

矿区混凝土结构劣损

检测与加固

徐继民 等 编著



郑州大学出版社



矿区混凝土结构劣损 检测与加固

徐继民等 编著

郑州大学出版社

内 容 提 要

本书依据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367—2006)、《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》(CECS 146—2003)及有关的检测、鉴定技术规范和规程编写,通过对矿区环境进行检测,分析了影响矿区建(构)筑物结构耐久性的影响因素,并对矿区混凝土结构的可靠性及安全性进行了评估,然后开展了内嵌 FRP 加固混凝土结构技术研究,并给出了矿区结构加固的合理性初步建议。

本书可供混凝土结构检测、设计、施工、管理、研究人员使用,也可作为土木工程专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

矿区混凝土结构劣损检测与加固/徐继民等编著.
—郑州:郑州大学出版社,2009.1
ISBN 978-7-81106-975-4
I. 矿… II. 徐… III. ①矿区-混凝土结构-检测
②矿区-混凝土结构-加固 IV. TD3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 147292 号

郑州大学出版社出版发行
郑州市大学路 40 号
出版人:邓世平
全国新华书店经销
河南龙华印务有限公司印制
开本:787 mm × 1 092 mm
印张:18
字数:429 千字
版次:2009 年 2 月第 1 版

邮政编码:450052
发行电话:0371-66966070

1/16

印次:2009 年 2 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-81106-975-4

定价:36.00 元

本书如有印装质量问题,请向本社调换

随着国家经济的迅猛发展,其对能源的依赖性越来越大。煤炭在目前的能源结构中占有很大比例。煤矿区结构的稳定与安全直接影响到资源的开采与运输。由于煤矿区环境的复杂性,很多矿区建(构)筑物出现了不同的劣损,因此对矿区混凝土结构的检测、评估及加固技术的研究成为必需。

本书是在分析总结国内外学者研究成果的基础上,重点研究了平顶山煤矿区环境对建(构)筑物的腐蚀机理及影响因素,并对矿区劣损结构进行检测、评估;结合现有加固技术,开展了内嵌 FRP 加固技术研究;结合矿区实际,对矿区构筑物提出了有针对性的加固建议;在总结国内外试验研究的基础之上,结合矿区环境,提出了《矿区混凝土结构加固设计指南》(草案);最后对矿区桥梁上部结构的其他加固技术进行了简单介绍。

本书共分 10 章及 1 个附录,具体编写分工为:第 1、5 章,徐继民;第 2、3、4、6 章及第 8 章的第 8.1、8.2 节,张会听;第 7 章的第 7.1、7.2 节及第 8 章的第 8.3、8.4 节,郭全成;其余章节及附录,王兴国。

本书受河南省工程力学重点学科、河南理工大学重点学科及河南省高校杰出科研人才创新工程项目(2007KYCX006)、河南理工大学博士基金(648258)、河南省重点科技攻关项目(082102240009)联合资助出版。河南理工大学土木工程学院曾宪桃教授对本书的撰写提出了很多有建设性的建议,成香莉、赵晋、丁亚红、刘剑飞、向传家等参加了部分试验研究和图表绘制工作。在本书出版之际,向所有关心、支持并为本书做出贡献的单位和个人表示衷心的感谢。希望本书的出版能给广大工程技术人员和科研人员在工程加固设计及施工方面提供帮助。同时,由于水平有限和时间紧迫,书中难免有不完善之处,敬请读者批评指正。

编者

2008.6

作
者
简
介

徐继民,男,1963年9月22日出生于河南省商丘市,1985年7月毕业于焦作矿业学院采矿工程系矿井建设专业,大学本科,工学学士,中国矿业大学工程硕士,现任平顶山煤业(集团)有限公司(以下简称“平煤集团”)基建处主任工程师,高级工程师、注册咨询工程师、注册造价工程师、注册一级建造师。长期从事矿井建设工作,主持参与平煤集团多项重大攻关项目,矿山地面工程专家,曾在《建井技术》、《煤炭工程》、《煤矿安全》上发表论文多篇。

张会听,男,1969年3月6日出生于河南省洛阳市,1992年7月毕业于焦作矿业学院采矿工程系矿井建设专业,大学本科,工学学士,河南理工大学在读研究生,现任平煤集团建井一处副处长,高级工程师,矿山建设专家,曾发表论文多篇。

王兴国,男,1977年出生,博士,现为河南理工大学土木工程学院道桥教研室主任,参与完成省部级及企业合作项目8项,正主持河南省科技计划项目1项、河南省教育厅科技项目1项、河南理工大学博士基金1项。

郭全成,男,1982年毕业于长春工程学院,工程师、经济师,焦作市建筑学会会员,从事建筑施工设计和城市规划、城市建设管理二十余年,具有丰富的施工组织、设计、城市规划和建设经验,在核心期刊发表论文多篇。现任焦作市人大代表、中共修武县委常委、修武县人大常委。



煤矿区地上混凝土结构的安全性和可靠性直接影响到矿区正常运营,而矿区环境的复杂性致使影响混凝土耐久性的因素众多,开展矿区混凝土结构劣损调查与检测评估成为必需。

由于重视产业安全,国内已开展了矿区环境对混凝土结构耐久性影响调查及相关分析鉴定工作,并对有关劣损结构提出了一些加固方法,但对不影响结构正常使用的方法研究尚不够深入,有待进一步提高。

迄今为止,能较全面系统地分析矿区混凝土结构耐久性影响因素及处理方法的书籍还为数不多,更缺乏简明及便于操作借鉴的检测、施工方法方面的著作。如果能系统深入地写作一本关于矿区环境对混凝土结构耐久性影响及矿区结构检测鉴定与加固处理方面的书籍,将有利于广大矿区结构设计和施工人员提前做好准备,增强矿区结构的耐候性能,同时有利于对既有结构进行鉴定和维修加固,延续结构的正常使用寿命。

书中首先结合有关规程、规范,简要给出了混凝土结构可靠性鉴定标准、混凝土结构损伤机理,并结合矿区实际,列出了几种简单实用的无损检测技术。然后,着重从环境的角度,对平煤矿区混凝土结构病害原因进行了调查分析;对已劣损结构,本着延续其使用寿命及经济合理的原则,开展了表层嵌入 FRP 加固混凝土结构技术研究,分析了实验梁的弯曲性能及设计计算方法,并对相关已劣损的储装运结构提出了相应的加固技术对策。

本书着重于矿区结构的劣损评估检测及加固技术,清晰地给出了各侧重点的原理、方法和步骤,结合工程实际,是一部典型的理论联系实际的书,具有较高的学术水平和工程参考价值。它的出版问世,相信将会对矿区结构性能的认识及其安全性、耐久性的提高起到推动作用。

中国工程院院士

周邦俊
2008.10.17

目 录

第 1 章 结构可靠性鉴定	1
1.1 结构可靠性鉴定的基本方法	1
1.2 房屋结构可靠性鉴定的基本原则	4
1.3 结构可靠性鉴定的程序和标准	6
1.4 建筑结构承受作用的调查	9
1.5 混凝土结构的鉴定	11
第 2 章 混凝土结构损伤机理及分析	23
2.1 混凝土中的钢筋腐蚀	23
2.2 混凝土的中性化	28
2.3 混凝土裂缝对结构的影响	33
2.4 混凝土的冻融破坏	34
2.5 化学介质的腐蚀	37
2.6 混凝土碱集料反应	40
2.7 混凝土强度不足的常见原因	43
第 3 章 混凝土结构检测技术	48
3.1 混凝土强度的检测	48
3.2 混凝土内部缺陷检测	65
3.3 混凝土碳化深度的测定	71
3.4 混凝土中钢筋的检测	73
第 4 章 混凝土结构耐久性评估及寿命预测	81
4.1 钢筋混凝土结构耐久性评估	81
4.2 混凝土结构剩余寿命预测	84
第 5 章 煤矿区混凝土结构病害原因调查与机理分析	87
5.1 概述	87
5.2 环境对混凝土构件的腐蚀	89
5.3 环境质量和混凝土构件耐久性的评价	117
5.4 平煤十矿储装运结构的检测与鉴定	132
5.5 构筑物腐蚀经济损失	152

5.6	矿区既有构筑物耐久性不足原因分析	162
5.7	今后矿区建(构)筑物设计要注意的问题	164
5.8	从环境工程角度考虑构筑物的耐久性	169
第6章	常用加固方法简介	171
6.1	加固工程程序	171
6.2	加固的一般原则	173
6.3	几种加固方法	174
6.4	常用加固方法比较	185
第7章	外贴 FRP 片材加固混凝土结构技术	186
7.1	材料介绍	186
7.2	碳纤维加固技术	189
7.3	受力滞后应变分析	193
7.4	施工要点	199
第8章	内嵌 FRP 加固混凝土结构技术研究	202
8.1	概述	202
8.2	施工工艺	203
8.3	试验研究	206
8.4	试验结果分析	215
8.5	内嵌加固梁弯曲性能理论分析	224
8.6	FRP 内嵌混凝土梁抗弯加固设计	238
8.7	内嵌 FRP 加固混凝土梁有限元分析	244
第9章	矿区构筑物加固初步设计	252
9.1	加固建议	252
9.2	加固方案初步设计	252
第10章	混凝土桥梁上部结构其他加固技术简介	259
10.1	锚喷混凝土加固法	259
10.2	纤维混凝土在桥梁加固中的应用	262
10.3	复合砂浆-钢筋(丝)网加固技术	263
10.4	预应力高强 FRP 片材加固技术	264
附录		266
参考文献		276

第1章 结构可靠性鉴定

工程结构在使用过程中,需要经常性地管理和维护,必要时还应及时修缮。同时,还有一些建筑或因设计、施工、使用不当而需加固,或因用途改变而需改造,或因使用环境变化而需处理,等等。要做好这些工作,首先必须对建筑物在安全性、适用性和耐久性方面存在的问题有全面的了解,才能作出安全、合理、经济、可行的方案,这正是结构可靠性鉴定所要解决的问题。

1.1 结构可靠性鉴定的基本方法

结构可靠性鉴定的基本方法主要有经验鉴定法、实用鉴定法和可靠概率鉴定法。

1.1.1 经验鉴定法

经验鉴定法是以原设计规范或规程为依据,按个人目视观察及规范定值计算结果来评定结构与实际差异的一种经验评定法。

此法的特点是荷载计算以实际调查为准,材料强度取值一般按经验评定,图纸规定的材质数据仅作参考,对原设计中采用的规范依据、理论公式、计算图形,主要看是否与实际结构工作状态相符;否则,应按实际状况进行修改。

经验法一般不使用检测设备和仪器,主要凭个人经验,受个人主观因素的影响较大。这样,即使是鉴定人员专业技术水准较高,也未必判断准确。例如,某一建筑物顶层墙体部位发生裂缝,材料专家可能判定为建筑材料因干缩或温度作用引起的,属于材料问题;结构专家可能判定为荷载作用下结构抗力不足,属结构受力问题;地基专家可能判定为地基基础沉降作用引起,属地基基础问题;结构检测专家则可能判定为墙体材料内部缺陷作用引起,属内部隐患问题。不同专业特长的鉴定人员很容易受个人专业特长的制约,可能导致判断错误。但这种鉴定方法鉴定程序少,花费人力、物力少,所以对受力简单、传力路线明确、较易分析的一般性建筑物和构筑物的鉴定,经验鉴定法仍是一种可行的鉴定方法。

经验鉴定法的鉴定程序如图 1.1 所示。

(1) 动机 一般由建筑物的管理或使用单位提出,主要指使用中发现问题、建筑物

的主要损伤、缺陷表现,或使用方因变更使用要求而提供的条件等。



图 1.1 经验鉴定法的鉴定程序

(2) 调查 作简单视察,对使用人员作必要的采访,核实“动机”中提出的有关问题的成因和发展过程,以避免失误。

(3) 各调查项目的评价 由各项目调查人员对调查结果作出评价。有时调查人员也是评价人。

(4) 综合评定 一般由调查人员(也是鉴定评定人员)作出,所以综合鉴定结论不易做到集思广益。

(5) 鉴定报告 一般由调查人员编写。

从以上可以看出,经验鉴定法的鉴定程序主要以个人能力为前提,调查过于简单,缺乏准确数据,故在工程处理上多数偏于保守。但传统经验鉴定法在工程实践中不断发展,经验在不断丰富,若结合进行一定的测试、观察和验证,便可大大提高鉴定工作的可靠程度。

1.1.2 实用鉴定法

实用鉴定法是在经验鉴定法的基础上发展起来的,它克服了经验鉴定法的缺点,十分重视检测手段和测试技术,对于结构材料强度等有关力学参数,一定采用实测值并经统计分析后才用于结构的分析计算。在各项结果的评定中,均以原设计规范的控制条件为标准,经讨论分析后提出综合性鉴定结论和对策建议。

实用鉴定法的特点是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。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,每个层次划分为三至四个等级。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构成评定上一层次的等级,最后评定鉴定单元的可靠性等级。

因此,实用鉴定法十分强调检测手段和试验数据。实用鉴定法的实施程序如图 1.2 所示。

实用鉴定法在实施中的每一步骤都存在着反馈过程。调查、检验和试验项目的选择和确定均应有预见性,做到“心中有数”。

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、程度及范围等。

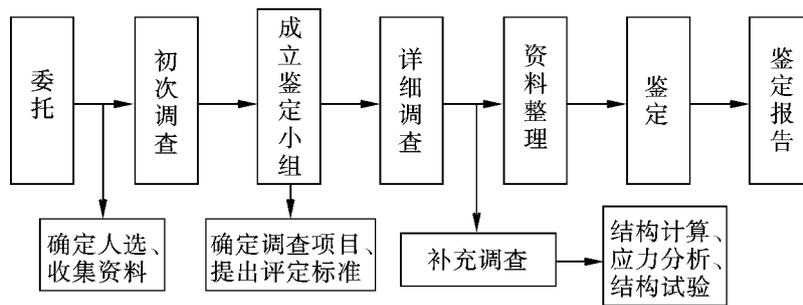


图 1.2 实用鉴定法实施程序

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,列出检测和检查的部位、数量,据此准备现场记录用的表格。

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 进行环境调查 主要是烟气成分、室内温湿度、局部高温、积水、渗漏、机械振动等。

(5) 进行地基基础调查 首先根据地面上的结构变形,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。

1.1.3 可靠概率鉴定法

运用概率论和数理统计原理,采用非定值统计规律对建筑物的可靠度进行鉴定的方法,称为可靠概率鉴定法,又称可靠度鉴定法。

人们认识到,建筑物的作用效应 S 、结构抗力 R 以及影响建筑物的诸因素并非固定不变,而是在一定范围内波动的随机变量,按现有规程、规范进行结构分析和应力计算属定值法范围,用定值法的恒定值去评定已有建筑物的随机变量的不定性影响,显然是不合理的。

概率法用概率的概念分析已有建筑物的可靠度,找出建筑物在正常使用条件下和预期的使用期限内发生破坏或失效的概率,确定其使用寿命。建筑物的结构抗力 R 和作用效应 S 的大小关系对应的结构状态如下:

当 $R > S$ 时,结构处于安全状态;

当 $R = S$ 时,结构处于极限状态;

当 $R < S$ 时,结构处于失效状态。

若用 P_f 表示失效概率,用 P_s 表示保证概率,则二者属于互补关系,即

$$P_s + P_f = 1 \quad \text{或} \quad P_f = 1 - P_s \quad (1.1)$$

只要能计算出 P_f , 便可得到保证概率, 得到建筑物的保证度。

概率法在理论上是完善的, 但目前离实用还有距离。困难在于结构物的不定性, 这种不定性来自结构材料强度的差异和计算模型与实际工作状态之间的差异。减少材料强度的离散性, 提高理论计算的精确性, 是提高和控制结构物可靠度的主要途径。其次, 根据校准试验的比较分析, 各类结构构件的可靠性指标不一致。如在砌体结构中, 轴压偏高, 而偏压和受剪偏低; 在结构工程的实际施工中, 质量不稳定, 可靠性指标多数偏低。所以, 落实可靠的质量控制措施是十分必要的。

目前概率法的实际应用仅止于近似概率法, 根据概率分布曲线和形态, 用“均方差”度量并找出“安全指标”。根据调查资料, 目前国外各承建集团在对已有建筑物可靠度的安全指标测算中, 方法和程序各异, 并对外保密。可以肯定, 在这方面今后必将有一个很大的发展。

我国建筑物的可靠性鉴定任务十分繁重, 目前所采用的鉴定方法大致处于经验鉴定法和实用鉴定法之间的状态。由于历史原因, 已有建筑物的有关图纸和资料可能保存不全, 而且我国国家基本建设管理、科研机构和实施机构(即科研机构、设计单位、施工公司)完全分离, 增加了检验和鉴定工作的艰巨性和复杂性。大力发展实用鉴定法和可靠度鉴定法, 开发新的测试技术和设备, 尽快提高已有建筑物可靠性鉴定的质量和速度是十分重要的工作。

1.2 房屋结构可靠性鉴定的基本原则

根据《建筑结构设计统一标准》(GBJ 68—1984) 的规定, 计算结构可靠度时采用的设计基准期为 50 年。设计人员在设计时, 虽然考虑了诸多因素, 但这些考虑与实际使用中发生的情况总是有一定差距的。建筑物在使用中可能会遭遇到各种偶然事件而受到破坏, 如地基的不均匀沉降、结构的温度变形、疲劳作用以及一些工程事故和工业事故, 这些往往都是随机因素, 难以在设计中考虑周全, 一旦使用中发生这类问题, 将危及结构的安全, 故此迫切需要进行结构检测与试验, 进行可靠性鉴定。

一般来讲, 当建筑物遇到下列情况之一时, 需进行可靠性鉴定:

- (1) 建筑物经过长期使用, 不同程度地发生老化;
- (2) 由于某种原因发生连接损伤或锚固性破坏以及整体或局部失稳等;
- (3) 建筑物发生异常变形、开裂等;
- (4) 由于工艺改革、使用条件发生了变化而需要重新鉴定;
- (5) 一些具有特殊用途的重要性建筑物需要定期检查、鉴定;
- (6) 建筑物受地震、火灾、台风、爆炸等突发性的外加荷载作用而造成损坏的损坏程度鉴定等。

我国 20 世纪 50 年代前建造的建筑物, 有相当一部分超过预定的设计基准期, 已严重老化。50 年代以后, 特别是 1958 年以后, 所建造的建筑物, 包括民用住宅、工业厂房、公共建筑等, 虽未超过使用年限, 但其中不少已发生了上面所提到的有关问题, 有一部分已

成“危房”,无法继续使用。1980年以后,经济发展迅速,技术立法、技术管理和水平跟不上,严重事故时有发生,有些虽未发生倒塌事故,但留下了许多隐患,应该看到这种危险性,及早解决这类潜伏的隐患。解决的办法是建立各种法规,发展结构非破损检测技术,进行可靠性鉴定工作,在此基础上,及时地采取补强、加固和处理措施。

房屋结构可靠性鉴定规程和标准在制定中,主要遵循如下原则。

(1) 以结构的安全性为主,充分满足结构在规定的使用条件下和规定的使用期限内的可靠性要求,同时兼顾其适用性和耐久性,以此为原则制定分项分级标准和单元综合评定等级。

对耐久性的评估,是以被鉴定结构物的目标使用年限为准。在评定中需根据结构材料和结构性能、使用环境与条件的检测结果,结合工程经验进行综合判断。

(2) 承载能力取值、材料强度和结构的安全度方面,应采用以概率论为基础的可靠性理论。

结构的鉴定评级是根据我国建筑结构现行设计规范的结构安全度水平,用不同的可靠指标来确定的。A级(a级)标准为规范设计标准,而最低标准D级(d级)的确定,则是根据《工业厂房可靠性鉴定标准》(GBJ 144—1990)中的相应原则,以及国内大量的工程事故的经验总结和对有关专家的调查,得出分级指标进行评定。

(3) 在建筑结构综合评定中引用了“传力树”概念。从学科上看,整个结构体系的评定属于“系统工程”的研究内容,其问题的实质极为复杂。目前,从结构设计标准讲,仅在构件的可靠度上有所解决,而体系的可靠度正处在研究阶段。从目前的实际情况出发并考虑今后的发展,引入了“传力树”概念。

“传力树”定义为:由基本构件和非基本构件组成的传力系统。树表示构件与系统失效之间的逻辑关系。基本构件是指当其本身失效时导致传力树中其他构件失效的构件;非基本构件是指其本身失效是孤立事件,它的失效不会导致其他主要构件失效。

“传力树”定义有如下特点:

1) 以传力为特征,符合建筑结构计算单元承重结构体系的受力、传力特点。系统的可靠性分析中,最受关注的是系统发生失效状态或故障状态的概率和原因。建筑结构类型可以不同,但每一类型中的结构构件都要受力和传力,按照传力路线进行传力跟踪,追寻力传到何处。哪个结构构件或节点发生故障,层层跟踪可找出导致系统失效所有可能的直接原因和间接原因,所以,以“传力”为特征的“传力树”符合建筑结构的传力、受力特点。

2) 将传力系统形象化,清晰地显示出“树”中各个部分所处的地位及作用。

3) 用逻辑推理关系,表示了构件之间、构件与系统之间的内在联系。构件之间的逻辑由基本构件和非基本构件的定义给出,构件与系统失效之间的逻辑关系是按照各种构件在系统中的不同地位和作用用“树”来表示,从而表达出构件之间、构件与系统失效之间的内在联系。

(4) 统一鉴定程序和检查要点。这是分析综合国内外有关资料和有关模式,结合国内工程检查和鉴定经验,从繁就简归纳整理提出的结论性条文,既为可靠性鉴定提供了统一的程序和标准,亦为日常技术管理提供了科学依据。

(5) 结构的可靠性鉴定分为“子项”、“项目”、“单元”三个层次的评定,每个层次又各

分为四个级别。在具体工程实践中层次可能更多,为避免过于复杂和便于掌握运用,将其简化。执行中“项目”评定是作为结构是否应该进行处理的依据,“单元”评定则可作为管理部门进行科学管理的主要依据。

(6) 鉴于不同结构的可靠性鉴定的特殊性和复杂性,应在大原则下统一,在具体执行中给予鉴定人员一定的回旋余地,因此,必须对鉴定单位和鉴定人员的资质提出具体要求,以保证鉴定质量。

1.3 结构可靠性鉴定的程序和标准

1.3.1 可靠性鉴定的基本程序

建(构)筑物的可靠性鉴定程序如图 1.3 所示。

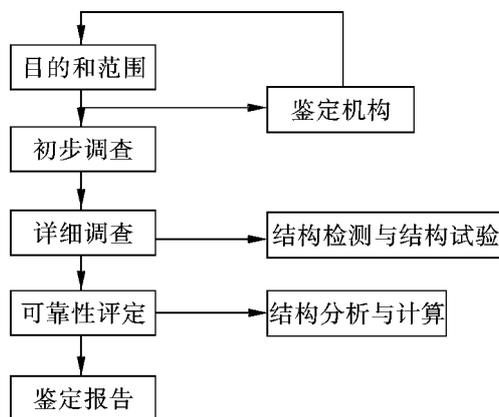


图 1.3 可靠性鉴定程序

目的和范围是指鉴定合同所规定的鉴定目的和范围。根据建(构)筑物的使用情况和需要,一般有两种鉴定要求:一种情况是结构已有不同程度的破损、老化,要求维持短期使用(3~5年),希望通过鉴定及必要的加固处理,给定一个更新改造的准备期,以后可能报废或作他用,对这种情况,应在确保安全的条件下,尽量不停产,照常使用,以取得较好的经济效益;另一种情况是结合扩建、改造或使用条件的变更,要求继续长期使用(10年以上),希望扩建、改造、鉴定、加固同步进行。

对前者,鉴定中可以在国家规范标准的允许范围内,在处理上适当放宽。对后者,在处理上应从严,即原则上加固改造后的结构功能应达到现行规范标准的要求。

初步调查主要包括如下方面:

(1) 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。

(2) 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。

(3) 现场测查,主要针对使用状况、周围建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。

(4) 根据已有资料,对有问题的结构或部位作尺寸或外观检查,对存在的问题作初步分析。

(5) 在初步详查的基础上,制订详细调查计划,重点是制订检测计划或试验大纲。

详细调查包括如下方面:

(1) 结构布置、支撑系统、结构构件及连接构造的检查;

(2) 地基基础应检查其对上部结构的影响和反应,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) 结构上的作用的调查分析,作用效应分析及作用效应组合,必要时应作实测统计;

(4) 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;

(5) 房屋结构功能、结构构造、结构附件与配件的检查。

结构的可靠性鉴定评级,通常按子项、项目、单元三个层次四个等级进行,见表 1.1。

表 1.1 可靠性鉴定评级层次及等级划分表

层次	评定单元	项目或组合项目		子项		
等级	一、二、三、四	A、B、C、D		a、b、c、d		
范围与内容	评定单元	结构布置和支撑系统	结构布置和支撑布置		支撑杆件长细比	
			支撑系统长细比			
		承重结构系统	地基基础	地基、斜坡		按结构类别,同相应结构的子项
				基础		
				桩和桩基		
			混凝土结构		承载能力、构造和连接、裂缝、变形	
			砌体结构		承载能力、构造和连接、变形裂缝、变形	
		钢结构		承载能力、构造和连接、变形、偏差		
		围护结构系统	使用功能		屋面系统、墙体及门窗、地下防水设施、防护设备	
			承重结构		按结构类别,同相应结构的子项	

1.3.2 可靠性鉴定的评级分级标准

结构的可靠性鉴定不同于结构设计。结构设计是根据建(构)筑物当时的主客观条件设计结构,按图施工,按设计要求使用。各种结构参数由设计者根据设计规范的规定取用,施工质量用施工验收规范检验是否合格,使用中要求按设计限定参数使用。

结构鉴定是在已建成或已具有使用历史,各种结构参数已经客观存在的条件下,要求鉴定者采用可靠的方法确定结构上的作用、作用效应、结构抗力及作用效应和抗力之间的可靠性关系。鉴定中所有结构参数都进行实测是困难的,从解决问题上看也并非完全必要,因此,一般都是根据实际情况,尽量使用规范参数,而对于一些重要参数,如结构材料力学性能等参数,应根据规范原则进行实测分析确定,这样,进行验算的结果将是比较科学、合理的。

结构可靠性鉴定的“子项”,按 a、b、c、d 四级标准评定等级:

- (1) a 级 满足国家现行规范要求;
- (2) b 级 略低于国家现行规范要求,可不采取措施;
- (3) c 级 不满足国家现行规范要求,应采取的措施;
- (4) d 级 严重不满足国家现行规范要求,必须立即采取措施。

结构可靠性鉴定的“项目”或“项目组合”,按 A、B、C、D 四级标准评定等级:

(1) A 级 承载能力和构造连接子项满足国家现行规范要求,其他子项可略低于国家现行规范要求,不必采取措施;

(2) B 级 承载能力和构造连接子项满足或略低于国家现行规范要求,但可保证正常作用,其他子项可不满足国家现行规范要求,应采取适当措施;

(3) C 级 承载能力和构造连接子项略低于或不满足国家现行规范要求,应采取的措施,其他子项可不满足国家现行规范要求,应立即采取措施;

(4) D 级 承载能力和构造连接严重不满足国家现行规范要求,必须立即采取措施。

结构可靠性鉴定的“单元”按一、二、三、四级标准评定等级:

(1) 一级 可靠性满足国家现行规范要求;

(2) 二级 可靠性略低于国家现行规范要求,但不影响正常使用,可有个别项目应采取适当措施;

(3) 三级 可靠性不满足国家现行规范要求,应进行加固、补强,可有个别项目必须立即采取措施;

(4) 四级 可靠性严重不满足国家现行规范要求,已不能正常使用,必须立即采取措施。

在建筑结构可靠性鉴定评级划分中,“子项”是第一层次,对于地基基础,它是指地基、基础、桩和桩基、斜坡;对于混凝土结构、砌体结构、钢结构和构件,是指承载能力、构造和连接、变形、裂缝(或偏差)等;对于围护结构系统等,是指屋面系统、墙体和门窗、地下防水、防护设施。由于每个“子项”都是根据某项功能的极限状态确定的,因此“子项”等级评定是结构构件单项功能评定的基础。

“项目”评定是第二层次,按其构成又分为基本项目和组合项目。地基基础、结构和结构构件属基本项目;结构布置和支撑系统、结构承重体系、围护结构系统属组合项目。

因此，“项目”评定是多因素的综合评定。

“单元”评定是第三层次，是指建筑结构的整体或局部，在特定条件下可以是某种特定构件（如承重墙体、承重柱、挡土墙、屋盖系统等）。由于“单元”评定是根据“项目”的评定结果进行的，因此“单元”评定等级是对建筑结构整体或局部的最后评定。如果委托评定的“单元”仅指特定构件（如承重墙体、承重柱等），则最后评定等级即是该构件的等级，也是“项目”的评定等级。

1.4 建筑结构承受作用的调查

建筑结构所承受作用的调查，包括结构上的作用、使用环境、使用历史和特征三个部分。

1.4.1 结构上的作用调查

结构上的作用调查，主要是确定结构验算所用的荷载和荷载效应。结构上的作用包括永久作用、可变作用和偶然作用等。

调查内容宜按表 1.2 进行。

表 1.2 结构上的作用调查表

项目	调查细目	详细调查要点	备注
永久作用	1. 结构构件、建筑构配件、固定设备等的自重	荷载核实	在作用调查中必须符合《建筑结构设计统一标准》(GBJ 68—1984)及《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)的有关规定
	2. 预应力,土、水压力,地基变形等作用		
可变作用	1. 屋面及楼面活荷载	荷载大小、位置、范围、持续时间的统计分析,支承重量和随机的物品重量等。	
	2. 屋面积灰	荷载的大小、位置、范围、分布	
	3. 吊车荷载	查明吊车实际型号以及相应的各项指标和运行卡轨情况,吊车梁偏心距,超载情况及多台吊车组合等	
	4. 风荷载	年最大风速值、风向、体型及环境修正系数等	
	5. 雪、冰荷载	查明实际最大冰雪荷载	
	6. 温度作用	热源性质、位置、温度分布	
	7. 振动冲击,其他动荷载	作用种类、位置、频率、振幅	