

高等学校内部试用教材

材料試驗和質量管理的

數學原理

(适用于建材、土建专业)

王永達 陆吉祥 编

上册

兰州铁道学院

1985年8月

致 读 者

近年来,随着建材、土建工程管理和科研的迅速发展,概率统计受到了普遍的重视并得到了广泛的应用。但是,正如许多人感觉的那样,初学这一数学学科时相当的困难,究其原因,是它与其它的数学学科在理论及解决问题的方式上有其自己独特之处,所以学习中遇到困难是正常的。为了帮助读者克服学习中的困难,不少的数学工作者在如何将这一学科以通俗的形式用于生产实践方面作过很多努力。本书编者响应国内外许多知名学者关于发展应用数学的号召,试图立足于建材、土建工程行业,以这一行业中新产品开发和工艺改革实例,一方面深入浅出的阐述这一学科的基本理论和分析问题的方法步骤,另一方面着重介绍各种统计方法在材料试验与质量管理中的应用,期望通过本书的学习不仅使读者能够掌握概率统计的基础知识,同时,也能使读者具备利用统计方法,分析和解决这一行业中生产与科研问题的能力,而这后一点正是编者编写此书的目的所在。

诚然,编者在本书的通俗性方面作了一些努力,但概率统计毕竟是一门严密而抽象的数学学科,因此,书中不可避免出现一些必要的数学推导和比较复杂的运算,这些地方也许会给自学这本书的读者带来一定困难。在遇到困难的时候,不要失去信心,重要的是了解本书的特点,寻求学习方法,知难而上。

本书有三个特点,一是以建材、土建工程行业中从事生产与科研的读者所熟悉的实例,提出问题和引入概率统计的基本概念,这就在一定程度上减少了这一学科的抽象性,使读者产生一种具体实际的感觉;二是各种统计方法的介绍占据本书核心位置,每一方法都有适量的实例相配合,并尽量具体、详尽的阐述运用这些方法分析和解决问题的过程,这样,即使是有的读者开始还不完全理解本书所涉及到的某些概念,也同样可以运用这些方法去解决生产和科研中的问题;三是本书中除了一些用来阐明概念或说明方法的实例比较简单外,有相当一部分实例和习题都是近年来从事建材、土建工程方面工作的同志以及编者本人所接触到的课题,学习这些实例,不仅可以使读者加深对本书中所介绍的各种方法的理解和灵活运用,而且还可以使读者了解到当前这一行业中生产与科研的动态,开阔眼界,进而指导自己的工作,因而,从联系建材、土建工程实际这一意义上说,本书丰富了概率统计的内容。

根据本书的特点,编者建议读者在自学时从书中所介绍的实例入手,对涉及基本概念较多的章节,如第二、三两章及每章的开始部分,初次学习时不一定非要读懂不可,可以暂时放一下,待熟悉了各种统计方法后,再回过头来仔细琢磨,如此反复阅读,定会得到收益。

值得提醒的是,现在看来概率统计已经是建材、土建工程行业中必不可少的知识了,任何一个从事新产品研制、工艺试验和生产管理的工作者,都需要利用这些知识指导工作和分析结果,因此掌握这些知识是一件刻不容缓的事情。

本书初稿中，第一、二、三、五、八、九、十二等章由王永述同志执笔，其余各章由陆吉祥同志执笔，编出初稿后又由陆吉祥同志侧重于数学原理，王永述同志侧重于实际应用，反复修改多次而成。

本书附录中的计算机程序由甘肃省计算中心周仲宁同志编写，编者在此表示衷心的感谢。

本书的编写过程得到了全国建材教学研究会、甘肃省硅酸盐学会、中国铁道学会混凝土工艺学组等单位及有关领导、同志们的关心、支持与鼓励，编者借此机会向他们表示衷心的感谢。

现在，本书作为试用教材初次以内部资料的形式终于与读者见面了，限于编者水平和经验，书中一定有很多错误之处，殷切希望读者在使用中提出批评和指正。

编者

1985、7

目 录

序言	(1)
第一章 全面质量管理的基本内容	(5)
§ 1.1 全面质量管理的历史简介	(5)
§ 1.2 全面质量管理的基本概念	(9)
§ 1.3 全面质量管理的基础工作	(15)
§ 1.4 质量管理小组	(18)
§ 1.5 常用的几种数理统计方法简介	(21)
习题	(24)
第二章 随机事件和概率运算	(26)
§ 2.1 排列与组合	(26)
§ 2.2 随机事件的统计规律性	(30)
§ 2.3 概率的定义和性质	(33)
§ 2.4 概率的运算公式	(35)
§ 2.5 独立试验序列	(42)
习题	(43)
第三章 随机变量及其概率分布	(45)
§ 3.1 随机变量	(45)
§ 3.2 离散型随机变量及其概率分布	(48)
§ 3.3 连续型随机变量及其概率密度	(55)
§ 3.4 随机变量的数字特征	(62)
习题	(69)
第四章 抽样和估计	(70)
§ 4.1 总体、样本和统计量	(70)
§ 4.2 随机抽样方法和数据特点	(72)
§ 4.3 参数的估计	(73)
§ 4.4 分布的估计	(83)
习题	(89)

第五章	质量控制方法及其原理	(89)
§ 5.1	质量波动的两种原因.....	(89)
§ 5.2	工序能力及工序能力指数	(90)
§ 5.3	质量管理图的原理和作用	(9)
§ 5.4	计量型管理图和计数型管理图	(100)
§ 5.5	管理图的判别	(110)
§ 5.6	质量管理与质量检验	(113)
	习题	(115)
第六章	假设检验	(117)
§ 6.1	问题的提出	(117)
§ 6.2	χ^2 分布、t分布和F分布	(118)
§ 6.3	假设检验的基本思想	(124)
§ 6.4	参数的假设检验	(127)
§ 6.5	符号检验	(133)
§ 6.6	区间估计	(135)
§ 6.7	分布的假设检验	(140)
	习题	(145)
第七章	方差分析	(148)
§ 7.1	什么叫方差分析	(148)
§ 7.2	单因素试验的方差分析	(149)
§ 7.3	双因素试验的方差分析	(159)
§ 7.4	方差分析中的若干问题	(172)
	习题.....	(179)
第八章	正交试验	(182)
§ 8.1	何谓正交试验	(182)
§ 8.2	二水平的正交试验	(190)
§ 8.3	多水平的正交试验	(194)
§ 8.4	多指标试验的分析方法	(196)
§ 8.5	不等水平的正交试验	(200)
§ 8.6	活动水平的正交试验	(208)
§ 8.7	有交互作用的正交试验	(211)
§ 8.8	正交试验的方差分析	(214)
	习题	(220)
第九章	回归分析	(224)

§9.1	什么是回归分析	(224)
§9.2	一元线性回归方程的建立	(226)
§9.3	一元线性回归方程效果的检验	(231)
§9.4	预报和控制	(236)
§9.5	化一元非线性回归为线性回归	(232)
§9.6	多元线性回归方程的建立与回归方程效果的检验	(249)
§9.7	多元线性回归方程中每个变量显著性的检验	(258)
	习 题	(265)
第十章	回归正交试验	(268)
§10.1	矩阵代数简介	(268)
§10.2	什么是回归正交试验	(276)
§10.3	一次回归正交试验	(277)
§10.4	二次回归正交试验	(288)
§10.5	应用举例	(298)
	习 题	(304)
第十一章	抽样检验	(306)
§11.1	几个常用术语和符号	(306)
§11.2	接收概率和两种错判	(308)
§11.3	标准型抽检方案	(313)
§11.4	调整型抽检方案	(315)
§11.5	计量型一次抽检方案(以均值衡量批产品质量的情形)	(323)
§11.6	计量型一次抽检方案(以不合格品率衡量批产品质量的情形)	(332)
	习 题	(342)
第十二章	网络分析	(343)
§12.1	什么是网络分析	(343)
§12.2	网络图	(344)
§12.3	网络图的参数计算	(353)
§12.4	工序和全工程按计划完成的概率	(358)
§12.5	网络设计的优化问题	(360)
	习 题	(366)
习题答案		(367)
附 录		(371)
附录1	BASIC语言计算程序	(371)
程序1	均值、方差、标准差、变异系数和相关系数的计算程序	(371)

程序2	单因素试验的方差分析计算程序	(372)
程序3	多因素试验的方差分析计算程序	(373)
程序4	多元线性回归的计算程序	(377)
程序5	回归正交试验的计算程序	(380)
程序6	网络分析的计算程序	(383)
附录2	常用数学用表	(393)
附表1	正态分布表	(393)
附表2	泊松分布表	(395)
附表3	t分布表	(397)
附表4	χ^2 分布表	(399)
附表5	F分布表	(401)
附表6	符号检验表	(401)
附表7	$d(n, t)$ 和 $\phi(n, t)$ 表	(412)
附表8	$d'(n, t)$ 和 $\phi'(n, t)$ 表	(413)
附表9	q表	(414)
附表10	相关系数检验表	(415)
附表11	野点子临界值表	(416)
附表12	正交表	(416)

序 言

在材料试验和质量管理中，“数据”是分析问题和解决问题的最基本依据。生产中全面质量管理的一个重要特点是“一切用数据说话”，而凡是进行科学试验都离不开数据处理。因此，有关生产和试验研究中的抽样方法、数据采集、分析推断以及怎样运用数据进行质量管理与控制、工艺改革、研制新产品和改造老产品等工作，都离不开数据处理的数学原理及其方法。四个现代化建设的宏伟目标，又把应用数学的研究与应用，提高到一个前所未有的迫切高度。可以说，没有数学就没有现代化的生产和科学技术。在这一问题中，数理统计是其中应用较多的一门数学学科。因此，学习数理统计等有关数学知识，就成为生产管理人员和原有科技工作者知识更新的重要内容。

然而，由于建立在概率论基础上的数理统计的历史背景与发展，使许多人在学习时感到困难和学而生厌。

概率论起源于十七世纪意大利的文艺复兴时代，是数学领域中从数量侧面研究随机现象规律性的一个独特分支。回忆一下概率论的发展历史是很有意思的。在十七世纪，欧洲盛行着掷骰子的赌博游戏，当时有不少赌徒为了赢钱，对骰子上各点出现的几率大小花费了不少脑筋，有些人甚至请一些著名的学者帮助他们研究“赌博学”。1620年，意大利著名的数学家、物理学家、天文学家伽利略，曾应一位贵族的请求，从理论上论证了在一次同时掷三颗骰子中，10点、11点出现的几率最大，其次是9点和12点出现的几率最大，这个论点与赌徒们的经验完全一致。伽利略的研究成果不仅使赌徒们如获至宝，也引起数学界的极大兴趣。正是从赌博是否有利可图，怎样估计输、赢的可能性大小这个问题开始，数学家们开始致力于社会和自然界中的一些不确定现象，即随机现象规律性的研究。以后，随着生产实践的发展，经过帕斯卡、高斯、贝努里、费歇、柯尔莫格格夫等数学家们共同辛勤的劳动，使得概率论今天成为一门完整的、严格的数学分支。

由于概率论的起源与发展有这样一个历史背景，以致在目前各种概率论的教材中还保留着以口袋里摸球、掷硬币、掷骰子等作为例子，来阐明概率论中一些基本概念。虽然这些例子比喻形象，寓意深刻，只要稍加改变，如将红球表示产品的合格品，白球表示产品的不合格品，则口袋里摸球即可变为质量管理中产品合格与不合格的检验问题。然而，对初学者来说，这些例子往往使他们莫明其妙，难以理解，甚至学而生畏。因此，在学习中联系实际，深入浅出的解释概率论中的一些基本原理，是数学工作者面临的一个重要任务。

当代科学发展的一个特点，是概率论的基本思想日益渗透到各个领域，特别是由于生物学和农业试验的推动，以概率论为理论基础，又出现了一支十分活跃的数学分支——数理统计学

数理统计学是运用概率论的基本知识，对所研究的随机现象进行多次观察或试验，研

究如何合理地获得数据资料,建立有效的数学方法,根据所获得的数据资料对所关心的问题作出估计与检验。例如,在质量管理中,无论是抽样检验,还是进行科学试验,都需要根据“部分”推断“总体”,这种好象“坐井观天”的方法其理论根据是什么?在数理统计中都可以找到它的答案。

为了具体阐述数理统计的主要内容,现举一例来说明。

一构件厂年产10000根构件,检验人员只抽查了其中的50根构件的强度,于是就有下列问题:

1、怎样以50根构件强度数据去估计10000根构件的强度平均值以及强度值的离散程度?

2、从抽样得到的50个强度数据中,如何判断10000根构件的强度是否满足规定的标准强度要求?差别多大?显著性如何?

3、如何从10000根构件中抽取50根构件,使其具有代表性?50根构件的强度值有大有小,它们与班组、季节、原材料和工艺参数有何联系?是偶然性误差还是系统误差造成的?问题出在哪里?

4、构件强度与材料、工艺参数有什么内在联系?其数学表达式呈什么形式?

5、构件的强度涉及到各种原材料和工艺过程,哪一种原材料和工艺参数对质量影响最大?影响因素的最佳值是什么?

6、构件生产中,各工序间的衔接配合和工艺流程怎样计划安排,才能降低成本,提高经济效益?

上述等问题都是数理统计所要解决的课题。

第一个问题实质是要解决从50个(部分)强度数据去估计10000根(总体)构件的强度分布中的某些数字特征。在数理统计中解决这类问题的方法称为“参数估计”。第二个问题是要求以抽样得到的数据去检验总体强度分布的某些数字特征与规定标准之间的差异,数理统计学中解决这类问题的方法称为“假设检验”。第三个问题是要分析造成数据波动的原因,这种分析在数理统计中属于“抽样方法”、“方差分析”“管理图”和“直方图”的功能。第四个问题是根据观察数据,研究随机变量间的关系,这种研究方法属于数理统计中的“回归分析”。第五个问题是解决产品的最佳加工工艺,使产品优质、高产、低消耗,这类问题属于数理统计学中的“正交试验设计”。第六个问题是从事务衔接、工艺流程计划安排上提高企业的经济效益,这类问题属于“网络分析”所要解决的任务。

这里所提到的六个方面的问题,当然远不止数理统计的全部内容,但仅此已足能看出,这种数学方法对于提高产品产量和质量,对于从一大堆错综复杂的现象中,发现某些事物之间的内在规律有着极为重要的作用。

值得提出的是,在当前全面质量管理中,许多人对于“正交试验设计”和“网络分析”没有给以足够的重视,或者说还不够普及,而真正熟练运用它的人,就显得更少了。

大家都已知道,日本战后经济起飞是和全面质量管理联系起来的,确实如此,全面质量管理对日本的生产增长起到了巨大的作用。但是,很少有人知道,还有一个在某些方面对振兴日本经济起决定性的因素,就是引进和发展了“正交试验设计”。“正交试

验设计”是利用一套现成的正交表安排试验。这样可以大大地减少试验次数，节省人力物力的消耗，并且能以最快的速度完成产品最佳配方和加工工艺的选择。日本在过去三十年里，已有21000名工程师和科学家对“正交试验设计”这门课学习培训了60小时，还有7000人学习了120小时，3000人学习了八个月。一家著名的汽车公司规定，公司内所有的工程师，一定要完成“正交试验设计”这门课程的学习。丰田汽车公司在一年中有二千多个项目使用正交试验设计。据估计，日本十多年前，应用正交表已超过一百多万次。在美国，推行学习“正交试验设计”的范围远远没有日本那样深入广泛，也许这正是今天的日本在工业技术的许多方面处于领先地位的一个重要原因吧！

我国在1958年也曾学习和推广过“正交试验设计”，但范围十分有限，再加之十年动乱，大批“唯生产力论”，使得搞“正交试验设计”的人更是为数不多了。

十一届三中全会后，在本世纪末实现四个现代化，国民经济收入翻两翻的宏伟目标鼓舞下，“正交试验设计”这一科学的方法愈来愈多的受到人们的重视和应用。现在，我国许多工厂已经应用正交试验法，并且取得了上千项成果，经济效益十分显著。“正交试验设计”被人们誉为是一种新的“生财之道”，是工厂起死回生的“一付灵丹妙药”。某制药厂生产的长效磺胺，原来用老方法做了一百多次试验，优质率为百分之二十，改用正交试验法，只作了十二次试验，优质品率就提高到了百分之九十七点八。再如某化工厂生产的一种新型彩色胶片成色剂，原来质量不稳定，原材料消耗高，利用正交试验法，只作了十六次试验，就找到了良好的工艺参数，使产品批批合格，消耗大大降低，节约金额达二十七万多元。

“网络分析”更是一个不为人们所注意的数学方法。

长期以来，在工程技术和科研生产计划安排方面，一直沿用横道图，即施工进度图的方法，它的特点是列出项目后，画出横道线以表明进度的起止时间，方法简单、直观，但只能表明已有的静止状况，不能反映出项目之间错综复杂的相互联系、相互制约的关系，不能反映出关键事项，也不能反映出总体和全局。

随着现代科学技术的发展，工程和技术日益复杂，凭经验或单纯的分析、比较、推断，常常误事，不能满足客观事物发展的要求。因此，要有更加科学、更加完善的方法来解决计划安排问题，以提高工作效率。

国外，在五十年代开始就在探索有关这方面的问题。美国杜邦公司和海军特种计划局，先后在1952年和1958年提出了“关键路线法”及“计划评审法”，这两种方法在世界各国得到了极为普遍的应用，1965年，我国著名的数学家华罗庚教授也开始介绍这些方法，并取名为“统筹法”。

无论是“关键路线法”、“计划评审法”，还是“统筹法”，一般都统称为“网络分析”。“网络分析”是把工程或任务作为一个统一的系统来处理，将组成系统的各项工作的各个阶段，按先后顺序通过网络的形式联系起来。然后，通过简单的计算，对系统进行控制和调整，指出对全局有影响的关键工程和关键路线。从而对整个工程或任务作出切合实际的统筹安排，达到以最少的时间和消耗来完成工程或任务的预期目标。

“网络分析”特别适用于一次性的工程或任务。工程任务愈复杂，采用网络分析收益愈大。

现在，国外和我国深圳等特区搞工程投标。衡量一个招标单位是否有能力高速度，高质量的按期完成工程项目，首要的是要看这个单位在完成投标任务中，依据“网络分析”所作的工程施工网络图是否合理，也就是说，是否达到了时间、费用优化的目标，如果说连网络图都没有，那肯定中标困难。因为这样的施工单位，在招标单位看来，工程管理能力是不充分的。

上面所谈到的这些数理统计的内容，在我们材料生产和土建工程行业中，还远不够普及，熟练运用它的人更是为数不多，因而严重影响新技术、新产品、新工艺的开发及经济效益的提高。因此，我们建议，在建材生产和土建行业中，应大力普及和推广数理统计等有关数学知识。本书就是应此任务的需要而编写的

诚然，材料工业的发展和工艺改革等，涉及到许多因素，如企业管理知识，材料科学理论的发展和机具改革等，而数学知识与方法不是万能的。在强调发展应用数学的研究与普及的同时，必须重视发展与材料有关的其它学科。但是，在材料工业的发展中，数理统计等有关知识的研究与普及，无疑是不可缺少的重要一环，应给予足够的重视。

第一章 全面质量管理基本内容

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。产品的质量水平,是衡量一个国家、一个企业管理水平、技术水平和经济水平的综合标志。质量问题直接关系到国家和企业的前途、经济效益和声誉,也直接与用户的切身利益有关。一些经济发达的国家提出,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的通行证。战后的一些西方国家的经济起飞,究其原因,无一不是把质量管理视为一门新兴的科学,并在生产中加以应用发展有关。

我们在学习外国先进经验的基础上,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水平,关系到实现四个现代化和在本世纪末少国民经济翻两翻的重大问题。在此活动中,数理统计等数学知识是其中的一个难点。不少的专家指出:“当前质量管理的关键,在于普及数理统计知识。”因而,针对全面质量管理中的需要,大力普及有关应用数学知识,是当前学习和推行全面质量管理中的一项迫切任务。本章及以后各章,我们将在简要介绍全面质量管理的基本概念、内容、任务和方法的基础上,结合建筑材料与土建材料专业,通俗地介绍全面质量管理中的有关数学原理与运用方法。在数学原理的介绍中,不追求数学上的严密性、系统性,着重弄清基本概念,把有关数学知识的应用方法、步骤做为重点。以期在推行全面质量管理中,在普及有关数学知识方面,对从事此项工作的同志有所帮助。

§ 1.1 全面质量管理的历史简介

一、质量管理的发展概况

质量管理是美国、英国、法国、日本等经济发达国家随着资本主义商品的发展,而兴起的一种科学管理方法。其发展历史基本上是从本世纪的二十年代初起到现在,中间大致经历了三个阶段。

1、产品的事后检验阶段

这一阶段大致是从二十年代初到四十年代。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。首先是在美国,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·Teyler),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”的理沦,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, 制定出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, 否则按较低工资率计发工资。

(4) 按标准操作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”, 从产品中剔出不合格产品, 以保证产品质量和产品的竞争能力。

泰勒的“科学管理”的最大贡献, 是把管理工作上升到科学范畴的高度去研究, 废除单纯的经济管理, 实行各方面工作的标准化, 管理人员从生产中分离出来, 形成了工厂中的专门管理机构, 使产品的产量、质量开始有了保证, 对当时的生产起到很大的推动作用。但是, 这时的质量管理的方法纯属“事后检验”, 其最大缺点是只能从已生产的产品中, 发现和剔除一些不合格产品, 而难以预防不合格品的产生, 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四十年代到六十年代发展起来的, 简称为 SQC(Statistical Quality Control)。

一九二〇年前后, 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。一九二四年美国的休哈特(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, 上述质量管理的方法, 并没有得到应有重视与推广, 直到四十年代, 随着第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, 各工厂妇女及不熟练工人的增多, 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。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。为此, 美国国防部邀请了休哈特、道奇、罗米格、华尔特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”及其它有关文件, 以军事命令的手段, 强制生产军用品的各企业执行。实践证明, 这种统计质量管理的办法效果良好, 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的方法, 而且又有了新的补充与发展。

统计质量管理的主要特点, 是强调了以“预防为主”和“一切用数据说话”的数理统计方法, 使质量管理由“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”，使统计质量管理方法在较大范围内的应用受到一定限制。

我国在五十年代末到六十年代初，以第一机械工业部和中国科学院为首，也曾个别企业中推行过统计质量管理，并取得了一定的成效。但由于宣传和普及工作做得不够，未引起各方面应有的重视，加之十年浩劫，使这一工作受到冲击而中断。

3、全面质量管理阶段

全面质量管理(Total Quality Control)阶段，简称T·Q·C阶段，它从六十年代开始，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，以及宇航技术，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”飞船和“水星五号”运载火箭，共有五百六十万个零件，即使是这些零件的99.9%是完好的，飞船中也可能有五千六百个零件发生故障，其后果不堪设想。为此，全套装置的可靠性需达到99.9999%，即在一百万次的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、职工教育等工作和现代化科学技术等。在这一形势要求下，五十年代后期，美国的管理专家费根堡(A·V·Feigenbaum)、朱兰(J·M·Juran)等人提出全面质量管理概念。

全面质量管理(或称综合质量管理)，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理统计为基本手段，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，全面质量管理从六十年代开始提出后，很快从美国传到西欧和日本，以后又在日本得到发展，现在受到世界各国的普遍重视。

日本是从最早引进和推行全面质量管理的国家，同时也是受益最大的国家。战后的日本工业几乎破产，国土小资源贫乏，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能力，关系到民族发展与存亡的大问题。朝鲜战争初期，最早遇到的是日本通讯设备管理不善，电话缺陷多，经常出毛病，同时，产品由于质量低劣而大量积压。于是，美军当局勒令有关通讯部门推行质量管理。这是客观上促使日本有关工业部门推行质量管理的开端。他们从五十年代开始，就逐步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，走过弯路，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到不够，致使工业界人士感到质量管理工作是件难事；

(2) 产品、技术和其它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，于一九五四年日本又再次聘请美国专家朱兰博士去日讲学，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，学习美国，“青出于兰而胜于兰”。仅据一九六九年调查，在1566个工厂中，推行全面质种管理的工厂占91%。详见表1—1和表1—2。

表1—1

项 目	厂 数	占 比 率 (%)
调 查 工 厂 总 数	1566	100
推行质量管理的工厂	1424	91
未推行质量管理的工厂	117	7
无 回 答 的 工 厂	25	2

按行业划分质量管理推行情况

表1—2

项 目	金 属	机 械	电 机	化 学	纤 维	木 工	食 品	出 版	日 用 品
推行质量管理的厂 (%)	93	86	92	95	92	86	90	77	94
未推行质量管理的厂 (%)	5	11	8	4	7	11	10	17	3
无 回 答 (%)	2	3	0	1	1	3	0	6	3

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，到六十年代中期就摘掉了“东洋货是次品”的代名词帽子。很多产品，如彩色电视机、汽车、钢铁、电子产品、工程机械等产品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。十年前日本工业产品出口和进口贸易额是一比一，而到一九七八年已跃到了十比一，按人口平均国民经济生产总值已接近美国。

日本经济起飞的原因，各国专家普遍认为，一靠现代化科学技术；二靠引进并发展了现代化管理科学。日本的经验受到世界各国的普遍重视。

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。因此，用传统的认识方法去看待和推行质量管理活动，必将事倍而功半。

二、我国推行全面质量工作的情况。

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的科学。在建材工业和土建行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比原有管理方法有更好的效果,而且会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,更好地为实现四化做出贡献。

我国自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老式管理办法。三十多年来生产技术、现代科学有了突飞猛进的发展,而管理体制基本没变。在这些年中,有的企业虽然也运用了一些优选法、运筹学、数理统计以及管理方法上的三结合等形式,但总的说来质量管理同整个企业管理一样,没有提到科学的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,又没有搞好群众性的全面质量管理宣传教育活动,更谈不上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,和时代相比我们已经落后了二、三十年。近年来,我国在实行对外开放政策,引进现代化科学技术的同时,全面质量管理的科学管理方法,逐步受到了应有的重视,全国范围内各行各业以从未有的声势在学习、推广全面质量管理的思想、理论和方法。中央领导同志一再指出,我们是社会主义国家,生产的目的是为了满足人民不断增长的物质和文化生活的需要。因此,必须坚持按社会的需要组织生产,坚持效益和速度的统一,质量和数量的统一,并且当两者发生矛盾的时候,速度应服从效益,数量应服从质量。同时也指出:“质量管理问题是企业管理的中心环节。”在这一形势下,各部门出现了一些推行全面质量管理的先进典型。但总的看来,我国全面质量管理活动的发展,还处在宣传、教育和普及阶段,全面质量管理的意义和作用远没有引起有关企业领导,即有关企业决策人的应有重视。建材和土建行业,是四个现代化建设的物质基础,随着社会主义建设的深入发展和人民的生活提高,更应把学习、推行全面质量管理当成推动企业管理改革,提高生产技术水平,改变企业面貌的重大课题来抓。总之,推行全面质量管理活动是当务之急,势在必行,是每一个企业管理者的重大课题,是时代赋予的历史使命。

§1.2 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。一是狭义的,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,认为好的产品质量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?

产品质量是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,也就是常说的物美价廉。所谓自然属性是指产品必须具备的使用功能。如建材生产中的水泥,应满足国家规范的抗压抗折强度要求;一座桥梁或隧道应能在规定条件下提供交通车辆或行人安全跨越障碍的需要。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。如一厂房

或构件其质量可靠性,是指在使用期内的规定条件下,它的强度、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经济效益问题。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,质量越好则成本越高,销售价格也相应的提高,但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。如图1—1中A点为质量水平的最低点,低于此点,产品会遭到用户的拒绝;

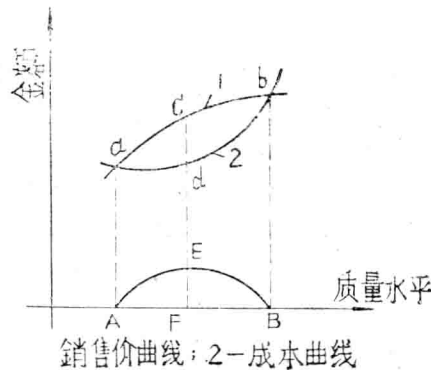


图1—1工程质量与经济效益的关系

B点为质量的最高点,高与此点,售价急剧提高,也会无人购买。abc线是产品随质量提高的成本曲线,A、B两点之间是盈利区,销售曲线减去成本曲线是盈利曲线AEB,质量管理者的目的是从产品的设计和制造入手,加强全面质量管理,在保证产品自然属性的前提下,以可能低的成本,获得最佳的经济效益。

(3)适用性。这是指在满足规定的产品功能和竣工期前提下,要求建筑物使用方便、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、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管理手段,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工作,在为提供生产合格产品,减少不合格品的件数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。上述几个方面都受到各方面的影响,国外总结这些影响因素有:人(Men)、原材料(Materials)、设备(Machina)、方法(Method)和环境(Enveroment)五大因素,有人称其为“4M1E”,其中每一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