

沈祿深、何官芳、董鼎新、陈树栋 编著

石油化工 质量管理与数理统计 TQC

263

黑龙江科学技术出版社

前 言

自1978年我国石油化工企业推行全面质量管理以来，取得了显著成效。八年的实践证明，推行全面质量管理是社会主义企业提高产品质量、降低消耗、改善企业素质、增加经济效益的一条主要的途径。

随着全面质量管理的进一步推行，石油化工战线上的广大职工越来越感到需要适用于本行业的全面质量管理读物。为此我们在石油化工企业实践经验的基础上，借鉴国内外质量管理理论编写了《石油化工质量管理与数理统计》一书。

全书共十一章，第一章、第二章和第四章为全面质量管理基础知识，可以作为普及读物，第三章和最后七章可作为不同程度的深化读物。结合石油化工专业实际，内容由浅入深。本书也可以作为石油化工技工学校、中专和职工大学的学生参考书。

大庆石油化工总厂总工程师沈涤深同志担任主编。董鼎新编写第一章、第二章、第十章；何官方编写第三章、第四章、第五章、第六章、第七章、第九章、第十一章及附表；陈树栋编写第八章。

由于水平所限，加上时间仓促，书中错误与不足之处一定不少，请读者批评指正。

编 者

1986年5月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 质量与质量管理	(1)
第二节 质量管理发展简况	(2)
第二章 全面质量管理	(6)
第一节 全面质量管理的定义及特点	(6)
第二节 全面质量管理的基本观点	(8)
第三节 全面质量管理的基本方法	(10)
第四节 全面质量管理的基础工作	(19)
第五节 质量保证体系	(46)
第三章 统计学基础	(50)
第一节 概率的基本概念	(50)
第二节 概率分布	(59)
第三节 随机变量的数字特性	(71)
第四章 全面质量管理的常用数理统计方法	(80)
第一节 质量数据的收集	(80)
第二节 分层法	(83)
第三节 调查表法	(84)
第四节 排列图法	(86)
第五节 因果图法	(90)
第六节 直方图法与工程能力调查	(94)
第七节 控制图法	(111)

第八节 相关图法	(133)
第五章 参数估计	(134)
第一节 数理统计的基本概念	(134)
第二节 参数的点估计	(136)
第三节 参数的区间估计	(144)
第六章 假设检验	(152)
第一节 假设检验的基本概念	(152)
第二节 参数 μ 的假设检验	(154)
第三节 参数 σ^2 (σ) 的假设检验	(162)
第七章 方差分析	(167)
第一节 方差分析的基本概念	(167)
第二节 单因素方差分析	(168)
第三节 双因素方差分析	(176)
第八章 正交试验设计法	(192)
第一节 基本概念与基本方法	(192)
第二节 正交试验设计的实施	(197)
第三节 有交互作用的正交试验	(205)
第四节 水平数不同的正交试验	(211)
第五节 正交试验结果的方差分析	(217)
第九章 回归分析	(233)
第一节 概述	(233)
第二节 一元线性回归方程	(235)
第三节 回归问题的方差分析与相关分析	(243)
第四节 利用回归方程进行预测和控制	(248)
第五节 非线性回归问题	(255)

第十章 网络分析技术	(262)
第一节 网络图.....	(263)
第二节 网络图的编制.....	(268)
第三节 网络图的时间参数及计算.....	(273)
第四节 事项按计划完工的概率计算.....	(281)
第五节 网络图的时间优化.....	(285)
第六节 网络图的时间——费用优化.....	(288)
第七节 人力、材料与设备的统筹安排.....	(291)
第十一章 新七种工具	(295)
第一节 概述.....	(295)
第二节 关连图法.....	(298)
第三节 KJ 法	(305)
第四节 系统图法.....	(310)
第五节 矩阵图法.....	(314)
第六节 矩阵数据分析法.....	(321)
第七节 过程决策程序图法 (PDPC法)	(325)
第八节 箭头图法.....	(329)
附表	(330)

第一章 概 述

第一节 质量与质量管理

一、质量

全面质量管理中所讲的质量是广义的质量概念。除指产品质量外，还包括工程质量和工作质量。

产品质量是指产品的使用价值，也就是产品能够满足社会和人们需要的自然特性。一般包括适用性——即产品的适用范围；可靠性——即产品的精度、寿命和安全等方面的特性；经济性——即生产成本、销售价格和在使用过程中的社会经济效益。

工程质量也称工序质量，指的是人、原材料、设备、工艺、工作环境这五个方面的因素同时影响加工过程的质量。只有控制这五方面的因素，才能提高工程质量，从而保证产品质量。

工作质量就是企业管理工作、技术工作、组织工作以及后勤服务工作对提高产品质量和提高经济效益的保证程度。

因此产品质量、工程质量和工作质量三者是密切联系的。产品质量是后两者的综合反映，而后两者是前者的保证。质量管理必须对这三者实行全面的管理。

二、质量管理

质量管理就是为了保证和不断提高产品质量而对企业各部门、各环节有关质量的活动进行组织、协调和控制。

工业产品如果不在质量、交货期、价格三方面满足消费者的要求，就不能作为商品进入市场。为了以最低的成本生产出适合用户要求的产品，就要进行全面质量管理。

石油化工产品质量好坏取决于工程质量。因此，应把质量管理的重点放在工程质量管理上，主要应抓产品的研制开发、装置的设计、过程控制以及原材料和产品的售后服务等环节。

第二节 质量管理发展简况

一、质量管理发展的三个阶段

随着工业的不断发展，质量管理大体经历了三个阶段。

第一阶段：质量检验阶段。19世纪末到20世纪40年代，质量管理仅仅是从成品中挑出废品。企业设立“检验部门”，通过产品质量评价和检查来实现质量管理。这种管理虽然在当今社会里仍有重要意义，但存在以下二个缺点：

- ①“事后检验”，没有能力在生产过程中防止废品的产生。
- ②对破坏性及寿命试验，由于客观上不允许全数进行，无法了解和证明产品质量。

第二阶段：统计质量管理阶段。这是20世纪四、五十

年代从欧美开始的。1924年,美国贝尔实验室的休哈特(W. A. Shewhart)首先提出了“控制图”法,开始将数理统计的思想和方法用于生产过程中的质量控制,目的是解决在生产过程中事先预防不合格品产生的问题。1931年,休哈特将自己陆续发表的一些论文和所设计的质量管理方案以及“质量控制图”等汇集起来,出版了《工业产品质量的经济控制》专著。1929年,贝尔研究所的道奇(H. F. Dodge)和罗米格(H. G. Romig)发表了《挑选型抽样调查法》论文,目的是解决在破坏性检验条件下既保证产品质量又使检验费用较小的矛盾。由于30年代世界经济危机频起,这些科学方法均未能在质量管理中发挥应有的作用。

第二次世界大战初期(40年代),美国大批民用工业转为军用工业,由于军需品的检验大多属于破坏性检验,事后全检既不可能也不许可,事先又无法控制不合格品,因而不能满足交货期的要求。美国国防部为了解决这一难题,特邀休哈特、道奇、罗米格等专家及美国材料与试验协会、美国标准协会、美国机械工程师协会等有关人员研究,于1941~1942年先后制定了“美国战时质量管理标准”,强制推行统计的质量管理,半年后大面积见效,引起人们普遍关注。战后各公司仍然沿用,一些国家也纷纷效法,使质量管理进入统计质量管理阶段。

但统计质量管理只强调了数理统计的作用,依靠少数专家进行统计而忽视了组织管理工作和工人的积极性。同时还存在着不能“时时考虑用户需要”的缺点。

第三阶段:全面质量管理阶段。1961年美国的菲根堡姆

(A.V. Feigenbaum) 提出了全面质量管理思想, 强调整个企业人人关心质量, 所有部门都应围绕保证和提高产品质量而活动。日本引进了全面质量管理, 结合日本国情, 强调全体职工参加, 开展 QC 小组活动, 取得了显著成效。

二、日本质量管理发展概况

日本在第二次世界大战中是战败国, 战后靠掠夺手段倾销劣质产品的办法行不通了。面临国内人口多、资源贫乏的严重问题, 只能走工业产品出口的道路。因此日本提出“以质量打开市场”的口号。1949年日本从美国引进统计质量管理, 同时日科技联盟 (Japanese Union of Scientists and Engineers, JUSE) 成立了质量控制研究小组, 进行各种研究, 并且以各企业技术人员为对象, 开始进行质量管理基础课程教育和培训。同年, 日本工业标准化法成立, 实行统计质量管理。1950年, 日本发行了《质量管理》及《标准化与质量管理》月刊杂志, 对推进质量管理做出了贡献。日科技联盟还聘请美国 W.E. 戴明博士来日本, 进行有关统计质量管理的讲学。1951年, 为了纪念戴明博士来日讲学, 民间团体设立了戴明奖及戴明实施奖。1954年经济新闻设立了质量管理文献奖, 同年又聘请美国 J.M. 朱兰博士对企业首脑进行讲学, 使企业首脑理解了质量管理是经营管理的重要组成部分。1951~1954年间, 是日本统计质量管理的普及时代。1955~1960年, 日本在统计质量管理基础上逐步发展成为具有日本特色 (即全体职工参加的) 的全面质量管理。1961~1970年, 日本推行全面质量管理取得巨大成就, 产品

不断向世界各国出口，国民收入迅速增加，日本质量管理开始为世界所注目。

三、我国质量管理简况

1958年，我国曾在个别企业中推广使用数理统计方法进行质量管理，并取得过一些成绩，由于宣传普及工作做得不够，未能引起各级领导的重视。文化大革命刚开始，这项工作就遭到了冲击而被迫中断。十年浩劫后，根据四个现代化建设的需要，必须迅速提高企业科学管理水平，切实将产品质量搞上去，这是广大企业面临的一项迫切任务。

1978年，我国工业企业开始推行全面质量管理，经过两年多的实践，已经取得了初步效果。1980年3月，国家经委正式颁发了“工业企业全面质量管理暂行办法”，大大加快了推行全面质量管理的步伐。据不完全统计，到1983年，全国共举办全面质量管理学习班13万期，听讲人数达1200万人次，出版书刊400多种，书籍300多万册，期刊100万册，推行全面质量管理的企业达23000个。质量管理小组发展到27万多个，参加小组活动的职工近400万人，开始形成了一支群众性质量管理活动的中坚力量。1983年，国家经委又颁布了“质量管理小组条例”，设立了国家质量管理奖，标志着全面质量管理进入了一个新的发展阶段。

目前 各石油化工企业正在吸取我国传统的质量管理的经验，运用全面质量管理的观点、方法，结合我国国情，开创具有中国特色的质量管理新路子。仅1985年中国石化总公司就有4000多个质量管理小组在活动，其中部级优秀小组共97个。

第二章 全面质量管理

第一节 全面质量管理的定义及特点

全面、质量、管理三个词的英文字头分别是T、Q、C，所以把全面质量管理简称为TQC(Total Quality Control)。虽然各国对全面质量管理的文字定义不一样，但基本含义大体相同。中国质量管理协会把全面质量管理定义为：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、研制、生产和销售用户满意的产品管理活动。

根据全面质量管理定义，应包括以下几个方面：

1. 管理的目标。要求企业开展工厂方针管理，和其它管理一样，在工厂方针中应该设定质量目标（包括质量、交货期、数量、成本、服务），然后组织实施，围绕着目标来开展活动，最终达到用户满意的目的。

2. 对产品质量开展“三全”的管理。即全企业的质量管理，企业所有部门都要涉及质量，都要保证质量。全体人员都要参加管理，对产品形成全过程的广义质量（包括质量、产量、交货期、成本、服务）实行管理。这就是通常所说的，“三全”。

3. 管理手段。全面质量管理不仅使用以概率论为基础的数理统计方法，还要使用综合管理的许多管理技术、专业技术和其它科学方法。

4. 建立质量保证体系。全面质量管理要求建立一个稳定的生产合格产品的组织工作系统。

全面质量管理的特点：

1. 目标明确。是为了经济地生产出用户满意的产品。

2. 全面的质量管理的对象是产品形成全过程的广义质量，除产品质量以外，还包括数量、交货期、成本、服务和各项工作质量。

3. 全过程的质量管理。为了使用户得到满意产品，并使产品能充分发挥其使用价值，不仅要对产品的形成过程进行质量管理，还要对其形成前后的过程——设计过程、制造过程、辅助过程、使用过程进行质量管理。

4. 全员管理。全面质量管理不仅仅是质量管理部门和检验部门的事，而是企业各部门所有人员的事。因为企业各部门各项工作的质量都直接或间接地影响着产品质量和销售服务质量。它体现了企业全体人员都在各自有关的工作中参与质量管理工作。

5. 科学的管理。全面质量管理是以科学的态度、科学的方法、进行科学的管理。它的“三全”（全企业、全过程、全员）思想，为用户服务，以预防为主、一切用数据说话以及群众性质量管理活动的观点，按科学的 PDCA 循环（本章第三节将详细介绍）办事方法都体现了全面质量管理的科学性，从管理手段上看，采用了以概率论为基础的数理统计手段，

应用了计算机等现代化管理技术。

第二节 全面质量管理的基本观点

一、质量第一

坚持质量第一是坚持企业的社会主义方向的大问题。把产品的价值和使用价值割裂开来，对立起来，忽视产品质量，片面追求产值的思想和做法，是同社会主义企业的性质和生产目的根本不相容的；坚持质量第一是生产力发展客观规律的要求。由于科学技术的飞速进步，生产的极大发展，各行各业对产品的需要除了量的增加外，对质的追求日益提高。同时对人、劳动手段、劳动对象的质量要求也越来越高。坚持质量第一，企业才有光明前途。产品质量好了，才能打开出口渠道。要想在国际市场上有竞争能力，必须在产品质量上狠下功夫。

二、用户第一

企业是生产者，用户是使用者。企业生产出的产品是为了满足用户的需要。用户对产品是否满意，是鉴定产品质量好坏的根本标准。用户的意见则是企业改进产品质量的信息。为用户服务是职业道德的标志之一。在这里，要特别强调“下道工序就是用户”的概念。这样每道工序的产品要转下道工序去，必须达到质量标准，才能保证最后产品达到标准。

三、预防为主

产品质量的产生和形成大体包括下列环节：研究→试制→设计→基建→生产（包括原材料、半成品的生产和测试）→销售→使用以及生产辅助过程。各环节对产品质量有着直接或间接的影响。因此现代化企业必须采取全过程管理，有一套科学的管理方法、程序和制度，运用数理统计工具和先进的检测手段，建立完备的质量保证体系，预防各环节不合格品的产生。

四、一切用数据说话

企业的数字很多，如操作记录、质量分析、生产台帐、仪表记录数据、科室报表以及用户意见等都是质量的信息数据。必须运用数理统计方法进行科学分析，摸索生产过程的规律，从而控制和预测质量参数，达到生产平稳保证质量，这一点对石油化工企业尤为重要。只有这样才能减少盲目性，取得主动权，促进质量管理科学化。

五、群众性质量管理

在我们社会主义的中国，企业由工人当家作主，所以质量管理必须注意到群众性。充分发挥“干部、技术人员、工人”三结合的作用，让大家都参加管理，提合理化建议，进行自我控制，开展QC小组活动。使每个职工都为保证和提高产品质量做出贡献。

第三节 全面质量管理的基本方法

全面质量管理的基本方法，包括科学的工作程序和数理统计方法。本节着重介绍 PDCA 循环法和工厂的方针目标管理，统计方法将在第四章中介绍。

一、PDCA 循环的工作方法

1. PDCA 循环的四个阶段

要有效地推行全面质量管理，必须遵循一个好的工作方式，全面质量管理的工作方法就是“计划、实施、检查、处理”四个阶段的循环过程，简称 PDCA 循环。最早由美国人戴明提出，故又称戴明循环（P、D、C、A 代表英文的“计划”、“实施”、“检查”、“处理”的第一个字母）。

（1）计划阶段（P 阶段）

它包括确定方针、目标、管理项目、活动安排和制定完整计划的具体方法。在制定计划时，首先要找出存在的问题、发生问题的原因，并找出主要原因，最后制定措施计划。计划要求尽量明确，要包括六个方面的内容，即“5 W1H”：

- | | |
|-------|--------------|
| Why | 必要性（为什么干）； |
| What | 目的（该干什么）； |
| Where | 地点（在什么地方进行）； |
| When | 期限（什么时间完成）； |
| Who | 负责者（谁来执行）； |
| How | 方法（怎样干）。 |

(2) 实施阶段(D 阶段)

实施就是执行计划完成任务。在实施前要正确理解和传达计划内容,然后按照计划要求,认真贯彻执行。在实施过程中要注意观察和记录执行中的状态,认真做好数据的收集和分析。

(3) 检查阶段(C 阶段)

要到现场检查各项工作是否按计划要求执行了?其中哪些干对了?哪些干错了?哪些有效果?哪些没有效果?并找出异常情况的原因。要检查措施效果、最终质量等目的是否达到。要用“数据”说话,不能凭印象。

(4) 总结阶段(A 阶段):

根据检查阶段结果,把成功的经验和失败的教训加以总结形成标准化(制度化、规格化)。在下一次进行相同工作时,不必再重新讨论、研究请示等等,直接按标准进行,防止问题的再产生。对于未解决的问题,找出原因后放到下一个 PDCA 循环中去解决。

2. PDCA 循环具体实施的八个步骤

PDCA 循环的四个阶段在具体实施中,又分为八个步骤,如表 2-1 所示:

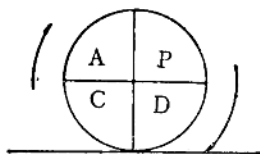
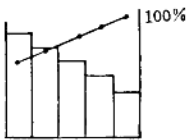
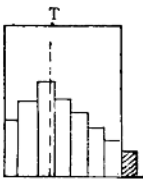
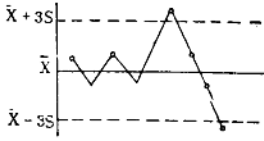
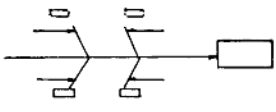


图 2-1 PDCA 循环

表 2-1 PDCA 循环的四个阶段八个步骤

阶段	步 骤	应用数理统计方法	说 明
P	1 分析现状 找出问题 所 在	 图 1	排列图（前几项为主要问题的所在）
		 图 2	直方图（观察图形状态并与标准进行比较即可发现问题）
		 图 3	观察各种控制点有无超出上下控制界限的异常点和分析控制界限内点有无排列性缺陷
	2 寻找问题 存在原因	 图 4	因果图（注意集思广益）