

建筑材料试验研究的 数学方法

刘数华
冷发光 主编
罗季英

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑材料试验研究的数学方法 / 刘数华, 冷发光, 罗季英主编. —北京: 中国建材工业出版社, 2006. 8
ISBN 7-80227-110-X

I. 建... II. ①刘... ②冷... ③罗... III. 建筑材料—实验—数学方法 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 068193 号

内 容 简 介

该书从材料试验、工艺配方及产品质量管理等常见问题入手, 通过对大量建筑材料试验和分析中出现问题的数学分析, 辅之以当前使用最普遍的软件 Excel, 全面阐述数学方法在建筑材料试验研究中的应用, 主要有: 产品质量管理、随机事件和概率运算、随机变量及其分布、抽样和估计、假设检验、工序能力和质量控制、方差分析、正交设计、回归分析、回归正交设计等。

该书可以作为从事建筑材料研究、工艺改革及产品质量分析和控制工作者的工具书, 也可作为高等院校建筑材料专业教学参考书。

建筑材料试验研究的数学方法

刘数华 冷发光 罗季英 主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 16.75

字 数: 409 千字

版 次: 2006 年 8 月第 1 版

印 次: 2006 年 8 月第 1 次

定 价: 33.00 元

网上书店: www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

作者多年来一直致力于建筑材料科研开发工作，深深地体会到建筑材料试验研究中数学方法的重要性，特别是当前建筑材料科学与计算机等其他相关科学技术的迅猛发展，数学方法显得越来越重要。

建筑材料试验研究的数学方法主要内容涉及建筑材料的产品质量分析、试验研究及工艺改革的数学方法等方面。包括产品质量管理、随机事件和概率运算、随机变量及其分布、抽样和估计、假设检验、工序能力和质量控制、方差分析、正交设计、回归分析、回归正交设计等。

在建筑材料试验研究、工艺改革及产品质量分析中，数据是分析问题和解决问题的基本依据，但是与数据分析最有关系的数理统计方法使许多初学者深感困难。本书编者从实用角度出发，以通俗易懂为原则，紧密结合建筑材料的试验研究、工艺改革和产品质量分析中的实际问题，深入浅出地介绍各种数理统计方法的应用。

本书具有以下四个特点：

1. 以建筑材料工作中，材料试验、工艺配方及产品质量管理的常见问题入手，提出问题、引进概念，介绍数学方法，说理清楚，这在一定程度上将减少数理统计方法的抽象性，增加实际感，便于自学和入门；
2. 各种数理统计方法的介绍配有相应的实例，具体、详尽地阐述运用这些方法分析和解决问题的过程。这样，即使开始对某些概念不甚了解，通过实例分析之后也能掌握方法，并用以解决实际问题；
3. 实例丰富，本书将列举大量建筑材料试验和分析中出现的问题作为例子，特别是涉及水泥、混凝土等建筑材料。
4. 将当前使用最普遍的软件 Excel 应用于数理统计分析中，这样将大大减少试验研究的计算量，也是以往此类书中未曾有过的。

本书中列举的很多例子是作者多年科研中遇到的问题，如 RPC 的研究开发等，与当前最前沿的混凝土材料密切联系。这些例子对建筑材料研发者不仅提高了使用数学方法解决问题的能力，而且更能生动为他们提供当前前沿建筑材料研究的思想。

该书可以作为从事建筑材料研究、工艺改革及产品质量分析和控制工作者的工具书，也可作为高等院校建筑材料专业教学参考书。

由于作者的学识和时间等原因，该书还有未完善之处，敬请读者指教！

作者

2006 年 4 月于北京

目 录

第一章 产品的质量管理	1
第一节 产品质量管理的发展	1
第二节 全面质量管理的基本概念	4
第三节 产品质量管理的基础工作	7
第四节 质量管理小组活动	11
第五节 常用的几种数理统计方法简介	11
第二章 随机事件和概率运算	13
第一节 排列、组合	13
第二节 随机事件及其相互关系	16
第三节 概率的概念	18
第四节 概率的运算公式	19
第五节 重复独立试验	21
第三章 随机变量及其分布	24
第一节 随机变量	24
第二节 离散型随机变量及常用分布	26
第三节 连续型随机变量及常用分布	33
第四节 均值、方差和变异系数	39
第四章 抽样与估计	47
第一节 总体、样本和统计量	47
第二节 数据及其修约与计算规则	50
第三节 总体均值和方差的估计	52
第四节 总体分布类型的估计	59
第五节 可疑数据的取舍准则	64
第五章 假设检验	69
第一节 常用统计量的分布	69
第二节 假设检验的基本思想和具体步骤	72
第三节 正态总体均值和方差的假设检验	74
第四节 符号检验	81
第五节 正态总体均值和方差的区间估计	83

第六节 总体分布类型的假设检验	86
第六章 工序能力和质量控制图	89
第一节 工序能力	89
第二节 质量控制图概述	94
第三节 计量值控制图	98
第四节 计算值控制图	107
第七章 方差分析	118
第一节 单因素试验的方差分析	118
第二节 双因素试验的方差分析	126
第八章 正交设计	138
第一节 正交设计简介	138
第二节 正交设计的基本方法	144
第三节 正交设计的基本原理	149
第四节 单指标等水平的正交设计	151
第五节 多指标等水平的正交设计	154
第六节 不等水平的正交设计	159
第七节 活动水平法与复合因素法	164
第八节 有交互作用的正交设计	167
第九节 正交设计的方差分析	170
第九章 回归分析	175
第一节 一元线性回归	175
第二节 非线性函数的回归分析	180
第三节 多元线性回归分析	187
第四节 多元线性回归方程中每个变量的显著性检验	197
第十章 回归正交设计	204
第一节 一次回归正交设计	204
第二节 二次回归正交设计	213
第十一章 Excel 在建筑材料研发中的应用	223
第一节 常用的 Excel 命令	223
第二节 Excel 在建筑材料研发中的应用	224
附表	239
附表一：正态分布表	239

附表二：泊松分布表.....	240
附表三： χ^2 分布表	242
附表四：T 分布表	243
附表五：F 分布表	244
附表六：常用正交表.....	249
附表七：相关系数检验表.....	256
主要参考文献.....	257

第一章 产品的质量管理

产品的质量水平，是衡量一个国家、一个企业的管理水平、技术水平和经济水平的综合指标。质量问题直接关系到国家和企业的前途、经济效益和声誉，也直接关系着用户切身利益。一些经济发达国家提出，产品质量是无声的广告，是企业的生命，具有竞争能力的产品质量是通向国际市场的无形通行证。二战后的一些国家经济迅速起飞，究其原因，无一不是把质量管理视为一门新兴科学，并在生产中加以应用发展。

我们在学习国外先进经验的基础上，如何结合我国国情，学习、推行全面质量管理的科学方法，把企业的管理提高到一个新的水平，关系到国民经济的健康快速发展。全面质量管理是现代化科学管理的基本内容，是企业管理的中心环节。在全面质量管理中，数学方法是一个重要的内容，在某种意义上甚至可以说质量管理的关键就是普及数学方法。

第一节 产品质量管理的发展

一、产品质量管理的发展概况

产品的质量管理是美国、英国、日本等经济发达国家随着资本主义商品经济的发展而兴起的一门科学管理方法。从 20 世纪初至今，其发展大致可分为三个阶段。

1. 产品事后检验阶段

这一阶段大致是从 20 世纪 20 年代初到 40 年代。在这个时期随着资本主义从自由化阶段向垄断阶段的过渡，生产力得到迅速的发展，企业规模不断扩大，生产技术更加复杂，阶级矛盾日益尖锐。资本家出于对自己产品的市场竞争需要，开始注意到如何提高产品质量以加强竞争能力。当时比较有名的是美国企业家泰勒（F. W. Taylor），他总结了资本主义工业革命以来的经验和自己工业管理的经验，提出“科学管理”的理论，创立了“泰勒制度”，主要内容有：

（1）劳动方法的标准化。通过研究分析工人的操作，选用最合适的劳动工具，集中合理的操作方法，剔除多余的、不合理的动作，制订各种工作的标准操作方法。

（2）工时的科学利用。通过对工人工时消耗的研究，规定完成合理操作的标准时间，定出劳动的标准时间定额。

（3）实行有差别的工资制度。对于按照标准操作方法在规定的时间内完成定额的工人，发给较高的工资，否则按照低工资率计发工资。

（4）按标准操作方法对工人进行有计划地培训，以代替师傅带徒弟的传统培训办法。

（5）明确划分计划职能与作业职能，设立专职的产品质量检验人员。计划职能人员负责研究、计划、抽查、控制以及对作业人员进行指导，质量检验人员按照产品的技术标准（公差或规格），对产品进行“事后检验”，从产品中剔除不合格产品，以保证产品质量和产品的竞争力。

泰勒的“科学管理”的最大奉献，是把管理工作上升到科学范畴的高度去研究，废

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

除单纯的经济管理，实行各方面工作的标准化，管理人员从生产中分离出来，形成企业中的专门管理机构，使产品的产量、质量开始有了保证，对当时的生产起了很大的推动作用。

但是，这样的质量管理方法纯属“事后检验”，其最大的缺点是只能从已生产的产品中，发现和剔除一些不合格的产品，而难以预防不合格的产品。因此，它的功能是有限的。

2. 统计质量管理阶段

统计质量管理大约是从 20 世纪 40 年代到 60 年代发展起来的，简称 SQC (Statistical Quality Control)。

1920 年前后，美国和英国开始将概率论和数理统计应用于农业和工业生产。1924 年美国的休哈特 (W. A. Shewhart) 发明了质量控制图，奠定了产品质量的科学管理的理论基础。接着道奇 (H. F. Dodge) 与罗米格 (H. G. Romig) 等陆续发表了抽样检验等统计质量管理方法。不过，由于当时资本主义世界生产的不景气，这些质量管理方法并没有达到应有的重视和推广。直到上世纪四十年代，随着二次世界大战的爆发，资本主义经济回升，军需品的生产面临着严重的质量与交货日期问题。特别在美国，由于大批的熟练工人上前线，各工厂妇女和不熟练工人的增多及一些企业的民用产品转为军用产品，产品的质量就更显得突出。而且许多军用产品的质量检验多属于破坏性的，因而再沿用“事后检验”的方法，既不现实也不许可。为此，美国国防部邀请了休哈特、道奇、罗米格等专家及美国材料与试验协会、美国标准协会等组织共同研究推行统计质量管理方法，并制定了“美国战时质量标准”及其他有关文件，以军事命令的手段，强制生产军用品的企业执行。

此时，休哈特等人提出的统计质量管理方法，才逐渐为当时的许多企业所重视。实践证明，这种统计质量管理的方法效果良好，产品质量大幅度提高，交货日期也得到保证。第二次世界大战结束后，各企业又转入民用产品的生产，仍沿用这种质量管理方法，而且有了新的补充和发展。

统计质量管理的主要特点是强调以“预防为主”和“一切用数据说话”的数学统计方法，使产品的质量由“事后检验”得到突破性发展。不过在这一阶段有些国家过分地片面强调和依赖数理统计，忽视了生产的组织管理和各部门职能的协调，使不少人误认为“质量管理就是统计方法”，“质量管理是数学家的事”，使质量管理方法在较大范围内的应用受到一定限制。

3. 全面质量管理阶段

全面质量管理 (Total Quality Control) 阶段，简称 TQC 阶段，它从 20 世纪 60 年代开始，前后经历了十多年时间，是质量管理发展的第三阶段。在这一阶段，科学技术飞跃发展，发达国家的生产力迅速提高，市场竞争更加激烈，宇航技术、电子计算机和军事工业的发展，对产品的质量要求越来越高，这些都推动着质量管理科学理论的进一步发展和完善。如美国的“阿波罗”飞船，共有五百六十万个零件，即使这些零件的 99.9% 是完好的，飞船也有可能五千多个零件会发生故障，其后果不堪设想。为此，全套装置的可靠性需达到 99.9999%，即在一百万次动作中只许失灵一次，连续安全工作时间需在一亿到十亿小时。要达到这样高的要求，单纯依靠统计质量管理的方法就很不够了，还要有一系列的组织管理、职员教育和现代化科学技术等。在这一形势要求下，美国管

理专家费根堡（A. V. Feigenbaum）、朱兰（J. M. Juran）等人提出全面质量管理的概念。

全面质量管理是指从调查、研究、设计、制造到用户使用的全过程管理，它要求全体职工以数学统计为基本手段，分析、改进产品和工作质量，对生产过程进行控制，形成一整套确保产品质量的管理工作体系。它包括质量的保证、预防、提高、协调和为用户服务等广泛含义。它是把经济管理、现代化科学技术和统计方法密切结合起来的一整套科学管理方法。

日本是最早引进和推广全面质量管理的国家，同时也是受益最大的国家。战后的日本几乎破产，国土小，资源疲乏，大部分原材料和生活必需品要从国外进口，其产品能不能在国际市场上具有竞争力，关系到民族发展与存亡的大问题。朝鲜战争初期，日本通讯管理不善，电话缺陷多，经常出毛病，产品由于质量低劣而大量积压。于是，政府勒令有关通讯部门推行质量管理。之后，逐渐从美国引进质量管理的思想和理论，技术和方法，并聘请专家讲学等。但在推行全面质量管理过程的开始阶段，也发生了一些问题，走了弯路，主要表现在以下几点：

（1）过于强调统计质量管理，而数理统计知识的普及和通俗化工作做的不够，致使工业界人士感到质量管理是件难事。

（2）产品、技术和其他各项工作虽搞了标准化，但太重于形式，不但费力而且效果不好。

（3）企业的最高决策人员对质量管理认识不足，认为质量管理仅是科技人员的事，以致在企业内部推行缓慢。

鉴于上述原因，1954 年日本再次聘请美国专家朱兰博士去日本讲学，重点对日本企业骨干和公司首脑进行培训。这样，才使日本企业领导人理解了产品质量管理是企业管理的中心问题。加之当时受我国“鞍钢宪法”中“两参一改三结合”思想的影响，全面质量管理活动在日本才得到迅速推广和发展，并结合日本国情有所创新，超过美国，“青出于蓝胜于蓝”。在 1956 年对 1566 个企业的调查中，有 91% 的企业推行了全面质量管理。

日本通过各种方式宣传推广质量管理活动的结果，仅用十几年的时间，到 20 世纪 60 年代中期就摘掉了“东洋货是次品”的代名词帽子。很多产品，如彩色电视、汽车、钢铁、电子产品等的质量已跃居世界一流水平，打入国际市场，许多产品的出口量占世界第一位。

各国专家普遍认为，日本经济起飞的原因，一靠现代化科学技术；二靠引进并发展了现代化管理科学。日本的经验值得世界各国重视。值得强调的是，正如日本质量管理专家石川馨所说，全面质量管理的推行，是对经营管理的一种思想革命，是一种新的想法和看法。

二、产品质量管理在我国的发展情况

全面质量管理是在统计质量管理基础上发展起来的一种更完善更科学的质量管理体系。它是随着工业技术的发展和航天、电子等工业生产的出现而创立的一门自然科学和社会科学相结合的综合性科学。在企业中推行全面质量管理，不仅对保证产品质量、研究新产品、提高工效和降低成本等方面起重要作用，而且将推动整个企业管理体制的改革和促进生产技术水平、管理水平的提高，实现企业管理的现代化，更好地为全面建设和谐社会服务。

我国自上世纪五十年代以来的质量管理，基本上是沿用国外三四十年代以产品的事后检验为主的管理办法。近年来生产技术、现代科学有了突飞猛进的发展，而管理体制上

依然落后。有的企业虽然运用了一些优选法、运筹法、数理统计以及管理方法上的三结合等形式，但总的来说质量管理同整个企业管理一样，没有提到科学范畴和其应有的高度来认识和实行。既缺乏统计管理知识的普及，又没有搞好全面质量管理宣传教育活动，更难谈及建立一整套从上到下的质量管理体系，质量管理的基础工作十分薄弱。近年来，随着改革开放和社会主义建设的深入发展，在引进现代化科学技术的同时，全面质量管理方法也逐渐得到应有的重视，并提出“质量管理问题是企业管理的中心问题”。在这一形势下，不少企业开始自行推行全面质量管理方法，并取得很好的效果。但总的来看，我国全面质量管理方法的教育、宣传和推广还做的不够，全面质量管理的意义和作用还没有得到应有的重视。

建筑材料和人们的生活生产息息相关，随着社会主义建设的深入发展和人民生活水平的提高，更应该把学习、推行全面质量管理当成推动建筑材料研究与应用的重点。

第二节 全面质量管理的基本概念

一、全面质量管理中质量的含义

全面质量管理中的质量包括两个含义。一是狭隘的，一般指产品的质量；另一个是广义的，除指产品的质量外，还包括工作质量。同时，认为好的产品质是建立在好的工作质量基础上的。也就是说，没有好的工作质量，就没有好的产品质量。

1. 什么是产品质量

产品质量指产品在一定经济和使用条件下能够满足用户从事生产、生活所必须具备的自然属性或使用价值，也就是说常用的物美价廉。所谓自然属性是指产品必须具备的使用功能。如建筑材料生产中的水泥，应满足国家规定的抗压强度和抗折强度要求；混凝土结构中的混凝土应该满足设计强度要求。自然属性是保证产品使用价值与功能的先决条件。

产品满足自然属性的要求，一般指以下三点：

(1) 可靠性。这是指产品在规定期限内和条件下，完成规定功能的能力。如混凝土构件质量的可靠性，指在使用期内的规定条件下，其强度、稳定性、抗震能力及在各种自然条件影响下的耐久性等，满足使用和设计的要求。

(2) 经济性。这是指建筑物在规定的投资标准下尽量降低造价，减少维修和使用费用，节约能源及原材料消耗。那种不顾投资标准和使用要求的高质量，不是我们所要求的质量。经济性是指产品的社会效益问题。所谓经济效益是指以最少的人力、物力，取得更多更好适合社会需要的产品。经济性的好坏来源于设计和制造（施工）两个阶段。一般来讲，在一定条件下，质量越好成本越高，销售价格也相应的提高，但是它们之间并不是直线关系。质量水平不能无限制地提高，超过一定标准成本会急剧增加，销售价格将超过人们的购买力，这样不仅价格得不到相应的提高，反而因价格过高而使产品滞销。

(3) 适用性。这是指在满足规定产品功能和竣工期前提下，要达到建筑物使用方便、布局合理、美观大方等用户使用期间的要求。

产品质量的可靠性、经济性和适用性三者是相互依存相互制约的，质量管理者的任务是要综合运用现代化科学技术和手段，生产满足质量要求的产品。

2. 什么是工作质量

工作质量是指企业的生产、技术、人事劳动组织、财务、物资、设备以及后勤等各方面的工作，在为提供生产合格产品，减少不合格产品所应提供的保证程度。

好的产品不是靠检验出来的，而是靠设计前的可行性研究、用户调查、精心设计、精心生产出来的，受到各方面的影响。国内外总结这些影响因素有：人（Men）、原材料（Materials）、设备（Machine）、方法（Method）和环境（Environment）五大因素。其中每一个方面不可避免地受到管理人员的直接影响，管理人员的工作质量，反过来又直接影响着产品质量。因此，全面质量管理的观点认为，产品质量除受到产品的设计与制造的影响外，还受到为用户服务、物资供应、人事管理、社会调查等多方面工作质量的影响。或者说工作质量是产品质量的保证，而销售服务过程的工作质量又是全面质量管理中，为用户服务的手段和延伸。因而质量管理问题是指产品从设计、制造（施工）等到销售服务全过程的各项工作质量的管理。

二、全面质量管理的内容及其特点

工业产品的好坏，是企业各方面工作的综合反映。推行全面质量管理的目的，就是为了充分发挥全面质量管理科学在发展生产、提高产品质量方面的作用，以获得最佳的社会效益和经济效益。

那么，什么是全面质量管理呢？关于什么是全面质量管理，有很多说法。

美国朱兰博士主编的《质量控制手册》一书中写道：“质量管理是一种调节管理过程，在此过程中，我们测定实际的质量性能，将其与标准比较，对不符合部分采取措施”。美国著名的质量管理学者费根堡是全面质量管理的创始人，他说：“所谓全面质量管理，就是考虑到能使消费者完全满意的情况下，能在最经济的水平下进行生产，而在企业各部门相互协力，进行维持和改进产品而努力的有效方法，统计学在质量管理计划的任何时候，任何地方都有用处，但它不是广义的，质量管理本身只不过是它的一部分而已。能使消费者完全满意的情况下，能在最经济的水平下，进行生产，搞好服务，努力完成对企业各部门的质量开发、质量维持及质量改善的有效组织活动。”

日本工业标准 JISZ 8101 质量管理用语中，对质量管理的看法是“所谓质量管理，就是用最经济的办法，生产出满足买方要求的产品所采用的全部手段的综合体系。由于采用了统计方法，有时也把它叫做统计质量管理。”日本著名质量管理专家石川馨教授在谈到全面质量管理时指出：“现代质量管理是最经济而又最有用的，而且是研制使用户买到满意质量的产品，所进行的生产和销售的管理活动。为达此目的，必须切实做到：企业全体（包括经理、公司、工厂、车间、技术事务、研究、材料销售、营业、仓库、人事、勤务和管理等）所有部门的共同努力，并由各部门协力组成精干机构，实行标准化。”

我国质量管理协会指定的《质量管理名词术语》规定，全面质量管理为“企业全体职工及有关部门同心协力，综合运用管理技术、专业技术和科学方法，经济地开发、研究、生产和销售用户满意的产品的管理活动。”

从以上不同国家对全面质量管理的观点来看，全面质量管理具有以下几个特点：

1. 全面的质量管理。即这种管理不是就质量抓质量，而是具有全面性的管理。主要体现在以下几个方面：

(1) 管理的内容。基于产品质量是企业管理的综合反映，管理的内容不仅包括产品质

量，而且也包括成本质量、数量和交货日期以及其他各项工作的质量。

(2) 产品形成全过程的管理。产品的质量是逐步形成的，它涉及到产品的社会调查、国家和人们的急需程度、精心设计、精心制造（施工）以及销售和为用户服务等整个周期。从销售和为用户服务中又了解用户反映，总结产品使用中的问题，再反馈到设计、制造下一代产品。如此循环往复，使产品质量不断提高到一个新的高度。

(3) 企业全员参加的管理。产品质量既然是企业各项工作的综合反映，自然涉及企业的各部门、各位员工的岗位责任和工作职能的发挥。好的产品质量是企业全体员工共同积极劳动的成果。因此，必须动员、调动全体员工立足于本职工作，按标准化要求，围绕产品质量，努力提高本部门、本人的工作质量，积极参加质量管理活动。

2. 综合运用现代化科学成果的管理，即讲究管理中的科学性。全面质量管理是企业各项内容中围绕产品质量的一种管理活动，它不能代替生产技术，不能代替成本核算、后勤保障工作，也不能代替各个工作中对现代化科学的引进、学习及推广，而且这些工作本身也有质量的问题。全面质量管理中十分强调生产的决策人及管理者的组织协调作用，对企业发展的战略眼光，勇于开拓精神，密切注意科技发展动向，尊重科学、尊重人才，善于学习，关心原有科技人员的知识更新及员工科学文化水平的提高等。除此之外，全面质量管理，还有其本身历史发展形成的有效的科学方法和工具，主要有以下几点：

(1) 一切用数据说话的科学方法。全面质量管理认为“数据”是质量管理的基础和科学依据。任何质量都表现为一定的数量，为此，在分析产品质量、工序加工中的问题及制定工艺参数时，不是凭主观想象和经验，而是建立在占有大量数据并严格按照规定记录、归纳、整理，为分析产品质量提供数据的基础上。

(2) 科学的数理统计方法。收集数据只是解决问题的第一步，有了大量的数据还需要科学的整理和分析这些数据。这就是以概率论为基础的数理统计。在现代科学领域中，凡是进行试验分析都必须掌握数理统计这个工具。在建筑材料生产管理与实验研究中，更是如此。全面质量管理之所以具有严密的科学性，和它形成的一整套数理统计方法是分不开的。如找出问题存在的排列图、直方图；有把问题暴露得更明显并找出问题规律性的分层法；有分析问题产生原因的特性因素图（鱼刺图）和散点图；正交试验法及管理图；预报产品质量是否稳定的控制图等。利用这些工具就可以对产品的生产状态、存在问题、产生原因、主要原因及其他影响因素等一目了然，以便采取对策加以改进。

(3) 科学地解决问题和不断提高产品质量的工作方法，即美国管理学家戴明（W. E. Deming）博士创立的 PDCA 四段循环，简称为戴明循环。PDCA 四循环是：Plan（计划）、Do（实施）、Check（检查）、Action（处理）的缩写，这是一种具有严格科学办事程序的工作方法，它把企业要进行的每一项生产或管理活动的全过程，标准化为四阶段八步骤。循环按四个阶段不停地转动，每转动一圈，生产和工作就前进一步。每个循环中，根据不同情况，选用不同的数理统计方法。

八步骤为：分析现状，找出问题，确定方针和目标；分析各种影响因素；找出主要影响因素，确定主要矛盾；提出措施，包括行动计划和预期效果，而行动计划中又包括五个问题（简称 5WH），即 Why（为什么）、What（达到什么目的）、Where（哪个部门执行）、Who（谁执行）、When（什么时候执行）、How（如何执行，即执行的具体方法）；执行（即实施）；检查（即实际与计划对比）；标准化（即把成功的经验加以标准化，以防止“旧病重

生”); 遗留问题转入下一计划。

(4) 生产活动和管理活动标准化。为了使产品质量形成一个可靠的基础, 必须在形成产品的各个阶段、各个环节上, 围绕产品质量的要求, 制订指导生产和管理工作的作业标准, 使企业的各项工作标准化, 避免因人而异, 造成不协调、不统一的混乱局面。标准的制订也不是一成不变的, 而是每进行一个 PDCA 循环后, 再修改或充实提高标准的内容。这样就可以使生产和管理工作条理化、制度化, 做到有条不紊。

(5) 从上到下建立质量保证体系。质量保证体系是企业以提高产品质量为目的, 运用系统的概念和方法, 把各阶段、各环节的质量管理组织起来, 形成一个有明确任务、职责、权限、相互协调、相互促进的有机整体, 使全企业各部门以优质的工作保证生产优质的产品。为此要求: 第一, 企业各个工作环节必须树立“用户是上帝”、“下道工序即是用户”和“一切为用户着想”的思想, 保证每个岗位的工作质量使“下道工序”满意; 第二, 在企业保证产品质量的关键部门、关键工序和薄弱环节等需要重点控制的地方, 设立管理点, 收集分析工序的质量特征数据, 变管理生产的结果为管理产品的形成, 使形成不良产品的因素及时消除, 防范于未然。

三、全面质量管理的地位

企业管理作为一个系统, 是由各项管理工作组成的统一体, 质量管理工作是其中的一项。全面质量管理的性质和特点决定了这项工作涉及到企业管理的每个部门、每个员工的工作, 它贯穿设计、制造(施工)及销售使用等全过程, 以生产优质产品为企业生产的中心任务, 因而全面质量管理应是企业各项管理工作的中心环节。

但是, 全面质量管理并不能代替企业中的其他管理工作, 如计划管理、技术管理、物资管理、销售管理、经济管理等。由于企业管理中其他各项工作的质量都直接影响着产品质量, 因此, 需要有牢固的全面质量管理观点, 做到保证工作质量和产品质量, 并在自己的工作学习中学习、运用 PDCA 循环和数理统计等方法。也就是说, 质量管理工作不能代替企业管理的各项工作, 但质量管理的基本思想、方法和工具渗透到各项管理工作中, 并推动改进各项企业管理工作。企业各项管理工作提高了, 又反过来为生产优质产品提供有力的保证。因而推动全面质量管理活动就是使企业在管理中围绕质量、成本、数量和交货期(竣工期)这个总目标, 建立一套完善的、高效的、科学的企业管理体系。实质上, 推行全面质量管理, 就是使企业各项管理工作科学化的过程。

第三节 产品质量管理的基础工作

产品质量管理的基础工作, 主要有标准化、质量管理教育、质量情报及科学的检测手段等。

一、标准与标准化

俗话说: “没有规矩不能成方圆”, 办什么事都要有依据, 有衡量正误的标准。生产中的标准化是推行全面质量管理必不可少的基础工作。标准化包括产品技术标准和工作标准两大部分。

1. 技术标准与技术标准化

技术标准是产品(工程)在性能、可靠性、经济性等质量特性各方面应达到的标准, 是对产品质量、规格及检验方法所做的技术规定, 也是进行生产、检验和评定产品(工

程)质量的技术依据和尺度。产品技术标准是在大量实践基础上,运用科学原理,通过必要的试验,为保证产品质量而制订出来的有关产品的原材料、零部件性能的数据指标以及生产过程中各工序工艺要求等。如材料的强度、化学成分、物理性能、形状、尺寸和耐久性等所做的统一规定。这些可以用数来直接度量的标准,一般称为“硬件”标准。随着生产技术和管理化发展的要求,对科学技术、生产管理等方面通用的概念、名词、符号、计量单位以及行业系统中出现的新的工艺操作程序、环境、劳保安全等方面的要求,也常需要分别按科学原理做出统一的解释或规定,此类标准通称为“软件”标准。为在一定的范围内获得最佳秩序,对实际的或者潜在的问题制订共同和重复使用的规则的活动,这就是所谓标准化。

我国的标准按《中华人民共和国标准化法》规定,分为四级,即国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。另外,为了适应高新技术标准发展快和变化快的特点,国家标准化行政主管部门于1998年又通过了《国家标准化指导性技术文件管理规定》,出台了标准化体制改革的一项新举措,即在四级标准之外,又增设了一种“国家标准化指导性技术文件”,作为对四级标准的补充。

(1) 国家标准

是指由国家的官方标准化机构或者国家政府授权的有关机构批准、发布,在全国范围内统一和适用的标准。是对全国经济技术发展有重大意义,必须在全国范围内统一的标准。对需要在全国范围内统一的技术要求,应当制订国家标准。我国国家标准由国务院标准化行政主管部门编制计划和草拟,并统一审批、编号和发布。我国国家标准的代号,用“国标”两个字汉语拼音的第一个字母“G”和“B”表示。强制性标准的代号为“GB”,推荐性国家标准的代号为“GB/T”。国家标准的编号由国家标准的代号、国家标准发布的顺序号和国家标准发布的年号三部分构成。如有关水泥标准GB/T 17671—1999等。

(2) 中华人民共和国行业标准

指中国全国性的各行业范围内统一的标准。《中华人民共和国标准化法》规定:“对没有国家标准而又需要在全国某个行业范围内统一的技术要求,可以制订行业标准。”行业标准由国务院有关行政主管部门编制计划,组织草拟,统一审批、编号,发布,并报国务院标准化行政主管部门备案。行业标准是对国家标准的补充,行业标准在相应国家标准实施后,自行废止。如水工混凝土试验规程 DL/T 5150—2001等。

(3) 地方标准

是指在某个省、自治区、直辖市范围内需要统一的标准。对于没有国家标准和行业标准而又需要在省、自治区、直辖市范围内统一的工业产品的安全和卫生要求,可以制订地方标准。制订地方标准的项目,由省、自治区、直辖市人民政府标准化行政主管部门确定。地方标准由省、自治区、直辖市人民政府标准化行政主管部门编制计划、组织草拟,统一审批、编号、发布,并报国务院标准化行政主管部门和国务院有关行政主管部门备案。地方标准不得与国家标准、行业标准相抵触,在相应的国家标准或行业标准实施后,地方标准自行废止。

(4) 企业标准

是指企业制订的产品标准和在企业内需要协调、统一的技术要求和管理、工作要求所制订的标准。企业生产的产品在没有国家标准、行业标准和地方标准时,应当制订企业标准,

作为组织生产的依据。在有相应的国家标准、行业标准和地方标准时，国家鼓励企业在不违反相应强制性标准的前提下，制订充分反映市场、顾客和消费者要求的，严于国家标准、行业标准和地方标准的企业标准，在企业内部适用。企业标准由企业制订，由企业法人代表或法人代表授权的主管领导批准、发布，由企业法人代表授权的部门统一管理。企业的产品标准应在发布后 30 日内办理备案。一般按照企业隶属关系报当地标准化行政主管部门和有关行政主管部门备案。

随着改革开放的深入，为开展国际贸易往来，许多产品标准又逐渐向国际标准靠拢或直接采用国际标准，作为产品生产的依据。国际标准是有关行业的国际标准化组织，汇同各成员国的科学家通过大量的试验研究和充分讨论而制定的，如有关混凝土试验方法的标准，编号前挂有 ISO 的符号。如 ISO 4012 是关于《混凝土试件抗压强度测定》的标准。

无论是哪一种标准，为了表达产品的质量状况，都要明确表明质量的优劣特征值。绝大多数的产品质量是可以通过计数、计量的方法来度量的，如材料的强度、构件的尺寸等，但也有不便直接定量评定的质量，如建筑物的布局、美观、舒适程度等，对此类质量，有的按其质量要求，通过评分的方式，将非定量质量特征转化为定量特征来进行比较。

2. 工作标准与工作标准化

工作标准化是为了保证产品（工程）的高质量 and 经济效益，要求企业内部各部门和每个员工为保证工作质量应达到的标准，是企业产品能否达到应有质量标准的保证。

为保证产品达到应有的质量标准，企业各部门和每个员工都必须以产品质量标准为依据，制订管理工作的方针政策、工作计划和管理目标，即工作管理的目标。所谓工作标准化，就是在规定目标的同时，也要制订达到目标的方法，要求并推动其落实执行，即做什么事、如何去做、谁去做、做到什么程度，就是工作标准化。这样可以减少非生产人员、提高效率、降低成本、便于检查总结，也使产品质量有了可靠的保证。

标准和标准化的制订和执行，都是不断循环总结提高而逐步完善的。技术标准一般都是随着科学技术的发展而不断修订的，因而技术标准也是一个国家科学水平的反映。为保证产品质量而提供的工作标准，也经常需要在完成一项任务后或定期的对照标准认真总结，找出问题，进行修订，作为下一个循环的工作依据。

二、质量管理教育

质量管理的教育工作与标准化工作同样是一项重要的基础工作。教育内容基本可分为两个方面。一是技术培训；二是质量管理知识的教育。

技术培训是质量管理教育的一个方面。产品是靠人设计、生产出来的。产品的好坏，归根到底取决于员工的技术水平，取决于各部门人员的管理水平。一个员工技术水平落后，技术知识陈旧，工艺、配方几十年不变的企业，即使有新材料、新设备，也难以想象能生产出具有强有力竞争能力的高质量产品。

技术培训又寓意深刻地称为智力投资。搞好员工技术培训的方法很多，除举办业余学校、短期脱产学习外，邀请专家讲学及岗位练兵，定期或不定期地举办技术表演赛、技术观摩等，都是行之有效的方法。技术培训应有严格的考核制度，并应将考核成绩存档，作为奖惩与升降级的依据。

值得提出的是员工的技术培训工作，不单指一般干部和员工，更包括从事多年工作的技术员、工程师。随着技术的发展和知识不断更新的需要，要鼓励他们留心新技术的发展动向，及时学习掌握新的科技成果，并放手使用，发挥他们的技术指导作用。他们是员工技术水平的带头人，这部分人知识更新了，才能使企业全体员工的技术水平不断提高。“质量管理始于教育，终于教育”，在全面推行质量管理中，质量管理的思想、方法及常用数理统计工具的学习教育工作，必须分级、分期逐步深入地进行。而且随管理科学和手段的发展，管理知识的教育也不是一劳永逸的，必须反复地进行。

三、质量管理中信息工作

情报或信息也有其广义和狭义两种含义。广义的信息是指围绕着企业的产品质量在国内外的有关科技成果和今后发展趋势、市场动态、原材料供应、用户反映等，企业要密切关注这些问题。狭义的信息，是指企业本身在质量管理工作中形成的有关质量情况数据、报表、资料、文件等，可以从中找出本企业的差距，明确今后的方向。在质量管理工作中，信息工作是一项不可缺少的基础工作。在质量管理体系内要设有专门的各级信息管理及信息反馈系统，做到准确、及时、全面，并要求及时整理、归纳、反馈，对前一循环中形成的原始数据和重要技术文件及时归档保管，以备查用。

四、质量检查工作

在建筑材料试验研究与质量管理工作中，无论是原材料的技术性质、产品生产与研制中工艺参数的选择与评价、产品质量的优劣、原材料的鉴定等等，都是通过一定的计量与理化检验手段得出结论的。在评述产品质量管理的发展时，虽曾提到事后检验在保证产品质量的局限性，但并非否定检验工作的重要性和必要性。相反，一定的计量和理化检验手段，是全面质量管理的科学依据，是全面质量管理的一项重要基础工作。

针对我国建筑材料行业的计量和理化检验工作的情况，要搞好这一工作，应做好以下几个方面的工作：

(1) 在质量保证体系中，质量检验属于厂长或企业经理直接领导下的质量管理室（科或处）的直接领导，它的工作应保持相对的独立性，不受生产管理人员的干扰；它的工作是对国家对企业领导负责，一切按标准办事，以标准为依据，对工艺、对产品质量、对各环节与工序的工作质量，应按照检验的数据做出判断，并应及时做好原始数据的归纳整理、分析和信息反馈工作。

(2) 企业决策人员，要充分认识到计量与理化检验工作的重要性，对检验人员要不断进行质量管理的教育，提高认识，加强责任感与检验技能，特别是数理统计的学习应进行较多的培训，同时还要进行其他有关科技知识的更新，使他们有一定的从事检验工作及分析判断的能力，为生产、计划和工艺改革、新配方的研究提供更多的信息。

(3) 注意检验手段的设备更新，尽可能发展在线自动检验技术。对原有检验设备一般三个月到半年定期由国家计量部门检验核准，并且要平时注意保养，以保持设备的精度和正常工作状态。

(4) 设备的管理及使用，应有责任感。检验工作的进行要依据标准进行，数据的记录、归纳、分析等工作要严格按格式填写，并注明日期和操作记录、复核等。所有检验数据和整理资料都要归档妥善保管。

第四节 质量管理小组活动

质量管理小组活动，在全面质量管理中起到重要的作用。质量管理小组是根据企业质量管理的长远目标或具体攻关目标自己组织起来，运用质量管理的思想和科学方法、工具，开展现场质量管理活动的“民办公助”的群众性组织，简称为 QC 小组。

一、活动方式

(1) 固定式

在同一车间或班组，可以组织一个或几个小组，根据本生产车间或班组的质量管理目标、技术难题和薄弱环节，自己组成，自选题目，每个组以 5、6 人较好，最多不超过 10 人，小组的目标要明确，解决一个课题之后，经过总结验收，可重新组合或继续另选题目进行第二个课题的攻关。

(2) 机动式

按所选攻关的课题需要，可以跨科室、跨车间或班组组成，问题解决后再重新组合。

二、活动内容

(1) 针对用户意见（包括下道工序）和生产中的薄弱环节、生产中的技术难题，选择 QC 小组活动内容，运用各种管理手段和工具，收集生产中的数据，进行分析归纳，提炼出有用的信息，通过实施，使产品质量、工作质量不断提高。

(2) 除针对生产中有关工序的质量外，对节能、节约原材料、降低成本、提高生产率、文明生产、安全保证和客户服务、后勤保证等工作质量中的问题也可以列入 QC 小组活动的内容。

三、活动的注意事项

(1) 领导支持，善于引导。经验证明，QC 小组活动无论在国外、国内都是一条成功的经验。有的企业中，每半年或一年召开一次 QC 小组成果发表大会，奖励有成绩的小组，树立学先进的榜样，这是一种行之有效的方法。

(2) 要注意选拔和培训 QC 小组组长。小组长是小组活动的带头人，不要輕易的更换。无论是领导选拔或群众推荐的小组长，都要对他们进行必要的质量管理知识的培训工作，使他们具有组织群众和进行科学试验的基本知识和能力。

(3) QC 小组要登记注册，以便及时检查、指导、总结。

第五节 常用的几种数理统计方法简介

常用的数理统计方法大致有 8 种：排列图法、因果分析法、直方图法、管理图法、工序能力图法、正交试验法、相关分析法和网络分析法等。

一、排列图法

在分析影响产品的质量时，常涉及到许多因素，如能用图表直观地找到影响产品质量的主要因素，对采取针对性措施提高产品质量，将起到显著的作用。这个方法最早是意大利经济学家伯莱托（Vilfredo Pareto）于 1960 年提出来的，所以又称为伯莱托曲线主次因素排列图。它是分析影响产品质量主要因素的最常用方法。排列图是由两个纵轴、一个横轴、若干个长方形和一条折线组成。

横轴上所列的是影响质量的若干个因素，并按影响程度的大小从左到右排列。两个纵轴中左边的一个表示频率（或件数），右边的一个表示影响质量各因素的累计百分率。长方形