

2014

中国建筑金属结构协会钢结构分会年会
建筑钢结构专家委员会学术年会

钢结构技术与工程应用 最新进展

郭彦林 党保卫 主编



中国建筑工业出版社

2014 中国建筑金属结构协会钢结构分会年会
建筑钢结构专家委员会学术年会

钢结构技术与工程应用最新进展

郭彦林 党保卫 主编

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

钢结构技术与工程应用最新进展/郭彦林,党保卫主
编. —北京:中国建筑工业出版社,2014.4

ISBN 978-7-112-16580-3

I. ①钢… II. ①郭…②党… III. ①钢结构-研
究 IV. ①TU391

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 052476 号

本书共五章,主要包括钢结构性能与设计理论研究、钢结构信息化技术、钢结构安装技术、钢结构制作技术以及其他相关钢结构发展问题及趋势的探讨,既具有研究性,又具有工程实践性。

本书可供钢结构设计研究、钢结构制作、施工安装人员以及相关专业高校师生参考使用。

* * *

责任编辑:郇锁林 朱晓瑜

责任设计:张 虹

责任校对:李美娜 刘梦然

2014 中国建筑金属结构协会钢结构分会年会
建筑钢结构专家委员会学术年会
钢结构技术与工程应用最新进展

郭彦林 党保卫 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

北京红光制版公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本:880×1230 毫米 1/16 印张:20 $\frac{3}{4}$ 插页:4 字数:640 千字

2014 年 4 月第一版 2014 年 4 月第一次印刷

定价:66.00 元

ISBN 978-7-112-16580-3
(25416)

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)



前 言

中国建筑金属结构协会钢结构分会年会和钢结构专家委员会学术年会是 2014 年度我国建筑钢结构行业发展与钢结构技术交流的一次盛会。本次会议旨在为建筑钢结构行业的专家、学者及工程技术人员提供一个技术交流平台。为充实该“两会”特编写本论文集，由中国建筑工业出版社出版。

本论文集涵盖了钢结构性能与设计理论、钢结构信息化技术、钢结构安装技术、钢结构制作技术和其他等五大类，共 35 篇论文。所收录论文主要来自于约稿，也包括部分自由投稿。论文内容反映了我国近几年建筑钢结构应用的最新研究成果与技术进步，如新型钢结构体系及应用、钢结构设计方法的研究及应用、钢结构最新施工技术、复杂钢构件或节点的加工技术、钢结构建筑信息化技术与应用等。其中囊括的钢结构工程项目也具有一定的代表性，包括新疆喀什国际免税广场、南京金鹰天地广场、珠海十字门、沈阳桃仙机场 T3 航站楼、福州奥体中心等。

在此，对积极投稿的作者，审稿的钢结构专家，以及为钢结构分会年会召开与论文集出版提供资金支持的湖北弘毅建设有限公司，一并表示感谢。

对于编审中出现的错误，敬请读者批评指正。

论文作者对文中的数据和图文负责。



湖北弘毅建设有限公司

HUBEI HONGYI CONSTRUCTION CO.,LTD

Hong Yi

用工厂制造建筑 让绿色引领潮流

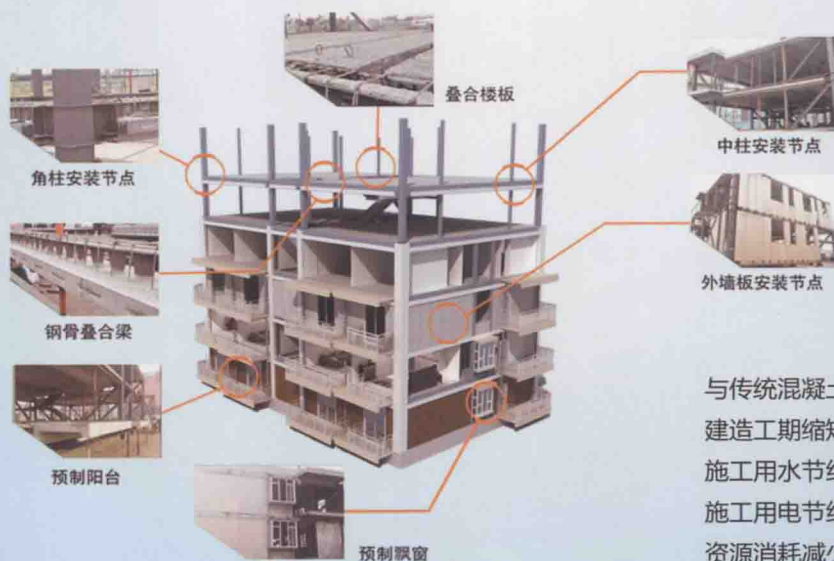
建筑工业化是以构件预制化生产、装配式施工为生产方式，以设计标准化、构件部品化、施工机械化、管理信息化为特征，能够整合设计、生产、施工等整个产业链，实现建筑产品节能、环保、全生命周期价值最大化的可持续发展的新型建筑生产方式。

建筑工业化的解决方案主要分为混凝土和钢结构两大体系，弘毅公司从2010年开始，经过不断地研究和试验，结合两大体系的优缺点，研发了从生产设备、材料研发到体系集成的整体解决方案，形成了一套具有完全自主知识产权的——弘毅钢结构叠合装配式住宅体系。

弘毅钢结构叠合装配式住宅体系建筑用柱、梁、楼板、墙板全部通过工厂预制成部品，现场进行拼装连接，无需支模，提高施工速度50%以上。

部品按标准流程制造、安装，误差精确到毫米，保障施工质量。

工业化生产，机械化施工、减少作业人员，改善施工环境。



与传统混凝土结构相比具备以下优势：

- 建造工期缩短30%~50%；
- 施工用水节约50%以上；
- 施工用电节约60%以上；
- 资源消耗减少10%~20%；
- 实现节能65%左右；
- 预制率可达80%。

地址：武汉市武湖汉施大道39号（弘毅工业园）

网站：www.hongyizs.com



年会专题网



年会微信



年会微博

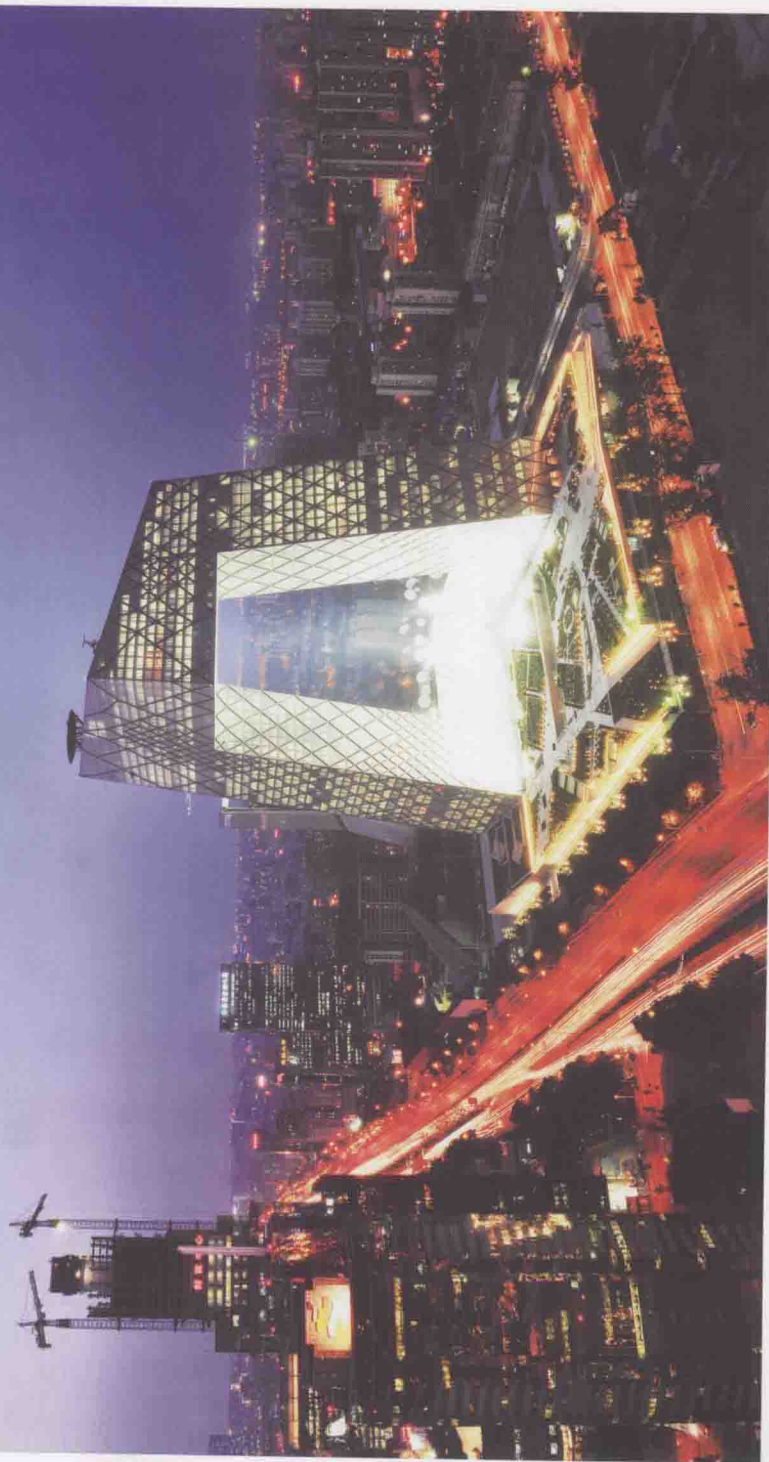


中建钢构

打造全球最具竞争力的钢结构产业集团

Peak

高度 永无止境



中央电视台新台址 (全球最大的钢结构办公楼)



中 建 钢 构

打造全球最具竞争力的钢结构产业集团

Beyond
建筑 无限可能

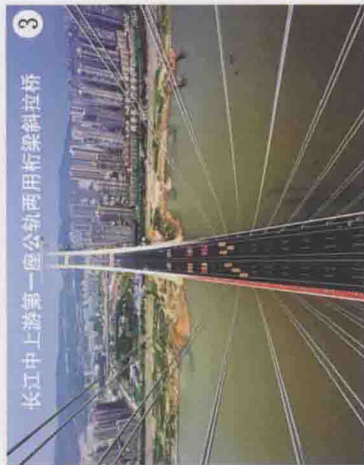


① 首次在国内大范围使用铸钢节点及超厚铸钢管。

② 世界最大的铝合金结构工程



③ 长江中上游第一座公轨两用桁梁斜拉桥



1. 深圳第26届世界大学生运动会主体育场

2. 重庆国际博览中心

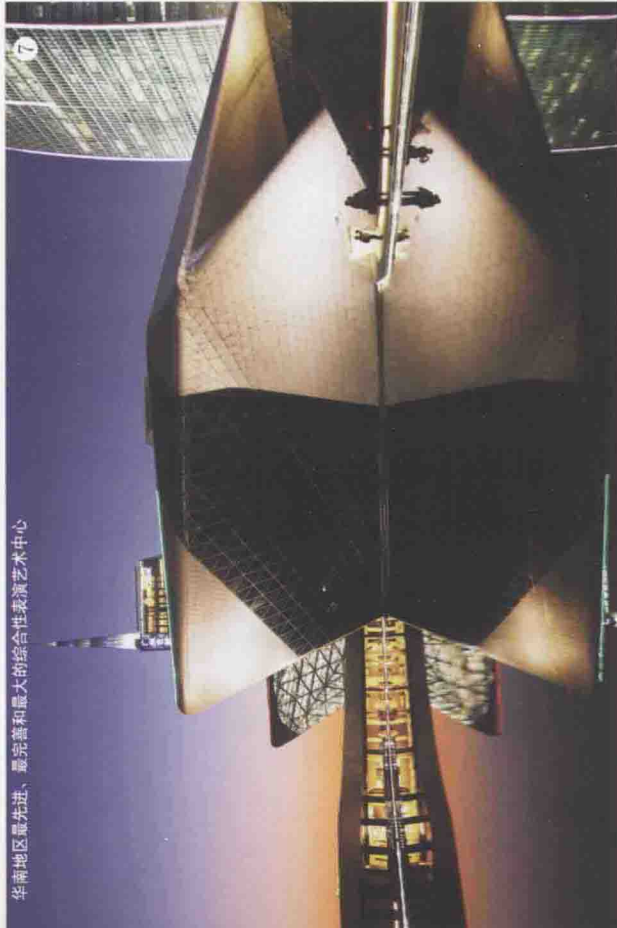
3. 重庆鼎山长江大桥

4. 河南广播电视发射塔

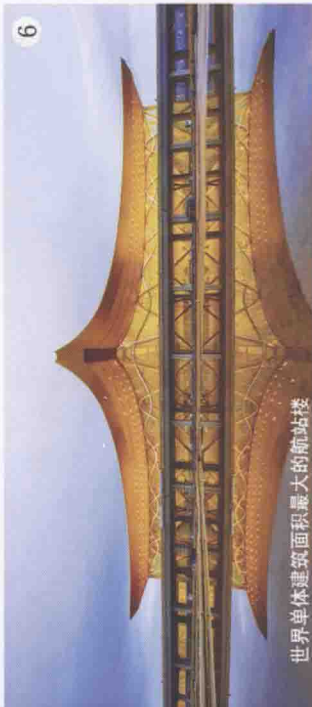


世界最高的全钢结构电视发射塔

华南地区最先进、最完善和最大的综合性表演艺术中心



世界首座跨线、跨路、跨铁路站房工程，时为亚洲最大火车站 ⑤



世界单体建筑面积最大的航站楼

5. 武汉火车站

6. 昆明新机场

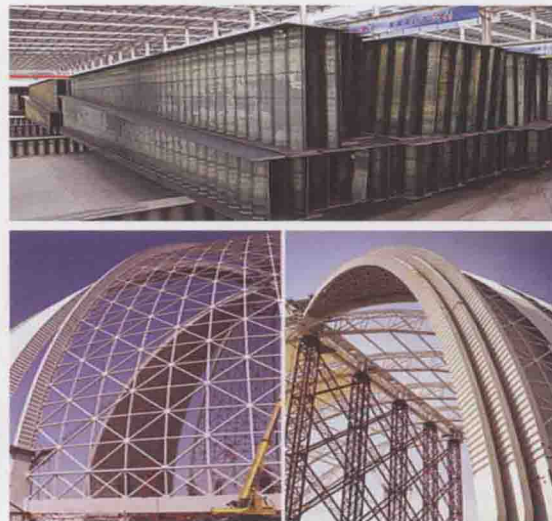
7. 广州歌剧院



山东华兴钢构有限公司系山东华兴机械股份有限公司的全资子公司。山东华兴机械股份有限公司始建于1957年，位于黄河三角洲腹地，是一家集科研、生产、商贸于一体的国家级高新技术企业。生产经营领域涉足机械、金属物流、建筑钢结构、物业经营、国际贸易等众多行业、产业。

山东华兴钢构有限公司成立于2004年，现拥有20万 m^2 生产厂房以及专业流水线，公司专业从事工业、民用、商业及专业设施的钢结构设计、制造、安装，具有钢结构专业承包壹级资质，钢结构制造壹级资质，钢结构轻型房屋设计专业资质，集设计、制造、安装于一体，拥有年钢结构构件加工30万t、钢结构建筑面积和围护面积分别达到200万 m^2 和350万 m^2 的生产能力。公司建立了建筑钢结构研究技术中心、CAD计算机辅助设计系统、X-STEEL详图设计系统，能够快捷、高质地向客户提供报价设计、制造和安装在内的一条龙服务。公司产品已出口到东南亚、中东、非洲等十多个国家，累计出口逾10万t，以发电厂、钢厂、水泥厂、非标设备为主。公司新投资建设的钢结构波浪腹板生产线，重、特钢生产线，将建成北方最大的轻钢、重钢、非标设备结构件等钢结构产品的设计、制作基地，年加工能力达到40万t。

公司在“信、和、敏、达”核心价值观的指导下，秉承“产业报国、永不言败”的企业精神，不断更新观念，把握机遇，创新管理，锐意进取，用博大的胸怀、脚踏实地的作风，去迎接新的挑战，谱写新的篇章，以优质的产品回馈社会各界的支持与厚爱。



公司在国内率先引进的波浪腹板项目属国家重点支持的高新技术领域，填补国内两项空白，一是填补波浪腹板钢结构构件在我国钢结构领域应用的空白，二是通过消化、吸收、优化生产制造“波浪腹板自动化焊接生产设备”，填补我国“波浪腹板自动化焊接生产设备”的空白。该项目具有节材、节能和绿色环保等优点，公司率先将波浪腹板应用于实际工程，显著节省工程钢耗20%~60%。公司申请的波形腹板专利现已申请获得“实用新型专利权”，公司参与编写的《波浪腹板钢结构应用技术规程》通过批准并发布实施，同时公司参与设计的《PKPM软件STS中一波浪腹板H型钢计算程序开发》已通过合格验收，该模块现已全面覆盖国内设计行业的PKPM所有用户，做到了波浪腹板钢结构从设计到制作安装全过程一步到位。“波浪腹板钢结构应用技术”项目列为2012年全国建设行业科技成果推广项目。



波浪腹板生产设备可以生产波浪腹板H型钢等截面及楔形截面构件，并能完成异型孔的切割，具有广阔的市场空间与推广价值，是钢结构生产设备领域一次重要的大革命。





亚鹰企业

河南亚鹰(集团)钢结构



河南亚鹰(集团)钢结构幕墙工程有限公司,注册成立于一九九五年,现有钢结构、建筑幕墙、建筑装饰三个壹级施工资质;钢结构、建筑幕墙两项甲级设计资质及钢结构加工一级资质。

集团公司在斯里兰卡、印度、菲律宾、阿瑟拜疆等设立国际贸易部;在中国东北部投资注册了辽宁亚鹰钢结构幕墙工程有限公司,并在国内北京、重庆、成都、武汉、哈尔滨、呼和浩特、银川、厦门、南昌、贵阳、合肥、郑州等大中城市设立分公司。

分别被中国建筑金属结构协会吸收为理事单位,河南省钢结构协会推选为副会长单位,中华全国总工会授予“工人先锋号”,河南省总工会授予“五一劳动奖状”,河南省科技厅认定为“河南省钢结构幕墙工程技术研发中心”,商丘市工商局授予“守合同、重信用”企业,通过了ISO国际质量、环境、安全体系认证!获得了中国建筑行业最高奖项——“鲁班奖”一项;中国钢结构金奖三项;并被认定为全国钢结构制作安装“AAA”信用定点企业,同时,跃入国内钢结构行业30强!

创建最优质的工程是我们的宗旨,向您提供全新、一流、周到的服务是我们最真诚的承诺。亚鹰人将始终秉承“诚实、自信、团结、务实”的企业精神,与您通力合作,携手共创美好明天!



呼伦贝尔体育场



广西园林园艺博览会会展中心



葫芦岛游泳馆

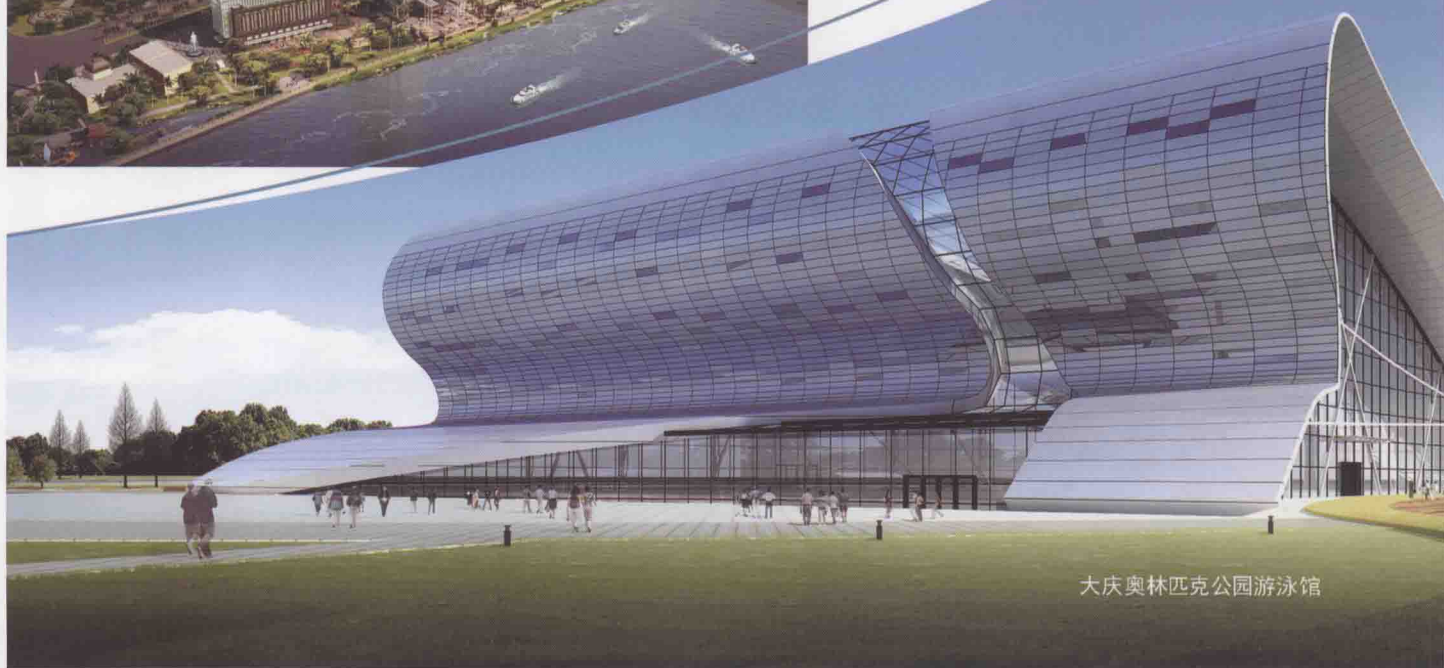


泉州世界贸易中心



厦门海峡国际

工程实例



大庆奥林匹克公园游泳馆

江苏沪宁钢机股份有限公司

30年的历史，300多项国家重大建设工程，300多万t用钢量，年产能50万t重型钢结构，这就是江苏沪宁钢机股份有限公司。是我国起步最早的知名大型钢结构制造企业，2008年被授予行业中唯一的“中国建筑钢结构质量第一品牌”荣誉。

经过30年的发展，公司已成为我国实力最强、质量最优的品牌企业之一，累计承担了国家大剧院、国家体育场（鸟巢）、中央电视台新台址办公大楼及演播大楼、北京南站、首都国际机场航站楼、上海卢浦大桥、浦东国际机场航站楼、上海文献中心、上海磁悬浮列车轨道功能件、上海环球金融中心、广州新电视塔、广州珠江新城西塔、天津奥体中心体育场、重庆奥体中心体育场等国家重大建设工程300多个，公司已荣获18项鲁班奖、5项詹天佑土木工程大奖、4项国家优质工程银质奖、81项中国建筑钢结构金奖、8项入选建国60周年百项经典暨精品工程、18项被入选百年百项杰出土木工程。“完美无缺的产品质量，诚实卓越的企业信誉”是本公司一如既往的追求目标。

地址：江苏省宜兴市张渚镇百家村 邮箱：hngjzhglb@163.com

目 录

第一章 钢结构性能与设计理论研究

轮辐式张拉结构全封闭屋盖体系研究及设计关键问题·····	3
既有钢结构鉴定评估研究现状 ·····	15
喀什国际免税广场超高层钢结构设计综述 ·····	28
延性桁架结构的发展与抗震研究 ·····	36
外伸端板连接力学性能试验研究与参数分析 ·····	43
一种新型冷弯超薄壁型钢龙骨结构建筑体系研究 ·····	56
多层钢框架住宅结构的设计与计算 ·····	63
在线热处理对 HFW 焊管组织及力学性能影响研究 ·····	67

第二章 钢结构信息化技术

BIM 技术在建筑钢结构制作中的应用 ·····	73
复杂钢构件的数字化管理与实践·····	101
BIM 技术中的数字图形信息融合集成系统研究进展 ·····	112

第三章 钢结构安装技术

南京金鹰天地广场-三塔连体超高层设计 ·····	125
珠海十字门高层特大跨箱式钢转换桁架安装技术·····	142
沈阳桃仙机场 T3 航站楼钢屋盖曲线滑移安装技术 ·····	155
钢结构工程优化设计案例——成都某商业文化综合体项目钢结构优化应用·····	164
超重大跨度转换钢梁在单体结构中施工方法探讨·····	176
一种栓焊结合式钢拱桥制造及安装技术·····	184
南京禄口国际机场二期工程大厅滑移施工技术·····	192
梁拱组合钢桥预拼安装技术·····	199
超长钢板墙综合施工技术·····	208
一种船闸人字闸门安装技术·····	211
福州奥体钢结构杠杆支撑转换系统的设计·····	223
福州奥体中心复杂罩棚钢结构施工测量技术研究·····	230

第四章 钢结构制作技术

空间网壳框架结构制作工艺·····	241
平面水工钢闸门制造工艺技术改进·····	248

斜拉桥索塔钢锚箱制作技术研究·····	255
钢混叠合梁桥制作技术·····	263
浅谈大直径十字内加劲圆管钢柱制作方法·····	276
大型复杂钢构件加工制作综合技术·····	281
数控火焰切割精度研究及应用·····	285
波纹腹板 H 型钢卧式组立机设计 ·····	289
柱梁焊接工装夹具设计·····	294
钢板对接机设计·····	299
倍福 PC 控制系统在卧式门焊机的应用 ·····	302

第五章 其 他

传统住宅与钢结构住宅的对比评价研究·····	309
房建钢结构工厂化相关技术问题探讨·····	319
浅谈钢结构建筑的工厂化发展趋势·····	321

第一章 钢结构性能与 设计理论研究

轮辐式张拉结构全封闭屋盖体系研究及设计关键问题

丁洁民 张 峥 张月强

(同济大学, 上海 200092)

摘 要 对轮辐式张拉结构的体系构成和受力性能进行分析, 采用了一定的延拓手段, 对结构体系进行了拓展, 以便为未来的工程应用提供参考。同时将轮辐式张拉结构应用到全屋盖结构, 研究轮辐式张拉结构全封闭屋盖体系可能实现的结构形式, 并对各结构形式的受力性能进行初步分析。对椭圆形轮辐式张拉结构设计的关键问题进行初步探讨, 并给出椭圆形张拉结构的施工张拉基本思路。

关键词 轮辐式张拉结构; 车轮辐条原理; 体系延拓; 全封闭屋盖体系; 施工张拉

1 引言

轮辐式张拉结构是在张拉结构的基础上根据自行车车轮辐条结构概念提出来的, 这种结构体系具有张拉结构的受力特点, 同时克服了一般张拉结构体系复杂、传力不直接和容易形成机构的缺点^{[1][2]}。这种结构通常屋盖表面覆盖膜材, 自重轻, 结构轻巧美观, 同时有研究表明, 随着跨度的增加, 其造价增加并不大, 这在大跨度空间结构方面具有很大的优势。这种结构体系主要用于容纳 3 万~10 万人的体育场、体育馆等大型公共建筑。

近年来国际上举行的大型体育赛事的主要场馆均采用这种结构体系。

2012 年欧洲杯主场馆华沙国家体育场(图 1)将轮辐式张拉结构和桅杆结构结合起来, 取消上部受压环。体育场中央漂浮一个高 70m、重 90t 的高耸结构钢针。钢针下部被四组径向张拉索支撑, 中部为支撑可开合屋面的径向张拉索汇交处。

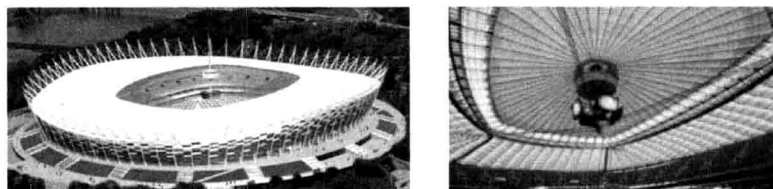


图 1 华沙国家体育场

2013 年联合会杯及 2014 年世界杯比赛场馆杯巴西马拉卡纳体育场(图 2)经过改建采用梭形轮辐式张拉结构。该结构有一受压环和三个受拉环, 压环和拉环通过双跨索桁架连接, 索桁架中央通过梭形撑杆转换, 撑杆中央为马道。

随着体育事业的发展, 轮辐式张拉结构在国内大型体育场馆中开始应用。继佛山世纪莲体育场和宝安体育场之后, 盘锦红海滩体育场和乐清体育场也采用了这种结构体系。

盘锦红海滩体育场(图 3)屋盖为马鞍形平面呈椭圆环形, 长轴方向最大尺寸约 270m, 短轴方向最大尺寸约 238m, 最大高度约 57m。屋盖主索系由一道内环索和 144 道吊索、72 道脊索和 72 道谷索组成; 屋面采用膜材, 布置在内环索和外围钢框架之间, 跨越脊索和谷索形成波浪起伏的曲面造型。

乐清体育场(图 4)突破了以往的索桁结构均为闭合的环形的束缚, 采用月牙形索桁架结构。两端索桁架的上、下弦索在内环索上汇交, 为提高屋面刚度, 内环索中部区域分叉为上、下 2 根, 相应地中部八榀索桁架的上、下弦索在索桁架中部汇交。