

建筑结构

检测鉴定技术及实例剖析

中国建设教育协会 组织编写
中国建筑科学研究院
袁海军 李竹成 主编

中国建筑工业出版社

建筑结构检测鉴定技术 及实例剖析

中国建设教育协会
中国建筑科学研究院
袁海军 李竹成

组织编写

主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构检测鉴定技术及实例剖析/中国建设教育协会, 中国建筑科学研究院组织编写; 袁海军等主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012.4

ISBN 978-7-112-14083-1

I. ①建… II. ①中…②中…③袁… III. ①建筑结构—检测②建筑结构—鉴定
IV. ①TU3

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第031388号

责任编辑: 张伯熙 郇锁林

责任设计: 赵明霞

责任校对: 肖 剑 王雪竹

建筑结构检测鉴定技术及实例剖析

中国建设教育协会 组织编写

中国建筑科学研究院

袁海军 李竹成 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京嘉泰利德公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 21¼ 字数: 529千字

2012年4月第一版 2012年4月第一次印刷

定价: 60.00元

ISBN 978-7-112-14083-1

(22122)

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)

内容提要

ABSTRACT

本书选自作者2010年以来在全国各地举办的“《钢结构现场检测技术标准》(GB/T 50621-2010)的解读”、“《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》(CECS 278:2010)的解读”、“建筑结构检测新技术”和“建筑结构检测鉴定实例剖析”等讲座的演讲幻灯片,内容包括钢结构基础知识、钢结构现场检测技术标准的理解与应用、剪压法检测混凝土抗压强度技术规程的理解与应用、建筑结构检测鉴定中应注意的相关问题、结构检测鉴定工程实例剖析、地震与工程抗震基本知识以及从汶川地震中认识地震作用与建筑抗震性能等内容。从检测鉴定方面规范的理解,所学知识 with 工程检测鉴定应用相结合的角度,通过剖析各种类型的实例,用深入浅出的语言来解读建筑结构检测鉴定。本书论述简明扼要,重点突出,图文并茂,适合不同层次的结构检测鉴定人员阅读。

本书既可作为《钢结构现场检测技术标准》(GB/T 50621-2010)和《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》(CECS 278:2010)的宣贯辅助教材,也可供建筑工程质量管理、检测、监督、施工、设计人员及高等院校有关专业师生参考。

本书编委会

主 编	袁海军	李竹成					
副主编	徐家华	李 奇	李景兵				
编 委	陆品才	黄树情	徐 骋	唐 坤	周 浪	乔 林	
	项炳泉	邹道金	刘林军	费毕刚	张维宽	梁 杰	
	夏宗义	谢瑜昱	金晓鹏	孟玉洁	谢安国		

中国建设教育协会简介

中国建设教育协会是在住房和城乡建设部指导下，为全国建设教育工作服务的专业性社会团体，是建设教育主管部门的助手，具有法人资格。中国建设教育协会是由建设类高等学校、中等专业学校、技工学校、各类职工学校和建设事业各行业教育管理部门自愿组合，经国家民政部批准登记的全国性社会团体。协会根据党和国家的方针、政策，团结组织全国建设教育工作者开展学术研究、协作交流工作咨询和服务，积极推广教育改革，为培养高质量的建设人才、发展社会主义建设教育事业服务。

协会设理事会和专业教育委员会，专业教育委员会在协会理事会领导下工作。协会理事会由各专业教育委员会和建设教育主管部门推荐的代表组成，是协会的最高领导机构，任期四年，任务是通过或修改协会章程，选举协会常务理事组成常务理事会，讨论并决定协会的工作方针和重大工作，听取并审议工作报告和会费收支报告，以及聘请名誉理事长、名誉理事和顾问。协会常务理事会选举理事长、副理事长、秘书长。常务理事会为理事会闭幕期间的执行机构，行使理事会的职责，决定副秘书长和办事机构的负责人，负责日常的会务领导工作。常务理事会由理事长主持，任期四年，原则上每年举行一次。在常务理事会闭会期间，由理事长、副理事长、秘书长集体领导，通过理事长办公会行使常务理事会职责。秘书长在理事长领导下主持日常工作，根据工作需要组成办事机构。

常务理事会下设秘书处、研究咨询服务部和编辑指导部。秘书处负责日常工作，并组织协调各专业委员会的工作。研究咨询服务部负责制定研究课题计划，开展咨询服务，举办事业和经济实体编辑指导部指导协会的刊物和编印书籍资料，并组织优秀论文评选工作。

前言

随着我国经济建设的发展和人民生活水平的提高，对已有建筑物的检测和鉴定，已愈来愈引起人们的重视，而且在今后一段时间内建筑的维修改造将会有较大的发展。特别是近年来随着钢结构、混凝土结构检测鉴定人员队伍扩大，新标准新技术实施，对本行业拥有新技术知识专业人才的需求更加迫切，急需培养一批高水平、高素质的结构检测鉴定专业技术人才。

作为《钢结构现场检测技术标准》(GB/T 50621-2010)和《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》(CECS 278:2010)的第一主编人，本人应邀在全国各地举办了“《钢结构现场检测技术标准》(GB/T 50621-2010)的解读”、“《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》(CECS 278:2010)的解读”、“建筑结构检测新技术”和“建筑结构检测鉴定实例剖析”等讲座，深受广大学员的好评。教学相长，通过与广大结构检测鉴定人员的切磋交流，使讲课材料不断充实、全面，将讲课的演讲稿付印成书，是希望与更多的从业于结构检测鉴定的专业技术人员分享，若能对各位同行有所帮助、借鉴，本人将深感欣慰。

本书共分7个专题讲座，全部内容在3天内讲完，内容涵盖了钢结构基础知识、钢结构现场检测技术标准的理解与应用、剪压法检测混凝土抗压强度技术规程的理解与应用、建筑结构检测鉴定中应注意的相关问题、结构检测鉴定工程实例剖析、地震与工程抗震基本知识以及从汶川地震中认识地震作用与建筑抗震性能等。从检测鉴定方面规范的理解，所学知识与工程检测鉴定应用相结合的角度，通过剖析各种类型的实例，用深入浅出的语言来解读建筑结构检测鉴定。本书取自讲课的演讲稿，论述简明扼要，重点突出，图文并茂，是全新的出书表现形式。本书中所列的绝大部分工程实例是由本人负责完成的，少数工程实例是由我单位（中国建筑科学研究院国家建筑

工程质量监督检验中心)同事负责完成的,对此深表谢意。

本书在编写过程中,得到了国家建筑工程质量监督检验中心领导、专家的协助和指导,特此表示衷心的感谢。如读者对本书内容有疑问或建议,可与作者联系(Email: yhj2008@sina.com)

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

袁海军

2012年元月于中国建筑科学研究院

目 录

CONTENTS

第一篇 钢结构与混凝土结构检测新技术

专题1 钢结构基础知识002

1.1 钢结构的特点与应用	002
1.2 钢结构材料	008
1.2.1 钢材的主要性能	008
1.2.2 影响钢材性能的因素	011
1.2.3 建筑钢材的种类	012
1.2.4 建筑钢材的选用	012
1.3 焊接基础知识	014
1.3.1 焊接接头的形式	015
1.3.2 焊接接头的组成	017
1.3.3 焊接缺陷	017
1.3.4 焊接残余应力与残余变形	018
1.3.5 焊条型号	021
1.3.6 焊缝符号	022
1.4 相关问题的说明	023
1.4.1 焊缝的检测宜优先考虑受拉构件	023
1.4.2 《建筑钢结构焊接技术规程》(JGJ 81—2002) 中关于焊缝的验收	024
1.4.3 焊缝的质量等级问题	024
1.4.4 焊缝无损探伤中施工单位自检、见证检测及 第三方检测	024
1.4.5 焊接H型钢与工字钢的区别	025
1.4.6 《钢结构工程施工质量验收规范》 (GB 50205—2001) 中不合格的处理	026

专题2 《钢结构现场检测技术标准》(GB/T 50621—2010)

理解与应用	026
2.1 编制本标准的背景	027
2.2 本标准与相关标准的关系	029
2.3 本标准章节安排	029
2.4 基本规定	030
2.5 外观质量检测	032
2.6 表面质量的检测——磁粉检测、渗透检测	034

2.7 内部缺陷的检测——超声波检测、射线检测	036
2.8 高强度螺栓终拧扭矩检测	047
2.9 变形检测	049
2.10 钢材厚度检测——超声波原理	049
2.11 钢材品种检测	050
2.12 防腐涂层厚度检测	051
2.13 防火涂层厚度检测	052
2.14 工程实例说明	053

专题3 《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》 (CECS 278:2010) 理解与应用	055
3.1 编制本规程的背景	056
3.2 剪压法是一项新的技术	059
3.3 本规程章节安排	061
3.4 剪压法的适用范围	061
3.5 剪压仪的要求	062
3.6 检测技术	063
3.7 混凝土强度的计算与推定	064
3.8 离群值的判断和处理	066
3.9 5种测定混凝土强度方法的适用范围及抽样数量	067
3.10 最新剪压仪性能的介绍	068

第二篇 建筑结构检测鉴定技术及实例剖析

专题4 建筑结构检测鉴定中的相关问题	070
4.1 标准、规程中的勘误	070
4.2 混凝土结构实体强度、同条件试块强度 标养试块强度间的关系	071
4.3 强度标准值、强度设计值间的关系	072
4.4 混凝土芯样直径不同对其强度的影响	073
4.5 各类材料的强度检测比较	073
4.6 从结构中取样的问题	073
4.7 超声波检测混凝土缺陷时，如何提高测试准确性	074
4.8 如何用简单的手算方法对梁、柱截面进行估算	077
4.9 柱箍筋加密区的体积配筋率的计算	078
4.10 箍筋作用及复合箍筋的做法	079
4.11 钢筋位置、直径、锈蚀等的检测	079
4.12 砖墙厚度问题	080
4.13 钢结构柱脚固支与铰支	080
4.14 荷载组合问题	081
4.15 建筑物的裂缝问题	081
4.16 危险房屋的鉴定	086
4.17 钢筋混凝土结构的耐久性	089

4.18	火灾对钢筋混凝土结构的影响	091
4.19	结构验算时应注意的问题	091
4.20	可靠性鉴定问题	093

专题5 结构检测鉴定工程实例剖析094

5.1	倒塌与严重损坏工程的检测鉴定	094
5.2	施工质量的检测	121
5.3	裂缝原因的检测鉴定	128
5.4	火灾后的检测	139
5.5	结构耐久性的检测	144
5.6	房屋安全性的检测鉴定	152
5.7	结构实荷试验	157

第三篇 地震作用与建筑抗震性能

专题6 地震与工程抗震基本知识164

6.1	地震及地震带	164
6.2	地震的类型	166
6.3	震级、烈度及地震学术语	167
6.4	地震波	168
6.5	地震灾害	169
6.6	建筑抗震设计的基本原则（思想）	175
6.7	地震作用大小（水平地震）	176
6.8	建筑工程抗震设防分类《建筑工程抗震设防分类标准》 （GB 50223—2008）	177

专题7 从汶川地震中认识地震作用与建筑抗震性能178

7.1	汶川地震的特点及其灾害	179
7.2	地震是一种复杂的运动	184
7.3	从建筑的震害损伤看施工质量	186
7.4	从汶川地震中汲取教训	189
7.5	地震引起的墙体裂缝	197
7.6	震害调查初步体会	199

附件1 钢结构现场检测技术标准

GB/T 50621—2010	205
-----------------------	-----

附件2 剪压法检测混凝土抗压强度技术规程

CECS 278:2010	255
---------------------	-----

附件3 砌体工程现场检测技术标准

GB/T 50315—2011	273
-----------------------	-----

参考文献	329
------------	-----

第一篇 钢结构与混凝土结构检测新技术

专题1 钢结构基础知识

1.3.4 焊接残余应力与残余变形

1.3.5 焊条型号

1.3.6 焊缝符号

1.4 相关问题的说明

1.4.1 焊缝的检测宜优先考虑受拉构件

1.4.2 《建筑钢结构焊接技术规程》(JGJ 81—2002)中关于焊缝的验收

1.4.3 焊缝的质量等级问题

1.4.4 焊缝无损探伤中施工单位自检、见证检测及第三方检测

1.4.5 焊接H型钢与工字钢的区别

1.4.6 《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001)中不合格的处理

目次

1.1 钢结构的特点与应用

1.2 钢结构材料

1.2.1 钢材的主要性能

1.2.2 影响钢材性能的因素

1.2.3 建筑钢材的种类

1.2.4 建筑钢材的选用

1.3 焊接基础知识

1.3.1 焊接接头的形式

1.3.2 焊接接头的组成

1.3.3 焊接缺陷

1.1 钢结构的特点与应用

钢结构的特点:

- (1) 强度高、重量轻,塑性和韧性好,抗震性能好;
- (2) 材质均匀,可作为匀质各向同性材料处理;
- (3) 具有可焊性、易加工制造、良好的装配性;
- (4) 具有一定的耐热性,但耐火性较差(600℃时钢材强度降为零);
- (5) 易锈蚀、有焊接残余应力;
- (6) 低温冷脆。

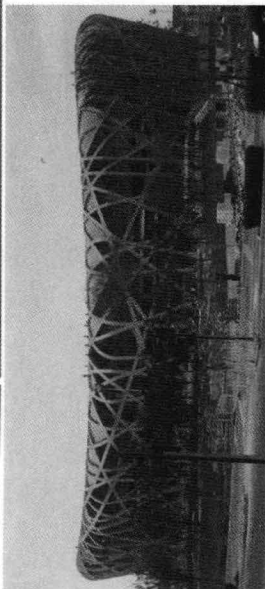
钢结构主要应用于以下几个方面:

- (1) 高耸构筑物;
- (2) 轻钢结构(单层工业厂房)——门式刚架体系(用钢量指标 $30 \sim 70\text{kg}/\text{m}^2$);
- (3) 网壳结构(体育馆、航站楼)——网架结构、网壳结构(用钢量指标 $20 \sim 40\text{kg}/\text{m}^2$);
- (4) 超高层结构——纯钢结构、钢管混凝土结构、钢框架-混凝土剪力墙(核心筒)结构。



埃菲尔铁塔

巴黎的埃菲尔铁塔, 在1889年为纪念法国大革命100周年而建造, 落成之日, 设计者埃菲尔骄傲地向世人宣称, 世界上只有法国的国旗具有300m高的旗杆。

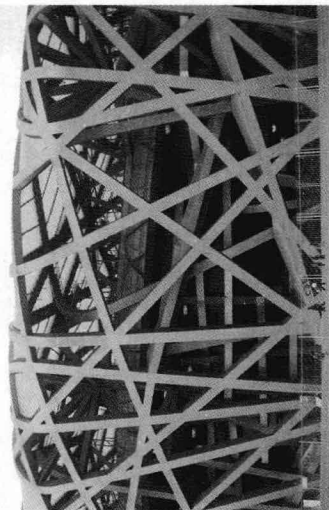


鸟巢平面尺寸: $340\text{m} \times 290\text{m}$, 可容纳10万观众, 是由24组平面桁架组成的空间梁系结构。

后经如下修改: 中间开口由 $70\text{m} \times 140\text{m}$ 改为 $128\text{m} \times 185\text{m}$;

取消屋面的活动屋盖。

(修改后用钢量由 $400\text{kg}/\text{m}^2$ 变为 $350\text{kg}/\text{m}^2$)



“鸟巢”外立面

钢板厚 $< 34\text{mm}$ 时, 用 Q345 钢材
钢板厚 $> 36\text{mm}$ 时, 用 Q345GJ 钢材
钢板厚 $> 100\text{mm}$ 时, 用 Q460E 钢材
最厚板为 110mm

中国建筑科学研究院
China Academy of Building Research

国家建筑工程质量检验中心
National Center for Quality Inspection and Test of Building Engineering



“鸟巢”内部

中国建筑科学研究院
China Academy of Building Research

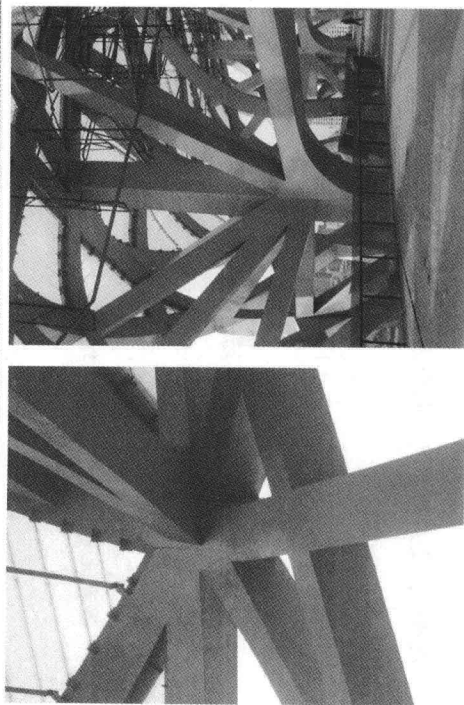
国家建筑工程质量检验中心
National Center for Quality Inspection and Test of Building Engineering



“鸟巢”屋顶

中国建筑科学研究院
China Academy of Building Research

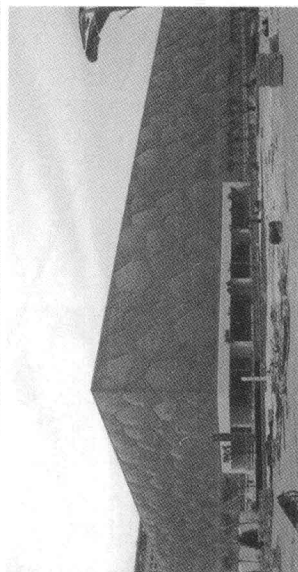
国家建筑工程质量检验中心
National Center for Quality Inspection and Test of Building Engineering



“鸟巢”梁、柱交接处

中国建筑科学研究院
China Academy of Building Research

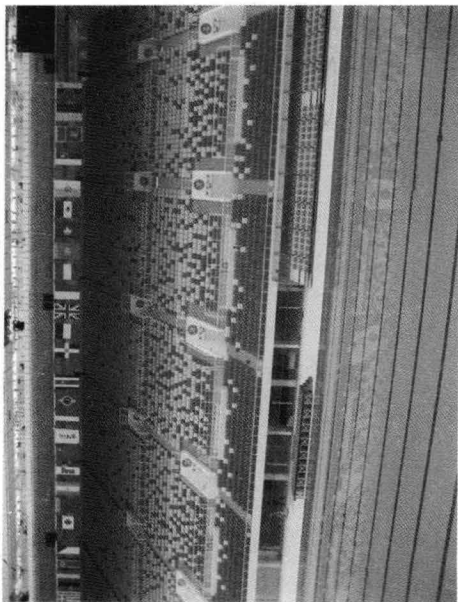
国家建筑工程质量检验中心
National Center for Quality Inspection and Test of Building Engineering



水立方游泳馆平面尺寸: 170m × 170m, 高度30m。
多面体空间结构。[外立面为充气结构——0.03at (工程大气压)]
屋盖有11种网格, 屋盖厚7.2m; 墙面有19种网格。
节点采用焊接球节点。

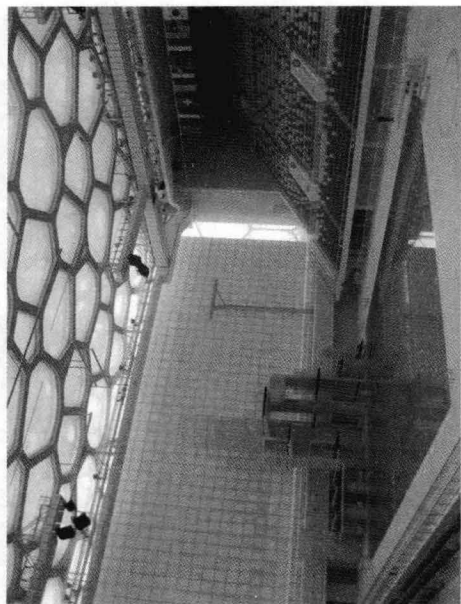
中国建筑科学研究院
China Academy of Building Research

国家建筑工程质量检验检测中心
National Center for Quality Inspection and Test of Building Engineering



水立方游泳馆内 (一)

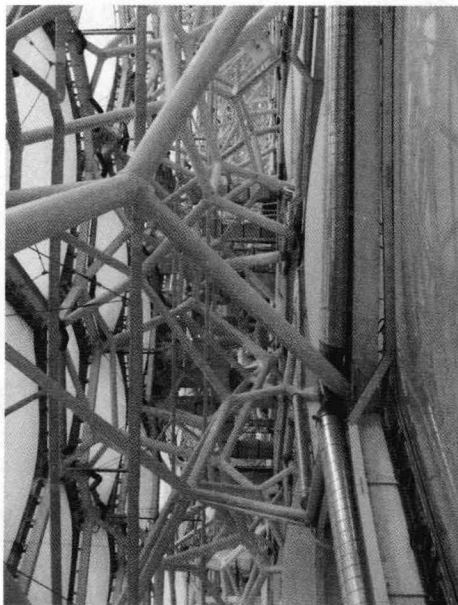
国家建筑工程质量检验检测中心
National Center for Quality Inspection and Test of Building Engineering



水立方游泳馆内 (二)

中国建筑科学研究院
China Academy of Building Research

国家建筑工程质量检验检测中心
National Center for Quality Inspection and Test of Building Engineering



水立方屋面结构

中国建筑科学研究院
China Academy of Building Research

国家建筑工程质量检验检测中心
National Center for Quality Inspection and Test of Building Engineering



水立方钢结构的焊接节点

中国建筑科学研究院
China Academy of Building Research

国家建筑工程质量监督检验中心
National Center for Quality Supervision and Inspection of Building Engineering



鄂尔多斯新航站楼（造型——飞翔的雄鹰）

中国建筑科学研究院
China Academy of Building Research

国家建筑工程质量监督检验中心
National Center for Quality Supervision and Inspection of Building Engineering

中央电视台新台址

建筑设计单位：荷兰大都会建筑事务所

(office for metropolitan architecture, 简称OMA)

结构设计单位：华东建筑设计研究院公司

施工总承包单位：中国建筑工程总公司

钢结构安装单位：中建三局股份钢结构公司

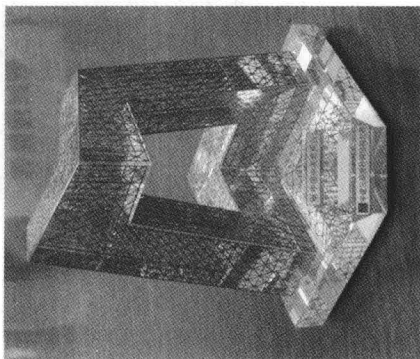
钢结构加工单位：上海冠达尔钢结构有限公司

江苏沪宁钢机股份有限公司

国家建筑工程质量监督检验中心
National Center for Quality Supervision and Inspection of Building Engineering

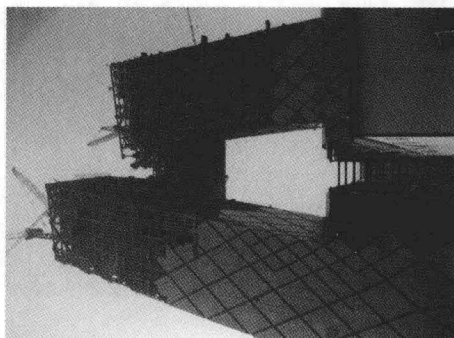
中央电视台新台址工程总建筑面积约470000m²，建筑高度234m，钢结构总重量约12.6万t。

两座塔楼（52层、46层）双向倾斜6°，内部柱与核心筒垂直，在162m高空通过跨度分别为67m、75m的14层悬臂结构连接而成。



中国建筑科学研究院
China Academy of Building Research

国家建筑工程质量监督检验中心
National Center for Quality Supervision and Inspection of Building Engineering



在建时的外立面



在建时的焊缝超声波探伤