



北京市高等教育精品教材立项项目

高校土木工程
专业指导委员会规划推荐教材

建筑工程事故分析与处理

(第三版)

江见鲸 王元清 龚晓南 崔京浩 编著

中国建筑工业出版社

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

北京市高等教育精品教材立项项目

建筑工程事故分析与处理

(第三版)

江见鲸 王元清 编著
龚晓南 崔京浩

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程事故分析与处理/江见鲸等编著. —3 版.

北京: 中国建筑工业出版社, 2006

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

ISBN 7-112-08101-7

I. 建... II. 江... III. 建筑工程-工程事故-事故分析-高等学校-教材 IV. TU712

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 012953 号

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

北京市高等教育精品教材立项项目

建筑工程事故分析与处理

(第三版)

江见鲸 王元清 编著
龚晓南 崔京浩

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市安泰印刷厂印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 28 字数: 577 千字

2006 年 4 月第三版 2006 年 4 月第十二次印刷

印数: 36501—40500 册 定价: 38.00 元

ISBN 7-112-08101-7

(14055)

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)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书系统介绍建筑工程各类事故的分析及处理方法。全书共分三篇，第一、二篇介绍建筑主体结构和地基基础的结构特点、各类事故的原因分析及加固、补强、纠偏等处理方法；第三篇介绍国内外建筑火灾、燃爆事件及其危害，提出建筑结构防火、防爆设计原则及灾后的鉴定与加固措施。

本书既重视理论阐述和结构计算，又有大量工程实例作参考，指导性、实用性强，适宜作为土建类大专院校教材，也可供工程技术人员阅读参考。

* * *

责任编辑：王 跃 朱首明

责任设计：赵明霞

责任校对：张树梅 刘 梅

第三版前言

随着国家经济的持续高速发展，我国土建工程的建设也保持高速增长。国家对工程建设的质量更为重视，并颁布了一系列新的法规文件、规范、规程。开设本课程的土建类高等院校以及高职、高专院校愈来愈多，目前开展的建造师执业考试也列入了质量控制和质量管理的有关内容。为了更适应工程应用及高校教学的需要，作者对本书作了较大的修改。主要修改的内容为：

1. 2005年举行的全国首次一级和二级建造师执业考试，均有关于质量管理和质量事故处理的案例。对此，本次修订充实了这方面内容。

2. 有一些新的规章、法规已颁布实行，本书有关章节均按最新的规范作了修改。

3. 原书三篇，为了独立成篇，有一些内容重复。这次修订，作了必要的删减，因此全书的篇幅有所缩减，但内容更加精练，系统内容更为协调。

本书尽管已经多次修改，但缺点仍在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2006年3月

第二版前言

随着我国国民经济的迅速发展，建筑业也得到了蓬勃发展。从总的情况看，建筑工程质量是好的，但建筑工程事故也时有发生，有些事故还很严重。严重的事故会使建筑物倒塌，造成人员伤亡和严重的经济损失。从事故中吸取教训，分析原因，采取对策，以避免同类事故的重复发生，这便是编写本书的目的。本书编者多年来从事这方面的教学工作，也参与一些实际工程事故的处理，本书就是依据作者的工作实践和教学经验编写的。

本书共分三篇，主要介绍工程事故的分类、原因分析和事故处理方法。本书编写分工与第一版相同。

这次修订有以下特点：

1. 第一版中分析计算和一些构造要求均按最近颁布的有关规范或标准进行了修改。
2. 更新及补充了部分工程实例，尤其是钢结构事故分析。
3. 在火灾事故处理方面增加了一章，介绍了防火减灾的设计要点及灾后的鉴定加固。
4. 在事故分析和加固计算方面更为系统深入，以进一步符合教学要求，同时也可满足注册建造师的学习要求。

虽经修订再版，肯定还有不足之处，恳请读者惠予指正。

编者
2003年3月

第一版前言

改革开放以来，我国经济发展迅速，建筑业也得到了蓬勃发展。从总的情况看，建筑工程质量是好的，但建筑工程事故也时有发生，有些事故还很严重。严重的事故会使建筑物倒塌，造成人员伤亡和严重的经济损失。从事故中吸取教训，分析原因，采取对策，以避免同类事故的重复发生，这便是编写本书的目的。本书编者多年来从事这方面的教学工作，也参与一些实际工程事故的处理，本书就是依据教学讲义整理、充实而写成的。

本书在绪论中对事故的分类、事故处理程序和建筑物现场测试的一些常用方法作了总的介绍。本书核心内容分为三篇：建筑主体结构篇、地基与基础篇和火灾与燃爆篇。第一篇由清华大学江见鲸教授和王元清博士编写；第二篇由浙江大学教授龚晓南编写；第三篇由清华大学崔京浩教授编写。每一篇均自成体系，有原理说明、事故实例分析和加固处理方法等内容。

本书力求选择的事故比较典型，原因分析比较深入，加固方法切合实用。但建筑工程事故种类繁多，具体情况又千差万别，加上编者的实际经验有限，因而编写很难完满，肯定有不少缺点和不当之处，敬希读者批评指正。

1998年8月

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

征订号	书 名	作 者	定价(元)	备 注
V11078	高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲	高等学校土木工程 专业指导委员会	19.00	
V14055	建筑工程事故分析与处理(第三版)	江见鲸等	38.00	北京市高等教育精品 教材立项项目
V12070	流体力学(第二版)	刘鹤年	27.00	国家“十五”规划教材、21 世纪课程教材
V13142	钢结构基本原理(第二版)	沈祖炎等	33.00	国家“十五”规划教材、21 世纪课程教材
V13141	混凝土结构(上册)—混凝土结构设计原理(第三版)	东南大学 同济大 学 天津大学	29.00	国家“十五”规划教材、21 世纪课程教材
V13397	混凝土结构(中册)—混凝土结构与砌体结构设计(第三版)	东南大学 同济大 学 天津大学	36.00	国家“十五”规划教材、21 世纪课程教材
V11292	混凝土结构(下册)—混凝土桥梁设计(第二版)	东南大学 同济大 学 天津大学	27.00	国家“十五”规划教材、21 世纪课程教材
V11404	混凝土结构及砌体结构(上)	滕智明等	42.00	北京市高等教育精品教材 立项项目、土建学科 “十五”规划教材
V11439	混凝土结构及砌体结构(下)	罗福午等	39.00	北京市高等教育精品教材 立项项目、土建学科 “十五”规划教材
V11264	钢结构(上册)—钢结构基础	陈绍蕃等	30.00	土建学科“十五”规划教材
V11440	钢结构(下册)—房屋建筑钢结构设计	陈绍蕃等	19.00	土建学科“十五”规划教材
V11079	土木工程制图(第二版)	卢传贤等	39.00	21世纪课程教材
V11080	土木工程制图习题集(第二版)	卢传贤等	16.00	21世纪课程教材
V10323	建筑结构抗震设计	李国强等	29.30	
V9749	混凝土结构基本原理	张誉等	32.00	21世纪课程教材
V10131	混凝土及砌体结构(上册)	哈尔滨工业大学 大连理工大学 北 京建筑工程学院 华北水利水电学院	33.80	
V10132	混凝土及砌体结构(下册)	哈尔滨工业大学 大连理工大学 北 京建筑工程学院 华北水利水电学院	19.00	
V10127	土木工程施工(上册)	重庆大学 同济大 学 哈尔滨工业 大学	44.00	21世纪课程教材
V10128	土木工程施工(下册)	重庆大学 同济大 学 哈尔滨工业 大学	42.00	21世纪课程教材
V10130	土木工程材料	湖南大学 天津大 学 同济大学 东 南大学	33.40	21世纪课程教材

续表

征订号	书 名	作 者	定价(元)	备 注
V10093	土木工程概论	丁大钧 蒋永生	36.00	土建学科“十五”规划教材、21世纪课程教材
V13494	房屋建筑学(第四版)	同济大学 西安建筑科技大学 东南大学 重庆大学	49.00	土建学科“十五”规划教材
V10091	工程地质学	孔宪立、石振明	30.00	21世纪课程教材
V13521	工程结构荷载与可靠度设计原理(第三版)	李国强等	23.00	21世纪课程教材、全国教材二等奖
V13795	土力学(第二版)	东南大学 浙江大学 湖南大学 苏州科技大学	27.00	21世纪课程教材 国家“十五”规划教材
V11442	基础工程	华南理工大学	33.00	土建学科“十五”规划教材、21世纪课程教材
V10092	水文学	雒文生	22.00	21世纪课程教材
V11612	高层建筑结构设计	方鄂华等	28.00	北京市高等教育精品教材立项项目、土建学科“十五”规划教材
V12189	桥梁工程	房贞政	30.00	土建学科“十五”规划教材
V12188	砌体结构	丁大钧等	23.00	21世纪课程教材、土建学科“十五”规划教材
V12190	岩石力学	张永兴	18.00	土建学科“十五”规划教材
V12611	爆破工程	东兆星等	20.00	土建学科“十五”规划教材
V12612	岩土工程勘察	王奎华	27.00	土建学科“十五”规划教材
V12972	桥梁施工(含光盘)	许克宾	37.00	土建学科“十五”规划教材
V12963	工程结构抗震设计	东南大学 李爱群 高振世	29.00	土建学科“十五”规划教材
V13523	建筑结构试验	易伟建 张望喜	23.00	土建学科“十五”规划教材
V13303	地基处理	龚晓南	18.00	土建学科“十五”规划教材
V12616	轨道工程	陈秀方	30.00	
V13143	钢-混凝土组合结构	聂建国等	27.00	北京市高等教育精品教材立项项目
V13476	高等学校土木工程专业指导委员会推荐教学用书 Introduction of Civil Engineering (土木工程概论)	同济大学 沈祖炎	28.00	土木工程专业本科英文版教材
V13522	特种基础工程	浙江大学 谢新宇 俞建霖	19.00	
V14011	地下建筑结构	朱合华	39.00	土建学科“十五”规划教材

欲了解更多信息, 请登陆中国建筑工业出版社网站: www.cabp.com.cn 查询。

在使用本套教材的过程中, 若有何意见或建议, 可发 Email 至: jiaocai@cabp.com.cn。

目 录

第 1 章 绪论	1
§ 1.1 学习本课程的目的	1
§ 1.2 建筑结构事故的类别及原因综述	1
§ 1.3 事故处理的一般程序	3
§ 1.4 结构可靠度的评判依据和原则	6
§ 1.5 建筑结构现场检测方法.....	17
参考文献	40

第 1 篇 建筑主体结构篇

第 2 章 砌体结构	41
§ 2.1 概述.....	41
§ 2.2 砌体强度不足引起的事故.....	42
§ 2.3 因方案欠妥引起的事故.....	44
§ 2.4 因施工失误引起的事故.....	50
§ 2.5 因材料不合格或使用不当而引起的事故.....	56
§ 2.6 砌体常见裂缝分析及预防.....	57
§ 2.7 砌体的加固方法.....	68
第 3 章 钢结构工程事故	79
§ 3.1 钢结构的缺陷.....	79
§ 3.2 钢结构的事故及其影响因素.....	90
§ 3.3 钢结构事故的实例分析.....	95
§ 3.4 钢结构的加固	125
第 4 章 混凝土结构	151
§ 4.1 混凝土结构的裂缝及表层缺陷	151
§ 4.2 设计失误引起的事故	156
§ 4.3 施工不良引起的事故	161
§ 4.4 预应力混凝土事故	171
§ 4.5 结构使用、改建不当引起的事故	174
§ 4.6 混凝土构件的加固方法	176
第 5 章 其他类型结构事故	217

§ 5.1	木结构事故	217
§ 5.2	钢-混凝土组合屋架事故	218
§ 5.3	特种结构事故	220
§ 5.4	结构安装工程事故	222
§ 5.5	结构耐久性事故	227
参考文献		232

第 2 篇 地基与基础篇

第 6 章	综述	234
§ 6.1	建筑工程对地基的要求	234
§ 6.2	地基与基础的基本形式	235
§ 6.3	常见地基与基础工程事故分类及原因综述	236
§ 6.4	事故预防及处理对策	240
§ 6.5	地基与基础加固方法分类	242
第 7 章	地基与基础工程事故及处理	248
§ 7.1	地基沉降造成的工程事故	248
§ 7.2	地基失稳造成的工程事故	257
§ 7.3	基坑工程事故	261
§ 7.4	边坡滑动工程事故	272
§ 7.5	基础工程事故	274
第 8 章	已有建筑物地基加固与纠斜技术	285
§ 8.1	概述	285
§ 8.2	地基与基础加固技术	287
§ 8.3	纠斜技术	304
§ 8.4	防渗堵漏技术	309
参考文献		314

第 3 篇 火灾与燃爆篇

第 9 章	火灾及其对建筑结构的影响	315
§ 9.1	概述	315
§ 9.2	建筑火灾的基本知识	323
§ 9.3	混凝土在高温下的物理力学性能	326
§ 9.4	钢材在高温下的物理力学性能	330
第 10 章	燃气爆炸及其对建筑结构的影响	335
§ 10.1	概述	335

§ 10.2	燃爆机理及对建筑结构的影响·····	342
第 11 章	火灾事故预防与防火设计 ·····	349
§ 11.1	概述·····	349
§ 11.2	防火分隔与疏散·····	354
§ 11.3	防雷设计·····	359
§ 11.4	高层建筑防火与建筑内装修问题·····	366
§ 11.5	地下建筑防火·····	373
§ 11.6	钢结构防火·····	378
第 12 章	火灾后建筑结构鉴定与加固 ·····	388
§ 12.1	鉴定程序与内容·····	388
§ 12.2	判定火灾温度的物理化学方法·····	389
§ 12.3	判定火灾温度的计算方法·····	394
§ 12.4	过火建筑鉴定与加固实例·····	400
第 13 章	燃爆事故预防与处理 ·····	412
§ 13.1	防爆设计与防爆构件·····	412
§ 13.2	民用防燃爆设计·····	414
§ 13.3	燃爆灾害后的调查分析与加固·····	419
	参考文献·····	429

第 1 章 绪 论

§ 1.1 学习本课程的目的

20 世纪 80 年代以来,我国的建筑事业得到了蓬勃的发展,各种现代化的建筑如雨后春笋般快速出现,小城镇的城市化也促使房建、市政建设的迅猛发展。与此同时,各种工程质量事故也时有发生。因此,我们土木工程建设者既肩负着重大而光荣的任务,也面临着严峻的挑战。所谓任务,即全国城乡开展的大规模的工程建设,可为我国经济的迅速发展作重大贡献;所谓挑战,即各种工程的质量事故,会给国家财产造成重大损失并危及人民生命安全。我们编写这本书的目的主要在于:

(1) 从工程事故中吸取教训,以改进设计、施工和管理工作,从而防止同类事故的发生。目前,学校中安排的土木工程建设的有关课程,绝大部分是从正面学习,自成体系。而事故的发生,造成经济损失,有时还引起人员伤亡,这从反面给我们以深刻的教训。从事故中吸取教训,有利于对正面学习到的规律和知识理解得更深刻、运用得更正确。

(2) 掌握事故处理的基本知识和方法。因设计和施工的失误或管理不善而引起的事故,是工程技术人员经常遇到的。如何正确处理事故,对事故原因分析、残余承载力的判断及修复加固的措施等问题,这与设计和建造新建筑有较大的不同,而掌握这方面的知识和技术是非常必要的。

§ 1.2 建筑结构事故的类别及原因综述

按照《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001) 建筑结构必须满足以下各项功能的要求:

- (1) 能承受正常施工和正常使用时可能出现的各种作用;
- (2) 在正常使用时具有良好的工作性能;
- (3) 在正常维护条件下具有足够的耐久性;
- (4) 在偶然作用(如地震作用、爆炸作用、撞击作用等)发生时及发生后,结构仍能保持必要的整体稳定性。

一、建筑事故分类

当建筑结构因工程质量低下而不能满足上述要求时,统称为质量事故。小的质量事故,影响建筑物的使用性能和耐久性,造成浪费;严重的质量事故会使构件破坏,甚至引起房屋倒塌,造成人员伤亡和严重的财产损失。

事故的分类方法很多。按事故发生的阶段分,有施工过程中发生的事故、使用过程中发生的事故和改建时或改建后引起的事故。

按事故发生的部位来分,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。

按事故的责任原因分,有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。有施工人员不按规程或标准实施操作而造成的质量事故,如浇筑混凝土随意加水导致混凝土强度不足。

事故分类中,按事故产生后果的严重程度分是比较重要的,对于施工质量事故可以分为:

(1) 施工质量事故(或一般质量事故),有下列后果之一者。

- ① 直接经济损失在1万元(含1万元)以上,不满5万元的;
- ② 影响使用功能和工程结构安全,造成永久质量缺陷的。

(2) 严重施工质量事故,有下列后果之一者。

- ① 直接经济损失在5万元(含5万元)以上,不满10万元的;
- ② 严重影响使用功能或工程结构安全,存在重大隐患的;
- ③ 事故性质恶劣或造成2人以下重伤的。

(3) 重大施工质量事故。造成经济损失10万元以上或重伤3人以上或死亡2人以上的事故称为重大施工质量事故。重大质量事故是工程建设重大事故的起因之一。

建设部将由因质量及安全问题而导致人员伤亡或重大经济损失的事故称为工程建设重大事故,并将重大工程事故分为四级:

一级:死亡30人以上,直接经济损失300万元以上。

二级:死亡人数10~29人,直接经济损失100~300万元。

三级:死亡人数3~9人,重伤20人以上,直接经济损失30~100万元。

四级:死亡人数2人以下,重伤3~19人,直接经济损失10~30万元。

二、事故原因综述

事故发生的原因是多种多样的,从已有事故分析,其主要原因有以下几个

方面:

管理不善。无证设计, 无证施工, 有章不依, 违章不纠, 或纠正不力; 长官意志, 违反基建程序和规律, 盲目赶工, 造成隐患; 层层承包, 层层克扣; 监督不力, 不认真检查, 马马虎虎盖“合格”章; 申报建筑规划、设计、施工手续不全, 设计、施工人员临时拼凑, 借用执照, 出了事故, 分析、处理极困难。

勘测失误, 地基处理不当。常见的勘测问题有未勘探即设计; 盲目套用邻区勘测资料, 实际上有很大问题; 钻孔布置不足, 有些隐患未能查出。地基处理不当, 如饱和土用强夯法, 打桩未打到好的持力层, 深基坑支护失当, 地基土受干扰又未重新夯实。软弱地基加固方法不对, 基底未验收即进行基础施工等等。

设计失误。设计失误常见的情况有任务急, 时间紧, 结构未计算即出图; 套用已有图纸而又未结合具体情况校核; 计算模型取得不合适, 设计方案欠妥, 未考虑施工过程中会遇到的意外情况; 重计算, 轻构造, 构造不合理; 计算中漏算荷载, 截面取得过小, 未考虑重要荷载组合的不利情况; 盲目相信电算, 电算错了也出图; 不懂得制表原理, 套用了不适用的图表, 造成计算书错误。

施工质量差、不达标。主要问题是以为“安全度高得很”, 因而施工马虎, 甚至有意偷工减料; 技术人员素质差, 不熟悉设计意图, 为方便施工而擅自修改设计; 施工管理不严, 不遵守操作规程, 达不到质量控制要求; 原材料进场控制不严, 采用过期水泥及不合格材料; 对工程虽有质量要求, 但技术措施未跟上; 计量仪器未校准, 使材料配合比有误; 技术工人未经培训, 大量采用壮工顶替; 各工种不协调, 尤其是管工, 为图方便, 乱开洞口; 施工中出现了偏差也不予纠正等等。

使用、改建不当。使用中任意增大荷载, 如阳台当库房, 住宅变办公楼, 办公室变生产车间, 一般民房改为娱乐场所。随意拆除承重隔墙, 盲目在承重墙上开洞, 任意加层等等。

恶性重大事故的发生, 往往是多种因素综合在一起而引起的。

§ 1.3 事故处理的一般程序

事故发生后, 尤其是重大事故、倒塌事故发生后, 必须要进行调查、处理。对于事故处理, 因为涉及到单位信誉、经济赔偿及法律责任, 为各方所关注。事故有关单位或个人常常企图影响调查人员, 甚至干扰调查工作。所以, 参加事故调查分析, 一定要排除各种干扰, 以规范、规程为准绳, 以事实为依据, 按正确、公正的原则进行。

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, 并决定进一步调查及必要的测试项目; 进一步深入调查及检

测；根据调查及测试结果进行计算分析、邀请专家会商，同时听取与事故有关单位的陈述或申辩，最后写出事故调查报告，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。

一、基本情况调查

基本情况调查包括对建筑的勘测，设计和施工有关资料的收集，对事故现场的调查及对有关人员的访问。为了提高调查效率，避免发生遗漏，在调查前应列出提纲，并尽可能地制定好调查表格，按所列项目一一落实。事故情况的收集和调查内容列于表 1-1。

调查项目表

表 1-1

工程情况	建筑所在场地特征(如地形、地貌),气象,环境条件(酸、碱、盐腐蚀性条件等)。建筑结构主要特征(结构类型、层数、基础形式等);事故发生时工程进度情况或使用情况
事故情况	发生事故的时间、经过、事故见证人及有关人员,人员伤亡和经济损失情况。可以采用照相、录像等手段取得现场实况资料
地质水文资料	主要看有关勘测报告,并重点查看勘察情况与实际情况是否相符,有无异常情况
设计图档	任务委托书、设计单位主要负责人及设计人员水平、资历,设计依据的有关规范、规程、设计文件及施工图。重点看计算简图是否妥当,各种荷载取值及不利组合是否合理,计算是否正确,构造处理是否合理
施工记录	施工单位及其等级水平,具体技术负责人水平及资历。施工时间、气温、风雨、日照等记录,施工方法,施工质检记录,施工日记(如打桩记录,地基处理记录,混凝土施工记录,预应力张拉记录,设计变更洽商记录、特殊处理记录等),施工进度,技术措施,质保体系
使用情况调查	房屋用途,使用荷载,腐蚀性条件,使用变更、维修记录,有无发生过灾害荷载等

当然，调查时要根据事故情况和工程特点确定重点调查项目。如对砌体结构应重点查看砌筑质量。对混凝土结构则应重点检查混凝土的质量，钢筋配置的数量及位置，对构件缺陷应作为重点调查项目。对钢结构应侧重检查连接处，如焊接质量，螺栓质量及杆件加工的平直度等。有时，调查可分两步进行，在初步调查以后，先作分析判断，确定事故最可能发生的一种或几种原因。然后，有针对性地作进一步深入细致的调查和检测。

二、结构及材料检测

在初步调查研究的基础上，往往需要进一步作必要的检验和测试工作，甚至做模拟实验。测试有以下几个方面：

(1) 对没有直接钻孔的地层剖面而又有怀疑的地基应进行补充勘测。基础如果用了桩基，则要进行测试，检测是否有断桩、孔洞等不良缺陷。

(2) 测定建筑物中所用材料的实际性能，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

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。

(3) 建筑物表面缺陷的观测。对结构表面裂缝，要测量裂缝宽度、长度及深度，并绘制裂缝分布图。

(4) 对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) 必要时可作模型试验或现场加载试验，通过试验检查结构或构件的实际承载力。现场常用的结构和材料的检测方法将在第5节介绍。

三、复核分析

在一般调查及实际测试的基础上，选择有代表性的或初步判断有问题的构件进行复核计算。这时应注意按工程实际情况选取合理的计算简图，按构件材料的实际强度等级，断面的实际尺寸和结构实际所受荷载或外加变形作用，按有关规范、规程进行复核计算。这是评判事故的重要根据，必须认真进行。

四、专家会商

在调查、测试和分析的基础上，为避免偏差，可召开专家会商会议，对事故发生原因进行认真分析、讨论，然后作出结论。会商过程中专家应听取与事故有关单位人员的申诉与答辩，综合各方面意见后下最后的结论。

五、调查报告

事故的调查必须真实地反映事故的全部情况，要以事实为根据，以规范、规程为准绳，以科学分析为基础，以实事求是和公正无私的态度写好调查报告。报告一定要准确可靠，重点突出，抓住要害，让各方面专家信服。调查报告的内容一般应包括：

- (1) 工程概况：重点介绍与事故有关的工程情况。
- (2) 事故情况：事故发生的时间、地点、事故现场情况及所采取的应急措施；与事故有关人员、单位情况。
- (3) 事故调查记录。
- (4) 现场检测报告（如有模拟实验，还应有实验报告）。
- (5) 复核分析，事故原因推断，明确事故责任。
- (6) 对工程事故的处理建议。