

高等学校试用教材

产品质量控制

吉林工业大学 许金钊
湖北工学院 席宏卓 主编

机械工业出版社

目 录

第一章 产品质量控制的基本

概念 1

§1-1 产品质量 1

§1-2 产品质量控制 3

§1-3 质量控制活动体系 6

§1-4 质量控制与统计检查 8

§1-5 质量控制与标准化 9

第二章 产品质量指标与数据 12

§2-1 产品质量指标 12

§2-2 产品质量数据 13

§2-3 数据的收集 16

§2-4 质量特性数据的统计分析 20

§2-5 质量特性数据的分布规律 26

第三章 控制图 38

§3-1 概述——直方图、排列图和因果图 38

§3-2 控制图的原理 43

§3-3 控制图的作法 47

§3-4 控制图的观察与分析 60

§3-5 控制图的特性 61

第四章 抽样检查 65

§4-1 抽样检查的概念 65

§4-2 计数抽样检查的原理 67

§4-3 计数标准型一次抽样方案 76

§4-4 计数挑选型抽样方案 83

§4-5 计数调整型抽样方案 99

§4-6 计量抽样检查 107

第五章 工序精度的统计分析 115

§5-1 工序精度分析的目的、意义 115

§5-2 分析判断工序的稳定性 115

§5-3 统计参数的假设检验与区间估计 116

§5-4 查明工序能力 129

§5-5 确定工艺系统的调整精度 135

第六章 研究质量控制的其他

工具 137

§6-1 散布图 137

§6-2 相关分析 142

§6-3 回归分析 146

§6-4 正态概率纸 148

§6-5 二项式概率纸 153

第七章 分配量规及质量控制

简易法 161

§7-1 分配量规的形成 161

§7-2 二区抽样方案 162

§7-3 三区抽样方案 167

§7-4 分配量规的应用 172

§7-5 符号检验法 177

§7-6 秩和检验法 180

第八章 可靠性分析与计算基础 183

§8-1 概述 183

§8-2 常用的可靠性指标 184

§8-3 可靠度函数和失效率函数 186

§8-4 失效率类型和产品失效规律 190

§8-5 寿命分布的基本类型 192

§8-6 可靠性设计和预测中的基本

问题 201

主要参考文献 205

第一章 产品质量控制的基本概念

§1-1 产 品 质 量

一、产品

1. 产品概念

产品即劳动生产物,它是人们为了生存的需要,通过有目的的生产劳动创造的物质资料,包括生产资料 and 消费资料。

本书是为机械电子专业、仪器仪表专业的有关人员编写的,所以产品主要是指机电工业产品而言。

凡是经过调查研究,并通过机构设计,强度计算和精度分析(即日本所称的允差设计)之后而投入生产活动,从而取得的预期有效成果,就是我们所要研究的产品。

与一般人们所理解的产品概念略有不同之处,在于我们研究的产品,不仅指整台仪器或整部机器,以及仪器、机器的零件和部件,而且还包括半成品和在制品。从工业统计学的观点来说,废品不是产品,因为它不符合预期效果,不能满足人们的使用要求。但是研究产品质量时,预防、减少、消除废品是质量控制的主要目标,所以废品也包含在产品之列,作为研究对象。

2. 单位产品和成批产品

为便于分析和研究,把产品分为单位产品和成批产品(又称产品批)。

单位产品是指构成产品总体的基本单位。这个基本单位有时可以自然地划分,比如一批同类零件中的每个零件,可以叫做一个单位产品;有时则不能自然地划分,比如在不同的需要下,一米布,一匹布,都可作为单位产品。也有受客观存在需要的限制,比如鞋袜等产品,以成双作为单位产品。可以这样来理解,用来计量或检测的每个样品单位叫做单位产品。

成批产品是指需要检测的一组单位产品所构成的一批产品。供应方根据使用方的要求,将单位产品组成一定容量的成批产品,交给使用方。在厂内(或车间内),一道工序的完工产品,组成批,交给下道工序继续加工。

二、质量

1. 质量概念

生产者的基本任务是提供能满足用户需要的产品。可见,产品质量本身应包括三性,即适用性、经济性和可靠性。显然,在保证一定的经济性和可靠性的前提下,适用性是主要的,所以有这样的定义:质量就是适用性。换言之,研究质量就是分析和确定为满足用户的需求而必须具备的性能、状态、形状等,这是为人们所接受(或理解)的质量概念。日本学者田口玄一教授给出了一个产品质量的反面定义:质量是商品上市后给予社会的损失,如机械发生故障、停水停电、列车误点、飞机失事等等,而把制订标准视为减少事故的预防手段。由于人们的看法不一,视角不同,对同一件事或一个名词产生正反两方面的解释,不足为奇。

但按正面含义来定义，容易为人们所接受。

2. 谁是用戶

使用产品因而受到产品某些质量影响的任何人，都是用户。为了自己使用而购买产品的消费者是用户，从事商品买卖的人们是用户，后道工序的加工者是前道工序加工半成品者的用户。可见，在研究产品质量时所指的用户，比日常概念具有更广泛的含义，它不仅指产品的使用者，而且泛指任何承受前导部门工作成果的对象。

3. 质量特性

质量特性是指上面所提到的产品所必备的性能、状态、形状等而言。机器、仪器仪表零件的硬度、强度、尺寸、角度、平行度、表面粗糙度等，都是质量特性。凡是可以用量值表达的质量特性，称为量值化了的质量指标，以便通过计量检测判断产品质量的优劣，合格与不合格。有的产品质量，目前尚不能用量值表达，只能用样板作评比标准，甚至依靠人的五官感觉作为评质分级的依据，如烟酒之类的产品分等定级，就是如此。然而，随着科学技术的发展，计测设备和方法的完善，智能化软硬件的开发和应用，产品质量特性指标的量值化日臻齐全^[1]。用极限样板代替标准样板就是一例。

4. 量值化了的质量特性指标

产品质量可以用不同的方式和方法来衡量和表达。从量值化的角度来看，可以分为计量和计数两大类。不论用计量法还是用计数法衡量产品质量的好坏，都得与数据打交道。指标与数据详见第二章所述。

成批产品（即产品批）的不合格品率（又叫不良品率），也是一个常用的质量指标。一批产品中的不合格品数或废品数是正整数，所以是计数值，一批产品所包含的单位产品也是正整数，但用不合格品率表达产品批的质量指标时是百分数或小数，如1%，1.5%，…或0.01，0.015，…。这种比率从表面看是计量值，但来自计数值。有人认为：判别比率（即不合格品率）是计数值还是计量值应视比率式中的分子为计数值或计量值而定。实际上，对成批产品而言，比率对计量值或计数值同样可以衡量产品批的质量，没有强调两者区别的必要时。当然，在处理时，两者有别。

5. 新的质量概念

质量概念前面已作了叙述。随着生产技术和质量管理的发展，人们对产品质量的要求越来越高，质量这个概念也向纵深发展，形成了新的质量概念。

1) 从质量的形成过程来看，质量的概念从原来的制造加工质量向前后两方向延伸，包括了决策质量、设计质量、制造质量、检查质量、使用质量和服务质量等六个方面（见图1-1）。

2) 从产品的使用要求来看，除产品的性能指标外，还要求产品的使用寿命和安全性。尤其在机电一体化的产品使用过程中，安全性的要求更显得突出。



图1-1 产品质量的概念

3) 从管理的目的来看, 质量包括的内容更为广泛: 产品质量、产品产量、成本质量、交货质量。当然以产品质量为中心, 四者相互依存, 相互影响。

4) 从保证质量的贯彻和实施来看, 质量概念应包含工作质量。工作质量是产品质量的保证, 只有提高工作质量, 才能提高产品质量。所谓工作质量是指工作人员为贯彻产品质量而应具备的思想意识和工作态度的质量而言。

5) 从满足用户要求来看, 符合技术标准的产品, 应该说是具有真正质量的产品, 但用户可能不满意。而不符合现行标准的产品, 有的用户却满意这种代用质量的产品。日本造纸公司生产的新闻卷筒纸就是一例, 按国家技术标准规定生产的新闻卷筒纸, 报馆使用时断纸事故多, 用户不满意。后经试验研究, 采用使纸不断裂的代用质量特性, 才满足了使用要求。

§1-2 产品质量控制

一、质量控制史简介

自从产品问世, 尤其是产品成为商品以来, 就存在着产品质量问题。

质量的控制一直受到人们的关心, 人们采取一切可能措施来提高产品的质量。

就机械产品的质量控制历史来说, 可以概略地分为以下四个阶段。

1. 初级阶段

为了便于促使产品具备必要的性能、状态和形状, 提高生产效率, 人们采取按配套件进行生产的方式。如轴孔配合, 人们积累生产经验和根据使用效果, 认为某一轴孔配合的性能最符合使用者的要求, 即以该轴为制造孔的标准, 凡按此轴检查认为合格的孔, 即算孔的质量为合格。同样, 以该孔为制造轴的标准, 凡按该孔制造而所得的轴, 即为合格轴。这样就脱离了原始的生产方式: “随心所欲、自以为是”, 产品质量得到控制, 如图1-2所示的示意图。

2. 质量检验阶段

20世纪初到40年代, 美国工程师泰勒 (F.W.Taylor 1856~1915) 主张用科学检验法代替世袭的经验法, 创建了“泰勒制度”。其中心思想是计划与执行必须分开, 执行时要加强检查和监督, 使产品的检查与制造分开, 使检查成为一道独立工序, 并建立检查机构专管其事。20世纪初到40年代, 美国就是如此做的, 称之为“事后检查”。同一时期, 法国亨利·费尧 (Henri Fayol 1841~1925) 于1916年发表了《管理与一般管理》, 他与泰勒的主张不同之处, 在于强调了人的因素, 如图1-3所示。

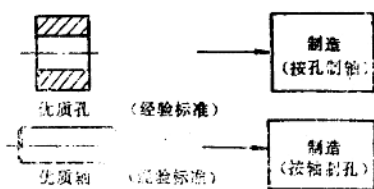


图1-2 按配套件生产

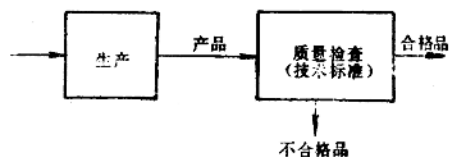


图1-3 按检验法生产

3. 统计质量控制阶段

20世纪40年代到50年代是统计质量控制阶段。其实,早在1924年,美国数理统计学家休哈特(W.A.Shewhart)已在美国贝尔公司作出了第一张控制图,并建立了一套统计卡片,但没有得到普遍采纳。直到第二次世界大战爆发,美国工业生产,尤其是军火生产迅速发展,民用产品厂家纷纷转产军工产品,但产品质量低劣,交货又不及时,影响了战争。于是美国国防部邀请了休哈特(W.A.Shewhart)、道奇(H.F.Dodge)和罗米格(H.G.Roming)等一批专家制订了“战时质量控制制度”,强制推行统计质量控制。为期半年,大见成效。资本家见行之有效,普遍采用。20世纪50年代,这种质量控制方法被引入欧洲、日本及其他许多国家,如图1-4所示。

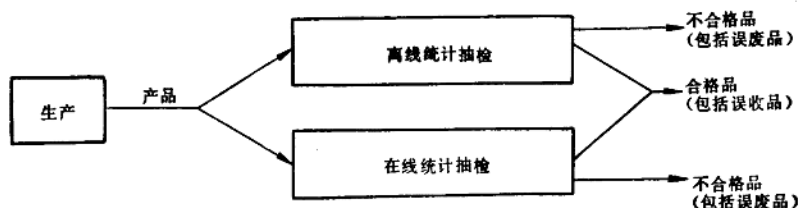


图1-4 按统计法生产

4. 全面质量管理阶段

60年代以来,随着生产发展的需要,美国通用电气公司菲根鲍姆(A.V.Feigenbaum)于60年代初首先提出了“总体质量控制”的思想,接着朱兰(J.M.Juran)提出了“全面质量管理”(简写T.Q.C)的概念。它的主要特点在于:充分应用数理统计学作为控制生产过程的手段,同时还结合运筹学、价值分析、系统工程、线性规划等科学对企业进行组织。质量控制工作不仅限于产品的生产过程,也包括其他各个方面有关环节(如图1-1所示的六个方面)的质量。

二、日本产品质量控制的特点

日本是二次大战后工业发展最快的国家之一。由于其产品质量优良而击败了竞争对手。日本质量控制的发展可供我们借鉴,特予介绍。

第二次大战后,日本从美国引进了产品质量控制和管理的理论和方法,大体经历了如下几个阶段。

1. 引进、吸收、消化阶段(1946年~1950年)

1946年日本创立了日本科学技术联盟,从事产品质量控制史的研究及相应措施的宣传贯彻工作。为实行统计质量控制,制订了工业标准JIS。1950年请美国质量控制专家戴明(W.E.Deming)去日本讲学,主要内容是控制图和抽样检查,开始了对工厂质量管理人员的培训工作。同时,发行了《质量控制》和《标准化与质量控制》刊物。

2. 重点试行阶段(1951年~1954年)

在一级厂中普及数理统计法,设立质量管理奖,奖励产品质量优良的集体和个人,在全国掀起了重视质量的风尚。同时邀请质量管理专家朱兰(J.M.Juran)专门为企业领导办质量管理学习班。

3. 深入普及阶段(1955年~1960年)

为更广泛深入地宣传质量控制的重要性,从1956年起,通过广播电台和电视台等宣传渠

道向中小企业领导人员和车间班组长进行质量管理教育。翻译出版了大量国外质量管理有关资料,编写了大量通俗的质量管理入门小册子,供有关人员学习和参考。1960年起开展了一年一度的“质量月”活动,成效显著。

4. 巩固发展阶段 (1961年~1970年)

60年代期间,全面质量管理在日本取得很大成就,它不但灵活地运用了质量管理知识,并有所发展。1962年开展了质量控制小组(Q.C小组)活动,质量成果迭出不穷,优质产品大量涌现。在大学里设置质量控制课程,培养了质量控制人才。

5. 走上日本质量控制的新阶段

70年代以来,日本在学习、吸收并采用美国质量控制理论和方法的基础上,根据自己国情和生产实践,形成了一套日本的质量控制理论、方法和体系。朱兰(J.M.Juran)于1978年曾说:日本调动了工人的智慧,以致把美国产品的质量抛在后面了。由于日本全国普遍推行了全面质量管理,人人重视质量(产品质量和工作质量),生产了世界一流产品,不但为国家创造了财富,而且改进了整个社会的服务质量和社会风尚。

三、我国的质量控制简介

鸦片战争以后,中国沦为半殖民地半封建社会。外国资本主义的入侵,国内封建势力的割据,阻碍了我国工业的发展。官僚资本和民族资本的机械制造业也多依赖外国,自己仅能生产些修配件,质量十分低劣,致遭“草率不精,形模徒具,往往取笑洋人”的讥议。一句话,旧中国没有象样的产品,当然谈不到产品质量的控制和提高。

新中国成立以后,机械行业与其他行业一样,蓬勃发展。早在50年代末、60年代初,有关部门就提出了“质量第一,严格把关与积极预防结合,以预防为主”的方针。工人管理企业,重视产品质量的思想,在“两参一改三结合”的办企业原则中已有体现。

我国质量控制史可以划分为以下三个阶段。

1. 研究宣传阶段 (50~60年代)

50年代,中国科学院数学研究所应用数理统计方法在纺织厂搞统计质量控制试点,收到良好效果。与此同时,有的高等院校结合工厂生产实践也有以数理统计方法进行本专业产品质量控制的研究,利用各种控制图表作为控制和改善质量的措施。60年代初,由中国科学院、高等学校和汽车厂组成质量控制访问团,走遍华北、华中、西南各地工厂企业,交流质量控制试行的经验。

2. 有组织有领导的引进、推广阶段 (60年代后期到70年代初期)

应用数理统计原理对产品质量进行控制所收到的明显效果,受到领导的重视和群众的欢迎,开始了统计质量控制方法的应用,但有组织有领导地引进和运用,起源于北京内燃机总厂。该厂聘请日本质量管理专家来厂讲学,在科学院数学所专家的协助下,产品质量得到提高,成为全国学习的榜样。同时,许多骨干企业也派遣人员去各工业先进国家参观访问,回国以后,翻译并编写了质量控制和管理的册子,供其他中小企业参考。

3. 巩固和发展阶段 (70年代后期至今)

70年代后期,由原国家经济委员会和中国科学技术协会组织领导,在全国大力推广全面质量管理。各企业的车间、科室、班组纷纷成立了质量控制小组(简称Q.C.小组),制订小组活动计划,任务落实到人;按期宣布质量控制成果(称Q.C.成果发布会),质量控制受到普遍重视和深入发展。为不断提高产品质量,从1978年起,定每年九月为“质量月”,总结

一年来质量提高的成绩并提出下一年Q.C.小组的活动计划。

随着经济体制的深入改革,我国城乡经济活跃,市场繁荣。乡镇企业迅速发展壮大,产品品种和产量不断增长,为满足人民的需求和创汇做出了贡献。实践证明:对外开放,对内搞活的前提在于产品质量。为强化质量控制、保证质量监督和经济体制改革的顺利进行,经国务院批准,原国家标准局于1985年3月颁布了《产品质量监督试行办法》。这是我国产品质量监督方面的重要法规。

§1-3 质量控制活动体系

质量控制活动体系又称质量保证体系。要保证产品质量,就必须对每个环节按总计划目标进行质量控制。

一、设计研制阶段

一个产品的产生,应该包括调查研究、目标设想、开发研究、机构设计、强度计算、精度分析、试制检测、评价鉴定等一系列过程。设计研制阶段工作的好坏,将决定产品的优劣,为此要注意以下各个问题。

1) 产品的分析论证。

对设计的对象,如某机构、某仪表、某装置、某产品要作充分的分析、论证,不但考虑设计对象的结构合理性、技术先进性、经济效益和社会效益的可行性,而且还要考虑到以后各阶段的产品质量的可控性,如产品制造中工序能力是否能达到、检测能力是否有保证;产品的使用、维护、保养、修理是否方便;产品的包装、库存和运输是否安全可靠等。

2) 产品的设计研制,必须循序前进,逐步开展,切忌企图一蹴而就。

目前,有些行业,借“百花争艳”“各显其能”之名,行“片面追求产量”之实,忽略了产品质量。大跃进时期只求数量不讲质量的历史教训,不能重演。一个新产品投入批量生产之前,必须通过鉴定或评审。鉴定之前,要进行方案论证、方案验证、方案定型等。在此基础上,编制有关技术文件,以指导制造过程和保证产品质量。

3) 进行质量成本分析,使产品的技术要求与适用性统一,使产品质量与价格相协调,这是设计思想的质量,决策的质量。

最早研究质量成本的是美国。质量成本是分析产品技术经济的一个重要组成部分,用以明确产品质量的变化与其相应费用和成本之间的关系,所以它包括了保证产品质量和提高产品质量所需要的全部费用。

4) 可靠性设计是控制和保证产品质量的又一发展。

可靠性的研究与产品质量紧密相关,而且是产品质量的一个属性和指标,它表示了产品在一定使用条件和时期内完成预期功能的能力。可靠性有固有可靠性,使用可靠性和适应可靠性之分。固有可靠性是指按一定的设计图纸和加工方法生产的产品所具有的可靠程度,是三种可靠性中的主要者。使用可靠性是与产品的使用、维护、保养、修理有关的可靠程度。而适应可靠性是指产品在使用中对周围环境影响的适应程度。

在研究可靠性时,运用了概率论和数理统计学等数学工具,给产品可靠性的测量、选择、保证、管理等赋予量值化了的技术指标。

关于可靠性的分析和计算见第八章。

二、产品制造阶段

按设计的技术要求，根据图纸进行制造，务使制造质量与设计质量一致，是质量控制的重要目标，所以产品的制造过程是质量控制的一个重要环节，其具体措施有以下几方面：

1) 调查工序能力，务必使工序能够稳定地生产合格产品，保证产品的质量。影响工序能力的因素有人、机器、测量器具、原材料、加工方法以及加工现场环境等，有必要作逐项的检查，并给以必要的控制，本书第五章中将作详尽的介绍。

2) 选择适当的检测器具和检测方法，确保检测结果的正确和可靠。换言之，在控制产品制造质量的同时，必须注意检测质量。由于检测误差而影响产品平均出厂质量，也是必须注意的问题。

3) 辅助生产的安排，如原材料的提供、工装夹具的设计和制造、设备的配套及其精度的保持、外协件的质量、成本和交货期等，都需周密筹划、统筹考虑；甚至对产品的包装、贮存、运输，也需加以重视，以保证产品质量。

三、质量信息的反馈

质量信息的反馈是不断地控制和提高产品质量不可缺少的依据。从产品的设计质量、制造质量和使用质量的各个方面所收集的有关数据，经过去粗取精、去伪存真地整理和分析，作为以后逐步改进和提高产品质量的原始资料和查考档案。整理和分析反馈数据时，必须注意以下两个方面：

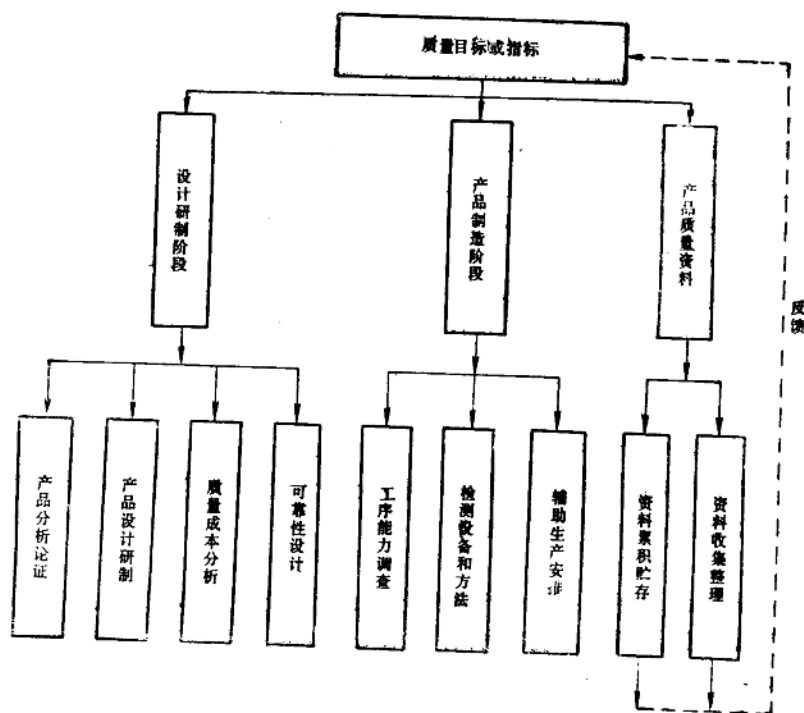


图1-5 质量控制活动体系

1) 有关质量的资料数据应当齐全。资料(数据)残缺不全,甚至一无所有。个别工厂连设备的说明书也不保存,要了解设备精度,答案是“还可以”,究竟“可以”到什么程度,无法以定量方式奉告。可见对有关质量的情报资料没有累积和保存。这对产品质量的保证和提高是一大缺陷。为此,有强调建立质量档案的必要,目前名牌产品厂家执行的“产品三保”和“质量跟踪”,值得提倡。

2) 认真填写质量调查表和质量控制图。为完成质量管理的要求,对质量表格和质量控制图的填写或画点,必须认真对待,切勿敷衍应付。数据必须来自实践,记录要实事求是,来不得半点虚假。不准确或无把握的数据非但无济于质量真实信息的反馈,而且有害于对真实质量的判断。

四、质量控制活动体系

综上所述,可以把质量控制活动体系用图框表达如图1-5所示。当然,也可以用因果分析图表示之,见第六章。

§1-4 质量控制与统计检查

与产品质量评定紧密相关的有产品质量检查 and 产品质量标准。为了鉴别和保证产品质量,必须按照产品技术标准所规定的生产条件和检查方法,采用一定的检具和量具,对产品的质量特性指标进行检查,将所得结果与技术标准的规定作比较,以评定产品质量的好坏。这里,首先介绍质量控制与检查的联系,在§1-5中再介绍质量控制与标准化的关系。实际上,质量、检查与标准是三位一体,为保证产品的适用性,三者缺一不可。

一、检查

检查是检验和测量的统称,也可称之为检测。检验的结果可以判断或验证产品质量特性指标的合格与不合格,从而达到质量控制的目的,所以检验是用计数值的方法对产品质量控制的一种方式。而测量的结果可以获得产品质量特性指标的具体数值,从而达到控制质量的目的,所以测量是以计量值的方法对产品质量控制的另一种方式。用光滑极限量规对一批轴(或孔)的检验,判断轴径(或孔径)的合格与否,就是检验的例子。用千分尺或游标尺等变值量具测量轴(或孔)径所得的直径大小,是计量值,就是测量的例子。

二、检查的任务

检查的任务有以下几方面。

1. 确定单位产品的合格与否

要知道每一单位产品质量是否符合要求,就得对每个单位产品的质量特性指标作全面检查,即对产品批的质量进行百分之百的检查。

2. 确定一批产品的质量

全面逐个检查产品批内的每个单位产品质量,在成批大量生产中既费人力物力,不经济,而且检查结果难免发生错检漏检。另一方面,如检查炮弹的引爆性能或灯泡的寿命,就不可能对产品作百分之百的全面破坏性检查。这时,就得从产品批中抽取部分或少数的单位产品,做质量检查。根据统计理论对部分单位产品的质量检查结果进行分析估计,以判断产品批的质量,称为抽样检查(也叫统计检查)。统计检查的理论和应用,将在第四章内作详细的阐述。

3. 观察和判断加工工艺过程的稳定性

在加工过程中,每隔一定时间间隔抽取一定数量的单位产品,进行质量的检查,把检查结果记录在纸上或图表上,以观察产品质量指标随时间的变化情况。必要时,需采取措施,调整加工系统的失常现象,从而控制产品质量。

4. 调查工程能力(工序能力)

在生产过程开始时,对首先加工出来的几个单位产品进行质量指标的检查,称为首件检查。从首件检查可以知道产品质量是否符合要求的信息。如果质量符合要求,表明生产过程处于正常状态。遇到更换操作人员、加工设备、材料或方法时,首件检查是必须进行的。这是保证质量的关键措施。

5. 为产品设计和质量控制提供可靠依据

通过检查,知道产品质量的确实情况,所获得的检查资料,为改进设计和提高产品质量提供了可靠的依据。

6. 为企业的质量管理提供情报

产品质量的好坏靠检查记录来显示,企业的质量管理制度有赖于检查结果所提供的情报而巩固或改善。在全面质量管理中,叫做“让数据说话”。

三、统计检查与质量控制

产品质量的控制有赖于检查,而检查是为产品质量服务的。以上所述的六项检查任务,无一不是为了保证和提高质量的。早在19世纪30年代初,就有人研究用数理统计学的理论来解决抽样检查产品质量的问题。抽样检查是从同一批产品中随机抽出一部分产品(几个单位产品),通过检查这部分产品的质量来估计整批产品的质量。在加工过程中,采用抽样检查,有助于及时发现产品质量的不稳定趋势,从而及早采取措施,使生产过程保持稳定。由于在工业产品质量检查和控制中,日益广泛地采用抽样检查,使抽样检查的方法和理论获得很大发展,并为统计理论的应用开辟了广阔前景。在我国的工农业产品技术标准中,明确规定了采用抽样检查的方法,并颁布了计数抽样检查标准(GB2828—81, GB2829—81)。在国际上,许多国家广泛采用抽样检查并制订了许多专门用于产品检查的抽样检查标准。如美国、英国和加拿大三国共同设计制订的抽样检查标准MIL-STD-105D, Dodge & Roming抽样检查表,日本标准协会出版的“抽样检查”以及日本科技联盟出版的“抽样检查实施法”。

从上述,可以得出以下两个概念。抽样检查代替了全面检查(即百分之百的检查)。这种方法应用了数理统计学理论,应该叫做统计抽样检查,统计检查或抽样检查都是它的简称。其次,在检查任务中,有在线和离线之分。在线抽样检查是在加工过程中周期地对产品质量作有计划的抽样检查,从而控制产品质量,所以称之为抽样控制。而将用抽样检查方法验收大量大批产品质量的过程,称为抽样验收。至于如何在加工过程中对产品质量进行抽样控制,其所依据的原理和所采用的方法是什么?以及在验收大量大批产品时又如何拟订产品批的接收或拒收的合理方案等,将在以后各章中阐述。

§1-5 质量控制与标准化

质量与标准之间有着密切的关系。质量是按标准化了的适用性来进行控制的,或者说,产品质量的好坏是通过检查并按标准来评定的。国际标准化组织(ISO)主席考塔里在1983

年世界标准日（每年10月14日）的贺词中说：“为了我们的共同事业——制订生产者的工业标准，保证用户的安全、便于消费者选择产品，确保产品质量，共同奋斗”。所以，要谈产品质量控制的发展史，就得从标准化的发展史谈起。

一、国际标准化工作

18世纪工业革命之后，随着生产技术的发展，生产专业化程度的提高，成批生产和大量生产逐步形成，标准化也以崭新的面貌出现于历史舞台。它把产品的研究者、设计者、制造者、销售者、使用者的利益和要求兼存并蓄，结合社会对某些活动所积累的经验成果，予以规范化，以利产品质量的提高、资源的利用开发和技术的进步。18世纪末叶，欧美的一些企业在生产武器时，就以零、部件通用互换性方式进行扩散生产，然后组装成产品，收到多、快、好、省的效果。20世纪是标准化的发展和完善时期。本世纪初，美国电话电报公司不仅把“硬件”——电话机实现了标准化，而且还把公司的业务程序和行政管理等“软件”也列入标准化体系内，从而促进了通讯事业的大发展。之后，标准化迅速地由企业扩大到行业、国家、地区以至国际范围。西方企业界、行业组织、学术团体都参加了标准的制订工作。许多国家机构也先后参加了这项工作。从1901年到1932年的32年间就有25个国家建立了国家标准化组织。1906年成立了国际电工委员会（IEC）和1926年成立了国际标准化协会（ISO的前身）。随着科学技术的进一步发展，工业生产的突飞猛进，对产品质量要求的提高，修订和制订的标准日益完善和增多，标准化工作越来越得到重视。因为，搞好标准化，不仅对加快国民经济的发展、产品质量的提高、劳动生产率的增长、资源的利用、环境的保护、人民的健康等具有重要作用，而且对外向型经济的开拓也具有决定意义。可以这样说，国际上的标准化工作随着对产品质量要求的提高和发展，是一直向上发展的，而且其速度越来越快，即使遇到经济危机、经济萧条时也是如此。有人认为“经济要从加强标准化工作中找出路”，也是有一定的道理的。日本一位企业诊断专家曾说：“日本的汽车工业经过标准化，打败了对手。”现在世界各国都在实行贸易保护政策，办法之一就是“高标准，严要求”，从标准和质量上战胜对方。我们当然不能例外，我们的产品也面临这一挑战。

二、我国标准化工作

中国的标准化工作是从新中国建立以后才逐步发展起来的。建国以后，在经济恢复时期，国家就提出了标准化的要求，以利产品质量的提高。但是，旧中国遗留下来的设备是“万国牌”，品种杂乱，标准不一。在发展国民经济第一个五年计划中明确指出：按专业分工原则，提高设计质量，制订各种定额，为提高和保证工业产品的质量制订国家统一的技术标准，健全各种责任制，统一和贯彻技术操作规程。据此，1953年、1954年翻译出版了一批机械方面的苏联国家标准，1955年机械工业部制订发布了《机械制图》、《公差与配合》等62个部颁标准和一批专业标准。各企业在制定本企业的标准的同时，相应地加强了产品质量的控制和提高。从1956年到1965年的10年中，标准化工作纳入国家科学技术发展规划，明确规定由国家科学技术委员会主管其事，并于1957年初正式成立了国家科学技术委员会标准局。从此，全国标准化工作得到统一领导和管理工作。由于决策明确，管理工作加强，核心机构积极开展工作，在“一五”期间所做的大量工作基础上，标准的制订和修订工作加快，各机械单位在1958年提出标准草案达2000多个。到1960年底，机械工业已拥有国家标准160个、部标准1945个，但由于重标准的数量而忽视标准的质量，贯彻标准不力，没有收到标准应该发挥的作用。从1961年起，机械工业标准化工作的重点是以提高产品质量为中心，制订和贯彻产品质量要求及测试检验方法方面的标准，

收到了显著效益。1966年和1967年，继续制订发布了512个标准，其中国家标准261个，部标准236个，部指导性技术文件15个。从1972年到1978年间，第一机械工业部系统共制订、修订了1830个国家标准和部标准，使机械工业标准总数达到了3400多个。1979年7月，第一机械工业部标准化工作会议之后，恢复了部、局两级管理的工作体制，进一步明确了各专业的标准化技术归口单位的任务，建立了标准情报网，并加强了同国际标准化组织和国外标准化团体的联系。近10年来，标准的制订、修订速度越来越快，1979年至1981年，每年制订、修订标准约300个，1982年完成602个，1983年完成808个，1984年完成1035个。1985年，机械工业部召开了标准化工作会议，要求进一步加强领导，搞好规划，加速采用国际标准的步伐。

近40年来，机械工业的标准化工作，在建立标准体系与管理制度，形成专业队伍，提高机械产品质量的提高等方面，均取得了显著成就。

第二章 产品质量指标与数据

§2-1 产品质量指标

一、什么是产品质量指标

产品质量是指工厂所生产的产品为满足用户（消费者）的使用要求所必需具有的特性，通常包括适用性、可靠性和经济性三个方面。为满足上述要求，对产品质量特性一般就以下内容作出相应的定量或定性规定，这些规定，就叫产品质量指标。

1) 型号规格 如普通车床的中心高和中心距；卧式铣床工作台面的长、宽尺寸；仪器仪表的测量范围等。

2) 精度 如金属切削机床的加工精度，静态几何精度和动态运动精度；仪器仪表的示值精度等。

3) 使用寿命 整机或主要零部件的精度保持性，无故障工作时间等。

4) 物理化学性能 产品材料的成分、强度、硬度、抗腐蚀性、对环境的污染等。

5) 经济性 工作效率，能源消耗，对环境条件要求，维护费用等。

6) 外观 产品的结构造型设计美观新颖，油漆及装璜质量，表面疵病等。

各种不同的产品（整机或零部件）有不同的质量要求，根据实际使用条件，可以规定不同的质量指标，这就是产品的技术标准。

根据1988年12月公布的标准化法，产品的技术标准有国家标准、专业标准、地方标准和企业标准四级。专业标准不得低于国家标准，地方标准不得低于专业标准，企业标准不得低于地方标准。工厂企业为了创名牌优质产品，对本厂生产的产品的某些质量特性指标规定了高于其他厂家生产的同类产品的指标要求，作为本厂的“内控标准”。

近年来我国强调采用国际标准，以促进产品质量的提高和国际贸易。但国际标准所订的质量指标不一定是最先进的，因为国际标准是由参加国际标准化组织（ISO）的有关成员国共同制订的，为了照顾各国的利益，某些国际标准往往可能是各成员国相互协调的产物。因此，一些工业发达国家为了提高本国产品在国际市场上的竞争能力，其某些产品的本国标准，可能高于国际标准。所以，我们制订产品的技术标准、规定产品的质量特性指标时，不仅要积极采用国际标准，而且还应注意通过比较，采用工业发达国家的先进标准（如联邦德国的DIN，日本的JIS等），以利于提高我国产品的质量及其在国际市场上的竞争能力。

二、产品质量指标的选择确定

制订和贯彻产品的技术标准，是组织产品生产的一项重要的基础工作。而合理地、科学地制订产品的技术标准，选择确定产品的质量指标，是一项非常复杂的工作，既要考虑技术上的先进性，又要考虑工艺上的可行性和经济上的合理性。也即要综合考虑各方面的因素，使规定的产品质量指标既全面又适度。若要求过严，以致工艺上难以实现，或造成质量要求过高，导致无谓的浪费；如要求过松，就使产品不能满足用户的使用要求。为此应当广泛地

开展调查研究,收集和参考国内外有关技术标准及科技文献资料,进行必要的试验研究和比较。

制订了产品技术标准,就要在生产过程中严格地贯彻实施,并在一定时期内保持技术标准的稳定性。但是,按技术标准生产的产品质量不一定能够完全满足用户的使用要求,而用户的使用要求有时又会随时间、地点、条件而异。因此,为了保持产品技术标准的先进性,应当及时进行必要的修订。

在产品质量控制工作中,选择质量指标应当考虑以下几点:

- 1) 产品技术标准中规定的全部质量指标,都应当进行检验控制,不能漏检。
- 2) 在新产品试制过程中,对影响产品质量的有关因素进行检查,当影响因素很多时,可以应用正交试验或相关分析等方法,组织检测试验。
- 3) 根据用户的要求和科学技术的发展,提出新的或更高要求的质量指标,进行质量控制检查。

§2-2 产品质量数据

一、质量指标量值化

在产品技术标准中的质量指标,有定性的和定量的两种。定性的质量指标,如外形美观、操作方便等,一般用文字说明,不规定具体的质量特性值。定量的质量指标,如尺寸精度、表面粗糙度、硬度、温度、噪声等,都可以而且应该规定具体的质量特性值。

制订产品的技术标准,应当尽可能采用定量的质量指标,使质量指标量值化,以便于在质量控制中进行检测,将检测所得结果同技术标准规定的质量特性值作比较,从而判断产品是否合格,或评定其优劣。

将检测产品质量特性值所得结果用数字记录下来,便得到质量特性值数据,简称质量数据。

二、计量值和计数值

如前章所述,按质量特性值数据的特点可分为计量值与计数值两大类。

计量值 可以用带小数的数值连续取值的数据。

例如,用游标卡尺测量一批轴颈的直径,所得结果是50.1、50.2、50.3mm…。如果用千分尺测量,所得结果是50.11、50.12、50.13、…、50.19、50.20mm等数据。若用更精确的仪器测量,所得结果可以进一步细化地连续取值。这样的数据就是计量值。

计数值 可以用件数、个数或点数等整数计值的数据。

例如,用极限量规检验一批轴承内圈的孔径,剔除其中的不合格品,不合格品件数按1件、2件、3件…计数。又如检查铸件表面的砂眼数,定性地说只能是“有”、“无”、“多”和“少”,定量地说,则以1点、2点、3点…计数。这类数据不会出现带小数的数值。

前章中已提到,计数值通常是不连续的、间断的离散型数值,用整数表示。但有时计数值可能表现为非整数型,注意它的本质,不要混淆弄错。

例如,检验产品的不合格品率,所得结果可能是1.3%或1.7%之类的数据,似乎是连续取值,但这不是直接由测量器具测量所得的数据,而是由计数值通过计算所得的结果,虽是带小数的数值,但不能认为是计量值,因为

$$\text{不合格品率} = \frac{\text{不合格品件数 (计数值)}}{\text{被检验产品总件数 (计数值)}}$$

三、质量数据的特点

对产品进行检测所得质量特性值数据的特点，是具有分散性（或称波动性、变异性）。

例如，在车床上加工一批轴的轴颈，要求保证的直径尺寸是 $80 \pm 0.15\text{mm}$ 。用千分尺测量加工后各轴颈所得结果是：79.9、79.91、79.92、…、80.08、80.09、80.1mm。可见，这批轴的轴颈直径实际尺寸彼此大小不一，在一定范围内是分散的，其中最大的80.1mm，最小的79.9mm，平均尺寸是79.99mm。

车刀磨钝后经过刃磨，重新安装调整，刀尖的位置比上一次安装调整车刀时偏离工件0.02mm。在其他条件不变的情况下，又加工出一批轴，检测其轴颈直径的实际尺寸，所得结果也是大小不一致的，其最大值与最小值之差与前一批轴的差不多，即分散范围大致相同，而平均值则可能比前一批的大0.04mm左右。

工件实际尺寸相对于要求的基本尺寸产生偏差，是由于加工过程中各种因素造成的误差所致。例如工件材料成分和物理机械性能不均匀，工艺系统（机床、刀具和工件）受力变形、热变形、振动，机床和刀具的制造误差及磨损，工艺系统的调整误差，操作工人的工作失误，测量方法和测量器具本身固有的误差以及读数差，环境条件的变化（如温度变化）等等。由于这些因素的影响，由同一检验人员用同一测量器具，检测同一工人在同一机床上先后加工出的一批工件的同一参数（如轴颈直径），所得到的结果（数据）不可能完全相同。甚至同一检验人员用同一测量器具多次检验同一工件的同一参数，所得结果也不一定完全相同。

由各种因素引起的工件质量特性值误差，可分为偶然误差和系统误差。

偶然误差（或称随机误差）它是由一些偶然（随机）性的原因引起的误差。例如同一批轴经过热处理后，其金相组织和强度、硬度不均匀，加工时的切削力和工艺系统弹性变形大小也就不同；加工和测量时的温度有变化，所引起的变形大小不一致；多次测量时测量的部位不同，测量力大小不同，引起大小不同的测量误差等等。

引起偶然性误差的各种因素的影响程度彼此不一样，也不一定同时起作用，所以偶然误差的大小和方向变化不定，使产品的质量特性值数据具有分散性。

系统误差它是由某一特定因素引起的大小和方向不变或大小按一定规律变化的误差。例如前述车刀的安装调整误差，刀尖偏离工件0.02mm，使加工出的一批轴颈直径都产生+0.04mm的误差，数值大小和方向不变，所以又称为常值系统误差。若车刀刀尖磨损，且是正常磨损阶段，将使连续加工出的一批轴颈的直径逐个增大一定的数值，则称为变值系统误差。

质量特性值数据中，可能偶然出现个别偏差很大的数值，这可能是加工过程偶然发生的异常现象（例如安装工件时定位基面偏离夹具定位元件），测量时读数偏大或偏小等原因引起的，所以又称为过失误差。

产品质量特性值是波动的，存在变异。对收集到的产品质量特性数据，应进行适当处理，区分误差的类型，分析引起误差的原因，掌握其规律，及时采取有效的工艺技术措施，消除或减小其所引起的误差，达到保证和提高产品质量的目的。

偶然误差是经常存在的，试验研究证明，在正常生产情况下，偶然误差具有一定的统计规律性，可以应用概率论和数理统计的原理和方法，进行分析处理。

质量特性数据是统计分析的依据,在产品质量控制工作中,必须认真做好数据的收集。首先要保证所记录数据的客观真实性,要如实地记录,不能凭主观臆断改变实际数据。其次,要预先准备好合适的记录表格,详细记录检测对象和编号、检测项目、所用测量方法和器具、测量读数值、检测人员、时间、地点、环境条件(气温)等,以保证统计分析的顺利进行和结果的可靠性。

四、数字的修约

在制订产品的技术标准,或编制零件的机械加工工艺规程时,要用数字规定质量指标及其波动极限值。对产品质量指标进行测量时,要用数字记录测量结果。在这些工作中,有关数字应当如何书写,以保证其应有的精确程度;对规定的精确程度范围以外的数字,应当怎样合理地取舍都具有重要的实际意义,不能主观随意地处理。在国家标准的有关文件中,对此作了明确的规定。

1. 对规定的精确程度范围以外的数字的修约

例如对产品质量指标进行测量时,所用测量器具有一定的刻度值,小于刻度值的估读数字是不很准确的,超出了精确程度范围,要加以修约。对这类数字的修约,规定采用“4舍6入5单双法”。具体修约方法是:若拟舍去的数字的第1位小于5,则舍去拟舍数,应保留的数字保持不变。若拟舍去的数字的第1位大于5,或等于5而这个5以后的数字不全为0,则舍去拟舍数,应保留的数字末位数加1。若拟舍去的数字的第1位等于5,其后各位数字全为0,则视这个5的前一位数字(亦即应保留的数字末位数)是奇数还是偶数,决定如何修约。若是奇数,则舍去拟舍数,应保留的数字末位加1;若是偶数(包括0、2、4、6、8),则舍去拟舍数,应保留的数字保持不变。

这种修约方法比习惯上采用的“4舍5入法”更为科学合理。为便于记忆和应用,有人编了一个口诀:“4舍6入5考虑,5后非0则进1,5后皆0视奇偶,5前为偶应舍去,5前为奇则进1。”

“4舍6入5单双法”的应用举例如下:

例2-1 将下列数字修约到保留2位小数。

(1) 15.34453。因拟舍去数字453的第1位为4,故舍去拟舍数,应保留的数字保持不变,修约后的数字为15.34。

(2) 15.34637。拟舍去数字的第1位为6,故舍去拟舍数,应保留的数字末位加1,所得结果为15.35。

(3) 15.34501。因拟舍去数字的第1位为5,其后面的各位数字不全为0(第3位是1),故舍去拟舍数,应保留的数字末位加1,所得结果为15.35。

(4) 15.33500。因拟舍去数字的第1位为5,其后面的数字全为0,而其前一位数字是奇数(3),故舍去拟舍数,应保留的数字末位加1,得15.34。

(5) 15.34500。拟舍去数字同上,但5前为偶数(4),则舍去拟舍数,应保留的数字不变,得15.34。

(6) 15.30500。拟舍去数字同上,5前为偶数(0可视为偶数),故舍去拟舍数,应保留数字不变,得15.30。

例2-2 将下列数字修约为百位整数。

(1) 1517。修约后为1500。