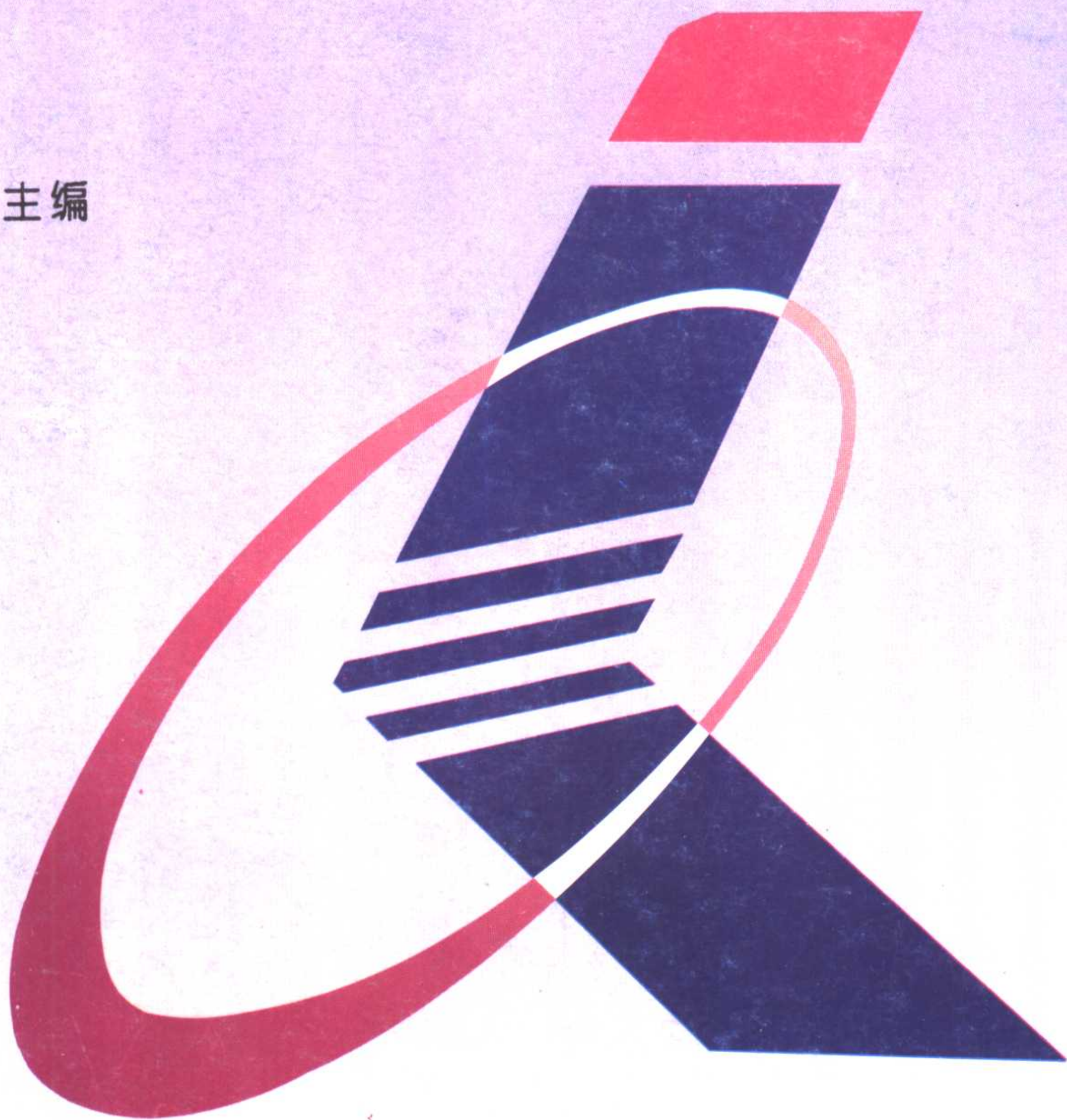


工商管理系列教材

● 范中志 主编



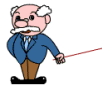
工业工程基础

GONG YE GONG CHENG JI CHU



华南理工大学出版社

全国Mini-MBA职业经理双证班 (24年热招管理培训项目)



允许提前获取证书 全国招生 权威双证 请速充电

24 年正规管理类教育机构，中国第一代 MBA 教育机构，值得信赖！（+ 教授互动微信：122285053）

全国迷你 MBA 职业经理双证书班®，全国招生，毕业颁发双证书，近期开课. 咨询电话:13684609885

招生专业及其颁发证书：

认证项目	颁发双证（优秀毕业学员可免费升级 EMBA 学位证）	学 费
全国《职业经理》MBA 高等教育双证书班	高级职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国：工商管理 MBA 课程实战班 100%	高级职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《人力资源总监》MBA 双证书班	高级人力资源总监资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《生产经理》MBA 高等教育双证班	高级生产经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《品质经理》MBA 高等教育双证班	高级品质经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《企业总经理》MBA 高等教育双证班	总经理高级资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《IE 工业工程师》MBA 高等教育双证	高级 IE 工业工程师资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《营销经理》MBA 高等教育双证班	高级营销经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《项目经理》MBA 高等教育双证班	高级项目经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《市场总监》MBA 高等教育双证书班	高级市场总监资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《酒店经理》MBA 高等教育双证班	高级酒店经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《人力资源管理师》MBA 双证书班	高级人力资源管理师资格证书+2 年制 MBA 高等教育证	1280 元
全国《企业培训师》MBA 高等教育双证班	企业培训师高级资格认证+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《财务总监》MBA 高等教育双证班	高级财务总监资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《营销策划师》MBA 双证书班	高级营销策划师资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《行政总监》MBA 高等教育双证班	高级行政总监资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《采购经理》MBA 高等教育双证班	高级采购经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《工商管理培训教师资格》双证班	工商管理培训教师资格证+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元

全国《企业管理咨询师》MBA 双证班	高级企业管理咨询师资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《经济管理师》MBA 高等教育双证	高级经济管理师资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《六西格玛管理师》MBA 双证书班	高级六西格玛管理师资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《生产运营管理师》MBA 双证书证	高级生产运营管理师资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
EMBA 高级企业管理人员课程	EMBA 学位+EMBA 毕业	3580 元

学校还开设：薪酬管理师、绩效考核师、企业教练技术、企业管理师、培训总监、物流经理、工厂管理（厂长证书）、营销总监、企业法务管理师、市场定位研究员、整合营销策划师**等管理岗位MBA课程**



【授课方式】 全国招生、函授学习、权威双证

我校采用国际通用3结合的先进教育方式授课：远程函授+视频光盘+网络学院在线辅导（集中面授）



【颁发证书】 学员毕业后可以获取权威双证书与全套学员学籍档案

- 1、毕业后可以获取相应专业钢印《高级职业资格证书》；
- 2、毕业后可以获取2年制的《MBA研究生课程高等教育研修结业证书》；



【证书说明】

- 1、证书加盖中国经济管理大学钢印和公章（学校官方网站电子注册查询、随证书带整套学籍档案）；
- 2、毕业获取的证书与面授学员完全一致，无“函授”字样，与面授学员享有同等待遇，



【学习期限】 3个月（允许有工作经验学员提前毕业，毕业获取证书后学校仍持续辅导2年）



【收费标准】 全部费用1280元（本期只收取企管辅导、职业生涯辅导费1280元，其余费用全免）
函授学习为你节省了大量的宝贵的学习时间以及昂贵的MBA导师的面授费用，是经理人首选的学习方式。



【考试说明】

1. 卷面考核：毕业试卷是一套完整的情景模拟试卷（与工作相关联的基础问卷）
2. 论文考核：毕业需要提交2000字的论文（学员不需要参加毕业论文答辩但论文中必修体现出5点独特的企业管理心得）
3. 综合心理测评等问卷。



【颁证单位】

中国经济管理大学经中华人民共和国香港特别行政区批准注册成立。目前中国经济管理大学课程涉及国际学位教育、国际职业教育等。学院教学方式灵活多样，注重人才的实际技能的培养，向学员传授先进的管理思想和实际工作技能，学院会永远遵循“科技兴国、严谨办学”的原则不断的向社会提供优秀的管理人才。



【主办单位】

美华企业管理有限公司、美华管理人才学校是中国最早由教委批准成立的“工商管理MBA实战教育机构”之一，由资深MBA教育培训专家、教育协会常务理事徐传有老师担任学校理事长。迄今为止，已为社会培养各类“能力型”管理人才近10万余人，并为多家企业提供了整合策划和企业内训，连续13年被教委评选为《优秀成人教育学校》《甲级先进办学单位》。办学多年来，美华人独特的教学方法，先进的教学理念赢得了社会各界的高度赞誉和认可。

【报名须知】

1、报名登记表格下载后详细填写并发邮件至 xchy007@163.com (入学时不需要提交相片，毕业提交试卷同时邮寄4张2寸相片和一张身份证复印件即可)

2、交费后请及时电话通知招生办确认，以便于收费当日学校为你办理教材邮寄等入学手续。



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电) **优秀学员可免费升级EMBA学位证书**

(高级职业经理资格证书样本)



(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



【学费缴纳方式】(支持网转、柜台办理和自动取款机办理)(如柜台办理请携带本人身份证到银行办理)

方式一	支付宝	支付宝账户：13684609885 户名：徐传有 微信转账：122285053 (学校唯一指定官方微信号/经理圈)
方式二	企业账户	企业帐号：562080100100076073 账号户名：哈尔滨美华企业管理有限公司 开户银行：兴业银行 哈尔滨新阳支行
方式三	中国银行	卡号：6217855300007073962 户名：徐传有 开户行：中国银行哈尔滨爱建支行
方式四	邮政储蓄	卡号：6217992600016909914 户名：徐传有 开户行：哈尔滨南马路支行
方式五	工商银行	卡号：6222083500001062507 户名：徐传有 开户行：哈尔滨市道外区太平桥支行
方式六	农业银行	卡号：6228450176006094464 户名：徐传有 开户行：道外支行民众分理处

可以选择任意一种方式缴纳学费(建议首选工商银行账户)，收到学费当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教学资料、考试问卷以及收费票据。

【咨询电话】13684609885 0451-88342620

【学校网站】<http://www.mhjj.net>

【微信客服】122285053

【微信公众号】MHJY1998

你该充电了！请参加24年热招:经理培训课

♥全国Mini-MBA《职业经理》双证班♥



你该充电了！中国第一代管理教育机构—美华教育 火热招生

·工商管理系列教材·

工业工程基础

〔工作研究〕
〔第二版〕

范中志 主编

范中志	张贵斌	张贵斌	左志诚
关立平	张红彬	马明雄	李令文
宋仁华	陈志成	杨品英	汪洋青
全觉民	吴法清	刘书辉	周燕青
林云强	黄小南	林之楠	李颖健
蔡国强	李	邱	徐

华南理工大学出版社

·广州·

图书在版编目(CIP)数据

工业工程基础/范中志主编. —2版. —广州:华南理工大学出版社,1996.9(2000.10重印)

工商管理系列教材

本书第1版名为:工作研究

ISBN 7-5623-1009-2

I.工…

II.范…

III.工业工程—教材

IV.C.7

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510640)

责任编辑 江厚祥

各地新华书店经销

华南理工大学出版社电脑室排版

华南理工大学印刷厂印装

开本:850×1168 1/32 印张:10625 字数:286千

2000年10月第2版第5次印刷

印数:16001~19000册

定价:16.00元

前 言

自工业革命以来,工业工程(IE)技术不断改进、完善,已成为提高企业生产率的有效工具,为世界各发达国家的企业所广泛应用。

工业工程中最重要基础技术是工作研究。工作研究采用一定的科学方法,找出经济合理的工作方法和最适宜的工作时间,在需要很少投资或不需要投资的情况下,可以使企业的生产率显著提高,从而提高企业的经济效益和增强竞争力,并且为其他工业工程技术的有效实施奠定基础。因此,各国企业都把工作研究作为提高生产率的首选技术。如美国 90% 以上的企业都应用了工作研究,企业的生产率普遍提高 51%。

1986 年,原机电部人劳司开始在我国推行工作研究,由上海市经委、上海仪表电讯工业局率先,他们选择了上海金陵无线电厂为试点,使该厂调谐器装配线班产量提高了 41%。接着又在上海电子管厂、上海电子管二厂、上海电子管四厂、上海无线电二十七厂、上海灯泡厂、上海电视机一厂、上海无线电十八厂、上海大华仪表厂等八家厂进行扩大试点,经过半年左右时间,获可喜的成果,其整体经济效益为:投入 50 万元,产出可达年增加销售收入 6 200 万元,为 1:124。又如成都红光电子管厂应用工作研究改进某生产线,仅用半年时间,投资 0.98 万元,就使该生产线每年增收节资 363.56 万元,节约工时 1.176 万小时。

在我国推行应用工作研究过程中,张贵贤、左志诚、方世雄、马培雄、李令文、全觉民、宋仁华、杨品英等作出了卓越的贡献。这些先行者中有的不但是领导者,且也是实践家。

然而,我国至今未能完整地建立起自己的工业工程体系,对工

作研究缺乏一定的认识,绝大部分企业仍未应用工作研究,国内亦未有一本从提高生产率的角度来全面系统介绍工作研究各种方法的书。因此,本书面向企业的实际,系统地介绍工业工程体系的内容及应用,其中重点介绍工作研究及其在企业中实施的方法和步骤。书中还汇集了国内外企业实施工作研究实例。

本书由范中志主编,参加编写及推广应用的还有:张贵贤、左志诚、关立平、饶红艳、马培雄、李令文、宋仁华、陈志成、杨品英、汪洋、全觉民、吴法沛、刘小辉、周燕青、林云中、黄小方、林之楠、李颢、蔡国强、李敏、邝英强、涂健。

本书理论与实际结合,适合企业管理人员、工程技术人员作为实施工作研究的指导书和对有关人员培训的教材,也适合作大学管理工程系本科学生、研究生和工科大学其他各专业学生学习工作研究的教材。

编 者
1991 年 9 月

再版说明

本书原名“工作研究”，自 1990 年 9 月第 1 版以来，1991 年 9 月曾第二次印刷，除了本人所在学校管理工程专业及其他大专院校学生学习之用外，还受到了广大工矿企业的欢迎。例如，广州电池厂从 1992 年 5 月开始，在该厂二车间推行“工作研究”三个多月时间，初步取得三提高（提高车间管理水平，提高劳动生产率，提高产品质量）、二节约（节约生产场地，节约原材料）、一降低（降低工人劳动强度）、一改善（改善车间工作环境）的良好效果，9 月开始全面铺开，到 12 月底取得直接经济效益 212 万元，节约劳动力 152 人，节约场地 314 平方米。1993 年和 1994 年，该厂更广泛、更深入地应用工作研究的各项技术和措施，又分别取得了 1 256 万元和 1500 多万元的经济效益，劳动生产率大幅度地提高。

又如，广东科龙股份有限公司，从 1992 年下半年开始，在冰箱一厂、冰箱二厂试点推行“工作研究”，在设备未增加人员反而减少的条件下，将生产节拍从原来的 48 秒缩短到 24 秒，提高生产效益 25%。4 条生产线按原设计能力年产 60 万台的大型冰箱厂，1993 年生产了 75 万台，1994 年生产了 91 万台，相当于增加了一个年产 30 万台的大型冰箱厂。1994 年进行 100 万台改造项目，该项目已于 1994 年 12 月 20 日投产，1995 年计划生产 95 万台，与 1992 年生产 43 万台冰箱相比增加 52 万台冰箱，相当于投资几亿元新建一个大型冰箱厂。这一成果受到了广东省经委、广州市劳动局领导以及国家人事部、机械部的重视。1994 年 4 月，国家人事部考核司、机械部培训司组织了我国大中企业的有关领导，举办了“工作研究”高级研讨班，大力推广应用工作研究。

这次再版应读者及出版社的要求将本书的书名“工作研究”改

为“工业工程基础”，因为原名“工作研究”容易使人误解为一般行政工作的研究，而不是工业工程技术。内容的补充有：

1. 在第一篇“工业工程概论”中，增加了生产率管理一章，该章内容包括了我的研究生饶红艳的研究成果。这一研究成果使生产率管理成为一个可操作的系统，工业企业既可以对各个层次的生产率进行测定，也能够从测定的数据中分析影响生产率的因素，从而提出改进、提高的方法和途径。

2. 在第二篇“方法研究”中，将原“动作研究”这一章补充内容，成为“操作分析”和“动作分析”两章。

3. 将“工作衡量”改为“作业测定”，其中“工作抽样”的内容更为详细，并补充了例题。

4. 各章都增加了复习与思考题，以帮助读者更好地掌握每一章节的内容。

鉴于作者水平有限，不妥之处在所难免，望读者批评、指正。

范中志
1996年6月

目 录

第一篇 工业工程概论

第一章 工业工程及其发展	1
第一节 工业工程的概念	1
一、工业工程的定义	1
二、工业工程的研究目标	1
三、工业工程学科的范畴	3
四、工业工程学科的性质	3
五、工业工程的特点	4
第二节 工业工程的发展简史	5
一、工业工程的起源	9
二、工业工程的发展历程	9
三、现代工业工程发展趋势	11
四、工业工程在我国的应用与发展	14
复习与思考题	22
第二章 工业工程的应用技术与工作研究	23
第一节 工业工程的常用技术	23
一、工业工程的应用领域和常用技术	23
二、制造业中的工业工程	24
第二节 工业工程基础(工作研究)概述	28
一、工业工程基础(工作研究)的内容	28
二、工业工程基础(工作研究)的目的	30
三、工业工程基础(工作研究)的实施步骤	33
复习与思考题	36
第三章 生产率管理	37

第一节 生产率和生产率管理的概念	37
一、生产率的定义	37
二、生产率的分类	38
三、提高生产率的意义	39
四、生产率管理	44
五、工业企业生产率的测定、分析概述	45
第二节 投入因素生产率的测定与分析	48
一、劳动生产率的测定与分析	49
二、物耗生产率的测定与分析	57
第三节 总生产率的测定与分析	61
第四节 经济效益的测定与分析	64
第五节 影响企业生产率的因素	68
一、影响企业生产率的内部因素	68
二、影响企业生产率的外部因素	70
三、提高生产率的方法	71
复习与思考题	75

第二篇 方法研究

第四章 方法研究概述	77
第一节 方法研究的概念	77
一、方法研究的定义	77
二、方法研究的目的	77
三、方法研究的特点	78
第二节 生产过程	78
一、自然过程	78
二、劳动过程	79
第三节 方法研究的内容	82
一、程序分析	82
二、操作分析	82
三、动作分析	83

复习与思考题	83
第五章 程序分析	84
第一节 程序分析的基本知识	84
一、程序分析符号	84
二、程序分析技巧	85
三、程序分析的图表	88
四、程序分析的改善对象	88
第二节 工艺程序分析	89
一、工艺程序分析的意义与内容	89
二、工艺程序图的构成	90
三、工艺程序图的实例分析	95
第三节 流程程序分析	100
一、流程程序分析的意义与内容	100
二、流程程序图的构成	101
三、流程程序图的实例分析	103
第四节 线路图分析	116
一、线路图的作用与画法	116
二、线路图的实例分析	118
第五节 线图分析	126
一、线图的用途与制作	126
二、线图的实例分析	127
复习与思考题	130
第六章 操作分析	132
第一节 人机操作分析	132
一、人机操分析的意义与目的	132
二、人机操作程序图的构成	132
三、人机操作程序图的实例分析	134
四、闲余能量分析	139
第二节 联合操作分析	141
一、联合操作分析的意义与目的	141

二、联合操作分析图的画法	142
三、联合操作实例分析	142
第三节 双手操作分析	148
一、双手操作分析的意义与作用	148
二、双手操作程序图	149
三、双手操作程序图的分析要点	152
四、双手操作程序图实例分析	153
复习与思考题	157
第七章 动作分析	159
第一节 动作分析的基本知识	159
一、动作分析的意义与目的	159
二、动作分析的方法	159
三、动素的名称、定义及形象符号	160
四、动素性质划分	172
第二节 动作经济原则	172
复习与思考题	197

第三篇 作业测定

第八章 作业测定概述	199
第一节 作业测定的概念	199
一、作业测定的定义	199
二、作业测定的目的	201
三、作业测定的应用	202
四、作业测定的方法和工作阶次	202
第二节 工时消耗及标准时间的构成	204
一、工时消耗	204
二、传统工时的计算	208
三、标准时间与工时定额	209
复习与思考题	211

第九章 时间研究	212
第一节 时间研究概述	212
一、时间研究的概念	212
二、时间研究的工具	213
第二节 时间研究的步骤	218
第三节 时间研究应用实例	235
第四节 评比训练及评比方法	238
一、速度评比和评比训练	238
二、平准化法	239
复习与思考题	243
第十章 工作抽样	244
第一节 工作抽样概述	244
一、工作抽样的概念	244
二、精确度和观测次数	245
第二节 工作抽样的步骤	249
第三节 工作抽样应用实例	261
复习与思考题	271
第十一章 预定时间标准	272
第一节 预定时间标准概述	272
一、预定时间标准法的概念	272
二、预定时间标准的特点	273
第二节 模特法的基本概念	274
一、模特法的原理	274
二、模特法的时间单位	276
三、模特法的动作分类及其代号	278
四、模特法的特点	280
五、模特法分析记录表	282
第三节 模特法的动作分析	283
一、基本动作——上肢动作	283

二、基本动作——下肢和腰的动作	291
三、辅助动作	292
第四节 动作的改进	295
第五节 应用模特法制定标准时间	301
第六节 模特法实例	304
一、应用 $c \phi P$ 法确定各工位工作量	304
二、流水线记录	321
三、平整流水线	321
复习与思考题	322
参考文献	324

第一篇 工业工程概论

第一章 工业工程及其发展

第一节 工业工程的概念

一、工业工程的定义

现代工业社会中,生产是人类最基本、最重要的一项活动。

生产就是制造产品(有形物的生产),广义的生产还包括提供服务(即无形生产,诸如运输、销售、邮电、通讯等)。人们只有通过各种类型的生产创造物质和经济财富,才能满足人类生存和发展的日益增长的需要,推动社会前进。

无论哪种生产,都是把自然和社会资源(即生产要素,包括作为生产对象的材料、作为生产手段的机器和设施、为生产活动提供劳力的人员以及生产技术、信息等)转变成经济财富(产品和服务),从而增加附加价值的过程。换句话说,生产就是一种转换。所以,可把它简化为生产要素经过投入、转换(生产过程)而得到产出物的系统,如图 1-1 所示。

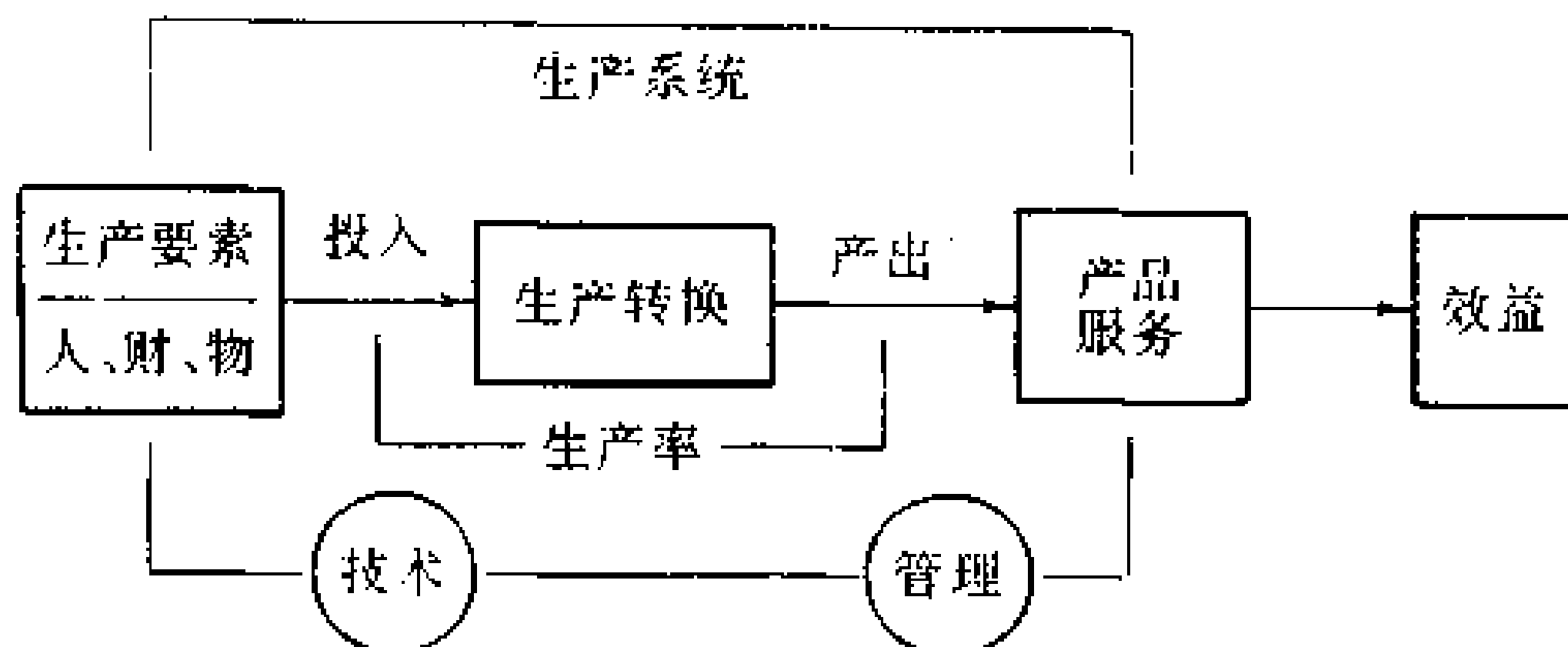


图 1-1 投入产出系统

经济学上,用生产率来衡量生产系统的这种转换,表示生产要素的使用效率(生产率=产出/投入)。一般说来,如果能用较少的资源投入得到更多的产出,则生产率就提高了,也就是具有更高经济效益,可获得更大利润。因此,生产率成为生产活动中人们最为关心的一个指标。任何企业,事实上都是为社会提供产品和服务,以不断追求更高的生产率和利润为目标。

生产率的提高,主要取决于生产过程中如何有效地发挥生产要素的作用。人们为提高生产率所做的努力集中表现为改进生产技术和方法两个方面,不断发明新技术、新工艺,创造新工具、新机器和科学管理方法。正如人们常说的,技术和管理是生产和经济发展所依靠的两个轮子。实践证明,在工业化生产中,技术和管理只有很好地结合起来,才能获得理想的效果。

工业工程(简称 IE),就是在人们致力于提高工作效率和生产率、降低成本的实践中产生的一门学科;就是把技术和管理有机地结合起来,去研究如何使生产要素组成生产力更高和更有效运行的系统,去实现提高生产率目标的工程学科。

工业工程的发展迄今将近一个世纪了。由于它涉及范围广泛,内容不断拓展和深化,所以在其形成和发展的过程中,不同时期、不同国家、不同学者下过许多定义。在各种 IE 定义中,最具权威性和今天被广泛采用的是美国工业工程师学会(AIIE)于 1955

年正式提出、后经修订的定义,表述如下:

“工业工程,是对人员、物料、设备、能源和信息所组成的集成系统进行设计、改善和设置的一门学科。它综合运用数学、物理学和社会科学方面的专门知识和技术,以及工程分析和设计的原理与方法,对该系统所取得的成果进行确定、预测和评价。”

该定义表明 IE 实际是一门方法学,它告诉人们,为把人员、物资和设施组成有效的系统,需要运用哪些知识,采用什么方法去研究问题以及如何解决问题。

二、工业工程的研究目标

《美国大百科全书》(1982 年版)对 IE 的解释是:“工业工程是对一个组织中的人、物料和设备的使用及其费用作详细分析研究。这种工作由工作工程师完成,目的是使组织能够提高生产率、利润率和效率。”

著名的工业工程专家 P. 希克斯(Philip Hicks)博士指出:“工业工程的目标就是设计一个生产系统及该系统的控制方法,使它以最低的成本生产具有特定质量水平的某种或几种产品,并且这种生产必须是在保证工人和最终用户的健康和安全条件下进行。”

上述定义和解释表明,工业工程的目标就是使生产系统投入的要素得到有效利用,降低成本,保证质量和安全,提高生产率,获得最佳效益。具体地讲,就是通过研究、分析和评估,对人机系统的每个组成部分进行设计(包括再设计,即改善),再将各个组成部分恰当地综合起来,设计出系统整体,以实现生产要素合理配置,优化运行,保证以低成本、低消耗、安全、优质、准时、高效地完成生产任务(机器制造、桥梁建设、化工生产……),从而达到上述目标。

三、工业工程学科的范畴

对于 IE 学科范畴,有许多种不同的表述方法。迄今为止,较

正规和有代表性的是美国国家标准 ANSI—Z94(1982 年修订版),从学科角度把 IE 知识领域划分 17 个分支,即:①生物力学;②成本管理;③数据处理与系统设计;④销售与市场;⑤工程经济;⑥设施规划(含工厂设计、维修保养、物料保养、物料搬运等);⑦材料加工(含工具设计、工艺研究、自动化等);⑧应用数学(含运筹学、管理经济学、统计质量控制、统计和数学应用等);⑨组织规划与理论;10 生产规划与控制(含库存管理、运输路线、调度、发货等);11 实用心理学(含心理学、社会学、工作评价、人事实务等)。12 方法研究和作业测定;13 人的因素;14 工资管理;15 人体测量;16 安全;17 职业卫生与医学。

还有其他一些分类方法,例如,日本从应用的角度把 IE 技术分成 21 类 113 种,包括方法研究、作业测定、质量管理、标准化、工厂设计、人力开发等。

四、工业工程学科的性质

按学科分类,国外把 IE 划入工程学范畴,这是因为 IE 具有鲜明的工程属性。和所有其他工程学科一样,IE 具有利用自然科学知识和其他技术进行观察、实验、研究、设计等功能和属性。

IE 的首要任务是生产系统的设计。这和机械工程中的机器设计性质是一样的,所不同的是,生产系统设计是更大和更复杂的设计,有系统总体的设计(如设施规划设计),也有子系统设计(如物流系统设计、人机系统设计、工作站设计等),这都是典型的工程活动。为了上述目的,必须对生产系统的各组成要素及其关系进行周密的观察和实验分析,例如,要用工程学方法进行实验或测试人机关系的各种因素、劳动强度等,为优化设计提供依据和参数。为使生产系统有效运行,IE 要不断对其加以改善,因而必须对系统及其控制方法进行模拟、试验、分析研究,选择最好的改进方案。然而,IE 又不同于一般的工程学科,它不是单纯的工程技术。从

IE 的定义和范畴可以看出,它不仅包括自然科学和工程技术,而且还包括社会科学及经济管理知识的应用。所以,IE 是一门边缘学科。由于 IE 起源于科学管理,为管理提供方法和依据,具管理特征,常被当做管理技术。但它并不等于“管理”(工业管理、企业管理),它是研究管理方法和手段,为管理提供技术和决策依据,是一种工程活动。而“管理”是指“利用物质和人力资源去实现预定目标的过程,它包括计划、指挥、协调和控制等活动”。例如,企业管理就是对企业生产经营活动进行计划、组织、协调和控制等一系列管理活动的总称,包括组织管理、技术管理、生产管理、财务管理等,所用的知识主要包括经营管理学、决策学、组织行为学、市场学、会计学、战略以及金融、贸易、法律等。它与 IE 的主要区别在于不是对生产系统进行研究、分析、设计和改进等工程活动,而是偏重于对各部门(也包括 IE 部门)及整个企业的决策和指挥进行协调和组织等行政职能。

五、工业工程的特点

IE 是实践性很强的应用学科。国外 IE 应用与发展情况表明,各国都根据自己的国情(如社会文化传统、技术与管理的体制和水平等)形成富有自己特色的 IE 体系,甚至名称也不尽相同。例如,日本从美国引进 IE,经过半个多世纪发展,形成了富有日本特色的 IE,即把 IE 与管理实践紧密结合,强调现场管理优化,而美国则更强调 IE 的工程性。然而,无论哪个国家的 IE,尽管特色不同,其本质是一致的。所以,我们必须弄清 IE 的本质,这对于建立符合我国国情的 IE 体系具有重要意义。

综合分析 IE 的定义、内容(范畴)和目标,现代 IE 本质的基本特点可概为以下几个方面:

(1) IE 的核心是降低成本、提高质量和生产率

如前所述,IE 的目的是提高生产率、利润率和效率。因此,可

以说 IE 实质上是一门提高生产率的学问。《工业工程手册》指出,如果要用一句话来表明工业工程师的抱负的话,就是生产率。换句话说,提高生产率是 IE 的出发点和最终目标,是工业工程师的第一使命。

IE 的发展史表明,它的产生就是为了减少浪费、降低成本、提高效率。由于只有为社会创造并提供质量合格的产品和服务,才能得到有效的产出,不合格产品生产越多浪费越大,反而会降低生产率。所以,不仅要降低成本,还要提高质量,它们是提高生产率的前提和基础。

把降低成本、提高质量和生产率联系起来综合研究,追求生产系统的最佳整体效益,是反映 IE 实质的一个重要特点。

(2) IE 是综合性的应用知识体系

IE 的定义和内容清楚地表明,IE 是一个包括多种学科知识和技术的庞大体系,因此,我们很容易产生这样的疑惑,究竟什么是 IE? 这个问题恰好需要通过 IE 的综合性和整体性来回答。

知识范围大是 IE 的一个明显特点,然而,这只是其外在特征,其本质还在于综合地运用这些知识和技术,而且特别体现在应用的整体上。这是由 IE 的目标——提高生产率所决定的,因为生产率不仅体现各生产要素的使用效果,尤其取决于各个要素、系统和各个部分(如各部门、车间)之间的协调配合。

一个企业要提高其经济效益,必须运用 IE 全面研究、解决生产和经营中的各种问题,既有物的问题,又有人问题。因而,必然要用到包括自然科学、工程技术、管理科学、社会科学及人文科学在内的各种知识。这些领域的知识和技术不应是孤立地运用,而要围绕所研究的整个系统(如一条生产线、一个车间、整个企业等)的生产率提高有选择地综合运用,这就是整体性。

IE 的综合性集中体现在技术和管理的结合上。通常,人们习惯于把技术称作硬件,把管理称作软件,由于两者的性质不同,容

易形成分离的局面。IE 从提高生产率的目标出发,不仅要研究和
发展硬件部分,即制造技术、工具和程序,而且要从提高软件水平,
即改善各种管理与控制,使人与其他各种要素(技术、机器、信息
等)有机地协调,使硬件部分发挥出最佳效用。所以,简单地说,IE
实际是把技术与管理有机地结合起来的学科。

(3) 注重人的因素是 IE 区别于其他工程学科的特点之一

生产系统和各种组成要素中,人是最活跃的和不确定性最大的
因素。IE 为实现其目标,在进行系统设计、实施控制和改善的
过程中,都必须充分考虑到人和其他要素之间的关系和相互作用,
以人为中心进行设计。从操作方式设计、工作站设计、岗位和职务
设计直到整个系统的组织设计,IE 都十分重视研究人的因素,包
括人机关系、环境对人的影响(心理和生理等方面)和人的工作主
动性、积极性、创造性及激励方法等,寻求合理配置人和其他因素,
建立适合人的生理和心理特点的机器和环境系统,使人能够发挥
能动作用,达到在生产过程中提高效率,安全、健康、舒适地工作,
并能最好地发挥各生产要素的作用。

(4) IE 的重点是面向微观管理

为了达到减少浪费、降低成本的目的,IE 重点面向微观管理,
解决各环节管理问题,从制定作业标准和劳动定额、现场管理优化
直至各职能部门之间的协调和管理改善,都需要 IE 发挥作用。

以一个企业为例,其生产经营系统如图 1-2 所示,通常分为经
营决策、生产(制造)、市场销售三级。狭义 IE 主要面向生产过程
(所追求的目标见图所示)。然而,现代 IE(广义 EI)已向经营扩
展,因为整个企业系统的综合效益不仅取决于生产过程的改善和
效率的提高,而且在很大程度上取决于决策科学化。这就必须用
IE 原则和方法对整个生产经营活动进行预测、评价和规划。现
在,企业由生产型转变的经营型,由以产品为核心转变为以效益为
中心,尤其需要从系统整体优化来研究问题。

对系统进行革新、改造和提高,使之不断在新的条件下实现优化,永远获得更高的综合效益。

从不同角度来看,还可以列举出 IE 的某些其他特点,但是上述几个方面已反映出 IE 的基本特点。

第二节 工业工程的发展简史

一、工业工程的起源

人类在从事生产活动中,运用数学、物理学、化学、生物学等基础科学原理,结合在生产实践中所积累的经验而发展的,用于改造自然为人类服务的各种专门知识,称为工程学,如土木工程、机械工程、化学工程等。

各种工程学科都是从实践中总结经验而发展起来的,最初阶段都是从解决某些具体问题开始,实际工作者从自己或前人的成功经验中找到解决某个问题的方法,然后加以归纳提炼升华,逐步形成理论。随着研究工作的深入,人们对客观规律认识也逐步深入,其科学理论就逐步形成专门学科。工业工程也不例外,也是从实践中总结经验开始的。

工业工程是工业化生产的产物,一般认为是本世纪初起源于美国,并且从泰勒(F. W. Taylor, 1856 ~ 1915)等人创立的科学管理发展起来的。南北战争以后,美国工业尤其是制造业迅速发展,1900年前后,制造业产值已超过农业。但是,当时的工业生产和今天的方式大不相同,那时很少有生产计划和组织,生产第一线的管理人员对工人作业只是口头的指导,工人通常所受到的训练也很差,工作方法缺乏科学性和系统性,主要凭经验办事。此时期,作业方法的改进一般都来源于工人自己为找到更容易和更简便的方法完成所承担的任务而自发的努力,完全是一种各自分散

的个人行动,几乎没有人注意一个工厂或一个工艺过程的改进和总体的协调,因而效率低,浪费大。以泰勒为代表的一大批科学管理先驱者,为改变这种状况,提高工作效率,降低成本,进行了卓有成效的工作,开创了科学管理,为工业工程的产生奠定了基础,开辟了道路。

泰勒是一位工程师和效率专家,是“科学管理”的创始人,并且也是一位发明家,一生获得过 100 多项专利。1847 年他考取哈佛大学法学院,由于视力不好,而被迫失学,进费城水泵制造公司当模型工学徒。1878 年到米德维尔钢铁公司工作,当过普通工人、技工、工长、总技师以至总工程师。这期间,他还上夜校攻读,并于 1883 年获得史蒂芬学院机械工程学位。这一经历使他对当时生产管理和劳动组织中的问题比较清楚,他认为管理没有采用科学方法,工人缺乏训练,没有正确的操作方法和程序,大大影响了生产率。他相信通过对工作的分析,总可以找到改进的方法,设计出效率更高的工作程序,并致力于研究。他系统地研究了工场作业和衡量方法,创立了“时间研究”(Time Study),改进操作方法,科学地制定劳动定额,采用标准化,因而大大地提高了效率,降低了成本。例如,1898~1901 年他在伯利恒(Bethlehem)钢铁公司工作期间,研究了铲煤和铲矿砂的工作,通过试验和测定发现,每一铲煤 21 磅(约 9.5kg)时,装卸效率最高。泰勒采用科学方法对工人进行训练,结果使搬运量由原来每人每天 12.5 t 增加到 48 t,搬运效率提高近 4 倍。经过这样改进,减少了所需的搬运工人数,使搬运费由每吨 8 美分降低到 4 美分。

他提出了一系列科学管理原理和方法,主要著作有《计件工资》(1895 年)、《工场管理》(1903 年)以及《科学管理原理》(1911 年),系统阐述了他的研究成果和科学管理思想,对科学管理的发展作出重大贡献,并被公认为工业工程的开端。所以,泰勒在美国管理史上被称作“科学管理之父”,也被称作“工业工程之父”。

吉尔布雷斯(Frank B. Giberth, 1868-1924)是和泰勒差不多同一时期的另一位工业工程奠基人。他也是一名工程师,其夫人是心理学家。他们的主要贡献是创造了与时间研究密切相关的“动作研究”(Motion Study),就是对人在从事生产作业中的动作进行分解,确定基本动作要素(称为“动素”),然后作科学分析,建立起省工省时、效率最高和最满意的操作顺序。例如,当时按照他的方法和培训的砌砖工人平均作业效率由每小时 120 块提高到 350 块。1912 年吉尔布雷斯夫妇进一步改进动作研究的方法,把工人操作时的动作拍成影片,创造了影片分析法,对动作进行更细微的研究。1921 年他们又创造了工序图,为分析和建立良好的作业顺序提供了工具。他们在技能研究、疲劳研究和时间研究等方面也有卓越的成就,尤其重视研究生产中人的价值、作用及其对工作环境的反应等。

甘特(Henry L. Gantt)也是工业工程先驱者之一,他的重大贡献是发明了著名的“甘特图”(Gantt Chart),这是一种预先计划和安排作业活动、检查进度以及更新计划的系统图表方法,为工作计划、进度控制的检查提供十分有用的方法和工具,直到今天它仍然被广泛地用于生产计划与控制这一工业工程主要领域。

还有许多科学家和工程师对科学管理和早期工业工程的发展做出了贡献,如 1766 年英国经济学家亚当·史密斯(Adam Smith)在其《原富》一书中提出劳动分工概念,李嘉图(Ricardo)的《政治经济学及赋税原理》(1817 年),穆勒(Stuart Mill)的《政治经济学原理》(1848 年)等,应该说都对上述 IE 先驱者产生过影响,这里就不一一列举了。

二、工业工程的发展历程

工业工程形成和发展演变过程,实际上就是各种用于提高效率、降低成本的知识、原理和方法产生和应用的历史。

工业工程形成和发展历程可用图 1-3 所示的 IE 发展年表概括说明。该图横坐标表示在 IE 发展历程中一些重大事件(原理和方法)产生的时间。在大多数情况下,只表明事件的开始,而不是结束。例如,“时间研究”至今仍是 IE 的基本工具。

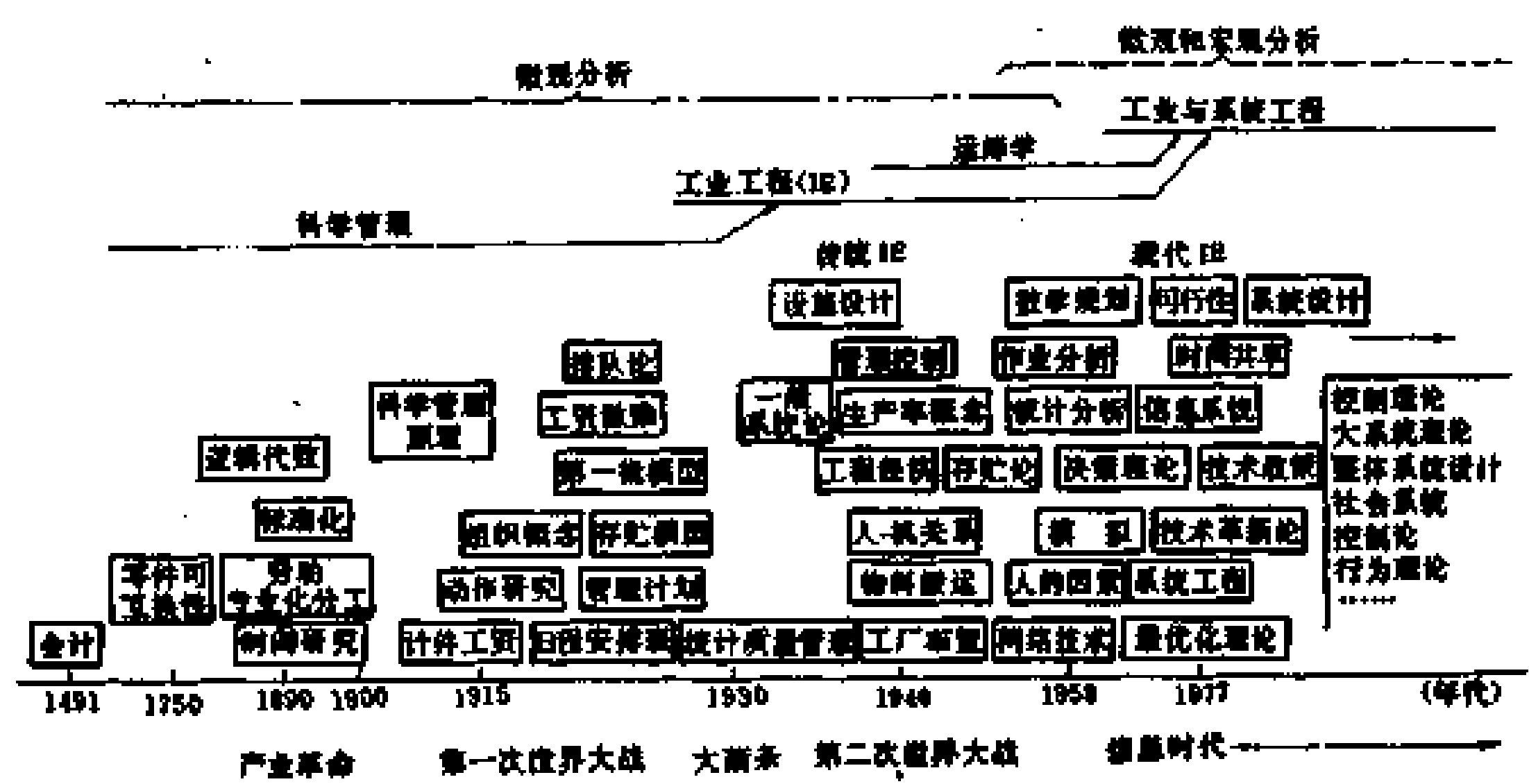


图 1-3 IE 发展年表

从科学管理开始, IE 发展经历了如图上方标明的科学管理、工业工程、运筹学、工业与系统工程四个相互交叉的时期,它突出表明不同时期 IE 的重大发展。

(1) 科学管理时代(本世纪初~30 年代中期)

这是 IE 萌芽和奠基的时期,以劳动专业化分工、时间研究、动作研究、标准化等方法的出现为主要内容。1908 年,美国宾夕法尼亚州立大学根据泰勒的建议,首次开设工业工程课程,成为第一所设有 IE 专业的大学。这时期是在制造业(尤其是机械制造企业)中,采用以动作研究和时间研究为主要内容的科学管理方法,提高工人作业效率。并且,这主要是针对操作者作业现场较小的范围,是建立在经验基础上的研究。1917 年,美国成立了工业工程师协会(Society of Industrial Engineers),这是最早的独立 IE 组

织,1936 年与“泰勒协会”合并为“管理促进协会”。

(2) 工业工程时代(30 年代后期~现在)

IE 作为一门专业出现并不断充实内容。继宾州州立大学之后,到 30 年代,美国有更多的大学设立 IE 系或专业;工厂出现了专门从事 IE 的职业;吸收数学和统计学知识,创立了一系列 IE 原理和方法,如休哈特(W. A. Shewhart)博士 1924 年建立了“统计质量控制”,为 IE 实际应用提供了科学基础,是一项重要的发展。还有进度图、库存模型、人的激励、组织理论、工程经济、工厂布置、物料搬运等方法的产生和应用,使管理有了真正的科学依据,不再只是凭经验的一种技术。二次世界大战以后,IE 取得了实质性的进展,表现为以下两个时期的重大变化。

(3) 运筹学(Operations Research,简称 OR)发生影响的时期(40 年代中期~70 年代)

这是 IE 进入成熟的时期。长期以来,IE 一直苦于缺少理论基础,直到第二次世界大战以后,计算机和运筹学的出现才改变这一状况。为解决战争中的军事方案选择问题而研究出的 OR 是一个新领域,主要包括数学规划、优化理论、博弈论、排队论、存贮论等理论和方法,可以用来描述、分析和设计多种不同类型的运行系统,寻求最优结果。它用于产品和市场决策,可实现降低成本、提高效率的目标。同时,计算机为处理数据和对大系统进行数学模拟提供了有力的手段。因此,IE 取得重大发展,OR 成为 IE 的理论基础。

1848 年美国工业工程学会(American Institute of Industrial Engineers,简称 AIIE)正式成立(现在已发展成国际性学术组织,仍称为 AIIE),并于 1955 年制定出 IE 的正式定义。50 年代是 IE 奠定较完善科学基础、发展最快的 10 年,经过 60 年代和 70 年代,其知识基础则更加充实,开始进入现代 IE 的新时期。到 1975 年,美国已有 150 所大学提供 IE 教育。

(4) 工业与系统工程(System Engineering, 简称 SE)时期(70年代~现在和未来)

从70年代开始,系统工程原理和方法用于IE,使它具备更加完善的科学基础与分析方法,得到进一步发展和更加广泛的应用。这时期出现的主要技术有:系统分析与设计、信息系统、决策理论、控制理论等。IE与SE结合后具有以下特征:从系统整体优化的目标出发,研究各生产要素和子系统的协调配合,强调综合应用各种知识和方法的整体性;应用范围从微观系统扩大到宏观大系统的分析设计,从工业和制造部门扩大到服务业及政府部门等各组织。

总之,工业工程正是由于不断吸收现代科技成就,尤其是计算机科学和OR、SE及相关的学科知识,有了理论基础和科学手段,才得以从经验为主发展到以定时分析为主,以研究生产的局部或小系统的改善到研究大系统整体优化和生产率提高,成为一门独立的学科。它不但在美国得到广泛的发展和应用,而且很快向世界其他许多工业化国家传播,如西欧(英国、德国、法国等)、日本、原苏联、澳大利亚和其他一些国家和地区,从50年代前后相继开始采用IE。70年代中,一些发展中国家,如墨西哥、秘鲁、哥伦比亚等,随着工业化发展,也都开始采用IE,在大学设置正规IE专业。在亚洲,新加坡、韩国和我国的香港、台湾地区,都较早建立IE教育并完全采用美国的IE体制,印度也于1975年前后开始建立IE教育与应用体制。

三、现代工业工程发展趋势

工业工程的发展具有鲜明的时代特征。现代IE就是在现代科学技术和生产力条件下研究生产(工作)系统提高生产率和竞争力的学科。由于现代科学技术和生产力的高度发展,尤其是高新技术的出现和应用,今天的生产经营环境和条件与过去相比,发生

了很大的变化,主要表现在:

① 市场需要多样化,产品生产周期大大缩短,竞争激烈,要求不断开发新产品。

② 系统的、成套产品的服务和市场不断扩大,用户越来越多地需要优质、可靠、系统的服务,如交钥匙工程。

③ 严格保证交货期,提供周到、及时的售后服务。

④ 现代制造技术,包括 NC、CNC(数据技术),CAD/CAM(计算机辅助设计与制造),CT(成组技术),FMC/FMS(柔性制造单元和系统),CAPP(计算机辅助工艺设计),MRP(物料需求计划),MRPII(制造资料计划),JIT(准时制),CIMO(计算机集成制造),等等。这些技术迅速发展,为高速、高效、高精度和优质生产提供了条件。

⑤ 信息技术的发展为生产经营决策科学化和增强应变能力提供了手段,等等。

为了适应这些变化和要求,现代 IE 吸收了越来越多的新学科和高新技术,如信息科学、自动化技术、模拟技术和优化理论等。

(1) 研究对象和应用范围扩大到系统整体

IE 发展史表明,在泰勒时代,主要研究各个作业和改进现场管理;传统 IE 主要研究生产过程,仍属于微观范畴;而现代 IE 则扩展到包括研究开发、设计和销售服务在内的广义生产系统,并进而延伸到整个经营管理系统,已成为研究微观和宏观系统,追求系统整体优化和综合效益的工具。

(2) 采用计算机和管理信息系统(MIS)为支撑

如前所述,产品生命周期缩短,市场竞争激烈,现代生产必须适应瞬息万变的市场需求。所以,现代 IE 以能够高速处理数据的计算机为手段,在生产系统设计中建立完善的信息网络,因而能够做到信息传递迅速,反馈及时。这是现代生产环境和市场条件下,提高生产率必不可少的条件和手段。因此,有的学者指出:“在泰

勒时代,我们把产品看作原材料的一系列物理转换;而现在我们进入了这样一个时代,产品生产是由一系列信息变换完成的。”

(3) 重点转向集成(或综合)制造(Integrated Manufacturing, 简称 IM)

随着计算科学和自动化技术(含机器人)等高新技术迅速发展,传统的生产结构正经历着根本性的变革,出现了单元制造(即能完成一组加工任务的制造单元)、计算机辅助设计与制造、柔性制造单元和系统、自动库存和取货系统(AS/RS)以及整个生产过程的计算机集成制造等。研究在这种新的环境中如何处理资源(主要是人、物料、设备、信息)协调、控制的一系列问题,因而产生了像制造资源计划(MRP II)和准时制(JIT)那样的新管理技术。一些发达国家竞相推行 IE 新技术,获得了很大成功,从而把 IE 这门提高生产率的技术推进到一个新的水平和深度。

(4) 突出研究生产率和质量

提高生产率和质量永远是工业工程追求的目标。随着生产技术、组织和环境发生变化,现代 IE 针对现代制造技术和新出现的生产组织和环境,把提高生产率、保证质量放在突出位置来研究生产率理论、测定方法及相关的问题。例如,现代制造系统的质量与可靠性保证,生产率与柔性制造,在物料需求计划(MRP)和准时制(JIT)生产环境中的生产问题等等。其目的,是如何更好地应用先进生产技术,发展现代制造系统,不断提高生产率和质量。

(5) 探索有关新理论,发展新方法

为适应上述发展变化的需求,现代 IE 必须研究生产要素之间的新规律,为创造新的 IE 技术寻求理论依据。其中,最重要的是人和其他管理资源之间的关系,要解决在高效率设施条件下,人的适应性和提高生产率问题。例如其中一个重要课题是,研究在复杂的计算机控制的多机器环境中,人的心理和生理因素,这需要测定各种数据,寻求相应的人—机关系原理,为设计高度自动化的系

统提供依据。所以,工效学(Ergonomics)的研究正在深入发展。据预测,工业工程的下一个主要发展领域可能是生物学和生命科学的应用。

在生产技术方面,除上述集成制造外,现代 IE 研究的另一个重点是采用同步工程(Simultaneous Engineering)或并行工程(Concurrent Engineering),它是一种新的管理思想和方法,即以用户需求为目标,使生产从研究开发到设计、制造(生产)、销售等各阶段协调配合,各类人员早期介入前期活动,同时进行有关工作(如在设计阶段即做生产准备),缩短研制时间,提高效率,降低成本。

总之,由于 IE 的跨学科性质和应用的广泛性,随着现代科学和技术的进展,社会生产日新月异,现代 IE 在多方面取得了巨大发展,并且这种趋势将继续下去。

四、工业工程在我国的应用与发展

1. 我国工业工程应用的历史回顾

工业工程在我国虽然尚未形成一门独立的学科体系,但属于其范畴的许多知识和技术已不同程度地得到应用。

我国 IE 应用和发展的历史可追溯到 50 年代初期。当时,新中国正处于恢复国民经济,开展大规模工业建设时期。作为社会主义工业骨干的 156 项工程在前苏联援助下兴建,工业布局和企业全面学习与采用前苏联的模式,推行其生产组织与计划方法。其中实际上包含了某些传统 IE 的内容,如进行时间研究、制定劳动定额标准等。

50~60 年代,在社会主义建设高潮中,许多工业战线职工响应国家号召,积极投入合理化建议、技术革新运动,改进生产工具、工艺过程、操作方法和技术标准,改善劳动条件,提高了工作效率,降低了消耗和成本。1960 年贯彻《鞍钢宪法》,开展技术革命,大

搞群众运动,推行“两参一改三结合”,进一步推动技术和科学管理发展,提高了效率,增加了生产。这一时期涌现出大批革新能手和先进高效的生方法,如郝建秀工作法,苏长有砌砖法,王崇伦万能工具胎等。实际上,这些旨在提高效率的生产技术和管理方法都是对 IE 的创造和应用。

“文化大革命”(1966~1976 年)期间,国民经济建设遭受巨大破坏,发展生产被当作“唯生产力论”批判,合理的企业管理制度和方被视作“管、卡、压”破除,很多企业质量检验和标准化工作被取消,劳动无定额,岗位无定员,生产秩序混乱,产品质量下降。IE 的科学管理方法被当作资本主义的东西排斥,其应用和发展几乎处于停滞状态。

1987 年开始,我国实行经济体制改革和对外开放政策,国民经济和科学技术进入一个新的发展时期,从单一的计经济向市场经济过渡,给 IE 的发展创造了新的机会。人们从工业发达国家的经验中认识到科学管理与先进技术同样重要,它们是发展生产和经济的两个轮子。广大企业开始重视和加强管理,普遍设立企业管理和质量管办公室。在大力引进国外先进技术的同时,也积极学习现代管理方法。80 年代初,国家经委在全国推广 18 种现代管理方法,它们大都属于现代 IE 范畴,例如系统工程、全面质量管理(TQC)、价值工程、网络计划技术、成组技术(GT)、线性规划、看板管理等。为适应这一发展形势,从 1980 年前后开始,高等学校陆续设立管理工程系,虽然目标是培养高级管理人才,有不少 IE 方面的课程,但一些学校还设有 IE 研究生方向。

80 年代中期以来,IE 应用开始了新局面。1985 年机械电子系统有关部门组织和指导一些企业进行应用“工作研究”试点,以及推行日本创造的“5S”等 IE 技术,取得显著效果,证明 IE 对我国企业管理优化、提高效率和效益也是适用的和有效的。

为了推动我国 IE 进一步发展和应用,1990 年 6 月举行了首

届工业工程学术会,成立了我国第一个全国性的 IE 学术组织——中国机械工程学会 IE 研究分会。1991 年 3 月成立了工作研究与效率专业委员会,它标志着我国 IE 进入了系统发展和应用的新时期。自此以后,许多工业部门、学术组织广泛开展 IE 宣传、培训和应用试点,出现学习推广 IE 的热潮,越来越多的企业对应用 IE 产生了迫切要求。

在这种情况下,IE 的人才培养就成为一个十分紧迫的问题。中国机械工程学会和教育部门十分重视这个问题,组织了调查研究和研讨,提出了 IE 专业继续教育方案,并且进一步研究并提出了高等教育自学考试 IE 专业本科段考试计划建议方案,得到全国高等教育自学考试指导委员会和机械工业部同意,要求在全国组织有关人员参加学习,并于 1992 年 9 月联合发出通知,决定在全国组织开考工业工程专业本科段自学考试,于 1994 年 4 月首考。此种形式为大量培养实用型 IE 人才开辟了一条途径。

同时,在普通高等教育中,国家教委已批准西安交通大学和天津大学等校试办 IE 专业,IE 专业教育体系正在逐步形成。

此外,国家人事部等有关部门正组织研究制订 IE 技术人员职称评审标准和在企业设置相应岗位的问题。这些都表明,IE 在我国正逐步形成一门正式的学科体系,有着十分广阔的发展前景。

2. 我国工业工程应用的前景展望

IE 产生于实践,在应用中发展。随着我国社会主义市场经济体系形成和关贸总协定(GATT)地位即将恢复,所有企业都将进入国际和国内市场的激烈竞争中,只有全面提高效益,即有高的质量和生产率、成本低、交货准时、售后服务良好,才能取得竞争优势,获得生存和发展。IE 正是实现这一目标的技术,势必为广大企业所需求。

要满足这一需求,我国 IE 应用的深度和广度必须进一步扩大。目前,多数企业 IE 应用仅限于生产线或局部环节,这当然是

必要的。IE 适用于各种规模的系统(如生产线、车间、企业),但是对一个企业,真正有意义的和主要关心的是全企业的整体优化和效益的提高。除了制造业外,建筑、交通运输和广大服务行业也需要运用 IE 提高效率和效益。IE 在这些领域中的应用必定很快提到议事日程上来。

从 IE 发展历程和国外应用经验来看,传统 IE 是 IE 发展的起点,也是现代 IE 的基础和组成部分。国外实际应用情况表明,IE 基础应用最普遍,例如,1981 年路特(Reuter)对美国企业应用 IE 情况抽样调查表明,94.2%的企业应用了方法研究,96.3%的企业应用了作业测定。1975 年美国工业工程(Industrial Engineering)杂志与博通公司合作对 1 500 家企业 IE 应用情况的调查发现,89%的企业应用工作研究。1979 年,哈里斯对英国 401 家企业的调查统计中,84%的企业应用工作研究,排在各种 IE 方法之首。

所以,IE 应用从 IE 基础起步是适宜的。根据我国企业的技术和管理水平,以及所处的经济与市场环境,推行 IE 基础不仅较容易,而且见效快,并可为现代 IE 打下基础,试点企业的实践充分证明了这一点。关于 IE 基础(工作研究)的实施步骤将在本书第二、三篇说明。

3. 工业工程在我国应用的效果

在我国,自 80 年代以来,一些部门和企业学习和应用了某些 IE 方法,尤其是 IE 基础,取得显著效果。

从 1985 年开始,机电行业一些企业在主管部门的组织和指导下推行“工作研究”,据 10 个试点企业统计,一次性投入资金 76 万元,而每年增加的净收入 2 815 万元,取得巨大经济效益。这是由于应用 IE 后,生产效率和能力大大提高;物质和劳动消耗减少,成本降低;产品质量提高。这些企业劳动生产率提高 16%~18%。同时,改善了生产环境,减轻了工人劳动强度,深受工人欢迎,被证明是靠内涵挖潜提高效益的有效途径。

例如,国营红光电子管厂在引进的生产线上运用工作研究和模特法进行改造,仅花费 1 万元就使年增产值 840 万元,净增利税和节约材料费达 363 万元。

又如,北京机床电器公司在日本专家指导下,运用 IE 改造电器产品的装配生产,建立三条生产线,使产量翻番,年新增产值 1 165 万元,新增利税 349 万元,成为“老厂不大量投资,运用 IE 大幅度提高生产效率”的典型。

冶金工业及其他行业应用 IE 也取得类似的效果。例如,鞍山钢铁公司在炼钢厂、机械厂、选矿厂、化工厂、耐火材料厂及农场等 20 个单位进行 IE 应用试点,通过推行方法研究、制订作业标准、岗位测评、改善劳动组织等活动,大幅度提高了劳动效率和质量,减少了废品率、降低了成本,已取得经济效益 5 392.1 万元。

宝山钢铁总厂采用“定员效率化”方法推行 IE(主要是方法研究),不断挖掘生产潜力,在提高效率方面取得很大成效。这一方法是通过确定逐年缩减定员和提高劳动生产率的目标,以实现提高效率,少投入、多产出。围绕总厂的生产经营总目标,运用 IE 原理和方法对各不同部门、作业和工序进行效率改善,追求生产要素优化组合和有效管理,1988~1991 年四年间共减少定员 800 人,劳动生产率每年提高 13% 以上。

一些现代 IE 方法的应用也显示出良好效果。如机械工业部设计研究部门在工厂设计中运用现代物流技术,在某开关厂进行系统规划与布置,使节约搬运工作量 $(41.76 \sim 58.4) \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{m}$,节省费用 17.4%~24.4%,生产周期由 3~6 个月缩短到 1 个月以内。

又如,机械工业部某机械厂采用成组技术(GT)和物料需求计划(MRP)法,改善物流状况,按零部件组织生产,用微机对生产过程实现物料、设备、人员、信息一体化管理。1987 年 1~9 月产值比上年同期提高 20.4%;计划编制工作量由 45 人·日减少到 6

人·日;运输路线缩短 55%;工艺工作量压缩 70%。

此外,工程项目分析与评价在建设项目可行性研究中也已得到应用。这项技术为寻求技术先进、经济合理、效益最佳的方案,为投资决策科学化提供了依据。

以上国内外的例子证明,IE 应用对宏观(国家)和微观(企业)系统生产率提高都有积极作用,取得很大效益。随着应用范围扩大和深化,必定能获得更大效益,促进国民经济迅速发展。

复习与思考题

1. 生产的含义是什么?
2. 什么是工业工程(IE)? 试用简练的语言表述 IE 的定义。
3. 工业工程的目标是什么?
4. 试述传统 IE 和现代 IE 的关系,如何理解传统 IE 是 IE 的基础和主要部分?
5. IE 的学科范畴包括哪些知识领域? 列举 IE 的主要相关学科。
6. IE 学科性质如何? 怎样理解 IE 的本质?
7. IE 学科的主要特点是什么?
8. 简要说明 IE 发展历程。

第二章 工业工程的应用技术与工作研究

第一节 工业工程的常用技术

一、工业工程的应用领域和常用技术

1. IE 应用领域

IE 首先在制造业中产生和应用,以改进生产方法,建立良好的作业程序和标准,提高效率。第二次世界大战以后,随着 IE 逐渐发展成一门学科,其应用领域扩大到制造业以外的其他领域,尤其是服务业,如建筑业、交通运输、农场管理、航空、银行、医院、超级市场、军事后勤,以及政府部门(主要是行业管理与规划)等。应用对象是远比过去复杂和庞大的系统,不仅是某项作业方法或生产线的改进,而且用于整个系统的优化。

2. 工业工程的常用方法和技术

美国 G. 萨尔文迪主编的《工业工程手册》根据哈里斯(Neville Harris)对英国 667 家公司应用 IE 的实际情况调查统计,常用的方法和技术为以下表列 32 种:

(1) 方法研究	(8) 成本与利润
(2) 作业测定(直接劳动)	(9) 作业测定(间接劳动)
(3) 奖励工资制度	(10) 物料搬运设备选用
(4) 工厂布置	(11) 组织研究
(5) 表格设计	(12) 职务评估
(6) 物料搬运	(13) 办公设备选择
(7) 信息系统开发	(14) 管理的发展

续表

(15) 系统分析	(24) 资源分配网络技术
(16) 库存控制与分析	(25) 工效学
(17) 计算机编程	(26) 成组技术
(18) 项目网络技术	(27) 事故与可操作性分析
(19) 计划网络技术	(28) 模拟技术
(20) 办公室工作测定	(29) 影片摄制
(21) 动作研究的经济效果	(30) 线性规划
(22) 目标管理	(31) 排队论
(23) 价值分析	(32) 投资风险分析

同一资料中还反映了通过对香港地区应用 IE 情况的典型调查得到的结果。应用最普遍的是：工厂布置与物料搬运、方法研究、作业测定、工厂设施与制造工程、生产和质量管理等。较常用的还有奖励工资制度、系统分析、预测、价值工程、关键路线法(CPM)和线性规划。

二、制造业中的工业工程

尽管现代 IE 应用极其广泛,但制造业仍然是最主要和有代表性的一个领域。制造工业具有这样的特点,即其生产活动的全部内容包括技术和管理两个方面:①围绕材料加工(或通常说的制造技术)研究工艺与设备,这是制造的硬件部分;②关于制造系统,即由人、材料和设备等组成的集成系统的控制和管理,这是制造的软件部分。IE 正是将两者有机结合起来的原理和技术。根据这一特点和要求,常用的知识和技术有如下 10 项。

1. 工业工程基础(工作研究)

工作研究是工业工程体系中最重要的高新技术,以提高生产率和整体效益为目的,利用方法研究和作业测定(工作衡量)两大技术,分析影响工作效率的各种因素,帮助企业挖潜、革新,消除人力、物力、财力和时间方面的浪费,减轻劳动强度,合理安排作业,

用新的工作方法来代替现行的方法,并制定该项工作所需的标准时间,从而提高劳动生产率和经济效益的一门现代化的科学管理技术。

图 2-1 简要说明了实施工作研究的目标和程序,也说明了方法研究与作业测定的相互关系。前者寻求减少工作量,建立更经济的作业方法与标准;后者则旨在制订相应的时间标准,从而为制定科学、合理的定额和生产系统的优化设计与管理提供依据。因此,工作研究的应用不仅直接促使生产率提高,而且也是应用其他 IE 技术,如设施规划与设计、生产计划与控制等的必要基础。

2. 设施规划与设计

它是对系统(如工厂、学校、医院、商店等)进行具体的规划和设计,包括厂址选择、工厂平面布置、物流分析和物料搬运方法与设备选择等,使各生产要素和各子系统(设计、生产制造、供应、后勤服务、销售等部门)按照 IE 要求得到合理的配置,组成更富有生产力的储存集成系统。它是 IE 实现系统整体优化,提高整体效益的关键环节。因此,它还涉及系统工程、运筹学、工作研究、成组技术、管理信息系统、工效学、工程经济学、计算机模拟等许多专业知识的综合应用,以解决系统优化设计的问题。

3. 生产计划与控制

主要研究生产过程和资源的组织、计划、调度和控制,是保证整个生产系统有效运行的核心。内容包括生产过程的时间和空间组织、生产和作业计划、生产线平衡、库存控制等,分析研究生产作

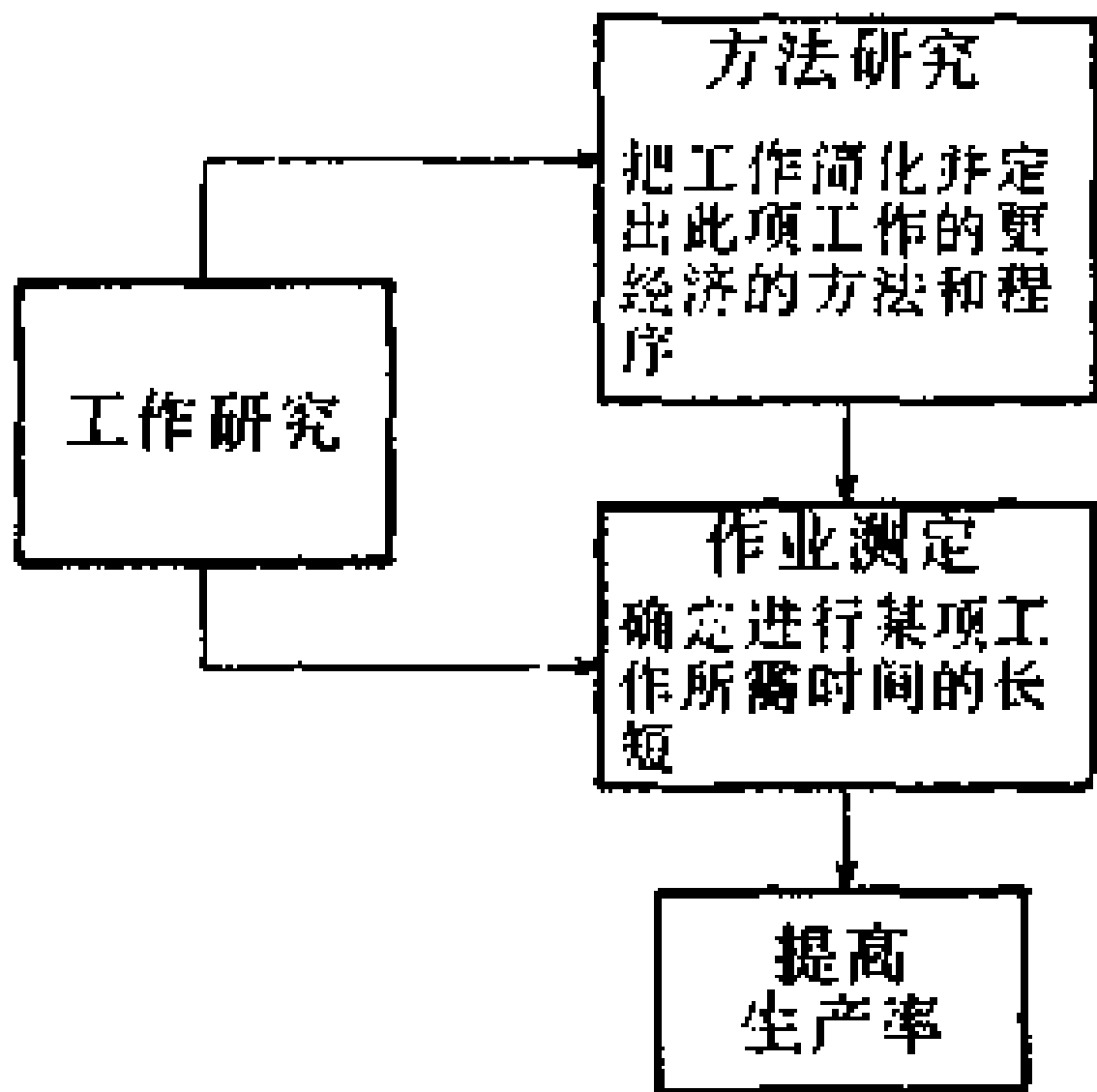


图 2-1 工作研究

业和库存控制的理想方案,通过对人、财、物、信息的合理组织调度,加快物流、信息流和资金周转率,从而达到高效率和高效益的统一。

常用的方法有:网络计划(计划评审技术 PERT、关键路线法 CPM)、经济订货量(EOQ)、经济生产批量(EPQ)和现代生产与库存管理方法——物料需求计划(MRP)、生产资源计划(MRP II)和准时制(JIT)等。

4. 工程经济

它是关于工业工程必须应用的经济知识,即投资效益分析与评价的原理和方法。主要是通过对整个生产系统的经济性研究、多种技术方案的成本与利润计算、投资风险分析评价与比较等,为选择技术先进、效益最高或费用最低的方案提供决策依据。

其内容主要包括:工程经济原理、资金的时间价值、工程项目可行性研究、技术改造与设备更新的经济分析,以及常用的年费用法、现值法、投资收益法(ROI)、内部收益率(IRR)、回收期法等。

5. 价值工程

价值工程亦称价值分析,是工业工程师为寻求高效益、低成本方案常用的一种方法,主要用于新产品、新技术开发等过程中,为了有效地改善价值而进行的有组织的活动。这种方法就是对产品技术或服务进行“功能”与“成本”对比研究,以寻求完成“必要功能”而“成本最低”的方案,根据分析结果对设计、材料选择及工艺方法等进行改进,从而有效地提高生产率。

6. 质量管理与可靠性技术

质量管理是指为保证产品或工作质量所进行的质量调查、计划、组织、协调与控制等各项工作,其中最主要的是为达到规定的质量标准,利用科学方法对生产进行严格检查和控制,预防不合格品产生,即实行质量控制。内容包括:传统的质量控制方法,现代质量管理——质量保证,生产保证,全面质量控制(TQC)和全面

质量管理(TQM)。

可靠性技术是为维持系统有效运行的原理和方法,包括可靠性概念、故障及诊断分析、使用可靠性、系统可靠性、可靠性设计与管理等。

7. 工效学

工效学亦称人类工程学(Human Engineering)或人类因素(Human factors)、人机工程学等,是综合运用生理学、心理学、卫生学、人体测量学、社会学和工程技术等知识,研究生产系统中人、机器和环境之间的相互作用的一门边缘科学,是IE的一个重要分支与专业基础知识。通过对作业中人体机能、能量消耗、疲劳测定、环境与效率的关系等的研究,在系统设计中,科学地进行工作职务设计、设施与工具设计、工作场地布置、确定合理的操作方法等,使作业人员获得安全、健康、舒适、可靠的作业环境,从而提高工作效率和效果。

8. 人力资源开发和管理

这主要是如何有效地使用人力资源和提高劳动力的素质。因为生产率的一些基本因素,如产出、投入、劳动量、资本、技术和管理因素,均与劳动力(或人力资源)的质量有关。

劳动力的质量表现为:承诺感;对组织献身和忠诚;良好的沟通才能和参与能力;社会责任感;专业技术能力和感受变化的敏感程度。高质量的劳动通过生产行为表现为生产效率的提高,产出增多,对成本的控制能力增强等。

9. 管理信息系统

它是为一个企业的经营、管理和决策提供信息支持的用户计算机综合系统,包括应用计算机硬件和软件、操作程序、分析模型和数据库等。它是现代IE应用的重要基础和手段,工业工程师应该学习和掌握这门知识。主要内容有:计算机基础管理信息系统的组成,数据库技术,信息系统设计与开发等。

10. 现代制造系统

这也是现代 IE 的基础和组成部分。主要内容包括:数控技术(NC、CNC)、成组技术(GT)、计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)、设计机辅助工艺设计(CAPP)、柔性制造单元和系统(FMC、FMS)以及计算机集成制造(CIM)。

现代 IE 的主要特征之一是应用计算机和发展集成生产,因此,掌握和应用先进制造技术方面的知识是工业工程师在现代生产条件下获得市场竞争优势的重要途径。

我们还可以列举出许多其他知识和技术,例如运筹学(OR)、系统工程(SE)、计算机科学、模拟技术,以及经营管理方面的知识。但是 IE 毕竟是个庞大的范畴,而且新的 IE 方法也在不断被创造出来,所以没有必要也不可能介绍所有的有关知识和方法。

第二节 工业工程基础(工作研究)概述

一、工业工程基础(工作研究)的内容

工作研究是以工业企业中的作业系统为对象,运用方法研究与作业测定(工作衡量)两种技术,对产品的设计、作业的程序、材料的使用、机器设备与工具的运用以及人的操作动作加以分析研究,制定最佳的工作方法,并配以最适宜的标准时间。这种时间标准用于编制企业生产计划、日程进度,计算产品定额成本和计算定员,分配生产奖金,考核生产成果等。

方法研究的目的是改进工作方法,并使方法标准化。实践中人们多从两方面进行:

一方面,以整个生产过程为着眼点,根据人们在生产活动中所遵循的某种工作程序完成的一个过程及条件进行研究,以达到改进的目的,此种研究称为程序分析。程序分析又有以产品(物)为

中心,和以作业者(人)为中心进行研究。

另一方面,以人的细微动作为着眼点进行分析研究,以寻求最省力、省时、安全的操作方法及动作,这种研究称为操作分析、动作分析。

作业测定是制定用经济合理的方法完成工作所需的时间标准,达到减少人员、机器设备的空闲时间。方法标准、时间标准最终使人机物将能力全部贡献于有价值的工作上,并为运用其他 IE 技术奠定基础。

工作研究的范畴见图 2-2。

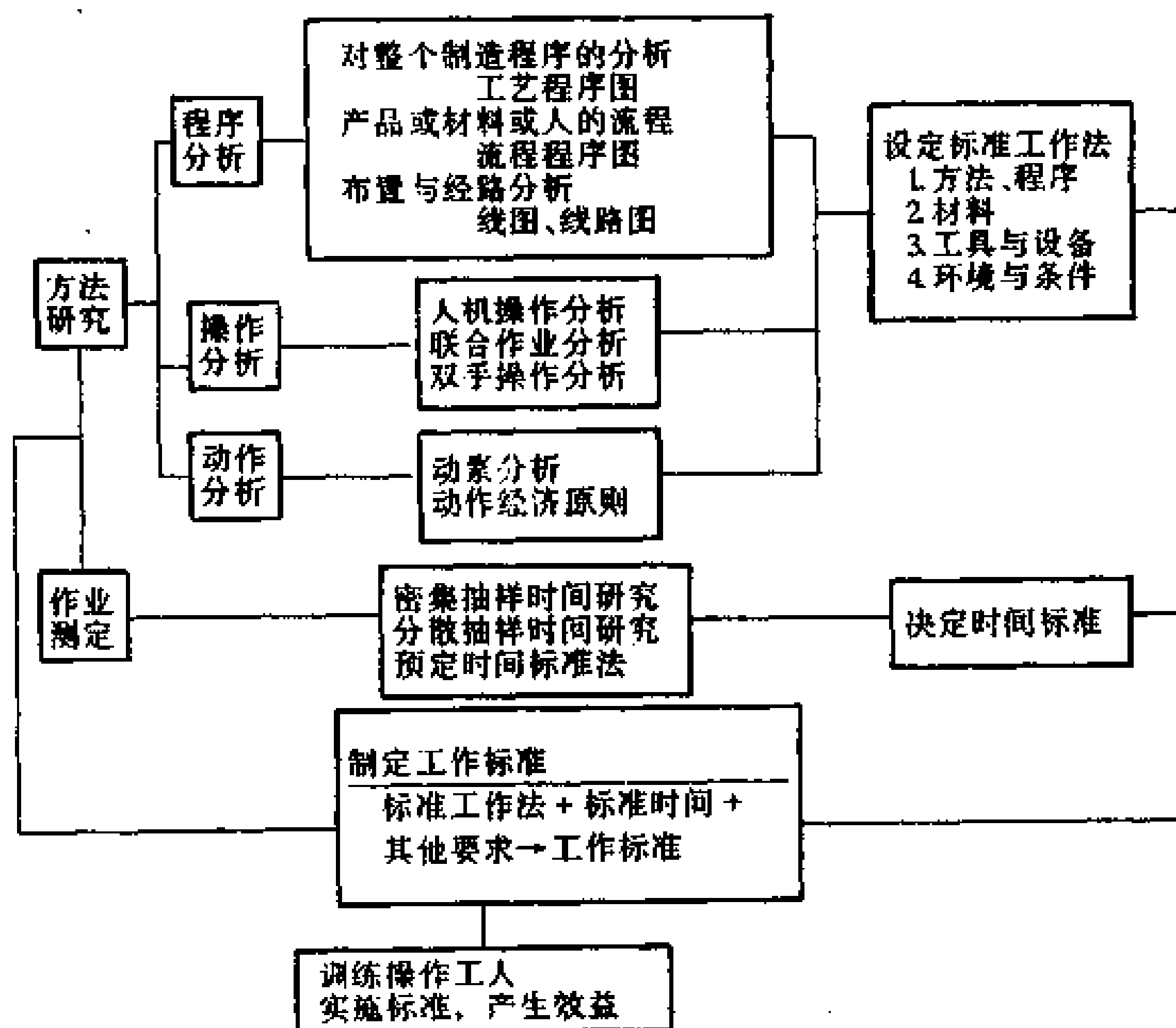


图 2-2 工作研究范畴

二、工业工程基础(工作研究)的目的

1. 提高生产率

提高生产率的途径很多,表 2-1 列出提高生产率的直接方法。

由表 2-1 可见,开发新的工艺和增设更现代化的厂房与设备是提高生产率的有效途径之一,但这种方法往往要求支出大量资本,如果所需设备国内不能生产,还耗掉外汇储备。工作研究是对现有各项作业、工艺和工作方法进行系统分析来提高它们的效率,因此采用工作研究技术通常只需很少甚至无需另外支出资本,就能对生产率的提高起直接作用。

具体事例在本书前言及再版说明中已有介绍。

2. 制定方法标准与时间标准,为应用其他管理方法标准奠定基础

工作研究是企业管理的基础工作之一,它起着为一切工作设定标准的作用。这些标准是应用其他管理方法的前提条件。

一切管理方法的基本职能都是计划、控制、协调和激励(见图 2-3)。

一切计划都是建立在现行的工作方法和工作时间(即劳动定额)的基础上的,如:生产计划需要进行生产能力的核算与平衡;辅助生产计划需要确定机修、动力及工具制造等方面的工作量和供应时间;劳动工资计划需要确定劳动生产率提高的幅度、职工人数、工资总额和平均工资水平;供应销售计划需要确定各种物料的供应时间、库存数量和产品的供货期限;编制成本财务计划需要价格、确定成本的水平和降低消耗以及流动资金周转速度和盈利目标等。

进行以上工作,都要用劳动定额资料作为核算的基础。由于有什么样的工艺和技术,就有什么样的工作方法,就会有什么样的工时消耗,也就会有相应的劳动定额,工作研究正是研究劳动时间

表 2-1 提高生产率的直接方法

方法	改进方式	方 法	成 本	见 效 快 慢	生产率 提高程度	工作研究的作用
投 资	1. 开发新技术或对现有工艺作根本性改进	基础研究, 应用研究, 实验开发	高昂	一般需数年	无明显限制	以方法研究来改进设计阶段的作业与维护保养工作
	2. 增设更现代化的或高生产能力的工厂或设备, 或使现有工厂现代化	工艺研究	高昂	安装后立见功效	无明显限制	在进行现代化时, 对工厂布局进行方法研究, 以改进作业
改进方法	3. 减少产品的工作量	产品开发, 质量管理, 方法研究, 价值分析	与第 1、2 项比较, 不高	一般要几个月	有限度	方法研究, 价值分析, 改进设计, 使生产易于进行
	4. 减少工艺中的工作量	工艺研究, 工艺计划, 方法研究, 操作工人培训, 价值分析	低廉	立即见效	有限度, 但常常较高	方法研究, 通过消除不必要的活动, 来减少操作中的精力与时间浪费
	5. 减少无效时间(不管是管理部门还是工人自身造成的)	作业测定, 产品开发, 生产计划与控制, 有计划的维修、保养, 改善劳动条件, 培训工人, 奖励制度	低廉	开始时收效慢, 但效果会迅速增加	有限度, 但常常较高	作业测定, 调查现有做法, 找出无效时间并规定绩效标准, 作为 A. 计划与控制 B. 工时的利用 C. 劳力成本控制 D. 奖励制度 的基础

的利用与消耗及工作方法的规律,分析由于各种原因引起的工时损失,努力消除无效时间,不断改进工作方法(改进工作程序、物料流动、操作动作),以降低工时消耗,制定出有科学根据的定额。如果不进行工作研究,则现行的工作方法和按该方法完成工作的时间,将不是科学的,在此基础上进行的计划也将是不合理的。

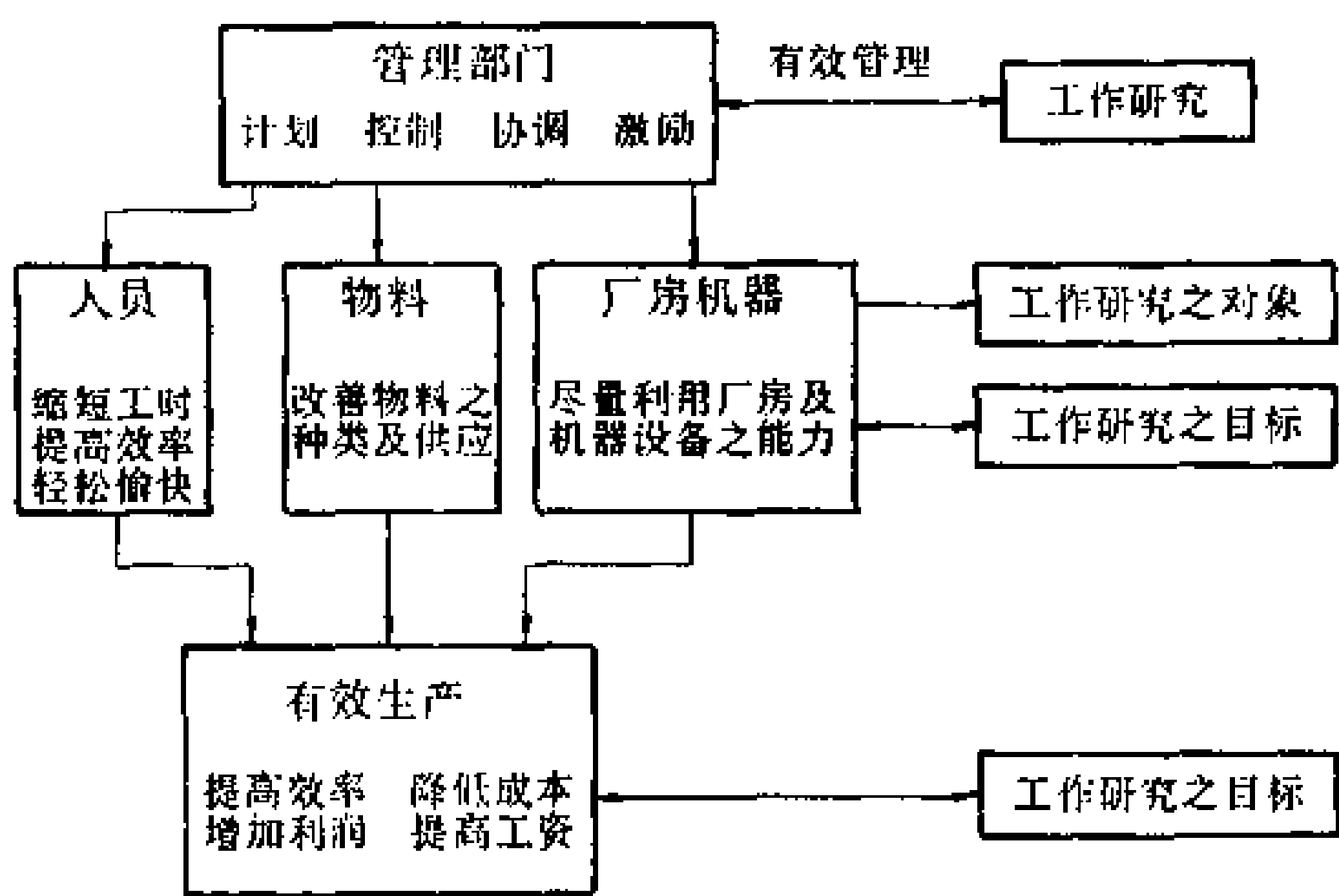


图 2-3 管理部门的作用

控制则是将现行的方法和结果与标准进行比较,对其差异进行调整。如果没有工作研究设定的科学标准,则无法进行正确的控制。

协调就是要使企业内各部门平衡地工作,充分调动企业内部各部门的积极性。工作研究可以确定各部门合理的工作负荷,使各部门有均衡的工作量和明确职责,从而协调地发展和工作。

工作报酬的确定取决于工作量定额,而工作量的合理确定又是依赖于工作研究。

从根本上说,工作研究为其他的管理技术提供科学的标准,也是为了使其他管理技术更有效地应用以提高生产效率。

因此,工作研究的根本目的是提高生产率。

三、工业工程基础(工作研究)的实施步骤

将复杂的问题逐步地加以剖析,以寻求解决,工作研究就是建立在这种科学的方法上的。工作研究共有下述八个基本步骤。

1. 选择所要研究的工作或工艺

管理人员在选择某项作业进行工作研究时,必须考虑以下因素:

(1) 经济因素 考虑对该作业进行研究在经济上是否有价值,或首先选择有价值的作业进行研究。例如:阻碍其他生产工序的“瓶颈”;长距离的物料搬运,或需大量人力和反复搬运物料的操作。

(2) 技术因素 必须查明是否有足够的技术知识来从事这项研究。例如某车间由于某台机床的切削速度低于生产线上高速切削机床的有效切削速度,从而造成“瓶颈”。该台机床的强度能否承受较快的切削,必须请教机床专家。

(3) 人的因素 当确定了以某项作业为进行工作研究的对象后,必须让企业的所有成员都了解进行工作研究对企业和对他们个人的意义,说明工作研究不但是提高企业的生产率,而且也提高了他们的经济利益,不是让他们干得更辛苦,而是让他们干更轻松利落,干得更有成效,以取得他们的支持,激发他们的生产热情,使工作研究更深入地进行。上海金陵无线电厂、成都红光电子集团、上海电子行业 8 家厂以及广州电池厂、广东科龙电器股份有限公司在工作研究的推行中,其中不少是工人们提出的改进意见。

利用工作研究的作业范围是十分广泛的,表 2-2 给出了一般的选择范围。如果全面来讲,可以包括工厂全部作业的调查研究,直到个人的动作研究。

表 2-2 工作研究的一般选择范围

作业类型	例 子	记录技术
整个制造过程	从原料投产到任务调度和产品生产,包括:准备到检查,产品接收、包装和发运	工艺程序图 流程程序图 流程图解(线路图、线图)
工厂平面布置: 物料的移动	某零件经全部加工工序的移动 某零件在某工序间的移动	工艺程序图 流程程序图、线路图、线图 (物料型)
工厂平面布置: 工人的移动	给某种机械或设备供应某零件的工人	流程程序图(人型线路图)
物料搬运	物料进出仓库,成品装车	流程程序图,线路图
工作场所平面布置	钳工台上轻便装配工作,手工排序	流程程序图,双手操作图, 联合作业分析
集体作业或自动化工序	装配线,操纵半自动车床的工人	联合作业分析,流程程序图(设备型)
工人在工作时的动作	短循环重复工作的工人,要求高超手艺的操作	动作分析,人机程序图

在确定选择对象时,还可以用 ABC 分析法。ABC 分析法即巴雷特分析法,其基本原理是:在众多的可以进行工作研究的对象中,抓住重点,照顾一般。有关知识请参考其他书籍。

2. 观察现行方法,记录事实

利用最适当的记录方法,记录直接观察到的每一件事实,以便分析。最常用的记录技术是图表法和图解法,有如下几种:

(1) 表示工艺过程的图表 工艺程序图;人型流程程序图;物料型流程程序图;双手操作图。

(2) 利用时间坐标的图表 人机程序图;联合作业分析图等。

(3) 表示活动的图解 线路图(经路图);线图等。

3. 严格分析所记录的事实

对记录的每一件事逐项进行考查的内容包括:事项的目的;发生的地点;完成的顺序;当事人;采用的方法等。严格考查所用的方法是采用“5WH”提问技术和“ECRS”四大原则(其具体内容将

在第五章中的程序分析技巧中介绍)。通过提问技术,发掘问题之所在,然后按照取消、合并、重排、简化原则来建立最经济的新方法。

4. 制定最经济的方法

明确解决问题的关键所在后,即着手设计新的方法来正确地解决问题。一般必须设计出若干可行的方案加以分析比较,从中选择出最佳方案。

5. 评选新方案

选择最优方案的原则是适应性。在判断最佳方案时要考虑如下因素:

(1) 经济性 在评选各个方案时,必须对每个方案作成本预测,进行比较,选择节省费用最多的方案。

(2) 安全与管理 对设计出的工艺路线中的机器设备和工具的安全性及其维护保养方式、产品质量及其管理问题都应考虑。

(3) 有关单位的协作配合 任何改进方案的实施均应在实施方案部门的领导与支持下进行,此外尚须各有关单位的协作配合,才能予以实施。

6. 计算标准作业时间

确定所选择方法的工作量及有关的作业时间,并用作业测定制定这一工作的标准时间。

7. 建立新方法

以上步骤完成后,即进行下列步骤:

(1) 写报告书 应对现行的和改进的方法作详细的叙述,陈述提出改进的理由。报告书包括下列内容:

① 两种方法生产方面的(现行的和改进的)比较。

② 两种方法费用上的比较(包括材料成本、工作时间、设备、工作场所的布置等)。

③ 全体工作人员对新方案所持的态度(如劳动强度有无减

轻,操作方法有无改善,管理是否容易)。

④ 新方案的工作标准以及工作的时间标准。

(2) 工作标准 包括:制品的标准;机器设备和工具标准化;工作环境标准化(照明、温度、湿度、音响等);动作标准化;作业指导书。

(3) 工作的时间标准 包括:人员或机器的每日工作量;单位零件或产品的标准时间;工厂生产量一定时,完成生产任务所需要的人数。

8. 实施与维持新方案

按新方案进行工作,在实施中观察新方案的各种效果,检查新方案是否达到原定目标;所订标准与实际情况是否有差异、有无调整的必要时等。如发现有不当之处,应加以修正;如适当,则应以适当的管理步骤来维持。

复习与思考题

1. 工业工程可应用于哪些领域?
2. 制造企业中的 IE 有哪些常用知识和技术?其含义和作用如何?
3. 如何解释“工作研究”是基础 IE 技术,试说明它在 IE 应用中的地位和作用。
4. IE 知识和技术内容十分丰富,为什么要强调应用上的综合性和整体性?
5. 什么是工作研究?它包含哪些内容与范畴?
6. 工作研究能达到什么目的?为什么?
7. 试述工作研究的实施步骤。

第三章 生产率管理

第一节 生产率和生产率管理的概念

一、生产率的定义

生产率是经济学上一个用来衡量生产系统转换效率的指标,一般定义为:生产率就是产出与投入之比,即

$$\text{生产率} = \frac{\text{产出}}{\text{投入}}$$

式中 产出——指为满足社会需要而生产出来的产品或提供的服务;

投入——指为获得这些产出而投入的生产要素。

生产率实际上就是衡量生产要素(资源)使用效率的尺度。形象地说,生产率高低表明每投入一元钱的资源能够得到多少元钱的产出。产出与投入的比值愈大,即生产率愈高。这意味着用同样的资源消耗,也就是在材料、劳动力和生产设施等方面花费相同的成本,能够生产较多的产品;或者说生产同样的产品而花的成本较少。较高的生产率表明能创造更大的经济价值,具有更高的经济效益。所以,生产率是一个重要的效益指标。

生产率的定义可适应于各种层次和规模的系统,既可用于一个企业,也可用于一种行业(如机械工业)、一个城市以至整个国家经济,以衡量生产效率和经济效益。

工业工程的目标就是设计和不断改善生产系统,使之更有效地运行,取得更好的效果。所以,生产率也是衡量 IE 应用效果的指标,是工业工程师必须掌握的一个尺度。

二、生产率的分类

由于所考察的生产要素或测定方式不同,生产率可分为若干不同的种类。

1. 按生产要素的种类分类

单独考察某一种生产要素,用其投入量作为生产率公式的分母,所得到的生产率称为该要素生产率,例如:

- ① 劳动生产率:用劳动量作为总投入计算的生产率。
- ② 资本生产率:用折旧费或者固定资产帐面值作为总投入计算的生产率。
- ③ 原材料生产率:以投入原材料量作为总投入计算的生产率。
- ④ 能源生产率:以投入能源量作为总投入而计算的生产率。

2. 按生产要素的数量分类

根据所考察的生产要素数量多少,生产率可分为以下几种:

- ① 总生产率或全要素生产率:一个系统的总产出量与全部投入生产要素量之比而得到的生产率。
- ② 多要素生产率:一个系统的总产出量与某几种投入要素量之比而得到的生产率。
- ③ 单要素生产率:一个系统的总产出量与某一种投入要素量之比而得到的生产率。

3. 按测定方式分类

在进行生产率测定时,我们不仅要测定现期生产率水平,而且将现期生产率同历史上最好水平或某一特定时期生产率水平进行比较,以考察生产率是否提高,变动趋势如何。于是,又将生产率分为静态生产率和动态生产率指数。

- ① 静态生产率:某一给定时期产出量与投入量之比,也就是一个测定期的生产率绝对水平。

② 动态生产率指数：一个时期(测量期)的静态生产率被以前某个时期(基准期)静态生产率相除得到的商即称作动态生产率指数。它反映了不同时期生产率的变化，指数大于1表示与基准期相比现期生产率提高了，指数小于1表示与基准期相比现期生产率降低了。

用公式表示静态生产率和动态生产率指数为：

$$\text{静态生产率} = \frac{\text{测定期内总产出量}}{\text{测定期内要素投入量}}$$

$$\text{动态生产率指数} = \frac{\text{测定期静态生产率}}{\text{基准期静态生产率}}$$

三、提高生产率的意义

管理科学家德鲁克(Peter F. Drucker)指出：“生产率是一切经济价值的源泉。”所以，它成为一切生产组织，一个企业、一种行业、一个地区乃至一个国家，最为关心和追求的指标。

从广义上讲，一个国家生产率(即国家总产出与总投入之比)的高低涉及到整个社会经济生活，取决于生产力水平(包括科学技术、人力资源、物质和经济基础)、各产业的比例和配合等，是综合国力和经济发达程度的重要标志。显然，提高生产率具有十分重要的意义。其重要性在以下几个方面：

1. 生产率提高的速度决定国家经济发展速度

生产率提高表示在同样的时间内，用同样的人力、物力和资产可以创造出更多的产品或服务，获取更多的经济财富和社会效益。所谓经济增长的速度即为人均国民生产总值的增长速度。根据索洛的余值方程：

$$\text{产出的增长速度} = \text{劳动力投入的增长速度} \times$$

$$\text{劳动力投入的弹性} + \text{资金投入的增长速度} \times$$

资金投入的产出弹性 + 生产率的增长速度

由这个公式我们可以知道,经济增长速度取决于二种方式:一是依靠增加投资,购置新机器,增加人力,进行外延扩大再生产;二是依靠技术进步,改善生产系统,内涵挖潜,更有效地利用现有资源,取得尽可能多的产出,即提高生产率。前者固然可以增加生产,有时也是必要的途径,但要受到人力、物力、财力的限制;后者建立在提高生产技术和管理水平基础上,花费投资少,节省资源,能充分发挥投资效果来实现经济增长。随着当前世界资源的日益缺乏,依靠增加劳动力和资本的外延扩大再生产已经显得愈来愈困难,同时只依靠外延的扩大再生产而不注意发挥投入的资源的效益,会给一个国家的财政造成极大的负担,同时带来其他许多问题,如通货膨胀、贸易赤字等等。因此,西方发达国家非常重视提高本国的生产率,从最近几十年来几个发达国家的经济学家通过对本国经济增长速度测定的结果表明:在经济增长的速度中,生产率增长速度的贡献愈来愈大,早已超过劳动力和资本投入的贡献,在国民经济增长速度中起着决定性的作用。

同时,提高生产率具有十分巨大的累积效果。每年生产率的提高都是在上一年度提高的基础上再提高,只要生产率的提高比人口增长率略高一点,这种累积效果就相当可观。假设最初的生产率为 P_1 ,单位为产量/(人·年),如每人每年的生产率增加2%,即生产率提高2%,则第二年的生产率即为 $(1 + 2\%)P_1$,经过10年之后的生产率为 $(1 + 2\%)^{10}P_1$,即为最初生产率的122%。这表明,随着生产率的不断累积,又由于资源投入的贡献,其对国民经济增长速度的贡献势必增大。所以,提高生产率是促进经济增长的有力手段,而且生产率提高的速度最终将决定着国家经济发展的速度。

2. 提高生产率是增加工资和改善人民生活的基本条件

我们只能享有我们生产的东西。不管工资和物价怎样变动,如果没有生产出更多的东西,即使工资不断提高,也会造成物价上涨,不仅改善不了人民的生活水平,反而可能造成通货膨胀。美国经济学家托宾提出这样的公式:假定其他条件不变,物价上涨率等于名义工资增长率与生产率增长率之间的差额。它表明了生产率的变化和人民生活水平的变化及通货膨胀率的关系。当货币发行量超过了商品流通所需的货币量时,就叫通货膨胀,即货币贬值。在这种情况下,如果生产率不变,提高人民的工资水平,由于不能生产出更多的商品,必然推动单位商品的价格上涨,而物价增长又推动工资上涨,形成工资和物价的螺旋助长。然而,生产率每提高一次都会对物价起到较大的抑制作用,这是因为生产率增长可以降低单位商品的价值量,从而直接抵消工资上涨的副作用,使得由工资增长引起的物价上涨得到缓解。因此,在下一次生产率提高时,物价上涨就比较缓和。只要生产率的提高率大于工资增长率,就会形成良性循环,使通货膨胀得到缓解。西方发达国家 60~70 年代的通货膨胀相当严重,但由于生产率不断提高,使通货膨胀日渐被吸收,近来通货膨胀问题有所缓和。

其次,在物价不变的情况下,生产率的提高必然会造成人民工资收入的提高;如果人民工资收入不变,由于生产的商品增加,单位商品价值量下降。这两个方向的变动都表明人民实际生产水平得到提高。此外,即使资源价格上涨,由于生产中对能源、材料和资金能更有效地利用,生产出更多的商品,因而不致需提高单位商品的价格而把资源涨价的因素转嫁于消费者。

总之,人民生活水平的提高直接依赖于生产率的提高。因为生产水准可以用人均物质商品和服务消费量来表达,而这和生产率的表达式是一致的。只是前者是消费者,而后者是创造者。此外,缩短工作时间、增加职工福利等也都依赖于生产率的提高。

3. 提高生产率可以增强国际市场竞争力,保持国际贸易平衡

在国际市场上,当产品的品种、质量、性能等相当时,市场竞争中的价格竞争力将起重要作用,交货期(这是非价格竞争力的一个重要因素)也很关键。所以,生产率高的产品就具有更大优势,因为它所消耗的资源少、成本低,可以获得较强的价格竞争力。

4. 生产率提高对就业和社会发展起促进作用

有些人误认为,生产率提高会影响就业,尤其是我国人口众多,生产率提高有可能使原几个人做的工作,现在由一个人就可以完成,由此担心造成劳力过剩,引起失业。其实,这种担心是没有必要的,因为生产率提高不仅不会影响就业,反而会促进社会结构变化,带来新的就业机会。

第一,职工队伍的稳定和素质提高是保证企业生存和发展的关键因素。生产率高、经济效益好的企业,一方面积极发展新品种或开辟新产业,以便进一步扩大生产,求得发展,这就需要保持或者增加职工。另一方面,通过增加工资和福利,缩短工作时间,改善劳动条件,开展技术培训和进修,提高职工素质,使职工的工资和工作有保障,人心稳定,对企业充满信心,从而激发出更大的积极性、创造性,导致生产率进一步提高,如此形成良性循环。相反,那些生产率低下的企业,由于效益差而失去市场,生产下降而不得不裁减人员。美国历史上就有这样的例子,生产率上升速度高于全国平均值的工业部门,就业人数增长百分比也高于全国平均数。日本和西欧也有许多生产率增长而失业率低的例子。

第二,从整个社会来看,由于生产率提高,经济发展,国民收入增长,生活水平和质量普遍提高,从而对商品和服务的需求量增加。这不仅为生产率高的企业提供了更大的市场,使其有扩大生产的余地而不致裁减人员,而且,工农业生产率的不断提高,促进了社会结构变化,新产业的形成和扩大创造了新的就业机会。现代工业社会的一个显著特点是,从事工农业的人口逐渐减少,而服务行业越来越大。现在,工业发达国家从事服务业的人占就业总

人数已达 60%~70%。因此,由于工农业生产率提高而富余的劳力可以转入第三产业。近 100 多年美国生产率发展带来的社会结构变化说明这一点。图 3-1 表明 100 年前美国农业人口占 50%,而今天不足 4%;服务业人口则由 25% 上升到将近 70%。

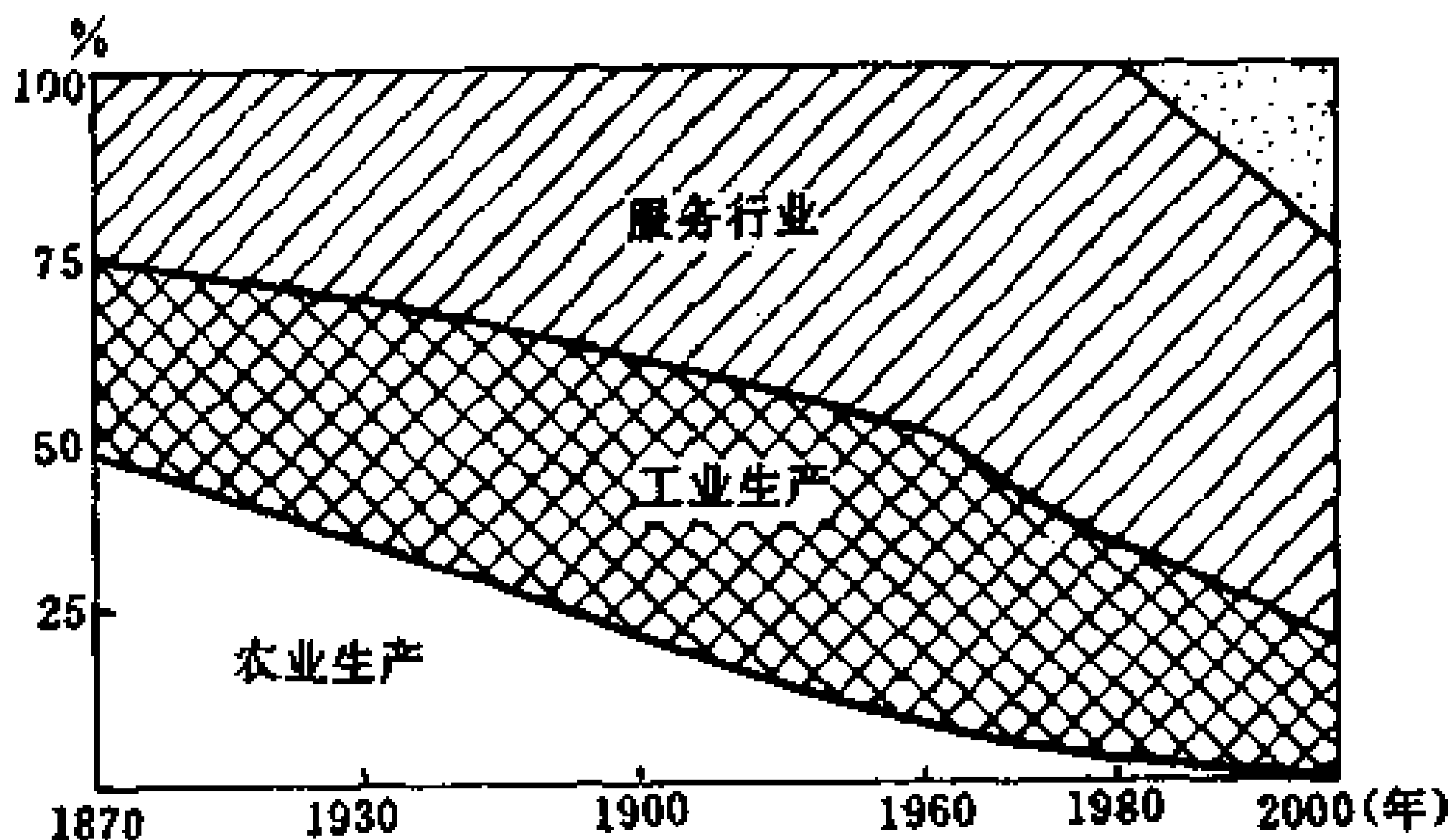


图 3-1 美国就业人员人分布图

5. 生产率与质量是同步发展的关系

质量与生产率常常被误认为是相互对立的。一些人以为,降低成本、提高生产率就会影响产品质量;或者要保证质量就不能提高生产率。其主要理由是生产高质量的产品要花费更多的工时和成本。实际上,根据工业工程的观点,两者是统一的,而不是对立的,它们通常是相互促进、同步发展的。我们可以从下述几方面来理解这种关系。

从实质上讲,工业工程的目标本身就含有降低成本和提高质量以及提高工作效率等。例如生产率定义中的产出必须是具有特定质量水平的产品或服务。换句话说,没有一定水平的质量,也就谈不上提高生产率。

实践表明,依靠技术进步提高生产率的同时,直接促进了质量水平的提高。应用工业工程提高生产率不外乎采用更先进的技术装备和工艺技术,采用现代化管理方法和手段。这样做,实际上不单纯是提高了效率,而且也提高了产品精度、可靠性等质量指标。因为当高度机械化操作时,可以避免导致质量不高和不稳定的因素。另外,标准化、系列化、通用化和专业化也有助于促进大批量生产,提高了生产率并保证质量均匀一致。

产品质量和寿命是影响社会总生产率的一个重要因素。一般只习惯于讲工业部门或企业的生产率,即只考虑生产产品所消耗的工时和其他资源,这是不够的。从社会整体来看,还应追求社会总生产率提高,即提高社会物质资源的利用率。因此,如果某种产品质量好,使用寿命增加一倍,对于社会来讲,就等于生产率提高了一倍。

四、生产率管理

生产率管理是指,为提高生产率,协调投入与产出之间的关系而进行计划、组织、指挥、协调、控制等活动的总称。在企业中,生产率提高与良好的经营管理同义,它是管理效率的职能和结果。提高生产率并保持其增长,是经营管理的基本目的和责任所在。生产率管理的实质就是为创造更好的绩效创造条件。

基本的生产率管理过程包括:①测量和分析生产率;②根据测定和分析的信息,对生产率控制和提高作出计划;③控制和提高生产率;④对控制和提高生产率的结果进行评价。其中生产率测定、分析和生产率控制、提高是二个必不可少的过程。我们可将生产率管理的过程描述成如图 3-2 所示的模型。

按照上述模型运行的生产率管理系统,是一个以提高生产率为目标,以生产率测定、评价为手段,对生产系统进行能动地计划、组织、控制、协调的过程。由于生产率的提高是一个永无止境的目

全国职业经理MBA双证班

认证系列: 职业经理、人力资源总监、营销经理、品质经理、生产经理、物流经理、项目经理、IE 工业工程师、企业培训师、营销策划师、酒店经理、市场总监、财务总监、行政总监、采购经理、企业总经理、生产运营管理师、工厂管理、企业管理咨询师、六西格玛管理师、企业管理师、经济管理师、人力资源管理师、薪酬管理师等 MBA 等高级资格认证。

颁发双证: 高级经理资格证书+MBA 高等教育研修结业证书 (含 2 年全套学籍档案)

证书说明: 证书附档案、电子注册, 是提干、求职、晋级的有效依据

学习期限: 3 个月 (允许提前毕业, 毕业后持续辅导 2 年) **收费标准:** 全部学费 **1280** 元

咨询电话: 13684609885 0451- 88342620 **微信:** 122285053 **网站:** <http://www.mhjy.net>

电子邮箱: xchy007@163.com **颁证单位:** 中国经济管理大学 **主办单位:** 美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效

MBA 经理教材**免费下载** 网址: www.mhjy.net

网址: www.mhjy.net

网址: www.mhjy.net

标,所以,生产率管理成为不断提高企业生产系统水平的积极动力。

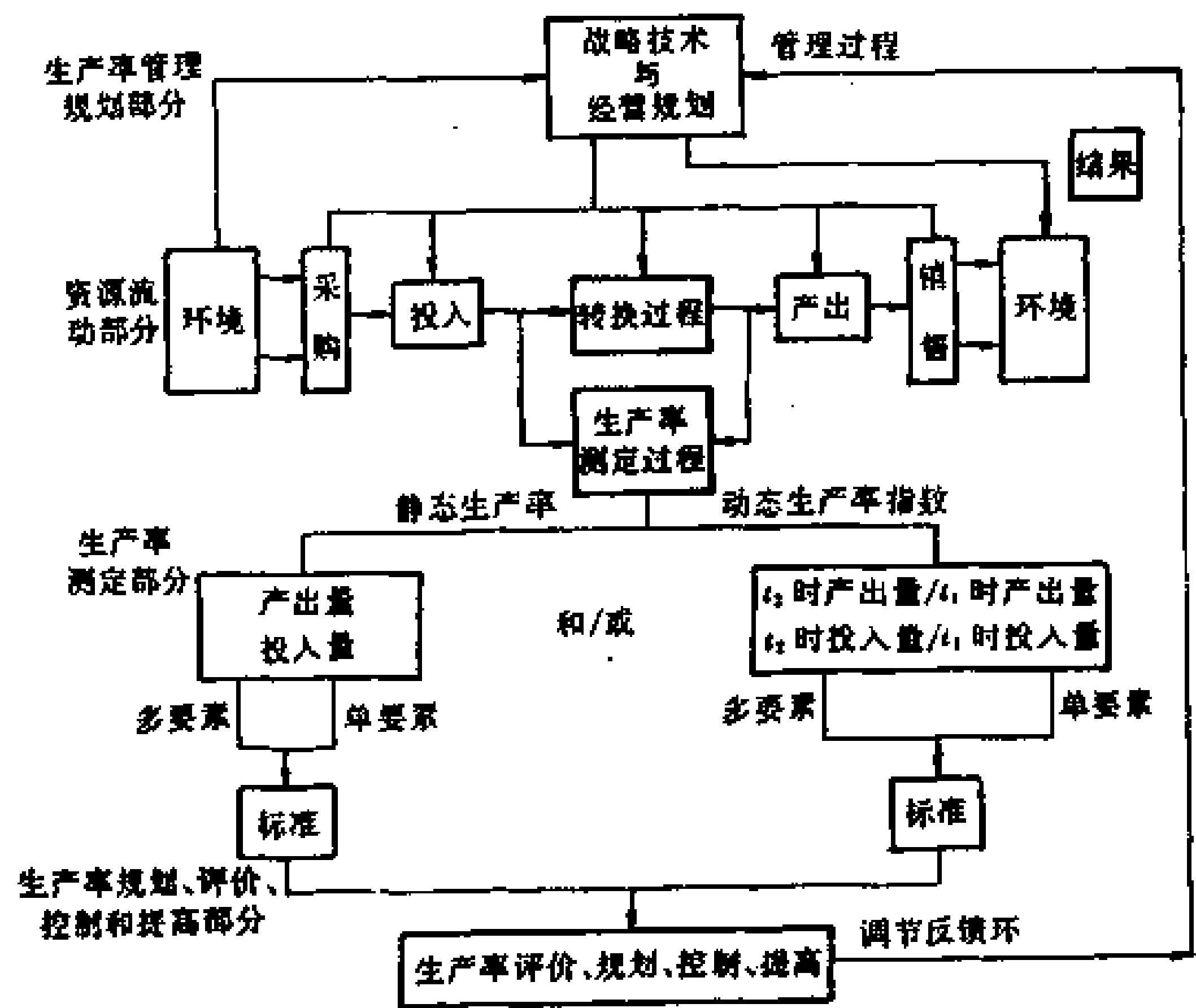


图 3-2 生产率管理过程模型

五、工业企业生产率的测定、分析概述

生产率管理过程是从生产率测定开始的,它也是企业管理活动的起点。生产率测定就是对某一研究对象的生产效率进行度量和计算,它有助于我们评估工作效率和工作质量,有助于我们认识不同因素对企业生产率的影响,有助于诊断企业存在的问题,找出“瓶颈”和障碍,从而提出促进生产率提高的方法、途径。

生产率测定、分析有如下任务：

- ① 计算生产或经营活动的综合成绩；
- ② 分析各种活动的综合特性和原因；
- ③ 预测和计划生产经营的战略要素，如需要的劳动力、技术进步、作业速率、成本、定价、工资率、利润等；
- ④ 发现企业现行存在问题。

在测定各生产率指标时，通常采用如下单位来计量产出量和投入量：

- ① 实物指标：采用重量、容量、件等单位。
- ② 标准实物指标：将实物指标转换成一种标准指数，例如：将煤的产量转换成千焦，将农作物产量转换成焦耳，拖拉机产量转换成千瓦等，运用这类指标可区分同类产品的质的差异。
- ③ 价值指标：以某一时期的不变价值（不变价值 = 数量 × 不变价格）表示产出产品量或投入量，这是一种最广泛的度量指标，其好处是无论产品或投入的种类、数量如何，以价值表示的指标具有可加性。
- ④ 劳动消耗量指标：常用来度量劳动量的单位，一般以人·时、人·日、人·年等表示。

对于非同类产品，我们可采用约当产量法转换成某一标准产品量或直接采用价值指标计量。

1. 我国工业企业生产率测定现状

对各投入因素进行生产率测定是整个企业生产率测定的起点。按照生产率的基本公式和分类，我国工业企业计算各投入因素生产率采用的一般公式为：

$$\text{劳动生产率} = \frac{\text{产品总产量或产值}}{\text{生产这些产品劳动投入量}} \quad (3-1)$$

$$\text{材料生产率} = \frac{\text{产品总产量或产值}}{\text{生产这些产品材料消耗量}} \quad (3-2)$$

$$\text{能源生产率} = \frac{\text{产品总产量或产值}}{\text{生产这些产品能源消耗量}} \quad (3-3)$$

$$\text{设备生产率} = \frac{\text{产品总产量或产值}}{\text{生产这些产品所摊派的折旧费}} \quad (3-4)$$

$$\text{总生产率} = \frac{\text{产品总产量或产值}}{\text{生产这些产品投入的总成本}} \quad (3-5)$$

我国工业企业对生产率的测算一般按照式(3-1)、(3-2)、(3-3)、(3-4)、(3-5)直接测定,并没有对各投入因素的生产率进行深入研究。因此,我们既不能通过它们看到生产率的变化,也不能发现各种影响生产率的因素,也无从细致地判断生产经营中存在的问题,更无从找到解决问题、提高生产率的途径。因此,对生产率的分析仅仅局限于采用上面的公式是远远不够的。为了达到提高生产率、加强管理的目的,我们必须将影响生产率的各个因素联系起来,并结合动态生产率指数,对生产率进行更深层次的研究。

2. 工业企业生产率测定层次

为了全面测定、分析企业的生产经营效率,结合企业生产转换系统的特点,在此,我们将工业企业生产率的测定分为三个阶段。

第一阶段:在生产操作层,测定各投入因素的使用效率,即劳动生产率和资源生产率,包括材料生产率、燃料和动力生产率、设备生产率。

第二阶段:在工厂管理层,测定总产出量与总成本的关系,以此作为工厂的总生产率,考察工厂的总生产成绩。

第三阶段:在整个企业范围内,测定总生产率对于经济效益的贡献,以考察整个企业的生产经营成果。

图 3-3 为工业企业生产率分析层次图。

下面我们将按照投入因素生产率、总生产率和企业的经济效益三个层次对工业企业生产率测定方法进行深入的研究。

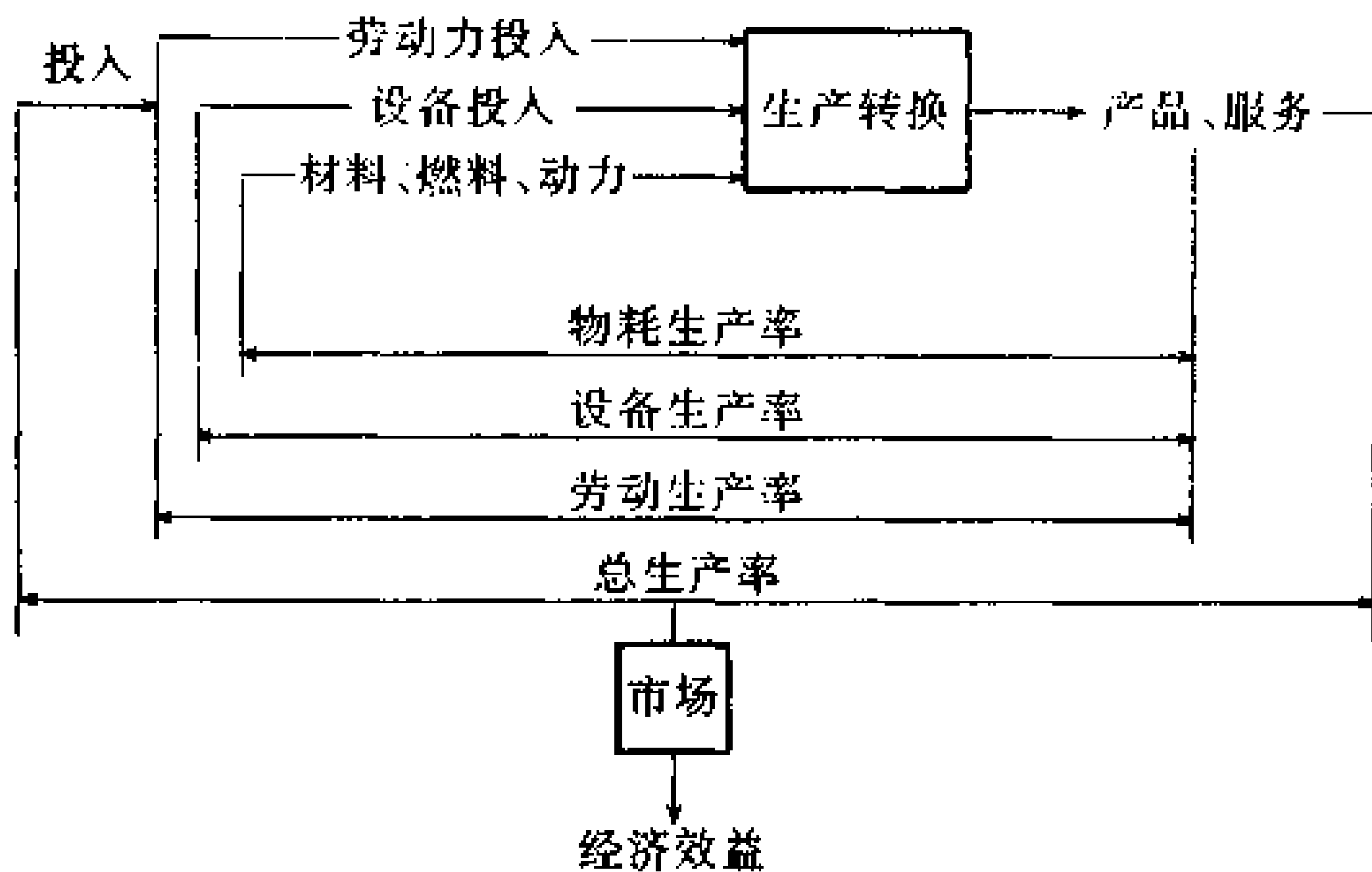


图 3-3 生产率测定层次图

第二节 投入因素生产率的测定与分析

投入因素生产率指劳动生产率、材料生产率、能源生产率、设备生产率等。劳动作为一切价值的源泉,劳动生产率在一切生产率指标体系中处于主导地位,对其他投入因素生产率都会产生影响,故对劳动生产率的研究显得尤为重要。材料和能源在生产过程中都表现为一种物资消耗,其价值转换为产品价值的方式基本相同,故此可将材料生产率和能源生产率归结为物耗生产率。在我国,每个企业的设备价值一般按照一定的折旧方式分次进入到产品成本中去,可以说在一定时期内这种成本费用分摊数量是一定的,因而设备生产率的大小只与产量有关,而产量的多少又由劳动生产率决定,故在此不对设备生产率进行单独分析,对投入要素分析的重点在劳动生产率和物耗生产率。

一、劳动生产率的测定与分析

1. 生产现场劳动生产率的测定与分析

生产现场劳动生产率的高低,取决于工人、现场管理人员的工作积极性及其对于劳动时间的利用程度。对于时间的自觉认识和利用,是改进生产现场劳动生产率的基本途径。为了使工人、现场管理人员对于劳动时间有较清楚的认识,在此,我们首先分析投入劳动时间(总人·时)的构成(见图 3-4)。

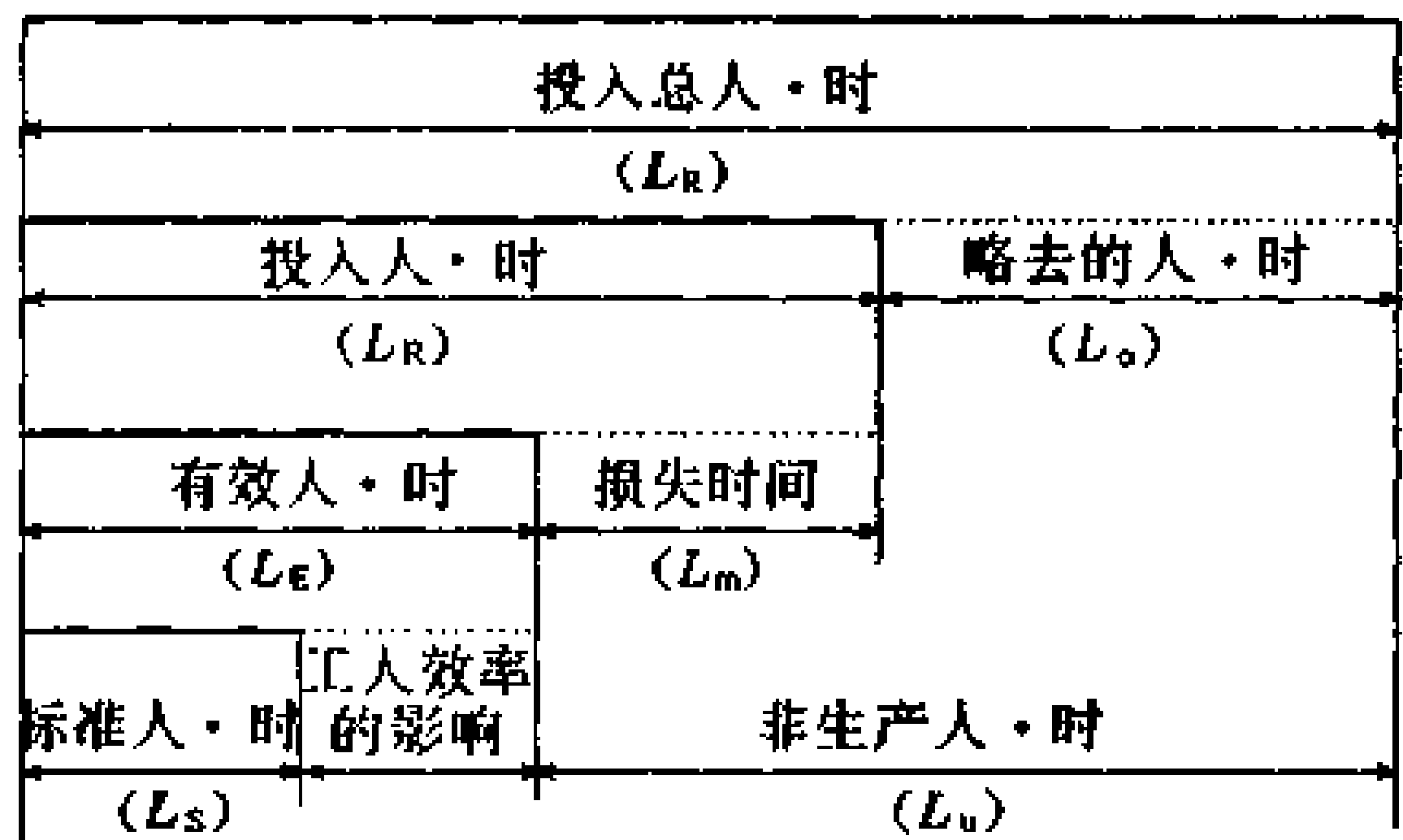


图 3-4 劳动人·时构成图

L_R :投入总人·时。它是为生产产品量 Q 所投入的人·时总数,通常又叫“上班时数”。

$$L_R = \text{工资表中的人数} \times (\text{法定时数} + \text{加班时数})$$

L_o :略去的人·时。由于诸如休息时间、用膳、开会、清洁及维修、点名、运输、教育培训、试验产品等合理原因而应扣除的人·时数。

L_m :由于管理失误而造成的时间损失。如由于管理原因(不是因工人本身而致)造成的设备中断、修理时间、材料或部件短缺、工具损坏、吊车延误、意外的时间损失及其他不应归咎于工人的时

间损失。

L_R : 总投入人·时中分配给工人和管理人员的劳动资源时间。 $L_R' = L_R - L_o$, 由工人和管理人员用于生产。

L_E : 有效人·时, $L_E = L_R' - L_m$, 即工人和管理人员所分配到的劳动资源中工人所占有的有效人·时数, 它是现场生产工人的劳动时间净值。

L_S : 在正常情况下生产产品量 Q 所需的标准人·时数, 它等于生产产品数量乘生产单位产品所需标准时间。

L_u : 非生产人·时, $L_u = L_m + L_o$ 。

于是, 总劳动生产率可表示如下:

$$\tau_R = \frac{Q}{L_R} = \frac{Q}{L_S} \times \frac{L_S}{L_E} \times \frac{L_E}{L_R'} \times \frac{L_R'}{L_R} \quad (3-6)$$

式中 τ_R ——总劳动生产率。

Q ——以实物量表示的产品产出量或以不变价格计算的产品价值量。

Q/L_S ——一定的技术工作方法确定的标准劳动生产率, 以 τ_S 表示。

L_S/L_E ——工人的工作效率, 它是工人努力的结果, 也是工人生产率管理的焦点, 以 E_w 表示。

L_E/L_R' ——有效人·时与投入人·时之比, 以 $I_{e(1)}$ 表示。

L_R'/L_R ——投入人·时与总投入人·时之比, 以 $I_{e(2)}$ 表示。

$\frac{L_S}{L_E} \times \frac{L_E}{L_R'} \times \frac{L_R'}{L_R} = \frac{L_S}{L_R}$ ——劳动总效率。它是现场管理人员

和工人改进的最终目标, 以 τ_R' 表示。

将 τ_S 、 E_w 、 $I_{e(1)}$ 、 $I_{e(2)}$ 代入式(3-6), 则有

$$\tau_R = \tau_S \times E_w \times I_{e(1)} \times I_{e(2)} \quad (3-7)$$

式中 $E_w \times I_{e(1)} \times I_{e(2)}$ 为劳动总效率 τ_R , 即

$$\tau_R = L_s/L_R$$

按式(3-7)进行的劳动生产率测定,可看出工人、管理人员的工作绩效对劳动生产率的影响。在进行实际测定时,各个企业必须设计适合企业生产特点的工作日报表。不同性质的工作,工作日报表形式应有所不同,但工作日报表上要说明的内容一般有:①员工姓名;②生产单位产品所需标准人·时;③实际所用工作时间;④非生产时间;⑤完成产品产量。

班组长每天将该班组员工的情况记录在工作日报表上,工作日结束时,应将工作日报表交给部门管理人员。表 3-1 为某公司工作日报表样式。

表 3-1 工作日报表

班组名称:

年 月 日

姓名	工作名称	上午工作时		下午工作时		非生产时间(时间单位:分)														
		上班	下班	上班	下班	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O

非生产时间符号说明:		
A:早上点名	F:指导工作	K:安全检查
B:待料	G:机床准备工作	L:清扫场地
C:会议	H:换工装夹具	M:工间休息
D:故障停机	I:教育培训	O:其他管理原因造成的时间损失
E:重检返工	J:试产品	

每周必须由管理人员总结一周的工作效率情况,回顾每天的

管理情况和发生的问题并制定下周的工作计划。到每月的月末，应将一个月的工作日报表汇总，填入劳动生产率月报表。部门经理召开会议分析当月劳动生产率情况，将月度计划与实际情况相比较，考察劳动生产率是否提高，劳动成本是否降低。表 3-2 为劳动生产率月报表样式。

表 3-2 劳动生产率月报表

部门：

年 月

姓名	标准 人·时 L_S	总投入 人·时 L_R	投入的 人·时 L_R	略去的 人·时 L_o	损失的 人·时 L_{α}	有效 人·时 L_E	有效 人·时 比率 L_S/L_E	投入 人·时 比率 L_E/L_R	总劳动 效率 L_S/L_R	标准劳 动生产 率 Q/L_S	总劳动 生产率 Q/L_R

从表 3-2 中，我们可以看出工人的劳动总效率、工人的工作效率、有效人·时与投入人·时比率、投入人·时与总投入人·时比率。由此，可以分析企业制度，如工作时间安排、管理方式等，及生产现场的管理人员的管理水平和工人本身的知识、技巧、工作态度、对时间的自觉利用能力对于劳动生产率的影响。

2. 计划管理之用的劳动生产率测定与分析

对于现场管理人员，其劳动生产率测定的目的旨在分析劳动资源时间的利用状况。而对计划管理人员，其劳动生产率测定的目的在于分析技术进步、产品组合结构、标准单位产品所需劳动时间、工人的工作效率等因素对于劳动生产率的影响。因此，对计划管理之用的劳动生产率测定方法与现场管理人员的测定方法有所不同。

在此，用动态劳动生产率指数来分析引起劳动生产率变动的

因素。

将现年劳动生产率水平与基年劳动生产率水平相比较,可看出劳动生产率的变动(称为劳动生产率效应)。以相对值表示的劳动生产率效应,又称为劳动生产率指数。

$$I_{\tau} = \frac{\tau_t}{\tau_0} \quad (3-8)$$

式中 I_{τ} ——劳动生产率指数;

τ_t ——现年劳动生产率;

τ_0 ——基年劳动生产率。

若 $I_{\tau} > 1$, 则劳动生产率水平提高;

若 $I_{\tau} < 1$, 则劳动生产率水平降低;

若 $I_{\tau} = 1$, 则劳动生产率水平不变。

现假定企业生产 n 种产品, 产品产量单位为件, 劳动投入量单位为人·时, 并引入另外两个变量: 实际单位产品所需人·时数 R , 标准单位产品所需人·时数 S 。则式(3-8)可改写为

$$\begin{aligned} I_{\tau} = \frac{\tau_t}{\tau_0} &= \frac{\sum Q_{it}}{\sum Q_{it} \cdot R_{it}} \bigg/ \frac{\sum Q_{i0}}{\sum Q_{i0} \cdot R_{i0}} \\ &= \frac{\sum Q_{i0} \cdot R_{i0}}{\sum Q_{i0}} \bigg/ \frac{\sum Q_{it} \cdot R_{it}}{\sum Q_{it}} \end{aligned} \quad (3-9)$$

式中 Σ 为 $\sum_{i=1}^n$ 。

将基年实际单位产品所需人·时数与现年实际单位产品所需人·时数分别与当年标准单位产品所需人·时数比较, 则有:

$$\frac{R_0}{R_t} = \frac{S_0}{S_t} \times \frac{S_t}{R_t} \times \frac{R_0}{S_0} \quad (3-10)$$

按式(3-10)的分解方法分解式(3-9), 则有:

$$I_{\tau} = \frac{\sum Q_{i0} \cdot R_{i0}}{\sum Q_{i0}} \bigg/ \frac{\sum Q_{it} \cdot R_{it}}{\sum Q_{it}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\sum r_{i0} \cdot R_{i0}}{\sum r_{it} \cdot R_{it}} \\
&= \frac{\sum r_{i0} \cdot S_{i0}}{\sum r_{it} \cdot S_{it}} \times \frac{\sum r_{it} \cdot S_{it}}{\sum r_{it} \cdot R_{it}} \bigg/ \frac{\sum r_{i0} \cdot S_{i0}}{\sum r_{i0} \cdot R_{i0}} \\
&= (A) \times (B) \div (C)
\end{aligned}$$

式中 $r_i = Q_i / \sum Q_i$, 表示在全部产品中第 i 种产品的份额结构 (即产品结构)。

于是, 以相对值表示的劳动生产率效应为 $I_r = (A) \times (B) / (C)$, 说明劳动生产率指数是 (A) 、 (B) 、 (C) 三项因素复合作用的结果。

第一类因素 $\sum r_{i0} \cdot S_{i0} / (\sum r_{it} \cdot S_{it})$, 是客观因素, 它受产品组合结构和标准单位产品所需劳动时间的影响。进一步分析产品组合结构和标准单位产品所需劳动时间, 它又受技术的、物质的和组织因素的影响, 如设备、方法、自然条件、规模、作业速率等。而这类因素对劳动生产率的贡献应属于客观方面的。

第二类因素 $\sum r_{it} \cdot S_{it} / (\sum r_{it} \cdot R_{it})$ 是主观因素, 它纯属工人努力的结果, 受工人的技巧、知识水平、劳动强度、工作态度等因素的影响。

第三类因素 $\sum r_{i0} \cdot S_{i0} / (\sum r_{i0} \cdot R_{i0})$, 也为主观因素, 它的性质与第二类因素相似, 不同之处在于它表示基年工人劳动效率影响的结果。

用绝对值表示的劳动生产率效应为:

$$\begin{aligned}
\sum r_{i0} \cdot R_{i0} - \sum r_{it} \cdot R_{it} &= (\sum r_{i0} \cdot S_{i0} - \sum r_{it} \cdot S_{it}) + \\
&\quad (\sum r_{it} \cdot S_{it} - \sum r_{it} \cdot R_{it}) - \\
&\quad (\sum r_{i0} \cdot S_{i0} - \sum r_{i0} \cdot R_{i0})
\end{aligned}$$

其中:

$\sum r_{i0} \cdot S_{i0} - \sum r_{it} \cdot S_{it}$:由于时间标准、产品组合变化而产生的生产率的变化,是客观因素影响的结果。

$\sum r_{it} \cdot S_{it} - \sum r_{it} \cdot R_{it}$:比较年由于工人效率原因而造成生产率的变化,属主观因素的影响。

$\sum r_{i0} \cdot S_{i0} - \sum r_{i0} \cdot R_{i0}$:基准年由于工人效率原因而造成生产率的变化,属主观因素的影响。

$(\sum r_{it} \cdot S_{it} - \sum r_{it} \cdot R_{it}) - (\sum r_{i0} \cdot S_{i0} - \sum r_{i0} \cdot R_{i0})$:此其间由于工人效率原因而造成净生产率的变化,这是主观因素的净效应。

在实际进行劳动生产率测定时,企业可用定额人·时代替标准人·时,按表 3-3 方式采集数据。

表 3-3 劳动生产率测定表

产品名称	基 期				比 较 期			
	产量	占总产	定额	实际	产量	占总产	定额	实际
	Q_{i0}	量 % r_{i0}	人·时 $S_{i0} \cdot Q_{i0}$	人·时 $R_{i0} \cdot Q_{i0}$	Q_{it}	量 % r_{it}	人·时 $S_{it} \cdot Q_{it}$	人·时 $R_{it} \cdot Q_{it}$

3. 对劳动生产率影响因素的分析

通过对现场管理的劳动生产率分析和对计划管理之用的劳动生产率分析可以看出,劳动生产率作为一个经济指标,表现为产出与投入之比,表面上它似乎仅仅由劳动者本身工作效率、劳动态度所决定,但从更深层次的分析可以发现,它不仅仅由劳动者本身主观因素而决定,也由技术组织条件等客观因素所决定,主、客观因素相互作用而推动生产率变化。

于是,可得到劳动生产率的影响因素如图 3-4 所示。从图 3-4 可以看出,劳动生产率取决于多种要素及其相互作用的综合技术经济指标,它受许多因素的制约和影响。归纳起来,可分为如下几个方面:

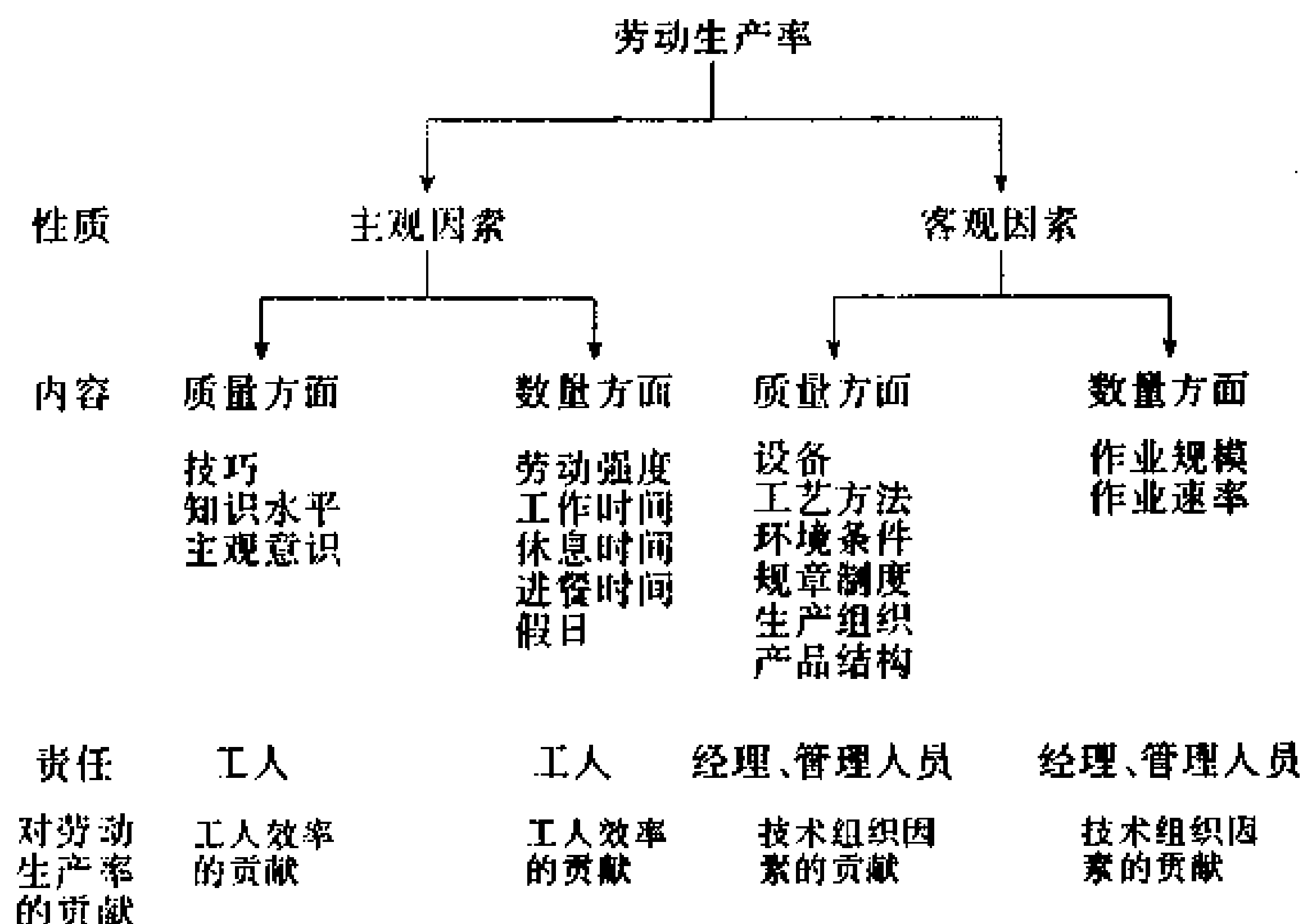


图 3-4 劳动生产率影响因素图

① 人力资源 人力资源是生产和经济发展的基本要素,任何其他资源只有通过人才能发挥其作用。现代科学技术需要高度的

智力劳动去创造,先进的设备需要具备相应知识技能的人去操作,因此人的因素对劳动生产率有十分深刻的影响。人的因素对劳动生产率的影响又具体表现在两方面:一是各类人员胜任其职责的专业技术素质;二是人的思想境界、精神行为、积极性、创造性。人的专业素质越高,则生产单位产品所需的劳动时间越短;人的思想境界、积极性越高,则时间利用效率越高,生产单位产品所需的劳动时间也越短。

② 科学技术水平 科学技术水平高,则生产的机械化、自动化程度也会相应提高,并伴随着新材料、新设备、新产品的不断涌现,由此使生产单位产品所需的社会必要劳动时间降低。表现在对劳动生产率的影响方面,则体现为单位产品所需标准时间减少。

③ 产品设计 在满足用户对产品技术性能和使用性能等方面要求的前提下,产品结构越合理、先进,则所需工时、材料、机器越少,可大大提高生产效率。

④ 生产组织 改变生产结构、产品结构、生产组织方法,减少服务时间,改善生产能力利用率,可使劳动生产率元素中的 R 值、 S 值发生改变,从而对劳动生产率产生影响。

⑤ 生产规模 产品的生产批量也会影响生产率。一般来说,产量增加常常只需增加直接生产工人的工作量,辅助人员的工作量不需增加或增加不多,因此产量增大可提高劳动生产率。另一方面,批量大,则工人操作熟练程度高,经验丰富,生产效率和产品质量都会提高,由此提高劳动生产率。

二、物耗生产率的测定与分析

物耗是指为生产产品而必须消耗的原材料、燃料、动力。在此,物耗生产率指材料生产率或燃料、动力生产率。因为分析材料生产率或燃料、动力生产率时所采用的方法相同,故在此统称为物耗生产率。

随着我国市场机制的引入,生产资料价格增长较快,许多企业已不再享受国家提供的低价原材料、燃料、动力等优惠待遇,管理者已越来越重视资源的节约。因此,在物耗生产率的测定、分析时,应考察资源耗用速度、资源的节约等因素。

生产产品时的物资耗用速度也与设备、工艺流程等技术组织因素有关。当采用先进设备、合理的工艺流程时,物耗水平会降低。另外,劳动作为一切价值的源泉,对整个生产率水平起着决定性的作用,在测定、分析物耗生产率时,也必须考虑劳动者的生产效率对物耗生产率的影响。于是,我们可引入下式作为物耗生产率测定、分析模式:

$$\begin{aligned} \text{物耗生产率} &= \frac{\text{标准产出量}}{\text{标准物耗投入量}} \times \frac{\text{标准物耗投入量}}{\text{实际物耗投入量}} \times \\ &\quad \frac{\text{实际产出量}}{\text{标准产出量}} \\ &= \text{技术组织参数} \times \text{资源节约率} \times \text{生产效率} \end{aligned} \quad (3-11)$$

在进行物耗生产率测定时,为了使各种类型的物耗投入具有可加性,物耗投入量指标采用以不变价格计算的价值指标,而产出量指标可采用以不变价格计算的价值指标,也可采用实物量指标。

以 Q_r 代表实际产出量, Q_s 代表标准产出量, M_r 代表实际物资消耗量, M_s 代表标准物资消耗量,并将 $\sum_{i=1}^n$ 简化为 \sum , 则式(3-11)变为:

$$\frac{\sum Q_{ir}}{\sum M_{ir}} = \frac{\sum Q_{is}}{\sum M_{is}} \times \frac{\sum M_{is}}{\sum M_{ir}} \times \frac{\sum Q_{ir}}{\sum Q_{is}} \quad (3-12)$$

以 L_{ir} 代表生产第 i 种产品的实际劳动投入量, τ_{ir} 为第 i 种产品的实际劳动生产率, 则

$$\sum Q_{ir} = \sum \frac{Q_{ir}}{L_{ir}} \times L_{ir} = \sum \tau_{ir} \cdot L_{ir}$$

同理

$$\sum Q_{is} = \sum \tau_{is} \cdot L_{ir}$$

其中 τ_{is} 为生产第 i 种产品的标准劳动率。

以 α_{ir} 为生产第 i 种产品的实际单位产品物耗量, 则

$$\sum M_{ir} = \sum \frac{M_{ir}}{Q_{ir}} \times Q_{ir} = \sum \alpha_{ir} \cdot Q_{ir}$$

同理

$$\sum M_{is} = \sum \alpha_{is} \cdot Q_{ir}$$

其中 α_{is} 为生产第 i 种产品的标准单位产品物耗量。

于是:

$$\textcircled{1} \quad \sum M_{is} / \sum M_{ir} = \sum \alpha_{is} \cdot Q_{ir} / (\sum \alpha_{ir} \cdot Q_{ir})$$

若此比值大于 1, 表示资源节约, 即实际物耗水平比标准物耗水平低; 其比值小于 1 表示资源浪费, 实际物耗水平比标准物耗水平高。

$$\textcircled{2} \quad \sum Q_{ir} / \sum Q_{is} = \sum \tau_{ir} \cdot L_{ir} / (\sum \tau_{is} \cdot L_{ir})$$

从这一比例式可以看出生产效率实际反映了劳动者生产率。若此比值大于 1, 表示劳动者生产效率高, 即劳动者的实际劳动生产率水平比标准劳动生产率水平高; 若此比值小于 1, 表示效率低, 即劳动者实际劳动生产率比标准劳动生产率低。

$$\begin{aligned} \textcircled{3} \quad \sum Q_{is} / \sum M_{is} &= \sum \tau_{ir} \cdot L_{ir} / (\sum \alpha_{is} \cdot Q_{ir}) \\ &= \sum (\tau_{ir} \cdot l_i \cdot \sum L_{ir}) / \sum (\alpha_{is} \cdot r_i \cdot \sum Q_{ir}) \end{aligned}$$

式中 $l_i = \frac{L_i}{\sum L_i}$ 表示第 i 种产品所投入的劳动量占整个劳动投入量的比例;

$r_i = \frac{Q_{ir}}{\sum Q_{ir}}$ 表示第 i 种产品产量占整个产品产量的比例。

这表明,技术组织参数首先由标准劳动生产率和标准单位产品物耗量决定,但劳动分配比率和产品构成比例及总劳动投入量和总产出量发生变化,也会对之产生影响。

将相应的比例表达式代入式(3-12),得

$$\frac{\sum Q_{it}}{\sum M_{it}} = \frac{\sum \tau_{is} \cdot L_{it}}{\sum a_{is} \cdot Q_{it}} \times \frac{\sum a_{is} \cdot Q_{it}}{\sum M_{it}} \times \frac{\sum Q_{it}}{\sum \tau_{is} \cdot L_{it}} \quad (3-13)$$

式中, $\sum Q_{it}$ 和 $\sum M_{it}$ 是实际产出量和实际投入物资量,可从统计报表中直接得出,需要计算的只有下列两项:

$$\sum \tau_{is} \cdot L_{it} = \text{标准劳动生产率} \times \text{实际劳动力投入量}$$

$$\sum a_{is} \cdot Q_{it} = \text{标准单位产品物耗量} \times \text{实际产出量}$$

为比较两个不同时期物耗生产率及其各影响因素的变化,可采用动态物耗生产率指数。与式(3-11)相对应的物耗生产率指数方程式为:

$$\text{物耗生产率指数} = \text{技术组织参数指数} \times \text{资源节约率指数} \times \text{劳动效率指数} \quad (3-14)$$

$$\text{物耗生产率指数} = \frac{\sum Q_{it}}{\sum Q_{io}} \bigg/ \frac{\sum M_{it}}{\sum M_{io}} \quad (3-15)$$

其中各符号下标中的 o 表示基期, t 表示现期。

$$\text{技术组织参数指数} = \frac{\sum \tau_{ist} \cdot L_{it}}{\sum \tau_{iso} \cdot L_{io}} \bigg/ \frac{\sum a_{ist} \cdot Q_{it}}{\sum a_{iso} \cdot Q_{io}} \quad (3-16)$$

$$\text{资源节约率指数} = \frac{\sum a_{ist} \cdot Q_{it}}{\sum a_{iso} \cdot Q_{io}} \bigg/ \frac{\sum M_{it}}{\sum M_{io}} \quad (3-17)$$

$$\text{生产效率指数} = \frac{\sum Q_{it}}{\sum Q_{io}} \bigg/ \frac{\sum \tau_{ist} \cdot L_{it}}{\sum \tau_{iso} \cdot L_{io}} \quad (3-18)$$

在实际进行物耗生产率测定时,可按表 3-4 方式填入数据,再

将表中得到的结果代入方程式(3-13)即得到物耗生产率各影响因素的比例值。将上述数据代入式(3-15)、(3-16)、(3-17)、(3-18),即得到物耗生产率指数及各影响因素的指数,由此可看出物耗生产率变化情况,及各影响因素对物耗生产率变动的贡献。

表 3-4 物耗生产率测算表

产品名称	基 准 期					比 较 期				
	产量	不变价 格计实 际物耗	不变价 格计单 位产品 标准物耗	实际投 入劳动 人·时 量	标准劳动 生产率 件/ (人·时)	产量	不变价 格计实 际物耗	不变价 格计单 位产品 标准物耗	实际投 入劳动 人·时 量	标准劳动 生产率 件/ (人·时)
	Q_{i0}	M_{i0}	a_{i0}	L_{i0}	\bar{r}_{i0}	Q_{i1}	M_{i1}	a_{i1}	L_{i1}	\bar{r}_{i1}

第三节 总生产率的测定与分析

部分要素生产率虽然在理论和实践的分析中有它自己的作用,但在评价部门活动总成果时有许多局限性。为了克服这种局限,必须分析总生产率。在此,我们将总生产率看作总产出量与总投入量之比。这一指标,可全面衡量某个生产系统的总效率。

$$\text{总生产率} = \frac{\text{总产量}}{\text{全部投入量}} \tag{3-19}$$

$$\text{总生产率指数} = \frac{\text{比较期总生产率}}{\text{基准期总生产率}} \tag{3-20}$$

在计算总产量指标时,可用实物量指标或以不变价格表示的价值量指标计量。对于投入量指标,为使各种投入量具有可加性,

宜采用以不变价格计算的价值量指标计量。下面以 Q_0 、 Q_1 表示基期和比较期的总产量, 以 P_0 、 I_{P_0} 表示产品和投入要素的不变价格, I_{Q_0} 、 I_{Q_1} 表示投入要素基期和比较期的数量, τ_{90} 、 τ_{91} 表示基期和比较期的总生产率, I_{9a} 表示总生产率指数, 则式(3-19)、(3-20)变为:

$$\tau_{90} = \frac{\sum P_0 \cdot Q_0}{\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_0}} \quad (3-21)$$

$$\tau_{91} = \frac{\sum P_0 \cdot Q_1}{\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_1}} \quad (3-22)$$

$$I_{9a} = \frac{\sum P_0 \cdot Q_1}{\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_1}} \bigg/ \frac{\sum P_0 \cdot Q_0}{\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_0}} \quad (3-23)$$

在前面分析部分要素的生产率时, 我们可以发现, 部分要素生产率的影响因素一般为技术组织进步因素和投入资源使用效率因素。在进行总生产率分析时, 我们也认为技术组织进步是总生产率的主要影响因素, 其次是投入资源使用效率。这种技术组织进步, 意味着如果现期的投入量按照基期生产率水平进行生产, 所生产出来的产品量比实际产出量要少。于是式(3-23)可分解为:

$$\begin{aligned} I_{9a} &= \frac{\sum P_0 \cdot Q_1}{\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_1}} \bigg/ \frac{\sum P_0 \cdot Q_0}{\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_0}} \\ &= \frac{\sum P_0 \cdot Q_1}{\tau_{90} \cdot \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_1}} \times \frac{\tau_{90} \cdot \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_1}}{\sum P_0 \cdot Q_0} \bigg/ \frac{\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_1}}{\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_0}} \end{aligned} \quad (3-24)$$

与上述相对值指标体系相对应的绝对值指标体系为:

$$\begin{aligned} \text{总生产率效应} &= (\sum P_0 \cdot Q_1 - \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_1}) - \\ &\quad (\sum P_0 \cdot Q_0 - \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_0}) \\ &= (\sum P_0 \cdot Q_1 - \tau_{90} \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_1}) + \end{aligned}$$

$$\{(\tau_{ao} \sum I_{Po} \cdot I_{Qt} - \sum P_o \cdot Q_o) - (\sum I_{Po} \cdot I_{Qt} - \sum I_{Po} \cdot I_{Qo})\}$$

其中：

$\sum P_o \cdot Q_t - \tau_{ao} \sum I_{Po} \cdot I_{Qt}$ 表示由于技术进步因素对总生产率变化的影响；

$\tau_{ao} \sum I_{Po} \cdot I_{Qt} - \sum P_o \cdot Q_o$ 表示由于比较期投入量增加而引起产出量增加对生产率变化的影响；

$\sum I_{Po} \cdot I_{Qt} - \sum I_{Po} \cdot I_{Qo}$ 由于投入量增加对生产率变化的影响；

$(\tau_{ao} \sum I_{Po} \cdot I_{Qt} - \sum P_o \cdot Q_o) - (\sum I_{Po} \cdot I_{Qt} - \sum I_{Po} \cdot I_{Qo})$ 表示投入资源的规模净效应，即指投入资源量增加而引起的产出量增加净值；

$\tau_{ao} \sum I_{Po} \cdot I_{Qt}$ 指投入资源量为 $\sum I_{Po} \cdot I_{Qt}$ 时按基期总生产率水平 τ_{ao} 进行生产的预计产出量。

在完成各部分要素生产率测定之后，进行总生产率的测定分析就比较容易，只需将相应的数据计入表 3-5 即得出总生产率和技术进步因素、规模效应因素对生产率的影响。

表 3-5 总生产率测定表 （单位：元，以不变价计）

时 期	产品产 出价值 $\sum P_o \cdot Q_t$	投入 成本 $\sum I_{Po} \cdot I_{Qt}$	总生 产率 τ_{at}	按基期生 产率投入 时预期产值 $\tau_{ao} \sum I_{Po} \cdot I_{Qt}$	总生产率 效应	技术进步 效应	规模效应

第四节 经济效益的测定与分析

经济效益一般的概念是指企业在经济活动中相对于一定的投入所获得的收益程度,表示为产出与投入之比。这个比值的高低说明经济效益的高低。提高经济效益就是要以尽可能少的投入创造出最大的有用成果。投入包括劳动耗费、自然物质资源占用等;产出指符合社会需要的产品。经济效益反映的是产出与投入之间的关系,这一点与生产率的概念有相似之处。但在经济效益计算中,产出和投入均只能使用以现行价格表示的价值指标;而生产率计算中的产出与投入可使用价值指标也可使用实物量指标,且以价值指标计算时只能采用不变价格,以扣除价格因素对它的影响。那么,总生产率的变化与经济效益的变化之间到底有什么联系呢?在此,笔者将总生产率与经济效益联系起来,以考察企业经济活动的市场效果。

$$\text{经济效益} = \frac{\text{现价计的产出值}}{\text{现价计的投入成本}} \quad (3-25)$$

$$\text{经济效益指数} = \frac{\text{比较期经济效益}}{\text{基期经济效益}} \quad (3-26)$$

以 π_0 、 π_1 代表基期和比较期经济效益,以 I_π 代表经济效益指数,以 P_0 、 P_1 代表基期和比较期产品价格, Q_0 、 Q_1 代表基期和比较期产出量, I_{Q_0} 、 I_{Q_1} 代表基期和比较期投入要素量, I_{P_0} 、 I_{P_1} 代表基期和比较期投入要素价格,则式(3-25)和(3-26)可表示为:

$$\pi_0 = \frac{\sum P_0 \cdot Q_0}{\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_0}}$$
$$\pi_1 = \frac{\sum P_1 \cdot Q_1}{\sum I_{P_1} \cdot I_{Q_1}}$$

$$I_{\pi} = \frac{\sum P_t \cdot Q_t}{\sum I_{Pt} \cdot I_{Qt}} \bigg/ \frac{\sum P_o \cdot Q_o}{\sum I_{Po} \cdot I_{Qo}}$$

继续分解经济效益指数 I_{π} 为

$$\begin{aligned} I_{\pi} &= \frac{\sum P_t \cdot Q_t}{\sum I_{Pt} \cdot I_{Qt}} \times \frac{\sum I_{Po} \cdot I_{Qo}}{\sum P_o \cdot Q_o} \\ &= \frac{\sum P_t \cdot Q_t}{\sum P_o \cdot Q_t} \times \frac{\sum I_{Po} \cdot I_{Qt}}{\sum I_{Pt} \cdot I_{Qt}} \times \\ &\quad \frac{\sum P_o \cdot Q_t}{\sum P_o \cdot Q_o} \times \frac{\sum I_{Po} \cdot I_{Qo}}{\sum I_{Po} \cdot I_{Qt}} \end{aligned} \quad (3-27)$$

• 其中：

$\sum P_t \cdot Q_t / (\sum P_o \cdot Q_t)$ 以产出量 Q_t 为权重的产品价格指数；

$\sum I_{Po} \cdot I_{Qt} / (\sum I_{Pt} \cdot I_{Qt})$ 以投入量 I_{Qt} 为权重的投入要素价格指数；

$\sum P_o \cdot Q_t / (\sum P_o \cdot Q_o)$ 以产品价格 P_o 为权重的产出量指数；

$\sum I_{Po} \cdot I_{Qo} / (\sum I_{Po} \cdot I_{Qt})$ 投入因素价格 I_{Po} 为权重的投入量指数。

于是

$$\begin{aligned} \text{经济效益指数} &= \frac{\text{产品价格指数}}{\text{投入要素价格指数}} \times \frac{\text{产出量指数}}{\text{投入量指数}} \\ &= \text{相对价格指数} \times \text{总生产率指数} \end{aligned} \quad (3-28)$$

与式(3-28)相对应的绝对值指标体系为：

$$\begin{aligned} \text{经济效益效应} &= (\sum P_t \cdot Q_t - \sum I_{Pt} \cdot I_{Qt}) - \\ &\quad (\sum P_o \cdot Q_o - \sum I_{Po} \cdot I_{Qo}) \\ &= [(\sum P_t \cdot Q_t - \sum P_o \cdot Q_t) - \end{aligned}$$

$$(\sum I_{P_t} \cdot I_{Q_t} - \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_t})) +$$

$$[(\sum P_0 \cdot Q_t - \sum P_0 \cdot Q_0) -$$

$$(\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_t} - \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_0}))]$$

其中：

$\sum P_t \cdot Q_t - \sum P_0 \cdot Q_t$ 表示以比较期产量表示的由于产品价格变化对经济效益变化的贡献；

$\sum I_{P_t} \cdot I_{Q_t} - \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_t}$ 表示以比较期投入量表示的由于投入因素价格变化而对经济效益变化的贡献；

$(\sum P_t \cdot Q_t - \sum P_0 \cdot Q_t) - (\sum I_{P_t} \cdot I_{Q_t} - \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_t})$ 表示以比较期数量表示的由于价格变动对经济效益变化的净影响；

$\sum P_0 \cdot Q_t - \sum P_0 \cdot Q_0$ 表示以基准期价格表示的产出量变动时经济效益变化的贡献；

$\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_t} - \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_0}$ 以基准期价格表示的投入量变化对经济效益变化的贡献；

$(\sum P_0 \cdot Q_t - \sum P_0 \cdot Q_0) - (\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_t} - \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_0})$ 表示以基准期价格表示的总生产率变化对经济效益变化的影响。

在对经济效益测定时，必须既测出相对价格水平的变化，又测出生产率的变化。在实际测定时，可按表 3-6、表 3-7、表 3-8、表 3-9 进行。

表 3-6 产品的价格效应 (单位：元)

时间	产品生 产价值 $\sum P_t \cdot Q_t$	不变价计 产品价值 $\sum P_0 \cdot Q_t$	产品价格指数 $I_{P_t} = \frac{\sum P_t \cdot Q_t}{\sum P_0 \cdot Q_t}$	以绝对值表示的 产品价格效应 $\sum P_t \cdot Q_t - \sum P_0 \cdot Q_t$

表 3-7 总投入的价格效应

(单位:元)

时间	总投入成本 $\sum I_{P_t} \cdot I_{Q_t}$	不变价计总投入成本 $\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_t}$	总投入价格指数 $I_{IP_t} = \frac{\sum I_{P_t} \cdot Q_t}{\sum I_{P_0} \cdot I_{Q_t}}$	以绝对值表示的总投入价格效应 $\sum I_{P_t} \cdot I_{Q_t} - \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_t}$

表 3-8 相对价格效应

(单位:元)

时间	相对价格指数 I_{P_t} / I_{P_0}	以绝对值表示的相对价格变化的效应 $(\sum P_t \cdot Q_t - \sum P_0 \cdot Q_t) - (\sum I_{P_t} \cdot I_{Q_t} - \sum I_{P_0} \cdot I_{Q_t})$

从以上分析可以看出,经济效益的变化不仅与生产率变化有关,而且与相对价格水平变化有关。当投入和产出相对价格水平不变时,经济效益的变化直接反映总生产率的变化;当投入和产出相对价格水平变化时,经济效益变化可能会与总生产率变化不一致,这时经济效益的变动并不直接反映生产率的变动。随着改革开放和市场机制的引入,价格水平在一定程度上按市场供需涨落,价格的绝对水平和相对水平都出现了较大幅度的变化,这时企业

生产率的变化往往和经济效益的变动不一致。企业只有使自己的生产率水平高于同行业平均水平,使总生产率提高对于经济效益贡献大于价格相对变化对于经济效益的负影响,经济效益才增长。

表 3-9 总生产率效应 (单位:元)

时 间	以不变 价计产 出价值 $\sum P_0 \cdot Q_t$	产出 值指 数 I_Q	产出值绝对 效应 $\sum P_0 \cdot Q_t - \sum P_0 \cdot Q_0$	以不变价 计的总投 入成本 $\sum I_{P0} \cdot I_{Q1}$	总投 入量 指数 I_{I_Q}	投入量绝 对效应 $\sum I_{P0} \cdot I_{Q1} - \sum I_{P0} \cdot I_{Q0}$	总生产率效应	
							相对值 I_{Q1}/I_{Q0}	绝对值 $(\sum P_0 \cdot Q_t - \sum P_0 \cdot Q_0) - (\sum I_{P0} \cdot I_{Q1} - \sum I_{P0} \cdot I_{Q0})$

第五节 影响企业生产率的因素

在前几节我们讨论了生产率测定及分析方法,在将劳动生产率、物耗生产率及总生产率分解的模型中,论述了各个影响因素变化对生产率变化的贡献。在此,我们将所有影响生产率的因素系统化,并按企业是否可控,分为外部的(不可控的)因素和内部的(可控的)因素。

一、影响企业生产率的内部因素

由于企业内部因素比外部因素更易变化,所以我们按其可变

性分为硬因素(不易变化)和软因素(易变化)。硬因素包括产品、技术、设备和原材料;软因素包括劳动力、组织系统和程序、管理方式和工作方法。这样分类有助于我们确定优先顺序,首先解决易变的因素。

1. 硬因素

① 产品:产品因素是指产品符合产出要求的程度。产品的类型、品种,产品的质量、数量,产品间的组合结构,都会影响生产率。

② 厂房、设备:厂房和设备的维修保养程度,工作地、设备平面布置状况,设备生产能力、使用年限、投资成本等,都影响生产率。

③ 技术:技术是构成生产率的一个重要来源。产品和劳务数量的增加、质量的改进,新的工艺流程、工艺方法等,都能通过高的自动化和信息技术来获得。

④ 材料和能源:材料和能源是为获得产出而投入的重要因素。降低材料和能源消耗能直接提高生产率。材料选择,材料质量,生产流程控制和废品的利用管理,存货周转率,库存管理,以国产材料代替进口材料等,都对成本有影响而影响生产率。

2. 软因素

① 人:人是生产率的重要资源和主要因素。设备、技术都是人类思维的产物,只有通过人才能生产,任何提高生产率的措施必须依靠人才能实施。人的价值观、工作动机,人的工作方法、技术,个人技巧、知识、工作态度和才能,都会影响生产率。

② 组织和机构:为使生产系统正常运转,需要一个内部协调、目标一致的企业组织机构,这个组织机构必须及时对市场信息进行反应,横向联系密切。许多组织生产率低下的原因是僵化,它们没有对市场变化进行预测和作出反应,忽视劳动力、技术和外部环境的新发展。僵化的组织缺乏横向联系,决策迟缓,因而无法使企业内各个环节高效率地工作。

③ 工作方法：改进工作方法是生产率提高的最有希望的途径。在我国，经济发展尚处于起步阶段，资本贫乏、技术中等、劳动密集的方法占统治地位，因此，对现有工作方法的改进，会使生产率有显著提高。工作方法的有关技术，旨在通过改进工作方法、人的动作、使用的工具、工作场所的布置、材料处理和机器使用方式，而使相同劳动的产出更多。工业工程基础(工作研究)是改进工作方法的主要工具。

④ 管理方式：管理方法和方式影响着组织设计、人事政策、工作设计、工作计划和控制、资本费用和资金来源、成本控制技术等各方面。管理部门负责企业控制下的所有资源的有效使用，因此管理方式对生产率水平有很大影响。

二、影响企业生产率的外部因素

影响企业生产率的外部因素，在短期内企业无法控制它，但在社会结构和制度较高层次上可得到控制，由此影响单个企业和生产行为、管理行为，从而影响企业的生产率。

1. 人力资源

人是最宝贵的自然资源。像日本和瑞士几个缺乏土地、能源和矿产的发达国家，它们最重要的增长资源是人，是人的技术、教育和训练、态度和动机，以及智力开发。在这些因素上投资，能提高管理和劳动力的质量。对健康和余暇时间的重视可使疾病减少，精神和体力充沛，从而提高劳动力的质量。

2. 科技水平

科技水平直接影响企业的生产率。从某种意义上讲，生产率是反映一个国家科技实力和水平的重要指标。工业发达国家之所以具有比不发达国家高得多的生产率，一个重要的原因就在于居于世界领先地位的科学技术和装备。不断提高生产率主要依靠科技进步，依靠加强研究开发。国家要鼓励和促进科学技术发展，并

采取相应的政策来支持有利于科学技术进步的事业,鼓励采用先进技术,大力促进技术转移和扩散,增加新技术与装备的投资。

3. 政府政策

政府的政策、战略和计划主要通过政府机构的实际工作、法规(如价格控制、收入和工资政策)、交通通讯、动力、财政措施和经济杠杆(利率、关税和其他税种)等极大地影响着生产率。提高生产率的许多措施、计划的产生都必须符合国家政策、法律、法规和制度性的惯例。另外,政府的实际工作作风与效率也极为重要,因为它能使政府以同样的资源提供更多的服务或以较低的成本提供同样的服务,这样,企业或社会的其他机构就能从中受益。

通过对企业内部和外部影响生产率因素的分析,可以分清哪些是企业管理控制之下的因素,是企业范围内可以改善的领域,以便我们设计最佳的提高生产率的政策、计划。但我们也应分析、了解和考虑所有的外部因素,只有这样,才能使企业提高生产率的政策、计划切实可行,内部行为与外部环境协调一致。

在我国,在专门质量管理部门的指导下全面开展企业的 QC 小活动已取得一定的成功,为在“效率部门指导下开展生产率促进小组”活动打下了良好的组织、技术基础。因此,这种机构设置模式,可以作为我国工业企业管理的借鉴。

三、提高生产率的方法

国际组织认为,用于实施提高生产率计划的方法,可归为两大类:人事方法——人力资源开发和管理的方法;技术方法——工业工程方法。

1. 人力资源开发和管理的方法

运用人事方法提高生产率,主要是如何有效地使用人力资源和提高劳动力的质量。国外一些组织通过对生产率的基本因素,如产出、投入、劳动、资本、技术和管理等,所作出的分析表明,这些

因素一半以上和劳动力的质量有关。通过对其他技术因素的分析,也发现这些技术因素的质量与人力投入的质量有很大关系。

劳动力的质量表现为:承诺感;对组织的献身和忠诚;良好的沟通才能;参与能力;社会责任感;专业技术能力和感受变化的敏感程度。高质量的劳动力通过生产行为表现为生产效率的提高,产出增多,对成本的控制能力增强等,从而实现对人力资源的有效利用。

劳动力有效利用的重要杠杆是激励。按照人力资源开发和管理的观点,为了培养人们正确的工作态度,人们需要看到他们的工作是有意义的,这种感觉给他们以自我实现,并丰富他们的专业知识和事业设想。恰当的态度和行为取决于职工的价值观、工作条件和他们所受到的激励。因此,生产率提高计划能够顺利实施的关键在于让职工分享生产率的提高所带来的物质和精神成果。

(1) 物质激励

生产率提高所获得的利益一般以下列方式分配给社会经济的组成部分:

- ① 职工可得到更高的工资,更好的工作条件,更高的生活水平;
- ② 企业可通过更高的投资收益,提高其技术能力,提高其在市场上的竞争能力;
- ③ 政府可获得更多的财政收入,以用于社会福利和基础设施的建设;
- ④ 消费者可获得优质服务和价廉物美的产品。

在企业内有计划地分配生产率提高所获得的利益,是激励劳动者更好工作的关键。在我国,计件工资、计时工资、效益工资等分配制度是劳动者分享劳动成果的一种方式。这种分配制度已取得了良好的经济、社会效果。随着股份制企业在我国的出现,近年来产生了另一种新的激励方式——分配股份,业绩优秀的职工可

获得额外的企业股份,由此得到企业更多的利益和参与企业的管理活动。这种方式对企业、对职工个人都有益处。

(2) 非物质鼓励

在某些情况下,精神鼓励比物质鼓励对职工更有作用。精神鼓励能够促进更多的工人参与管理,能使职工感到自我价值的实现,同时能诱导工人的合作而不是光注重金钱的利益。

精神鼓励包括职位的晋升、调整以及让职工参与决策、给予职工表扬和某种荣誉等。

职位的晋升、调整能增加职工对自我价值的实现感和对工作的满意程度,使他们的工作内容丰富、工作范围扩大,提高他们工作的技能和兴趣,增强主动性和责任感。通过参与决策能带来职工从属于企业的意识,这种意识有助于企业的发展。对于提高生产率的方法、途径,工人常常有一些有价值的观点,在参与的气氛中,工人能影响管理者的处理工作的方式,这有利于企业管理水平的提高。荣誉、表扬能使人觉得其社会地位提高,受到尊重,许多人会认为工作目的不仅是为了挣钱,而且也认为工作是施展才能和技能的场所。表扬、荣誉正是对个人才能、个人价值的肯定,因此这种方式也能激励人们努力工作。

(3) 教育、培训

只有经过充分的教育培训,人才能成为有价值的资源,成为最重要的生产因素。对工人来说,如果不懂生产率的概念;很难对生产率提高作出贡献,只有经过教育才能具备参与能力。在企业进行职工培训、教育时,必须给他们灌输生产率概念及其意义,理解目标和生产率的测量,认识到生产率的重要性。对职工的培训、教育可推动他们去开展有关生产过程、工作方法、工作设计方面的革新,提高管理技能和管理意识。

教育、培训也可作为一种激励手段,对于贡献大的职工,提供再教育或出外培训的机会,这样也为他们提供更多的晋升机会。

(4) 职业保障

我国是一个人力资源丰富的国家,生产率提高常常使人们担心企业可能解雇、裁员、延长工作时间、加重工作量,这种意识会导致关系紧张,职工的情绪因而受到压制。因此,在生产率提高计划实施阶段,管理者及有关部门必须向职工解释提高生产率的目的、宗旨,并向员工提出保障职业的保证,以解除职工的忧虑,让每个人都参与到提高生产率的活动中。这种职业保障在一定程度上也起到激励人的积极因素的作用。

生产率的提高必然带来人力资源的有效利用,完成一定生产任务所需的劳动投入量必然减少。那么,如何安排剩余的劳动力呢?首先,是在企业内部平衡劳动资源的分配,人力资源过剩的部门向人力资源紧缺的部门转送。其次,是减少工作时间,减轻工人的劳动强度,让职工有更多的空暇时间以恢复体力或进行自我提高。再次,是企业内部与企业外部签订合同,有计划地向人力资源紧缺的企业输送。如果生产率提高必然导致企业解雇大量员工,那么大多数员工都会抵触生产率提高计划的执行,计划最终会失败。

2. 工业工程的方法

工业工程从产生开始就是为了追求更高的生产率。在我国,企业可采用下列方法提高生产率:

- ① 运用工业工程原理和方法对现有生产组织进行系统分析,改进工厂布置;
- ② 采用现代化制造技术,如 CNC/CAD、CAPP、FMC、MRPI-I、CIM 等对生产技术和设施进行更新改造;
- ③ 加强研究开发,开发新工艺,建立新流程;
- ④ 运用价值分析改进产品设计,减少产品工作量,降低成本;
- ⑤ 开展工作研究,改善作业和工艺系统,减少多余操作和无效工作时间;

- ⑥ 运用现代生产/库存技术,建立均衡和高效的生产系统;
- ⑦ 在生产系统设计和改造中运用现代物流技术;
- ⑧ 运用可靠性工作进行系统维护,保证系统运行质量;
- ⑨ 采用工效学知识和技术改善作业环境,创造良好的工作条件。

当前工业工程技术在我国企业的运用还不很普遍,与国外发达国家相比还有很大一段距离。这导致我国工业企业普遍存在很多问题,如产品质量差、生产水平低、劳动消耗大、成本高等,造成企业生产水平低、经济效益差。因此,运用工业工程技术来解决以上问题是我国工业企业一项紧迫的任务。

复习与思考题

1. 什么是生产率?为什么说生产率是衡量生产系统经济效益的一个指标?
2. 如何理解质量与生产率的关系?为什么说二者是同时发展的?
3. 提高生产率有什么重要意义?
4. 什么是生产率管理?
5. 生产率测定的意义和目的是什么?
6. 工业企业生产率测定层次有哪几个?
7. 试述影响企业生产率的因素和提高生产率的方法。

第二篇 方法研究

第四章 方法研究概述

第一节 方法研究的概念

一、方法研究的定义

方法是人们进行工作和生活所运用的整体手段的组成部分,不论在工厂、工作单位和学校,人们都要使用方法来完成自己所要做的任何事情。好的方法,可以帮助人们减少物质、能源、时间以及资金的消耗和浪费,从而降低成本;可以减少人的精力的消耗,减少遭受损伤的概率;可以帮助人们利用有限的资源求得最高的产出,以提高生产率。

方法研究的定义是:对现有的或拟议的工作(加工、制造、装配、操作)方法进行系统的记录和严格的考查,作为开发和应用更容易、更有效的工作方法以及降低成本的一种手段。

二、方法研究的目的

方法研究主要有如下目的:

- ① 改进工艺和程序;
- ② 改进工厂、车间和工作场所的平面布置;
- ③ 改进整个工厂和设备的设计;
- ④ 经济地对工厂和设备进行设计;
- ⑤ 改进物料、机器和人力的利用,提高生产率;
- ⑥ 改善实际工作环境,实现文明生产;
- ⑦ 降低劳动强度。

三、方法研究的特点

(1) 求新意识

永不自满、永无止境的求新意识是方法研究的一个显著特点,不以现行的工作方法为满足,力图改进,不断创新。

(2) 方法研究的指导思想——系统整体优化

方法研究首先着眼于整个工作系统、生产系统的整体优化(程序分析),然后再深入地解决关键的局部问题(操作分析),再进而解决微观问题(动作分析),从而达到系统的整体优化。

第二节 生产过程

方法研究与生产过程是密切相关的,图 4-1 表示生产过程与方法研究的关系。任何产品都有一个从原材料的投入到产品产出的生产过程。生产过程是从产品投产前一系列生产技术组织开始,直到把它生产出来为止的整个过程。生产过程又分为自然过程和劳动过程。

一、自然过程

自然过程是指借助于自然力直接作用于劳动对象而完成的过程中的一部分。如油漆的自然干燥,热处理零件的自然冷却等。

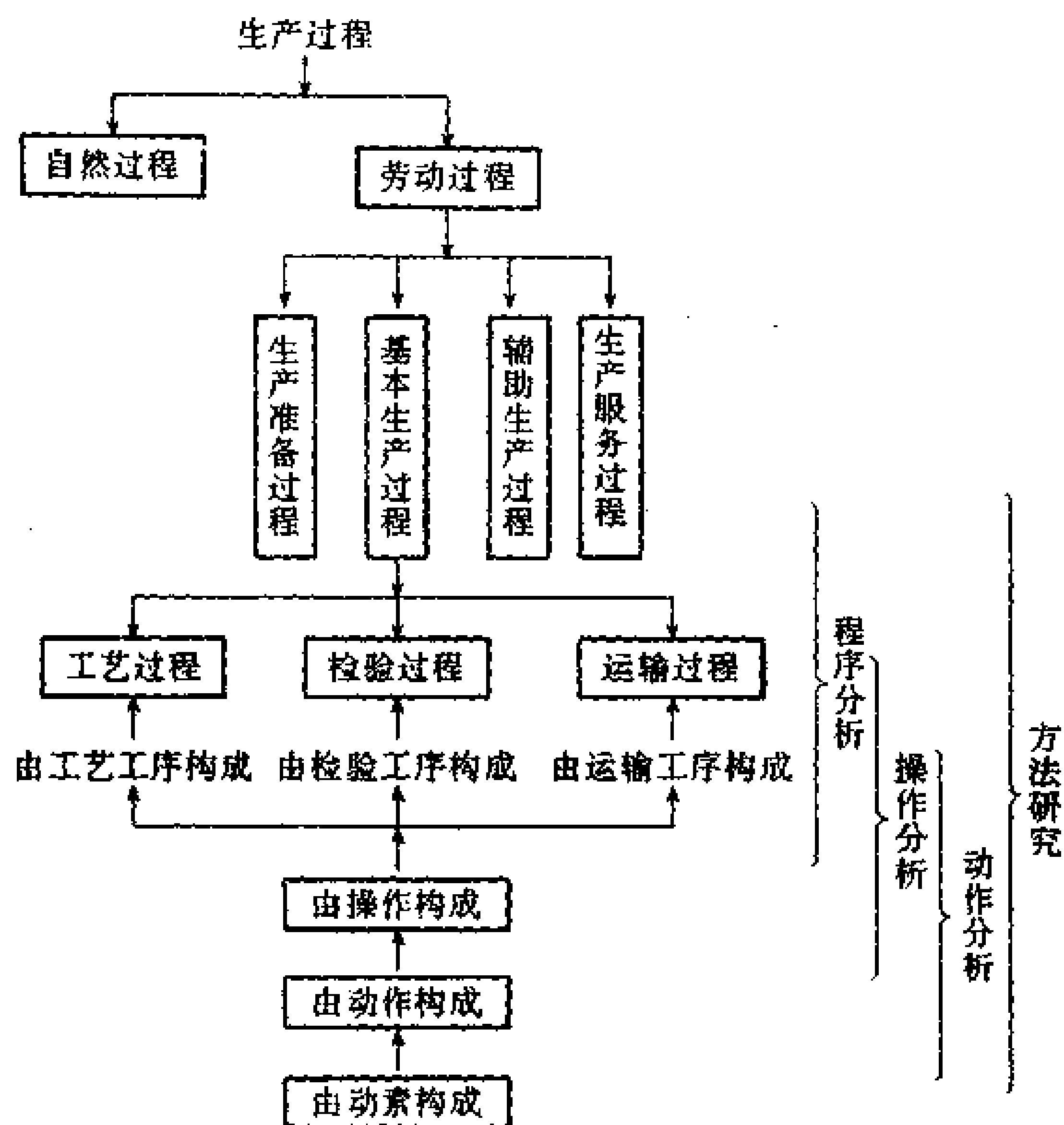


图 4-1 生产过程与方法研究

二、劳动过程

劳动者使用劳动工具,作用于劳动对象,使劳动对象按照人们预定的目的制成质量合格的产品。这一过程就是劳动过程。例如:

原材料 $\xrightarrow[\text{剪、锯}]{\text{锻、铸}}$ 毛坯 $\xrightarrow[\text{热处理、电镀}]{\text{机械加工}}$ 零件 $\xrightarrow[\text{检验}]{\text{装配、调试}}$ 产品

劳动过程又可具体分为:

① 生产准备过程 指产品投产前进行的一系列生产技术组

织准备工作。

② 基本生产过程 指直接对劳动对象进行加工或经过自然力的作用使其成为产品的过程。

③ 辅助生产过程 指为了保证基本生产过程的正常进行而从事的各种活动。这是实现基本生产过程的必要条件。

④ 生产服务过程 指为了保证基本生产过程和辅助生产过程的实现所需的各种供应服务。

其中,基本生产过程又包括:

① 工艺过程 使劳动对象的形状、大小、物理性能、化学成分、相对位置发生预计变化的过程。

② 检验过程 指对劳动对象按照工艺、技术要求进行检查测试的过程。

③ 运输过程 指劳动对象运输于各工序之间的过程。

这三种过程均由各自的工序组成。工序指一个人或一组工人、在一个工地上、对一个劳动对象或一组劳动对象进行加工,完成生产过程中的一部分。如:

① 工艺工序 使劳动对象发生物理或化学变化的加工工序。

② 检验工序 对劳动对象按工艺、技术要求进行质量检测的工序。

③ 运输工序 在各工序间运输劳动对象的工序。

必须指出的是:一道工序是指操作者、操作对象、操作工具(包括设备、工作地)均不变时的工序,否则不是一道工序。

工序又可分为操作和动作:

① 操作 工序的组成部分,是工人为了达到一个明显的目的,使用一定的方法所完成若干动作的总和。

② 动作 手工操作的构成因素,指工人接触物件、移动物件或离开物件的行为。

表4-1 方法研究的分析层次及分析技术

	工 序	作业单位	作业要素	动作单位	基本元素
作业划分	以材料的加工过程 单位为基础的作业 划分	以加工、检验、 搬运等作业的作 业单位为基 业划分	以作业单位中所 包含的一系列的 要素为基础的 动作划分	以一个作业要素 中所包含的一系 列的动作单位为基 础的动作划分	以单位动作中所包括 的一系列的动作要素为 基础的动作划分
工 艺 分 解	<div> <div>汽车的车身</div> <div> <div>板材切断</div> <div>成型</div> <div>焊接</div> <div>组装</div> <div>涂覆</div> </div> </div>	<div> <div>搬入构件</div> <div>点焊</div> <div>自动焊</div> <div>检查制品</div> <div>搬往下工序</div> </div>	<div> <div>放好构件A</div> <div>放好构件B</div> <div>进行焊接</div> <div>取出成品</div> </div>	<div> <div>取构件B</div> <div>搬上夹具</div> <div>安放好</div> </div>	<div> <div>搬运</div> <div>校正位置</div> </div>
分析技术	程 序 分 析	操 作 分 析	动 作 分 析		

注：引自日本规格协会出版的《经营工程学丛书》第14卷《作业研究》

第三节 方法研究的内容

表 4-1 是日本规格协会所介绍的方法研究的分析层次及技术。

一、程序分析

完成任何工作所需经过的路线和手续即为程序。任何人、任何一个机构办任何一件事都需经过一定的程序。

在公文处理方面：一件公事的收妥、签收、拟稿、签署以至盖章、发文都有一定的程序。

在产品的制造方面：从原材料进厂、入库、领料、加工、装配、检验、成品存库、出货都有一定的程序。

这些程序手续愈繁、路线愈长，则所消耗的人力和时间就愈多。其结果是成本愈高。但如果认真观察和分析任何一项工作，就会发现可能存在很多的无效动作和时间上的浪费。

程序分析主要以整个生产过程为对象，研究分析一个完整的工艺程序，从第一个工作地到最后一个工作地全面研究、分析有无多余或重复的作业，程序是否合理，搬运是否太多，等待是否太长等，进一步改善工作程序和工作方法。其目的是：

- ① 取消不必要的程序(工艺、操作、动作)。
- ② 合并一些过于细分或重复的工作。
- ③ 改变部分操作程序，以避免重复。
- ④ 调整布局，以节省搬运。
- ⑤ 重排和简化剩余的程序，重新组织一个效率更高的程序。

二、操作分析

研究分析以人为主体的工序，使操作者(人)、操作对象(物)、

操作工具(机)三者科学地、合理地布局与安排,以减轻人的劳动强度、减少作业时间的消耗,使工作质量得到保证。

三、动作分析

研究分析人在进行各种操作时的身体动作,以排除多余的动作,减轻疲劳,使操作简便有效,从而制定出最佳的动作程序。

复习与思考题

1. 方法研究的定义是什么?
2. 方法研究可达到什么目的?
3. 方法研究的特点是什么?
4. 何谓工序? 何谓操作? 何谓动作?
5. 方法研究包括哪几部分内容?

第五章 程 序 分 析

第一节 程序分析的基本知识

按照工业工程基础实施的基本程序,一个十分重要的步骤是记录现行方法的全部事实。整个改进能否成功,取决于所记录的事实的准确性,因为这是严格考查、分析与开发改进方法的基础。记录一般采用图表技术。

一、程序分析符号

1. ○——表示操作。为工艺过程、方法或工作程序中的主要步骤,如搅拌、机加工、打字等。操作是使产品接近完成的一切活动之一,因为无论是机加工、化学处理或装配,总是把物料、零件或服务向着完成推进一步。

2. ◇——表示搬运、运输。为工人、物料或设备从一处向另一处的移动。

3. □——表示检验。为对物体的品质或数量及某种操作执行情况检查。

4. D——表示暂存或等待。为事情进行中的等待,如前后两道工序间处于等待的工作、零件,等电梯,公文等候批示,等待开箱的货箱。

5. ▽——表示受控制的贮存。为物料在某种方式的授权下存入仓库,或为了控制目的而保存货品。

6. ⊠——这是在原来五种符号的基础上派生出的符号。表示同一时间或同一工作场所由同一人执行着操作与检验的工作。

二、程序分析技巧

掌握了记录符号和记录技术(用符号作图表,将在后面介绍)后,就要应用分析技术对记录的全部事实进行分析。分析技巧包括以下几点:

1. 分析时的六大提问(提问技术)

为了使分析能得到最多的意见,而不致有任何遗漏,最好按提问技术依次进行提问:

完成了什么?	为 什 么	要做这,是否必要?	有无其他更好的成就?
何处做?		要在此处做?	有无其他更合适的地方?
何时做?		要此时做?	有无其他更合适的时间?
由谁做?		要此人做?	有无其他更合适的人?
如何做?		要这样做?	有无其他更合适的方法?

提问技术在国外又称为 6W 技术,或 5W1H 技术,这是因为相应的每一提问都有一个 W 字母,如:What——完成了什么? Where——何处做? When——何时做? Who——由谁做? How——如何做? Why——为什么要这样做?

当进行程序分析时,以上问题必须有系统地一一询问。这种有系统的提问技巧乃是程序分析成功的基础,切不可有任何疏忽。上述提问的前两项(左边与中间)目的在于了解现行的情况,以便对右边的问题提出建设性的新意见(提问技术的运用将在后面实例中介绍)。

2. 进行分析的“ECRS”四大原则

对现行的方案(工作)进行严格考核与分析的目的是为了建立新方法。在建立新方法时,要灵活运用下列四项原则。

(1) 取消(Eliminate) 在经过了“完成了什么”、“是否必要”及“为什么”等问题的提问,而不能有满意答复者皆非必要,即予取消。取消不必要的工序、操作、动作是不需投资的一种改进,是改

进的最高原则。

(2) 合并(Combine) 对于无法取消而又必要者,看是否能合并,以达到省时简化的目的。如合并一些工序或动作,或将由多人于不同地点从事的不同操作改为由一人或一台设备完成。

(3) 重排(Rearrange) 经过取消、合并后,可再根据“何人”“何处”“何时”三提问进行重排,使其能有最佳的顺序,除去重复,使办事有序。

(4) 简化(Simplify) 经过取消、合并、重排后的必要工作,就可考虑能否采用最简单的方法及设备,以节省人力、时间及费用。即通过提问技术,首先考虑取消不必要的工作(工序、动作、操作);其次是将某些工序(动作)合并,以减少处理的手续;再次,是将工作台、机器以及储运处的布置重新调整,以减少搬运的距离。其中,也许要变更操作或检验的顺序,以避免重复。最后,可以用最简单的设备、工具代替复杂的设备、工具,或用较简单、省力、省时的动作代替繁重的动作。

3. 着手分析五个方面

从何处着手对现状进行分析,往往是初学者感到棘手的问题。由于记录是从以下五个方面进行的,所以分析也可从五个方面着手。

(1) 操作分析 这是最重要的分析,它涉及到产品的设计。如产品设计作某些微小变动,很可能改变整个制造过程;或通过操作分析省去某些工序,减少某些搬运;或合并某一工序,使原需在两处进行的工作,合并在一处完成等。

(2) 搬运分析 搬运问题需考虑搬运重量、距离及消耗时间。运输方法和工具的改进,可减少搬运人员的劳动强度和时间的消耗;调整厂区内车间或设备的布置与排列,可缩短运送的距离与时间等。

(3) 检验分析 检验的目的是为了剔除不合格的产品。应根

据产品的功能和精度要求,选择合理适宜的检验方法及决定是否需设计更好的工夹量具等。

(4) 贮存分析 贮存分析应着重对仓库管理、物资供应计划和作业进度等进行检查分析,以保证材料及零件的及时供应,避免不必要的物料积压。

(5) 等待分析 等待应减至最低限度。要分析引起等待的原因,如果是由设备造成的原因,则可从改进设备着手。

实际分析时,应对以上五个方面按照提问技术逐一进行分析,然后采用取消、合并、重排、简化四大要点进行处理,以寻求到最经济合理的方法。

4. 程序分析的动作经济原则(将在第七章第二节详细介绍)

在程序分析时,应根据动作经济原则建立新方法并不断加以应用。根据国内外经验,应用动作经济原则,可在同样或更少的努力下获得更多的产值。

5. 程序分析的六大步骤

在进行工作研究时,最初碰到的问题往往是程序分析,其步骤如下:

(1) 选择 选择所需研究的工作。可参考第二章第二节介绍的工作研究的实施步骤中所应考虑的问题进行选择。

(2) 记录 用程序分析的有关图表对现行的方法全面记录。程序分析时的图表分类见图 5-1。

(3) 分析 用“5W1H”提问技术,对记录的事实进行逐项提问,并根据“ECRS”四大原则,对有关程序进行取消、合并、重排、简化。

(4) 建立 在以上基础上,建立最实用最经济合理的新方法。

(5) 实施 采取措施使此新方法得以实现。

(6) 维持 坚持规范及经常性的检查,维持该标准方法不变。

三、程序分析的图表

进行程序分析时,应根据研究对象的不同而采用不同图表进行记录,有关的图表分类如图 5-1 所示。

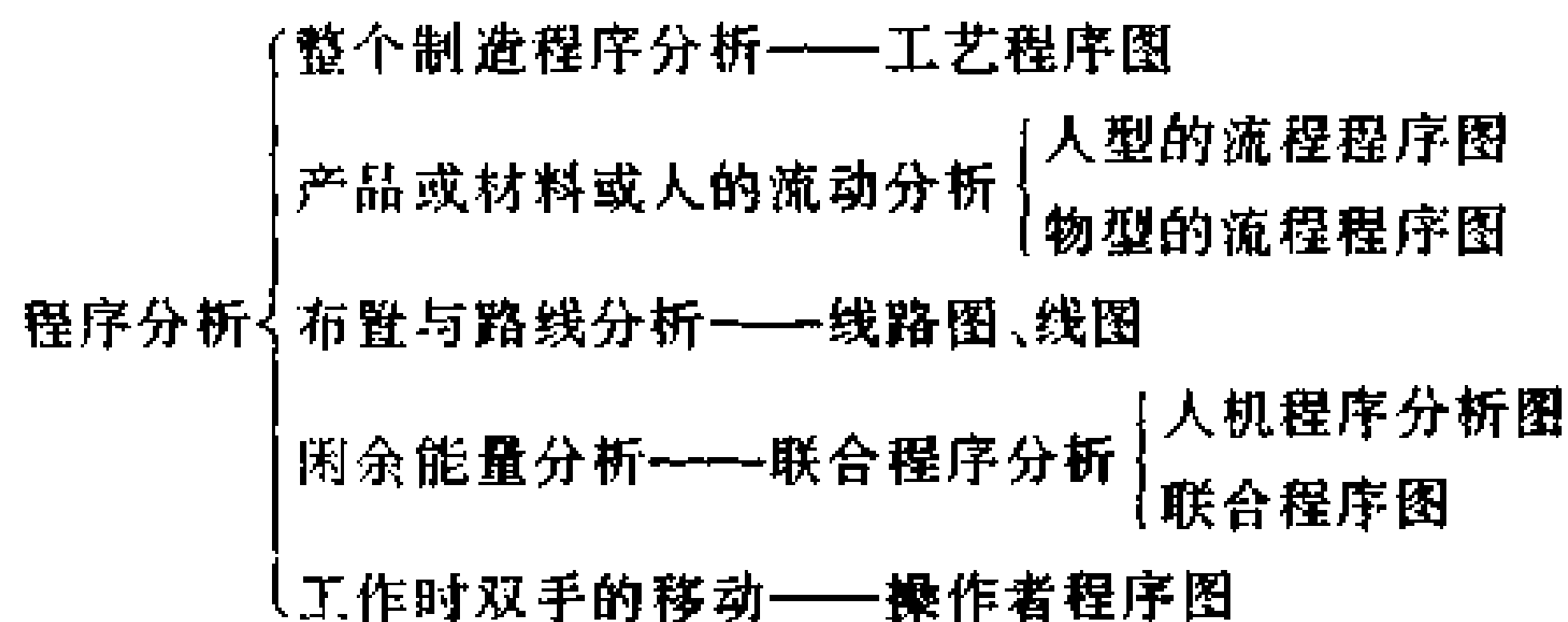


图 5-1 程序分析的图表分类

四、程序分析的改善对象

1. 基本原则

- ① 尽可能取消不必要的工序;
- ② 合并工序,减少搬运;
- ③ 安排最佳的顺序;
- ④ 使各工序尽可能经济化;
- ⑤ 找出最经济的移动方法;
- ⑥ 尽可能地减少在制品的贮存。

2. 考虑下列因素,有无工序、操作可取消、合并、重排、简化

- ① 不需要的工序或操作;
- ② 改变工作顺序;
- ③ 改变设备或利用新设备;
- ④ 改变工厂布置或重新编排设备;
- ⑤ 改变操作或贮存的位置;

- ⑥ 改变订购材料的规格;
 - ⑦ 发挥每个工人的技术专长。
3. 考虑下列因素, 哪些搬运可以取消、合并、重排、简化
- ① 取消某些操作;
 - ② 改变物品存放的场所或位置;
 - ③ 改变工厂布置;
 - ④ 改变搬运方法;
 - ⑤ 改变工艺过程或工作顺序;
 - ⑥ 改变产品设计;
 - ⑦ 改变原材料或零部件的规格。
4. 考虑下列因素, 有无等待可以取消或缩短时间
- ① 改变工作顺序;
 - ② 改变工厂布置;
 - ③ 改造设备或用新设备。
5. 考虑下列因素, 有无检验工作能取消、合并、简化
- ① 它们是否真的必需? 有何效果?
 - ② 有无重复?
 - ③ 由别人做是否更方便?
 - ④ 能否用抽样或数理统计控制?

第二节 工艺程序分析

一、工艺程序分析的意义与内容

1. 工艺程序分析的意义

工艺程序分析是对现场的宏观分析, 把整个生产系统作为分析对象。分析的目的是改善整个生产过程中不合理的工艺内容、工艺方法、工艺程序和作业现场的空间配置, 通过严格的考查与分

析,设计出最经济合理、最优化的工艺方法、工艺程序、空间配置。进行工艺程序分析时采用工艺程序图和流程程序图。工艺程序图仅作出程序中的“操作”,以及保证操作效果的“检验”两种主要动作,避免了图形的冗长和复杂,可以很方便地研究整个程序的先后次序。

2. 工艺程序图的内容

工艺程序图包含有如下内容:

① 含有工艺程序的全面概况及各工序之间的相互关系,并根据工艺顺序编制,且标明所需时间。

② 能清晰地表明各种材料及零件的投入,因此可做为制定采购计划的依据(或知材料及外购件需何时购入才能满足需要)。

③ 包含各生产过程的机器设备、工作范围、所需时间及顺序。

因此,工艺程序图在进行程序分析时,可提供下列资料:

① 各项操作及检验的内容及生产线上工位的设置;

② 原材料的规格和零件的加工要求;

③ 制造程序及工艺布置的大概轮廓;

④ 所需工具和设备的规格、型号和数量,因而也提供了生产所需的投资数额及产品的生产成本。

从工艺程序图能清楚地了解到关键问题所在,以及它在整个制造程序中所占的地位,以便发现问题,并进行改进。

二、工艺程序图的构成

在工艺程序图绘制之前,必须先掌握充分的资料,如产品的工艺过程(加工工艺、装配工艺)和原材料(或零件)的品种、规格、型号及每一工序的时间等。

在工艺程序图中,其工艺程序的顺序以垂直线表示,而以水平线代表材料(或零、部件)的引入,无论是自制件还是外购件,均以水平线导引至垂直线,参入行列。工艺程序图的基本形式如图5-2

所示。操作、检验符号画在垂直线上,符号内数字1、2、3……表示这些操作、检验的先后顺序。

现以输电接合器的加工装配为例,介绍工艺程序图的构成。

输电接合器由接合器套、隔离垫圈、销、隔离圆筒、内部套圈、接合器帽、盅套圈共7个零件组成,如图5-3所示。图5-4为接合器的工艺程序图。

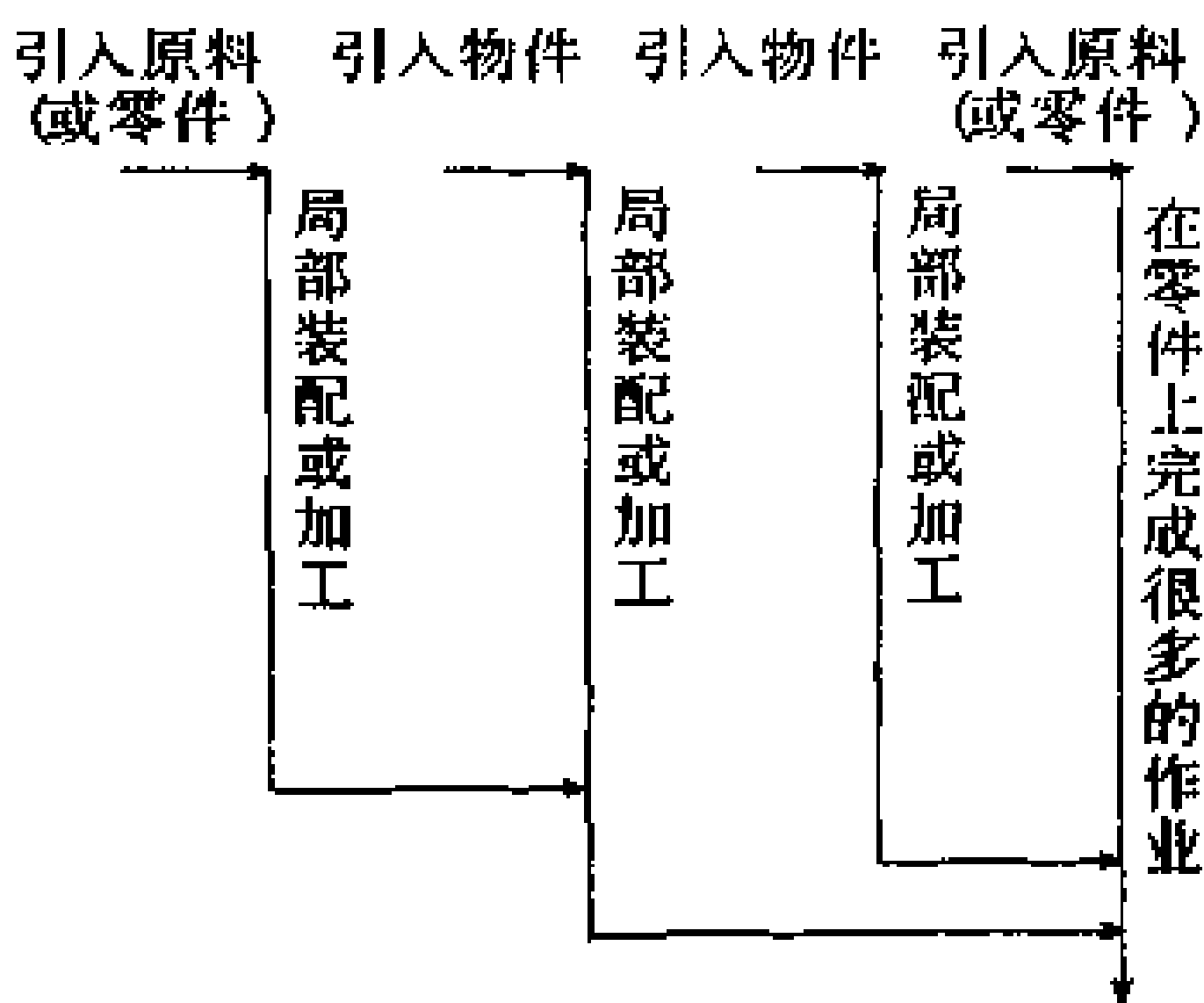


图 5-2 工艺程序图绘制原理

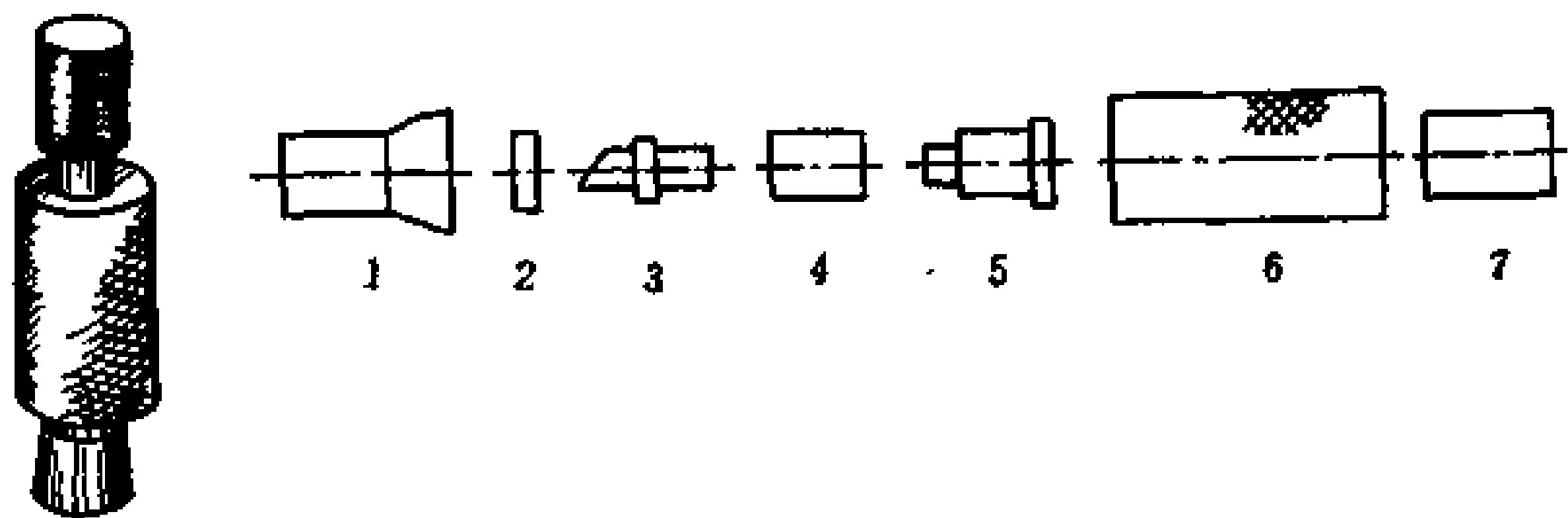


图 5-3 接合器及其零件图

1—接合器套;2—隔离垫圈;3—销;4—隔离圆筒;
5—内部套圈;6—接合器帽;7—盅套圈

先看操作①,在操作①的上方有水平线,表示投入材料为青铜杆,即接合器套是由青铜杆经“车、钻、铰、螺纹加工及切断”完成第一个操作,工时为0.0165 h;随后进行检验[1],检验符号的左边“日工”表示白天检验;检验合格后送去钻孔②,时间0.0145 h;检验[2]之后,铣8个槽③,去毛刺④,镀锡⑤,接合器套的加工到此完毕。

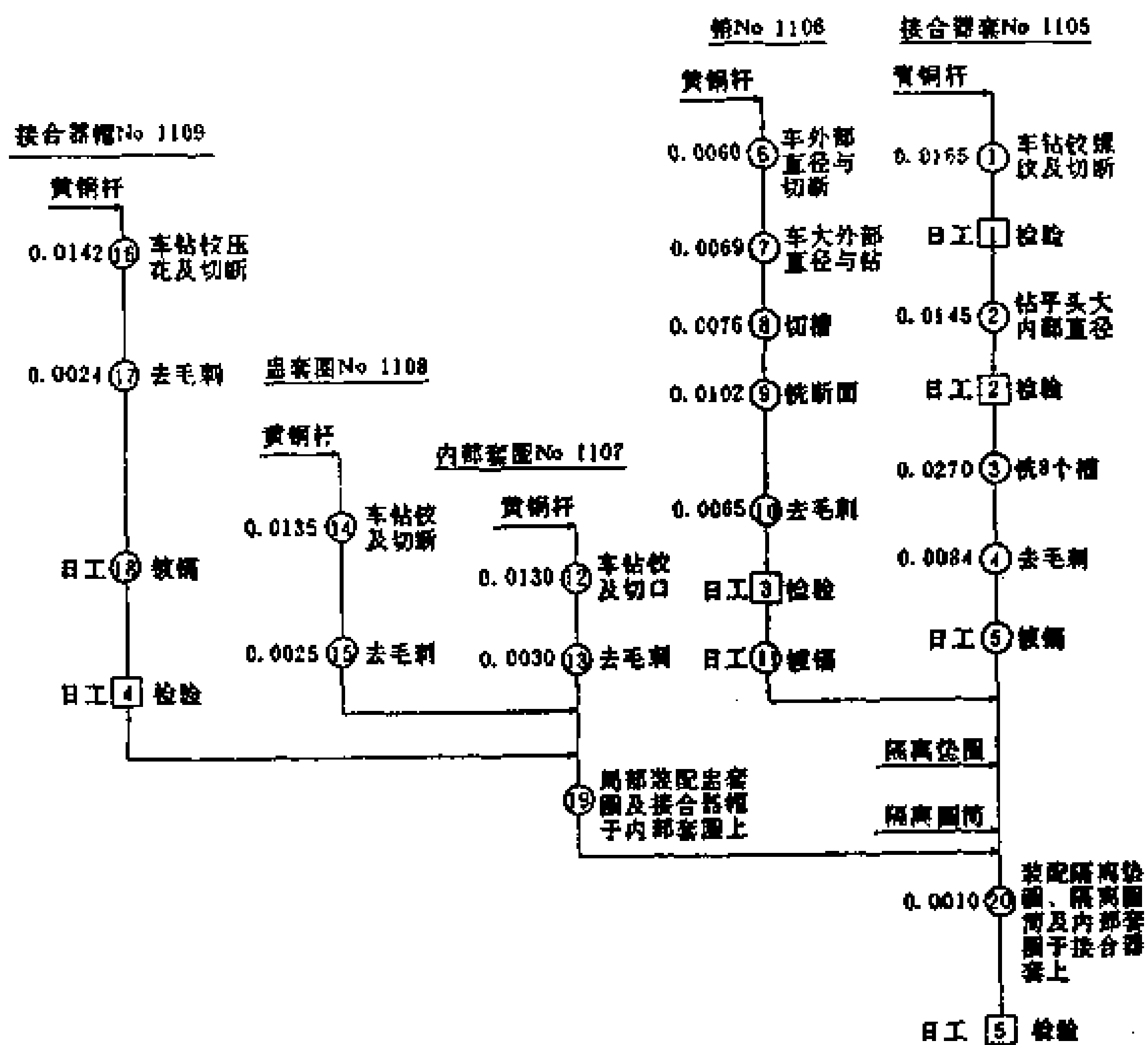


图 5-4 输电接合器的工艺程序图

操作⑥在另一垂线上,⑥的上方水平线表示用黄铜杆加工销的工艺流程,操作内容是车外部直径并切断(小端的),时间0.0060 h,之后⑦车大端直径,并钻孔,⑧切槽,⑨铣断面,⑩去毛刺,③检验,⑪镀铬,此时销的加工已完成,引入到接合器套线上准备装配。

操作⑫在第三条垂直线上,⑫上方的水平线表示此为内部套圈(材料为黄铜杆)的加工流程,⑫表示操作内容为车、钻、绞及切口,⑬去毛刺,此时内部套圈加工完毕。

操作⑭在第四条垂直线上,引入的水平线上表示了这是由黄铜杆制造的盅套圈的加工流程,经过车、钻、铰及切断⑭和去毛刺⑮加工完毕,引入到内部套圈处等待装配。

操作⑯在第五条垂直线上,上端的水平引入线表示这是接合器帽(材料为黄铜杆)的加工工艺流程,经过车、钻、铰、压花及切断⑯,去毛刺⑰,镀铬⑱,检验[4]后引入到内部套圈处。

通过操作⑲装配盅套圈及接合器帽于内部套圈上,将此装配部件引入到接合器套处,通过操作⑳将销、隔离垫圈、隔离圆筒及内部套圈装于接合器套上,最后通过检验[5],全部加工装配即完成。

通过输电接合器的工艺程序图使我们知道:

(1) 垂直线表示工艺流程的程序,以主要零件作为工艺程序图的主要垂直线,各种操作(检验)符号之间用垂直短线(长约6mm)连接。

(2) 水平线代表材料及零件的投入,引入线上应填写材料或零件规格、型号。

(3) 在操作或检验符号的右边填写操作或检验的内容,如“铣8个槽”、“切槽”等,通常还要注明使用的工具或设备,例如“铣8个槽”最好写成“用X8126铣床铣8槽”,或用“自动车床车外圆”等;在符号的左边记录操作时间,操作时间可用秒表测定,或用“预定时间标准法”制定。

(4) 按照实际加工、装配的先后顺序,将操作与检验的符号分别编号,由1编起,从上向下,自右至左,遇有水平线即转入下一个零件连续编号。编号写在符号内。

工艺流程图清楚地表明了怎样由原材料(铜棒料)→零件(接合器套、销等)→部件(局部装配)→接合器。

如一件工作需分成几部分去分别处理,此时由一个主要程序分成几个分程序。通常是将主要的分程序置于最右边的一行,其余的依其重要性自右向左依次排列。如电拖车分成动力、车架、电

池进行检查及维修,动力部分最重要,置于最右边,画出的工艺程序图见图 5-5。

在操作中,有时可能出现重复动作,如需在箱盖上钉 5 个钉。钉一个钉子的工艺程序图如图 5-6a,再下面的动作将重复出现“拿起一只钉”、“对准位置”、“重钉一下”、“连续钉五下”。为便于记录,可按图 5-6b 所示形式。图 5-7 为在铅锭上钻孔及镀银的工艺程序图。图中表示了镀银检验不合格的返工重复操作。

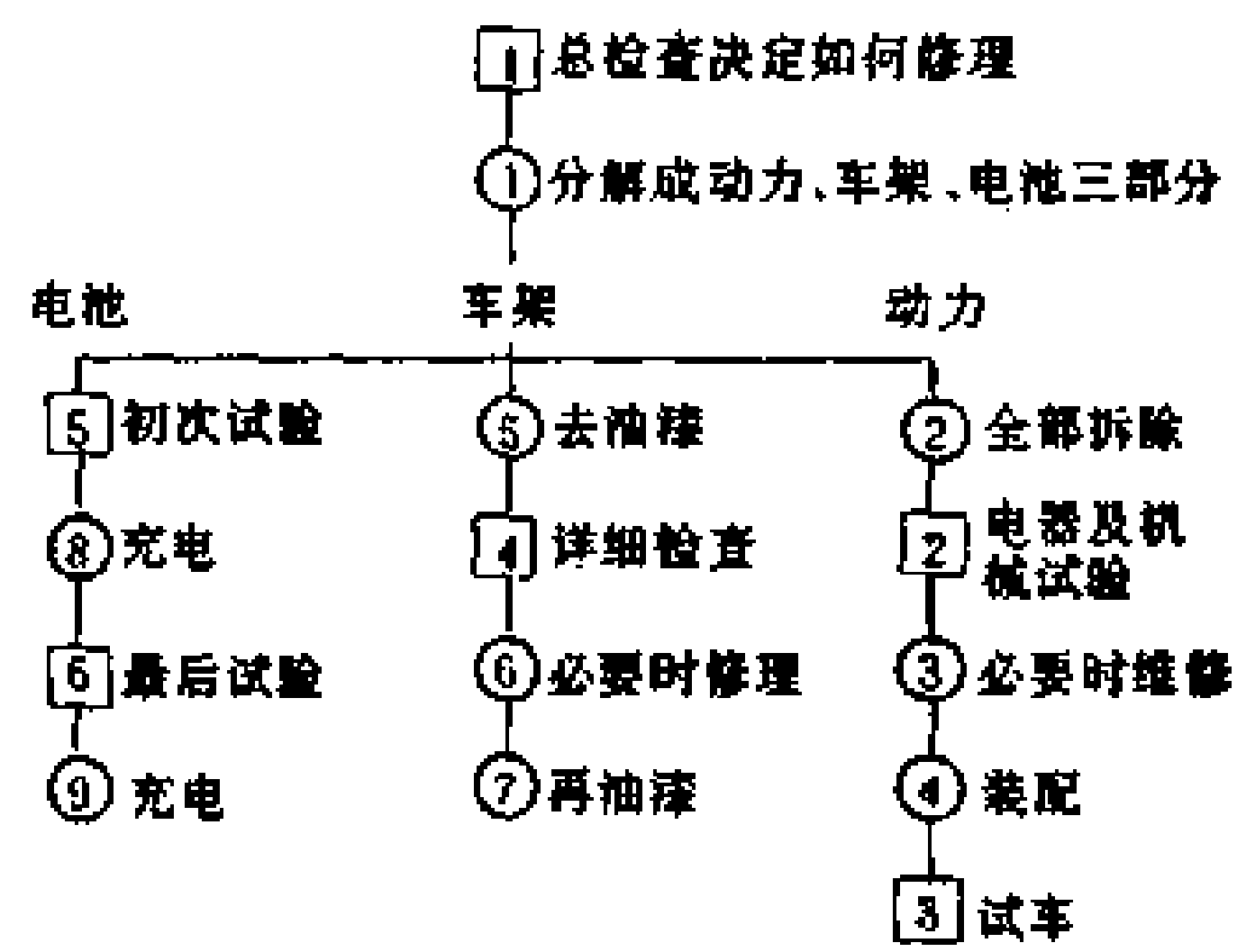


图 5-5 电拖车检查及维修的工艺程序图

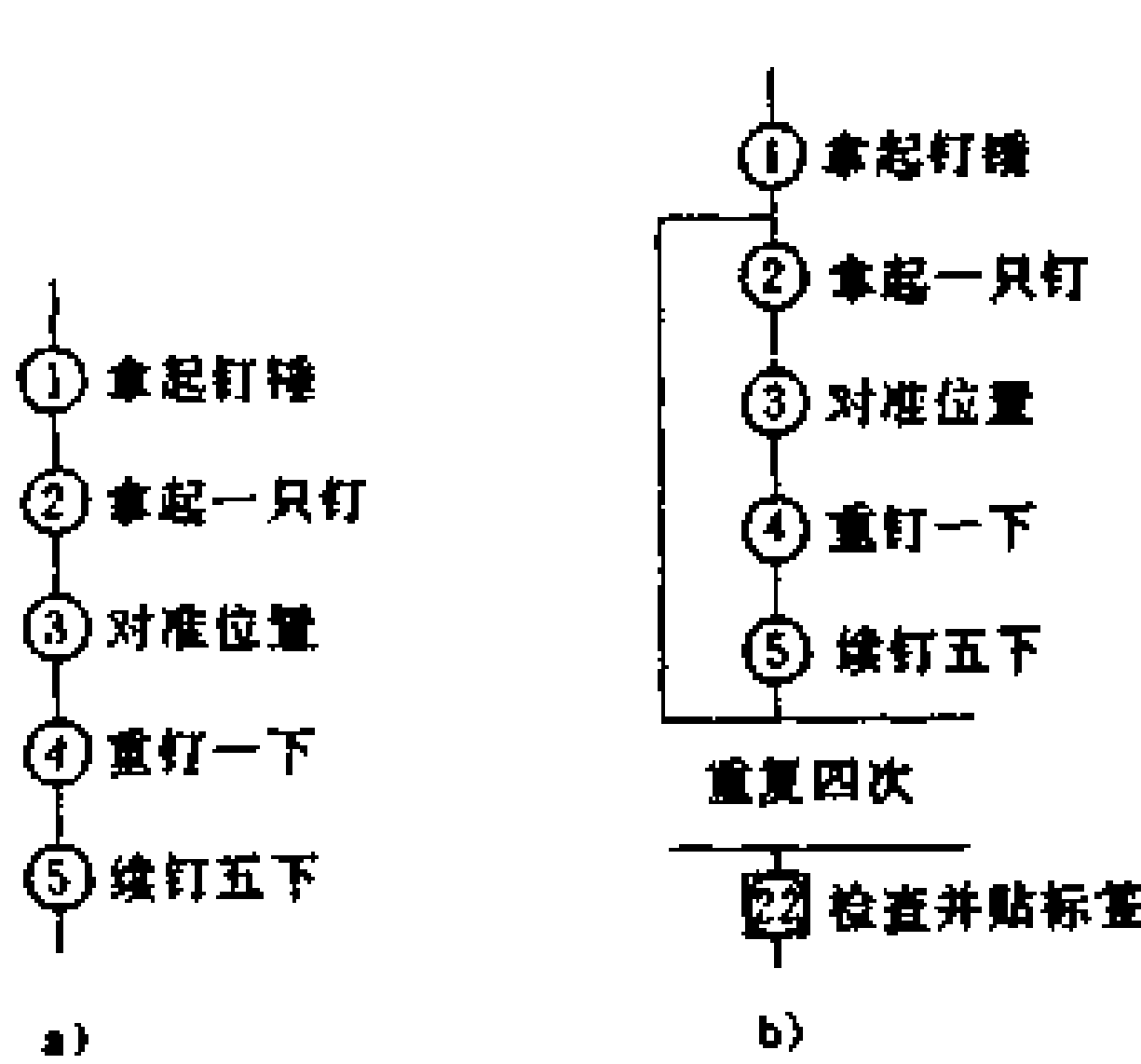


图 5-6 在箱盖上钉五个钉子的程序图

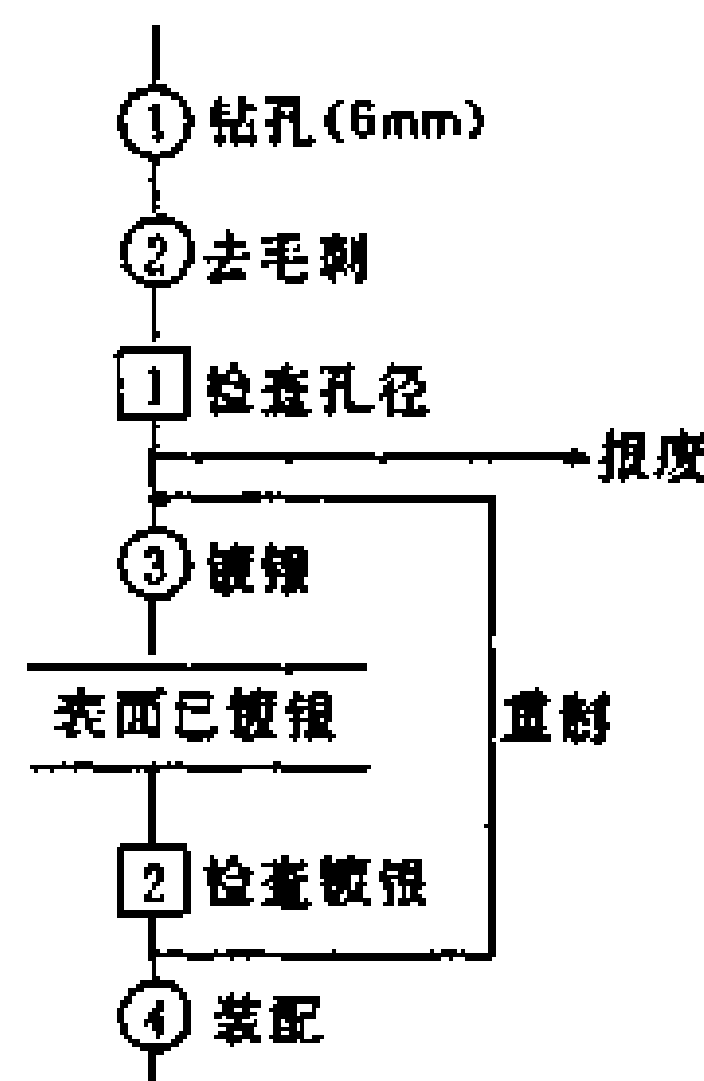


图 5-7 钻孔及镀银工艺程序图

三、工艺程序图的实例分析

实例 1 现以国内某厂电子枪(图 5-8)生产线的工艺程序图为例进行分析。

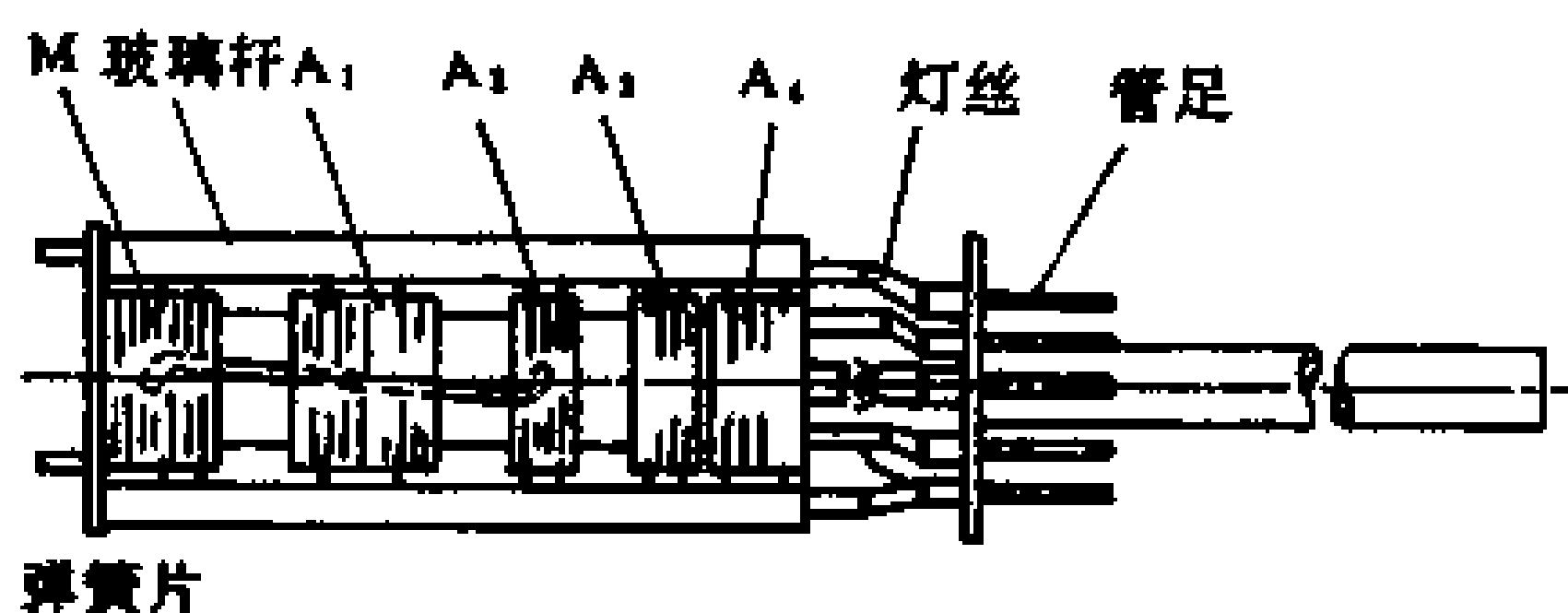


图 5-8 电子枪装配图

图 5-9 为电子枪生产线改进前的工艺程序图。图中真实地记录了生产线的供料点、供料规格和用量、时间、人员配备及电子枪生产线的概况和各作业之间的相互关系,从而对整个生产线的现状有所了解,为工艺程序分析提供依据。然后依照分析步骤,在记录的基础上进行严格的考查、分析。采用的方法是对“操作”和“检验”进行逐一的提问。当问到 0-8“点数排列透镜”工序时,发现了问题:

问:完成了什么?

答:在透镜装配、成型、检验后,由一人进行 0.01 h 的排列工作。

问:这样做是否必要?

答:原来引进的生产就是这样。经分析,没有必要,因为在 0-9 工序中,排好的透镜又被倒出来散乱装进清洗篮内,才能保证透镜的清洗较为透彻。结果十分明显,这种排列花费了工时,却丝毫不增加产品的价值,故应取消。

工作物名称:黑白显像管电子枪

方法:现行

工作部门:301车间领料(开始) 301车间电子枪包装(终止)

研究者:

审核:

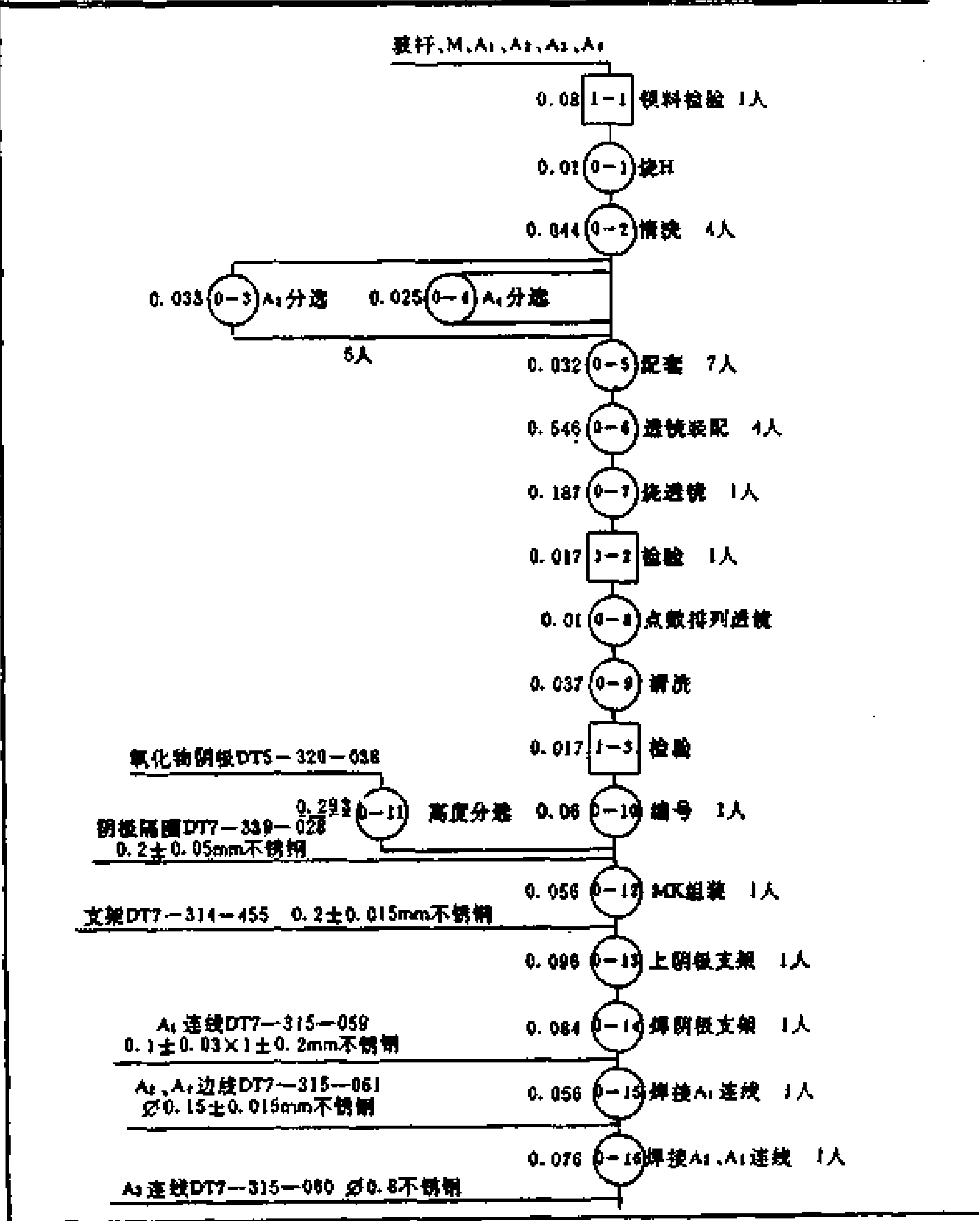
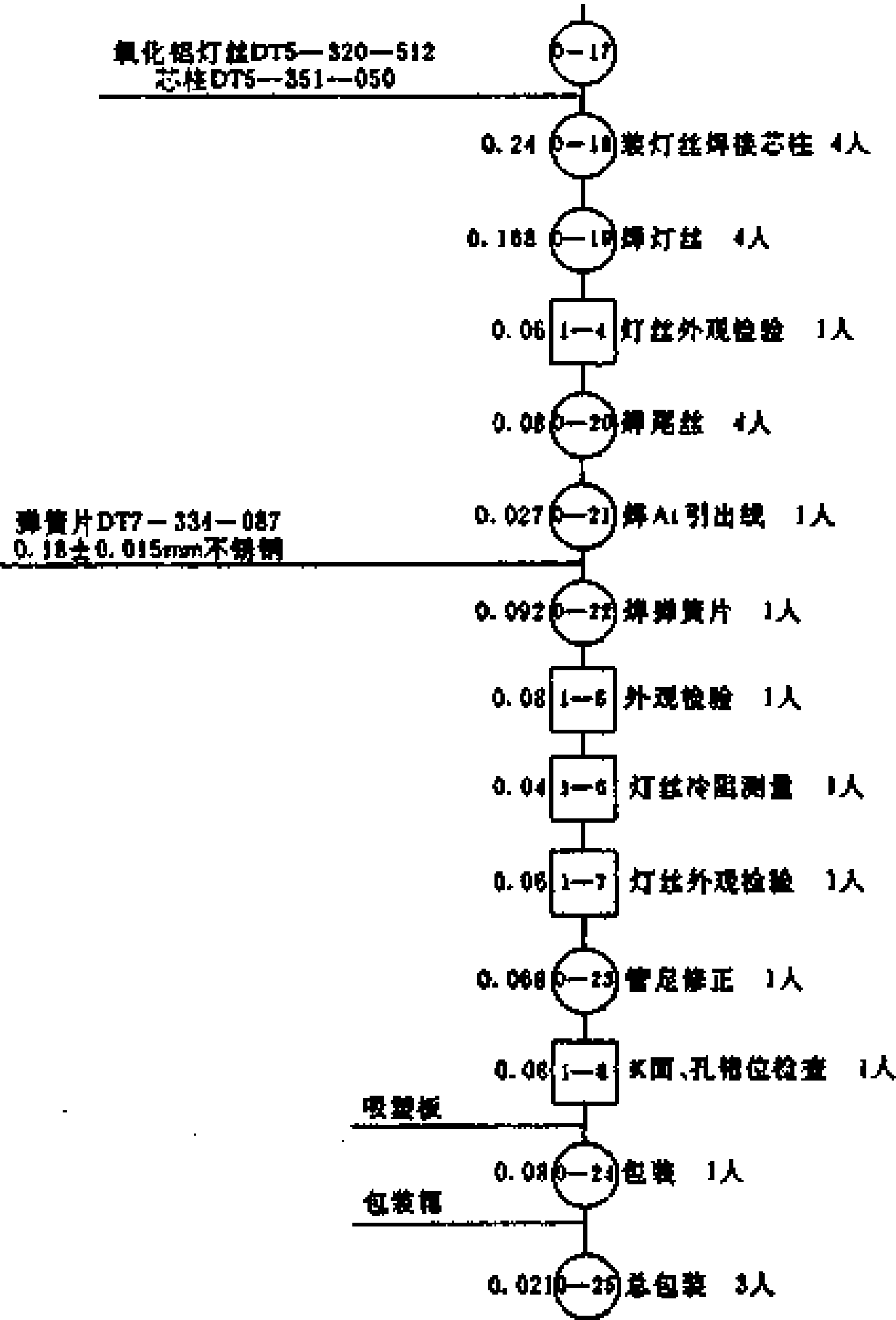


图 5-9 改进前电子枪生产线

内 容	次 数	时 间(时)
操 作	25	2.477
检 验	8	0.434
合 计	33	2.911



- 注：1. 0—1烧H属全厂性工作，电子枪零件只是其中一部分，故未记人数
2. 清洗0—2、0—9是同一工序，检验后的电子枪要返回清洗工序清洗，故人数不能重复计算。
3. 0—3A 分选，0—4A 在同一工作地共记5人。
4. 点数排列透镜0—8由透镜装配中一日抽1人4小时排6000只。

工艺程序图

工作物名称:黑白显像管电子枪

方法:改进

工作部门:301车间领料(开始) 电子枪包装(终止)

研究者:

审核:

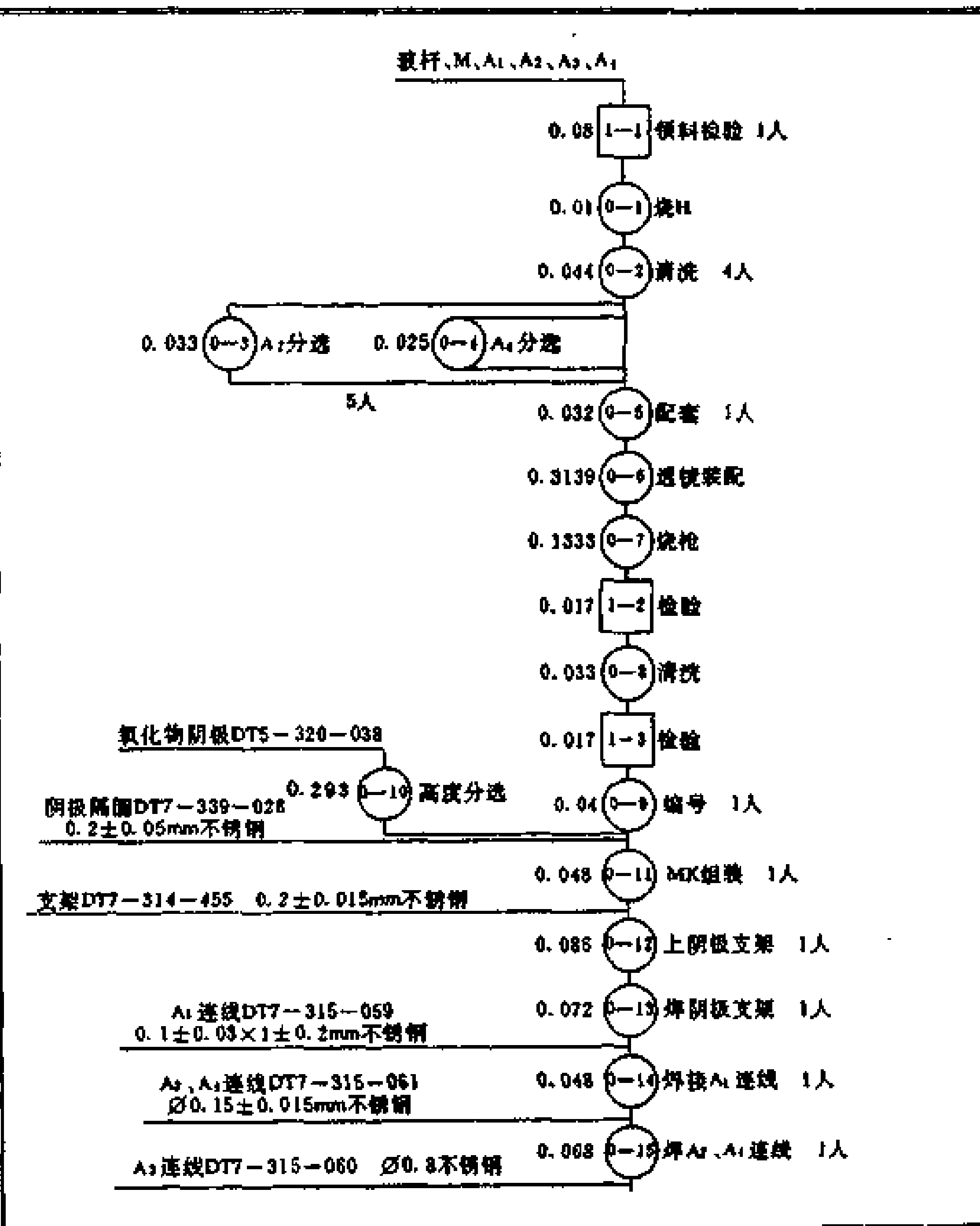
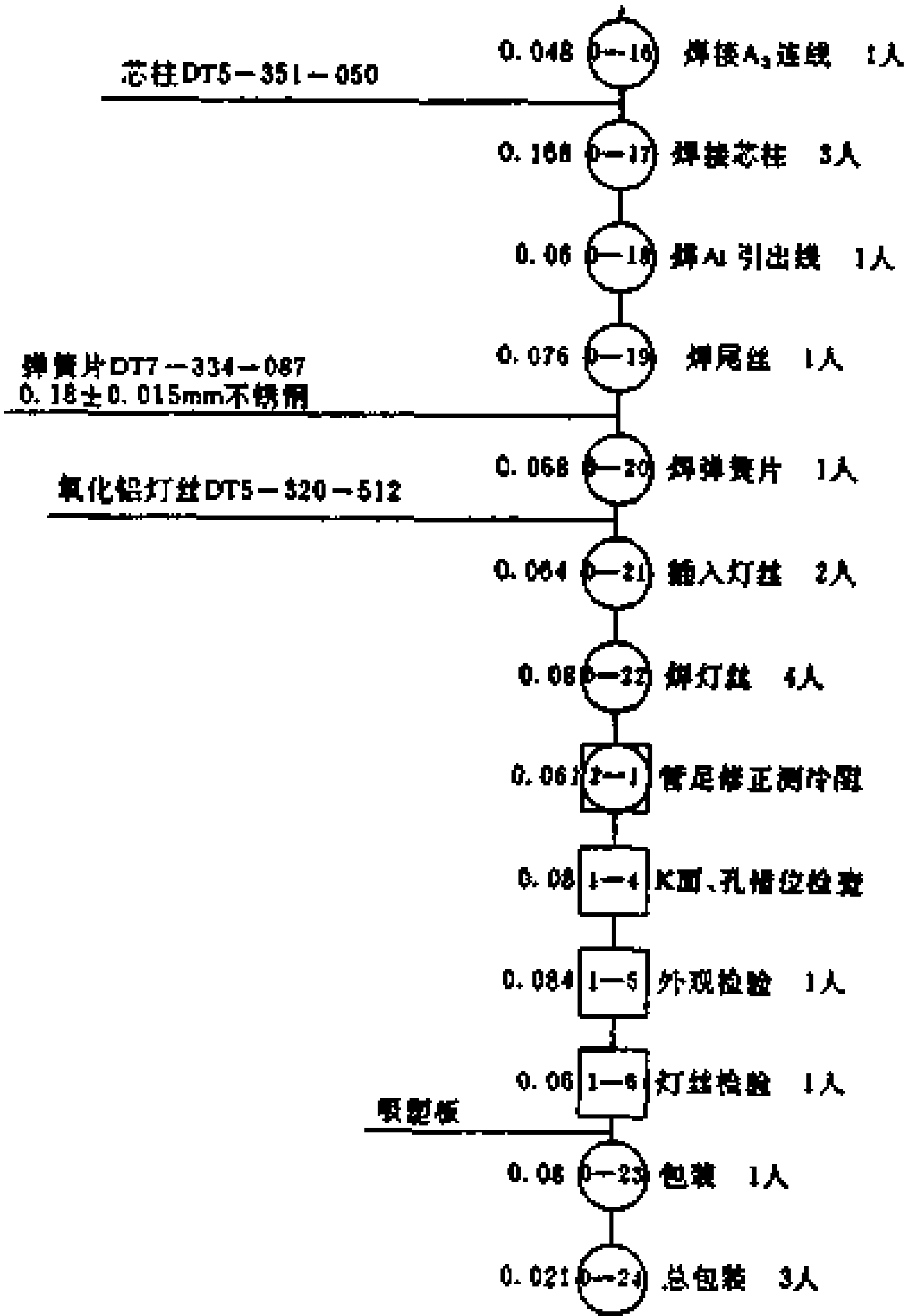


图 5.10 改进后电子枪生产线

	内 容	次数	时间(时)
	操 作	24	2.050
	检 验	6	0.338
	合 并	1	0.064
	合 计	31	2.452



注,1.0-1烧H属全厂性工作,电子枪零件只是其中一部分,故未记入数。
 2.清洗0-2、0-8是同一道工序,检查后的电子枪要返回清洗工序,故人数不能重复计算。
 3.0-3、0-4分选A₁、A₂共计5人。

工 艺 程 序 图

操作 0-18 装灯丝焊接芯柱,由于灯丝装入透镜后还要经过操作 0-20 焊尾丝、操作 0-21 焊 A_1 连线、操作 0-22 焊弹簧片,这三道工序都可能因焊接时火花溅到灯丝上造成灯丝损坏,废品率高达 12% 左右;经 1-6、1-7 检验不合格,还要将已损坏的灯丝取下重新装入新灯丝。鉴于此情况,根据取消、合并、重排、简化原则,将装灯丝、焊芯柱的操作 0-18 分解成两个工位,并将装灯丝工位排到最后(见改进后的电子枪装配工艺程序图 5-10 中操作 0-17、0-21、0-22),这样就避免了灯丝的损坏,从而使每个工作班节约灯丝 326 根,年节约 19.56 万根,可节约资金 19.56 万元,节约返修工时 540 h。

第三节 流程程序分析

一、流程程序分析的意义与内容

了解工作的概貌需用工艺程序图,而流程程序图则进一步对生产现场的整个制造程序作详细的记录,以便于对整个制造程序中的“操作”、“检验”、“搬运”、“贮存”、“暂存”作详细的研究与分析,特别是用于分析其搬运距离和暂存、贮存等“隐藏成本”的浪费。

流程程序图由操作、检验、搬运、暂存、贮存五种符号构成。此图比工艺程序图详尽而复杂,因而常对每一主要零件(或产品)单独作图,均可对其搬运、贮存、检验、暂存、操作进行独立研究。流程程序图依其研究的对象可分为:

(1) 材料或产品流程程序图(物料型) 说明生产或搬运过程中材料或零件被处理的步骤。

(2) 人员流程程序图(人型) 记载操作人员在生产过程中一连串的活动。

二、流程程序图的构成

1. 流程程序图

流程程序图与工艺程序图的构成极为相似,其差别仅为加入了“搬运”、“贮存”、“暂存”三种符号,除记录时间之外,再加上搬运的距离。

(1) 人型流程程序图的构成:以“用量规核对工件尺寸”为例。
工作任务:用量规核对工件尺寸。

开 始:工人坐在工作台旁,工件在工作台上。

结 束:工人坐在工作台旁,已核对的工件在台上。

图 5-11 为该工人按要求核对工件尺寸的程序图。

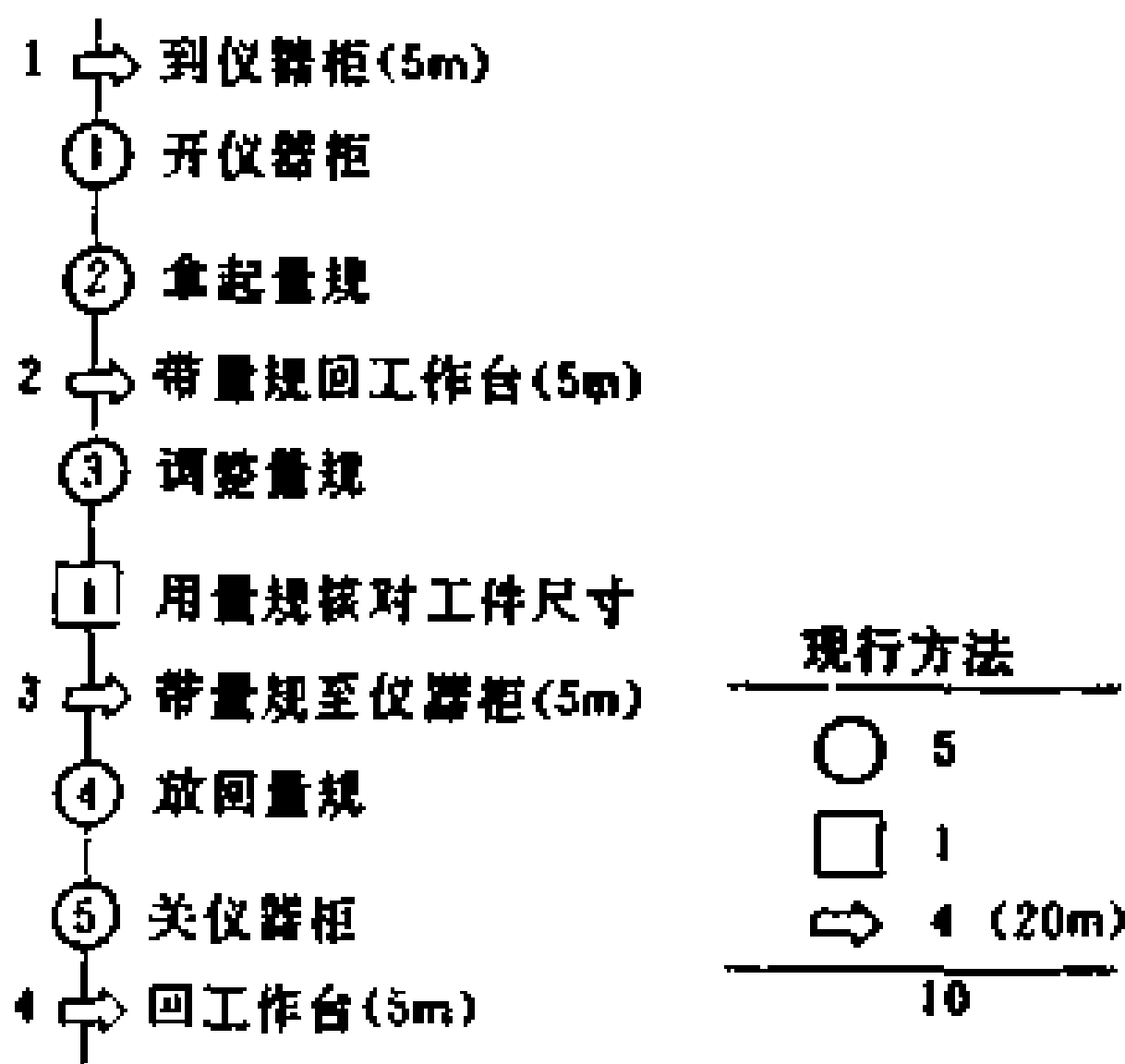


图 5-11 用量规核对工件尺寸
(人型流程程序图)

(2) 物料型流程程序图的构成:以“车制长轴”为例。

图 5-12 为车床工人工作范围简图,图 3-13 为其流程程序图。

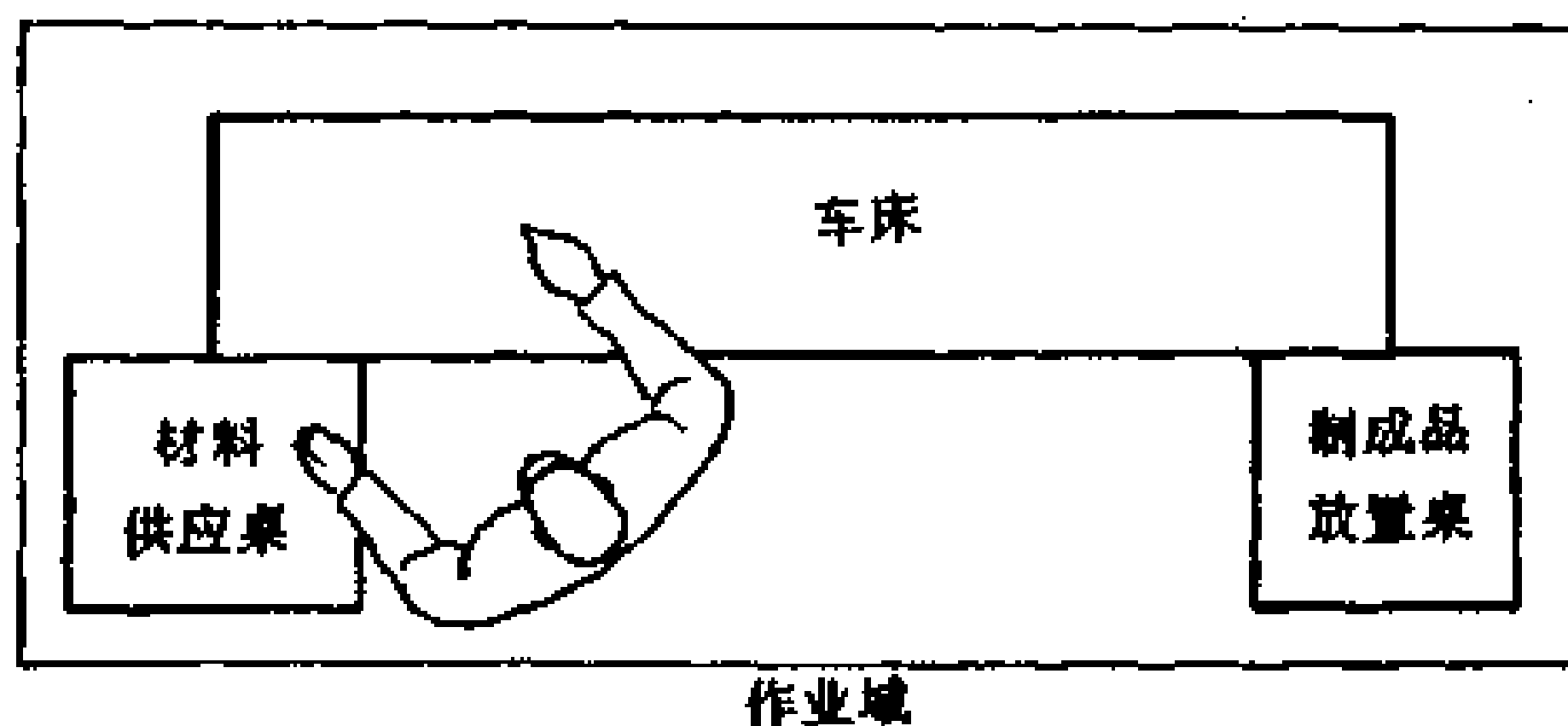


图 5-12 工人工作范围简图

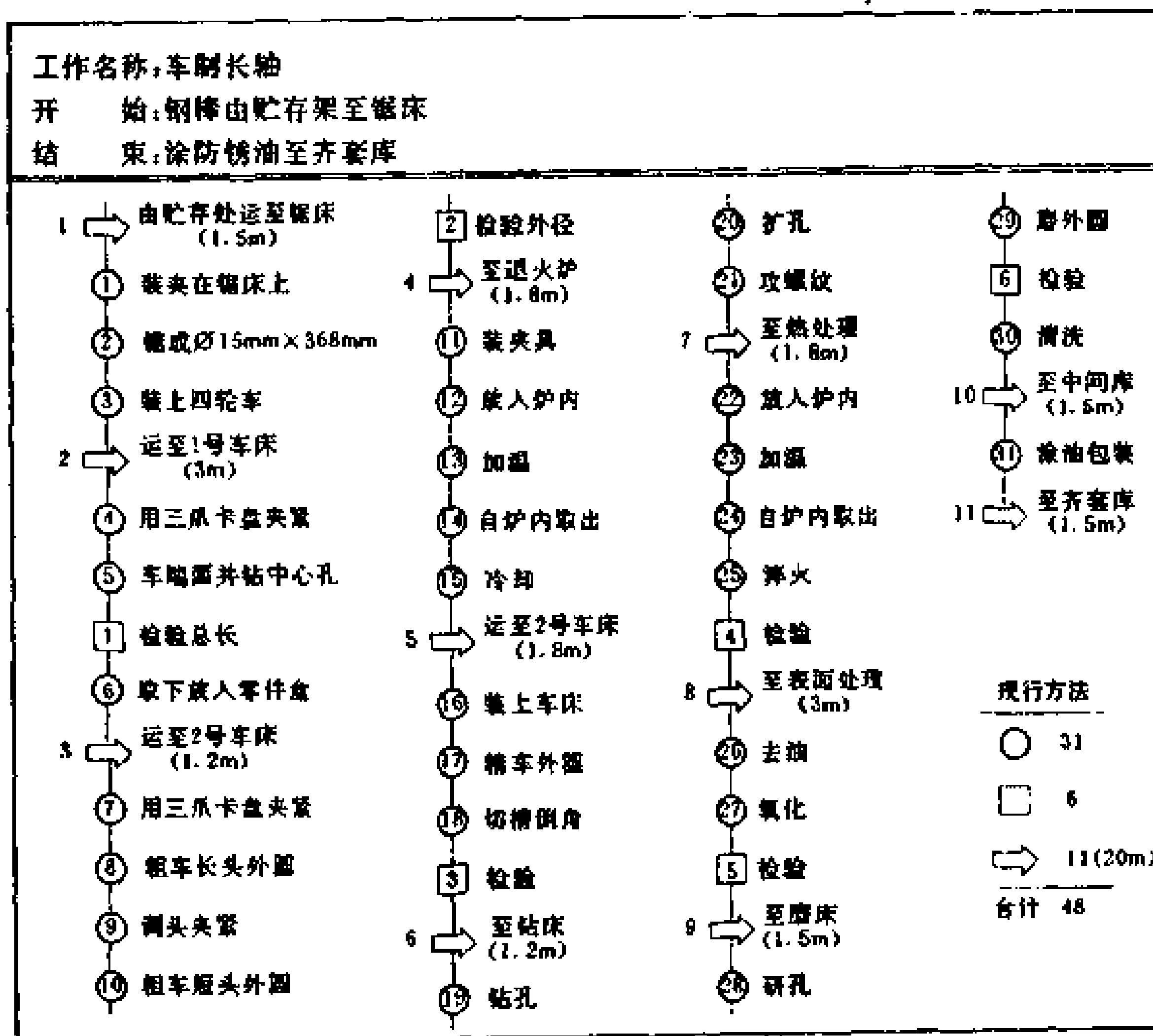


图 5-13 车制长轴(物料型流程程序图)

2. 流程程序图表

在实际工作中,一般都使用事先设计好的流程程序图表。此种图表是将五种符号印在表格中,分析记录时,只需将各项工作按照发生的顺序用直线将符号连接起来。而表头部分则应有工作部别、工作名称、现行方法与建议方法及最后统计,其样式见图 5-15、图 5-17,也可制成图 5-19 的形式。绘制流程程序图必须注意以下事项:

(1) 图表上记述的内容必须是直接观察所得。

(2) 图表应提供尽可能全面的信息,所有的图表都应具备有关信息的表头(见图 5-15),其内容包括:

① 产品、物料或设备的名称,附上图号或编号。

② 所记录的流动程序,应明确说明起点与终点,以及该方法是否是现行的还是建议的。

③ 进行操作的地点(部门、工厂、工地等)。

④ 图表查阅号、总页数、页号。

⑤ 记录者、审定人的姓名和记录日期。

⑥ 记录距离和时间的总计、人工成本、材料成本,以便对新旧方法进行比较。

三、流程程序图的实例分析

以下各例的分析将按照程序分析的基本步骤进行。

实例 1 某仓库领、发料工作的改进。

某工厂新上任的仓库主任,发现每日上班后领料人甚为拥挤,且等待时间较长。由于此仓库每日要供应全厂六个车间的物料,领料发生迟延必将影响全厂的工作,并且该仓库发料员常发生锯伤手指的情况。因此,经与仓库人员商量后,决定选择仓库的发料工作为改进对象。故此:

1. 选择 以仓库发料作为改进对象。

2. 记录 采用记录技术记录以下情况:

(1) 仓库的平面布置 该仓库为一层平房,其仓库平面布置如图 5-14 所示。

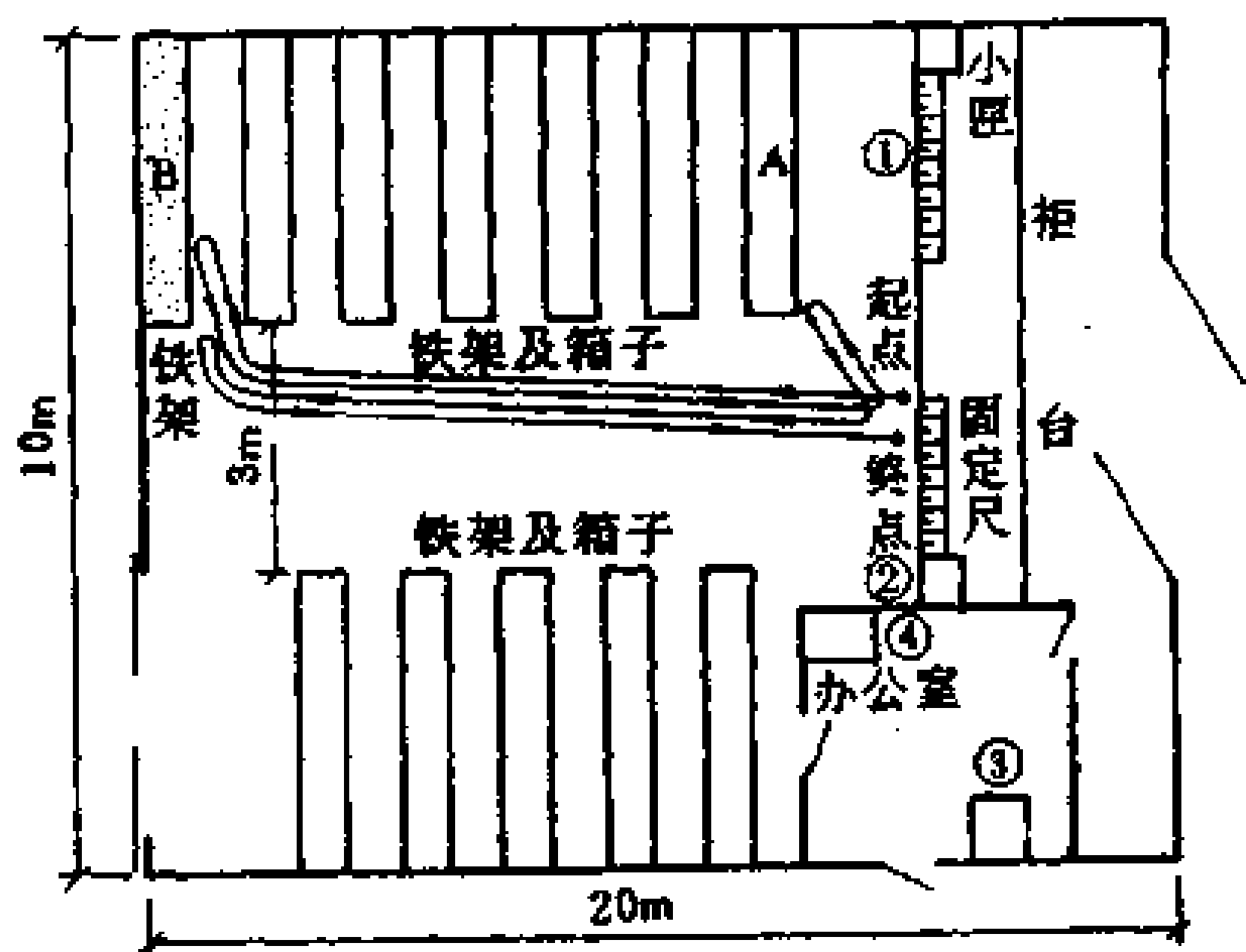


图 5-14 仓库平面布置图

领料人从右边的大门进入至柜台处,该柜台与大门之间约有 3m 左右的距离。在柜台内侧有两把 1m 长的固定尺,柜台两端各有一小匣,作贮存已经发料的领料单用。柜台一端连接办公室,由窗口可以看到柜台处发料的情况。仓库内全部是铁架及箱子,存放各种大小物料及零件。仓库后面的铁架 B 系堆放钢管、铁管及橡皮管等物料用。柜台后面铁架 A 处,放锯切用的手锯。图中的①、②代表发料员,③是仓库管理员,④是仓库主任。

(2) 记录实际发料情况 以发橡皮管为例(见图 5-15)。发料情况为:

工作开始为发料员②审阅领料单(查看要领的物料或零件的名称、规格、数量及主管是否均已签章。此例为领 1.2m 的橡皮管,该发料员经中间过道走到仓库最后的铁架 B(约 15m),选取比

工作部别 仓 库					统 计 表				
工作名称 自仓库发橡皮管					项 别	现行方法	改良方法	节省	
图 开 始 发料员在柜台收到领料单					操作次数	○ 9			
图 结 束 发料员在柜台旁等待另一领料单					运送次数	◇ 6			
研究 者					检验次数	□ 4			
年 月 日					等待次数	D			
审 阅 者					储存次数	▽			
年 月 日					运输距离 (米)	6.52			
					共需时间 (分钟)				
现行方法					改良方法				
步 骤	操 作	运 送	检 验	等 待	储 存	工 作 说 明			
1	○	◇	■	D	▽	审阅领料单			
2	○	●	□	D	▽	至铁架B处	1.5		
3	●	◇	■	D	▽	选取比需要稍长之橡皮管(必须整稍长)			
4	○	●	□	D	▽	带橡皮管回柜台	1.5		
5	●	◇	■	D	▽	量取尺寸指往锯切点(用大拇指指出锯切点)			
6	○	●	□	D	▽	带橡皮管至铁架A处	0.2		
7	●	◇	□	D	▽	从箱内取弓锯			
8	○	●	□	D	▽	带橡皮管及弓锯回柜台处			
9	●	◇	□	D	▽	锯切需要长度(手指有受伤危险,锯不平)			
10	●	◇	□	D	▽	放锯于柜台上(因此,常下次找不到锯子)			
11	○	◇	■	D	▽	再量试尺寸			
12	●	◇	□	D	▽	发给领料人			
13	●	◇	□	D	▽	在领料单上签字			
14	●	◇	□	D	▽	放领料单于匣中			
15	○	●	□	D	▽	带余料至铁架	1.5		
16	●	◇	□	D	▽	放余料在铁架上			
17	○	●	□	D	▽	回柜台	1.5		
	○	◇	□	D	▽				
	○	◇	□	D	▽				

图 5-15 仓库发料之流程程序图(现行方法)

所需长度稍长的橡皮管,拿回柜台,放于柜台固定尺上量取所需长度,以大拇指按住锯切点,用手握住橡皮管走至 2m 远的 A 处,拿到锯子后返回到柜台上锯切所需长度的橡皮管。锯时以拇指按住锯切点(不但锯不平,且有锯伤手指的危险),锯毕即将锯子放柜台上(可以想象,下次再需锯子时,在 A 处将找不到锯子)。将橡皮管在尺上校对其长度后交给领料人,并在领料单上签字以示该料已发放,再将领料单放入小匣内。最后将锯下之余料送回仓库后面的铁架 B 上。

3. 严格分析所记录的全部事实

按照基本程序对记录的事实采用提问技术逐项提问。首先是对操作提问。由图 5-15 的仓库发料流程程序图可见,第一个操作是步骤 3,现对步骤 3 的操作进行提问。

问:完成了什么(首先提问操作动作)? 是否必要?

答:选取比需要稍长的橡皮管是必要的。

问:为什么?

答:怕在柜台上量时不够长,故必须选取稍长的橡皮管。

问:有无其他更好的做法?

答:可能有,假如能够贮存各种不同长度的管子。

问:何处做(即在什么地方锯)?

答:在柜台上锯。

问:为何在此处锯(即为什么要在柜台上锯)?

答:因为锯子在附近,柜台上固定有固定尺,柜台平面可作锯切台用。

问:有无其他更合适之处?

答:如能在存放管子的铁架处锯,则可节省来回行走。

问:何时做(什么时候锯的)?

答:在整个发料工作时间的一半时锯,即走了大约 35m 之后才锯。

问:为何需此时(为什么要在此时锯)?

答:因为要走到后面铁架 B 取橡皮管及于铁架 A 取锯子,最后才能放到柜台上锯。

问:有无其他更合适的时间锯?

答:似可以最初于铁架处选取管子时锯,或事先锯好最常用的各种尺寸管子。

问:由谁做(即由什么人锯)?

答:由发料员锯。

问:为何要发料员锯?

答:仓库不可能有其他人。

问:有无其他更合适的人锯?

答:如果由有锯切经验的人来做,可能更好。

问:如何做(他是怎么锯的)?

答:他用左手握住管子,用拇指按住管子锯切的地方作为锯片下切处。

问:为何要如此锯?

答:因为在锯切的过程中,并无任何可以夹住管子的东西。

问:有无其他更合适的办法?

答:如能使用一个简单的设备夹住管子,则既可保持正确平整的锯缝,又可不致锯伤手指。

再对第 5 步骤的“检验”进行提问:

问:完成了什么?

答:锯切点已经找出来,并用拇指按住。

问:是否必要?

答:是必要。

问:为什么?

答:因为这样可以保证锯出所需的长度。

问:有无其他更好的办法?

答:如果仓库储存所需长度的管子,则可取消此动作。

问:何处做?

答:在柜台上做。

问:为何要在此处做?

答:因为尺是固定在柜台的边缘上。

问:有无其他更合适的地方?

答:有,那就是在最后面的铁架 B 处。

问:何时做?

答:在柜台与铁架间行走约 35 m 后,在锯切前做。

问:为什么要在那时做?

答:因为尺在柜台上,所以必须将管子携至柜台时才可做。

问:有无其他更合适的时间做?

答:有,如果在选择管子时做,则不需带管子到柜台前。

问:由谁做?

答:发料员。

问:为什么需此人做?

答:因为他的工作是发料。

问:有无其他更合适的人?

答:如果找有锯切经验的人来做更好。

问:如何做?

答:将管子平放在尺上,使其一端位于尺的起点,再移动左手待拇指到达所需的尺寸即用拇指按住锯切处。

问:为什么要这样做?

答:因为一向都是如此做的。

问:有无其他更合适的方法?

答:如果有一设备,能夹住橡皮管,并能调整和指出锯切点又不会锯伤手指为最好。

如果对步骤 11 的第 4 个检验提问,则有:

问:完成了什么?

答:管子已按其需要的尺寸锯好,现在再来量取其尺寸。

问:是否必要?

答:无此必要,因为在锯前已经量好,而且此种锯切并非要求精确地锯切,则此动作可以取消。

根据提问、归纳、整理,有以下意见:

(1) 在仓库不需锯切

- ① 贮存一定长短的管子;
- ② 由锯工来锯(不用仓库人员锯)。

(2) 减少锯切

- ① 锯成各种常用尺寸管子(进仓库时锯);
- ② 比需要长 5 cm 以内的管子不再锯切;
- ③ 收料时即在管子上注明各种尺寸。

(3) 安全而又容易地锯切

- ① 在铁架处,选择与锯切同时进行,不用来回走动;
- ② 使用可以夹持管子并保证安全与能控制锯切长度的设备;
- ③ 在铁架处量长度,与选择合并。

下面即可根据程序分析的四大原则,进行取消、合并、重排、简化工作。

对于“仓库不需锯切”的意见:贮存生产中所需长度的管子,如果产品是固定的,则容易做到;如果产品不固定,则很难做到。仓库专门有一位锯工来锯料,也不需要。

将“减少锯切”与“安全而又容易地锯切”合并起来考虑:在铁架 B 处适当高度的地方上刻上刻度,以 10 cm 为单位,这样发料员发料时便可方便地在铁架处量取长度,而不必走到柜台前来量尺寸。在铁架处锯,则需要在铁架前增加锯切工作台。

可以夹持管子并保证安全与能控制锯切长度的设备如图 5-16 所示。图中,活动夹和锯切架固定在平台上,锯切时,将管子放

槽内,活动夹可将管子固定在所需位置,锯子亦挂在锯切架旁边。

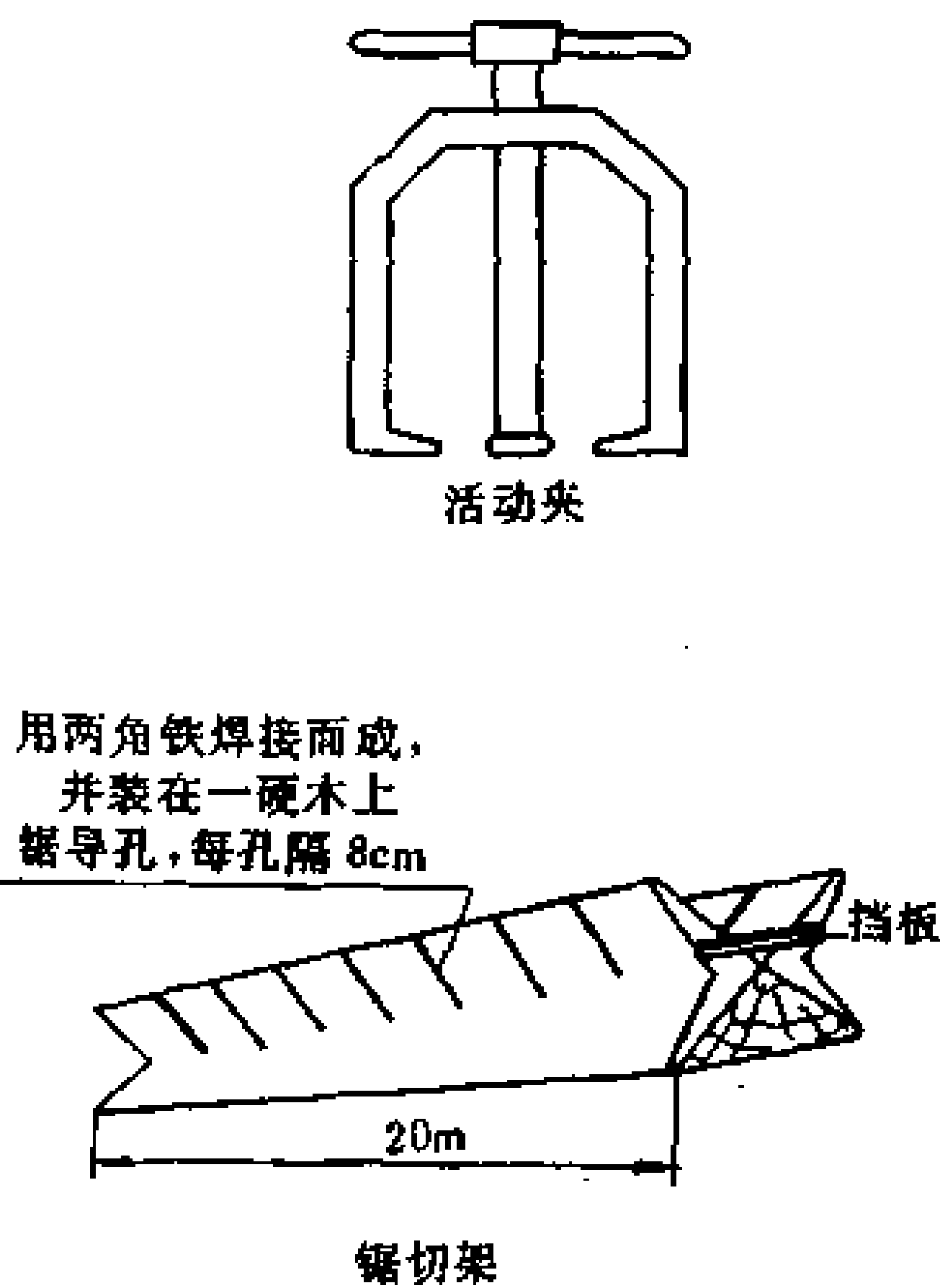


图 5-16 锯切的设备(活动夹与锯切架)

4. 建立新方法

发料新方案的流程程序图如图 5-17 所示。

发料员首先仍如过去一样审阅领料单,根据领料要求(领取 1.2 m 长的橡皮管),走到最后面的铁架 B 处,取出一根橡皮管,只要在铁架上刻度处一比,就很容易取得需要的长度。然后在锯切架处安全而容易地完成锯切工作(锯子就在锯切架旁),锯完后,可以放余料于铁架上,锯挂于钩上。然后,带锯好的管子返回柜台,办理发料及领料单的手续。

由图 5-17 的表头处可见,新方法比老方法每次节省了两个操

作、四次运送、两次检验,路程缩短 34 m。

仓库发料新方案的平面布置见图 5-18。

5. 实施

新方案必须经由领导批准才能实施,为此需起草一份建议书,其内容如下:

提案人: × × ×

工作部门: × × ×

改良方案的效益:

新方法解决了领料人在柜台处的拥挤及等待,提高了管子的锯切质量,发料员的手指不会割伤,操作更加安全可靠。

可节省的工时及费用:

(1) 平均每人每次 3 min 的等待时间,每天平均 600 次/人,共节省 1 800 min(即 30 h),相当于每天 3~4 人的工作量。

(2) 锯伤的医疗费及休息时的工资损失。

所需设备及措施:

(1) 在铁架的适当高处做各种长度记号,以 10 cm 为单位。

(2) 在铁架上添置一个 2 m 长的台架,作为锯切的工作台。

(3) 添置锯切架及活动夹,如图(图 5-16)所示。

新设备的成本:

锯切架、活动夹估计约需 100 元。

待领导批准后即可实施新方案。

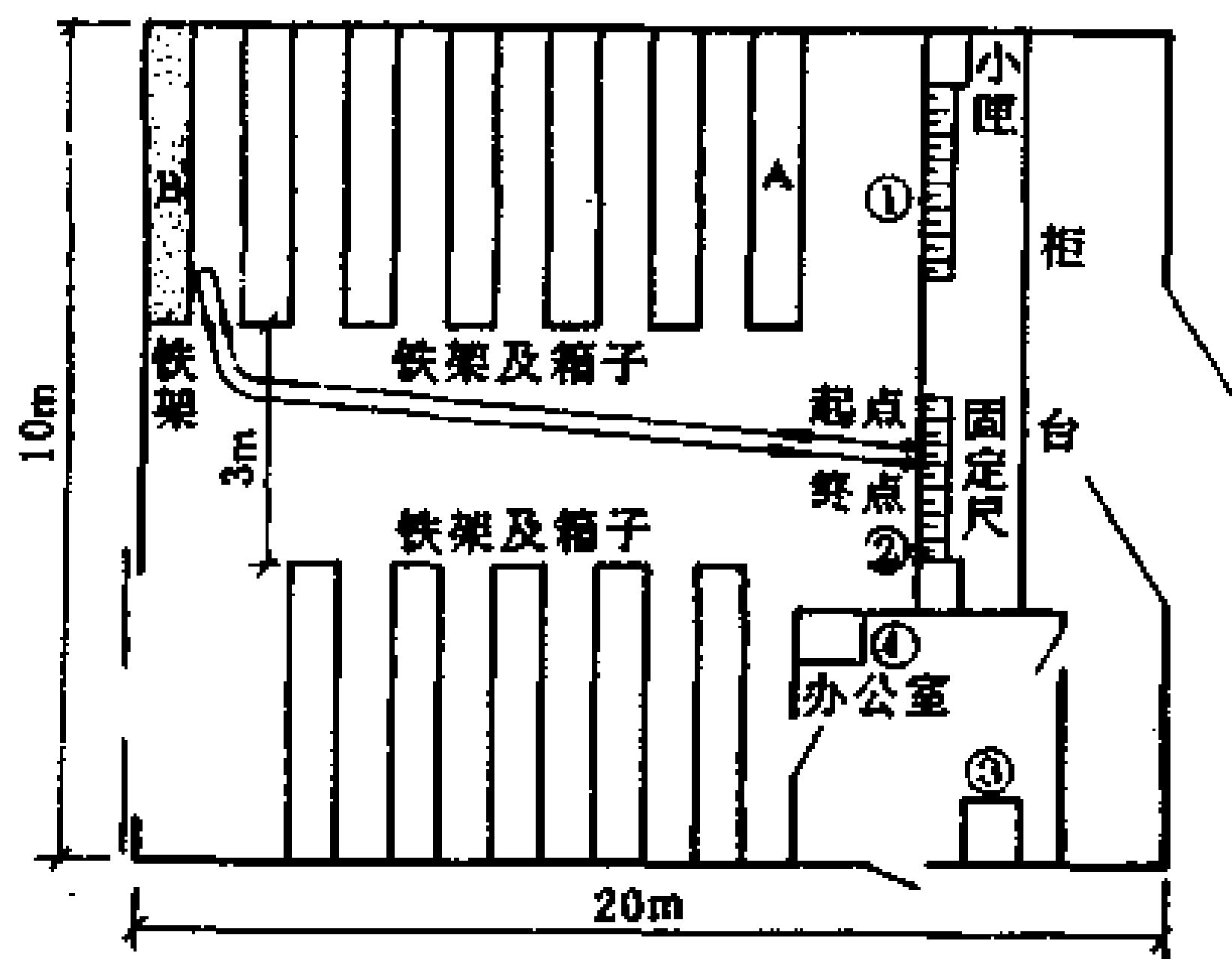


图 5-18 发料(硬橡皮管)的改进方法

实例 2 应用流程程序图对电子枪生产线进行分析。

图 5-19 为电子枪透镜组装和清洗工序的流程程序图。图中有改进前后的流程程序及改善要点(取消、简化、合并、重排)。

如图 5-19 中的第一个取消是:将透镜摆放整齐装入盒中直到将透镜装入清洗篮,改为采用清洗架代替排列透镜的盒子和清洗篮。这样,可使检验合格的透镜直接被装上清洗架并及时转到下工序清洗,既解决了点数问题,又不必倒换容器,且保证了清洗质量。据统计,改进后每天节约 2 h,每年可节约 600 h;透镜清洗量由每批 300 只增加到 560 只,工效提高 86.7%;孔锈、氧化锈造成的废品减少 5%。以年产 120 万只电子枪计算,每年可减少废品 6 万只,每只按 6.5 元计算,每年可节约资金 39 万元。

流程程序图											
工作物名称: 电子枪透镜			研究者: _____								
工作场地: 烧枪间、清洗间			审阅者: _____								
研究量: 1											
方法:改进前			时间:1988年11月13日								
说 明	距离 (m)	时间 (min)	改善要点				符 号				
			简化	取消	合并	重排	○	0	D	□	▽
配套组送零件到烧枪组零件台	12	0.001									
将零件从零件台运到工作台	4	0.002	✓								
操作者从左到右将零件按 G4G3G2G1G0 顺序置于工作台		0.002	✓								
上模,将零件穿入中心杆,装入模具固定		0.4	✓				✓				
将固定好的模具送到烧枪者身边	0.5	0.1	✓								
放两根玻杆入玻璃,将装架板装入烧枪机,烧玻杆压制		0.15	✓								
压制者从烧枪机上取下模具		0.05									
压制工将压制好的模具放回工作台	0.5	0.1									
操作者从模具内取出透镜放入盘中		0.2									
将成型透镜送到检验台待检	7	0.006									
从烘箱中取出透镜送到工作台		0.4									
待检验好的透镜送到零件台	5	0.006									
将透镜摆放整齐,装入盒中		0.05		✓			✓				
将透镜放入金属干燥箱	5	0.001		✓							
从金属干燥箱中取透镜到清洗间	18	0.0016		✓			✓				
将透镜装入清洗筐		0.0114		✓							
送清洗筐至超声波清洗间	5	0.0083									
将清洗筐挂在清洗架上		0.0083									
清洗透镜		0.0166									
从清洗筐中取出透镜		0.0083									
将清洗筐提到过道上	10	0.0042		✓							
对透镜用水		0.0083		✓							
将用过水的透镜送上工作台	5	0.0018									
对透镜进行风淋		0.0057	✓								
将风淋好的透镜送入烘箱	3	0.0042									
烘干透镜		0.0197									
从烘箱中取出透镜送至工作台	3	0.0042									
排好透镜并点数		0.0083		✓							
将透镜送往装架间	5	0.0033									
合 计	83	1.582	6	8			3	14	14		1

图 5-19 电子枪透镜组装

项 目		统 计			
		改进前	改进后	节 省	
操作:		14	11	3	
检验:		1	1	0	
运送:		14	11	3	
距离(m)		83	58.7	26.3	
时间(min)		1.582	0.953	0.629	
方法:改进后		时间:1989年9月15日			
符 号		附 记	时间 (min)	距离 (m)	说 明
▽	□	D	0	○	
			0.001	12	配装组透零件到烧枪组零件台
			0.001	4	送零件到工作台
			0.001		操作者将零件 G403G20100 从左到右按顺序置于工作台上
		动作改进	0.3		将零件穿入中心针,装入模具固定
		工作台改进	0.05	0.3	将固定好的模具送到烧枪者身边
		动作改进	0.1		取两根玻杆入玻璃槽,将垂架模装入烧枪机,烧玻杆压制
			0.05		烧枪工从烧枪取下模具
			0.05	0.4	烧枪工将模具放回工作台
			0.1		操作者将透镜从模具内取出放入盒中
			0.006	7	将成型透镜送到检验台待检
			0.2		检验透镜
		工装改进	0.0417		将透镜装入透镜清洗架
			0.001	14	送透镜清洗架至清洗网
			0.0042	5	将透镜送入超声波清洗网
			0.0042		挂透镜清洗架
			0.0003		清洗透镜
			0.0042		从清洗槽中取出透镜清洗架
			0.0009	5	送透镜至工作台
			0.0028		对透镜进行风淋
			0.0021	3	将风淋好的透镜送入烘箱
			0.0194		烘干透镜
			0.0028	3	从烘箱中取出透镜
			0.0028	5	将透镜送往装架网

和清洗工序的流程程序图

第四节 线路图分析

一、线路图的作用与画法

线路图以作业现场为对象,用以对现场布置及物料(包括零件、产品、设备)和作业者的实际流通路线进行分析,常与流程程序图配合使用,以达到改进现场布置和移动路线,缩短搬运距离的目的。

线路图依比例缩尺绘制工厂的简图或车间平面布置,将机器、工作台等相互位置一一绘制于图上,并将流程程序图上所有的动作以线条或符号表示,特别是材料与人员的流通路线要按照流程程序记录的次序和方向用实线、虚线或点划线表示,也可用不同颜色的线条表示不同流程或不同搬运方法。各项动作发生的位置则用符号及数字标示。流通的方向一般以箭头表示。

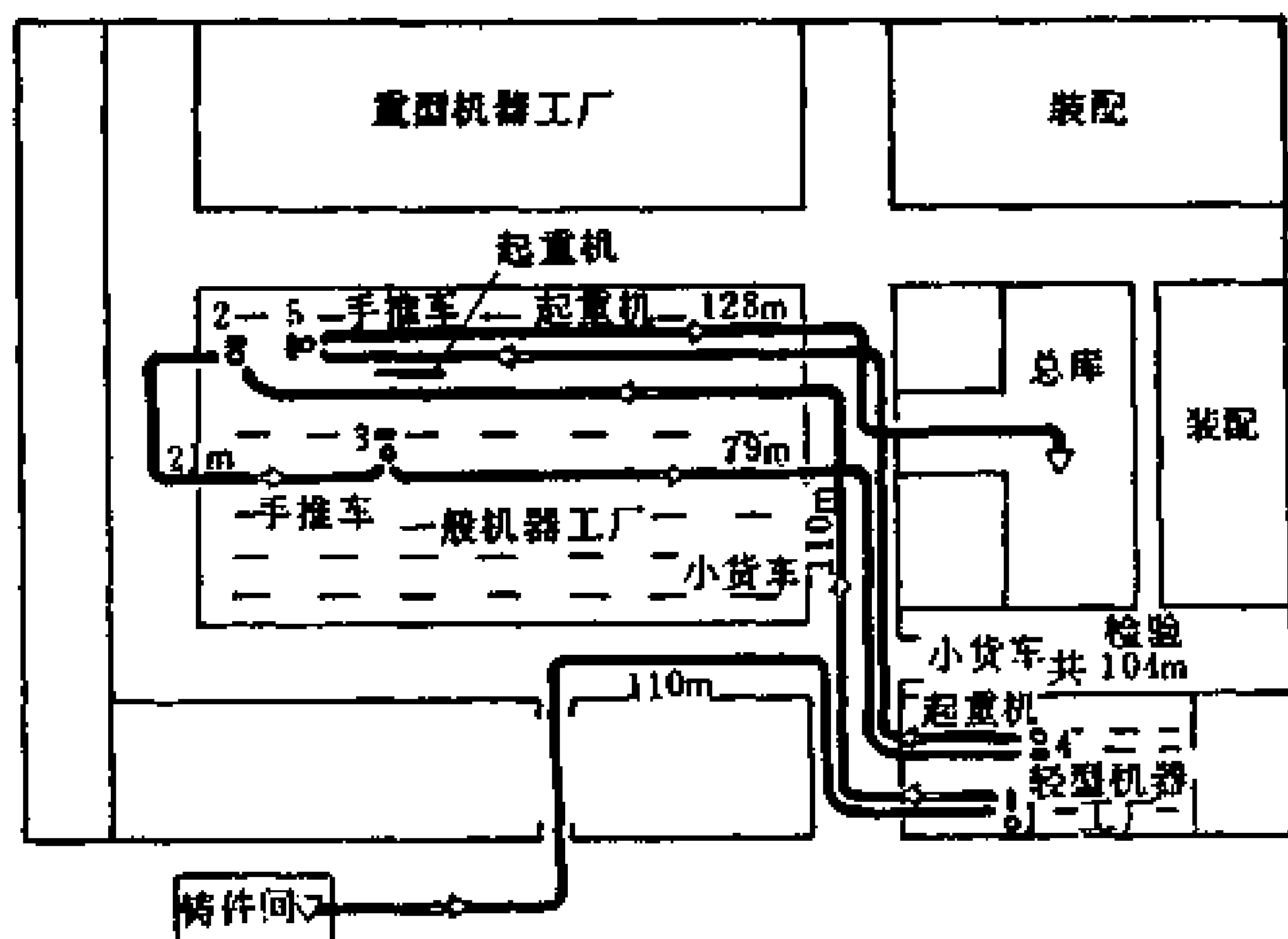


图 5-20 汽缸头的加工线路图(原方法)

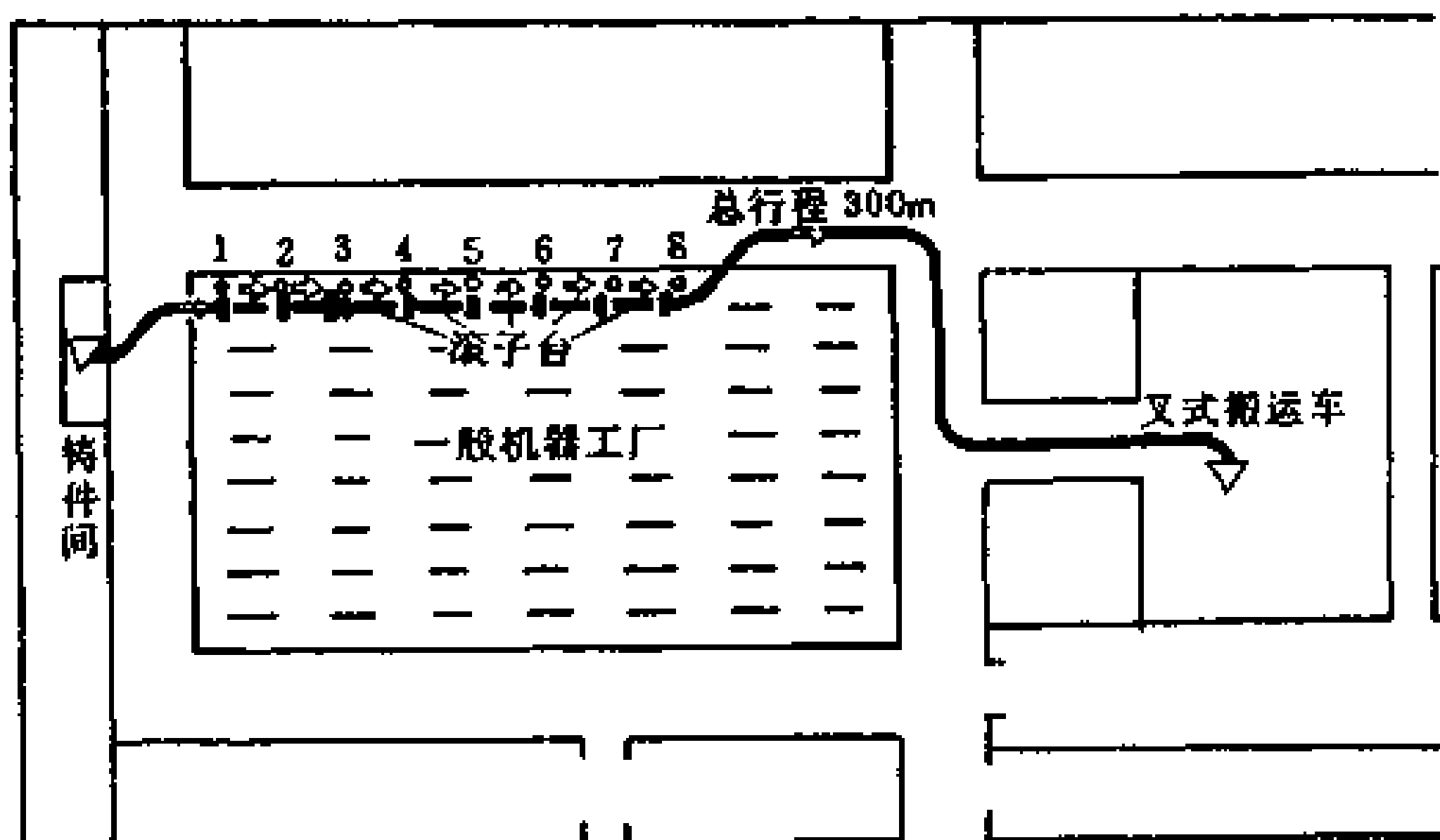


图 5-21 汽缸头的加工线路图(改良方法)

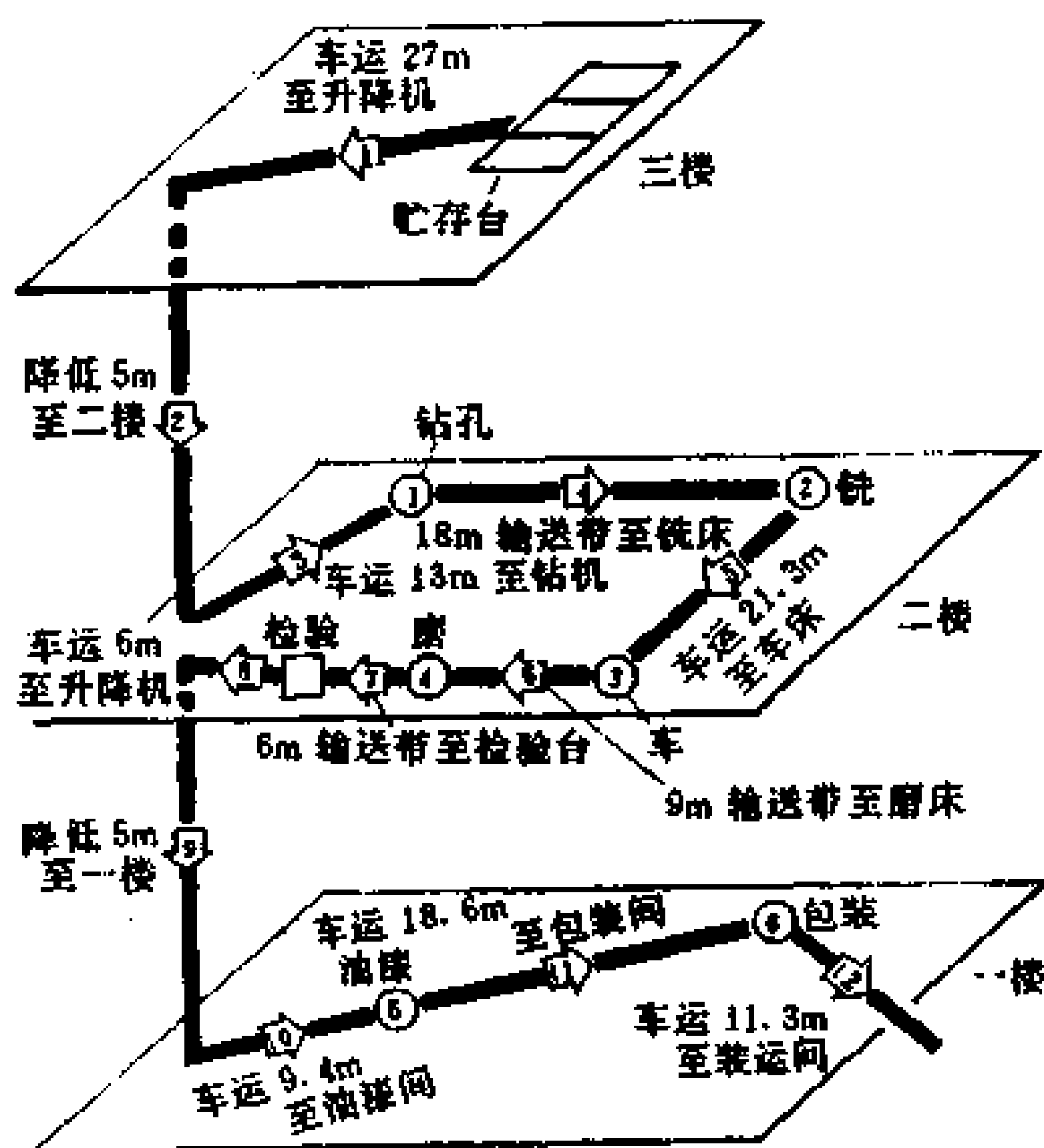


图 5-22 立体线路图

线路图主要用于“搬运”或“移动”路线的分析。

图 5-20 为汽缸头加工的线路图(原方法),图 5-21 为用线路图表示的改进方法。图中表明了汽缸头由铸造车间制成铸件后经过的加工路线、运输的方向及距离等。

流程遇有立体移动时,则宜利用三度空间图表示(见图 5-22)。

二、线路图的实例分析

流程程序图与线路图相结合的分析方法广泛地应用于工厂企业、行政管理、医院、货物搬运等。

实例 1 线路图与流程程序图结合,用于记录接收和检查飞机零件。

1. 记录

图 5-23 为线路图,表示某飞机工厂仓库原来的平面布置。物品从送货车到零件架的运输路线以粗线表示,各种活动均用符号绘于线上。

图 5-24 表示其流程程序图。其工作的顺序为:从送货车上卸下装飞机零件的箱子(零件又分别装在纸盒内),箱子从送货车尾部的一块斜板上滑下,滑向开箱处,并一一码垛起来,等待开箱。开箱时将其搬下,取出送货单,把箱子一一装上手推车,推到接收台并放于地上。稍等片刻,开箱,零件逐件从纸盒中取出,对照送货单点数。然后将零件放回纸盒,又将纸盒放入箱内,再把箱子搬到接收台的另一边,等待运往检查台。到检查台后,箱子仍放在地上等待检查。检查时又将纸盒从箱中取出,零件逐件从纸盒中取出,逐件检查、测量,放回纸盒再放回箱内。等待片刻,将箱子运往点数台,拆箱、开纸盒、点数,重新放进纸盒及箱内,再次等待。用手推车运到零件架上贮存,等待送装配车间。

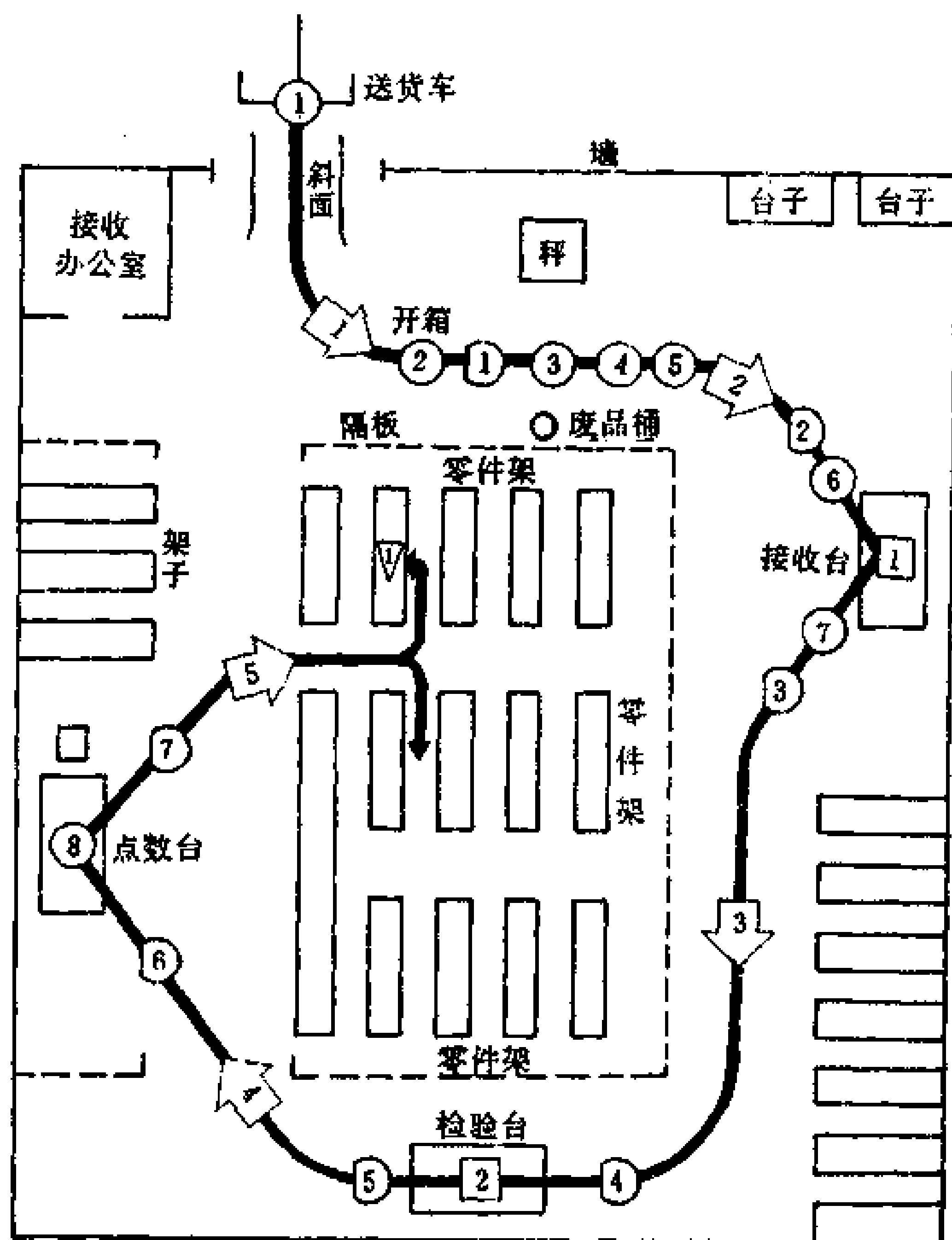


图 5-23 外来零件的检验与点数线路图

2. 考察分析

从线路图中可以看到, 零件箱在运往零件架的路上兜了圈。从流程程序图上则可以看到物品进仓库的各种程序, 用提问技术, 严格考察, 就会发现存在的问题。如:

问: 第二个操作是码垛, 第三个操作是卸箱, 既然要卸箱为什

工艺流程图			人员/物料/设备型							
图号:	页号:	总页数:	总 计							
作图表的对象, 成箱的 BX437T 形块(1箱 10盒)			活 动	现行的	建议的	节约				
			操作 ○	2						
活动,形块的接收、检查及点数,并存入箱内 方法,现行的			运输 ◊	11						
			等待 D	7						
			检查 □	2						
			贮存 ▽	1						
			距离 (米)	56.2						
地点,收货部			时间 (人一时)	19.6						
操作人:		编号:	成本:							
制表人:		日期:	人工(元)	10.19						
			材料(元)	—						
审定人:		日期:	总计(元)	10.19						
说 明		数量 1箱	距离 (米)	时间 (分)	符 号			备 注		
					○	◊	D	□	▽	
从货车卸下,置于斜板上			1.2							2人
在斜板上滑下			6	10						2人
滑向贮藏处并码垛			6							2人
等待启封			—	30						
卸箱梁			—							
移开盖子,交付票据取出			—	5						2人
置于手推车			1							
推向收货台			9	5						2人
从推车上卸下等待			—	10						
置箱于工作台			1	2						2人
从箱中取出纸盒,启封检查										
重新装箱			—	15						仓库员
置箱于手推车上			1	2						2人
待运			—	5						
运向检查工作台			26.5	10						1人
待检				10						箱在车上
从箱和盒中取出T形块			1	20						检查员
对照图纸检查,然后复原										
等待搬运工			—	5						箱在车上
推至点数工作台			9	5						1人
等待点数			—	15						箱在车上
从箱和盒中取出T形块			—	15						仓库工
在工作台上点数及复原										
等待搬运工			—	5						箱在车上
运至分配点			4.5	5						1人
存放										
共计			56.2	174	2	11	7	2	1	

图 5-24 收入零件之检验、点数工艺流程程序图(原方法)

么又要码起来?

答:因为卸车比办接收快,为避免地上到处都是箱子,只好码起来。

问:接收、检查、点数的地方为什么离得那么远?

答:无意中安置在那里的。

问:有无更好的办法?

答:可以放在一起。

问:应放在何处?

答:可放在接收台处。

问:为什么物品要绕一圈才能放到零件架上?

答:因为贮存处(零件架)的门在检查台的那边。

如果再继续考查,还会发现其他问题。

3. 改进

图 5-25、图 5-26 为工作研究人员提出解决办法的相应流程程序图和线路图。从图 5-26 中可以看到,在接收台的对面开了一个进库的新入口,使箱子可沿最短路线运进库房。新方法是:箱子从送货车滑下滑板,直接放到手推车上,并送到开箱处,就在车上开箱,取出送货单。然后运到收货台,等待片刻,打开箱子,把零件放到工作台上,对照送货单点数并检查。检查与点数的工作台现已布置在收货台旁,因而可以用手传递零件来检查、测量并点数。最后把零件放回纸盒,重新装箱,运入仓库放置于零件架上。

由程序图 5-25 可见,检查从 2 次减为 1 次,运输从 11 次减为 6 次,而等待则从 7 次减为 2 次,运输的距离从 56.2 m 减到 32.2 m。

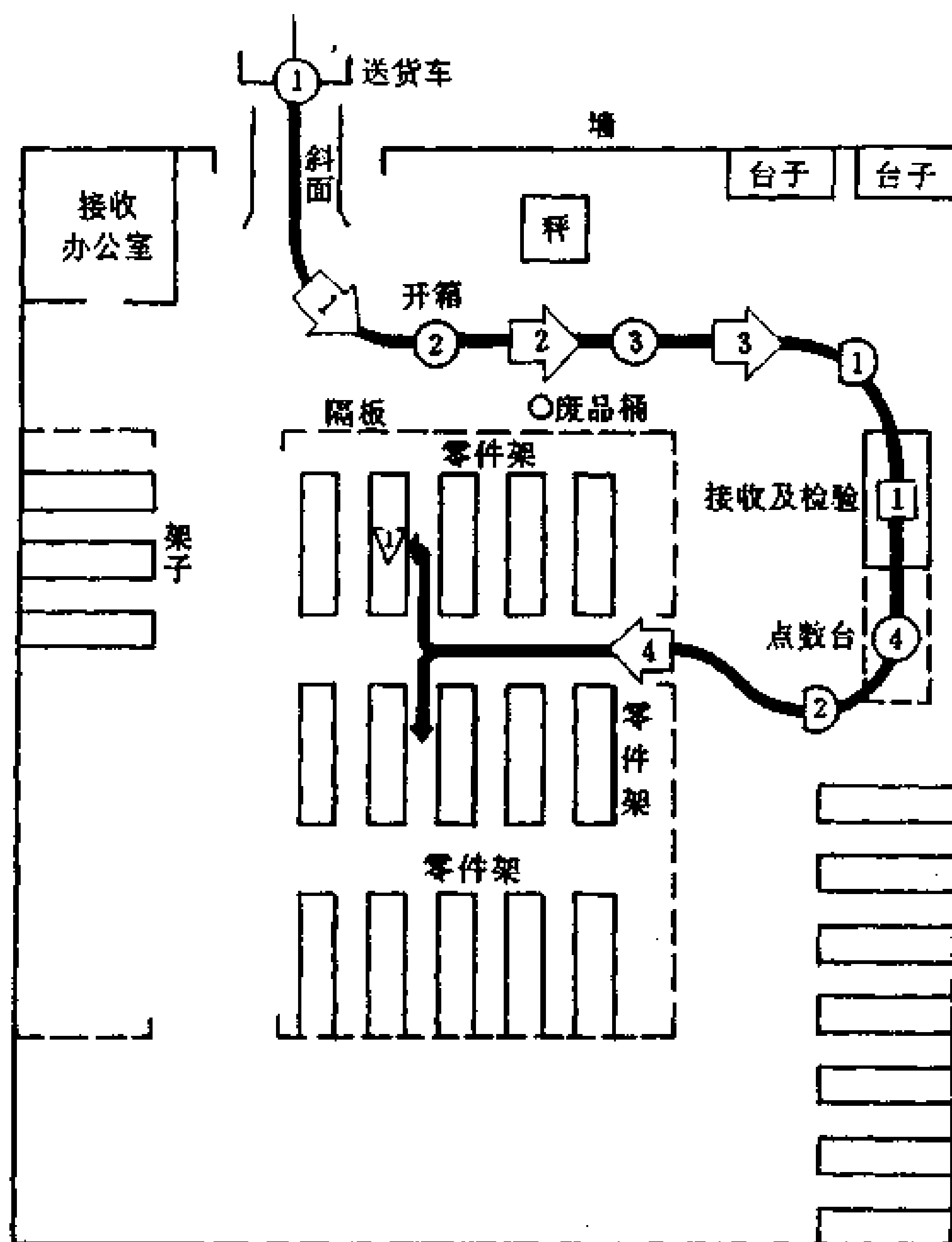


图 5-26 外来零件的检验、点数线路图(改良方法)

实例 2 利用线路图对电子枪生产线路的分析。

图 5-27 是电子枪生产线改进前的线路图, 图 5-28 是改进后的线路图。从图 5-27 可以看出, 电子枪零件从配套间送至透镜成型间, 经过级装、成型、检验后, 还要放回零件台, 再从零件台拿到存放箱, 然后送到清洗间。这样的路线是不合理的, 应加以改善。

图 5-28 是改进后的线路图,透镜经检验后就直接送清洗间清洗。

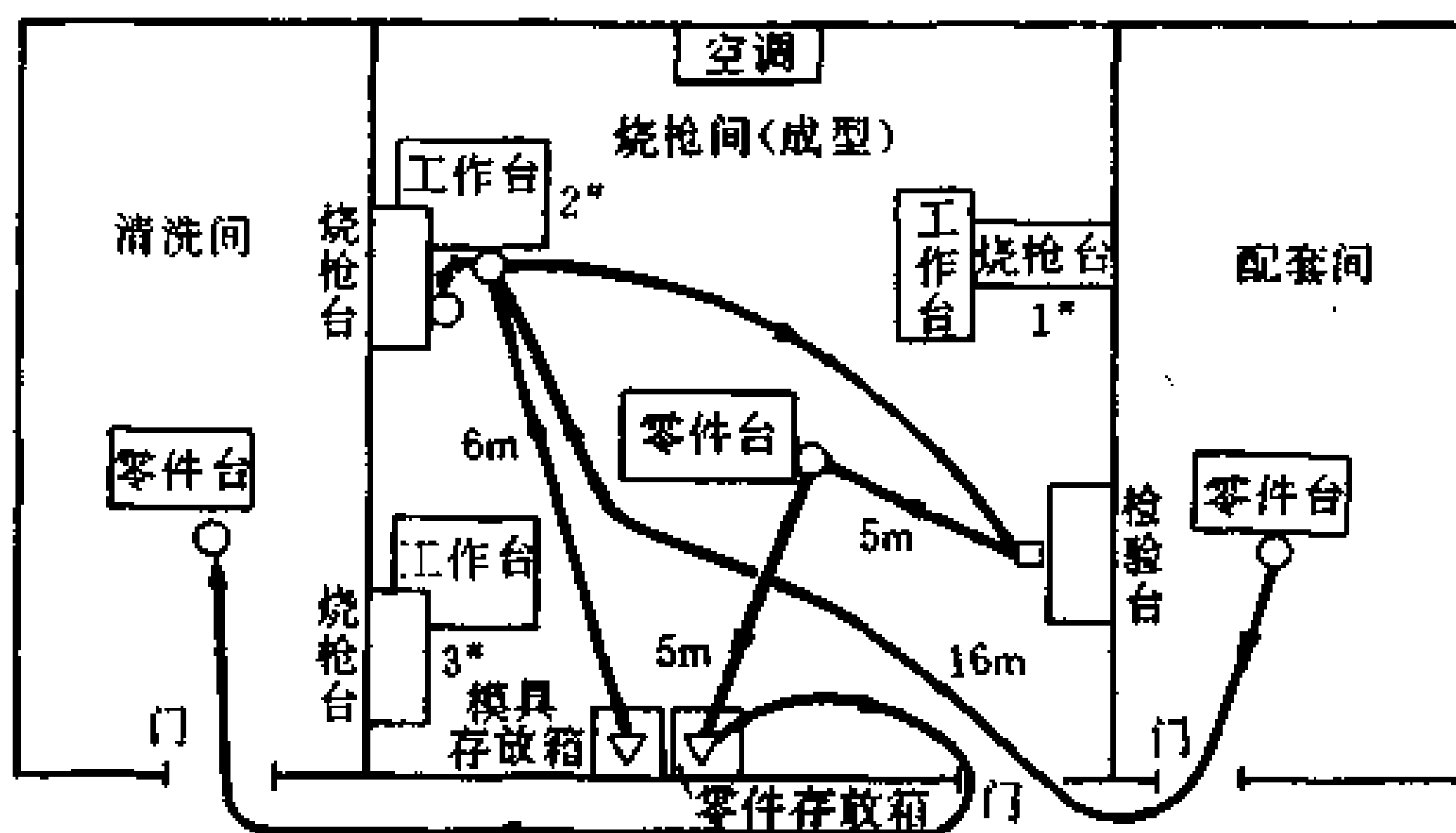


图 5-27 透镜装配成型线路图(改进前)

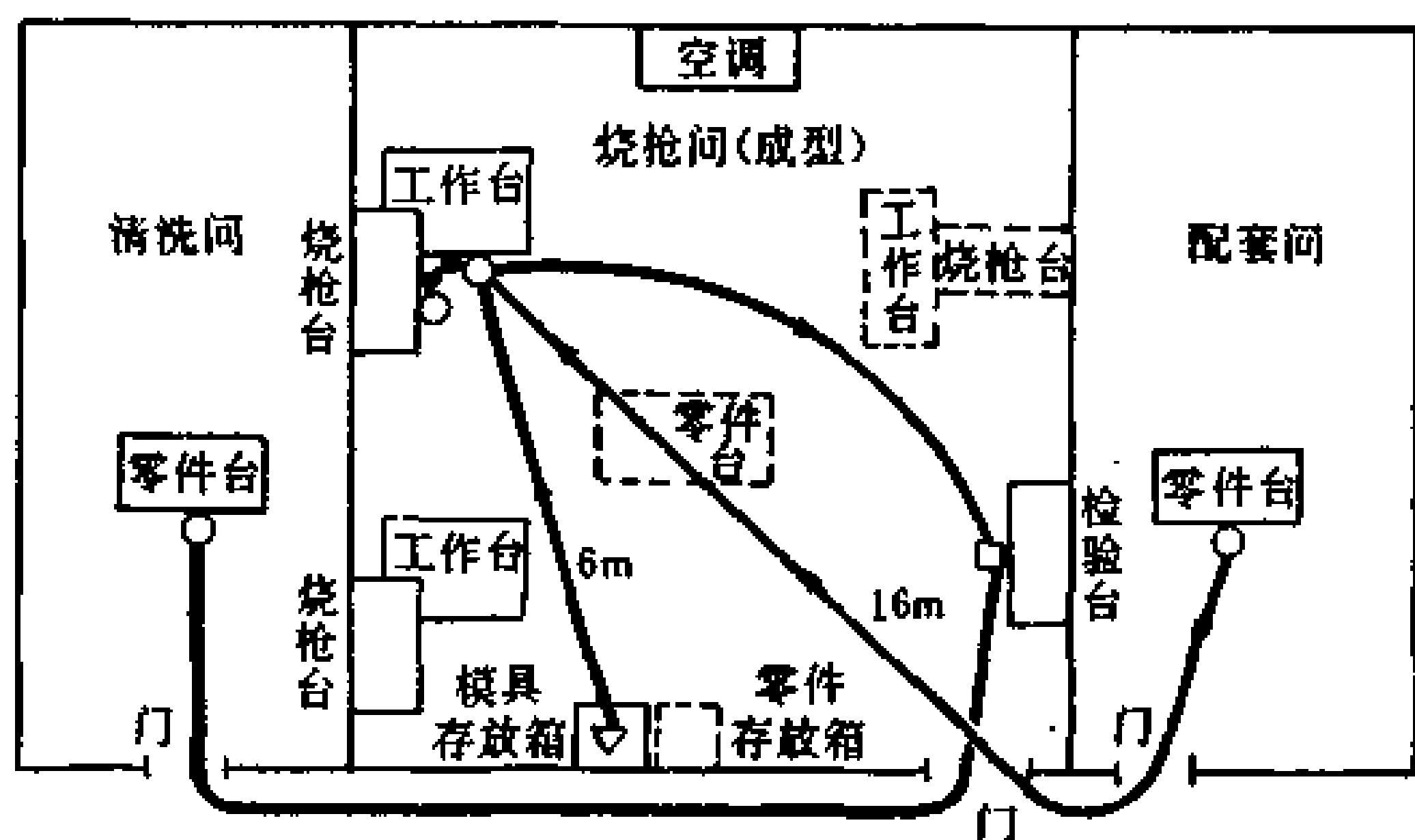


图 5-28 透镜装配成型线路图(改进后)

实例 3 图 5-29 是改进前某洗衣机厂洗衣机电机主轴生产车间(平面布置图)的线路图。改进前整个生产与运输路线为 91 m,

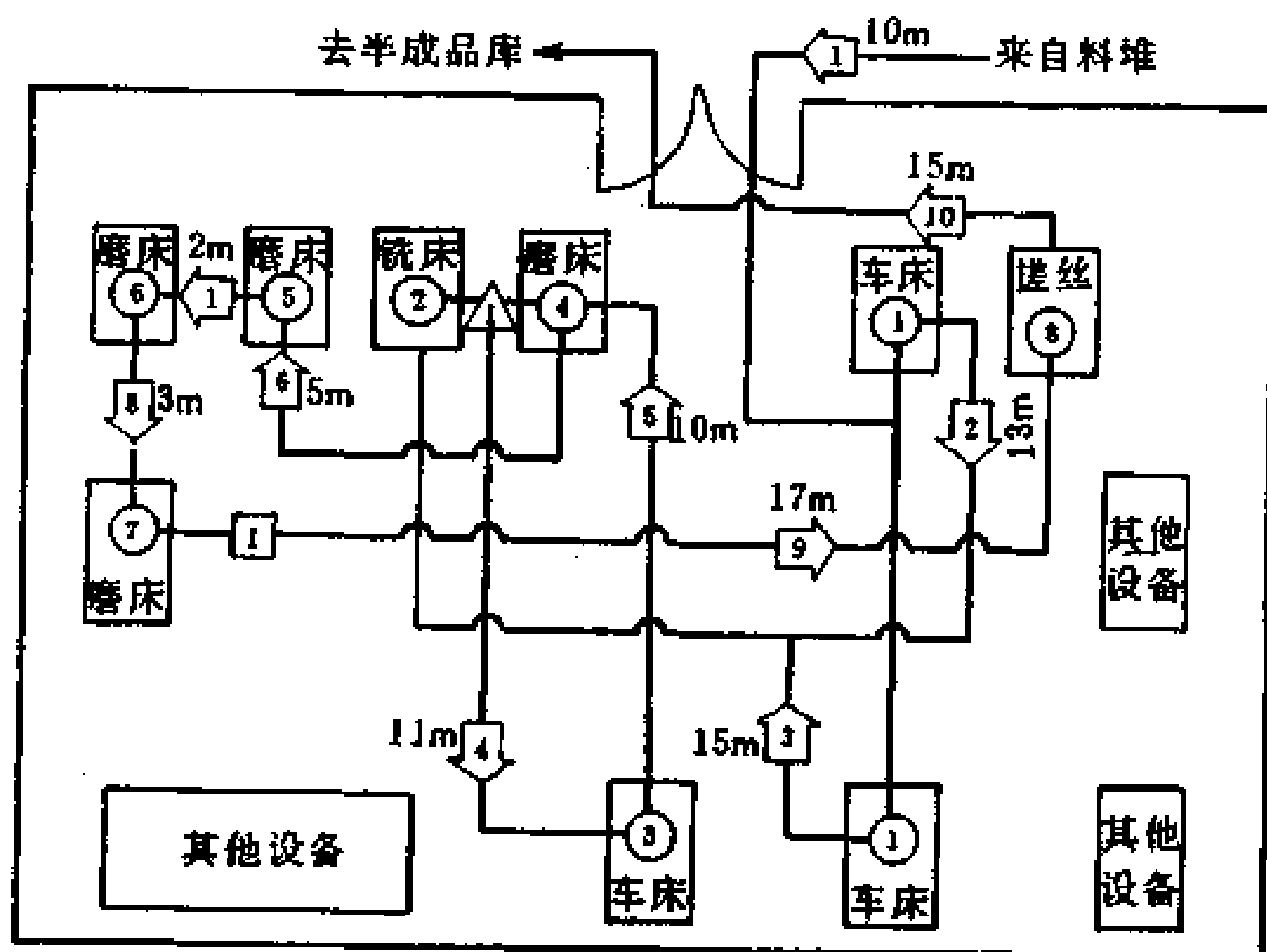


图 5-29 改进前洗衣机电机主轴生产的线路图

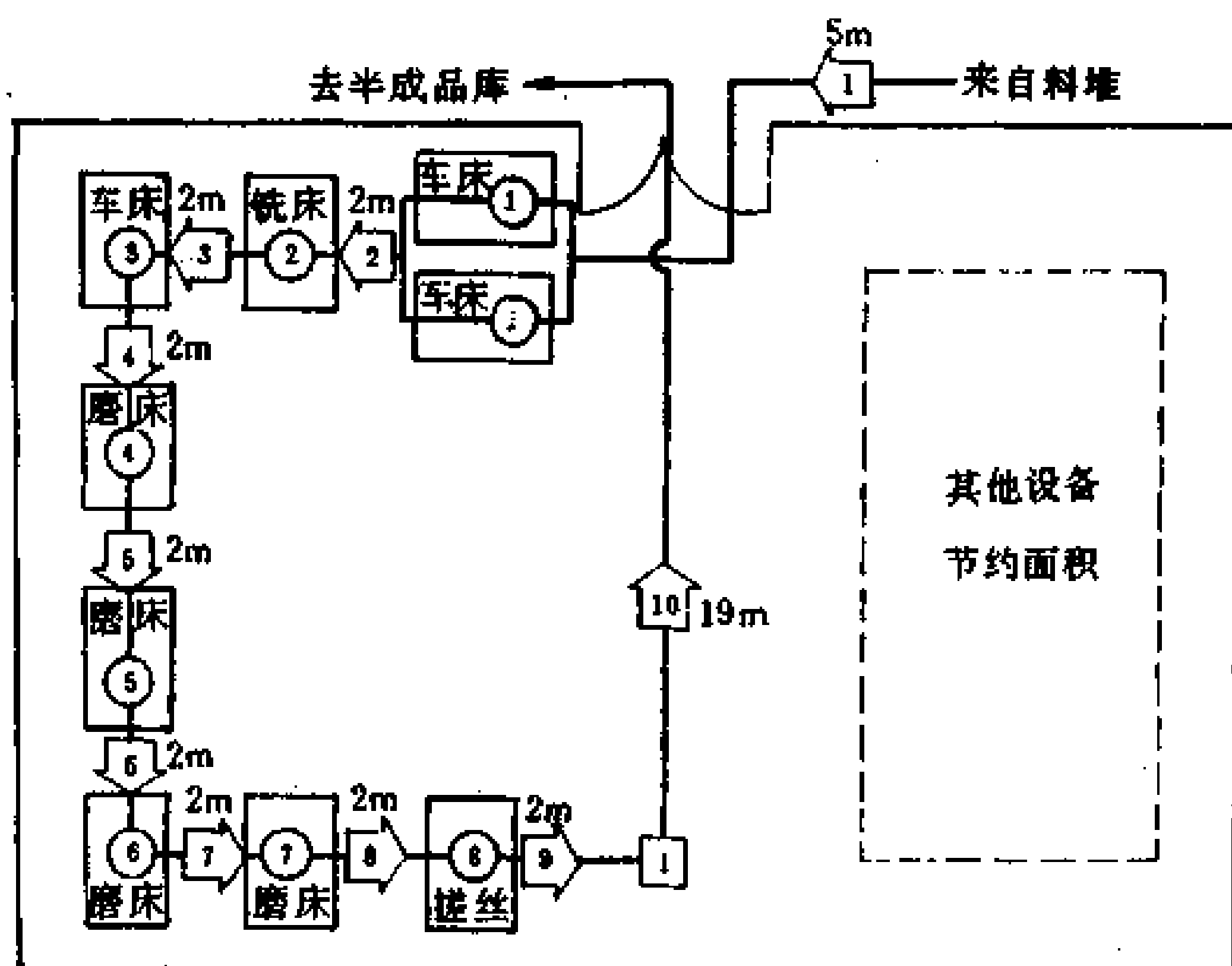


图 5-30 改进后洗衣机电机主轴生产的线路图

需搬运 10 次。

图 5-30 为改进后的主轴生产的线路图。由图 5-30 可见,改进后从根本上消除了生产与运输路线的曲折、交叉的运行情况,大大缩短了运输路线。改进后的路线为 39 m。由于新的布置比较紧凑,可节约生产面积近 40 m²。

第五节 线图分析

一、线图的用途与制作

线图是线路图的一种特殊形式,是按比例绘制的平面布置图或模型。在图上,用线条表示并度量工人、物料或设备在一系列规定活动中所走的路线。线路图只是近似地按比例作图,在图上标注相应的距离,而线图则因为是用线条来度量距离,因此要求精确地按比例绘制。

线图既可用来示出物料的运转情况,亦可准确记录工人的生产或非生产的操作情况。

制作时可用一画有方格的软质木板(大小不拘)或图纸,将程序内有关的机器、工作台、库房、各工作点,以及可能影响移动线路的门、柱、隔墙等均按比例用硬纸片剪成(或画出),用图钉按照实际位置

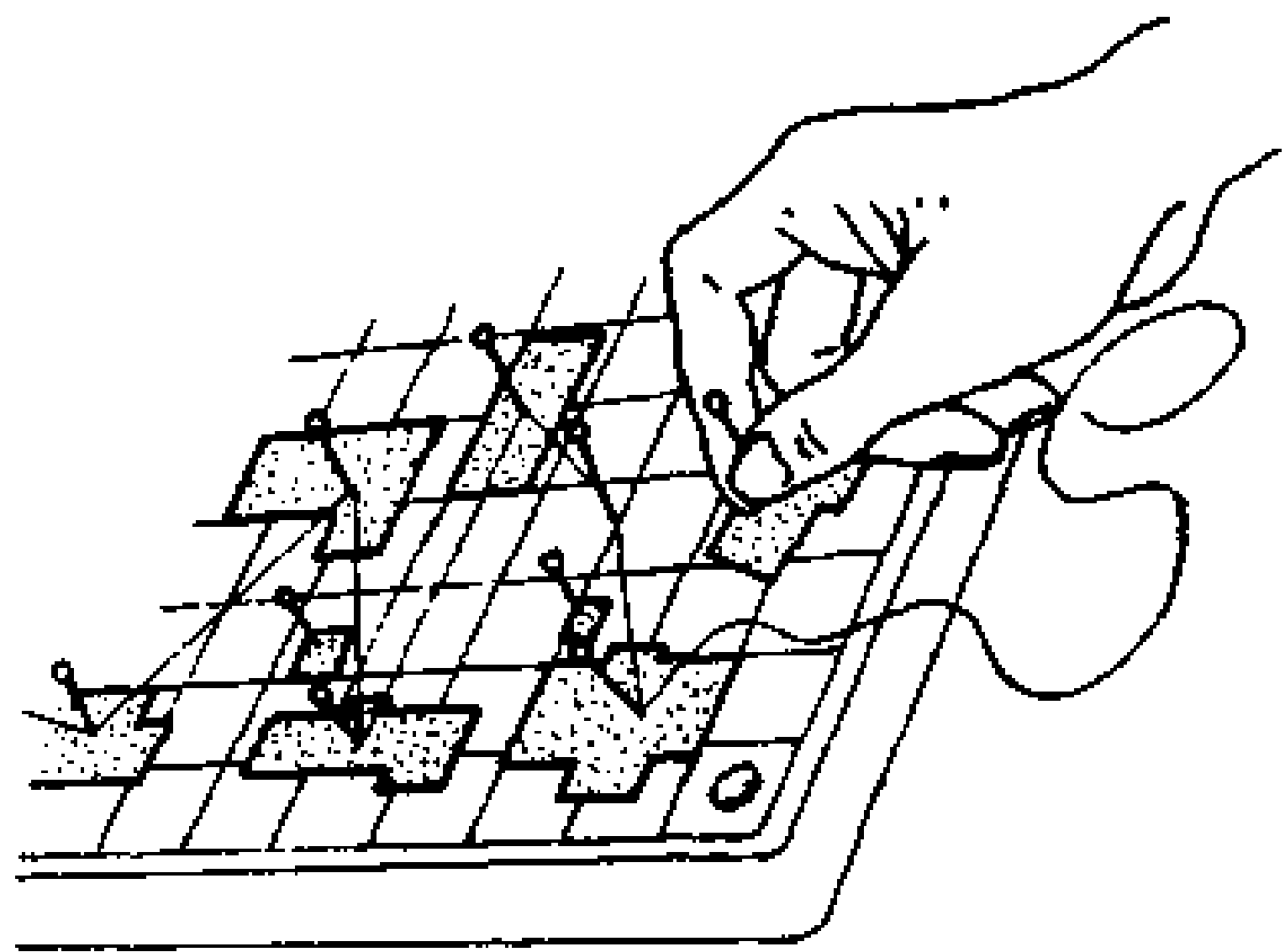


图 5-31 绕成线图的情形

的比例钉于软质木板上。长线的一端,用图钉钉于移动的起点,然后依照其实际的顺序,绕过钉住于移动各点的图钉,直至全部移动完毕为止。这样,就建立了操作工作活动路线全部情况的模型。如果同一工作区内有两个以上工作人员的移动时,可用不同颜色的线条,以示区别。愈是频繁活动的路线,包含的线条就会愈多(图 5-31)。也可用画线表示工作活动的路线,以线条的数量(图 5-32)或按比例线条宽度(见图 5-33)表示活动的频繁程度。

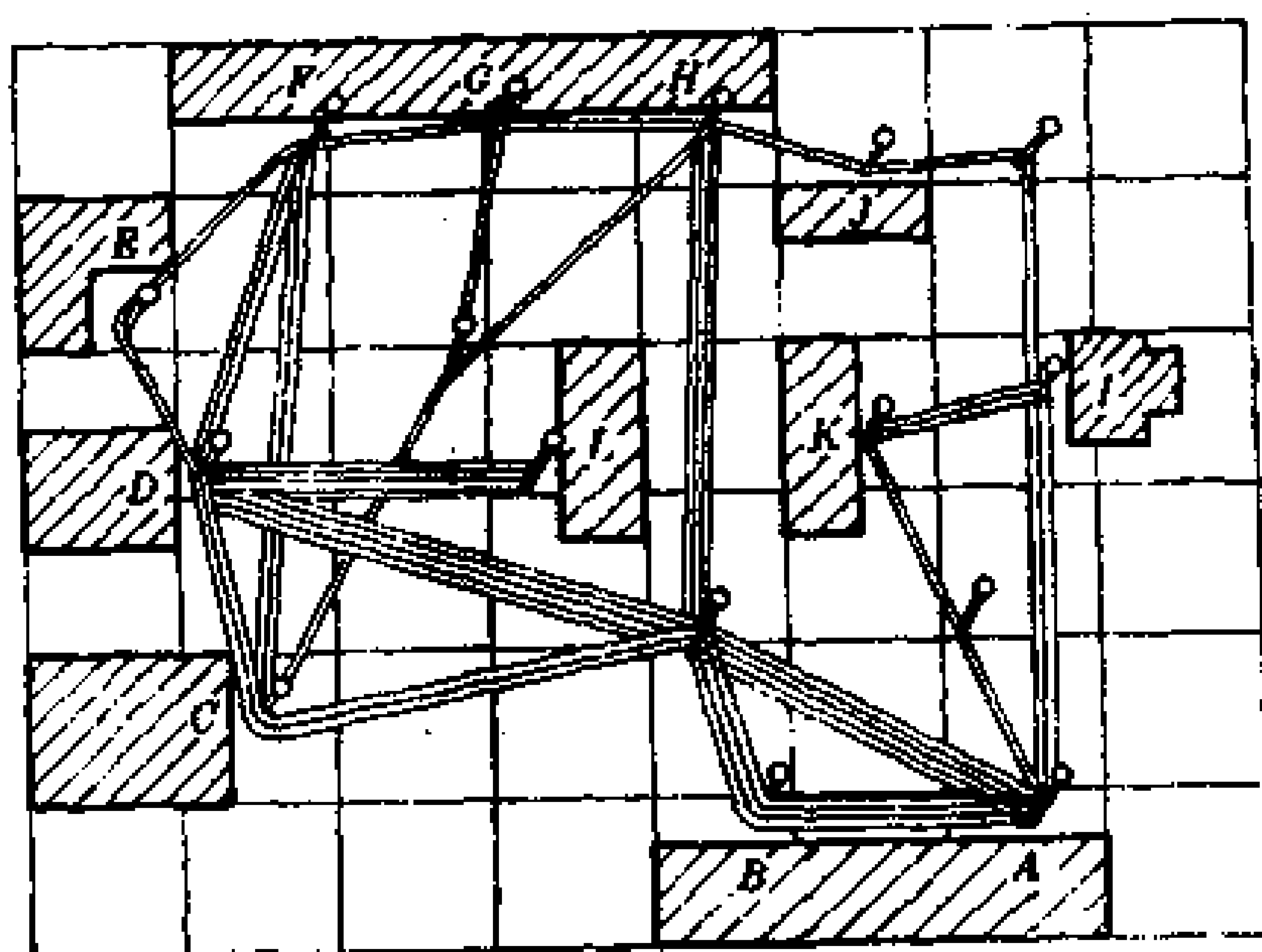


图 5.32 线图

二、线图的实例分析

本例为检查贮放瓦坯的布置。

1. 记录

瓦坯(初烧后上釉前的瓦片)从窑车卸到平台上,在此进行检查。检查后将瓦坯按大小和形状不同分别放在平板上。装满的平板放上手推车送往混凝土建造的贮放架存放,准备送去上釉。图 5.33 为库房原来的平面布置图。此布置运输距离是否最短?为此用线图进行研究。

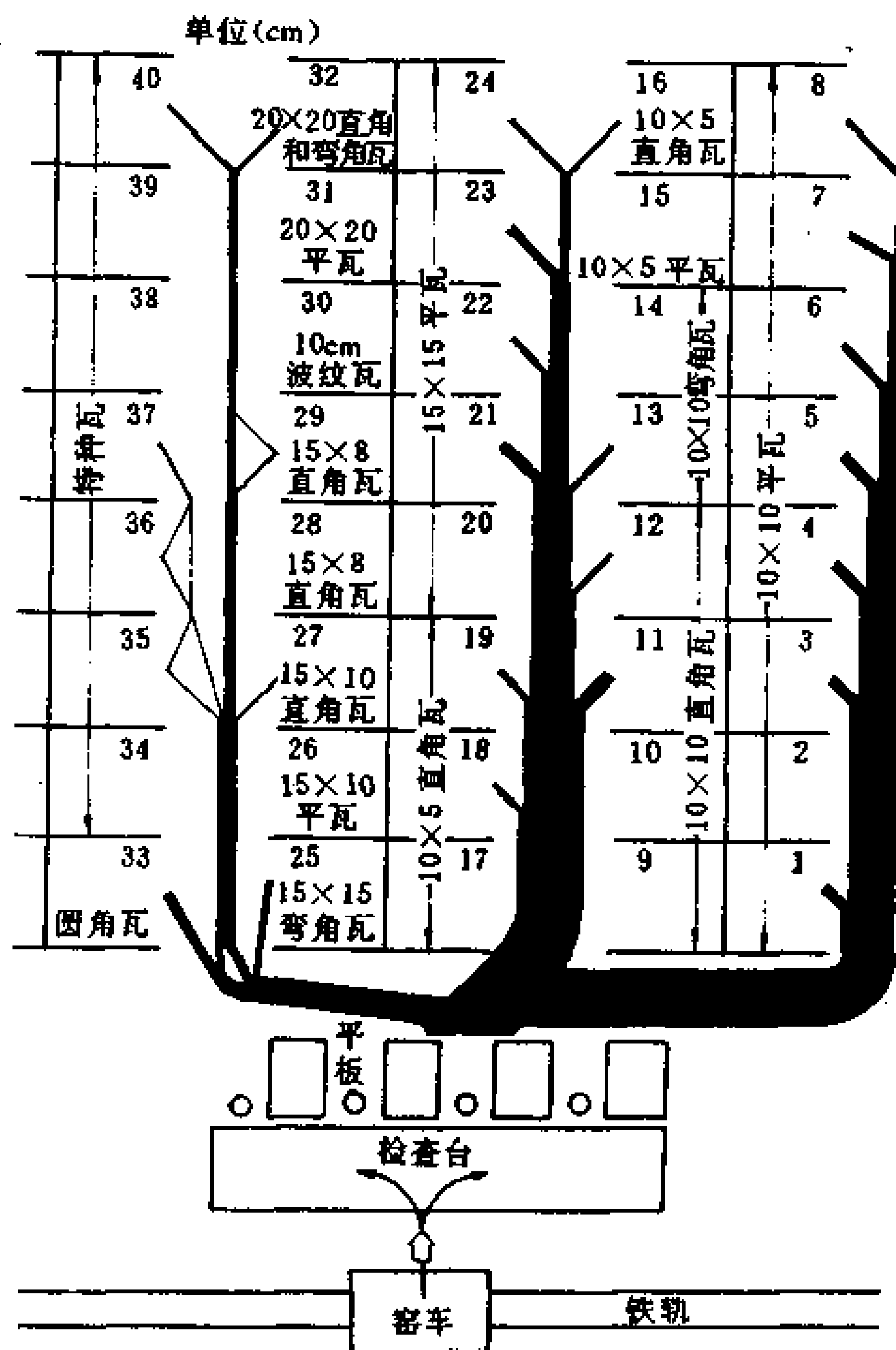


图 5-33 贮存瓦坯线图(原方法)

图 5-33 中阴影带的宽度代表各工作地点之间的线数,也就是代表各工作地点的相对活动量。

2. 考查

由线图记录中可以看出,最频繁活动是在 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 与 $15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ 这两行货架间。这两种尺寸的瓦片不断被提取去

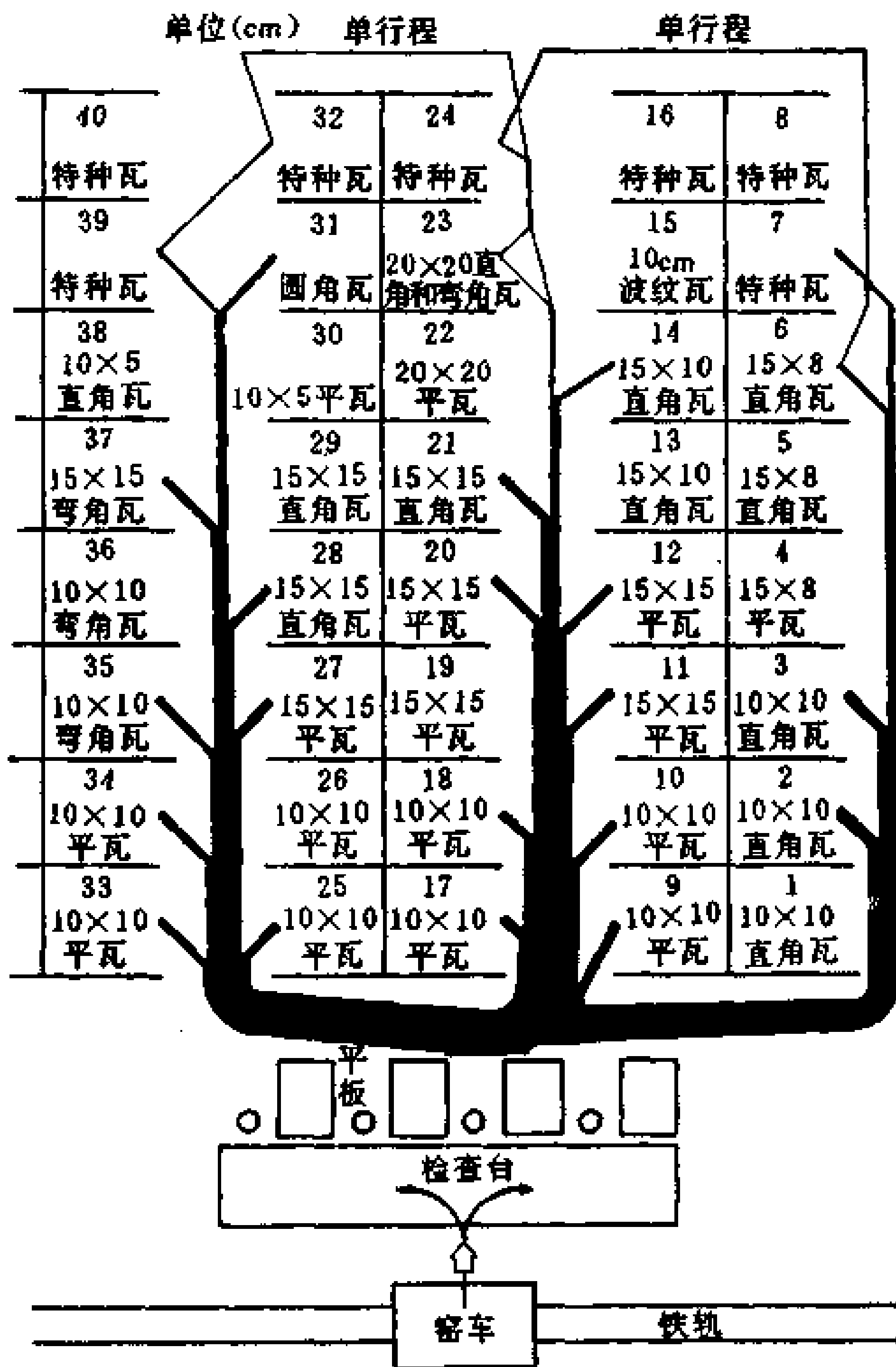


图 5-34 贮存瓦坯线图(改良方法)

上釉,新的不断被送来。同样可以看出,特种瓦坯(供装饰之用,数量较少)的搬运量显然很少,其他瓦片的运送较均匀。

3. 开发

此例开发的原则为:将运输量最多的瓦片贮存架尽量靠近检查台,而存放特种瓦片的贮存架尽量远离检查台。经过试验证明,如图 5-34 所示的布置是运输时间最少的路程,即从 520 m 减至 345 m,节约 35%(具体的测量从略)。

复习与思考题

1. 进行程序分析时有哪几种图?每一种图的应用对象是什么?

2. 什么是程序分析时的“SWIH”技术?

3. 什么是程序分析时的“ECRS”四原则?

4. 用工艺程序图绘制泵及接受器装箱的工艺程序图。泵及接受器装箱的程序为:

检查箱子内部有无破损→装上保持衬里→检查泵的全部情况→打印号码→放泵入纸箱→再装装箱的衬片(以准备放接受器)→检查接受器的加工→缚束→附标签→放接受器入箱→封闭盖→过秤。

5. 某工人制造积木,其工作程序如下:

(1) 走到木板堆旁,搬运木板 $200 \times 100 \times 15(\text{cm})$ 到工作台处,将木板放工作台上;

(2) 走到仓库,在仓库选取样板(很多块样板混在一起),签收后带回工作台;

(3) 放样板于木板上绘上图样;

(4) 拿下样板;

(5) 拿起木板搬至锯台;

(6) 锯切成型。

试绘制:

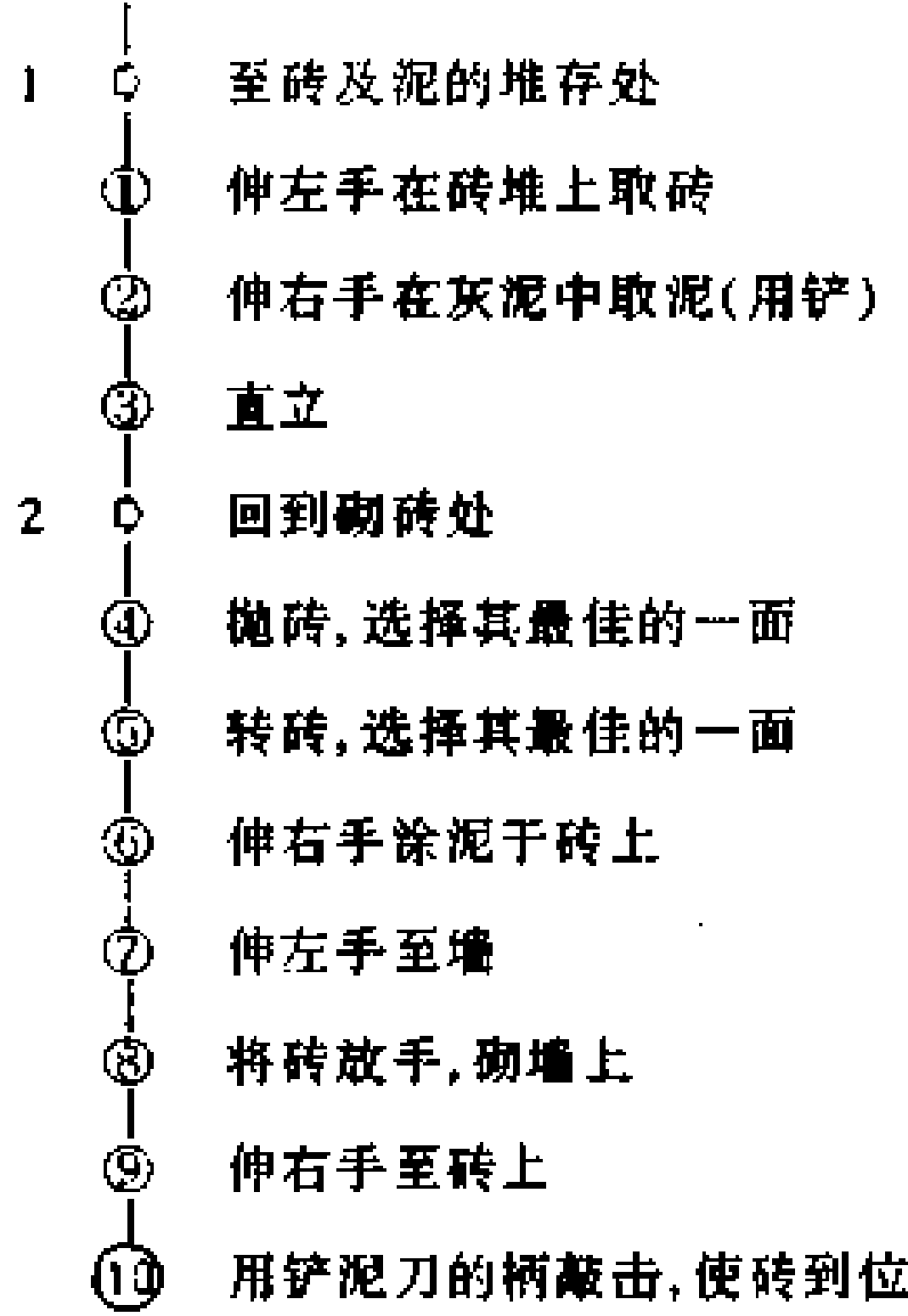
① 物料型(木板)的流程程序图。

② 人型(工人)的流程程序图。

你认为应选择物料型的还是人型的作为正式的流程图为宜？

6. 试改善砌墙的工作(或考虑增加物件)。

原方案为：



7. 试依照你的实际情况, 绘出下列事情的流程序图 and 线路图。

(1) 用洗衣机(全自动或半自动)洗衣服并晾在竹竿上。

(2) 写一封信拿到附近邮筒投递。

(3) 早晨起床后, 穿衣, 漱口, 吃早餐, 出门。

8. 以你熟知的工厂的主要产品为例, 绘制一项产品的工艺程序图, 试进行分析及改进。

9. 以你熟知的工厂生产的某一产品(或零件)为例, 绘制其流程序图及线路图, 试用程序分析的技巧, 对其进行分析; 依“ECRS”原则, 进行改善, 并绘制新方案的流程序图及线路图。

第六章 操 作 分 析

通过对以人为主的工序的详细研究,使操作者、操作对象、操作工具三者科学地组合,合理地布置和安排,达到工序结构合理,减轻劳动强度,减少作业的工时消耗,以提高产品的质量和产量为目的而进行的分析,称为操作分析。根据不同的调查目的,操作分析可分为:

- (1) 人机操作分析(含闲余能量分析)。
- (2) 联合操作分析。
- (3) 双手操作分析。

第一节 人机操作分析

一、人机操作分析的意义与目的

在机器的工作过程中,调查、了解在操作周期(加工完一个零件的整个过程称为一个操作周期或周程)内机器操作与工人操作的相互关系,以便充分利用机器与工人的能量及平衡操作,可利用人机操作程序图。人机操作程序图可将生产过程中工人操作的手动时间和机器的机动时间清楚地表现出来。在现代化生产中,机器设备几乎都是全自动或半自动的,操作机器的工人变成了主要对机器进行“监督”的工人,在每一操作周期中总有大部分的闲余时间。这些闲余时间如能加以利用,不但可以提高生产力,而且能降低成本及提高工人的收入。

二、人机操作程序图的构成

人机操作程序图有多种画法,现以图 6-1 为例介绍其构成:

作业名称: 在零件上铣沟槽		编号:	图号:	日期:
开始动作: 装夹零件待铣		动作结束: 卸下加工件		研究者:
动作单元	操作者	1*机床 (No5 机床)	2*机床 (No6 机床)	
按停 1*机床	0.0004	停	铣	
将 1*机床台面空退 12cm	0.0010		沟	
松夹具, 卸下零件放在一边	0.0010	机		
拾起零件放 1*机床台面上夹紧	0.0018	被	槽	0.0040
开动 1*机床	0.0004	操	空	
机床空运, 调整进给	0.0010	作		
走到 2*机床	0.0011	铣	网	
按停 2*机床	0.0004	沟	停	
将 2*机床台面空退 12cm	0.0010			
松夹具, 卸下放在一边	0.0010	槽	机	0.0024
将零件拾起, 放 2*机床台面上夹紧	0.0018	空	被	
开动 2*机床	0.0004		操	
机床空运, 调整进给	0.0010		作	0.0032
走到 1*机床前	0.0011	网		
续	操作者	每周期空闲时间, 0.0000; 操作时间, 0.0134; 每周期工时数, 0.0134		
	1*机床	每周期空闲时间, 0.0038; 生产时间, 0.0096; 周期时间, 0.0134		
计	2*机床	每周期空闲时间, 0.0038; 生产时间, 0.0096; 周期时间, 0.0134		

注, 1. 动作单元时间为包括宽放时间在内的“标准时间”,
 单位, h

2. 在一机多人作业时(多动作程序图、多人机程序图), 左方记录机床的操作单元, 代表时间的垂线填写机床工作时间, 右侧表示工人操作。

图 6-1 在零件上铣沟槽的人机操作程序图

(1) 以适当的线段的长短代表一定时间,如 1 cm 代表 10 min 等。

(2) 在纸上采用适当的间隔作出垂线分别代表人与机的动作(空闲)时间。留出最左方记录工人操作时的动作单元(见第一栏)。第二栏为代表操作者动作(空闲)时间的垂线,在此垂线上按所取的时间比例,由上而下记录工人每一动作单元所需时间。当工人操作时用粗实线表示,空闲用细实线或虚线表示。对机器(第三、四栏)也同样。

(3) 待人与机器的操作时间均已记录之后,在此图的下端将工人与机器的操作时间、空闲时间及每周期人工时数予以统计,供分析时参考(见图 6-1)。

三、人机操作程序图的实例分析

实例 1 在立式铣床上精铣铸铁件的平面。

图 6-2 为在立式铣床上精铣铸件时人机操作情况的详细记录图。图中可见,工作周程中铣床有 3/5 的时间没有工作。这是由于当工人操作时,机床停止工作;机床自动切削时,工人则无事做。工人将工件夹紧在机床台面上和加工完后松开夹具、取下零件是必须在机床停止时才能进行的,但用压缩空气清洁零件、用样板检验工件深度等是可以在机床开动中同时进行的。因此,要缩短其周程时间,应尽量利用机器工作的时间进行手工操作,如检查工作物、去除加工面的毛刺、在放回工件的同时取出待加工件、用压缩空气吹洗已加工的铸件等。图 6-3 为改进后的记录图,由图可见,重新安排工作后,不需增加设备和工具,仅在一个周程的 2 min 内就节省了工时 0.66 min,提高工效 33%。

此例着重于研究分析及改善如何减少等待或空闲,以缩短其周期时间。但如果经分析改善后,机器的周期时间仍较长,在每一操作周期内人仍有甚多的空闲时间,这时改善的方法只有两种:一

是增加其他工作；二是利用空闲多操作一台机床。

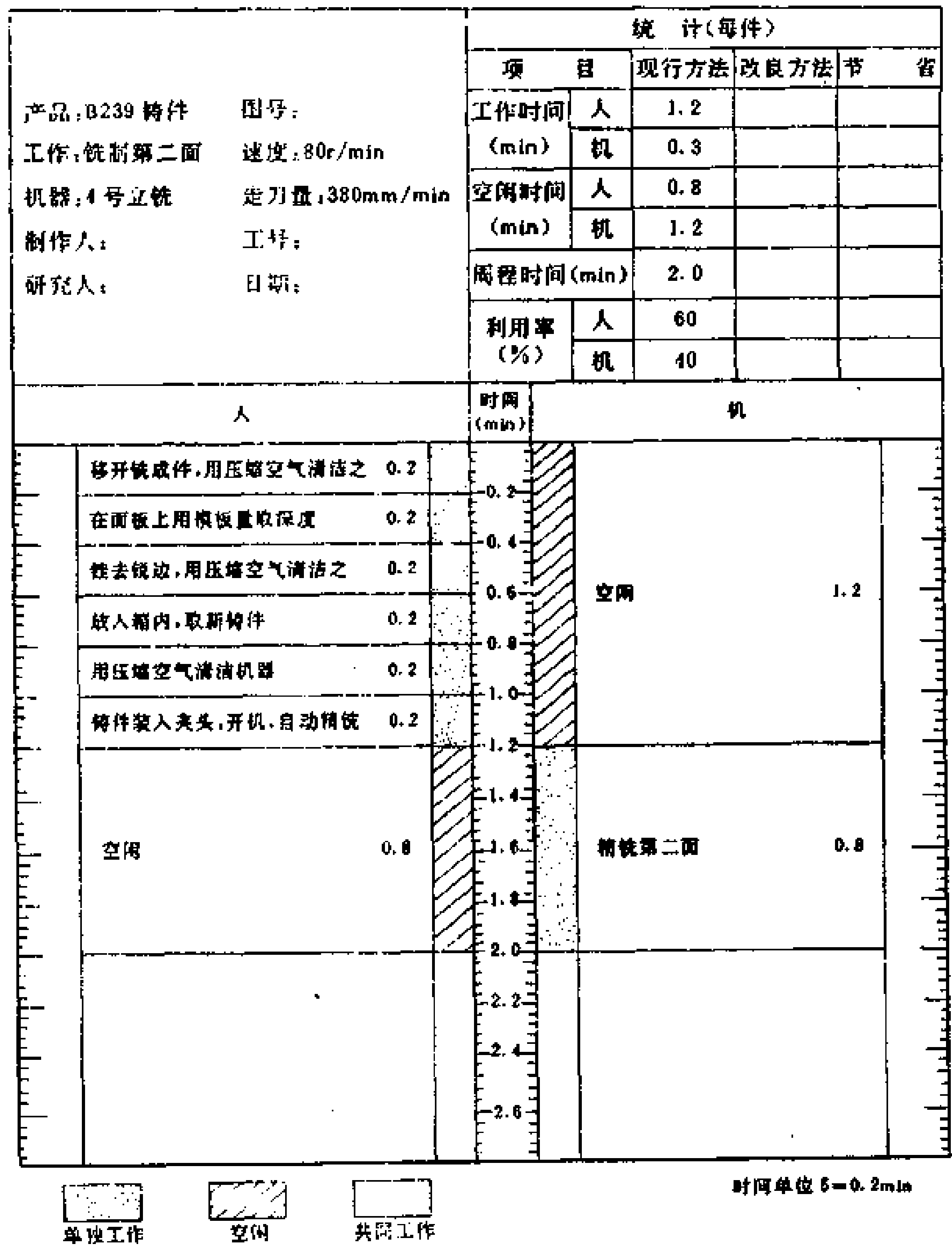


图 6-2 精铣铸件时人机操作图(现行方法)

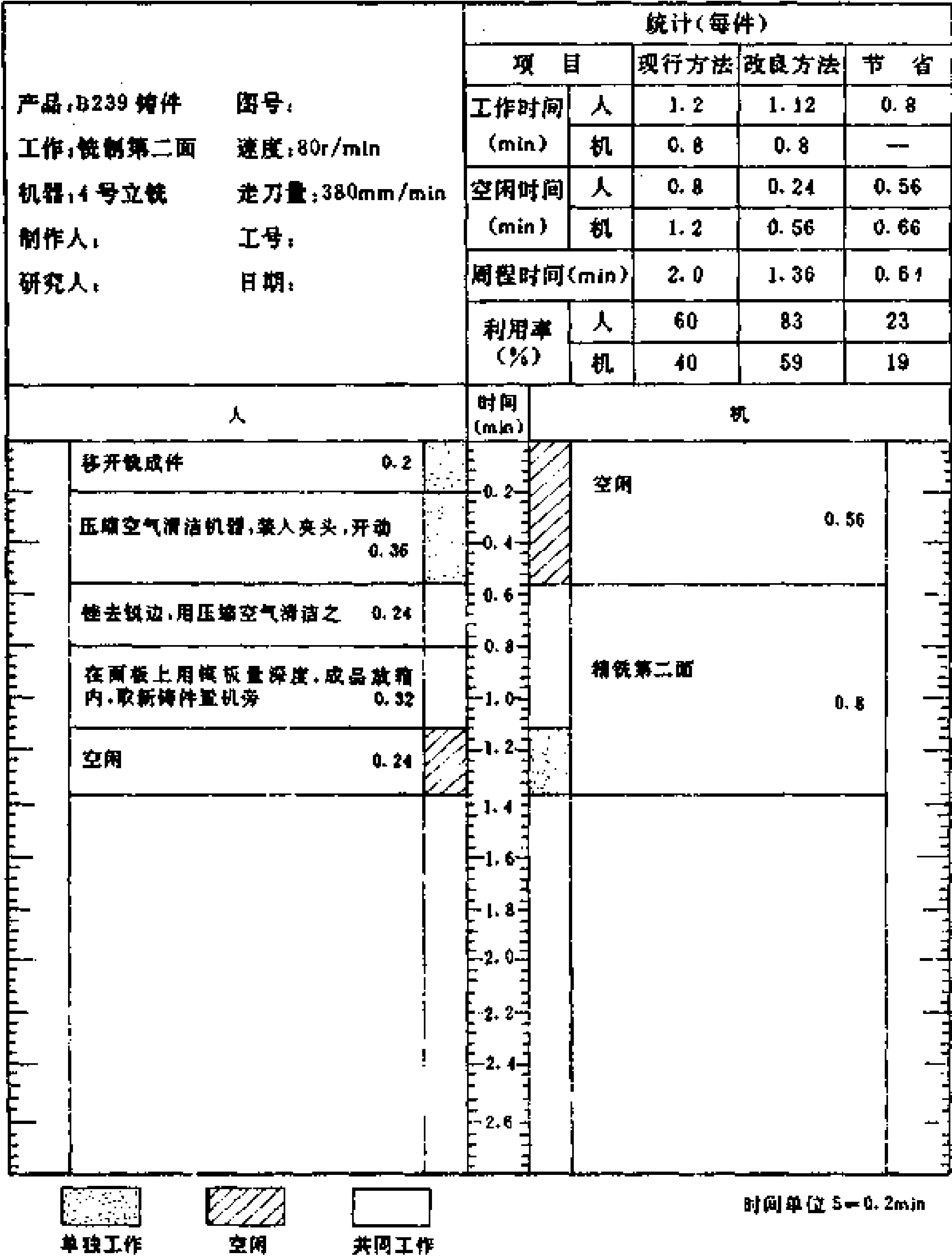


图 6-3 精铣铸件时人机操作图(改良方法)

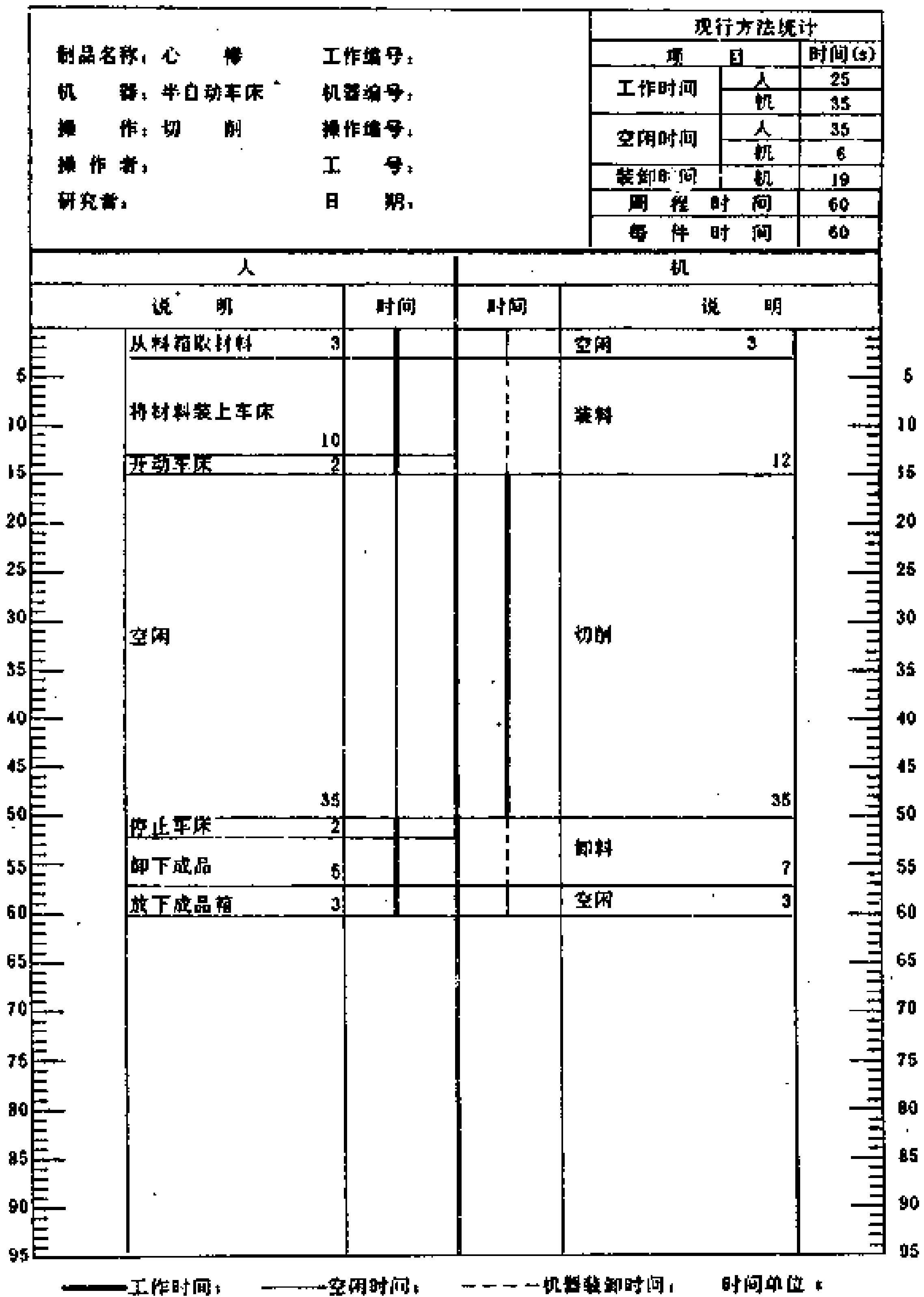


图 6-4 半自动车床切削心棒(原方法)

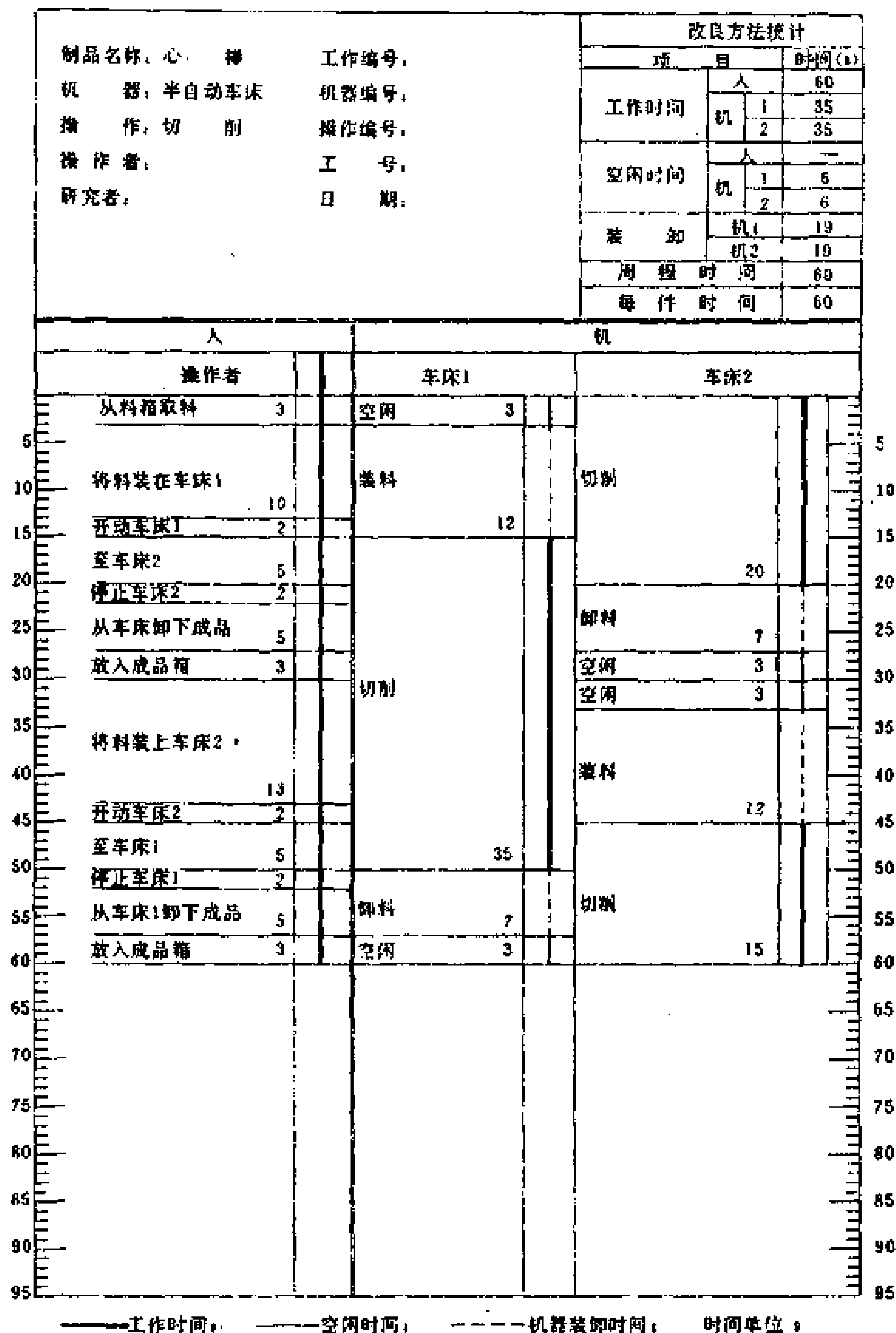


图 6-5 半自动车床切削心棒(改良方法)

实例2 在半自动车床上切削心棒。

用秒表观测现行方法,操作人使用半自动车床切削心棒的各工作单元所需时间及其操作情况如图 6-4 所示。

图 6-4 中人的动作与机器的动作在调配上虽已无法再改善,但仍存在着这样的问题:操作人操作时机器停止,机器工作时操作人处于空闲,且操作人操作时间仅为 25 s,而机器则为 35 s。因为当机器工作时人空闲,即每一周期内操作人有 35 s 的空闲,足够再操作另一台机器(25 s)。这样既充分利用操作人的空闲时间,提高了工作效率,同时节省人力。图 6-5 为其改良方法。

由图 6-5 对比图 6-4 可知,工作周期时间虽未改变,两种方法均为 60 s,但改良方法中因同一人操作两台机器,故在 60 s 内完成了两件,相当于每件心棒的加工时间降为 30 s,即总产量增加了 50%。

此例说明,通过改善可以充分利用工人的空闲时间,即利用了工人的闲余能量。

四、闲余能量分析

人机操作分析的目的,在于了解工人或机器的闲余能量,以便设法利用以提高工效。闲余能量的分析可从下面三个方面进行。

1. 机器的闲余能量

在机器加工的过程中,装、卸工件的工作是为了保证机器加工得以实现的辅助操作,对工件本身的变化不直接起作用,因此应尽量减少这部分工作所占的时间。此外,因机器工作能力的不平衡而发生的空闲,可从平整生产线来解决。至于影响机器加工时间的因素,可从零件的加工精度以及机器的负载能量两方面考虑。

2. 工人闲余能量

主要考虑在机器自动加工时所产生的工人空闲,对此应考虑安排两个不同作业交叉进行,如前述实例 1。

3. 工人与机器数的确定

通常以一年或一月的工作量为依据计算：

$$\text{工人数} = \frac{\text{一月(年)总工作量}}{\text{平均一个工人一月(年)有效工时}}$$

在人机工作时, 决定一个工人看管多少台机器, 常用下式计算:

$$N = \frac{t + M}{t}$$

式中 N ——一个工人操作的机器数;

t ——一个工人操作一部机器所需时间(包括从一台机器走到另一台机器的时间);

M ——机器完成该项工作的机动时间。

· 现设定一个工人操作一台机器所需时间 t 为 1 min, 机器完成该项工序的机动时间为 4 min。则

$$N = \frac{t + M}{t} = \frac{1 + 4}{1} = 5$$

即一个工人能同时操作 5 台机器, 如图 6-6 所示。

但是如多增一台机器, 有时可能机器会有若干空闲; 而减少一台机器, 则又会发生工人空闲。此时, 应衡量工人或机器空闲对成本的影响。衡量方法可用下式先求出一个工人操作机器的最低数, 即

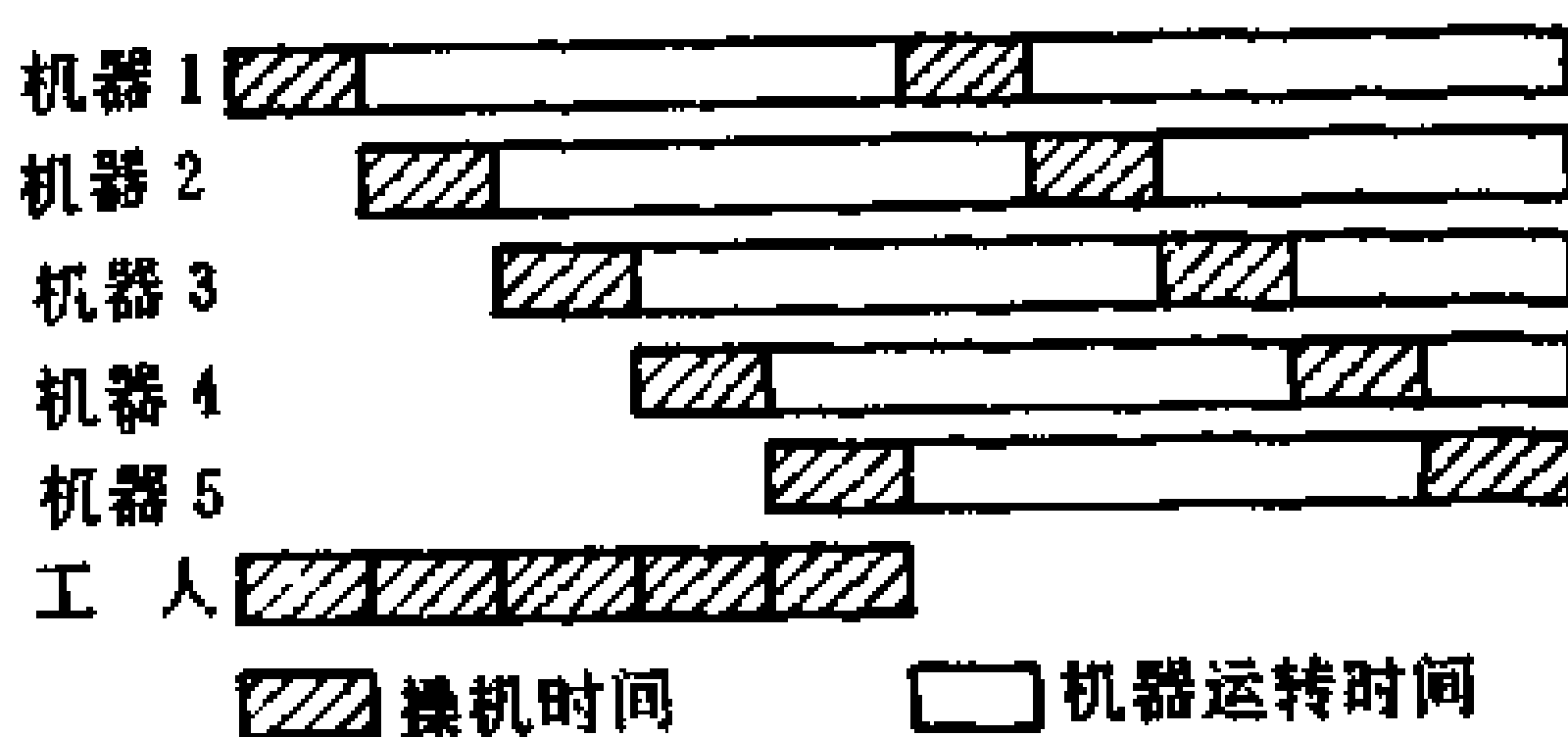


图 6-6 一个工人操作 5 台机器

$$N_1 = \frac{L + M}{L + W}$$

式中 N_1 ——一个工人操作机器的最低数;

L ——装、卸工件时间;

M —— 机器机动时间;

W —— 工人由一台机器走到另一台机器所需时间。

$(L + W)$ 为工人操作机器所需时间, 而 $(L + M)$ 为一台机器的作业周期。从而, 得出工人操作最低机器数 N_1 。

第二节 联合操作分析

一、联合操作分析的意义与目的

在生产现场中, 两个或两个以上操作人员同时对一台设备(一项工作)进行操作, 称为联合操作作业。使用普通的时间单位, 记录一个以上的工作者、工作物及机器设备的动作, 以显示其相互关系的图形, 称联合操作分析图。利用联合操作分析图对某一工作程序内各个对象的各种不同动作及其相互关系进行分析, 通过对各对象的工作合理调配, 取消空闲或等待时间, 达到缩短周期的目的。

利用联合操作分析图对联合操作进行分析的基本原则是: 人与机的动作如能同时完成为最佳, 如图 6-7 及图注所示。

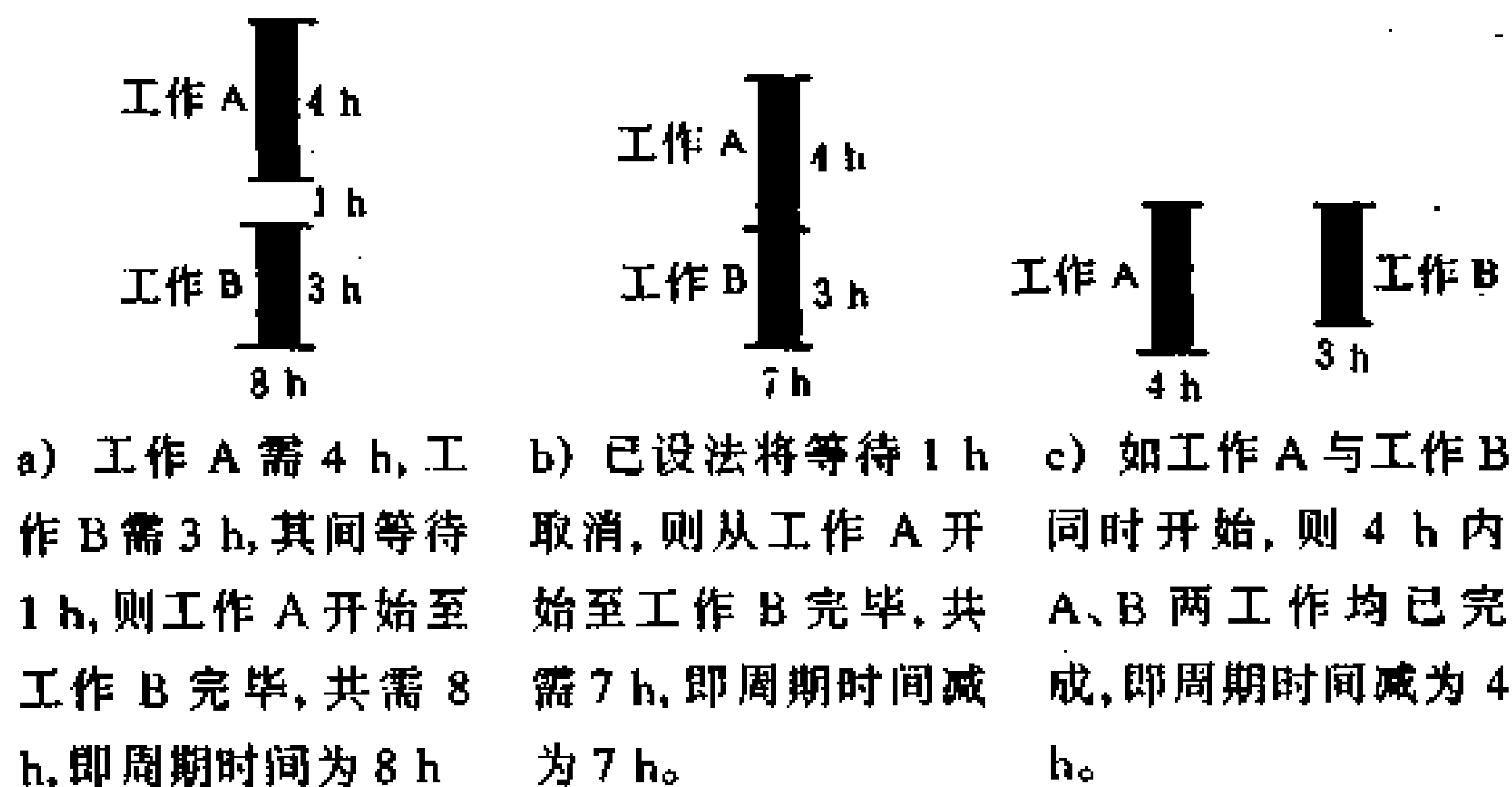


图 6-7 联合操作分析原则

二、联合操作分析图的画法

联合操作分析图画法同人机程序图基本相同(见图 6-10),每一线代表的时间值,完全根据所研究的工作时间而定。例如每一长线之间的间隔代表 5 s,则每一短线代表 1 s 等。

画图时,首先要决定一个周期循环工作的起始点,亦作为图形的起点与终点。将每位工作人员或机器设备名称填入纵栏的顶端。然后根据时间线,按照各动作所需时间分别填入各纵栏内,并用不同形式(如空白、涂黑、斜线、花点)来表示“工作”、“空闲”或“等待”等。

在填入资料时,应一次填入一个研究对象的动作。第一个对象资料填写完毕后,再填写第二个对象的动作资料,余类推。

三、联合操作实例分析

实例 1 将成匹的布切成所需宽度。

图 6-8 为机器简图。成匹的布置于切布机的后轴 A 上,当布经过切刀 B 与转动圆轴 C 时,即被切成顾客所需的宽度,然后绕

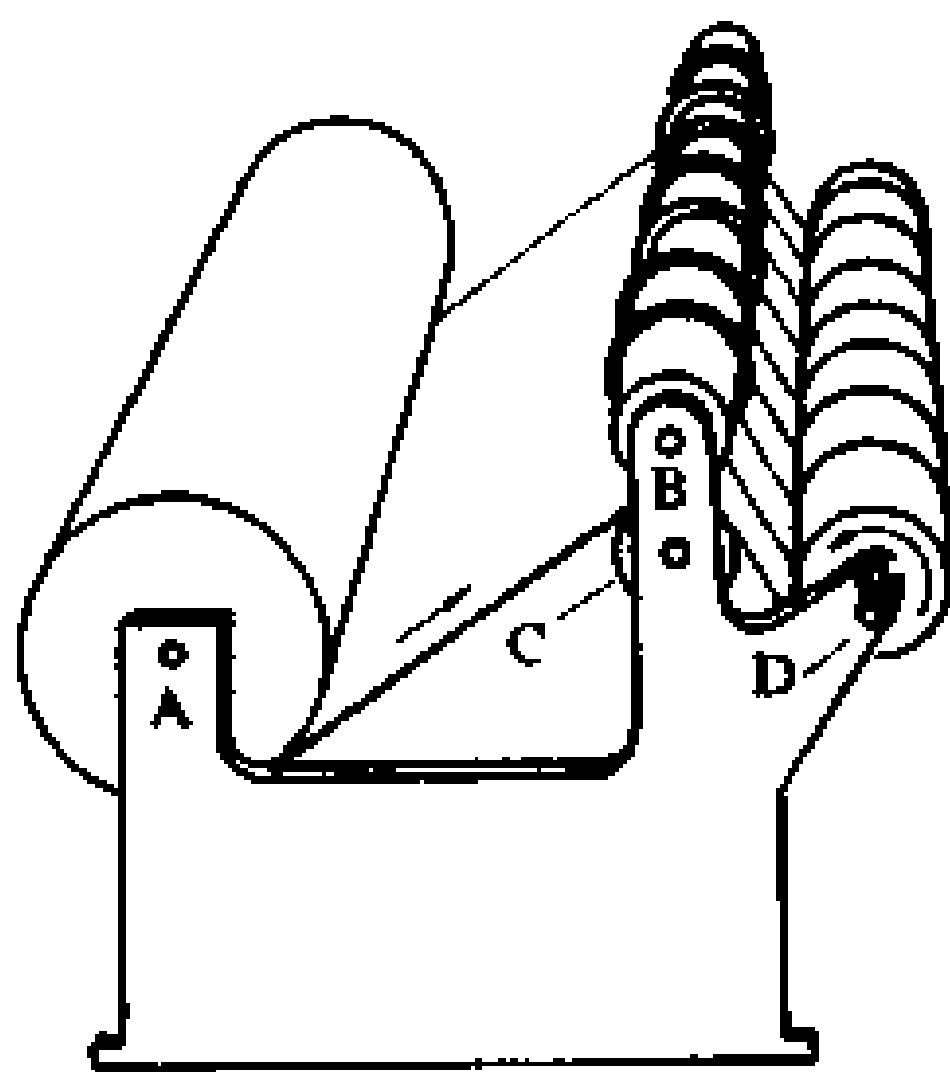


图 6-8 切布机

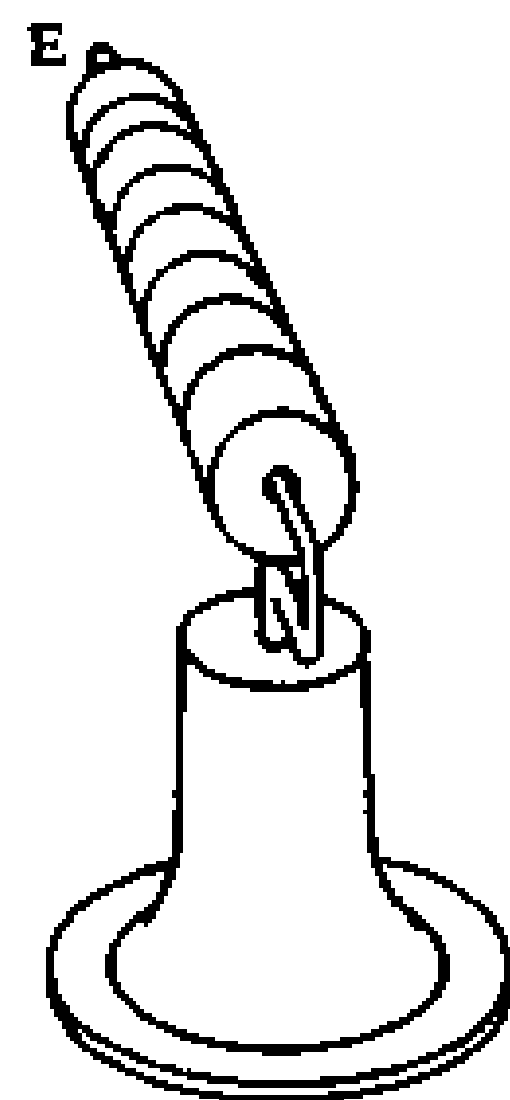


图 6-9 连座轴架

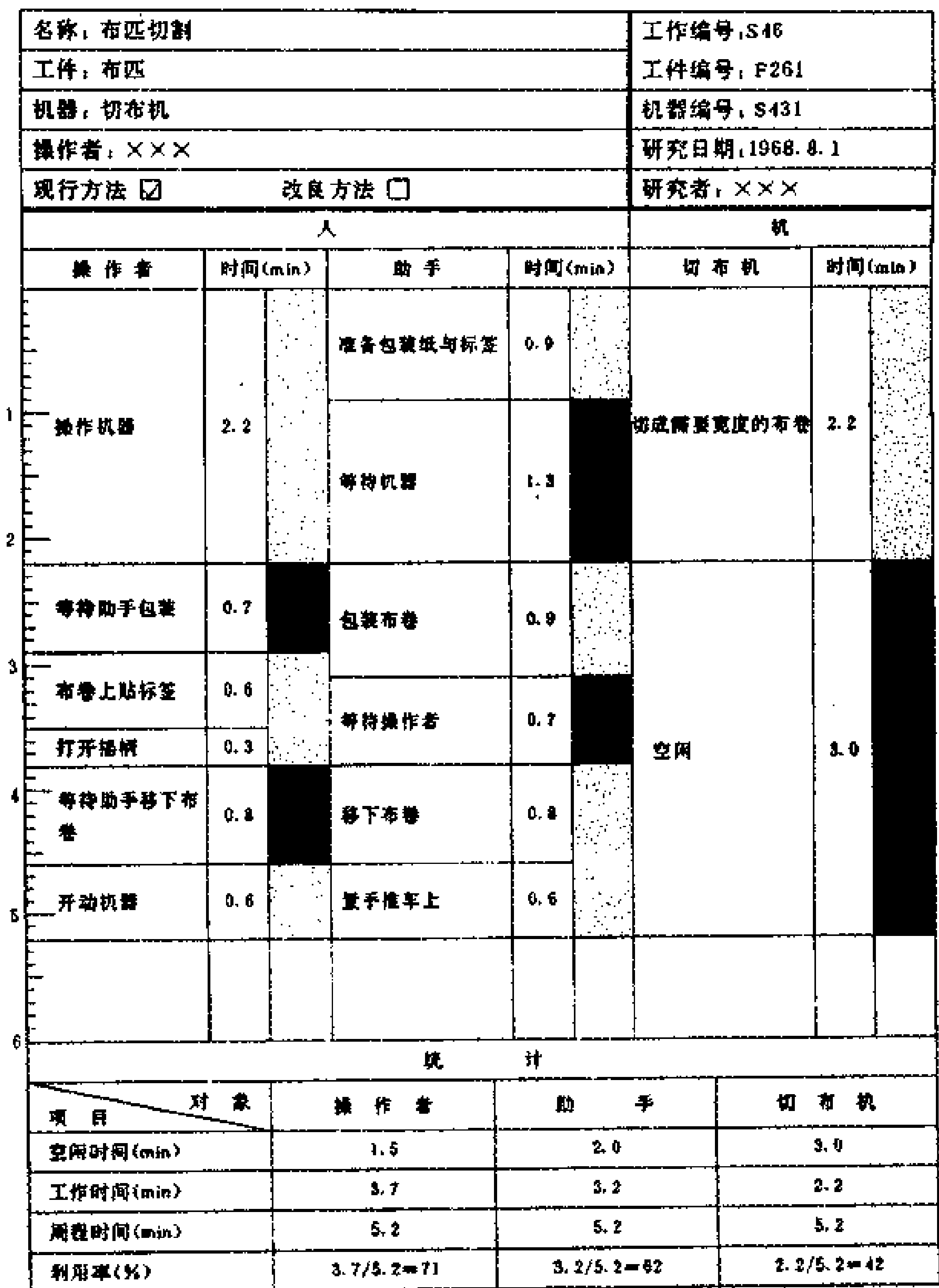


图 6-10 布匹切割联合操作分析图(现行方法)

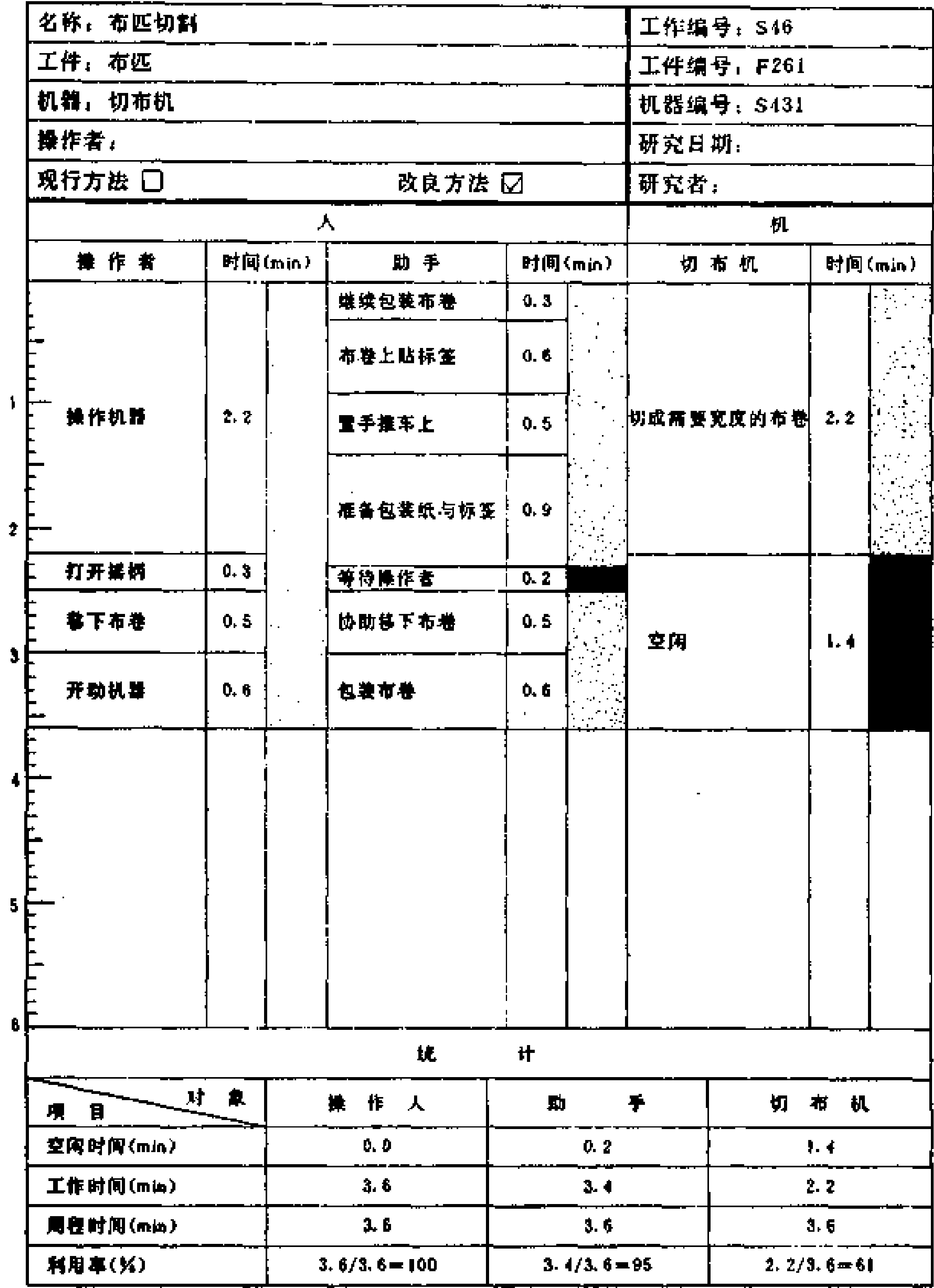


图 6-11 布匹切割联合操作分析图(改良方法)

于 D 轴上。切至顾客需要的长度后停机。操作者与其助手将切好的布卷用包装纸包好,贴上标签并注明品级、长度、颜色等。最后,自 D 轴取下,放入手推车上。整个操作的情况由联合操作分析图记录,如图 6-10 所示。由图中可看出:机器的空闲时间太多,其利用率仅为 42%;操作者利用率为 71%,助手则为 62%。采用提问技术进行分析,得知其原因在于:当切好的布绕在 D 轴上时,必须等待操作者和助手进行包装后,机器才可再开始工作。

改良方法是增设一连座轴 E(见图 6-9)。当布被切成需要宽度绕于 D 轴上后,可将布卷全部滑移至连座的 E 轴上。这是一个需时很短的简单动作。当布卷移于 E 轴后,操作者即可开动机器,而此时助手可在 E 轴上完成包装、贴标签和注明品级、长度、颜色等,并放入手推车。

现行方法周期时间为 5.2 min,即 1 h 切布 11.5 次。而改良后,周期为 3.6 min,即 1 h 切布达 16.6 次,每小时增加切布 5.1 次,亦即表示增加切布能力达 44%。同时,机器的利用率也增加至 61%。改良后的布匹切割联合操作图见图 6-11。

实例 2 转化塔内触媒检验。

这是一个化工厂联合作业的实例。转化塔为很高的圆形设备,其作用是将一种气体转化为另一种气体。触媒即催化剂,其作用是促使化学反应加速进行。塔的内部分成许多格,放置触媒。原气体经加热器温度升高后,自塔下部进入塔内,当气体逐渐向上升时,与触媒起化学作用,转化成另一种气体,自塔的上部放出。此时放出的气体仍混有少量原气体,故仍需将原气体分离出来,再送塔内转化。

触媒在使用期间,必须经常检验,以维持其转化效率。检验时,塔的顶盖必须打开,前后的开关必须并闭。由于化工厂多为连续生产,故检验触媒的时间应尽量少,以缩短其周期。

现行方法中用不同工种的 4 名工人,其工作时间如图 6-12 所

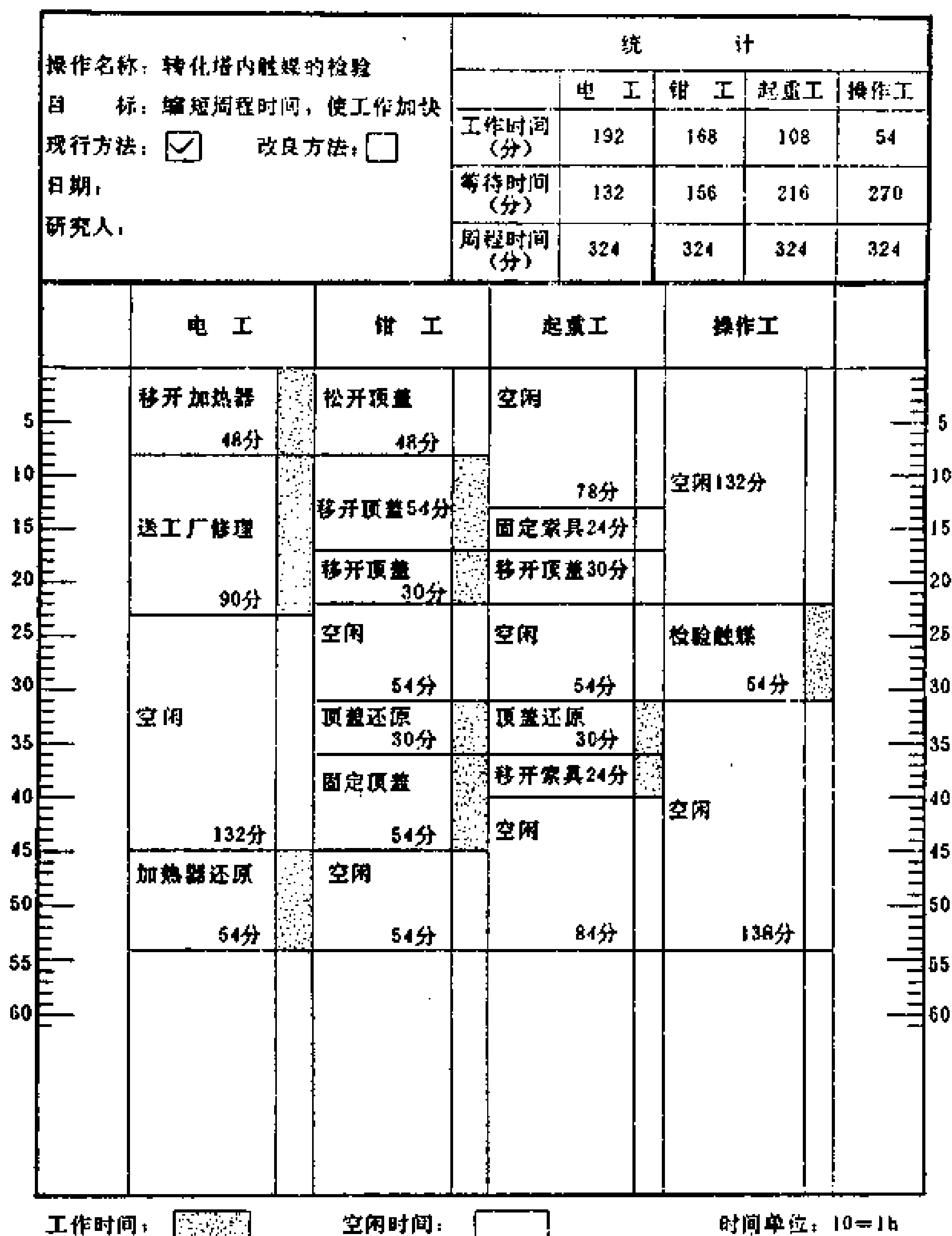


图 6-12 转化塔触媒检验多动作图(现行方法)

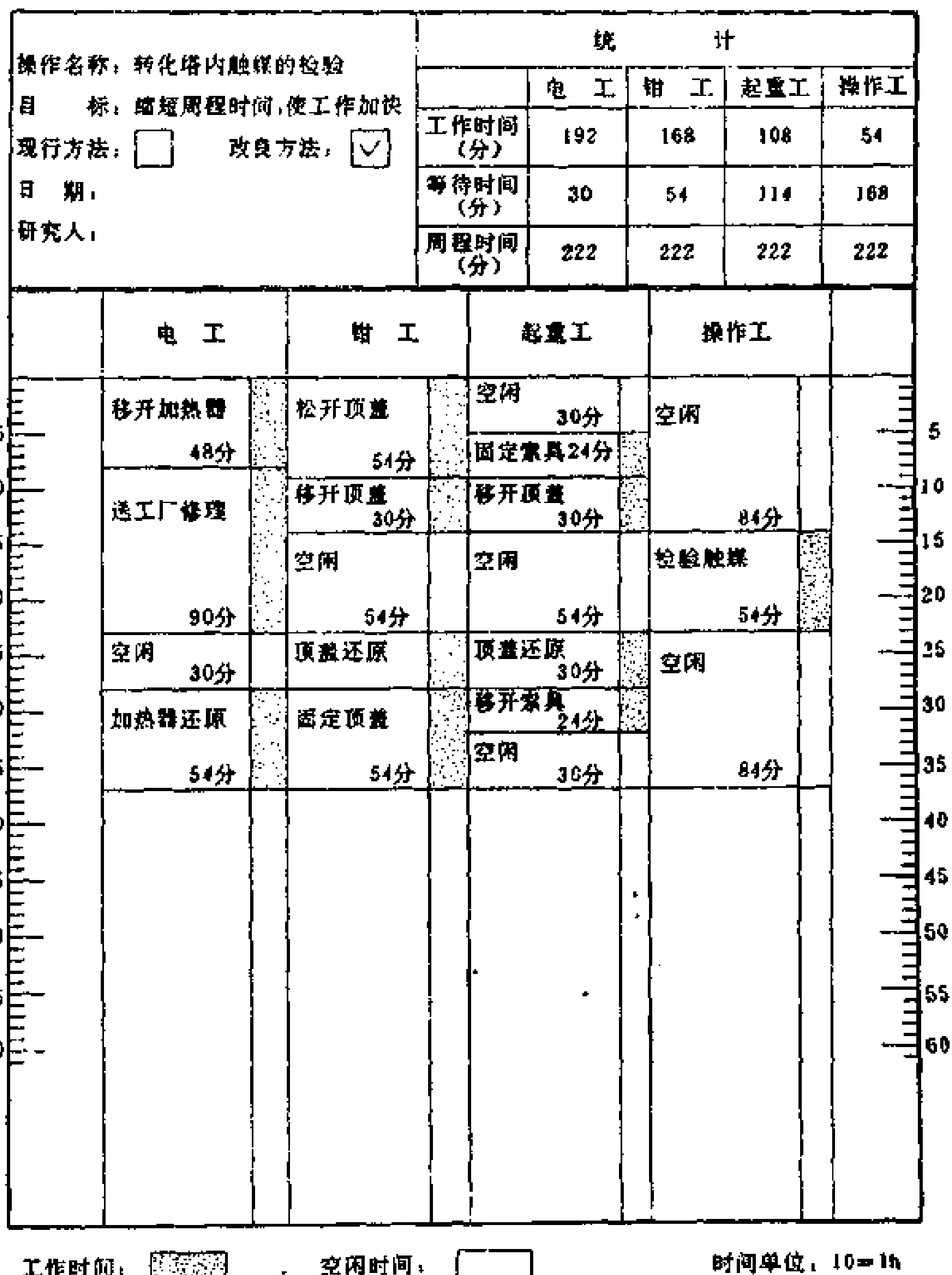


图 6-13 转化塔触媒检验多动作图(改良方法)

示。图中可见,全部检验操作共需 324 min,其空闲时间为:电工 132 min,钳工 156 min,起重工 216 min,操作工 270 min。

通过提问技术进行提问:为什么要有如此多的空闲?有无办法使这些空闲减少?为什么必须待电工移开加热器后,钳工才能松开顶盖?为什么必须经钳工固定顶盖后,电工才可开始将加热器还原?

根据联合操作分析的基本原则,如能改为同时操作,则可缩短周程。改进方法就是根据这原则来建立的,即当加热器移开的时候,顶盖同时松开,而在顶盖还原装妥之时,加热器亦同时还原,见图 6-13。

由改良方法知,电工、操作工、起重工、钳工之空闲时间大为减少,整个周程时间也由 324 min 降为 222 min,减少了 102 min,增加效率达 45%。

第三节 双手操作分析

一、双手操作分析的意义与作用

生产现场的具体操作,主要是靠工作人员的双手完成。调查、了解如何用双手进行实际操作则称为双手操作分析。分析时常采用“双手操作程序图”。

双手操作程序图以双手为对象,记录其动作,表示其关系。据此,可指导操作者如何有效地运用双手,对从事生产性的工作提供一种新的动作观念,找出一种新的改善途径。

双手操作分析的作用归纳有以下几点:

- (1) 研究双手的动作及其平衡。
- (2) 发掘“独臂”式的操作。
- (3) 发现伸手、找寻以及笨拙而无效的动作。
- (4) 发现工具、物料、设备等不合适的放置位置。

(5) 使动作规范化。

二、双手操作程序图

1. 绘制双手操作程序图的要点

(1) 必须深入生产现场,观察全部操作,了解情况,并决定操作中的循环周期及其起点与终点。

(2) 作图时,先在左上角记录有关资料,如:现行方法或改进方法,工作名称,研究日期与编号和操作人、研究人、核准人的姓名,起点(开始)、终点(结束),工具、材料、工件的规格、精度等。

(3) 右上角画工作场所的平面布置图(如工作台上的布置),表示出操作对象、操作工具的名称。

(4) 图中主要幅面分别记录左右手动作。边观察,边记录,一次观察一只手的动作。通常先记录右手,将其动作记录于纸的中间靠右边,并反复补充、核对、改正,切勿遗漏。再以同样的方法及要求记录左手的动作于纸的中间靠左边。必须注意,左右手的同时动作应画在同一水平位置,并且要多次核对左右手动作的关系,使记录准确无误。

(5) 记录完成后,应将左右手的动作分别进行统计,统计资料可放在图幅的右方或右下方。

2. 双手操作程序图的画法

最简单的双手操作程序图仅用下面两种符号:

- 小圈表示伸手或运送;
- 大圈表示握取、对准、使用及放下物件的动作。

用简单符号画出的“装配缆夹”(图 6-14)的双手操作程序图见图 6-15。

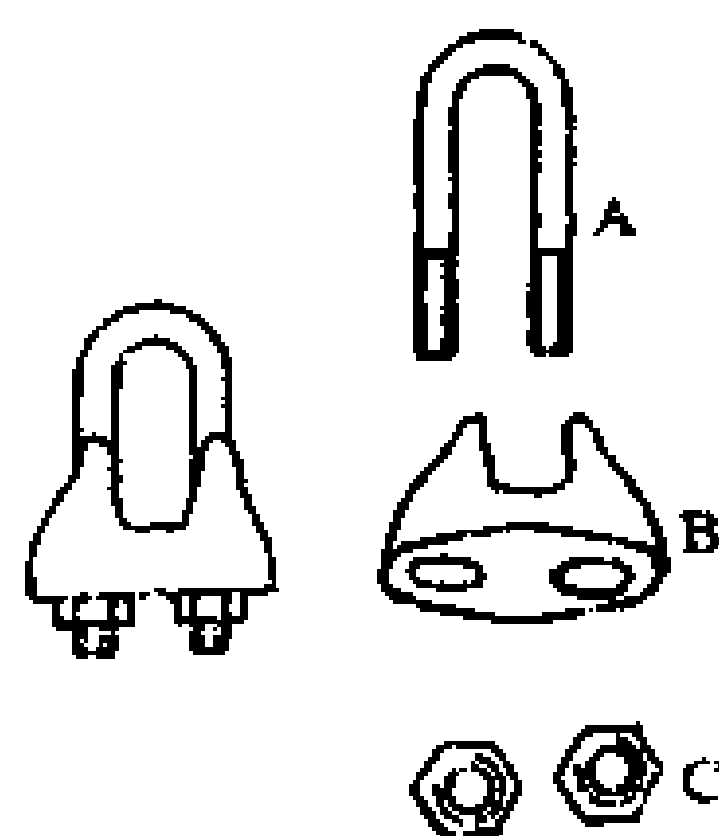
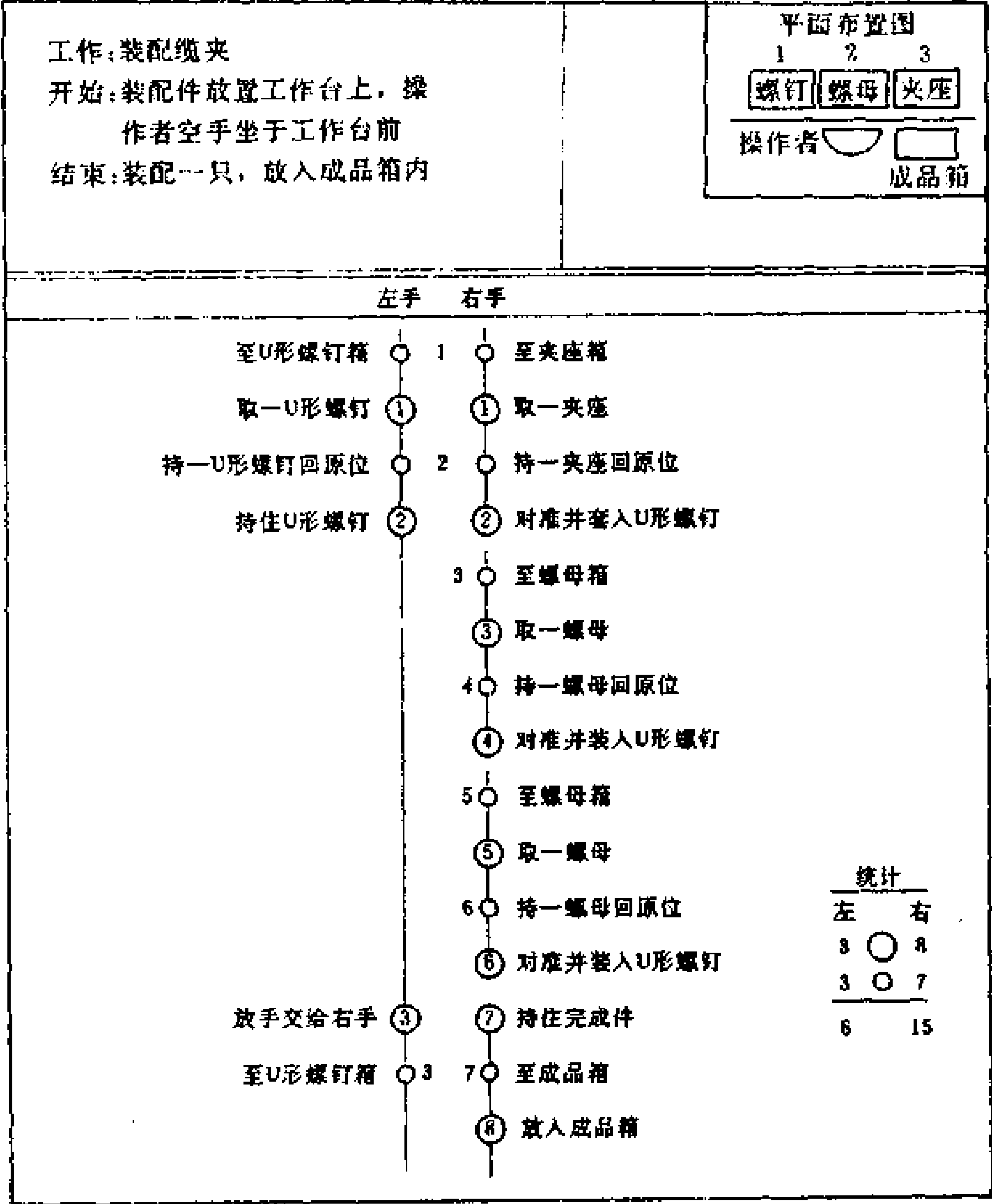


图 6-14 装配缆夹

A--U形螺钉;

B--夹座; C--螺母



- ◇——搬运,即手移动的动作;
- D——等待,即手的延迟、停顿;
- △——持住,表示手持住工件、工具或材料的动作。
- 检查,此符号用得不多,因为工人检查物件时(握住物件进行观察或测量)可根据具体情况用操作或其他符号表示。

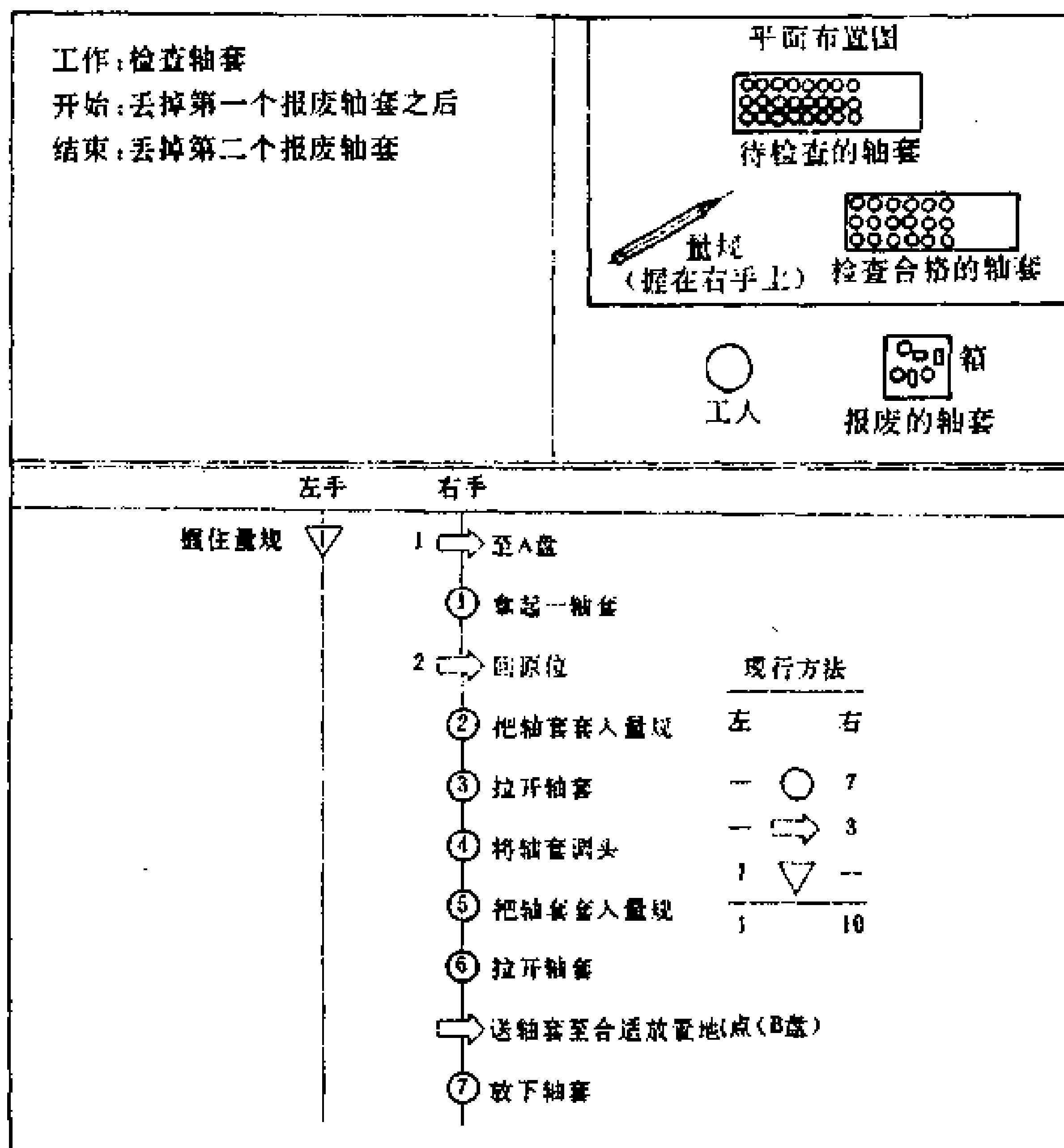


图 6-16 双手操作程序图

用一般符号表示的“检查袖套”的双手操作程序图见图 6-16。

三、双手操作程序图的分析要点

同程序分析一样,采用“SW1H”提问技术及取消、合并、重排、简化建立新方法的四大原则进行分析。

1. 分析、改善操作的要点

- (1) 尽量减少操作中的动作。
- (2) 排列成最佳顺序。
- (3) 合适时合并动作。
- (4) 尽可能简化各动作。
- (5) 平衡双手的动作。
- (6) 避免用手持物。
- (7) 工作设备应合乎工作者的身材。

2. 采用提问技术

(1) 有无操作予以剔除?

①因改变动作的顺序;②因改变工具及设备;③因改变工作场所的布置;④因合并所用工具;⑤因改变所用材料;⑥因改变产品设计;⑦因使夹具动作迅速。

(2) 有无“等待”可以减免?

①因动作的改变;②因身体各部动作的平衡;③因同时以双手相对动作完成制品。

(3) 有无动作可以简化?

①因用较好工具;②因改变杠杆机构;③因改变物件放置地点;④因采用较佳盛具;⑤因应用惯性力;⑥因工作台高度适当。

(4) 运送是否可以简化?

①因改变布置而缩短距离;②因改变方向;③因动作路线变化。

四、双手操作程序图实例分析

实例 1 检查轴的长度及装入套筒。

图 6-17 为现行方法,图 6-18 为改良方法。

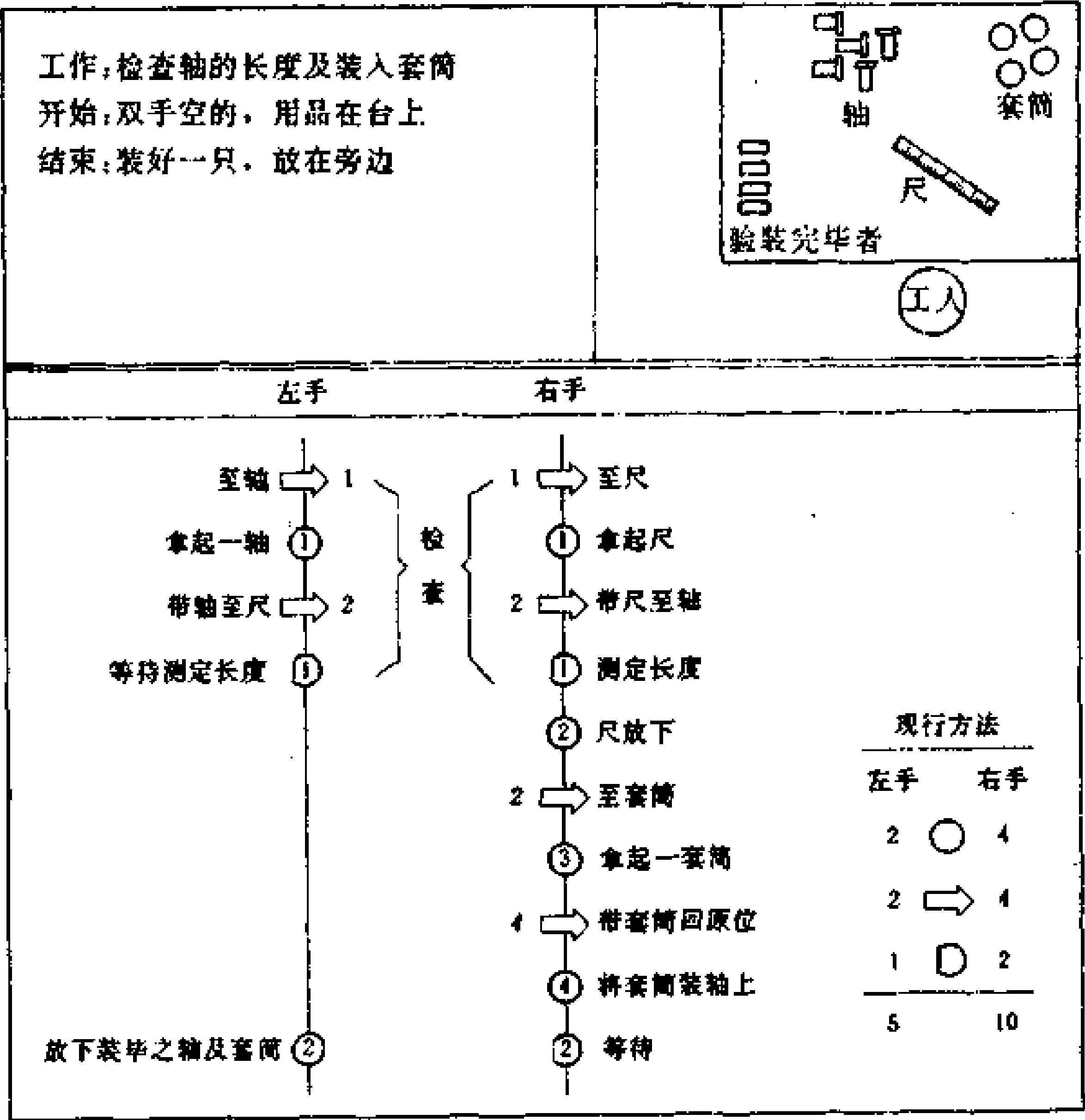


图 6-17 检查轴的长度及装入套筒的现行方法

图 6-18 所示的改良方法不但使双手动作数目均减少,尤其完全达到双手同时对称动作的原则。改良方法中取消了三种无效的动作:

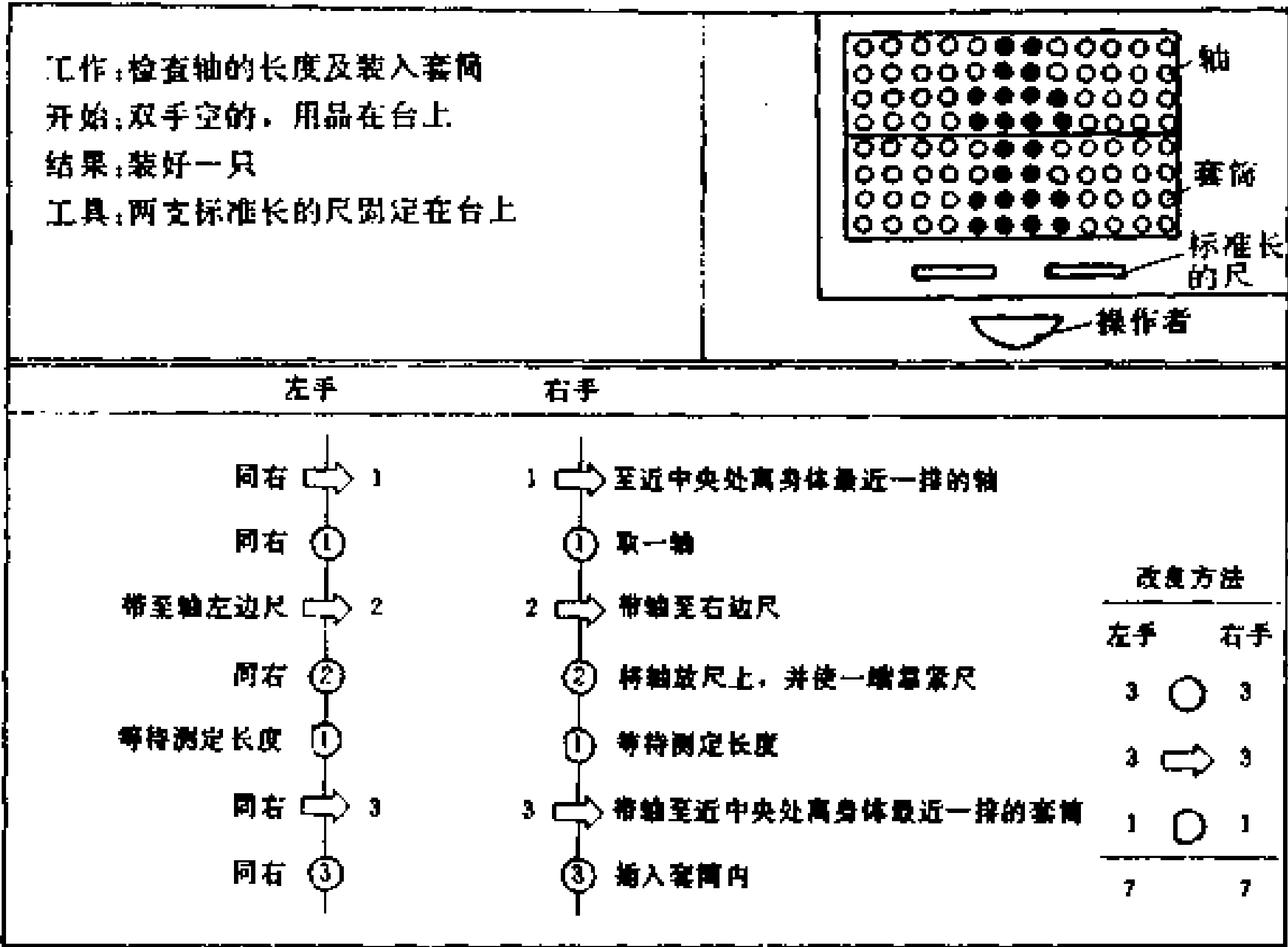


图 6-18 检查轴的长度及装入套筒的改良方法

- (1) 一手持物, 另一只手的往复动作。
- (2) 将套入的方法改变, 使轴直接套入套筒, 节省套筒拿起与放下的无效动作。
- (3) 改变原来用的普通尺为两标准长度的尺, 并固定台上, 省去每次将尺重复地拿起、放下的动作。

实例 2 装配缆夹。
 缆夹包括上夹、下夹、垫圈及螺钉(图 6-19)。图 6-20 为现行方法, 图 6-21 为改良方法。

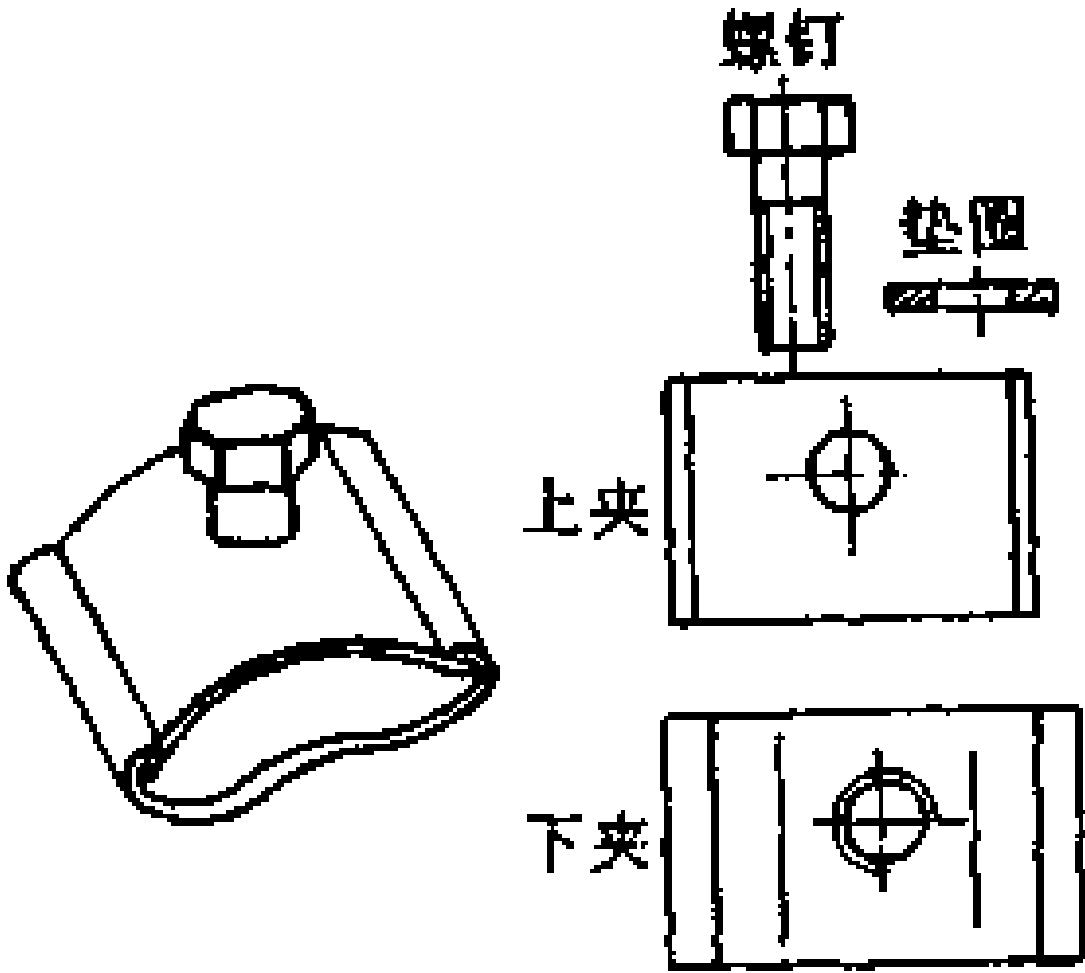


图 6-19 缆 夹

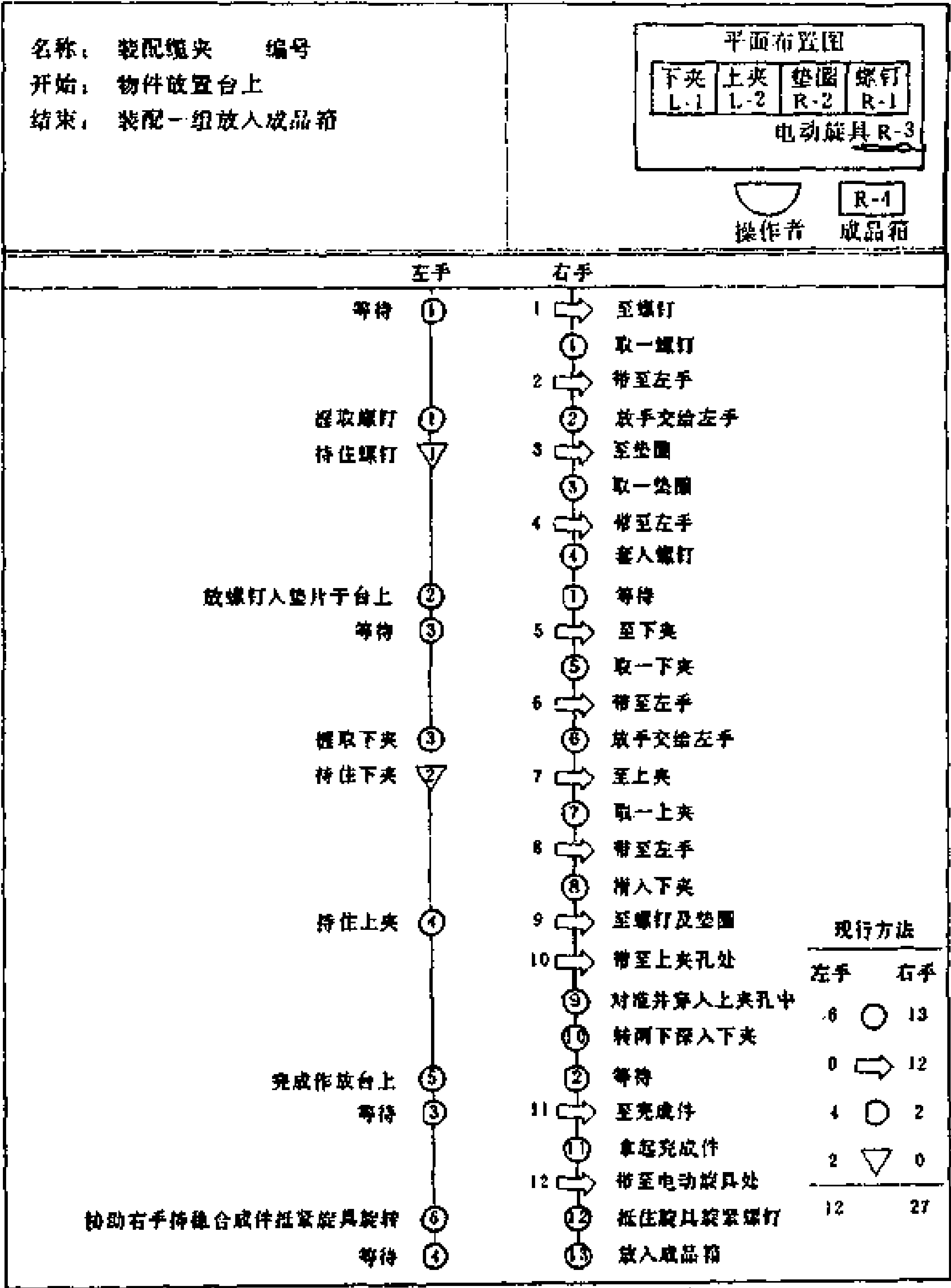


图 6-20 装配缆夹的现行方法

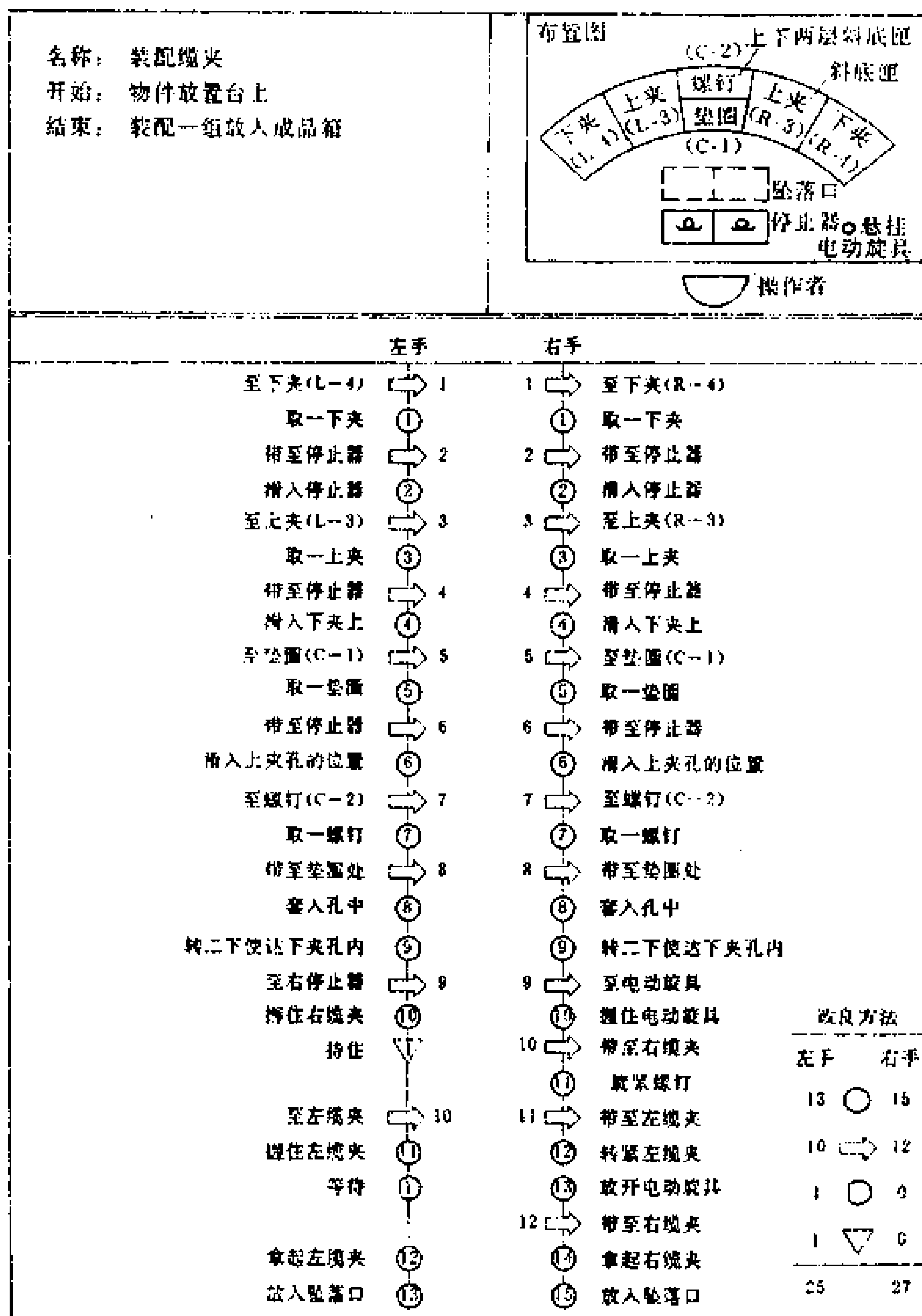


图 6-21 装配缆夹的改良方法

图 6-21 所示的改良方法中,虽然右手的动作仍为 27 个,但已使左右手尽可能达到同时对称动作,且等待、持住的动作已大大减少。

复习与思考题

- 1. 何谓操作分析?
- 2. 人机操作分析的目的是什么?
- 3. 何谓联合操作分析? 联合操作分析能达到什么目的?
- 4. 双手操作分析有什么作用?
- 5. 某人操作两台半自动车床,程序为:

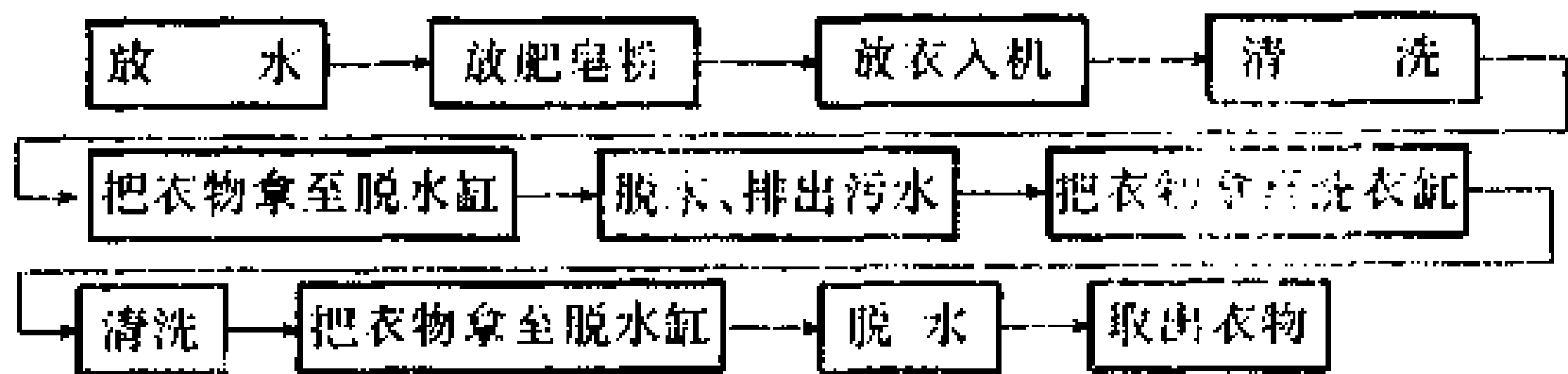
进料 0.5 min;

车削 1 min;

卸料 0.25 min;

此两台机床加工同一零件,能自动车削和自动停止,试绘出此操作的人机程序图。

- 6. 用双缸洗衣机清洗衣服的程序如下:



或者记录你自己用的洗衣机,观察实际洗衣动作,记录各程序的时间并绘出人机程序图。

- 7. 根据下列资料,试求一个工人操作几台机器最为适宜。
 - (1) 装卸零件时间每台为 1.41 min/次。
 - (2) 从一台机器走到另一台机器的时间为 0.08 min。
 - (3) 机器的自动切削时间为 4.43 min(不需工人看管)。
- 8. 试以双手操作程序图记录用开瓶器开启瓶盖的双手基本动作,其动

作为：双手同时伸出，左手伸至桌面取瓶，右手伸至桌面取开瓶器，双手各将所取之物移至身前，左手持瓶，右手移至瓶顶，打开瓶盖。

9. 如图 6-22 所示，请在有 30 个孔的盘内插上 30 只销子，并用双手操作程序图记录插销子的动作。

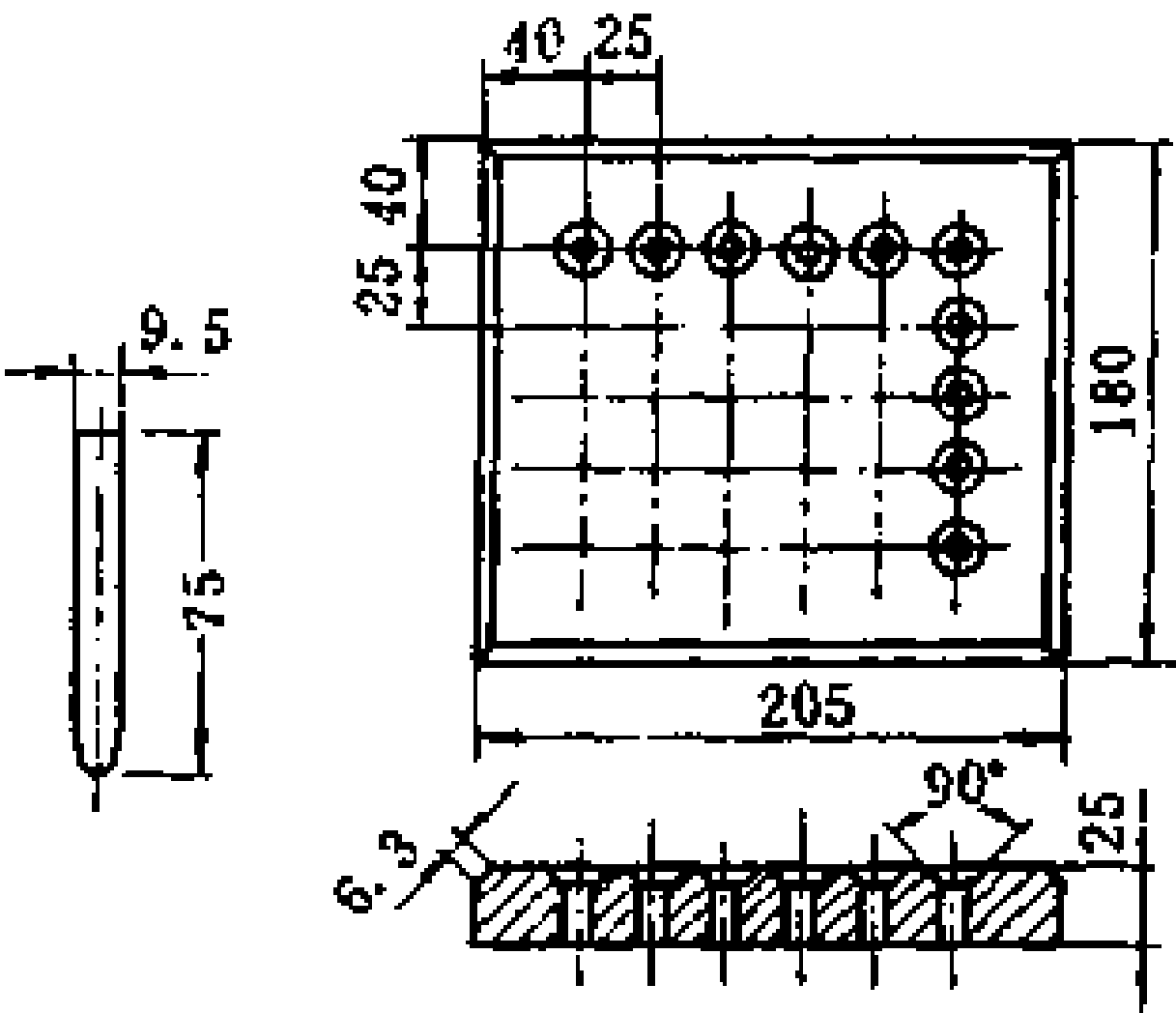


图 6-22

第七章 动作分析

第一节 动作分析的基本知识

一、动作分析的意义与目的

动作分析是在程序决定后研究人体各种动作的浪费,以寻求省力、省时、安全和最经济的动作。

动作分析的实质是研究分析人在进行各种操作的细微动作,删除无效动作,使操作简便有效,以提高工作效率。

动作分析的目的:发现操作人员的无效动作或浪费现象,简化操作方法,减少工作疲劳,降低劳动强度。在此基础上制定出标准的操作方法,为制定动作时间标准作技术准备。

二、动作分析的方法

按精确程度不同,动作分析有下列方法:

(1) 目视动作分析 以目视观测寻求改进动作的方法。例如详细观测各个操作单元,以双手程序分析方法及动作经济原则为分析工具。

(2) 动素分析 完成的操作虽然千变万化,但人完成工作的动作可由 17 个基本动作构成。这 17 个基本动作又称为 17 个动素。动素分析,是将工作中所用的各个动素逐项分析,以谋求改进。

(3) 影片分析 用摄影机将各个操作动作拍摄成影片放映,而加以分析。目前国内多采用摄像机,将生产线上各个动作拍摄下来,然后放映加以分析。

三、动素的名称、定义及形象符号

人完成工作的动作可分解为下列基本动作——动素：

1. 伸手(Transport Empty, 用 TE 表示)

定义：空手移动，伸向目标，又称运空。

起点：当手开始伸出的瞬间开始。

终点：当手刚触及目的物的瞬间终了。

分析：

(1) 伸手系指空手。

(2) 此动素前常接“放手”，后跟“握取”。

(3) 此动素不能取消，但可缩短距离。

(4) 移动距离是指动素的实际路径，而非两点间直线距离。

(5) 在其他条件不变时，手移动长距离较短距离需要的时间较多。

(6) 熟练的操作者在重复性工作的继续周程内，其手的移动几乎经过完全相同的路线。

(7) 伸手通常包括三种过程：

① 由静止开始，加速达最大。

② 以后即以此速度等速前进。

③ 最后减速到完全停止。

(8) 手移动时，必须以眼引导手，故眼的移动次数及距离的长短常对操作有影响。

改善：

(1) 能否缩短其距离。

(2) 能否减少其方向的多变，尤其是突变。

(3) 能否使工具物件移向手边。

(4) 手移动的种类，按其需时的多少，顺序如下(应选择需时较少的移动)：

- ① 伸手至一固定位置的物件或地点。
- ② 伸手至每次位置均略有变动的物件(此时需用眼寻找)。
- ③ 伸手至一堆混杂物中选取,或伸手至甚小的物件。

2. 移物(Transport Loaded, 用 TL 表示)

定义:手持物从一处移至另一处的动作称移物,又称运实。

起点:手有所负荷并开始朝向目的地移动的瞬间开始。

终点:有所负荷的手抵达目的地的瞬间结束。

分析:

(1) 运送的物件可能为手或手指携带,亦可能由一地点滑送、拖送、推送等。

(2) 此动素所需时间,依其距离、重量及移动种类而定,故可缩短距离、减轻重量及改良移动种类以达到改善。

(3) 运实途中常发生“预对”。

(4) 此动素前常接“握取”,后跟“对准”及“放手”。

改善:

(1) 能否减少其重量。

(2) 是否可应用合适的器具,如输送带、容器、盛具、镊子、钳子及夹具等。

(3) 是否使用身体的合适部位,如手指、手腕、前臂、肩等。

(4) 能否用重力来滑运或坠送。

(5) 搬运设备能否用脚来操纵。

(6) 是否因物料的搬运或程序的往返,而增加搬动时间。

(7) 是否可因增加一小工具或放搬运物靠近使用点而取消搬运。

(8) 搬运方向的突变是否可以取消,各种阻碍物能否搬去。

(9) 常用物料是否已放置于使用点。

(10) 是否已用合适的工具、小盒子等,且其操作是否按装配顺序排列。

(11) 是否视搬运物的重量使用身体最合适的部位,而达到最快的搬运速度。

(12) 是否有些身体的动作可以取消。

(13) 双手的动作能否同时、对称而又反方向。

(14) 能否由提送改为滑送。

(15) 眼的动作能否与手的动作相协调。

3. 握取(Grasp, 用 G 表示)

定义:利用手指充分控制物体。

起点:当手指或手掌环绕一物体,欲控制该物体的瞬间开始。

终点:当物体已被充分控制的瞬间结束。

注意:当物体已被充分控制后的握取称为持住(已不是握取了)。

分析:

(1) 是否可一次握取多件或减少握取次数。

(2) 是否可在容器端开一缺口,以便握取。尤其是对较小零件,是否可以改善容器的边缘,以利握取。

(3) 工具、物件能否预先放好,以利握取。

(4) 前一工位的操作者放下工件的位置以及工具等放置的位置,能否使下一位操作者简化握取。

(5) 是否能用其他工具代替手的握取。

(6) 工具、物件能否预先放于回转盘内,以利握取。

4. 装配(Assemble, 用 A 表示)

定义:为了两个以上的物件的组合而做的动作。

起点:两个物件开始接触的瞬间。

终点:两个物件完全配合的瞬间。

分析:

(1) 此动素的改善多于取消。

(2) 此动素前常有“对准”或“预对”,后常跟“放手”。

改善:

- (1) 能否用夹具或固定器。
- (2) 能否使用自动设备。
- (3) 能否同时装配数件。
- (4) 工具是否已达最有效的速度及送进。
- (5) 是否可用动力工具,以减少人的装配时间。

5. 使用(Use, 用 U 表示)

定义:利用器具或装置所做的动作,称使用或应用。

起点:开始控制工具进行工作的瞬间。

终点:工具使用完毕的瞬间。

分析:

- (1) 此动素常可获得改善,不但可节省时间,更可节省物料。
- (2) 在某种操作内,常可连续发生多次的“使用”。
- (3) 以手代替工具工作时,亦属此动素,如用手裁纸,即属手在“应用”。

改善:同“装配”。

6. 拆卸(Disassemble, 用 DA 表示)

定义:对两个以上组合的物体,作分解动作。

起点:两个物体开始分离的瞬间。

终点:两个物体完全分离的瞬间。

注意:尽量使用工具,以减少时间。

分析:

- (1) 此动素常可改善。
- (2) 此动素前常为“握取”,后常跟“运实”或“放手”。
- (3) 此动素所需时间,常与两物件的连接情况及松紧程度有关。

改善:同“装配”。

7. 放手(Release Load, 用 RL 表示)

定义:从手中放掉东西,称放手或放开。

起点:手指开始脱离物体的瞬间。

终点:手指完全脱离物体的瞬间。

注意:考虑放手的终点是否为下一动素开始的最佳位置。

分析:

(1) 此动素为所有动素需时最少者。

(2) 实际测时时,常与前一动素合并计时。

改善:

(1) 能否取消此动素。

(2) 能否就在工作完成处放手,而用坠送法收集物件。

(3) 能否在运送途中放手。

(4) 是否必须要极小心地放手,能否避免。

(5) 容器或盛具是否经过特殊设计,以便能接纳放手后的物件。

(6) 放手后,手或运送的位置是否对下一动作或次一移动最为有利。

(7) 能否一次放手多件物件。

8. 检查(Inspect,用I表示)

定义:将产品和所制定的标准作比较的动作,叫检查或检验。

起点:开始检验物体的瞬间。

终点:产品质量的优劣被决定的瞬间。

分析:

(1) 此动素为眼注视一物,而脑正在判断是否合格。

(2) 此动素的重点是心理上的反应。

(3) 检验时,按操作情况需用视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉等器官。

(4) 此动素所需时间常因下列因素而定:

① 标准的精确度;

② 物料的误差;

③ 视力等感官的好坏。

(5) 如其他条件相同,人对声的反应比对光的反应快,而对触觉的反应比对声与光的反应更快。人对声的反应时间为 0.185 s;人对光的反应时间为 0.225 s;人对触觉的反应时间为 0.175 s。

改善:

(1) 能否取消或与其他操作合并。

(2) 能否同时使用多种量具或多用途的量具。

(3) 增加亮度或改善灯光的布置是否可减少检验的时间。

(4) 检验物与检验者眼睛的距离是否合适。

(5) 检验物的数量是否足够采用电动自动检验。

9. 寻找(Search, 用 Sh 表示)

定义:确定目的物的位置的动作。

起点:眼睛开始致力于寻找的瞬间。

终点:眼睛找到目的物的瞬间。

分析:

(1) 新手及不熟练者费时较多,训练有素及工作熟练者,则费时极少。

(2) 如工具、零件、物料各有定所,工作现场布置合适,则此动素费时极少。此条件为取消此动素的最有效的方法。

(3) 如能取消此动素为好。

(4) 操作愈复杂、愈需记忆、愈不稳定或物件愈精细时,此动素需时愈多。

改善:

(1) 物件给予特别标示(用标签或涂颜色)。

(2) 良好的工作场所布置。

(3) 是否需要特殊的灯光。

(4) 物件、工具有固定位置,并放置于正常工作范围内。

(5) 操作人员应培训,使之成为习惯性的动作而取消此动素。

10. 选择(Select, 用 St 表示)

定义:在同类物件中,选取其中一个。

起点:寻找的终点即为选择的起点。

终点:物件被选出。

分析:

(1) 实用上常将“寻找”与“选择”合并来计时。

(2) 物件愈精细,规格愈严格,此动素时间愈长。

(3) 物件分类放置,避免混杂在一起,以及有效的现场布置,常因此可取消此动素。

改善:

(1) 是否可取消此动素。

(2) 工具物件能否标准化和互换使用。

(3) 能否改善安排,而使选择较容易或可以取消。

(4) 能否在前一操作完毕时即将零件(物料)放于下一操作的预放位置。

(5) 能否涂上颜色,以利选择。

11. 计划(Plan, 用 Pn 表示)

定义:在操作进行中,为决定下一步骤所做的考虑。

起点:开始考虑的瞬间。

终点:决定行动的瞬间。

分析:

(1) 此动素完全为心理的思考时间,而非手的动作时间。

(2) 操作中由于操作者犹疑,即发生此动素。

(3) 操作愈熟练,此动素时间愈短。

改善:

(1) 是否可以改善工作方法,以简化动作。

(2) 是否可改善工具、设备,使操作简单容易。

(3) 操作人员是否已培训,使其熟练而减少或消除此动素。

12. 定位(Position, 用 P 表示)

定义:将物体放置于所需的正确位置为目的而进行的动作,又称对准。

起点:开始放置物体至一定方位的瞬间。

终点:物体已被安置于正确方位的瞬间。

分析:

(1) 此动素前常为“移动”,后常跟“放手”。

(2) 此动素常可能发生在“运实”途中。

(3) 此动素所需时间常按下列情形而定:

① 对称的物件,或任何方向均可放置的物件,需时最少。

② 半对称的物件,即有数个位置可以放置,需时较对称物件多,较不对称物件少。

③ 不对称物件,仅有一个位置可以放置,需时最多。

改善:

(1) 是否必须对准。

(2) 能否用量具以利对准。

(3) 松紧度能否放宽。

(4) 手臂能否有依靠,使手能放稳而减少对准的时间。

(5) 物件的握取是否容易对准。

(6) 能否利用脚操作的夹具。

13. 预定位(Pre-Position, 用 PP 表示)

定义:物体定位前,先将物体安置到预定位置,又称预对。

起点与终点:与定位的起点、终点相同。

分析:

(1) 此动素常与其他动素混合在一起,最常见的情况是与“运实”一起发生。

(2) 所谓预对,必须能将物件放置于合适的位置上,方便以后

的再行取用。如将用完的笔放置于倾斜竖起的笔架上,此处宜用“预对”,因为下次从笔架上拿笔时,就能握取使用时的位置。

(3) 可以利用夹持工具或特设容器,使物件保持应用时的姿势,以利握取时即已成为使用时的姿势。

改善:

(1) 物件能否在运送途中预先对正。

(2) 工具的设计是否能使放下后的手柄保持向上、以利下次使用。

(3) 工具能否悬挂起来,以便一伸手即可拿到。

(4) 物体的设计能否使每一面(边)均相同。

14. 持住(Hold, 用 H 表示)

定义:手握物并保持静止状态,又称拿住。

起点:用手开始将物体定置于某一方位的瞬间。

终点:当物体不必再定置于某一方位上为止的瞬间。

分析:

(1) 此动素常发生在装配工作及手动机器的操作中,其前为握取,其后为放手。

(2) 手绝对不是有效的持物工具,而是成本最贵的夹持工具。

(3) 应设法利用各种夹具来代替手持物。

(4) 能否于操作中取消此动素。

改善:

(1) 能否用夹具来持物。

(2) 能否运用摩擦力或粘着力。

(3) 能否应用磁铁。

(4) 如持住不能取消,则是否已设“手靠”、“手垫”以减轻手的疲劳。

15. 休息(Rest, 用 R 代表)

定义:因疲劳而停止工作。

起点:停止工作的瞬间。

终点:恢复工作的瞬间。

分析:

(1) 此动素所需时间的长短,视工作性质及操作者的体力而定。

(2) 此动素通常都在工作周期中发生。

(3) 改善工作环境及动作等级可减少或消除此动素。

改善:

(1) 肌肉的运用及人体动作的等级是否合适。

(2) 温度、湿度、通风、噪声、光线、颜色以及其他工作环境是否合适。

(3) 工作台的高度是否合适。

(4) 操作者是否坐立均可。

(5) 操作者是否有合适高度的座椅。

(6) 重物是否用机械装卸。

(7) 工作时间长短是否合适。

16. 迟延(Unavoidable Delay, 用 UD 表示)

定义:不可避免的停顿。

起点:开始等候的瞬间。

终点:开始连续工作的瞬间。

分析:

(1) 当程序发生故障或中断时,即为迟延。

(2) 由于程序的需要而等待机器或他人的工作,或等待检验、待热、待冷等。

改善:此动素的发生非操作者所能控制,必须在管理及工作方法上作某些改善。

17. 故延(Avoidable Delay, 用 AD 表示)

定义:可以避免的停顿。

起点:开始停顿的瞬间。

终点:开始工作的瞬间。

分析:

(1) 这是由于操作者的疏忽而产生的,可以避免。

(2) 如能建立一个工作自愿、有纪律、有效率的工作团体,此动素即可避免。

改善:

(1) 改善管理方法、规章、制度、政策,使操作者毫无抱怨。

(2) 改善工作环境、提供一个合适、健康、愉快而有效的生产现场。

(3) 改善工作方法,降低劳动强度等。

18. 发现(Find,用F表示。这个动素是美国机械工程师学会增加的)

定义:东西已找到的瞬间动作。

起点:眼睛开始寻找物体的瞬间。

终点:眼睛已找到物体的瞬间。

动素还可以用形象图案(符号)、颜色等方法表示,如表 7-1 所示。

表 7-1 动 素

符 号	名 称	缩 写	颜 色	符 号	名 称	缩 写	颜 色
∪	伸手	TE	草绿	→	选择	St	浅灰
∩	握取	G	红	β	计划	Pn	棕
∞	移物	TL	绿	9	定位	P	蓝
⌈⌋	装配	A	紫	0	预定位	PP	淡蓝
U	使用	U	紫红	Ω	持住	H	金绿
++	拆卸	DA	淡红	ℓ	休息	R	桔黄
↗	放手	RL	洋红	∞	迟延	UD	黄
0	检查	I	深褐	∟	故延	AD	柠檬黄
⊙	寻找	Sh	黑	⊙	发现	F	

用动素来表达人的动作程序称动素程序图。图 7-1 为用动素符号表示的双手程序图(其改良方案参见图 6-18)。

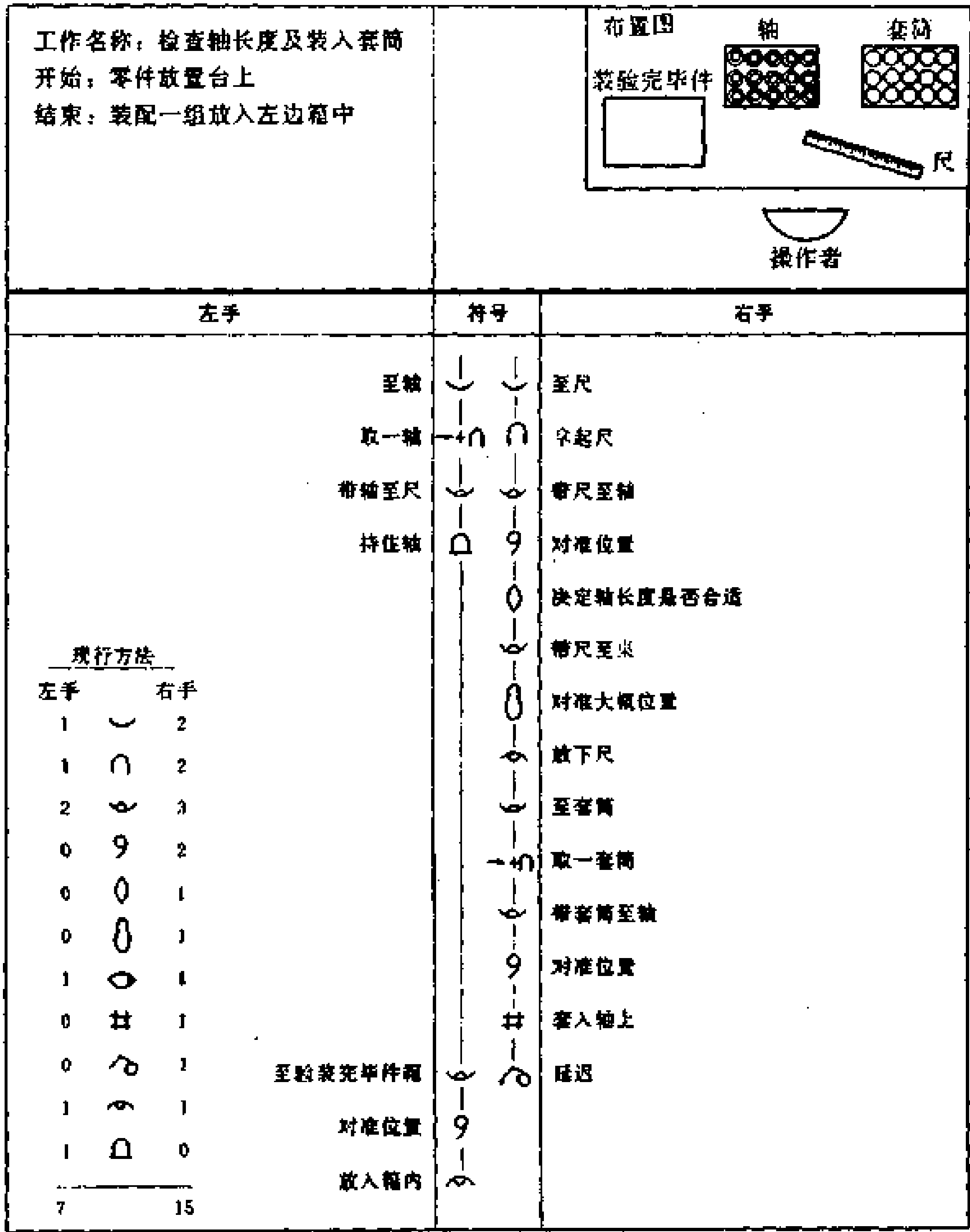


图 7-1 用动素符号表示的双手程序图

四、动素性质划分

按对操作的影响,动素可分为有效动素与无效动素两大类:

(1) 有效动素 指对操作有直接贡献者。如装配、拆卸、使用等;伸手、握取、移物及放手为操作中最常用的有效动素。

(2) 无效动素(或辅助动素)
如寻找、选择、检查、持住、定位及预定位等为辅助动素;休息、故延、迟延及计划为消耗性的动素。

我国台湾的周道教授将这 17 种动素用 4 个同心圆表示(见图 7-2):第一圈为中心圈,是核心动素;第二圈为常用动素,是改善的对象;第三圈为辅助性动素,操作中愈少愈好;第四圈(最外圈)为消耗性动素,应尽可能予以取消。

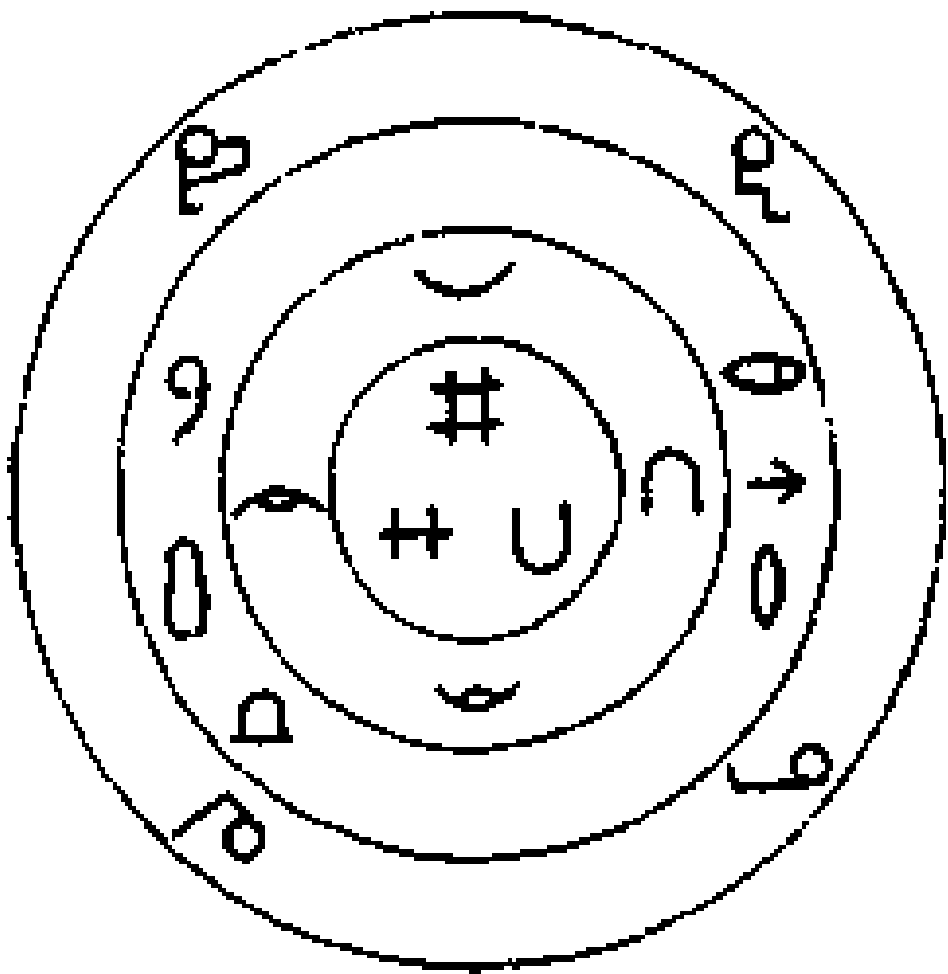


图 7-2 动素同心圆

第二节 动作经济原则

动作经济原则为吉尔布雷斯首创,后经多位学者研究改进,美国巴恩斯将其分为三大类 22 条。

(1) 关于人体的运用(第 1~8 条)

- ① 双手应同时开始并同时完成其动作。
- ② 除规定的休息时间外,双手不应同时空闲。
- ③ 双臂动作应该对称、反向并同时进行。
- ④ 手的动作应用最低的等级而能得到满意的结果。
- ⑤ 物体的动量应尽可能地利用,但是如果需要肌力制止时,则应将其减至最小程度。

- ⑥ 连续的曲线运动,比方向突变的直线运动为佳。
- ⑦ 弹道式的运动,较受限制或受控制的运动轻快自如。
- ⑧ 动作应尽可能地运用轻快的自然节奏,因节奏能使动作流利及自发。

(2) 关于工作地布置(第 9~16 条)

- ⑨ 工具物料应放置在固定的地方。
- 10 工具物料及装置应布置在工作者前面近处。
- 11 零件物料的供给,应利用其重量坠送至工作者的手边。
- 12 堕落应尽量利用重力实现。
- 13 工具物料应依最佳的工作顺序排列。
- 14 应有适当的照明,使视觉舒适。
- 15 工作台及坐椅的高度,应保证工作者坐立适宜。
- 16 工作椅式样及高度,应能使工作者保持良好姿势。

(3) 关于工具设备(第 17~22 条)

- 17 尽量解除手的工作,而以夹具或脚踏工具代替。
- 18 可能时,应将两种工具合并使用。
- 19 工具物料应尽可能预放在工作位置上。
- 20 手指分别工作时,各指负荷应按照其本能予以分配。
- 21 设计手柄时,应尽可能增大与手的接触面。
- 22 机器上的杠杆、十字杆及手轮的位置,应能使工作者极少变动姿势,且能最大地利用机械力。

任何工作中的动作,凡合乎以上原则的,皆为经济有效的动作。否则,就应改进。动作经济原则有两大功用,即帮助发掘问题和提供建立新方法的方向。

下面将以上原则归纳为十条,并进行分析。

第一条原则: 在关于人体的运用的 8 条原则中的第 1 条、第 2 条及第 3 条互相关连,均为双手的动作,可以把它合并为:双手的动作应同时而对称。

另外,有人曾经做过一个试验,即一只手持两磅半重(1 磅 = 0.4536 kg)的物体,在 254 mm 的两点间来回移动,到 200 次,手发酸。休息后,再双手各持两磅半重的物体,也来回于 254 mm 两点间移动,结果到 400 次时,仍未感觉疲劳。所以,双手同时对称的动作能适合人体,使动作得以相互平衡,不易疲劳。如果只有一只手运动,则身体肌肉必须一方面维持静态,而另一方面保持动态,肌肉无法休息,故易疲劳。

实例 1 将 M10×25 的螺栓装上 3 只垫圈成组件(见图 7-3a)。

按旧的方法,其装配次序是把放置螺栓、锁紧垫圈、平钢垫圈和橡皮垫圈的小盒子成一字形排列在钳工台上(图 7-3b),装配工伸左手到放置螺栓的盒子里取出一个螺栓,把它拿到自己的正前方持住(图 7-4),再用右手从锁紧垫圈盒内拿出一个锁紧垫圈并把它套到螺栓上,依次重复此动作套上平钢垫圈和橡皮垫圈,最后把装配完成的组件放到操作者左边的 5 号箱内。其动素程序图见表 7-2。用这种办法每分钟能完成 12 个装配组件。由动素程序图

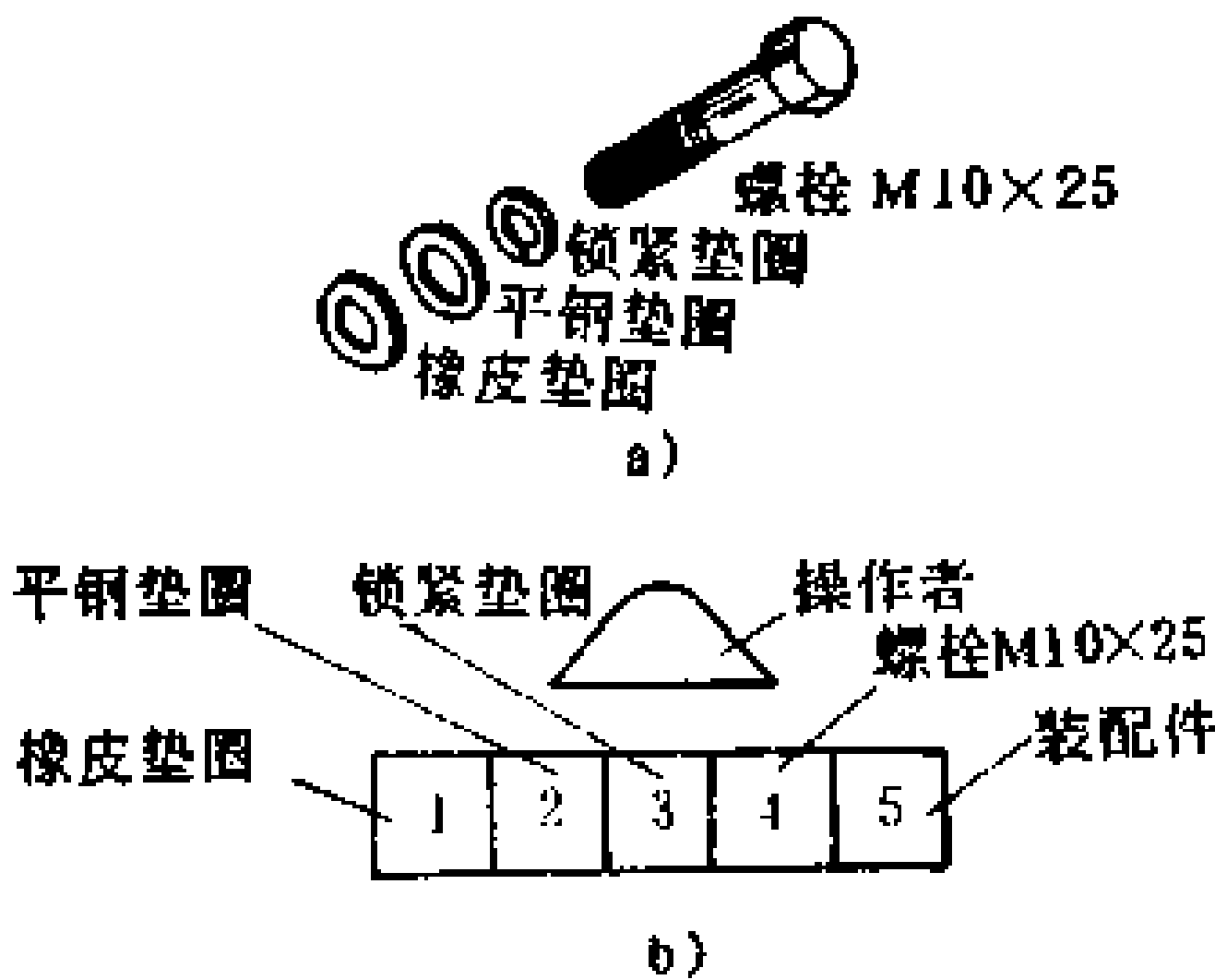


图 7-3 装配螺栓与垫圈的旧方法图



图 7-4 持住

可见,在此整个操作过程中,左手绝大多数的时间用在持住螺栓上,而由右手单独动作。这种动作,左右手既不同时利用,也不对称。

表 7-2 装配螺栓与垫圈的动素程序图(旧方法)

操作者左手的动作	符号	操作者右手的动作	符号
伸向 4 号箱中的螺栓	TE	伸向 3 号箱中的锁紧垫圈	TE
从 4 号箱中选出并握取一个螺栓	St + G	从 3 号箱中选出并握取一个锁紧垫圈	St + G
带螺栓到桌子的中心部位	TL	带锁紧垫圈到桌子的中心部位	TL
持住螺栓	H	定好锁紧垫圈装上螺栓的位置并装配在螺栓上	P + A + RL
		伸向 2 号箱中的平钢垫圈	TE
		从 2 号箱握取一个平钢垫圈	St + G
		定好平钢垫圈装上螺栓的位置并装配在螺栓上	P + A + RL
		伸向 1 号箱中的橡皮垫圈	TE
		从 1 号箱中握取一个橡皮垫圈	St + G
		带橡皮垫圈到放螺栓处	TL
		定好橡皮垫圈装上螺栓的位置并装配在螺栓上	P + A
带已完成的装配件到 5 号箱	TL	放开已完成的组件	RL
放开装配件	RL	等待左手	AD

根据双手的动作应该是同时的和对称的,对旧方法改良如下:

用木料做一个简单的夹具(图 7-5)。在夹具的正前面有两个尺寸相同的装配槽(图 7-5 中只画出其中一个)。装配槽由沉头孔和通孔组成,沉头孔中可以松松地放进垫圈,通孔直径略大于螺栓直径。木制夹具两边是两个金属板做成的滑运槽(图 7-6 中的 6 处),其开口洞分别在两沉头孔左右侧。因此,装配完成的螺栓组

件便可顺手丢进滑运槽的入口洞,并被滑入装配台下的成品箱中。在夹具周围成对放置装有三种垫圈的重力供料式金属盒,盒内分别放橡皮垫圈、平钢垫圈及锁紧垫圈,中间的4号盒内放螺栓。每一个盒的底部都做成30°的斜面溜板,这些零件便可借助于本身重量的作用被输送到装配台的台面上等待装配。这样,两手可以同时动作,即同时为两个螺栓装配垫圈。夹具和滑运槽、重力式供料盒的布置如图7-6所示。

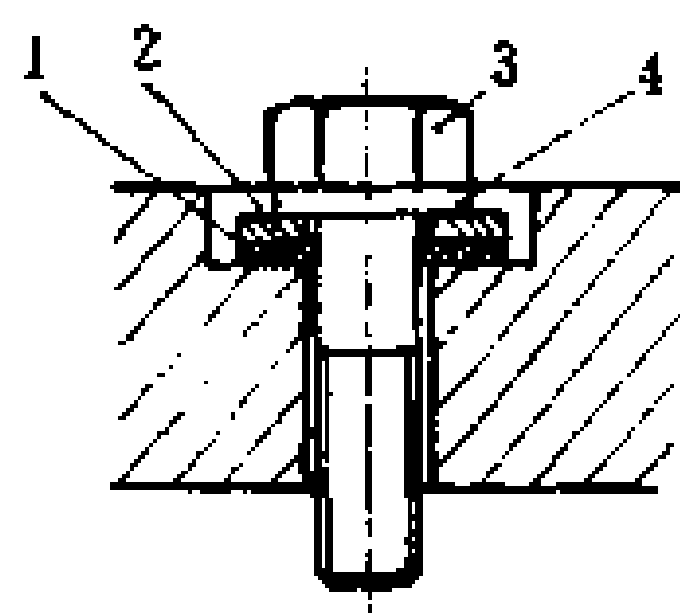


图 7-5 夹具的示意图
1—橡皮垫圈;2—平钢垫圈;
3—弹簧垫圈

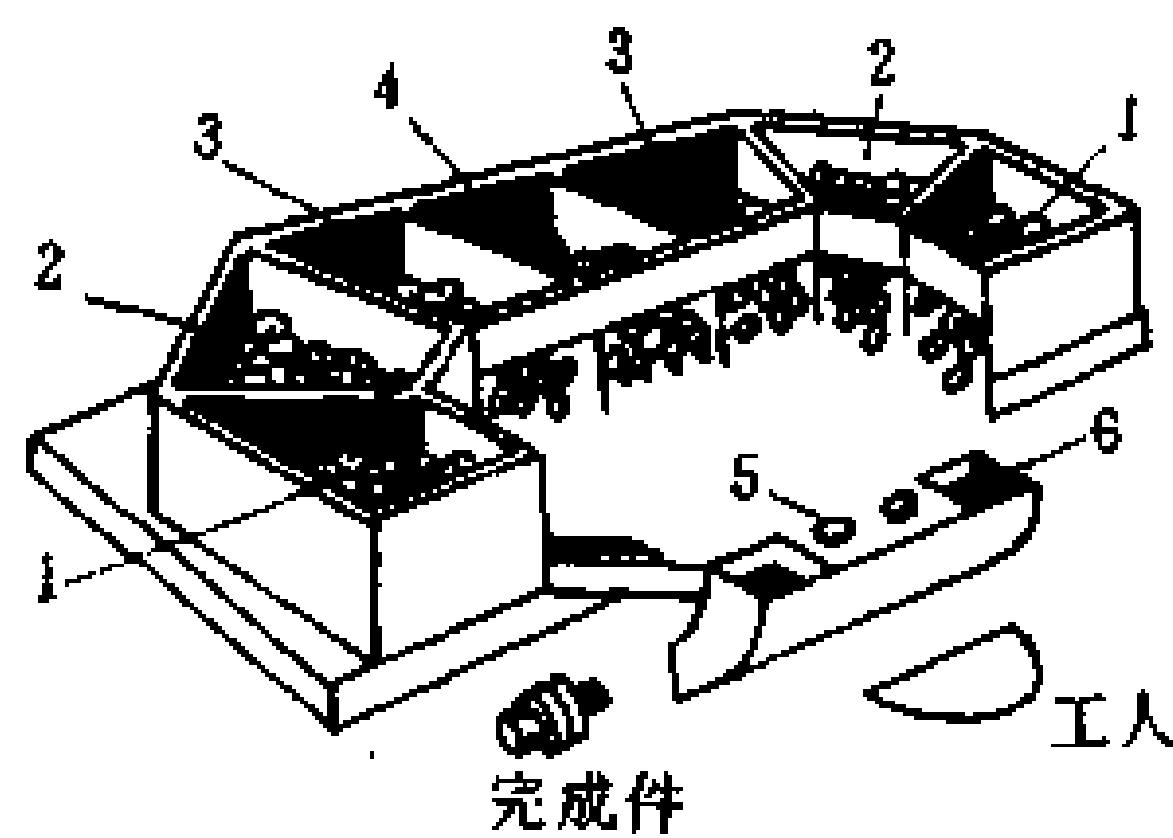


图 7-6 装配螺栓与垫圈的新方法
1—橡皮垫圈;2—平钢垫圈;
3—弹簧垫圈;4—螺栓;5—装配槽;
6—洞,下连滑运槽并通至成品箱

表 7-3 为改良后的动索程序图。装配时,两手同时移向两个 1 号盒,将两个橡皮垫圈同时放入夹具的两个装配槽 5 中,随后两手又以同样方式将两个平钢垫圈放到橡皮垫圈上,再将两个锁紧垫圈分别放到最上面,然后左右手各握取一个螺栓并把它们分别装入呈同心状态的一组垫圈的孔内。最后,两手将装配好的组件从金属的滑运槽洞口 6 放入。由于橡皮垫圈的孔略小子螺栓直径,故螺栓压入其孔后,即被夹住,即使螺栓(带着垫圈)被垂直提起,这些垫圈也不会松脱。

另外,操作者是从零件盒将垫圈滑移到夹具装置的装配槽(沉

头孔)5 内(见图 7-6),比操作者将垫圈拿起再带到装配槽 5,节约了一半时间(后面的原则中还要谈到)。

表 7-3 装配螺栓与垫圈组件的动素程序图(新方法)

操作者左手的动作	符号	操作者右手的动作	符号
伸向 1 号盒中的橡皮垫圈	TE	伸向 1 号盒中的橡皮垫圈	TE
从 1 号盒中选出和握取橡皮垫圈将其推向装配槽 5(沉头孔)	St + G + TL	同左手动作	St + G + TL
在装配槽中定好橡皮垫圈的位置并离开	P + RL	同左手动作	P + RL
伸向 2 号盒中的平钢垫圈	TE	同左手动作	TE
从 2 号盒中选出和握取钢垫圈,将其推向装配槽 5	St + G + TL	同左手动作	St + G + TL
在装配槽 5 中定好平钢垫圈的位置并离开	P + RL	同左手动作	P + RL
伸向 3 号盒中的锁紧垫圈	TE	同左手动作	TE
从 3 号盒中挑选和握取锁紧垫圈,将其推向装配槽 5	St + G + TL	同左手动作	St + G + TL
在装配槽 5 中定好锁紧垫圈的位置并离开	P + RL	同左手动作	P + RL
伸向 4 号盒中的螺栓	TE	同左手动作	TE
从 4 号盒中挑选和握取螺栓	St + G	同左手动作	St + G
带螺栓到 5 处	TL	同左手动作	TL
定好螺栓的位置并插入放于 5 处的垫圈内	P	同左手动作	P
用螺栓插穿 3 个垫圈	A	同左手动作	A
握取螺栓与垫圈的组件并带到左边	DA + TL	握取螺栓与垫圈的组件并带到右边	DA + TL
放入滑运槽开口洞	RL	同左手动作	RL

实例 2 装订书籍的操作。

现假设装订一本 60 页的书,共装订 250 本。原来的方法是将书按页码依次排列在长桌上,操作者围绕长桌,每次由右手取一页

交左手持住,重复到 60 页取完为止(图 7-7)。此种方法单手工作,占地面积大,人极易疲劳。

图 7-8 为改良方法。操作者坐于椅上,将书的前 10 页按图示排列。双手同时各取第 1 页及第 2 页。重叠放置于前方,第 1 页(反面)在下,第 2 页(反面)在上。如此重复到 10 页检完后,再排另 10 页。余此类推。

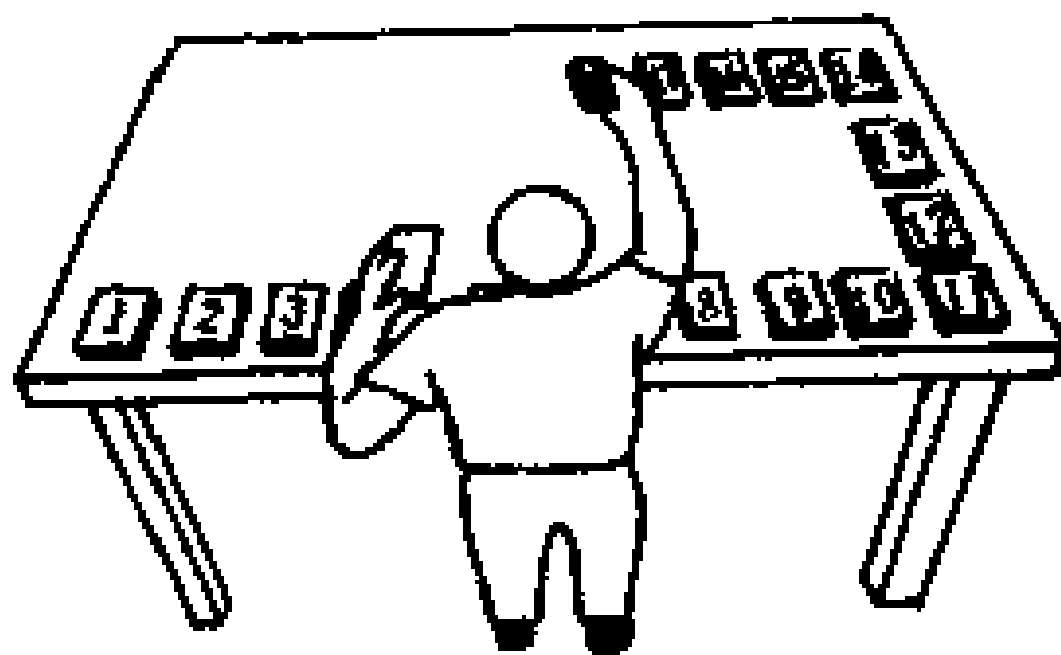


图 7-7 装书的原来方法

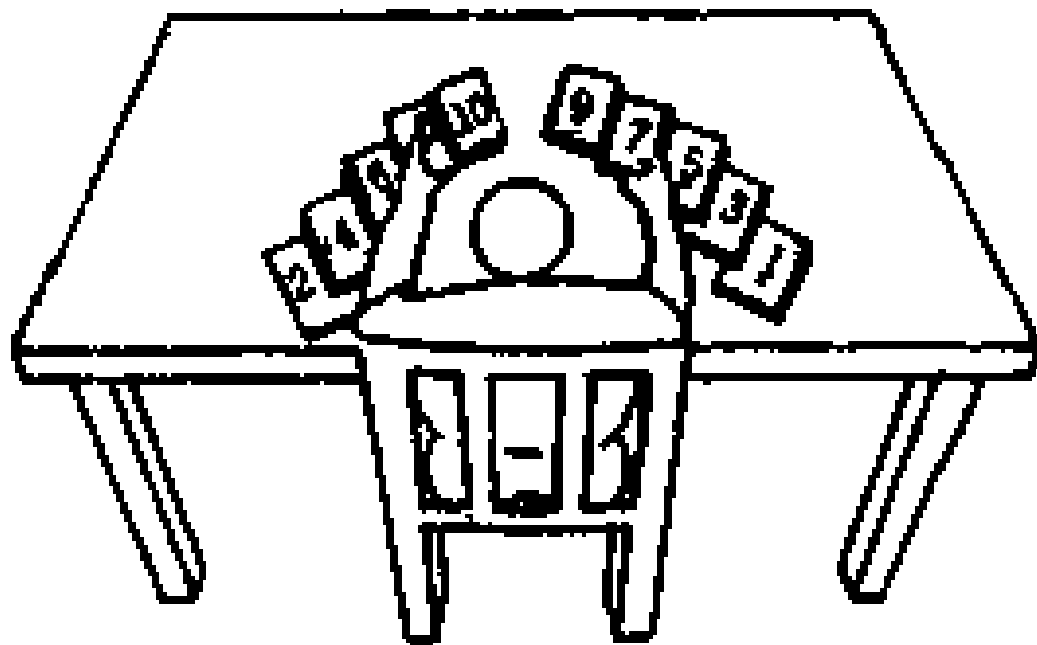


图 7-8 装书的改良方法

如果还要提高效率,双手同时各取两页,则需增加一个长三角形,见图 7-9、图 7-10。

图 7-11 中,操作者左右手前各放一长三角形,三角形前后各放一摞书页,双手操作一次可重叠 4 页。

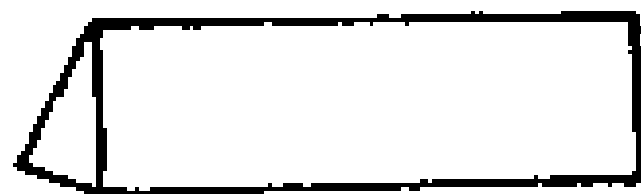


图 7-9 长三角形(木材或硬纸制成)



图 7-10 书页放于长三角形两旁

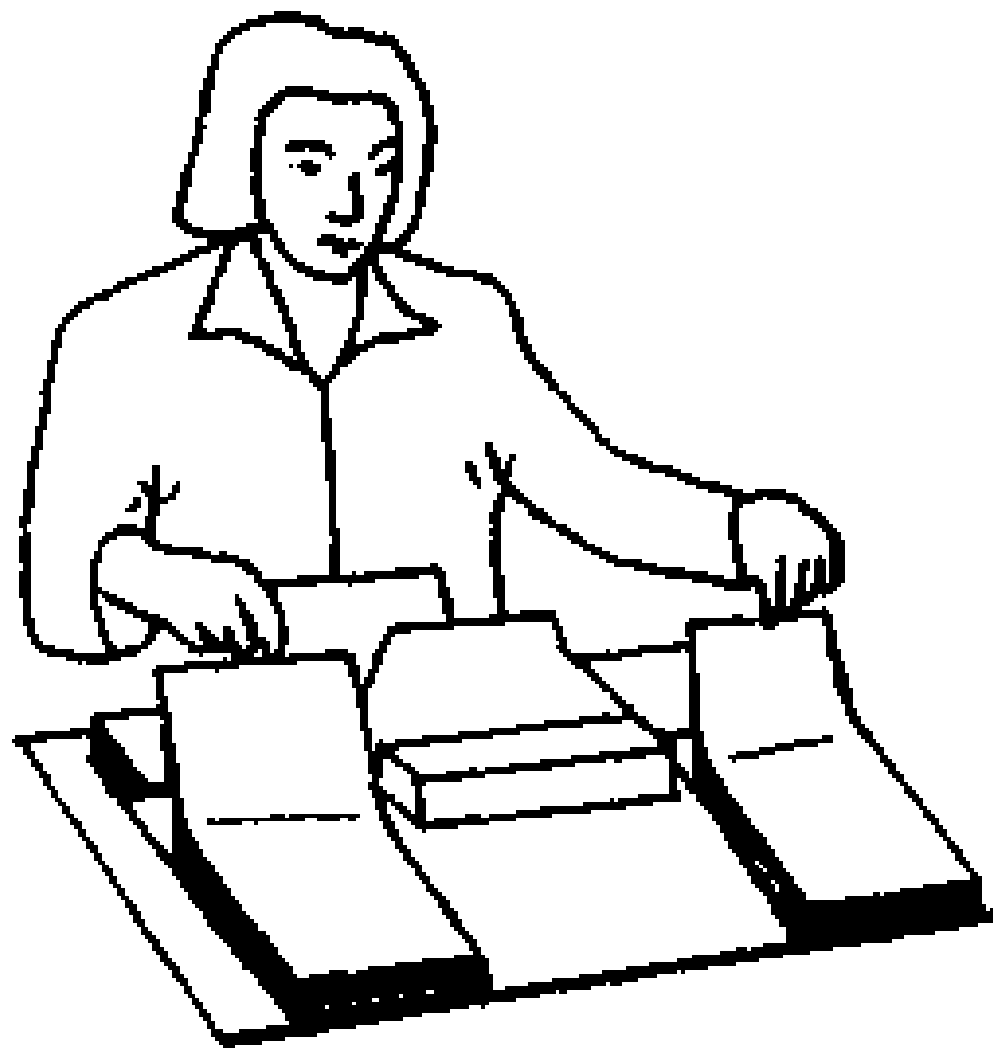


图 7-11 双手操作示意图

第二条原则：关于人体的运用的第4条，即人体的动作应尽量应用最低等级而能得到满意结果，可以做为第二条原则。

工作时人体的动作可分为5级(见表7-4)：

第1级——手指动作：这是级次最低、速度最快的动作。最典型的例子是将螺母拧入螺栓，或用手指按下打字机键盘，或抓取一个小零件等。各个手指的动作速度亦有差别，食指一般比其他手指快。因此，设计工具时应考虑这一点。但手指动作的力量最弱，故需力量较大时，就必须考虑使用高级次的动作。

表 7-4 人体的动作等级

级别	动作枢轴	人体动作部位
1	指节	手指
2	手腕	手指及手腕
3	肘	手指、手腕及小臂
4	臂	手指、手腕、小臂及大臂
5	身体	手指、手腕、小臂、大臂及身体

第二级——手指、手腕动作：大臂及小臂均保持不动，仅手指和手腕动。典型的运用是取两个正待装配的小零件对准，或取某零件在夹定器上对准。在极短距离内，动素中的伸手及移物应为第2级动作。

第三级——手指、手腕及小臂动作：动作限制在肘部以下，肘以上不动。这一级动作通常被当作不致引起疲劳的有效动作。动素中的伸手及移物，属此动作。

第4级——手指、手腕、小臂及大臂动作：零件、材料、工具离应用地点较远，非第3级动作所能达到的，必须有伸臂的动作。其动作所需的时间随动作距离及所克服的阻力而定。

第5级——手指、手腕、小臂、大臂及身体动作：最耗体力，也是最缓慢的动作。身体的动作包括了足、踝、膝、大腿、躯干动作，所以这一动作已使动作位置变更。

将以上5级动作作比较，动作级次越低，所需时间越短，所耗

体力越小。应用证明,第5级动作是最不经济的动作。但应注意,第1级(手指)动作也不是在任何操作中最省力、最有效的动作。在许多情况下,第3级动作被认为是最有效的动作。

总的说来,要使动作迅速而轻易,只有从缩短动作的距离以及减少动作所消耗的体力着手。为此,就必须选择级次最低的动作。为使工作距离缩短,材料、工具、零件尽可能靠近工作地。

有人试验用两种不同的方法搬运重五磅(约2.27kg)的砖块,体力消耗情况如图7-12所示。由图可见,B方法比A方法省力,体能的消耗及心跳次数均比A方法低。

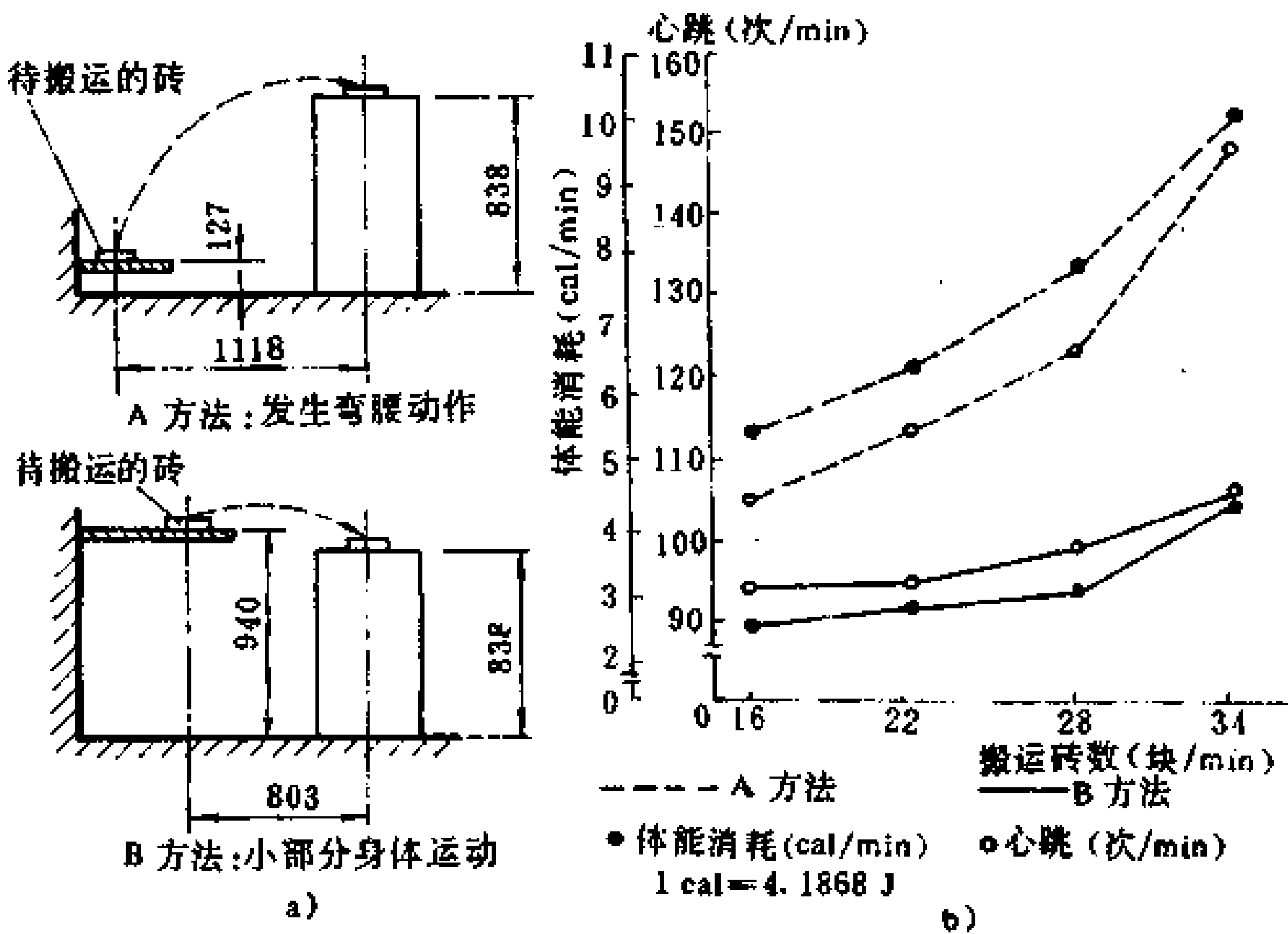


图 7-12 搬运砖块的体力消耗试验(1 cal = 4.1868 J)

因此,工作的布置应依工序排成连续不断的线。所谓连续不断的线,就是第一人完成的工件放置处(成品处),即第二人伸手取

物处(原料处)。这样,所有工作都无需操作者起立走动、搬运材料及零件。

实例 1 电灯开关。

旧式开关操作时需上下拨动,属第 2 级动作(图 7-13a);新式开关操作时只需用手指压下,属第 1 级动作(图 7-13b)。

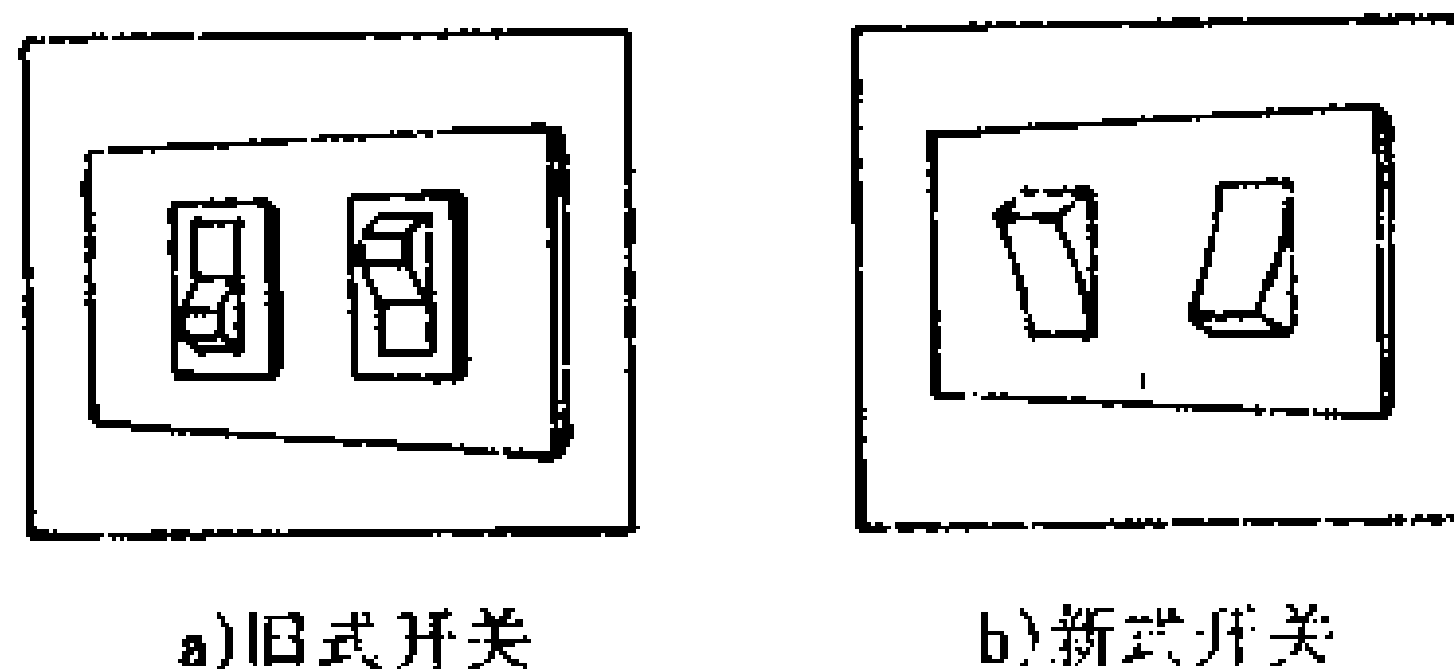


图 7-13 电灯开关

实例 2 办公桌的设计。

图 7-14a~d 表示办公桌的设计及其使用分析。

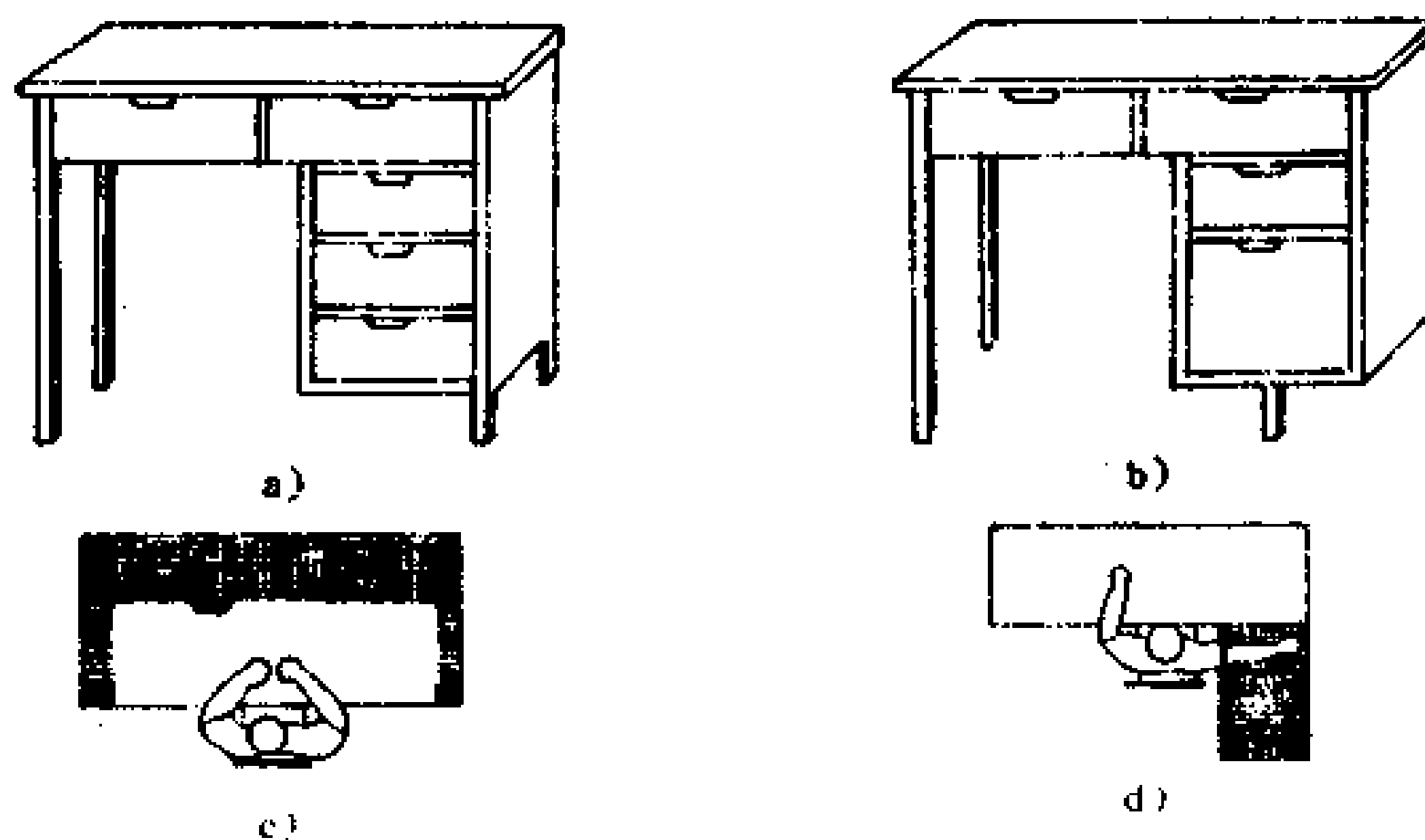


图 7-14 办公桌的设计

图 a 所示办公桌:如使用最下层抽屉,必须弯腰,为 5 级动作。

图 b 所示办公桌:将最下端的浅抽屉改为资料柜,伸手可达。为 4 级动作。

图 c 所示办公桌:常为最高层主管办公桌,桌面宽而长,桌面外侧(涂黑部分)因较远,取物时必须倾身或半站姿势,为 5 级动作,较为费力。

图 d 所示办公桌:将办公桌 c 的外侧(涂黑部分)移至左侧或右侧,此时所有桌面全在伸手可达范围,4 级动作即可达到。

第三条原则: 关于人体的运用的第 5 条、第 6 条、第 7 条及第 8 条均互相关连,可合并为第三条原则,即尽可能利用物体的动能;曲线运动较方向突变的直线运动为佳,弹道式运动较受控制的运动轻快;动作尽可能有轻松的节奏。

(1) 工作物运动时,具有动能。此动能是质量与其速度平方乘积的 $1/2$,应尽量运用这种动能来改进工作。例如挥动大铁锤,有两种方法,其结果差异很大:

上下型挥动大铁锤,其最佳效果的效率为 9.4%,因铁锤向上移动时所产生的动能未能被利用,还要以肌肉紧张来制止(见图 7-15)。

圆弧型挥动时,即后面挥上,前面打下,因由后面挥上时所产

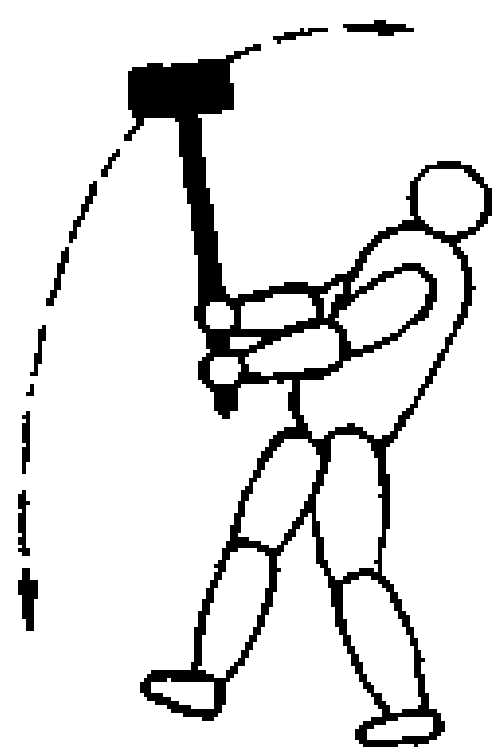
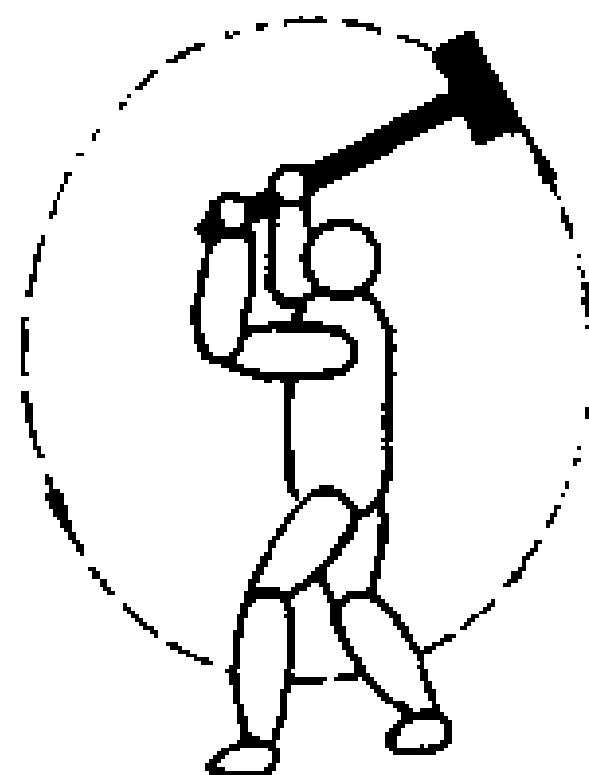


图 7-15 上下型挥动



7-16 圆弧型挥动(后面上、前面下)

生动能有助于自前面打下,故肌肉不易疲劳,其效率可达 20.2% (见图 7-16)。

(2) 连续曲线运动较直线方向突变的运动为佳。由图 7-17 可见,直线方向突变的运动,由 A 点起需肌肉用力前推,产生加速度前进。到 B 点因要改变方向,故在到达 B 点前应减速。由 B 到 C 时,又需再使肌肉用力前推,产生加速度前进。亦即每到方向突变点时,必须用肌肉发出的力量来使速度为零;转向新方向时又必须用力前推,以产生加速度而前进。由于不断产生加速与减速,肌肉用力一推一拉,容易疲劳。同时,因必须使运动停止才能转变方向,时间亦产生迟延。



图 7-17 直线与曲线运动

连续曲线运动,除开始时 A 点产生加速度外,其他各点均不必使速度减为零而停止,所以运动圆滑快速,省力而不易疲劳。

有人曾经做过一个试验,画 254 mm 一直线来回,即由 A 至 B,再由 B 至 A (见图 7-18),测其时间。开始时的加速时间仅为一

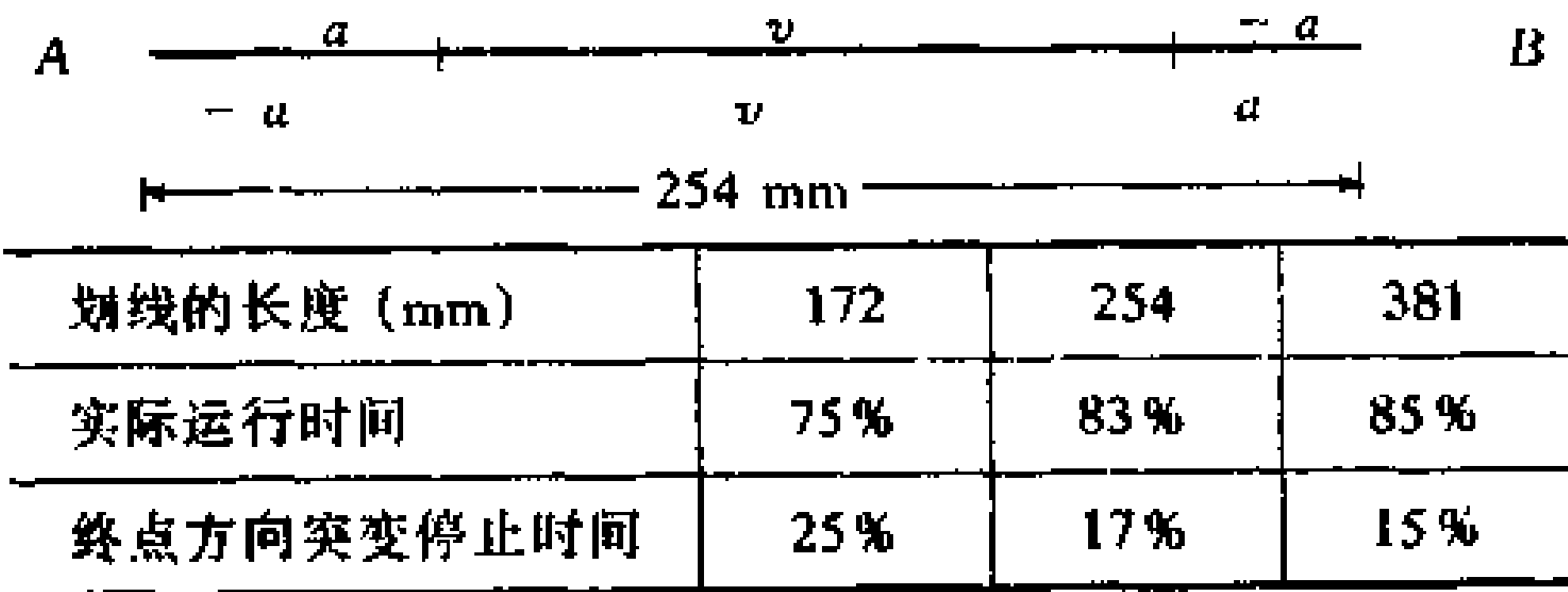


图 7-18 画直线来回运动

个来回总时间的 38%，中间连续等速时间占 18%，将至终点的减速时间占 27%，到达终点后回程改变方向的停止时间占 17%，即运行时间占 83%，终点停止时间占 17%。如果画线愈短，则终点所需的停止时间所占比例愈高。

实例 折叠包装 X 光底片的黑纸。

黑纸折叠尺寸自 $76\text{cm} \times 127\text{cm}$ 至 $30\text{cm} \times 381\text{cm}$ 不等，用时需将黑纸折叠为 2。因为纸张大小不一，用机器不经济，必须用手工折。一般的折叠动作如图 7-19 所示，将黑纸置于工作台中央，工作者用右手先把黑纸的右下角掀起，使折对左下角，再换左手按住。然后以右手所持的骨棒，由下向上，斜压折边的上半段，再直线向下，压平下半段，再斜直线向上，至纸右上角时，转弯向左横行，以骨棒挑起已折成的纸，交左手接住，再置于左方。其右手所走的路线，从图 7-19 中的字母看，是从 C 直上至 D 再直下至 E，再斜上直至 F 而后转 A。此动作都是直来直往，方向突变（成 N 形），故易疲劳，且速度慢。

改良方法（图 7-20）为持骨棒的右手由走 N 形的直线折弯方式，改变为走 S 形的曲线。当右手掀起右角纸角折交左手按住后，以骨棒划如 S 形下端的曲线，即自黑纸底部压折向上，及至纸的顶

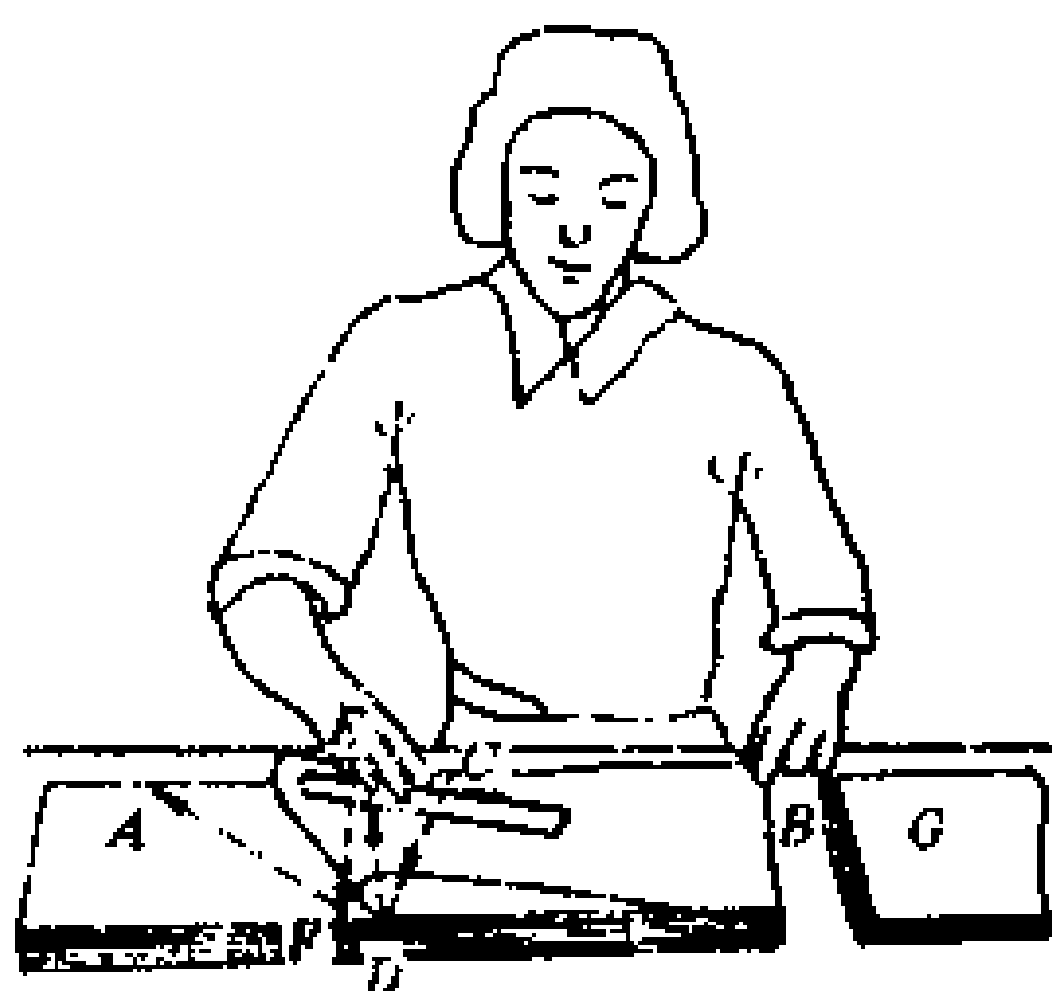


图 7-19 旧方法折纸
——方向突变

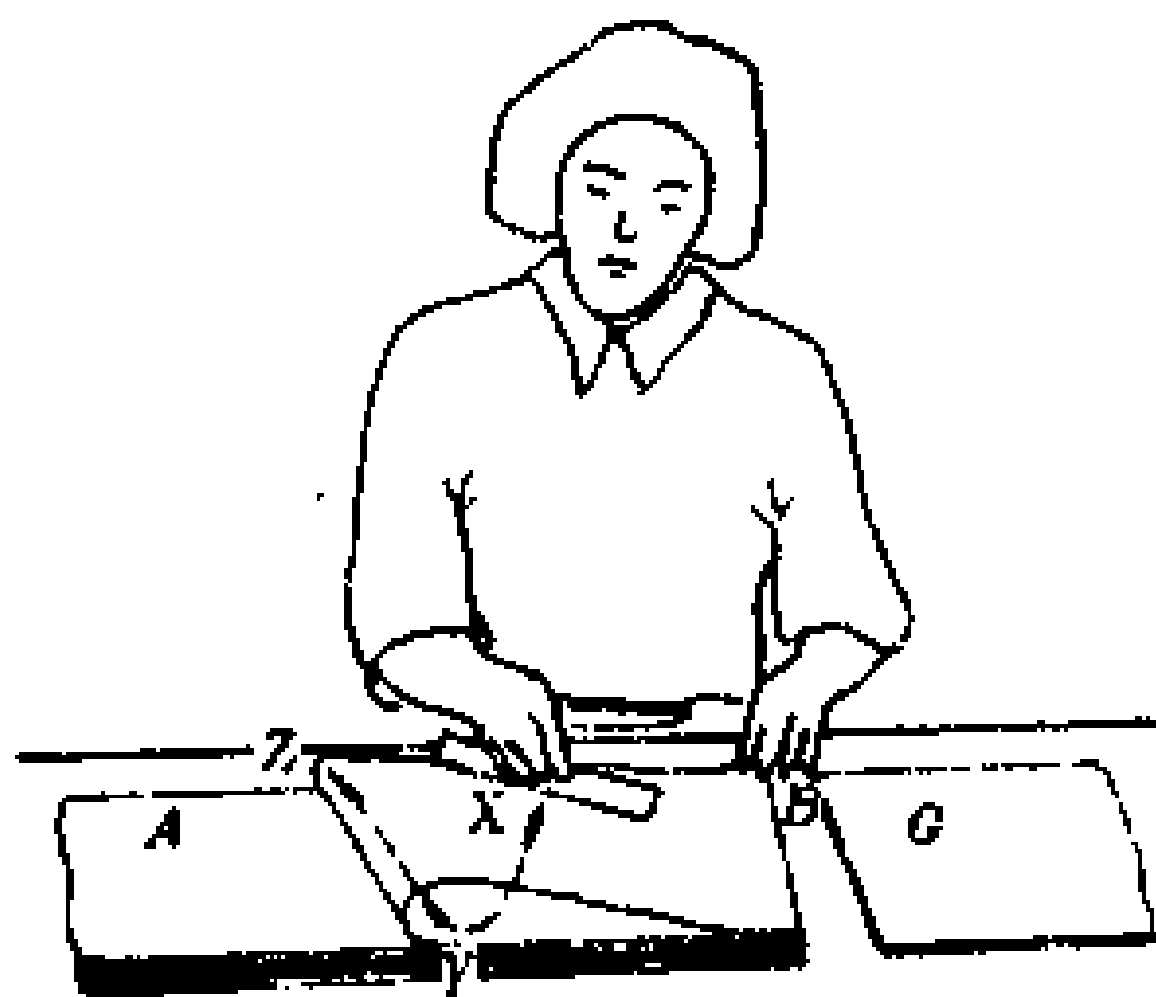


图 7-20 改良方法折纸
——连续曲线式

端时再划小弧形向右到 S 形的上端,并利用骨棒的运动惯性顺势挑起已折好的纸交付左手。

用旧方法,每折 100 张纸需 5.8 min;改用曲线法,每折 100 张纸仅需 3.5 min,效率提高了 43%。

(3) 弹道式运动较受限制的运动轻快。据生理学的研究,人手(手与身体)的运动是由两组肌肉控制的,一组是推向前,另一组是拉向后。此两组肌肉互相协调,推前与拉后的力量相等时,即达到平衡,手就停止不动。所谓弹道式的运动,也就是在前推(或后拉)之后,不再后拉(或前推),而利用其产生的动能来工作。例如工厂中锻工使用手锤时,有经验的老工人常常仅当锤举起或刚下落时用力,锤行至半途即放松肌肉,使其自然下落(依靠自然产生的势能)以求省力。

(4) 有节奏的运动。自然节奏是人类的习惯与天性,节奏能使动作流利自发。大多数从事重复性操作的人,都喜欢把操作安排得能流畅、轻松地从一动作过渡到另一个动作,并且按节拍进行,因为这样会得到提高效率、减少疲劳的效果。

第四条原则: 动作经济原则的第 9 条、第 10 条、第 13 条均属工具和物料的放置的原则,可合并为第四条原则,即工具、物料应置于固定处所及工作者前面近处,并依最佳的工作顺序排列。

(1) 工具、物料应置于固定处所 在 17 个动素中,寻找是属于非生产性的浪费动素,应设法予以消除或减少。在操作中,如果工具及材料都没有固定的位置,则操作者势必在每一操作周期中都要浪费部分时间去寻找,且耗费精力。工具和物料若有明确而又固定的存放地点,则可以促使人养成习惯和迅速的反应。在一般情况下,当要用手去拿物料(或工具)之前,总是用眼睛指引手伸向目标。如果工具和物料有明确而固定的地点,则不需眼睛注视,手就会自动地找到正确的位置。

例如汽车驾驶员在公路上驾驶汽车,转方向盘、换挡、刹车时,

眼睛始终不离开前方,就是因为不需眼睛注视就可以正确地操作。这样,眼睛就可以作其他的用途。

(2) 工具物料依照最佳的工作顺序排列 工具及材料依一定的次序放置,可使操作者养成按照最佳顺序工作的习惯。操作者可以不经考虑、思索,就能顺利地进行工作,以较小的精力达到工作目的。

如在装配工作中,各种零件按装配顺序排列;在机械加工中,材料、毛坯和半成品,都按工作顺序整齐排列;工具和机器设备附件都各有特制的箱、盒整齐摆放;量具和刀具分开放置,常用工具离操作者最近等。这些都有利于减少工作疲劳、提高工作效率。对于工具物料的排列,还应尽可能使前道工作完毕之处,即为次道工作开始之处。这样,就会自然地节省双手移动的距离。

(3) 工具物料及装置应布置在工作者的前面近处 根据“人体之动作应以最低的等级而能得到满意的结果”的原则,工具及物料应布置在使人能运用第3级动作的范围,最大亦只能在第4级动作的范围。

人体第3级动作的范围,是以左右手自然下垂和以肘为中心、小臂为半径所能达到的空间范围,称为正常工作范围。人体第4级

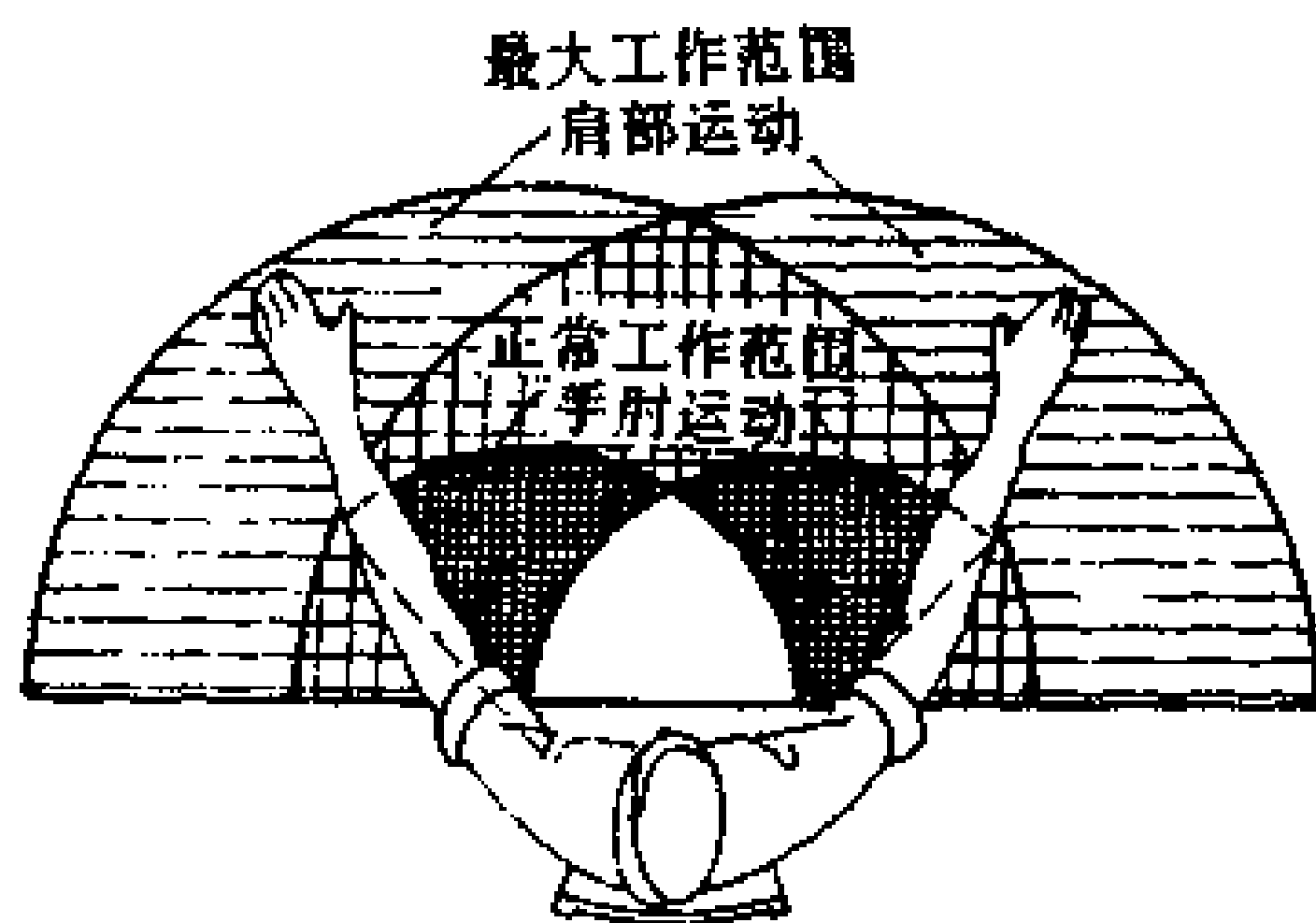


图 7.21 水平面上正常与最大工作范围

动作范围,是以肩为中心、整个手臂为半径所能达到的空间范围,称为最大工作范围(见图 7-21)。

如图 7-22 所示,常将零件(或零件箱)成一字排列,并且放置在最大工作范围之外,远离夹具及操作者。这样每次拿起零件时,操作者均需俯身,增加操作者的疲劳。

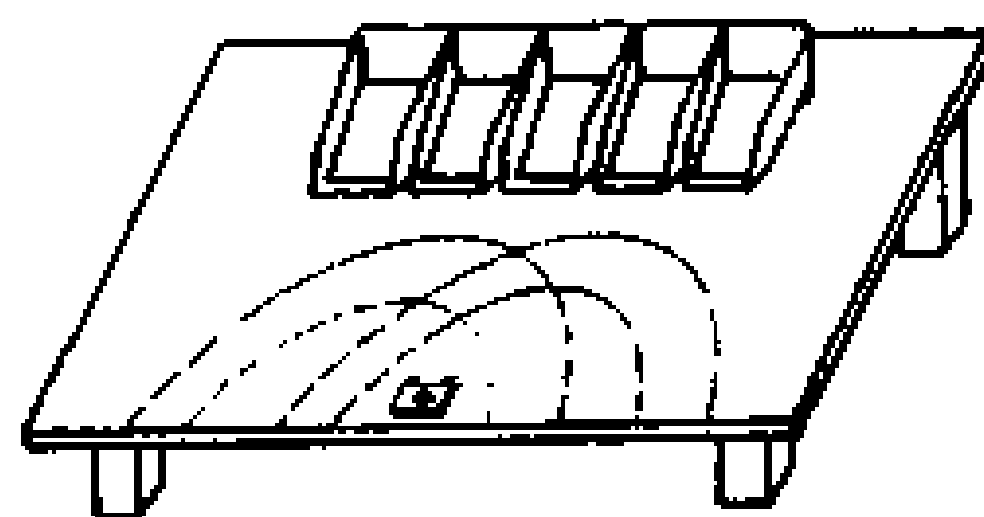


图 7-22 工作台布置一

正确的工作台布置应如图 7-23 所示,零件匣在适合人体双手操作的工作区域内,靠近操作者及夹具,操作者以 3 级动作即可取到零件。零件匣紧靠并集中于操作者的正前方。图中的 A 角应越小越好,距离 r 也越短越好。 A 角最好在正常视角内,即操作者头不动、两眼向前直视时,所能看到的最大视觉范围。

图 7-23、图 7-24、图 7-25 和图 7-26 的四种工作台布置中,显然以图 7-26 为最佳。

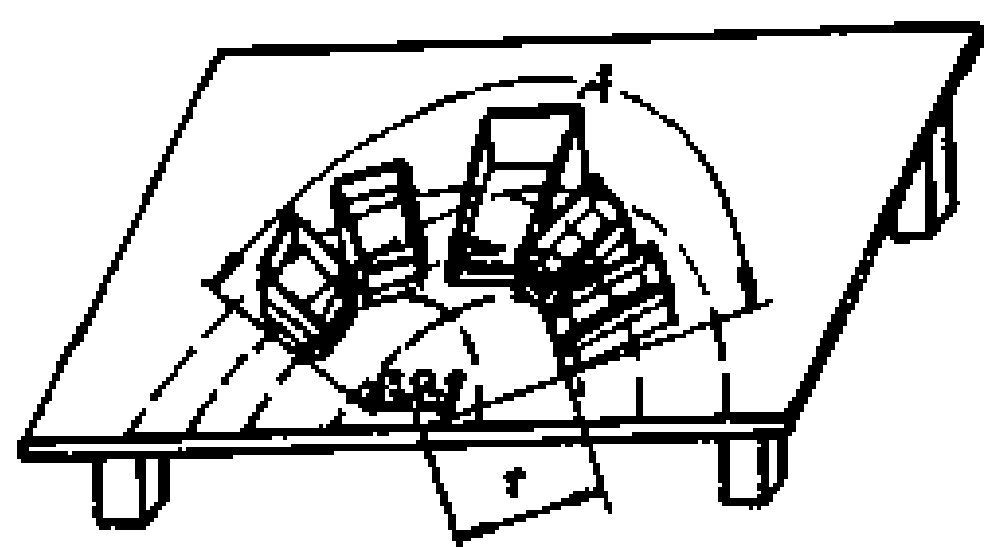


图 7-23 工作台布置二

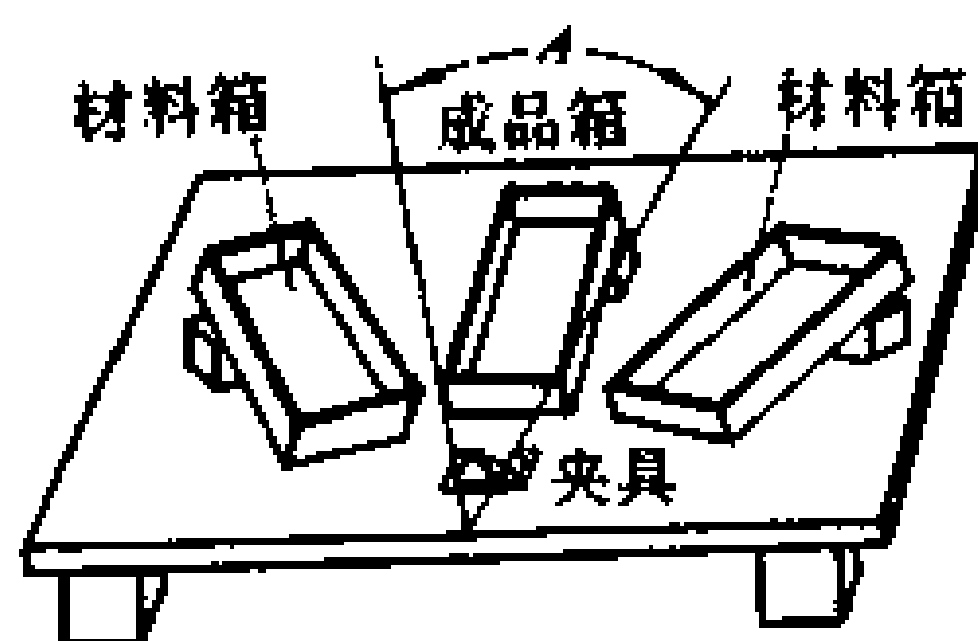


图 7-24 工作台布置三

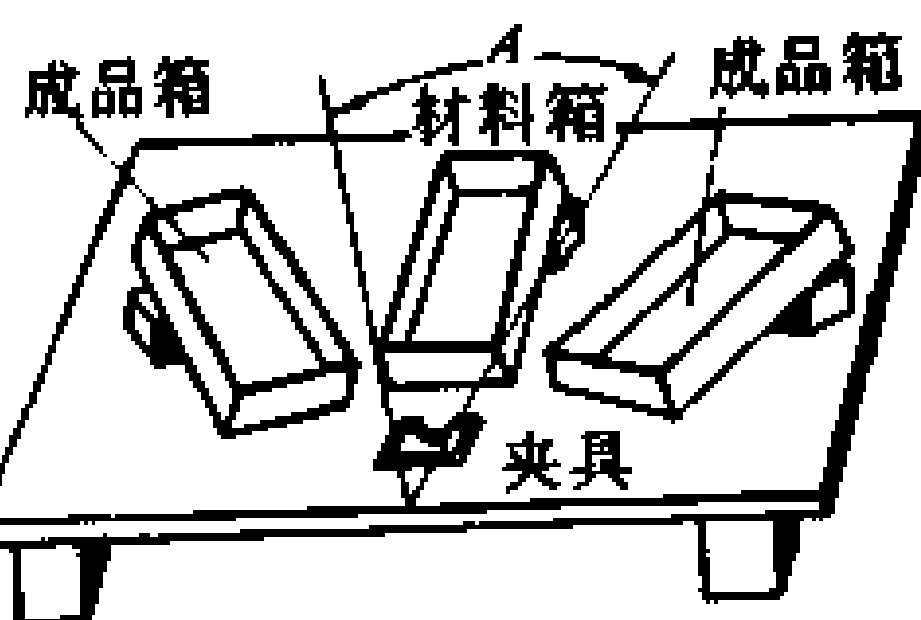


图 7-25 工作台布置四

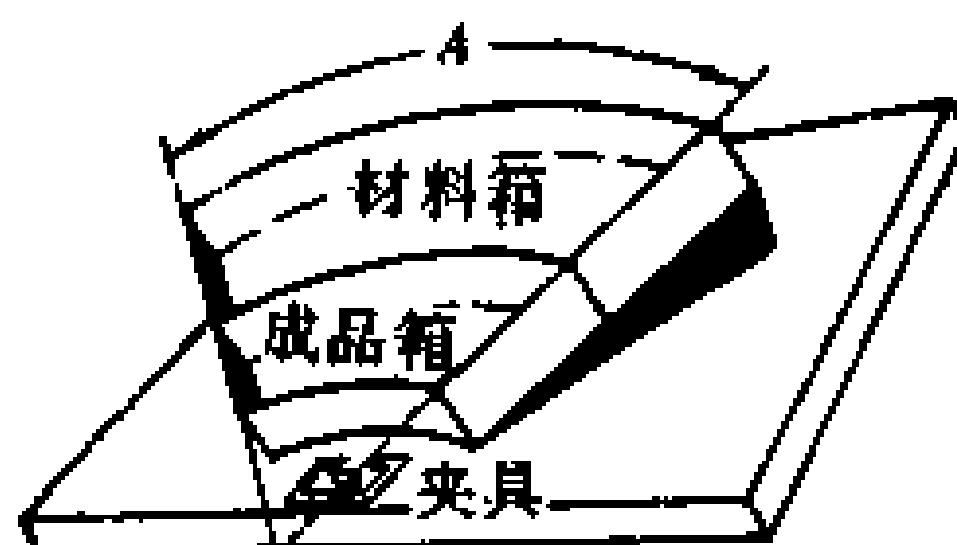


图 7-26 工作台布置五

图 7-24 中,成品箱位于正常视角内,但两材料箱则置于正常视角以外。当人以手取物时,必先用眼注视该物,然后手才按眼的引导方位而伸手取该物,双手取物难以同时完成。

图 7-25 的这种布置,如果完成件可以随便丢入成品箱,则双手可以同时动作,效率较高;如果完成件必须在成品箱内依次排列整齐,则因双手不能同时动作,而使工作效率降低。

图 7-26 的这种布置最佳,因为材料箱及成品箱均位于正常视角之内,便于双手同时动作。材料箱及成品箱布置均成圆弧形,以适应双手的动作范围,且材料箱为斜底,使材料尽可能滑进到操作者前面的近处。

实例 1 某厂生产的某一型式的无线电装置,需要装配 260 种独立的零件或部件。手的动作是:从零件箱里取出一个零件进行加工或装配。其中,一个动作是伸向零件箱,另一个动作则是离开零件箱。这里要研究的是手的移动距离问题。

假设将拿起每一个零件的距离缩短了 152 mm,被移动的零件 260 个,手的移动次数(离开和移向)2 次。由于缩短移动距离而得到的节约时间 0.002 min。表示为

$$260 \frac{2 \times 0.002}{60} = 0.017(\text{h/台})$$

即每天每一台无线电装置的装配工作只节约了 0.017 h,这的确是一个非常小的数字。但是,每天生产 8000 台,则每天节约:

$$8000 \times 0.017 = 136(\text{h/天})$$

如果每年按 250 个工作日计算,则每年节约:

$$250 \times 136 = 34000(\text{h/年})$$

假定无线电装置装配的平均工资为 0.6 元/h,则节约总额每年将达到 20 400 元。

从总移动距离的节约看,手伸向零件盒节约了 152 mm,而手离开零件盒又节约了 152 mm,则每一零件节省了 304 mm 的距

离。即

$$260 \times 0.304 = 79(\text{m/台})$$

$$8000 \times 79 = 632000(\text{m/天})$$

$$250 \times 632000 = 158000(\text{km/年})$$

由此可见,每年节约的距离相当于绕地球赤道 4 周的长度。

实例 2 外科手术室布置。

图 7-27 为外科医生动手术时常见的手术室布置。而图 7-28 考虑了上述原则,设计了放置器械和用品的工作台,即改进了手术室的布置。由两图的对比可知,原方案的布置会造成助理医生和护士在传递手术器械和用品上的许多无效动作和耽搁。改良后的布置使手术用的器械和用品就放在主刀手术医生的两旁,护士们可以面对手术台,不必转身到背后的桌子上去拿所需物品。新设计的两个用品台的高度是可以调节的,并且具有可以拆卸的金属面板和分开放置清洁与沾污过的手术器械瓷盘。因此,改良方案可使主刀手术医生及其助手和护士们的操作更加方便。

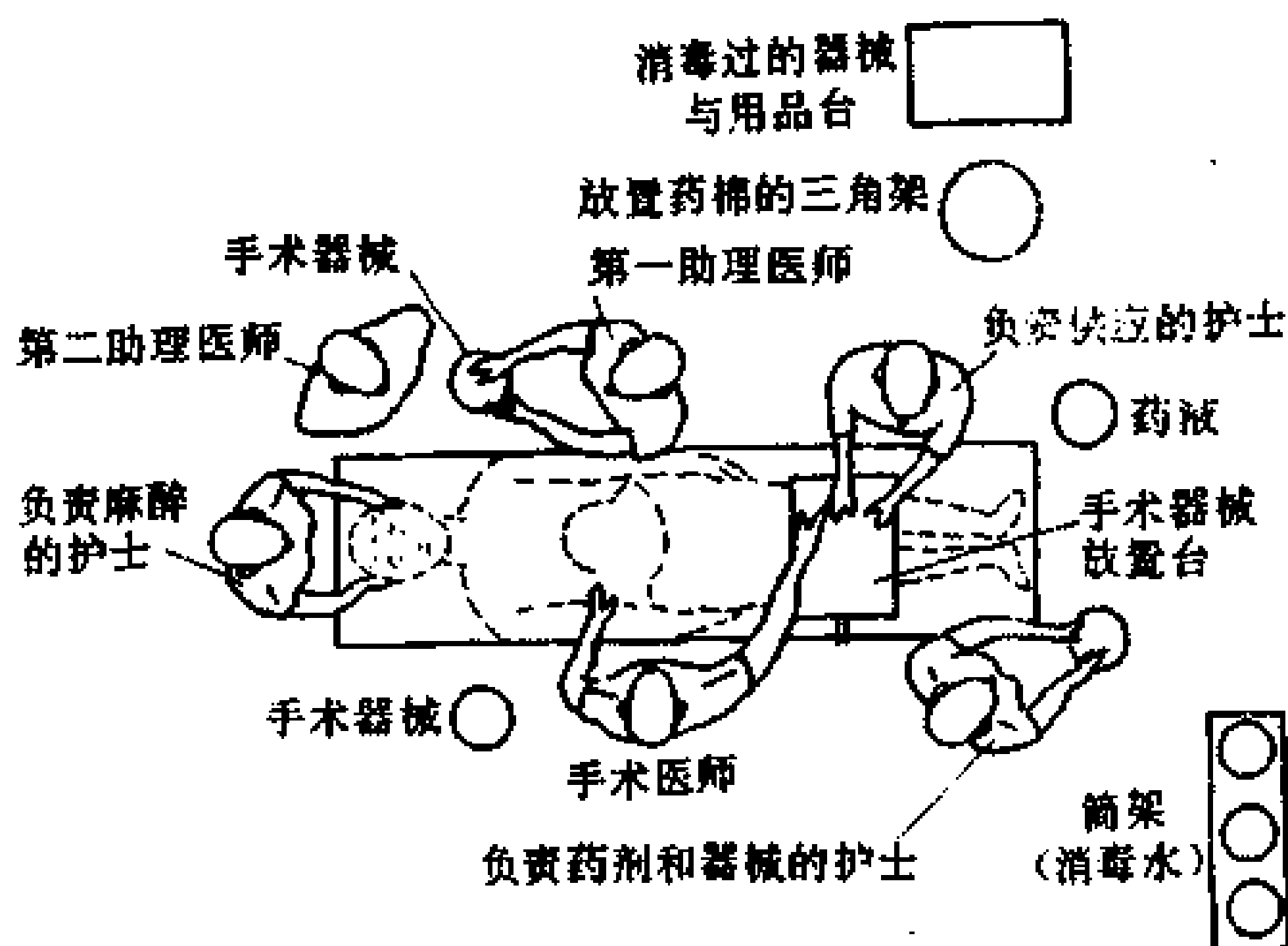


图 7-27 常见的手术室布置

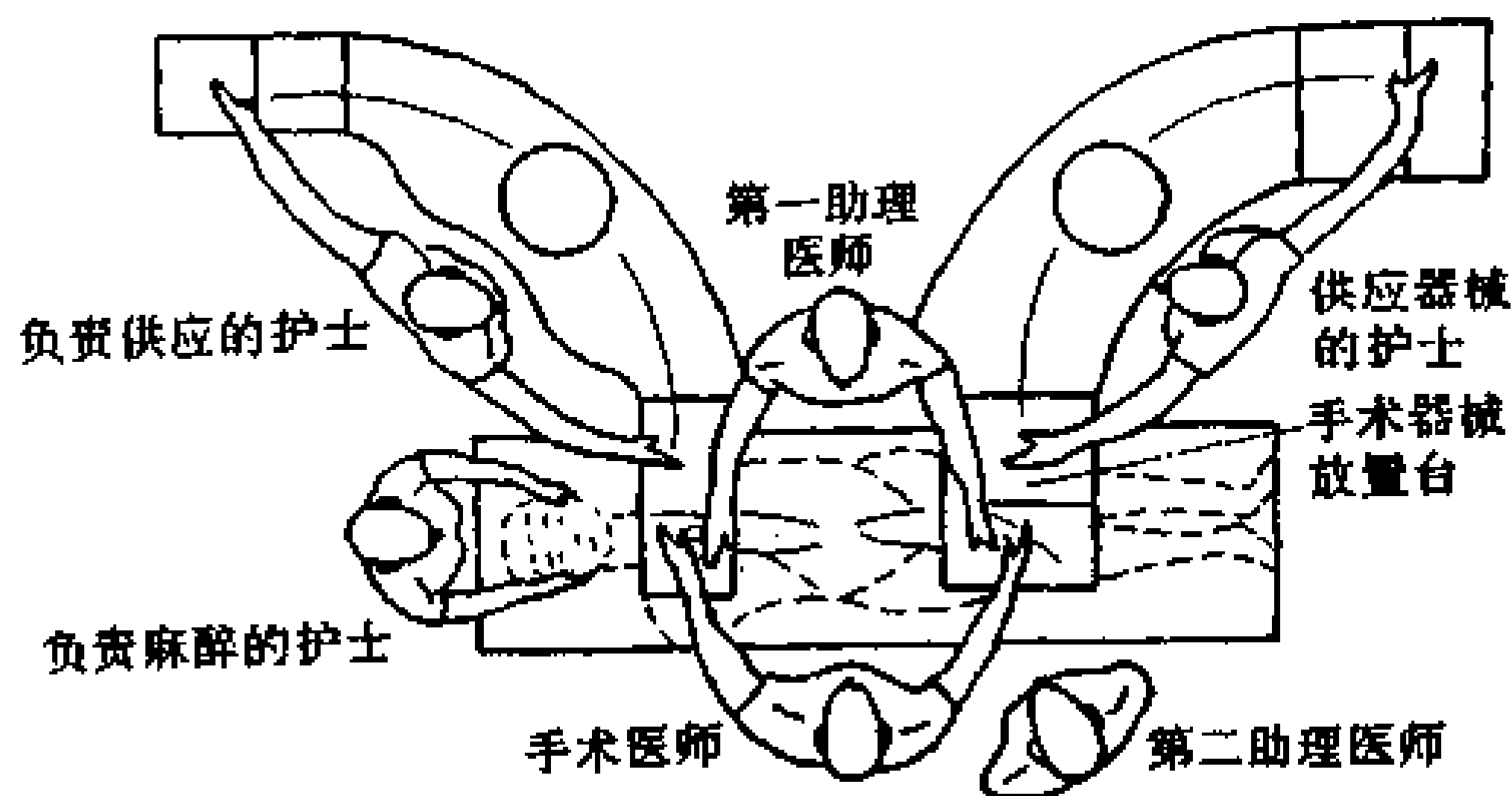


图 7-28 改良后的手术室布置

第五条原则： 关于工作地布置中的第 11 条及第 12 条，可合并为一条原则，即零件、物料应尽量利用其重量堕送至工作者前面近处。

为了节省时间，必须使工具、物料靠近操作者，但材料的堆放数量不能太少也不能太多，太少则补充材料的次数频繁，更不经济；太多则堆放面积增大，因而往往有部分材料超出正常或最大动作范围。解决的办法是利用重力滑箱，使零件或物料利用自身的重力，斜滑到操作者的前面近手处。国外许多工厂已将这种重力送料式的盒子（图 7-29）做成标准器具。这种盒子有 3 种高度和 3 种宽度，可以互换，并且可以任意组合以适应要求。

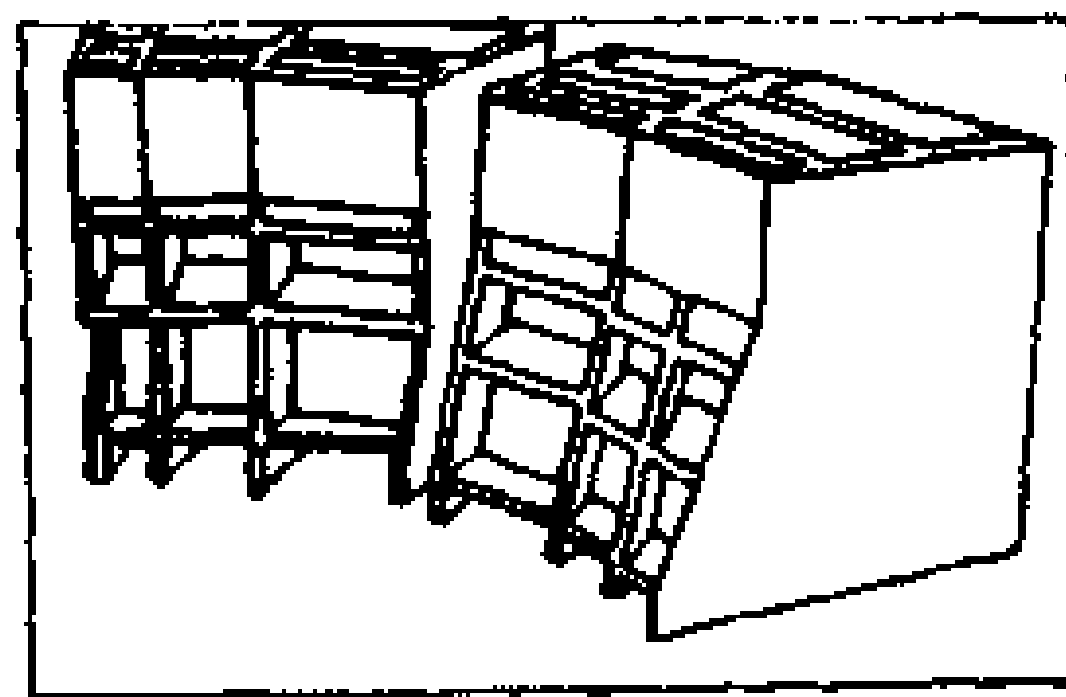


图 7-29 重力送料式标准零件盒

完工的工件，亦利用重力滑槽自动堕送至适当位置（参见图 7-6）。因为，在正常操作范围内不适合放盛具或传送带，因此一般在完工点与下一步伸手点之间开槽，下通盛具或传送带。当此操

作完成时,则可顺手取出完工件,移到下堕的槽口,放手,完工件便靠自身的重量下滑至所需的位置。

第六条原则: 关于工作地布置中的第 14 条、第 15 条及第 16 条,可合为一条原则,即应有适当的照明设备,工作台和坐椅式样及高度应使工作者保持良好的姿势及坐立适宜。

(1) 适当的照明可改善精细工作的视力疲劳。如某工厂原来装配一只电表需 45 min,且因为有些零件很小,需靠近眼睛才能看清,使眼睛过分疲劳而影响效率。照明设备经以下改善后,效率大为提高。

如图 7-30 所示,台面上 B 为背景光线,选用暗白色或浅黄色以避免刺眼。当需用直接光照明时,踩下踏板 E,灯 A 即打开。经此改善,产量提高 20%。

(2) 坐椅及工作台如图 7-31,为一良好设计的坐椅。工厂企业及机关广泛使用的工作台、工作椅,必须与使用者的各部位尺寸相吻合。合适的坐椅应使坐者的重量压在臀部和骨架上;坐椅的高度应稍低于小腿高。

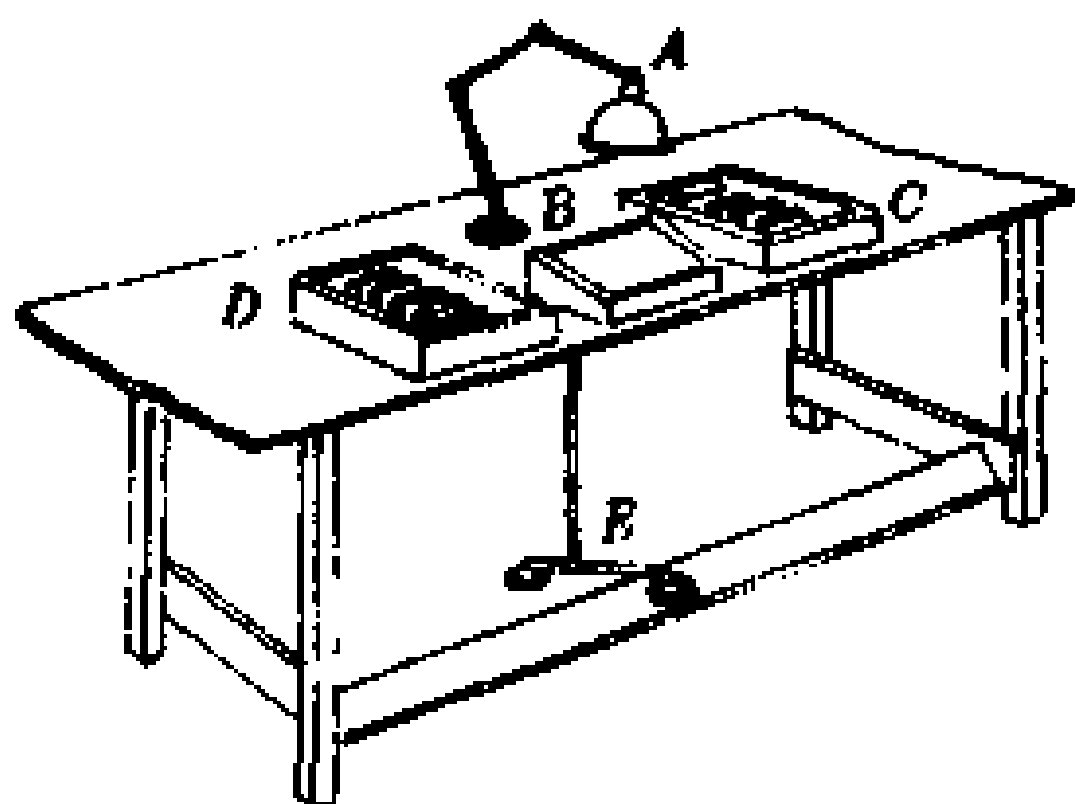


图 7-30 照明改善

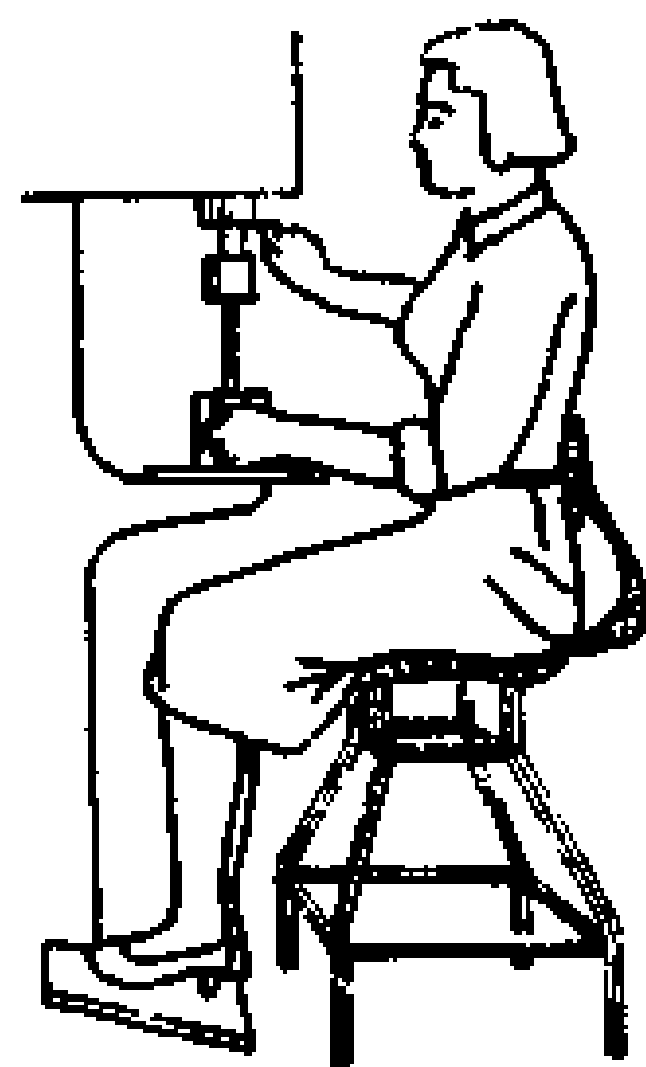


图 7-31 良好设计的坐椅

图 7-32 表示桌面与坐椅高度的关系。桌面应使在工作时小臂处于水平位置,若肘部低于桌面,则桌面的前沿压着小臂,会引起不舒服;桌面过低会使人驼背,对工作也不利。站立工作时,桌面也应与肘相平。

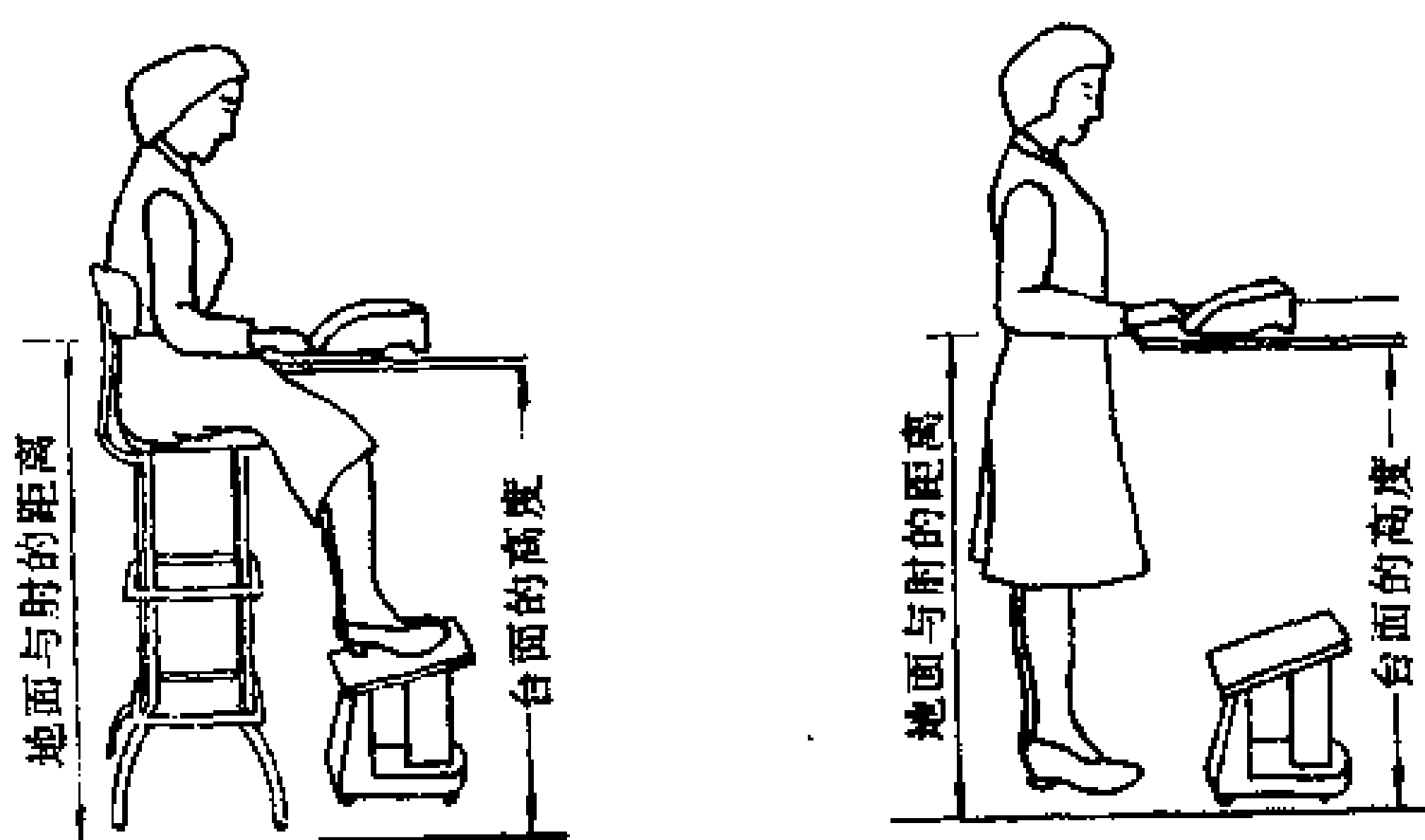


图 7-32 肘的位置与桌面、椅高

第七条原则 关于工具设备的第 17 条可专门作为一条原则：尽量解除手的工作，而以夹具或足踏工具代替。

在操作过程中，常发现手在做持住的工作，把时间和精力用在非生产性的动作中。为此，可设计出适当的钻具和夹具，以代替手去执行持住的动作，解脱双手去做其他具有生产性的动作。钻具是能夹持零件于精确位置且能引导加工的工具；夹具即为夹持零件的器具。设计钻具和夹具时，应周密考虑其持住作用能否确切完成，是否会妨碍手的某些操作；还可以考虑以足踏代替手执行持住操作，使双手同时可做检取和加工的动作。

图 7-33 所示是改装成为脚操纵的普通台式虎钳。踩下脚踏板 B，钳口 A 就张开；放松踏板，弹簧 C 收缩，连杆 D 使钳口将工

件夹紧。当生产中需较大的夹持力时,可将弹簧改为带有压缩空气的活塞来驱动虎钳的钳口,而压缩空气仍由脚踏阀来控制。

图 7-34 为脚操纵的焊接烙铁。图中的电烙铁 A 用脚踏板 B 来控制升降。脚住下踩,烙铁 A 降下,点焊好后脚松开,烙铁抬起,同时压缩空气管道上的阀门 C 打开,放出空气吹冷焊接点。某公司利用这种脚踏烙铁,将一导线焊接在扁平的金属静电屏蔽罩的端点,节省了 50% 的时间。

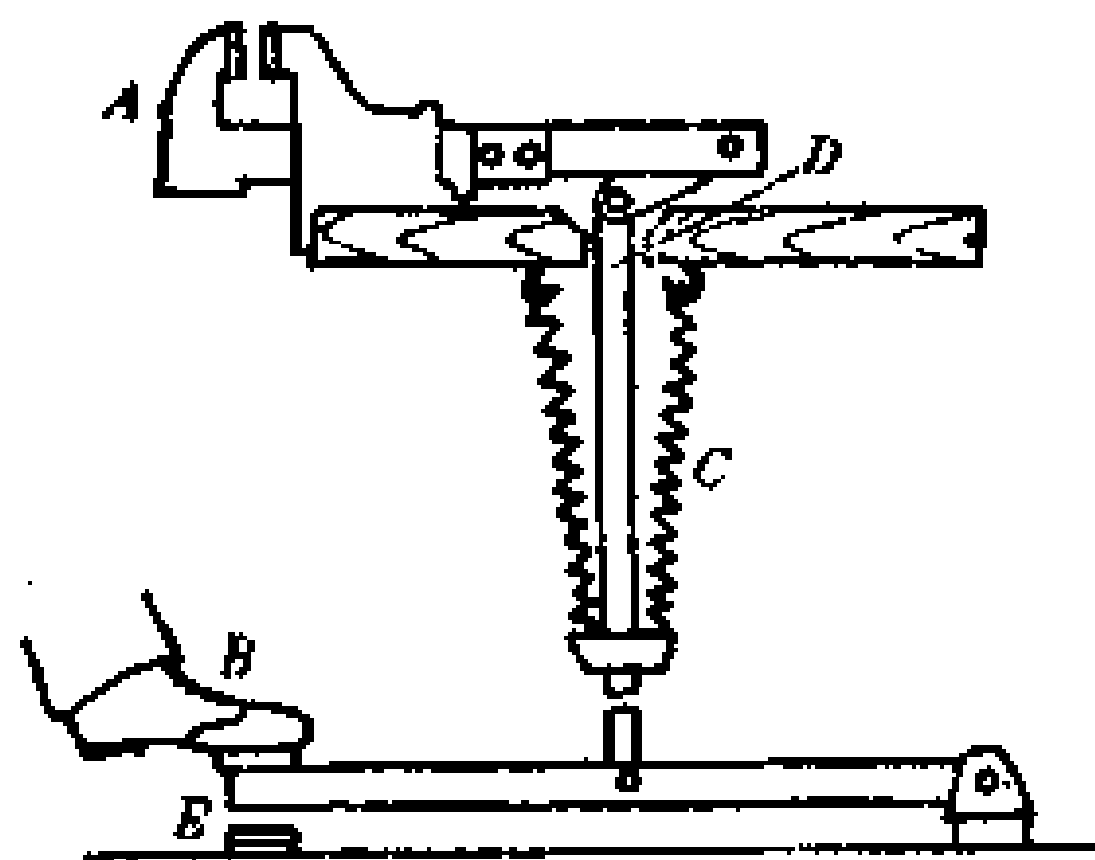


图 7-33 脚操纵的虎钳

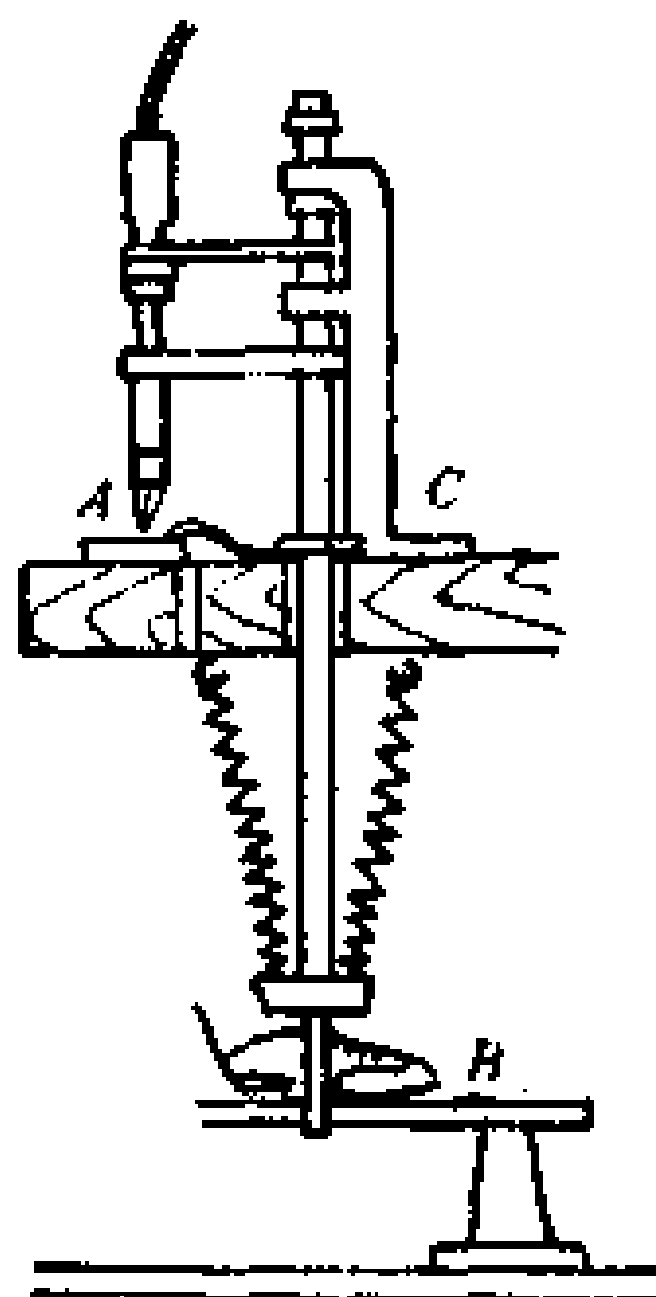


图 7-34 脚操纵的焊接烙铁

图 7-35 为可用脚转动的转盘,以调整工件位置,使双手可完全从事焊接。

第八条原则: 可能时,应将两种或两种以上工具合并为一 (第 18 条)。

此原则应用范围相当广泛,且极受欢迎。将两端各有一种用途的手工工具掉头使用,总比放下手中的工具,再去寻找握取另一工具省力省时。在日常生活中,红蓝铅笔(二色笔)、带橡皮头铅笔,就是明显的例子。在生产中,能敲能夹的钳锤(图 7-36)、能敲

能拔的钉锤、双口扳手,都是例子。所有装配用的工具,均应考虑此原则。

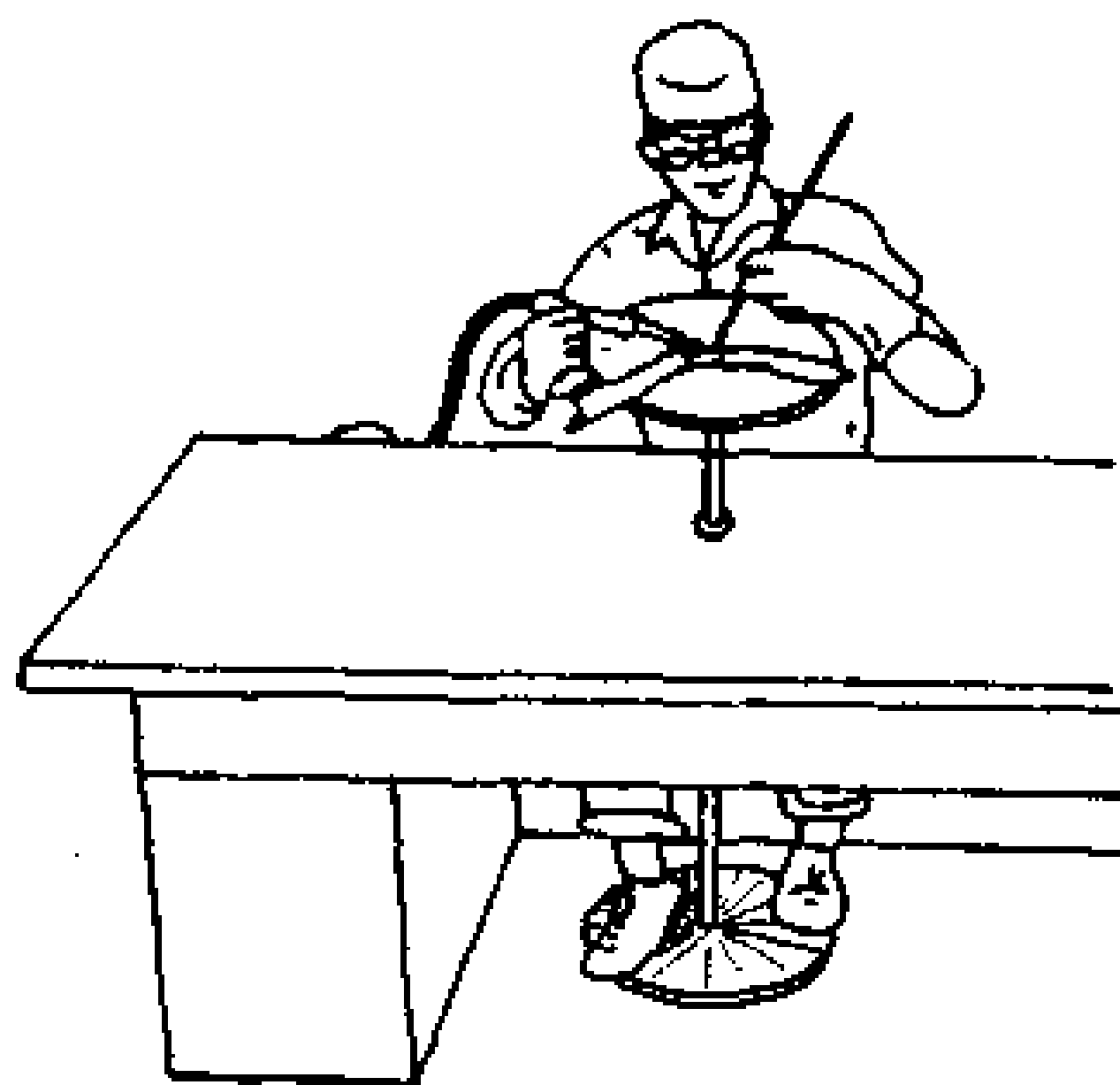


图 7-35 用脚操纵的转盘

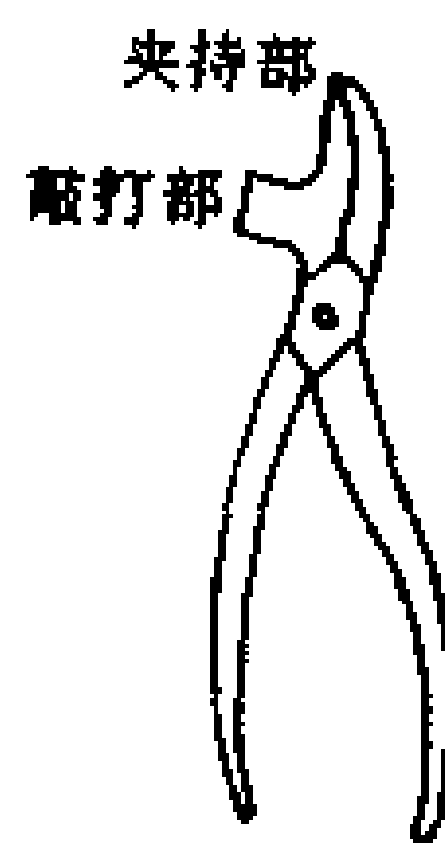


图 7-36 钳 锤

第九条原则: 第 20 条、第 21 条及第 22 条可合并为第九条原则,包括:手指分别工作时,各指负荷应按其本能予以分配;手柄的设计,应尽可能增大与手的接触面;机器上的杠杆、手轮的位置,尽可能使工作者少变动其姿势。

(1) 手指分别工作时,各指负荷应按其本能予以分配 一般情况下人们都习惯用右手,认为右手比左手不易疲劳,且更灵巧。

德伏拉克曾通过试验研究英文打字键位置安排问题。其结论是右手与左手的本能比例约为 10:9。各手指的本能以右手食指为最强,左手小指为最弱。各手指的本能顺序为右手食指、右手中指、左手食指、右手无名指、左手中指、右手小指、左手无名指,左手小指。德伏拉克设计的打字机键盘,其各指功能分配如图 7-37a 所示,标准型英文打字机键盘的手指负担却左手比右手重,约为 131.25/100,与手的本能恰好相反,如图 7-37b 所示。

(2) 手柄设计,应尽可能使与手的接触面增大 手的接触面

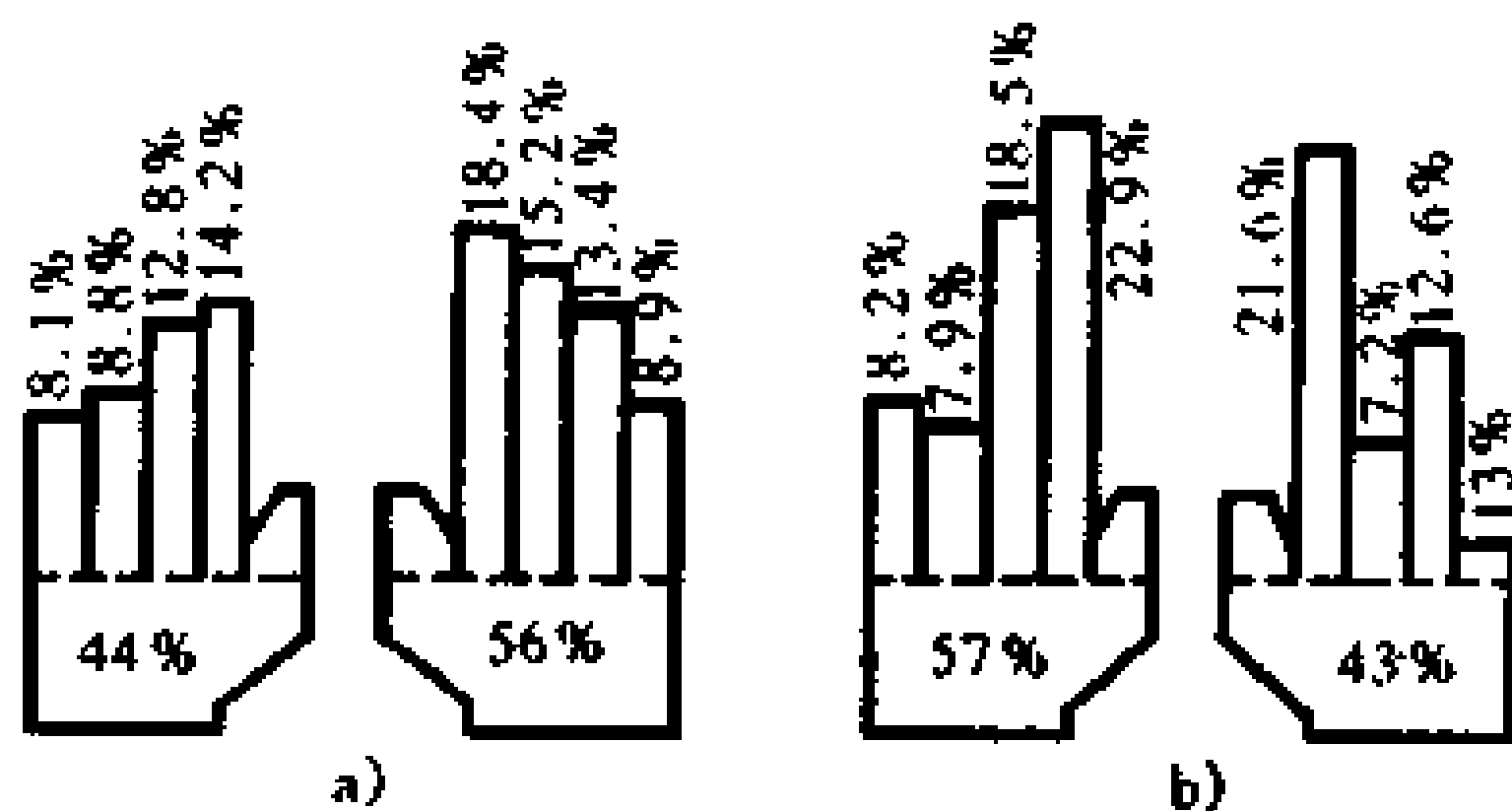


图 7-37 德伏拉克型打字机键盘的手指负担

积越大, 每个单位面积上受力越小。这就是为什么凡以手操作的手柄、手轮的接触面多呈曲线的原因。图 7-38 所示大旋具与小旋具采用不同的手柄形状, 据说就是有人进行试验的结果。

(3) 机器上的操作杆、十字杆及手轮的位置, 应能使操作者少变动其姿势。这是因为在操纵机器时, 如要变动姿势, 必是第 5 级动作。所以, 机器设计时, 应使操作者伸手可及地完成所需动作, 使操作方便省力, 不致发生弯腰、转身、走动甚至爬高等 5 级动作。

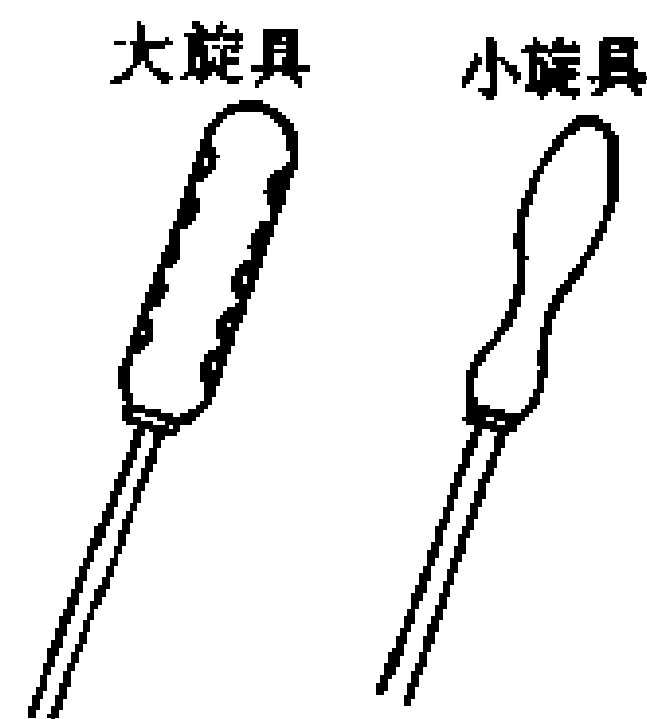


图 7-38 大旋具与小旋具

第十条原则 工具及物料应尽可能预放在工作位置(事前定位)。

这即为巴恩斯分类的第 19 条。事前定位是指把物料放到预先确定的位置上, 以便要用时能在使用它的地方拿到。有人作过试验, 将工具放置的位置分为“未预放”“半预放”和“完全预放”三种, 若“完全预放”用需时 100 来表示, 则“半预放”为 123, “未预放”为 146。可见, “完全预放”与“未预放”其效率相差达 50%, 见图 7-39。

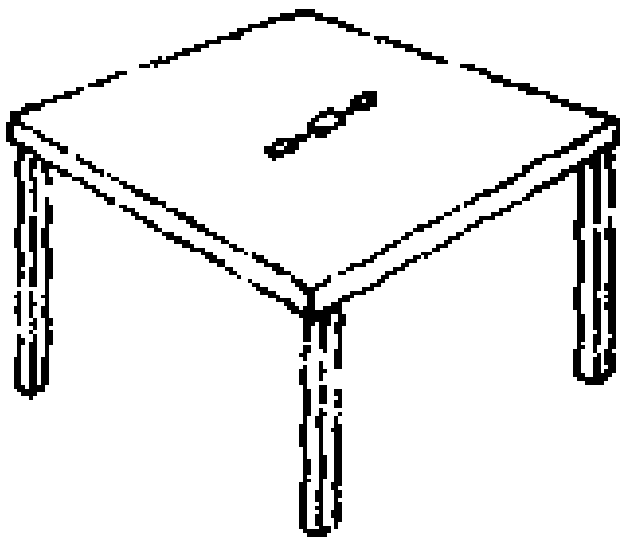
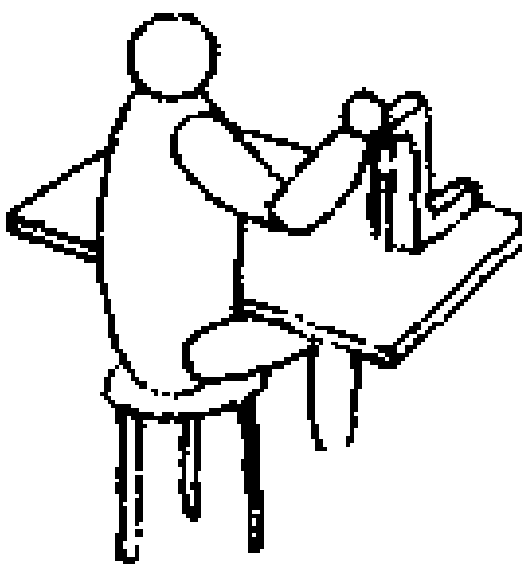
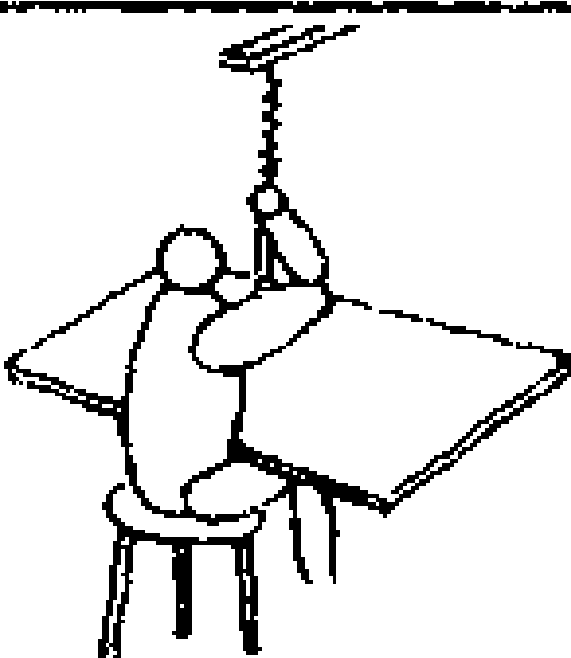
示意图			
放置位置	平卧在工作台上	挂架上	用弹簧吊于工作位置上方
预放类别	未预放	半预放	完全预放
需时(%)	146	123	100

图 7-39 工具放置位置与所需时间

如图 7-40 所示,将尺寸为 $90\text{mm} \times 40\text{mm} \times 25\text{mm}$ 的两块铸铁板,用 $M10 \times 60$ 的螺栓连接起来。如果采用旧方法,其工序顺序为:把螺母放到夹具里,再放一个钢垫圈在螺母上,随后将两铁板放到螺母和垫圈上面,把螺栓及上垫圈装到铁板的孔内。再从桌子的一边拿起电动扳手并把它提到夹具之上,把螺栓旋入螺母内直接紧固,最后把电动扳手送回工作台的一边。这一装配工序的正常工作时间为 19 s ,即 1 h 可完成 200 套装配件。

在这装配过程中,每装配一套,电动扳手都必须拿起又放下各一次,每天(8 h)则要 3200 次。

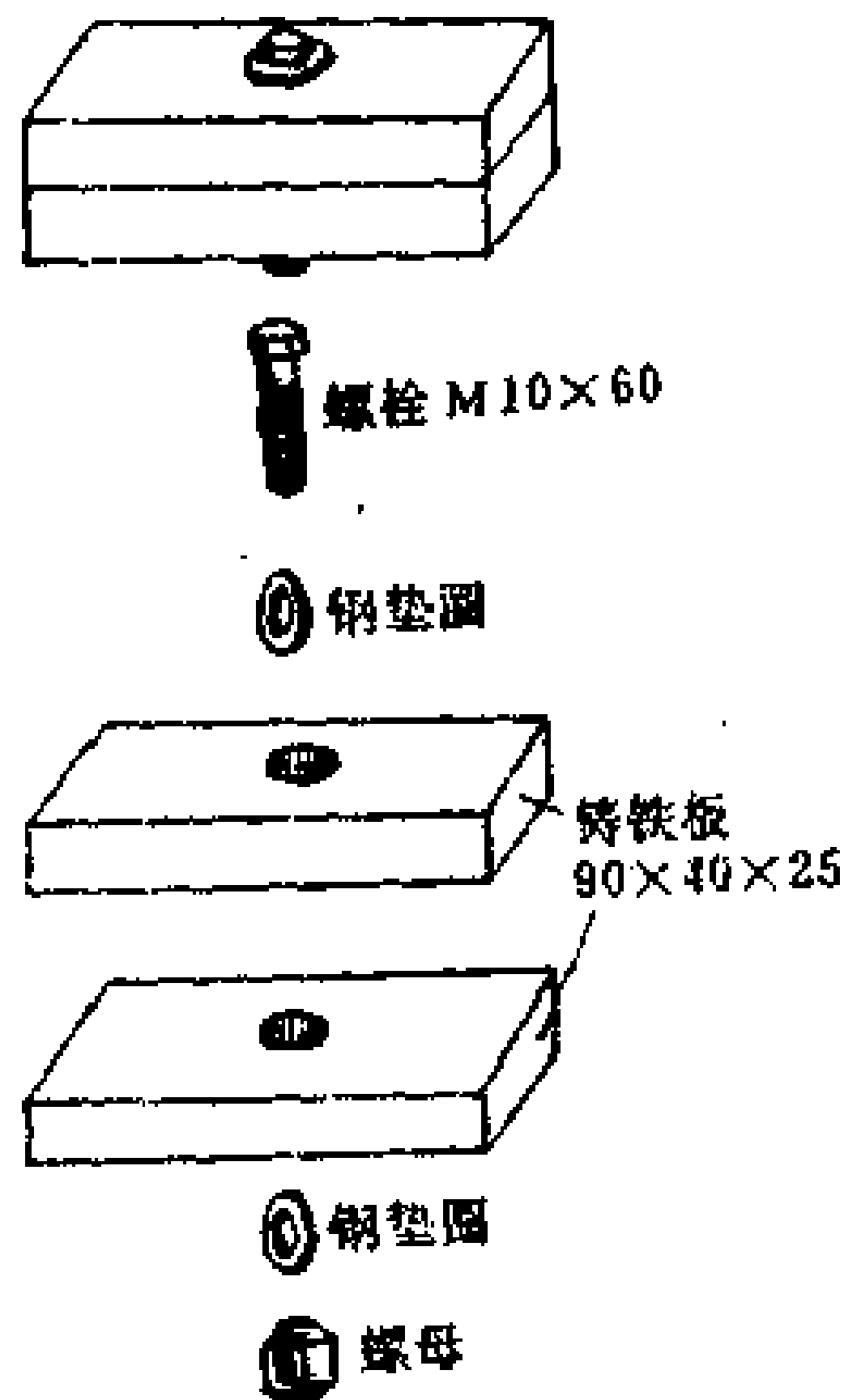


图 7-40 铸铁板的装配

除了费时外,电动扳手重 2.5 kg, $3200 \times 0.0025 = 8(t/\text{天})$,即操作者每天要提起合共重 8 t 的电动扳手。

现在用事前定位完全预放来进行改良。方法是将电动扳手悬挂在夹具上,用一根弹簧来使其复位(图 7-41)。在需要旋紧螺母时,用手一拉就可以将电动扳手拉下来就位,用完之后一松手,电动扳手就回复到上面。而且还可以用两套夹具,使两手都有效地工作。据统计,用此方法 1 h 可装配 262 套,产量提高 31%。

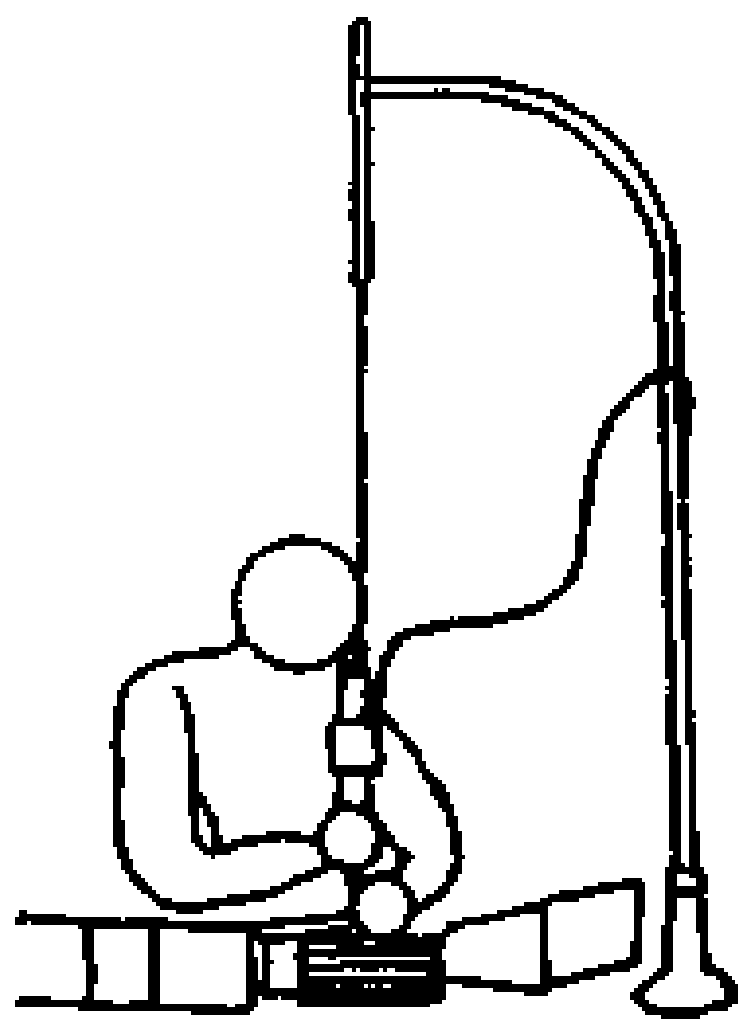


图 7-41 完全预放之例

复习与思考题

1. 何谓动作分析? 动作分析的目的何在?
2. 进行动作分析时,有多少个动素? 你能用形象符号记录所观察到的动作吗?
3. 请将第六章中图 6-21 之双手操作程序图,改为动素表示的程序图。

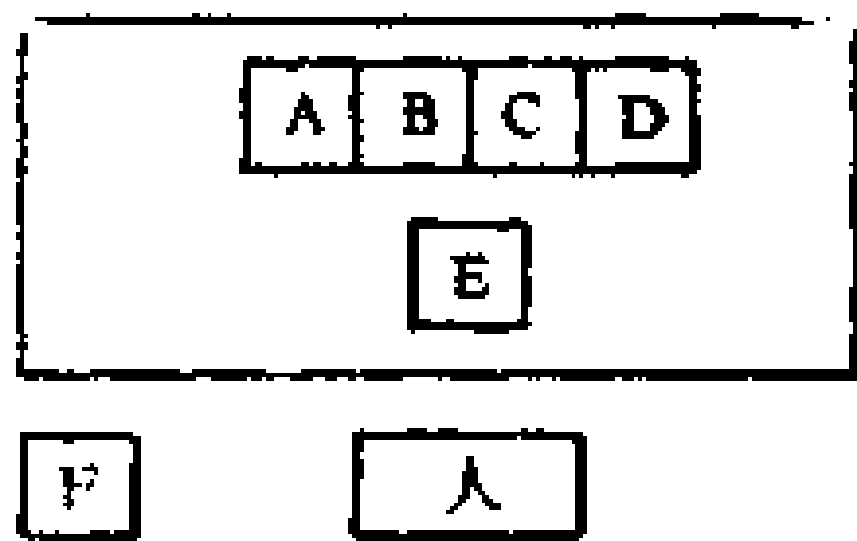


图 7-42

- | | | |
|-------|---------|---------|
| A——螺钉 | B——平垫圈 | C——弹簧垫圈 |
| D——螺母 | E——装配位置 | F——成品盒 |

4. 按图 7-42 的工作地布置进行操作。操作内容为:装配螺钉、平垫圈、弹簧垫圈、螺母各一个。请以动素记录双手的动作。

5. 试将上题中装配螺钉的操作方法,依动作经济原则予以改善,并写出改善构想及绘制改善后的动素程序图。

6. 写会议通知的信封。会议通知已预先打印好,每一张上都有被通知者的姓名。其工作是:按会议通知,在信封上写上姓名、地址、邮码。图 7-43 为工作台布置,其动作如下:

从 A 盒中拿出一张通知,从 B 盒中拿出一个信封,放中间位置,左手压住,以右手执笔写以上内容。然后以右手拿起通知,左手拿起信封,放通知入信封,再放信封(含通知)于 C 盒。

试用动素程序图记录此程序。

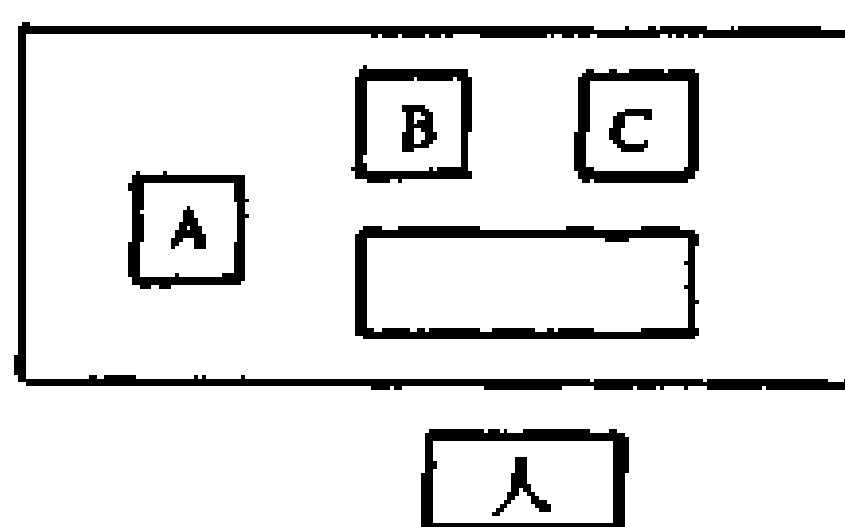


图 7-43

7. 动作经济原则共有几项? 请一一说出。实践中有哪些不符合动作经济原则的事例(举例说明)? 如何改进?

第三篇 作 业 测 定

第八章 作业测定概述

第一节 作业测定的概念

一、作业测定的定义

国际劳工组织的工作研究专家为作业测定下的定义是：“作业测定(工作衡量),是运用各种技术来确定合格工人按规定的作业标准完成某项工作所需的时间。”

合格工人的定义为：“一个合格工人必须具备必要的身体素质、智力水平和教育程度,并具备必要的技能知识,使他所从事的工作在安全、质量和数量方面都能达到令人满意的水平。”

规定的作业标准,是经过方法研究后制定的标准工作方法,及其有关设备、材料、负荷、动作等的一切规定。

在进行作业测定时,选择合格工人是很重要的。如果根据动作速度较慢的或不熟练的工人来制定标准时间,势必造成时间过宽;而根据动作较快的工人制定标准时间,则势必造成时间过紧,这样制定的标准对工人是不公平的。第九章时间研究中将详细讨论关于“标准速度”的概念。

在工业企业中,人工是一项重要的生产成本,经营者决不能忽视此项成本。人工成本的高低反映了企业经营管理的水平。因此,如何充分利用工时,降低人工成本,是每一个企业均需解决的重要课题。

奖励制度、编制计划、组织生产、经济核算、计算成本、平衡核算生产能力、考核工人劳动成果和劳动力计划、调配等,都离不开标准时间。因此,实行科学管理,除进行程序分析、操作分析和动作分析外,还必须进行作业测定。

基础 IE 的全过程是:利用程序分析、操作分析和动作分析获得最佳程序和方法,然后再利用作业测定对所有作业制定出标准时间。制定标准时间的方法一般有三种:

(1) 经验判断法(估工) 由定额员(或估工小组)根据产品的设计图纸、工艺规程或产品实物,考虑到使用的设备、工装、原材料以及生产技术、组织等其他条件,凭生产实践经验估算出工时消耗而制定定额的方法。过去一般都用此法,简便易行,但误差较大。

(2) 历史记录法(统计分析法) 历史记录法以记工单、打工卡记录为凭证,根据过去生产的同类型产品或零件、工序的实耗工时或产品的原始记录和统计资料,来推断同等内容工作的时间标准。其不足之处在于其标准时间中包括其他工作时间、私事延迟等。因此,统计资料数据往往比实际操作时间多,且变化很大。虽然此法比经验判断法具有科学性,但仍不能作为计算成本等的可靠依据。

(3) 作业测定 它是在方法研究基础上,对生产时间、辅助时间等加以分析研究,以求减少或避免出现在制造业中的无效时间及为制定标准时间而进行的测定工作。即直接或间接观测工作者的操作和记录工时,并加上评比和宽放,或利用事先分析好的时间标准加以合成,而得标准时间。

作业测定是一种科学、客观、令人信服的决定时间标准的方法

法,目前世界上各工业发达国家均采用作业测定法来制定劳动定额。从发展来看,这几种方法从纵的方面反映了定额制定由粗到精、由级低到高级的发展进程。

二、作业测定的目的

研究表明,生产过程中由于设计制造方法不当,以及管理上的各种漏洞,所花费的非生产性时间与其完成产品的作业内容所花的时间相比,数值是相当大的,如图 8-1 所示。这是因为,在生产制造某产品时,由于产品设计的缺陷,工艺操作的不合理,工人的动作或管理的不善,而增加产品的多余时间或无效时间,导致了生产总时间的增加。

方法研究是排除或减少上述因素的管理技术、通过对现有的工作方法和工艺过程进行系统的调查研究和严格的考查及开发,制定新的工作方法,以减少产品的工作量或简化工艺过程。方法研究主要是靠消除物料或操作人员的非必要活动,用合理方法代替不合理方法;作业测定则着重调查、研究以求得减少以至消除无效时间。作业测定的目的:

- (1) 制定作业系统的标准时间 制定实施某项作业所需的标准时间,作为工作的计划、指导、管理及评价的依据。
- (2) 改善作业系统 观察某项作业的全过程,以及测定各单元作业的所需时间,其数据作为改进工作的依据。
- (3) 制定最佳的作业系统 实施某

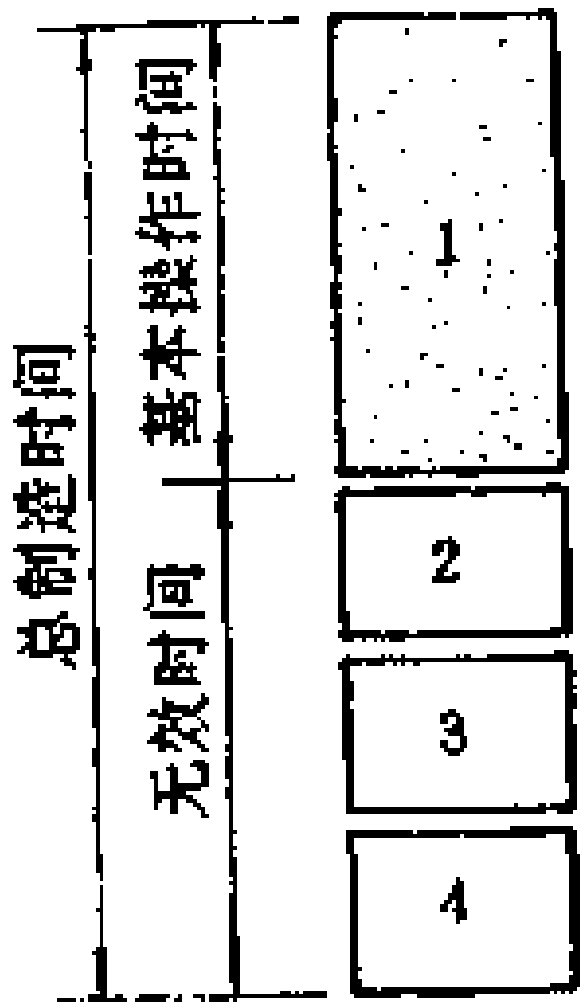


图 8-1 产品制造的时间组成

- 1—指完全依照设计资料,以最佳制造方法所能制造出该产品的所需最小时间值
- 2—因产品设计而发生的无效时间
- 3—因产品生产过程中计划及操作方法不当所发生的无效时间
- 4—因产品生产过程中管理原因而发生的无效时间

项作业有两种以上的方法时,以每种作业方法所测定的时间作为比较依据,好中选优,以制定最佳方案。

三、作业测定的应用

通过调查研究发现无效时间的原因固然重要,但从长远来看,制定合理的时间标准更为重要。无标准就无管理。标准方法、标准时间乃是进行管理的基础。

制定时间标准必须依靠作业测定,它可以应用于:

(1) 比较各种工作方法的效果。在相同条件下,工时最短的方法是理想的方法。

(2) 平衡作业组成员之间的工作量。

(3) 决定每个作业人员能操纵的机器台数。

(4) 提供编制生产计划 and 生产进程的基础资料,包括执行工作方案的利用现有生产能力所需要的设备、劳力。

(5) 提供估算标价、销售价格和交货合同的基础资料。

(6) 确定机器利用率指标和劳动定额,并可作为制定奖励办法的基础。

(7) 提供劳动成本管理的资料。

四、作业测定的方法和工作阶次

1. 作业测定的方法

作业测定的主要方法有:

(1) 秒表时间研究 利用秒表或电子计时器,在一段时间内,对作业的执行情况作直接的连续观测,把工作时间以及与标准概念(如正常速度概念)相比较的对执行情况的估价等数据,一起记录下来,给予一个评比值,并加上遵照组织机构所制定的政策允许的非工作时间作为宽放值,最后确定出该项作业的时间标准。

(2) 工作抽样 工作抽样,是在较长时间内,以随机的方式,

分散地观测操作者,利用分散抽样来研究工时利用效率。

(3) 预定时间标准法 这是国际公认的制定时间标准的先进技术。它利用预先为各种动作制定的时间标准来确定各种操作所需要的时间,而不是通过直接观察或测定。由于能精确地说明动作并加上预定工时值,因而有可能较之用其他方法提供更大的一致性。这种方法不需对操作者的熟练、努力等程度进行评价就能对其结果在客观上确定出标准时间,故在国外称为预定时间标准(Predetermined Time System)法,简称 PTS 法。PTS 法有 40 多种,本书将重点介绍 MOD 法(Modular Arrangement of Predetermined Time Standard)。

2. 工作阶次

制定标准时间时,应首先决定研究的工作阶次。工作阶次通常分成下列四种:

第一阶次:动作 人的基本动作,是作业测定的最小工作阶次。例如:伸手,握取等。

第二阶次:单元 由几个连续动作集合而成。例如:伸手抓取材料,放置零件等。

第三阶次:作业 通常由两三个单元集合而成。若将其分解为两个以上的单元,则不能分配给两个以上的人以分担的方式进行作业。例如:伸手抓取材料在夹具上定位(包括放置),拆卸加工完成品(从伸手到放置为止)。

第四阶次:制程 指为进行某种活动所必需的作业串连。例如:钻孔,装配,焊接等。

工作阶次的划分应以研究方便为原则。低阶次的工作可以合成为高阶次的工作,高阶次的工作亦能分解成低阶次的工作。

一般说来,秒表时间研究应用于第二阶次的工作;工作抽样通常用于第三、第四阶次工作;预定时间标准法常用于第一阶次的工作。

第二节 工时消耗及标准时间的构成

一、工时消耗

工人在生产中的工时消耗,可分为定额时间和非定额时间两大部分,其构成情况如图 8-2 所示。

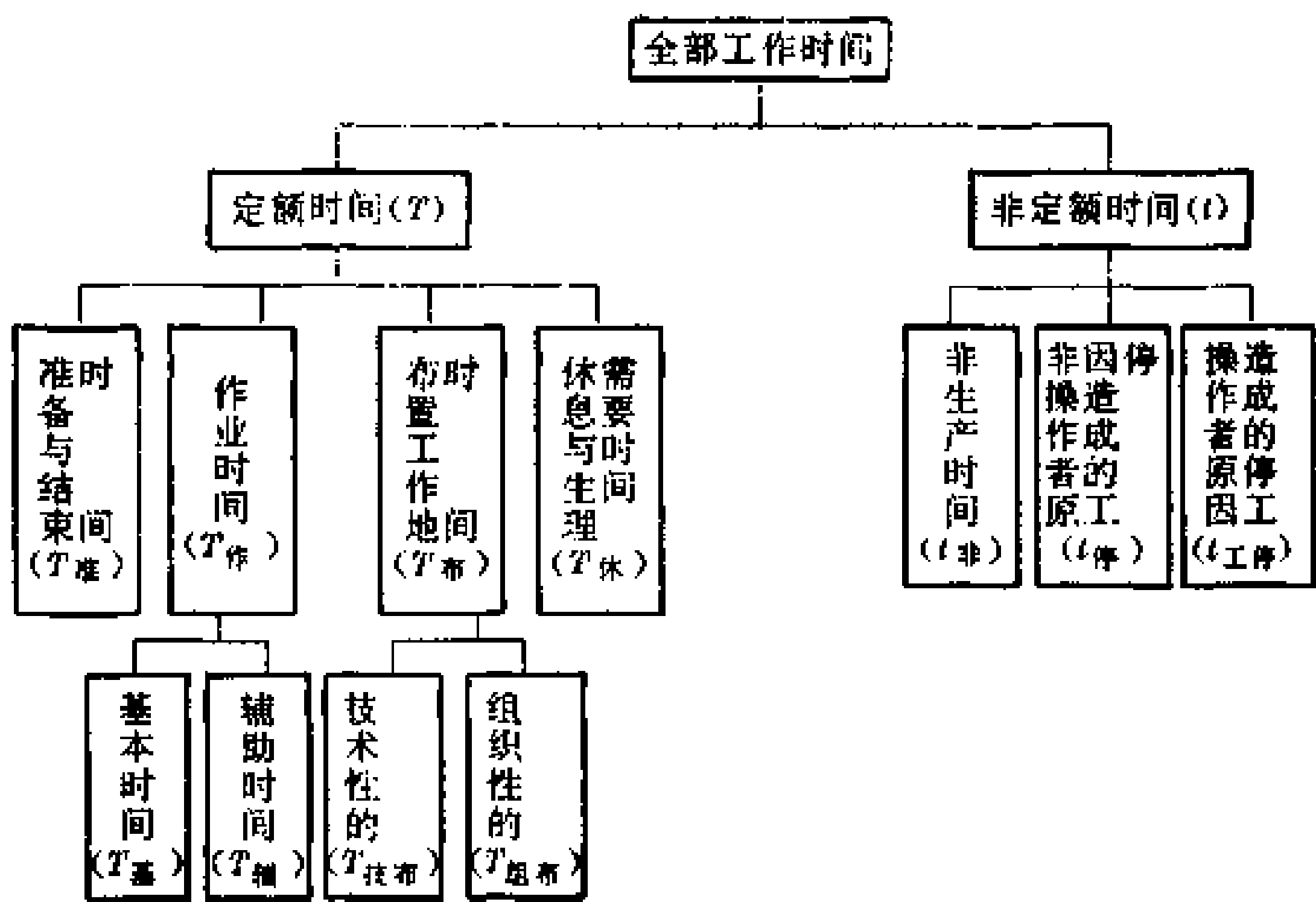


图 8-2 工时消耗分类图

1. 定额时间 (T)

定额时间,是指在正常的生产技术组织条件下,工人为完成一定量的工作所必须消耗的时间。它由以下四部分组成。

(1) 作业时间($T_{作}$) 直接用于生产产品,完成工序中各项操作所必须消耗的时间。它是定额时间中最主要的部分,其时间消耗的长短与加工批量大小成正比。作业时间按其作用不同又可分

为基本作业时间($T_{基}$)和辅助作业时间($T_{辅}$)。

① 基本作业时间($T_{基}$) 指实现基本操作,直接作用于劳动对象并改变劳动对象的尺寸、形状、性质、组合、外表等所消耗的时间,如切削加工时间。基本作业时间按照完成基本操作的方式,又可分为:

机动的基本时间——用机器设备自动完成基本工艺的时间;

机手并动的基本时间——由工人直接操作机器完成基本工艺的时间(如用电钻等);

手动的的基本时间——完全由工人手工操作完成基本工艺的时间(如锉工件等)。

② 辅助作业时间($T_{辅}$) 是指工人为保证完成基本工艺而执行的各种辅助性动作所消耗的时间。如测量工件、调整机床等的时间。辅助时间大都是手动的,但也有机动的(如机械手的自动卸料等)和机手并动的。

在基本作业时间是机动的某些情况下,可能出现辅助操作与基本操作同时进行。在这种情况下,这部分交叉时间不应计入定额时间内。

(2) 布置工作地时间($T_{布}$) 布置工作地时间,是指工人在工作班中用于照看和保持工作地的正常状态所必须消耗的时间。根据不同性质,它又可分为组织性与技术性两种。

① 组织性布置工作地时间($T_{组布}$) 是用于轮班开始和终了的准备和结束工作,以及交接班工作消耗的工时。它随着轮班而重复出现,如打扫工作地、填写记录、擦机床等。

② 技术性布置工作地时间($T_{技布}$) 是指在工作班中间,由于技术的需要,为维持技术装备的正常工作状态而用于照管工作地的时间,如更换和刃磨用钝的刀具、清除切屑、校正刀具和调整设备等。 $T_{技布}$ 时间的长短和基本时间成正比。如机床切削加工的时间愈长,更换和刃磨刀具的次数和时间也将相应增加。

(3) 休息和生理需要的时间($T_{\text{休}}$) 是指工人在轮班中用以恢复体力、视力和生理上的需要(如上厕所、喝水等)所消耗的时间。这类时间以劳动性质、劳动条件、劳动强度等的不同而作出适当的规定。

(4) 准备与结束时间($T_{\text{准}}$) 指工人在工作班内为完成一项生产任务,事先进行准备和事后结束工作所必须消耗的时间。如一批产品投入加工前,工人用于接受任务,熟悉图纸和工艺,领取材料和工夹模具,调整设备;加工完之后卸下工夹具并送回仓库,填写记录,交验成品等。其时间消耗与批量大小无关而与批次有关。

2. 非定额时间(t)

非定额时间是指在一个工作班内因停工而损失的时间,或执行非生产性工作所消耗的时间。非定额时间是不必要的时间消耗,在以往均未计入工时定额中。非定额时间包括停工时间和非生产时间。

(1) 停工时间 工人在工作班内,因为某种原因而未能从事生产活动而损失的时间。又分为:

① 操作者造成的停工时间($t_{\text{工停}}$) 由操作者违反劳动纪律,使生产中断而造成的工时损失,如旷工、迟到、早退、离岗、与人闲谈等。

② 非操作者原因造成的停工($t_{\text{非}}$) 由于企业内部或外部条件所致,使生产发生中断而损失的时间,如停电、停工待料、停工开会等。

(2) 非生产工作时间($t_{\text{非}}$) 指工人在工作班内做了生产以外的或不必要的工作所损失的时间。它也可分为:

① 非工人造成的($t_{\text{非组}}$) 由于企业管理不善,使工人作了多余的操作(如整理与本人无关的工具),或从事与工人本职工作无关的工作而损失的时间(如被抽借去做本职以外的工作等)。

② 工人造成的($t_{\text{非工}}$) 由于工人违反操作规程或技术不熟

练而造成的时间消耗,如废品工时,返修工时等。
 常见的工时消耗见表 8-1。

表 8-1 常见的工时消耗分类表

工时分类		代号	工时消耗项目	编号
准备与结束时间		$T_{准}$	领取工票	1
			熟悉图纸和工艺	2
			检查材料及毛坯	3
			检查工具、领取专用夹具	4
			安装和调整专用工具	5
			调整机床或设备	6
			首件及成批交检	7
			结束工作	8
作业时间	基本时间	$T_{基}$	机动作业	9
			机手并动作业	10
			手动作业	11
	辅助时间	$T_{辅}$	装卸零件	12
			测量工件	13
			操纵设备或工具	14
			调整设备工作参数	15
	布置工作地 时 间	组织性布置 工作地时间	$T_{组布}$	更换工作服
擦拭及润滑设备				17
放置工具及毛坯				18
清扫和整理工作地				19
填写原始记录				20
交接班				21
生产中不可避免的短时延误				22
技术性布置 工作地时间		$T_{技布}$	更换及刃磨用钝的刀具	23
			操作中校正刀具及调整设备	24
			清除切屑	25
休息和生理需要时间		$T_{休}$	必要的休息时间	26
			生理需要时间	27

续表 8-1

工时分类	代号	工时消耗项目	编号
非生产时间	t _非	寻找图纸及工艺卡	28
		寻找工夹具	29
		寻找材料和毛坯	30
		进行其他本职以外的工作	31
非操作者原因造成的停工	t _停	等待工作	32
		等待图纸和工艺	33
		等待材料和毛坯	34
		等待吊车和运输工具	35
		等待工夹具	36
		等待动力	37
		等待修理	38
操作者原因造成的停工	t _{工停}	迟到、早退	39
		撤离工作地	40
		闲谈	41

表中项目及编号,企业可根据情况自行确定

二、传统工时的计算

图 8-2 表示了工时消耗的一般分类方法。但是,工时消耗的组成与企业的生产类型有着密切关系。

1. 大量生产条件下

由于在一个工作地经常固定加工同样的产品,产量较大,准备与结束时间分摊到一件产品的比例很小,可忽略不计。因此,可单项单列,其工时的计算公式为:

单位产品工时 = 作业时间 + 布置工作地时间 +
休息与生理需要时间

或 单件工时 = 作业时间 × (1 + 布 % + 休 %)

式中 布 %——布置工作地时间占作业时间的百分比;

休 %——休息与生理需要时间占作业时间的百分比。

2. 成批生产或单件生产条件下

因每生产一种产品都需要消耗一次准备与结束时间,因此其工时的计算为:

$$\text{单位产品工时} = \text{作业时间} + \text{布置工作地时间} + \text{休息与生理需要时间} + \frac{\text{准备与结束时间}}{\text{每批产品的数量}}$$

三、标准时间与工时定额

1. 标准时间的概念

标准时间的含义是:在适宜的操作条件下,用最合适的操作方法,以普通熟练工人的正常速度完成标准作业所需的劳动时间。

这里“适宜的操作条件”、“最合适的操作方法”,是指通过方法研究后所确定的操作条件与操作方法;“普通熟练工人”与“正常速度”则意味着标准时间是适合大多数作业者的时间;“标准作业”又是标准时间的依据,是作业测定的结果。因此,标准时间的特性是:

① 客观性 对应于某一标准化了的作业操作(通过方法研究),标准时间是不以人们的意志而转移的客观存在的一个量值。

② 可测性 只要将作业标准化了,就可以用科学的方法对操作进行测定(如秒表测时、工作抽样、PTS技术等),以确定标准时间的量值。

③ 适用性 因为标准时间是以普通熟练工人以正常速度能完成某项作业的劳动标准时间,不强调以过分先进或十分敏捷的动作完成某项操作的时间,所以它应该是易于被大多数人所接受的。

2. 标准时间与工时定额的区别和联系

工时定额的侧重点是“规定一个额度”。所以,即使同一作业,由于用途不同,可能有不同量值的定额值。例如“现行定额”、“计划定额”、“目标定额”等,各种名称对应不同的值,但却都对应着同

一种作业。

许多生产单位为了完成计划、安排生产等目的,未有对作业进行方法研究和作业测定时,往往也要预先规定一个定额作为时间标准,所以它不能称为标准时间。标准时间的侧重点在于找出规定条件下按标准方法进行工作时所消耗的时间,它对应于某一标准作业只有一个唯一的量值。IE 基础的目的之一就是要用方法研究和作业测定去求得这一量值。只有这样,在制订各种工时定额时才有可靠的依据。因此,标准时间是制订工作定额的依据,而工时定额则是标准时间的结果。

一般来讲,“现行定额”往往就是标准时间,而“计划定额”与“目标定额”则与标准时间有一定的差异。当上级下达规定的工时定额指标时,有了标准时间,就可以知道自己单位的标准时间与上级下达定额之间的差异,做到心中有数。

3. 我国与西方国家工时消耗的差异

我国现行的工时消耗分类的原则和方法、定额时间和非定额时间的划分,似乎是十分严格的,但在实践中对有些时间消耗的处理却不十分合理。例如,在生产中操作者由于设计、工艺、质量、材料等问题找班长、管理人员、技术人员交谈,或领导、管理人员、技术人员因生产上问题在生产现场询问工人等,按现行工时消耗分类的原则是属于非生产时间,一律不包括在定额时间内,可是在实际现场很难做到。

西方国家和日本企业的时间标准中,包括上述的一类时间,叫“管理宽放时间”或“不可避免的迟延时间”。这反映了生产现场的实际情况,比较合理。我国和西方及日本等国工时消耗分类的比较见表 8-2。

在作业测定的具体方法中,我们将分别于第九章、第十章和第十一章详细介绍秒表时间研究、工作抽样、预定时间标准等制定标准时间的方法。

表 8-2 我国和西方及日本等国工时消耗分类的比较

	定 额 时 间						非 定 额 时 间			
中 国	准备 结束 时间	作业时间		布 休 时 间				非 生 产 时 间	由于企 业造 成 的 停 工 损 失	由于工 人 造 成 的 停 工 损 失
		基 本 时 间	辅 助 时 间	布置工作地时间			休息与生理 需要时间			
				组织性的		技术性的				
西 方 、 日 本 等 国	标 准 时 间								非标准 时 间	
	调 整 时 间	工作时间		宽 放 时 间						
		机 动 时 间	手 动 时 间	疲劳宽放		不可避免的迟延		政策性宽放		
				固定	变动					
									可以避 免 的 迟 延	

复习与思考题

- 1. 作业测定的定义是什么？
- 2. 制定标准时间的方法一般有几种？
- 3. 作业测定能达到什么目的？
- 4. 作业测定能应用于哪些情况？
- 5. 作业测定的主要方法有哪些？
- 6. 生产中工时消耗的情况如何？传统工时构成是怎样的？
- 7. 标准时间的含义是什么？你如何理解标准时间？
- 8. 标准时间与工时定额有什么区别？有什么联系？

第九章 时 间 研 究

第一节 时间研究概述

一、时间研究的概念

1. 时间研究的定义

时间研究是一种作业测定技术,旨在决定一位合格、适当、训练有素的操作者,在标准状态下,对一特定的工作以正常速度操作所需要的时间。定义中:

① 合格、适当、训练有素的操作者 即操作者必须是一个合格的工人,而且该作业必须适合于他做;操作者对该项特定工作的操作方法,必须受过完全的训练;操作者必须在正常速度下工作,不能过度紧张,也不能故意延误,工作时生理状态正常。

② 在标准状态下 系指用经过方法研究后制定的标准工作方法、标准设备、标准程序、标准动作、标准工具、标准的机器运转速度及标准的工作环境等。

2. 时间研究的研究方法

时间研究也称秒表时间研究、直接时间研究或密集抽样时间研究,是采用抽样调查技术来对操作者的作业进行观测,以决定作业的标准时间。

抽样调查是一种科学的非全面的调查方法。它是按一定的原则,抽选总体中的部分单位进行调查,以推断总体的有关数据。

抽样调查无任何主观意图的影响,因此具有充分代表性。

抽样调查的次数是根据科学的计算确定的,在调查次数上有最低限度的保证。

抽样调查的结果,其误差可在调查之前根据抽样的次数和总体中各单位时间标志的差异程度,事先通过计算,将其控制在一定范围之内。因此,调查结果比较可靠。

密集抽样与后面介绍的工作抽样不同之处在于:密集抽样是在一段时间内,利用秒表连续不断地观测操作者的作业;而工作抽样则是在较长时间内,以随机的方式,分散地观测操作者。

3. 时间研究的用途

时间研究主要有如下用途:

- ① 决定工作时间标准,并用以控制人工成本。
- ② 制定标准时间作为工资制度的依据。
- ③ 决定工作日程及工作计划。
- ④ 决定标准成本,并作为标准预算的依据。
- ⑤ 决定机器的使用效率,并用以帮助解决生产线的平衡。

二、时间研究的工具

常用的时间研究的工具如下:

1. 秒表(停表、马表)

时间研究用的计时工具多采用(1/100)分秒表(见图 9-1)。此类秒表表面为 100 个小格,长针每分钟转 1 周,1 小格即代表(1/100) min,即 0.01 min。短针表面分 30 格,短针每半小时转 1 周,1 格即代表 1 min。用这种秒表是因为读值、记录容易,整理、计算方便。

2. 观测板

时间研究时使用观测板,以安放秒表和时间研究表格。其结构如图 9-2 所示,尺寸大小应考虑观测者使用方便、顺手、轻便。

3. 时间研究表格

时间研究表格记录一切有关研究的资料及每单元的时间与评比等资料等。其格式可自行设计,大小按实际情形并配合观测板

的大小而定。为便于保存、查阅,各单位应规定统一格式,现介绍港、台一些企业所使用的时间研究表格,供读者参考。

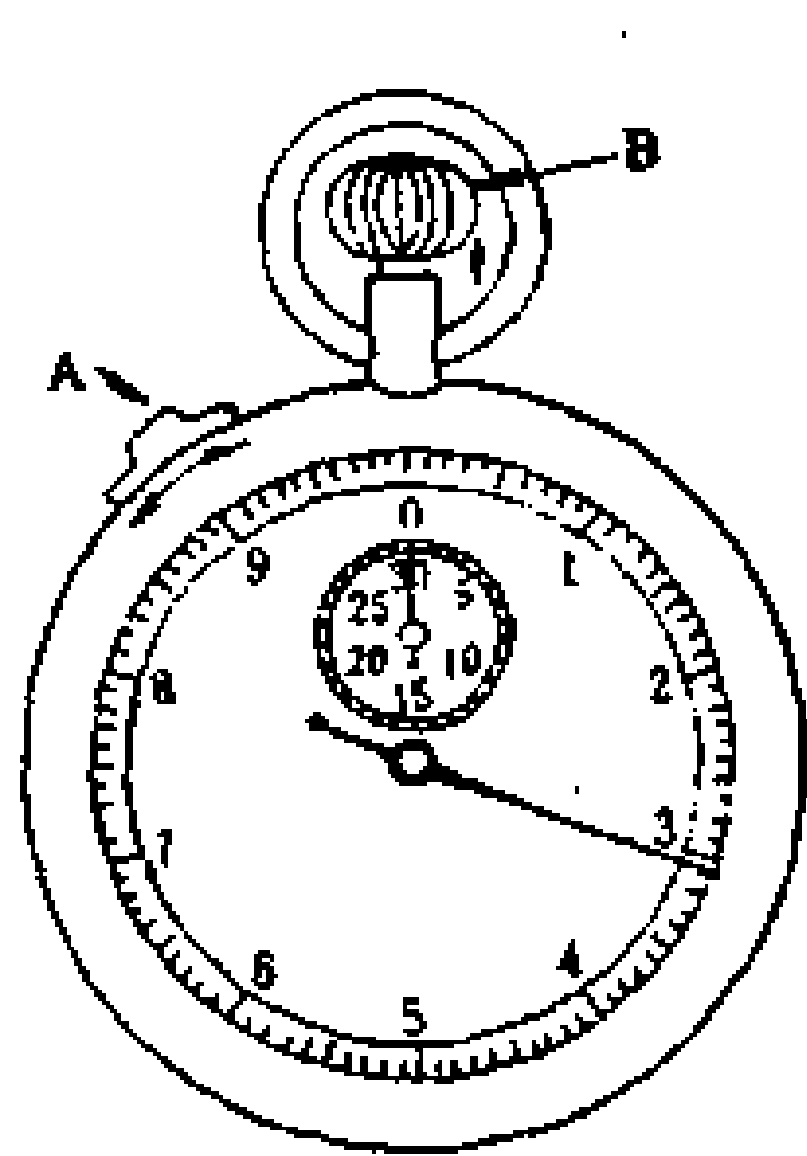
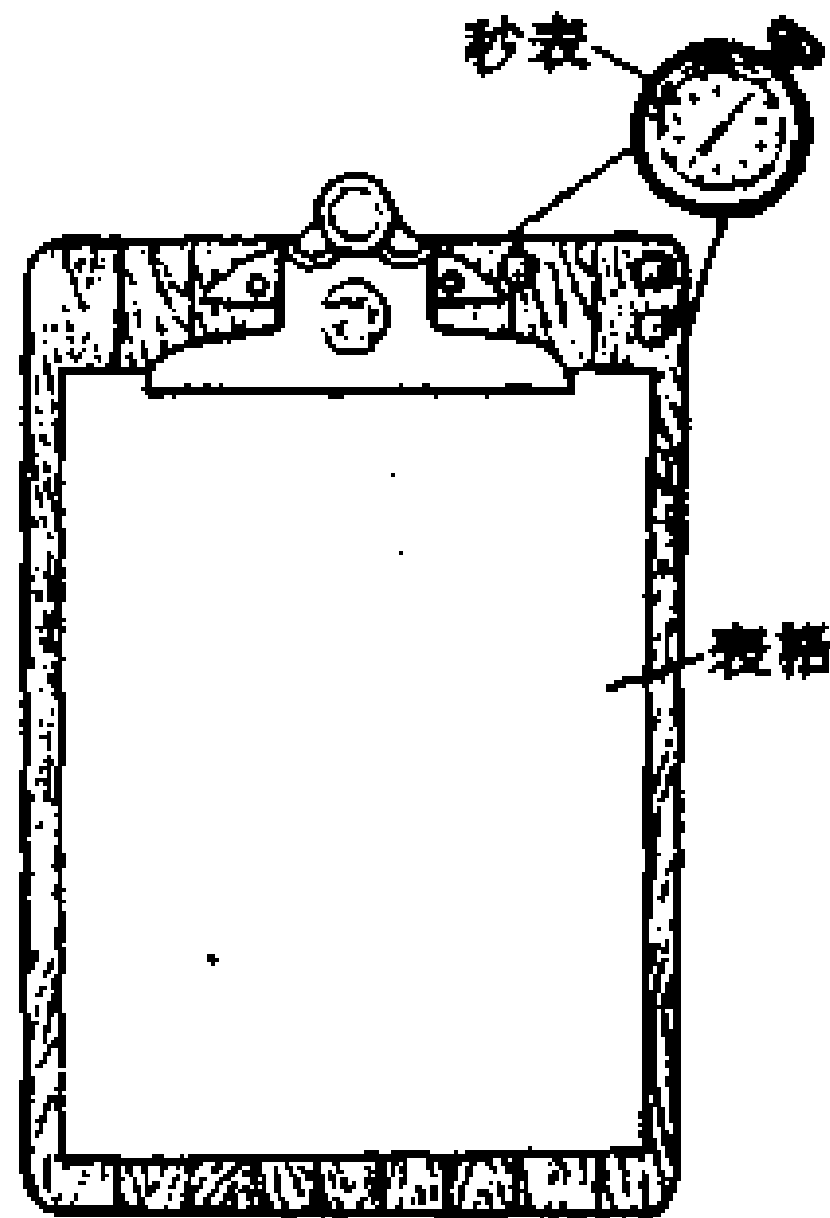


图 9-1 秒 表



9-2 观测板

表 9-1 为一般通用的研究表,也称长周期时间研究表(或主表),主要用于调查和测定工作班内各类间接工时消耗和为确定宽放率提供原始数据,也适用于任何形式的操作。表首部供填测时的有关资料。其他部分供记录各周程每一单元的评比、表上时间(用连续记时记录的)以及本单元时间。有关操作的布置、机器、工件等图形可画于表反面或另附纸。

表 9-2(正面)为短期研究表,其反面见表 9-7,也是一般较详细的研究表,主要用于调查和测定作业时间以及手工操作时间,也适用于短周程重复性的操作。研究表正面为记录一切有关记录当时实际状况的资料,此部分资料应愈详细愈好,因为这些资料将用来证明标准时间是在何种情况下测定的。其反面为现场实际记录之用,其上部为研究日期、普通钟表时间以及号码等;其次为单元栏,此栏应注意按顺序将单元名分别填入;表中每一单元分“R”与“T”两行,“R”行填连续记时法的表面读数,“T”行为本单元的时间,具体的记录方法将在下一节详细介绍。

表 9-1 一般通用的时间研究表

时 间 研 究 表 首 页									
部 别:					研究编号:				
操 作:					张 号:				
方法研究编号:					完成时间:				
开始时间:					经过时间:				
工厂/机器:					操 作 人:				
号码:					钟 号:				
工具及样板:					研 究 人:				
产品/零件:					日 期:				
图 号:					审 核 人:				
物 质:									
注意:将工作位置布置/机器装置/零件等草图绘于反面或另附一纸。									
动作单元说明	R	R _w	T _s	T _B	动作单元说明	R	R _w	T _s	T _B
备注: R——评比					R _w ——表读数				
T _s ——减去时间					T _B ——基本时间				

4. 其他工具

除了上列主要工具之外,有时还需要测量距离和速度的工具或仪器,并准备有铅笔、计算器等。

第二节 时间研究的步骤

第一步: 收集资料

为制定某一操作的标准时间,必须对整个操作有详细而完整的了解,不能遗漏操作的任何一部分,或有任何错误,否则将导致标准时间的失准。

通常记录资料的项目均应填入时间研究表格的表头或首页。这些资料的主要项目参见表 9-1 和表 9-2、表 9-7。

第二步: 划分操作(单元)

为了便于分析研究,通常将操作划分为若干单元。每一单元的动作不但数量少,并且性质相同,所以个别评比每一单元的快慢要容易且准确得多。这些个别单元的时间加起来就等于整个操作的总时数。这里必须强调,测时前操作方法应已标准化。操作方法不同,所消耗的时间亦不同。如果操作方法尚未标准化,操作单元的划分及其时间研究是毫无意义的。

划分操作单元的原则如下:

(1) 每一单元应有明显易辨认的起点和终点。为方便辨认,常将工作循环中的一个操作单元终止,而另一个操作单元开始的瞬间定为分解点或称定时点。在划分操作单元时,要确定分解点。

(2) 单元时间愈短愈好。但要使时间研究人员能精确测记,一般认为不小于 0.04 min 为宜。

(3) 人工操作单元应与机器单元分开。这是因为时间研究主要测定人工单元。

(4) 尽可能使每一人工单元内的操作动作为基本动作(如伸

手、握取等),使易于辨认。

(5) 不变单元与可变单元应分开。不变单元是指在各种情况下其操作时间基本相等,如焊接操作中的手拿焊枪应为不变单元。可变单元是指因加工对象尺寸、大小、重量的不同而所需时间变化的单元。在焊接操作中的焊缝所需时间是随焊缝的长短而变化,故为可变单元。

(6) 规则单元、间歇单元和外来单元应分开。规则单元是加工每个工件都有规则性地出现的单元,间歇单元是加工过程中偶尔出现的单元,外来单元为偶发事件且将来不需列入标准时间以内。

(7) 由于操作的时间标准仅用于特定的操作,所以每一单元应有完整而详细的说明,或记于时间研究表内,或另附纸于后。

前述的图 7-40 所示将两块铸铁板用螺钉连接起来,其工作台布置如图 9-3,动作单元分析见表 9-3。

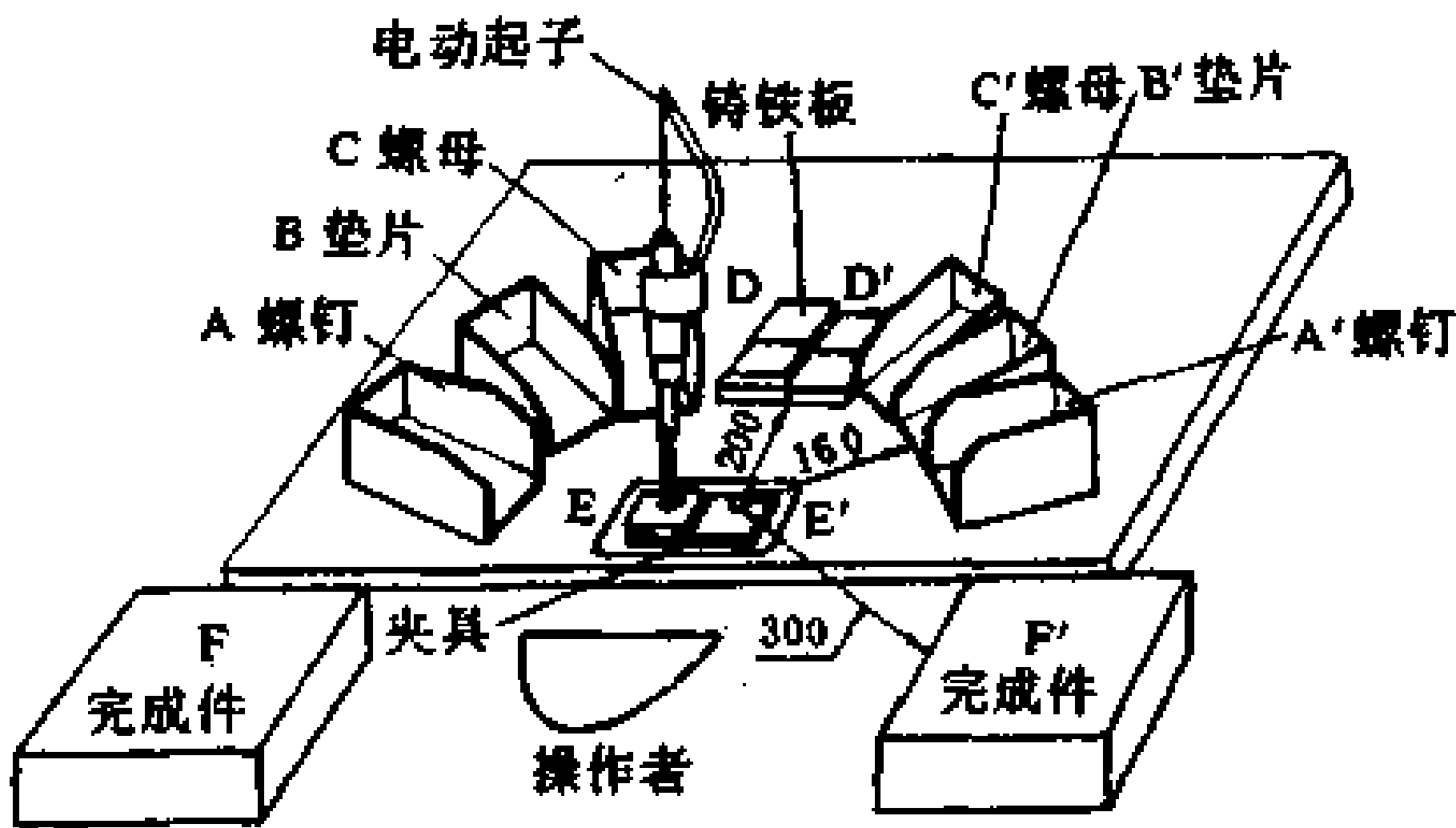


图 9-3 用螺钉连接两铸铁板之工作台布置

第三步：测 时

1. 测时的方法及时值的记录

测时的方法有：

表 9-3 用螺钉连接两铸铁板之工作台布置

操作单元 编号	说 明 (左手)	操作单元 编号	说 明 (右手)
1	自左边 C 盒内取一螺母(15cm) 放螺母于左边夹具的 E 槽内(15cm) 自左边 B 盒内取一垫片(15cm) 放垫片于螺母上(15cm)	1	自右边 C' 盒内取一螺母(15cm) 放螺母于右边夹具的 E' 槽内(15cm) 自右边 B' 盒内取一垫片(15cm) 放垫片于螺母上(15cm)
2	自前方铁板堆 D 上取第一块铁板(20cm) 放第一块铁板于左边夹具 E 内(20cm) 自前方铁板堆 D 上取第二块铁板(20cm) 放第二块铁板于左边夹具 E 内(20cm)	2	自前方铁板堆 D' 上取第一块铁板(20cm) 放第一块铁板于左边夹具 E' 内(20cm) 自前方铁板堆 D' 上取第二块铁板(20cm) 放第二块铁板于左边夹具 E' 内(20cm)
3	自左边 B 盒内取一垫片(15cm) 放垫片于左边铁板近中间孔处(15cm) 自左边 A 盒内取一螺钉(15cm) 放螺钉穿过垫片、铁板,并转螺钉一二次,以便旋入螺母	3	自左边 B' 盒内取一垫片(15cm) 放垫片于左边铁板近中间孔处(15cm) 自右边 A' 盒内取一螺钉(15cm) 放螺钉穿过垫片、铁板,并转螺钉一、二次,以便旋入螺母
4	握左边夹具内之铁板(25cm) 持住铁板 持住铁板 握右边夹具内之铁板(10cm) 持住铁板 持住铁板	4	自夹具上方 30cm 处取电动扳手(30cm) 放电动扳手于左边螺钉头上(30cm) 用电动扳手转紧螺钉 放电动扳手于右边螺钉上(10cm) 用电动扳手旋紧螺钉 放回电动扳手(30cm)
5	取左边装好的铁板(10cm) 放于左边箱内排列好(30cm)	5	取右边装好的铁板(30cm) 放于右边箱内排列好(30cm)

(1) 归零法 第一单元开始时,开动秒表(见图 9-1, A 钮上推);第一单元结束时,即按停秒表(A 钮下推)。读取表上读数,然后使表针回复到零位(按下 B 钮)。次一单元开始,再开动秒表,如此不断记录每一单元时间。现场记录时,因为要归零,所以费时,且易漏记。

(2) 累积测时法 用两个秒表,由一连杆机构连结。一表开动,另一表即停止;一表停止,另一表即开动。读取停止的表上的时间,立即归回零位。此法最大缺点是携带不便。

(3) 周程测时法 采用每次去掉一个单元的办法来测时,单元甚小且周程甚短的操作,可用此法。假设某工序有 5 个操作单元 a 、 b 、 c 、 d 、 e , 每次只记录 4 个单元的时间值:

$$A = a + b + c + d = 28 \text{ s(去掉 } e)$$

$$B = b + c + d + e = 30 \text{ s(去掉 } a)$$

$$C = a + c + d + e = 29 \text{ s(去掉 } b)$$

$$D = a + b + d + e = 23 \text{ s(去掉 } c)$$

$$E = a + b + c + e = 23 \text{ s(去掉 } d)$$

设 $X = (a + b + c + d + e)$, 因 5 次计时中共去掉 $(a + b + c + d + e) = X$, 则

$$\begin{aligned} 4X &= 4 \times (a + b + c + d + e) \\ &= A + B + C + D + E = 133 \text{ s} \end{aligned}$$

得 $X = 33.25 \text{ s}$ 。则

$$a = X - B = 33.25 - 30 = 3.25 \text{ s}$$

$$b = X - C = 33.25 - 29 = 4.25 \text{ s}$$

$$c = X - D = 33.25 - 23 = 10.25 \text{ s}$$

$$d = X - E = 33.25 - 23 = 10.25 \text{ s}$$

$$e = X - A = 33.25 - 28 = 5.25 \text{ s}$$

(4) 连续测时法 本书仅介绍最常用的连续测时法(见图 9-4)。此法为:当第一单元开始时,开动秒表,在整个研究过程中不

使秒表指针回零,而任其继续走动。仅当每一单元完毕时看指针并记录其表面时间。待全部记录完毕,再将两相邻单元的表面时间相减,以求得每一单元的时间。例如某一操作共有 4 个单元,各单元记录如下:

①		②		③		④	
T	R	T	R	T	R	T	R
09	09	06	15	13	28	04	32

“R”为现场观测时间,记录每一单元末的表面上时间。

“T”为该单元时间值,回办公室连续相减求得。如:

第一单元时值 $T = 09 - 0 = 09$

第二单元时值 $T = 15 - 09 = 06$

第三单元时值 $T = 28 - 15 = 13$

第四单元时值 $T = 32 - 28 = 4$

用此法现场记录时,因表针开动后不再归零,任其继续走动至各单元末记录时间,比较方便,且一直连续记时,能保证所有时间均可记录而无遗漏。

另一需注意的是,秒表上 1 小格为 0.01 min,为简化记录起见,仅记为 0.1。上表中 09, 15, 28, 32 即为 0.09 min, 0.15 min, 0.28 min, 0.32 min。整数分钟亦仅记一次,其次发生者即省略,例如 1.02, 1.14, 1.36, 2.12, 2.38 等则记为 102, 14, 36, 212, 38 等。

有时需将单元发生的频率记入时间研究表内,则记为 1/10,即表示每 10 周程该单元发生一次;2/1×1/10,即表示某单元在 1 操作中重复二次,在 10 周程中发生一次。这些简化表示方法,在其他测时方法中均通用。

2. 现场情况的记录

① 如测时时来不及记录某一单元的时间,则应在该单元

“R” 栏中记“×”或“M”，表示失去记录(见图 9-4 中的第 1 周程)，不准按照估计随意补入，以免影响其真实性。

	①		②		③		④		⑤		外 来 单 元			
周程	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	符号	R	T	说 明
1	13	13	28	15	53	25	×		66		A	$\frac{86}{53}$	33	更换皮带
2	84	18	104	20	27	23	39	12	/		B	$\frac{425}{94}$	31	更换并调整螺丝
3	54	15	72	17	$\frac{205}{85}$	20	$\frac{85}{71}$	14	222	17	C	—		工具掉地上，拾起擦灰，并调整
4	36	14	53	17	306	A 20	20	14	38	18	D	—		
5	52	14	68	16	87	19	431	B 13	49	18	E	—		
6	64	15	81	17	501	20	23	C 22	41	18	F	—		
7											G	—		

图 9-4 连续记时法

② 如操作中发现操作者省去某一单元，则应在该单元的“R” 栏中划一斜线“/”，表示省去(见图 9-4 第 2 周程)。

③ 如操作者不按照单元的顺序进行，则在该单元的“R” 栏内划一横线“—”，并于横线上记完毕时间，横线下记开始时间(见图 9-4 的第 3 周程)。

④ 外来单元的发生可能有三种情形，现分别说明其记录方法如下：

正巧在某一单元完毕时发生：此时，于次一单元的“T” 行内

记注英文字母,如第一次发生则记 A,第二次发生则记 B,如此类推。同时,于时间研究表右边“外来单元”R 栏的横线下方记入外来单元开始时间,完毕时间记入横线上方。其完毕时间减去开始时间即为该外来单元的时间,记入“外来单元”T 栏内。最后,将该外来单元的内容记入“说明”栏内(见图 9-4 的第 4 周程)。

在某单元内任何时间发生;在该单元的 T 栏内记下英文字母,其他记录与前一种情形完全相同(见图 9-4 第 5 周程)。

外来单元时间很短:如物掉地上拾起后随即开始工作,时间很短,则不必分开,同单元时间一起记录在该单元时间内,同时在该单元 T 栏内记一英文字母,并于说明栏内说明该单元情况(见图 9-4 第 6 周程),或在 T 栏的数字上加一圆圈。如小于 0.06 min,可以忽略。

3. 剔除异常值

记录之后,在计算平均值之前,必须剔除观测数值内的异常值。

美国机械工程协会(SAM)对异常值定义为:某一单元的秒表读数,由于一些外来因素的影响而使其超出正常范围的数值。

剔除异常值的方法有多种,此处介绍最常用的方法——三倍标准差法。其计算方法如下:

假设对某一操作单元观测 n 次所得时间为: $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ 。则平均值为

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

标准偏差为:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{x})^2 + (X_2 - \bar{x})^2 + \dots + (X_n - \bar{x})^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n}}$$

正常值为 $\bar{X} \pm 3\sigma$ 内的数值, 超过者即为异常值。偏差上限为 $\bar{X} + 3\sigma$, 偏差下限为 $\bar{X} - 3\sigma$ 。在上限与下限之间均视为正常值; 凡不在这个区域内的数值即为异常值, 应予以剔除。根据正态分布的原理, 在正常情况下, 若计算同一分布的抽样数值, 其 99.7% 的数据应在均值正负三倍标准偏差的区域内。

图 9-5 为管制界限图, 图中涂黑的部分为超过 $\bar{X} \pm 3\sigma$ 界限的异常值。

例如, 某一操作单元观测 20 次(其中漏记一次, 记为 M), 观测数据如下:

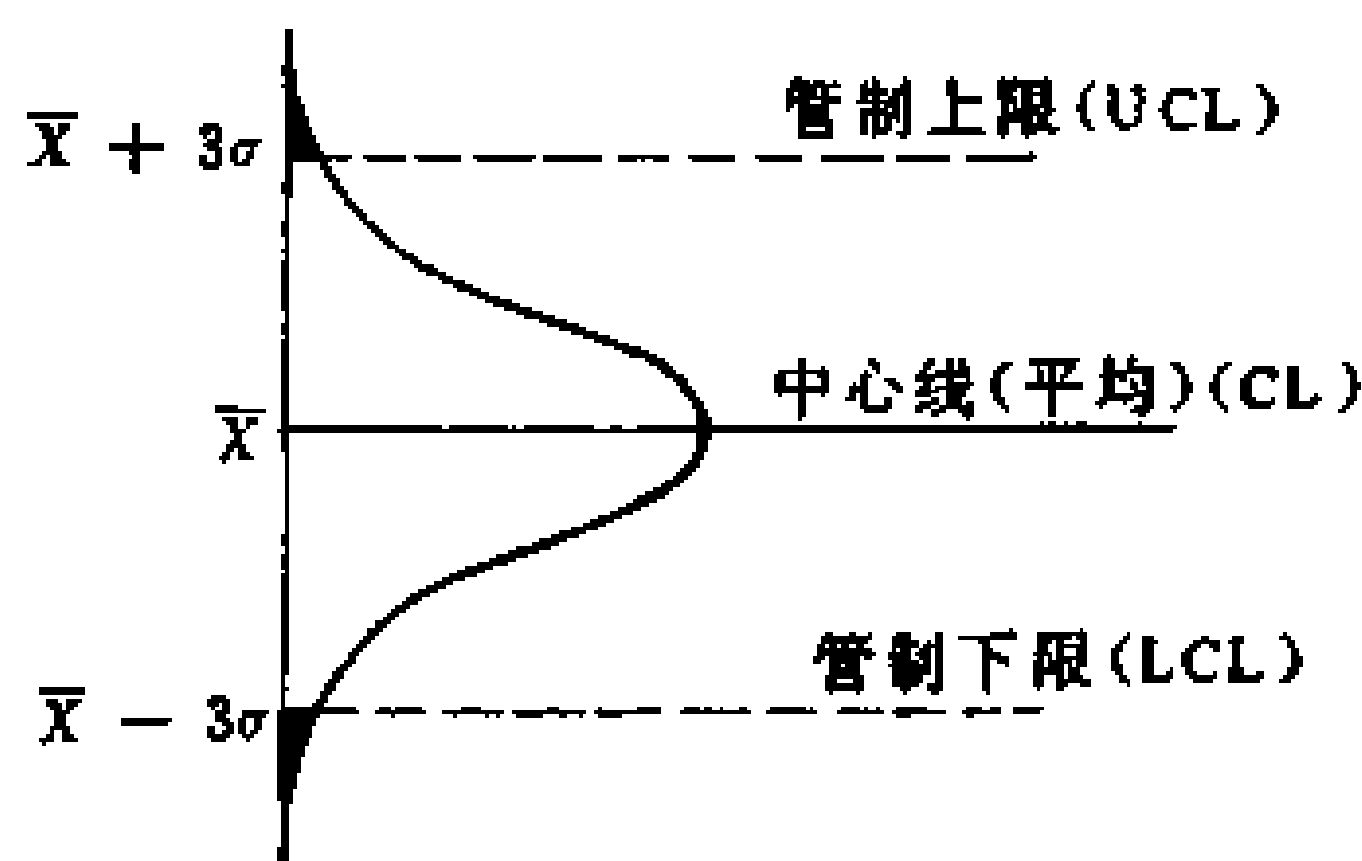


图 9-5 管制界限

20, 20, 21, 20, 22, 20, 19, 24, 20, 22,
19, 21, 20, 28, 21, 20, 20, 22, M, 20

则

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{399}{19} = 21$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{78}{19}} = 2.02 \approx 2$$

即

$$\text{管制上限 UCL} = 21 + (3 \times 2) = 27$$

$$\text{管制下限 LCL} = 21 - (3 \times 2) = 15$$

观测数据中的数值 28 大于 27, 在管制上限之外, 为异常值, 应予以剔除。

4. 决定观测次数

同一操作者连续操作, 因为工具、材料、零件等放置位置并不完全相同, 所以取用时间也就不相同, 而且因为读取秒表的误差和物件品质的差异等, 使各单元每一次所用时间并非完全相同。同时, 操作者的技术程度、操作本身的稳定性(如材料规格不一, 品质时有变化等)、测时的精度要求不一等因素对观测次数亦有不同的要求。

计算观测次数 N 的公式如下(误差为 $\pm 5\%$, 可靠度为 95%):

$$N = \left[40 \sqrt{ \frac{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n X_i} } \right]^2$$

式中 X_i ——每一次秒表读数;
 n ——试行先观测的次数。

例如, 某一单元试行观测 10 次, 结果如下:

7, 5, 6, 8, 7, 6, 7, 6, 6, 7

平均值误差 $\pm 5\%$, 可靠度 95% , 问需观测多小次?

先求 $\sum X_i$ 和 $(\sum X_i)^2$, 列表如下:

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合计
$\sum X_i$	7	5	6	8	7	6	7	6	6	7	65
$(\sum X_i)^2$	49	25	36	64	49	36	49	36	36	49	429

代入公式, 得

$$N = \left(\frac{40 \sqrt{10 \times 429 - (65)^2}}{65} \right)^2 = 24.6 \approx 25(\text{次})$$

已测了 10 次, 需再测 15 次。

5. 决定观测时间

取剔除了异常值的每一单元所有时间值的算术平均数,即为该单元的操作时间,即

$$\text{单元操作时间} = \frac{\sum(\text{观测时间值})}{\text{观测次数}}$$

第四步: 评定正常时间

1. 评比与正常时间

根据上述步骤,已求出一个操作单元具有代表性的时间值。此时间值为该操作者个人的平均时间。因为这个人的动作可能比标准动作快,也可能比标准动作慢,所以还不能作为标准时间。必须利用“评比”予以修正,使其成为不快不慢的“正常时间”。

“评比”与“宽放”(宽放将在下一步骤涉及)一直是时间研究中有争议的问题,因为评比与宽放必须靠人来判断,而无法用计算或查表的方法解决。靠判断总有人为的因素,所以必须由具有经验的人去做。

所谓“评比”,就是时间研究人员将所观测到的操作者的操作速度,与自己所认为的理想速度(正常速度)作比较。因此,时间研究人员必须能在自己头脑中建立一个理想的速度,然后再根据这个理想速度去评比操作者动作的快慢。

理想速度(正常速度)的建立,有以下几种为国际所公认:

① 走行 平均体力的男子,不带任何负荷,在平直道路上以 4.8 km/h 的速度行走。

② 分发扑克牌 30 s 内将 52 张扑克牌分成 4 堆的速度(见图 9-6)。图中 230 mm 和 80 mm 为发牌起点到终点的距离。

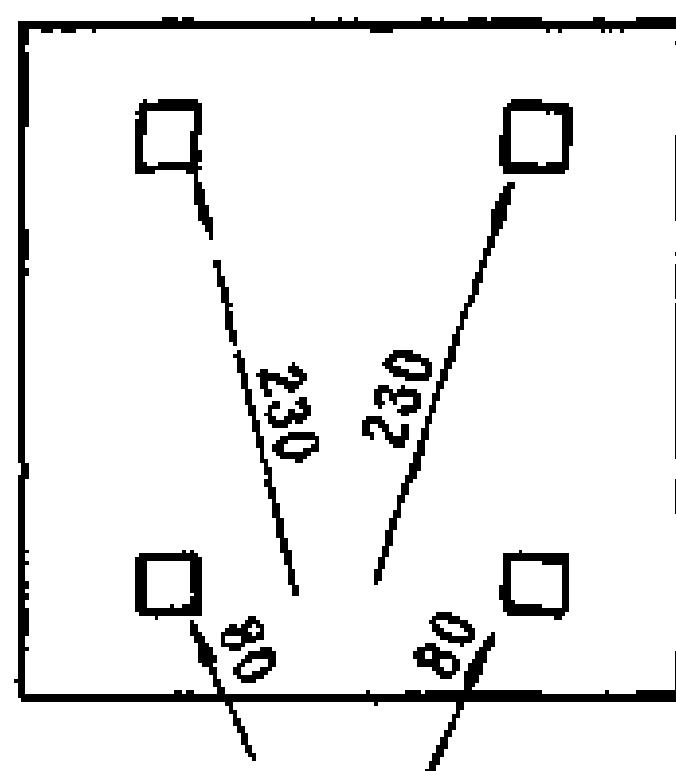


图 9.6 发扑克牌

③ 插销子 将 30 只销子插入 30 个孔内,用 0.41 min。

时间研究人员必须通过训练,逐渐在自己头脑中建立起正常速度的标准,以便能正确判断。

2. 评比尺度

评比时需将观察操作者的速度与理想速度(正常速度)作精确的比较,所以必须有具体的数字表示其快慢。为了达到这个目的,就必须有一个评比的尺度。常用的速度评比尺度有三种,即 60 分法、100 分法和 75 分法。通常采用前两种,而最后一种则为欧州国家,尤其是英国用得更多。

① 60 分法与 100 分法 这两种方法建立在同一水平之上,凡观察速度与理想速度完全相同的给予 60 分或 100 分(或称“点”)。观测速度大于理想速度,就给予 60 分以上或 100 分以上的分数;如观测速度小于理想速度,则给予 60 分或 100 分以下的分数。至于 60 分或 100 分以上或以下多少分,则全凭经验与判断,经验愈多,判断愈精确,评比误差愈小。

② 75 分法 这是由英国时间研究专家所提出的一种方法。他们以现在管理上公认的“在有刺激的情况下比无刺激情况速度要快 1/3”为依据,采用此种有刺激情况下的速度为理想速度的标准。即:

在有刺激情况下,三种尺度的正常速度为:80, 133, 100。

在无刺激情况下,三种尺度的正常速度为:60, 100, 75。

各种操作水平与评比值,见表 9-4。

3. 单元观测时间与正常时间的关系

$$\text{正常时间} = \text{每个操作单元的观测时间} \times \frac{\text{研究人员的评比值}}{\text{正常评比}}$$

式中, $\frac{\text{时间研究人员的评比值}}{\text{正常评比}}$ 称为评比系数,其中正常评比是一常数(60 分法为 60 分,100 分法为 100 分,75 分法为 100 分)。“观察时间”与“评比”必须正确,正常时间才能正确。所以,测时必

须准确,时间研究人员所给评比亦必须正确。评比举例见表 9-5。

表 9-4 操作水平与评比值

评 比			操 作 水 平	相当行走速度
正常 = 60	正常 = 75	正常 = 100		km/h
40	50	67	甚慢;笨拙,摸索之动作;操作人似在半睡状态,对操作无兴趣。	3.2
60	75	100	稳定,审慎,从容不迫,似非按件计酬,操作虽似乎缓慢,但经观察并无故意浪费行为(正规操作)。	4.8
80	100	133	敏捷,动作干净利落、实际;很像平均合格之工人;确实可达到必要的质量标准及精度。	6.4
100	125	167	甚快;操作人表现高度的自信与把握,动作敏捷,协调,远远超过一般训练有素的工人。	8.0
120	150	200	非常快;需要特别努力及集中注意,但似乎不能保持长久;"美妙而精巧的操作",只有少数杰出工人始可办到。	9.6

表 9-5 评 比 举 例

60 分法	100 分法	75 分法
1. 观测时间为 18 s 你的评比为 80 正常时间 = $18 \times \frac{80}{60}$ = 24(s)	1. 观测时间为 18 s 你的评比为 133 正常时间 = $18 \times \frac{133}{100}$ = 24(s)	1. 观测时间为 18 s 你的评比为 100 正常时间 = $18 \times \frac{100}{100}$ = 18(s)
2. 观测时间为 16 s 你的评比为 90 正常时间 = $16 \times \frac{90}{60}$ = 24(s)	2. 观测时间为 16 s 你的评比为 150 正常时间 = $16 \times \frac{150}{100}$ = 24(s)	2. 观测时间为 16 s 你的评比为 112 正常时间 = $16 \times \frac{112}{100}$ = 18(s)
3. 观测时间为 28.8 s 你的评比为 50 正常时间 = $28.8 \times \frac{50}{60}$ = 24(s)	3. 观测时间为 28.8 s 你的评比为 83 正常时间 = $28.8 \times \frac{83}{100}$ = 24(s)	3. 观测时间为 28.8 s 你的评比为 63 正常时间 = $28.8 \times \frac{63}{100}$ = 18(s)

4. 评比时的注意事项

评比最主要的作用是将观测的时间修正为一不快不慢、在正常情况下所需的时间,因此在实际应用中必须注意以下各点:

① 有效操作 评比时不应只注意其动作的速度,因为操作者可能加入了许多不必要的动作。所以,动作快的,不一定是高速度的工作;有时看起来动作似慢,但也许是经济有效的动作。

② 用力大小 影响操作者动作的快慢,用力的大小往往是原因之一,例如荷重物的行走同无负担的行走,是不可能同样快速的。所以,对用力的大小要给予一定的合适的评比。

③ 困难操作 简单的操作动作速度快,复杂、困难的操作动作速度慢。所以,在评比时,应对困难的操作给予判定,并给予适合的评比值。

④ 需要思考的操作 对这种操作,评比困难,必须对此类操作有实际经验,才能给予正确的评比。例如各种检验工作就是这种类型的操作。

5. 决定正常时间的代表值

整个操作的正常时间,可以用以下两种方法来确定其代表值:

① 每个单元的观测时间乘以每个单元的评比百分率(时间研究人员的评比/正常评比),相加并除以观测次数。

$$\begin{aligned}\text{正常时间(代表值)} &= \frac{\sum(\text{单元观测时间} \times \text{单元评比百分率})}{\text{观测次数}} \\ &= \frac{\sum(\text{单元正常时间})}{\text{观测次数}}\end{aligned}$$

其中

$$\text{单元评比百分率} = \frac{\text{时间研究人员的评比值}}{\text{正常评比}} \times 100\%$$

② 选用最常发生的观测时间乘平均评比值(将每次操作单元的评比值加起来,再除以观测次数,即为平均评比值)。

正常时间(代表值) = 最常发生的观测时间 × 平均评比值
其中

$$\text{平均评比值} = \frac{\sum(\text{操作单元评比值})}{\text{观测次数}}$$

第五步：确定宽放时间

如果以正常时间为标准,则必然使操作者从早到晚工作,而不能有任何停顿或休息。所以,在制定标准时间以前,必须确定操作时所需的停顿和休息时间,将其加入正常时间,这才符合实际的需要,操作者才能稳定地维持正常的操作。操作时所需的停顿和休息的时间称为“宽放时间”。

1. 宽放时间的种类

(1) 私事宽放 这是考虑操作者生理上的需要,如喝水、上厕所、擦汗、更衣等。每天8小时工作,上下午无规定的休息时间时,则:

对于轻松工作,一般为正常时间的2%~5%;

对于较重工作(或不良环境)则取大于5%;

对于举重工作(或天气炎热)定为7%;

一般情形多以正常时间的5%计。

(2) 疲劳宽放 操作者在一段时间的连续工作后,有疲劳感或劳动机能衰退的现象,称为工作疲劳。疲劳是人的生理现象的一部分。人从休息状态进入工作状态,即承受了“负荷”。为了适应这种“负荷”并为了维持机体正常,呼吸、循环、内分泌器官以及其他内脏器官都发生了变化。负荷的持续使人体受到的影响称为“负担”。随着工作时间的增长,人体的负担积累起来,就成为疲劳。疲劳还有生理疲劳和心理疲劳之分,但无论哪种疲劳都会影响工作效率,所以必须给予“宽放”时间,以消除疲劳。

但到目前为止,尚无一满意的方法来计算疲劳的宽放值,所以一般还是以估计的方法来决定。在一般情况下,常以正常时间的

百分率来表示,见表 9-6。

表 9-6 以正常时间的百分数表示疲劳宽放(%)

说 明	男	女	说 明	男	女
1. 基本疲劳宽放时间	4	5	(5) 空气情况(包括气候)		
较重的基本疲劳宽放时间	9	11	通风良好,空气新鲜	0	0
2. 基本疲劳宽放时间的可变增加时间			通风不良,但无毒气体	5	5
(1) 站立工作的宽放时间	2	4	在火炉边工作或其他	5	15
(2) 不正常姿势的宽放时间			(6) 视觉紧张(密切注意)		
轻微不方便	0	1	一般精密工作	0	0
不方便(弯曲)	2	3	精密或精确工作	2	2
很不方便(躺势展身)	7	7	很精密很精确的工作	5	5
(3) 用力或使用肌肉(举伸、推或拉)			(7) 听觉紧张(噪声程度)		
举重或用力(kg)			连续的	0	0
2.5	0	1	间歇大声的	2	2
5	1	2	间歇很大声	5	5
7.5	2	3	高音大声	5	5
10	3	4	(8) 精神紧张		
12.5	4	6	相当复杂的操作	1	1
15	6	9	高复杂或需全神贯注的工作	4	4
17.5	8	12	很复杂的工作	8	8
20	10	15	(9) 单调——精神方面	0	0
22.5	12	18	低度	1	1
25	14	—	中度	4	4
30	19		高度		
40	33		(10) 单调——生理方面	0	0
50	58		相当长而讨厌	2	1
(4) 光线情况			十分长而讨厌	5	2
稍低于规定数值	0	0	非常长而讨厌		
低于规定数值	2	2			
非常不充分	5	5			

在一些国家中也使用工作周期产量减低法(产量减低的原因不是由于工作方法的改变)来确定疲劳宽放率,其公式如下:

$$F = \frac{T - t}{T} \times 100\%$$

式中 F ——疲劳宽放率；

T ——连续工作中，结束时的单个零件工作时间；

t ——连续工作中，开始时的单个零件工作时间。

(3) 程序宽放 这是操作中无法避免的延迟所需要的宽放时间。也就是这种宽放是作为补偿操作者因其从事的操作内发生强迫等待的时间，如本来操作两台机器，但一台机器发生故障，仅能操作一台时。

(4) 特别宽放时间 按其发生的情形分成三类。

① 周期动作宽放时间 如刃磨工具、清洁机器或工厂、周程检查等发生在一固定间隔或某一定周期之后的动作时间。

② 干扰宽放时间 如一人操作多台机器，当正在操作某台机器时，有另一台机器已停止，等待操作者来操作。

③ 临时宽放 对可能发生而不能确定会发生的事件发生时，给予临时宽放时间，通常规定此类宽放时间不得超过正常时间的5%。

(5) 政策宽放时间 政策宽放并非“时间研究”的一部分，但应用上实际有效。它是作为管理政策上给予的宽放时间。它不但能配合事实上的需要，而且能保持“时间研究”的原则不受破坏。例如因某种原因，某类操作者在市场上的工资已升高，按工厂标准工资已无法雇到此类操作者，则可以将其差额用“政策宽放”给予补偿。其他如材料的品质不良，或机器的机能欠佳时，也都常给予此类宽放。当这些影响因素消失时，这种宽放也就取消。

2. 宽放率和宽放时间计算

对上述宽放时间，一般根据实际情况，综合起来，取正常时间的一定百分率作为宽放率，即

$$\text{宽放率}(\%) = (\text{宽放时间} / \text{正常时间}) \times 100\%$$

则宽放时间值的计算公式为

$$\text{宽放时间} = \text{正常时间} \times \text{宽放率}$$

第六步：制定标准时间

标准时间是由最初用秒表测得的观测时间,经评比率修正为正常时间,然后考虑宽放时间的加入,最后得到标准时间。其构成如图 9-7 所示。

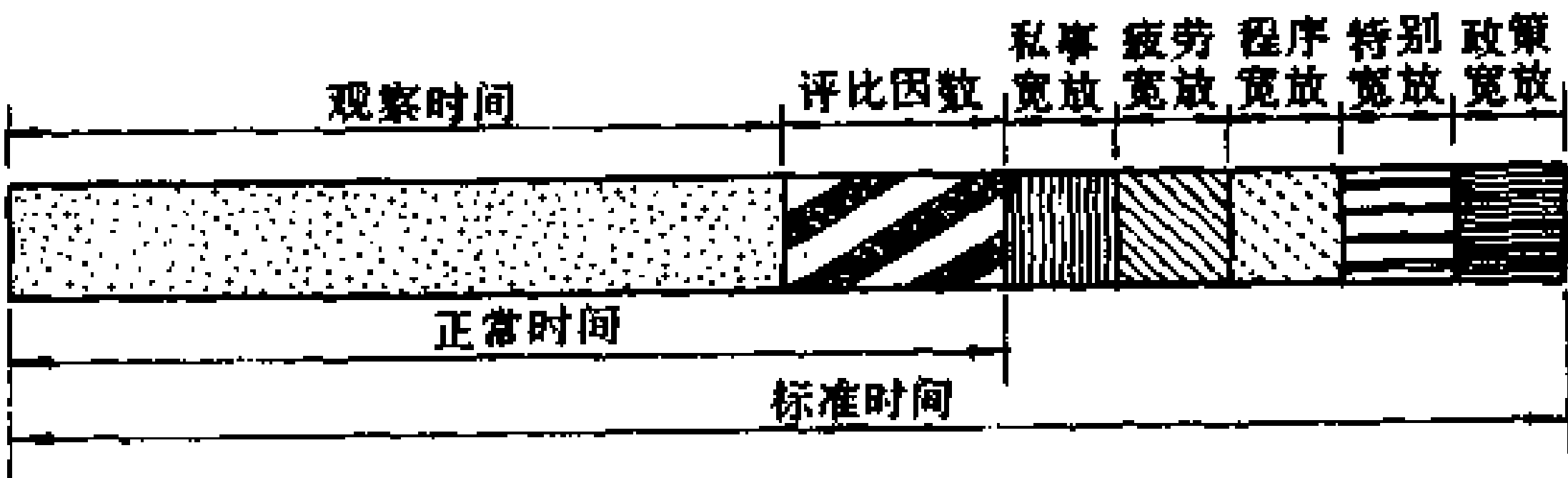


图 9-7 标准时间的构成

标准时间的计算公式如下：

$$\text{正常时间} = \text{观测时间} \times \frac{\text{评比值}}{\text{正常评比}}$$

$$\text{标准时间} = \text{正常时间} \times (1 + \text{宽放率})$$

例如,某一单元观测时间为 0.8 min,正常评比为 100,评比值为 110,宽放率为 5%,则

$$\text{正常时间} = \text{观测时间} \times \frac{\text{评比值}}{\text{正常评比}}$$

$$= 0.8 \times \frac{110}{100} = 0.88(\text{min})$$

$$\text{标准时间} = \text{正常时间} \times (1 + \text{宽放率})$$

$$= 0.88 \times \left(1 + \frac{5}{100}\right) = 0.924(\text{min})$$

第三节 时间研究应用实例

现以“在铣床上铣通槽”为例(表 9-7)来说明其应用。这一工作共有以下 7 个操作单元:

拿起零件放在夹具上。

夹紧零件。

开动机床,铣刀空进。

立铣通槽。

按停机床,床台退回。

松开夹具,取出零件。

刷出铁屑。

通过对这 7 个操作单元的 10 次观测,得到每个操作单元的平均操作时间,例如第 1 单元的平均操作时间为 0.143,第 2 单元为 0.155……。

1, 2, 3, 5, 6, 7 操作单元的评比系数为 110%, 而第 4 操作单元的评比系数为 100%。以第 1 单元为例,则:

$$\begin{aligned}\text{正常时间} &= \text{观测时间} \times \text{评比系数} \\ &= 0.143 \times 1.10 \\ &= 0.157(\text{min})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{标准时间} &= \text{正常时间}(1 + \text{宽放率}) \\ &= 0.157 \times (1 + 0.15) \\ &= 0.181(\text{min})\end{aligned}$$

如此类推,将各单元的标准时间之和求出后,化为普通钟表时间,即得在铣床上铣槽的时间。

表 9-7 铣 通 槽

研究日期 1988 年 9 月 8 日			完成日期:11:20(上午) 开始日期:10:30(上午) 经过时间:				短周期研究					
单元号码	1		2		3		4		5		6	
站立 坐 移动	拿起零件	放夹具上	夹紧零件		开动机床	铣刀空进	立铣通槽		按停机床	床台退回	松开夹具	取出零件
周期序数	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
1	14	14	30	16	34	4	102	68	8	6	27	19
2	53	12	68	15	73	5	246	73	53	7	69	16
3	614	A 22	31	17	35	4	99	64	704	5	25	21
4	55	12	53	B 16	63	10	1033	70	41	8	62	21
5	88	12	1100	12	4	4	74	70	81	7	1203	22
6	32	13	49	17	54	C 4	1520	66	25	5	1560 1540	20
7	1570 1560	16	92	16	97	5	1670	73	75	5	96	21
8	25	15	42	17	46	4	2426	D 69	32	6	50	18
9	81	14	98	17	2502	4	73	71	79	6	2600	21
10	31	17	43	12	M	—	2700	—	5	5	26	21
统计	1.43		1.55		0.34		6.24		0.60		2.00	
观察次数	10		10		8		9		10		10	
平均	0.143		0.155		0.043		0.693		0.06		0.20	
评比%	1.10		1.10		1.10		1		1.10		1.10	
正常时间	0.157		0.171		0.047		0.693		0.066		0.22	
宽放率%	15		15		15		15		15		15	
标准时间	0.181		0.197		0.054		0.797		0.076		0.025	

时间研究表
(时间单位: min)

表(反面)				研究号码: 张号							
7		8		9		10		操作人姓名:			
刷 出 铁 屑								钟 号: 观察人: 核定人: 外来动作因素:			
R	T	R	T	R	T	R	T	符号	R	T	说 明
41	14							A	$\frac{592}{284}$	308	喝茶
84	15							B	$\frac{937}{755}$	182	组长询问
43	18							C	$\frac{1450}{1249}$	201	抹擦眼睛
76	14							D	$\frac{2357}{1746}$	611	换刀具
19	16							E			
$\frac{1540}{1525}$	15							F			
1710	14							G			
67	17							H			
14	14							I			
40	14							J			
1.51								开始时间: 10:30(上午) 终止时间: 11:20(上午) 总 时 间: 45 min			
10											
0.151											
1.10											
0.166											
15											
0.191											

第四节 评比的训练及评比方法

一、速度评比和评比训练

时间研究步骤的第四步中曾经介绍,为使操作者速度成为正常速度以得到“正常时间”,必须进行“评比”。

评比实际是一种判断或评价技术,其目的在于把实际操作时间调整到“合格适当”的操作者的“正常速度”上来。但实际上所谓“合格适当”的操作者、“正常速度”都是理想中的概念,除了时间研究人员的主观判断外,并无十分准确的客观标准。因此,时间研究人员在进行时间研究之前,必须先评比方面接受充分的训练。评比不但要求每一个时间研究人员自己的评比前后保持一致,而且要求一个企业内的每个时间研究人员也要保持一致(或至少应在标准值的 $\pm 5\%$ 的范围内),否则评比的不一致不但会使标准发生偏差,而且会由于对工人的考核宽严不一,引起矛盾。

应用最广泛的、最经济有效的评比训练,是将同一操作的快、正常、慢的三种不同的操作速度,拍摄成影片让受训者反复观看,使他们的头脑中逐渐形成正常速度的概念。然后再让他们观看各种不同速度的操作,并给予评比。最后将他们给予的评比系数同影片所标示的正确系数相比较,从而纠正自己不准确的判断。如此反复地进行训练,使正常的速度的观念在时间研究人员头脑中根深蒂固。时间研究人员是否掌握了“评比”,可用评比测验图进行考核。

评比测验图如图 9-8 所示,正确的评比为横坐标,观测员的评比为纵坐标。评比容差为 $\pm 5\%$,如果观测员在受训时所做的评比在 $\pm 5\%$ 范围内,则认为其评比为正常。图 9-8 中虚线所示的为保守的评比和偏激的评比,点划线为过宽和过严的评比。

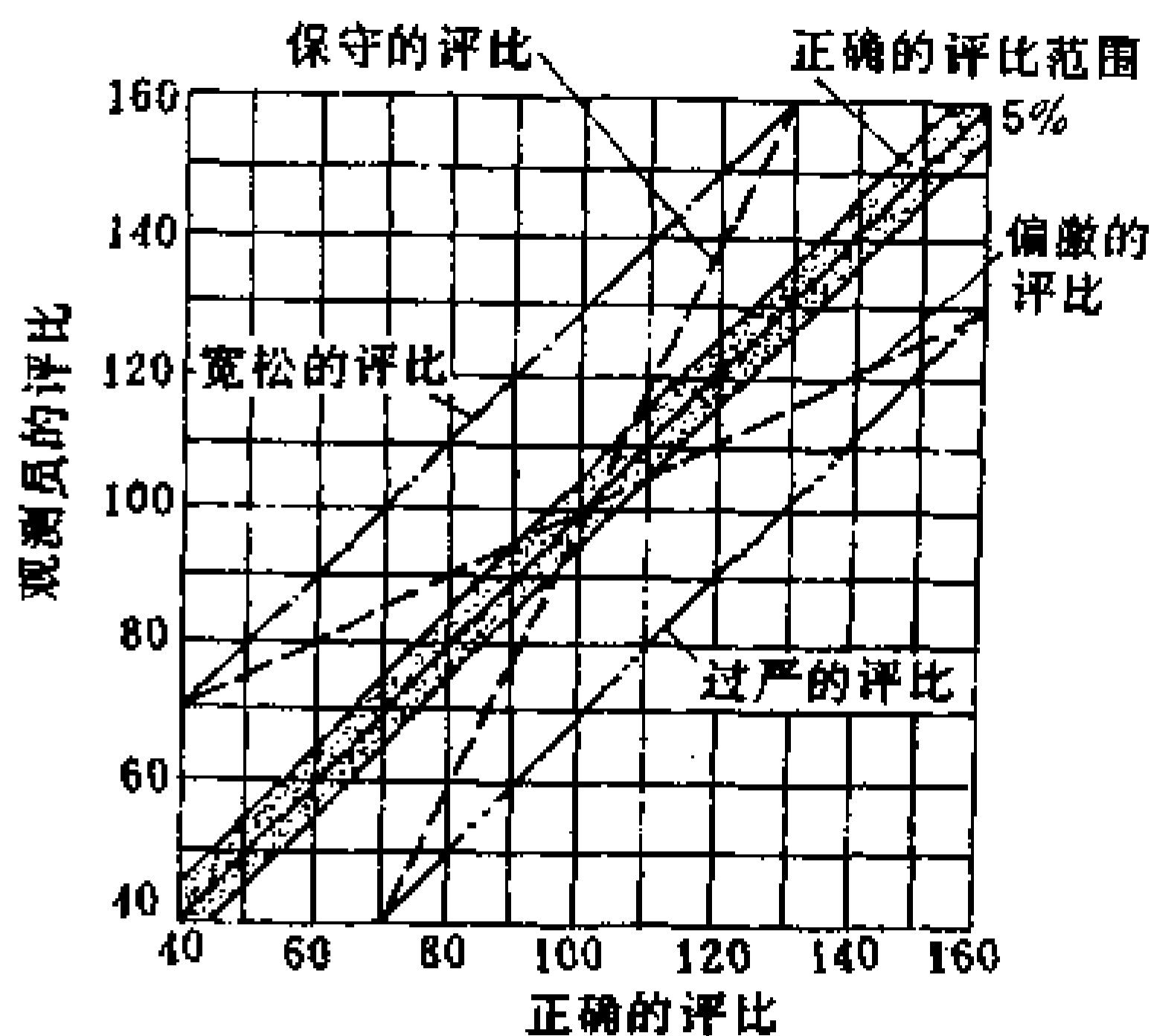


图 9-8 评比测验图

前面介绍的那种评比方法称为速度评比。为使“评比”尽可能客观,时间研究的专家们创造了不同的评比方法,如平准化法、客观评比、综合评比等。此处仅介绍平准化法。

二、平准化法

平准化法(Leveling)又称西屋法(Westinghouse System),为美国西屋电气公司所首创,后来又为劳雷(Lowry)、曼纳特(Maynard)和斯太基门德(Stegemerten)完成整个体系。此法应用最为广泛,它将熟练、努力、工作环境和一致性四者作为衡量工作的主要评比因素,每个评比因素再分为超佳(或理想)、优、良、平均、可、欠佳六个高低程度的等级。表 9-8 即为平准化所列要素。

评定时,根据因素及其等级,对操作单元进行评定。

- (1) 熟练 是对某一既定工作方法掌握程度的反映。
- (2) 努力 指操作者工作时对提高效率在主观意志上的表现。

表 9-8 评比因素及等级

① 熟练系数			② 努力系数		
超 佳	A ₁	+0.15	超 佳	A ₁	+0.13
	A ₂	+0.13		A ₂	+0.12
优	B ₁	+0.11	优	B ₁	+0.10
	B ₂	+0.08		B ₂	+0.08
良	C ₁	+0.06	良	C ₁	+0.05
	C ₂	+0.03		C ₂	+0.02
平均	D	0.00	平均	D	0.00
可	E ₁	-0.05	可	E ₁	-0.04
	E ₂	-0.10		E ₂	-0.08
欠佳	F ₁	-0.16	欠佳	F ₁	-0.12
	F ₂	-0.22		F ₂	-0.17
③ 工作环境系数			④ 一致性系数		
理想	A	-0.06	理想	A	+0.04
优	B	-0.04	优	B	+0.03
良	C	-0.02	良	C	+0.01
平均	D	0.00	平均	D	0.00
可	E	+0.03	可	E	-0.02
欠佳	F	+0.07	欠佳	F	-0.04

(3) 工作环境 工作环境因素虽不直接影响操作,但对操作者产生影响,例如在 20℃ 和 35℃ 工作环境下工作,肯定不一样的。

(4) 一致性 指操作者在同种操作的周期上时值的差异。例如,对同一操作单元,如果每次观测的时间值都相同,当然最为理想,但往往因受材料、工具等各方面因素的影响而不一致。

例如某工人的操作经评定后,结果如下表:

评比因素	等 级	符 号	系 数
熟练	良	C_2	+ 0.03
努力	良	C_1	+ 0.05
工作环境	中等	D	0.00
一致性	可	E	- 0.02
合计			+ 0.06

如秒表测时的平均值为 10 s, 则

正常时间 = $10 \times (1 + 0.06) = 10.6(s)$

如今,国外有一些实施平准化的企业,将四项因素减少为熟练和努力两项因素,因为一致性可并入熟练因素中考虑,而工作环境一般视为平均。表 9-9 为熟练和努力两项评比因素的主要评价标准。

表 9-9 评比因素的主要评价标准

熟 练 的 评 价	努 力 的 评 价
(1) 欠佳: 对工作未能熟悉,不能得心应手 动作显得笨手笨脚 不具有工作的适应性 工作犹豫,没有信心 常常失败	(1) 欠佳: 时间浪费较多 对工作缺乏兴趣 工作显得迟缓懒散 有多余动作 工作地布置紊乱 使用不适当的工具 工作摸索
(2) 可: 对机器设备的用法相当熟悉 可以事先安排大致的工作计划 对工作还不具有充分的信心 不适宜于长时间的工作 偶尔发生失败、浪费时间 通常不会有所犹豫	(2) 可: 勉强接受建议 工作时注意力不太集中 受到生活不正常的影响 工作方法不太适当 工作比较摸索

续表 9-9

熟 练 的 评 价	努 力 的 评 价
<p>(3) 平均： 对工作具有信心 工作速度稍缓慢 对工作熟悉 能够得心应手 工作成果良好</p> <p>(4) 良： 能够担任高精度的工作 可以指导他人提高操作熟练程度 非常熟练 几乎不需要接受指导 完全不犹豫 相当稳定的速度工作 动作相当迅速</p> <p>(5) 优： 对所担任的工作有高度的适应性 能够正确地工作而不需检查、核对 工作顺序相当正确 十分有效地使用机器设备 动作很快且正确 动作有节奏性</p> <p>(6) 超佳： 有高度的技术 动作极为迅速，衔接圆滑 动作犹如机器作业 熟练程度最高</p>	<p>(3) 平均： 显得有些保守 虽接受建议但不实施 工作上有良好的安排 自己拟订工作计划 按良好的工作方法进行工作</p> <p>(4) 良： 工作有节奏性 甚少浪费时间 对工作有兴趣且负责 很乐意接受建议 工作地布置井然有序 使用适当的工具</p> <p>(5) 优： 动作很快 工作方法很有系统 各个动作都很熟练 对改进工作很热心</p> <p>(6) 超佳： 很卖力地工作，甚至忽视健康 这种工作速度不能持续一整天</p>

复习与思考题

- 1. 时间研究的定义是什么？
- 2. 时间研究有哪些用途？
- 3. 时间研究的基本方法是什么？
- 4. 时间研究需用哪些工具？
- 5. 时间研究有凡大步骤？
- 6. 测时的方法有几种？时间研究表中“R”栏和“T”栏各记录什么？
- 7. 如何剔除异常值？
- 8. 怎样决定观测次数？
- 9. 什么是正常时间？如何得到正常时间？
- 10. 何谓评比？评比应注意哪些事项？
- 11. 何谓宽放？为什么要有宽放？宽放有多少种？试联系本单位的实际情况叙述宽放的种类。
- 12. 已知正常时间和宽放率，如何求标准时间？
- 13. 对某项操作单元已观测 20 次，其时值整理如下：
0.09 0.08 0.10 0.12 0.09 0.08 0.09 0.12 0.11 0.11
0.12 0.09 0.10 0.12 0.10 0.08 0.09 0.10 0.12 0.09
设可靠度为 95%，相对误差为 ± 5%，试计算其理论观测次数为多少。
- 14. 使用秒表连续观测的结果如下：

操作单元	周 程 (s)						评比系数
	1	2	3	4	5	6	
1. 取 1 个盒子	1.05	—	4.99	—	8.74	—	105
2. 在盒中放 3 个零件	1.56	2.89	5.47	6.95	9.23	10.60	90
3. 盒子暂放在旁边	2.36	3.65	6.25	7.76	10.08	11.34	100
4. 喝茶	—	3.87	—		—		

- 试计算每个操作所需的正常时间。
- 15. 某项操作剔除异常值后的平均时间为 0.80 min, 评比总计为 110%，总宽放率为 15%，其标准时间为多少？

第十章 工 作 抽 样

第一节 工 作 抽 样 概 述

一、工作抽样的概念

工作抽样又称瞬时观测法。它是在一段较长时间,以随机方式对调查对象进行间断的观测,并按预定的目的整理、分析调查的资料,得出需要的结果。

工作抽样与时间研究(秒表时间研究)的区别,可用观测一位操作者在1小时内工作时间和空闲时间的比率来说明:

(1) 秒表时间研究

在1小时内,以1min为单位进行直接的时间观测,并记录观测结果,即观测记录60次。如图10-1所示,以空白格为工作时间,以斜条格为空闲时间,每格单位为1min。由图10-1可知,在60min内,有18min空闲,有42min工作,故:

$$\text{工作比率} = \frac{\text{工作时间}}{\text{总观测时间}} = \frac{42}{60} = 70\%$$

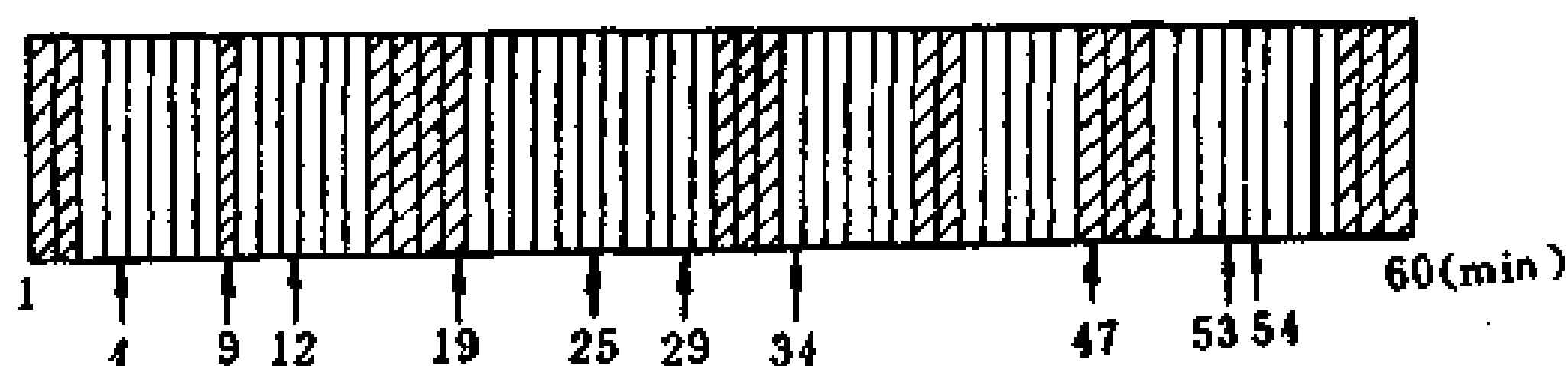


图 10-1 观测记录

$$\text{空闲比率} = \frac{\text{空闲时间}}{\text{总观测时间}} = \frac{18}{60} = 30\%$$

(2) 工作抽样

将 1h 分成 60 格, 然后在 1~60 的数中, 随机取出 10 个数作为观测的时分。设取时分(min)为

34, 54, 4, 47, 53, 29, 12, 9, 19, 25

把这些时分按先后顺序排列成

4, 9, 12, 19, 25, 29, 34, 47, 53, 54

即表示在 60 min 内于 4 min 观测 1 次、9min 观测 1 次……, 如此观测 10 次, 并记下观测结果。在 10 次随机观测中有 3 次没工作(空闲), 7 次工作, 则所占比率为:

$$\text{工作比率} = \frac{\text{工作时间}}{\text{总观测时间}} = \frac{7}{10} = 70\%$$

$$\text{空闲比率} = \frac{\text{空闲时间}}{\text{总观测时间}} = \frac{3}{10} = 30\%$$

由此可见, 秒表时间研究和工作抽样调查结果是一致的。

工作抽样主要用于以下两方面:

(1) 工作改善 利用工作抽样, 可调查出操作者或机器的工作比率与空闲比率。再根据空闲部分的组成细分成项目进行观察记录, 找出问题并进行改善。

(2) 制定时间标准 用工作抽样制定高阶次工作的标准时间, 具有省时经济的优点。计算公式如下:

$$\text{标准时间} = \frac{\text{总观测时间} \times \text{工作比率} \times \text{平均绩效指标}}{\text{观测时间的总产量}} + \text{宽放}$$

$$\text{绩效指标}(\%) = \frac{\text{某产量消耗的正常时间}}{\text{某产量实际消耗的时间}} \times 100\%$$

二、精确度和观测次数

根据概率定理, 用工作抽样法处理的现象接近于正态分布曲

线。如图 10-2 所示，以平均数 \bar{X} 为中线两侧取标准差 σ 的 2 倍时，可有 95%（实际 95.45%）的可靠度，也就是说在抽取的 100 个子样中有 95 个是接近母集团状态的；或者说事前预定抽样数据中有 95% 以上落入 $\bar{X} \pm 2\sigma$ 的范围，仅有 5% 的数据可能超出范围。

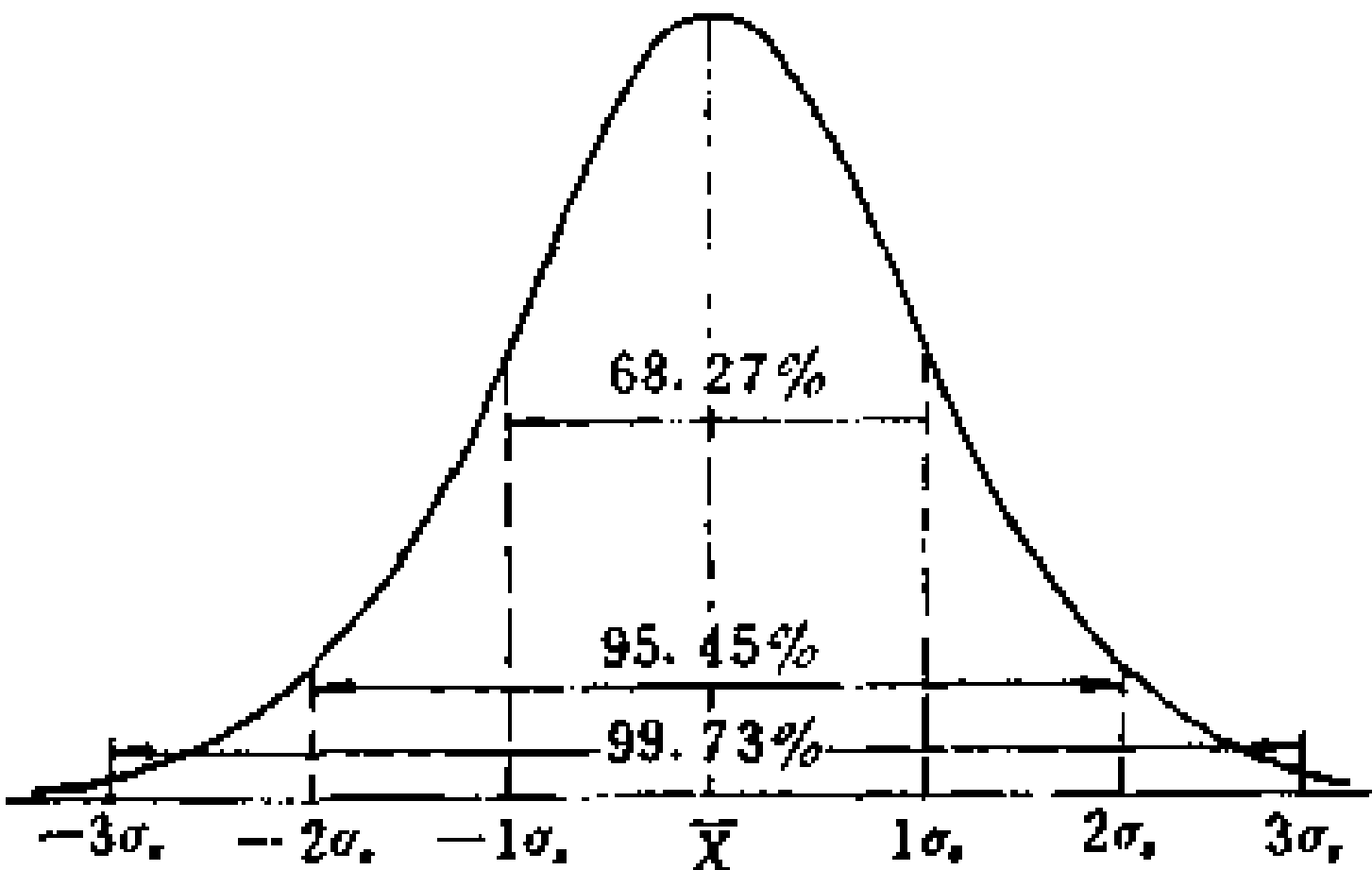


图 10-2 正态分布曲线

根据统计学，二项分布标准差 σ 在一定条件下为

$$\sigma = \sqrt{\frac{P(1 - P)}{n}}$$

精确度就是允许的误差。抽样的精确度分为绝对精度 E 和相对精度 S 。当可靠度定为 95% 时，绝对精度 $E = 2\sigma$ ，即

$$E = 2\sigma = 2\sqrt{\frac{P(1 - P)}{n}} \tag{10-1}$$

式中 P ——观测事项发生率；
 n ——观测次数。

相对精度即为绝对精度与观测事项发生率之比，即

$$S = \frac{E}{P} = 2\sqrt{\frac{1 - P}{nP}} \tag{10-2}$$

工作抽样中，因抽样目的不同而确定不同的绝对精度标准，见表 10-1。

相对精度的标准可在 $\pm 5\% \sim 10\%$ 范围内选择。一般都将可靠度定为 95%，相对精度定为 $\pm 5\%$ 。

表 10-1 抽样目的与绝对精度概略标准

抽 样 目 的	绝对精度概略标准
调查停工中断时间等管理上的问题	$\pm (3.6\% \sim 4.5\%)$
工作改善	$\pm (2.4\% \sim 3.5\%)$
决定工作地布置等时间的比率	$\pm (1.2\% \sim 1.4\%)$
制定标准时间	$\pm (1.6\% \sim 2.4\%)$

观测次数是根据所规定的可靠度和精确度要求而定的,在可靠度取 95% 时,按式(10-1)、(10-2)可计算出所需观测的次数。

$$\text{用绝对精度 } E \quad n = \frac{4P(1-P)}{E^2} \quad (10-3)$$

$$\text{用相对精度 } S \quad n = \frac{4(1-P)}{S^2 P} \quad (10-4)$$

利用式(10-3)、(10-4)时,每一式均有两个未知数(P 和 n),为此可先进行 100 次左右的试测来求 P 。例如经过 100 次观察,某设备的开动率为 75%,按式(10-3),绝对精度取为 $\pm 3\%$,则

$$n = \frac{4P(1-P)}{E^2} = \frac{4 \times 0.75(1-0.75)}{(0.03)^2} = 334(\text{次})$$

表 10-2 给出了在可靠度为 95% 时的不同误差的观测次数。

应该注意的是,按式(10-3)、(10-4)计算或表 10-2 查出的观测次数,是指需要得到的抽样数。若以一台机器(或一个人)作为被观测的对象,每次观测只能得到一个抽样,这样算出的或查出的观测次数即为实际应进行观察的次数。若以 X 人(或 X 台机)为每次被观测的对象,观察一次就可得到 X 个抽样,则实际观测的次数 $K = n/X$ 。得出实际的应观测次数,然后再除以每日可观测的次数,即得出观察日数。

例如,观测某作业组,有 10 名工人,规定可靠度为 95%,相对精度为 5%。根据原有的资料,他们的工作比率为 70%,准备每日

表 10-2 n (观测次数)数值(可靠度 95%)

误 差					误 差				
$P\%$	占总量		P 值本身误差		$P(\%)$	占总量		P 值本身误差	
	5%	1%	1%	5%		5%	1%	1%	5%
1	16	396	3 960 000	158 400	32	349	8 704	85 000	3 400
2	32	784	1 960 000	78 400	33	354	8 844	81 212	3 249
3	47	1 164	1 293 000	51 720	34	360	8 976	77 647	3 106
4	62	1 536	960 000	38 400	35	365	9 100	74 286	2 917
5	76	1 900	760 000	30 433	36	369	9 216	71 111	2 844
6	92	2 256	626 667	25 067	37	373	9 324	68 108	2 724
7	102	2 604	531 429	21 257	38	377	9 424	65 263	2 611
8	118	2 944	460 000	18 400	39	381	9 516	62 564	2 503
9	131	3 276	404 444	16 178	40	384	9 600	60 000	2 400
10	144	3 600	360 000	36 000	41	387	9 676	57 561	2 302
11	157	3 916	323 636	12 945	42	390	9 744	55 238	2 210
12	169	4 224	293 333	11 733	43	392	9 804	53 023	2 121
13	181	4 524	267 692	10 708	44	395	9 856	50 909	2 036
14	193	4 816	245 714	9 829	45	397	9 900	48 889	1 956
15	205	5 100	226 667	9 067	46	398	9 936	46 957	1 878
16	216	5 376	210 000	8 400	47	399	9 964	45 106	1 804
17	266	5 644	195 294	7 812	48	400	9 984	43 333	1 733
18	236	5 904	182 222	7 289	49	400	9 996	41 633	1 665
19	246	6 156	170 526	6 821	50	400	10 000	40 000	1 600
20	256	6 400	160 000	6 400	51	400	9 996	38 431	1 537
21	266	6 636	150 476	6 019	52	400	9 984	36 923	1 477
22	275	3 916	323 636	5 673	53	399	9 964	35 472	1 419
23	284	7 084	133 913	5 357	54	398	9 936	34 074	1 363
24	292	7 296	126 667	5 067	55	397	9 900	32727	1 309
25	300	7 500	120 000	4 800	56	395	9 856	31 429	1 257
26	308	7 696	113 846	4 554	57	392	9 804	30 175	1 207
27	316	7 884	108 148	4 326	58	390	9 744	28 966	1 159
28	323	8 064	102 857	4 114	59	388	9 696	27 633	1 095
29	330	8 236	97 931	3 917	60	384	9 600	26 667	1 067
30	337	8 400	93 333	3 733	61	381	9 516	25 574	1 023
31	343	8 556	89 032	3 561	62	377	9 424	24 516	981

续表 10-2

误 差					误 差				
P %	占总量		P 值本身误差		P (%)	占总量		P 值本身误差	
	5 %	1 %	1 %	5 %		5 %	1 %	1 %	5 %
63	373	9 323	23 492	940	82	236	5 904	8 780	351
64	369	9 216	22 500	900	83	226	5 644	8 193	328
65	365	9 100	21 538	862	84	216	5 376	7 619	305
66	360	8 976	20 606	824	85	208	5 100	7 059	282
67	354	8 844	19 701	788	86	193	4 816	6 512	261
68	349	8 704	18 824	753	87	11	4 524	5 977	239
69	343	8 556	17 971	719	88	169	4 224	5 455	218
70	337	8 400	17 143	686	89	157	3 916	4 944	198
71	330	8 236	16 338	654	90	144	3 600	4 444	178
72	323	8 064	15 556	622	91	131	3 276	3 956	158
73	316	7 884	14 995	592	92	118	2 944	3 478	139
74	308	7 696	14 054	562	93	102	2 604	3 011	120
75	300	7 500	13 333	533	94	92	2 256	2553	102
76	292	7 296	12 632	505	95	76	1 900	2 105	84
77	284	7 084	11 948	478	96	62	1 536	1 667	67
78	275	6 864	11 282	451	97	47	1 164	1 237	50
79	266	6 636	10 633	425	98	32	784	816	33
80	256	6 400	10 000	400	99	16	396	404	16
81	246	6 156	9 383	375					

观察 20 次。则

$$n = \frac{4(1 + P)}{S^2 P} = \frac{4 \times (1 - 0.7)}{(0.05)^2 \times 0.7} = 686(\text{次})$$

实际应观测次数 $K = 686/10 = 68.6 \approx 89(\text{次})$;

观测日数 $= 68.6/20 = 3.43 \approx 4(\text{日})$ 。

第二节 工作抽样的步骤

第一步：确立调查目的与范围

调查目的不同,则项目分类、观测次数与方法均不相同。如以设备开动情况为调查目的,则还需明确调查的范围,是一台设备、几台设备,还是车间、全厂的所有设备;如以科室、库房工作人员的工作比率为观测对象,则还需确定是某个科室、库房,还是全厂科室、库房;如果确定某科室为调查观测对象,则还需进一步明确调查范围是该科室的一部分工作人员还是全部等。

第二步：调查项目分类

对调查对象的活动进行分类的粗细,可根据抽样的目的而定。如只是单纯调查机器设备的开动率,则观测项目可分为“工作”、“停工”、“闲置”三项(图 10-3)。如果要进一步了解停工和闲置的原因,则应将可能发生的原因详细分类(图 10-4)。

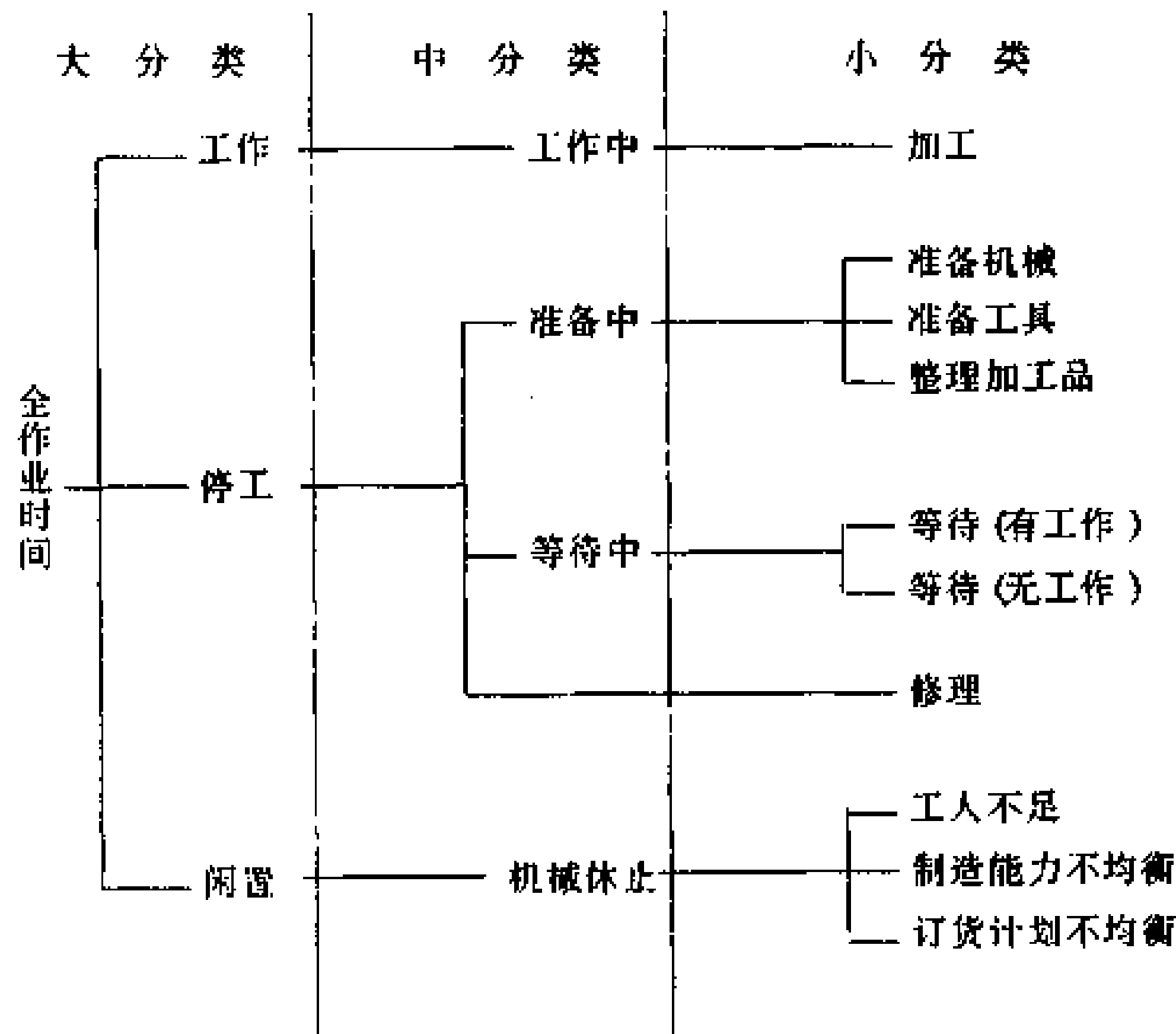


图 10-3 调查项目分类表

大 分 类		中 分 类	小 分 类					
全 作 业 时 间	作 业	基本作业	作业	正规作业		狭义作业	作 业 操 作	作 业 时 间
				临时作业				
		临视		自动化机械				
				化学反应				
				仪器等				
	辅助作业	标准作业 (收拾作业)						
		随时作业	调整机械 测量等					
			搬运作业 (搬运工作)					
	非 生 产 作 业	修理保养	(研磨工具、机器设备的小 修理、注油等)			作业宽放		
		管理等待	作业等待 (原材料、半成品、 检验、搬运)			管 理 宽 放		
			洽商 (联络、原始记录)					
			工厂走动					
		开工时的准备、下班时间的收拾及其他 (开灯、开窗、清扫、关灯、关窗等)			生 理 宽 放	宽 放 时 间		
		非 作 业		洗手、上厕所				
休息 (喝水、拭汗、恢复疲劳)								
怠工 (迟到、早退)								

图 10-4 调查项目分类表

抽样项目分类是工作抽样表格设计的基础,也是使抽样结果达到抽样目的的保证,必须结合企业的实际调查目的而制定。

第三步：决定观测方法

在观测前,首先要绘制被观测设备和操作者分布平面图和巡回观测的路线图,并注明观测的位置。图 10-5 为某工厂的机器与操作者配置的平面图。图中○为观测机器时的位置,×为观测操作者时的位置,带箭头的线条表示巡回路线。

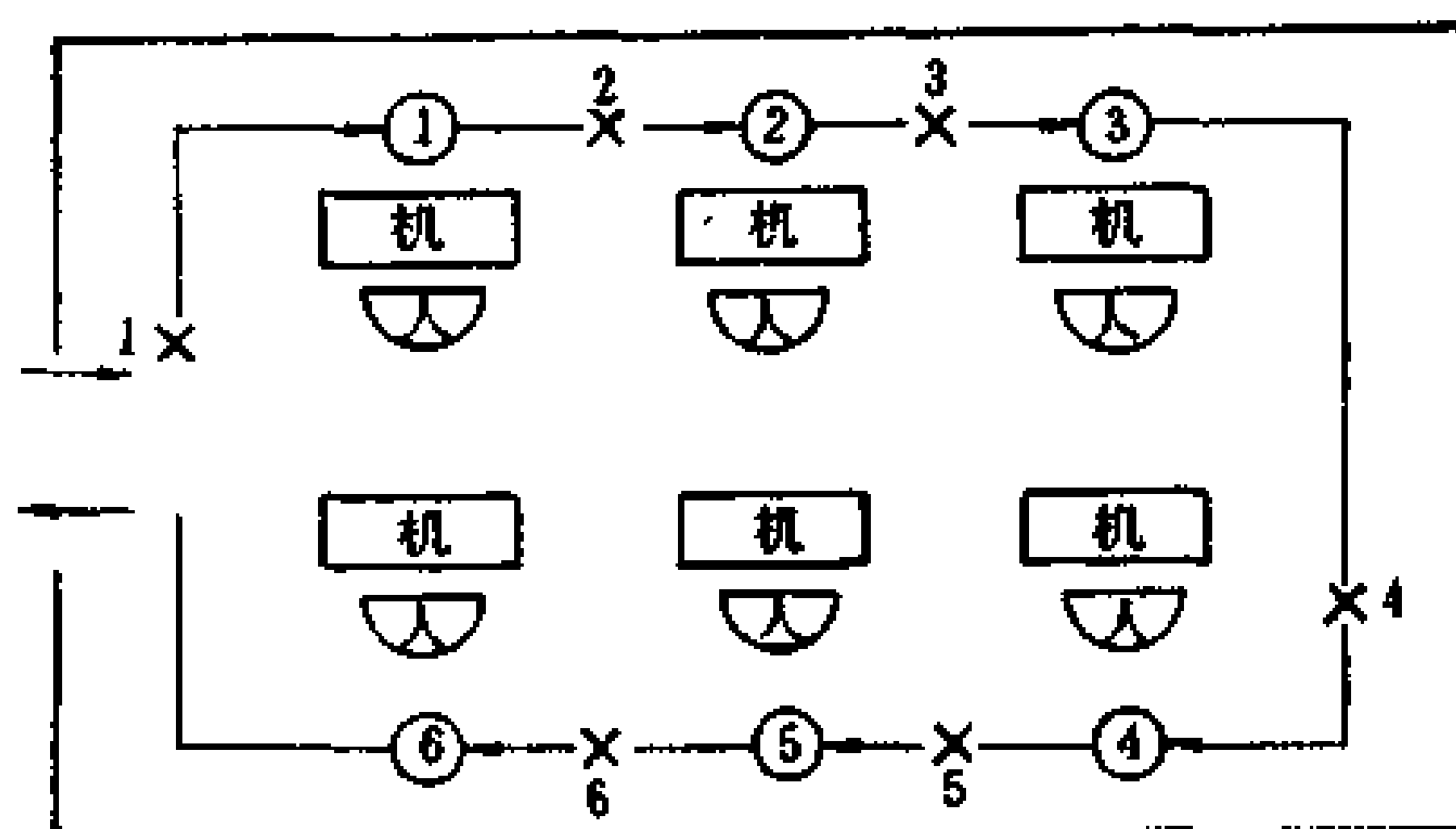


图 10-5 机器和工人配置图及巡回路线

第四步：设计调查表格

调查表格的内容和形式取决于调查的目的和要求。如表 10-3,通过这种调查表仅能了解机器开动率与操作者的作业率,不能更进一步分析空闲的原因。表 10-4 是将空闲项目加以细分的表格形式。

表 10-3 空闲时间分析

分 类		操 作	空 闲	合 计			操作者(%)
机 器	1'	正正正正正正正下	正正正下	32	18	50	64
	2'	正正正正正正正正下	正正下	38	12	50	76
	3'	正正正正正	正正正正正正	24	26	50	48

续表 10-3

分 类		操 作	空 闲	合 计			操作者(%)
操作者	1'	正正正正正丁	正正正正下	27	23	50	54
	2'	正正正正丁	正正正正正下	22	28	50	44
	3'	正正正正正正下	正正正丁	33	17	50	66

观测结束后进行汇总时应注意,表 10-4 中的操作者作业只有工作中、工作准备、搬运三项,其余的都是属于空闲或宽放的内容。因此,计算总时间时,只要将前三项相加再被总观测次数除即可。

表 10-4 空闲时间细分

分	操	修	故	停	工	工	搬	等	等	商	清	洗	作	操
类	作	理	障	电	作	作	运	材	检	议	扫	手	业	作
机	1'	正正正		正									15	75
	2'	正正		正正									10	50
	3'		正正正										—	0
操作者	1'				正正	正	正	正		正			20	67
	2'				正正正		正	正				正	20	67
	3'				正正	正		正	正		正		15	50

第五步：向有关人员说明调查目的

为使工作抽样取得成功,必须将抽样的目的、意义与方法向被测对象讲解清楚,以消除不必要的疑虑,并要求操作者一定要按平时的状态工作,避免紧张或做作。

第六步：试观测并决定观测次数

正式观测前,需进行一定次数的试观测,按照调查的项目分类、观测方法、调查表格等进行。通过试观测,得出观测事项的发生率,然后根据前面介绍过的公式(10-3)、(10-4)决定正式观测次

数以及观测日数。

第七步：正式观测

1. 决定每日的观测时刻

正式观测时,需首先决定每日每次观测的时刻。观测时刻的决定必须保证其随机性,这是工作抽样的理论依据。如观测时刻选择不当,将会产生观测偏差。决定观测时刻的方法有多种,现通过实例介绍其中两种。

(1) 随机起点等时间间隔法

设在某厂的一个车间实施工作抽样。决定观测 5 日,每日观测 20 次,该车间是上午 8 时上班,下午 5 时下班,中间休息 1 小时(中午 12 时至 1 时)。可按下列步骤决定每日观测时刻。

步骤 1:作两位数的乱数排列。较简单的方法是:以黄色纸片代表个位,取 10 张,上面分别写 0,1,2,⋯,9;以 10 张红色纸片代表十位,上面同样分别写 0,1,2,3,⋯,9。每次从不同颜色的纸片中随机地各抽出 1 张,记下数字。将抽出的放回,再各抽一张,如此反复抽取,即得乱数排列。设共抽 15 次,乱数排列如下:

21, 94, 62, 35, 06, 64, 96, 40, 85, 77, 88, 63, 52, 27, 75

步骤 2:将此数列中小于 50 的数保留,大于 50 的则减去 50,保留其余数。得出:

21, 44, 12, 35, 06, 14, 46, 40, 35, 27, 38, 13, 02, 27, 25

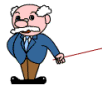
步骤 3:去掉上述数中大于 30 的数,得出:

21, 12, 06, 14, 27, 13, 27, 25

步骤 4:决定第一日的观测时刻。首先决定第一日第一次的观测时刻。取乱数排列的最前面数字 21,因为 8 时上班,所以第一次观测时刻为 8 时 21 分。随后是决定每次观测的时间间隔,以每日工作 480 min,减去第一次的 21 min 再除以每日的观测次数,得出时间间隔,即

$$(480 - 21) \div 20 = 22.95 \approx 23(\text{min})$$

全国Mini-MBA职业经理双证班 (24年热招管理培训项目)



允许提前获取证书 全国招生 权威双证 请速充电

24年正规管理类教育机构，中国第一代MBA教育机构，值得信赖！（+教授互动微信：122285053）

全国迷你MBA职业经理双证书班®，全国招生，毕业颁发双证书，近期开课。咨询电话：13684609885

招生专业及其颁发证书：

认证项目	颁发双证（优秀毕业学员可免费升级EMBA学位证）	学费
全国《职业经理》MBA 高等教育双证书班	高级职业经理资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国：工商管理 MBA 课程实战班 100%	高级职业经理资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《人力资源总监》MBA 双证书班	高级人力资源总监资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《生产经理》MBA 高等教育双证班	高级生产经理资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《品质经理》MBA 高等教育双证班	高级品质经理资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《企业总经理》MBA 高等教育双证班	总经理高级资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《IE 工业工程师》MBA 高等教育双证	高级 IE 工业工程师资格证书+2年制MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《营销经理》MBA 高等教育双证班	高级营销经理资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《项目经理》MBA 高等教育双证班	高级项目经理资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《市场总监》MBA 高等教育双证书班	高级市场总监资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《酒店经理》MBA 高等教育双证班	高级酒店经理资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《人力资源管理师》MBA 双证书班	高级人力资源管理师资格证书+2年制MBA 高等教育证	1280 元
全国《企业培训师》MBA 高等教育双证班	企业培训师高级资格认证+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《财务总监》MBA 高等教育双证班	高级财务总监资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《营销策划师》MBA 双证书班	高级营销策划师资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《行政总监》MBA 高等教育双证班	高级行政总监资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《采购经理》MBA 高等教育双证班	高级采购经理资格证书+2年制MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《工商管理培训教师资格》双证班	工商管理培训教师资格证+2年制MBA 高等教育研修证书	1280 元

全国《企业管理咨询师》MBA 双证班	高级企业管理咨询师资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《经济管理师》MBA 高等教育双证	高级经济管理师资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《六西格玛管理师》MBA 双证书班	高级六西格玛管理师资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
全国《生产运营管理师》MBA 双证书证	高级生产运营管理师资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证	1280 元
EMBA 高级企业管理人员课程	EMBA 学位+EMBA 毕业	3580 元

学校还开设：薪酬管理师、绩效考核师、企业教练技术、企业管理师、培训总监、物流经理、工厂管理（厂长证书）、营销总监、企业法务管理师、市场定位研究员、整合营销策划师**等管理岗位MBA课程**



【授课方式】 全国招生、函授学习、权威双证

我校采用国际通用3结合的先进教育方式授课：远程函授+视频光盘+网络学院在线辅导（集中面授）



【颁发证书】 学员毕业后可以获取权威双证书与全套学员学籍档案

- 1、毕业后可以获取相应专业钢印《高级职业资格证书》；
- 2、毕业后可以获取2年制的《MBA研究生课程高等教育研修结业证书》；



【证书说明】

- 1、证书加盖中国经济管理大学钢印和公章（学校官方网站电子注册查询、随证书带整套学籍档案）；
- 2、毕业获取的证书与面授学员完全一致，无“函授”字样，与面授学员享有同等待遇，



【学习期限】 3个月（允许有工作经验学员提前毕业，毕业获取证书后学校仍持续辅导2年）



【收费标准】 全部费用1280元（本期只收取企管辅导、职业生涯辅导费1280元，其余费用全免）
函授学习为你节省了大量的宝贵的学习时间以及昂贵的MBA导师的面授费用，是经理人首选的学习方式。



【考试说明】

1. 卷面考核：毕业试卷是一套完整的情景模拟试卷（与工作相关联的基础问卷）
2. 论文考核：毕业需要提交2000字的论文（学员不需要参加毕业论文答辩但论文中必修体现出5点独特的企业管理心得）
3. 综合心理测评等问卷。



【颁证单位】

中国经济管理大学经中华人民共和国香港特别行政区批准注册成立。目前中国经济管理大学课程涉及国际学位教育、国际职业教育等。学院教学方式灵活多样，注重人才的实际技能的培养，向学员传授先进的管理思想和实际工作技能，学院会永远遵循“科技兴国、严谨办学”的原则不断的向社会提供优秀的管理人才。



【主办单位】

美华企业管理有限公司、美华管理人才学校是中国最早由教委批准成立的“工商管理MBA实战教育机构”之一，由资深MBA教育培训专家、教育协会常务理事徐传有老师担任学校理事长。迄今为止，已为社会培养各类“能力型”管理人才近10万余人，并为多家企业提供了整合策划和企业内训，连续13年被教委评选为《优秀成人教育学校》《甲级先进办学单位》。办学多年来，美华人独特的教学方法，先进的教学理念赢得了社会各界的高度赞誉和认可。

【报名须知】

1、报名登记表格下载后详细填写并发送邮件至 xchy007@163.com (入学时不需要提交相片，毕业提交试卷同时邮寄4张2寸相片和一张身份证复印件即可)

2、交费后请及时电话通知招生办确认，以便于收费当日学校为你办理教材邮寄等入学手续。



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电) **优秀学员可免费升级EMBA学位证书**

(高级职业经理资格证书样本)



(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



【学费缴纳方式】(支持网转、柜台办理和自动取款机办理)(如柜台办理请携带本人身份证到银行办理)

方式一	支付宝	支付宝账户：13684609885 户名：徐传有 微信转账：122285053 (学校唯一指定官方微信号/经理圈)
方式二	企业账户	企业帐号：562080100100076073 账号户名：哈尔滨美华企业管理有限公司 开户银行：兴业银行 哈尔滨新阳支行
方式三	中国银行	卡号：6217855300007073962 户名：徐传有 开户行：中国银行哈尔滨爱建支行
方式四	邮政储蓄	卡号：6217992600016909914 户名：徐传有 开户行：哈尔滨南马路支行
方式五	工商银行	卡号：6222083500001062507 户名：徐传有 开户行：哈尔滨市道外区太平桥支行
方式六	农业银行	卡号：6228450176006094464 户名：徐传有 开户行：道外支行民众分理处

可以选择任意一种方式缴纳学费(建议首选工商银行账户)，收到学费当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教学资料、考试问卷以及收费票据。

【咨询电话】13684609885 0451-88342620

【学校网站】<http://www.mhjy.net>

【微信客服】122285053

【微信公众号】MHJY1998

你该充电了！请参加24年热招:经理培训课

♥全国Mini-MBA《职业经理》双证班♥



你该充电了！中国第一代管理教育机构—美华教育 火热招生

第二次的观测时刻为：

$8\text{ 时 }21\text{ 分}+23\text{ 分}=8\text{ 时 }44\text{ 分}$

第三次的观测时刻为：

$8\text{ 时 }44\text{ 分}+23\text{ 分}=9\text{ 时 }07\text{ 分}$

步骤 5：决定第二日的观测时刻，首先决定第二日第一次的观测时刻。取乱数排列的第二个数字 12，于是第二日第一次的观测时刻为 8 时 12 分。

表 10-5 观 测 时 刻

观 测 日		1	2	3	4	5
乱 数		21	12	06	14	27
观 测 起 点		8 时 21 分	8 时 12 分	8 时 6 分	8 时 14 分	8 时 27 分
观测间隔 (min)		23	23	23	23	23
观 测 时 刻	1	8:21	8:12	8:06	8:14	8:27
	2	44	35	29	37	50
	3	9:07	58	52	9:00	9:13
	4	30	9:21	9:15	23	36
	5	53	44	38	46	59
	6	10:16	10:07	10:01	10:09	10:22
	7	39	30	24	32	45
	8	11:02	53	47	55	11:08
	9	25	11:16	11:10	11:18	31
	10	48	39	33	41	54
	11	13:21	13:12	13:06	13:14	13:27
	12	44	35	29	37	50
	13	14:07	58	52	14:00	14:13
	14	30	14:21	14:15	23	36
	15	53	44	38	46	59
	16	15:16	15:07	15:01	15:09	15:22
	17	39	30	24	32	45
	18	16:02	53	47	55	16:08
	19	25	16:16	16:10	16:18	31
	20	48	30	33	41	54

由于各次观测时间的间隔为 23 min, 所以第二日第二次的观测时刻为 8 时 35 分, 第三次的观测时刻为 8 时 58 分。如此类推第二日的 20 次观测的时刻。

步骤 6: 决定第三日到第五日的观测时刻。其方法同前, 观测时刻见表 10-5。

此法简单, 时间间隔相等, 利于观测人员掌握。不足之处在于除首次是由随机原理决定的观测时刻外, 其余的观测时刻随机性不强。

(2) 分层抽样法

某工厂某车间白班安排如下:

上午 8:00—8:30	有 30 min 工作准备及机器调整
8:30—11:45	195 min 工作
11:45—12:00	15 min 收拾
下午 1:00—1:15	有 15 min 准备下午工作
1:15—4:30	195 min 工作
4:30—5:00	30 min 结束、清洁、打扫工作

这样就必须按各段时间分别规定观测次数和观测时间, 所以叫分层抽样。

假设每日需观测的总次数 $n = 300$ 次, 每日 8 小时工作。其观测次数如下:

上午 8:00—8:30	为 $(30/480) \times 300 = 19$ (次)
中午 11:45—12:00	为 $(15/480) \times 300 = 10$ (次)
下午 1:00—1:15	为 $(15/480) \times 300 = 10$ (次)
4:30—5:00	为 $(30/480) \times 300 = 19$ (次)

上、下午工作时间观测次数为 $(195 + 195) \times 300 / 480 = 244$ (次)。

以上两种方法可根据实际情况选用。

2. 实地观测

观测人员按照既定的观测时刻及预定的抽样调查项目, 将观

测到的活动状态准确地记录在调查表格上。在记录的过程中切忌主观武断或以表面现象下结论。要求耐心细致,深入现场,了解实质,尽可能准确。

第八步：整理数据

1. 剔除异常值

经过观测记录之后,应根据记录数据绘制管理图,确定管理界限,然后将超过管理界限的异常值去掉。管理界限根据观测事项发生率,采用下列公式算出:

$$\text{管理界限} = \bar{P} \pm 3\sqrt{\frac{P(1 - P)}{n}}$$

式中, \bar{P} —— 观测事项发生率的平均数;

n —— 平均每日观察次数。

管理图采用直角坐标图形,横坐标代表日期(或其他),纵坐标代表观测事项发生率。按 \bar{P} 、管理上限和下限分别找出平行于横轴的水平线,然后再将每日观测事项的发生率标注于图上,凡超出管理界限者,即为异常值应去掉。现举例说明:

表 10-6 C 汽水生产线工作抽样观测结果

观测班次	每班观测次数(n)	工作次数	工作比率(%)
1	160	129	80.63
2	160	142	88.75
3	160	124	77.50
4	160	125	78.13
5	160	119	74.38
6	160	120	75.00
合 计	960	759	79.06

设观测结果如表 10-6 所示,即观测 6 个班,每班观测 160 次。

将表中有关数字代入上式, 即得

$$\begin{aligned}\text{管理界限} &= \bar{P} \pm 3\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} \\ &= 0.7906 \pm 3\sqrt{\frac{0.7906(1-0.7906)}{160}} \\ &= 0.7906 \pm 0.0966 \\ \text{管理上限} &= 0.7906 + 0.0966 = 0.8872 \\ \text{管理下限} &= 0.7906 - 0.0966 = 0.6940\end{aligned}$$

据此作出管理图, 见图 10-6。

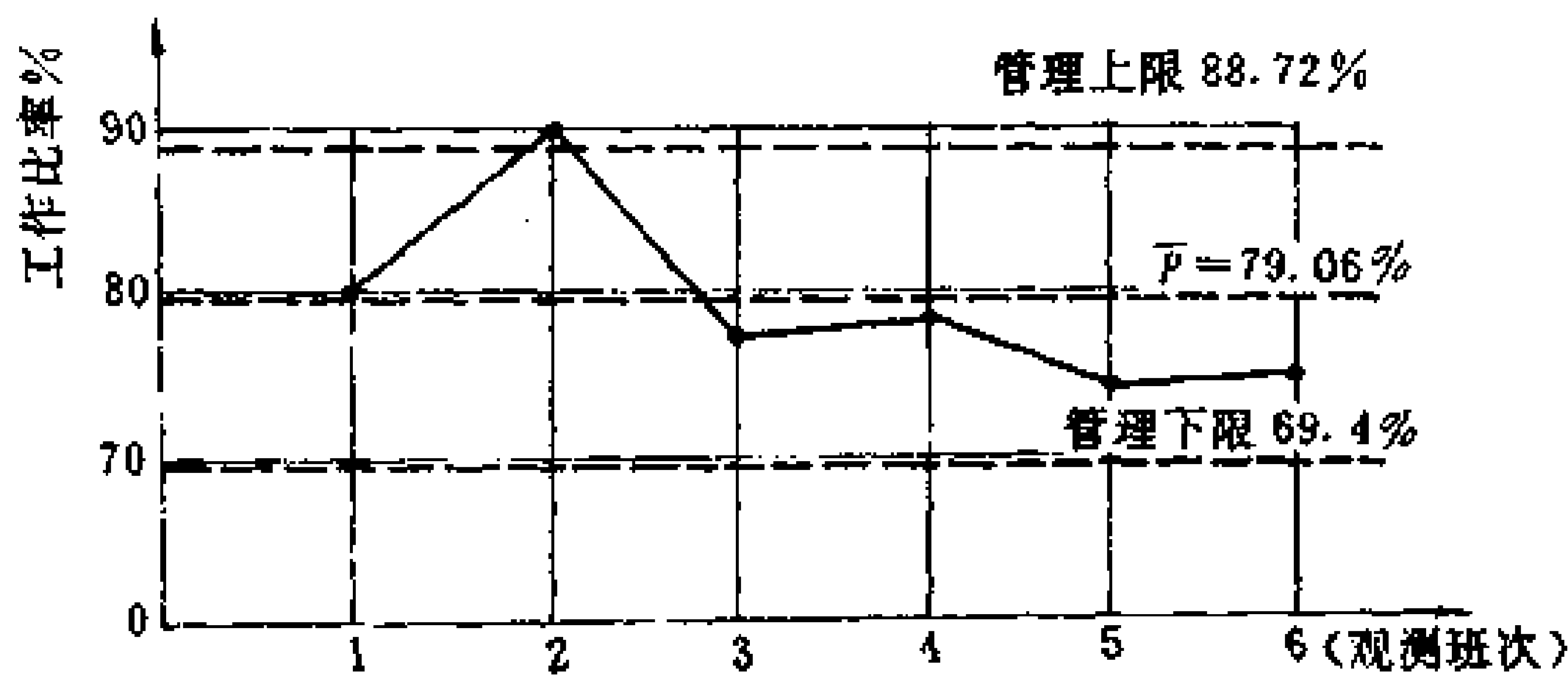


图 10-6 管理图

由图中可以看出, 第二班的工作比率为 88.75% 越出上管理界限 88.72%, 应作为异常值剔除。

2. 核算观测次数和精度

异常值去掉后, 还需再次计算观测事件的平均发生率。新的观测事件平均发生率是否可靠, 应根据原来确定的可靠度与精确度来考虑。

去掉异常值对应的观测事项的次數(异常值去掉时, 其相应的观测日数与次数均舍去)之后, 余下的观测次数是否达到观测的总

次数。如已达到或超过即可, 否则尚需继续观测。

去掉异常值对应的观测次数之后, 按新的观测事件平均发生率计算的绝对精度与相对精度是否达到原定的精度要求。如已达到或超过, 说明此平均发生率是可信的, 否则尚须继续观测。

仍举上例说明。上例中因为第二班的工作比率超过上管理界限, 剔除之后, 重新计算平均工作比率为:

$$\bar{P} = \frac{\text{工作时间}}{\text{总观测时间}} = \frac{129 + 124 + 125 + 119 + 120}{160 \times 5} = 77.13\%$$

去掉异常值后, 余下的观测次数为 800 次, 而原来决定的观测次数为 400 次, 已大大超过规定次数。

$$\begin{aligned}\text{绝对精度 } E &= 2\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} \\ &= 2\sqrt{\frac{0.7713 \times (1-0.7713)}{160 \times 5}} = \pm 0.0297\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{相对精度 } S &= 2\sqrt{\frac{1-P}{n}} \\ &= 2\sqrt{\frac{1-0.7713}{160 \times 5}} = \pm 0.0388\end{aligned}$$

若原选择的绝对精度为 3%、相对精度为 $\pm 5\%$, 则可以肯定此观测有效。

第十步: 做出结论改进工作

经过上述步骤, 并确认结果可信之后, 就可得出结论。如观测对象的工作比率是否合适, 负荷是否充分, 人员多余还是不足等。做出结论之后, 应分析研究原因, 有针对性地提出改进方案, 以达到工作抽样能充分发掘人员与设备的潜力, 提高企业经济效益的目的。

有时, 可根据取得的资料制定标准时间。用工作抽样制定标准时间, 除了求出工作比率, 尚需赋予评比与宽放。宽放值的赋予

和秒表时间研究类似,可实地观察认定,亦可政策性地赋予。而评比,一般利用“绩效指标”来决定。绩效指标是指某产量应消耗的正常时间与实际消耗时间之比。即

$$\text{绩效指标}(\%) = \frac{\text{某产量应消耗的正常时间}}{\text{某产量实际消耗时间}} \times 100\%$$

则

$$\text{标准时间} = \frac{\text{总观测时间} \times \text{工作比率} \times \text{平均绩效指标}}{\text{观测期间的总产量}} + \text{宽放}$$

例如,某工厂的机械装配作业,10名工人作同样工作。为了制定标准时间,对这10名工人进行3天时间的分散抽样。在观测中要求同时评定出操作者的绩效指标。

在观测期间,10名工人的总上班时间为14 400min,工作比率为98.7%,空闲比率为1.3%,所以工作时间为14 212.8min。10名工人在3天中共生产合格产品16 314件。将以上资料整理于表10-7中。由此,

$$\begin{aligned} \text{每件标准时间} &= \frac{\text{总时间} \times \text{工作比率} \times \text{平均绩效指标}}{\text{总生产数量}} + \text{宽放} \\ &= \left(\frac{14400 \times 0.987 \times 1.236}{16314} \right) \times (1 + 15\%) \\ &= 1.15(\text{min}) \end{aligned}$$

表 10-7 分散抽样数据分析表

资 料	来 源	数 据
总使用时间	时间卡	14400min
总生产数量	检验部门	16314 件
工作比率	工作抽查	98.7%
空闲比率	工作抽查	1.3%
平均绩效指标	工作抽查	123.6%
宽放率	连续观测	15%

第三节 工作抽样应用实例

实例 1 某饮料厂主要生产瓶装汽水、汽酒等饮料,采用流水线集体作业的生产组织形式。

该厂 C 汽水的生产流程程序图如图 10-7 所示。此条流水线的大部分工序属于纯机动的,少部分工序是机手并动和手动作业。一个工序或工位只有 1 人看管,设备只要出产品就算是在工作。

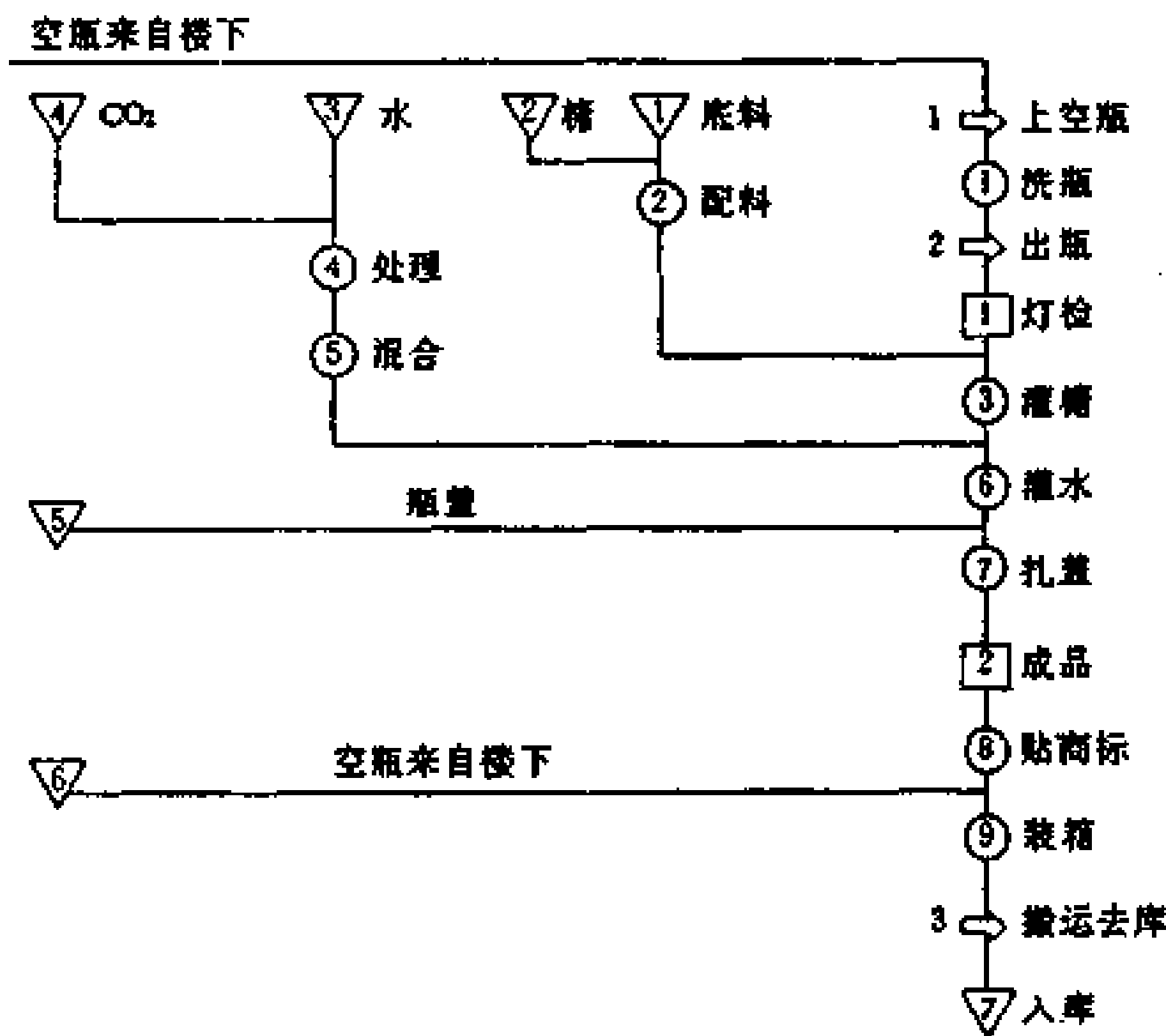


图 10-7 C 汽水生产流程程序图

现用工作抽样对手工上空瓶、自动洗瓶机监视、出瓶、灯检、灌糖、灌水与扎盖、成品检验、装箱等 8 个工位作为观测对象。

(1) 决定观测次数 经研究,规定可靠度为 95%,绝对精度为 $\pm 3\%$,相对精度为 $\pm 5\%$ 。根据该厂过去的统计资料,工作比率为 80%,规定每班观测 20 次。

将有关数据代入式(10-4),即

$$\begin{aligned}\text{总观测次数 } n &= 4(1 - P)/(S^2 P) \\ &= 4(1 - 0.8)/(0.05^2 \times 0.8) = 400(\text{次}).\end{aligned}$$

$$\text{观测轮班数} = 400/(8 \times 20) = 2.5(\text{班}), \text{取 } 3(\text{班}).$$

(2) 决定每日的观测时刻 为了简便,采用随机起点等时间间隔法,设乱数数列为:

$$18, 13, 2, 9, 11, 19, 5$$

$$\text{观测时间间隔} = (480 - 18) \div 20 = 23(\text{min})$$

该厂白班作业时间从 7 时开始,故第一天第一次观测时刻是 7 时 18 分,则第二次为 7 时 41 分,如此类推。

第二天第一次的观测时刻为 7 时 13 分,第二次为 7 时 36 分,其余类推。

第三天以后的观测时刻类同。

(3) 实施观测,整理分析观测结果 按观测次数计应观测三个班,现有意识地观测六个班。观测对象为 8 个工位,每班观测 20 次,共 960 次。其结果(见表 10-6)以及管理界限的计算和管理图、平均工作比率和精度计算,已在本节前述的工作抽样步骤中作为剔除异常值的举例。此观测的平均工作比率为 77.13%,绝对精度为 ± 0.297 ,在预先规定的 $\pm 3\%$ 内,观测有效。

工作抽样后,再应用抽样所得平均工作比率 77.13% 来制定流水线的产量定额。为此,应用第九章介绍的秒表测时法去测试各工序的每分钟产量,结果发现各工序的能力不平衡。流水线的产量决定于薄弱工序的能力,通过平整流水线,使产量达 81.1 瓶/min。于是

$$\begin{aligned}\text{C 汽水生产线的轮班产量定额} &= 480 \times 77.13\% \times 81.1 \\ &= 30\,025(\text{瓶})\end{aligned}$$

经过适当放宽,将流水线产量定额规定为 30 000 瓶/班,班产量提高 36.36%(原来为 22 000 瓶/班)。

实例2 某罐头厂生产蜜桃罐头。要增加产量,但在称量作业上发生问题。称量工人必须是熟练工,因为重量不足将受到检查不合格的损失,超出规定的重量也使企业吃亏。现行方法如图10-8所示。由图可见:

- ① 蜜桃由流水槽送至称量工人的工作位置;
- ② 称量工人适宜地选择蜜桃的大小及色泽,在秤盘上称量规定的重量;
- ③ 称毕的蜜桃交由装填工人装进空罐内。

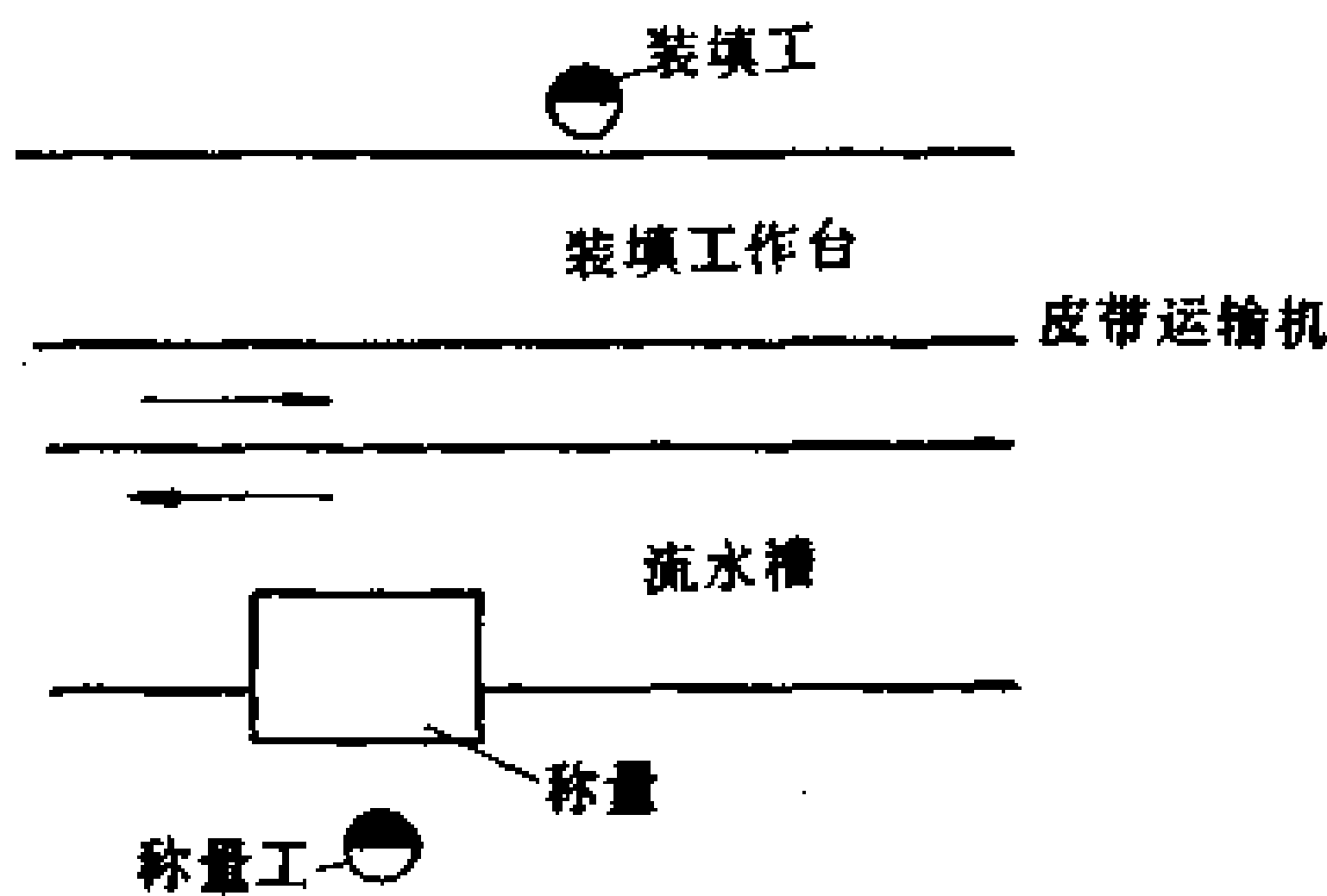


图 10-8 现行方法

由于称量作业效率低,致使流水槽中充满未经称量的蜜桃。如何解决此问题,为此进行工作抽样来调查作业现状。

对 27 名称量工人作了 518 次的观测情况如表 10-8 所示。由表的观测结果可归纳为下列情况(平均工作比率及精度计算从略):

- ① 称量工人的称量工作只占 51.5%,其余的 48.5% 则做称量以外的“选择蜜桃的大小及颜色”与“从流水槽中捞起蜜桃”的工作。
- ② 27 个称量工人按其工作内容实际专门担任称量的占 14 人;

表 10-8 对称量工人观测的结果

项 目 分 类	次 数	%
称量	267	51.5
挑选蜜桃	84	16.2
从水槽中捞取蜜桃	92	17.8
操作	25	4.8
搬运	12	2.3
等待(空闲)	24	4.6
不在	14	2.7
合 计	518	99.9

“挑选蜜桃大小及色泽”与“从流水槽中捞起蜜桃”的占 9 人;其他工作的占 4 人。因此,27 架秤中,实际有 13 架停用。

对 27 个装填工人也进行 518 次观测,情况如表 10-9 所示(计算从略)。由表中可归纳以下情况:

① 装填工人装填工作只占 43.3%,而装填以外的竟占 56.6%。

② 在装填以外的 56.6%中,等待(空闲)有 26.9%(由于秤量工作跟不上造成的)。

因此,需提高称量工作的效率,以消除装填工人的等待。

表 10-9 对装填工人观测的结果

项 目 分 类	次 数	%
装填	225	43.3
等待(空闲)	139	26.9
整理空罐	60	11.6
汲水	10	1.8
洗空罐	38	7.3
操作	22	4.3
搬运	13	2.5
不在	11	2.2
合 计	518	99.9

根据上述情况,将工作地作了如图 10-9 所示的布置。改进后的情况是:

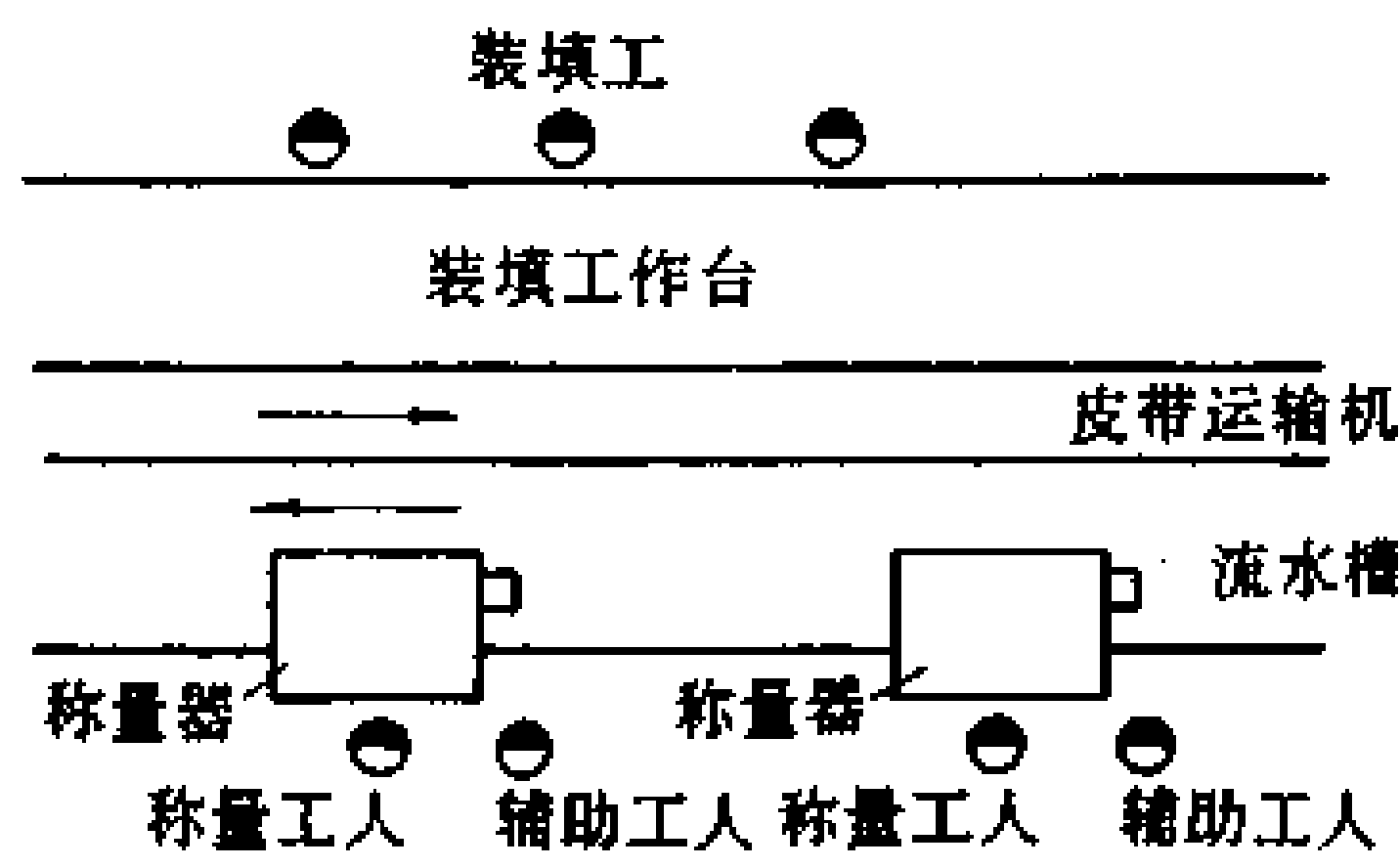


图 10-9 改进后的方法

- ① 称量工人旁配置辅助作业工人,担任“从流水槽中捞蜜桃”及“选择蜜桃的大小及色泽”等工作,使称量工人作好称量工作。
- ② 规定两架秤配置 3 个装填工人。

改进后的情况与现行情况比较见表 10-10。由表可知,1 架秤的产量可提高到 197%,1 个工人的产量可提高到 131%。

表 10-10 改进成果比较表

工 作 内 容		现行方法	改进方法
人 数	称 量	1	2
	附随作业	0	2
	装 填	1	3
	合 计	2	7
提高情况 (%)	生产量	100	394
	1 架秤的生产量	100	197
	1 个工人的生产量	100	131

实例 3 美国中西部的大制造商建立一所大型仓库,以缓和季节性的生产高峰,高峰作业时,从生产方面抽调人员扩充仓库工作力量。管理人员认为,所要求扩充的人力数量过多,要求厂方对拥有 94 名工作人员的仓库所采用的工作方法进行检查和改进。

仓库的 9 位领班,听取工作抽样的目的和方法说明,并要求协助编制作业活动分类清单(表 10-11)。

表 10-11 仓库研究用工作抽样观察表

工 作 项 目	7:30	8:30	9:30	10:30	12:00	1:00	2:00	3:00
垫衬材料:								
准 备								
放 置								
取 走								
卡车或运货车:								
开								
停								
准 备								
装货物加热器								
与监督人谈话								
空闲:								
等待材料								
等车辆电梯等指示								
由于机器损坏								
可避免的								
个人需要								
休 息								
其 他								

每一领班均发给 10 套观察用的表格和一份随机数表(见表 10-12)。用随机数表和按时分层法,由每位领班填写所调查的 10 天的每天 8 小时中每小时时间读数(如每天上午 7:30 时开始,则 7:30 到 8:30 是这一天的第一个小时……)。11:30 到 12:00 为午餐时间,不作抽样记录。各位领班有各自不同的时间系列,每天的时刻表也不相同(在每位领班的随机数表上,均从不同时刻开始,以避免重复)。

表 10-13 为调查结果。由表可见,从空闲栏、办事工作栏以及产品的搬运和起重栏中发现,有可改进的地方。例如,通过加强管理可避免或减少一些迟误的时间;通过拨给两名纯办事的人员来代替这些材料的兼办人员,可以提高工作效率,大大减少办事工作这一栏的时间。此外还可以减少在电梯上发生的延迟时间等。

表 10-12 随 机 数 表

10	27	53	96	23	71	50	54	36	23	54	31
28	41	50	61	88	64	75	27	20	18	83	36
34	21	42	57	02	59	19	18	97	48	80	30
61	81	77	23	23	82	82	11	54	08	53	28
61	15	18	13	54	16	86	20	26	88	90	74
91	76	21	64	64	44	91	13	32	97	75	31
00	97	19	08	06	37	30	28	59	85	53	56
36	46	18	34	94	75	20	80	27	77	78	91
88	98	99	60	50	65	95	79	42	94	93	62
04	37	59	87	21	05	02	03	24	17	47	97

续表 10-12

63	62	06	34	40	94	21	78	55	09	72	76	
78	47	23	53	90	34	41	92	45	71	09	23	
87	68	62	15	43	53	14	36	59	25	54	47	
47	62	92	10	77	88	59	53	11	52	66	25	
56	88	87	59	41	65	28	04	67	53	95	79	
39	65	36	63	77	77	45	85	50	51	74	13	
73	71	98	16	04	29	18	94	51	23	76	51	
72	20	56	20	10	72	65	71	08	86	79	57	
75	17	26	99	76	89	37	20	70	01	77	31	
37	48	60	82	29	81	30	15	39	14	48	38	
04	82	98	04	14	12	15	09	26	78	25	46	47
36	05	56	39	71	65	09	62	94	76	62	11	89
03	30	98	05	24	67	70	07	84	97	50	87	46
70	58	96	44	07	39	55	43	43	34	43	39	28
08	55	09	14	53	90	51	17	52	01	63	01	59
62	66	54	84	80	32	75	77	56	08	26	70	22
68	53	40	01	74	39	59	73	30	19	99	85	48
69	16	00	08	43	18	73	68	67	69	61	84	95
40	89	96	43	56	47	71	66	46	76	29	67	09
81	56	51	92	34	86	02	82	55	51	33	12	91

续表 10-12

45	16	94	29	95	81	83	33	39	38	01	97	30
70	70	07	12	38	92	79	43	14	85	11	47	23
33	70	15	59	24	48	40	35	50	03	42	99	36
69	70	40	48	68	64	71	06	61	65	70	22	12
88	37	31	50	41	06	94	76	81	83	17	16	33
87	93	29	77	09	61	67	84	06	69	44	77	75
93	64	28	46	24	79	16	76	14	60	25	51	01
52	76	23	24	70	36	54	54	59	28	61	71	96
47	54	75	83	24	78	43	20	92	63	13	47	48
45	71	46	44	67	76	14	55	44	88	01	62	12
39	35	22	30	53	36	02	95	49	34	28	73	61
94	84	86	79	93	96	38	63	08	58	25	58	94
95	13	91	97	48	72	66	48	09	71	17	24	89
61	95	46	26	97	06	73	51	53	33	18	72	87
75	93	29	06	87	37	78	48	45	56	00	84	47

表 10-13 总结工作抽样材料装卸数据表

工 作 项 目	合 计	%	工 作 项 目	合 计	%
用车装运:		26.1	装 箱	47	1.6
装 车	61	0.8	捆 扎	25	0.3
用点作记号	105	1.4	捆 带	—	—
开 车			以模板制字	11	0.1
空 车	502	6.8	作标记或模板印刷	110	1.5
实 车	515	6.9	绳结或包扎	51	0.7
引 导			使传送带上减少拥挤	1	0.0
空 车	177	2.4	称重量	16	0.2
实 车	171	2.3	检查	312	4.2
修 理	18	0.2	办事工作:		7.7
检 查	16	0.2	检查定单	197	2.7
步行——无工作	381	5.1	开印刷机	30	0.4
空闲:		26.1	写 字	167	2.3
等材料、车辆、			打电话	86	1.2
电梯或存料	632	8.5	检查库存	312	4.2
等指示	37	0.5	卡车或运货车:		3.9
机器损坏	5	0.1	开	5	0.1
可避免的	344	4.6	停	22	0.3
个人需要	176	2.4	准 备	78	1.1
休 息	743	10.0	与监督(督促员)谈话	179	2.4
产品:		17.1	垫衬材料:		1.7
搬运或起重	824	11.1	准 备	26	0.4
送 运	182	2.5	放 置	55	0.7
滚 筒	22	0.3	取 走	44	0.6
用手堆放	180	2.6	制垫板	84	1.1
取 样	16	0.2			
包装(成组)	26	0.4	杂 活	618	8.1
包装(等运):		8.0			
制木箱	8	0.1	总 计	7640	99.8
把箱子分类	23	0.3			

复习与思考题

1. 秒表测时与工作抽样有何不同?
2. 工作抽样能用于哪些方面?
3. 工作抽样的原理是什么?
4. 工作抽样一般都将可靠度定为多少(%)? 相对精度定为 \pm 多少(%)?
5. 如何决定观测次数?
6. 试简述工作抽样的步骤。
7. 如何决定观测时刻? 决定观测时刻的方法有几种? 你认为哪种方法随机性较强?
8. 如何决定管理界限?
9. 为掌握冲床的操作情况, 进行工作抽样。根据调查结果, 停机率为30%, 可靠度为95%, 相对误差 $S = \pm 5\%$ 。试计算需要多少次观测(即求 n 值)。

第十一章 预 定 时 间 标 准

第一节 预定时间标准概述

一、预定时间标准法的概念

预定时间系统(Predetermined Time System)简称 PTS 法,在我国常称预定时间标准(法),是国际公认的制定时间标准的先进技术。它利用预先为各种动作制定的时间标准来确定进行各种操作所需要的时间,而不是通过直接观察和测定。

F.B. 吉尔布雷斯用来细分手眼动作的“动素”,是进行动作研究的基本概念。

把时间用量加到动作研究上是由美国人西格(A. B. Segur)在 1924 年提出的,在他发表的第一个预定时间标准——动作时间分析(Motion Time Analysis)的论文中论述到:“在实际条件的范围内,所有熟练人员完成真正基本动作所需要的时间是常量。”他的动作时间分析(简称 MTA)引起了产业界的极大注意,推动人们开始研究各种预定时间标准。

1934 年美国无线电公司的奎克(J. H. Quick),创立了工作因素体系(Work Factor System),简称 WF。

1948 年美国西屋电气公司梅纳德(H. B. Mannard)、斯坦门丁(G. J. Stegemerten)和斯克瓦布(J. L. Schwab)公开了他们研制的时间衡量(Methods Time Measurement)方法,简称 MTM。

WF 法和 WTM 法是建立在对动作的性质与条件力求详细及

极高精度的基础上,但这样的要求无疑给测定者对技术的掌握和使用带来了困难。因此,又发展了容易掌握、又可较迅速分析的简化了的 PTS 法,如 MTM-Ⅱ、MTM-Ⅲ及 WF 简易法等。

但是随着科技的发展,产品趋向于周期短、批量小时,以上方法仍存在诸多不便,往往出现了生产批量已完成,而标准作业时间尚未来得及修订好的情况。因此,必须寻求更为简单、便于使用的 PTS 法。

1966 年澳大利亚的海特博士(G. C. Heyde),在长期研究的基础上所创立的模特排时法(Modular Arrangement of Predetermined Time Standard),简称 MOD 法,便是一种省略了的,使动作和时间融为一体的,而精度又不低于传统的 PTS 技术的更为简单、易掌握的 PTS 技术。

自 1924 年提出动作时间分析(MTA)以来,许多从事工业企业的人,都在致力于创造出科学的、简便可行的 PTS 法。到目前为止,世界上已有 40 多种预定时间标准,其中用得多的列于表 11-1 中。本书仅介绍 MOD 法。

二、预定时间标准法的特点

(1) 在作业测定中,不需要对操作者的速度、努力程度等进行评价,就能预先客观地确定作业的标准时间。

(2) 可以详细记述操作方法,并得到各项基本动作时间值,从而对操作进行合理的改进。

(3) 可以不使用秒表,在工作前就决定标准时间,并制定操作规程。

(4) 当作业方法变更时,必须修订作业的标准时间,但所依据的预定动作时间标准不变。

(5) 用 PTS 法平整流水线是最佳的方法。

表 11-1 预定时间标准的典型方式

方式的名称	开始采用时间 (年)	编制数据方法	创 始 人
动作时间分析 (MTA)	1924	电影微动作分析, 波形自动记录图	西格(Segur)
肢体动作分析	1938		霍尔姆斯(Holmes)
装配工作的 动作时间数据	1938	时间研究现场作业片, 实验室研究	恩格思托姆(Engstrom) 盖皮恩格尔(Geppinger)
工作系数系统 (WF)	1938	时间研究现场作业片, 用频闪观测器摄影进行研究	奎克(Quick) 谢安(Shea) 柯勒(Koehler)
基本手工劳动 要素时间标准	1942	波形自动记录器作业片, 电时间记录器	西部电器公司
方法时间衡量 (MTM)	1948	时间研究现场作业片	梅纳德(Maynard) 斯坦门丁(Stegemerten) 斯克瓦布(Schwab)
基本动作时间 研究(BMT)	1950	实验室研究	普雷斯格利夫(Presgrave)等
空间动作时间 (DMT)	1952	时间研究影片, 实验室研究	盖皮恩格尔(Geppinger)
预定人为动作 时间(HPT)	1952	现场作业片	拉扎拉斯(Lazarus)
模特计时法 (MOD)	1966		海特(Heyde)

第二节 模特法的基本概念

一、模特法的原理

模特法的基本原理基于人机工程学的实验, 归纳如下:

① 所有人力操作时的动作, 均包括一些基本动作。通过大量的试验研究, 模特法把生产实际中操作的动作归纳为 21 种(详见后面介绍)。

② 不同的人做同一动作(在条件相同时)所需的时间值基本相等。表 11-2 为人体各部位动作一次的最少平均时间。这里所说的条件相同,是指操作条件相同。如果操作条件不同,同一动作的时间值也不同,例如,手在无障碍物时的移动和在有障碍物时的移动,以及有不同高度的障碍物时的移动,其时间值是不同的。这里所说的不同的人在做同一动作所需时间值基本相等,是指大多数人而言,对于少数特别快、特别慢的人不包括在内。表 11-3 列出人体各部位动作的最大频率。由表中可知,每一动作即使是重复动作,其时间值也都会有一定的差异,所以说是“基本相等”。

③ 使身体不同部位做动作时,其动作所用的时间值互成比例(如模特法中,手的动作是手指动作的 2 倍,小臂的动作是手指动

表 11-2 人体各部位动作一次最少平均时间

动作部位	动 作 情 况		动作一次最少平均时间(s)
手	抓取动作	直线的	0.07
		曲线的	0.22
	旋转动作	克服阻力	0.72
		不克服阻力	0.22
脚	直线的		0.36
	克服阻力的		0.72
腿	直线的		0.66
	脚向侧面		0.72~1.45
躯干	弯 曲		0.72~1.62
	倾 斜		1.26

注:此表的数值应理解为所有被测对象做该动作的最快速度所需时间,用数理统计原理计算确定的平均值,或对同一动作的最快速度所需时间多次测定的平均值。

表 11-3 人体各部位动作的最大频率

动 作 部 位	最大频率(次/min)
手 指	204 ~ 406
手	360 ~ 430
小 臂	190 ~ 392
臂	99 ~ 344
脚	300 ~ 378
腿	330 ~ 406

作的 3 倍), 因此可以根据手指一次动作时间单位的量值, 直接计算其他不同身体部位动作的时间值。

二、模特法的时间单位

从理论上来说, 时间单位的量值愈小, 愈能精确地测量各种动作的时间值。对于各种 PTS 法时间量值的一般选择原则是, 应小于该种 PTS 法中速度最快的基本动作, 这动作一次所需时间值的某一量值就作为该方法的时间单位。

模特法根据人的动作级次(见第七章第二节, 动作经济原则第二条), 选择以一个正常人的级次最低、速度最快、能量消耗最少的一次手指动作的时间消耗值, 作为它的时间单位, 即

$$1 \text{ MOD} = 0.129 \text{ s}$$

模特法的 21 种动作都以手指动一次(移动约 2.5 cm)的时间消耗值为基准进行试验、比较, 来确定各动作的时间值。

大量的试验、研究表明, 一个人(或不同的人)以最快速度进行操作, 其动作所需时间, 与这个人(或不同人)以正常速度进行操作其动作所需时间是不相等的。但是, 这两种速度所需时间值之比 K , 是一常数(或基本接近常数), 例如:

不同的人(或同一个人)手的移动(无障碍时),

$$K = \frac{\text{最快速度所需时间}}{\text{正常速度所需时间}} = 0.57;$$

手的移动(障碍物高度为 10~30 cm)时,

$$K = \frac{\text{最快速度所需时间}}{\text{正常速度所需时间}} = 0.59;$$

上身弯曲的往复动作, $K = 0.51$;

坐立往复动作, $K = 0.57$ 。

假设:

身体某一部位最快动作的时间值为 t_1 ,

身体某一部位正常动作的时间值为 T_1 ;

身体其他部位最快动作的时间值为 t_2 ,

身体其他部位正常动作的时间值为 T_2 ;

身体另外其他部位最快动作时间值为 t_3 ,

身体另外其他部位正常动作时间值为 T_3 ;

...

身体第 n 部位最快动作的时间值为 t_n ,

身体第 n 部位正常动作的时间值为 T_n 。

则
$$K = \frac{t_1}{T_1} = \frac{t_2}{T_2} = \frac{t_3}{T_3} = \cdots = \frac{t_n}{T_n}$$

因为 $\frac{t_1}{T_1} = \frac{t_2}{T_2}$, 故 $\frac{T_2}{T_1} = \frac{t_2}{t_1}$ 或 $\frac{t_3}{t_1} = \frac{T_3}{T_1}$, $\frac{t_n}{t_1} = \frac{T_n}{T_1}$

也就是说,两个动作的最快速度所需时间之比,等于这两个动作的正常速度所需时间之比。由于正常速度仅是时间研究人员头脑中的一个概念(见第九章时间研究中关于正常速度的论述),在实际中难以确定。而动作的最快速度所需时间是通过大量的实测,用数理统计方法来求得其代表值,即可求得 K 值。这样,只要令 t_1 为手指动作一次的正常值,就可根据上式求得身体其他部位一次动作与手指一次动作的比值,从而决定其他部位动作的模

特数。试验表明,其他部位动作一次的 MOD 数都大于 1 MOD。通过四舍五入简化的处理,得到其他动作一次所需的正常时间值均为手指动作一次 MOD 数的整倍数。

三、模特法的动作分类及其代号

1. 动作分类及代号

MODAPTS 法把动作分为 21 个,每个动作以代号、图解、符

表 11-4 模特排时动作法分类

在 工 厂 中 常 见 的 操 作 动 作	上肢动作 (基本动作)	移动动作	移 动 动 作	M1 手指动作	注 1、注 2:需 要注意的动作
				M2 手腕动作	
				M3 小臂动作	
				M4 大臂动作	
				M5 伸直的手臂	
			反复多次反射动作	(M1/2, M1, M2, M3)	独:只有在其他 动作停止的场 合独立进行者
		终结动作	模触动作、抓握动作	G0 碰、接触	
				G1 简单地抓	往:往复动作, 即往复一次回 到原来状态
				G3(注)复杂地抓	
			放 置 动 作	P0 简单放置	
				P2(注)较复杂放置	
				P5(注)组装	
	其他动作	下肢动作		F3 足踏板动作	
				W5 走步动作	
		附加因素		L1 重量因素	
		其他动作		E2(独)目视	
				R2(独)校正	
				D3(独)单纯地判断和反应	
				A4(独)按下	
				C4 旋转动作	
				B17(往)弯体动作	
				S30(往)起身坐下	

号、时间值表示(见图 11-1)。其动作的体系分类如表 11-4 所示。
 由此表可见,MODAPTS 法先把人的动作分成两大类,即基

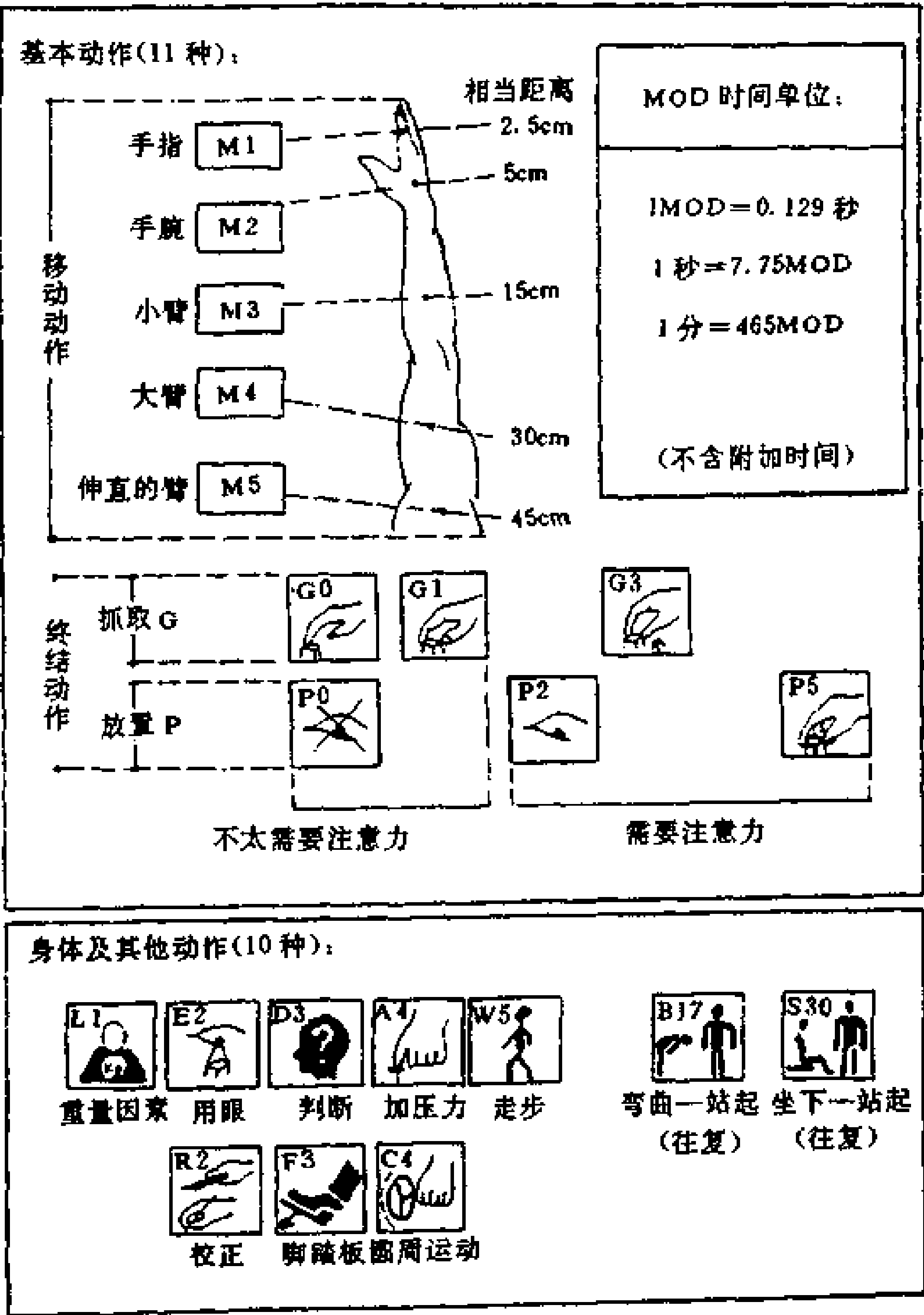


图 11-1 模特排时法基本图示意

本动作(上肢动作, 移动、终结)和其他动作(下肢动作, 附加因素及其他动作)。在基本动作中分需要注意力和不太需要注意力的动作。表中的 M, G, P, F, W, L, E, R, ... 均为动作代号, 代号后之数字即代表模特时间值, 如 M1 即表示 $1 \text{ MOD} = 0.129$ 秒, M2 即代表 2 MOD 时间值, 余类推。

2. 动作分析使用的其他符号

(1) 延时 BD 表示另一只手进行动作时, 这一只手什么动作也没有做, 即停止状态。BD 不给予时间值。

(2) 保持 H 表示用手拿着或抓着物体一直不动的状态。有时为了防止零件倒下, 而用固定的工具也为 H。H 也不给予时间值。

(3) 有效时间 UT 指人的动作之外的机械或其他固有的加工时间。其有效时间要用计时仪表分别确定其时间值。例如用电动扳手拧螺母、焊锡、铆接铆钉、涂粘接剂等。

在改善作业中, BD 和 H 出现得越少越好。

四、模特法的特点

模特法使用上有如下特点:

1. 易懂、易学、易记

(1) 模特法将动作归纳为 21 种, 不像其他方法有几十种, 甚至 100 多种(见表 11-5), 用一张模特排时法基本图就可以全部表示出来(见图 11-1), 图上有 21 个方形, 表示 21 个动作。21 个动作

表 11-5 模特法与其他方法比较

PTS 名称	MODAPTS	MTM	WF	MSD	MTA	BMT
基本动作及附加因素种类	21 种	37 种	139 种	54 种	38 种加 29 个公式	291 种
不同的时间值数字个数	8 个	31 个		30 个		

分两大类,上部为基本动作 11 种,下部为身体及其他动作 10 种。上部的 11 种动作分为三大类:即移动动作(M)、抓取(G)、放置(P)。每个动作右边的数字表示模特时间值,下部的 10 种动作表示了身体及其他方面的动作,同时也反映了时间值。这样一张示意图就表达了模特分析的基本动作。所以,“一看就懂”。

(2) 模特法把动作符号与时间值融为一体。如 G3 表示复杂的抓取动作,而且也同时表示了 $3 \text{ MOD} = 3 \times 0.129 \text{ s} = 0.387 \text{ s}$ 。如果是移动小臂去抓放在零件箱中的一个小螺钉(抓时要同时扒开周围的其他零件),在模特法中用 M3G3 表示,其中 M3 表示小臂的移动,G3 表示复杂的抓取,M3G3 时间值是 6 MOD(其中 M3 为 3 MOD,G3 为 3 MOD)。因此,只要知道动作的符号,也就知道了时间值。所以,“一看就会”。

(3) 在模特法的 21 种动作中,不相同的时间值只有 0,1,2,3,4,5,17,30 共 8 个,而且都是整数。这样,只要有了动作表达式,就能用心算很快计算出动作的时间值。所以,“一记就牢”。

2. 实用

(1) 采用模特法不需测时,亦不要进行评比,就能根据其动作决定正常时间。因此,使用它来分析动作、评价工作方法、制定标准时间、平整流水线,都比其他 PTS 法容易,且见效快。

(2) 在实际使用中,还可以根据企业的实际情况,决定 MOD 的单位时间值的大小。如:

$1 \text{ MOD} = 0.129 \text{ s} = 0.00215 \text{ min}$ 正常值,能量消耗最小
动作时间

$1 \text{ MOD} = 0.1 \text{ s}$ 高效值,熟练工人的高水平动作时间值

$1 \text{ MOD} \approx 0.143 \text{ s}$ 包括恢复疲劳时间的 10.75% 在内的动作时间

$1 \text{ MOD} \approx 0.12 \text{ s}$ 快速值,比正常值快 7% 左右

(3) 模特法的实用性还可以表现在,用模特法的时间值计算

动作时间的精度(对 1min 以上的作业)并不低于其他 PTS 法。表 11-6 为日本早稻田大学采用实测值与模特法分析值的比较,由表可见实测值与模特法分析值很接近。

表 11-6 实测值与模特法分析值的比较

序号	作业内容	取样数	实测区间推定值	实测平均值	标准偏差	MOD 分析值	平均实测值与 MOD 分析值之比
1	双手贴透明胶条	75	2.744~2.687	2.806	0.246	2.833	0.99
2	单手贴透明胶条	75	2.265~2.482	2.343	0.425	2.451	0.96
3	贴橡皮胶	75	6.770~6.981	6.876	0.424	6.837	1.00
4	往信封里装 1~3 册杂志	50	2.812~3.435	3.124	0.961	3.612	0.86
5	往信封里装 5 册以上杂志	25	6.048~6.928	6.468	1.000	6.837	0.95
6	往信封里装印刷品	75	1.901~2.046	1.974	0.296	1.984	1.00
7	取得 3 册读物	75	2.662~2.769	2.716	0.213	2.838	0.96
8	数 10 册左右杂志	75	3.930~4.126	4.033	0.346	4.386	0.92
9	拿在手中数 10 册杂志	50	3.624~4.159	3.892	0.836	4.773	0.82
10	拿在手中数 20 册以上杂志	25	9.716~10.640	10.180	1.056	10.320	0.99

五、模特法分析记录表

在动作分析时,应把有效时间值如实地填入分析表中的有效时间栏内。分析记录表的形式见表 11-7。

表中,动作只有一次时,次数栏不用填写。有效时间、MOD 总计时间和合计时间应以普通时间为单位,换算时按 1 MOD 等于 0.1 秒或 0.129 秒填入。

另外,在填写分析记录表的同时,需在分析记录表的下方画出其作业图,以便对照分析表进行改善。

表 11-7 模 特 排 时 法 记 录 表

零件图号：		年 月 日		分 析	校 对	审 核
设备名称		作业条件				
工序名称		使用工具				
作业名称		分析条件				
No	左 手 动 作	右 手 动 作	动作式分析符号	次数	MOD	
1						
2						
3						
有效时间		秒	MOD		秒	
		分			合计	秒
					分	

第三节 模特法的动作分析

一、基本动作——上肢动作

1. 移动动作

移动动作符号 M 表示，是手指、手和臂活动的动作。因所使用的身体部位不同，所要达到的目的也不同，因而使用的身体部位的移动距离不同，所以时间值也不同。在模特法中，根据使用的身体部位的不同，时间值分为五等：

(1) 手指的动作 M1 表示用手指的第三个关节前的部分进行的动作，时间值为 1 MOD，移动距离为 2.5 cm(参考值)。

其动作举例有：把开关拨到 on(off)的位置；回转小旋钮；抓住空气传动器的旋钮；用手指拧螺母；用手指擦密封条。

用手指动作 M1 表示手指的一次动作。对于用手指将开关拨到 on(off)或用手指旋转螺母时,要观察手指进行了几次动作,进行了几次,时间值则为其几倍。

(2) 手的动作 M2 用腕关节以前的部分进行一次的动作,时间值为 2MOD,动作距离为 5cm(参考值)。

依靠手腕的动作不仅能做横向动作,也可做上下、左右、斜向和圆弧状的动作。根据 M2 的动作方式,伴随手的动作,小臂多少也要动作,但主动作是手的动作,小臂的动作是辅助动作(这里的小臂动作不另计时间值)。

其动作举例有:转动调谐旋钮;将电阻插在印刷电路板上;转动门轴;翻笔记本。

(3) 小臂的动作 M3 将肘关节做为支点,肘以前的小臂(包括手、手指)的动作。每动作一次定为 M3,时间值为 3 MOD,移动距离为 15 cm(参考值)。

由于手和小臂动作的方向关系,肘关节多少要前后移动。肘关节的前后移动看作是主动作 M3 的辅助动作,不另计时间值。粗加工、组装部件等在操作机上作业时,移动零件的位置和作业位置的动作,一般认为是 M3。

在 M3 的移动动作范围内,其可能的作业区域称为正常的作业范围。

设计作业区要尽可能地设计得狭窄些。在设计生产设备的操作部分时,尽量使操作动作作用 M3 的移动动作来完成,如图 11-2 所示。

(4) 大臂的动作 M4 伴随肘的移动,小臂和大臂做为一个整体,在自然状态下伸出的动作。其时间值为 4 MOD,移动距离一般为 30 cm(参考值)。

当把手臂充分伸展时,伴有身体前倾的辅助动作,从时间值上来看,仍是 M4。

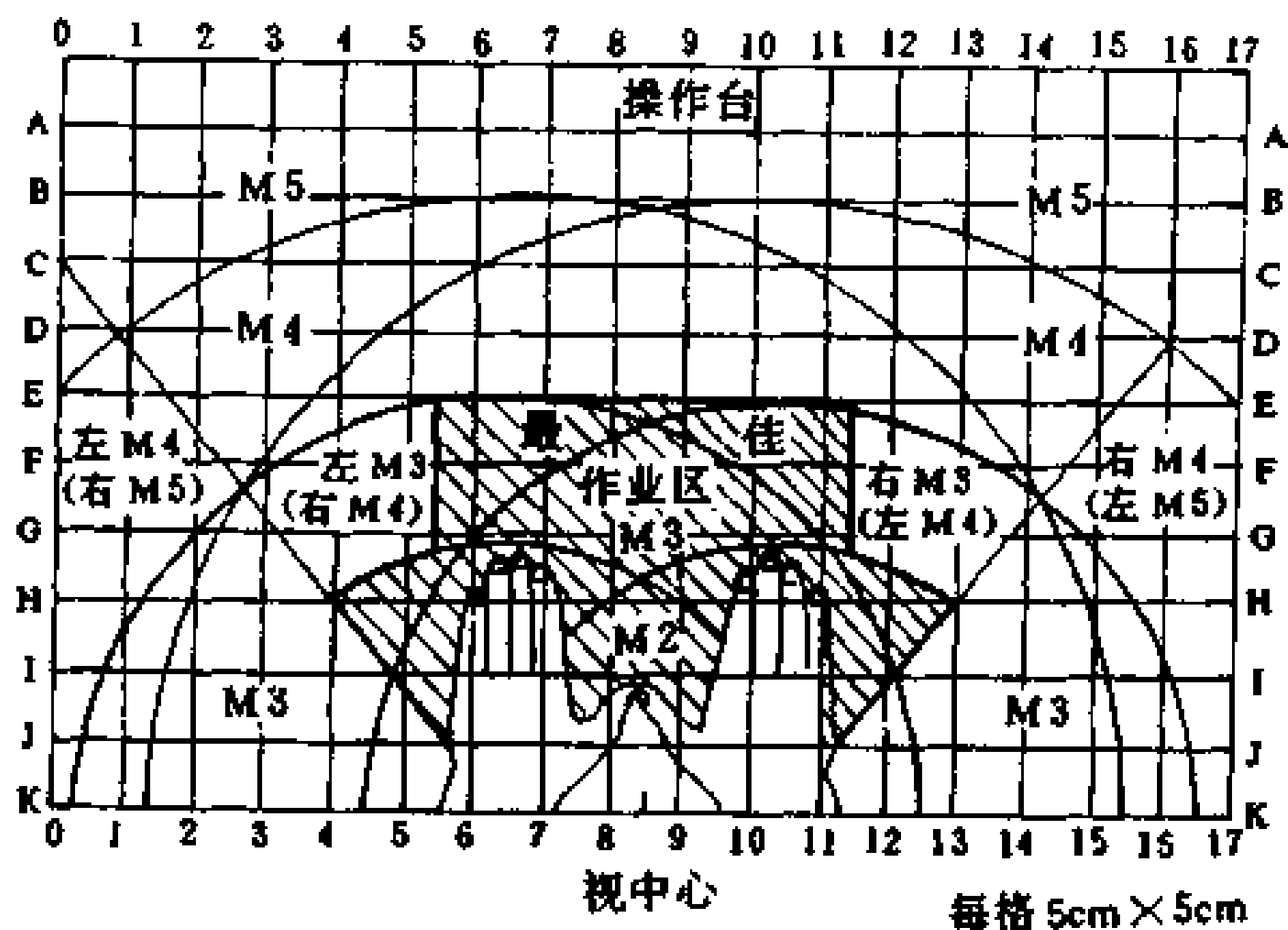


图 11-2 模特排时法移动之作业范围

其动作举例有：把手伸向放在桌子前方的零件；把左手伸向放在桌子左端的工具；把手伸向放在略高于操作者头部的工具。

(5) 大臂尽量伸直的动作 M5 在胳膊自然伸直的基础上，再尽量伸直的动作。另外，将整个胳膊从自己的身体正面向相反的侧面伸出的动作也用 M5 表示。其时间值为 5 MOD，移动距离一般为 45 cm(参考值)。

从劳动生理的角度看，连续做 M5 的动作是不可取的，应尽量减少 M5 的动作。

动作举例有：尽量伸直胳膊取高架上的东西；把手尽量伸向桌子的侧面；坐在椅子上抓放在地上的物体；从自己身体的正面交叉，向相反方向尽量伸手。

(6) 反射动作 反射动作是将工具和专用工具等牢牢地握在手里，进行反复操作的动作。反射动作不是每一次都特别需要注意力或保持特别意识的动作。反射动作是上述各种移动动作的连续反复动作，没有终结动作与其成对出现，所以又称为特殊移动动

作。

反射动作因其是反复操作,所以其时间值比通常移动动作小,有:

手指的往复动作 M1, 每一个单程动作时间为 $\frac{1}{2}$ MOD;

手的往复动作 M2, 每一个单程动作时间为 1 MOD;

手臂的往复动作 M3, 每一个单程动作时间为 2 MOD;

上臂的往复动作 M4, 每一个单程动作时间为 3 MOD。

M5 的动作一般不发生反射动作, 即使有也必须进行改进。所以, 反射动作的时间值最大为 3 MOD。

其动作举例有: 用棒敲盒子; 用布给盒子涂油; 用锤子敲东西; 用橡皮擦字; 盖邮戳。用指甲梳东西或用手指贴封条的动作, 当其反复进行时, 可以看作是反射动作, 指甲或手起到工具的作用。

2. 终结动作

终结动作是移动动作进行到最后时, 要达到的目的动作。如触及或抓住物体, 把拿着的物体移到目的地, 放入、装配、配合等动作。目的不同, 其难易程度不同, 因而决定了不同的动作种类。

终结动作的种类有: 触及、抓, 用 G 来表示; 放置、配合, 用 P 来表示。

触及、抓的动作目的物在手或手指支配下的控制动作, 分为: 触及动作 G0; 简单抓的动作 G1; 复杂抓的动作 G3。

放置、配合动作在工厂里主要表现为放入、嵌入、装配、贴上、配合、装载、隔开等形式, 根据其所进行的放置动作的难易程度分为: 无意识的放置 P0; 大致位置上的配合 P2; 准确配合 P5。

另外, 还有不太需要注意力的动作和需要注意力的动作。在模特排时法的符号标记中, 用(注)表示的动作为需要注意力的动作。

(1) 触及动作 G0 用手指或手去接触目的物的动作。这个动作没有要抓住目的物的意图, 只是触及而已。它是瞬间发生的

动作,所以没有动作时间,因此时间值为 0 MOD。

其动作举例有:碰推键;用手指接触垫圈;碰放在桌子上的橡皮;推放在夹具上的印刷电路板;用两手推卡片的左、右侧面。

(2) 抓的动作 G1 用手指、手简单地抓的动作。用手或手指抓一次物体的动作,非常自然,而没有一点踌躇现象,在被抓物体的附近也没有障碍物。时间值为 1 MOD。

其动作举例有:抓单独放置的一个零件;抓螺丝刀;抓排成一行的小型变压器;抓桌子上的圆珠笔。

(3) 抓的动作 G3(需要注意力) 用 G0 和 G1 的动作不能完成的复杂抓的动作。其时间值为 3 MOD。

这个动作的特点是需要注意力。一般情况下,用两指抓的时候会发生踌躇现象,且当手指或手接触到物体后,只是手指或手简单的闭合是不能抓住的。

其动作举例有:抓放在桌子上的平垫圈(先用指甲抠起来再抓);抓放在零件箱中的一个小螺钉(抓时要同时扒开周围的其他零件);要求按零件的规定位置抓(如从头抓);抓重叠的资料(先用手指拿起一张再抓);轻轻地抓易变形的零件(犹豫一下再抓)。

(4) 放置、放下动作 P0 这个动作是把拿着的东西送到目的地后,直接放下的动作。放置的场所没有特殊的规定,一般不需要注意看,没有时间值,即时间值为 0 MOD。

其动作举例有:将拿着的螺丝刀放到桌子的旁边;将挪近的空气传动装置放回原来的位置;将传送带送来的零件放在自己面前;将用完了的辅助支架放到传送带上;将要检查的零件抓起,堆放在面前。

(5) 放置动作 P2(需要注意力) 往目的地放东西的动作,并需要用眼睛盯着进行一次修正的动作。其时间值为 2MOD。

一般 P2 动作适合于能够大体上确定物体位置或指定位置,虽有配合公差但配合不严的场合。

其动作举例有：将垫圈套在螺栓上；向轴上涂油；把烙铁放在烙铁架上；将作业完了的零件放在传送带的指定位置上；用笔尖触及写字的位置。

(6) 放置动作 P5(需要注意力) 将物体正确地放在所规定的位置或进行配合的动作。它是比 P2 更复杂的动作。P5 需要伴有 2 次以上的修正动作, 自始至终需要用眼睛观察, 动作中产生犹豫, 时间值为 5MOD。

P5 动作一般适合于需要将物体放置在准确位置上, 或需要 X—Y 交点坐标的或配合紧密的或要多方面的人来配合的场合。

其动作举例有：将螺丝刀的头放入螺钉头的沟槽中；将螺母套在螺钉上略拧；把飞轮套在轴上；把旋钮装在电位器轴上；把导线焊到印刷线路板上；把产品铭牌装在规定的位罝；装插头；把外存储器放到规定位置上。

3. 移动动作与终结动作的结合

无论什么动作, 移动动作之后, 必定伴随着终结动作。例如：伸手拿螺丝刀的动作, 其移动动作为 M3, 终结动作为 G1, 其动作符号的标记为 M3G1, 时间值为

$$3\text{MOD} + 1\text{MOD} = 4\text{MOD}$$

拧螺母的动作分析、符号标记及时间值如表 11-8 所示。

使用螺丝刀的动作分析、符号标记及时间值见表 11-9。

表 11-8 拧 螺 母 的 动 作

No	左手动作	右 手 动 作	符号标记	次数	MOD
1	拿着螺栓H	抓螺母 M3 G1	M3 G1		4
2	H	把螺母对准螺栓 M3P5	M3 P5		8
3	H	回转螺母 M1G0 M1P0	M1G0M1P0		2
4	H	继续拧入(M1G0 M1P0) × 10	M1G0M1P0	10	20

表 11-9 使用螺丝刀的动作分析

No	左手动作	右手动作	符号标记	次数	MOD
1	BD	抓螺丝刀 M3G1	M3G1		4
2	BD	把螺丝刀拿到机壳上 M3P0	M3P0		3
3	BD	把刀头放到螺钉头槽内 M2P5	M2P5		7
4	BD	旋转 3 次螺钉(M1G0M1P0) × 3	M1G0M1P0	3	6
5	BD	把螺丝刀放回原处 M3P0	M3P0		3

4. 同时动作

用不同的身体部位,同时进行一样或不一样的两个以上的动作叫同时动作。一般以两手的同时动作为佳(排除一个手闲着的情况)。这样,可以提高工作效率。其动作举例有:

桌上放着橡皮和削尖的铅笔,两手同时伸出,用左手抓橡皮(G1),用右手抓笔(G1),然后放到自己身前。

桌上放着螺钉箱,另在高于头的地方吊着螺丝刀,两手同时伸出,左手抓螺钉(G3),右手抓螺丝刀(G1),拿到身前,螺丝钉槽与螺丝刀尖对好。

桌子上放着零件箱,A箱装有螺钉,B箱装着垫圈,两手同时伸出,左手抓螺钉(G3),右手抓垫圈(G3),然后同时拿到身前安装。

① 两手同时动作的条件

表 11-10 终结动作两手动作分析表

情况	同时动作	一只手的终结动作			另一只手的终结动作		
1	可 能	G0	P0	G1	G0	P0	G1
2	可 能	G0	P0	G1	P2	G3	P5
3	不可能	P2	G3	P5	P2	G3	P5

如表 11-10 所示,两手的终结动作均不需要注意力时,可以同

时动作；只有一只手需要注意力时，可以同时动作；两只手都需要注意力的终结动作，不可能同时进行。

② 两手同时动作的时间值

两手可以同时动作时，时间值大的动作叫做时限动作，它的时间值表示了两手同时动作时间值；时间值小的一方称为被时限动作，它的标记符号加()，表示不影响分析结果。分析举例见表 11-11。

表 11-11 时 限 动 作 举 例 表

No	左手动作	右手动作	标记符号	次数	MOD
1	抓零件 A (M3G1)	抓螺丝刀 M4G1	M4G1		5

左、右手动作的时间值是同一个 MOD 时，可根据哪个是主要动作或哪只手方便来定时限动作。

两手动作都需要注意力时，当两手同时向目的物场所移动的终了瞬间，某只手开始做终结动作，另一只手就要在目的物附近稍为等待到第一只手动作完后，再稍微移动 M2，才能完成其终结动作。这种动作状态如图 11-3 所示。例如，在桌子上放置有零件箱 A 和 B(前方)，两手分别抓两个零件 A 和 B。如果左手先动作，情况如表 11-12 所示。如果右手先动作，情况如表 11-13 所示。

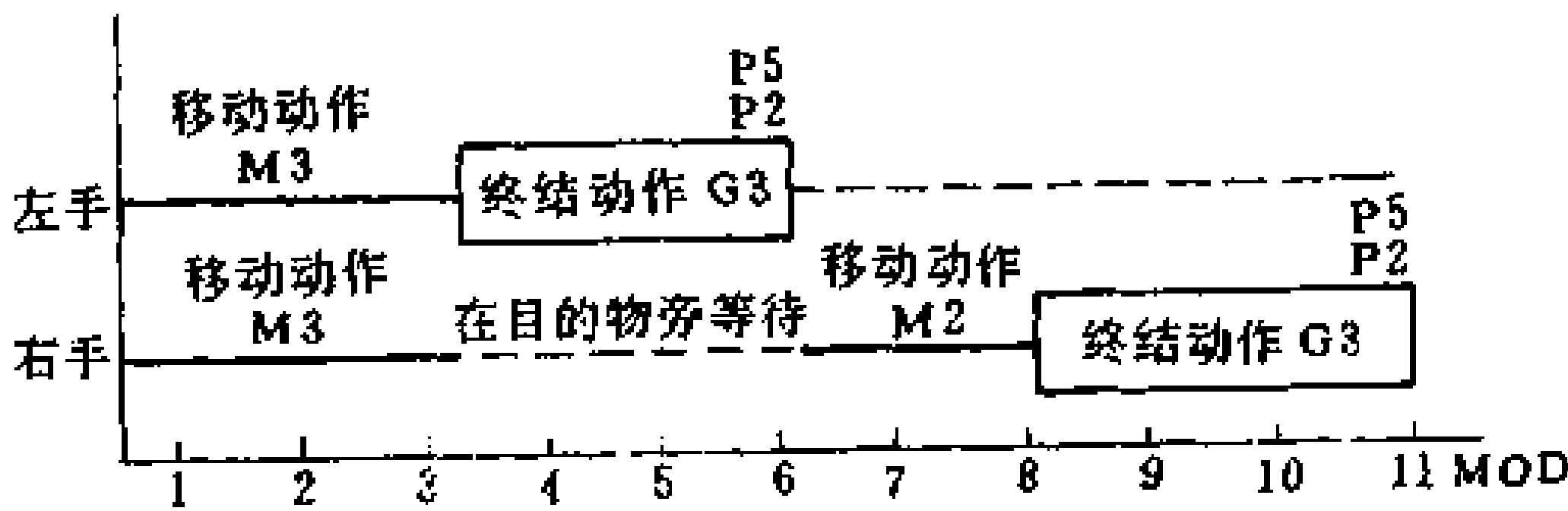


图 11-3 都需要注意力的双手动作状态示意图

表 11-12 左 手 先 动 作 情 况 表

No	左手动作	右手动作	标记符号	次数	MOD
	伸手抓零件A M3G3	伸手抓零件B M4G3	M3G3M2G3		11

表 11-13 右 手 先 动 作 情 况 表

No	左手动作	右手动作	标记符号	次数	MOD
	伸手抓零件A M3G3	伸手抓零件B M4G3	M4G3M2G3		12

从这一例子可见,即使同一动作,若两只手动作先后不同,其时间值也会不同。

二、基本动作——下肢和腰的动作

(1) 蹬踏动作 F3 将脚跟踏在板上,作足颈动作。其时间值为 3MOD。

压脚踏板时,从脚踝关节到脚尖的一次动作为 F3,再抬起返回的动作又为 F3。必要时,连续压脚踏板的动作时间,要使用计时器计算有效时间。

若脚离开地面,再踏脚踏板开关的动作,应判定为下述的 W5。

(2) 步行动作 W5(身体水平移动) 走步使身体移动的动作。回转身体也要挪动脚步,也判定为步行动作。步行时,每一步用 W5 表示,时间值为 5 MOD。

步行到最后的一步,手和臂随之移动的动作作为 M2,这是因为最后的一步动作中,手离目的物已非常近了。

站立的操作者,沿着桌子抓物体时,可能随伸手的动作而一只脚要向前移动一步(或者退回),这是为了保持身体的平衡而加的辅助动作。这种动作应判定为手的移动动作,不用判定为 W5。

搬运重物时,有时步行到目的地的步数与运重物返回的步数不同,这是因为重物的影响,使得每步的步幅大小不同,其时间值要用下述的搬运重量因素 L1 加以修正。

(3) 身体弯曲动作 B17 从站立状态到弯曲身体,蹲下,单膝触地,然后再返回原来的状态的整个过程。其时间值为 17MOD。

曲身、弯腰是以腰部为支点,向前弯伏,使手的位置在膝下面的动作;蹲下实质上是弯膝盖使手在膝下面的动作。因此,B17 动作之后,手(或臂)的移动动作作用 M2 表示。这是因为随着上半身的活动,手很自然地移动到离目的地很近的缘故。

(4) 站起来再坐下的动作 S30 坐在椅子上站起来,再坐下的一个周期动作。站起来时两手将椅子向后面推和坐下时把椅子向前拉的动作时间也包括在里面。其时间值为 30MOD。

三、辅助动作

(1) 搬运动作的重量因素 L1 搬运重物体时,物体的重量影响动作的速度,并且随物体的轻重而影响时间值。因此,应按下列原则考虑:

有效重量小于 2 千克的,不考虑;有效重量为 2~6 千克的,重量因素为 L1,时间值为 1MOD;有效重量为 6~10 千克的,重量因素为 $L1 \times 2$,时间值为 2MOD;以后每增加 4 千克,时间值增加 1MOD。

有效重量的计算原则为:

单手负重,有效重量等于实际重量;双手负重,有效重量等于实际重量的 $\frac{1}{2}$;滑动运送物体时,有效重量为实际重量的 $\frac{1}{3}$;滚动运送物体时,有效重量为实际重量的 $\frac{1}{10}$ 。

两人用手搬运同一物体时,不分单手和双手,其有效重量皆以

等于实际重量的 $\frac{1}{2}$ 计。

重量因素在搬运过程中只在放置动作时附加一次,而不是在抓取、移动、放置过程中都考虑,且不受搬运距离长短之影响。

用手搬非常重的物体,在劳动环境中是不希望的。搬运重物是改善作业方法的着眼点,应考虑用搬运工具。

(2) 眼睛的动作 E2(独立动作) 眼睛的动作分为眼睛的移动(向一个新的位置移动视线)和调整眼睛的焦距两种。每种动作作用 E2 表示,时间值为 2 MOD。

眼睛是人的重要的感觉器官,对于人们的动作起着导向作用。手在移动时,一般要瞬时看一下物体的位置,以控制手的速度和方向。这种眼睛的动作,一般是在动作之前或动作中进行的,而不是特别有意识地使用眼睛的动作,动作分析时,不给时间值。只有眼睛独立动作时,才给眼睛动作以时间值,如:读文件、找图的记号,注意认真检查;为了进行下一个动作,向其他位置转移视线或调整焦距。

一般作业中,独立地使用眼睛的频率不多。在生产线上装配工序和包装工序中,进行包含某种检查因素的作业,一般都是同其他的动作同时进行的,所以要很好地进行观察分析,不能乱用 E2。

人们的眼睛不可能在广阔的范围看清物体,一般把可以看得非常清楚的范围叫做正常视野。在正常视野内,不给眼睛动作时间值。但是,在正常视野内,对于调整焦距的动作,在必要时给以 E2,因为在眼睛动作中,移动视线时不能同时调整眼睛的焦点。从正常视野内向其他点移动视线的时候,用 E2 进行的动作约在 30°和 20 cm 的范围内。

看更广的范围时,伴随眼球运动,还有头的辅助作用,而且两者同时进行,这时相当于 110°的范围,应给予 E2(眼的移动)×3 的时间值(不分析头的动作)。

(3) 矫正动作 R2(独立动作) 矫正抓零件和工具的动作,或将其回转,或改变方向而进行的动作。这种复杂的手指和手的连续动作,用 R2 表示。在一只手指和手掌中进行的动作时间值为 2 MOD。

注意只限于用 R2 进行的动作,才给予时间值。其动作举例有:抓螺丝刀,很容易地转为握住;抓垫圈,握在手中;把有极性的零件(如二极管、电解电容等)拿住,并矫正好方向;把握在手中的几个螺钉,一个一个地送到手指;把铅笔拿起,矫正成写字的方式。

在操作过程中,操作熟练者为了缩短动作时间,在进行前一个动作时,已经使用身体其他部位着手下一个动作的准备,这一个矫正准备动作,不给予时间值。如用 M4 的动作抓零件或工具,运到手前。在其移动过程中,矫正成为最容易进行下一个动作的状态(改变其位置或方向)。这种状况,只记移动和抓的时间值,不记矫正时间值。

(4) 判断动作 D3(独立动作) 动作与动作之间出现的瞬时判定。这个判断动作及其反应的动作,用 D3 表示,时间值 3MOD。

其动作举例有:检查时的单纯判断动作;判断计量器具类的指针、刻度;判断颜色种类;对声音的瞬时判断;判断灯泡灯丝是否断掉。

D3 适用于其他一切动作间歇的场合。

在流水线生产中,检查产品(或零件)是否合格,只有当判断出次品时,才加 D3 动作时间值,跟其他动作同时进行的判断动作不给 D3 时间值。眼睛从看说明书移向看仪表指针,判断指针是否在规定的范围内,此动作应分析为 E2E2D3。

(5) 加压动作 A4(独立动作) 在操作动作中,需要推、拉以克服阻力的动作,用 A4 表示,时间值为 4 MOD。

A4 一般是在推、转等动作终了后才发生。用力时,发生手和胳膊或脚踏使全身肌肉紧张的现象。

其动作举例有:铆钉对准配合孔用力推入;用力拉断电源软

线;用力推入配合旋钮;螺丝刀最后一下拧紧螺丝钉;用手最后用力关紧各种闸阀。

A4 是一独立动作,当加压在 2kg 以上,且其他动作停止时,才给予 A4 时间值。

上述动作举例中,加力时伴有少许移动动作,此移动动作不用分析,不给时间值。

(6) 旋转动作 C4 为使目的物作圆周运动,而回转手或手臂的动作,即以手或肘关节为轴心,旋转一周的动作,如搅拌液体、旋转机器手柄等。用 C4 表示,时间值为 4MOD。

旋转 1/2 周以上的才为旋转动作,旋转不到 1/2 周的应作为移动动作。

带有 2kg 以上负荷的旋转动作,由于其负荷大小不同,时间值也不相同,应按其有效时间计算。

第四节 动作的改进

根据应用模特排时法的实践经验,对改善各种动作的着眼点归纳整理如下。

1. 替代、合并移动动作 M

- (1) 应用滑槽、传送带、弹簧、压缩空气等替代移动动作。
- (2) 用手或脚的移动动作替代身体其他部分的移动动作。
- (3) 应用抓器、工夹具等自动化、机械化装置替代人体的移动动作。

(4) 将移动动作尽量组合成为结合动作。

(5) 尽量使移动动作和其他动作同时动作。

(6) 尽可能改进急速变换方向的移动动作。

2. 减少移动动作 M 的次数

- (1) 一次运输的物品数量越多越好。

- (2) 采用运载量多的运输工具和容器。
- (3) 两手同时搬运物品。
- (4) 用一个复合零件替代几个零件的功能,减少移动动作次数。

3. 用时间值小的移动动作替代时间值大的移动动作

(1) 应用滑槽、输送带、弹簧、压缩空气等,简化移动动作,降低动作时间值。

- (2) 设计时尽量采用短距离的移动动作。
- (3) 改进操作台、工作椅的高度。
- (4) 将上下移动动作改为水平、前后移动动作。
- (5) 将前后移动动作改为水平移动动作。
- (6) 用简单的身体动作替代复杂的身体动作。
- (7) 设计成有节奏的动作作业。

4. 替代、合并抓的动作 G

- (1) 使用磁铁、真空技术等抓取物品。
- (2) 抓的动作与其他动作结合,变成同时动作。
- (3) 即使是同时动作,还应改进成为更简单的同时动作。
- (4) 设计成能抓取两种物品以上的工具。

5. 简化抓的动作 G

- (1) 工件涂以不同颜色,便于分辨抓取物。
- (2) 物品做成容易抓取的形状。
- (3) 使用导轨或限位器。
- (4) 使用送料(工件)器,如装上、落下送进装置,滑动、滚动运送装置等。

6. 简化放置动作 P

- (1) 使用制动装置。
- (2) 使用导轨。
- (3) 固定物品堆放场所。

- (4) 同移动动作结合成为结合动作。
- (5) 工具用弹簧自动拉回放置处。
- (6) 一只手做放置动作时,另一只手给予辅助。
- (7) 工件采用合理配合公差。
- (8) 两个零件的配合部分尽量做成圆形的。
- (9) 工具的长度尽可能在 7cm 以上,以求放置的稳定性。

7. 尽量不使用眼睛动作 E2

- (1) 尽量与移动动作 M、抓的动作 G 和放置动作 P 结合成为同时动作。
- (2) 作业范围控制在正常视野范围内。
- (3) 作业范围应豁亮、舒适。
- (4) 以声音或触觉进行判断。
- (5) 使用制动装置。
- (6) 安装作业异常检测装置。
- (7) 改变零件箱的排列、组合方式。
- (8) 使用导轨。

8. 尽量不做校正动作 R2

- (1) 同移动动作 M 组合成为结合动作。
- (2) 使用不用校正动作 R2 而用放置动作 P 就可完成操作动作的工夹具。
- (3) 改进移动动作 M 和放置动作 P,从而去掉校正动作 R2。

9. 尽量不做判断动作 D3

- (1) 与移动动作 M、抓的动作 G 和放置动作 P 组合成同时动作。
- (2) 两个或两个以上的判断动作尽量合并成为一个判断动作。
- (3) 设计成没有正反面或方向性的零件。
- (4) 运输工具和容器涂上识别标记。

10. 尽量减少脚踏动作 F3

(1) 与移动动作 M、抓的动作 G 和放置动作 P 尽量组合成为同时动作。

(2) 用手、肘等的动作替代脚踏动作。

11. 尽量减少按、压动作 A4

(1) 利用压缩空气、液压、磁力等装置。

(2) 利用反作用力和冲力。

(3) 使用手、肘的加压动作代替手指的加压动作。

(4) 改进加压操作机构。

12. 尽量减少行走动作 W5、身体弯曲动作 B17、站起来动作 S30

(1) 设计使工人一直坐着操作的椅子。

(2) 改进作业台的高度。

(3) 使用零件、材料搬运装置。

(4) 使用成品搬运装置。

(5) 前后作业相连接。

表 11-14、11-15 为国内某无线电厂电子枪装配生产线用模特法所表示的操作人员程序图(改进前和改进后)。作业名称为:管针修正,灯丝冷阻测量。改进前的操作情况见操作人程序图(改进前),按照上述的改善各种动作着眼点进行改进,将左手取修正规并持住,改进为用一修正测量器架(图 11-4)。工作时,将电子枪插入到修正测量器架后,在电子枪管针修正的同时也测量其冷阻。由改进后的操作人程序图可见,改进后工序压缩率为 42.79%。

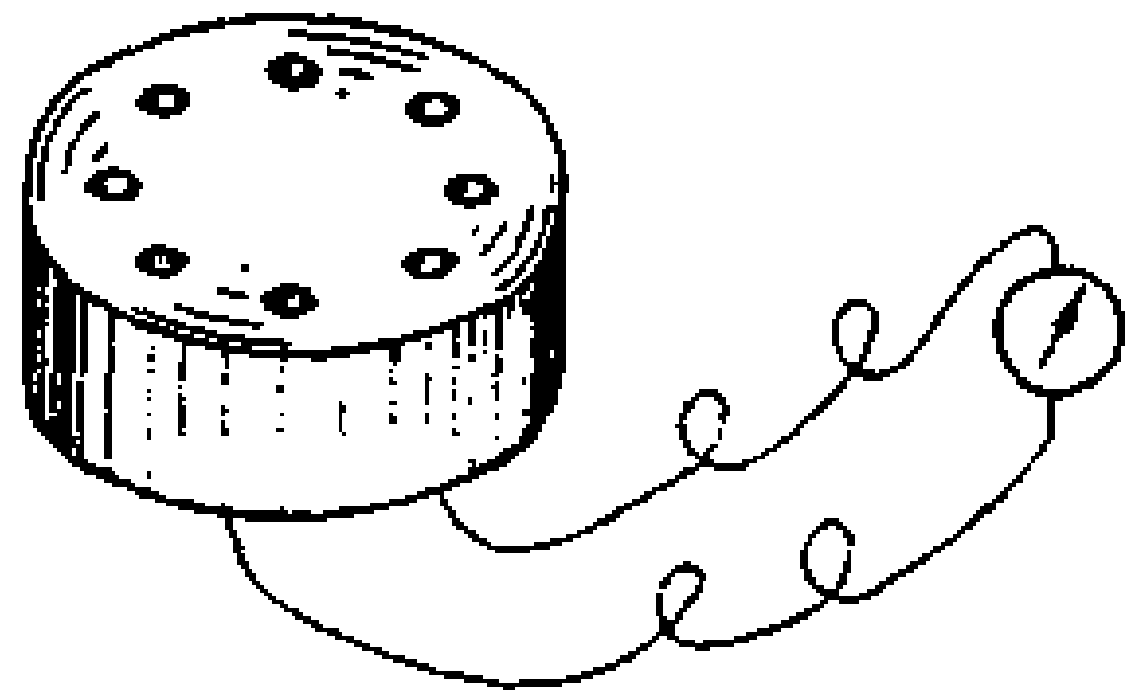


图 11-4 修正测量器架

表 11-14 电子枪管针修正、灯丝冷阻测量

件名	电 子 枪	状态	改进前	改进后	工 序	压 缩 率
操 作	管针修正、灯丝冷阻测量	周程 (MOD)	1 297	742	$\frac{\text{改进前时间} - \text{改进后时间}}{\text{改进前时间}} \times 100\%$ $= \frac{1\,297 - 742}{1\,297} \times 100\% = 42.79\%$	
地 点	电子枪装架间					
研 究 量	一盒(25支)	周程 时间 (min)	2.7	1.6		
绘 制						
日 期	1989年3月~9月					
审 核						
操 作 人 程 序 图 (改进前)						
左手动作			右手动作			
动 作 叙 述	时间 (MOD)	分析式	分析式	时间 (MOD)	动作叙述	
将待修盒置于面前	7	M3G1M3P0 M3G3M3P0	M2G1M2P0 (M3G1) × 25 (M3P2) × 25 (M3G1M2P5) × 25 (M2P0) × 25 (M3G1M2P0M3P0) × 25		将空盒移至近旁	
取修正规并待住	9					
		M3G1M3P0 (M3G3R2 + 2M3P0) × 5	M3G1M3P0M3P0	100	拿一支枪	
				125	插入修正规中	
				275	握住排气管往下拉	
				50	往上推	
				225	取出放入盒中	
		M3G1M3P0		10	将修完盒转到下工位	
					辅助左手	
将待检枪移至近旁	7	M3G3R2 + 2M3P0) × 5	M3G3R2M3P0 (M2P5E2 + 2D3) × 25	11	取测量笔头	
抓5支枪在手中排好	65			375	测量冷阻	
		(M3P2) × 5				
放入盒中	25			3	放下测量笔头	
				10	将检完盒转到下工位	
合 计	113			1 184		

表 11-15 灯丝冷阻测量的改进操作人程序图

改 进 要 点					
改 进 前		改 进 后			
修正管脚、测冷阻两道工序分开；测冷阻时易漏测		修正管脚与冷阻两工序合并，采用新式管脚规，可同时测冷阻			
操 作 人 程 序 图（改进后）					
左 手 动 作		右 手 动 作		动 作 叙 述	
动 作 叙 述	时间 (MOD)	分 析 式	分 析 式	时间 (MOD)	动 作 叙 述
将待修盒移到近旁	7	M3G1M3P0 (M3G1) × 2S (M3P2) × 2S (E2 × 2 + D3) × 2S (M3P0M3P0) × 2S	(M3G1) × 2S (M2P5) × 2S (M2P0) × 2S M3G1M3P0M3P0		
拿一支枪	100				
插入修正测量器架	125				握住排气管
				175	往下拉
看表判断	175				
取出放入盒中	150				往上推
				10	将检完盒转到下工位
合 计	557				

第五节 应用模特法制定标准时间

标准时间的计算式见第九章,即

$$\text{标准时间} = \text{正常时间} \times (1 + \text{宽放率})$$

用模特法确定的时间即正常时间,不需评比。

具体的计算方法和步骤以实例说明如下:

在车床上松开三爪卡盘将零件取下,再夹紧一下毛坯,确定这一作业正常时间和标准时间。

1. 操作方法

左手伸出取下 T 型扳手,移向并插入三爪卡盘的调整孔,双手松开卡盘。右手取放零件后,再拿起毛坯放入卡盘,同时左手旋转 T 型扳手,稍微拧紧毛坯,右手随即取一金属块(或 T 型扳手),敲打毛坯以校正毛坯的夹持。然后,双手用力旋转 T 型扳手夹紧毛坯,左手将 T 型扳手从调整孔中取出放回原处。

2. 动作分析

第一个动作组合:左手伸出去拿起 T 型扳手,并移向三爪卡盘的调整孔中,右手同时伸向三爪卡盘并拨转卡盘使调整孔的位置便于 T 型扳手插入。

第二动作组合:双手用力放松卡盘,左手握持 T 型扳手,右手同时取出零件,放入零件箱中。

第三个动作组合:右手拿起毛坯并放入三爪卡盘,左手旋转 T 型扳手以稍微拧紧毛坯,右手取拿 T 型扳手敲打毛坯以校正毛坯的夹持,同时左手旋转卡盘以便右手敲打需要矫正的毛坯部位。

第四个动作组合:右手将 T 型扳手插入调整孔,双手用力旋转 T 型扳手。这样的动作一般要换插 2~3 个调整孔,以夹紧毛坯。然后将 T 型扳手放在主轴箱盖上,双手继续下一操作内容。

3. 按模特法作出动作分析式

第一个动作组合：

①左手：伸手取 T 型扳手，移向并插入卡盘调整孔

M4G1 M4P5

②右手：移向卡盘，拨动卡盘 M4G0 M3P0

MOD 值： $5 + 9 = 14 \text{ (MOD)}$

第二个动作组合：

①左手：扶持扳手

右手：移向并握取扳手 M3G1

②双手用力放松扳手 M4P0A4

③左手：扶持扳手

右手：伸向零件 M4G1

④左手：旋松卡盘，扶持扳手 M2P0

右手：扶持零件

⑤左手：扶持零件

右手：取出零件，转身放入零件箱 M3P0 W5M2P2

MOD 值： $4 + 8 + 5 + 2 + 12 = 31 \text{ (MOD)}$

第三个动作组合：

①左手：扶持扳手，当毛坯插入时，旋转扳手，夹紧毛坯

M2P0

右手：移向并取出毛坯，转身插入卡盘 M4G1 W5M2P2

②左手：取起扳手，交给右手 M3P0

右手：接起扳手 M2G1

③左手：移向卡盘，拨动卡盘两次 M3G0(M3P0M2G0) × 2

MOD 值： $2 + 14 + 3 + 13 = 32 \text{ (MOD)}$

第四个动作组合：

①左手：移向并握持扳手，插入调整孔 M3G0 M2P2

右手：移动扳手，让左手握取，同时插入调整孔

M3P0 M2P2

- ②双手用力夹紧毛坯 M3P0A4
 - ③双手取出扳手移入下一个调整孔,再用力夹紧 M3P2
M2P0A4
 - ④左手取出扳手,放到主轴箱盖上 M3G0 M4P0
- MOD 值:7+7+11+7=32(MOD)

以上四个动作组合的 MOD 值总计为

14+31+32+32=109(MOD)

4. 计算标准时间

按表 11-16 取宽放率为 22%,将 MOD 总计值代入标准时间
计算式(1MOD=0.129 s),则

标准时间 =109(1+22%)×0.129
=17.17(s)

表 11-16 各种车间的宽放率举例

工 种	作业 宽放 (%)	车间 宽放 (%)	私事 宽放 (%)	疲劳 宽放 (%)	其它 宽放 (%)	合计 (%)	备 注
机械加工 (小件)	5	3	3	4	5	20	小型电机零件 加工车间
	←				→	25	
	5	3	3	4	—	15	
机械加工 (大件)	10	5	4	5	2	26	重型电机零件 加工车间
	7	5	3	7	—	22	加工车间
装 配	7	5	3	3~8	1	18~23	
	5	4	3	5	—	17	家电装配车间
	18		4	4~8	—	26~30	车 间

第六节 模特法实例

某厂在国外引进了一套录音机电机总装流水线,现介绍该厂如何用模特法来平整流水生产线。其操作程序图如图 11-5 所示。电机零部件共有 11 个,如图 11-6 所示。

- ① 转子与电刷组件组装
- ② 定子组装
- ③ 本体铆接
- ④ 波形检查
- ⑤ 稳速电路板焊接
- ⑥ 锡焊 R_1 电阻
- 1 ⑦ 调整转速,性能测试
- 2 ⑧ 外壳组装
- ⑨ 压入侧板
- 3 ⑩ 总测、包装

图 11-5 录音机电机装配
操作程序图

一、应用 MOD 法确定各工位工作量

第 1 工位 转子与电刷组件组装:把电刷组件、转子、定子依次组装成电机本体。双手操作范围约 45 cm。

1. 作业前的准备

- (1) 电刷压簧打开夹具(图 11-7)。
- (2) 周转箱放置架。

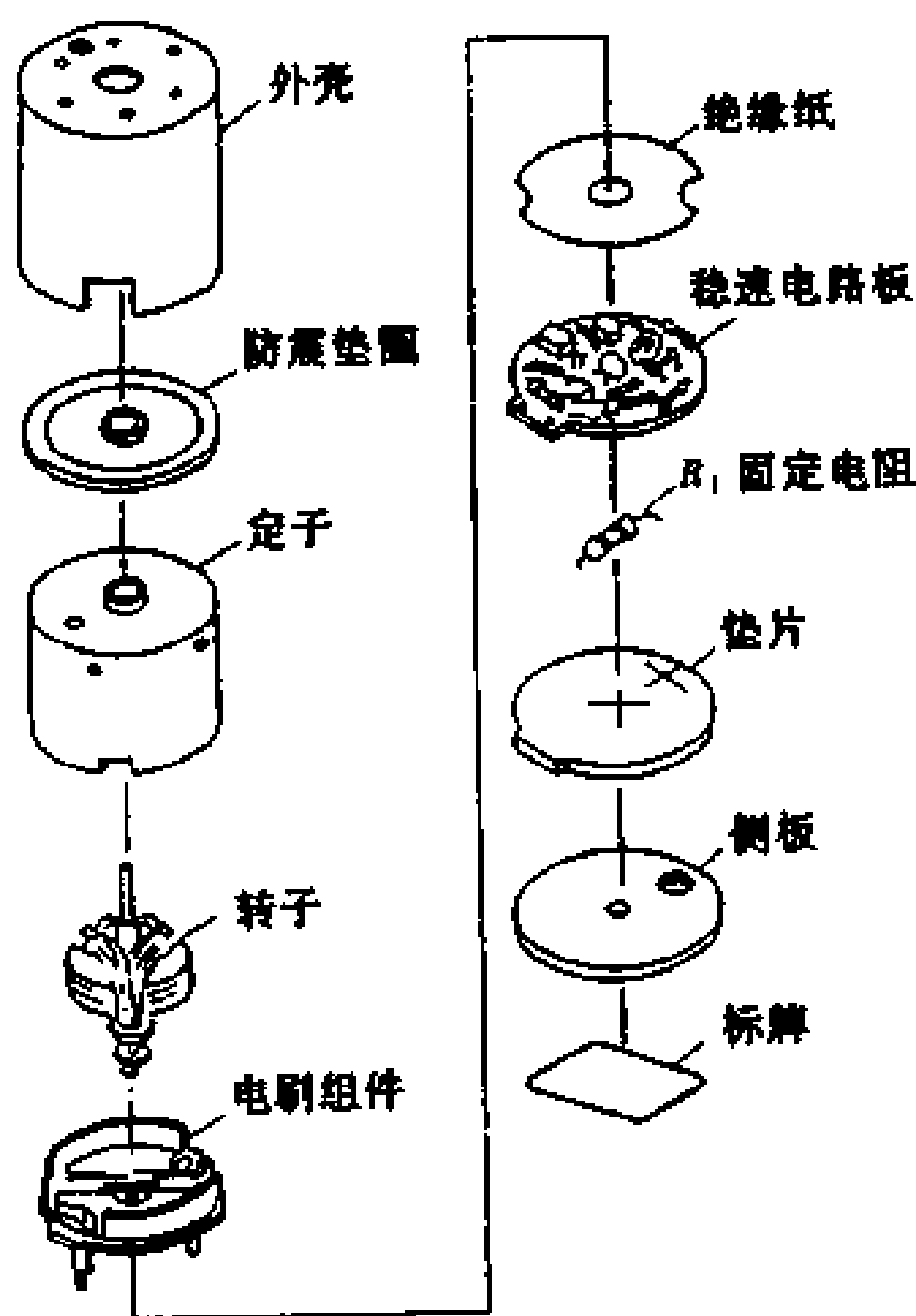


图 11-6 录音机电机零部件示意图

- (3) 转子周转箱, 转子在箱内整齐插放。
- (4) 定子周转箱, 定子在箱内整齐插放。
- (5) 小型传送带。
- (6) 镊子、卡尺等。

2. 作业要素说明

(1) 电刷压簧打开方式如图 11-8 所示。左手持住夹具, 右手将电刷组件放置在夹具上。夹具上的两销针插入电刷光面一侧, 然后用左手指根部固定夹具不动, 用指尖把电刷组件按逆时针方向旋转一下即打开。操作时, 销针不准插入阻尼线圈一侧或用销针压迫电刷压簧, 旋转角度以能插入转子轴为宜。

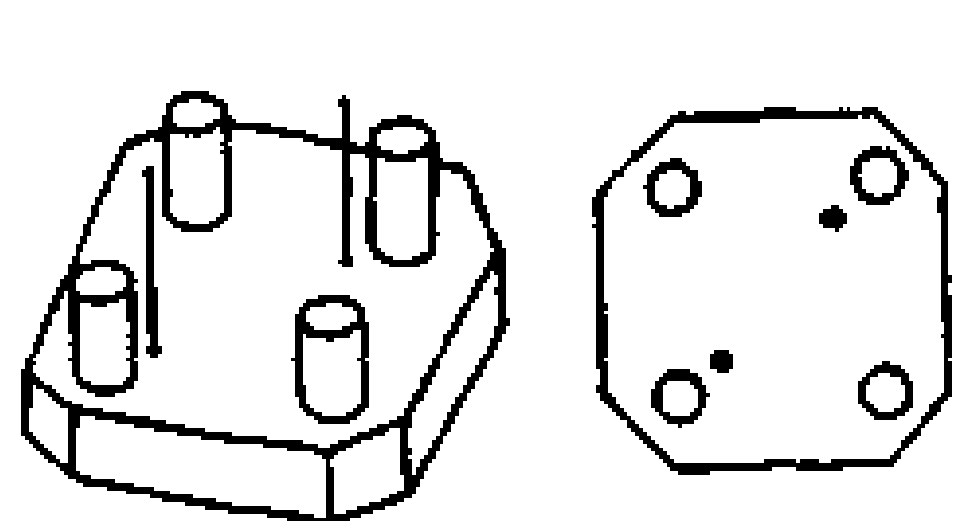


图 11-7 电刷压簧打开夹具



图 11-8 电刷压簧打开操作示意图

(2) 电刷组件压簧打开后, 右手拿转子, 对准插入电刷组件上, 见图 11-9。转子插入时, 挡油环不能接触电刷压簧, 以免碰坏。转子插入后, 右手转动一下以检查配合情况, 同时拿着夹具的左手将电刷压簧恢复到原来的状态并压紧。

(3) 转子插入后, 目测电刷压簧是否对准刷环中心, 见图 11-10。

(4) 装配定子时, 由于磁力的作用, 要用食指顶住定子轴承部位, 推压轴的尾端进行组装, 见图 11-11。组装时, 定子、转子、电刷组件呈水平状态装入, 转子不要连接到定子的磁铁上, 电刷压簧不许变形。定子插入转子轴后需转动调整定子与电刷组件的位置, 使定子缺口与电刷组件凸舌对准后装入。

表 11-17 第 1 工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:电刷组件、转子、定子组装				工作地布置简图				(略)								
工位序号: 1																
定 员: 1																
操 作 者:																
MOD 数: 40 时间: 5.16 s																
日 期:																
单 元	左 手	右 手	时 间		动 作 叙 述		分 析 式		次 数		MOD		次 数		分 析 式	
1	持住夹具										9		1		M3G1 M3P2	取电刷组件放置在夹具中
2	旋转电刷组件,打开压簧。转子插入后,将压簧恢复原状,同时手指根部放松,让夹具自行脱落						M1P0 M1P0		1		12		1		M4G1 M4P2 M1P0	取转子插在电刷组件上,并转动一下,同时用肉眼检查电刷压簧是否对准刷环中心
3	持住夹具和电刷组件										14		1		M3G1 M3P5 R2	取定子装在转子轴上,并调整缺口方向
4	持住夹具										5		1		M3P2	将电机放在传送带上,并将电机轴插入传送带槽中

操作说明:①第 1 单元中的用眼动作属结合动作,不计时间。

②第 3 单元的放置动作如图 11-8 所示,定子孔的位置被其外壳挡住,放置时有较高难度,故分析为 P5;放置距离小于 25 mm,则不考虑移动动作。

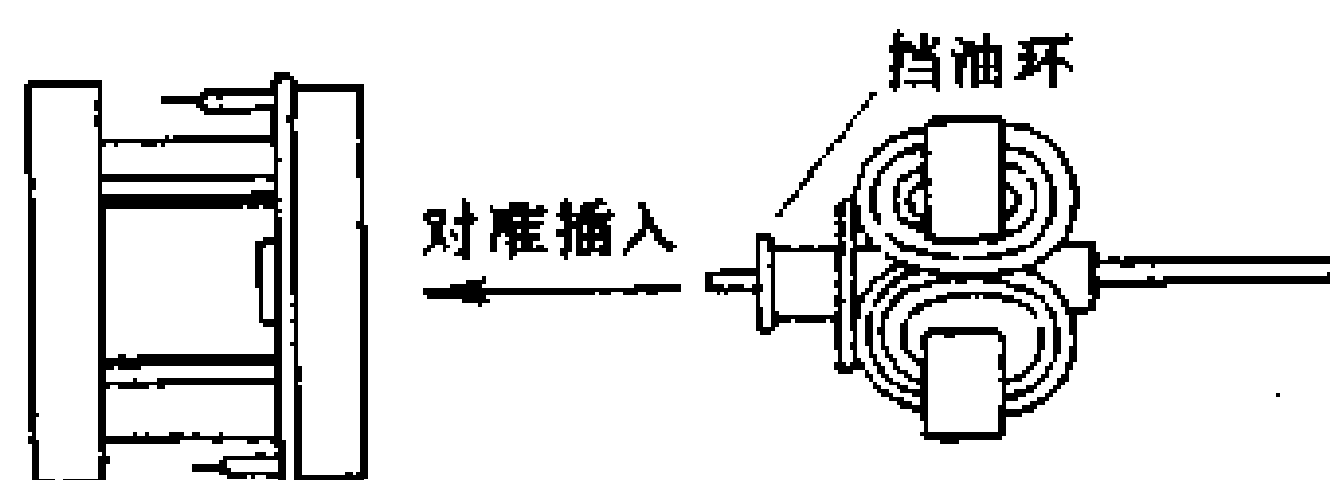


图 11-9 转子插入示意图

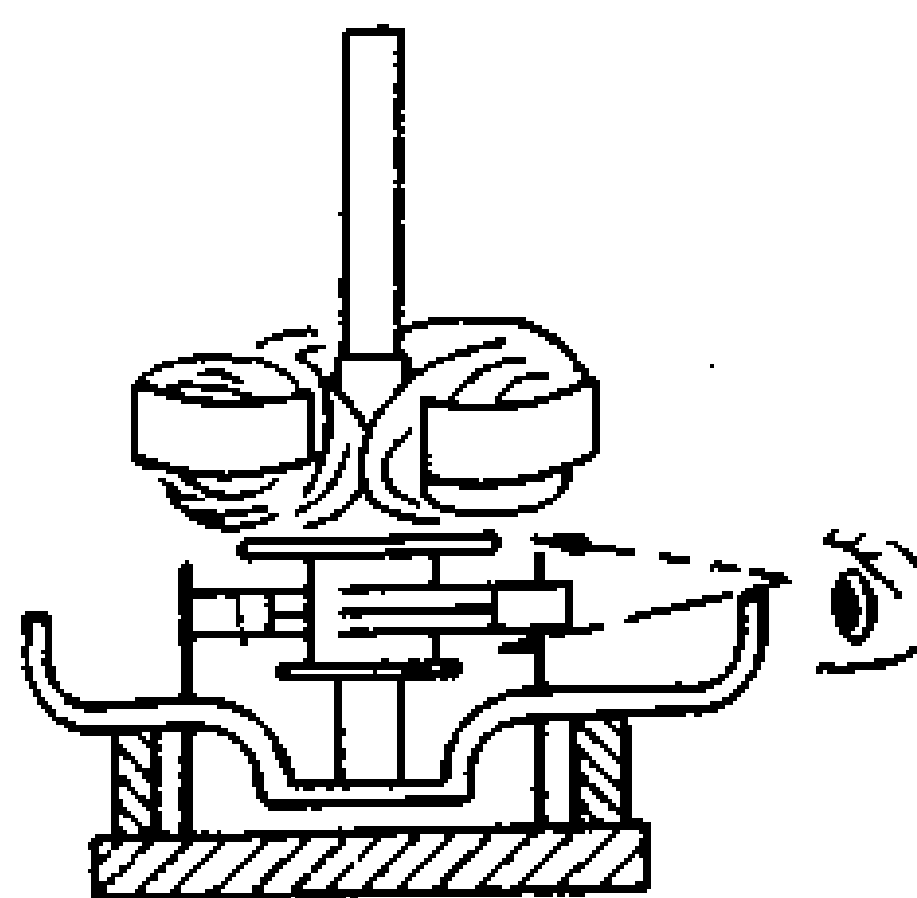


图 11-10 目测检查电刷压簧是否对准刷环中心

(5) 操作过程中如发现电刷压簧变形,可用镊子修正后再进行组装。

3. 动作因素分析(双手操作程序图)

表 11-17 为第 1 工位的双手操作程序图。

第 2 工位 本体铆接:将电机本体在铆接机上进行铆合,使定子外壳与电刷组件成为一体,并兼测试电机性能。双手活动范围约 35 cm。

1. 作业前的准备

- (1) 电机本体铆接装置。
- (2) 示波器。
- (3) 直流稳压电源电流表。
- (4) 电机周转箱。
- (5) 测试夹具。
- (6) 钳子、镊子、尼龙锤等。



图 11-11 装配定子示意图

表 11-18 第 2 工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:本体铆接及测试				工作地布置简图 (略)			
工位序号: 2							
定 员: 1							
操 作 者:							
MOD 数: 38 时间: 4.902 s							
日 期:							
单 元	左 手		时 间		右 手		
	动 作 叙 述	分析式	次数	MOD	分析式	动 作 叙 述	
1	取电机本体移向铆合夹具	M3G1 M3P0	1	9	M3P2 M3G1	将测试好的电机整齐放在周转箱内,然后取铆合好的电机	
2	放置在夹具中	M2P2	1	4	M2P0	手握电机,移向铆接机开关	
3	手收回持住测试夹具	M3P0	1	6	M1G0 M3P2	小指触动开关后,将电机插入左手的测试夹具	
4	用眼观察电流表、示波器,判断是否合格	E2D3	2	10		持住电机	
5	拇指加负载,判断波形是否正常	M1G0 D3	1	4		持住电机	
6	持住电机			3 2	M2G1 $\frac{1}{2}$ M1P0	抓取电机轴端,来回拉动两次,手感检查轴向间隙	

操作说明:1. 左手最后的放手动作与第一单元中的 M3 动作重合,所以不计时间。

2. 测试夹具始终握在左手中,没有取放动作。

3. 第六单元中右手拉动电机轴的动作属反射动作,故分析为 $\frac{1}{2}$ M1P0。

2. 作业要点说明

(1) 左手取电机本体放在铆接机的夹具上,并使夹具上的定位销与定子外壳的定位孔对合,然后右手触动开关启动铆接机。铆合部位见图 11-12,铆合后的电机上下轴承不偏移,铆接的松紧程度以使钳子只能稍许插入电刷组件为宜。

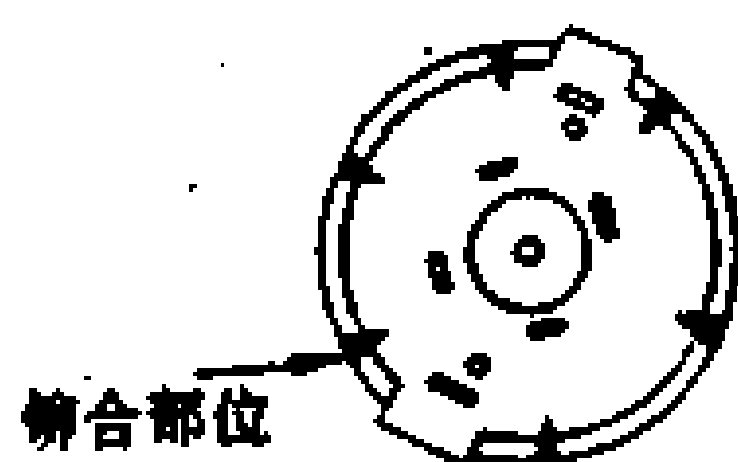


图 11-12 铆合部位示意图

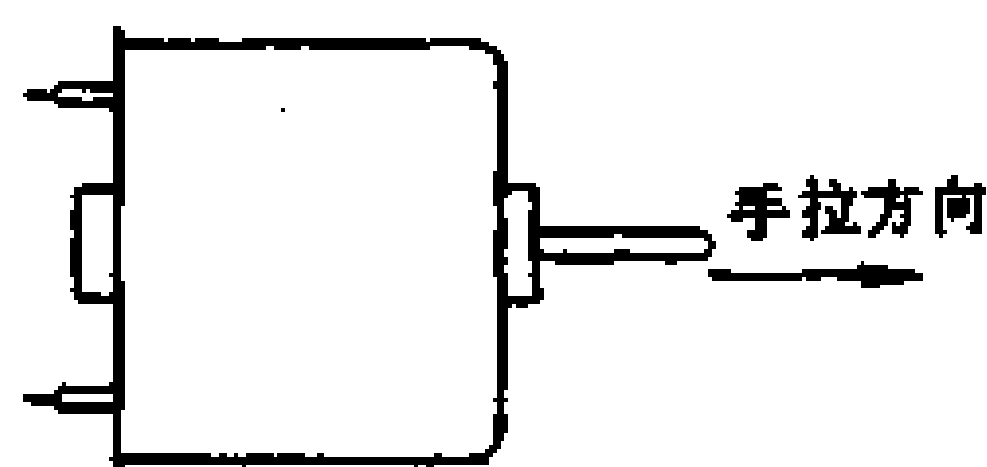


图 11-13 轴向检验示意图

(2) 根据电机转动声音和观察电流表指针和示波器波形,判断铆接是否符合要求。再用拇指按住电机轴加负载,观察波形来进行判断。

(3) 用右手凭手感检验电机轴向间隙(图 11-13),间隙为 $0.07 \sim 0.63\text{mm}$ 。

3. 动作因素分析(双手操作程序图)

表 11-18 为第 2 工位的双手操作程序图。

第 3 工位 稳速电路板焊接:将铆合好的电机本体焊上稳速电路板。双手活动范围约 35 cm。

1. 作业前准备

- (1) 自动焊接机。
- (2) 稳速电路板装配夹具。
- (3) 接线柱弯曲夹具。
- (4) 扁嘴钳、 $\varnothing 1.2\text{ mm}$ 松香焊锡丝等。
- (5) 传送带。

2. 作业要点说明

(1) 左手将铆接好的电机本体放置在稳速电路板装配夹具

表 11-19 第 3 工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:焊接稳速电路板				工作地布置简图				(略)					
工位序号: 3													
定 员: 1													
操 作 者:													
MOD数: 38 时间: 4.902 s													
日 期:													
单 元	左 手		时 间		右 手								
	动 作 叙 述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动 作 叙 述						
1	将电机本体放置在装配夹具上	M2P2	1	10	1	M3G3	取绝缘纸						
2	取稳速电路板	M3G1	1	4	1	M2P2	放置在电机本体上						
3	放置在电机本体上并按住	M3P2	1	5	1	M2P0 R2	离开电机后调整一只手中弯曲 夹具的位置						
4	持住电机			8	4	M2P0	用弯曲夹具将接线柱向外弯曲						
5	取出装配夹具上的电机放置 在焊接机的夹具上,启动开关后 握取下一个电机	M3P2 M2G0 M3G1	1	11	1	M3G1 M3P0	伸手取出焊接机上焊好的电 机,放置在传送带上						

上,右手取绝缘纸放在电机本体上,然后左手再取稳速电路板放置其上。各零件依次放置位置见图 11-14。

(2) 右手拿接线柱弯曲夹具将电刷组件上的接线柱向外弯曲,见图 11-15。

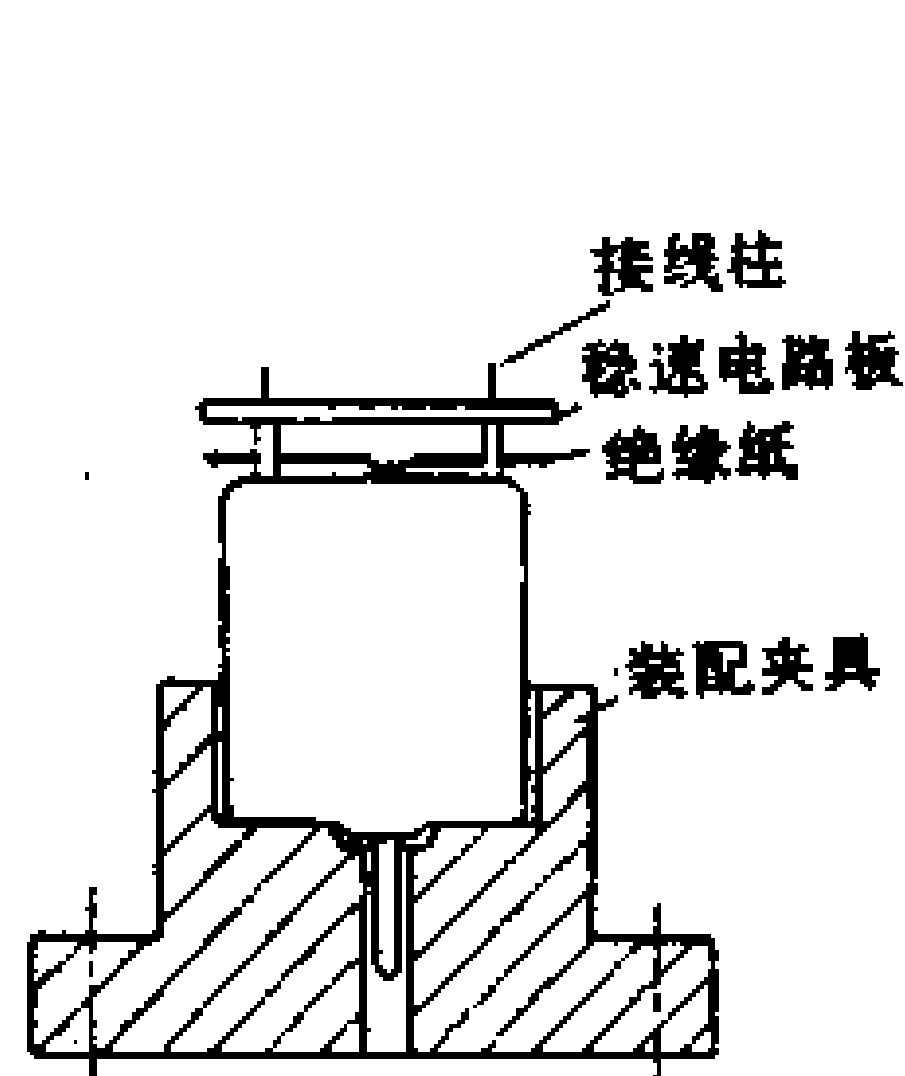


图 11-14 零件依次装配位置

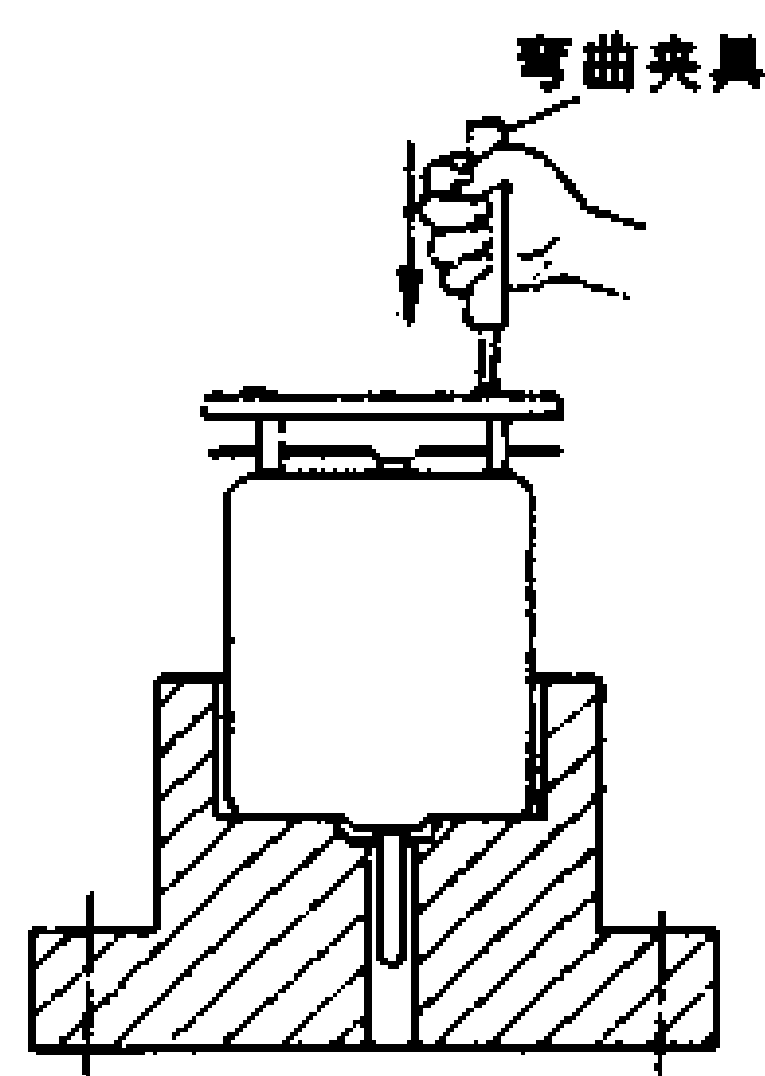


图 11-15 将接线柱向外弯曲

(3) 要注意检查自动焊接机的焊锡质量,如出现牛角焊、堆焊和少焊的现象,应修正。

(4) 接线柱弯曲夹具平时用右手的食指、中指和拇指夹持住,以减少取放动作。

3. 动作因素分析(双手操作程序图)

表 11-19 为第 2 工位的双手操作程序图。

第 4 工位 锡焊 R_1 固定电阻:双手活动范围约 35cm。

1. 作业前的准备

- (1) 焊锡作业夹具。
- (2) $\varnothing 4\text{mm}$ 焊丝,20W 内热式电烙铁。
- (3) 小型电烙铁冷却存放装置。
- (4) 传送带。
- (5) 排风扇、镊子、海绵、烙铁尖温度计等。

表 11-20 第 4 工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:锡焊 R ₁ 固定电阻		工作地布置简图				(略)									
工位序号: 4															
定 员: 1															
操 作 者:															
MOD 数: 41 时间: 5.289 s															
日 期:															
单 元		左 手		时 间		右 手									
		动 作 叙 述		分析式		次数		MOD		次数		分析式		动 作 叙 述	
1	将电机放置在焊锡作业夹具上持住		M3P2		1		5 5		1		M3G1 M3P2		取 R ₁ 电阻放置在电机的稳速电路板上		
2	用中指按住电阻,食指和拇指送焊丝对准其焊接部位		M1G0 M1P2		1		4						持住手中烙铁,做好焊接准备		
3	持住						20		2		M2P2 M2P0 焊丝熔 化时间 4MOD		焊 R ₁ 电阻		
4	取传送带上的下一个电机		M3G1		1		7		1		M2G1 M3P0		提取焊好的电机,将它放置在传送带上		

2. 作业要点说明

(1) 左手取电机放置在焊锡夹具上,右手拿 R_1 固定电阻。电烙铁始终用食指、中指和拇指持住,以减少烙铁的取放动作。

(2) 为减少锡焊丝的取放和缠绕动作,将锡焊丝固定在左手食指上(固定松紧程度适中,固定方法见图 11-16),操作时用拇指不断向前推进。



图 11-16 焊丝固定方法示意图

(3) R_1 固定电阻形体较小,为了改善握取动作,可在其下垫上一块海绵衬垫。

(4) 焊接时不许出现牛角焊、堆焊、少焊等现象。

3. 动作因素分析(双手操作程序图)

表 11-20 为第 4 工位动作因素分析双手操作程序图。

第五工位 调整转速及性能测试:调整电机转速,通过仪器测量电机在最大或最小负荷时的性能变化。调整电机转速是通过调节稳速电路板上的一个可变电阻来实现的。对电机加负载是利用两个小砝码来进行的。为了平衡生产线的节拍(流水生产线的节拍,就是顺序出产两件同样制品之间的时间间隔),作业要求每一工序时间 t 必须小于或等于节拍 c (即 $t \leq c$)。该作业设置为双工位,即两人分别使用两套同样的器具设备进行作业。这样可使该工位的节拍时间为单工位时间的一半。双手活动范围约为 45cm。

1. 作业前准备

- (1) 电流检测器。
- (2) 振荡器。
- (3) 直流电压表。
- (4) 闪频观测器。
- (5) 示波器。

表 11-21 第 5 工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:调整转速及测试		工作地布置简图		(略)		
工位序号: 5						
定 员: 2						
操 作 者:						
MOD 数: 78 时间: 10.062s						
日 期:						
单元	左 手		时 间		右 手	
	动 作 叙 述	分析式	次数	MOD	分析式	动 作 叙 述
1	从传送带上取电机移向测试夹具	M4G1 M4P0		9		持住测速盘
2	用小指和无名指拨开测速针后将电机放在测试夹具上	M1G0 M2P2		5	M2P0	配合左手使电机到位
3	放开小指和无名指使测速针复原后持住电机	M1P0		9	M2P2 E2D3	将测速盘套入电机轴后观察波形判断
4	将调速起子对准可变电阻器	M3P2		5		空闲
5	调整最大负荷时电机转速	经测定为 12MOD		12		空闲
6	空闲			4	M1G0 D3	托起 4g 砝码,通过闪频观测器 检查最小负荷转速
7	移至微动开关	M3P0		3		持住砝码
8	微动开关变换频率,用眼观察 电流表和电压表测试电机性能	M1G0 (E2D3) × 2 M1G0 (E2D3) × 2	2	22		持住砝码
9	从测试夹具上取下电机	M2G1 M2P0		5	M2G0 M1G1	托起电机后握取测速盘
10	放置传送带上	M4P0		4	M2P0	取下测速盘

- (6) 电机性能测试夹具。
- (7) 调速起子。
- (8) 传送带。
- (9) 测速盘、蜡线、7g 和 4g 砝码各 1 个。

2. 作业要点说明

(1) 左手取电机放在测试夹具中, 右手则拿起测速盘套在电机轴上。测速盘上系

着两个砝码, 系挂方法见图 11-17, 上面一个砝码为 7g, 下面一个为 4g。两个砝码的重量为测试电机的最大负荷。用右手托起下面一个砝码,

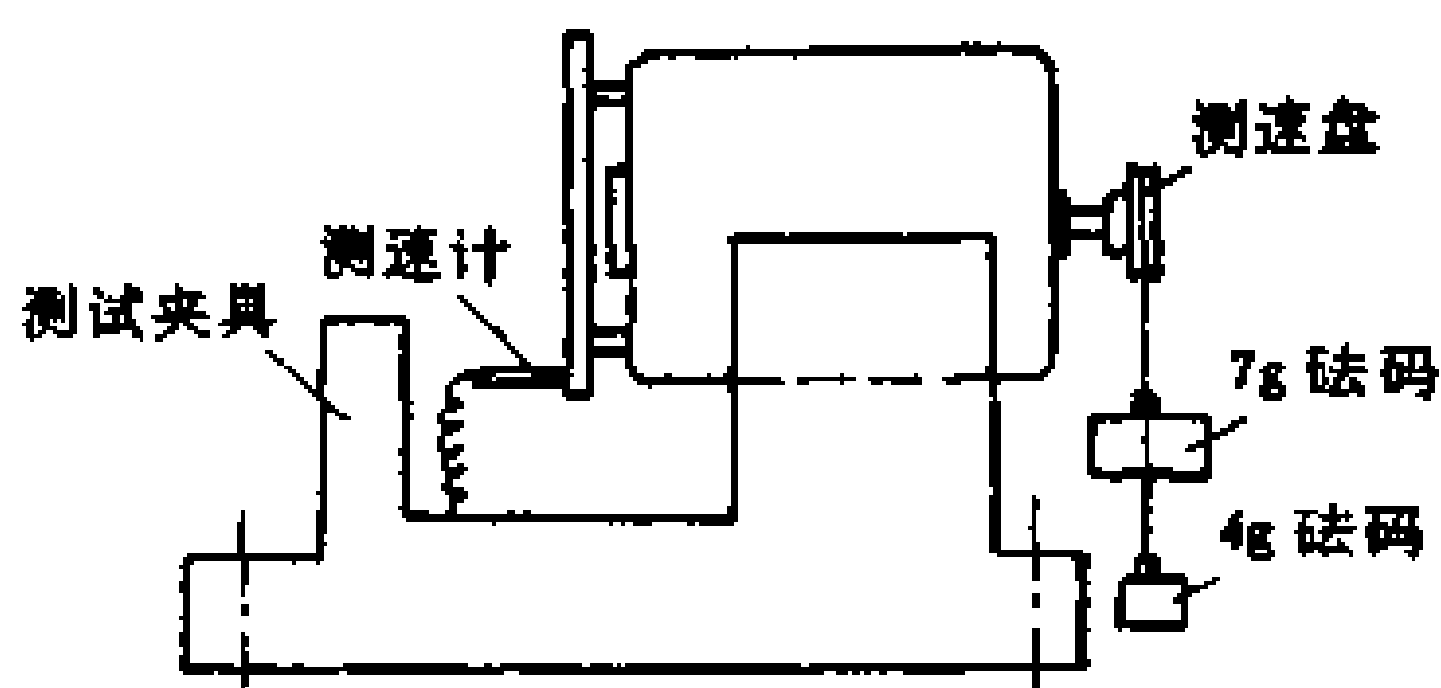


图 11-17 电机安放在测试夹具上示意图

则检查电机最小负荷时的转速。在调整最大负荷和检查最小负荷转速时, 如果闪频观察器镜面上显示出来的标记是静止状态的, 则为合格产品, 否则为不合格。

(4) 调整电机转速后, 用左手控制两个微动开关来变换频率, 并通过电流检测器和直流电压表测试电机性能。

(5) 调速起子、测速盘及砝码始终拿在手中, 以减少取放动作。

3. 动作因素分析(双手操作程序图)

表 11-21 为第 5 工位动作因素分析双手操作程序图。

第 6 工位 外壳组装: 电机本体装上防震垫圈和外壳。双手活动范围约 45 cm。

1. 作业前准备

- (1) 周转箱及周转箱放置台。
- (2) 小型传送带。
- (3) 量具等。

表 11-22 第 6 工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:外壳组装		工作地布置简图 (略)				
工位序号: 6						
定 员: 1						
操 作 者:						
MOD 数: 38 时间: 4.902 s						
日 期:						
单 元	左 手		时 间		右 手	
	动 作 叙 述	分析式	次数	MOD	分析式	动 作 叙 述
1	从传送带上取电机移至胸前	M4G1 M4P0		13	M3G1 M3P5	取防震垫圈装入电机轴的伸出端
2	持住电机			14	M4G1 M4P5	从周转箱内取电机外壳并装配
3	持住电机			11	M1G1 M1P0 M1G1 M4P2	握住电机轴伸出端旋转一下,检查装配情况,然后将电机放在小型传送带上

操作说明:①第 1 单元中,由于防震垫圈是一种较薄的橡皮元件,对抓取动作并不困难,但在卡入电机轴承凸台时,需要来回拉动才能装入,是一个比较困难的旋转动作,分析为 P5。

②第 2 单元中的外壳装配动作,一方面要使电机上的防震垫圈的凸台卡入外壳的中心孔内,另一方面还要顾及到外壳的凹部缺口与稳速电路板的凸部对合。因此,这一动作是需要两次以上修正的放置动作,故也分析为 P5。

③外壳装入电机的距离正好是 2.5 cm,故不用考虑移动动作(只考虑放置)。

2. 作业要点说明

(1) 左手拿着电机,右手拿着垫圈装入电机内,再用右手取箱内外壳并装配。防震垫圈夹在电机本体与外壳之间,要注意将其凸台朝上。移动过程中要以电机轴朝上拿取。稳速电路板的凸部要与外壳的凹部对合。

(2) 为了使下一工位的作业方便,应将电机轴插入小型传送带上的槽内。

3. 动作因素分析(双手操作程序图)

表 11-22 为动作因素分析双手操作程序图。

第 7 工位 侧板组装贴标牌:将垫片、侧板装配到电机上,并自动贴上标牌。双手动作范围约 45 cm。

1. 作业前准备

- (1) 侧板压入机动装置及夹具。
- (2) 小型传送带。
- (3) 镊子、旋具等。

2. 作业要点说明

右手从小型传送带上取电机放置在机动装置的夹具上,然后再用右手取垫片组装到电机上(要注意垫片的光面朝上),同时左手取侧板放置在机动装置中的另一夹具上(也要注意其正反面)。电机和侧板上的定位孔都要与夹具上的定位销对合放入,最后双手撤动开关。

3. 动作因素分析(双手操作程序图)

表 11-23 为动作因素分析双手操作程序图。

表 11-23 第 7 工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:侧板组装贴标牌				工作地布置简图				(略)					
工位序号: 7													
定 员: 1													
操 作 者:													
MOD 数: 38 时间: 4.902s													
日 期:													
单 元	左 手		时 间		右 手								
	动 作 叙 述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动 作 叙 述						
1	空闲			11		M4G1 M4P2	取电机放置在装置中的夹具上						
2	取侧板	M2G3		11		M3P3	取垫片						
3	放置在装置中的另一夹具上	M2P2		8		M2P2	装入电机						
4	撤动开关	M3P0 M1G0		4		M3P0 M1G0	扳动开关						
5	压入装置启动,压入侧板,自动贴标牌	经测定 时间为 4MOD		4									

操作说明:①第 2、3 单元的双手取放动作交叉进行,其终结动作都需注意力(垫片和侧板都有正反面定位要求)。因此,在右手取垫片的移动动作之后的其他移动动作都应分析为 M2。

②双手撤动开关是将手移至开关处以后的手指动作。因此,在手指动作前有 M3P0 动作。

第 8 工位 总测:对以前各工位中组装的质量进行综合评价和判断,并反馈到各工序。双手活动范围约 45 cm。

1. 作业前的准备

- (1) 直流稳压电源。
- (2) 示波器。
- (3) 电压表和电流表。
- (4) 轴向振摆检查仪。
- (5) 轴向间隙检查仪。
- (6) 成品包装盒。
- (7) 镊子、旋具等。

2. 作业要点说明

(1) 左手取电机,右手将测试棒上的两电极与电机触点接触,并保持接触良好。为了减少测试棒的取放动作,测试棒始终握在右手中。

(2) 空载检查。先看示波器,后看电流表,然后用食指给电机轴加压,感觉其振动情况,并检查示波器和轴向振摆仪。最后用右手检查轴向间隙。

(3) 外观检查。如有锈斑、轴承污染、外壳脏、无标牌,均视为不合格品。

(4) 如发现轴向间隙异常,即用轴向间隙检查仪进一步检查,以确定是否合格。

(5) 将合格品整齐插放在包装盒内的穴孔内,点数,勿漏插。

3. 动作因素分析(双手操作程序图)

表 11-24 为双手操作程序图。

表 11-24 第 8 工位动作因素分析(双手操作程序图)

作业内容:总测				工作地布置简图 (略)			
工位序号: 8							
定 员: 1							
操 作 者:							
MOD 数: 37 时间: 4.773 s							
日 期:							
单 元	左 手		时 间		右 手		
	动 作 叙 述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	
1	取传送带上电机	M3G1		6		M4P2	将测好的电机插放在包装盒内
2	移至胸前持住	M2P0		6		M4P2	将测试棒两电极接电机触点持住
3	目视示波器、电流表,判断电机性能是否正常	M2D3	2	10			
4	用食指给电机轴加压,并目视示波器、振摆仪,判断是否正常	M1P0 E2D3	1 2	1 10			
5				2 2	1 4	M1G1 $\frac{1}{2}$ M1	握取电机轴来回拉动两次,检查轴向间隙

二、流水线记录

以上为应用 MOD 法来确定各工位的工作量,并按动作经济原则设计操作动作和各种工装器具的实例。应用中要尽量采用最不易引起疲劳的肘以下的动作 M3。流水生产线的记录情况见表 11-25。

表 11-25 录音机电机装配流水线的记录情况

工位号	名 称	定员	MOD 数	时间(s/人)	备 注
1	电刷组件、转子、定子组装	1	40	5.160	第 1、2 操作内容
2	本体铆接及测试	1	38	4.902	第 3、4 操作内容
3	焊接稳速电路板	1	38	4.902	
4	锡焊 R_1 固定电阻	1	41	5.289	
5	调整转速及测试	2	78	5.031	双工位
6	外壳组装	1	38	4.902	
7	侧板组装贴标牌	1	38	4.902	
8	总 测	1	37	4.773	

整条流水线通过 MOD 法分析,共设置 8 个工位,定员 9 人,节拍时间为 5.289 s。

三、平整流水线

此条流水线上瓶颈工位是第 1、4 和 5 工位,可对这几个工位进行改进如下:

① 将第 1 工位的转子周转箱放在右手侧旁,让过小型传送带即可。这样,可使大部分的转子取放动作由原来的 M4 动作改为 M3 动作,减少了 2 MOD。即为原来的 40 MOD 减为 38 MOD。

② 第 4 工位的锡焊工具可改成手动锡焊枪。这种锡焊枪可在手指动作下自动送进焊丝,而这个手指动作可设计成结合动作。这样,可减少第 2 动作单元中左手的 M1P2 动作,减少了 3MOD,

即由原来的 41 MOD 减为 38 MOD。

③ 第 5 工位的传送带上有两排电机,靠近操作者这边的电机为未测电机,另一边为已测好的电机。只要将操作者与近处一排电机的距离缩短 5 cm 以上,就可将第 1 动作单元的 M4 动作改为 M3,使原来的 78 MOD 改为 76 MOD。

通过以上改进,使此条流水线节拍时间减为 4.902s,提高工效 4%。

表 11-26 为该流水线平整后的情况。由此可见,经过平整流水线后,各工位的操作时间比较均衡。

表 11-26 录音机电机装配流水线平整后的情况

工位号	名 称	定员	MOD 数	时间(s/人)	备 注
1	电刷组件、转子、定子组装	1	38	4.902	第 1、2 操作内容 第 3、4 操作内容 双工位
2	本体铆接及测试	1	38	4.902	
3	焊接稳速电路板	1	38	4.902	
4	锡焊 R ₁ 固定电阻	1	38	4.902	
5	调整转速及测试	2	76	4.902	
6	外壳组装	1	38	4.908	
7	侧板组装贴标牌	1	38	4.902	
8	总 测	1	37	4.773	

复习与思考题

- 1. 何谓预定时间标准法?有什么特点及用途?
- 2. 模特法有什么特点?
- 3. 模特法采用的时间单位是多少?
- 4. 模特法有哪 21 个动作?各动作的时间值是多少?
- 5. 是否在任何情况下都能同时动作?同时动作的条件是什么?
- 6. 何谓限时动作?两手同时动作的时间值如何计算?
- 7. 两手都需要注意力时,时间值如何计算?

8. 模特法中需要注意力的动作有几个? 不太需要注意力的动作有几个?

9. 一个 MOD 的正常时间值是多少?

10. 用模特法分析下列动作并求 MOD 数:

伸手 30 cm, 把桌子上的杯子抓起, 放到桌子的另一端, 移动距离 40 cm。

11. 一操作者装配垫圈及螺栓, 其装配工作台布置如图 11-18。请以 MOD 法分析其时间值, 设宽放率为 15%。试问其操作标准时间是多少? $AD = BD = CD = 15\text{ cm}$, $DE = 10\text{ cm}$ (此例中橡皮垫圈的孔径略小于螺栓直径)。动作次序:

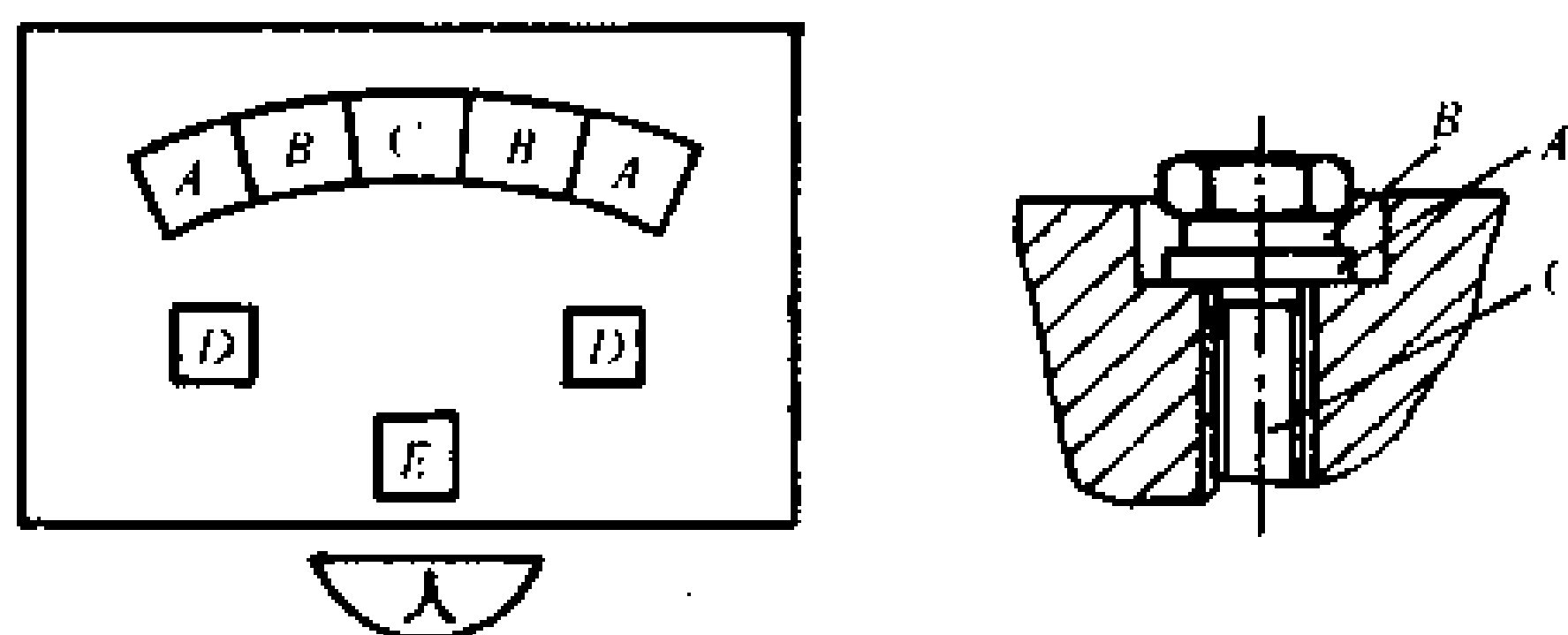


图 11-18

A—橡皮垫圈 B—平钢垫圈 C—螺栓 D—装配模座 E—堕送滑槽口

(1) 双手各向 A 零件箱取一个橡皮垫圈放入模座内。

(2) 双手各向 B 零件箱取 1 个平钢垫圈放入模座内。

(3) 双手各向 C 零件箱取 1 个螺栓插入模座内(穿入平钢垫圈及橡皮垫圈孔内)。

(4) 双手各取组成件, 移至滑槽口 E 内, 放手坠送到桌后成品零件箱内。

参 考 文 献

- 1 Salvendy, G. Handbook of Industrial Engineering. John Wiley and Sons, Inc, 1982
现代管理工程手册. 上海市机械工程学会译. 北京: 机械工业出版社, 1987
- 2 Industrial Engineering Terminology, ANSI standard 294.0-1982 IIE Industrial Engineering and Management Press, 1983
- 3 Hicks, Philip E, Industrial Engineering and Management science, Mcgraw-Hill, 1977
- 4 Productivity report: Industrial Engineering, British Productivity Council Sept, 1954
- 5 Alexis Jacguemin, Industrial Engineering, Oxford University Press, 1986
- 6 Encyclopida Americana Vol. 15 Grolier Incorporated, 1982
- 7 Turnerel W C, Introduction to Industrial and System Engineering Prentice-Hall Inc, 1978
- 8 Andrew J. Dubrin, Fundamentals of Organizational Behavior, Pergamon Press Inc. 1978
- 9 Banga T R, Sharma S C, Industrial Engineering and Management Science, Khanna Publishers, 1982
- 10 Ohio Uneversiry Graduate Bulletin, 1989
- 11 Spragul, Philip A. and Schanb, Productivity and Management. 1649, 1975
- 12 Conference on Production Management, 1979 Productivity Measurement.
- 13 Kurosawa, K. Productivity Measurement at firm Level on Gardern Reach, Tokyo 1977
- 14 Productivity measurement, U. S. NSF, 1981
- 15 Christophen, William F, Productivity Measurement Handbook and edition, 1985
- 16 Rosow, Jerome M. and Zager, Productivity Through Work Innovation New York, 1982

- 17 Riggs, James L. Productivity by Objectives. New Jersey, 1983
- 18 Sudit, Ephraim F. Productivity based Management, 1984
- 19 Sink, D. Scott. Productivity Management, John Wiley and Sons, 1985
- 20 Hicks, Philip E., Industrial Engineering and Management science, McGraw-Hill, 1977
- 21 Barneg, Ralph M. Motion and Time Study, 1978
- 22 Mundel, M E, Motion and Time Study, 1978
- 23 Hicks, Philip. E., Introduction to Industrial Engineering, IIE., 1988
- 24 Scott D, Productivity Management: Planning. Measurement and Evaluation, John Wiley and Sons, Inc, 1985
- 25 Van Nickerk W P. Productivity and Work Study, 1982
- 26 Fan Zhongzhi, Guan Liping, Zhou Yanqing (P. R. C), the Raise of productivity and Management by Applying work Study. proceedings of the first China-Japan international symposium on industrial management, 1991
- 27 RALPHM. BARNES MOTION AND TIME STUDY DESIGN AND MEASUREMENT OF WORK John wiley & Sons new york chichester Brisbane Toronto 1980
- 28 David M. Miller. Industrial Engineering and Operations Reserch, John Wiley & Sons, Ind 1984
- 29 Вопросы ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В США ИЗДАТЕЛЬСТВО ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, МОСКВА 1956
- 30 Currie R M. C. B. E. Work Study. Fourth Edition. The English Language Book Society and Pitman
- 31 [美] M. E. 蒙代尔著. 动作与时间研究. 董靖译. 1985
- 32 [日] 金田数五编. WF 简易法实习手册. 唐根兴译. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1981
- 33 [日] 八卷直躬. IE 的管理. 1977
- 34 [波兰] M. 费米著. 概率论及数理统计. 王福保译. 上海: 上海科技出版社, 1978
- 35 张树武. 现代工业工程(IE)概论. 机械工程. 1989, 12
- 36 范中志编. 工效学. 广州: 广东科技出版社, 1987

- 37 范中志编, 人机工程学, 北京:机械工程师进修大学,1989
- 38 周道编, 工作简化, 中华企业管理发展中心发行,1970
- 39 陈文哲编, 工作研究, 中兴顾问公司发行,1970
- 40 工业工程全书编纂委员会, 工业工程全书, 中兴管理顾问公司发行, 1970
- 41 崔克纳,赵荣明编, 现代劳动定额, 天津:天津科技翻译出版公司,1988
- 42 范中志编, 人机工程学, 机械开发杂志第1、2、3、4期,1986、1987
- 43 陈留轩,张贵贤,余伟编, 模特法原理及应用, 北京:劳动人事出版社, 1987
- 44 范中志,关立平, 论在我国推广工作研究的必要性, 中国机械工程学会首届工业工程学术会议文集, 1990
- 45 杨品英,张贵贤, 工作研究在红光电子管厂的应用, 中国机械工程学会首届工业工程学术会议文集, 1990
- 46 范中志,周思涛, 开展工效学研究 and 应用促进我国生产力发展, 中国机械工程学会首届工业工程学术会议论文集, 1990
- 47 范中志,关立平, 工业工程体系结构研究及其应用规律分析, 中国机械工程学会首届工业工程学术会议论文集, 1990
- 48 上海市仪表电讯工业局劳资处, 工业企业劳动定额,
- 49 李春田编著, 工业工程(IE)及其应用, 北京:中国标准出版社,1992
- 50 日科技连 IE 研究会, 工业工程(IE)初级教程, 姜春凯、韩佩卿译, 北京:机械工业出版社,1983
- 51 沈鸿编, 沈鸿论机械科技, 北京:机械工业出版社,1986
- 52 国际劳工局, 工作研究, 余凯成、蒋贵善、李亚华译, 中国对外翻译出版公司,1988
- 53 机电部科技公司,科技咨询委员会组稿, 工业工程与综合治理, 北京:机械工业出版社,1991
- 54 张树武, 发展工业工程(IE)与提高生产率, 中国机械工程学会首届工业工程学术会议论文集,1990, 5
- 55 王积业主编, 经济效益新论, 北京:中国财政经济出版社,1987
- 56 王家善,张琳, 我国工厂设计应用 IE 的现状和展望, 中国机械工程学会第二届 IE 学术会议论文集, 上海,1991

- 57 张贵贤, 推行工作研究技术是提高我国企业管理水平的必由之路, 中国机械工程学会第二届 IE 学术会议论文集, 上海, 1991
- 58 赵仁力, 定员效率化的 IE 方法, 中国机械工程学会第二届 IE 学术会议论文集, 上海, 1991
- 59 李春田, 彻底摆脱经济困境, 大力推广 IE, 同上
- 60 宋春立, IE 在企业中的应用和发展, 中国机械工程学会首届 IE 学术会议论文集, 1990
- 61 张彦宁, 中国企业管理百科全书, 北京: 企业管理出版社, 1984
- 62 机械工业部劳动工资司编印, 机械工业劳动定额教程, 1985
- 63 孙义敏主编, 机械工业企业劳动定额管理, 1988, 6
- 64 《金属机械加工工艺人员手册》编写组, 金属机械加工工艺人员手册 上海: 上海科技出版社, 1981
- 65 范中志, 工作研究, 广州: 华南理工大学出版社, 1991
- 66 周惠兴, 杨荫环主编, 企业生产现场管理, 北京: 中国人民大学出版社
- 67 姜文柄, 工业工程——提高效益的有力武器, 机械管理开发, 1992
- 68 姜文柄, 张树武, 什么是工业工程, 企业管理, 1990, 10
- 69 杨学涵, 管理工效学, 沈阳: 东北工学院出版社, 1988
- 70 王文章, IE 与经营管理科学, 中国机械工程学会首届 IE 学术会议会议论文集, 1990, 6
- 71 许宝禄著, 抽样论, 北京: 北京大学出版社, 1982
- 72 工业工程全书编纂委员会编著, 工业工程全书, 台北: 中兴管理顾问公司发行, 1980, 12
- 73 郜明信, IE 与企业管理科学, 中国机械工程学会首届 IE 学术会议论文集, 1990, 6
- 74 姜文柄, 对 IE 的探讨, 中国机械工程学会首届 IE 学术会议论文集 1990, 6
- 75 日本大百科全书(2), P767, 小学馆, 1985
- 76 电子工业部劳动工资司编, 工作研究(内部发行)
- 77 张树武, 论发展我国现代制造技术的战略问题, 中国机械工程学会生产工程专业学会第六届学术会议论文集, 北京: 机械工业出版社, 1991
- 78 范中志, 张树武, 孙义敏, 基础工业工程, 机械工业出版社, 1993

全国职业经理MBA双证班

认证系列: 职业经理、人力资源总监、营销经理、品质经理、生产经理、物流经理、项目经理、IE 工业工程师、企业培训师、营销策划师、酒店经理、市场总监、财务总监、行政总监、采购经理、企业总经理、生产运营管理师、工厂管理、企业管理咨询师、六西格玛管理师、企业管理师、经济管理师、人力资源管理师、薪酬管理师等 MBA 等高级资格认证。

颁发双证: 高级经理资格证书+MBA 高等教育研修结业证书 (含 2 年全套学籍档案)

证书说明: 证书附档案、电子注册, 是提干、求职、晋级的有效依据

学习期限: 3 个月 (允许提前毕业, 毕业后持续辅导 2 年) **收费标准:** 全部学费 **1280** 元

咨询电话: 13684609885 0451- 88342620 **微信:** 122285053 **网站:** <http://www.mhjy.net>

电子邮箱: xchy007@163.com **颁证单位:** 中国经济管理大学 **主办单位:** 美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效

MBA 经理教材**免费下载** 网址: www.mhjy.net

网址: www.mhjy.net

网址: www.mhjy.net