



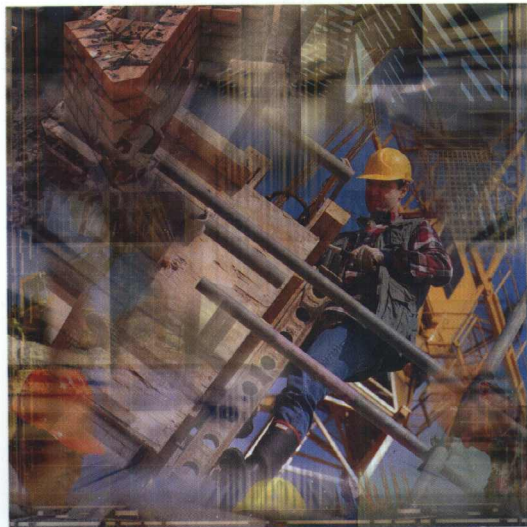
新世纪高职高专土建类系列教材

# 工程事故分析与处理

GONG CHENG SHI GU FEN XI YU CHU LI

崔千祥 主编

刘经强 周翠玲 王志军 副主编



新世纪高职高专土建类系列教材

# 工程事故分析与处理

崔千祥 主 编

刘经强

周翠玲 副主编

王志军

科学出版社

2002

## 内 容 简 介

本书为《新世纪高职高专土建类系列教材》之一。书中系统地介绍了建筑工程事故的类别、原因分析及处理方法等。内容包括:建筑物的检测和可靠性评价;地基、基础工程的事故处理;钢筋混凝土工程事故处理;砌体工程事故处理;渗漏事故处理;旧房的改造与增层等。全书内容密切联系实际,针对工程中常见的质量事故,详尽地分析了其原因及处理方法,并列举了一些工程实例,供读者参考。

本书可作为高等工程专科学校、高等职业技术学院、成人教育学院等的土建专业的教材或教学参考书,也可供勘察设计、建筑施工、建设监理及房屋修缮及管理人员使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程事故分析与处理/崔千祥主编. —北京:科学出版社,2002  
(新世纪高职高专土建类系列教材)  
ISBN 7-03-010237-1

I. 工… II. 崔… III. ①建筑工程-工程施工-工伤事故-事故分析-高等学校;技术学校-教材②建筑工程-工程施工-工伤事故-处理-高等学校;技术学校-教材 IV. TU714

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 025373 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2002年8月第一版 开本:720×1000 B5

2002年8月第一次印刷 印张:15

印数:1—4 500 字数:286 000

定价:25.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈兰各〉)

# 《新世纪高职高专土建类系列教材》 编 委 会

主任委员 沈养中

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

王志军 邓庆阳 司马玉洲 李继业

李维安 董平 童安齐

委 员 (以姓氏笔画为序)

王长永 王振武 石静 史书阁

付玉辉 田云阁 刘正保 刘念华

李洪岐 李树枫 肖翥 陈守兰

张力霆 张丽华 张献奇 孟胜国

郝延锦 郭玉起 袁雪峰

## 出版说明

当前,高职高专教育中土建类及其相关专业已成为各高职高专学校的主要专业之一,专业人数不断扩大,教学要求越来越高,以往出版的教材已难以满足教学需要。为了促进高职高专教学改革,加强高职高专教材建设,我们组织了《新世纪高职高专土建类系列教材》。与同类教材相比,本套教材有以下几个显著特点:

1. 针对性强,适合高职高专的培养目标;
2. 吸收了我国近10年来教学改革的阶段性成果,并以我国现行建筑行业的最新政策、法规为依据;
3. 内容更新,重点突出,注意整体的逻辑性、连贯性,具有适用性、实用性。

参加本套教材编写的主要单位有:邢台职业技术学院、河北工程技术高等专科学校、山东农业大学土木工程学院、华北矿业高等专科学校、华北航天工业学院、山西阳泉煤炭专科学校、南阳理工学院。

由于时间仓促,错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

《新世纪高职高专土建类  
系列教材》编委会  
2001年8月

# 前 言

改革开放以来,我国的建筑业呈现出欣欣向荣的新气象。随着大规模基本建设的开展,建筑业将逐步成为国民经济的支柱产业之一。

建筑工程质量的优劣,是直接关系国家和人民生命财产的重大问题。近年来,我国的建筑和结构的设计、施工技术和管理水平都有了很大的发展和提高,但由于各方面的原因,建筑工程质量仍存在许多问题,重大工程事故时有发生。在已有的建筑物中,很多是20世纪六七十年代建造的。经过几十年的使用,已有不同程度的损伤或老化,有的已不能满足使用要求。对这些建筑物予以加固和改造,使其继续发挥效益,是摆在建筑业面前的重要问题。

综上所述,工程质量事故是建筑工程的设计、施工和使用中较常见的问题。正确处理工程质量事故,既是搞好工程建设的需要,更是一个称职的工程技术人员必须掌握的一项基本技能。

根据高职高专的教育特点,结合社会对技术人才的要求,本着提高学生素质和技能的原则,在多年教学实践的基础上,我们编写了《工程事故分析与处理》。书中内容力求具有针对性和实用性,并能反映建筑技术的最新成果。

本书由崔千祥担任主编,刘经强、周翠玲、王志军担任副主编。参加本书编写的有:山东农业大学崔千祥(第二、七章),刘经强(第六章),周翠玲(第一、八章);河北邢台职业技术学院王志军(第四章4.1~4.6节);华北矿业高等专科学校李维安(第四章4.7~4.9节);华北航天工业学院李兵(第五章);山东工业大学张敬明(第三章)。同济大学徐伟教授审阅了本书,提出许多宝贵意见,特在此表示衷心的感谢。

本书编写过程中,得到了有关院校老师的大力帮助;参考了许多文献,并引用了有关书刊中的资料,谨向这些老师和文献的作者表示感谢。

由于水平所限,书中难免有不妥和错误之处,敬请读者批评指正。

# 目 录

出版说明

前言

<b>第一章 绪论</b> .....	1
1.1 工程质量事故类别与常见原因 .....	1
1.2 质量事故处理的任务与特点 .....	3
1.3 质量事故处理的原则与要求 .....	5
1.4 事故处理的程序与主要内容 .....	7
思考题 .....	11
<b>第二章 建筑物的检测和可靠性鉴定</b> .....	12
2.1 钢筋混凝土结构的检测.....	12
2.2 砌体结构检测.....	26
2.3 建筑物的沉降观测.....	31
2.4 建筑结构的可靠性鉴定.....	32
思考题 .....	50
<b>第三章 地基、基础工程事故处理</b> .....	51
3.1 地基工程事故类别、特征及其效应 .....	51
3.2 地基工程事故的原因.....	54
3.3 地基工程事故的分级标准和处理方案选择.....	56
3.4 建筑物的基础加固.....	57
3.5 桩式托换.....	61
3.6 建筑物地基的加固.....	64
3.7 基础工程事故处理.....	68
思考题 .....	72
<b>第四章 钢筋混凝土结构事故的处理</b> .....	73
4.1 钢筋混凝土梁、板结构承载力不足的原因及表现 .....	73
4.2 改变受力体系加固法.....	75
4.3 增大截面加固法.....	81
4.4 增补受拉钢筋加固法.....	88
4.5 粘贴钢板加固法.....	94
4.6 施加预应力加固法 .....	100

4.7 承载力加固的其他方法 .....	113
4.8 钢筋混凝土柱的加固 .....	117
4.9 混凝土裂缝的处理 .....	123
思考题 .....	130
<b>第五章 砌体结构事故处理</b> .....	131
5.1 砌体裂缝的种类及原因分析 .....	131
5.2 砌体裂缝的处理 .....	134
5.3 砖砌体的承载力及稳定性加固 .....	137
思考题 .....	147
<b>第六章 渗漏事故处理</b> .....	148
6.1 密封堵漏材料 .....	148
6.2 屋面渗漏事故处理 .....	159
6.3 墙面渗漏事故处理 .....	170
6.4 厨房、卫生间渗漏事故处理 .....	174
6.5 地下室渗漏事故处理 .....	176
思考题 .....	183
<b>第七章 旧房的增层和改造</b> .....	184
7.1 概述 .....	184
7.2 旧房增层方法及设计 .....	185
7.3 旧房改造 .....	193
思考题 .....	199
<b>第八章 建筑工程事故实例</b> .....	200
8.1 地基、基础事故 .....	200
8.2 梁、板结构事故 .....	206
8.3 砌体结构事故 .....	211
8.4 上海地铁地下结构渗漏事故及处理 .....	218
8.5 其他事故 .....	222
思考题 .....	226
<b>参考文献</b> .....	227



# 第一章 绪 论

在建筑工程中,由于勘察、设计、施工、使用等方面存在某些失误,以及自然灾害等原因,使工程出现了结构强度降低、刚度和稳定性不足及使用功能、建筑外观受到严重影响等问题。这些问题,不仅影响建筑工程的正常使用,严重的还将导致工程报废,给国家财产造成巨大损失或危及人民的生命安全。因此,对工程质量存在的问题,采取有效的措施,加以预防和处理,是一个不可忽视的问题。

## 1.1 工程质量事故类别与常见原因

### 1.1.1 工程质量事故

《建筑法》规定:“建筑工程勘察、设计、施工的质量必须符合国家有关建筑工程安全标准的要求”“建筑物在合理使用寿命内,必须确保地基基础和主体结构的质量”“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”。

建筑工程的分部工程和单位工程,凡是不符合规定的建筑工程质量标准者,均应视为存在质量问题。这些质量问题在《建筑法》中划分为质量事故和质量缺陷两类,任何单位和个人都有权对质量事故、质量缺陷进行检举、控告和投诉。

建设部有关文件规定:凡质量达不到合格标准的工程,必须进行返修、加固或报废,由此造成的直接经济损失在100 000元以上的称为重大质量事故;直接经济损失在100 000元以下,5000元(含5000元)以上的为一般工程质量事故;不足5000元的列为质量问题。

以上所述达不到质量标准,一般是指按照国家标准《建筑安装工程质量检验评定统一标准》(GBJ300-88)和《建筑工程质量检验评定标准》(GBJ301-88)对在建或建成工程进行检查验收,达不到合格的标准;或者建筑结构的性能,达不到《建筑结构设计统一标准》(GBJ68-84)的规定者。

在工程实践中,工程质量的缺陷经常发生,把各种缺陷都称为事故是不妥当的。因为有些缺陷不仅不易避免,而且规范也允许,例如,普通混凝土结构的受拉区出现宽度不大的裂缝,只要不影响建筑物正常使用,能达到建筑功能的要求,就不应算为质量事故。但是应该注意,有些事故开始往往只表现为一般的质量缺陷易被忽视,随着建筑物的使用或时间的推移,缺陷逐步发展,待发现问题严重时,则往往很难处理,或无法补救,甚至最终导致建筑物倒塌。因此,除了明显不会有严重后果

的质量缺陷外,对其他的质量问题均应认真分析,进行必要的处理,并做出明确的结论。

已有的工程由于功能改变、加层、改造等原因,致使结构或构件不能满足有关规范的要求,尽管不属于一般意义上的事故,但其后续处理工作同事故的处理有许多相同或相似之处,故书中将其一并论述。

### 1.1.2 工程质量事故类别

工程质量事故的分类方法很多,如按事故原因、发生时期、造成的危害及事故处理方式等都可进行分类。按事故性质分类,主要有以下7类。

倒塌事故:指建筑物整体或局部倒塌。

开裂事故:包括砌体或混凝土结构开裂。

错位事故:包括建筑物方向、位置错误;结构构件尺寸、位置偏差过大及预埋件、预留洞等错位偏差超过规定等。

地基工程事故:地基失稳或变形,斜坡失稳等。

基础工程事故:包括基础错位、变形过大,强度不足,设备基础振动过大等。

结构或构件承载力不足事故:主要指因承载力不足留下的隐患性事故。如混凝土结构中漏放或少放钢筋;钢结构中杆件连接达不到设计要求等。

建筑功能事故:包括房屋漏水、渗水,隔热或隔声功能达不到设计要求,装饰工程质量达不到标准等。

### 1.1.3 工程质量事故的主要原因

造成工程质量事故的主要原因有9种,分别介绍如下。

#### (1) 违反基本建设程序

如不作可行性研究,即搞项目建设;无证设计或越级设计;无图施工、越级承包工程、盲目蛮干等均可造成事故。

#### (2) 地质勘察问题

如不认真进行地质勘察,随便估计地基承载力;勘测钻孔间距太大、深度不够、勘察报告不详细、不准确等,不能全面、准确地反映地基的实际情况,导致基础设计错误等。

#### (3) 设计计算问题

如结构方案不正确;结构计算简图与实际受力情况不符;少算或漏算荷载;内力计算错误;结构构造不合理等。

#### (4) 建筑材料、制品质量低劣

如结构材料力学性能不符合标准,化学成分不合格;水泥标号不足,安定性不合格;钢筋强度低、塑性差;混凝土强度达不到要求;防水、保温、隔热、装饰等材料质量不良等。

#### (5) 建筑物使用不当

如未经核算就在原有建筑物上加层;任意改变用途,加大设备荷载;在结构或构件上凿各种孔洞、沟槽;不清除屋面上大量的积灰,以及不进行必要的维修等。

#### (6) 施工中忽视结构理论

如不懂土力学原理,盲目施工,造成不应发生的塌方、移位或裂缝;不能正确区别构件在使用和施工阶段的受力性质;忽视砌体工程施工阶段的稳定性;对装配式结构施工中各阶段的强度、刚度和稳定性认识不足;施工荷载不控制,造成严重超载;不验算悬挑结构在施工中的强度和稳定性;模板、支撑以及脚手架设置不当等。

#### (7) 施工工艺不当

如土方开挖、回填没有合理的安全、技术措施;各分项工程施工顺序组织不合理;砌体工程组砌方法不当而出现通缝;混凝土拆模时间太早,造成裂缝或者局部倒塌等。防水细部不按规程操作。

#### (8) 施工组织管理不善

不熟悉图纸,盲目施工;任意修改设计;不按施工规程操作;对进场材料与制品不按规定检查验收;没有健全的各级技术责任制等管理制度;施工方案考虑不周,技术组织措施不当;土建与其他各专业施工单位配合协调差等。

#### (9) 灾害性事故

如地震、大风、大雪、火灾、爆炸等引起的整体失稳、倒塌事故。

## 1.2 质量事故处理的任务与特点

### 1.2.1 事故处理的主要任务

技术范畴的质量事故处理的主要任务有6项。

#### (1) 创造正常施工条件

工程质量事故大多数发生在施工期,而且事故往往影响施工的正常进行,只有及时、正确地处理事故,才能创造正常的施工条件。

#### (2) 确保建筑物安全

对结构裂缝、变形等明显的质量缺陷,必须做出正确的分析、鉴定,估计可能出现的发展变化及其危害性,并进行适当处理,以确保结构安全。对结构构件中的隐患,如混凝土或砂浆强度不足,构件中漏放钢筋或钢筋严重错位等事故,都要从设计、施工等方面进行周密的分析和必要的计算,并采用适当的处理措施,排除这些隐患,保证建筑物安全使用。

#### (3) 满足使用要求

建筑物尺寸、位置、净空、标高等方面的过大误差事故,隔热保温、隔声、防水、防火等建筑功能事故,以及损害建筑物外观的装饰工程事故等,均可能影响功能或

使用要求,因此必须予以适当的处理。

#### (4) 保证建筑物具有一定的耐久性

有些质量事故虽然在短期内不影响使用和安全,但可能降低耐久性。如混凝土构件中的较宽裂缝、混凝土密实性差、钢构件防锈质量差等,均可能减少建筑物使用年限,也必须进行适当处理。

#### (5) 防止事故恶化,减小损失

很多质量事故随时间和外界条件而变化,必须及时采取措施,避免事故不断扩大造成不应有的损失。如持续发展的过大的地基不均匀沉降,混凝土和砌体受压区宽度不大的裂缝等均应及时处理,防止发展成倒塌造成人身伤亡事故。

#### (6) 有利于工程交工验收

施工中发生的质量事故,必须在后续工程施工前,对事故原因、危害、是否处理、处理方法等问题做出必要的结论,并使有关方面达成共识,做好记录备案,各方签字,避免到交工验收时,发生不必要的争议而延误工程的使用。

### 1.2.2 质量事故处理的特点

与新建工程的施工相比,工程质量事故的处理有其特殊性,主要表现在以下6点。

#### (1) 复杂性

由于建筑物种类繁多,使用功能不同,建筑物所处环境条件不同,造成事故处理施工过程中出现复杂的技术问题。如果事故发生在使用阶段,还涉及使用方面的问题。同一形态的事故,其产生的原因、性质及危害程度会截然不同。所有这些众多的因素,造成质量事故处理的复杂性。

#### (2) 危险性

除了事故的复杂性给其处理工作带来的危险性外,还有以下两个方面的危险因素:一是有些事故随时可能诱发建筑物的突然倒塌;二是事故排除过程中,也可能造成事故恶化或人员伤亡。

#### (3) 连锁性

处理建筑物局部质量事故的同时,应考虑修复工程对下部结构乃至地基的影响。如板承载力不足的加固,往往引起从板、梁、柱到基础的连锁性加固。

#### (4) 选择性

同一事故的处理方法和处理时间可有多种选择。在处理时间方面,一般均应及时进行处理,但也有些事故,匆忙处理,不能取得预期的效果,甚至造成事故重复处理。在处理方案方面,要综合考虑安全性、经济性、可行性、方便程度、可靠性等因素,分析比较后,选定最优方案。

#### (5) 技术难度大

通常修复补强工程比新建工程的技术难度大得多。因此除了正确分析事故原

因,并提出有针对性的措施外,还必须严格控制事故处理设计、施工准备和操作、检查验收,以及处理效果检验等项工作的质量。

#### (6) 高度的责任性

事故处理不仅涉及结构安全和建筑功能等方面的技术问题,而且还牵涉到单位之间的关系和人员处理,所以事故处理必须十分慎重。

## 1.3 质量事故处理的原则与要求

### 1.3.1 事故处理必须具备的条件

质量事故处理必须具备以下 6 项条件。

#### (1) 事故情况清楚

一般包括事故发生的时间、部位、事故状况的描述。有必要的图纸说明,事故观测记录和发展变化规律等。

#### (2) 事故性质明确

确定事故性质,主要应明确区分以下 3 个问题。

1) 是结构性的还是一般性的问题。如建筑物裂缝是由承载力不足引起的,还是地基不均匀沉降或温度变形而造成的;又如构件产生过大的变形,是结构刚度不足还是施工缺陷造成的等。

2) 是表面性的还是实质性的问题。如混凝土表面出现蜂窝麻面,就需要查清内部有无孔洞;又如结构裂缝,应查明裂缝深度,对钢筋混凝土结构,还要查明钢筋锈蚀情况等。

3) 区分事故处理的迫切程度。事故是否需要立即处理,如不及时处理,建筑物(或结构)会不会突然倒塌,是否需要采取防护措施,以免事故扩大恶化。

#### (3) 事故原因分析准确、全面

要对事故原因进行准确全面的分析。如地基承载力不足造成事故,应该查清是地基土质不良还是地下水位变化,或者出现侵蚀性环境;是原地质勘察报告不准,还是发现新的地质构造,或是施工工艺或组织管理不善而造成等。又如结构构件承载力不足,是设计截面偏小,还是施工质量差,或是超载。

#### (4) 事故评价基本一致

对发生事故部分的建筑结构质量进行评价,包括建筑功能、结构安全、使用要求及对施工的影响等评价。要根据实测的资料,结合工程实际构造等情况进行结构验算,有的还要做荷载试验,确定结构实际性能。在进行上述工作时,有关各单位的评价应基本达成一致的認識。

#### (5) 处理目的和要求明确

常见的处理目的要求有:恢复外观、防渗堵漏、封闭保护、复位纠偏、减少荷载、

结构补强、拆除重建等。

#### (6) 事故处理所需资料齐全

包括有关施工图纸、施工原始资料(材料质量证明、施工记录、试块试验报告、检查验收记录等),事故调查报告,有关单位对事故处理的意见和要求等。

### 1.3.2 质量事故处理的注意事项

#### (1) 综合治理

首先要防止原有事故的处理引发新的事故;其次注意处理方法的综合应用,以便取得最佳效果。如构件承载力不足,不仅可选择补强加固方案,还可考虑结构卸载、增设支撑、改变结构组成等多种方案或其综合应用。

#### (2) 消除事故的根源

这不仅是一种处理方向和方法,而且还是防止事故再次发生的重要措施。如超载引起的事故,应严格控制施工或使用荷载;地基浸水引起地基下沉,首先应切断浸水来源等。

#### (3) 事故处理期的安全

事故处理期间的安全,一般应注意以下4个方面。

1) 随时可能发生倒塌的事故,只有得到可靠支护后,方准许进行事故处理,以防发生人员伤亡。

2) 对需要拆除的结构部分,应在制定安全措施后,方可开始拆除工作。

3) 凡涉及结构安全的,都应对处理阶段的结构强度和稳定性进行验算,提出可靠的安全措施,并在处理中严密监视结构的稳定性。

4) 在不卸载情况下进行结构加固时,要注意加固方法对结构承载力的影响。

#### (4) 加强事故处理的检查验收工作

为确保事故处理的工程质量,必须从准备阶段开始,对各施工环节进行严格的质量检查验收。处理工作完成后,还应对处理工程的质量进行全面检验,以确认处理效果。

### 1.3.3 不需处理的质量事故

有些工程质量问题,虽已超出规范的规定而构成事故,但不会影响到结构的安全。可以针对工程的具体情况,通过分析论证,从而作出不需要专门处理的结论。常见的有以下5种情况。

#### (1) 不影响结构安全和正常使用

如有的错位事故,如要纠正,困难很大或造成巨大经济损失,经过全面分析论证,只要不影响生产工艺和正常使用,可以不作处理。

#### (2) 施工质量检验存在问题

如有的混凝土结构检验强度不足,是因为试块制作、养护、管理不善,其试验结

果并不能真实地反应结构混凝土质量,在采用非破损检验等方法测定结构实际强度已达到设计要求时,可不作处理。

### (3) 不影响后续工程施工和结构安全

如后张法制作预应力屋架,下弦产生细微裂缝等局部缺陷,只要经过分析验算证明,施工中不会发生问题,就可继续施工。因为一般情况下,下弦混凝土截面中的施工应力大于正常的使用应力,只要通过施工的考验,使用时不会发生问题,不需专门处理,仅进行表面修补即可。

### (4) 利用后期强度

有的混凝土强度虽未达到设计要求,但相差不多,同时短期内不会满荷载(包括施工荷载),此时可考虑利用混凝土后期强度,只要使用前达到设计强度,也可不作处理,但应严格控制施工荷载。

### (5) 通过对原设计进行验算可以满足安全要求

基础或结构构件截面尺寸不足,或材料力学性能达不到设计要求,而影响结构承载力,可以根据实测的数据,结合设计的要求进行验算,如仍能满足安全要求,并经设计单位同意后,可不进行处理。但应指出,这是在挖设计潜力,需特别慎重。

不论何种情况,事故虽然可以不进行处理,但仍必须征得设计及有关部门的同意,并备好必要的书面文件,经有关单位签证后,供交工和使用参考。

## 1.4 事故处理的程序与主要内容

工程质量事故处理的一般程序为:事故调查→事故原因分析→结构可靠性鉴定→事故调查报告→确定处理方案→事故处理设计→处理施工→检查验收→结论。

### 1.4.1 事故调查

事故调查内容包括勘察、设计、施工、使用及环境条件等方面的调查,一般可分为初步调查、详细调查和补充调查。

#### (1) 初步调查

初步调查的内容包括以下4项。

1) 工程情况。建筑物在场地的特征,如临近建筑物情况、有无腐蚀性环境条件等,建筑结构主要特征,事故发生时工程的现场情况或工程使用情况等。

2) 事故情况。发现事故的时间和经过,事故现状和实测数据,从发现到调查时的事故发展变化情况,人员伤亡和经济损失,事故的严重性(是否危及结构安全)和迫切性(不及时处理是否会出现严重后果),以及是否对事故进行过处理等。

3) 设计资料。设计图纸(建筑、结构、水电、设备)和说明书,工程地质和水文地质勘测报告等。

4) 其他资料。建筑材料及成品等的合格证和检验报告;施工原始记录;已完工的工程应调查其用途、使用荷载等有关情况。

#### (2) 详细调查

详细调查包括如下 7 项内容。

1) 设计情况。设计单位资质,图纸是否齐全,设计构造是否合理,结构计算简图和计算方法及结果正确与否。

2) 地基基础情况。地基实际状况、基础构造尺寸和勘察报告、设计要求是否一致,必要时应开挖检查。

3) 结构实际状况。结构布置、构造连接方法、构件状况等。

4) 结构上各种作用的调查。主要调查结构上的作用及其效应,以及作用效应组合的分析,必要时进行实测统计。

5) 施工情况。施工方法、施工规范执行情况,施工进度,施工荷载的统计分析。

6) 建筑物变形观测。沉降观测记录,结构或构件变形观测记录等。

7) 裂缝观测。裂缝形状与分布特征,裂缝宽度、长度、深度及裂缝的发展变化规律等。

#### (3) 补充调查

补充调查往往需要补做某些试验、检验和测试工作,通常包括以下 5 个方面的工作。

1) 对有怀疑的地基进行补充勘测。如持力层以下的地质情况;原勘测孔之间的地质情况等。

2) 测定所用材料的实际性能。如取钢材、水泥进行物理试验、化学分析;在结构上取试样,检验混凝土或砖砌体的实际强度;用回弹仪、超声波和射线进行非破坏性检验。

3) 建筑物内部缺陷的检查。如用锤击结构表面,检查有无起壳和空洞;凿开可疑部位的表层,检查内部质量;用超声波探伤仪测定结构内部的孔洞、裂缝和其他缺陷等。

4) 荷载试验。根据设计和使用要求,对结构或构件进行荷载试验,检查其实际承载能力、抗裂性能与变形情况。

5) 较长时期的观测。对建筑物已出现的缺陷进行较长时间的观测检查,以确定缺陷是否已经稳定,还是在继续发展,并进一步寻找其发展变化的规律等。

实践表明,许多事故要依据补充调查的资料,才可以进行分析与处理,所以补充调查的重要作用不可忽视。但是补充调查项目,既费事又费钱,只在由已调查资料还不能满足分析、处理事故要求时,才做一些必要的补充调查。

### 1.4.2 事故原因分析

事故原因的分析应建立在事故调查的基础上,其主要目的是分清事故的性质、



类别及其危害程度,为事故处理提供必要的依据。因此,原因分析是事故处理工作程序中的一项关键工作。在进行原因分析时,应着重弄清以下3个事项。

(1) 确定事故原点。事故原点是事故发生的初始点,如房屋倒塌开始于某根柱的某个部位等。事故原点的状况往往反映出事故的直接原因。因此,在事故分析中,寻找与分析事故原点非常重要。找到事故原点后,就可围绕它对现场上各种现象进行分析,把事故的发生和发展全部揭示出来,从中找出事故的直接原因和间接原因。

(2) 正确区别同类型事故的不同原因。同类型的事故,其原因会不同,有时差别很大。要根据调查的情况,对事故进行认真、全面的分析,找出事故的根本原因。

(3) 注意事故原因的综合性。不少事故,尤其是重大事故的原因往往涉及设计、施工、材料、制品质量和使用等几个方面。在事故原因分析中,要全面估计各种因素对事故的影响,以便采取综合治理措施。

### 1.4.3 结构可靠性鉴定

结构可靠性是指结构在规定的时间内、规定的条件下,完成预定功能的能力,包括安全性、适用性和耐久性。结构可靠性鉴定,就是根据事故调查取得的资料,对结构的安全性、适用性和耐久性进行科学的评定,为事故的处理决策确定方向。

可靠性鉴定是在实测数据的基础上,按照国家现行标准(如《建筑结构荷载规范》《混凝土结构设计规范》等)的规定,对结构进行验算,最后做出结构可靠程度的评价。

结构可靠性鉴定结论一般由专门从事建筑物鉴定的机构做出。

### 1.4.4 事故调查报告

为满足事故处理的要求,事故调查报告应包括下述主要内容。

工程概况,重点介绍与事故有关部分的工程情况;事故概况,主要包括事故发生或发现时间、事故现状和发展变化情况;事故是否已进行过处理,包括对缺陷部分进行的封堵、为防止事故恶化而设置的临时支护措施;如已进行过处理,但未达到预期效果,也应予以注明;事故调查中的实测数据和各种试验数据;事故原因分析;结构可靠性鉴定结论;事故处理的建议等。

### 1.4.5 确定处理方案

质量事故处理方案应根据事故调查报告、实地勘察结果和确认的事故性质,以及用户的要求确定。同类型和同一性质的事故可选用不同的处理方案。如结构或构件承载力不足,可采用结构卸载,或通过改变结构受力体系以减小结构内力,或用结构补强等方案处理。在选用处理方案时,应遵循前面提到的原则,尤其应该重视工程实际条件,以确保处理工作进行和处理效果的可靠。