

# 质量工程学概论

中国对外翻译出版公司  
China Translation & Publishing Corporation

设计人员用的质量管理

# 质量工程学概论

田口玄一 著

魏锡禄 王和福 译

孙山泽 校

中国对外翻译出版公司

1985年·北京

设计人员用的质量管理

**质量工程学概论**

田口玄一 著

魏锡禄 王和福 译 孙山泽 校

---

中国对外翻译出版公司出版  
(北京太平桥大街4号)

新华书店北京发行所发行

人民交通出版社印刷厂印刷

---

787×1092毫米 1/32 印张：7.25 字数：217(千)

1985年12月第一版 1985年12月第一次印刷

印数：0001—6,000

统一书号：40220·29 定价：1.20 元

## 序 言

日本田口玄一教授新著《质量工程学概论》已由魏锡禄、王和福同志译成中文，北京大学数学系孙山泽同志负责校对，这是田口博士在美国讲学的教材，翻译出来献给中国读者，特别是企业设计人员，对于推动我国设计质量管理，开展优化设计，提高产品设计技术水平，意义颇大，也是田口先生的愿望。

应译者盛情邀请，特为本书撰写一篇序言，概略作些介绍。

本书作者系现代实验设计技术创始人，以实验设计技术体系为基础，开发了日本式设计，即系统设计、参数设计、容差设计，其实质是一种优化设计。作者在世界上蜚声，任美国贝尔电话公司和福特汽车公司顾问，斯坦福尼研究所客席教授；任日本规格协会、中部质量管理协会、丰田汽车公司顾问，青山学院大学教授。戴明奖获得者。

作者曾四次应邀访华，系中日实验设计法函授教育倡议者之一。

实验设计理论是统计学的一个重要分支，现代实验设计技术是一种高级的数理统计方法。虽然本书写得比较简明，但缺乏统计学基本知识的读者在学习本书时还会感到十分困难，因此在学习本书之前，尚需学习概率统计基本知识。

本书起名为“质量工程学概论”，作者强调的是工程应用。缺乏工程和设计技术知识的数学家，对于学通本书同样会遇到困难。

工程和科学，是两个既有联系又有区别的概念。

日本和欧美的学者关于实验设计法数学模型方面的争论，便涉及到工程观点和科学观点的问题。田口玄一博士是工程师出身的数学家，他能融合工程与科学于一身，在理论方面有创造性，在应用方面能达到自如境地。

田口先生提出了质量损失函数的概念，把质量和经济两个范畴的概念统一起来，为质量波动的定量统计分析创造了前提，意义很大。

田口先生提倡优质的概念是趋向于目标值的概念，他不同意优质的概念是符合于公差标准的概念，也不同意优质的概念是符合于控制界限的概念，因此原则上对控制图（或管理图）的效能是抱否定态度的。其理论基础便是质量损失函数。

田口先生提出了信噪比实验设计的概念，发展了实验设计技术，使之解决工业产品的动态特性和稳定性类型的问题成为可能。

田口先生开发的三段设计法（即系统设计、参数设计和容差设计），在日本企业获得了广泛应用，在美国科技界引起了重视，1982年1月，美国科学促进会召开148届学术年会，特邀田口玄一博士到会作这方面的报告。

参数设计和容差设计，利用正交实验设计固有的非线性特性，为了减少质量特性（目标值）的波动（或偏差）重点控制原因对结果的影响，而不是控制或消除原因本身，从而巧妙地达到优化设计的目的。

综上所述，系本书的特点。

中国质量管理协会理事、咨询研究部副部长

陆首群

1984年12月于北京

## 前 言

本教材介绍在产品规划、研制、设计和生产技术中的质量对策，即所谓线外质量管理（质量工程学）的概要。面向企业内各部门的管理人员及规划、研制、设计和生产技术部门的人员，尽可能简明地说明质量问题的经济重要性及其对策。将质量对策的基础放在经济计算以及产品及工艺设计上，这是本教材与其它质量管理教材的不同之处。本文适于已具有实验设计法的初步知识的读者阅读。

但是，为了与线外对策作对比，在 5.5 节也有若干部分涉及到生产的质量管理，也即线内质量管理。

为将本教材用于企业内部的质量管理教育，可考虑有以下两种安排。每天讲课 3 小时，练习另加 2 小时。

### 安排(1) 六天的课程

这是对企业内的设计人员及技术人员介绍质量管理总貌。练习希望尽可能做。如若再加实验设计法入门及线内 QC，便构成质量管理的很实用的课程。

第一天 第一章，第二章及练习

第二天 第三章，第四章及练习

第三天 第五章，第六章，主要讲课

第四天 第七章，讲课及练习

第五天 第八章，讲课及练习

第六天 第九章，第十章，主要讲课

### 安排(2) 二天的课程

这是以企业内的管理人员为对象，介绍质量管理的总貌。为每天6小时共12小时的课程。

第一天 第一章，第二章，第三章

第二天 第五章，第六章，第九章

在实验设计法课程或其它基础课程中用本教材时，因与其它教材关联，可以适当地选择内容。笔者在美国各企业内讲课也是按上述安排进行的。

1983年5月31日

田口玄一



# 目 录

## 第一章 品种与质量

- 1.1 功能的波动及质量问题 ..... 1
- 1.2 品种问题及质量问题 ..... 4
  - 练习问题 ..... 9
  - 讨 论 ..... 10

## 第二章 波动引起的损失及容差

- 2.1 制成品及尺码问题 ..... 16
- 2.2 容差及码距 ..... 16
- 2.3 衬衣领圈尺码码距的决定方法 ..... 17
- 2.4 功能界限及容差 ..... 20
- 2.5 损失函数 ..... 23
- 2.6 工艺水平低的场合 ..... 24
- 2.7 破坏特性的场合 ..... 28
- 2.8 质量水平的评定及全数检查的效果 ..... 32
  - 练习问题 ..... 37
  - 讨 论 ..... 37

## 第三章 容差的决定方法

- 3.1 上位特性及下位特性 ..... 45
- 3.2 钢板的硬度及厚度 ..... 45
- 3.3 老化特性 ..... 48
- 3.4 老化特性的容差 ..... 48
- 3.5 不能测量调整的场合 ..... 51

练习问题 .....	58
讨    论 .....	59
<b>第四章 容差设计及实验设计</b>	
4.1 一次系数, 二次系数 .....	62
4.2 正交多项式展开 .....	62
4.3 双因素配置的简例 .....	66
4.4 方差分析 .....	68
4.5 容差设计 .....	72
练习问题 .....	74
讨    论 .....	75
<b>第五章 线外质量管理及线内质量管理</b>	
5.1 干扰因素引起的波动及其对付措施 .....	78
5.2 线外质量管理 (质量工程学) .....	78
5.3 生产工艺的设计 .....	85
5.4 瓷砖的实验例子 .....	86
5.5 线内质量管理 .....	91
5.6 线外质量管理与线内质量管理的作用 .....	101
练习问题 .....	102
讨    论 .....	104
<b>第六章 望目特性的参数设计及容差设计</b>	
(惠斯登电桥)	
6.1 容差设计及参数设计 .....	107
6.2 惠斯登电桥的参数设计 .....	108
6.3 搭配及 SN 比 .....	111
6.4 SN 比的分析 .....	115
6.5 容差 (公差) 设计 .....	120
6.6 质量设计的小结 .....	123

练习问题 .....	125
讨    论 .....	126
<b>第七章 望小特性的实验设计</b>	
7.1 望小特性及损失函数 .....	136
7.2 望小特性的 SN 比 .....	136
7.3 质量和数据 .....	139
7.4 磨损的实验设计 .....	142
7.5 SN 比的计算及方差分析 .....	143
7.6 显著原因因素的估计及结论 .....	146
练习问题 .....	147
讨    论 .....	149
<b>第八章 望大特性的实验设计</b>	
8.1 望大特性 .....	151
8.2 望大特性的损失函数 .....	151
8.3 计算举例 .....	152
8.4 塑料制品贴紧力的实验及 SN 比 .....	153
8.5 方差分析 .....	154
8.6 原因因素效应的估计 .....	157
8.7 最佳条件的决定及工程平均 .....	158
练习问题 .....	160
讨    论 .....	161
<b>第九章 SN 比的省略 (零件的实验)</b>	
9.1 SN 比的省略 .....	168
9.2 碟形弹簧的寿命试验、方差分析 .....	168
9.3 碟形簧的寿命试验及估计 .....	174
练习问题 .....	178
讨    论 .....	179

## 第十章 动态特性的实验设计

10.1	所谓动态特性	181
10.2	汽车操纵性的实验例子	184
10.3	SN 比的计算	186
10.4	SN 比的解析	187
	练习问题	193
	讨    论	195
	参考文献	200

### 附    表

1.	$\omega$ 变换表	201
2.	正交表及点线图	208

# 第一章 品种及质量

## 1.1 功能的波动及质量问题

太阳能的利用已是个大问题。风力发电也是类似的问题之一。在美国旧金山郊外，有很多的家庭都取用风力发电，但一年中有15%的日子风力不足。在风力不足的日子不得不停止风力发电，因而就得不到电力。电力公司在15%的日子中如果不加预告地随意断电，用户恐怕会大发雷霆。在利用自然能源时，由于有波动，所以有难处，可是，社会所生产的产品或所作的服务工作，或多或少地也有一些波动。如机械发生故障，停电，列车误点，漏雨等等。确定标准值的问题也可以说是为了减少这些事故的预防手段。现在先考察因波动而造成的损失评定问题。

服务工作的波动也可同样考虑，但这里主要考察产品的质量。笔者对商品的质量定义如下。

**“所谓质量是商品上市后给予社会的损失。但是，由功能本身所产生的损失除外。”**

此定义中有二点容易产生误解。一个是，看来与质量的语源 *quality* 正相反。有人主张质量应该用价值来评定。可是，与价值观的说法一样，关于商品的价值，各人的看法是不同的。

在经济学入门中，价格是用边际效用来决定的。与生命有关的水的价格很便宜，而与生命无关的金刚钻的价格反而很贵，这些问题长期以来成了经济学者烦恼的大问题。在设

定商品的价格时，将在该价格以上认为该商品仍有价值的人数作为需要的大小。故如果价格下降一半，在这一价格以上认为该商品仍有价值的人数显然会增多。也就是说，需要是价格的函数。如果供应增加，由于那些需要已经被满足，就必须降低价格予以平衡。石油的需要也是如此，现在每桶是30美元，如果价格提到100美元，需要便会锐减。商品的价格，是用边际效用（每个人对价值的评价是不同的，将需要者从感到价值最高的人依次到感到价值低的人按顺序排列时，对应于供给量的最后一人或几个人的评价额就是边际效用）决定的。据说生产摄影机的N公司，只按低于需要量的份额来平衡供货，虽价格可维持，但市场占有率却逐渐下降。

因社会上对价值评价问题因人而异，而对于作为销售的对象及研究产品规划问题的企业来说，却是一个关系到生死存亡的大问题。但这不是工程学或技术的研究对象，它是从人们某一侧面分类的问题，是市场销售结构的问题，用圆内扇形来表示时其所占扇形面的大小问题。所以笔者是反对将质量问题作为价值评价问题来研究的。

质量定义的另一问题是关于损失的内容。作为质量定义的损失，限于以下二个。

(1) 功能波动的损失

(2) 弊害项目的损失

后者对于药剂来说就是副作用。酰胺嘧啶咽的安眠功能是很好的，但是副作用即弊害项目的损失也大。在电视宣传广告中，有“本公司的电动机始终用同一速度旋转”的说法。如果，该电动机不管在什么环境条件下，经过多年后即使材料磨损零件老化，仍能以同一速度旋转，那末它就是功

能质量完好的电动机。可是，如果该电动机的振动、噪音增大，那末对与功能无关的弊害项目来说，就成了质量不好的电动机。

谁都认为新干线的功能很佳。可是，如果一旦下了雪则其速度就要降低，如果地震它就要停止，所架的线如有故障也要停止，因功能波动，功能质量就不好。再如，振动及噪音很大，则所谓弊害项目的质量也就变差。因此，新干线的功能是划时代的，但仍存在着质量问题。所谓质量好的商品，应该是其本来的功能没有波动，包含使用成本等在内的弊害项目损失较小。因此，如果说成本管理是为了减少商品上市以前产生的各种损失的对策，那末质量管理就是为了减少商品在上市以后给社会的上述二种损失的对策。

因此，关于功能本身，给社会以怎样的损失，以及如何减少其损失，这不是质量管理的问题。例如，酒所具有的功能，有味，有香，还能醉人。因喝醉酒而发生事故，发生闹事而蒙受损失的人也不少。可是，酒能醉人是酒所具有的功能。若说喝醉酒会有损失，故应制作喝不醉的酒，改变酒的功能，那等于是说废话。社会允许具有何种功能的商品，那是文化问题，是法律问题，而不是技术问题。也就是说，商品的功能，以至价值，应与技术范畴，工程学范畴分开，而归于文化问题来讨论。但是技术人员个人的议论是自由的，但这就超越质量管理问题而进行文化问题讨论，这样的认识也是必要的。

也有些孩子迷恋于电视不努力学习。因此，会进不了好学校，增长不了才干而蒙受较大损失，孩子长大，看到电视出现不堪入目的污秽画面而不再迷恋时，也许对过去迷恋电视感到后悔。但是如果为了消除孩子们迷恋于电视而不努力学

习的损失，有意使电视画面污秽以使其不愿看，那就是本末倒置的错误作法了。从质量管理的观点看，只要电视画面始终清晰，电视机不发生故障就可以。允许不允许电视片的存在，则是文化问题，看不看电视，则是个人的自由问题。也就是说，讨论质量问题的时候，如果不将其内容限制在功能的波动问题及与功能无关的弊害项目的损失等问题上来进行讨论，那就超越了技术及工程学的范围，而进入文化问题的精神世界了。我们应该避免这种毫无成果的讨论。

## 1.2 品种问题及质量问题

当以制造企业为中心考虑时，企业的活动由以下六个阶段组成。

(1) 产品规划 (按功能及价格对需要进行估计。也包含设计寿命)

(2) 产品设计 (研制、设计规划所规定的功能的产品)

(3) 生产工艺的设计

(4) 生产

(5) 市场开拓 (让需要者了解新产品而进行的活动)

(6) 销售

考虑一下衬衫。男式衬衫，除去各种款式及颜色以外，尺码也约有100余种。我们在买衬衫时，颜色、款式、产地、尺码和价格都作考虑。对于自己以何种颜色，何种款式为好，是由各人的主观的价值判断的。有人喜欢蓝色，也有人喜欢粉红色。其中，也有人喜欢别人没有的款式。但是，即使蓝色的比粉红色的销售量大，也不是蓝色的比粉红色的质量就好。这是爱好问题，是市场不同。而且，款式也有流行问题。所谓流行，是没有本质价值的东西产生主观价值的变



化的现象。某年流行红的，第二年又流行蓝的。裙子的长短是有时长，有时短。由于价值没有本质的差别，所以流行样式年年变化，同样的东西又会再次流行起来。但不管变化多么剧烈，总不能说晶体管及集成电路也是流行的。因为晶体管比电子管的质量要好。集成电路比晶体管的质量要好。这儿所谓质量好是由于对于相同的功效（功能）来说，故障少，耗电少，寿命长等等，给消费者的损失少。也就是说，颜色、款式等是与主观价值有关的东西，是品种。与此相反，耗电、故障、寿命及占有空间体积等等则是与消费者损失有关的东西，是质量项目。

将质量的定义，定义为“商品上市后给予社会的损失，而且是功能本身以外的损失”。凡质量好的商品，在上市后给予社会的损失应少。颜色，款式不管多么称心的衬衫，或是立刻起皱，或易脏，或带静电，或生皮炎，那末多数人都不会第二次再购买它了。在买商品时，是因效用及价格而买的。效用是外观或作用等等，是品种。初期的销路是由品种和价格决定的。可是，衬衫为了整洁地穿下去，则必须洗涤及熨烫。比如，一件衬衣在其使用寿命期间约可洗涤80次。送出去洗，每次约需250日元。那末一件衬衣的洗涤费就是20,000日元。如果新衬衣可使起脏及起皱减少一半，那末消费者的洗涤费就可以省下10,000日元。那末即使新衬衣成本提高1,000日元，如果售价高2,000日元，则制造厂还可得益1,000日元，消费者还可得益8,000日元。不仅如此。由于洗涤次数可以减半，洗涤出的污水及洗涤时的噪音等也可减少一半。用流行的话来说，公害减半了，水及洗涤剂等资源消耗也减半了。

现在来讨论衬衫的尺码是品种问题还是质量问题。现在