

JIANZHU JIEGOU JIANCE JIANDING YU JIAGU GAILUN

JI GONGCHENG SHILI

建筑结构 检测鉴定与 加固概论及工程实例

卜良桃 主编



中国环境出版社

建筑结构检测鉴定与加固概论 及工程实例

卜良桃 主编

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑结构检测鉴定与加固概论及工程实例 / 卜良桃

主编. —北京: 中国环境出版社, 2013.6

ISBN 978-7-5111-1208-8

I. ①建… II. ①卜… III. ①建筑结构—检测②建筑结构—鉴定③建筑结构—加固—结构设计 IV. ①TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 279727 号

出 版 人 王新程
责任编辑 张于嫣
责任校对 唐丽虹
封面设计 宋 瑞

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67150545 (建筑图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2013 年 6 月第 1 版
印 次 2013 年 6 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 17.5
字 数 410 千字
定 价 46.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前 言

近年来,建筑业发展十分迅速,已进入了空前繁荣时期,人们对建筑的使用性能等提出了越来越多的新要求,一方面各种新型材料以及新工艺不断涌现;另一方面,在不断进行新建、发展新技术的同时,如何应对已有的建筑结构进行维护和改造加固的问题已日益受到大众关注。土木工程结构需要鉴定加固改造的原因多种多样,主要包括:自然灾害;房屋使用功能改变;设计施工和管理的失误;环境侵蚀和损伤积累;老房屋达到设计基准期。不论是对新建建筑物工程事故的处理,还是对已用建筑物是否是危房的判断;不论是为抗御灾害所需进行的加固,还是为灾后所需进行的修复;不论是为适应新的使用要求而对建筑物实施的改造,还是对建筑物进入中老年期进行的正常诊断处理,都需要再对建筑物进行检测和鉴定,对结构可靠性作出科学的评估的基础上,对建筑物实施准确的管理维护和改造、加固,以保证建筑物的安全和正常使用。

本书以工程实例为主线系统介绍了工程结构的检测鉴定、加固改造方案与加固施工检验和验收。全书共分为两篇,第一篇为建筑结构检测鉴定与加固概述,分为3章,内容分别为建筑结构检测与鉴定、建筑结构加固与改造、建筑结构加固工程施工质量验收;第二篇为建筑结构检测鉴定与加固工程实例,共分为7章,内容分别为火灾后建筑结构检测鉴定与加固、施工过程中建筑结构出现质量缺陷检测鉴定与加固、使用过程中建筑结构出现质量缺陷检测鉴定与加固、钢筋混凝土现浇板出现裂缝建筑结构检测鉴定与加固、改变使用功能建筑结构检测鉴定与加固、工业建筑结构检测鉴定与加固、构筑物结构检测鉴定与加固。

本书紧密结合当前的科研成果及最新的相关规范和技术标准;收集整理了典型的工程检测鉴定与加固工程实例;包含了作者多年的工程结构检测鉴定与加固工程的实践经验总结;紧密结合最新规范和科研成果,且以工程实例为基础,理论性和实用性强。本书可作为土木相关专业的专业技术人员继续教育教材,也可作为工程技术领域的专业技术人员的参考用书。

本书由卜良桃任主编、何放龙审,吴伟华、陶剑剑、朱仁芳、曾坚、朱健、汪文渊、朱怀、吴涛分别参加了各实例的整理。作者从事建筑结构加固方面的设计、施工和研究工作多年,在各类核心期刊发表相关学术论文100余篇,具有丰富的工程经验。当然,书中不妥与疏漏之处在所难免,敬请读者拨冗指正,必以空杯之心,虚怀以纳之。同时书中实例是著者所在单位的工程经验,仅供读者参考借鉴。

作 者

2013年3月

目 录

第一篇 建筑结构检测鉴定与加固概述

第一章 建筑结构检测与鉴定	3
第一节 建筑结构需检测鉴定与加固的原因	3
第二节 建筑结构的检测方法及依据	5
第三节 建筑结构的鉴定方法及依据	7
第四节 建筑结构可靠性鉴定的类型和等级	9
第五节 建筑结构构件安全性鉴定评级	11
第六节 构件正常使用性鉴定评级	12
第七节 子单元安全性鉴定评级	14
第八节 子单元使用性鉴定评级	14
第九节 鉴定单元安全性及使用性评级	15
第十节 可靠性评级	16
第十一节 适修性评估	16
第二章 建筑结构加固与改造	17
第一节 加固改造行业的现状及发展	17
第二节 建筑结构加固的一般原则	20
第三节 建筑结构加固技术及其选择	21
第三章 建筑结构加固工程施工质量验收	30
第一节 建筑结构加固工程施工质量验收	30
第二节 加固材料质量验收	38

第二篇 建筑结构检测鉴定与加固工程实例

第四章 火灾后建筑结构检测鉴定与加固	49
第一节 工程实例 1 超市综合楼火灾后主体结构检测鉴定与加固技术	49
第二节 工程实例 2 住宅楼火灾后主体结构检测鉴定与加固技术	70

第五章 施工过程中建筑结构出现质量缺陷检测鉴定与加固	83
第一节 工程实例 3 住宅楼施工中混凝土梁裂缝检测鉴定与加固技术.....	83
第二节 工程实例 4 宾馆综合楼主体结构裂缝检测鉴定与加固技术.....	91
第三节 工程实例 5 综合楼施工中主体结构缺陷检测鉴定与处理技术.....	100
第六章 使用过程中建筑结构出现质量缺陷检测鉴定与加固	112
第一节 工程实例 6 卫生院门诊楼主体结构检测鉴定与加固技术.....	112
第二节 工程实例 7 火车站候车厅屋架主体结构检测鉴定与加固.....	123
第三节 工程实例 8 框架剪力墙结构填充墙裂缝检测鉴定与处理.....	132
第七章 钢筋混凝土现浇板出现裂缝建筑结构检测鉴定与加固	139
第一节 工程实例 9 地下车库底板主体结构检测鉴定与裂缝处理.....	139
第二节 工程实例 10 住宅楼楼板结构检测鉴定与处理	150
第八章 改变使用功能建筑结构检测鉴定与加固	159
第一节 工程实例 11 综合楼托换前主体结构检测鉴定与托换改造.....	159
第二节 工程实例 12 学生食堂增加荷载后主体结构检测鉴定与加固.....	166
第三节 工程实例 13 银行办公楼楼面梁板检测鉴定与加固技术.....	175
第四节 工程实例 14 某厂房改造后主体结构检测鉴定与加固技术.....	182
第五节 工程实例 15 公寓楼主体结构检测鉴定与加固技术	189
第六节 工程实例 16 纪念性建筑改造前主体结构检测鉴定与改造技术.....	200
第九章 工业建筑结构检测鉴定与加固	210
第一节 工程实例 17 机械修配厂车间主体结构检测鉴定与加固.....	210
第二节 工程实例 18 冶炼厂厂房主体结构检测鉴定与加固技术.....	218
第三节 工程实例 19 钢厂酸洗车间主体结构检测鉴定与加固	225
第四节 工程实例 20 钢厂炼焦结构检测鉴定与加固技术	235
第五节 工程实例 21 轻钢屋面局部倒塌事故检测鉴定与处理对策.....	248
第十章 构筑物结构检测鉴定与加固	254
第一节 工程实例 22 隧道振动裂缝检测鉴定与加固技术	254
第二节 工程实例 23 挡土墙倒塌主体结构检测鉴定与处理技术.....	260
第三节 工程实例 24 烟囱主体结构检测鉴定与加固技术	266
参考文献.....	273

第一篇

建筑结构检测鉴定与加固概述

第一章 建筑结构检测与鉴定

第一节 建筑结构需检测鉴定与加固的原因

自我国改革开放以来,由于社会经济的高速发展和人民生活水平的提高,我国建筑业发展十分迅速。目前建筑业进入了空前繁荣时期,人们对建筑的数量、质量和使用功能等提出了越来越多的新要求,在不断发展新技术的同时,建筑业正面临着如何对已有的建筑结构进行检测鉴定维护和改造加固的问题。建筑结构需检测鉴定与加固的原因有下列方面。

一、自然灾害

1. 地震

地震是一种不分国界的全球性自然灾害,它是迄今最具破坏性和危险性的灾害。我国46%的城镇和许多重大工程设施分布在地震带上,有2/3的大城市处于地震区,200余个大城市位于M7级以上地震区,20个百万以上人口的特大城市位于地震烈度大于8度的高强地震区。历次地震均不同程度地对当地建筑结构造成了损坏。

2. 风灾

全球有超过15%的人口居住在热带暴风雨危险的地区,也包括我国沿海。另外,东起台湾、西达陕甘、南迄二广、北至漠河,以及湘黔丘陵和长江三角洲,均有强龙卷风。据统计,风灾平均每年损坏房屋30万间,经济损失10多亿元。

3. 水灾

我国大陆海岸线长达18 000 km,全国70%以上的城市,55%的国民经济收入分布在沿海地带,每年仅因海洋灾害造成的直接经济损失超过20亿元,我国目前有1/10的国土,100多座大中城市的高程在江河洪水位之下。我国每年因水灾房屋倒塌数十万到数百万起,比地震倒房严重得多。

4. 火灾

随着国民经济的发展和城市化进程的加速,人口和建筑群的进一步密集,建筑物的火灾概率大大增加,我国平均每年火灾6万余起,其中建筑物火灾就占总数的60%左右,因

火场温度和持续时间不同而造成的灾害不同,其中不少使建筑物提前夭折,使更多的建筑物受到严重损坏。

二、建筑使用功能改变

随着经济建设的发展,在新建的同时还强调对已有建筑的技术改造,在改造过程中,往往要求增加房屋高度、增加荷载、增加跨度、增加层数,即实施对房屋的改造。当前国内外发展生产,提高生产力的重心,已从新建逐步转移到对已有建筑的改造,以取得更大的投资效益。据一些资料统计,改造比新建可节约投资约 40%,缩短工期约 50%,收回投资比新建快 3~4 倍。当然有些工业建筑改造要求更高,例如一些改造要求在不停产情况下进行,工业生产的高度自动化,高效率,高产值,对结构维修改造,除对建筑坚固、适用、耐久的要求外,就是对施工时间、空间耗费的要求,处理不当就可能给工业生产带来巨大经济损失,不要说拆了重建。同样民用建筑、公共建筑的改造也日益受到人们的重视,抓好旧房的增层改造,向现有房屋要面积,是一条重要的出路,我国城市现有的房屋中,有 20%~30%具备增层改造条件,增层改造不仅可节省投资,同时还可以减少土地征用。对缓解日趋紧张的城市用地矛盾也有重要的现实意义。

三、设计施工和管理的失误

设计人员在设计建筑物时,必须面对各种不确定性进行分析,影响建筑结构安全和正常使用因素较多,如材料强度、构件尺寸的缺陷、安装的偏差、计算的模型、施工的质量及其他各种因素等,这些因素的影响均是随机发生的,所以风险不利事件或破坏的概率事实上是不可能避免的,完全正常的设计、施工和使用,在基准使用期内也可能产生破坏,当然这是按比较小的能接受的概率发生。然而现在仍存在下列可能使安全性降低的因素:①设计人员的失误,结构内力计算错误、荷载组合错误、结构方案不正确,数学力学模型选择考虑不周、荷载估计失误、基础不均匀沉降考虑不周、构造不当、在设计上受各种因素影响片面强调节约材料降低一次性投资等,导致安全度降低。②工程地质勘察存在问题,如不认真进行地质勘察,随便确定地基承载力、勘察的孔间距太大,勘察深度不足,不能全面准确反映地基实际情况,基础设计失误,甚至违反规定,不搞地质勘察即进行设计等。这些使失效概率大大增加,而更多的是尽管没有发生垮塌但是给使用留下大量隐患,造成结构的先天不足。③违章在结构上下部任意开孔、挖洞、乱割,乱吊重物,超载,温湿度变化,环境水冲刷、冻融、风化、碳化以及由于缺乏建筑物正确的管理、检查、鉴定、维修、保护和加固的常识所造成的对建筑物管理和使用不当。

此外,结构的先天不足还来源于施工,不严格执行施工质量验收规范、不按图施工、偷工减料、使用劣质材料、钢筋偏移、保护层厚度不足、配合比混乱等。建筑市场的混乱,尤其劣质材料充斥市场,例如结构材料物理力学性能不良、化学成分不合格、水泥标号不足、安定性不合格、钢筋强度低、塑性差等,使房屋倒塌率偏高。正在施工或刚竣工就出现严重质量事故的现象在全国屡见不鲜(约 60%的事故就出现在施工阶段或建成尚未使用阶段),所有这些都给建筑物留下大量隐患。更有甚者是违反基本建设程序,诸如不进行可行性研究,无证设计或越级设计、无图施工、盲目蛮干,均给工程留下隐患,造成严重后果。

四、环境侵蚀和损伤积累

建筑物的缺陷还来自恶劣的使用环境，如高温、重载、腐蚀（氯离子侵蚀）、粉尘、疲劳，违章在结构上下部任意开孔、挖洞、乱割，乱吊重物，超载，温湿度变化，环境水冲刷、冻融、风化、碳化以及由于缺乏建筑物正确的管理、检查、鉴定、维修、保护和加固的常识所造成的对建筑物管理和使用不当，致使不少建筑物安全度出现不应有的早衰。

五、老房屋达到设计基准期

20 世纪五六十年代修建的大批工业厂房、公共建筑和民用建筑，已有数十亿平方米进入中老年期，其维护加固，已提到议事日程上。20 世纪五六十年代，全国共建成各类工业项目 50 多万个，各类公共建筑项目近百万个，累计竣工的工业和民用建筑数十亿平方米，其中，相当比例的房屋已进入中老年期，不少房屋已是危破房，其治理早已到了刻不容缓的地步，所以不少地方的城市建设已进入从新区开发转为新区开发与旧房治理相结合的轨道。

对已修建好的各类建筑物、构筑物进行维修、保护，保持其正常使用功能，延长其使用寿命，对我国而言，不但可以节约投资，而且能够减少土地的征用，对缓解日益紧张的城市用地矛盾有着重要的意义。由此可见，建筑结构加固越来越成为建筑行业一个重要分支，因而对建筑结构加固方法、材料与施工工艺的研究，已成为与国家建设、人民生活息息相关的一个重要课题，随着社会财富的增加和人民生活水平的不断提高，必须对其提出更多、更高的要求，必须对此进行深入研究。

综上所述，不论是对新建建筑物工程事故的处理，还是对已用建筑物是否危房的判断；不论是为抗御灾害所需进行的加固，还是为灾后所需进行的修复；不论是为适应新的使用要求而对建筑物实施的改造，还是对建筑进入中老年期进行正常诊断处理，都需要对建筑物进行检测和鉴定，以期对结构可靠性作出科学的评估，都需要对建筑物实施准确的管理检测鉴定维护和改造、加固，以保证建筑物的安全和正常使用。

第二节 建筑结构的检测方法依据

建筑结构的检测就是依据现行标准，应用检测专用仪器对现存结构的损伤情况进行诊断。为了正确分析结构损伤原因，需要对现场和损伤结构进行实地调查，运用仪器对受损结构或构件进行检测。现存结构的鉴定与新建结构的设计是不同的，新建结构设计可以自由确定结构形式，调整杆件断面，选择结构材料，而现存结构鉴定只有通过现存调查和检测才能获得结构有关参数。因此，现存结构的可靠性鉴定和耐久性评估，必须建立在现场调查和结构检测的基础上。

一、建筑结构现状调查

首先，应查看工程现场，了解工程所在场地特征和周围环境情况，检查施工过程中各项原始记录和验收记录，掌握施工实际状况。其次，应审查图纸资料，复核地质勘查报告

与实际地基情况是否相符,检查结构方案是否合理,设计计算是否正确,构造措施是否得当。最后,应调查工程结构使用情况,使用过程中有无超载现象,结构构件是否受到人为伤害,使用环境是否恶化等。调查时可根据结构实际情况或工程特点确定重点调查内容,例如混凝土结构应着重检查混凝土强度等级、裂缝分布、钢筋位置;砌体结构应着重检查砌筑质量、裂缝走向、构造措施;钢结构应着重检查材料缺陷、节点连接、焊接质量。将结构基本情况调查清楚之后,再根据需要用仪器作进一步的检查。

二、建筑结构仪器检测方法

利用仪器对结构进行现场检测可测定建筑结构所用材料的实际性能,由于被检测结构在检测后一般均要求能够继续使用,所以现场检测必须以不破坏结构本身使用性能为前提,目前多采用非破损检测方法,常用的检测内容和检测手段有如下几种。

1. 混凝土强度检测

非破损检测混凝土强度的方法是在不破损结构混凝土的前提下,通过仪器测得混凝土的某些物理特性,如测得硬化混凝土表面的回弹值或声速在混凝土内部的传播速度等,按照相关关系推出混凝土强度指标。目前实际工程中应用较多的有回弹法、超声法、超声一回弹综合法,并已制定出相应的技术规程。半破损检测混凝土强度的方法是在不影响结构构件承载力的前提下,在结构构件上直接进行局部微破坏实验,或者直接取样实验获取数据,推算出混凝土强度指标。目前使用较多的有钻芯取样法和拔出法,并已制定出相应的技术规程。

利用超声仪还可以进行混凝土缺陷和损伤检测。混凝土结构在施工过程中因浇捣不密实会造成蜂窝、麻面甚至孔洞,在使用过程中应温度变化和荷载作用会产生裂缝。当混凝土内部存在缺陷和损伤时,超声脉冲通过缺陷时产生的绕射,传播的声速发生改变,并在缺陷界面产生反射,引起波幅和频率的降低。根据声速、波幅和频率等参数的相对变化,可评判混凝土内部的缺陷状况和受损程度。

2. 混凝土碳化及钢筋锈蚀检测

混凝土结构暴露在空气中会产生碳化,当碳化深度到达钢筋时,破坏了钢筋表面起保护作用的钝化膜,钢筋就有锈蚀的危险。因此,评价现存混凝土结构的耐久性时,混凝土的碳化深度是重要依据。混凝土碳化深度利用酚酞试剂检测,在混凝土构件上钻孔或凿开断面,涂抹酚酞试液,根据颜色变化情况即可确定碳化深度。

钢筋锈蚀会导致保护层胀裂剥落,削弱钢筋截面,直接影响承载能力和使用寿命。混凝土中钢筋锈蚀是一个电化学过程。钢筋锈蚀会在表面产生腐蚀电流,利用仪器可测得电位变化情况,再根据钢筋锈蚀程度与测量电位之间的关系,可以判断钢筋是否锈蚀及锈蚀程度。

3. 砌体强度检测

砌体强度检测可采用实物取样实验,在墙体适当部位切割试件,运至实验室进行试压,确定砌体时间抗压强度。近些年,原位测定砌体强度技术有了较大发展,原位测定实际上

是一种少破损或半破损的方法, 试验后砌体稍加修补便可继续使用。例如: 顶剪法利用千斤顶对砖砌体作现场顶剪, 量测顶剪过程中的压力和位移, 即可求得砌体顶剪及抗压强度; 扁顶法采用一种专门用于检测砌体强度的扁式千斤顶, 插入砖砌体灰缝中, 对砌体施加压力直至破坏, 根据加压的大小, 确定砌体抗压强度。

4. 钢材强度测定及缺陷检测

为了解已建钢结构钢材的力学性能, 最理想的方法是在结构上截取试样进行拉压试验, 但这样会损伤结构, 需要补强。钢材的强度也可采用表面硬度法进行无损检测, 由硬度计端部的钢球受压时在钢材表面留下凹痕推断钢材的强度。钢材的焊缝缺陷可采用超声波法检测, 其工作原理与检测混凝土内部缺陷相同。由于钢材密度比混凝土大得多, 为了能够检测钢材或焊缝中较小的缺陷, 要求选用较高的超声频率。

三、建筑结构检测依据

建筑结构的检测应以国家及有关部门颁布的标准、规范或规程为依据, 按照其规定的方法、步骤进行检测和计算, 在此基础上对结构的可靠性作出科学的评判。我国已颁布了《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/T 50315—2011)、《钢结构现场检测技术标准》(GB/T 50621—2010)、《建筑基桩检测技术规范》(JGJ 106—2003); 《砌体基本力学性能试验方法标准》(GB/T 50129—2011)、《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2009)、《混凝土强度检验评定标准》(GB/T 50107—2010)、《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T 23—2011)、《超声法检测混凝土缺陷技术规程》(CECS 21: 2000)、《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02: 2005)、《钻芯法检测混凝土强度技术规程》(CECS 03: 2007)、《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》(CECS 278: 2010)、《贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》(JGJ/T 136—2001)、《建筑工程饰面砖黏结强度检验标准》(JGJ 110—2008)、《混凝土中钢筋检测技术规程》(JGJ/T 152—2008)、《木结构试验方法标准》(GB/T 50329—2002)、《混凝土结构试验方法标准》(GB/T 50152—2012)等一系列检测标准和技术规程, 这是对大量结构物科学研究和工程检测实践所做的总结。

第三节 建筑结构的鉴定方法及依据

已有建筑物的可靠性鉴定方法, 正在从传统经验法和实用鉴定法向概率法过渡; 目前采用的仍然是传统经验法和实用鉴定法, 概率鉴定法尚未达到应用阶段。

一、传统经验法

传统经验法的特点, 是在不具备检测仪器设备的条件下, 对建筑结构的材料强度及其损伤情况, 进行目测调查或结合设计资料和建筑年代的普遍水平, 凭经验进行评估取值, 然后按相关设计规范进行验算; 主要从承载力、结构布置及构造措施等方面, 通过与设计规范的比较, 对建筑物的可靠性作出评定。这种方法快速、简单、经济, 适用于对常规的

低层简单旧房的普查和定期检查。由于未采用现代测试手段,鉴定人员的主观随意性较大,鉴定质量由鉴定人员的专业素质和经验水平决定,鉴定结论容易出现争议。

二、实用鉴定法

实用鉴定法的特点,是依据相关标准,运用现代检测技术手段,对结构材料的强度、老化、裂缝、变形、锈蚀等情况通过实测确定。对于按新、旧规范设计的房屋,均按现行规范进行验算校核。根据现行鉴定标准,实用鉴定法将鉴定对象从构件到鉴定单元划分成三个层次,每个层次划分为3~4个等级。评定顺序是从构件开始,通过调查、检测、验算确定等级,然后按该层次的等级评定上一层次的等级,最后评定鉴定单元的可靠性等级。实用鉴定法包括初步调查、详细调查、补充调查、检测、试验、理论计算等多个环节。

初步调查的目的是简单地了解建筑物的现状和历史,为进一步的详细调查做准备。初步调查一般进行资料搜集和现场调查工作,最后填写初步调查表。需要搜集的资料包括原设计图纸、设计变更通知、地质报告、施工验收记录、改造加固图纸、维修记录等。现场调查主要是了解建筑物的概况、破损部位、程度范围及周围环境等。

详细调查的内容包括细部检查、材料检测、结构试验、计算分析等。在详细调查实施之前,应制定详细的调查方案,列出检测、调查的部位、数量,据此准备现场记录用的表格。检测记录结构构件的变形,如构件的破损特征、裂缝宽度和分布、挠度、倾斜、构件几何尺寸、砖墙风化腐蚀深度、砂浆饱满度等;检测记录材料性能,如混凝土强度、碳化深度、保护层厚度、钢筋锈蚀程度、砌体强度等;调查记录结构荷载,如有无后期屋面增加保温、防水层,地面超厚装修,改变用途的活荷载变化等;进行环境调查,主要是周围场地环境,腐蚀气体成分,室内温湿度,局部高温、积水、渗漏,机械振动等;进行地基基础调查,首先根据地面上结构变形,判断是否有地基不均匀沉降、周期性的胀缩变化,然后决定是否进行基础开挖检查或地质勘察。

三、概率法

概率法也称可靠度鉴定法,是将结构物的作用效应 S 和结构抗力 R 作为随机变量,运用概率论和数理统计原理,计算出 $R < S$ 时的失效概率,用来描述结构物可靠性的鉴定方法。可靠度鉴定法是理想的方法,由于作用效应和结构抗力的不确定性、检测手段的局限性及计算模型与实际工作状态间的差异,使可靠度鉴定法目前尚难以进入实用阶段。对于可靠度鉴定法的研究已引起专家的高度重视,开发的具有新性能的可靠检测仪器,也是推进可靠度鉴定法的重要方法。目前我国结构物可靠性鉴定的任务十分艰巨,所采用的鉴定方法仍然是传统经验法和实用鉴定法,其中实用鉴定法是目前最常用的方法,概率法尚未进入实用阶段。

四、建筑结构鉴定依据

建筑结构的鉴定应以国家及有关部门颁布的标准、规范或规程为依据,按照其规定的方法、步骤进行鉴定和计算,在此基础上对结构的可靠性作出科学的评判。我国已颁布了《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292—1999)、《工业建筑可靠性鉴定标准》(GB 50144—2008)、《危险房屋鉴定标准》(JGJ 125—99)(2004版)、《建筑抗震鉴定标准》(GB 50023—

2009)、《地震灾后建筑鉴定与加固技术指南》(建标[2008]132号)、《火灾后建筑结构鉴定标准》(CECS 252: 2009)、《房屋裂缝检测与处理技术规程》(CECS 293: 2011)等一系列鉴定标准,这是对大量结构物科学研究和工程鉴定实践所做的总结。

第四节 建筑结构可靠性鉴定的类型和等级

一、鉴定的类型

1. 结构可靠性分类

建筑物的鉴定,常分为安全性鉴定和正常使用性鉴定。结构的安全性、适用性和耐久性能否达到规定要求,是以结构的两种极限状态来划分的,其中承载力极限状态主要考虑安全性功能,正常使用极限状态主要考虑适用性和耐久性功能,这两种极限状态均规定有明确的标志和限值。

(1) 承载能力极限状态

承载能力极限状态对应于结构或构件达到最大承载力或产生不适于继续承载的变形,当结构或构件出现下列状态之一时,即认为超过了承载能力极限状态。

- 1) 整个结构或结构的一部分作为刚体失去平衡(如倾覆等)。
- 2) 结构构件或连接因材料强度被超过而破坏,或因过度的塑性变形而不适于继续承载。
- 3) 结构转变为机动体系。
- 4) 结构或结构构件丧失稳定(如压屈等)。

(2) 正常使用极限状态

正常使用极限状态对应于结构或构件达到正常使用或耐久性能的某项规定限值。当结构或构件出现下列状态之一时,即认为超过了正常使用极限状态。

- 1) 影响正常使用或外观的变形。
- 2) 影响正常使用或耐久性能的局部破坏(包括裂缝)。
- 3) 影响正常使用的振动。
- 4) 影响正常使用的其他特定状态。

2. 鉴定的类别及适用范围

按照结构功能的两种极限状态,结构可靠性鉴定可以分为两种,即安全性鉴定和使用性鉴定。根据不同的鉴定目的和要求,安全性鉴定与使用性鉴定可分别进行,或选择其一进行,或合并为可靠性鉴定。各类别的鉴定有不同的使用范围,按不同要求,选用不同的鉴定类别。

(1) 可进行安全性鉴定的情况

- 1) 危房鉴定及各种应急鉴定。
- 2) 房屋改造前的安全检查。
- 3) 临时性房屋需要延长使用期的检查。

4) 使用性鉴定中发现有安全问题。

(2) 可进行使用性鉴定的情况

1) 建筑物日常维护的检查。

2) 建筑物使用功能的鉴定。

3) 建筑物有特殊使用要求的专门鉴定。

(3) 应进行可靠性鉴定的情况

1) 建筑物大修前的全面检查。

2) 重要建筑物的定期检查。

3) 建筑物改变用途或使用条件的鉴定。

4) 建筑物超过设计基准期继续使用的鉴定。

5) 为制定建筑群维修改造规划而进行的普查。

当鉴定评为需要加固处理或更换构件时,根据加固或更换的难易程度、修复价值及加固修复对原建筑功能的影响程度,可补充结构的适修性评定,作为工程加固修复决策时的参考或建议。当要确定结构继续使用的寿命时,还可进一步作结构的耐久性鉴定。有时根据需要还可以进行专项鉴定,如抗震鉴定。

二、鉴定评级的层次与等级划分

将建筑结构体系按照结构失效的逻辑关系,划分为相对独立的3个层次,即构件、子单元和鉴定单元3个层次。

构件是鉴定的第1层次,也是最基本的鉴定单位。它可以是1个构件,如1根梁、柱或1片墙;也可以是1个组合件,如1榀屋架。子单元由构件组成,是鉴定的第2层次,一般将建筑物划分为地基基础、上部承重结构和围护系统3个子单元。鉴定单元由子单元组成,是鉴定的第3层次。鉴定单元通常是指一个完整的建(构)筑物,也可根据建筑物的构造特点和承重体系的种类,将建筑物划分为1个或若干个可以独立进行鉴定的区段,将每1个区段视为1个鉴定单元。对安全性或可靠性鉴定,每个层次划分为4个等级;对使用性鉴定,每个层次划分为3个等级。鉴定从第1层次开始,根据构件各检查项目的评定结果,确定单个构件等级;根据子单元各项目及各种构件的评定结果,确定子单元等级;再根据子单元的评定结果,确定鉴定单元等级。

构件或子单元的检查项目是针对影响其可靠性的因素所确定的调查、检测或验算项目;如混凝土构件的安全性鉴定,涉及承载能力、构造、不适于继续承载的位移及裂缝4个检查项目。检查项目的评定结果最为重要,它不仅是各层次、各组成部分鉴定评级的依据,而且还是处理所查出问题的主要依据。子单元和鉴定单元的评定结果,由于经过了综合,是被鉴定建筑物进行宏观决策和科学管理的依据。

1. 安全性鉴定

民用建筑安全性鉴定分为构件、子单元和鉴定单元3个层次,每个层次分成4个等级进行鉴定。构件的4个安全等级用 a_u 、 b_u 、 c_u 、 d_u 表示,子单元的4个安全性等级用 A_u 、 B_u 、 C_u 、 D_u 表示,鉴定单元的4个安全等级用 A_{su} 、 B_{su} 、 C_{su} 、 D_{su} 表示。安全性鉴定评级的层次、等级划分及工作内容详见《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292—1999)。

已有建筑物在鉴定后,通常采用加固措施一般还要继续使用,不论从保证其下一个目标使用期所必需的可信度或是从标准规范的适用性和合法性来说,均不能采用已被废止的原设计、施工规范作为鉴定的依据。现行的设计、施工规范可以作为鉴定的依据之一,但其针对的是已建或既有建筑工程,不可能系统地考虑已有建筑物所能遇到的各种问题。鉴定工作应该依据的是鉴定标准,鉴定标准概括了现行设计、施工规范中的有关规定;也体现原设计、施工规范中行之有效,而由于某种原因已被现行规范删去的有关规定;此外,针对已有建筑物的特点和工作条件,鉴定标准还有专门的规定。

2. 使用性鉴定

民用建筑使用性鉴定按构件、子单元和鉴定单元 3 个层次,每个层次分成 3 个等级进行鉴定。由于使用性鉴定的内容和复杂程度相对比较简单,所以使用性鉴定分级的挡数比安全性和可靠性鉴定少一档。

构件的 3 个使用性等级用 a_s 、 b_s 、 c_s 表示,子单元的 3 个使用性等级用 A_s 、 B_s 、 C_s 表示,鉴定单元的 3 个使用性等级用 A_{ss} 、 B_{ss} 、 C_{ss} 表示。使用性鉴定评级的层次、等级划分及工作内容、各层次分级标准详见《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292—1999)。

3. 可靠性鉴定

建筑结构可靠性鉴定按构件、子单元和鉴定单元 3 个层次,每个层次分为 4 个等级进行鉴定。各层次的可靠性鉴定评级,以该层次的安全性和使用性等级的评估结果为依据综合确定。构件的 4 个可靠性等级用 a 、 b 、 c 、 d 表示,子单元的 4 个可靠性等级用 A 、 B 、 C 、 D 表示,鉴定单元的 4 个可靠性等级用 I 、 II 、 III 、 IV 表示。可靠性鉴定评级的层次、等级划分及工作内容、各层次分级标准详见《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292—1999)。

4. 适修性鉴定

所谓适修性,是指一种能反映残损结构适修程度与修复价值的技术与经济的综合性。对于这一特性,建筑物所有或管理部门尤为关注。因为残损结构的鉴定评级固然重要,但鉴定评级后更需要关于结构能否修复及是否值得修复的评价意见。

民用建筑适修性子单元和鉴定单元,分别按 4 个等级进行评定,子单元或其中某组成部分的 4 个适修性等级用 A_r' 、 B_r' 、 C_r' 、 D_r' 表示,鉴定单元的 4 个适修性等级用 A_r 、 B_r 、 C_r 、 D_r 表示,各层次适修性的评级标准详见《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292—1999)。

第五节 建筑结构构件安全性鉴定评级

构件是可靠性鉴定最基本的鉴定单位。这里所指的构件可以是 1 个单件,如 1 根梁或某层的单根柱;也可以是 1 个组合件,如 1 榀屋架;还可以是 1 个片断,如 1 片墙或 1 段条形基础。鉴定时划分的单个构件,应包括构件自身及其连接、节点。