

统计方法与质量管理

华南理工大学出版社

(日)久米均 主编

涂其桷 译

STATISTICAL METHODS FOR QUALITY IMPROV

F406.3
133
3

统计方法与质量管理

[日]久米 均 主编

涂其桷 译

华南理工大学出版社

B

66834

内 容 提 要

本书是介绍如何使用统计方法查找产品缺陷的原因，以便采取对策消除缺陷、提高质量的专著。全书分十章，计有引论、怎样收集数据、派雷多分析、因果图、直方图、散布图、管理图、方差的相加性、统计推断介绍、质量管理过程等内容。

本书浅显易懂，着眼于解决实际问题，粗通统计分析的人亦能从中获益。

本书适合于大专院校管理工程、工业企业管理等有关专业作教学参考书，也可供厂长、经理及工程技术人员参考。

Statistical Methods for Quality Improvement

AOTS Japan 1985

Hitoshi Kume

统计方法与质量管理

[日]久米 均 主编

涂其桷 译

华南理工大学出版社出版发行

新华书店经销

广东番禺印刷厂印刷

850×1168毫米 1/32 印张:6.375 字数:160千

1989年1月第1版 1989年1月第1次印刷

印数: 1—2 000 定价:1.60元

ISBN 7—5623—0031—3/F·4

译者的话

1868年日本明治维新，开始了工业化时代。然而50年过去了，直到20世纪30年代，日本的工业品仍然是质量低劣，无法与欧美匹敌。“日本货”成为“劣质品”的同义词。

二次大战失败，日本的生产破坏殆尽，8千万人陷入饥寒之中。朝鲜、库页岛以及原属中国的东北和台湾归还原主，资源更感匮乏。本来山多、地少、人稠的日本，此时倍感困难。过去虽然知道只有出口工业品方能维持民族生存，但面对新的现实，日本工业家深刻认识到必须竭力提高产品质量才是出路。于是从战后恢复时期开始，全力以赴研究与应用质量管理技术。40年后的今天，日本产品充斥着世界市场，“日本制”成为“优质品”的代名词。质量管理技术在日本的工业生产史上取得了划时代的成就。企业家的远见卓识，科技人员的坚忍不拔以及产业工人的认真负责，又是质量管理取得成效的决定性因素。

如今，质量管理的技术方面已被扼要总结在本书之中。所述的派雷多图、直方图、因果图、管理图、分层分析、散布图和相关分析，被誉为解决质量管理问题的七件武器，与古代日本武士七件随身武器，即盔、甲、剑、刀、巾、矢、弓相比美。由于书中所论均是以数理统计为基础，因而本书以《统计方法与质量管理》命名。至于质量管理的组织方面则非本书范围，读者需参看另外著述，一般地说，它与我国过去推行的技术革新小组相似。

阅读本书宜先看第十章“质量管理过程”经验谈，其处理问题的哲学观点与毛泽东同志在《实践论》与《矛盾论》中所论有许多相近之处，为大家所熟知。因此，我国读者学习本书具有有

利的条件。其余九章均为各种方法之具体介绍，附有应用实例，易读易懂。然而应用本书的内容时切勿认为一切都会一帆风顺，没有刻苦钻研的精神与亲密无间的合作，莫说质量管理技术，任何管理技术都是无法奏效的。

承蒙本书版权持有者，日本财团法人海外技术者研修协会，同意由本人译成中文并在中国发行，对此谨表谢意。1985到1986年间，译者在东京大学久米研究室访问工作时，承本书主编久米均教授与作者之一的饭塚悦功副教授，与译者进行过许多讨论，使译者加深了对本书的理解，深为感谢。然而译文错误还是在所难免，敬希读者指正。

涂其树

1986年3月于日本东京大学久米研究室

序

欣闻日本财团法人海外技术者研究协会出版久米均教授主编的书《如何使用统计方法提高质量》(中译本改名为《统计方法与质量管理》),深感及时。目前世界各国都到日本来学习“全厂质量管理”或“全面质量管理”。日本的经验又在全球传播并被采纳。

日本的全厂质量管理方法中,有一部分就是统计方法。在日本的企业中从上到下都要学习统计方法,有深有浅。本书对于初学者易读易懂。

无论在日本或在其他国家,不少这类书籍都是由统计学家编写的,内容超出初学范围。本书作者并非统计学家,而是全厂质量管理培训方面第一线的人物,他们采用实例,深入浅出,使本书易于阅读。

日本企业界人士使用简单的统计方法分析生产过程,在提高质量,降低成本和增加生产方面都取得很多成效。我衷心希望海外技术者研修协会过去与目前的成员们,以及世界各国的人士均能使用本书以提高其产品之质量,以便在世界市场上决一雌雄。

石川 馨

日本武藏工业学院院长
日本东京大学退休教授

前 言

统计方法是改善生产过程，减少次品的有力工具。然而还得记住，统计方法亦不过是一种方法而已，如果使用不当亦可能无效。

为了减少生产中出现的各种缺陷，人们总是直接下手去查找原因。这种方式乍一看来似乎颇为有效。但找到的原因却大多不是真正的原因。如果根据这种假原因来采取措施以期消除缺陷就很可能失败，造成浪费。想要找到真正原因首先得对现象进行仔细观察，只有通过各种仔细的观察，真正的原因才会显露。

统计工具靠的是客观的与精确的观察。用统计法来思考问题的原则是：

- 1) 重视事实而不是抽象概念。
- 2) 不用体会与概念来表现事实，而用具体观察到的数据来表现事实。
- 3) 观察到的结果当然伴随着误差与波动，但它能部分地反映蕴藏着的信息。观察的最终目的就是要去揭露这隐藏的信息。
- 4) 相信大量观察结果中表现出来的规律性。

我们首先要承认知识之不足，目前所知的只能用来作进一步的假设而已。有了这个观点之后，利用上述原则来思考问题就能深化对生产过程之认识，并能对之作出改进。

本书不同于其他统计学教科书，而着眼于讲解如何使用统计学去解决现实世界问题。即使粗通统计分析的人也可从中获益，不过要遵循其讲解由浅入深。对统计学很熟悉的人则可以跳过介

绍部分而直接阅读统计分析之应用部分。

作者们衷心期望本书将有助于工厂经理及工程师们改进他们的生产过程。

本书各章是根据“研修”季刊上发表的文章改写而成的。

“研修”是日本财团法人海外技术者研修协会(AOTS)出版的杂志。AOTS是一个非营利机构，其宗旨是促进技术合作。“研修”的读者对象是发展中国家的工厂经理与工程师。本书各章作者的姓名列于下表，但书中的错误与遗漏则应由主编人负责。

第一章	引论	久米 均
第二章	怎样收集数据	飯塚 悦功
第三章	派雷多分析	高橋 武则
第四章	因果图	高橋 武则
第五章	直方图	高橋 武则
第六章	散布图	棟近 雅彦
第七章	管理图	押村 征二郎
第八章	方差的相加性	久米 均
第九章	统计推断介绍	飯塚 悦功
第十章	“质量管理过程”经验谈	高橋 武则，久米 均
	跋	久米 均

本人对AOTS的小川 嚴先生，以及AOTS调查会的竹林惟允先生和吉原 秀男先生深表谢意，如果没有他们的积极与勤奋工作，本书的问世只能是我眼中的幻觉。

久米 均(主编)

1985年7月

目 录

译者的话

序

前 言

第一章 引论.....	(1)
在生产管理中统计方法起什么作用.....	(1)
第二章 怎样收集数据.....	(5)
2.1 怎样收集数据	(5)
2.2 各种检验表.....	(7)
第三章 派雷多 (Pareto) 分析.....	(14)
3.1 什么是派雷多图.....	(14)
3.2 怎样绘制派雷多图.....	(14)
3.3 分析现象的派雷多图及分析原因的派雷多图.....	(17)
3.4 有关派雷多图之说明.....	(18)
第四章 因果图.....	(21)
4.1 什么是因果图	(21)
4.2 怎样绘制因果图.....	(21)
4.3 有关因果图的说明.....	(25)
4.4 派雷多图与因果图.....	(27)
第五章 直方图.....	(30)
5.1 分布律与直方图.....	(30)
5.2 怎样绘制直方图.....	(32)
5.3 怎样阅读直方图.....	(38)
5.4 表征分布特性的一些统计量.....	(42)
5.5 正态分布及其特性.....	(47)

第六章 散布图	(55)
6.1 什么是散布图.....	(55)
6.2 怎样绘制散布图.....	(55)
6.3 怎样阅读散布图.....	(58)
6.4 相关系数之计算.....	(60)
6.5 对相关分析的说明.....	(63)
6.6 什么是回归分析.....	(68)
6.7 回归直线的估算.....	(69)
6.8 关于回归分析的说明.....	(71)
第七章 管理图	(75)
7.1 什么是管理图.....	(75)
7.2 管理图的种类.....	(76)
7.3 怎样绘制管理图.....	(79)
7.4 怎样阅读管理图.....	(86)
7.5 如何使用管理图来分析生产过程.....	(88)
7.6 生产过程分析实例.....	(94)
7.7 根据管理图管理生产过程.....	(111)
第八章 方差的相加性	(119)
8.1 和数的均值与方差.....	(119)
8.2 工件的装配精度.....	(122)
8.3 理论公式.....	(122)
8.4 样品均值之期望与方差.....	(123)
8.5 抽样误差与测量误差.....	(124)
8.6 函数的方差.....	(125)
8.7 非独立随机变量的情况.....	(126)
8.8 选配法.....	(128)
8.9 统计的质量管理.....	(129)
第九章 统计推断介绍	(131)
9.1 统计量.....	(131)
9.2 统计量之分布.....	(132)
9.3 假设检验.....	(140)

9.4	参数估计.....	(147)
9.5	当 σ 未知时母体均值的检验与估计	(148)
9.6	两个母体均值差的检验与估计.....	(151)
9.7	数据对的检验与估计.....	(154)
9.8	相关系数的显著性检验.....	(158)
第十章	“质量管理过程”经验谈	(162)
10.1	确定问题.....	(163)
10.2	进行观察.....	(165)
10.3	进行分析.....	(167)
10.4	采取措施.....	(170)
10.5	检查后果.....	(171)
10.6	建立标准.....	(172)
10.7	作出结论	(174)
跋	(175)
附录	(177)
表A.1	正态分布表.....	(177)
表A.2	\bar{x} - R 管理图的系数.....	(178)
表A.3	t 分布的 α %点.....	(179)
习题答案	(180)
AOTS简介	(192)

第一章 引 论

在生产管理中统计方法起什么作用

(1) 为什么会出现次品?

产品一个接一个由传送带送来，其尽头处有一包装机，不停地包装产品。包装好之后就送入产品仓库。在传送带与包装机之间站着一个人，不时地把次品拣出来丢入其背后的次品筐中。

对于出现次品，开头可能会感到是浪费，不过很快就会习以为常。然而这种习以为常却恰恰是朝背离解决问题的方向迈了一步。

应该追问出现次品的根本原因是什么？怎样来减少它。

想要减少次品，首先你得有信心。不过，光有信心亦无济于事。我们的意思是说，对于某种次品，如果其原因能找到并加以消除，那么这种次品的出现才是可以避免的。通常，多数人都认为次品是难免的，因为对产品的质量标准要求很高，而且出现次品的因素又不少。其实，无论什么产品，也无论按什么方式生产，出现次品的原因都是共同的，这就是“波动”。不妨试问：若原料一样，加工机器与加工方法相同，而且检验方式又一样的话，产品的情况会如何呢？我们可以说，若上述四个条件都不变，那么无论生产多少产品，其质量都会完全相同；要么全都符合规格，要么全都不合规格。当然，如果上述四个条件都正确，那么全都会是正品，不会有次品。可见，出现次品的原因就在于“波动”，即原料的波动，机器情况的波动，加工方法的波动以及检

验方式的波动。

现在来看弯钢板。全部钢板的厚度粗看起来都是一样，但仔细一量却有所不同。就在同一块上各部分的厚度都会有差异。若深入一步来看其晶体结构，那么就会发现同一块上各处由铁、碳等元素组成的晶体，其形状都不尽相同，这当然会影响质量特征了。就算施加同样的压力，各块钢板总不能弯成同一个样，有的还会出现断裂。

再来看机器加工。刀具在加工几次后会变钝。润滑油的情况将随温度改变。刀具安装的方式与位置也会影响产品的尺寸。虽说各种操作都是在同一条件下进行，然而其间许多波动我们觉察不到，这些就足以影响产品质量。

热处理又是一个例子。加热炉如果是个电炉，那么其温度将随电压的变化而波动。如果使用的是瓦斯，那么炉温将随瓦斯压力变化而波动。在一个加热炉中，炉口、炉顶、炉底、炉壁和炉膛，各处的情况都不相同。把材料放进去处理，放置的位置不同其吸收的热量就不一样，导致硬度不同。

工人的体质与技术也影响产品质量。人有高矮、巧拙、强弱以及左右手之分。工作方式虽然相同，各人千差万别。即使同一工人，其情绪好坏、疲劳如何等都对工作有不同程度的影响，有时甚至疏忽出错。

检查过程也有波动。使用量规作检验的话，量规本身是否准确以及操作方式如何，都将导致数据的波动。如果凭感觉来检验，例如凭视觉，那么检验人的标准不同，对产品质量的评定就会不同。检验过程的波动当然不会直接影响产品的质量，但对于判定是否次品却是起作用的。

由上可见，生产一种产品有无数因素影响产品的质量，我

们可以把这些因素看成是波动的原因，从而解释产品质量为何不能一致。所谓正品，其质量亦有波动，只不过其质量特征尚能符合标准而已。至于次品，则其质量特征就越出了某个规定范围。总之，所有产品总不能完全一样。

我们可以说，出现次品的原因就是波动，降低波动即可减少次品，这是一条明显但又真实的道理，无论什么产品，也无论什么生产方式，道理都是如此。

(2) 如何诊断原因？

影响质量的原因虽然很多，然而并非个个都同样重要。其中有些确实是重要的，有些只是理论上看来重要而实际上影响极微，如果我们加以适当控制的话。

所有想得到的原因全摆出来之后可以分成两类：头一类数目不多但却影响巨大（称为关键的少数）；另一类数目众多但影响极微（称为次要的多数）。通常真正影响质量的原因确是不多的，这事实被称作派雷多（Pareto）原理，符合很多情况。

按照派雷多原理来讲，要想减少次品，问题不难解决。只要找出导致次品的关键的少数原因，并加以消除，问题就得到解决。在一些次品成堆的地方，我们时常听到这样的说法：“产生次品的原因太多了，简直无法控制。”当然，原因是很多的，但主要原因总不会太多。“嫌疑犯”很多，与“罪犯”很多，两者是有差别的。

找原因的过程称之为“诊断”。正确的诊断是首要的，否则次品无法减少。就像给阑尾炎患者服用解便秘药那样，开头可能使他好受些，但不久病情复原甚至更坏。

怎样作正确诊断呢？有好几种办法。有的人凭直觉，有的人

凭经验。此外又可采用实验方法，并对数据进行统计研究。凭直觉的方法是常被采用的，因为做起来快捷。实际上，真正的专家其直觉是常人所不及的，应加以尊重。象棋大师凭直觉下棋是一百个业余棋手所不及的。所以说专家的直觉和意见是要加以尊重的。然而在减少次品的问题中，难点是不知谁是真正的专家。下棋时，强弱明显，象棋大师赢过多少回，所以是信得过的。至于诊断次品原因的过程却不尽然，有时看起来是个“好医生”，但最终“医死病人”的情况也有。再说，目前技术发展迅速，很难有专家对所有日新月异的问题都在行。出次品的场合，往往就是经验不足的场合，又不能等上几年来累积经验，因此只能对实际情况采用客观分析的方法。这些方法中统计方法可算最为有效了。

在制造产品的过程中，统计方法用于开发新技术和管理质量都十分有效。先进的厂家无不尽力采用，有的每年花100小时在厂内培训如何使用这种方法。现在统计方法已成为一个工程师不可缺少的知识。不过懂得统计方法却不等于会使用统计方法。所以最重要的还是培养使用统计方法处理问题的能力。我们还得坦白承认在使用统计方法时还有许多麻烦事情，如收集数据等。最后，我们强调指出，重要的问题还不在于掌握多少统计方法的知识，而要看你对采用统计方法抱什么态度。

第二章 怎样收集数据

2.1 怎样收集数据

(1) 要明确目标

数据是行动的指南，从数据中我们能知道其有关的事实，根据事实再采取行动，所以在收集数据时就得明确收集数据来干什么用。

曾有一工厂购进一种配件，验收时发现有一批应予退货，但为了保证不致中断生产却把它接收下来了，与符合规格的那些配件一起送到下一工段而未采取任何措施。其实这方面的数据可以用来确定这些配件的可接受程度，可惜他们没有加以利用。

在质量管理问题中，收集数据的目的是：

- 1) 对生产过程进行控制与监督；
- 2) 分析不符规格的原因；
- 3) 对产品作检验。

一旦目的明确，应该收集何种数据随即确定。例如，若要研究产品质量的波动，那么在一天之内要收集很多数据。如果一天之内只收集一个数据，那就无法分析这一天内的波动了。又如若要分析两个工人的次品，就应该分别对各个工人的产品抽查质量并进行比较。如果发现差异则应采取补救措施消除差异，从而减少整个生产过程的波动。

把收集到的数据依不同的要素（例如按不同的工人）分类研

究，称为“分层”，分层的方法极为重要。我们要养成分层的习惯去分析各种情况。

下面又假定你的目的是想知道某一产品的成份与硬度的关系，那么就要成对地来收集数据，再采用第六章中将要讲到的“离散图”来分析。

(2) 要注意测量是否可靠

有时抽样方案虽属正确，但测量却可能有问题，例如，曾经有一检验员发现一部分次品的数据与其余产品迥异，经仔细鉴定原来量测仪表有问题。

如果使用感官进行测量，例如凭眼睛检验，那么不同检验员之间的差别是常见的，在收集数据时这类问题都要考虑到。

(3) 用正确的方法记录数据

数据是供统计分析之用的。它是信息的来源，因此在收集数据时其排列必须简单明了以利其后的使用。首先，数据的基准点必须清晰标明，无基准点的数据乃是死数据。有的人花了一个星期收集数据，最后一点信息也没得到，原因是他忘记标下收集到的数据是星期几的，从哪台机器收集下来的，加工者是谁，用的是哪一批料，等等。

其次记录数据时必须考虑到以后使用的方便。由于数据通常要用来计算一些统计量，如均值及范围等，所以记录方式就要有利于这些计算。比如有100个数据，他们是在25天内每天测量四次（9：00，11：00，2：00，4：00）取得的，那么就应采用表2.1的格式来记录。时间要横向安排，日期要纵向安排。这样，作逐日统计就可沿横行进行，作定时统计就可沿竖列进行。如要连续