

情境六

过程控制管理

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

你可能准备跳槽或者求职, 却为缺少行业经验和专业证书而被用人单位百般挑惕!

你可能目前衣食无忧, 但随着年龄的增长和社会竞争压力的增大, 因为得不到专业的全新培训而失去竞争的机会和面临被淘汰的危机。

美华教育携手中国经济管理大学面向全国举办迷你 MBA 职业经理双证书班, 毕业颁发双证书。

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《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《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《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《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《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《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《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《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



【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+教学电子光盘自修+网络学院持续视频学习）



【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，证书是学员求职、提干、晋级的有效证明；。



【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，是职业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小时接受在线咨询，第一时间回答学员的提问和咨询）



【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。



【承办单位】

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教育专家、教育协会常务理事徐传有教授担任学校理事长。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--88723232 88342620

【咨询教师】王海涛 郑毅



【报名须知】

- 1、报名时请直接邮寄4张2寸免冠近照（要求蓝色背景）和一张身份证复印件
- 2、报名登记表格下载后详细填写并发送邮件至 xchy007@163.com 或者传真至0451—88342620
- 3、交费后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。



【报名地址】

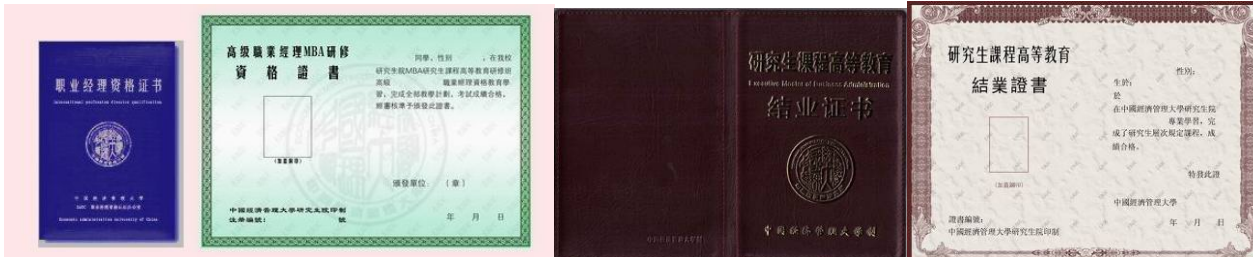
哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室美华教育（ 邮政编码：150020）



【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】

方式一	邮局邮寄	邮寄地址：哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室 邮政编码：150020
方式二	学校帐号	学校帐号：184080723702015 开户银行：哈尔滨银行龙江支行 企业户名：哈尔滨市道外区美华管理人才学校
方式三	交通银行 (太平洋卡)	帐号：40551220360141505 户名：王海涛 开户行：交通银行哈尔滨分行信用卡中心
方式四	邮政储蓄 (存折)	帐号：602610301201201234 户名：王海涛 开户行：哈尔滨道外储蓄中心
方式五	中国工商银行 (存折)	帐号：3500016701101298023 户名：王海涛 开户行：哈尔滨市道外区靖宇支行

可以选择任意一种方式缴纳学费，建议使用第五种方式（中国工商银行，比较方便快捷）收到学费的当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教材和考试问卷。



认证系列：高级职业经理资格认证、人力资源总监、营销经理、财务总监、企业培训师、酒店经理、品质经理、生产经理、物流经理、项目经理、市场总监、营销策划师等学习认证系列。

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

证书说明：证书全国通用、国际互认、电子注册，是提干、求职、晋级、移民的有效依据

学习期限：3 个月 (允许工作经验丰富学员提前毕业) **收费标准：**全部学费 **1280** 元

咨询电话：13684609885 0451- 88723232 88342620 **邮箱：**xchy007@163.com

学校网站：www.mhjj.net **颁证单位：**中国经济管理大学 **承办单位：**美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效

6.1 情境描述

6.1.1 公司介绍

闽航电子是我国专业研制和生产集成电路高密度国家重点工业性试验基地，是我国陶瓷外壳生产单位中装备比较先进、开发能力较强、产品质量较好的重点企业之一，能研制和生产 CLCC、CQFP、CPGA、CBGA、CDIP、CFP 和 MCM 等系列近百种集成电路陶瓷封装外壳。产品广泛应用于航天、航空、航海以及国家重要武器装备和各类民用电子产品等多个领域。

2006 年开始，公司贯彻党中央提出的“军品为本，民品兴业”的战略方针，按照“新工艺、高起点、自动化、上规模”的思路，利用统计过程控制等质量技术工具，产品质量达到国际先进水平，生产规模为全国最大的大规模集成电路高密度陶瓷封装产业基地，并跃升为国际一流企业。

6.1.2 问题确认

集成电路芯片的基板长度是产品重要的质量特性，该厂定期对其进行质量控制，取得数据如表 6.1 所示。图纸给定的技术要求为 $50 \pm 6\text{mm}$ 。请运用 \bar{X} -R 图、CP 值等方法分析集成电路芯片的基板生产工艺的过程能力。控制对象为基板长度，单位为 mm。

表 6.1 基板长度 \bar{X} -R 图计算表

序 号	观测值					求 和	\bar{X}_i	R_i	备 注
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5				
1	47	46	52	51	47				
2	48	53	55	49	53				
3	50	53	47	52	48				
4	47	53	50	51	47				
5	47	55	45	53	56				
6	45	49	49	53	57				
7	50	45	49	53	55				
8	50	50	53	51	47				
9	50	45	51	57	50				
10	50	48	57	55	53				
11	47	44	54	55	50				
12	49	50	50	52	55				
13	46	48	53	50	50				
14	53	57	55	51	47				
15	45	47	49	52	54				
16	48	53	50	51	50				
17	50	48	52	55	50				
18	50	51	47	53	52				
19	50	49	52	50	54				
20	50	52	53	45	51				

续表

序 号	观测值					求 和	\bar{X}_i	R_i	备 注
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5				
21	52	47	57	50	52				
22	50	52	49	53	47				
23	50	47	48	56	50				
24	48	50	49	53	50				
25	50	55	57	54	46				
求和									

6.2 能 力 目 标

1. 掌握统计控制图原理；
2. 能应用控制图的实施方法；
3. 能应用工序能力分析方法；
4. 培养学生对现场质量异常迅速做出反应的能力。

6.3 情 境 实 施

6.3.1 模块一 统计过程控制的基本概念

1. 统计过程控制的必要性

要想搞好质量管理首先应该明确以下两点：

- 1) 贯彻预防原则是现代质量管理的核心与精髓；
- 2) 质量管理学科有一个十分重要的特点，即对于质量管理所提出的原则、方针、目标都要有科学措施与科学方法来保证他们的实现。这体现了质量管理学科的科学性。

上述第一点在 ISO9000 中已有充分的反映，但第二点则远非广为人知，这就是造成目前质量管理中形式主义泛滥的思想根源之一。

2. 统计过程控制的发展

为了保证预防原则的实现，20 世纪 20 年代美国贝尔电话实验室（Bell Telephone Laboratory）成立了两个研究质量的课题组。

一个为过程控制组，学术领导人为休哈特（Walter A.Shewhart）；另一个为产品控制组，学术领导人为道奇（Harold F.Dodge）。

其后，休哈特提出了过程控制理论以及控制过程的具体工具——控制图（control chart），现今统称之为 SPC。

道奇与罗米格（H.G.Roming）则提出了抽样检验理论和抽样检验表。这两个研究组的研究成果影响深远，在他们之后，虽然有数以千计的论文出现，但至今仍未能脱其巢臼。休哈特与道奇是统计质量控制（Statistical Quality Control，简称

SQC)的奠基人。1931年,休哈特出版了他的代表作:《加工产品质量的经济控制》(Economical Control of Quality of manufactured Products),这标志着统计过程控制(SPC)时代的开始。

3. SPC 的涵义

SPC 是英文 Statistical Process Control (统计过程控制)三个字首的简称。

SPC 的含义是:为了贯彻预防原则,应用统计技术对过程中的各个阶段进行评估和监控,从而保证产品与服务满足要求的均匀性。

虽然这里的统计技术涉及数理统计的许多分支,但 SPC 中的主要工具是控制图理论。因此,要想推行 SPC,必须对控制图有一定深入的了解,否则就不可能通过 SPC 取得真正的实效。

4. SPC 的特点

- 1) 与全面质量管理相同,强调全员参加,而不是只依靠少数质量管理人员;
- 2) 强调应用统计方法来保证预防原则的实现;
- 3) SPC 不是用来解决个别工序采用什么控制图的问题,而是强调从整个过程、整个体系出发来解决问题。

SPC 的重点就在于“P”(Process,过程),SPC 可以判断过程的异常,及时告警,作用明显。但 SPC 也有其历史局限性,它不能告知此异常是什么因素引起的,发生于何处,即不能进行诊断。而在现场迫切需要解决诊断问题,否则即使要想纠正异常也无从下手。

故现场与理论都迫切需要 will SPC 发展为 SPD (Statistical Process Diagnosis,统计过程诊断)。

SPD 不但具有 SPC 及时告警进行控制的功能,而且具有 SPC 所没有的诊断功能,故 SPD 是 SPC 进一步发展的新阶段。SPD 就是利用统计技术对过程中的各个阶段进行监控与诊断,从而达到缩短诊断异常的时间,以便迅速采取纠正措施,减少损失、降低成本、保证产品质量。

6.3.2 模块二 控制图原理

1. 定义

控制图是用于区分由异常或特殊原因所引起的波动和过程固有的随机波动的一种统计工具。

这里所讲的过程固有的随机波动指过程的正常质量波动,因为在过程中正常因素是始终存在、无法消除的。

从控制图的定义可以理解,控制图是用于判断过程正常还是异常的一种统计工具。

2. 功能(用途)

- 1) 诊断:评估一个过程的稳定性。
- 2) 控制:决定某一过程何时需要调整,何时需要保持原有状态。

当过程发生异常质量波动时必须及时对过程进行调整,采取措施消除异常因

素的作用（严加控制）；当过程能够稳定在合理的正常质量波动状态时，就应保持这种状态（听之任之）。

3) 确认：确认某一过程的改进效果。

3. 控制图的分类

(1) 按用途分类

1) 控制图 3 种用途的状态。

① 诊断：针对已经完成的过程或阶段实施诊断（分析过程是否正常）；

② 控制：针对正在进行的过程实施质量控制；

③ 确认：针对已经改进并已完成的过程，确认其改进效果。

2) 按用途对控制图分类。

① 分析用控制图。

对已经完成的过程或阶段进行分析，以评估过程是否稳定或确认改进效果。

② 控制用控制图。

对正在进行中的过程实施质量控制，以保持过程的稳定受控状态。

3) 两种控制图的关系。

根据控制图的设计原理可知，控制图的控制功能是控制过程处于正常状态时质量数据所形成的典型分布。因此，在对过程实施控制之前首先应用分析用控制图对欲控制的过程实施诊断，当确认过程是处于稳定受控状态时，将分析用控制图的控制界限延长，转化为控制用控制图。图 6.1 表达了两种控制图的关系。

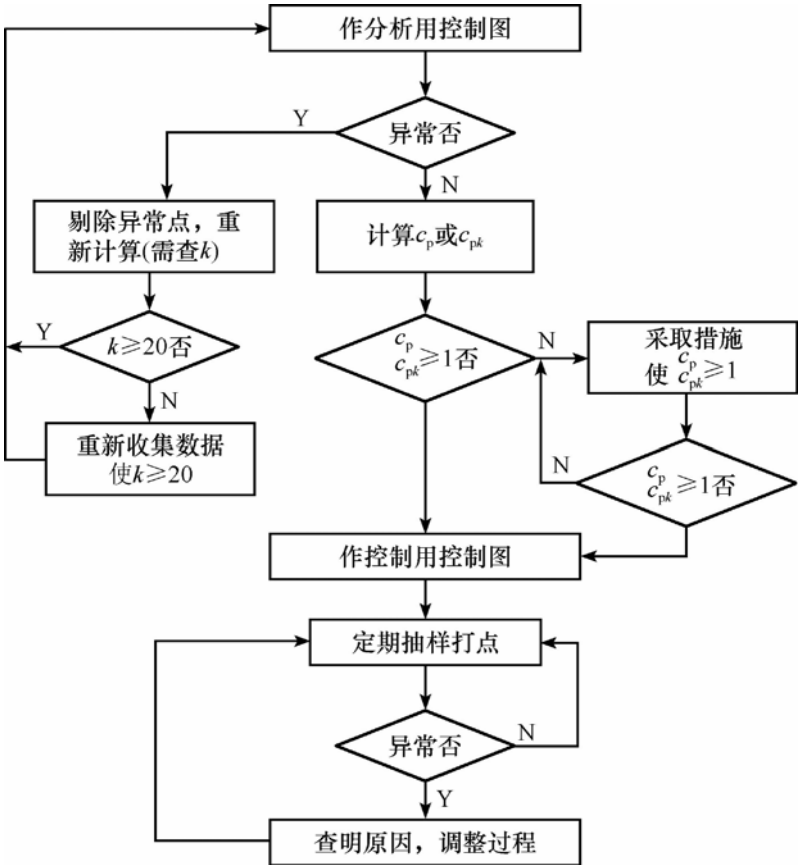


图 6.1 分析用控制图与控制用控制图的应用

(2) 按被控制对象的数据性质分类

1) 计量值控制图常用的有以下 4 种:

- ① 均值—标准偏差控制图 ($\bar{X}-s$ 图);
- ② 均值—极差控制图 ($\bar{X}-R$ 图);
- ③ 中位数—极差控制图 ($\bar{X}-R$ 图);
- ④ 单值—移动极差控制图 ($X-Rs$ 图)。

2) 计数值控制图常用的有以下 4 种:

- ① 不合格品率控制图 (p 图);
- ② 不合格品数控制图 (pn 图);
- ③ 单位缺陷数控制图 (u 图);
- ④ 缺陷数控制图 (c 图)。

休哈特控制图在我国被称为常规控制图, 已纳入国家标准 GB-4091。

应注意计量值控制图必须两图联用。计量值数据服从正态分布, 其分布参数(特征值) μ 、 σ 是各自独立的不相关数据, 必须分别加以控制。如 \bar{X} 图、 \bar{X} 图, X 图是用于控制分布中心 μ 的。 s 图、 R 图、 Rs 图是用于控制标准偏差 σ 的。

(3) 按是否给定分布参数分类

1) 未给定分布参数控制图。

通过作分析用控制图取得分布参数, 判稳后转化为控制用控制图。

2) 给定分布参数控制图。

分布参数由标准或用户要求给定。该类型控制图对被控过程要求极为严格, 实际分布必须符合给定的分布参数要求。

由于分布参数已给定, 不需要作分析用控制图, 所以既适用于大量生产, 也适用于小批量生产。

4. 控制图在贯彻预防原则中的作用

按下述两种情形分别讨论。

第一种情形是应用控制图对生产过程进行监控, 如出现上升倾向, 显然过程有问题, 故异因刚一露头, 即可发现, 于是可及时采取措施加以消除, 这当然是预防。但在现场出现这种情形是不多的。

第二种情形是更经常的, 即控制图上点子突然出界, 显示异常。

这时必须按照下列“20 字方针”去做: 查出异因, 采取措施, 加以消除, 不再出现, 纳入标准

每执行一次这个方针, 就消灭一个异因, 于是对此异因而言, 起到了预防作用。不照这“20 字方针”去做, 控制图便形同虚设。

控制图的作用是: 及时告警。

要贯彻预防作用必须执行“20 字方针”。从这点出发, 就要强调要求现场第一线的工程技术人员来推行 SPC 与 SPD, 把它作为日常工作的一部分, 而质量管理人员则应该起到组织、协调、监督、鉴定与当好领导参谋的作用。

5. 稳态

1) 所有的技术控制都有一个标准作为基准, 若过程不处于此基准的状态, 则必须立即采取措施, 将其恢复到此基准。

统计过程控制也是一种控制(统计控制), 当然它也要采取一种标准(统计标准)作为其基准, 这就是: 统计控制状态, 或称稳态。

2) 统计控制状态, 简称控制状态, 是指过程中只有偶因而无异因产生的变异的状态。

3) 控制状态是生产追求的目标, 因为在控制状态下, 有以下几大好处:

① 对产品的质量有完全的把握(通常, 控制图的控制界限都在规范界限之内, 故至少有 99.73% 的产品是合格品)。

② 生产也是最经济的(偶因和异因都可以造成不合格品, 但由偶因造成的不合格品极少, 只有 2.7%, 主要是由异因造成的。故在控制状态下所产生的不合格品最少, 生产最经济。

③ 在控制状态下, 过程的变异最小。

4) 推行 SPC 为什么能够保证实现全过程的预防?

一道工序达到控制状态称为稳定工序, 道道工序都达到控制状态称为全稳生产线, SPC 所以能够保证实现全过程的预防, 依靠的就是全稳生产线。

6. 控制图原理的两种解释

(1) 控制图原理的第一种解释

将正态分布图转个方向, 使自变量增加的方向垂直向上, 将 μ 、 $\mu+3\sigma$ 和 $\mu-3\sigma$ 分别标为 CL, UCL 和 LCL, 这样就得到了一张控制图。图 6.2 是一张单值 (X) 控制图。

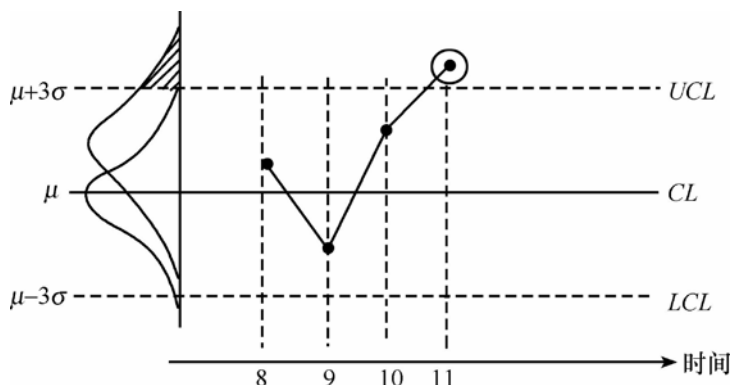


图 6.2 单值 (X) 控制图

例如, 为了控制加工螺栓的质量, 每隔 1h 随机抽取一个车好的螺栓, 测量其直径, 将结果描点在图 6.2 中, 并用直线段将点子连接, 以便观察点子的变化趋势。由图 6.2 可看出, 前 3 个点子都在控制界限内, 但第四个点子却超出了 UCL, 为了醒目, 把它用小圆圈圈起来, 表示第四个螺丝的直径过分粗了, 应引起注意。现在对出现这第四个点子应做什么判断呢? 摆在我们面前的有两种可能性:

① 若过程正常, 即分布不变, 则出现这种点子超过 UCL 情况的概率只有 0.1% 左右;

② 若过程异常,譬如设异常原因为车刀磨损,则随着车刀的磨损,加工的螺栓将逐渐变粗, μ 逐渐增大,于是分布曲线上移,发生这种情况的可能性很大,其概率可能为 0.1% 的几十乃至几百倍。

现在第四个点子已经超出 UCL,问在上述①、②两种情形中,应该判断是哪种情形造成的?由于情形②发生的可能性要比情形①大几十乃至几百倍,故合乎逻辑地认为上述异常是由情形②造成的。于是得出结论:点出界就判异。

用数学语言来说,这就是小概率事件原理:小概率事件在一次试验中几乎不可能发生,若发生,即判断异常。控制图是假设试验的一种图上作业,在控制图上每描一个点就是做一次假设试验。

(2) 控制图原理的第二种解释

现在换个角度来研究一下控制图原理。根据来源的不同,影响质量的原因(因素)可归结为 5MIE(人员、设备、材料、工艺/方法、测量和环境)。但从对产品质量的影响大小来分,又可分为普通原因与特殊原因两类。普通原因是过程固有的,始终存在,对质量的影响微小,但难以除去,例如机床开动时的轻微振动等;特殊原因则非过程固有,有时存在,有时不存在,对质量影响大,但不难除去,例如设备故障等。

普通原因引起质量的正常波动,特殊原因引起质量的异常波动。正常波动是不可避免的,但对质量的影响一般不大;异常波动对质量的影响大,且可以通过采取恰当的措施加以消除,故在过程中异常波动及造成异常波动的特殊原因应是注意的对象。一旦发生异常波动,就应该尽快找出原因,采取措施加以消除。将质量波动区分为正常波动与异常波动两类并分别采取不同的对待策略,这是休哈特的贡献。

正常波动与异常波动都是产品质量的波动,如何能发现异常波动的存在呢?可以这样设想:假定在过程中,异常波动已经消除,只剩下正常波动。根据这正常波动,应用统计学原理设计出控制图相应的控制界限,当异常波动发生时,点子就会落在界外。因此点子频频出界就表明存在异常波动。控制图上的控制界限就是区分正常波动与异常波动的科学界限。根据上述,可以说控制图的实质是区分偶然因素与异常因素两类因素。

7. 控制图的两类错误

(1) 第 I 类错误——弃真错误

弃真错误是把正常的过程误判为异常。弃真概率的符号记为 α 。

犯第 I 类错误的概率只受控制界限幅度(上、下控制界限的间距)所影响。当采用 3σ 原则设计控制图时,弃真概率 $\alpha=0.0027$ 。

国际上大多数国家均采用 3σ 原则设计控制图。只有英国等少数北欧国家是以取弃真概率 $\alpha=0.01$ 为控制界限的设计原则,相当于 $\pm 2.5\sigma$ 。

现假设可以改变控制界限幅度,图 6.2 则说明了控制图犯第 I 类错误(弃真)概率随控制界限的加宽而减小。

(2) 第 II 类错误——取伪错误

取伪错误是把异常的过程误判为正常。取伪概率的符号记为 β 。影响犯第 II

类错误的概率，有 4 个方面的因素：

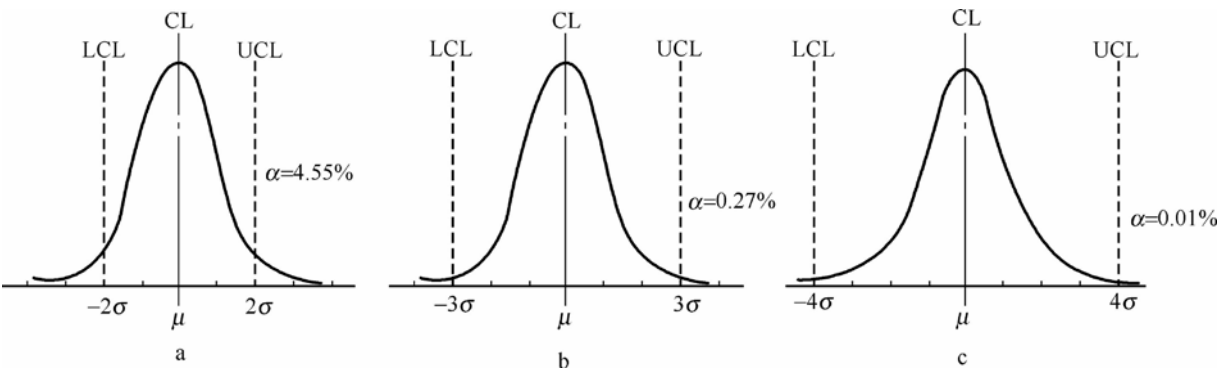


图 6.2 控制界限幅度对犯第 I 类错误的影响

- 1) 控制界限幅度；
- 2) 均值偏移幅度；
- 3) 标准偏差变动幅度；
- 4) 样本大小。

为将取伪概率与弃真概率相比较，现将 4 个影响因素的后 3 个因素确定，只看第一个因素控制界限幅度对弃真概率和取伪概率的影响有什么不同。

图 6.3 说明犯第 II 类错误概率随控制界限的加宽而增大，与对犯第 I 类错误（弃真）概率的影响刚好相反。

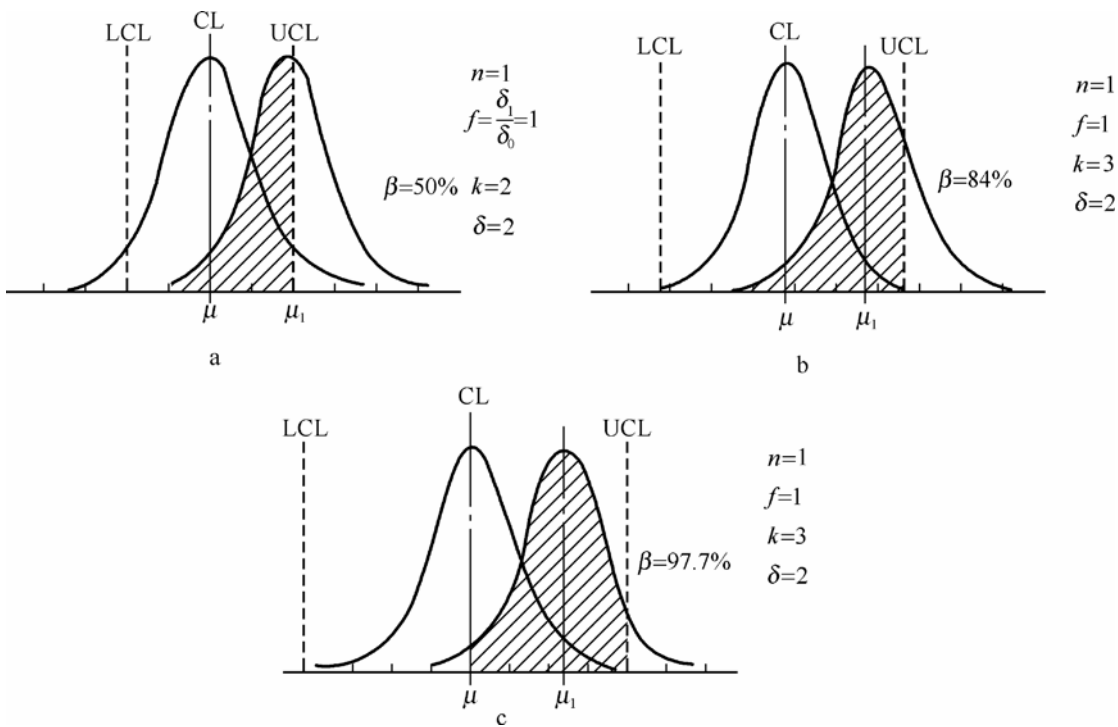


图 6.3 控制界限幅度对犯第 II 类错误的影响

也就是说，当控制界限幅度加宽后 α 减小而 β 增大；当控制界限幅度变窄后 β 减小而 α 增大。

看来错误不可避免，图 6.4 所示是控制图应用中犯错误所造成的损失与控制界限幅度的关系曲线，可见犯两类错误的总和呈抛物线，恰好在以 3σ 作为控制界

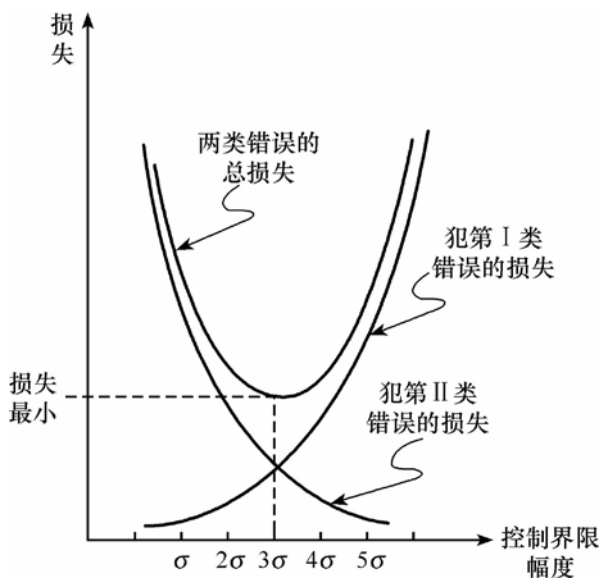


图 6.4 控制图两类错误的损失

限处有最小值。

当采用 3σ 原则设计控制界限时，控制图应用中所犯错误造成的损失最小，所以称 3σ 原则为最经济原则。

8. 控制图的判断

(1) 控制图的判稳准则

在点子排列随机的情况下，判稳准则如下：

- 1) 连续 25 点，界外点数 $d=0$;
- 2) 连续 35 点，界外点数 $d \leq 1$;
- 3) 连续 100 点，界外点数 $d \leq 2$ 。

(2) 控制图的判异准则

只要控制图中出现表 6.2 中 8 种检

验模式中的任何一种，即判过程异常。

表 6.2 常规控制图判异检验模式

GB/T 4091-2001

序 号	判异准则	判异检验模式图示	解 释
1	1 个点子落在 A 区以外 (点子超出控制界限)		点子超出上界说明均值增大 点子超出下界说明均值减小
2	连续 9 点落在中心线同一侧		落在中心线上侧说明均值增大 落在中心线下侧说明均值减小
3	连续 6 点递增或递减 (趋势)		递增，说明均值逐渐增大 递减，说明均值逐渐减小
4	连续 14 个点子中相邻点子总是上下交替		存在两个总体

续表

序 号	判异准则	判异检验模式图示	解 释
5	连续 3 点中有 2 点落在中心线同一侧的 B 区以外		落在中心线以上的 B 区外, 说明均值增大 落在中心线以下的 B 区外, 说明均值减小
6	连续 5 点中有 4 点落在中心线同一侧的 C 区以外		落在中心线以上的 C 区外, 说明均值增大 落在中心线以下的 C 区外, 说明均值减小
7	连续 15 点落在中心线两侧的 C 区之内		数据分层不够
8	连续 8 点落在中心线两侧且无 1 点在 C 区内		标准偏差加大

6.3.3 模块三 控制图应用

天津手表厂为了提高手表的质量,应用排列图分析造成手表不合格品的各种原因,发现“停摆”占第一位。为了解决停摆问题,再次应用排列图分析造成停摆的原因,结果发现主要是由于螺栓脱落造成的。而螺栓脱落是由螺栓松动造成的。为此厂方决定应用控制图对装配作业中的螺栓扭矩进行过程控制。

(一) \bar{X} -R 控制图示例

螺栓扭矩是一个计量特性值,故可选用基于正态分布的计量控制图。又由于本例是大量生产,不难取得数据,故决定选用灵敏度高的 \bar{X} -R 图。见表 6.3。

表 6.3 螺栓扭矩 \bar{X} -R 计算表

序号	观测值					$\sum_{i=1, \dots, 25} X_{ij}$	X_i	R_i	备注
	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}				
1	154	174	164	166	162	820	164.0	20	
2	166	170	162	166	164	828	165.6	8	
3	168	166	160	162	160	816	163.2	8	
4	168	164	170	164	166	832	166.4	6	

续表

序号	观测值					$\sum_{i=1, \dots, 25} x_{ij}$	\bar{X}_i	R_i	备注
	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}				
5	153	165	162	165	167	812	162.4	14	
6	164	158	162	172	168	824	164.8	14	
7	167	169	159	175	165	835	167.0	16	
8	158	160	162	164	166	810	162.0	8	
9	156	164	162	152	164	798	159.6	12	
10	174	162	162	156	174	828	165.6	18	
11	168	174	166	160	166	934	166.8	14	
12	148	160	162	164	170	804	160.8	22	
13	165	159	147	153	151	775	155.0	18	超出 \bar{X} 图下控界
14	164	166	164	170	164	828	165.6	6	
15	162	158	154	168	172	814	162.8	18	
16	158	162	156	164	152	792	158.4	12	
17	151	158	154	181	168	812	162.4	30	
18	166	166	172	164	162	830	166.0	10	
19	170	170	166	160	160	826	165.2	10	
20	168	160	162	154	160	804	160.8	14	
21	162	164	165	169	153	813	162.6	16	
22	166	160	170	172	158	826	165.2	14	
23	172	164	159	167	160	822	164.4	13	
24	174	164	166	157	162	823	164.6	17	
25	151	160	164	158	170	803	160.6	19	
Σ 均值							4082.2 163.288	357 14.280	

解：按照下列步骤建立 \bar{X} -R 图：

① 取预备数据，然后将数据合理分成 25 组，参见表 10.3。

② 计算各组样本的平均数 \bar{X}_i 。

例如，第一组样本的平均值为

$$\bar{X}_1 = \frac{154 + 174 + 164 + 166 + 162}{5} = 164.0$$

③ 计算各组样本的极差 R_i 。

例如，第一组样本的极差为

$$R_1 = \max\{X_1\} - \min\{X_1\} = 174 - 154 = 20$$

④ 计算样本总均值 $\bar{\bar{X}}$ 与平均样本极差 \bar{R} 。

由于 $\sum \bar{X}_i = 4082.2$ ， $\sum R = 357$ ，见表 10.2，故

$$\bar{X}=163.288, \bar{R}=14.280$$

⑤ 计算 R 图的参数。

从附表 10.1 可知, 当样本大小 $n=5$, $D_4=2.114$, $D_3=0$, 代入 R 图的公式, 得到

$$UCL_R=D_4\bar{R}=2.114\times 14.280=30.188$$

$$CL_R=\bar{R}=14.280$$

$$LCL_R=D_3\bar{R}=0$$

从图 10.5 可见 R 图判稳, 故接着再建立 \bar{X} 图。

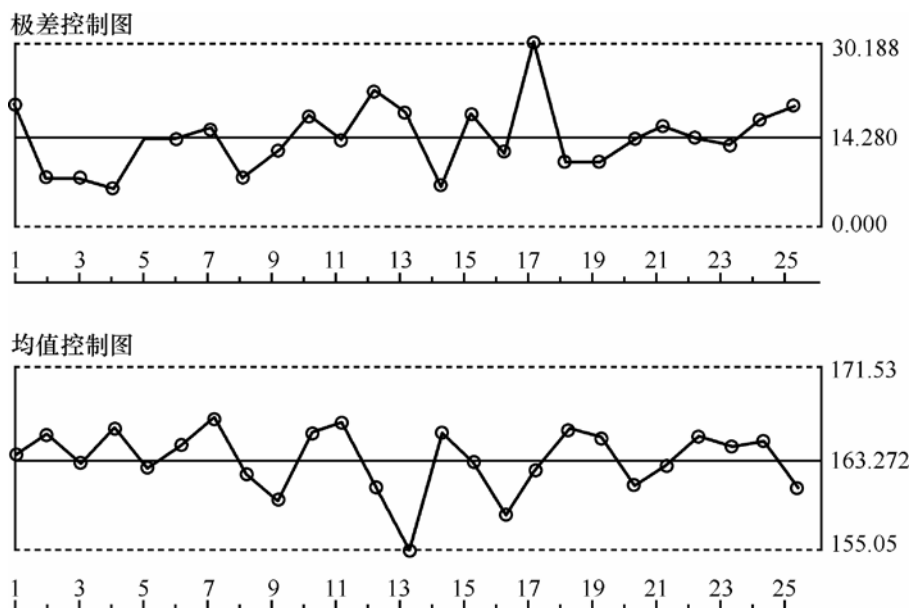


图 10.5 例中的第一次 $\bar{X}-R$ 图

由于 $n=5$, 从附表 10.1 知 $A_2=0.577$, 再将 $\bar{X}=163.288$, $\bar{R}=14.280$ 代入 \bar{X} 图的公式, 得到 \bar{X} 图:

$$UCL_{\bar{X}}=\bar{X}+A_2\bar{R}=163.288+0.577\times 14.280=171.527\approx 171.53$$

$$CL_{\bar{X}}=\bar{X}=163.288\approx 163.29$$

$$LCL_{\bar{X}}=\bar{X}-A_2\bar{R}=163.288-0.577\times 14.280=155.048\approx 155.05$$

可见, 第 13 组 \bar{X} 值为 155.00 小于 $LCL_{\bar{X}}$, 故过程的均值失控。经调查其原因后, 改进夹具, 并采取措施防止这种现象再次发生。然后去掉第 13 组数据, 重新计算 R 图与 \bar{X} 图的参数。

此时

$$\bar{R}'=\frac{\sum R}{24}=\frac{357-18}{24}=\frac{339}{24}=14.125$$

$$\bar{X}'=\frac{\sum \bar{X}}{24}=\frac{4082.2-155.0}{24}=\frac{3927.2}{24}=163.633$$

代入 R 图与 \bar{X} 图的公式, 得到 R 图

$$UCL_R = D_4 \bar{R}' = 2.114 \times 14.125 = 29.860 \approx 29.86$$

$$CL_R = \bar{R}' = 14.125 \approx 14.13$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R}' = 0$$

从表 10.3 可见, R 图中第 17 组 $R=30$ 出界。

于是再次执行“20 字方针”后, 舍去第 17 组数据, 重新计算如下

$$\bar{R}'' = \frac{\sum R}{23} = \frac{339 - 30}{23} = \frac{309}{23} = 13.435$$

$$\bar{X}'' = \frac{\sum \bar{X}}{23} = \frac{3927.2 - 162.4}{23} = \frac{3764.8}{23} = 163.687$$

R 图:

$$UCL_R = D_4 \bar{R}'' = 2.114 \times 13.435 = 28.402 \approx 28.40$$

$$CL_R = \bar{R}'' = 13.435 \approx 13.44$$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X}'' + A_2 \bar{R}'' = 163.687 + 0.577 \times 13.435 = 171.439 \approx 171.44$$

$$CL_{\bar{X}} = \bar{X}'' = 163.687 \approx 163.69$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X}'' - A_2 \bar{R}'' = 163.687 - 0.577 \times 13.435 = 155.935 \approx 155.94$$

将其余 23 组样本的极差值与均值分别打点于 R 图与 \bar{X} 图上, 如图 10.6 所示, 根据判稳准则, 知此时过程的变异度与均值均处于稳态。

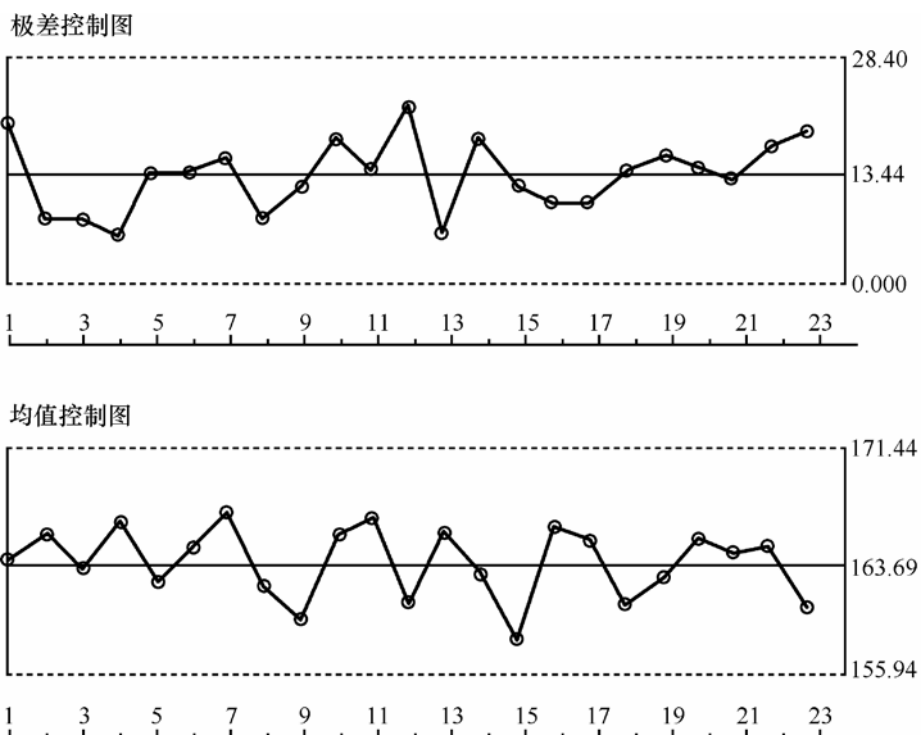


图 6.6 [例] 的第 2 次 \bar{X} —R 图

⑥ 与规范进行比较。

已经给定公差为: $T_L=100$, $T_U=200$ 。现应用全部预备数据作直方图并与规

范进行比较,如图 10.7 所示。可见,数据的分布与公差相比较有较多的余量,因此,虽然其平均值并未对准公差中心,不加以调整,问题也不会太大。

若加以调整则还可提高过程能力指数,即减少不合格品率,或者也可从技术角度出发考虑适当减小公差范围。当然,若加以调整则需要重新计算相应的 $\bar{X}-R$ 图。

延长上述 $\bar{X}-R$ 图的控制线,对工序进行日常控制。

(二) 控制界限与公差界限之间的关系

将 \bar{X} 图与公差界限放在一起是没有意义的,因为一个超出上公差界限的样品的特性值与另一超出下公差界限的样品的特性值的平均可以得到一个正好位于上下公差界限之内的 \bar{X} 值。在所有休图中只有单值 (X) 控制图才能与公差界限放在一起,参见图 10.8。

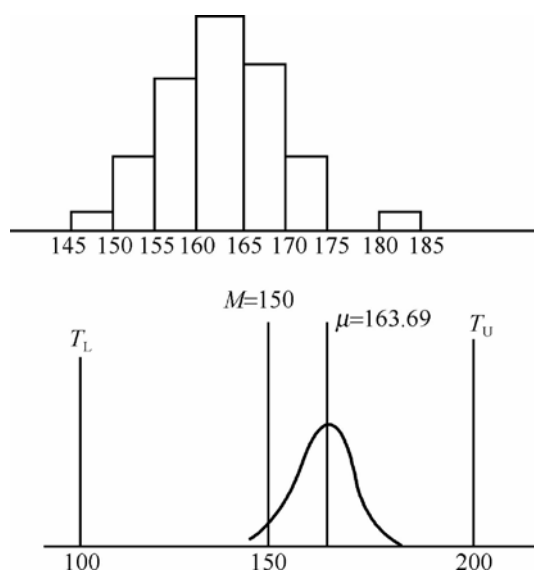


图 10.7 与公差对比

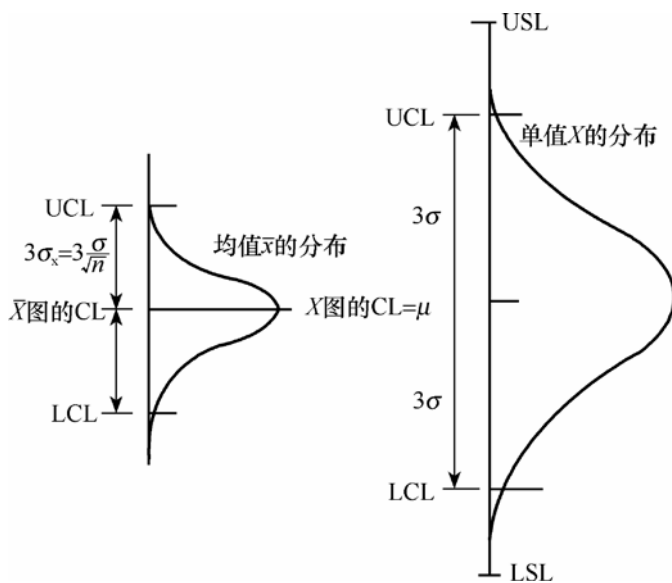


图 10.8 控制界限与公差界限

(三) 工序能力分析

工序能力分析内容如下。

1) 工序能力是指工序处于控制状态下的实际加工能力。

这是一种工序固有的再现性或一致性的能力。当工序处于不稳定状态时,其测量值不具备再现性。

2) 工序能力数量表示:常用质量特性值分布的 6 倍总体标准偏差值来表示,即工序能力为 6σ 。

当工序处于受控状态下,可用样本的标准差 s 来代替总体的标准差。那么,工序能力为 $6s$,以 B 表示工序能力, $B=6s$ 。

显然, B 越小,工序能力越强。

3) 工序能力指数,以符号 C_p 表示,它是表示工序能力满足公差范围要求程度的量值,即

$$C_p = \frac{T}{6\sigma}$$

式中: T ——公差范围;

σ ——总体标准偏差。

计算工序能力指数时,当产品质量特性值服从正态分布、工序处于受控状态下和测量数据较多时(样本数 $N \geq 50$),工序总体的均值和标准偏差,可以近似用样本的均值和标准差来代替。故

$$c_p = \frac{T}{6\sigma} \approx \frac{T}{6s}$$

当工序分布中心与公差中心有偏移时,工序能力指数用 C_{pk} 表示,其计算公式为

$$c_{pk} = (1 - k) \frac{T}{6\sigma} \approx (1 - k) \frac{T}{6s}$$

式中: k ——偏离系数。

$$k = \frac{\varepsilon}{T/2} = \frac{2\varepsilon}{T}$$

式中: ε ——偏移量, $\varepsilon = |M - X|$;

M ——公差中心;

X ——工序分布中心。

以上 C_p 、 C_{pk} 是双向公差的公差中心与工序分布中心相重合和不重合的计算公式。

当只有单向公差时:

单向公差上限(只给定上公差)

$$c_{pu} = \frac{T_U - \bar{X}}{3s}$$

式中: T_U ——公差上限。

单向公差下限(只给定下公差)

$$c_{pl} = \frac{\bar{X} - T_L}{3s}$$

式中: T_L ——公差下限。

4) 计算处于稳态下的过程能力指数 C_p 与 C_{pk} 。

从该例中已知,给定公差为: $T_L=100$, $T_U=200$, $\bar{R}=13.435$, $\bar{X}=163.687$ 。

解:

由题给定, $\bar{R}=13.435$,

又从附表 6.1 查得:当 $n=5$ 时, $d_2=2.326$, 于是有

$$\delta \approx \bar{R}/d_2 = 13.435/2.326 = 5.776$$

$$\mu = \bar{X} = 163.687$$

$$M = (100 + 200)/2 = 150$$

故有

$$C_p = \frac{T}{6\sigma} = \frac{T_U - T_L}{6\delta} = \frac{200 - 100}{6 \times 5.776} = 2.89$$

又

$$\varepsilon = |\mu - M| = |\bar{X} - M| = 163.687 - 150 = 13.687$$

$$K = \frac{\varepsilon}{T/2} = \frac{13.687}{50} = 0.27374$$

故

$$C_{pK} = (1 - K)C_p = (1 - 0.27374) \times 2.89 = 2.10$$

5) 工序能力评定。

工序能力评定是指对工序能力能否满足公差要求作出的评定，以衡量生产过程的工序的质量水平。表 6.4 列出了常规工序过程能力等级评定表；表 6.5 列出了有偏离系数工序能力的评定表。

表 6.4 常规工序过程能力等级评定表

等级	特级	一级	二级	三级	四级
c_p	>1.67	$1.67 \sim 1.33$	$1.33 \sim 1$	$1 \sim 0.67$	<0.67
过程能力	过高	充分	尚可	不充分	不足

表 6.5 有偏离系数工序能力评定表

工序能力指数 c_p	偏离系数判断标准	对平均值采取的措施
$1.33 < c_p$	$0 < k < 0.25$	工序不调整
$1.33 < c_p$	$0.25 < k < 0.50$	工序应引起注意
$1.00 < c_p \leq 1.33$	$0 < k < 0.25$	工序应密切观察
$1.00 < c_p \leq 1.33$	$0.25 < k < 0.50$	工序应采取措施