

供应商质量控制 实用统计技术

王毓芳 肖诗唐 主编



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

供应商质量控制 实用统计技术

责任编辑：王 平

封面设计：弓禾碧工作室

ISBN 978-7-5026-2605-1



9 787502 626051 >

定价：26.00 元

供 应 商 质 量 控 制 实 用 统 计 技 术

王毓芳 肖诗唐 主 编
王宗凯 郝 凤 主 审

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

供应商质量控制实用统计技术/王毓芳, 肖诗唐主编. —北京: 中国计量出版社, 2007. 4
ISBN 978 - 7 - 5026 - 2605 - 1

I. 供… II. ①王…②肖… III. 企业管理: 供销管理—质量控制—统计方法 IV. F274

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 034852 号

内 容 提 要

目前, 企业越来越重视对供应商的质量控制。完成这项工作任务, 不仅需要有合理的工作程序, 还需掌握正确的工作方法, 特别是统计技术。

本书对供应商质量控制各阶段实施过程中最重要的统计技术 (工具和方法), 如质量功能展开、质量损失函数、过程能力分析、统计抽样检验方案及质量检验特性分析、分析用控制图和控制用控制图及试验设计等做了详细的讲解。同时, 为了对这些方法和工具有更深刻的理解和运用, 对统计技术应用的特点、质量数据的分布以及测量系统分析也做了相应的叙述。为提高本书的实用性和可操作性, 在各种方法和工具的讲解中都有应用实例, 供读者参考。

本书适用于企业的技术质量主管、质量管理工程师、技术管理工程师、采购工程师以及质量管理咨询和审核人员等。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话: (010) 64275360

http: //www. zgjl. com. cn

北京市密东印刷有限公司印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm × 1092 mm 16 开本 印张 10 字数 231 千字

2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

*

印数 1—2 000 定价: 26.00 元

编审人员

主 编 王毓芳 肖诗唐

主 审 王宗凯 郝 凤

编审人员 (以姓名笔画为序)

王 颖 王 蓉 王 刚 王宗凯

王淑玲 王淑敏 王毓芳 王毓泉

王德玉 李志秀 刘宗森 刘隶放

肖诗唐 肖 颖 肖 峰 张立新

张铁锁 张润芝 张 霞 陈清香

尚文兰 郑 岩 郝 凤 梁淑田

前 言

在经济全球化的大前提下,随着科学技术和生产力的高速发展,企业生产的规模化及精细分工,特别是装配性产品的生产,需要大量配套的原材料、零部件、元器件。因此,有更多的企业为了切实保证产品质量而更加重视对供应商的质量控制。通过 ISO 9000 标准的实施,企业已充分认识到质量管理体系相关方受益的重要意义,所以并不满足于仅与供应商建立简单的、单向有利的采购关系,而需要建立一个互利共赢的战略伙伴关系。

要做好一件事情,重要的是企业的高层领导在理念上需要变革,同时需要有正确的工作程序和科学的工作方法。在实施对供应商全面质量控制的过程中,必然需要应用一系列的统计方法和工具(统计技术),其应用的正确性和有效性将成为保证实施成效的前提条件。为此,我们根据多年的工作实践,特别是近年来在多次“供应商质量控制”培训班授课的经验,并结合学员们遇到和提出的实际问题,编写了这本针对性很强的《供应商质量控制实用统计技术》一书。

本书在第一章中简述了实施供应商质量控制的工作程序及各步骤所需要的统计方法;第二章讲述了统计技术应用的前提条件,即质量数据的正态分布和测量系统分析;从第三章起对实施供应商质量控制所需要的主要统计方法(质量功能展开、质量损失函数、过程能力分析、控制图、质量检验与抽样检验方案分析及试验设计等内容)做了详细的讲解。在讲解过程中与实施供应商质量控制紧密相联系,大量引用实施供应商质量控制的案例和大量的图表,紧密结合企业实践,具有很强的指导性和可操作性。

本书可作为企业实施供应商质量控制工作的指导及培训教材,也可供企业技术质量主管、质量工程师、技术管理工程师、采购工程师以及从事质量管理咨询和审核的人员参考。由于编审人员水平有限,错误和不足在所难免,恳请广大读者和专家予以指正。

编 者

2007 年 4 月

目 录

第一章 供应商质量控制及常用统计技术	(1)
一、供应商战略的确定	(1)
二、供应商基本情况调查	(2)
三、对供应商的质量审核	(2)
四、供应商的评价与选择	(3)
五、供应商的质量认定	(3)
六、供应商供货质量控制	(3)
七、供应商业绩评定及供应商的调整 (动态管理)	(4)
八、供应商质量控制需要的统计技术	(4)
第二章 统计技术应用的特点及应用前提	(6)
一、统计技术定义及应用的特点	(6)
二、统计技术应用的作用及优势	(7)
三、统计分析方法的应用依据——质量数据的分布	(9)
四、统计分析的基础——质量数据的可信性	(22)
第三章 质量功能展开 (QFD)	(27)
一、QFD 概述	(27)
二、QFD 与 ISO 9000 标准	(27)
三、QFD 与并行工程	(27)
四、QFD 的基本原理及其框架	(28)
五、QFD 的量化方法——加权评分法	(31)
六、QFD 应用示例	(33)
第四章 质量损失函数的应用	(43)
一、质量损失函数的基本概念	(43)
二、望目值质量特性的质量损失函数	(46)
三、产品质量的波动损失	(51)
四、产品质量损失函数在供应商质量控制中的应用	(53)

第五章 过程能力分析	(60)
一、过程能力与过程能力指数的概念	(60)
二、过程能力指数的计算	(60)
三、过程能力分析与计算的条件	(63)
四、过程能力等级评价	(63)
五、有关标准对企业提高过程能力的要求	(65)
六、提高过程能力的途径	(67)
七、C 系列过程能力指数与 P 系列过程性能指数	(74)
第六章 控制图的应用	(77)
一、控制图的定义和功能	(77)
二、控制图的设计原理	(78)
三、控制图的分类	(80)
四、控制图的特性及应用的重要性	(83)
五、控制图的应用程序	(90)
六、控制图应用案例	(91)
第七章 质量检验及抽样检验方案分析	(97)
一、质量检验概述	(97)
二、抽样检验概述	(99)
三、对供应商提供产品的检验	(105)
第八章 试验设计	(119)
一、试验设计概述	(119)
二、试验设计的由来及发展	(119)
三、试验设计的术语	(120)
四、正交试验设计	(122)
五、无交互作用正交试验设计案例	(126)
六、有交互作用正交试验设计案例	(129)
七、多指标要求的试验设计及案例	(132)
八、线索生成技术与试验设计 (DOE)	(136)
九、试验设计 (DOE) 常用正交表	(137)
附录 本教材培训日程与练习题	(145)
参考文献	(153)

第一章 供应商质量控制及常用统计技术

一、供应商战略的确定

任何一种产品都是由许许多多原材料、元器件、零部件及组件等构成。所以，在产品质量产生、形成和实现的全过程中，出于质量、经济等各方面的原因，必须确定哪些需要自制，哪些需要外购，需要什么样的供应商以及与供应商建立什么样的关系等问题。解决这些问题就是企业确定供应商战略的过程。

(一) 自制或外购的选择

企业应用调查表等工具，通过以下内容的调查并应用二维分析法（见图1—1所示）进行分析，以确定自制还是外购：

- (1) 企业经营环境分析；
- (2) 市场供应状况分析；
- (3) 企业内部状况分析。

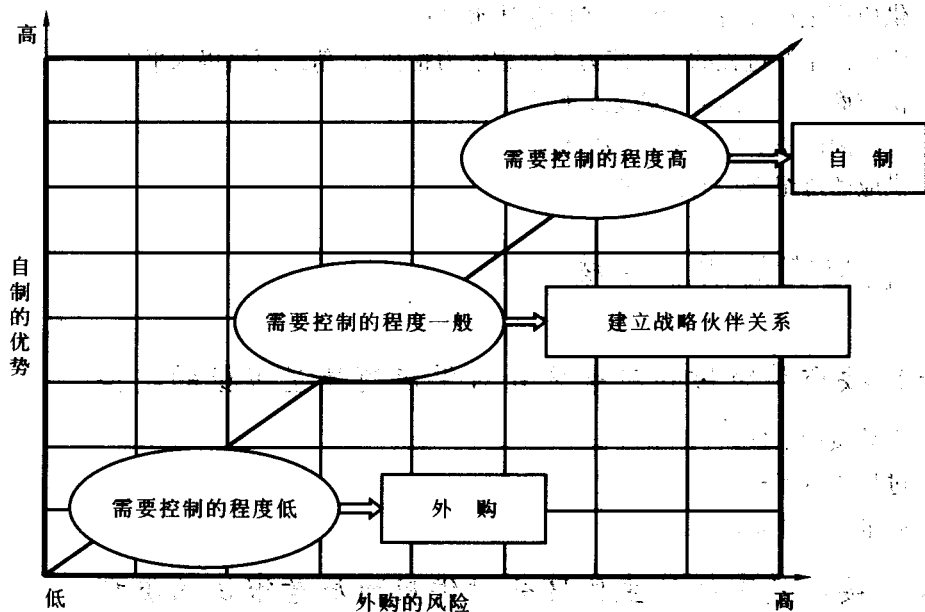


图1—1 自制与外购的二维分析法模型

(二) 供应商的重要性分类

由于产品组成中各种原材料或零部件的重要性不同,因而企业与不同供应商的关系密切程度不同。按照提供零部件对产品影响的重要程度,可将供应商分为以下三类:

1. I类供应商

所供应的产品对企业生产产品质量具有非常重要的影响,应建立战略伙伴关系,在这种关系中不是简单的采购,应在更多的范围内进行经济和技术合作。

2. II类供应商

所供应的产品对企业生产产品质量具有比较重要的影响,应综合考虑所供应产品的质量、价格、数量及供应商的规模等因素,进行适当的关系定位。

3. III类供应商

所供应的产品对企业生产产品质量影响较小,一般只是简单的合作关系,可直接进行采购。

二、供应商基本情况调查

按照产品对采购产品的质量要求,制定供应商评价准则,并依此应用调查表等工具对供应商的基本情况进行调查,并实施过程能力分析。

调查内容主要有:

- (1) 供应商生产设备与检测设备的整体水平;
- (2) 供应商生产过程的过程能力(过程能力指数 C_p 值或西格玛水平 Z);
- (3) 供应商生产产品的主要原材料来源;
- (4) 供应商的主要顾客及市场信誉;
- (5) 供应商遵纪守法的情况等。

三、对供应商的质量审核

(一) 按质量审核的对象区分对供应商质量审核的类型

- (1) 产品质量审核;
- (2) 过程质量审核;
- (3) 质量管理体系审核。

(二) 按质量审核的主体区分对供应商质量审核的类型

1. 第一方质量审核

第一方质量审核是指供应商的内部质量审核。第一方质量审核主要是查阅供应商内部质量审核的报告。

2. 第二方质量审核

第二方质量审核是指使用方对供应商实施的质量审核，是实施对供应商的质量控制过程中的重点审核类型。其中特别是过程质量审核，必须通过第二方质量审核实现。

3. 第三方质量审核

第三方质量审核是指国家认可委认可的、具有权威性的审核机构对供应商实施的质量审核。第三方质量审核主要是查阅审核机构对供应商质量审核的报告。

四、供应商的评价与选择

对供应商的评价与选择应遵循全面兼顾与突出重点的原则、保持科学性的原则和具有可操作性的原则。在评价与选择过程中重要的是应用质量损失函数的方法，综合考虑质量与成本两方面的因素，同时应用流程图、直方图和排列图等方法择优选择。

五、供应商的质量认定

对供应商的质量认定包括质量保证能力认定和供货实物质量水平认定。在产品实物质量水平认定过程中需应用分析用控制图对供应商生产过程是否稳定和过程能力水平进行评定。对于欲建立战略伙伴关系的供应商，若在认定过程中发现一些重大问题，本着互利共赢的原则，双方应实施有效的技术合作。为解决存在的质量问题，可采用线索生成技术，分析产生质量问题的主要原因，有针对性地采取解决措施。

六、供应商供货质量控制

经过一系列评价与选择，确定最优供应商后，关键是如何长期稳定地保证供应商供应优质的产品和优良的服务。为此，对供应商供货过程实施质量控制必将成为一项长期的任务。

（一）产品设计开发阶段对供应商的质量控制

应注重让供应商参与产品的设计开发，鼓励供应商提出降低成本、改善性能、提高产品质量和可靠性、改善可加工性等方面的意见。这样，由于供应商充分了解了产品的质量要求，使供应商从起始时间就开始控制质量，这对供需双方都是有利的。

同时，对供应商进行培训，明确产品设计开发的目标质量，与供应商共同探讨，在质量控制、质量检验等方面达成一致。

在这一过程中应有效应用质量功能展开等科学方法。

（二）批量生产阶段对供应商的质量控制

在批量生产阶段应特别注意长期供货过程的稳定性。首先要应用控制用控制图监控供货过程的稳定性并进行过程能力分析，评定过程能力指数 C_p 或西格玛水平 Z ；对供货质量应实施统计抽样检验，在确定抽样检验方案后应进行质量检验特性分析。

七、供应商业绩评定及供应商的调整（动态管理）

通过实施顾客满意度评价、水平对比法和卓越模式分析对供应商进行业绩评定。根据评定结果（如图1—2所示）对供应商关系分级（A, B, C, D）并实施动态管理（调整供应商）。

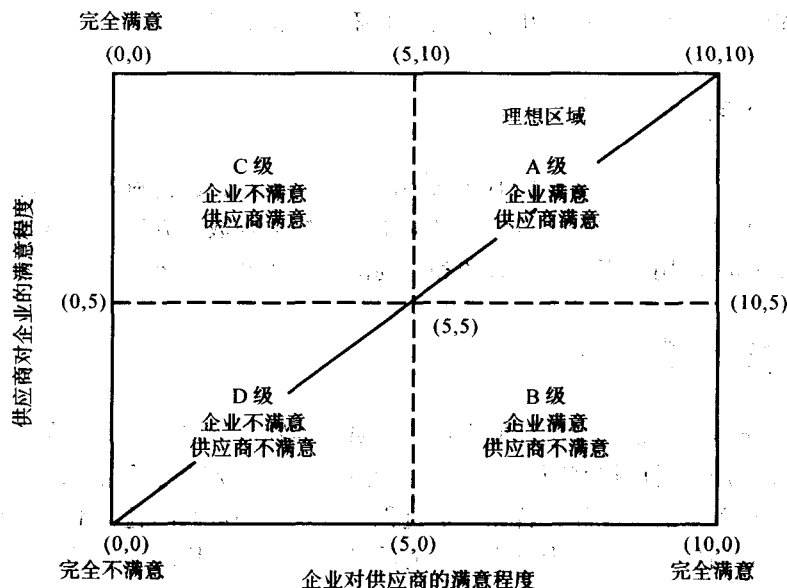


图1—2 企业对供应商满意度评价及分级

A级关系：双方都满意，合作的稳定性高，应建立互利共赢的战略伙伴关系。

B级关系：企业满意，供应商不满意。供应商应改变现状，改变行为，力争进入A级，达到双赢的局面。

C级关系：供应商满意，企业不满意。企业应分析原因，帮助供应商进行改进以达到企业的要求。对于确实没有能力满足企业要求的供应商应将其淘汰，企业需要更换新的供应商。

D级关系：双方都不满意，供需关系极不稳定，双方的合作关系随时都有瓦解的可能。此时，企业应分析供应商对于企业的重要程度并采取不同的措施。若该供应商只是一个普通的供应商，则可以考虑将其淘汰；若该供应商所提供的产品对于企业来说是非常重要的而且替代供应源不足，企业应考虑加强与该供应商的沟通，以便双方共同努力和加强技术合作，改善双方的关系状态。

八、供应商质量控制需要的统计技术

（一）统计技术应用的前提

1. 以质量数据的分布作为分析的方法依据

从产品质量的统计观念可知，产品质量具有变异性，而产品质量的变异具有规律性。质

量数据的分布反映了产品质量变异的规律。

- (1) 计量值数据服从正态分布；
- (2) 计件值数据服从二项分布；
- (3) 计点值数据服从泊松分布。

2. 以质量数据的可信性作为分析的基础

质量数据的可信性必须以测量及监控装置的稳定受控来保证。因此，企业应用统计技术必须有正确的测量系统分析。

(二) 供应商质量控制过程中需要的统计技术

图 1—3 给出了实施供应商质量控制的程序及相应的统计技术（工具和方法）应用情况。

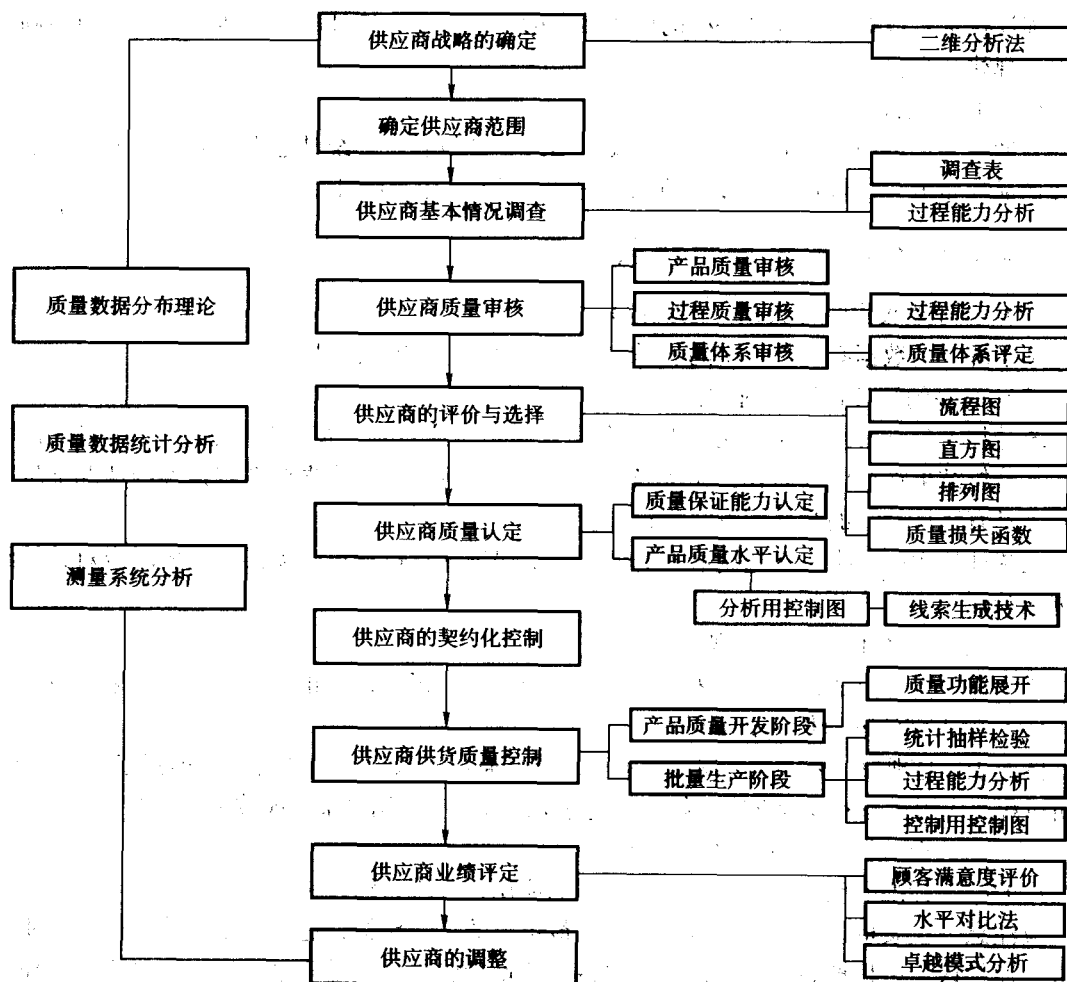


图 1—3 实施供应商质量控制的程序及所需统计技术

第二章 统计技术应用的特点及应用前提

一、统计技术定义及应用的特点

(一) 统计技术的定义

1. 数学定义

统计技术是以概率为理论基础的应用数学的一个分支。统计技术是研究随机现象中确定的数学规律的学科。

2. 实用性定义

可理解为：运用有关的统计方法收集、整理、分析和解释统计数据，并对其所反映的问题（产品质量变异的性质、程度和原因）做出一定结论的科学技术。

(二) 统计技术应用的特点

(1) 合理地收集统计数据（随机性）。

用于统计的数据必须是真实的、随机的，对取样过程有代表性。

(2) 必要的统计计算（科学性）。

统计技术包含有统计型和情理型两大类方法。应注意到，情理型方法并不具有统计特征，其分析结果往往因人而异，无法确认置信程度。所以，应当强调在有条件的情况下尽可能采用具有统计特征的统计型方法进行分析。

在统计技术应用中，应选用恰当的公式；要保证计算过程正确无误，必要时应对计算结果进行验证。

(3) 适当的图形表达（直观性）。

绝大部分统计方法都以图形表达，要求作图规范、正确，真正反映出统计结果的特征。

(4) 深入细致的分析（正确性）。

图形表达是现象，要求透过现象看本质，只有通过深入细致的分析才能得到正确的结论。分析过程要应用适当的分析方法（如在原因分析过程中应采用线索生成技术）进行分析。

(5) 最终落实到质量改进（有效性）。

ISO 9000 标准明确提出：通过统计技术的应用，实现持续改进。

应注意，在质量管理体系运行过程中，最重要的工作包括：过程控制、质量检验和质量改进。通常认为过程控制的作用是质量保持，质量检验的作用是质量验证。但绝不能看作为消极的质量保持和质量验证，在统计质量控制和统计抽样检验的实施过程中会发现很多质量缺陷，通过统计分析将获得大量质量信息，为质量改进和质量决策提供可靠的依据。所以，统计过程控制和统计抽样检验的实施是持续质量改进的基础。企业必须在搞好统计过程

控制和统计抽样检验的基础上实施持续质量改进。图 2—1 表达了这种关系。

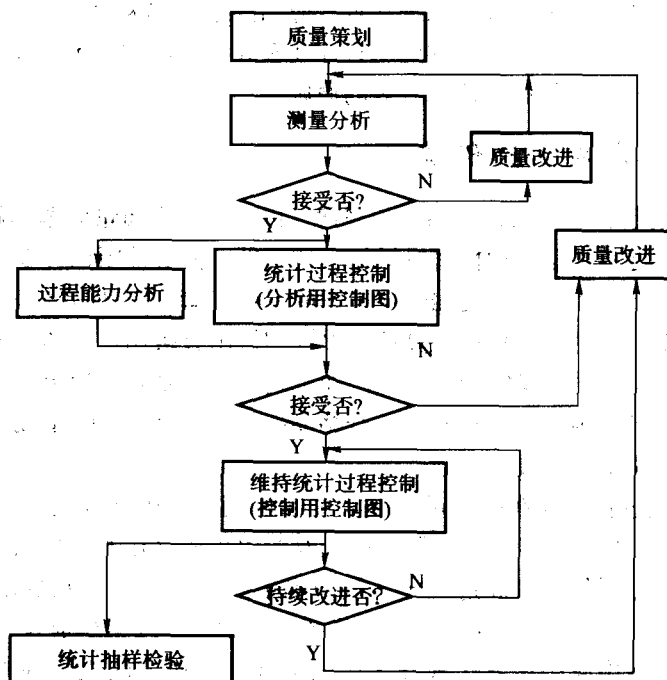


图 2—1 质量控制、质量检验与质量改进的相互关系

二、统计技术应用的作用及优势

(一) 统计技术应用的作用

1. ISO 9000 标准的要求

2000 版 ISO 9000 标准以“统计技术的作用”为标题提出对统计技术应用的基本要求：应用统计技术可帮助组织了解变异，从而有助于组织解决问题并提高有效性和效率。这些技术也有助于更好地利用可获得的数据进行决策。在许多活动的状态和结果中，甚至是在明显的稳定条件下，均可观察到变异。这种变异可通过产品和过程可测量的特性观察到，并且在产品的整个寿命周期（从市场调研到顾客服务和最终处置）的各个阶段，均可看到其存在。统计技术有助于对这类变异进行测量、描述、分析、解释和建立模型，甚至在数据相对有限的情况下也可实现。这种数据的统计分析能对更好地理解变异的性质、程度和原因提供帮助。从而有助于解决，甚至防止由变异引起的问题，并促进持续改进。

ISO/TR 10017:1999 给出了统计技术在质量管理体系中的指南。

2. 对统计技术作用的理解

(1) 在质量管理体系建立和运行的全过程中，以及在产品质量产生、形成和实现的全过程中，都可以观察到质量变异。

- (2) 所谓掌握和控制产品质量变异, 必须理解变异的性质、程度和原因。
- (3) 一切质量改进的决策过程应以统计技术应用的结果作为输入。
- (4) 对任何组织而言, 统计技术的应用只存在多和少的问题, 不存在有无的问题。
- (5) 统计技术的应用应强调正确和有效的原则。

(二) 统计技术应用的优势

- (1) 可以从一组数据中找出某种趋势和规律, 以利于寻求质量问题的解决。

例如: 某产品关键零件是一种精密机械加工的工件, 需要诊断该种零件加工过程是否处于稳定受控状态, 因而在实际生产过程中随机抽取 100 ~ 125 个零件并分为 20 ~ 25 组, 测量出与其相对应的数据, 并将这些数据计算控制界限和做出分析用控制图, 才能从控制图中判断该零件的生产过程是否处于稳定受控状态。如果判定过程是处于稳定受控状态, 还需要计算过程能力 C_p 或 C_{pk} 的数值和预测过程的不合格品率 P 的数值, 以判断是否达到技术稳态。这样, 可以为以后的质量改进提供机会。

- (2) 针对产品或过程所存在的质量问题, 可以快速、准确地确定影响质量问题的关键因素及其交互作用, 以便采取纠正和预防措施, 有效解决所存在的质量问题。

例如: 摩托罗拉公司的波峰焊过程中, 缺陷水平高达 10^{-2} , 公司要求通过质量改进将缺陷水平降到 2×10^{-4} 以下。研究小组采用现代统计技术——线索生成技术 (本书将在第五章过程能力分析的讲解中应用线索生成技术中的多变异分析方法提高轴零件加工的过程能力), 从诸多因素中确定焊剂类型 (A 因素)、传送带速度 (B 因素)、倾角 (C 因素)、预热温度 (D 因素) 是主要因素, 但是, 因素之间的交互作用 AB 是关键因子, AD 和 BCD 是重要因子。从而针对这些因素及其交互作用, 进行全析因试验设计, 最终使过程缺陷水平稳定在 10^{-5} 以下。

- (3) 由于条件限制不可能或需要高额投入的情况下, 只能获得相对有限的数, 也可以应用统计技术对其进行规律性分析, 帮助得到某种理想的结果。

例如: 某公司研制一种新型绝缘材料, 专家们通过预测, 要求其在正常工作温度 ($150\text{ }^{\circ}\text{C}$) 下的平均寿命应达到 10 000 h 以上。为获得这样的平均寿命的估计值, 需要进行 20 000 h 以上的可靠性试验 (寿命试验), 这相当于 2 年多的时间。公司认为试验时间长, 花费大, 是承受不了和不可接受的。有关专家提出采用加速老化寿命试验的解决方案, 要求试验过程中失效数最小不能低于 4 个的情况下进行可靠性分析。为此, 可靠性工程师选取 $190\text{ }^{\circ}\text{C}$, $220\text{ }^{\circ}\text{C}$, $240\text{ }^{\circ}\text{C}$, $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ 这 4 个温度水平作为加速应力水平, 在这 4 个温度水平下分别做了一个截尾寿命试验。在这样的方案指导下, 各获得了加速应力寿命试验截尾样本的一个失效数 ($r=1$)。然后由这些数据计算出各温度水平下的平均寿命: $\theta_{(T=190\text{ }^{\circ}\text{C})}=5\,046\text{ h}$; $\theta_{(T=220\text{ }^{\circ}\text{C})}=2\,638\text{ h}$; $\theta_{(T=240\text{ }^{\circ}\text{C})}=1\,572\text{ h}$; $\theta_{(T=260\text{ }^{\circ}\text{C})}=1\,016\text{ h}$ 。加速寿命试验, 数学上称为加速模型, 有对应函数表达式和曲线, 常用的有阿伦尼斯模型和逆幂律模型。上面所讲的绝缘材料高温加速老化试验符合阿伦尼斯模型。经对上述数据进行一元线性回归分析, 即使该加速寿命试验仅有 4 个失效数据的情况下, 最后也能推断出在温度为 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 其平均寿命 θ 为 16 624 h。这就充分说明, 在获得相对有限数据的情况下也是可以获得规律性、科学性的结论, 并为缩短新产品开发周期和降低产品成本提供强有力的技术支持。

(4) 统计技术应用的优势还在于它是企事业单位实施现代化管理的重要标志。

当过程能力指数达到 $C_p = 2$ 时, 即使分布中心发生 1.5σ 的情况, 过程不合格品率也不超过 3.4×10^{-6} , 这是在讨论是否能达到世界级质量水平的问题。元器件的可靠性水平其失效率 $\lambda = ?$, 整机的平均无故障工作时间 $MTBF = ?$, 这都会成为顾客在咨询你们公司产品时的可靠性指标。AQL = ?, IL = ?, 采用的抽样检验方案以及产品交验批量的大小如何组成等, 这些提问或讨论都可能成为双方正在商定进货检验的细节问题。还有, 你们公司主导产品及零部件的生产过程是否采用了控制图? 是采用计量值控制图还是计数值控制图? 过程能力指数 $C_{pk} = ?$ 等等。这些都是世界各大企业了解对方质量水平, 确定是否进行贸易和合作的一种通用语言和工具, 不可缺少。

(三) 统计技术应用的条件

是否能够应用统计技术, 关键是看事物是否存在质量变异, 而且这种质量变异应具有可测量性。一般在产品整个寿命周期, 即从市场调查、新产品开发设计、工艺设计、采购、生产、检验、贮存、产品交付、售后服务等各个阶段均可观察到质量变异, 通过测量系统的测试可以得到所需要的数据。因此就可以根据数据的情况和分析对象, 恰当选择所需要的统计技术(方法)。

例如: 进行市场调查, 可以采用统计抽样、时间序列分析、描述性统计等方法; 新产品开发设计可以采用质量功能展开、并行(同步)工程、试验设计与田口方法(三次设计)、可靠性设计、故障模式及影响分析等统计方法和工程技术; 在生产制造过程可采用 SPC 理论及控制图、过程能力分析、测量分析、回归分析、统计抽样、可靠性分析、描述性统计等方法。

三、统计分析方法的应用依据——质量数据的分布

从产品质量的统计观念可知, 产品质量具有变异性, 而产品质量的变异具有规律性。质量数据的分布反映了产品质量变异的规律。因此, 正确掌握质量数据的分布理论是统计技术应用的前提之一。鉴于绝大部分质量特性值是计量值数据, 所以在这里只讲解计量值数据的正态分布。

(一) 正态分布的图形(正态分布曲线)及其特征

从正态分布曲线的图形(图 2—2)可见, 正态分布曲线很像寺院中倒扣着的一口钟, 所以又称为钟形曲线, 其特征为:

- (1) 在 $x = \mu$ 处有对称轴, 且有 $f(x)$ 最大值, 称 μ 为分布中心。
- (2) 拐点 to 对称轴的距离为 σ , 称 σ 为正态分布的标准差。
- (3) 理论上认为, 正态分布曲线向 $\pm \infty$ 无限延伸, 且以 x 轴为渐近线, $f(x) > 0$ 。