

混凝土及预制混凝土构件 的质量控制

耿维恕 钟炯垣 韩素芳 编著



中国建筑工业出版社

混凝土及预制混凝土构件 的质量控制

耿维恕 钟炯垣 韩素芳 编著

中国建筑工程工业出版社

(京) 新登字 035 号

本书较全面系统地阐述混凝土及预制混凝土构件的质量控制。内容包括质量控制概述、混凝土的质量要求、混凝土质量的初步控制、混凝土质量的生产控制、混凝土质量的合格控制及预制混凝土构件的质量控制。

本书以实用为原则,可供土建公司、施工现场、混凝土制品厂、预拌混凝土厂和质量监督检查、科研单位科技人员以及土建类院校师生阅读参考。

**混凝土及预制混凝土构件
的质量控制**

耿维恕 钟炯垣 韩素芳 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京密云县云浩印制厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 11⁵/₈ 字数: 259 千字

1996 年 3 月第一版 1996 年 3 月第一次印刷

印数: 1—4, 100 册 定价: 13.00 元

ISBN 7-112-02717-9

TU·2080 (7816)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

随着建筑工业与结构设计理论的发展,结构设计由经验设计方法过渡为概率设计方法。为了保证建筑结构具有规定的可靠度,除应进行必要的设计计算外,还应对材料性能、施工质量、使用与维修进行相应的控制。为此,从1976年开始,在原国家基本建设委员会、原建筑工程部、原城乡建设环境保护部和建设部的组织领导下,由中国建筑科学研究院、北京市建筑工程总公司、西安建筑科技大学、北京市第一建筑构件厂、中国建筑第四工程局科研所、中国建筑第三工程局科研所、无锡市住宅设计室、山西省第一建筑公司综合加工厂、上海市混凝土制品一厂、广西壮族自治区第五建筑公司、中国建筑第六工程局、沈阳市建筑工程研究所等12单位有关人员组成了“混凝土质量控制与验收”专题组,开展了混凝土质量控制、混凝土质量早期判定试验方法、混凝土强度检验评定标准、预制混凝土构件质量控制方法等的试验研究工作,并在有关混凝土制品厂及施工现场进行试点。专题组研究编制的国家标准、部标准《早期推定混凝土强度试验方法》(JGJ15—83)、《混凝土强度检验评定标准》(GBJ107—87)、《混凝土质量控制标准》(GB50164—92)和《混凝土及预制混凝土构件质量控制规程》(CECS40:92)等,先后经原建筑工程部、国家计划委员会、国家技术监督局、建设部和中国工程建设标准化委员会批准发布实施。

本书就是以上述《标准》和《规程》的基本内容为框架,

目 录

第一章 概述	1
第一节 质量与质量控制	1
第二节 质量管理的发展概况	4
第三节 全面质量管理	8
第二章 混凝土的质量要求	13
第一节 混凝土拌合物	13
一、混凝土拌合物的稠度	16
二、混凝土拌合物的含气量	20
三、混凝土拌合物的水灰比及水泥含量	21
四、混凝土拌合物的均匀性	22
五、混凝土拌合物的温度	23
六、混凝土拌合物的碱含量	24
第二节 混凝土的强度	25
第三节 混凝土的耐久性	31
一、混凝土的抗渗性	32
二、混凝土的抗冻性	34
三、混凝土拌合物中的氯化物含量	35
四、混凝土的抗侵蚀性	36
五、混凝土的碳化	39
六、混凝土中的碱含量及碱—骨料反应	40
第三章 混凝土质量的初步控制	44
第一节 原材料的质量控制与检验	44
一、水泥	45
二、细骨料	56

三、粗骨料	62
四、水	73
五、粉煤灰及其他矿物质掺合料	76
六、外加剂	79
第二节 混凝土配合比的确定与控制	95
一、混凝土配制强度的确定	95
二、普通混凝土的配合比设计	100
三、用早期推定混凝土强度试验进行混凝土的配合比设计	114
四、流动性混凝土的配合比设计	122
五、掺粉煤灰混凝土的配合比设计	127
六、混凝土配合比的控制与调整	133
第四章 混凝土质量的生产控制	135
第一节 混凝土拌合物的拌制	135
一、配料与计量	135
二、搅拌机	139
三、搅拌	141
第二节 混凝土拌合物的运输	145
一、一般方式运输	146
二、混凝土泵输送	148
第三节 混凝土拌合物的浇筑与捣实	153
一、混凝土拌合物的浇筑	153
二、混凝土拌合物的捣实	157
第四节 混凝土的养护	160
一、自然养护	163
二、冬期施工的养护	164
第五章 混凝土质量的合格控制	170
第一节 混凝土强度的统计特性	171
一、混凝土强度的总体分布规律	171
二、正态分布	173

三、混凝土强度总体参数的计算	178
第二节 抽样检验	182
一、抽样检验的基本概念	183
二、计数一次抽检方案	188
三、计量一次抽检方案	189
第三节 混凝土强度检验评定标准	193
一、验收批的划分与样本的采取	194
二、标准差已知的统计方法	198
三、标准差未知的统计方法	202
四、非统计法	205
第四节 国外混凝土强度检验评定标准简介	206
一、国际推荐标准	207
二、美国混凝土学会标准	207
三、日本建筑学会标准	208
四、德国标准	208
五、英国标准	209
第六章 预制混凝土构件的质量控制	210
第一节 模板	210
一、分类	211
二、构造和设计要求	211
三、维护和保养	212
四、质量要求和检验方法	213
五、常见质量问题和防治	221
第二节 钢筋和预埋件	225
一、钢筋原材料	225
二、调直、切断和弯曲	239
三、钢筋的冷加工	246
四、焊接	252
五、预埋件	264

六、绑扎和安装	268
七、常见质量问题和防治	272
第三节 构件生产	279
一、模板和钢筋的准备	280
二、预应力钢筋的张拉	282
三、构件的成型	287
四、构件的养护	293
五、常见质量问题和防治	296
第四节 构件成品的管理和检验	302
一、成品管理	302
二、成品检查	304
三、成品结构性能检验	322
四、构件结构性能检验实例	332
五、常见质量问题和防治	349
附录一 正态分布表	353
附录二 习用非国际单位制单位与国际单位制单位的 换算关系表	354
参考文献	356

第一章 概 述

第一节 质量与质量控制

世界著名质量管理学者 J·M·朱兰 (J. M. Juran) 在他的名著《质量控制手册》和《质量计划与分析》中, 就适用性与质量作了如下定义: 产品在使用时能成功地适合用户目的的程度, 称为“适用性”。表示适用性的通俗术语是质量。因此我们所作的基本定义是: 质量即适用性。

上述“产品”这个词是作为一个简明的通用术语使用, 同时表示商品和服务。这“产品”是指包括诸如布匹、衣服、食品、房屋、车辆等商品和诸如供水、供电、公共交通、商品销售与维修、医疗保健、教育、政府工作等服务工作。这些“产品”的一个重要特点, 是它能够满足那些实际使用它们的社会成员的需要。这种适用性概念是一种普遍适用的概念, 它毫无例外地适用于一切商品和服务。

“适用性”这个词适用于各种各样的用户。例如某一产品的购买者可能是一个将进行再加工操作的制造商, 对这一制造商来说, 适用性意味着是以低的消耗和高的劳动生产率进行再加工生产的能力。而且, 最后所得的产品适合于他的用户的使用要求。另一购买者可能是 将要把该产品转售的商人, 对该商人来说, 适用性则是包括产品标记、商标的正确, 防止运输和储存过程中发生损坏的措施, 便于装卸和陈列等

(8) 配合比的确定：上述三种配合比的三组试件经按沸水法进行养护后，测得 $f_{cu,i}$ 依次为 16.0、14.0 及 11.5N/mm²。因此，初步选定水灰比为 0.43 的配合比。但其实测 $\rho_h = 2500\text{kg/m}^3$ ，与假定 $\rho_h = 2450$ 之差为

$$\frac{2500 - 2450}{2450} \times 100\% = 2.04\% > 2\%$$

因此，应对初步选定的配合比中每种材料用量乘以校正系数 δ 予以修正：

$$\delta = \frac{2500}{2450} = 1.02$$

得试验室配合比： $m_w = 170 \times 1.02 = 173\text{kg}$

$$m_c = 395 \times 1.02 = 403\text{kg}$$

$$m_s = 603 \times 1.02 = 615\text{kg}$$

$$m_G = 1282 \times 1.02 = 1308\text{kg}$$

四、流动性混凝土的配合比设计

流动性混凝土是指拌合物的坍落度大于 100mm 的混凝土。为满足混凝土流动度的要求，应根据所要求的稠度及所用水泥的品种、质量选择合适的外加剂。坍落度为 100~150mm 的流动性混凝土可掺用普通减水剂，坍落度大于 150mm 的混凝土应掺用高效减水剂。采用以硬石膏或工业废料石膏作为调凝剂的水泥配制流动性混凝土时，应采用高效减水剂。各类减水剂的掺量及其对水泥的适应性应根据使用要求、施工条件、气温、原材料等因素通过试验确定。

(一) 流动性混凝土配合比的设计方法和步骤

流动性混凝土的配合比设计计算方法和步骤与普通混凝土的配合比设计方法基本上相同。但应注意选用合适的外加剂和通过试验确定其掺量及其对水泥的适应性。还应注意选

所述，我们可以把质量控制定义为：我们据以测定实际质量特性，把所测特性与标准进行比较，并对它们之间存在的差异采取行动的过程即为质量控制。

就质量而言，这种控制过程被应用于各种各样的对象：材料、工序、产品、试验、设计、计划、决策等等。

我国国家标准《质量管理和质量保证——术语》(GB/T6583—94) (等同采用 ISO8402—1994)《质量管理和质量保证》国际标准) 中有关质量、质量体系、质量管理、质量控制及质量保证的定义如下：

质量(quality)——反映实体满足明确和隐含需要的能力的特性总和。

质量体系 (quality system) —— 为实施质量管理所需的组织结构、程序、过程和资源。

质量管理 (quality management) —— 确定质量方针、目标和职责并在质量体系中通过诸如质量策划、质量控制、质量保证和质量改进使其实施的全部管理职能的所有活动。

质量控制 (quality control) —— 为达到质量要求所采取的作业技术和活动。

质量保证 (quality assurance) —— 为了提供足够的信任表明实体能够满足质量要求，而在质量体系中实施并根据需要进行证实的全部有计划和有系统的活动。

国家标准《建筑设计统一标准》(GBJ68) 中规定材料和构件的质量控制应包括下列三种控制：

1. 初步控制：对人工材料和构件，在试生产阶段应根据材料和构件的合格质量水平确定合理的原材料组成和工艺参数，并为生产控制和合格控制提供材料和构件性能的统计参数。

2. 生产控制：在正式生产阶段，应根据现定的控制标准，对材料和构件的性能进行经常性检查，及时纠正偏差，保持生产过程中质量的稳定性。

3. 合格控制（验收）：在交付使用前，应根据规定的控制标准，对材料和构件的性能进行合格性验收，保证其质量符合要求。

本书即是按照上述国家标准所规定的材料和构件的质量控制内容，着重阐述有关混凝土及预制混凝土构件的初步控制、生产控制及合格控制。

第二节 质量管理的发展概况

质量管理的想法和作法可以说自古就有。人类社会发展到有商品交易的年代，既然生产的东西要出售，当然就要尽量作得好一些，这实质就是质量管理的开始。随着生产的专业化和需要，增加产量，一个人做不过来，需要雇用帮手，一个师傅带几个徒弟进行生产，这就是旧时的作坊式的生产方式。之后，发展到利用动力和高效率的机器来进行大量生产，单靠师傅一个人监督质量，显然不行了。这时就产生了专门从事质量检查工作的检验人员，检查生产出的产品，剔出不合格品，只把合格的送到市场上。这样就形成了初步的质量管理制度。由于这一时期主要是检查产品、剔除废品，因此，曾经把这一时期的管理叫做质量检验管理阶段。

有意识并系统地实行管理则是近代的事情。19 世纪末到 20 世纪初，泰勒（F. W. Taylor）提倡用科学的管理方法即以计划、标准化、统一管理作为三条基本原则来管理生产，为当时的工业生产提供了合理化管理思想。

1920年前后，美国和英国开始将概率论和数理统计学应用于工业生产。美国贝尔电话实验室的休哈特（W. A. Shewhart）对生产过程中的质量管理，提出了新的思想：

（1）如果对同一工序加工出来的许多产品进行调查、统计，所得检测数据肯定会有波动。

（2）产生波动的原因有二，一是偶然的原因，二是可避免的原因。

（3）根据波动状态（画成图表），就可以（判断）区别开，究竟是哪种原因起了作用。

（4）可避免的原因是可以排除的。

（5）排除了可避免的原因之后，剩下的就只有偶然原因造成的波动了。这样生产过程就会处于稳定的状态。

1924年休哈特首先提出了“管理图”（或称控制图）的名称。接着发表了有关管理图的论文。1931年出版了著名的《产品质量的经济管理》一书，奠定了今天广泛使用的管理图法的基础。

与此同时，贝尔系统的道奇（H. F. Dodge）与罗米格（H. G. Romig）也在尝试研究统计学在抽样检验中的应用问题，发表了道奇—罗米格抽检表。作为质量管理的先驱，贝尔系统的休哈特、道奇、罗米格留下了永不磨灭的功绩。

1930年以后，贝尔系统的科学工作者在美国材料与试验协会（ASTM）、美国标准协会（ASA）及美国机械工程师协会（ASME）的协助下，一直致力于统计方法在美国的宣传推广工作。1933年及1935年，美国材料与试验协会出版了ASTM质量手册（后来成为美国战时标准ASAZ1.1~1.3的基础），尽管付出了艰辛的努力，普及工作仍迟迟不得进展。

直到 1937 年，引进统计方法进行大批量生产的企业还是不多。

第二次世界大战期间，急需大批军用物资。大批量的订货，紧迫的交货期，使得过去那种靠逐一的全数检查来保证质量的做法已经行不通，必须统计性地掌握产品质量特性的分布，通过抽样检验推测质量特性值的分布，进而判断整批产品的质量。但采用抽样检验的前提是，生产过程必须稳定。为此，各企业必须彻底实行统计质量管理，确保生产工序经常处于稳定的管理状态。所以，曾有人说第二次世界大战在客观上促进了统计质量管理的普及推广。

统计质量管理在美国的发展，是与美国军方采取的两项措施分不开的：其一是军方提出用统计方法管理质量的要求，为此，政府委托美国标准协会制定出三件关于统计质量管理方法的标准，即 ASA Z1.1~1.3（战时标准），并立即在全国普遍推广。其二是对生产军需品厂采用抽样检验。抽样检验的特征是试样中的不合格品超过一定数量就判定整批不合格。因此，各厂家为了尽量减少不合格品就必须实施质量管理。

在美国战时质量管理研究中，哥伦比亚大学的“统计研究组”（SRG）作出了巨大贡献，在许多研究成果中，瓦尔德（A. Wold）提出的序贯抽检（逐次抽检）法更具有重要意义。

由于这一时期的质量管理偏重于应用数理统计学的方法，曾把这一阶段称之为统计质量管理（Statistical Quality Control）（简称 SQC）阶段。

1961 年菲金邦姆（A. V. Feigenbaum）提出了全面质量管理思想。他认为质量管理应是用最经济的生产水平，生产出完全让消费者满意的产品的活动体系，这体系必须是由企业

各部门在保证与提高产品质量方面互相协作形成的。在非金保姆这一提法的基础上，美国和其他一些国家从偏重统计方法的统计质量管理发展成为全面质量管理（或称综合质量管理）（Total Quality Control）（简称 TQC）。

全面质量管理在质量管理的深度与广度上均有新发展，形成了完善的科学管理体系。其主要特点：一是管理方法多样化：除以统计方法为主外，还辅之以工业工程学法、运筹学法、价值分析法等其他科学方法。二是企业全员参与管理：在产品研制、设计、制造与服务的全面质量管理活动中，组织全企业人员都参与管理、研究各种方法的应用，使质量管理工作成为企业全体人员的活动。三是有组织地开展各种现场活动：如组织质量管理（QC）小组、开展无缺陷（ZD）运动等。

英国也是研究质量管理比较早的国家。在 1933 年，皮尔逊（E. S. Pearson）发表了《统计方法在工业产品质量管理与标准化中的应用》的论文。其后，英国标准学会以该方法为基础，于 1935 年制定出国家标准 BS600。随后，又制定出管理图法标准。

日本在第二次世界大战前就已开始质量管理方法的研究，战争时期也在继续探讨它的应用问题。但真正的发展应用还是在第二次世界大战之后。

1946 年 5 月，首先由美国占领军在电讯行业引进质量管理方法。1948 年，日本科技联盟开始质量管理研究。其后，频繁举办各种学习班、研究会。为了推动质量管理的普及工作，曾邀请美国质量管理专家戴明（W. E. Deming）、朱兰（J. M. Juran）等到日本讲学。日本设置的表彰质量管理先进企业的戴明奖，表示了日本对戴明业绩的纪念。

日本虽引进的是美国的质量管理方法，但经消化、发展已成为具有日本特色的管理方法。特别是近年发展起来的全面质量管理（TQC）方法，对提高日本产品质量，增强国际市场竞争能力，起到很大作用。

以美国和英国为主发展起来的统计质量管理方法，到 50 年代也先后为欧洲的法国、瑞士、瑞典、意大利、德国及原捷克斯洛伐克、前苏联等国家所引进。亚洲的印度、非洲的南非联邦等也相继重视质量管理方法的研究与应用。

我国对质量管理方法也曾有过研究。在质量管理方面虽然积累了一定的经验，但大面积的推广应用则迟于一些工业发达国家。七十年代开始了引进、推广质量管理方法的应用与研究工作。1980 年 3 月原国家经委颁发了《工业企业全面质量管理暂行办法》后，在全国各行业中广泛地展开了全面质量管理的学习、推广与应用。各地区、各部门相继开展了“QC 小组”、“质量信得过”、“万米无次布”、“百日无事故”等活动，对提高产品质量起到了积极作用。

第三节 全面质量管理

产品的质量是企业经营中的主要因素。提高产品质量应该是企业的永恒主题。近年来，用户对质量提出了越来越严格的要求，这已成为世界性的趋势。随着这种趋势的发展，不断提高质量以获得和保持良好的经济效益的认识在不断加深，加强质量管理的意识也在不断加深。质量管理必须由全体人员在各自有关的工作中予以贯彻实施。

所谓全面质量管理就是，在产品的质量、数量、价格及服务等方面为满足用户要求所进行的各种活动的有机整体。

这些活动包括，从产品的市场调查，经过计划、设计、外协、准备、制造、装配，检查、试验到销售、服务等一系列活动的整个过程，而且在这一系列活动中，对全体人员的直接或间接与产品质量有关的工作，针对产品质量所进行的前后有关统一协调的管理工作就是全面质量管理。也就是说，由企业全体人员参与对产品生产全部过程及企业全面工作质量的管理就是全面质量管理。

进行全员管理，就是对企业全体人员都要进行质量管理教育，使全体成员都关心产品质量和各自岗位的工作质量，使全体人员认识到，不仅产品生产过程中每一工序的工作直接与产品质量有关系，其他从事所有各种各样工作的人无一不与产品质量有直接或间接的关系，从而各尽职守，保证本职工作质量。进行全企业的管理，就是企业的所有部门都必须齐心协力、互相配合、协调地工作。企业的各个管理部门，如计划管理、技术管理、生产管理、物资管理、机械设备管理以及产品销售、生活后勤等各方面都有着密切联系，都应围绕产品质量这个中心，作好协调配合，保证本部门的工作质量。进行全过程的管理，就是利用现代技术与管理科学，控制产品生产全过程中有关人员、原材料、设备、方法和环境这五大方面的可能影响质量的因素。

全面质量管理的工作方式就是“计划（Plan）、实施（Do）、检查（Check）、处理（Action）”四个阶段的循环方式，简称 P、D、C、A 循环。为戴明首创，故亦称戴明环。

进行全面质量管理，首先要有个计划。计划内容包括确定方针、目标、管理项目、完成任务的具体方法、时间及执行部门等。也就是在计划中明确为什么解决这个问题、达到什么目标、由那个部门执行、什么时候执行、由谁执行以及