



钢结构焊接规范

(GB50661) 应用指南

段 斌 马德志 刘景凤 编著



化学工业出版社



钢结构焊接规范

(GB50661) 应用指南

段 斌 马德志 刘景凤 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要是对《钢结构焊接规范》GB 50661 的详释。其内容包括：我国建筑钢结构焊接技术发展历史、现状和未来发展趋势；国内外焊接技术标准体系的建立与对比；《钢结构焊接规范》GB 50661 主要技术条款解释和相关工艺技术应用要求；《钢结构焊接规范》GB 50661 与美标《钢结构焊接规范》AWS D1.1 的对比及标准应用实例和工程事故实例分析。

本着为实际工程服务的原则，书中在引用了大量工程实例和经验的同时，结合国外先进的全面质量管理理念，将人、机、料、法、环五大质量控制元素有机地与焊接工程过程理念相结合，适合设计人员、焊接技术和操作人员及质量控制和检测人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

钢结构焊接规范 (GB 50661) 应用指南/段斌, 马德志, 刘景凤编著. —北京: 化学工业出版社, 2013.1
ISBN 978-7-122-15737-9

I. ①钢… II. ①段…②马…③刘… III. ①钢结构-焊接-规范-中国-指南 IV. ①TG457.11-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 258359 号

责任编辑: 马燕珠 郭乃铎

文字编辑: 陈 喆

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 20 字数 309 千字

2013 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 98.00 元

版权所有 违者必究

本书编著人员名单

段 斌 马德志 刘景凤 编著

屈朝霞 葛家琪 苏 平 乔 锋

刘 春 傅彦青 宋晓峰 朱爱希 参加编写

刘 菲 李业绩

前言

Foreword

焊接作为一种加工技术广泛应用于工业、民用及军事工业各个领域。从20世纪80年代起,随着我国钢铁行业的迅猛发展,钢材作为一种绿色环保可再生的建筑材料越来越广泛地应用于高层建筑、桥梁、体育文化场馆、飞机场航站楼等各类建构筑物中。而焊接则是各类钢结构构件制造安装的主要工艺手段之一。

2011年我国钢产量超过6亿吨,建筑结构用钢约3000万吨,焊接材料约450万吨,均列世界第一。材料的消耗水平反映了市场的活跃程度和对焊接设备、材料、人员及技术标准规范的需求,同时对常用焊接工艺技术应用标准化、规范化提出了更高的要求。本书正是在这样的背景下诞生的。

本书内容主要是对《钢结构焊接规范》GB 50661主要技术条款及相关技术发展历史、现状和未来发展趋势进行释疑和介绍,同时针对我国目前建筑钢结构领域比较突出的焊接质量问题和事故,结合标准和工程实例进行分析、研讨。本书可供从事建筑钢结构设计、制造、施工的技术人员、质量检测监理人员、焊接操作人员参考。

本书在编写过程中得到戴为志、张玉玲等专家的大力支持,他们提供了大量翔实的工程实践、试验数据和资料,在此特致谢意。

作者

2012年10月

目录

CONTENTS

第1章 综述	/1
1.1 国内外钢结构焊接技术发展历史及现状	/2
1.1.1 国外焊接技术的发展历史	/2
1.1.2 我国建筑钢结构焊接技术的发展历史	/8
1.2 我国建筑钢结构焊接技术的发展现状和未来发展趋势	/19
1.2.1 人员	/20
1.2.2 综合技术	/22
1.2.3 工艺方法和材料	/26
1.2.4 设备	/31
第2章 《钢结构焊接规范》 GB 50661—2011 编写过程及主要工作简介	/33
2.1 规范编写的目的、意义	/34
2.2 主要工作过程	/35
2.3 主要工作内容	/36
2.4 国内外相关标准体系介绍	/39
2.5 学习贯彻《钢结构焊接规范》的必要性	/42
第3章 《钢结构焊接规范》 GB 50661 详释	/45
第4章 《钢结构焊接规范》 GB 50661 与美国 《钢结构焊接规范》(AWS D1.1) 的对比	/257
第5章 应用实例	/267
5.1 标准应用实例分析	/268
5.1.1 国家体育场“鸟巢”	/268

5. 1. 2	香港昂船洲大桥·····	/280
5. 1. 3	两实例对比分析·····	/290
5. 2	工程事故实例分析·····	/291
5. 2. 1	脆性破坏·····	/291
5. 2. 2	疲劳破坏·····	/302
5. 2. 3	塑性破坏·····	/309

参考文献	/313
------	------

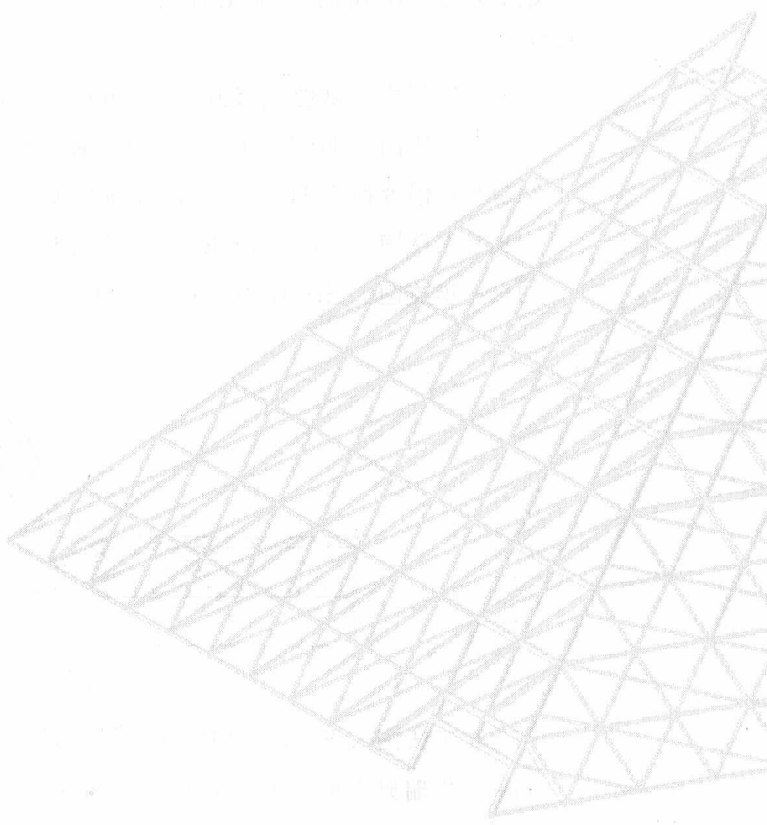


GB 50661-2011



第 1 章

综 述



GB 50661

Steel welding specifications Application Guide

1.1

国内外钢结构焊接技术发展历史及现状

1.1.1 国外焊接技术的发展历史

从19世纪初英国人 H. Davy 发现电弧现象后的近200年间,焊接、切割及其检测技术不断发展和完善,并在此基础上建立起相应的理论、规范及技术标准,从而使焊接技术作为现代工业化制造加工的最有效方法之一成为现实。让我们追随先人的脚步,简单回顾焊接技术的历史发展进程:

1856年英格兰物理学家 James Joule 发现了电阻焊原理;

1881年法国人 De Meritens 发明了最早期的碳弧焊机;

1888年俄罗斯人 Н. г. Славянов 发明了金属极电弧焊;

1898年德国人 Goldschmidt 发明了铝热焊;

1900年英国人 Strohmeyer 发明了电焊条(图1-1);

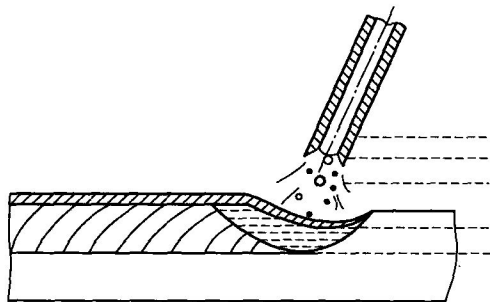


图 1-1 电焊条

1900年法国人 Fouch 和 Picard 制造出第一个氧-乙炔割炬(图1-2);

1904年瑞典人奥斯卡·克杰尔贝格建立了世界上第一个电焊条厂——ESAB公司的OK焊条厂;

1909 年 Schonherr 发明了等离子电弧 (图 1-3);

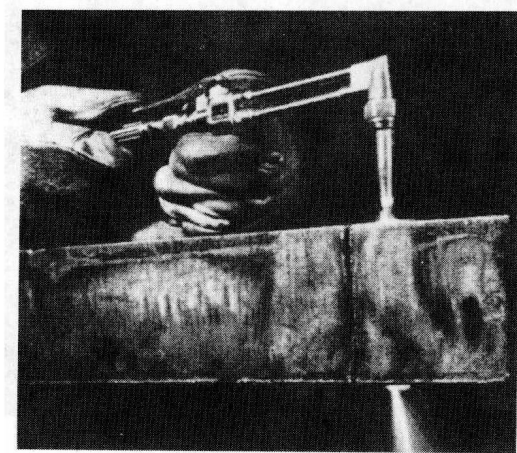


图 1-2 氧-乙炔割炬

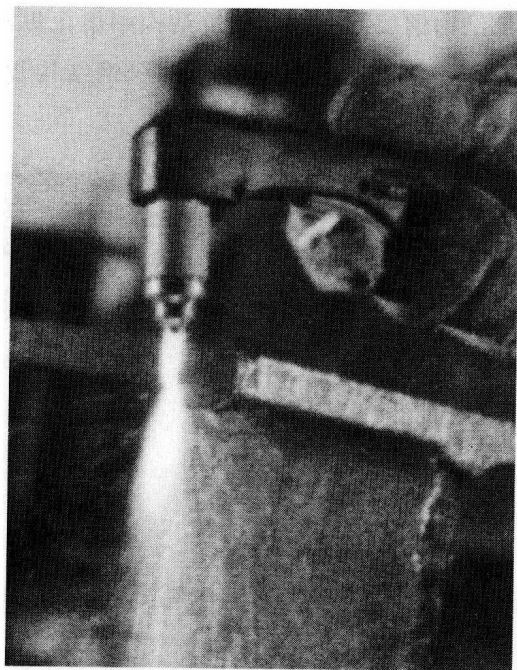


图 1-3 等离子电弧

1916 年安塞尔·先特·约发明了 X 射线无损探伤法;

1919 年 Comfort A. Adams 组建了美国焊接学会 (AWS, 图 1-4);

1920 年药芯焊丝被用于耐磨堆焊;

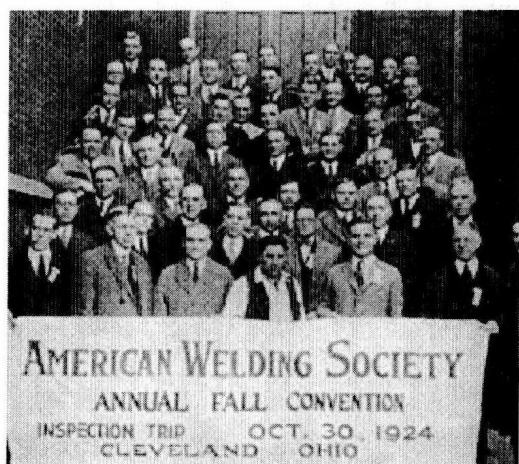


图 1-4 美国焊接学会

1926 年美国入 Alexandre 发明了 CO_2 气体保护焊原理;

1928 年第一部结构钢焊接法规《建筑结构中熔化焊和气割规则》由美国焊接学会出版发行, 这部法规就是今天的《钢结构焊接规则》(AWS) D1.1 的前身 (图 1-5);

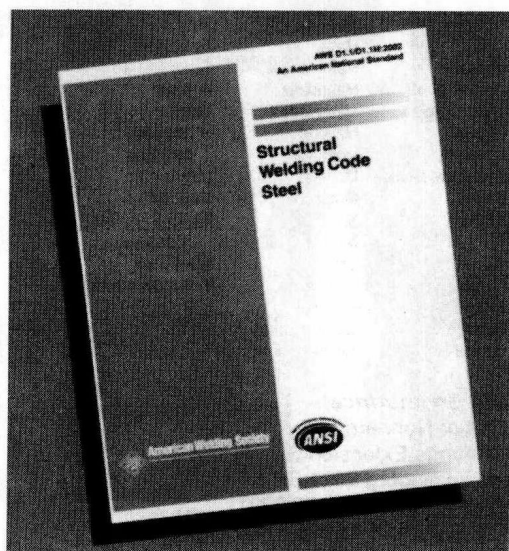


图 1-5 结构钢焊接法规

1929 年超声波无损检测方法首次应用于材料检测;

1930 年前苏联人罗比诺夫发明了埋弧焊;

1941 年美国人 Meredith 发明了钨极惰性气体保护电弧焊（氩弧焊）；

1943 年美国人 Behl 发明了超声波焊；

1944 年英国人 Carl 发明了爆炸焊；

1947 年前苏联人 Ворошевнич 发明了电渣焊；

1953 年前苏联人柳波夫斯基、日本人关口等发明了 CO_2 气体保护电弧焊；

1955 年美国人托姆·克拉浮德发明了高频感应焊；

1956 年前苏联人楚迪克夫发明了摩擦焊（中国最早的摩擦焊设备如图 1-6 所示）；

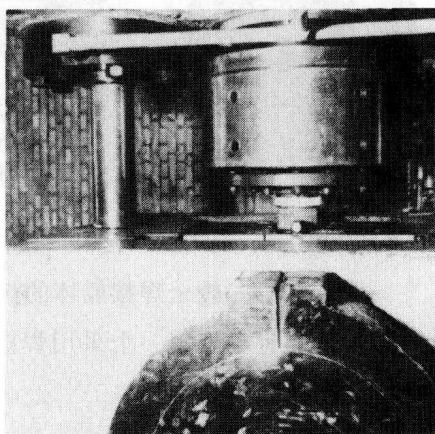
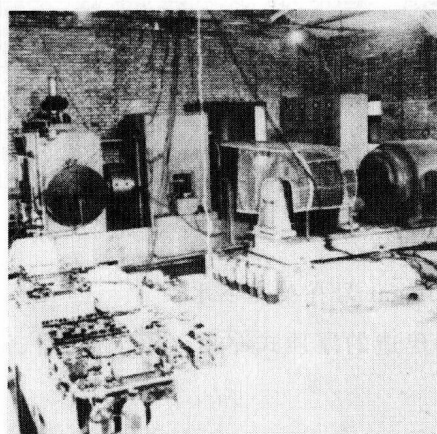


图 1-6 中国最早的摩擦焊设备

1957 年法国人施吉尔发明了电子束焊；

1957 年前苏联人卡扎克夫发明了扩散焊；

1991 年英国焊接研究所发明了搅拌摩擦焊。

焊接和切割技术作为一种工艺方法最早于 20 世纪初应用于长输管线、压力容器、汽车制造、船舶修复与制造及老旧建筑的拆除等领域。如：

1907 年美国纽约拆除旧的中心火车站时，首次使用氧-乙炔切割技术；

1912 年美国的 Edward G. Budd 公司生产出第一个使用电阻点焊焊接的全钢汽车车身；

1917 年第一次世界大战期间使用电弧焊修理了 109 艘从德国缴获的船用发动机；

1917 年美国的 Webster & Southbridge 电气公司使用电弧焊设备焊接了 11mile 长、直径为 3in 的管线（图 1-7）；



图 1-7 管线

1920 年第一艘全焊接船体的汽船 Fulagar 号在英国下水；

1923 年世界上第一个采用焊接方法建造的浮顶式储罐（用来储存汽油或其他化工品）建成。

焊接技术在建筑钢结构领域快速发展得益于 18 世纪欧洲工业革命以来，钢铁工业的快速发展。钢产量的提高、品种的丰富及品质的改善，迅速推动钢铁材料在各领域的应用。但相对于长输管线、压力容器、汽车制造、船舶修复与制造等行业，建筑领域应用焊接技术相对较晚，从 20 世纪 30 年代起才逐渐被广泛采用。如：

1931 年采用焊接工艺方法制造的全钢结构美国帝国大厦（图 1-8）建成；

1933 年，由 87750t 钢材焊接制造的当时世界上最高的悬索桥美国旧金山金门大桥（图 1-9）建成通车。

焊接技术的发展，为各类金属设备和结构的加工制造提供了安全可靠的工艺方法，在提高工作效率的同时，大大降低了生产成本。

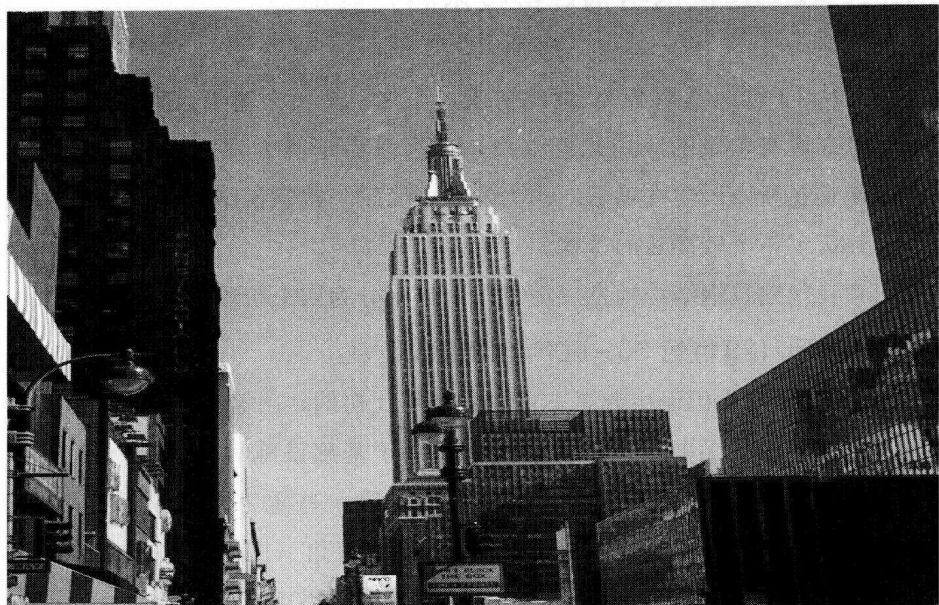


图 1-8 美国帝国大厦



图 1-9 美国旧金山金门大桥

1.1.2 我国建筑钢结构焊接技术的发展历史

我国从 19 世纪初期至 20 世纪中期, 作为一个半封建半殖民地的国家, 焊接技术在建筑领域的应用几近空白, 远远落后于西方发达的资本主义国家。即便是在新中国建立以后, 作为发展中国家, 建筑钢结构焊接技术的发展, 也经历了一个较漫长的过程。

回顾我国建筑钢结构的发展历程, 大致可分为四个阶段。

(1) 初期阶段 (20 世纪 50~60 年代初期)

从 1949 年新中国诞生起至 20 世纪 60 年代初期, 国家初建, 百废待兴。当时虽有社会主义强国前苏联的支援, 但由于基础设施和相关技术工艺落后, 以及技术人才极度匮乏, 发展速度缓慢, 除一些重工业和军工项目外, 民用的建设项目屈指可数, 如: 1954 年北京体育馆 (图 1-10)、1954 年重庆人民礼堂、1956 年天津体育馆、1959 年北京人民大会堂 (图 1-11) 等。即便是在上述为数不多的国家或地方的重点工程项目中, 由于受当时技术条件的限制, 钢结构的应用非常有限。



图 1-10 北京体育馆

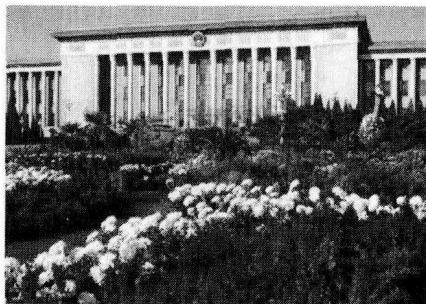


图 1-11 人民大会堂

(2) 停顿阶段 (20 世纪 60 年代中后期~70 年代)

在这期间, 除一些工业厂房、仓库外, 几乎没有民用建筑钢结构项目产生。在 20 世纪 70 年代后期, 随着节省钢材的焊接和螺栓球节点网架结构 (图 1-12、图 1-13) 的诞生, 才使停滞不前的建筑钢结构行业显现一丝生机。

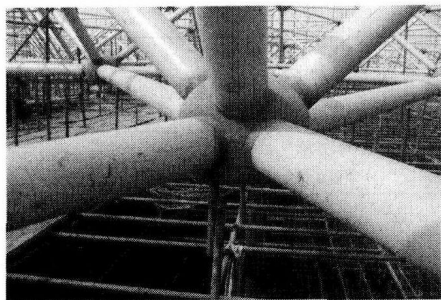


图 1-12 焊接球节点网架结构

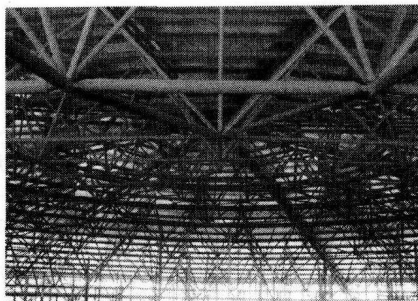


图 1-13 螺栓球节点网架结构

(3) 发展阶段 (20 世纪 80~90 年代)

随着国家经济的快速发展、钢材产量和品种的快速增加及相关技术的发展完善,以超高层建筑为代表的各类民用建筑钢结构大量涌现,如表 1-1 所示。

表 1-1 国内 20 世纪 80~90 年代全钢结构超高层建筑

序号	名称	地点	设计单位	施工单位	±0 至塔顶高度 /m	±0 至屋面高度 /m	建成年份
1	深圳发展中心大厦 (图 1-14)	深圳	香港迪奥施嘉锡设计公司、华森设计顾问有限公司	中建三局一公司		163	1986
2	瑞金大厦	上海	日本三井建设一级建筑师事务所	日本三井建设株式会社		107	1986
3	北京香格里拉饭店	北京	日本观光企画设计社	日本大成建设株式会社、中国建筑总公司江苏分公司		82.7	1987
4	北京长富宫饭店	北京	北京市建筑设计院、日本竹中工务店、大林组(株)、新大各饭店、日铁商事	北京市机械施工公司、北京市第一建筑工程公司		90.9	1988
5	上海希尔顿酒店	上海	日本钢管有限公司(NKK)	申港建筑工程有限公司、上海市机械施工公司		144	1988
6	国贸大厦	北京	美国 Sobel/Roth 公司、日本建设株式会社	法国 SAE 公司(中建一局总分包)		155	1989
7	新锦江大酒店	上海	香港王董国际有限公司、上海建筑设计院	上海市四建公司		153	1989

续表

序号	名称	地点	设计单位	施工单位	±0 至塔 顶高度 /m	±0 至屋 面高度 /m	建成 年份
8	上海金沙江饭店	上海	上海机电设计研究院	上海宝山钢铁总厂、第二十冶金建设公司		41.4	1990
9	上海国际贸易中心	上海	日本设计事务所	中建三局一公司		142	1990
10	京广中心	北京	日本设计事务所株式会社熊谷组	熊谷组(香港)(香港中华重工 S)	221	208	1990
11	上海商城中楼	上海	美国波特曼、日本鹿岛建设、华东建筑设计院	日本鹿岛建设(上海市一建公司)		165	1990
12	京城大厦 (图 1-15)	北京	日本清水建设株式会社、总参工程兵四院、中船第九设计院	北京市五建公司(北京市机械施工公司 S)	183	182	1991
13	广东国际大厦主楼	广州	广东省建筑设计院	广东省四建公司		199	1992
14	宝安大厦	上海	浙江省建筑设计院、浙江大学建筑设计院	上海市一建公司		151	1994
15	联合广场	深圳	华森设计顾问有限公司	华西三建公司		195	1995
16	深房广场	深圳	深圳市建筑设计研究总院	江苏省建深圳一公司		172	1995
17	东北电力负荷预测中心	沈阳	中国建筑东北设计院	东北电力三公司		169	1995
18	潮汕大厦 (广州国际贸易中心)	广州	广东省建筑设计研究院	广东省二建	179	168	1995
19	国际贸易大厦	厦门	重庆市设计院	中建三局三公司		159	1995
20	华能大厦	深圳	中国建筑西南设计院	华西三建公司	188	155	1995
21	上海浦东假日酒店	上海	华东建筑设计院	中煤建筑安装工程公司		152	1995
22	厦门闽南贸易大厦	厦门	五洲工程设计院	核工业二十四建筑工程局		151	1995
23	湖南国际贸易金融中心	长沙	湖南省建筑设计院	湖南省第三工程公司		150	1995
24	地王商业大厦	深圳	深圳市建筑设计研究总院、美国建筑设计公司(建筑)、新日铁、茂盛工程顾问公司(结构)	熊谷组(香港)(中建三局一公司 S、中建二局南方公司 C)	384	325	1996
25	青岛国际金融中心	青岛	中国建筑北京设计院	中建一局三公司	249	241	1996