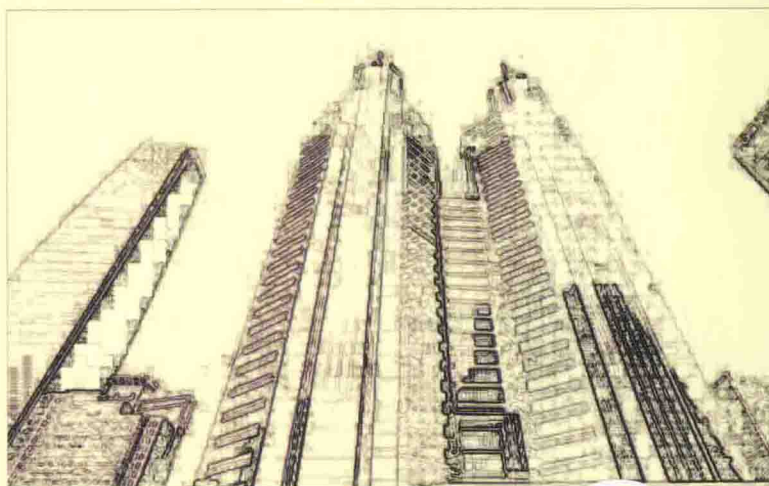


普通高等教育“十二五”土木工程系列规划教材

土木工程事故 分析与处理

王海军 刘勇 主编

EDUCATION



免费电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”土木工程系列规划教材

土木工程事故分析与处理

主 编	王海军	刘 勇		
副主编	吴鸿胜	张彦玲	魏 华	
参 编	宋玉香	高华国	李运生	侯忠明
	李明飞	赵 云	张 辉	黄永生



机械工业出版社

本书以土木工程中的建筑工程事故、岩土工程事故、道路与桥梁工程事故、灾害事故等为对象,详细介绍了各类土木工程事故的特点、影响因素、原因分析、检测技术以及处理方法。

全书分为5篇16章。第一篇为总论,介绍了土木工程的质量特性、事故的概念及分类分级、事故分析与处理原则、处理程序与过程、事故原因概述、事故的现场检测等。第二至五篇分别针对各类工程结构的质量事故的分析与处理进行了系统阐述,内容涉及砌体结构、钢结构、混凝土结构、特种结构、地基与基础工程、边坡工程、隧道工程、地铁工程、道路工程、桥梁工程、火灾、燃爆、地震灾害等。

本书内容精练、图文并茂,注重基本原理和工程实践的紧密结合,对大量工程事故案例进行了详细分析,指出了应吸取的教训。本书可作为高等院校土木工程专业的教材,也可作为从事土木工程设计、施工、监理、质量检查和管理方面的工程技术人员的专业参考书,或作为继续教育的培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程事故分析与处理/王海军,刘勇主编. —北京:机械工业出版社, 2014. 12

普通高等教育“十二五”土木工程系列规划教材

ISBN 978-7-111-48506-3

I. ①土… II. ①王…②刘… III. ①土木工程—工程质量事故—事故处理—高等学校—教材 IV. ①TU712

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第265930号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:马军平 责任编辑:马军平

版式设计:赵颖喆 责任校对:薛娜

封面设计:张静 责任印制:李洋

三河市国英印务有限公司印刷

2015年2月第1版第1次印刷

184mm×260mm·23印张·565千字

标准书号:ISBN 978-7-111-48506-3

定价:46.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

土木工程与社会发展和人民生活息息相关。我国在土木工程领域取得了举世瞩目的成就的同时，由于自然灾害和人为错误等造成的土木工程事故屡见不鲜，造成了大量的经济损失和人员伤亡。堪忧的工程质量严重制约着社会的和谐发展。另一方面，国家着眼于人才培养，提出了卓越工程师教育培养计划，要求高等学校培养工程应用型人才。鉴于此，编写了本书。

编者努力将本书打造成一本便于学习的教材、便于应用的质量手册、便于阅读的警示录。在编写时力求做到以下几点：基本概念准确简明、陈述系统形象、分析全面深入、说理清晰透彻、总结综合概括，并注重基本原理与典型事故案例相结合。

本书由沈阳工业大学王海军、石家庄铁道大学刘勇任主编，由中铁十五局吴鸿胜、石家庄铁道大学张彦玲、沈阳工业大学魏华担任副主编。编写分工如下：第1、2、16章由王海军编写，第3、6章由吴鸿胜、黄永生编写，第4、7章由魏华、张辉编写，第5章由高华国编写，第8~11章由刘勇、宋玉香编写，第12、13章由张彦玲、李运生、侯忠明编写，第14章由李明飞编写，第15章由赵云编写。全书由王海军定稿。

本书的工程案例来自同行的论文资料、各类教材、专著，以及同行朋友们提供的宝贵资料，虽尽可能在书末列出，但难免挂一漏万，在此一并表示衷心感谢！

由于土木工程建设发展迅速，工程事故内容繁多，再加上编者的经验、水平有限，书中不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一篇 土木工程事故总论 1

第1章 绪论 2

1.1 土木工程的质量特性 2

1.2 土木工程事故的概念与分类 3

1.3 质量事故分析与处理的原则 6

1.4 质量事故处理程序与过程 8

思考题 15

第2章 土木工程事故原因分析与预防 16

2.1 土木工程质量事故原因概述 16

2.2 建设实施各阶段的事故原因分析 19

2.3 土木工程事故预防 29

思考题 34

第3章 土木工程事故的现场检测 35

3.1 土木工程事故鉴定方法 35

3.2 土木工程事故中的检测技术 37

思考题 56

第二篇 建筑工程事故分析与处理 57

第4章 砌体结构事故 58

4.1 砌体结构事故概述 58

4.2 砌筑事故 59

4.3 墙体局部损坏事故 61

4.4 典型砌体结构事故实例分析 68

4.5 砌体的加固方法 70

思考题 77

第5章 钢结构事故 78

5.1 钢结构事故的类型及原因 78

5.2 典型钢结构事故实例分析 81

5.3 钢结构事故的预防措施 91

5.4 钢结构加固方法 93

思考题 94

第6章 混凝土结构事故 95

6.1 混凝土结构的裂缝及表层缺陷 95

6.2 设计失误引起的事故 99

6.3 施工不当引起的事故 102

6.4 结构使用、改建不当引起的事故 113

6.5 混凝土构件的加固方法 115

思考题 116

第7章 其他类型结构事故 117

7.1 木结构事故 117

7.2 钢-混凝土组合屋架事故 118

7.3 特种结构事故 120

7.4 结构安装工程事故 124

思考题 128

第三篇 岩土工程事故分析与处理 129

第8章 地基与基础工程事故 130

8.1 概述 130

8.2 地基工程事故 132

8.3 基坑工程事故 141

8.4 基础工程事故 148

8.5 事故原因分析与处理措施 155

8.6 地基与基础加固与纠斜技术 157

思考题 158

第9章 边坡工程事故 160

9.1 概述 160

9.2 边坡滑动工程事故 160

9.3 事故原因分析与处理 163

思考题 166

第10章 隧道工程事故 167

10.1 概述 167

10.2 施工期事故与处理 168

10.3 使用期事故与处理 185

思考题 204

第11章 地铁工程事故 205

11.1 概述 205

11.2 地铁明挖法工程事故及分析 210

11.3 地铁暗挖法工程事故及分析 222

11.4 地铁盾构法工程事故及分析 229

思考题 238

第四篇 道路与桥梁工程事故分析及处理.....	239	第五篇 灾害事故分析及处理.....	301
第 12 章 道路工程事故	240	第 14 章 火灾事故	302
12.1 概述	240	14.1 概述	302
12.2 路基工程事故	240	14.2 火灾对建筑的影响	304
12.3 路面工程病害	252	14.3 火灾后建筑结构鉴定	310
思考题	264	14.4 火灾受损结构的修复加固	319
第 13 章 桥梁工程事故	266	思考题	324
13.1 概述	266	第 15 章 燃爆事故	325
13.2 对结构稳定性理论认识不足 引起的事故	268	15.1 概述	325
13.3 对大跨度柔性桥梁空气动力性能 认识不足引起的事故	279	15.2 燃爆机理及对建筑结构的影响	326
13.4 钢材疲劳脆断造成的事故	286	15.3 燃爆灾害事故实例	331
13.5 设计、施工不规范造成的事故	291	15.4 燃爆灾害后的调查与处理	334
13.6 自然灾害造成的事故	296	思考题	342
13.7 船舶撞击造成的事故	298	第 16 章 地震灾害事故	343
13.8 超载造成的事故	300	16.1 概述	343
思考题	300	16.2 工程结构的抗震加固	349
		16.3 典型工程的抗震加固实例	352
		思考题	359
		参考文献	360

第一篇



土木工程事故总论

第1章 绪 论

土木工程 (Civil Engineering) 是建造各类工程设施的科学技术的总称, 它既指所应用的材料、设备和所进行的勘测设计、施工、保养、维修等技术活动, 也指工程建设的对象, 包括建在地上、地下、水中的各类工程设施。土木工程已发展出许多分支, 如房屋建筑工程、道路工程、铁路工程、桥梁工程、地下工程、隧道工程、机场工程、城市供热供燃气工程、给水排水工程、港口工程、海洋平台等。国际上, 运河、水库、堤坝、水渠等水利工程也包括在土木工程之中。目前, 我国的基本建设蓬勃发展, 正在进行着世界上最大规模的土木工程建设。

在土木工程的建设过程中, 由于自然灾害和人为错误等原因, 包括质量事故、安全事故、灾害性事故以及其他事故在内的各种土木工程事故 (Engineering Accidents) 时有发生, 屡禁不止, 给人民生命和国家财产安全造成了重大损失。面对工程事故, 我们应清楚地认识到: 一是不可抗力的自然灾害导致的土木工程灾难在所难免; 二是应采取措施确保和提高土木工程质量, 减少甚至杜绝事故隐患; 三是应加强专业技术人员和管理人员的教育, 提高工程质量意识和专业技术水平。

作为教育工作者, 有责任针对土木工程事故的分析与处理进行科学研究并将经验传授给后人。我们编写本书的目的有两点: 一是让读者接受反面的教育, 增强工程质量意识、改进工程质量, 从工程事故中吸取教训, 以改进设计、施工和管理工作的, 从而防止同类事故的发生; 二是要掌握事故处理的基本知识和方法, 提高专业技术水平, 遇到因设计和施工的失误或管理不善而引起的事故时, 能够分析事故原因、正确地处理事故。

本书阐述的土木工程事故主要是指工程质量事故, 即工程在规划、勘察、设计或施工等各个环节发生的质量事故, 以及因使用不当或各种灾害造成的工程毁坏事故等, 所涉及的工程对象主要包括房屋建筑工程、道路工程、桥梁工程、地下工程、隧道工程、城市供热供燃气工程、给水排水工程等。

1.1 土木工程的质量特性

质量 (Quality) 的内涵随着社会经济和科学技术的发展而不断充实、完善和深化, 人们对质量概念的认识也经历了一个不断发展和深化的历史过程。现阶段, 质量的定义是由国际标准化组织 (ISO) 2005 年颁布的 ISO 9000: 2005 《质量管理体系基础和术语》给出的, 即一组固有特性满足要求的程度。质量的载体可以是某项活动、某个过程和体系或其结果; 固有特性是指事物所特有的性质, 它是通过产品、过程或体系设计、开发及其后的实现过程形成的属性; 满足要求就是应满足明示的 (如明确规定的)、通常隐含的 (如组织的惯例、一般习惯) 或必须履行的 (如法律法规、行业规则) 的需要和期望。

土木工程的根本目的在于借助必需的物质条件建造满足需要的空间和通道。这些需要包括: 满足人类对活动、功能良好和舒适美观的要求; 能够安全抵御自然或人为作用的要求;

充分发挥所用材料特性的要求；通过有效的技术途径和组织手段，“好、快、省”地组织人力、财力和物力，完成工程设施建造的要求。

土木工程产品的特性是指适用性、安全可靠性和耐久性的总和。要求工程在规定的时间内（设计基准期），在规定的条件（正常设计、正常施工、正常使用维护）下具有完成预定功能（安全性、适用性和耐久性）的能力，体现在安全性、适用性和耐久性三个方面。

（1）安全性 指结构在正常施工和正常使用时，能承受可能出现的各种作用，结构在设计规定的偶然事件发生时和发生后，仍能保持必需的整体稳定性，不发生倒塌或连续破坏。主要指结构和构件的承载力和可靠度满足使用者对生命财产的安全保障要求。

（2）适用性 指工程在正常使用时具有良好的工作性能，不发生过大的变形或过宽的裂缝，不产生影响正常使用的振动。主要满足使用者对使用条件、舒适感和美观方面的要求。

（3）耐久性 指结构在正常维护条件下具有足够的耐久性能，不发生材料的严重劣化现象。主要满足使用者对结构寿命和对环境因素长期作用的抵御能力的要求。

土木工程在建设过程中具有以下特征：

（1）单项性与综合性 一项土木工程是在特定建设场地进行勘察、按建设单位的设计任务书单项进行设计、单独进行施工。建造过程中需要运用工程地质勘察、水文地质勘察、工程测量、工程设计、工程材料、工程机械设备、工程经济、施工技术、施工组织等知识以及计算机辅助设计、力学测试等技术。

（2）一次性与长期性 工程的质量是建设实施过程中一次形成的，其不合格会在使用过程中对使用者和环境造成长期的损害与不便。

（3）高投入性与预约性 土木工程的建设一般要投入巨额资金、大量物资和人工，建造时间长；通过招标、投标、决标和履约过程来选择施工单位，在现场施工建成。

（4）管理特殊性与风险性 与其他制造业的零部件和个人分散在各地不同，工程的施工地点和位置是固定的，操作人员依次作业，其管理规律具有特殊性；它在自然环境中作业、建设周期长，自然环境对它的限制和损害多，其承受的风险要大得多，工程质量受到更多因素的影响。

因此，土木工程的因素纷繁复杂，其质量与人们的居住、生活和工作，与各行业的建设、生产和发展，与国民经济的投入、产出和规划密切相关，工程的缺陷、破坏，乃至倒塌等事故带来的严重性和灾难性十分突出。

1.2 土木工程事故的概念与分类

1.2.1 土木工程事故的概念

工程产品质量没有满足某个规定的要求，称之为质量不合格；工程产品质量没有满足某个预期的使用要求或合理的期望（包括适用性与安全性的要求），称之为质量缺陷。在建设工程中通常所称的工程质量缺陷，一般是指工程不符合国家或行业现行有关技术标准、设计文件及合同中对质量的要求。缺陷按照严重程度不同，可分为三类：

（1）轻微缺陷 不影响结构的承载力、刚度及其完整性，也不影响结构的近期使用，

但有碍观瞻或影响耐久性,如墙面不平整,地面、路面混凝土龟裂,混凝土构件表面局部缺浆、起砂,钢板上划痕、夹渣等。

(2) 使用缺陷 不影响结构的承载力,却影响结构的使用功能,或使结构的使用功能下降,有时还会使人产生不舒适感和不安全感,如屋面和地下室渗漏,装饰物受损,梁的挠度偏大,墙体因温差而出现斜向和竖向裂纹等。

(3) 危及承载力缺陷 或表现为材料的强度不足,或表现为结构构件截面尺寸不够,或表现为连接构造质量低劣,如混凝土振捣不实,配筋欠缺,钢结构焊接有裂纹、咬边现象,地基发生过大沉降等。这类缺陷威胁到结构的承载力和稳定性,如不及时消除,可能导致结构的局部或整体的破坏。

由工程质量不合格或质量缺陷引发,造成一定的经济损失、工期延误,危及人的生命安全或财产安全,影响社会正常秩序的事件,称为工程质量事故。工程质量事故可能发生在决策、规划、勘察、设计、材料、设备、施工、监理、试验检测、使用、维护等各个阶段。

影响工程质量的因素众多而且复杂多变,难免会出现某种质量事故或不同程度的质量缺陷。因此,正确分析质量事故产生的原因,妥善处理质量事故,总结经验教训,改进质量管理与质量保证体系,使工程质量事故减少到最低程度,是质量管理工作的一项重要内容。工程全过程中,应重视工程质量不良可能带来的严重后果,切实加强对质量风险的分析,及早制定对策和措施,重视对质量事故的防范和处理,避免已发事故的进一步恶化和扩大。

1.2.2 土木工程质量事故的特点

工程质量事故具有复杂性、严重性、可变性和多发性的特点。

(1) 复杂性 与一般工业相比,土木工程具有以下特点:产品固定,生产过程中人和生产随着产品流动,由于土木工程结构类型不一造成的产品多样化;露天作业多,环境、气候等自然条件复杂多变;建筑工程产品所使用的材料品种、规格多,材料性能也不相同;多工种、多专业交叉施工,相互干扰大,手工操作多;工艺要求不尽相同,施工方法各异,技术标准不一等。因此,工程质量的影响因素繁多,造成质量事故的原因错综复杂,即使是同一类质量事故,其原因也可能是多种多样、截然不同的。这在一定程度上增加了质量事故的原因和危害的分析难度,也增加了工程质量事故的判断和处理的难度。例如,就墙体开裂质量事故而言,产生原因可能是:设计计算有误;结构构造不良;地基不均匀沉陷或温度应力、地震力、膨胀力、冻胀力的作用;也可能是施工质量低劣、偷工减料或材质不良等。

(2) 严重性 工程质量事故的影响较大。轻者影响施工顺利进行,拖延工期、增加工程费用,重者则会留下隐患,使该工程成为危险建筑,影响使用功能或者不能使用,更严重的还会引起建(构)筑物的失稳、倒塌,造成人民生命、财产的巨大损失。

(3) 可变性 工程中的质量问题多数是随时间、环境、施工情况等发展变化的。例如,钢筋混凝土大梁上出现的裂缝,其数量、宽度和长度都随着周围环境温度、湿度的变化而变化,或随着荷载大小的变化和荷载作用时间的长短而变化。有的细微裂缝甚至可能逐步发展成构件的断裂,造成工程的倒塌。

(4) 多发性 事故多发性有两层含义:一是有些事故经常发生,属于质量通病,如混凝土、砂浆强度不足,预制构件裂缝等;二是有些事故一再重复发生,这种重复可能是在一幢建(构)筑物上发生,也可能是在多幢建(构)筑物上发生,如屋面漏水、卫生间漏水、

抹灰层开裂、脱落、预制构件裂缝、悬挑梁板开裂或折断,雨篷倾覆等。因此,总结经验,吸取教训,分析原因,采取有效措施预防是十分必要的。

1.2.3 土木工程事故分类

工程事故一般包括质量事故、安全事故、灾害性事故以及其他事故等许多类别。质量事故的分类方法很多。在土木工程中常用以下三种分类方法。

(1) 按事故的责任分类 按事故的责任分为指导责任事故和操作责任事故。指导责任事故是指因指导失误而造成的质量事故,如下令赶进度而降低质量要求。操作责任事故是指施工人员不按规程或标准实施操作而造成的质量事故,如浇筑混凝土时随意加水导致的混凝土强度不足。

(2) 按事故原因分类 按事故原因可分为自然事故与人为事故两类。所谓自然事故,就是人们常说的天灾导致的事故,如地震、海啸、台风、洪水、火山爆发、滑坡、陷落等。一般地,自然事故属于不可抗力,目前对其尚不能准确预测,或者虽有一定准确程度的预报,但也只限于采取一些应急措施来减小受害范围和减轻受害的程度。所谓人为事故,就是除“天灾”以外的“人祸”导致的事故。其事故发生的主要原因在人。

(3) 按事故形态和性质分类

- 1) 倒塌事故。建(构)筑物局部或整体倒塌。
- 2) 开裂事故。承重结构或围护结构等出现裂缝。
- 3) 错位偏差事故。建(构)筑物上浮或下沉,平面尺寸错位,地基及结构构件尺寸、位置偏差过大以及预埋洞(槽)等错位偏差事故。
- 4) 变形事故。建(构)筑物倾斜、扭曲或过大变形等事故。
- 5) 材料质量不合格事故。钢材质量不合格,混凝土强度等级、砌体强度等级不合格等。
- 6) 构配件质量不合格事故。预制构件质量不合格,构件的尺寸、型号不配套等。
- 7) 承载能力不足事故。主要指地基、结构或构件承载力不足而留下隐患的事故。
- 8) 建筑功能事故。主要指房屋漏雨、渗水、隔热、保温、隔声功能不良等。
- 9) 环保问题。装修材料含有放射性,或含有有害元素会对人造成危害等。
- 10) 其他事故。塌方、滑坡、火灾、天灾等事故。

除此之外,还可以根据需要在其他方法分类。如,按事故的发生部位来分,有地基基础事故、主体结构事故、装修工程事故等。按结构类型分,有砌体结构事故、混凝土结构事故、钢结构事故和组合结构事故等。按事故产生的后果类型,又可以把事故分为伤亡事故、物质损失事故、险肇事故和公害问题。

1.2.4 土木工程质量事故级别

各级行政法规常按事故在生命财产安全上产生后果的严重程度划分事故级别。

国务院 2007 年颁布实施的《生产安全事故报告和调查处理条例》规定,根据生产安全事故(以下简称事故)造成的人员伤亡或者直接经济损失,事故一般分为以下等级:

(1) 特别重大事故 是指造成 30 人以上死亡,或者 100 人以上重伤(包括急性工业中毒,下同),或者 1 亿元以上直接经济损失的事故。

(2) 重大事故 是指造成 10 人以上 30 人以下死亡,或者 50 人以上 100 人以下重伤,

或者 5000 万元以上 1 亿元以下直接经济损失的事故。

(3) 较大事故 是指造成 3 人以上 10 人以下死亡, 或者 10 人以上 50 人以下重伤, 或者 1000 万元以上 5000 万元以下直接经济损失的事故。

(4) 一般事故 是指造成 3 人以下死亡, 或者 10 人以下重伤, 或者 1000 万元以下直接经济损失的事故。

本等级划分所称的“以上”包括本数, 所称的“以下”不包括本数, 下同。国务院安全生产监督管理部门可以会同国务院有关部门, 制定事故等级划分的补充性规定。

住房和城乡建设部 2013 年发布的《房屋市政工程生产安全事故报告和查处工作规程》根据造成的人员伤亡或者直接经济损失将建筑工程生产安全事故分为以下等级:

(1) 特别重大事故 是指造成 30 人以上死亡, 或者 100 人以上重伤, 或者 1 亿元以上直接经济损失的事故。

(2) 重大事故 是指造成 10 人以上 30 人以下死亡, 或者 50 人以上 100 人以下重伤, 或者 5000 万元以上 1 亿元以下直接经济损失的事故。

(3) 较大事故 是指造成 3 人以上 10 人以下死亡, 或者 10 人以上 50 人以下重伤, 或者 1000 万元以上 5000 万元以下直接经济损失的事故。

(4) 一般事故 是指造成 3 人以下死亡, 或者 10 人以下重伤, 或者 100 万元以上 1000 万元以下直接经济损失的事故。

交通部 1999 年颁布的《公路工程质量事故等级划分和报告制度》规定, 公路工程质量事故分质量问题、一般质量事故及重大质量事故三类。

(1) 质量问题 质量较差、造成直接经济损失 (包括修复费用) 在 20 万元以下。

(2) 一般质量事故 质量低劣或达不到合格标准, 需加固补强, 直接经济损失 (包括修复费用) 在 20 万元至 300 万元之间的事故。一般质量事故分三个等级: 一级一般质量事故, 直接经济损失在 150 ~ 300 万元之间; 二级一般质量事故, 直接经济损失在 50 ~ 150 万元之间; 三级一般质量事故, 直接经济损失在 20 ~ 50 万元之间。

(3) 重大质量事故 由于责任过失造成工程倒塌、报废和造成人身伤亡或者重大经济损失的事故。重大质量事故分为三个等级:

1) 具备下列条件之一者为一级重大质量事故: 死亡 30 人以上; 直接经济损失 1000 万元以上; 特大型桥梁主体结构垮塌。

2) 具备下列条件之一者为二级重大质量事故: 死亡 10 人以上, 29 人以下; 直接经济损失 500 万元以上, 不满 1000 万元; 大型桥梁主体结构垮塌。

3) 具备下列条件之一者为三级重大质量事故: 死亡 1 人以上, 9 人以下; 直接经济损失 300 万元以上, 不满 500 万元; 中小型桥梁主体结构垮塌。

1.3 质量事故分析与处理的原则

质量事故分析具有对事故进行判别、诊断和仲裁的性质, 是对一堆模糊不清的事物和现象所属客观属性的联系的反映, 其准确性取决于分析者的学识、经验和严谨态度, 其结果不应是简单的信息描述, 而是必须包括分析者对应该吸取教训和怎样防治的推论, 故而事故分析是一种对客观事实的主体性的认识过程和结果。

1.3.1 事故的报告

工程质量事故发生后,尤其是重大工程质量事故发生后,事故发生单位必须以最快方式,将事故简况向上级主管部门和政府安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门报告,这些部门依照下列规定上报事故情况并通知公安机关、劳动保障行政部门、工会和人民检察院。

1) 特别重大事故、重大事故逐级上报至国务院安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门。

2) 较大事故逐级上报至省、自治区、直辖市人民政府安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门。

3) 一般事故上报至设区的市级人民政府安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门。

质量事故发生后事故发生单位隐瞒不报、谎报、故意拖延报告期限的,故意破坏现场的,阻碍调查工作正常进行的,拒绝提供与事故有关情况、资料的,提供伪证的,由上级主管部门按有关规定给予行政处分。构成犯罪的,由司法机关依法追究刑事责任。

报告应包括如下内容:事故发生单位概况;事故发生的时间、地点及事故现场情况;事故发生的简要经过;事故已经造成或者可能造成的伤亡人数(包括下落不明的人数)和初步估计的直接经济损失;已经采取的措施;其他应当报告的情况,如事故报告单位,工程项目名称,建设、设计、施工、监理等单位名称,事故发生原因的初步判断、事故控制情况等。

事故发生单位和事故发生地的建设行政主管部门,应当立即启动事故相应应急预案,妥善保护事故现场以及相关证据,采取有效措施抢救人员和财产,防止事故扩大,减少人员伤亡和财产损失。因抢救人员、防止事故扩大以及疏导交通等原因,需要移动现场物件时,应当做出标志,绘制现场简图并作出书面记录,妥善保存现场重要痕迹、物证,有条件的可以拍照或录像。

1.3.2 质量事故分析的原则

为确保高质量地完成质量事故分析,需要遵循以下基本原则:

(1) 信息的客观性 正确的分析来自大量的客观信息,其中设计图、施工记录、现场实况、责任单位分析报告等是信息来源的重要组成部分。收集信息时必须持客观态度,切忌有主观猜测和推断的成分。

(2) 原因的综合性 准确的分析来自多种因素的综合判断,综合分析时必须用辩证思维,对具体事物作具体分析,抓住主要矛盾,同时看到事物主要矛盾可能的转化。

(3) 方法的科学性 可信的分析来自严密的科学方法,包括现场实测、材料检测、构件或结构模拟试验和理论分析等,基于科学方法认真地检测和分析,才能得出可信的结果。

(4) 过程的回顾性 完整的分析来自全面的回顾,全面回顾事故发生过程的难度很大,很多时候主观判断的成分较多,故而只有在掌握大量客观信息,用科学方法进行综合分析的基础上才能做到。

(5) 判断的准确性 有价值的分析来自准确的判断,准确的判断来自对整个事件的全局掌握。质量事故分析的重要目的,是有一个既准确又有价值的结论,以便于“分清是非,

明确责任,引起警觉,教育后人”,这四点正是质量事故分析的价值所在。

(6) 结论的教育性 分析的结果要起到教育后人的作用。一次事故的损失必然是惨重的,从一次事故中可总结出的经验教训也必然是丰富的,即所谓的“吃一堑,长一智”。

1.3.3 质量事故处理的原则

(1) 事故情况清楚 一般包括事故发生时间,事故情况描述,并附有必要的图样与说明,事故观测记录和发展变化规律等。

(2) 事故性质明确 主要应明确区分以下三个问题:

1) 是结构性的还是一般性的问题。如建(构)筑物裂缝是因承载力不足,还是地基不均匀沉降或温度、湿度变化所致;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;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。如事故不及时处理,建(构)筑物会不会突然倒塌;是否需要采取防护措施,以免事故扩大恶化等。

(3) 事故原因分析准确和全面 如地基承载能力不足造成事故,应该查清是地基土质不良,还是地下水位改变;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。又如结构或构件承载力不足,是设计截面太小,还是施工质量低劣,或是超载等。

(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估,主要包括建筑功能、结构安全、使用要求以及对施工的影响等评价。有关结构受力性能的评价,常用检测技术的各种方法,取得实测数据,结合工程实际构造等情况进行结构验算,有的还需要做荷载试验,确定结构实际性能。在进行上述工作时,要求各有关单位的评价基本一致。

(5) 处理目的、要求明确 常见的处理目的、要求有:达到设计要求,保证构造物的安全;恢复外观;防渗堵漏;封闭保护;复位纠偏;减少荷载;结构补强;限制使用;拆除重建等。事故处理前,有关单位对处理的要求应基本统一,避免事后无法给出一致的结论。

(6) 事故处理所需资料齐全 包括相关施工图、施工原始资料(材料质量证明,各种施工记录,试块的试验报告,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。

1.4 质量事故处理程序与过程

1.4.1 质量事故处理的一般工作程序

事故尤其是重大事故、倒塌事故发生后,必须要进行调查、处理、验收。质量事故处理程序应按国务院发布的《特别重大事故调查程序暂行规定》及有关要求进行。一般工作程序为:事故调查→结构可靠性鉴定→事故原因分析→事故调查报告→事故处理设计→施工方案确定→施工→检查验收→结论,如图 1-1 所示。若处理后仍不合格,需要重新进行事故处理设计及施工直至合格。有些质量事故在进行事故处理前需要先采取临时防护措施,以防事故扩大。

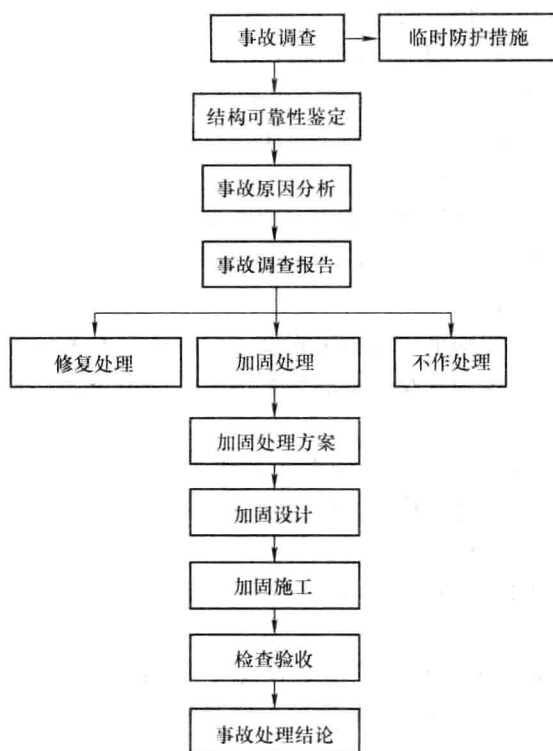


图 1-1 工程质量事故处理的一般程序

1.4.2 质量事故处理的一般工作过程

事故调查一般按下列步骤进行：初步调查（基本情况调查）；初步分析事故最可能发生的原因，并决定是否进一步调查及进行必要的测试项目；进一步深入调查及检测；根据调查及检测结果进行计算分析、邀请专家会商，同时听取与事故有关单位的陈述或申辩，最后编写事故调查报告，送主管部门及报告有关单位。下面就几个主要步骤加以说明。

1. 事故调查

事故调查的内容包括勘察、设计、施工、使用以及环境条件等方面的调查，一般可分为初步调查、详细调查两类。

(1) 初步调查 初步调查应包括下列内容：

1) 工程情况。无论已建或在建的建（构）筑物都须作现场调查，主要对使用状况、周围建（构）筑物的相互影响和相互作用，以及使用历史等进行调查，并与原设计作初步核对。其内容包括建（构）筑物所在场地的特征（如邻近建（构）筑物情况、有无腐蚀性环境条件等），结构主要特征，事故发生时工程的形象进度或工程使用情况等。

2) 事故情况。包括发生事故的时间和经过，事故现况和实测数据，从发生到调查时的事故发展变化情况，人员伤亡和经济损失，以及是否对事故作过处置等。判断事故的严重性（如是否危及结构安全）和迫切性（不及时处理是否会出现严重后果）。

3) 图样资料检查。包括设计图和说明书，工程地质和水地质勘测报告等。查阅原设计图

或竣工图, 历次维修、改建及加固设计图, 历次结构检查观测资料和工程地质资料, 水文资料等。根据已有资料, 对有问题的结构或部位进行尺寸或外观检查, 对存在的问题作初步分析。

4) 施工内业资料检查。检查建筑材料、成品和半成品的出厂合格证和试验报告; 施工中的各项原始记录和检查验收记录, 如施工日志、打桩记录、混凝土施工记录、预应力张拉记录、隐蔽工程验收记录等; 了解原始施工状况, 查阅施工记录及质量保证资料, 重点核实材料代用、设计变更、施工事故处理以及竣工验收文件等。

5) 使用情况调查。对已交工使用的工程应作此专项调查, 其内容包括房屋用途、使用荷载、腐蚀条件等方面的调查。

根据初步调查的结果, 判别事故的危害程度, 分析事故发生最可能的原因, 对事故提出初步处理意见, 并决定进一步调查及必要的检测项目。确定是否需采取临时防护措施, 以确保人民生命财产安全。

(2) 详细调查 详细调查是在初步调查的基础上, 认为有必要时, 进一步对设计文件进行计算复核与审查, 对施工进行检测, 确定是否符合设计文件要求, 以及对建筑物进行专项观测与测量。详细调查应包括以下内容。

1) 设计情况。设计单位资质情况, 设计图是否齐全, 设计构造是否合理, 结构计算简图和计算方法以及结果是否正确等。

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, 地基基础对上部结构的影响。当调查发现问题时, 应分析原因, 必要时应开挖检查或进行试验检验。

3) 结构实际状况。包括结构布置、结构构造、连接方式方法、结构构件状况、支撑系统, 及连接构造的检查等。

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

5) 施工情况。应检查是否按图施工, 有关工种工程的施工工艺、施工方法是否符合施工规范的要求, 施工进度和速度, 施工中有无停歇, 施工荷载值的统计分析等。此外还应查清地基开挖的实际情况, 材料、半成品、构件的质量, 施工顺序与进度, 施工荷载, 施工日志, 隐蔽工程验收记录, 质量检查验收有关数据资料, 沉降观测记录, 环境条件等。

6) 建筑变形观测。包括沉降观测记录, 结构或构件变形观测记录等。

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

8) 结构材料性能的检测与分析, 结构几何参数的实测, 结构构件的计算分析, 必要时应进行现场实测或结构试验。

9) 房屋结构功能、结构附件与配件的检查。

10) 使用调查。若事故发生在使用阶段, 则应调查建(构)筑物用途有无改变, 荷载是否增大, 已有建(构)筑物附近是否有新建工程, 地基状况是否变化。对生产性建(构)筑物还应调查生产工艺有无重大变更, 是否增设了振动大或温度高的机械设备, 是否在构件上附设了重物、缆绳等。

11) 环境调查。指气象条件、地质条件、操作条件、设备条件、建(构)筑物变形情况及原因、结构连接部位的实际工作状况、与其他周围建(构)筑物的互相影响等。

综上所述,初步调查和详细调查合并又可称为基本调查,是指对建(构)筑物现状和已有资料的调查,调查中应重点查清该事故的严重性与迫切性。

需要注意的是,有些严重的质量事故可能不断发展而恶化,有的甚至可能造成建(构)筑物倒塌或人员伤亡。在事故调查与处理中,一旦发现存在有这类危险性时,应采取有效的临时防护措施,并立即组织实施。通常有以下两类情况。

1) 防止建(构)筑物进一步损坏或倒塌。常用的措施有卸荷与支护两种。比如,发现大梁或屋架的柱、墙承载能力严重不足时,及时在梁或屋架下增设支撑,采取有效的支护措施。

2) 避免人员伤亡。有些质量事故已达到濒临倒塌的危险程度,在没有充分把握时,切勿盲目抢险支护,导致无谓的人员伤亡。此时应划定安全区域,设置围栏,防止人员进入危险区。

2. 结构可靠性鉴定

在已有调查资料还不能满足工程事故分析处理时,需增加某些试验、检验和测试工作,也叫做补充调查,通常包括以下六方面内容。

1) 对有怀疑的地基进行补充勘察。当原设计的工程地质资料不足或可疑时,应进行补充勘察,重点要查清持力层的承载能力,不同土层的分布情况与性能,建(构)筑物下有无古墓、大的空洞,建筑场地的地震数据等。

2) 设计复查。重点包括设计依据是否可靠,计算简图与设计计算是否正确无误,连接构造有无问题,新结构、新技术的使用是否有充分的根据。

3) 测定建(构)筑物中所用材料的实际强度与有关性能。对构件所用的原材料(如水泥、钢材、焊条、砌块等)可抽样复查;对无产品合格证明或假证明的材料,更应从严检测;考虑到施工中采用混凝土强度等级及预留的试块未必能真实反映结构中混凝土的实际强度,可用回弹法、声波法、取芯法等非破损或微破损方法测定构件中混凝土的实际强度。对于钢筋,可从构件中截取少量样品进行必要的化学成分分析和强度试验。对砌体结构要测定砖或砌块及砂浆的实际强度。

4) 建筑结构内部缺陷的检查。可用锤击法、超声探伤仪、声发射仪器等检查构件内部的孔洞、裂纹等缺陷。可用钢筋探测仪测定钢筋的位置、直径和数量。对砌体结构应检查砂浆饱满程度、砌体的搭接错缝情况,遇到砖柱的包心砌法及砌体、混凝土组合构件,尤应重点检查其芯部及混凝土部分的缺陷。

5) 载荷试验。对结构或构件进行载荷试验,检查其实际承载能力、抗裂性能与变形情况。

6) 较长时期的观测。对建(构)筑物已出现的缺陷(如裂缝、变形等)进行较长时间的观测检查,以确定缺陷是已经稳定,还是在继续发展,并进一步寻找其发展变化的规律等。

补充调查的内容随工程与事故情况的不同有很大差别,上述内容是常遇到的一些项目。实践经验表明,许多事故往往依靠补充调查的资料,才可以分析与处理,所以补充调查的重要作用不可忽视。但是补充调查项目,有的既费事,又费钱,只有在已调查资料还不能分析、处理事故时,才作一些必要的补充调查。