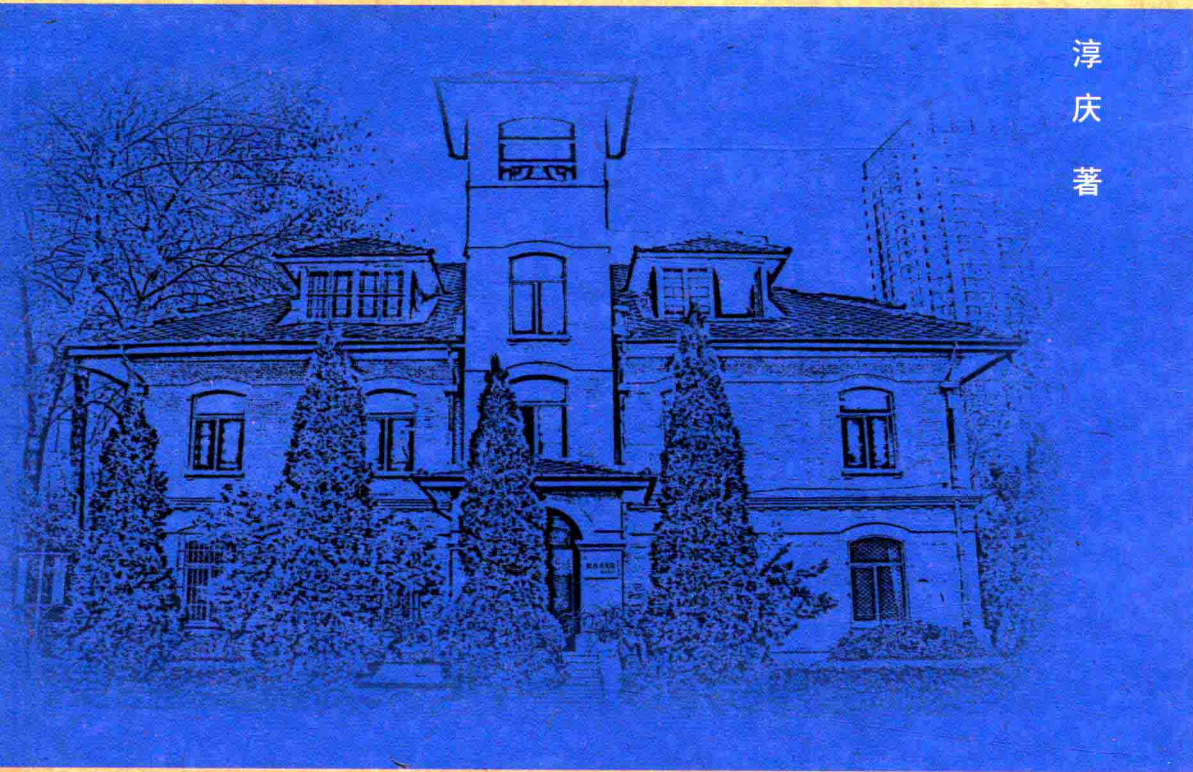


“十二五”国家重点图书出版规划项目  
城市与建筑遗产保护实验研究

# 典型建筑遗产保护技术

城市与建筑遗产保护实验研究系列 董卫 陈薇 主编  
Conservation Techniques of Typical Architectural Heritages

淳庆 著



东南大学出版社

“十二五”国家重点图书出版规划项目  
城市与建筑遗产保护实验研究

# 典型建筑遗产保护技术

淳庆 著



## 内 容 简 介

本书介绍了中国典型建筑遗产保护技术,通过典型案例分析,系统阐述了建筑遗产保护的规范流程。全书内容包括以下九个章节:(1)绪论;(2)建筑遗产检测评估技术及案例;(3)木结构遗产的保护技术及案例;(4)砌体结构遗产的保护技术及案例;(5)混凝土结构遗产的保护技术及案例;(6)地下砖构遗产的保护技术及案例;(7)土遗址的保护技术及案例;(8)砖石古塔的保护技术及案例;(9)建筑遗产平移技术、托换技术及案例。本书可为从事建筑遗产保护工程设计、施工、教学、科研等方面的技术人员提供参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

典型建筑遗产保护技术/淳庆著. — 南京:东南大学出版社, 2015. 12

(城市与建筑遗产保护实验研究)

ISBN 978-7-5641-6274-0

I. ①典… II. ①淳… III. ①建筑—文化遗产—保护—研究—中国 IV. ①TU-87

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 313727 号

出版发行:东南大学出版社

出 版 人:江建中

社 址:南京四牌楼 2 号

邮 编:210096

网 址:<http://www.seupress.com>

电子邮箱:[press@seupress.com](mailto:press@seupress.com)

经 销:全国各地新华书店

印 刷:南京玉河印刷厂

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:17

字 数:423 千

版 次:2015 年 12 月第 1 版

印 次:2015 年 12 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5641-6274-0

定 价:60.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话(传真):025-83791830

## 丛书前言

文化遗产是社会发展中的一种积累性产品。显而易见,每个人从诞生之日起所接触到的事物都是前人创造的,而每个人的一生都多多少少为后人留下了些许物品,而所有这些物品的社会性积累就构成了我们的文化遗产。这其中至少有两层含义:一、文化遗产是人类社会对前人所有创造发明的淘汰性结果,只有那些经过复杂的历史选择过程并留存至今的一部分前人的遗存,才有可能进入文化遗产的行列;二、文化遗产就存在于我们身边。文化遗产的存在强化了社会的凝聚力和亲和力,使每一座城市和乡村都有可能形成与众不同的特性。唐朝诗人刘禹锡“千淘万漉虽辛苦,吹尽狂沙始到金”的诗句正可用来表达文化遗产的宝贵之处。在这个意义上,历史本身就是人类不断学习、思考和选择的过程。保护文化遗产不仅是为了保留人类过去的印记,更是为了学习和传承古代智慧,巩固现代社会发展的文化基础,为未来留下一个更加美好的生活环境。

在所有的文化遗产中,城市与建筑遗产是其中最为显著、庞大而又十分复杂和综合的一部分。这类文化遗产包括了各种历史景观、古老城镇与乡村、传统建筑、地下文物以及在历代城市与建筑发展过程中所形成的思想、技艺、方法与传统。对城市与建筑遗产的研究与保护需要跨学科、多部门的合作,需要长时间刻苦的探究与思考,才能找到顺应社会发展趋势、符合科学规律、适应历史环境的保护方法。

东南大学建筑学院素有重视城市与建筑历史和保护研究与实践的传统,自刘敦桢教授创系于1927年第四中山大学始,就与杨廷宝、童寯诸先生确立此研究方向,经第二代、第三代、第四代学者不懈努力,发扬光大。20世纪八九十年代,便为国家培养了四届建筑遗产保护的专业人才,目前在全国相关领域发挥着重要作用;21世纪,建筑学院招收建筑学遗产保护本科生,在建筑遗产和城市遗产保护两方面齐头并进,取得了突出成果,承担了近百项重要的城市和建筑遗产保护工程项目,出版了相关论著数十部,为我国的遗产保护作出了重要贡献,产生了较大的国际影响。

2008年“城市与建筑遗产保护教育部重点实验室”成立,2009年进入建设期,实验室以东南大学建筑历史与理论和建筑设计理论与理论两个国家重点学科为主干,整合包括土木、环境、材料、化工等各相关学科,在全国许多知名学术机构和专家的支持下开展了跨学科的遗产保护研究与实践,目前已取得了丰硕的阶段性成果,成为我国城市和建筑遗产保护领域最大、最重要的教育、科研、实践和对外交流的基地之一。

现在,其中一部分研究内容纳入了东南大学出版社出版的“十二五”国家重点图书出版

规划项目：“城市与建筑遗产保护实验研究”系列丛书，与实验室的研究方向相应分为“城市与建筑遗产的理论研究”、“建筑遗产及其退化机理的实验研究”、“城市与建筑遗产保护的绿色途径”、“城市与建筑遗产保护的数字化方法研究”共四卷十余册，将陆续与读者见面，希望得到专家学者和所有读者的指正。

我们相信，城市与建筑遗产保护的未來既依赖于整个社会文化水平的提高，也在于相关技术方法和理论水平的发展与创新，更得益于家国意识、环境观念和社会组织的强化与融合。唯有此，才能形成适应我国新型城镇化条件下建立遗产保护体系的需要，以满足 21 世纪城乡可持续发展的国家战略。

是为序。



东南大学建筑学院教授  
城市与建筑遗产保护教育部重点实验室(东南大学)主任

# 目 录

<b>1 绪论</b> .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 存在的问题 .....	4
1.3 研究意义 .....	5
<b>2 建筑遗产检测评估技术及案例</b> .....	6
2.1 概述 .....	6
2.2 检测的目的和原因 .....	6
2.3 检测的内容和方法 .....	7
2.4 木结构检测技术 .....	9
2.5 砌体结构检测技术 .....	10
2.6 混凝土结构检测技术 .....	10
2.7 钢结构检测技术 .....	11
2.8 地基基础检测技术 .....	11
2.9 鉴定的分类 .....	11
2.10 案例 1:木构遗产检测鉴定——无锡梅园诵幽堂结构安全性评价 .....	14
2.11 案例 2:砖构遗产检测鉴定——金陵中学钟楼结构安全性评价 .....	20
2.12 案例 3:混凝土结构遗产检测鉴定——绍兴市大禹陵禹庙大殿结构安全性 评价 .....	25
2.13 案例 4:建筑遗产抗震鉴定——南京市大华电影院门厅结构抗震鉴定 .....	33
2.14 案例 5:建筑遗产在相邻施工影响下评估——深圳格坑村老围屋在相邻强夯施 工影响下的检测评估 .....	37
<b>3 木结构遗产的保护技术及案例</b> .....	46
3.1 概述 .....	46
3.2 木结构遗产的常见病害 .....	47
3.3 木结构建筑遗产的计算 .....	50
3.4 木结构建筑遗产的保护技术 .....	51
3.5 外贴碳-芳混杂纤维布加固木结构设计研究 .....	54
3.6 案例 1:世界文化遗产——留园曲溪楼加固修缮 .....	74
3.7 案例 2:全国重点文物保护单位——南京甘熙故居加固修缮 .....	80
3.8 案例 3:全国重点文物保护单位——金陵中学钟楼木构件加固修缮 .....	86
3.9 案例 4:全国重点文物保护单位——泰顺廊桥-文兴桥修缮 .....	93

<b>4 砌体结构遗产的保护技术及案例</b> .....	101
4.1 概述 .....	101
4.2 砌体结构遗产的常见病害 .....	101
4.3 砌体结构遗产承载能力验算 .....	104
4.4 砌体结构加固方法 .....	104
4.5 案例 1:南京市文物保护单位——南京某民国办公建筑加固 .....	105
4.6 案例 2:南京市文物保护单位——南京某民国居住建筑加固 .....	110
4.7 案例 3:全国重点文物保护单位——金陵中学钟楼加固修缮 .....	115
4.8 案例 4:全国重点文物保护单位——无锡茂新面粉厂旧址加固修缮 .....	120
4.9 案例 5:全国重点文物保护单位——无锡阿炳故居加固修缮 .....	125
<b>5 混凝土结构遗产的保护技术及案例</b> .....	130
5.1 概述 .....	130
5.2 混凝土结构遗产的常见病害 .....	132
5.3 民国钢筋混凝土结构的钢筋材料物理力学性能研究 .....	135
5.4 民国钢筋混凝土结构的寿命预测方法研究 .....	141
5.5 民国钢筋混凝土结构的适应性加固方法 .....	145
5.6 案例 1:江苏省文物保护单位——南京大华电影院门厅加固修缮 .....	149
5.7 案例 2:全国重点文物保护单位——绍兴大禹陵禹庙大殿加固修缮 .....	156
5.8 案例 3:江苏省文物保护单位——南京陵园邮局旧址加固修缮 .....	164
5.9 案例 4:江苏省文物保护单位——中山东路 1 号加固修缮 .....	169
<b>6 地下砖构遗产的保护技术及案例</b> .....	177
6.1 概述 .....	177
6.2 地下砖构遗产的常见病害 .....	177
6.3 案例 1:全国重点文物保护单位——南唐二陵的防护设计方案 .....	179
6.4 案例 2:江苏省文物保护单位——泰州水关遗址结构分析及修缮设计 .....	185
6.5 案例 3:全国重点文物保护单位——金陵大报恩寺古井遗址保护技术 .....	192
<b>7 土遗址的保护技术及案例</b> .....	198
7.1 概述 .....	198
7.2 土遗址的常见病害 .....	200
7.3 案例 1:南京市文物保护单位——南京六朝建康都城城墙夯土遗址锚杆 加固 .....	202
7.4 案例 2:全国重点文物保护单位——金陵大报恩寺地宫土遗址保护技术 .....	210
<b>8 砖石古塔的保护技术及案例</b> .....	218
8.1 概述 .....	218
8.2 砖石古塔的常见病害 .....	218
8.3 案例:江苏省文物保护单位——南京定林寺塔纠偏加固及修缮 .....	229

<b>9 建筑遗产平移技术、托换技术及案例</b> .....	233
9.1 概述 .....	233
9.2 案例 1:南京某民国建筑的分段平移 .....	236
9.3 案例 2:镇江某混凝土建筑的整体平移 .....	244
9.4 案例 3:全国重点文物保护单位——金陵大报恩寺御碑遗址的隔震加固 .....	249
<b>参考文献</b> .....	257
<b>后记</b> .....	262



# 1 绪论

## 1.1 概述

中国地大物博、历史悠久、人口众多,拥有众多的文物古迹。文物古迹是从不同侧面反映着各个历史时期人类的生产、生活和环境状况,作为一种以物质形式存在的文化遗产,它是一个国家、民族历史文化的主要载体。文物古迹的类型包括:地面与地下的古文化遗址、古墓葬、古建筑、石窟寺、石刻、近现代史迹及纪念建筑、由国家公布应予保护的历史文化街区(村镇)及其中原有的附属文物等。我国的文物古迹具有明显的多样性,即民族性、地域性、时代性。截至2011年12月29日,我国登记的不可移动文物总量达到近77万处,其中建筑遗产占多数。

建筑是人类文明的重要物质载体,也是一个国家社会财富的主要组成部分。建筑建成并投入使用后便被称为既有建筑,因此既有建筑这一概念涵盖了所有已存在的建筑。在这些建筑中,具有不同程度人文、历史、审美等价值的建筑通常被筛选出来并被赋予建筑遗产或文物建筑等其他相关名称。

国际文件和公约中提及的建筑遗产概念:国际性建筑遗产保护工作主要伴随着世界城市化进程以及一系列国际性文件和宪章的发布而成长发展。建筑遗产概念的演进轨迹大致上是从历史性纪念物修复(雅典,《关于历史性纪念物修复的雅典宪章》,1931);古建筑保护(雅典,《雅典宪章》,1933);历史古迹以及能见的某种文明或历史事件的城乡历史环境(威尼斯,《威尼斯宪章》,1964);具有审美及科学价值的自然区域、文物、建筑群及古文化遗址(巴黎,《世界遗产公约》,1972);史前遗址、历史城镇、老城区、老村庄、老村落及相似的古迹群(内罗毕,《内罗毕建议》,1976);城市和建筑遗产(北京,《北京宪章》,1999);到工业建筑和构筑物、其生产的过程与使用的生产工具,以及所在的城镇和景观(下塔吉尔,《关于工业遗产保护的下塔吉尔宪章》,2003)等。国际建筑遗产概念演进呈现出的特征是:等级规格从高到低——从保护文物古迹发展到保护普通的历史建筑;尺度范围从小到大——从保护建筑单体扩展到保护城市历史地段、历史建筑群、城镇及乡村遗产;类型品种从单一到多元——从保护王室、宗教和政治的纪念物发展到保护普通人的场所与空间;保存状态从有形到无形——从保护有形物质类遗产发展到保护无形的非物质文化遗产;年代范围从古代到近现代——从以前重点保护古代建筑遗产到现在同时重点保护古代和近现代建筑遗产;管理从宏观到微观——从中央行政机构管理发展到社区、社团及公众参与管理;保护方式从静态到动态——从单纯保护到综合保护和再利用的有机结合。在各国实际的概念掌握和实践应用中,建筑遗产的概念因其地域、文化、历史、技术等方面的特点而呈现出一定的多元差异。

普遍存在于各地的建筑遗产共同承载着人类社会的物质文明和精神文明,是世界文化多样性的真实体现。中国建筑遗产在世界文明发展历史中独树一帜,具有普世意义与重要

价值,对世界特别是东亚地区产生了直接而深远的影响。不仅如此,中国建筑遗产所蕴含的中华民族特有的精神价值、思维方式、想象力和创造力,是维护国家文化身份和主权的重要依据。加强建筑遗产的保护和研究工作,不仅是国家和民族发展的需要,也是国际社会文明对话和人类社会可持续发展的必然要求。

在我国,建筑遗产不仅包括法定的文物保护单位和历史建筑,还包括一些近现代具有较高历史文化价值、值得进行保护和利用的既有建筑。文物保护单位是指定性遗产保护制度的产物,其概念伴随1950年《古文化遗址及古墓葬之调查发掘暂行办法》和《中央人民政府政务院关于保护古文物建筑的指示》的颁布而确定,为法定建筑遗产,产生之初类似于西方遗产保护体系中的“历史性建筑”,其选择标准是建筑的尺度和规模(越大越好)和年代(越早越好)。1961年,《文物保护管理暂行条例》颁布实施,文物保护单位分为全国重点文物保护单位、省级文物保护单位和市(县)级文物保护单位三级。而历史建筑概念的形成来源于建筑遗产保护范畴的扩充,伴随着历史城镇和历史地区的整体保护观念的发展而发展。1976年的内罗毕会议通过的《关于历史地区的保护及其当代作用的建议》建议将古城纳入现代城市的规划发展,避免仅仅作为博物馆存在,强调对历史资产合理利用的综合方式。基于这一理论观念,西方很多国家发展出了相应的地方遗产登录制度。中国自1982年公布首批24个历史文化名城以来,也逐渐开始了基于城市保护观念的遗产保护探索和实践,因而诸如“历史建筑”、“风貌建筑”、“传统建筑”等泛指大量存在的构成历史城市风貌格局的既有建筑被作为城镇建筑遗产保护的重要组成部分。2008年国务院公布的《历史文化名城、名镇、名村保护条例》中明确了历史建筑的法定概念:经城市、县人民政府确定公布的具有一定保护价值,能够反映历史风貌和地方特色,未公布为文物保护单位,也未登记为不可移动文物的建筑物、构筑物。目前,我国已有127座国家级历史文化名城和200多座地方历史文化名城,另外还有数量更为众多的名镇名村和历史文化街区。而建筑遗产正是构成这些名城、名镇和历史街区的主要物质载体。

我国目前拥有数量众多的各类型建筑遗产,分布于全国各地。从结构学的角度来看,建筑遗产的类型包括:木结构建筑遗产、砖砌体结构建筑遗产、夯土结构建筑遗产、钢筋混凝土结构建筑遗产、钢结构建筑遗产等。以全国重点文物保护单位为例,1961年公布的第一批全国重点文物保护单位共有180处,1982年公布的第二批全国重点文物保护单位共有62处,1988年公布的第三批全国重点文物保护单位共有258处,1996年公布的第四批全国重点文物保护单位共有250处,2001年公布的第五批全国重点文物保护单位共有518处,2006年公布的第六批全国重点文物保护单位共有1080处,2013年公布的第七批全国重点文物保护单位共有1943处。以江苏省文物保护单位为例,1956年公布的第一批江苏省文物保护单位共有152处,1957年公布的第二批江苏省文物保护单位共有190处,1982年公布的第三批江苏省文物保护单位共有135处,1995年公布的第四批江苏省文物保护单位共有115处,2002年公布的第五批江苏省文物保护单位共有163处,2006年公布的第六批江苏省文物保护单位共有104处,2011年公布的第七批江苏省文物保护单位共有188处。以南京市文物保护单位为例,1982年公布的第一批南京市文物保护单位共有142处,1992年公布的第二批南京市文物保护单位共有138处,2006年公布的第三批南京市文物保护单位共有159处,2012年公布的第四批南京市文物保护单位共有120处。此外,全国各地还有大量的未被列入到各级文物保护单位名录里的建筑遗产。截至2015年,我国共有世界遗产48项,其中建筑遗产占据近半。图1.1和图1.2分别为世界文化遗产明清皇宫和皖南古村落。



图 1.1 世界文化遗产——北京明清皇宫



图 1.2 世界文化遗产——皖南古村落

建筑遗产具有重要的历史价值、艺术价值和科学价值,作为国家历史文化的瑰宝,由于长期的风雨侵蚀、人为和自然灾害的破坏,材料和结构性能不可避免的被削弱和损伤,大量建筑遗产已出现不同程度的损伤,如图 1.3~图 1.10 所示,因此,对其维修保护的需求变得日益迫切。

目前,对于建筑遗产保护技术的研究主要有以下四个方面的需求:

(1) 使用安全层面的需求:建筑遗产经历长期的风雨侵蚀、人为改造或战争破坏等,基本都存在不同程度的安全隐患,而这类建筑大多正在使用,一旦出现损伤,极易造成使用人员的伤亡。

(2) 技术层面的需求:建筑遗产的建构特征、材料特性及设计方法一般都不同于现代建筑,技术人员迫切需要相应的安全评估方法和合理保护方法,以避免按照现代建筑的评估方法和加固方法对其造成“过度干预”或破坏其历史文化、艺术和科学价值。

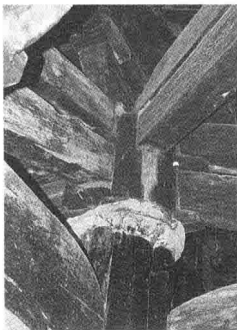


图 1.3 传统木构拼合柱外散



图 1.4 木柱腐朽

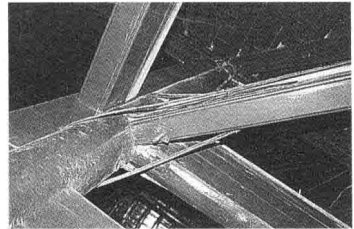


图 1.5 榫卯脱榫



图 1.6 构件变形



图 1.7 都江堰二王庙震害



图 1.8 李白故居震害

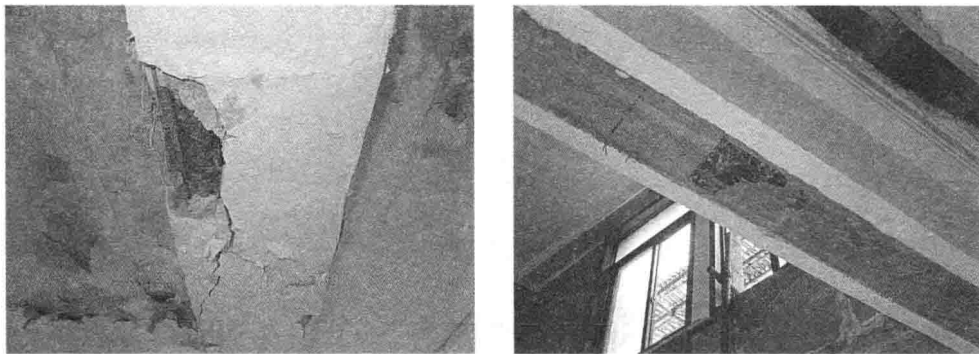


图 1.9 混凝土开裂和剥落

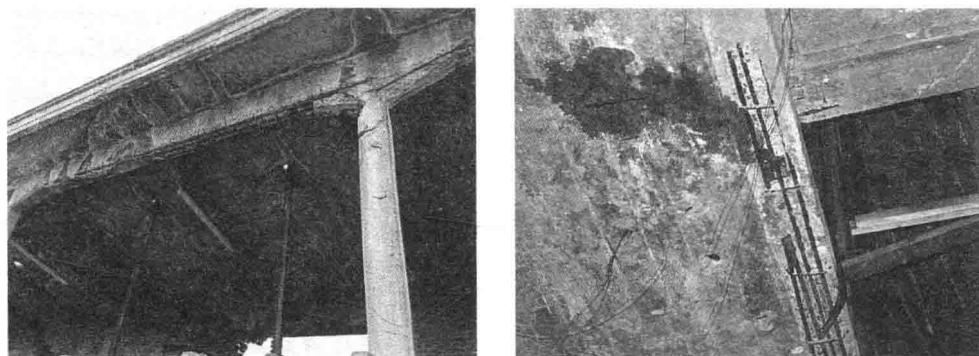


图 1.10 钢筋锈蚀露筋和屋面渗水

(3) 社会层面的需求:大量具有重要历史文化、艺术和科学价值的建筑遗产迫切需要更好地保护,为后人留下宝贵的文化财富。

(4) 使用管理层面的需求:大量建筑遗产存在不同程度的损伤,应尽快制定相应的检测及安全评估方法、合理的保护技术,避免管理者或使用者的盲目的“以安全为理由”的拆除或重建。

## 1.2 存在的问题

近年来,伴随着城市化、新型城镇化进程加快,产业结构重点由第二产业向第三产业转变,以及由此带来的城镇用地结构调整,中国城镇进入一个以更新再开发为主的发展阶段,如何对待这些遗留下来的建筑遗产,已成为城镇发展建设中迫切需要解决的重大问题。一方面,建筑遗产使用至今,大多作为公共建筑在使用,一般均已超过其合理使用年限,基本都存在不同程度的耐久性问题或结构安全问题,严重影响到人民群众的安全,且大多建筑遗产在建筑材料、建筑构造和建筑结构方面均不同于现代建筑结构,因此,迫切需要对这些建筑遗产进行保护技术的研究。另一方面,在可持续发展战略逐步深入的背景下,人们逐渐认识到传统的一味大拆大建、一次性推倒重建式的城镇再开发建设方式不仅造成了资源的重复浪费和对生态环境的不良影响,而且新建建筑不但没有带来城镇社会文化与环境品质的明显丰富与发展,而且造成城镇特色和文化内涵的迷失。因此,建筑遗产的保护性再利用的观念逐渐被国民接受,人们开始重新审视并挖掘一直被忽视的建筑遗产及其背后所蕴藏的人文与经济价值,越来越关注对建筑遗产的保护性再利用。

目前我国在建筑遗产的保护和再利用方面主要有以下几类方式:凝冻式保存、修旧如旧、保护前提下的适度利用、保持原有形态格局和风格等。而建筑遗产的保护修缮又有日常保养、防护加固、现状整修及重点修复四类技术方法。总体来说,目前我国建筑遗产的保护和再利用仍存在一些亟待解决的重要科学问题。

(1) 缺乏对建筑遗产进行结构安全评估的科学方法。现有的建筑结构安全评估方法基本针对现代建筑,目前工程界对于建筑遗产的结构安全评估比较随意,缺乏科学化和规范化。

(2) 缺乏对建筑遗产的适应性保护方法。目前,我国建筑遗产适应性保护和利用的研究多发生在单个工程案例层面,关于建筑遗产保护的现行规范和标准甚少,内容较为笼统,缺乏针对不同结构体系且较为系统具体的理论和方法的指导。

因此,综合考虑建筑遗产的历史性、艺术性、科学性,对建筑遗产保护技术进行研究,科学保护我国建筑遗产,提升建筑遗产的耐久性,确保建筑和使用人员的安全,已是当务之急。

### 1.3 研究意义

本书重点关注建筑遗产的结构安全评估方法、建筑遗产适应性保护技术等问题。本书的研究具有以下重要意义:

(1) 建立较为科学的典型建筑遗产结构安全评估技术,能够合理地对典型建筑遗产的结构安全性进行评价,为保护方案的制订提供依据。

(2) 针对我国典型建筑遗产类型,分析这些建筑遗产的常见病害和成因,建立我国典型建筑遗产适应性保护技术。

总体而言,建筑遗产保护和再利用已经成为世界建筑学科发展中的重大前沿课题,中国近年来常规的建筑遗产保护和再利用工作主要基于项目业主及决策者、专家和专业技术人员的知识水平和主观认识水平,在城市建设和建筑遗产保护实践中存在明显的个案差异性和结果不可控性,甚至出现在保护前提下的建设性破坏。本书探索了一系列的建筑遗产保护方法和技术,相较于以往,这些方法和技术避免了过多的理论内容和繁琐过程,容易为科研人员和工程技术人员所接受,可以有效地指导我国典型建筑遗产保护工程的检测评估、设计和施工。本书旨在推动建筑遗产保护理论转化为实用的工程技术,从而使建筑遗产的保护决策更加的科学化、实用化、简单化,提高建筑遗产的保护水平。



## 2 建筑遗产检测评估技术及案例

### 2.1 概述

建筑物在长期的外部环境及使用条件下,结构材料每时每刻都受到外部介质的侵蚀,引起材料性能的削弱和材料状况的恶化。外部环境对结构材料的侵蚀主要有化学作用、物理作用和生物作用三种。经年累月,结构功能逐渐下降,当达到一定程度以后,就必须进行加固修缮。我国现行的建筑规范明确规定建筑物在加固修缮前需要进行相应的检测和鉴定,例如:

《建筑结构检测技术标准》(GB/T 50344—2004)第 3.1.3 条:当遇到下列情况之一时,应对既有建筑结构现状缺陷和损伤、结构构件承载力、结构变形等涉及结构性能的项目进行检测:①建筑结构安全鉴定;②建筑结构抗震鉴定;③建筑大修前的可靠性鉴定;④建筑改变用途、改造、加层或扩建前的鉴定;⑤建筑结构达到设计使用年限要继续使用的鉴定;⑥受到灾害、环境侵蚀等影响建筑的鉴定;⑦对既有建筑结构的工程质量有怀疑或争议。

《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367—2013)第 1.0.3 条:混凝土结构加固前,应根据建筑物的种类,分别按现行国家标准《工业厂房可靠性鉴定标准》(GB 50144)和《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292)进行可靠性鉴定。当与抗震加固结合进行时,尚应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》(GB 50023)或《工业构筑物抗震鉴定标准》(GBJ 117)进行抗震能力鉴定。

《钢结构加固技术规范》(CECS 77:96)第 1.0.3 条:钢结构加固前,应按照《工业厂房可靠性鉴定标准》和《民用建筑可靠性鉴定标准》等进行可靠性鉴定。

《古建筑木结构维护与加固技术规范》(GB 50165—92)第 6.1.2 条:古建筑的维修与加固,应以结构可靠性的鉴定为依据,对每一残损点,凡经鉴定确认需要处理者,应按不同的要求,分别轻重缓急予以妥善安排。凡属情况恶化,明显影响结构安全者,应立即进行支顶或加固。

《建筑抗震加固技术规程》(JGJ 116—2009)第 1.0.3 条:现有建筑抗震加固前,应依据其设防烈度、抗震设防类别、后续使用年限和结构类型,按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》(GB 50023)的相应规定进行抗震鉴定。

《既有建筑地基基础加固技术规范》(JGJ123—2012)第 3.0.2 条:既有建筑地基基础加固前,应对既有建筑地基基础及上部结构进行鉴定。

### 2.2 检测的目的和原因

检测包括检查和测试,前者一般是指利用目测了解结构或构件的外观情况,主要是进

行定性判别;后者是指通过仪器测量了解结构构件的物理、力学、化学性能和几何特性。结构的检测是结构可靠性鉴定的重要环节,检测结果是进行可靠性评定的重要指标之一,也是进行结构复核的重要依据之一。

检测的原因主要有以下几方面:①结构性能的计算结果与实测值一般有较大的差异,这是由于材料性能的离散性,施工工艺的不同,计算模型的近似性和实际结构的复杂性造成的。②目前还有一些项目只能通过检测来了解,这些是无法计算的,例如温度、钢筋锈蚀、地基变形等原因引起的混凝土构件裂缝以及砖墙裂缝等。③材料的老化。还有一些需要通过测试了解材料的性能变化。材料的性能会在恶劣的环境下退化:木材会在不良的工作条件下腐朽、虫蛀,砖石会出现风化,钢筋在潮湿的工作条件下会发生锈蚀,混凝土在有害环境下也会腐蚀。④当建筑的施工质量存在问题时就需要通过检测了解实际质量状况,如混凝土的内部缺陷、钢筋的位置和数量、结构构件的几何尺寸、材料强度等。⑤当结构出现超载现象时就需要通过现场调查和测量确定实际的作用大小。此时是由于使用功能的改变,结构的作用与原始状态相比发生了较大的变化。⑥资料不完整。在进行可靠性鉴定的过程中常常遇到原设计施工资料散失或不全的情况,特别是一些使用年限久远的建筑物或者是历史性建筑物。另外,可能缺少建筑物在使用期间的各次大修和局部改造记录。⑦遭受灾害。建筑物在遭受火灾、风暴、洪水、爆炸、冲撞等灾害后需要通过现场检测了解受灾程度。

### 2.3 检测的内容和方法

检测的内容可以分为两大类:结构的作用和对结构抗力的影响因素。检测内容根据属性可以分为:几何量(如地基沉降、结构变形、几何尺寸、混凝土保护层厚度、钢筋位置和数量、裂缝宽度等)、物理力学性能(如材料强度、设备重量、结构自振周期等)和化学性能(混凝土碳化、钢筋锈蚀和化学成分、有害介质等)。检测方法根据检测对结构的损伤影响大小可以分为无损检测法、微损检测法和荷载试验三种。

常用的无损检测法有测定混凝土强度的回弹法(图 2.1)、测定砖抗压强度的回弹法、测定砂浆抗压强度的回弹法(图 2.2)、测定钢材抗拉强度的里氏硬度法(图 2.3)、测定材料内部缺陷的超声脉冲法(图 2.4)、测定钢筋位置和直径的电磁波法(图 2.5)、测定结构温度分布的红外热成像法(图 2.6)、测定楼板厚度的测厚仪(图 2.7)等。微损检测法有测定混凝土抗压强度的取芯法(图 2.8)、测定砂浆抗剪强度的单砖双剪法、测定木材含水率的电子湿度计(图 2.9)、测定木材内部腐朽程度的阻力仪等。荷载试验多用于对整体结构或构件的承载力、变形等力学性能进行测定,可分为原位试验法(如测量砖砌体抗压强度的原位压力法(图 2.10)及测量楼板承载能力的堆载试验法(图 2.11)和解体试验法。



图 2.1 混凝土回弹仪

裂缝的检测包括裂缝的分布、裂缝的走向、裂缝的长度和宽度。裂缝检测主要用读数放大镜(图 2.12)、裂缝对比卡及塞尺等工具;裂缝长度可用钢尺测量;裂缝深度可以用极薄的钢片插入裂缝,粗略地量测,也可沿裂缝方向取芯或用超声仪检测;判断裂缝是否发展可以用粘贴石膏法;也可以在裂缝的两侧粘贴手持式应变仪用手持式应变仪量测变形是否发展。



图 2.2 砂浆回弹仪

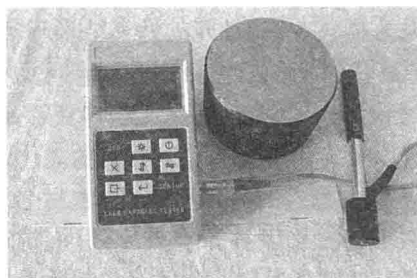


图 2.3 里氏硬度计



图 2.4 超声波检测仪



图 2.5 混凝土厚度钢筋测试仪



图 2.6 红外热成像仪



图 2.7 楼板测厚仪



图 2.8 混凝土取芯机



图 2.9 电子湿度计

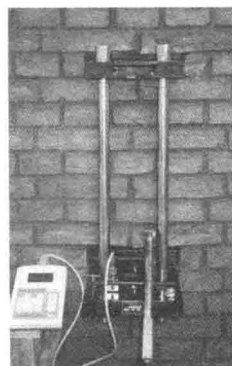


图 2.10 原位压力机



图 2.11 现场堆载试验

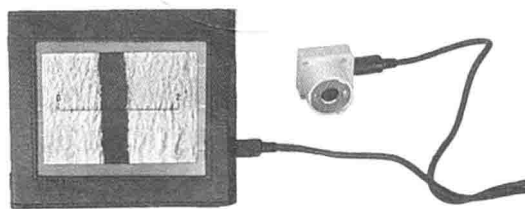


图 2.12 裂缝测宽仪

结构变形检测包括水平构件的挠度、竖向构件的侧移、地基沉降和倾斜等。常用仪器主要有水准仪、经纬仪(图 2.13)、锤球、钢卷尺、棉线等常规仪器,以及激光测距仪(图 2.14)、红外线测距仪、全站仪、GPS、激光三维扫描仪(图 2.15)等。



图 2.13 经纬仪



图 2.14 激光测距仪

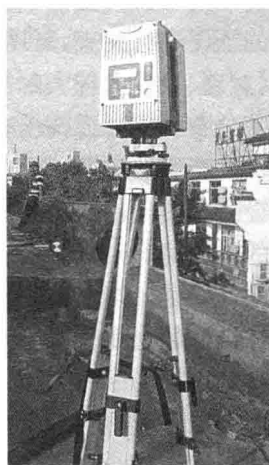


图 2.15 三维扫描仪

结构材料性能检测包括物理性能(如木材含水率、材料密度、砖和石材的吸水性和空隙率等)、力学性能(如材料强度、弹性模量、钢材的冷弯性能等)、化学性能(如灰浆化学成分、水泥安定性、钢材化学成分等)、施工缺陷等。

结构材料的耐久性检测包括检测混凝土的碳化深度、保护层厚度、钢筋锈蚀、混凝土腐蚀深度、腐蚀性介质侵入深度、环境中有害介质的含量等;检测钢材的锈蚀程度等;检测砌体的风化(粉化)、空鼓等;检测木材的表层腐朽、心腐、虫蛀等。

## 2.4 木结构检测技术

木结构的检测可分为木材性能、木材缺陷、尺寸与偏差、连接与构造、变形与损伤和防护措施等项工作。

木材性能的检测可分为木材的力学性能、含水率、密度和干缩率等项目。当木材的材质或外观与同类木材有显著差异时或树种和产地判别不清时,可取样检测木材的力学性能,确定木材的强度等级。木结构工程质量检测涉及的木材力学性能可分为抗弯强度、抗弯弹性模量、顺纹抗拉强度、顺纹抗剪强度、顺纹抗压强度等检测项目。

木材缺陷检测对于圆木和方木结构可分为木节、斜纹、扭纹、裂缝和髓心等项目;对胶合木结构,尚有翘曲、顺弯、扭曲和脱胶等项目;对于轻型木结构尚有扭曲、横弯和顺弯等项目。

木结构构件尺寸与偏差检测包括桁架、梁(含檩条)及柱的制作尺寸,屋面木基层的尺寸,桁架、梁、柱等的安装的偏差等。

木结构的连接检测可分为胶合、齿连接、螺栓连接、钉连接和榫卯连接等项目。

木结构构件损伤的检测可分为木材腐朽、虫蛀、裂缝、灾害影响和金属件的锈蚀等项目;木结构的变形可分为节点位移、连接松弛变形、构件挠度、侧向弯曲矢高、屋架出平面变形、屋架支撑系统的稳定状态和木楼面系统的振动等。