

新世纪土木工程高级应用型人才培养系列教材

# 建设工程 质量分析与 安全管理

JIAN SHE GONG CHENG  
ZH I LIANG FEN XI  
YUAN QUAN GUAN LI

俞国凤 ⊙ 主 编  
熊杭青 ⊙ 副主编

同济大学出版社

JIAN SHE GONG CHENG ZH I LIANG FEN XI YUAN QUAN GUAN LI

TU71  
36

# 建设工程 质量分析 与安全管理

JIAN SHE GONG CHENG  
ZH I LIANG FEN XI  
YUAN QUAN GUAN LI

俞国凤◎主 编  
熊杭青◎副主编

同济大学出版社

JIAN SHE GONG CHENG ZH I LIANG FEN XI YUAN QUAN GUAN LI

## 内 容 提 要

本书由质量篇与安全篇两大部分组成。在质量篇中,作者阐述了质量、质量缺陷、质量事故的概念,论述了对质量控制的基本原理、方法和手段,对形成质量事故的原因进行了系统的分析研究,在此基础上提出了防治措施,确定了事故处理的程序。在安全篇中,作者对建设工程的安全管理进行了全面论述,并提出了安全生产保证体系及实施机构。作者还对建筑工程主要分部工程的安全技术作了较为全面的介绍。在本书中还穿插了有关质量与安全事故的案例分析。

本书每章前都有内容提要,章末附有复习思考题,可作为高等院校(包括高等职业学校)土木工程专业教材,也可供从事相关工作的科研与技术人员参考阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

建设工程质量分析与安全管理/俞国凤主编. —上海:  
同济大学出版社, 2005. 7

(新世纪土木工程高级应用型人才培养系列教材)

ISBN 7-5608-3047-1

I. 建… II. 俞… III. ①建筑工程—工程质量—  
质量分析—教材②建筑工程—工程施工—安全管理—  
教材 IV. TU712

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 049711 号

· 新世纪土木工程高级应用型人才培养系列教材 ·

建设工程质量分析与安全管理

主 编 俞国凤 副主编 熊杭青

责任编辑 陈全明 杨宁霞 责任校对 杨江淮 封面设计 陈益平

出 版  
发 行

同济大学出版社

(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021 65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 江苏启东人民印刷有限公司印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 20.25

字 数 518000

印 数 1 5100

版 次 2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5608-3047-1/TU·606

定 价 32.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

**《新世纪土木工程高级应用型人才培养系列教材》  
编 委 会**

**名誉主席** 吴启迪

**主 任** 李国强

**执行主任** 应惠清

**副 主 任** 凌培亮 王国强 吕茫茫  
俞国凤 袁锦根 李建新

**编 委** (以下按姓氏笔画排列)  
刘昭如 刘 匀 刘正武 李 辉 汪小超  
金瑞珺 高莲娣 袁斯涛 缪俊发 鲍 峰  
席永慧 张贵良 熊杭青

**总 策 划** 郭 超

## 序

本系列教材是针对土木工程高级应用型人才培养的需要而编写的。作者由同济大学土木工程专业知名教授及其有关兄弟院校的资深教师担任。

为了使本教材符合土木类应用型人才培养的要求,既有较高的质量,又有鲜明的特色,我们组织编写人员认真学习了国家教育部的有关文件,在对部分院校和用人单位进行长达一年调研的基础上,拟定了丛书的编写指导思想,讨论确定了各分册的主要编写内容及相互之间的知识点衔接问题。之后,又多次组织召开了研讨会,最后按照土木类应用型人才培养计划与课程设置要求,针对培养对象适应未来职业发展应具备的知识和能力结构等要求,确定了每本书的编写思路及编写提纲。

本系列教材具有以下特点:

### 1. 编写指导思想以培养技术应用能力为主

本系列教材改变了传统教材过于注重知识的传授,及学科体系严密性而忽视社会对应用型人才培养要求和学生的实际状况的做法,理论的阐述以“必需、够用”为原则,侧重结论的定性分析及其在实践中的应用。例如,专业基础课与工程实践密切结合,突出针对性;专业课教材内容满足工程实际的需要,主要介绍工程中必要的、重要的工艺、技术及相关的管理知识和现行规范。

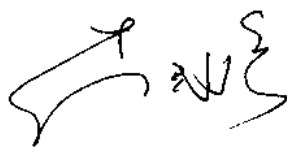
### 2. 精选培养对象终身发展所需的知识结构

除了介绍高级应用型人才应掌握的基础知识及现有成熟的、在实践中广泛应用的技术外,还适当介绍了土木工程领域的新知识、新材料、新技术、新设备及发展新趋势,给予学生一定的可持续学习和能力发展的基础,使学生能够适应未来技术进步的需要。另外,兼顾到学生今后职业生涯发展的需要,教材在内容上还增加了有关建造师、项目经理、技术员、监理工程师、预算员等注册考试及职业资格考试所需的基础知识。

### 3. 编写严谨规范,语言通俗易懂

本系列教材根据我国土木工程最新设计与施工规范、规程、标准等编写,体现了当前我国和国际上土木工程施工技术与管理水平,内容精炼、叙述严谨。另外,针对学生的群体水平,采取循序渐进的编写思路,深入浅出,图文并茂,文字表达通俗易懂。

本系列教材在编写中得到许多兄弟院校的大力支持与方方面面专家的悉心指导和帮助,在此表示衷心感谢。教材编写的不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。



2005年5月

# 前 言

建设工程质量与安全不仅是施工企业关注的焦点,也是项目参与建设各方的共同责任。党和政府历来十分关心和重视工程的质量与安全问题,制定了一系列方针、政策、法律法规、规范标准与强制性条文,为建设工程的质量与安全管理工作提供了强有力的依据。

建设工程的质量和安全与人民群众的生活、工作休戚相关。工程质量缺陷会对用户造成使用功能和使用成本等诸方面的不良影响,而工程质量事故和安全事故则会给国家和人民生命财产造成巨大损失。这将不利于国泰民安,不利于安定团结,不利于构筑和谐社会。

在对质量与安全的认识发展到一个新的阶段——即以“质量兴国”、“以人为本”、“安全第一”的战略方针作为我国基本国策的时候,同济大学出版社组织同济大学土木工程学院的部分教师在原使用三年之久的自编教材的基础上重新编写本书。

本书由质量篇和安全篇两部分组成。质量篇中,编者阐述了质量、质量缺陷及质量事故的概念以及相互之间的关系,针对我国建设工程质量现状,分析了工程质量事故形成的原因,论述了我国质量管理思想、体系、方法和手段。编者结合了建筑工程主要分部工程,对其中的质量缺陷进行了较系统的分析研究,提出相应的防治措施。安全篇中,包含了安全管理与安全技术两个方面。编者较为全面地阐述了我国安全生产的法律法规、管理体制、组织机构及管理能力,对建筑工程施工中主要分部工程的安全技术作了介绍。

本书由同济大学土木工程学院建筑工程系俞国凤主编,熊杭青副主编。全书分为7章,其中第1,2,4章由俞国凤编写;第3章由熊杭青、韩兵康、刘海编写;第5章由熊杭青编写;第6章由俞国凤、刘海编写;第7章由电子与信息学院陈娟编写。编写中参阅了大量的书刊论著,在本书出版过程中,得到了陈全明、曹炽康编辑的大力帮助。在此,特向有关单位、有关人员致以深切的谢意。限于作者水平,书中不足之处以及缺点错误难免,祈求读者批评指正。

编者

2005年6月

# 目 录

序  
前言

## 质 量 篇

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 第一章 概述 .....                   | (3)   |
| 第一节 工程质量、质量缺陷与质量事故的概念 .....    | (3)   |
| 第二节 建设工程质量事故分析 .....           | (6)   |
| 第三节 建设工程质量事故原因 .....           | (16)  |
| 第四节 建设工程质量事故处理 .....           | (19)  |
| 复习思考题 .....                    | (22)  |
| 第二章 建设工程质量管理 .....             | (23)  |
| 第一节 质量管理的概念 .....              | (23)  |
| 第二节 质量管理体系 .....               | (25)  |
| 第三节 质量管理的基础工作 .....            | (29)  |
| 第四节 建设施工质量控制 .....             | (32)  |
| 第五节 质量管理的发展历程 .....            | (37)  |
| 复习思考题 .....                    | (39)  |
| 第三章 工程施工质量缺陷分析与防治措施 .....      | (41)  |
| 第一节 地基与基础工程施工质量缺陷分析与防治措施 ..... | (41)  |
| 第二节 混合结构工程施工质量缺陷分析与防治措施 .....  | (63)  |
| 第三节 框架结构工程施工质量缺陷分析与防治措施 .....  | (91)  |
| 第四节 装饰与楼地面工程施工质量缺陷与防治措施 .....  | (124) |
| 第五节 防水工程施工质量缺陷与防治措施 .....      | (146) |
| 复习思考题 .....                    | (161) |

## 安 全 篇

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 第四章 建设工程安全管理概述 ..... | (169) |
|----------------------|-------|

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| 第一节 安全生产方针、原则、法规与标准 .....   | (169)        |
| 第二节 安全生产管理体制 .....          | (172)        |
| 第三节 安全生产管理 .....            | (174)        |
| 复习思考题 .....                 | (179)        |
| <b>第五章 建设工程安全生产管理 .....</b> | <b>(181)</b> |
| 第一节 安全生产保证体系与管理机构 .....     | (181)        |
| 第二节 安全技术措施计划与安全技术措施 .....   | (190)        |
| 第三节 安全教育与培训 .....           | (199)        |
| 第四节 安全事故处理程序 .....          | (202)        |
| 第五节 施工安全管理 .....            | (206)        |
| 复习思考题 .....                 | (212)        |
| <b>第六章 建筑工程施工安全技术 .....</b> | <b>(213)</b> |
| 第一节 土方工程安全技术 .....          | (213)        |
| 第二节 混凝土结构工程安全技术 .....       | (227)        |
| 第三节 脚手架工程安全技术 .....         | (233)        |
| 第四节 建筑施工机械安全技术 .....        | (253)        |
| 第五节 高处作业安全技术 .....          | (276)        |
| 复习思考题 .....                 | (288)        |
| <b>第七章 建筑工程用电安全技术 .....</b> | <b>(290)</b> |
| 第一节 施工用电管理 .....            | (290)        |
| 第二节 接地与防雷 .....             | (292)        |
| 第三节 变配电管理 .....             | (297)        |
| 第四节 现场用电安全 .....            | (300)        |
| 第五节 预防触电的措施 .....           | (305)        |
| 第六节 事故案例分析 .....            | (307)        |
| 复习思考题 .....                 | (310)        |
| <b>参考文献 .....</b>           | <b>(311)</b> |





# 第一章 概 述

## 内容提要及学习要求

本章阐明了工程项目质量、质量缺陷、质量事故的概念及相互关系,并对质量问题形成的原因分析进行系统概括,介绍了质量问题分析的方法及质量事故处理程序。通过本章学习,应了解工程质量事故影响因素,熟悉项目质量、质量缺陷和质量事故的概念,熟悉质量事故分析及其处理程序,掌握质量问题统计分析方法。

## 第一节 工程质量、质量缺陷与质量事故的概念

对工程项目质量的高度重视和普遍关注,千方百计、不遗余力地追求和创建高品质工程项目,已成为参与项目建设各方的共同目标。确保施工质量,贯彻执行建设工程质量法规和强制性标准,正确制定施工生产要素和采用科学管理方法,实现工程项目预期的使用功能和质量标准是施工单位质量控制的总体目标。“百年大计,质量第一”是建筑工程实施中的座右铭。《中华人民共和国建筑法》明确规定:“交付竣工验收的建筑工程,必须符合规定的建筑工程质量标准”,“凡工程质量达不到合格标准的工程,必须进行返修、加固或报废”。

### 一、工程质量的观念

#### (一) 质量

质量的内涵十分丰富,可分广义的质量和狭义的质量。国际标准 ISO 9000(International Organization for Standardization)2000 版中对质量定义为:“反映实体满足明确和隐含需要的能力总和”,其中“实体”可以是活动或过程,可以是产品,可以是组织、体系或个人,也可以是上述各项的任何组合。“需要”一般指的是用户的需要,也可以指社会及第三方的需要。“明确需要”一般指甲乙双方以合同约定等方式予以规定,而“隐含需要”则指虽然没有任何形式给予明确规定,但却是人们普遍认同的、无须事先声明的需要。根据这一定义,质量的共有特性为:

- (1) 质量不仅包括活动或过程的结果,还包括质量形成和实现的活动及过程本身;
- (2) 质量不仅包括产品质量,还包括它们形成和实现过程中的工作质量;
- (3) 质量不仅满足用户的需求,还要满足社会的需求。

建筑工程项目作为一种特殊产品,除有一般产品共有特性外,还具有特定的内涵,一般表现在下述六个方面:

#### 1. 适用性

建筑工程的适用性即为建筑物的功能,如民用住宅要能使人安居,工业厂房要能满足生产活动的需要,影剧院要能为人民提供文化娱乐的精神需求等。设计和配备建筑物的外形、内部的设施等应与建筑物的使用功能相协调。

## 2. 安全性

建筑产品是满足人民物质和精神文化的需要,因此必须保证其在使用过程中的安全要求。除满足结构本身安全度以外,还应确保电气产品、建筑饰品等工程组成部分(如阳台栏杆、灯具安装等)的安全。

## 3. 耐久性

建筑物的耐久性是指项目竣工后合理使用的寿命周期。

## 4. 经济性

经济性是指项目的实施阶段和使用寿命期内的成本和消耗。

## 5. 艺术性

建筑产品质量不仅表现为使用价值,而且还有观赏价值。建筑是凝固的音乐,一个优秀的建筑可以为人们提供一个优美的视觉效果,给城市增添色彩。

## 6. 与环境的协调性

建筑工程必须满足可持续发展的要求。建筑产品投入与产出不仅要满足投资者的经济效益,同时还要满足社会效益。建筑工程与环境的协调性主要体现在与生产环境相协调、与人居环境相协调、与生态环境相协调及与社会环境相协调等方面。

# (二) 工程质量

工程质量包括狭义和广义两个方面的含义。狭义的质量指工程项目的施工质量,广义的质量除施工质量外,还包括工序质量和工作质量。

## 1. 施工质量

工程施工质量是指保证承建工程的使用价值,也就是指保证施工工程的适用性。质量应与项目的使用相适应,在确定质量标准时,应在满足使用功能的前提下,考虑技术可能性、经济合理性、安全可靠性和与环境协调性等因素。

## 2. 工序质量

工序质量也称生产过程质量。工程质量的形成必须经历一个个过程,而过程的每一阶段又可看作是过程的子过程,所以,只要抓好每一过程(每一道工序)的质量,就能保证工程的整体质量。过程质量包括开发设计过程质量、施工过程质量、使用过程质量与服务过程质量等四个过程质量。

## 3. 工作质量

工作质量是指与质量有关的各项工作对产品质量、服务质量、过程质量的保证程度。它也是施工企业生产经营活动各项工作的总质量。工作质量的特点是难以直接地、定量地描述和衡量。一般来说,工作质量的好坏可以通过工作的成果(或效果)间接反映。如广泛使用的合格率、错漏检率、返修率、投诉率、满意率等就是这一类工作质量的考察指标。

# 二、质量缺陷

“缺陷”通常解释为“残损、欠缺或不够完备”。在建筑工程中,缺陷是指由于人为的(勘察、设计、施工、使用)或自然的(地质、气候等)原因,致使建筑物出现影响美观、正常使用、承载力、耐久性和整体稳定性的种种不足的总称。

按照其严重程度,缺陷通常分为三类:轻微缺陷、使用缺陷和危及承载力缺陷。

### (一) 轻微缺陷

这种缺陷不影响建筑结构的承载力、刚度及其完整性,也不影响建筑结构的近期使用,但影响其耐久性或美观。如混凝土地坪不光滑、外墙涂料色差等;

### (二) 使用缺陷

也称为非破坏性缺陷,它不影响建筑结构的承载力,但却影响其使用功能,或使结构的使用性能下降,有时还会使人产生不舒适感和不安全感。例如,框架梁挠度大、门窗变形使开启困难等。

### (三) 危及承载力缺陷

危及承载力缺陷往往是由于材料强度不足、构件截面尺寸不够、构件残缺有伤、安装连接与构造质量低劣等原因,影响到构件甚至整个结构的承载力和稳定性。

## 三、质量事故

事故通常理解为意外的、特别有害的事件,是物质条件、环境、行为和管理及意外事件的异常状态。建筑工程质量事故是指在施工过程中,凡未达到设计文件、承包合同及建筑安装工程验收标准的要求,造成(或隐含)危及工程的功能、使用价值和工程结构安全的事件。

质量缺陷和质量事故均属于工程质量问题,但两者造成的质量问题的严重程度不同。事故通常表现为建筑结构局部或整体的临近破坏、破坏和倒塌,如某梁的断裂;而缺陷仅表现为具有影响正常使用(或后道工序作业)以及承载力、耐久性和完整性的种种隐藏的和显露的不足。缺陷往往是产生事故的直接或间接原因,而事故往往是缺陷的质变和经久不加处理的后果。

建筑工程质量事故分类可按事故后果划分、按事故性质严重程度划分或按事故责任划分。

### (一) 按事故后果划分

建筑工程质量事故分未遂事故和已遂事故。未遂事故是指在施工过程中发现了质量问题,经及时采取措施,避免了事故的发生,未造成延误工期、经济损失、人员伤亡或其他不良后果的事故。已遂事故是指已发生的施工事故,并造成经济损失或人员伤亡及其他不良后果的事故。在施工过程中,诱发事故发生的因素始终存在的,只有通过预防措施,采用动态控制原因,将事故消灭在萌芽状态。

### (二) 按事故性质严重程度划分

建筑工程质量事故分为一般事故和重大事故。一般事故通常指经济损失在人民币 0.5 万至 10 万元范围内的质量事故;重大事故是指危及工程结构安全性、可靠性和功能要求的质量事故,按建设部 1989 年发布的《工程建设重大事故报告和调查程序规定》中指出,重大事故分为四个等级。建筑工程质量事故等级及其划分依据见表 1-1。

### (三) 按事故责任划分

建筑工程质量事故分为指导责任事故和操作责任事故。指导责任事故是指项目经理等负责人指导或决策失误造成的事故;操作责任事故是指操作人员没有按照有关操作规程和技术标准,违章作业、野蛮施工所造成的事故。

表 1-1

按事故严重程度划分的事故等级表

| 序 | 事故等级 |    | 具备条件                                                                              |
|---|------|----|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 一般事故 |    | 直接经济损失: $\geq 0.5$ 万元, $< 10$ 万元                                                  |
| 2 | 重大事故 | 一级 | 死亡人数: $\geq 30$ 人; 直接经济损失: $\geq 300$ 万元                                          |
|   |      | 二级 | 死亡人数: $\geq 10$ 人, $\leq 29$ 人; 直接经济损失: $\geq 100$ 万元, $< 300$ 万元                 |
|   |      | 三级 | 死亡人数: $\geq 3$ 人, $\leq 9$ 人; 重伤人数: $\geq 20$ 人; 直接经济损失: $\geq 30$ 万元, $< 100$ 万元 |
|   |      | 四级 | 死亡人数: $\leq 2$ 人; 重伤人数: $\geq 3$ 人, $\leq 19$ 人; 直接经济损失: $\leq 10$ 万元, $< 30$ 万元  |

## 第二节 建设工程质量事故分析

在实际工程中,不少工程质量事故开始往往只表现为一般的质量缺陷,但如果不重视质量缺陷的质量控制,随着时间推移,将来处理难度加大,变成质量事故。因此,在项目质量控制中,除了明显不会产生严重后果的缺陷外的质量问题都应该认真对待,分析原因,采取有效对策,并落实检查,直至符合有关的质量标准。

### 一、建筑工程质量事故的特点

#### (一) 工程质量事故的复杂性

建筑物具有多种类型,如民用住宅、工业厂房、道路、桥梁、港口、码头、医院、剧场、博物馆、园林等,各种类型的建筑物都需要满足各自的使用功能;建筑施工受到各种不同的自然环境的影响,如气候条件变化、工程地质和水文条件的变化、地理条件和地域资源的影响等;建筑施工人员多、工种多、工人技术素质参差不齐且流动性大等,此外,建筑物在使用过程中也存在种种差异。所有这些诸多因素,决定了工程质量事故的复杂性特点,施工中稍有考虑不周,就极易造成问题。例如,建筑物的开裂,是建筑工程质量的常见病,其原因是多方面的,设计构造不良、结构计算错误、地基沉降过大与不均匀沉降、结构内外温差过大、材料质量低劣、施工措施不当、作业环境变化、使用不合理等均有可能造成建筑物开裂,而特定工程开裂的原因是诸多原因中的一个或几个,只有通过科学认真的分析研究后找出主要原因,并提出相应的裂缝控制措施,才能防止裂缝的进一步发展。

#### (二) 工程质量事故的严重性

发生工程质量事故,往往会出现很多严重问题。轻者影响工程施工的顺利进行,拖延工期,增加费用;重者给工程留下隐患,缩短建筑物的使用年限,成为危房而影响建筑物的安全使用,甚至不能使用;更为严重的是引起建筑物倒塌,造成人员伤亡和巨大的经济损失。例如某混合结构项目,由于轴线偏移了 9.5cm,而没有返工,致使预制楼板搁置长度不足 3cm,造成楼板坠落,并砸断下面几层楼板直至地面,结果造成砸死 11 人的特大事故。

#### (三) 工程质量事故的可变性

建筑工程中的质量问题,多数情况下会随着时间的、环境和施工条件等变化而发生变化。例如,钢筋混凝土框架梁上的裂缝在规范规定的范围内是允许的,但是随着周围环境温度、

湿度的变化、荷载大小的变化和持荷时间的增加,原允许的细微裂缝的数量、宽度和长度会逐步扩展,导致构件断裂,最终造成整个工程倒塌。在建筑物施工或使用过程中,一旦发现质量问题,就应当及时进行调查分析,作出正确分析和判断;对正在发生变化且有可能发展至影响结构安全度甚至发生倒塌的安全事故,应及时采取应急补救加固措施;而对那些出现在表面的质量问题,要进一步确定其性质是否会转变为质量事故,要认真做好观察记录,寻找事故变化的特征与规律,以便今后分析与处理。

#### (四) 工程质量事故的多发性

工程质量事故的多发性表现为某些工程质量通病经常发生,如混凝土强度不足、钢筋混凝土构件开裂等;此外,多发性还表现为同类工程质量事故重复发生,如悬挑结构根部处断裂倒塌、地下连续墙体间接缝表面不平整等。

针对工程质量事故多发性特点,施工单位应组织技术攻关小组,抓住这些“常见病”、“多发病”和质量“顽症”的征兆研究对策,攻克难关,最终降低事故发生的频率。

## 二、工程质量事故分析

### (一) 分析工程质量事故的基本要求

认真分析工程质量事故,是判断事故性质、查明事故原因、制定处理措施的前提。没有经过认真仔细的分析,或就事论事地表面分析,都会给事故处理带来不良影响,甚至会出现新的事故。在分析工程质量事故的过程中,应满足及时、客观、准确和全面的基本要求。

#### 1. 及时

工程质量事故发生后,应尽早调查分析,不能掉以轻心,防止事故扩大化,力求损失最小化。

#### 2. 客观

进行工程质量事故分析时,应客观、公正,以各项实际资料为基础,不可任意假设、随意编造。

#### 3. 全面

在进行工程质量事故分析时,对事故发生的范围、产生的原因及随之发生的情况应进行全面的分析,不可遗漏。

#### 4. 准确

分析工程质量事故时,应根据有关规范和标准,对工程质量事故定性要正确、原因要明确,不可含糊其词、模棱两可。

### (二) 工程质量事故分析的目的

#### 1. 减少工程质量事故的损失

在建筑工程实施过程中,有些质量事故是不可避免的,但是,只要一旦发现质量事故后,及时分析原因,找准对策,就能将工程质量事故造成的损失降低到最小程度。

#### 2. 降低同类事故发生的频率

工程质量事故分析,通过查明事故原因,总结经验教训,采取相应措施,其目的是预防同类质量事故再次发生,特别适用于分析工程质量通病。

#### 3. 排除工程隐患

各工序质量是单位工程质量的保证,通过对工序质量事故分析,可排除工程隐患,确保

工程质量和施工安全。例如,混凝土强度不足给工程结构留下安全隐患,针对此质量问题进行全面分析,采取相应技术措施,使混凝土强度满足设计要求,从而及时排除隐患,确保工程质量和安全。

4. 防止工程质量事故扩大

对工程质量事故的分析,可有效地防止事故的扩大化。例如,在某大型基础工程施工中,发现基底土方变形后,立即进行分析研究,找到其原因是打设深井时穿透了含砂层,砂性土沿着深井管通道渗流。原因找到后,及时采取注浆方法封闭砂性土层,从而制止了出现大面积流砂事故的发生。

5. 为修订规范、标准提供依据

每一次规范、标准的修改、制定都是在其执行过程中不断发现质量问题,总结经验教训、提出相应措施中产生的,也就是说,对质量事故进行分析,提出正确的解决方法,在实践中得到进一步验证,能为制定和修改标准规范提供可靠的依据。例如,对地震中混合结构破坏分析,可为标准规范在制定构造柱设置方面提供依据;通过对砖墙裂缝问题的分析,可为规范在制定变形缝的设置和防止墙体开裂设置构造措施方面提供依据等。

此外,工程质量事故的分析,有利于为后道工序作业创造正常的施工条件。例如,现浇结构楼板平整度不符合规范要求,必定会对地坪工程带来影响,所以必须及时分析与处理楼板平整度问题。

三、工程质量问题统计分析的方法

(一) 分层法

由于工程质量形成的影响因素多,因此,对工程质量状况的调查和质量问题的分析,必须分门别类地进行,以便准确有效地找出问题及其原因,这就是分层法的基本思想。

例如,一个焊工班组有 A、B、C 三位工人实施焊接作业,共抽检 60 个焊接点,发现有 18 个焊接点不合格,占 30%。问题究竟在哪里? 根据分层调查的统计数据表 1-2 可知,主要是作业工人 C 的焊接质量影响了总体的质量水平。

表 1-2 分层调查统计数据表

| 作业工人 | 抽检点数 | 不合格点数 | 个体不合格率 (%) | 占不合格点总数百分率 (%) |
|------|------|-------|------------|----------------|
| A    | 20   | 2     | 10         | 11             |
| B    | 20   | 4     | 20         | 22             |
| C    | 20   | 12    | 60         | 67             |
| 合 计  | 60   | 18    | -          | 30             |

调查分析的层次划分,根据质量管理需要和统计目的,通常可按照以下分层方法取得原始数据:

(1) 按时间分:月、日、上午、下午、白天、晚间、季节。

- (2) 按地点分:地域、城市、乡村、楼层、外墙、内墙。
- (3) 按材料分:产地、厂商、规格、品种。
- (4) 按测定分:方法、仪器、测定人、取样方式。
- (5) 按作业分:工法、班组、工长、工人、分包商。
- (6) 按工程分:住宅、办公楼、道路、桥梁、隧道。
- (7) 按合同分:总承包、专业分包、劳务分包。

## (二) 因果分析图法

因果分析图法,也称为质量特性要因分析法,其基本原理是对每一个质量特性或问题,采用如图 1-1 所示的方法,逐层深入排查可能原因。然后确定其中最主要原因,进行有的放矢的处置和管理。图 1-1 表示混凝土强度不合格的原因分析,其中,第一层面从人、机械、材料、施工方法和施工环境进行分析;第二层面、第三层面,依此类推。

使用因果分析图法时,应注意的事项是:

- (1) 一个质量特性或一个质量问题使用一张图分析;
- (2) 通常采用 QC 小组活动的方式进行,集思广益,共同分析;
- (3) 必要时可以邀请小组以外的有关人员参与,广泛听取意见;
- (4) 分析时要充分发表意见,层层深入,列出所有可能的原因;
- (5) 在充分分析的基础上,由各参与人员采用投票或其他方式,从中选择 1~5 项多数人达成共识的最主要原因。

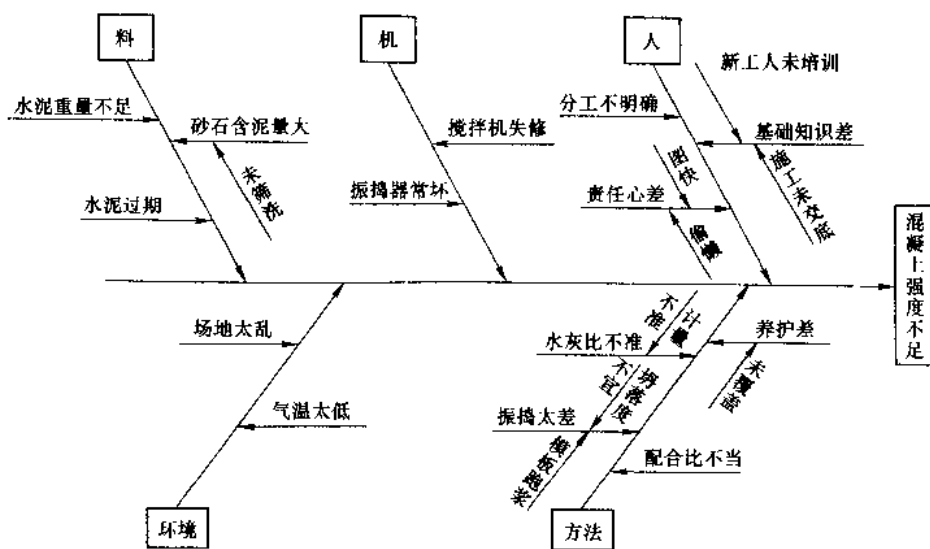


图 1-1 混凝土强度不合格因果分析

## (三) 排列图法

在质量管理过程中,通过抽样检查或检验试验所得到的质量问题、偏差、缺陷、不合格等统计数据,以及造成质量问题的原因分析统计数据,均可采用排列图方法进行状况描述。它具有直观、主次分明的特点。如表 1-3 表示对某项模板施工精度进行抽样检查,得到 150 个不合格点数的统计数据。然后按照质量特性不合格点数(频数)大到小的顺序,重新整理为