

土木工程安全检测、鉴定、 加固修复 案例分析

TUMU GONGCHENG ANQUAN JIANCE JIANDING
JIAGU XIUFU ANLI FENXI

◎ 孟海 李慧民 编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

土木工程安全检测、鉴定、 加固修复案例分析

孟 海 李慧民 编著

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2016

内 容 提 要

本书阐述了土木工程结构安全检测、鉴定、加固修复的基础理论与方法,并对 80 个土木工程结构安全的案例进行了归类剖析,分别从历史保护建筑、民用住宅建筑、民用公共建筑、工业建筑、特种构筑物、桥梁工程、隧道工程、道路工程等类型论证了结构安全的机理、成因、性质及加固修复方案。

本书可作为高等院校土木工程、安全工程等专业的教科书,也可供从事土木工程结构安全检测、鉴定、加固修复的设计、施工人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程安全检测、鉴定、加固修复案例分析/孟海,
李慧民编著. —北京:冶金工业出版社, 2016. 3

ISBN 978-7-5024-7189-7

I. ①土… II. ①孟… ②李… III. ①土木工程—
安全监测—案例 ②土木工程—加固—案例 IV. ①TU714

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016) 第 044318 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcb@cnmp.com.cn

责任编辑 杨 敏 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 郑 娟 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7189-7

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2016 年 3 月第 1 版, 2016 年 3 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 23 印张; 552 千字; 354 页

68.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

本书较全面系统地阐述了土木工程结构安全检测、鉴定、加固修复的基础理论与方法，并针对80个土木工程结构安全的案例进行了归类分析。其中，第1~5章论述了各类建（构）筑物检测、鉴定、加固修复的内涵、原则、程序与方法；第6~8章分析了历史保护建筑、民用住宅建筑、民用公共建筑结构安全案例的特征、机理、成因、性质及加固修复方案；第9~10章分析了工业建筑、特种构筑物结构安全案例的特征、机理、成因、性质及加固修复方案；第11~14章分析了桥梁工程、隧道工程、路面及其他工程结构安全实际案例的特征、机理、成因、性质及加固修复方案。

本书由孟海、李慧民编著。其中各章分工为：第1章由李慧民、裴兴旺、李晓渊编写；第2章由孟海、李勤、杨卫风编写；第3章由李勤、裴兴旺、侯忠明编写；第4章由孟海、李家骏、张晓旭编写；第5章由李慧民、李轩、杨彪、郭海东、李宪民编写；第6章由陈曦虎、裴兴旺、李勤、李宪民、孟海、张华栋编写；第7章由段小威、黄俊杰、李慧民、李勤编写；第8章由裴兴旺、陈曦虎、王孙梦、李晓渊、张小龙编写；第9章由裴兴旺、徐晨曦、杨卫风、张涛编写；第10章由李家骏、侯忠明、郭海东、裴兴旺、李宪民编写；第11章由杨彪、李轩、肖辉编写；第12章由郭海东、徐晨曦、杨彪编写；第13章由张小龙、王孙梦、张晓旭、张涛编写；第14章由孟海、裴兴旺、张华栋、赵明州编写。

在编写过程中，得到了中冶建筑研究总院有限公司、西安建筑科技大学、陕西通宇公路研究所有限公司、北京建筑大学、西安市住房保障和房屋管理局、上海市抗震办公室等单位的教师和工程技术人员的大力支持与帮助，并参考了许多专家和学者的有关研究成果及文献资料，在此一并向他们表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中不足之处，敬请广大读者批评指正。

作 者
2016年1月

目 录

第 1 篇 土木工程结构安全检测、鉴定、加固修复理论

1 基础理论	1
1.1 检测、鉴定、加固修复的相关概念	1
1.1.1 试验、检查、检测、监测	2
1.1.2 评级、评定、评估、鉴定	2
1.1.3 加固、修复、修缮	3
1.2 检测、鉴定、加固修复的基本范围及流程	3
1.2.1 检测、鉴定、加固修复范围	3
1.2.2 检测、鉴定、加固修复流程	4
1.3 检测、鉴定、加固修复的依据标准及方法	6
1.3.1 检测依据标准及方法	6
1.3.2 鉴定依据标准及方法	7
1.3.3 加固修复依据标准及方法	10
2 历史保护建筑结构检测、鉴定、加固修复理论	16
2.1 历史保护建筑结构检测	16
2.1.1 历史保护建筑结构检测原则	16
2.1.2 历史保护建筑结构检测内容及方法	17
2.2 历史保护建筑结构鉴定	19
2.2.1 历史保护建筑结构状态鉴定原则	19
2.2.2 历史保护建筑结构状态鉴定分类	19
2.3 历史保护建筑结构加固修复	19
2.3.1 历史保护建筑结构加固修复原则	19
2.3.2 历史保护建筑结构加固修复方法	20
3 民用建筑结构安全检测、鉴定、加固修复理论	23
3.1 民用建筑结构检测	23
3.1.1 民用建筑结构检测原则	23
3.1.2 民用建筑结构检测内容及方法	23
3.2 民用建筑结构鉴定	24
3.2.1 民用建筑结构鉴定原则	24

3.2.2 民用建筑结构鉴定分类	25
3.3 民用建筑结构加固修复	25
3.3.1 民用建筑结构加固修复原则	25
3.3.2 民用建筑结构加固修复方法	27
4 工业建筑、特种构筑物结构安全检测、鉴定、加固修复理论	32
4.1 工业建筑、特种构筑物结构检测	32
4.1.1 工业建筑、特种构筑物结构检测原则	32
4.1.2 工业建筑、特种构筑物结构性能检测	32
4.2 工业建筑、特种构筑物结构鉴定	33
4.2.1 工业建筑、特种构筑物结构鉴定原则	33
4.2.2 工业建筑、特种构筑物结构鉴定分类	33
4.3 工业建筑、特种构筑物结构加固修复	34
4.3.1 工业建筑、特种构筑物加固修复原则	34
4.3.2 工业建筑、特种构筑物加固修复方法	35
5 桥梁、隧道、道路工程结构检测、鉴定、加固修复理论	42
5.1 桥梁、隧道、道路工程结构检测	42
5.1.1 桥梁工程结构检测	42
5.1.2 隧道工程结构检测	45
5.1.3 道路工程结构检测	46
5.2 桥梁、隧道、道路工程结构鉴定	47
5.2.1 桥梁工程技术状况评定	47
5.2.2 隧道工程技术状况评定	48
5.2.3 道路工程技术状况评定	48
5.3 桥梁、隧道、道路工程结构加固修复	49
5.3.1 桥梁工程结构加固修复	49
5.3.2 隧道工程结构加固修复	51
5.3.3 道路工程结构加固修复	53

第2篇 土木工程结构安全检测、鉴定、加固修复案例及分析

6 历史保护建筑结构检测、鉴定、加固修复案例及分析	57
6.1 历史保护建筑结构检测案例	57
6.1.1 【实例1】某砖木结构——俄式历史建筑结构检测	57
6.1.2 【实例2】某混凝土框架结构——历史建筑结构检测	60
6.2 历史保护建筑结构检测、鉴定案例	62
6.2.1 【实例3】某砖木结构——历史建筑抗震性能及安全性检测、鉴定	62
6.2.2 【实例4】某砖混结构——历史建筑改造开洞工程可靠性检测鉴定	67

6.3 历史保护建筑结构检测、鉴定、加固修复案例	71
6.3.1 【实例5】某砖木结构“艺术工厂”可靠性检测、鉴定及加固修复	71
6.3.2 【实例6】某木结构古建筑老化破损后的检测、鉴定与加固修复	77
6.4 本章案例分析综述	80
7 民用住宅建筑结构检测、鉴定、加固修复案例及分析	81
7.1 民用住宅建筑结构检测案例	81
7.1.1 【实例7】某住宅主体结构及地下车库地面强度检测	81
7.1.2 【实例8】某在建住宅项目结构施工质量检查、检测	83
7.1.3 【实例9】某边坡上住宅楼结构裂缝、地基变形监测	86
7.2 民用住宅建筑结构检测、鉴定案例	91
7.2.1 【实例10】某砖木结构单层民房结构安全性检测、鉴定	91
7.2.2 【实例11】某砖混结构住宅楼火灾后结构安全性检测、鉴定	93
7.2.3 【实例12】某砖混结构住宅楼质量事故后安全性检测、鉴定	96
7.2.4 【实例13】某砖混结构住宅楼结构抗震性能排查及鉴定	100
7.2.5 【实例14】某钢混框架结构别墅灾害事故后结构可靠性检测、鉴定	104
7.2.6 【实例15】某剪力墙结构住宅楼加固设计复核、结构安全性鉴定	109
7.2.7 【实例16】某剪力墙结构住宅楼结构抗震性能排查及鉴定	112
7.3 民用住宅建筑结构检测、鉴定、加固修复案例	115
7.3.1 【实例17】某砖混结构宿舍楼抗震性能鉴定及抗震加固修复	115
7.3.2 【实例18】某钢混结构综合住宅楼火灾后的检测、鉴定与加固修复	120
7.4 本章案例分析综述	125
8 民用公共建筑结构检测、鉴定、加固修复案例及分析	127
8.1 民用公共建筑结构检测案例	127
8.1.1 【实例19】某写字楼组合式幕墙检测	127
8.1.2 【实例20】某项目预应力梁实荷检测	129
8.1.3 【实例21】某大厦楼板静荷载试验	132
8.1.4 【实例22】某写字楼楼板振动检测	136
8.2 民用公共建筑结构检测、鉴定案例	138
8.2.1 【实例23】某砖混结构办公楼裂缝分析及可靠性检测、鉴定	138
8.2.2 【实例24】某混凝土结构办公楼裂缝分析及安全性检测、鉴定	142
8.2.3 【实例25】某现浇混凝土屋面绿化结构承载能力检测及鉴定	149
8.2.4 【实例26】某混凝土框架结构大酒店加固后质量检测及可靠性鉴定	151
8.2.5 【实例27】某纯钢框架结构幼儿园结构抗震性能检测、鉴定	157
8.2.6 【实例28】某纯钢框架结构会展中心结构可靠性检测、鉴定	160
8.2.7 【实例29】某大厦钢结构部分结构承载能力安全性检测、鉴定	163
8.3 民用公共建筑结构检测、鉴定、加固修复案例	167
8.3.1 【实例30】某框架结构食堂地面上浮事故检测、鉴定及地基加固修复	167

8.3.2 【实例 31】某框架结构商业综合体恶性破坏事故检测、鉴定及加固修复	171
8.4 本章案例分析综述	175
9 工业建筑结构检测、鉴定、加固修复案例及分析	177
9.1 工业建筑结构检测案例	177
9.1.1 【实例 32】某框架结构工业厂房结构振动测试	177
9.1.2 【实例 33】某钢结构加工车间施工质量检查、检测	179
9.1.3 【实例 34】某混凝土排架结构铸造车间墙体下沉检测	182
9.2 工业建筑结构检测、鉴定案例	185
9.2.1 【实例 35】某砖混结构厂房火灾后结构安全性检测鉴定	185
9.2.2 【实例 36】某钢筋混凝土框架结构厂房坍塌事故后结构检测、鉴定	189
9.2.3 【实例 37】某钢筋混凝土框架结构矿石筛分厂房安全性检测、鉴定	192
9.2.4 【实例 38】某钢筋混凝土排架结构厂房结构抗震性能检测、鉴定	196
9.2.5 【实例 39】某钢筋混凝土排架结构厂房结构可靠性检测、鉴定	200
9.2.6 【实例 40】某纯钢框架结构厂房结构安全性及抗震性能检测、鉴定	205
9.2.7 【实例 41】某 H 型钢门式刚架轻型钢结构厂房结构安全性检测、鉴定	208
9.3 工业建筑结构检测、鉴定、加固修复案例	214
9.3.1 【实例 42】某钢筋混凝土排架结构厂房火灾后检测、鉴定及加固修复	214
9.3.2 【实例 43】某钢筋混凝土框架结构硫铵厂房可靠性鉴定与加固修复	219
9.4 本章案例分析综述	225
10 特种构筑物结构检测、鉴定、加固修复案例及分析	227
10.1 特种构筑物结构检测案例	227
10.1.1 【实例 44】某钢桁架结构体育馆分项工程竣工验收检测	227
10.1.2 【实例 45】某巨型网格预应力弦支穹顶结构应变、变形监控	229
10.2 特种构筑物结构检测、鉴定案例	232
10.2.1 【实例 46】某蓄水池事故后结构检测及可靠性鉴定	232
10.2.2 【实例 47】某钢结构景观塔施工验收结构安全性鉴定	234
10.2.3 【实例 48】某钢网架结构收费站屋顶结构安全性检测、鉴定	236
10.2.4 【实例 49】某导航塔（广告牌）上部结构安全性检测、鉴定	240
10.2.5 【实例 50】某通信钢塔桅（高铁旁）结构抗震检测、鉴定	243
10.2.6 【实例 51】某混凝土框架结构体育场结构安全性检测、鉴定	249
10.2.7 【实例 52】某火力发电厂冷却塔结构可靠性检测、鉴定	253
10.3 特种构筑物结构检测、鉴定、加固修复案例	257
10.3.1 【实例 53】某储煤仓倒塌事故检测、鉴定与加固修复	257
10.3.2 【实例 54】某发电厂烟囱腐蚀检测、鉴定及加固修复	262
10.4 本章案例分析综述	267

11 桥梁工程结构检测、鉴定、加固修复案例及分析	269
11.1 桥梁工程结构检测案例	269
11.1.1 【实例 55】某钢结构景观桥竣工验收检测	269
11.1.2 【实例 56】某钢结构人行悬索桥竣工验收检测	271
11.2 桥梁工程结构检测、鉴定案例	275
11.2.1 【实例 57】某钢筋混凝土结构梁式桥技术状况评定	275
11.2.2 【实例 58】某预应力混凝土斜腹板箱梁桥病害成因分析	279
11.2.3 【实例 59】某钢筋混凝土刚架拱桥结构承载能力检测鉴定	285
11.3 桥梁工程结构检测、鉴定、加固修复案例	293
11.3.1 【实例 60】某钢筋混凝土 T 梁桥技术状况评定及加固修复	293
11.3.2 【实例 61】某预应力混凝土连续箱梁技术状况评定及加固修复	296
11.4 本章案例分析综述	300
12 隧道工程结构检测、鉴定、加固修复案例及分析	301
12.1 隧道工程结构检测案例	301
12.1.1 【实例 62】某高速公路山岭隧道运营监测	301
12.1.2 【实例 63】某地铁隧道初期支护施工质量检测	303
12.2 隧道工程结构检测、鉴定案例	304
12.2.1 【实例 64】某高速公路山岭隧道技术状况评定	304
12.2.2 【实例 65】某高速公路隧道火灾后技术状况评定	307
12.3 隧道工程结构检测、鉴定、加固修复案例	311
12.3.1 【实例 66】某山岭隧道技术状况评定及加固修复	311
12.3.2 【实例 67】某隧道局部塌陷事故检测鉴定及加固修复	314
12.4 本章案例分析综述	317
13 道路工程结构检测、鉴定、加固修复案例及分析	319
13.1 道路工程结构检测案例	319
13.1.1 【实例 68】某沥青路面质量缺陷检测	319
13.1.2 【实例 69】某水泥混凝土路面质量缺陷检测	320
13.2 道路工程结构检测、鉴定案例	321
13.2.1 【实例 70】某水泥混凝土路面检查及技术状况评定	321
13.2.2 【实例 71】某沥青路面定期检查及技术状况评定	325
13.3 道路工程结构检测、鉴定、加固修复案例	330
13.3.1 【实例 72】某水泥混凝土路面加铺沥青面层加固修复	330
13.3.2 【实例 73】某路面护坡局部滑坡事故检测鉴定及加固修复	333
13.4 本章案例分析综述	335
14 其他工程项目检测、鉴定、加固修复案例及分析	337
14.1 其他工程项目检测、鉴定、加固修复案例	337

14.1.1	【实例 74】某塔吊基础地基承载力检测	337
14.1.2	【实例 75】某商场外围地下管线漏水检测	340
14.1.3	【实例 76】某地区土壤中氡浓度检测	341
14.1.4	【实例 77】某复合材料活动房质量检测	343
14.1.5	【实例 78】某毛石砌筑围墙质量事故检测	344
14.1.6	【实例 79】某围墙倾斜检测鉴定及加固修复	345
14.1.7	【实例 80】某风机塔筒结构安全性检测鉴定及加固修复	348
14.2	本章案例分析综述	353
参考文献		354

第1篇 土木工程结构安全检测、鉴定、加固修复理论

1 基础理论

1.1 检测、鉴定、加固修复的相关概念

土木工程结构检测、鉴定、加固修复的实质是对既有结构的可靠性的复核,审查是否达到设计文件及国家相关规范、规程、标准的最低要求。在结构检测鉴定时所采用的荷载数据及结构抗力数据乃至结构承重体系都需要通过实测的数据进行确定,它区别于结构设计,不是简单的套用设计文件;对于不满足相关规范、规程要求的结构给出加固维修建议,并通过结构补强措施使其达到预期的功能要求。土木工程结构检测、鉴定、加固修复三者之间的关系类似于医院对患者的化验、医生诊断、治疗康复三个步骤,如图 1-1 所示。

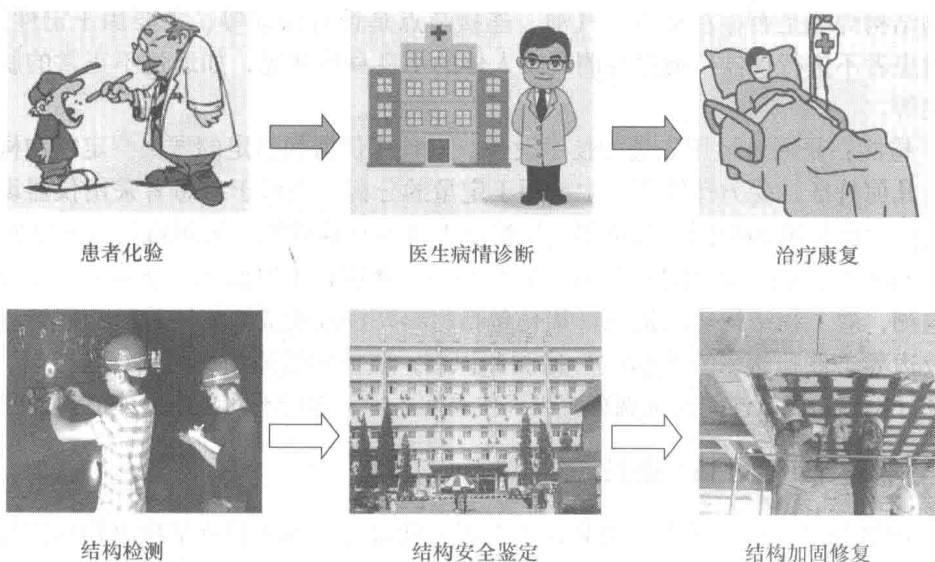


图 1-1 土木工程结构安全检测、鉴定、加固修复



结构检测好比医生看病时的各种检查化验,目的在于解决在缺乏资料的情况下,对土木工程结构进行鉴定、加固、改建、扩建;或由于超载使用、结构存在过度变形裂缝、腐蚀、火灾、爆炸、地震等造成结构损伤时,确定材料的力学性能、结构实际工作状况和承载能力,测取一些必要的数据,为鉴定及加固改造提供依据。

结构鉴定好比医院专家通过依据患者进行化验、检查的数据,分析病情,对病情进行定性。目的就是通过调查、检测、分析和判断等手段通过专业的鉴定机构的专家、技术人员对实际结构的安全性、抗震性、施工质量等性能进行准确的评定。

结构加固修复好比患者依据医院专家的病情诊断结论对患者进行康复治疗的过程。就是恢复或提高建筑结构已丧失或降低的可靠性,使失去部分抗力的结构或构件重新获得或大于原有的抗力。其主要包括以下内容:提高结构构件的承载力;增大结构构件的刚度以减小荷载作用下的变形、位移;增强构件的稳定性以减小结构裂缝的开展以及改善其耐久性。

1.1.1 试验、检查、检测、监测

(1) 测量与计量:测量是对事物作出量化的描述,对非量化实物的量化过程,类似于对患者身高的测量过程的全部操作;计量是指实现单位统一和量值准确可靠性的测量,等同于对测量人体身高所使用仪器的准确性的调试。

(2) 试验与测试:试验指通过实验的方法获得某项未知性能指标的一种手段,是对未知事物的探索求知过程,是对被研究对象或系统进行实验性研究,通过试验数据来探讨被研究对象性能的过程;测试是依靠一定的科学技术手段定量地获取某种研究对象原始信息的过程(信息一般为已知),是具有试验性质的测量,与试验相比,研究对象原始信息为已知。

(3) 检查:指通过目测了解结构或构件的外观情况,观察结构缺陷,推理结构病害,例如目测检查地基基础是否有沉降,结构是否有倾斜、开裂,混凝土结构表面是否有蜂窝麻面,钢结构焊缝是否存在夹渣、气泡,连接节点是否有松动等,主要用于定性的判断;类似于对患者不进行仪器仅通过目测观察人体的不良身体状况,如通过不正常的肤色推断不良病症等。

(4) 检测:是通过运用先进的技术设备、工具或仪器和指定的方法测定结构构件的材料性能、几何特征、受力性能等,主要用于定量的分析;类似于对患者采用仪器设备采集指定的某项生命体征的指标,如采用卷尺测量人体的身高臂展,采用血压仪测量血压等。

(5) 监测与监控:监测是指长时间的对同一物体进行实时监视并掌握它的变化。如结构健康监测,对工程结构实施损伤(损伤包括材料特性改变或结构体系的几何特性发生改变,以及边界条件和体系的连续性)检测和识别;监控同监测相比,重点在控制,类似于对患者进行长期的规律性的入院观察,或入住重症监护室进行不间断生命体征观察和控制。

1.1.2 评级、评定、评估、鉴定

(1) 评级与评定:评级指根据某种调查表所载数目,逐项检查某项事物或指标在一定方面的表现并得出对该项事物特性及等级估计,如根据相关标准依据检测结果对地基基础的安全性评级为C级;评定是指根据一定的判断标准对所研究的对象进行估计分析的过

程,是在测量基础上作出的一种主观判断,如按照相关检测标准,对混凝土回弹数据是否可靠的估计分析。评级与评定均有已有的相应评判标准作为判断依据。

(2) 评估:评估指根据某种调查表所载数目,逐项检查研究对象在所载数目这些方面的表现并得出对该研究对象性能和研究内容(可行性、安全性)的估计。与鉴定相比,带有主观性,权威性不够。类似于医院医生对于病情的诊断,主导评价、评估的为某个“医生”,带有一定的主观性,不满足足够的权威性。

(3) 鉴定:是指具有相应能力和资质的专业人员或机构受具有相应权力或管理职能部门或机构的委托,根据确凿的检测数据或证据、相应的经验和分析论证对某一事物、对象提出客观、公正和具有权威性的技术仲裁意见。与评价、评估相比,主导鉴定的为一组织或机构,参与鉴定的技术人员多、技术水平高、权威性强。

1.1.3 加固、修复、修缮

(1) 加固:指对可靠性不足的承重结构、构件及其相关部分采取增强、局部更换或调整其内力等措施,使其具有现行设计规范所要求的安全性、耐久性和适用性。类似于患者康复治疗。

(2) 修复:指通过修整使结构恢复到原样,各项指标符合要求,与加固相比,受破坏的程度较轻。

(3) 修缮:指修理、修补,与修复相比,受破坏的程度较轻。

1.2 检测、鉴定、加固修复的基本范围及流程

1.2.1 检测、鉴定、加固修复范围

土木工程安全检测、鉴定、加固修复的基本范围如图 1-2 所示。

(1) 历史保护建筑:保护建筑指具有较高历史、科学和艺术价值的建(构)筑物;历史建筑指有一定历史、科学、艺术价值的,反映城市历史风貌和地方特色的建(构)筑物。文物建筑在某种意义上比保护建筑和历史建筑更具有考古价值。

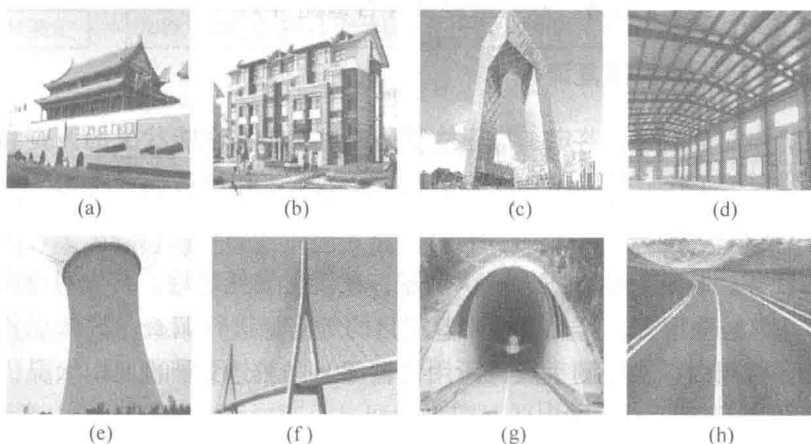


图 1-2 土木工程安全检测、鉴定、加固修复的基本范围

(a) 历史保护建筑; (b) 民用住宅建筑; (c) 民用公共建筑; (d) 工业建筑;
(e) 特种构筑物; (f) 桥梁; (g) 隧道; (h) 道路

历史建筑和保护建筑除了具有观赏价值之外,绝大多数建筑依旧具有使用价值,仍然处于使用状态,时时承受着各种各样的荷载,抵抗着来自各方面的破坏因素的影响,面临着文物建筑之外的维护与更新问题,这种“利用”也是一种积极的保护。

(2) 民用建筑:民用建筑按使用功能可分为居住建筑和公共建筑两大类。根据建筑物用途还可划分为民用住宅建筑与民用公共建筑两大类,其遵循大致相同的规范体系,但因其自身功能及特点不同,在鉴定分析过程中存在一定的差别。

(3) 工业建筑:工业建筑即工业建、构筑物,是为工业生产服务,可以进行和实现各种生产工艺过程的建筑物和构筑物,建筑物包括单层和多层厂房等,可分为通用工业厂房和特殊工业厂房。鉴定工作中有不同的划分标准,同民用建筑相比,分别遵循不同的规范体系。

(4) 特种构筑物:特种结构是指具有特种用途的工程结构,包括高耸结构、海洋工程结构、管道结构和容器结构等,以及深基坑支护结构、通廊、烟囱、筒仓、水池、支架、水塔、挡土墙等。

(5) 桥梁:桥梁指架设在江河湖海上,使车辆行人等能顺利通行的建筑物,简称为桥。桥梁一般由上部构造、下部结构和附属构造物组成,上部结构主要指桥跨结构和支座系统;下部结构包括桥台、桥墩和基础;附属构造物则指桥头搭板、锥形护坡、护岸、导流工程等。

(6) 隧道:隧道是埋置于地层内的工程建筑物,可分为交通隧道、水工隧道、市政隧道、矿山隧道。隧道的结构包括主体建筑物和附属设备两部分。主体建筑物由洞身和洞门组成,附属设备包括避车洞、消防设施、应急通信和防排水设施,长大隧道还有专门的通风和照明设备。

(7) 道路:道路是供各种无轨车辆和行人通行的基础设施,依据道路行政等级划分国道、省道、县道、乡道、专用道路;按使用任务、功能和适应的交通量划分高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路等。按建筑材料性划分铺装道路(混凝土、沥青道路)、非铺装道路(沙土道路、砂石道路及碎石道路等)。

1.2.2 检测、鉴定、加固修复流程

土木工程结构安全检测、鉴定、加固修复是通过对结构性能状况的调查和检测进而进行结构安全性鉴定等工作,并提出加固修复意见,基本工作流程如下所述。

1.2.2.1 结构检测

(1) 初步调查、制定检测方案、确认仪器:在接受委托之后,首先对结构进行初步调查,对结构的基本结构形式、年代、检测鉴定目的等信息进行调查,并依据检测鉴定目的制定检测方案(检测内容、检测手段、所用仪器等),确定仪器的工作状况,确保其正常工作。

(2) 结构性能现场检测、工程质量检测:首先了解结构的使用历史、使用环境、各类荷载及作用,并借助于各种现场检测、试验室试验技术,分别为对结构几何尺寸、材料强度、结构裂缝、缺陷、结构腐蚀、损伤和变形、钢筋位置、荷载条件等反应结构性能的项

目进行检测。基本流程如图 1-3 所示。

(3) 数据处理和结果分析：通过对现场、试验室的检测数据的统计分析，结合现场检测技术规范，对检测数据做出科学的分析和汇总，分析检测结果，为后续鉴定工作提供支持。

1.2.2.2 结构鉴定

(1) 结构鉴定（抗震性、可靠性、安全性等）：以结构可靠性理论为基础，采用调查、检测等手段获得结构本身及其环境的相关信息，通过结构力学和可靠性分析验算等，对既有结构可靠性水平作出评价，并对其在未来时间里（即鉴定的目标使用年限内）能否完成预定功能进行预测与推断。结构鉴定基本流程如图 1-4 所示。



图 1-3 结构检测基本流程

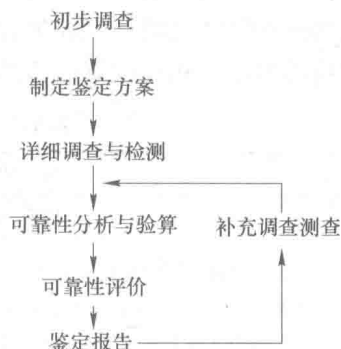


图 1-4 结构鉴定基本流程

(2) 专项鉴定：当结构存在某些专项问题或有特定要求时，针对土木工程结构的专项问题或按照特定要求，根据国家现行标准、规范、规程及地方法规进行专项检测鉴定。

1.2.2.3 加固修复

对于经过鉴定需要进行加固的结构，必须按照相应的规则进行加固。加固工作应按下程序进行，如图 1-5 所示。



图 1-5 加固修复基本流程

(1) 结构可靠性鉴定：结构可靠性鉴定是既有建筑物加固或改造工作的基础，必须全面了解结构实际的性能和作出全面的可靠性评定。

(2) 加固方案的制订与选择：加固方案的制订与选择十分重要，应综合考虑结构的使用要求和实际施工条件。加固方案的优劣不仅影响资金的投入更影响加固的质量，合理的加固方案对使用功能影响小，技术可靠、施工简便、经济合理、外观整齐。

(3) 加固设计：加固设计包括被加固构件的承载力验算、构造处理和绘制施工图三部分，其中对承载力验算要注意新加部分与原结构构件的协同工作，构造处理不仅应满足新加构件自身构造要求还应考虑原结构构件的连接。

(4) 施工过程控制、验收：加固工程的施工组织设计应充分考虑现场实际施工环境的影响（原有结构、管线等制约）。施工前，在拆除原有废旧构件时，应特别注意

观察有无与原检测情况不相符的地方；施工时，需要尽量拆除一些荷载、增加一些预应力顶撑等，以减小原结构构件中的应力，因为加固工程施工多在负荷或部分负荷的情况下进行；施工后，应及时组织参建单位进行专项验收，并通知监督机构对验收进行监督。

1.3 检测、鉴定、加固修复的依据标准及方法

1.3.1 检测依据标准及方法

1.3.1.1 检测标准

结构检测工作包括的内容比较多，一般有结构材料的力学性能检测、结构的构造措施检测、结构构件尺寸检测、钢筋位置及直径检测、结构及构件的开裂和变形情况检测及结构性能实荷检测等，相应依据的检测规范、标准见表1-1。

表 1-1 结构检测依据规范、标准

层次	第一层次	第二层次
标准范围	国家标准	地方、行业标准
通用规范	《木材物理力学性能试验方法总则》（GB1928—1991）； 《木材抗弯强度试验方法》（GB1936—1991）； 《木结构试验方法标准》（GB/T50329—2002）； 《建筑结构检测技术标准》（GB/T 50344—2004）； 《砌体工程现场检测技术标准》（GB 550315—2000）； 《超声法检测混凝土缺陷技术规程》（CECS21：2000）； 《回弹法检测混凝土强度技术规程》（JGJ/T23—2001）； 《钻芯法检测混凝土缺陷技术规程》（CECS212：9）； 《钢结构现场检测技术标准》（GB/T 50621—2010）； 《砌体基本力学性能试验方法标准》（GB/T 50129—2011）； 《混凝土强度检测评定标准》（GB/T 50107—2010）； 《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》（CECS02：2005）； 《剪压法检测混凝土抗压强度技术规范》（CECS278：2010）； 《贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》（JGJ/T136—2001）； 《混凝土中钢筋检测技术规程》（JGJ/T152—2008）； 《建筑抗震试验方法规程》（JGJ101—1996）； 《混凝土结构试验方法标准》（GB/T50152—2012）等	《建筑节能检测技术规范》（DB37/T 724—2007）； 《铁路工程结构混凝土强度检测规程》（TB 10426—2004）； 《钢结构检测与鉴定技术规程》（DG/TJ 08—2011—2007）； 《建筑围护结构节能现场检测技术规程》（DG/TJ 08—2038—2008）； 《既有建筑物结构检测与评定标准》（DG/TJ 08—804—2005）（检测部分）
地基基础检测规范	《建筑地基处理技术规范》（JGJ79—2002）； 《建筑地基基础设计规范》（GB50007—2002）； 《湿陷性黄土地区建筑规范》（GB 50025—2004）； 《建筑基桩检测技术规范》（JGJ106—2003）； 《岩土工程勘察规范》（GB50021—2009）等	《建筑地基基础检测规范》（DBJ 15—60—2008）、《建筑地基基础检测规程》（DGJ32/TJ 142—2012）等
施工验收检测规范	《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205—2001）； 《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300—2013）； 《建筑工程饰面砖黏结强度检验标准》（JGJ110—2008）； 《砌体工程施工质量验收规范》（GB50293—2002）等	相应企业《企业施工工艺标准》等

续表 1-1

层次	第一层次	第二层次
标准范围	国家标准	地方、行业标准
测量规范	《工程测量规范》(GB50026—2007); 《建筑测量变形规范》(JGJ/T1936—1991); 《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2009); 《建筑工程建筑面积计算规范》(GB—T50353—2013) 等	《建筑沉降、垂直度检测技术规范》(DGJ32/TJ18—2012) 等

1.3.1.2 检测方法

随着科学技术的快速发展,目前结构检测的方法种类较多,按材料属性可划分为木结构检测、砌体结构检测、混凝土结构检测、钢结构检测。对于某些结构或构件,为获得其结构整体受力性能或构件承载力、刚度或抗裂性能,可进行结构或构件的整体性能的静力实荷检验;对某些重要建筑和大型的公共建筑还可进行结构的动力测试。具体检测方法详见文献[2]。

其中静力实荷检验可分为使用性能检验、承载力检验和破坏性检验。使用性能的检验主要用于验证结构或构件在规定荷载的作用下不出现过大的变形和损伤,结构或构件经过检测后还必须满足正常使用要求;承载力检验主要用于验证结构或构件的设计承载力;破坏性检验主要用于确定结构或模型的实际承载力。

1.3.2 鉴定依据标准及方法

1.3.2.1 鉴定标准

我国目前土木工程行业结构鉴定标准主要有《工业厂房可靠性鉴定标准》(GBJ50144—2008)、《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB50292:1999)、《建筑抗震鉴定标准》(GB50023—2009)等,各标准之间的关系见表1-2。

表 1-2 各标准之间的关系

层次	第一层次	第二层次	第三层次	第四层次
标准范围	现行设计、施工规范;《抗震设计规范》、《混凝土结构设计规范》等;《建筑抗震鉴定标准》——C类	《民用建筑可靠性鉴定标准》、《工业厂房可靠性鉴定标准》;《火灾后建筑结构鉴定标准》、《建筑抗震鉴定标准》——B类	《建筑抗震鉴定标准》——A类	《危险房屋鉴定标准》、《农村危险房屋鉴定技术导则(试行)》
适用范围	拟建、新建工程	已建成二年以上且投入使用的已有建筑	主要针对1977年以前未考虑抗震设防建筑	既有房屋的危险性鉴定
构件承载力	要求最高	比现行设计规范有所降低(约5%~10%)	比现行抗震设计规范低较多(8度时,约15%~30%)	构件的承载力严重不足或丧失,已引起结构外观的损伤
(后续)设计使用年限	50年	接近50年,或根据工程实际确定	少于30年	危房应拆除或采取相应的措施

经过我国大量专业技术工作人员对建筑物多年理论研究和实践经验的总结,并参考国外的经验,在结构鉴定与评估方面制定了一系列国家标准和行业标准。现行结构鉴定与评估国标及行业标准见表1-3。