

一、工业工程概述

1、什么是工业工程(IE)

工业工程(Industrial Engineering 简称 IE)被广泛公认的定义是由美国工业工程师学会(AIIE)于 1995 年正式提出、后修订的定义,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。”

IE 形成于 19 世纪末、20 世纪初的美国泰勒等人的科学管理运动,它是工程技术、经济管理和人文科学相结合的边缘学科,是在人们致力于提高工作效率、降低成本、提高质量的实践中产生的一门学科。它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更高效运行的系统,从而实现提高生产率的目标。

2、工业工程的研究目标

工业工程的研究目标就是使生产系统投入要素得到有效利用,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,对制造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,保证低成本、低消耗、安全、优质、准时、高效地完成生产任务。它追求的是系统整体的优化与提高。

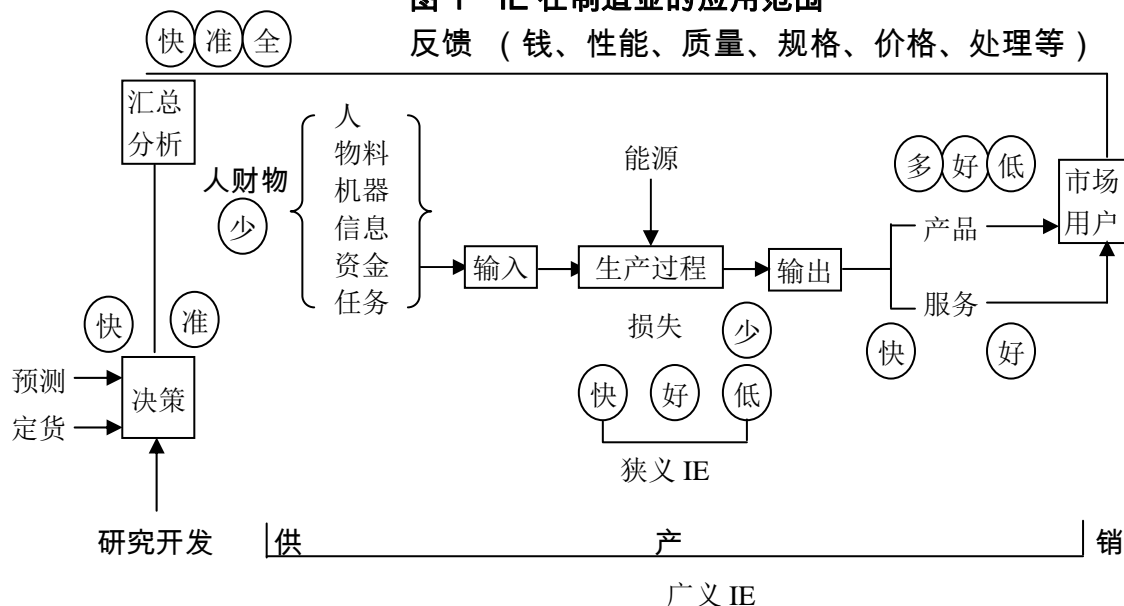
3、工业工程学科的范畴及应用范围

IE 学科的范畴根据美国国家标准 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 | ⑦材料加工 | ⑧组织规划与理论 |
| ⑨应用数学(运筹学、管理经济学、统计质量控制、统计数学应用) | | | |
| ⑩实用心理学 | ⑪方法研究和作业测定 | ⑫人的因素 | ⑬工资管理 |
| ⑭人体测量 | ⑮安全 | ⑯职业卫生与医学 | ⑰生产规划与控制 |

IE 在制造业的应用范围(见图 1)从狭义来看 IE 集中在生产过程的科学管理,从广义来看,IE 特别是结合了信息技术的现代 IE 已涵盖了产、供、销的全部管理系统。

图 1 IE 在制造业的应用范围



4、工业工程的特点

IE 是实践性很强的应用学科。综合分析 IE 的定义、内容(范畴)和目标,现代 IE 的基本特点概括

全国Mini-MBA职业经理双证班



精品课程 权威双证 全国招生 请速充电

16 年先进办学单位，20 年实战教育经验，教委批准成立正规管理类教育机构（教证：0000154160 号）

全国迷你 MBA 职业经理双证书班[®]，毕业颁发双证书，全国招生，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	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 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《人力资源总监》MBA 双证书班	高级人力资源总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《生产经理》MBA 高等教育双证班	高级生产管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《品质经理》MBA 高等教育双证班	高级品质管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	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 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《物流经理》MBA 高等教育双证班	高级物流管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《项目经理》MBA 高等教育双证班	高级项目管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《市场总监》MBA 高等教育双证书班	高级市场总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《酒店经理》MBA 高等教育双证班	高级酒店管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	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毕业证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《财务总监》MBA 高等教育双证班	高级财务总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《营销策划师》MBA 双证书班	高级营销策划师高级资格认证证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《企业总经理》MBA 高等教育双证班	全国企业总经理高级资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《行政总监》MBA 高等教育双证班	高级行政总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《采购经理》MBA 高等教育双证班	高级采购管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《医院管理》MBA 高等教育双证班	高级医院管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《IE 工业工程管理》MBA 双证班	高级 IE 工业工程师职业资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	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 高等教育结业证书	1280 元
全国《工厂管理》MBA 高等教育双证班	高级工厂管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元



【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《高级职业经理资格证书》；
- 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（含教材光盘、认证辅导、注册证书、学籍注册等全部费用）

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。



【招生对象】

- 1、对管理知识感兴趣，具有简单电脑操作能力（有2年以上相应工作经验者可以申请提前毕业）。
- 2、年龄在20—55岁之间的各界管理知识需求者均可报名学习。



【教程特点】

- 1、完全实战教材，注重企业实战管理方法与中国管理背景完美融合，关注学员实际执行能力的培养；
- 2、对学员采用1对1顾问式教学指导，确保学员顺利完成学业、胸有成竹的走向领导岗位；
- 3、互动学习：专家、顾问24小时接受在线教学辅导+每年度集中面授辅导



【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。



【咨询电话】13684609885 0451--88342620

【咨询教师】王海涛 郑毅

【学校网站】<http://www.mhgy.net>

【咨询邮箱】xchy007@163.com



【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)

(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】(请携带本人身份证到银行办理交费手续，部分银行需要查验办理者身份证)

方式一	学校地址	<p>邮寄地址：哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室</p> <p>邮政编码：150020 收件人：王海涛</p>
方式二	学校帐号 (企业账户)	<p>学校帐号：184080723702015 账号户名：哈尔滨市道外区美华管理人才学校</p> <p>开户银行：哈尔滨银行中大支行 支付系统行号：313261018034</p>
方式三	交通银行 (太平洋卡)	<p>帐号：40551220360141505 户名：王海涛</p> <p>开户行：交通银行哈尔滨分行信用卡中心</p>
方式四	邮政储蓄 (存折)	<p>帐号：602610301201201234 户名：王海涛</p> <p>开户行：哈尔滨道外储蓄中心</p>
方式五	中国工商银行 (存折)	<p>帐号：3500016701101298023 户名：王海涛</p> <p>开户行：哈尔滨市道外区靖宇支行</p>
方式六	建设银行帐户 (存折)	<p>中国人民建设银行帐户（存折）： 1141449980130106399</p> <p>用户名：王海涛</p>
方式七	农业银行帐户 (卡号)	<p>农业银行帐户（卡号）： 6228480170232416918 用户名：王海涛</p> <p>农行卡开户银行：中国农业银行黑龙江分行营业部道外支行景阳支行</p>
方式八	招商银行 (卡号)	<p>招商银行帐户（卡号）： 6225884517313071 用户名：王海涛</p> <p>招商银行卡开户银行：招商银行哈尔滨分行马迭尔支行</p>

可以选择任意一种方式缴纳学费，收到学费当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教材、考试问卷以及收费票据。

为以下几个方面:

(1) IE 的核心是降低成本、提高生产质量和生产效率

追求生产系统的最佳整体效益,是 IE 的一个重要特点。

(2) IE 是综合性的应用知识体系:简单地说 IE 是把技术与管理有机地结合起来的综合学科。

(3) 以人为本是 IE 区别于其他工程学科的特点之一:生产系统的各种组成要素中,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,都必须充分考虑人和其他要素之间的关系和相互作用,以人中心进行设计,从操作方式、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,包括组织关系、环境对人的影响以及人的工作主动性、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、环境和组织系统,使人能够充分发挥能动作用,从而在生产过程中提高效率,安全、健康、舒适地工作,实现个人及组织价值,进而更好地发挥各生产要素的作用。

(4) IE 的重点是面向微观管理(注重三化):为达到减少浪费、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。

三化即是指工业简化(Simplification)、专业化(Specialization)和标准化(Standardization),是 IE 的重要原则。所谓三化,对降低成本提高效率起到重要作用。特别是标准化对现代工业的科学量化管理起着非常重要的作用,它包括技术标准和管理标准,特别是管理标准是规范企业中重复出现的管理业务工作的标准,它既规定各种标准程序、职责、方法与制度,同时也是组织和管理企业生产经营活动的方法与手段。

(5) IE 是系统优化技术:IE 所强调的优化是系统整体的优化,不单是某个生产要素(人、物料、设备等)或某个局部(工序、生产线、车间等)的优化,后者是以前者为前提的优化,并为前者服务,最终追求的目标是系统整体效益最佳(少投入、多产出)。所以 IE 从提高系统总生产率的目标出发,对各种生产资源和环节具体研究、统筹分析、合理配置;对各种方案作量化的分析比较,寻求最佳的设计和改善方案。这样才能发挥各要素和各子系统的功能,协调有效地运行。

系统的运行是一个动态过程,具有各种随机因素。社会的前进及市场竞争日趋激烈,对各种生产都提出了越来越高的要求,需要进一步提高生产率;而科学技术的高度发展也为 IE 提供了更多的知识和方法去实现生产率的提高。所以,生产系统的优化不是一次性的,IE 追求的也不是一时的优化,而是经常的持久系统优化,对系统进行不断的革新改造和提高,使系统实现最低浪费和更高的综合效益。

5、工业工程对制造业的作用

工业工程对制造业的作用可归纳为以下几个方面:

- (1) 对系统进行规划、设计、评价与创新;
- (2) 优化生产系统、物流系统与信息系统;
- (3) 诊断企业症结;
- (4) 挖掘潜力,保证质量,提高企业生产效率和经济效益;
- (5) 杜绝浪费,节约资源,实现零浪费;
- (6) 提高企业素质,增强企业竞争力;
- (7) 制定工作标准及管理标准。

6、现场 IE(作业研究)在制造业中的作用

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:一是围绕材料加工(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;二是关于制造系统,即由人、材料和设备等组成的集成系统的控制和管理,这是制造业的软件部分。IE 正是将两者有机结合起来的原则和技术。因此,作业研究的应用不仅直接促使生产率提高,而且也是其他 IE 技术,如设施规划与设计、生产计划与控制等的必要基础。

作业研究是以工业企业中的生产系统为研究对象,运用方法研究与作业测定(工作衡量)等技术,对产品的设计、工艺、作业程序、材料使用、机器设备与工装夹具的运用及人的作业动作加以分析研究,从而制定最佳工作方法,并对此方法设定标准时间,这种方法与时间标准用于编制生产工艺标

准、作业标准、生产计划、日程进度、计算产品标准成本和计划定员、评价生产结果、分配生产奖金、考核生产成果等。作业研究的目的是改进工作方法,并使方法标准化。

(图 2)

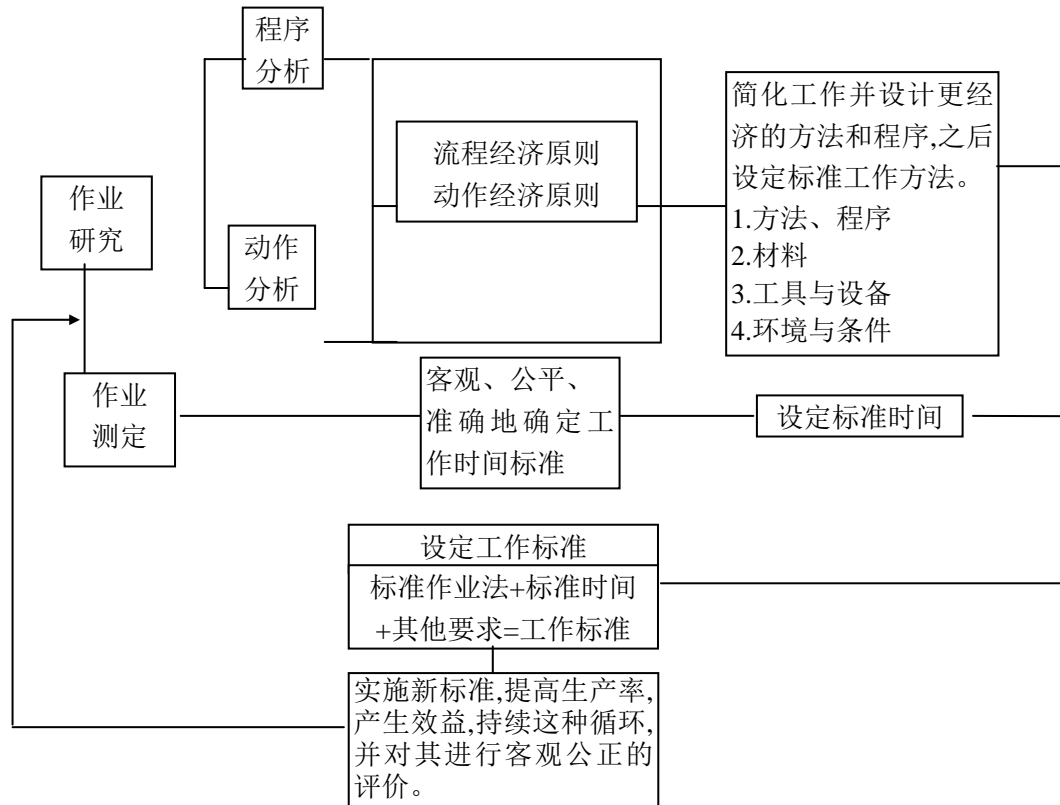


图 2 作业研究工作范畴

二、工业工程发展简史

1、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,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,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,一般认为是在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人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”的创造人,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,他还上夜校读书,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(Bethlechen)钢铁公司工作期间,研究了铲煤和铲砂的工作,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 12.5t 增加至 48t,搬运效率提高近 4 倍。经过这样改进,减少所需的搬运工人数,使搬运费由每吨 8 美分降低到 4 美分。

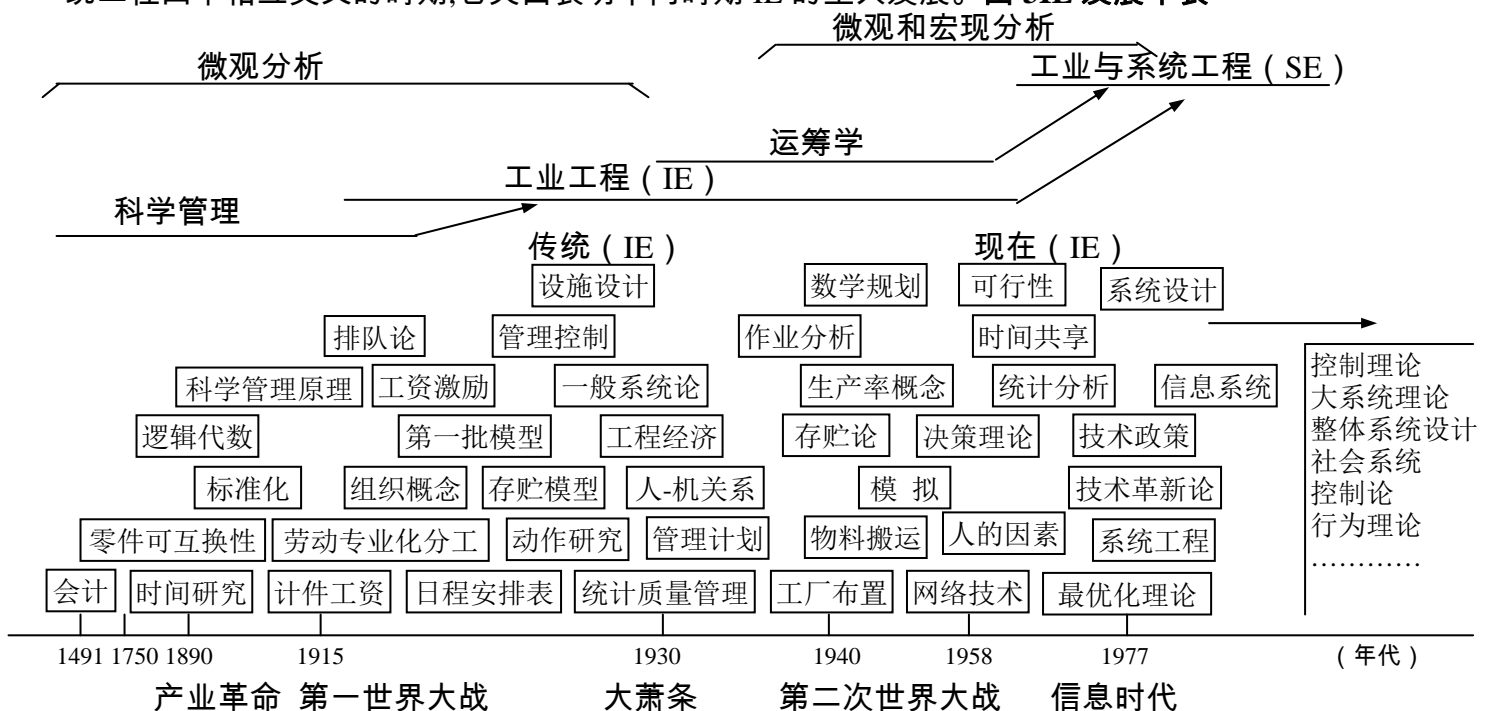
泰勒提出了一系列科学管理原理和方法,主要著作有《计件工资》(1895 年)、《工场管理》(1903 年)以及《科学管理原理》(1911 年),系统阐述了他的研究成果和科学管理思想,对科学管理的发展作出了重大贡献,并被公认为工业工程的开端。所以,泰勒在美国管理史上被称作“科学管理之父”,也被称作“工业工程之父”。

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。

2. 工业工程的发展历程

工业工程形成和发展的演变过程,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 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。从科学管理开始,IE 发展经历了如图 3 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。**图 3 IE 发展年表**



三、IE 活动的意义与定义

1、 IE 活动的意义

在激烈的国际市场竞争中,提高生产力,为顾客提供满意的质优价廉商品是企业的目标,也是 IE 活动的主要目标。

企业在成长发展的过程中除了不断努力进步改善之外,还必须对企业资源进行有组织的、全员参与的有效活用,才可以达到资源最优化,IE 正是起到了这样一种作用。

不论在发源地的美国还是在战后的日本及新兴经济的亚洲各地区,IE 都同样对企业的崛起发挥了巨大作用,它的真正意义在于发挥全员积极性的同时提高了企业的竞争力。

2、 IE 活动的定义

IE 活动有着各种广义和狭义的定义,一般较普及的定义是指将人、材料、设备、能源和信息进行集成的系统设计、改善、设定的活动。对于以现场作业为中心的 IE 活动,则可理解为“提高生产效率的工具和方法设计与改善,即更加轻松地、正确地、快速地、廉价地进行生产的方法与手段改善”。

不同企业都在用各种手段进行生产效率的提高与改善,但改善是无止境的,并且有着各种不同的课题和方向。工序的效率提升,人机配合更趋合理,工装夹具、机械及系统设置改善等,从这些不同视角对改善进行理解,则可对现场 IE 活动具体定义如下:

对工艺、作业、搬运、生产布局、设备、工装、材料、管理程序等进行程序、方法、配置和效率数据的 IE 分析调查,以提高效率为目的,通过 5W1H 法,效率改善检查表等方法手段,发现不合理浪费及质量偏差,发挥团队的智慧及力量,检讨提出改善对策,最终达到满足顾客要求的品质、可靠性、成本及交期,这种提高并改善效率的有组织的活动即现场 IE 活动。

提高效率并不是拼命提高作业速度,做标准以上的工作,应该是研讨创新实施与目的相适应的,没有浪费与不合理并且可靠的方法和手段。提高效率是降低成本,缩短交期。

四、现场 IE 活动的效率意识

1、 何谓效率

IE 活动经常被当作效率改善的活动,效率提高了,则人手减少,单位时间人均产量提高。而 IE 效率具体理解为相对作业目的所采用的工具及方法是否最适合并被充分利用。即目的是否等于手段。表 2-1 对此作了较详细的说明。表 2-1:

分类	内容说明		例 1(目的:运 7kg 物品)	例 2(目的:挖小坑)
有效率	目的=手段		用台车搬运	铁锹
无效率	浪费	目的 < 手段	用叉车搬运	推土机
	不合理	目的 > 手段	人手搬运	用手挖

现场经常发生很多如表 2-1 描述的目的与手段不相配合的情况,有效率的状态反而较少,不合理浪费的情况则比较普遍,并且往往浪费与不合理同时存在,有不合理的地方,则必然有浪费。

那么现场管理者在效率改善时,往往会有种错觉,认为给压力,加快工作速度则效率就会提高。这种为提高效率而增加员工的疲劳度的做法,完全是错误的,相反通过改善工程设计,改良工装及改善作业环境使员工工作更加轻松,才会真正提高效率。因此在作业现场必须用脑、用心去发现那些作业目的与手段不相符的地方并进行改善,以使系统整体更加合理。

值得强调的是精益生产是在质量保证前提下的效率提升,所谓效率改善会影响到品质的说法,只是推卸责任或对精益效率的理解有偏差,并非 IE 本身问题。

2、效率的测量方法

当我们理解了效率的内涵之后,来看如何测量效率。效率的测量因对象、工作特质的不同而不同,基本方法如下:

$$\text{效率} = \frac{\text{实际值}}{\text{基准值}}$$

$$\text{作业效率} = \text{产量} \times \text{标准工时} \div \text{投入工时} = \text{实际产量} \div \text{标准产量} = \text{标准作业时间} \div \text{实际作业时间}$$

除此以外,人、设备、工序等相关效率的计算方法如下:

—5—

$$(1)、\text{运转率} = \text{净运转时间} \div \text{运转可能的总时间} \quad (2)、\text{故障率} = \text{故障次数} \div \text{运转总时间}$$

(3)、拉平衡效率=工序时间总和÷(最长工序时间×人员数)

(4)、不良率=不良个数÷生产个数

3、提高效率的思考方法

当我们努力提高现场效率时以下几种观点有助于我们对提高效率的理解。

(1)现场的全部东西和工作都是效率的对象 (表 2-2) 提高效率的思考方法

对象	内容	标准	状态	方法	改善原则
1. 人 直接间接 作业人员 管理者	时间	作业效率	1. 不合理 ·能力不足 ·超负荷运转 ·过分要求压制	1. 转移 ·作业、人力转移,熟 练工的调配 ·决定权的转移	1. 中止排除现有 的方法 2. 相反的方法
2. 设备 机械 工装夹具 厂房	距离	有效产出 率	·明明能力不够 却不改善	2. 提升 ·提升认识及判断力 ·感悟力的培养 ·行动力开发	3. 判断经常与例 外的差别 4. 处理变化的 地方
3. 方法 工艺过程 作业方法 手法 配置 搬运 检查 保管 改善活动 管理	重量	比率	2. 浪费 ·能力过高 ·大材小用 ·使用方法不当 ·能力有提高但 用法照旧 ·管理标准不 固定	3. 分担 ·工作分担 ·职能分担 ·平均化	5. 扩大或缩小某些 工序 6. 合并或分解某 些工序 7. 集中或分散 处理
	不良	合格率	3. 不统一 ·能力的无理 变化 ·工作量不固定 ·浪费与不合理 交替出现 ·作业及流程没 有标准化 ·工作分配不均 衡责任不清	4. 连续 ·连结配置 ·连贯流程及搬运 ·批次连贯 ·并行作业 ·通信信息连贯	8. 添加某些东西 9. 调整次序 10. 是否可利用 共同点及差 异点
4. 材料 直接材料 间接材料	件数	一次性 合格率		5. 激励 ·明确组织使命与责 任 ·自我价值的追求 ·社会价值的追求,目 标、目的明确	11. 替换 12. 并列,小循环处 理某些业务
5. 动力源 水电气	费用	价值分析			13. 组织平面化
	人员	出勤率			
	运转	(固)稳定 率			
	拉平 平衡	运转率 平衡率			
	用量 空间	效率 空间利用 率			

当提到效率改善时,很多人就马上想到提高员工的作业速度。其实如表 2-2 所述,人、设备、作业方法、材料、动力等等一切都是高效率的对象。

(2)提高效率并不只是缩短时间:效率提高的对象各种各样,改善的内容也是如此,并不只是时间上的效率提高。例如,搬运距离的缩短,费用的减少,气、水、电的节省也都在此范围。

(3)必须进行定量的效率评价和管理:效率分析必须以定量的数据分析为依据,并且要有可追溯性,这样才能够对各种问题有着清晰的定性定量的理解与评价。

(4)有不合理的地方,浪费必然存在:即使是一个不知道 IE 手法的人,也一样会找到不合理和浪费的地方,IE 只是一种手段和方法,它会帮大家挖掘、发现比较深层次的问题和凭观察发现不了的问题。

(5)运用 IE 手法,彻底清查效率差的问题点:仅仅是凭眼睛对工程作业、工装、搬运进行观察,无法准确地把握问题所在及问题的严重程度。一个有经验的现场管理者即使不用 IE 手法也能凭经验发现问题,但此时管理者必须在脑中对流程过程、作业方法、生产布局、搬运路线的现状,有较系统的分析,并能经常思考问题改善对策。与 IE 数据分析的规范方法相比较,个人经验方法有以下缺点:

- ①.对不合理浪费认识相对较粗糙,经常有很多人主观因素参与其中。
- ②.即使对个别问题可以进行分析,但对于整体的及综合的全局的观察分析则很难做到。
- ③.只能对不合理及浪费进行表面的观察与分析,对其产生原因及问题的深入调查则无能为力,据此制定的对策只能是临时的对策,而非永久对策,正所谓“治标不治本”。
- ④.问题的状态及分析认定不用文字记述,空口无凭,经常出现推卸责任的事情。
- ⑤.因为对问题状态不能以规范手法进行调查分析,所以无法发挥大多数人的智慧来制定最佳方案。

五、IE 活动的导入与推进

1、IE 活动的导入程序与方法

IE 的导入必须以企业自身基础特征相适应的程序方法进行,特别是在基层推进时要留意这点。当准备不够充分,只是成立一个部门或只有一个负责人的话,多数情况下会失败,或遇到很大抵抗无法顺利推进。这种现象不只是体现在 IE 活动的推进上,一切新方法、管理技术都需要慎重,不是技术

企业方针目标等因素对 IE 的导入进度和结果影响很大,所以不可只做表面工夫。要想实现精益生产,落实现场 IE 是最重要的一环,否则一切工作就失去了科学基础。必须切实做好每一步导入工作。下图 2-4 是对导入方法的具体说明。

图 2-4 .

2 . 现场 IE 导入的基本精神

表面上看导入并实践革新似乎比较困难,特别是在制造现场,改变并消除旧有观念,比作业改革和引进设备更需要时间。从管理层到现场员工,从业务部到仓库,全员的思想革新是非常重要的。我们认为坚持表 2-3 的 10 种改革精神才能把工作做好。表 2-3 IE 导入的 10 条基本精神

序号	名 称
1	抛弃固有的制作方法及观念
2	积极寻找方法而非做不到的理由
3	严禁为现状问题进行辩解或找借口,实事求是否定现状
4	不求完美,50 分即可,马上行动
5	错了请马上改正
6	改革不许大量投资
7	不遇问题,不出智慧
8	WHY 请问五次找真正原因
9	10 人的智慧大于一个人的知识
10	革新永无止境

3、现场 IE 推进的基本要素

- (1).IE 活动开展的必要条件：推行 IE 活动的基本要求是公司要明确生产方针、目标等相关事项,这是 IE 活动的前提。当公司的方针、目标等相关管理项目清晰明了时,IE 活动就能够取得比较大的成绩,同时应对第一线管理者提供指导及相应方法培训,否则大家不知道方法和目标就难期待有何成绩。
第一线管理者还需要最大努力发挥下属队员的自主能动性,才能取得较大成效。公司要让员工感到工作成就和人生价值,并对此要进行当的指导、支持、奖赏、鼓励,这此都 IE 是开展的必要条件。
- (2).现场 IE 的活动形式：现场推进 IE 活动时,随着问题涉及范围的深入会关系到开发、生产技术、采购等其它部门,因此活动方式有所差异,基本分为以下三种形态：

②.依赖或委托其他部门推进的课题。

③.自己内部中心的内部课题。

IE 活动有以上多种形式,是因为 IE 活动中需要很多的信息、数据、情报等技术支持。IE 活动基本上是对信息的收集、分析、处理和利用过程,数据的有效性和丰富性决定 IE 活动的成败,以一人或少数几个人的活动所能收集的数据是有限的,数据的收集与分析需要很多劳力与时间,特别是现在企业内活动越来越细化,各部门间的团队合作、统一目的及目标是很必要的。2-4 是对 IE 活动形式及内容特征的分类总结。

4.现场 IE 的推进体系:现场 IE 的推进体系如图 2-5 所示,现场 IE 的推进中,明确目的是成功的关键。

5.现场 IE 活动的推进方法:现场 IE 最重要的课题就是提高效率的改善活动,任何专业问题,都有其解决问题的基本程序与方法。见图 2-6 对 IE 活动程序进行了详细说明。

表 2-4 IE 活动形式、特征分类

形式	跨部门合作,团队进行	委托其他部门进行	自己部门主导,内部进行
基本特点	相关部门的负责人,以项目小组的形式团队推进	课题在部门内无法、也无从解决,将相关工作明确后,委托、依赖给其他职能部门	日常工作中收集数据及现场发现的问题,内部解决
课题范围	由公司方针而确立的题目或问题关系到几个部门	部门内的工作计划中内部无法解决的问题	小题目,现场的问题只与本部门相关
统筹	主要责任部门	部门内	部门内
推进方法	·有关部门责任分担 ·项目会议统筹进度及各部技术	·其它部门提出解决方案 ·其中部分工作内部完成 ·接受指导	·部门内小组推进 ·QC 小组内部解决
案例	·工场整体 Layout 的改善 ·工装夹具改良,自动化	·标准时间的设定 ·夹具、设备引进 ·设备改良 ·作业标准的设定,改订	·作业动作的改善 ·作业配置的改善 ·Line balance 的改善 ·简单的工装改良 ·作业环境的整顿·搬运改善
注意事项	各部门必须遵守方针纪律,明确目标责任,更加需要有能力的项目负责人	不可以推托责任,否则部门间关系恶化	内部专业数据的分析要认真细心非专业的经验与胆量不利于问题的解决

图 2-5

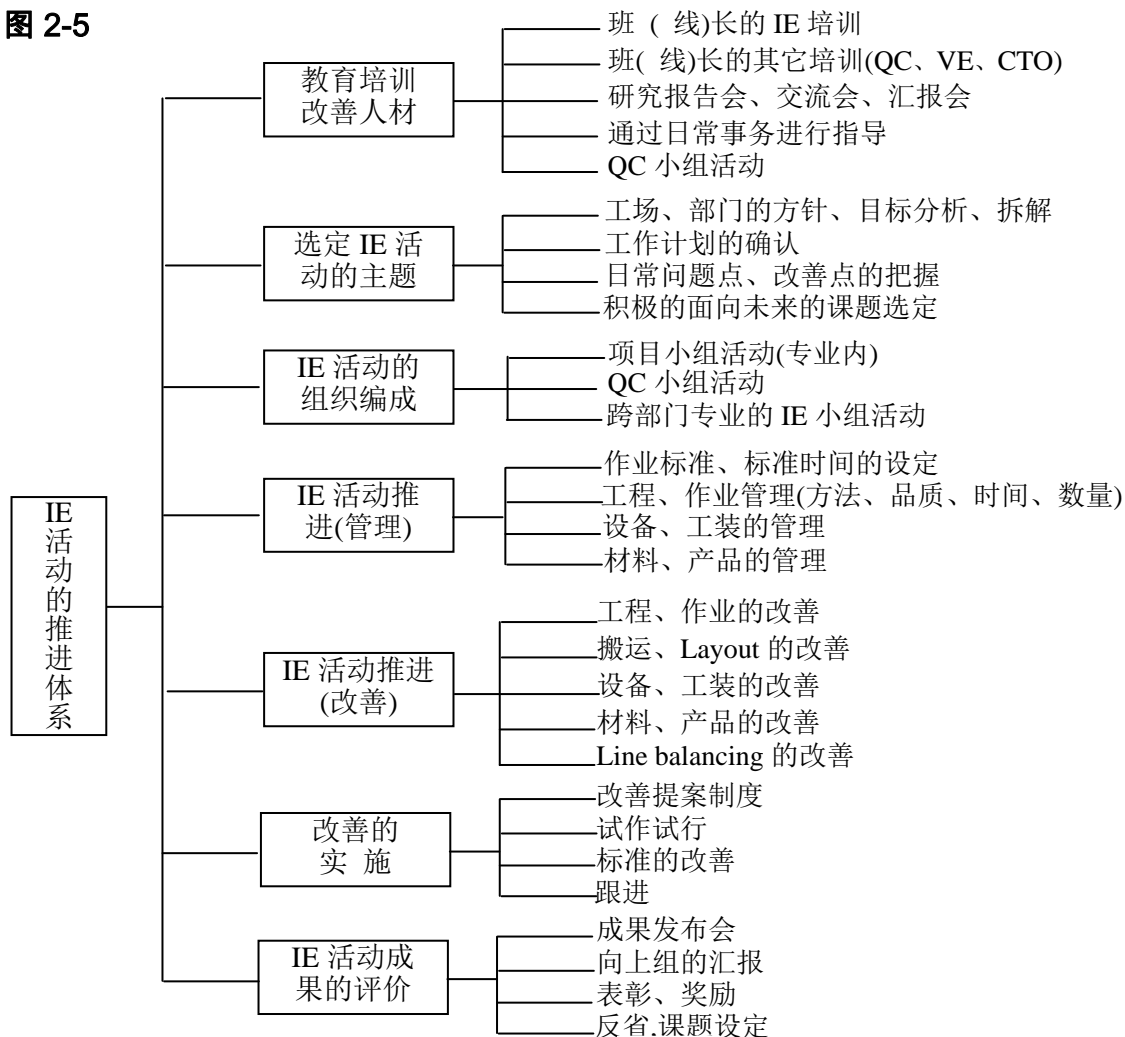
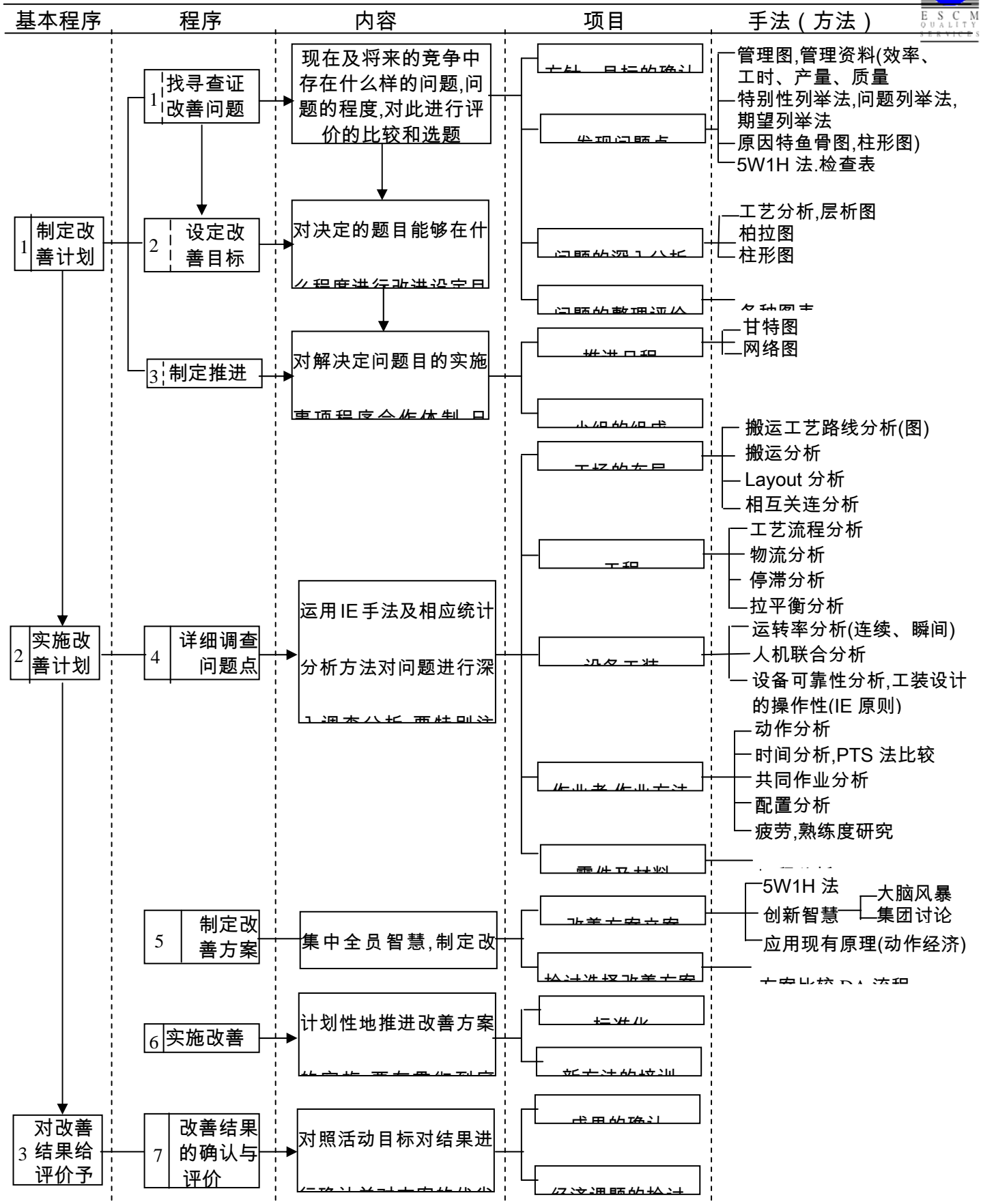


图 2-6 IE 活动程序的详细说明



6、IE 活动推进的基本意识

- (1) 正确掌握现状,通过 IE 手法对现状数据进行分析;
- (2) 不放过任何细小的浪费,提高效率;
- (3) 将不良率减到零的 IE 推进意识;
- (4) 公司、部门全员参与是 IE 活动成功的关键;

- (5)效率、成本、运转率、拉平衡效率、故障率等问题以数据证明现实；
- (6)遵守解决问题的程序,是解决问题并取得较大成绩的关键。

7、IE 实施抵抗情绪的 10 种表现：

因旧观念已深植于企业内部,要想根除这种观念相当困难。
 当进行改革时会以多种方式表现出来,表 2-5 列举了其中主要 10 项:

表 2-5

IE 实施的 10 种抵抗	
序号	内 容
1	那种东西没有什么作用。
2	道理确实如此,但我们的情况不同。
3	方案是不错,实际效果就难说。
4	再降低成本已不可能。
5	我们也一直是这样做的。
6	不愿作别人劝告的事情。
7	成本下降的话,品质也会跟随下降。
8	现状也不错,为什么要改变。
9	那种东西不灵的,10 年前我们就搞过了。
10	我们对此最了解了。

以上 10 条并非在现在 IE 革新时出现的新现象,而是美国 GE 公司在现场推行 VAVE 时出现的抵抗。

六、现场 IE 活动的效果：

首先,从经营管理层开始直至全体员工参与的 IE 活动才会取得最大成绩,在全员参与下 IE 会取得如图 2-7 效果。

IE 活动的效果概括起来有以下几方面:

- (1)通过正确的标准设定,实现成本下降品质提高,最终提高管理的科学性、系统性,增加竞争力,同时通过产品成本下降带来的销价降低,使人们生活水平得以提高,实现企业的社会价值。
- (2)通过工作目标的明确使员工理解工资、报酬依据的公平性,从而改善人员关系。
- (3)使管理科学化、计划化、标准化,消除人、机械、材料等因素存在的各种不合理浪费,使人和设备的能力得以有组织的最大限度的有效利用,切实达成企业的目的。

七、IE 手法概要

1.何谓 IE 手法

在日常生产中为解决生产进度、质量等问题仅靠感觉和经验是无法真正做到的,此时我们必须综合运用 QC 及 IE 手法,不断加深对工作的理解,从不同角度思考比现有方法更轻松、更安全、更正确、更快捷的作业方法。具体 IE 手法的定义表述如下:

“IE 手法是以人的活动为中心,以事实为依据,用科学的分析方法对生产系统进行观察、记录、分析,并对系统问题进行合理化改善,最后对结果进行标准化的方法。”

其目的有以下几点:

- (1)准确掌握生产活动的实际状态;
- (2)尽快地发现浪费、不合理、不可靠的地方;
- (3)对生产活动的改善和标准化进行系统的管理。

综合 IE 手法的定义与目的,IE 手法有以下几点特征:

- (1)分析程序方法不错的话,不同人会得到相同的结果——客观性;
- (2)因为对现实状态能定量分析,所以容易进行检讨——定量性;
- (3)用相同的符号及图表分析,因此能够信息共享——通用性。

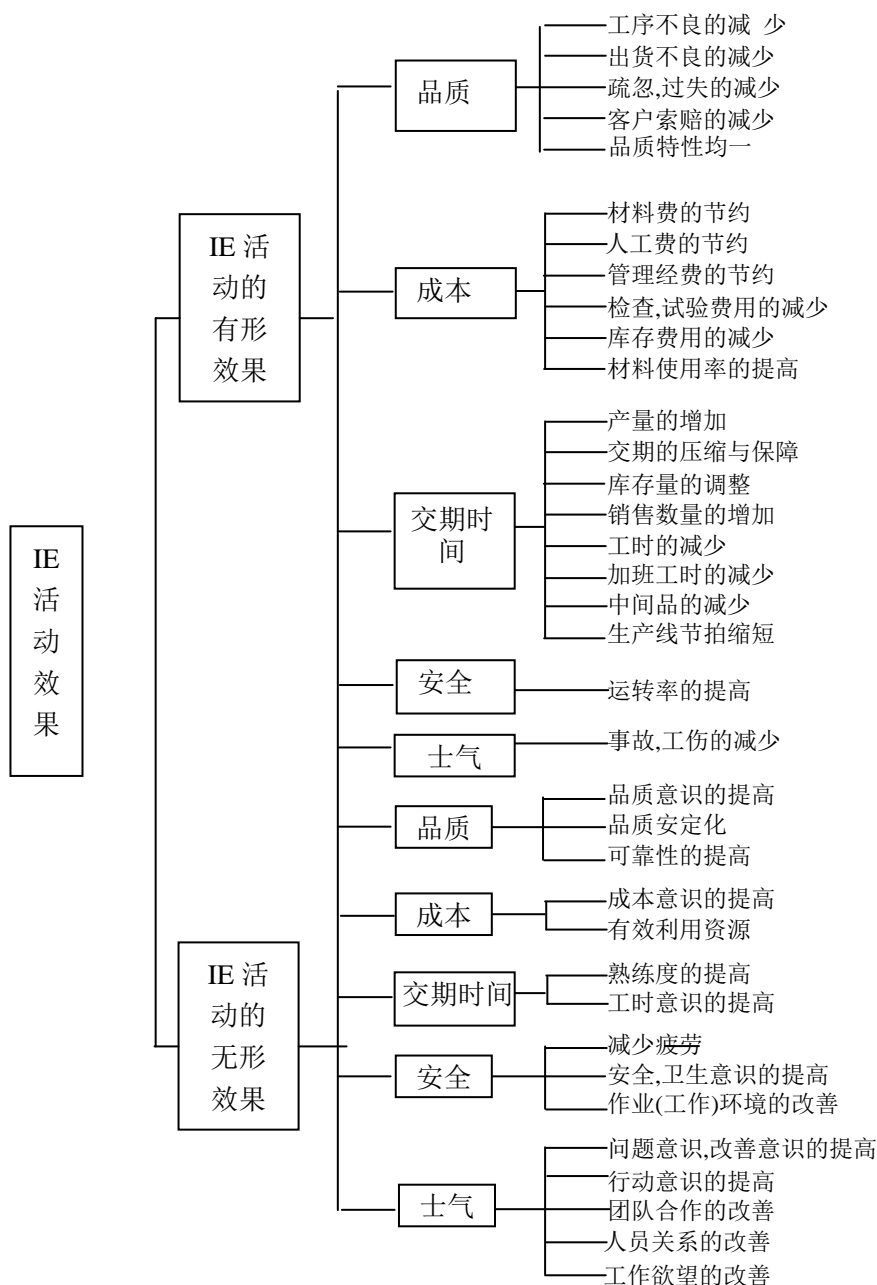


图 2-7

2.IE 手法的体系

IE 的基本手法,是由 IE 始祖泰勒 (F.W.Taylor.1856 — 1915) 发明的时间研究和 F.B.Gilbreth(1868-1924)夫妇发明的动作研究为基础发展而来的。它包括方法研究、作业测定、布局研究、Line Balance 等方法手段。

(1)方法研究:对作业方法进行科学分析,从而对人、时间、材料等进行经济、合理、有效的设计使用,是一种对作业方法进行设计和改善的方法。研究对象包括原材料、工艺、作业流程、作业工具、设备布局及操作动作。

①**程序分析**:对产品生产加工的流程以固定的符号进行分析,进行综合的设计改善时使用,包括从产品的开发设计,到零部件的生产及装配等,从宏观到微观的全部生产作业流程。

②**动作分析**:对工序的作业方法、动作进行分析设计的方法。

(2)作业测定:对作业人员在一定生产条件下的作业时间进行的测定,用于作业效率评价、标准时间设定及发现不合理的地方。作业测定大体分为直接时间研究和间接时间研究。

①**直接时间研究法**:工作时间过程的直接测量,有时间分析及运转率分析等代表方法,测量上以直接测量和录像测量为主。

②间接时间研究法：对作业单位细分化设定后,通过经验数据的合成设定时间的方法,如以标准资料以及统计数据库为依据进行标准时间的设定。

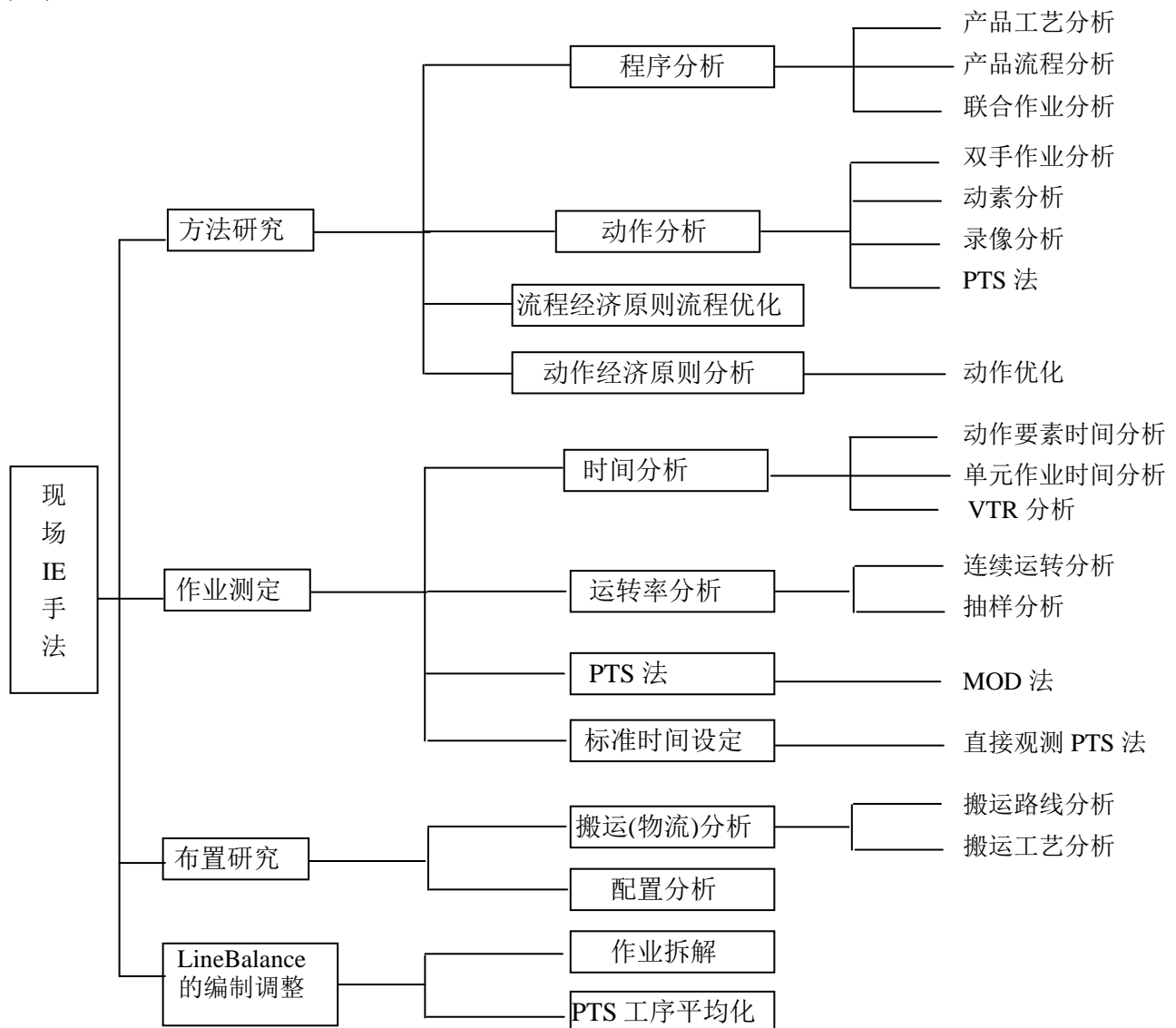
③PTS 法(Predetermined Time Standards)：时间预置法,全部作业的基本动作进行标准化,用此标准对工程作业的时间进行预置设定,是一种间接时间研究和动作分析相结合的方法。

3.现场 IE 手法的分类与改善程序的关系：图 2-8 对现场改善中的各种 IE 手法进行分类。

表 2-4 对 IE 手法的分类与改善程序的关系进行了详细说明。

4.IE 手法活用的效果

- (1) 能够系统地、综合地、有计划地把握现状而非凭经验和感觉;
- (2) 因为是定量的系统的思考方法,所以可以做客观的判断;
- (3) 当明确了判断的标准之后,谁都可以进行相同的判断;
- (4) 平日发现不到的问题会逐渐浮现上来;
- (5) 从不规则的变化中发现规律性的东西;
- (6) 通观全局,而非局部次要问题;
- (7) 在短时间内检查工艺全过程;
- (8) 因为结果是以图表数字形式,所以容易理解;
- (9) 科学的统计方法进行数据收集,因此结果和过程都很可靠;
- (10) 因为客观,所以容易统一意见;
- (11) 问题说明简洁明了;
- (12) 明了的图表数字会增加职员对品质与效率的责任感与行动力;
- (13) 现场作业及管理人员亲自使用分析,可加深对工艺过程的理解。



一、程序分析概述

1.何谓程序分析

程序分析是对产品生产过程的工序状态进行记录、分析和改善的必要有效的 IE 手法,它是把工艺过程中的物流过程及人的工作流程以符号形式进行记录、设计的方法,通过它可以反映工序整体的状态,从而有效地掌握现有流程的问题点,并研究制定改善对策,以提高现有流程效率。

这里特别强调的是程序分析的目的性,任何工作开始之前最为重要的是抱有鲜明的目的,才能在工作中明确方向达到目标。因此我们要明确 IE 程序分析的目的是消除产品生产过程中的全部浪费与不合理,从而提高效率。所以加工、检查、停滞、搬运任何工序并不因为其存在而合理,衡量的标准是创造价值的合理,否则是浪费。由此看来除加工以外的任何过程都有浪费的嫌疑。掌握全部生产过程包括工艺过程、检验过程、运输过程的实际状态发现并去除过程浪费与不合理,是程序分析的主要目的和作用。

2.程序分析的目的：具体分析程序分析的目的有如下几点：

(1) 准确掌握工艺过程的整体状态

- ① 工艺流程的顺序；
- ② 明确工序的总体关系；
- ③ 各工序的作业时间确认；
- ④ 发现总体工序不平衡的状态。

(2) 发现工序问题点

- ① 发现并改进产生浪费的工序；
- ② 发现工时消耗较多的工序,重排简化此工序；
- ③ 减少停滞及闲余工序；
- ④ 合并一些过于细分或重复的工作。

3.程序分析的种类

程序分析按分析对象不同,分为以产品工艺为中心的产品工艺分析和以人为中心的作业流程分析,以及为表达操作者与机械之间的作业程序或多名操作者之间的作业程序的联合作业分析三种形式。表 1 对三种程序分析进行了分类总结。

手法	产品工艺分析	作业流程分析	联合作业分析
目的	产品的生产工艺流程	作业者的作业流程	人与机械,人与人的时间关系
工序特征	·多人通过多台机械制造同一产品的工艺过程	·一人通过不同的机械和工具,在几个作业区之间加工,制造多个产品	·一人操作多台设备的情形 ·几人共同完成一项工作的情况
优点	·产品在流动的情况下被加工,什么样的工序都可以分析 ·与工序管理图对照易于分析	·易于发现作业者的多余动作 ·作业者自己对作业方法的改善比较有效	·彼此之间的时间关系及空闲时间清楚明了 ·人与机械的运转状态清楚明了
缺点	·作业者的动作不明了	·因为作业者不同而结果有所差异 ·必须紧随作业者行动方可观察记录	·彼此之间没有时间关系的情况下分析也没用 ·需要一定程序的时间精度要求

4.程序分析的注意事项：程序分析时有些需注意的地方,多加留意会更好达到目的实现目标。

- (1) 注意明确区分分析对象是产品还是作业者；
- (2) 为达到改善目的,开始首先明确分析的目的；
- (3) 最开始就要明确范围,不要遗漏问题；

- (4) 在现场与作业者和管理者共同分析；
- (5) 临时的工序流程变更时,以最基本的主流程为基准进行分析；
- (6) 分析过程是思考改善方案；
- (7) 研讨改善方案时,以流程整体的改善为最优先考虑目标。

二.产品工艺分析

1.何谓产品工艺分析

产品工艺分析是对产品在经过材料、零件的加工、装配、检验直至完成品为止的工序流程状态,以加工、搬运、检查、停滞等待符号进行分类记录,并以线相连表述产品制造流程的方法。分析过程中通过对各工序的作业内容、使用机械工装、作业时间及搬运距离的调查记录,发现产品流程的问题,并进行有效改善,消除不合理与浪费,是产品工艺分析的目的。它使用专用的产品工艺分析符号记录。现场应用请大家参见表 2 灵活运用。

2.产品工艺分析方法与技巧

(1)5W1H 方法——提问技术

通过这样系统的提问及工艺分析检查表逐项核实可以最大限度地发现现有产品工艺的问题。

表 2 工艺流程图示符号

工序种类	符号	详细符号(例)	内 容
加工操作	○	② 第二道工序(工序号) Ⓐ A 零件的第五道工序 ◇加工中有检查内容	材料、零件或新产品在加工过程中发生了外形规格性质的变化或为下一工序进行准备的状态
搬运运输	○ ⇒	R 机器人搬运 R 皮带搬运 M 男子搬运	材料零件或产品在一定状态下维持不变,同时转移位置状态.注:符号图的大小是加工操作的 1/2-1/3
检验	□	□ 数量的检查 ◇ 品质的检查 ◇ 品质与数量的检查,品质为主	对材料零件或产品的品质和数量进行测定,并进行判断的工序,但作业中同时伴有准备与整理的内容
停带暂存	▽ (D)	△毛坯的贮存 ▽ 半成品,产品的贮存 ▽ 工序时间的停止(D) ☆ 加工中临时停止	材料、零件或产品在加工、检查之前所处的一种停止状态,但当区别停止与贮存时,停止用 D 表示.

表 3-3 5W1H 提问表

项目 疑问	问题	为什么	改 善 方 向
1.Why	目的是什么?	为什么?	去除不必要及目的不明确的工作
2.Where	在什么地方执行?	为什么?	有无其它更合适的位置和布局
3.When	什么时候做此事?	为什么?	有无其它更合适的时间与顺序
4.Who	由谁来做?	为什么?	有无其它更合适的人
5.What	做什么?	为什么?	可否简化作业内容
6.How	如何做?	为什么?	有无其它更好的方法

表 3-4

符号	名 称	内 容
E	取消 (Eliminate)	在经过“完成了什么”“是否必要”及“为什么”等问题的提问,而无满意答复者皆非必要,即予取消
C	合并 (Combine)	对于无法取消而又必要者,看是否能合并,以达到省时省化的目的
R	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,使作业更加有序
S	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

(3)产品工艺分析检查表(见表 3-5)

表 3-5

工艺名称	姓名	部门		
项目	内容	Check		说明
		Yes	No	
1.有无可省略的工序	1.是否有不必要的工序内容? 2.有效利用工装设备省略工序? 3.改变作业场地带来的省略 4.调整改变工艺顺序带来的省略 5.通过设计变更从而省略工序 6.零件、材料的规格变更带来的省略			
2.有无可以与其它工序重新组合的工序	1.改变作业分工的状态 2.利用工装设备进行重组 3.改变作业场地进行重组 4.调整改变工艺顺序进行重组 5.通过设计变更进行重组 6.零件、材料的规格变更带来的重组			
3.简化工序	1.使用工装夹具简化工序 2.产品设计变更简化工序 3.材料的设计变更从而简化工序 4.工序内容再分配			
4.各工序是否可以标准化	1.利用工装设备 2.作业内容是否适合 3.修正作业标准书 4.标准时间是否准确 5.有否培训			
5.工序平均化	1.工序内容分割 2.工序内容合并 3.工装机械化、自动化 4.集中专人进行作业准备 5.作业方法的培训 6.动作经济原则下的作业简化			

3.产品工艺分析图例

以下几种图表是产品工艺分析的主要手段。

(1) 工艺流程图

用工艺流程图符号对产品工艺进行复杂的组合设计时使用,多用于工艺过程拆解与设计。如图

3-1. 图 3-1 工艺流程图

Line : 8310

Date : 2001-04-21

审核 : IE/刘胜军

型号 : DMC-115-102-02

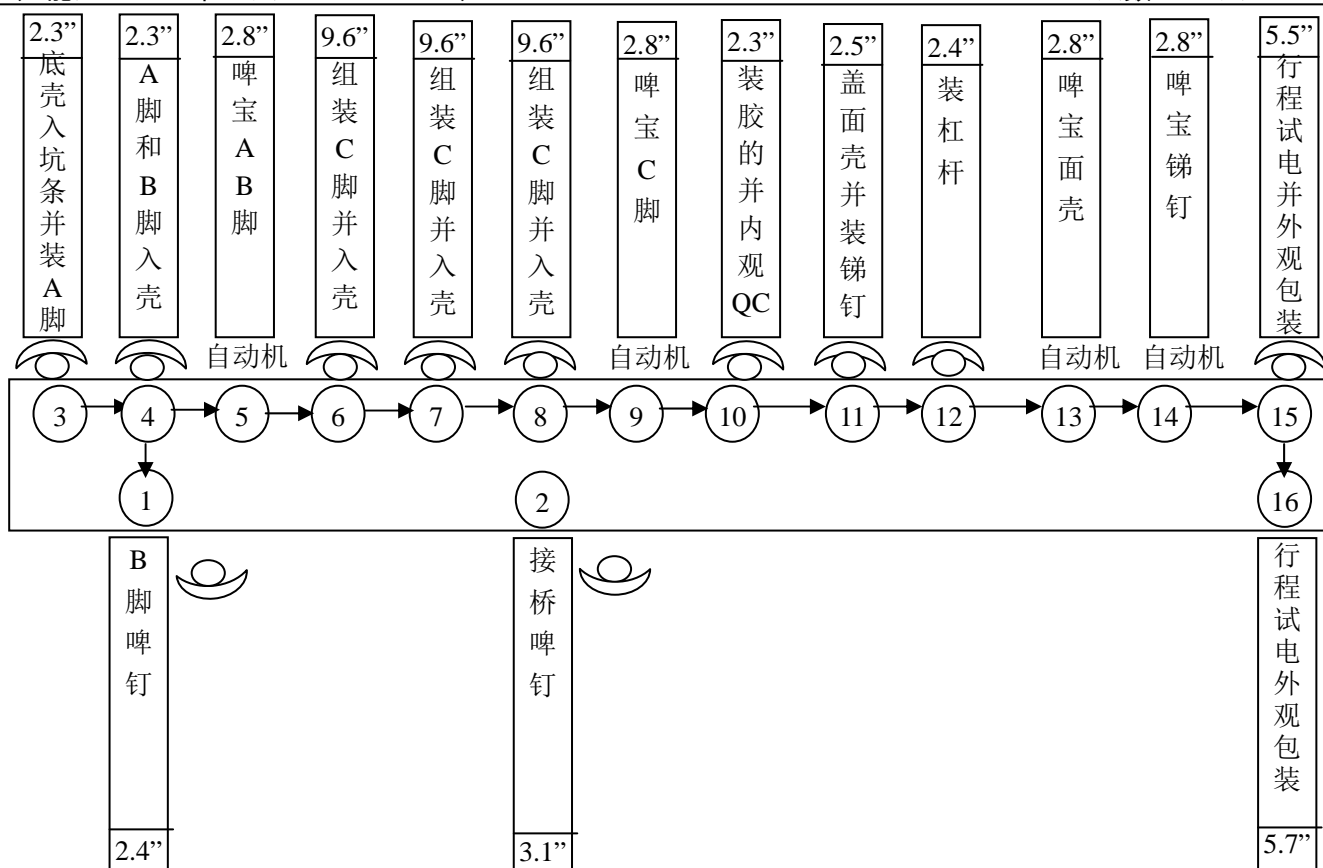
人工工时 : 14/1000=0.014/人/个 h

制表 : IE/罗江蓉

生产能力 : 71.4 个/h/人

产量 : 1000/h

Line 人数 : 14 人



(4)平面流程线路图(见图 3-3)

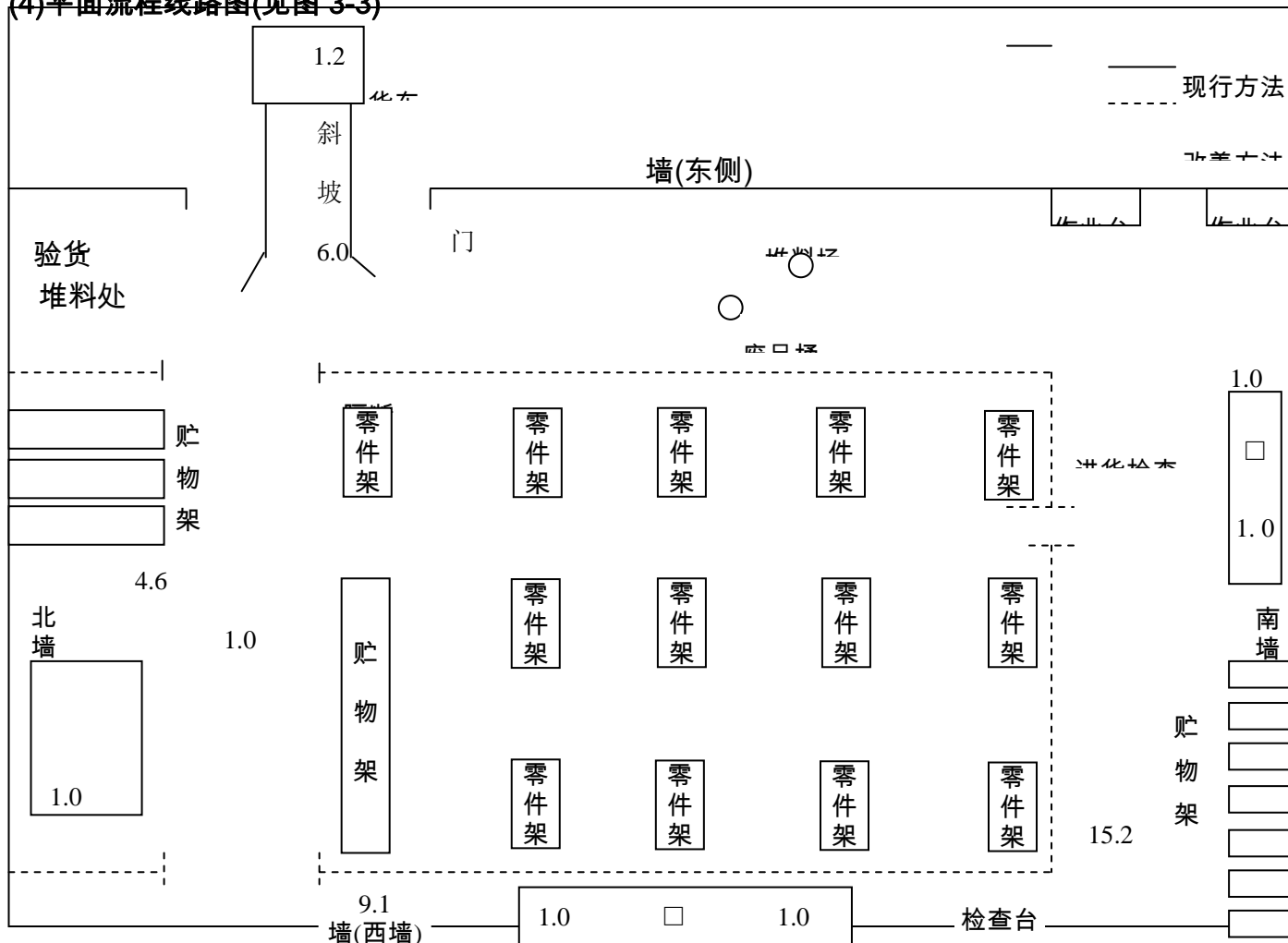


图 3-3 引自:《IE 基础》藤田彰文编,好学社 P93

以上几种产品流程分析图表,因产品作业流程特性不同,表现重点有所差异。根据流程分析的目的、用途不同选择适当图表方法,进行有效的分析,从而找到关键问题,制定正确的改善方案,是 IE 方法活用的重点。

三.作业流程分析

1.何谓作业流程分析

在现场生产活动中,现场经常有作业员连续要进行诸如加工、搬运等多个工序作业。例如:

- (1)一人操作二台以上机械设备的情况 ;
- (2)一人同时处理多个产品零件的情况 ;
- (3)一人负责多道工序的情况。

作业流程分析就是这种将作业人员的工作流程视作产品流程一样,进行与产品工艺分析相同的分析。作业流程分析是将同时处理多项工作的作业者的行动分为“作业”“移动”“检查”“等待”四种工序,并以符号进行图表分析描述的分析手法,其使用符号与产品工艺分析相同。

2.作业流程分析的目的与用途

作业流程分析的目的:

- (1)明确操作者的作业程序;
- (2)分析作业者的各不同工序的分布状态与时间分配状态;
- (3)发现操作者中如空手移动及等待的浪费状态;
- (4)明确各工序的作业目的。

作业流程分析的用途:

- (1)用来发现作业者的操作流程问题;
- (2)作为流程改善的基础资料的数据使用;
- (3)用于制定作业标准;
- (4)设定作业改善的目标;
- (5)作业改善的效果确认。

3.作业流程分析符号(表 3-7)及分析调查项目(表 3-8)

表 3-7

符号	工序名	内 容
○	作业	零件、产品的形状、尺寸、性质发生变化,与其它零件进行装配、分解的行为,包括为加工、检查、移动而进的整理、准备,即包括操作性在内的全部作为
○ (⇒)	移动	作业者将加工物搬运至其它场地或空手移动的行为,1m 以内的物品取放作为附带操作视为作业内容
□	检查	对对象产品的品质及数量进行的检查
▽	等待	作业者在作业中间的等待及工序间的等待

表 3-8

项目	主 体	场 所	时 间	方 法
作业	□作业内容 □机械设备 (名称,数量)	□作业场地	□作业时间 □单位时间产量	□作业顺序 □作业条件 □主要工装
移动	□移动目的 □搬运设备 □搬运手段	□移动距离 □路线 □次数	□移动时间	□搬运个数 □使用工具
检查	□检查内容 □检查工具 (名称)	□地点	□检查时间	□检查部位 □检查方法 □检查规格 □不良率
等待	□等待理由	□等待地点	□等待时间	

4. 作业流程分析实例(见表 3-9)

表 3-9

分析对象		产品□ 操作□			姓名			部门		
N O	内容	加工作业	搬动移动	停滞等待	检查	时间	距离	数量	设备	改善要点
1	放元件于印模中	○	○	▽	□	$\frac{0.7 \times 3}{3.5}$		印模 5 个	(印模每个放 100 件)	
2	印刷电极	○	○	▽	□	$\frac{0.5 \times 5}{2.5}$		”	印刷机	(重复循环使用)
3	放元件于网上	○	○	▽	□	$\frac{0.5 \times 5}{1}$		”		印模形需要摆
4	运至干燥机	○	○	▽	□	0.1	2	”		
5	放入干燥机	○	○	▽	□	0.2			干燥机	
6	回到作业台	○	○	▽	□	0.1	2			
7	等待干燥	○	○	▽	□	5				干燥的同时不可以
8	去干燥机	○	○	▽	□	0.1				进行下次印刷吗
9	拿出元件	○	○	▽	□	0.2		印模 5 个	干燥机	假设印模设定 4 个从而调整时间
10	运到作业台	○	○	▽	□	0.1	2	”		
11	等待冷却	○	○	▽	□	2		风扇机		
12	翻转元件重新摆放	○	○	▽	□	$\frac{0.5 \times 5}{2.5}$		印模 5 个		
13	印刷电极	○	○	▽	□	$\frac{0.5 \times 5}{2.5}$		”	印刷机	每次循环使用
14	摆放元件于网上	○	○	▽	□	$\frac{0.2 \times 5}{1}$		”		
15	元件运至烘烧机	○	○	▽	□	0.5	5	”		
16	放入烘烧机	○	○	▽	□	0.1		”	烘烧机	
17	回到作业台	○	○	▽	□	03	5			
总结	工程数	9	6	2	0	合 计			备注	烘烧机 投入口
	时间	13.5	1.2	7	0	时间	距离	人员		
	人员					21.7	16			

5. 作业流程分析的改善方向(见表 3-10)

Yes No 是判断是否存在的改善可能的标识,当判断为 Yes 时由现场工作人员共同讨论对策方案。

表 3-10

工艺名称		姓名		部门	
项 目	内 容			Check	
				Yes	No
1.是否有替代作业可达到同样目的	1.明确作业目的 2.其它替代手段				
2.作业 ·可否省略某些操作 ·可否减轻作业 ·可否组合作业	1.不必要作业的去 除 2.调整顺序 3.不同设备的使用 4.改变配置 5.设计变更 6.培训操作员				
3.移动 ·省略 ·减轻 ·组合	1.去除某些作业 2.改变物品的保管 场地 3.改变配置 4.改变设备 5.改变作业顺序 6.皮带(转送带)的 使用				
4.检查 ·省略 ·减轻 ·组合	1.不必要的检查 2.消除重复检查 3.改变顺序 4.抽检 5.专业知识培训				
5.等待可否省略	1.改变作业顺序 2.改变设备 3.改变配置				

四.联合作业分析

1.何谓联合作业分析

生产活动中往往并不是一人只操作一台设备那么简单,经常有一人操作数台设备或多人共同进行一项作业,或者多人共享多台设备,这时为避免时间上的等待或干涉而对其进行效率改善的 IE 方法即联合作业分析。

联合作业分析是对人与机械、人与人的组合作业的时间过程分析,由图表分析发现人及设备的等待、空闲时间,并进行有效改善的方法。其目的如下:

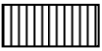


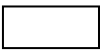


第一,通过自动化或共同作业等方法去除等待时间,平均作业负荷。

第二,调整操作设备的台数,及共同作业的人数,使其分配合理。

联合作业分析分为人与机械的分析和多人共同作业分析两种,另外多人共同使用多台设备的情况也适用于联合作业分析。

分析时使用符合如表 3-11。

表 3-11

作业者			机械		
	单独	与机械及其它作业者无时间关系的操作		自动	与操作者无关,自动工作的状态
	联合	机械与人共同作业,相互制约作业时		手动	准备,安装,取下及手动等作业者的活动对机械的时间制约
	等待	由于机械或其它人的作业,从而造成作业者的等待		等待	由于作业者的操作造成的机械停转,空转

2.联合作业分析的目的与用途

联合作业分析的目的是弄清人与机械或人与人的相互关系,从而发现等待及空闲时间的状态,并对时间浪费进行有目的的改善,其用途有以下几个方面:

—20—

- (1) 提高设备的运转率;
- (2) 编制共同作业的作业标准及进行改善;
- (3) 研讨一人多机或多人多机联合作业的可行性及方法;
- (4) 改造机械或设备。

3.人——机作业分析

(1)何谓人——机作业分析

将机械的运转状态与操作者的作业程序之间的时间关系用图表进行记录,调查作业效率的方法。用途如下:

- ①调查运转率低的原因;
- ②是操作者的负荷调查,用以决定每人负责的机台数;
- ③决定人——机系统的作业重点;
- ④研讨设备布局的依据。

(2)人——机作业分析的方法:基本上是与作业流程分析用相同的方法进行,表 3-12 为分析实例。

表 3-12 联合作业分析的实例(人——机作业分析)

作业者名		机械名			部门	工场
张三		压注成形机 A.B.C			科室	小组
时间	作业者	成形机 A	成形机 B	成形机 C	时间	
	5 走到 A	等待				
10					10	
20	40 机械 A	40 成形准	35 成形		20	
30					30	
40				80 成形	40	
50	5 走到 B		等待		50	
60					60	
70	50 机械 B		50 成形准 备工作		70	
80					80	
90				25 等待	90	
100					100	
110	5 走到 C				110	
120					120	
130	60 机械 C		65 成形		130	
140		30 等待		60 成形准 备工作	140	
150					150	
160					160	

机械自动

操作者与机械联合作业,机械手动

作业者与机械同时等待

以上记号可以按各企业需要自订

4.共同作业分析

多人共同进行一项工作时,对作业者相互间的时间关联状态进行记录分析的方法,即共同作业分析.分析的用途有以下两点:

- (1)用于将工作进行合理的分配,使操作者的工作量平均化.

(2)发现浪费时间的作业内容,进行重点改善.
分析方法参见表 3-13.

5.联合作业分析的改善方向(见表 3-14,表 3-15)

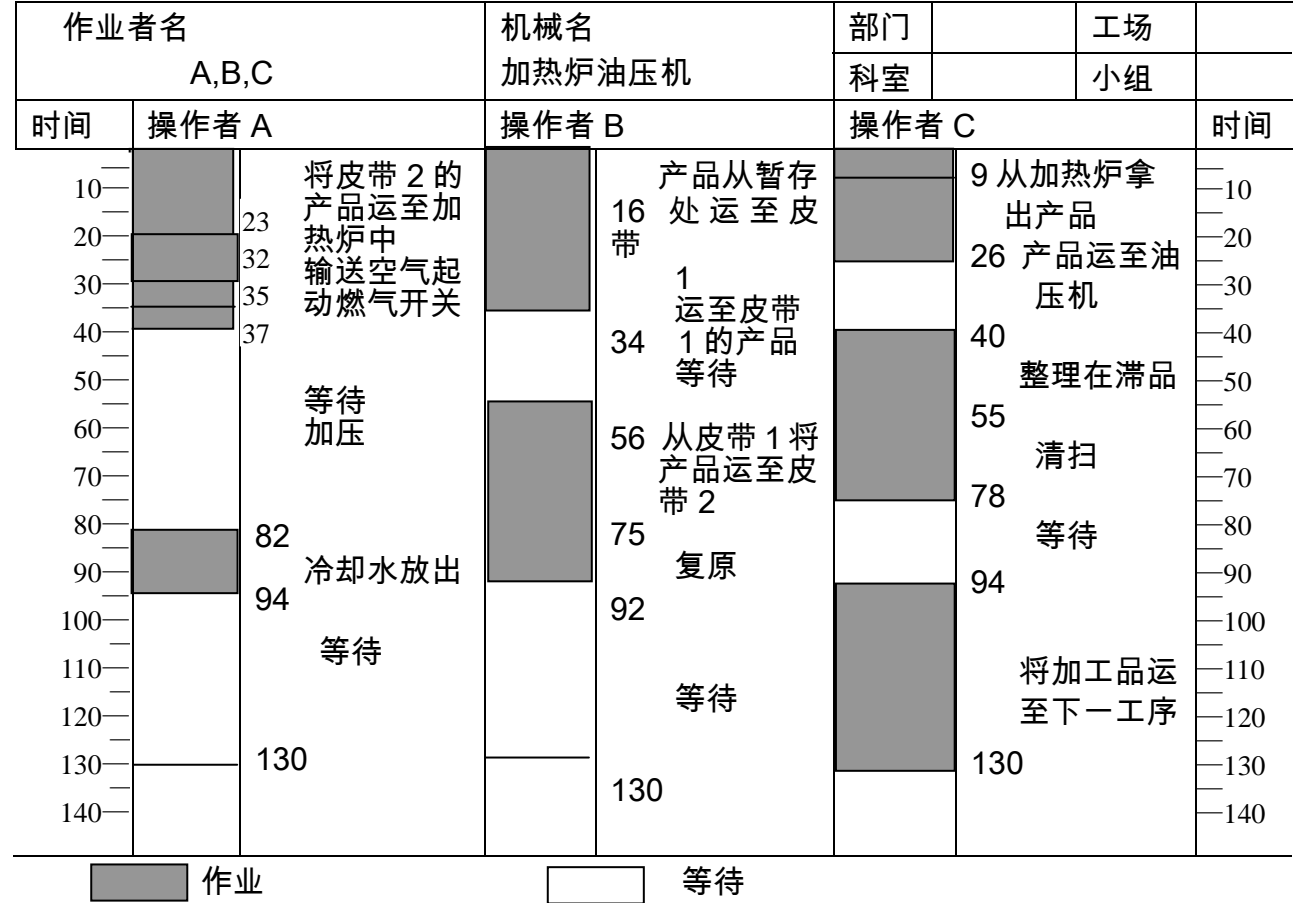


表 3-14 人——机作业分析作业检查改善表

工艺名称		姓名	部门		说明
项 目	内 容	Check			
		Ye s	No		
1.是否有替代作业 可达到同样目的	1.明确作业目的 2.其它替代手段				
2.作业 □省略 □减轻 □合并	1.明确有无不必要的东西 2.变形顺序 3.使用不同的设备 4.改变配置（布置） 5.产品设计变更 6.作业员培训				
3.移动 □省略 □减轻 □组合	1.去除某些作业 2.改变保管场地 3.改变配置 4.改变设备 5.改变作业程序 6.设置皮带				
4.检查 □省略 □减轻 □组合	1.去除不必要的检查 2.消除重复检查 3.改变程序 4.变为抽检 5.作业员培训（专业方面）				
5.等待可否省略	1.改变作业程序 2.使用不同设备 3.改变配置				
6.机械运转的有效 时间内可否加入 更多作业内容	1.材料自动供料 2.加工的自动化 3.加工完成后的自动卸料 4.加工完成及产品不良或材料不良时的自动处理 5.改善操作者与机械的时间关系				

7.机械作业时间的缩短	1.改良工程 2.送料提速及高速运转			
8.提高机械的运转率	1.增加人均数 2.新型号设备的使用 3.机械自动运转时间内的作业准备			

表 3-15 共同作业分析检查改善表

工艺名称	姓名	部门		说明
项 目	内 容	Check		
		Yes	No	
1. 是否有替代作业可达到同样目的	1.明确作业目的 2.其它替代手段			
2.作业 □省略 □减轻 □合并	1.明确有无不必要的东西 2.变形顺序 3.使用不同的设备 4.改变配置（布置） 5.产品设计变更 6.作业员培训			
3.移动 □省略 □减轻 □组合	1.去除某些作业 2.改变保管场地 3.改变配置 4.改变设备 5.改变作业顺序 6.设置皮带			
4.检查 □省略 □减轻 □组合	1.去除不必要的检查 2.消除重复检查 3.改变程序 4.变为抽检 5.作业员培训（专业方面）			
5.等待可否省略	1.改变作业程序 2.使用不同设备 3.改变配置			
6.操作可否更容易进行	1.成员之间的作业平衡了 2.减轻负荷最大作业者的工作量			
7.由于其他人影响造成的作业等待可否去除	1.改变作业人数 2.改变作业分配 3.改变作业程序			

6.联合作业分析的使用

由于联合作业分析是用于发现相互间时间关系的方法,所以使用上主要是用来发现作业上的问题点。主要包括以下两个方面。

(1)对人与机械,人与人之间的联合作业状态进行调查:发现操作者及机械的空闲时间,去除或有效利用这部分浪费时间,从而提高整个作业的效率。

(2)确认改善效果时使用:可以用于改善立案时的方案比较及改善后的结果确认两个阶段,用于确认改善效果。

五.程序分析的补充——附带分析

1.流程线路分析

程序分析主要是对产品 & 人的生产作业流程进行整体分析,从而进行改善的方法,为了使这些分析结果得以更有效的使用,需要一些如产品或人的流程路线图及停滞分析等这样的附带分析进行说明。

流程线路图是对产品的流程及作业者的路线按布局图进行线路记录分析的方法,可以对作业场地的布局及搬运方法进行研讨,与程序分析同时使用。前面介绍的平面流程线路图便是其中一种,另外还有将工厂的各楼层之间的工艺全过程以立体线路图表述的方法,即立体流程线路图。目的都是寻找

并发现流程路线的问题点,进行针对性的改善。

流程线路图尤其是对生产布局(Layout)的设计帮助较大,当通过流程线路图进行布局(配置)的讨论时,可将机械及辅助设备作成纸板模型在平面图上进行讨论,直至得到最佳方案。

2.停滞分析

—23—



(1)停滞分析的分析方法：

停滞分析作为程序分析的辅助方法而被使用,产品工艺流程中的停滞有以下几种形式:

- ① 毛坯或产品在仓库中贮藏(保管)的状态用△▽表示。
- ② 中间品在等待下一工序进行的状态,等待工序用▽表示。
- ③ 小批量生产时,加工前及加工后的产品停滞用△表示。

这些停滞及等待直接影响流程的顺畅进行,增加不必要的生产时间和库存,同时因停滞时的保存状态不好还会造成产品的丢失、污染和变质等问题,所以减少停滞是非常重要的。停滞分析是对生产过程中最小限度及必要的停滞进行地点、原因、方式、时间、数量等的现状分析和调查。

(2) 停滞分析的调查项目(见表 3-16) 表 3-16

内 容	数 量	整 顿 状 态	管 理 方 法
1.产品名 2.地点 3.理由 4.容器 5.布置 6.前后工序	1.停滞时间 2.停滞数量 3.重量 4.体积 5.离地面高度	1.整理状态 2.丢失及损坏的可能性 3.对其它作业的妨害 4.数量检查的容易性	1.有无工作单 2.工作单填写准确否 3.保管费用 4.保管责任人职位 5.人员

(3)停滞分析实例(见表 3-17) 表 3-17

工艺系列名	停滞种类	姓名：张三	批准		编制
产品名	<input type="checkbox"/> 贮藏 <input type="checkbox"/> 等待工序 <input type="checkbox"/> 批次等待	部门			部 工场
		科室			小组
调查项目	内 容	检查项目	结 果		备 注
场 地	检查台旁的小台	整理状态	良	差	
理 由	包装工位兼职其它作业				
位置方式 (容器)	放置于小台的包装箱内	取放的便利性	易	难	
离地面高度	80 cm	丢失及损坏的可能性	无	有	
时间	平均 20 分				
数量	平均每批 250 个	变质的危险性	无	有	
重量	5 kg	是否造成阻碍	无	有	2-3 批堆积后造成困难检查
体积	搬运箱 40×50×60				
传票种类	作业记录	通路阻塞	无	有	
保管责任人	检查作业者	数量检查的容易性	易	难	根据作业记录 检查数量
保管费用					
前后工序	前：成品检查 后：包装	指定放置场地	有	无	小台

测定器		
制品		
包装台	检查台	改善要点：
		·包装作业由专人执行 ·检查与包装同时进行

—24—

(4)停滞分析的改善方向

- ① 可否去除停滞：·批次作业改为流水作业,平衡各工序的作业量;
·改善搬运方法的同时,更重要的是减少搬运次数;·加工与检查同时进行;
·改变加工与检查的顺序;·改善布局。
- ② 可否减少停滞时间与数量：·平衡前后工序;
·制定符合生产能力的生产计划;·通过日程管理(计划)最大限度地减少停滞时间。
- ③ 通过分析检查表发现问题改善管理：·进行停滞品的整理整顿;
·调查工作单位计算停滞数量;·减少丢失、破损、变质的危险;
·消除道路的堵塞;·指定放置场地;
·明确产品的保管责任;·改善停滞方式,提高取放便利性。

以上几个方面的检讨主要集中于工艺改善、日程管理、物品管理等三个方面。

(5)停滞与等待造成的问题

流程改善时,最大的问题即中间品的等待(▽),它会造成以下问题。

- ① 使生产制程时间变长,即生产前置时间(Lead Time)变长; ② 中间品(在制品 WIP)变多;
③ 产生堆放及取拿的无谓工时 ④ 占用场地;
⑤ 占用容器; ⑥ 产生丢失、污染、变质的危险。

(6)停滞原因发现检查表(见表 3-18)

表 3-18

工艺名称	姓名	部门		
项 目	内 容	Check		说 明
		Yes	No	
一般	1.计划中对停滞预计过大 2.零件、产品的进货过快			
加工前的停滞	1.工序宽放很小 2.机械设备经常发生故障 3.工装的数量过少 4.一人看管的机台太多 5.产品种类太多 6.工序中的装配零件数量过多 7.生产形式是批量生产而非流水化生产 8.加工批量件数过多 9.同时加工数量过多 10.前后工序的批次数差异 11.加工时间过长			
检查的停滞	1.检查工序是否过多 2.集中检查而异步现场检查 3.全数检查(不是抽检) 4.检查时间过长			
搬运前的停滞	1.搬运次数及数量过多 2.距离过长 3.路线复杂 4.搬运机械化程度低 5.设备能力太小			

	6.通用设备不是专用			
	7.业务分担在不同部门			

3.搬运分析

(1) 何谓搬运

搬运是工厂内为供应必要的物料进行的运输。与加工不同,搬运并不直接产生价值,并且要消耗人力与工时,因此如何最有效的使物流顺畅、减少浪费就成了搬运的中心课题。

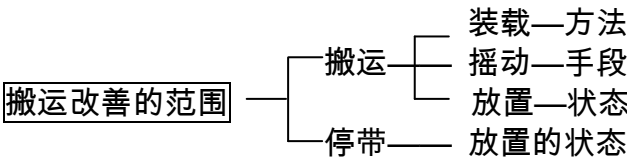
搬运并不只是移动物品,堆放物料、装载、卸载、摆放都要消耗工时。因此搬运包括物品的位置移动及物品的摆放二层意思。还需注意的搬运项目包括时间及成本,对产品品质的影响及搬运前后的

—25—

保管,这样不只是搬运过程,物料的停滞状态也是搬运的一部分。所以当考虑搬运改善时,其范围包括图 3-4 内容。



图 3-4



另外,作为搬运的特征指标:搬运重量、次数、距离、成本等等需认真对比考虑。

(2)搬运改善的必要性

生产工艺大至可分为:加工、搬运、检查、停滞。其中加工与搬运占用了大半生产时间,因此对制造成本影响较大。生产加工是一个连续动作有机结合的工艺过程,连接这一过程的搬运与加工是不可分割的整体,但很多情况下往往人为地将其分开造成过程整体的巨大浪费。

当生产规模及品种较多时,统计发现搬运在整个工时成本及生产成本中占有很大比例,总结如下:

- ① 约 25% ~ 40%的加工费是搬运费;
- ② 约 70% ~ 80%的工序时间是搬运及停滞时间;
- ③ 约 85%的工厂的灾害是在搬运作业中发生。

同时搬运直接影响到整个公司的运营成本。

- ① 搬运工作量的增加直接影响搬运部门的管理费用;
- ② 现场人员的搬运作业与生产部门的人工工时成本直接挂钩;
- ③ 搬运灾害造成的人、机、物损失;
- ④ 搬运还对现场的作业空间产生直接影响。

由上述统计及成本关系可知,搬运是不直接产生价值、造成大量成本的工序,所以搬运改善是现场改善中的重要课题。

搬运改善的基本原则是尽最大可能消除它,或将其减至最少.减少距离时间、次数都是必要的,对于必不可少的搬运应在“节省人力”、“利用斜面”、“台车”、“减少搬运的疲劳度”上下功夫改善。

(3) 搬运改善的目标

搬运改善是为使生产工艺更加流畅进行而进行的改善,降低搬运成本提高生产效率的改善活动的目标有以下几个方面:

- ① 最大限度地减少停滞及中间在制品;
- ② 减少搬运时间及人员数量;
- ③ 减少搬运距离;
- ④ 最大限度有效利用空间;
- ⑤ 减少搬运中的品质问题;
- ⑥ 改善作业环境;
- ⑦ 减少搬运中的疲劳及灾害。

(4) 搬运改善的注意事项：搬运改善主要通过程序分析的 5W1H 方法对物品的移动及放置全过程进行分析,其中要注意以下几点:

① 重视装载作业：提到搬运改善大家总是觉得将距离缩短是最重要的,事实上在装载上消耗的劳力与时间远远大于距离的移动所耗用的劳力与时间,所以重点是装载摆放方法的改善。装载时间由 5 分改善至 2 分钟的改善大于距离上由 5m 改善至 2m 的改善。

② 重视放置方法：方法的不同带来工时、劳动频度的改变,特别是放置方法直接影响下次移动所需工时。所以使二次搬运最方便快捷的方法即最优方法,某种程度上放置方法代表物品的移动活性好坏,它分为五个层次。见表 3-19。

表 3-19

NO	放置状态	说明	工时消耗
1	散放地面	包括台面上散放	4
2	集装袋(箱)	集中袋捆箱都可以	3
3	托板	托板下有枕木	2
4	车辆		1
5	传送带		0

—26—

③空运的减少

为搬运在过程中产生的装载移动,比方取车、送车等人及车的空载移动,都是不产生价值的浪费。通过改善程序消减这类移动。

用空运系数进行评价:

$$\text{空运系数} = \frac{\text{人的移动距离} - \text{物品的移动距离}}{\text{物品的移动距离}}$$

4 正确评价搬运工时:对过程中消耗的体力产生的作业疲劳进行客观评价,改善作业环境。

5 搬运交接时方法的改善:在交接时产生的作业量往往被忽视,因为工时有可能发生在生产部。

4. 负荷余力分析

负荷余力分析是在对人员及设备能力进行了准确调查分析后将作业内容合理化再分配的工作,目的是使各工序的人员及设备负荷合理,最大限度地减少人及设备的闲余时间,从而提高工效。负荷余力分析可以从以下三个方面进行。

(1) 机器负荷余力; (2) 操作者的负荷余力; (3) 操作者可同时操作机器数量的确定。

负荷余力的调查手段与方法有作业测定、联合作业分析、共同作业分析等,在其他章节都有细叙,请参阅。特别说明的是第三点,在人机作业的负荷余力分析时,决定一个作业者同时操作几台机器计算公式如下:

$$N = \frac{TM}{T}$$

N:代表一名作业者操作的机器台数

M:代表机器完成该项工作的有效时间

T:代表一名作业者操作一部机器所需时间(包括从一台机走到另一台机的时间)

5. 附带分析检查改善表(表 3-20)

表 3-20

工艺名称		姓名	部门		
项 目	内 容	Check		说 明	
		Yes	No		
1. 工艺 路线	1.可否缩短搬运距离 2.工艺路线是否有逆行或交叉的情况 3.有否造成狭窄通路 4.产品的上下移动是否过多 5.设备的配置和工艺过程是否一致 6.产品的流动方式是否已固定下来				
2. 停滞	1.零件与产品的配置是否便于作业 2.物品的放置方法是否便于出入库 3.库存量是否一眼便知 4.保管数量是否合适 5.工作单与货品是否一致 6.货架的形状、高度是否适合物品规格 7.与产品相适应的堆放方法 8.可否消除产品的损坏、变质、丢失等危险 9.可否消除多余的材料及零件 10.是否明确了保管场地及保管责任 11.是否能经常保持基准储藏量				

3.搬运	1.能否消除造成浪费的搬运 2.增加单程搬运量从而减少搬运次数 3.搬运手段与搬运重量和距离是否适应 4.减少人力搬运作业尽量机械搬运 5.搬运方法是否已被标准化			
4.闲余能量	1.各工序间已取得了平衡吗? 2.准备工序与本工序有否取得平衡? 3.日程中的平衡偏差有否减少?			

—27—



六.程序改革的改革方向

1.生产流程的改革

生产流程即生产过程(Process)的意思,主要反映的是产品的制作流程。程序分析就是尽可能地对这一过程的全部因素包括人、材料、机械进行综合地分析,发现问题点并对不合理的地方进行改善的方法。这些从不同角度的分析与改善会使制造现场的问题减少很多,但无论怎样改善,似乎总是存在工序日程与负荷不均的问题,改善可以改变内容,却无法改变前提条件,即批量生产的固有模式。

这时 5W1H 的提问方法使我们想问为什么,为什么日程与工序无法连续流动,为什么每道工序的负荷不相同,难道就没有让工序与日程相均衡的制造方法吗?答案是肯定的,打破改善的框框,进行全部制造过程的连续流水化生产,即精益生产的 JIT 生产形式。

在 JIT 改革的思考方法下,我们来看停滞与搬运等分析,在减少停滞及缩短搬运的改善基础上,我们要问为什么发生停滞及搬运?难道没有不需停滞及搬运的生产方法吗?基于精益生产“零浪费”准则的思考结果,答案还是流水化、准时化生产。这里的改革关键有两条,一是对全部流程抱疑问的态度,以 5W1H 的提问去消除这种流程方式的前提条件——批量生产,进行“一个流”的 JIT 准时化生产。二是零浪费的思考准则,消除生产要素 5MQS 中的全部浪费及现场的八大浪费(详细内容参见第十一章“作业改革”)。基于以上观点对生产流程进行变革性的改善,即改革。

2.生产流程改革的重点

(1) 5W1H: 不同于程序分析的 5W1H,改革的 5W1H 是对全部流程问五个为什么,重复五次这样发问之后,再思考怎么办,五次 Why 与一次 How 之后带来很大的变革。

(2) “零浪费”的准则: 不是改善问题及减少浪费,而是思考“可否做到零问题、零浪费”。5W1H 与零缺陷的思维准则是改革的前提。(详见第十一章“作为改革”)

(3) 废止停滞、搬运、检查工作: 强化过程控制,尝试取消停滞搬运及检查,让生产线只流动生产合格产品是精益生产的最高目标。

(4) 全工序的流水化、准时化生产: 消除停滞及搬运,通过均衡化及“一个流”的实施,实现流水化,准时化(JIT)生产,为此需对布局、设备、作业方法等全部生产要素进行创新性的思考与设计,才能达到目的。

(5) 消除目的不清及价值不合理的加工: 已习惯的加工作业明确了目的吗?废止无目的加工,对于目的明确的加工通过价值分析的手法,采用更加简单有效、价值合理的方法。

(6) 工序的分割与合并: 通过工序的分割与合并,减少整体的工序数量。此时,一条生产线可以看作一道工序一样进行分析。

(7) 调整工序次序: 调整工序次序,可能消除搬运与停滞的发生,消除无价值的浪费。

(8) 预加工的流水化: 将与产品生产线相分离的预加工孤岛或加工工位尽可能地编入生产线,这便是预加工的流水化。当很难做到时,将这些工序集中在一个较宽畅的空间,以便于各工序之间的作业负荷平均化。

3.VE(价值工程)的改革

VE(Value Engineer)是 IE 技术中为寻求高价值低成本方案常用的一种方法,主要用来对产品或服务的“功能”与“成本”进行对比、研究,以求找到“必要功能”最低成本”的方案。它要求公司全部职能部

门团队合作,通过对设计、材料选择及工艺流程等因素的改善来提高效率降低成本。

VE 公式如下:

F(Function):产品或服务的功能; C(Cost):支付的费用成本; V(Value):价值。

$$V = \frac{F}{C}$$

VE 的工作方法与程序如下:

- ① 对象产品、服务的功能调查;
- ② 现状的原料供给方法及成本调查;
- ③ 替代方案的收集;
- ④ 对全部替代方案进行成本优劣与可行性的评价;

—28—

5 选择最佳替代方案

6 设计、采购、生产技术跨部门项目负责制,有组织、有计划实施。

在此程序方法之下研讨的主要课题包括:

- ① 材料变更;
- ② 供货商的选择;
- ③ 材料的使用方法、下料方法的改善;
- ④ 设计变更,减少加工成本或方便生产自动化、机械化;
- ⑤ 工艺流程与加工方法的再检讨;
- ⑥ 零件的设计变更,简化装配;
- ⑦ 加工方法和精度的变更。

4.机械化、自动化

将手工作业改为机械作业的一般手段即所谓机械化、自动化.而自动化又分为高成本自动化和低成本简便自动化(LCA:Low cost automation)两种。

高成本自动化是以追求速度和通用性为第一原则,即花费大量的金钱去购买高价的机械设备,引进之后又因为设备折旧的负担,而需要提高机械的运转率,最终结果可能是人为机械服务,而无法达到企业这市场服务的目的。

与此相对,低成本简便自动化首先从检讨作业开始,停止批次生产改为流水生产,即一个流的生产形式。在这种生产形式之下,生产用工装设备大多为小型专用、品质可靠性高、速度较慢的机械设备。这种设备基本没有企业生产销售,只有内部自制,它不需大笔设备费,只需智力投资及人材的有效使用。

低成本简便自动化是智慧的机械化、自动化,它考验的是企业管理及用人的水平,及对以人为本的理解和落实深度。这点是精益生产及 IE 成功实践的关键。

5.加工工序的改善重点

加工工序附加值几乎全部由机械完成,所用设备的配置多半是同类机械集中放置,如此布局之下产品或零件不可能一个一个流水加工,只能批量生产,并以这种批量单位,完成全部工序的加工。批量生产必然造成中间品的存在及搬运的产生,库存及搬运成为生产的前提及必然产物。这种生产形式在很多工厂中普遍存在,产品放置时间过长、库存与不良很多、搬运及堆积等浪费很大,这种习惯性浪费比问题本身更可怕,因为它最终渗透至管理系统,形成企业文化,很难去除。针对这种加工工序的问题重点改革以下几个方面。

(1) 布局的改革(Layout):将相同设备集中放置的形式改为按产品流程生产线布局。

(2) 作业方法改革:将同一加工作业重复在每件产品上的单工序加工改为对一件产品进行全工序的加工,直至完成全部加工工序的“一个流”作业方式。

(3) 设备改革:生产线上的工装设备改为重视品质速度较慢的小型专用设备,如能自动化最好。

(4) 物流方式的改革:废止原来的以库存及搬运为前提的批量生产方式,改为全部产品均匀流动平均化生产的“一个流”生产方式。

(5) 技术工人的培养:精益生产的“一个流”要求从原料开始到成品为止尽可能地由一人完成全部工序,这样员工就可以从机械、单调、枯燥的单一作业中解脱出来,感受制造的乐趣与喜悦,这必然要求全体员工具有多种技术与技能,因此精益生产的实施与深化必须重视技术工人的培养。这也是外企非常重视企业培训的原因。



这些加工工序的改革只用一些基本的 IE 手法是做不到的,经营管理者必须从更高境界去思考如何发挥全体员工的热情、智慧与勇气,去改善 IE 所追求的高效率的问题。

6.装配工序的改善重点:与加工工序相比,装配工序的特征是手工作业较多,目的是将很多零件装配起来,其改革集中以下两个方面。

(1)手工装配作业的改革

① 全工序的“一个流”生产方式:因为工序不平衡,所以才需要通过工序分析、作业测定来进行作业平均化的工作,那么只要采用没有工序不平衡的生产方式即可。也就是作业者承担全部工序的方法,根据其作业特征为“一个流”。通常不需要搬运工具,如果产品搬运困难的话,可用皮带或推车搬运,无论哪种情况,为了使作业完成后的返回移动浪费最小,在布局上采用 U 形拉与二字拉的形式。

—29—

② 流水作业的接力棒方式:

流水作业通常有三种生产形式:

手传手一个流作业,皮带传送流水作业,多任务合并一个流作业。其中前两种方式都是将工序细分并由专人作业的方式,只是物料传送方式有手传送还是皮带传送的差别,那么为什么这两种生产方式会产生工序不平衡呢?原因是工序作业内容已固定,作业时间随工序不同而变动,发生不平衡是必然的。相反,如果作业时间按最高时间固定,在此时间内不停作业,时间到时各工序同时传递,这种方式称作接力棒式生产。接力棒式生产将不平衡的作业全部集中到最终工序,班长、组长只要调整最终工序即可,这样中间工序可以一直保持满负荷状态。需注意的是这种作业方式有其产品加工特性要求,并非适用于所有产品。

③ 现场实时拉平衡:依 IE 规范的拉平衡方法总是难免要进行时间分析及负荷的平均化,花费时间,所以在现场实时对应的拉平衡方法就值得研究了,这里提供两种方法,一种是田径体育比赛的发令方式,另一种是 SOS 方式。

第一种方式与田径比赛相似,作业开始前全工序人员双手放下待发令后一起开始作业,完成后举手或后退,如此循环几次实时发现瓶颈工序,现场调整,现场求得最高平衡效果。

第二种方式 SOS 方式是在生产时,由一名精通全部工序的助线,对产生作业迟延的工位提供援助,各工位在出示紧急信号之后实时得到援助的 SOS 方式比较适合混流生产及作业负荷周期性变化的装配生产线。

以上两种方法始终难免人为因素的干扰,因此相对而言不如传统方法准确。除非问题明显否则请慎重使用。

(2)来料及部件的改革

① 零欠品:

精益生产的 JIT 生产方式下,要求适时、准确供应零件,欠品问题是影响 JIT 生产的重大问题之一,因此从加工到外供应商必须保证零欠品.方法就是在看板管理系统下,遵循后工序就是客户的原则,准时、准量从料。

② 零不良:

进行全工序的零不良品质保证改善,否则无法真正实现精益生产。

③ 改善零件加工精度:

来料精度问题造成的后处理及二次加工是精益生产的大敌,因此减少装配现场的后处理二次加工等不稳定因素,是实现 JIT 生产的关键,所以必须提高并改善零件加工精度。

④ 进行来料及零部件的通用化标准化改善:

通用化、标准化是企业界公认的提高效率降低成本的好办法,推行精益生产必须切实推进零件标准化。

第三章 动作分析——方法研究(2)

一.动作分析概要

1.动作分析的目的与意义

动作分析或称动作研究是对生产活动中的全部作业动作进行观测分析,研究人的各种动



作浪费,从而寻求省力、省时、安全、经济的作业方法时采用的 IE 手法。

动作分析通过研究分析人的各种作业动作,发现并改善无效动作或浪费现象,最终提高作业效率。动作分析与 IE 其他手法相结合,使生产管理与改善有了坚实的科学依据与方法指导,是真正做到科学管理的基础。IE 基础手法的程序分析、动作分析、时间研究是培养现场管理与改善能力与眼力的理论基础。

动作分析按精度不同分为以下几种方法:

·目视动作分析 ·动素分析 ·影像分析

2.动作分析的程序

(1) 观察与记录:

观察生产现场作业者的动作,包括眼睛的移动,进行记录。

(2) 对分析记录结果中的浪费进行改善:

—30— 去除记录结果中产生浪费的动作及将费时的动作改为较快的动作。

(3) 动作经济原则下的动作改善:

对照动作经济原则进行改善。

(4) 重新编制作业方法:

打破现有方法程序,使工作进行得更轻松、更有效,及设定作业标准,是动作分析的目的。但值得强调的是在上述这种动作分析过程中,并非仅仅是消除动作浪费、提高效率,分析时更要注意所用材料、工装夹具、机械及作业环境对作业方法的影响,从生产作业的全部因素入手改善作业效率。因为动作随着机械的操作位置、材料、工具的放置位置而改变,通过定品、定容、定量对作业方法进行全面改善,提高作业效率。

3.动作分析的方法

(1) 目视动作分析:

观测者以目视直接对现场作业进行观测分析改善,现场发现动作问题并改善。优点是对现场瓶颈工序实行改善,提高作业效率;缺点是时间测定及细微动作的观测困难。

(2) 动素分析:

将人的全部动作包括大脑的思考行为详细细分为 18 种最小动作单位要素称动素.动素分析是进行分析研究的方法。

(3) 影像分析:

通过作业录像进行分析,可以精确地对作业时间及动作要素进行测定及研究分析,是动作分析中精度最高的一种。

4.作业改革与动作分析

通过程序分析,我们对生产工艺进行流程改善、设备及布局改善及“一个流”生产的物流改善,以上的改变足以令现场焕然一新。与此同时,通过动作分析,对作业的动作进行改善。这两项工作合在一起统称作业改善。

动作分析的核心方法是动素分析。它将人的动作划分为最小单位的动素,即人的动作的基本要素,通过分析使我们了解动作的本质。掌握并灵活运用动作分析是作业改善时必不可少的能力之一。


二.动素分析

1.18 种动素的定义

动素分析是由美国工程师 Frank Bunker Gilbreth(1862-1924),创立的,动作分析基本要素共有 18 种动作,也有文献定义为 17 种,本书设定为 18 种。(见表 4-11)

动素定义			分类	A.工作有效推进的动作		
				B.造成工作迟延的动作		
				C.动作本身不能推进作业		
NO	名称	英文及缩写	符号	符号说明	分类	定义
1	伸手	Transport Empty (TE)		手中无物的形状	A	空手移动,伸向目标,又称空运
2	握取	Grasp (G)		手握物品的形状	A	手或身体的某些部位充分控制物体
3	移物	Transport Loaded (TL)		手中放有物品的形状	A	手或身体某些部位移动物品的动作,又称运实
4	装配	Assemble (A)	#	装配的形状	A	将零部件组合成一件物体的动作
5	拆卸	Disassemble (D)		从装配物拆离物品的形状	A	将装配物进行分离和拆解的动作
6	使用	Use (u)		Use 的 u 字形	A	利用器具或装置所做的动作,称使用或应用

—31—

7	放手	ReleaseLoad (RL)		从手中掉下物品的形状	A	握取的相反动作,放开控制物的动作
8	检查	Inspect (I)		透镜的形状	A	将目的物与基准进行品质、数量的比较的动作
9	寻找	Search (S)		眼睛寻找物品的形状	B	通过五官找寻物体的动作
10	发现	Find (F)		找到物品的眼睛形状	B	发现寻找目的物的瞬间动作
11	选择	Select (S)		指定选择物的箭头形状	B	多个物品中选择需要物品的五官动作
12	计划	Plan (P)		手放头部思考的形状	B	作业中决定下一步工作的思考与计划
13	预定位	Pre-Position (PP)		保龄球立直的形状	B	物体定位前先将物体定置到预定位置,又称预定
14	定位	Position (P)		物品放在手的前端的形状	B	以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
15	持住	Hold (H)		磁石吸住物体形状	B	手握物品保持静止状态,又称拿住
16	体息	(Rest) (R)		人坐于椅上形状	B	为消除疲劳而停止工作的状态
17	迟延	Unavoidable Delay (UD)		人倒下的形状	B	不可避免的停顿
18	故延	AviodableDelay (AD)		人睡觉的形状	B	可以避免的停顿

2.动素分析的用途

- (1)通过对动作方法及顺序的检讨分析,去除不必要的动作,使动作更有效;
- (2)分析研讨最合理的作业配置;
- (3)作业的工装化及工装改善的基本资料;

(4)改善前后的方法对比与评价;

(5)进行作业方法的详细说明;

(6)设定标准作业;

(7)培养作业方法的分析判断能力。

3.分析方法

动素分析是对作业进行细微的动作分解与观察,对每一个连续动作进行分解,将右手、左手、眼睛三种动作分开观察并进行记录,进而寻求改善的动作分析方法.下面以螺栓与螺母的装配为例进行分析记录(见表 4-2),台面布局如图 4-1。

图 4-1 螺栓、螺母装配作业布局

—32—

表 4-2 螺栓、螺母装配作业动素分析表

作业要素	NO	右手动作		眼睛	右手动作	
		内容	记号		记号	内容
1 取 螺 栓	1	迟延				伸手至螺栓
	2	迟延				选择并抓取螺栓
	3	迟延				拿向右手的同时对准位置
	4	拿住右手运来的螺栓				放开右手
2 上 垫 片	5	螺栓位置对准				伸手至垫片
	6	持住螺栓				选择并抓取螺栓
	7	持住螺栓				将垫片运至左手并对准位置
	8	持住螺栓				将垫片对准螺栓
	9	持住螺栓			#	套入垫片
	10	持住螺栓				放开垫片
3 装 上 螺 母	11	持住螺栓				伸手至螺母
	12	持住螺栓				拿取螺母
	13	持住螺栓				将螺母运至左手并对准位置
	14	持住螺栓				螺母对准螺栓
	15	持住螺栓			#	组合螺栓与螺母
	16	持住螺栓				旋入螺母
4 放下已组装物品	17	放下已组装物品				组合好的部件运至存放处
	18	迟延				放开组合件

三、影像动作分析

1.影像动作分析的优点

动作分析的代表手法是动素分析,但是当需要对人体动作进行进一步的反复细致研究分析时,则需要通过录像方法进行动作的影像分析。其优点有以下几个方面。

(1)成本低:现在录影机、数码摄录机等设备已非常便宜,相对工业仪表设备其成本是很低的,且容易买到。

(2)功能丰富:一般摄录机都有变焦、慢放、静止、渐进、时间等功能,动作分析所需要的功能全部都有,这样不只是动作分析,生产工艺分析、时间研究、运转率分析等也可以应用此方法。

(3)小型便利:一般小型摄录设备已经可以放入口袋,非常便利。

(4)易于操作:非专业摄影师也能方便操作。

(5)立即观看:现场屏幕直接查看,修正失误,不用担心失败。

2.动素时间流程表

通过对录像反复研究与观察,记录动素分析的时间值,此时动素分析表与时间流程表,合为SimoChart 动素时间流程表(见表 4-3)。此表的特点是动素与时间同时记录,准确描述动作与时间的关系。

另外对于长时间作业及不连接、不稳定作业,以往采用低速摄影的办法进行动作研究,现有录像功能已可以进行 8 小时的长时间连续录像,足以满足这种长时间的作业研究需要。

—33—

3.影像分析改善重点:在对作业的录像进行深入分析时应从以下几点入手:

(1)图表的编制

① 动素时间流程表(Simo chart)

② 机械作业时间表——将人与机械的作业经过时间进行明确记录;



③ 联合作业分析——联合作业分析的时间分析;

作为 时间	左手动作				通用 时间	右手动作				
	N O	内容	记号	时间		时间	记号	内容	N O	
1 取 螺 栓	1	迟 延		34		14		伸手至螺栓	1	
						4		选择并抓取螺栓	2	
						16		拿 向 右 手 的 同 时 对 准 位 置	3	
	2	拿住右手运来的螺栓		4		4		放开右手	4	
2 套 上 垫 片	3	螺栓位置对准		6		14		伸手至垫片	5	
	4	持住螺栓		106		4		选择并抓取螺栓	6	
						14		将 垫 片 运 至 左 手 并 对 准 位 置	7	
						4		将垫片对准螺栓	8	
						6		套入垫片	9	
						4		放开垫片	10	
						16		伸手至螺母	11	
						4		拿取螺母	12	
						14		将 螺 母 运 至 左 手 并 对 准 位 置	13	
						4		螺母对准螺栓	14	
						4		组合螺栓与螺母	15	
3 装 上 螺 母						24		旋入螺母	16	
						12		组 合 好 的 部 件 运 至 存 放 处	17	
						4		放开组合件	18	
4 放下 已组 装的 物品	5 6	放开已组装物品 迟延		4 12						

④ Line Balance 分析——在装配流程中对工序间的平衡效率进行分析;

⑤ 准备作业分析表——对准备作业进行详细分析,发现不合理与浪费;

(2)动作的改善：通过动素分析,对人的双手作业负荷及合理性进行分析,改善动作。

(4) 动作线路分析：

对作业者的眼、头、右手、左手等身体部位的动作线路进行分析,消减动作幅度过大,方向的突然变化及多余的动作,多数情况下通过改善调整材料、工装、机械的摆放位置,优化动作路线。

(5) 检讨作业环境：

全面地检讨作业现场的整体环境,包括地面、机械布局、材料摆放、工具位置及环境照明与温度。

四.动素分析改善实践

—34—



1.动素分析改善程序

这里以螺栓、螺母组装作业为具体实例进行分析研究改善。改善程序如下:

(1)发现问题：这个装配作业有以下三点问题:

①作业空间过于开阔：

作为螺栓、螺母的装配作业,作业空间过大,首先作业台过大,其次零件供应箱过大。

②只使用右手：通过动作分析我们发现,只有右手在作业,左手几乎只是在持住螺栓而已。

③左手的等待：当右手放置已装配完成的螺栓、螺母并取螺栓时,左手处于等待状态。

(2)确定改善目标(T:Target)

改善目标有三点:

①作业周期减少(CT:Cycle Time)：现在的 CT 是 16.6 秒,设定目标为 10 秒,减少 6.6 秒。

②效率提高到 166%：现状是 100 的话,改善后的生产效率提高 66%。

③空间减至 1/2：没有任何工装的作业,全部手工作业的情况下空间过大,因空间太大造成零件分离放置,空间减少一半,够作业空间即可。

(3)改善实施(Do)

将改善目标在脑中进行描绘,使结果具体化,并制定一天的工作计划,至此,Target、Image、Plan 全部完成。

①将零件置于小臂范围内：首先将零件从现在的位置向作业者靠近,置于人体正常作业范围内,将以肩为轴的取料动作改为以肘为轴的小臂动作(见图 4-2)

②作业台减 1/2：随着零件箱的拉近,作业台的多余空间变成浪费,如图 4-2 示,从而将作业台的作业区缩减 1/2。

图 4-2 作业台 1/2 改善

③动素的改善：左手几乎都是迟延与持住的状态,并无作业。相反右手几乎全是拿来拿去的移动,空手移动过多,如图 4-3 显示现状双手动作线路。

图 4-3 双手动作线路

—35—

因此根据双手作业原则,
首先去除螺栓从右手拿给左



手的交换动作,左手取螺栓,此时再将左手的空运取螺栓改为放置成品的同时取螺栓。右手动作则变为取螺母与垫片,大量减少了重复动作,在取螺母之后连续取垫片则减少了往复动作距离。至此两手动作变化如下:

左手	①成品放置	②取螺栓	③拿住
右手	①取螺母	②取垫片	③组合螺栓、螺母及垫片

下一步的改善是同时连续作业的原则下,减少右手取垫片的难度,在拿起螺母的同时用手指尖再取垫片,这样就可以减少装配时的手指动作,为此需将垫片一个一个供给,则需要一个简单的垫片供给器。

左手动作是放置成品的同时取螺栓,那么在取到螺栓时就将螺栓的方向同时朝向右手。在回到胸前动作过程中,左、右手在途中进行装配,此时因为装配位置需要确认,所以需尽可能将左、右手靠近。

小料盒装载,小批量供料改善。半天一次供料造成料盒较大,同时动作幅度也大,将每半天一次的供料改为每小时一次的供料,回收空的物料盒,一小时一次填装供料,以空盒为标致推进作业。随着一小时一次的小料盒供料的改进,作业幅度也小了许多,动作范围也相应缩小。但要保证无论何时手边都有零件,即 FIFO(First In First Out)先入先出的准则。

在进行了双手作业、垫片供给器改善、小批量定量供料(FIFO)改善及同时作业改善后,新的蛙泳式(对称式)作业台布局如图 4-4:

图 4-4 新装配作业的布局

(4)评价(C):改善的评价有作业空间、周期时间、效率三项。

① 空间:目标 1/2

空间由 1.04M^2 变为 0.513M^2 ,为原状的 1/2 以下,这里的重点是零件小批量供料,料盒小型化及物流的 FIFO 改善。

② 周期时间:目标 10 秒,减少 6.6 秒:首先作业员的双手动作线路有如图 4-5 的变化。

图 4-5 螺栓、螺母装配作业的动作线路(改善后)

其变化重点是双手作业原则,并将重复的往复动作变为一次循环内完成的同

时对称动作,因而大大缩短了手的动作线路。

另外,同时作业也是作业改善的重点.右手在取到螺母去装配的途中拿取垫片,之后在回到胸前的过程中进行装配作业,使装垫片与螺母的两个动作变为一个动作,这种动作合并的方法同样会减少动作路程及次数,为此我们将垫片的供给方式设计成气缸供给的单个供料方式,定量、定品、定位取料是改善的重点。

将改善后的作业编制动素时间流程表(见表 4-4),作业周期由 16.6 秒变为 7.4 秒,比目标的 10 秒下降很多。

③ 效率提升到 166% :

改善后的作业周期 7.4 秒,则效率提升为 224%远远超过目标值.

④ 继续改善的方向 :

改善后的装配作业周期时间减至 7.4 秒,效率提升 224%,但这只是生产现场的生产效率,真正的效率提升必须与客户同步,如果以定单计算生产周期是 8 秒以上的话,那么 7.4 秒的生产周期过快,需要加入其它的工作才可以。如果出货周期在 7 秒以下时,需再次压缩作业时间,重点在左手的持住的 2.8 秒,及部分脱离手工作业的工装上下工夫改善。无论怎样改善,改善的目的与方向在客户,市场即顾客的要求是现场改革的最终目标。

2.动素分析改善重点一览(见表 4-5)

表 4-4 改善后,螺栓螺母装配作业动素流程表

作业内容	左手动作				通用时间	右手动作				作业内容
	N O	内容	记号	时间		时间	记号	内容	N O	
1 放置成品	1	运成品至放置处		12		12		伸手至螺母处	1	1 取螺母
	2	放开成品		4		4		抓取螺母	2	
2 取螺栓	3	伸手至螺栓		12		12		移向垫片的同时调整螺母的方向	3	2 取垫片
	4	抓取螺母		4		4		拿住垫片	4	

3 持住螺栓	5	拿取螺栓移向 右手的螺母与垫 片		14		14		拿垫片及螺母 移向螺栓过程中 调整方向	5	3 垫片、螺母装 配
	6	持住螺栓		28		4	#	对准螺栓	6	
						24		拧入螺母及垫 片	7	

表 4-5 动素分析改善重点一览表



改善方向	动作优化			减少 (去除)			工装化
具体手法 动素	1.肢体协调优化	2.前后动素 连接与替代	3.减少注意力	1.减少每次运 动量	2.减少次数	3.去除	简单的工具
	1.眼睛上下移动改为 左右移动 2.改善作业台面的照 明		1.作记号 2.涂上色彩 3.目标物品的规格 大小易于眼睛辨别	1.缩短眼睛的 移动距离 2.将物品放在 视野范围内 3.利用镜子	减少眼球运 动次数	1.位置固定以 去除选择 2. 自动化以去 除此作业	1.通过镜子观看 2.利用反射镜改 善照明 3.透镜的利用 4.分格盘,透明容 器 5.工业箱分格
	1.改变受力面积,减少 手掌的压力 2.抓取部位设为易于 拿取的形状 3.设定防滑位	1.改善放置方 式使其易于 抓取 2.改变肢体部 位(如用脚)	1.标识握取位置 如: 手握位、足踏位		增加一次抓 取的个数,减 少动作次数	1.组合工具去 除某些动作 2.减少搬运中 多余的挽手 动作	1.手套 2.胶手指 3.利用针形物予 置器,剪刀等专 用工具
	1.以肩和肘为中心的 移动路线 2.手左右对称的移动 3.消除移动途中手的 方向改变 4.上下移动—前后水 平移动—左右水平移 动 5.速度调整	1.途中尽可能 同时进行其 它动素 2.用不同部位 执行(如脚)	1.去除移动途中的 障碍物	1.缩短搬运距 离 2.减轻重量 3.减少身体重 心的上下移动 4.使用凳子 5.手工搬运 滑动运输 滚轴运输	1.增加单位 运量 2.两手同时 运输	1.利用重力或 动力去除此动 素	1.平滑路面 2.易于滑落的台 滑槽(轨)
	利用加速度(投出或敲 击)	1.下一动素配 合适应部位 置放开 2.移动的中途 进行	1.消除放手时的注 意力		同 一样	同 一样	1.承接容器 2.避免损伤的装 置
		1.改为不需 的放置方法	1.减少消除 所需注意力	1.的范围缩小 并明确标识		设计成不需对 准的形状	1.导向装置 2.限位设计 3.工具予置

改善方向	动作优化			减少 (去除)			工
具体手法 动素	1.肢体协调优化	2.前后动素 连接与替代	3.减少注意力	1.减少每次动 动量	2.减少次数	3.去除	简单的工作
	1.护腕时垫片的利用 2.其它同			减轻重量	1.设法提高 每次持住 数量		1.夹紧装置 2.吊钩之类的悬 挂手段
	1.工装机械的操作点 力度调适 2.其它与 相同.	操作方向、旋转 方向与下一 动素圆滑过 度	1.减少器具、机械 设备等在使用上 的注意力 2.将操作进行标准 化,从而提高熟 练度自动性	1.减少取出及 装入时的摩擦 2.减轻操作柄 3.减少操控杆 (盘)的动作 幅度 4.设定操控限 位 5.机械设备集 中操作			1.导轨、导槽 2.限位 3.利用杠杆、螺杠 链杆、凸轮等机构 4.利用重力
	与 相同		1.使用样板 2.检测设备的使用 3.通过声音及颜色 来检查	1. 与 相同	1.几个同时 进行 2.集中两台 以上的检 测设备集 中监视	通过自动调节 装置进行排 除	1.使计测工具方 便读取 2.简化设测工具 3.限位计测
	动作方向与作业的进 行方向圆滑进行	1 合并组合两个 以上的动素 2.用身体的不 同部位代替 手的工作 3.尽可能多利 用左手.	1.减少眼球的多余 动作及不必要判断 2.增加自动性 3.整理、整顿 4.固定位置	1.利用重力及 动力 2.不做反重力 方向的作业 3.缩小作业范 围	多个同时作 业	1.合并两个以 上动作,消除 动素 2.适当利用工 具消除某些 动素	设计更加方便作 使用的工装,在形 状、性能、精度上 进行改善并标准 化。



一.动作经济原则

1.何谓动作经济原则

对动作研究的改善方法进行分类,并系统地对此进行分析总结所得出的基本原则,称为动作经济原则(Principle Of Motion Economy).它适用于人的全部作业,是动作改善的基本方针原则。这里对肢体使用、作业配置、机械工具设计三个方面进行总结说明(见表 5-1)

表 5-1 动作经济原则

肢体使用原则	作业配置原则	机械设计原则
1.双手同时开始同时结束动作 2.双手动作对称反向 3.身体动作以最低等级进行 4.动作姿势稳定 5.连续圆滑的曲线动作 6.利用物体惯性 7.减少动作注意力 8.动作有节奏	1.材料工装的 3 定 2.材料工装预置在小臂范围内 3.材料工装的取放简单化 4.物品的移动以水平移动最佳 5.利用物品自重进行工序间传递 6.作业高度适度以便于操作 7.需满足作业照明要求	1.用夹具固定产品及工具 2.使用专用工具 3.合并两种工装为一个 4.提高工装设计的便利性,减少疲劳 5.机械操作动作相对稳定,操作程序流程化,标准化 6.操控程序与作业程序配合

2.肢体使用原则

人在作业时的动作就像工装及物品摆放的影子。工装及物品分离较远的话,影子(动作)自然较长,作业布局如果是曲线的话,影子(动作)也会合成曲折状.身体的使用原则是要轻松有节奏,这是肢体动作的基本原则。

(1)双手同时开始并同时结束动作

工作的原则是双手同时使用。单手作业会造成另一只手的空闲及不平衡。重点是要双手同时开始并同时结束。

(2)双手的动作应对称反向进行

动作时双的不但要同时进行,而且要左右对称反向进行。如果双手在某一方向单向动作的话,会造成人体重心的转移,而维持这种平稳的劳动将带来精神以及肌肉的疲劳。双手反向对称动作相当于游泳的蛙泳,是最省力的作业方式。参见图 1。

图 1

(3)身体的动作应以最低等级的动作来进行：身体的动作幅度越小越好,动作时间越短越好,参见图 2

图 2 手部的动作原则

人体的动作等级以下列次序递减：

腿的动作→腰的动作→肩的动作→肘的动作→手腕的动作→手指的动作

(4)动作姿势稳定：身体尽可能减少较长时间的重心偏移及起坐动作,通过改善机器及部件的布局,使作业者能够在身体整体相对稳定的情况下更轻松的工作,这样才能够提高工作效率。

(5)连续圆滑的曲线动作：动作的速度和方向突然改变的话,会打乱工作节奏,同时会消耗大量体力,应尽可能避免这种现象发生,使工作连续圆滑地进行。

(6)利用物体惯性：像使用手锤时我们所感觉的那样,当尽可能利用锤的惯性和动量重量时,就会越省力,任何工作都一样,利用物体惯性节省体力提高效率。

(7)降低动作注意力：当我们观察一组作业时会发现,动作会有停顿、迟疑,这主要是因为过程中产生迷惑或需要判断造成的,此时的大脑活动造成外在动作的迟疑与拖延。结果不只造成作业节奏的变化与混乱,同时造成精神上的疲劳。

下面有几个降低动作注意力的例子,仅供参考。

①测量时用固定规格及定位等手段,使测量工作减少脑力判断过程。

②需要对准及嵌入时,以导向槽及机构装置减少对准的难度,以降低注意力。

③放置螺丝刀的固定位以喇叭形为佳。

④预置或定位悬吊电动螺丝刀的最佳位置。

⑤在计量仪表、器具的数值显示位置明显标识,使之更加容易辨识以声光等信号减少识别的注意力。

(8)动作应尽可能有节奏,习惯性的节奏有助于提高熟练度

作业是否有节奏或有韵律是减轻疲劳及提高效率的关键。下面提供一些改善节奏的提示与方法。

①作业速度应适当,以一定的节拍规律进行；

②在作业循环分隔区间以重点动作进行标识；

③缩小手的动作范围,保持手部适当高度；

④物品的摆放按工艺顺序放置；

⑤放大对准精度或以声光等进行识别,减少注意力则易于产生节奏韵律；

⑥结束与开始动作在同一位置,作业过程首尾相接；

⑦如舞蹈一般的曲线动作流程自然会有节奏产生。

3.作业配置原则

操作者的动作是由工件、工装及机械设备的位置决定的,因此要想提高效率,改善作业配置是非常重要的。

(1)材料、工装的3定：3定是5S整顿中的物品摆放基本事项,包括定点、定容、定量三项内容。总之对在什么位置、有什么东西、有多少给予明确规定。

(2)材料、工装预置在小臂的工作范围内：3定标准化之后,应将材料与工装尽可能预置在人的正常工作范围,即人的小臂以肘为中心的活动范围内,这样人可以以比较低级的动作即小臂、手及手指拿取物品及工具完成工作。

(3)简化材料、工装取放：材料与工装在进行3定及位置预置的标准化后,下一步是通过相关物品的摆放方向来调整改善动作时间(见图5-3)。此时应注意后工序是客户的原则,对产品及材料按下工序的取拿方便原则进行放置。另外对于一些细小的、不便取放的零件,如小薄垫片、针型物等以波型裁板、小容器及弹性毡垫等方法使之容易拿取。(见图5-4)。图5-3 简化材料、工装取放

(4) 物品的移动以水平移动最佳：物品的移动应尽量避免垂直方向上的移动,因为那样会造成作业员的腰部动作,这种较高等级的动作容易使人产生疲劳及工时的增加,因此应尽量避免,特别是较重物品的上下移动。如图 5-4,进行水平移动时,应以后工序的高度为基准进行水平高度的调整,使前后工序一致。

另外较重的物品,用水平滚轴的方式进行水平移动。

(5) 利用物品自重进行工序间传递与移动：物品的取放、废脚料的收集等作业都可以利用物品重力,在斜面导槽、导轨平面及圆筒等辅助下进行传递与移动。

图 5-4

图 5-5

(6) 作业高度适度以便于操作：新 IE 的作业基本姿势是站立式作业,因为一旦坐下,作业者总要将部件拿得很近才可以,这只适合于单一工序大量生产的流水化生产,不利于生产线的平衡,更不利于多工序“一个流”小批量生产的要求。站立式作业的情况下,就需要调整各工序高度,使之保持相同水平。

一般的作业情况下,作业高度在肘以下 50 mm 处较适合,当进行比较细致的作业时,作业高度应距眼近些,比一般作业高度高些比较适合。不同作业高度不同,实际高度应以作业者意见为主进行讨论决定。

(7) 满足作业要求的照明：温度和湿度等满足作业环境要求是理所当然的,特别是照明尤为重要,只有天花灯照明的情况下,有可能产生身体及手的影子而影响工作,另外当作业台及现场工艺布局调整时,天花灯也要随之变化,因此在作业台上安装作业灯照明是标准照明方法。这样即使工艺变化也不会带来较大调整,同时又能满足作业要求的照明度 (见图 5-6)。

图 5-6

4. 工装夹具的设计原则

在很多情况下作业效率是由所用工装的便利性决定的,工装的操作性及便利性是工装设计时要考虑的重要因素之一。

(1) 用夹具固定产品及工具：装配作业和机械作业经常需要扶持以固定物品,这时便占用一只手而无法进行双手作业,造成极大浪费。因此需要以固定用台钳及夹持夹具等来固定产品及工具,以解放人手从而进行双手作业。

(2) 使用专用工具：生产线作业中所用工装应该是最适合该产品及人工操作的专用工具。我们经

常在生产线上看到通用工具,这是不利于提高生产效率及降低成本的,生产线的高效率、低成本生产,应该是产品零件、机械设备、工装夹具全部是专用才合理。

(3) 合并二种工装为一种：

将经常使用的工装夹具的功能合并为一种,可以减少工具的更换麻烦,提高工作效率,同时在现在小批量混合生产中更需要工具功能合并,以减少转拉的工时消耗。生活中我们常见的红、蓝两用笔及带有橡皮的铅笔,就是基于这种思想发明的。

(4) 提高工具设计便利性减少疲劳：

工装夹具在使用中越专用则会越方便,方便使用就会减少疲劳。设计时要注意以下几项。

① 工具手柄方便抓握：工具手柄应贴合手掌形状,使手用力时的反作用均匀作用于手掌,以避免局部受力。

② 作业工具与人体动作相协调：细小轻巧以手指动作为主的作业,应将工具设计得轻便些,以方便手指操作。当以手腕为主进行操作时,应将工具重心设计在前端并稍重些,手柄方便抓握,这样会减少手腕的疲劳及反作用力。

③ 工装夹具的操作性应以 IE 的方法进行评估：通过动作分析及 PTS 等 IE 方法对工装夹具的操作便利性进行评估,以动作简单效率最优方案进行设计。简单地讲,即工装夹具设计的效率评估,是现场改善及工装设计时决定方案的最终判断基准之一。

(5) 机械操作动作相对安定并且操作流程化：

机械的设计应考虑使操作者在作业时身体整体安定,并且开关及操控手柄的位置应与流程一致。

① 操作位置应相近并集中：

开关、手柄、操控杆在正常作业范围内,并根据作业程序设置位置。

② 让机械尽量减少或脱离人的监控和辅助：

当机械被启动后,则自动送料尽可能摆脱人的监护和辅助,这样人可以在机械运转的有效时间内,做更多的事情来提高人机系统的效率。

③ 开关位置与下工序兼顾：

当做到机械脱离人的时候,机械的启动开关位置与下一工序的作业在动作上应连贯协调,因此开关应在下一工序前及本工序后的位置,使作业同时连续进行达到最高效率。

④ 工作自动脱落：

已完成加工的工件尽可能自动脱落,因为相对于装夹上料,脱落更容易自动化,这样人只做装夹等较复杂作业,减少作业周期时间,提高效率及产量。

⑤ 能够自检的自动化：

不流出不良品的自动化。通过自检发现不良,实时停机、实时通知的自动化。

⑥ 安全第一：不论什么状态,对人不造成损害是最重要的。

⑦ 小型化：生产线上使用的机械工装特别需要专用小型化。

⑧ 容易进行作业准备：机械开始作业前的准备工作应尽量简捷、高效。

二、流程经济原则

1. 流程的种类：

生产过程中的流程主要指产品从原料加工成部件又由部件组装成成品的过程。物料在过程中进行流动变化,同样,加工工艺、人员、信息在这一过程中也在流动中变化,由此我们发现生产过程中的流程主体有很多种。

在工场中流动周转的因素包括信息、物料、机械、资金等,在制造现场直接相关的流程包括生产加工的工艺流程、人的作业流程、手的操作流程,下面就这几方面的流程经济原则,进行具体说明。

2. 生产流程路线的经济原则：

生产流程是指原材料生产加工的工艺流程,在对这一过程进行路线分析时应用程序分析的基本工序符号如停滞(▽)、搬运(○)、加工(□)、检查(◇)进行分析。图 5-7 为此方法的实例,是印刷电路板装配流程图。以其生产的过程线路,即生产流程路线为例,我们对加工的生产流程路线与流水线的装配分别进行经济原则的分析说明。

图 5-7 流程路线图

(1) 流程路线的经济原则 (参见图 5-7)

① 路线越短越好：观察流程路线图时,第一眼需要判断的是整体流程范围及路线的长短,范围越小路线越短则越经济。

② 禁止孤岛加工：某一加工工序与其他工序间相隔离的状态称为孤岛,这种形式必然造成工序间的停滞堆积及搬运的很大浪费。小工序则直接合并到生产线上,大型加工设备难以流水化生产线式布局时,则需自主开发小型专用设备。如大型的锡炉小型专用化自动化。

③ 减少停滞的原则：停滞比加工与检查的总和多时称为停滞多余,当合计次数达到两倍以上时,表示停滞极多,则必须大量减少这种浪费方可提高效率,目标是原料与成品的停滞各一次。

④ 消除重叠停滞现象：加工与加工之间的停滞多数是工序等待,第一步消除的就是货架等待。货架的等待将会使前置时间过长,同时连续三个等待存在的情况下,必然有货架至货架的移动发生(称为横移)。应该消除这种横移的作业,以减少工序间的等待。

⑤ 消除交叉工艺路线：工艺路线的交叉会带来混乱与浪费,按流程顺序排布即可消除这种浪费。

⑥ 禁止逆行的原则：原本应该指向出口的后工序,由于设备布局的限制,逆行反向折返的情况常有发生,只需根据流程自然指向出口布局即可。

(2) 生产线的经济路线原则：生产线的经济路线原则与一般流程的经济原则有很大不同,主要在于前一项着眼于去除整体生产过程中大的浪费,而生产线上的经济原则用来去除中等的浪费。此处就生产线的平面流程线路与正面流程线路两个方面进行分析。

① 平面分析 (参见图画 5-8、图 5-9)

平面分析是将生产线的平面布局,按实际比例画成图纸,对流程进行记录分析的方法,目的在于消除流程路线的起伏所致浪费,通过改造设备、机械、工装、作业台使流程呈直线运行,最大限度消除浪费。

同时为减少行走距离将设备间距离压致最小,使作业者的每步行走都可作业,其中影响设备间距的设备操纵盘,如不是每次都需操作的话,可考虑搬离设备与生产线。

另外类似隧道炉投入口与取出口不同方向的设备,利用回送装置使投入与取出口一致,这便是 I/O 一致的原则,这样可以消除 IN 至 OUT 之间的无谓行走。

② 正面分析 (参见图 5-8、图 5-9)

将生产线从正面进行流程的绘制与分析,从中发现物料的起浮,最大限度减少上下起浮造成的无谓劳动,因此统一工序平面高度是重点。无论是正面分析还是侧面分析,目的都是要缩短制程距离,减少中间波动,以便减少浪费,特别是一人多工序作业时,这种改善尤其重要。可以用一根细

线，拉于制程两端，调整相关设备，使人的作业保持平面及正面的直线最短状态，这种方法称为生产流程的经济路线原则。

3. 人的作业流程原则：

下面就对一般情况下人的作业流程及流水线生产时的作业分别进行经济原则说明

(1) 人的作业流程的经济原则

① **路线最短原则**：提高人的生产效率时缩短线路是最重要的改善。

② **消除间隔**：物料堆放区与机械，机械与机械之间彻底消除间隔，另外放置区与机械的规格缩小，去掉机械上不需要的部分，消减机械正面宽度，以减少工序间距。

③ **工艺流程原则**：不论任何工场都有其产品特性，不同产品的加工、生产、装配流程都有自身固有的特点与模式，因此根据此流程及特点进行现场物料及机械的布局是一个基本通用原则。

④ **I/O 一致原则**：原料的放置区与成品放置分离的情形对于人的流程线路来讲是致命的缺点，当将成品放完后，生产流程也就完成。但多数情况下这种作业是循环往复周期进行的，那么人就不必再次折向原料区以继续这一工作，因此原料堆放区与成品区一致是最效率最经济的方法。

⑤ **禁止流程路线逆行的原则**：工具和检验集中布置时会造成很多局部流程逆行的地方，对此只要根据流程将工具、检具和机械进行生产线流水化同步布置，消除回折的流程线路即可。

⑥ **零等待的原则**：当机械输送时人只是在等待，这时若能兼顾其他工序则可节约时间提高效率。解决办法是多能工及无需人临控的自动化。

(2) 生产线生产的经济原则

生产线方式流水化生产的情况下，主要需对物料的流动进行平面及正面的流程线路分析，以改善减少物流移动中的搬运及无谓移动损失，同时前述 6 项原则一样适用于生产线作业。

4. 流程经济原则汇总 (见表 5-2)

表 5-2

流程经济原则

流程		原则	说明
产品 工艺 线路	一 般	1. 路线最短原则 2. 禁止孤岛加工 3. 禁止局域路线分离 4. 减少停滞的原则 5. 禁止重复的停滞 6. 禁止交叉 7. 禁止逆行	路线长度、范围越小越好 减少工序的分离 减少（去除）很难流水线化的大型设备 减少中间停滞 禁止重复的停滞 禁止交叉流动 禁止逆行流动
	生 产 线	8. 减少物流前后摇摆 9. 减少无谓移动 10. 去除工序间隔 11. L/O 一致原则 12. 物料上下移动减少	减少物料流动的左右摇摆 减少无实际作业内容的移动 去除加工设备间的间隔 投入（IN）与取出（OUT）一致 减少去除生产过程中物料的上下移动
作 业 流 程	一 般 生 产 线	1. 线路最短原则 2. 去除间隔的原则 3. 与产品工艺一致原则 4. L/O 一致原则 5. 禁止逆行的原则 6. 零等待的原则	路线长度、范围越小越好 去除加工设备的间隔 作业内容全部集中产品流程内完成 投入（IN）与取出（OUT）一致 禁止逆行流动 消除机械自动状态下的等待