



地 址：成都市人民南路四段36号省住建厅综合楼503室

电 话：028-85568172

邮 编：610000



装配式建筑之窗

WINDOW OF AN ASSEMBLY BUILDING

3
2017

特别报道

- 省住建厅厅长张正红一行开展装配式建筑发展专题调研
- 四川省装配式建筑产业协会眉山片区分会成立

装配式建筑新征程

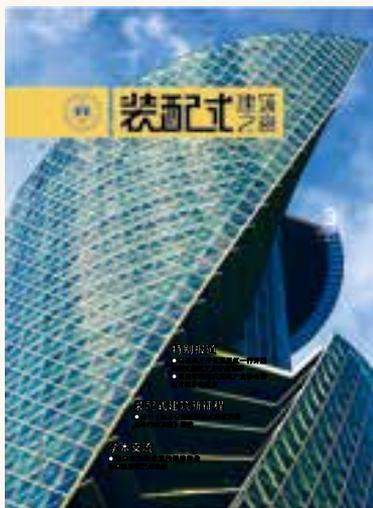
- 关于《四川省推进装配式建筑发展三年行动方案》的解读

学术交流

- 铁木辛柯隐式框架钢结构住宅体系的研发与实践

ABIAS

四川省装配式建筑产业协会



2018.7 第三期 (总第三期)

规范高效
创新一流
忠诚敬业
团结活泼



编委会

荣誉主任：樊晟

主任：蒙昌嘉

副主任：程刚 常健

编委：蒙昌嘉 程刚 常健 曾进 李文渊 姚勇 余志祥 张瀑
龚小兵 陈彬 梁虹 刘宜丰 毕琼 郑柯 唐忠茂 刘建伟
顾于 姜友荣 董彪 隆志军 冯身强 朱承铭 周元 吴智勇
谭启厚 张胜嘉 吕东琼 (排名不分先后)

责任编辑：黄艳宏

编辑：何丽

审校：曾尧

法律顾问：吴晓灵

主管单位：四川省住房和城乡建设厅 四川省民政厅

主办单位：四川省装配式建筑产业协会

出版单位：四川省装配式建筑产业协会秘书处

地址：成都市人民南路四段36号省住建厅综合楼503室

网址：www.abias.org.cn

投稿邮箱：heyangshihan@163.com

电话：028-85568172

邮编：610000



会长
致辞

携手共进 再创辉煌

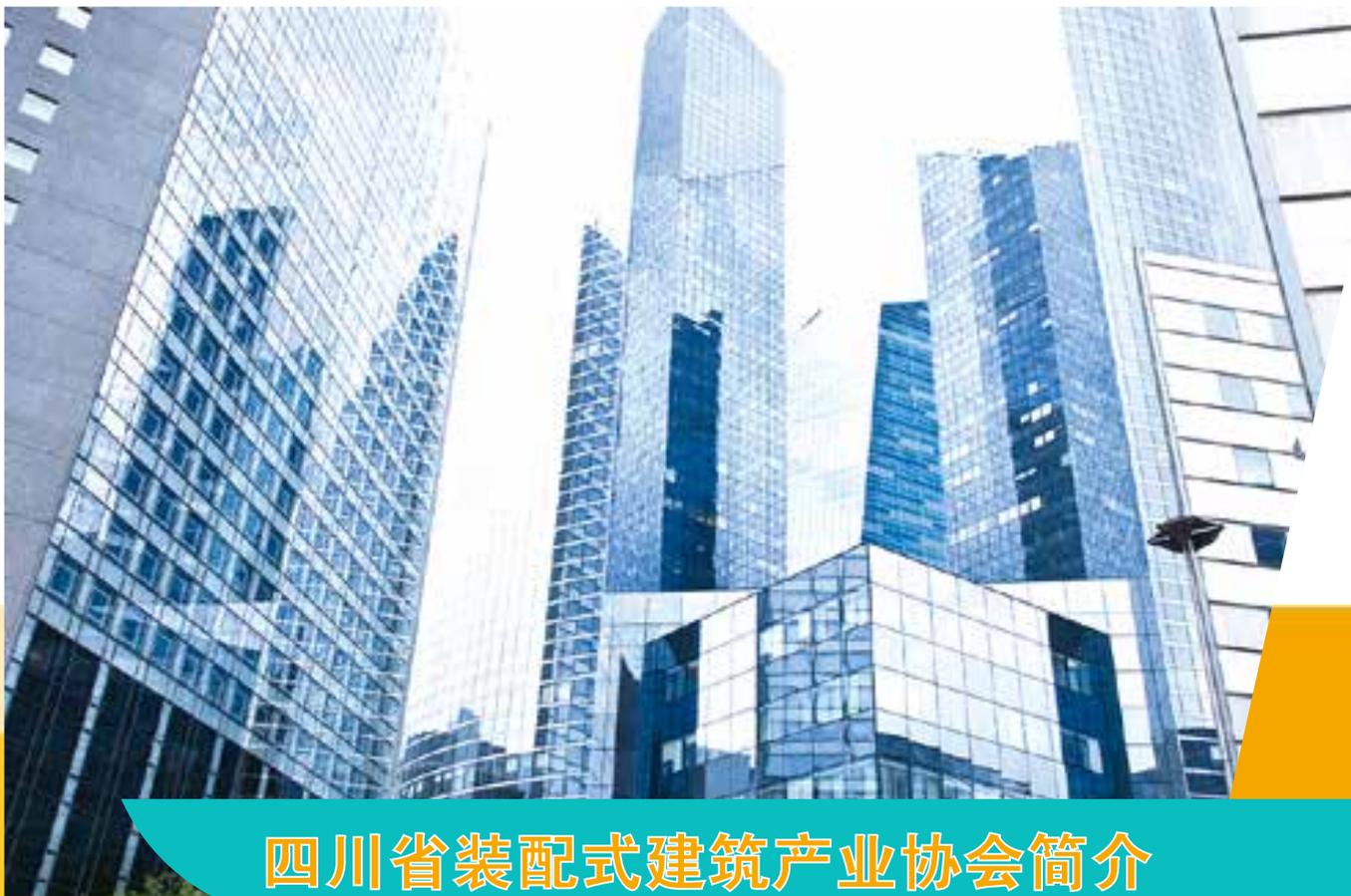
每一次昼夜的更替，都是蜕变的开始；每一个奔跑的步伐，都是激情的释放；每一波潮汐的跌荡，都是力量的展示；每一轮太阳的升起，都是梦想的放飞……四川省装配式建筑产业协会（原“四川省建筑金属结构协会”）走过了峥嵘岁月，迎来了新的起点，踏上了新的征程。

一直以来，协会工作得到了社会各界的支持，协会规模日益壮大、行业凝聚力逐渐增强……这些离不开政府对协会的坚强领导，离不开社会各界人士和朋友关注、帮助，离不开广大会员企业热心付出、主动担当，离不开协会团队迎难而上、开拓进取。在此，我谨代表协会向大家表示衷心的感谢，并致以崇高的敬意！

砥砺前行携手共进，跃马扬鞭再创辉煌。面对复杂多变的国际国内经济形势，如今，承载着更大梦想的四川省装配式建筑产业协会又一次扬帆起航，我们将秉承“忠诚敬业、团结活泼、规范高效、创新一流”的精神，继续以国家产业政策为导向，发挥政府与企业间桥梁纽带作用，构筑企业生产经营共享平台和行业产学研创新平台，凝聚产业发展智慧，健全产业自律机制，引领和推动装配式建筑产业绿色健康可持续发展！

我坚信，有政府的坚强领导，有社会各界朋友的鼎力帮助，有广大会员企业的大力支持，有协会团队的奋力工作，我们一定能够谱写装配式建筑产业发展的新篇章！

四川省装配式建筑产业协会会长 蒙昌嘉



四川省装配式建筑产业协会简介

四川省装配式建筑产业协会（英文名称：ASSEMBLED BUILDING INDUSTRY ASSOCIATION OF SICHUAN，缩写：ABIAS）原名为“四川省建筑金属结构协会”，是经四川省住房和城乡建设厅审核批准，于1991年12月在四川省民政厅登记注册。为响应国家大力发展装配式建筑的政策号召，更好地发挥协会作用，引导和促进装配式建筑产业健康有序发展，在履行相关程序后，2018年2月，“四川省建筑金属结构协会”正式更名为“四川省装配式建筑产业协会”。

协会性质

本会是中国共产党领导下的,以马克思列宁主义、毛泽东思想、邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观、习近平新时代中国特色社会主义思想为行动指南,在国家及相关政府部门指导下,由从事装配式建筑及建筑产业现代化研究与实践的投资商、开发商、经销商、咨询机构、科研院所、高等院校、设计院、生产企业、施工企业和运营维护单位等全产业链服务的单位和个人自愿结成的地方性、非营利性社会组织。

业务范围

学术交流、科技普及、咨询服务;在政府相关职能部门授权或委托下开展企业认证、技能培训、行业管理、项目评估、成果鉴定、技术标准评审、产品推荐、竞赛评比、表彰奖励。

核心价值

权威 专业 共享 卓越

权威——在四川省行业内拥有绝对话语权,能为广大会员提供最具市场说服力的产业服务;

专业——拥有由资深专家组成的专家库和省内一流企业、科研院校组建的专业委员会,能为广大会员提供最具特色和效果的企业产业战略发展规划、生产经营管理、产品技术咨询、科研立项等解决方案;

共享——拥有“企业生产经营共享平台”和“行业‘产、学、研’创新平台”,为广大会员创建最高端的产业信息交流平台,创建最深度的合作互利共赢机制;

卓越——拥有规范高效、创新一流的人才团队,作“政府助手”,建“企业之家”。致力于培育一流企业,

协会愿景

成为省内一流,全国有影响力的协会。

协会使命

以国家产业政策为导向,发挥政府与企业间桥梁纽带作用,构筑“企业生产经营共享平台”和“行业‘产、学、研’创新平台”,凝聚产业发展智慧,健全产业自律机制,引领和推动产业绿色、健康、可持续发展。

协会精神

忠诚敬业、团结活泼、规范高效、创新一流

推广优质产品,铸就杰出人才。

目前,本协会会员单位规模已达350余家,现设有理事会及常务理事。协会设秘书处,是理事会和常务理事领导下的常设机构。设置9个职能部门、1个专业委员会管理办公室和分支机构。职能部门包括办公室、规划发展部、人事会员部、财务部、宣传推广部、会员服务部、技术管理咨询部、专家委员会、顾问咨询委员会;专业委员会管理办公室下设6个专业委员会,包括混凝土制品专业委员会、总承包专业委员会、钢结构专业委员会、门窗幕墙装饰专业委员会、投资开发专业委员会、材料部品部件专业委员会。

协会特色

一 作“政府助手”，建“企业之家”

作政府助手，主动承担责任，建立与政府的紧密工作联系，做到思想上“共鸣”，管理上“共融”。主动承担责任，宣传政府行业产业政策和管理要求；配合政府工作，与政府建立紧密工作联系；规范行业运行，建立行业自律体系，助推行业健康有序发展；通过考察调研，动态反映企业、行业情况，为政府支持企业和行业发展，提供基础数据和合理化建议。

建企业之家，动态了解企业生产经营状况，建立行业、企业基础数据库，分析行业、企业发展形势，指导企业发展；建立区域联盟和企业生产经营联盟，促进企业之间的交流合作，实现共赢发展；了解企业需求，解决企业问题，提升企业管理水平。统筹解决企业中存在的行业共性问题、政策性问题、全局性问题、前瞻性等问题，助推企业产业转型升级和持续发展。

二 用“企业管理”方式治理协会

政府部门的工作要求、全产业链企业的发展需求和行业发展的引领需要，是协会的三大工作目标。以目标管理为导向，以人为中心，以成果为标准，强化过程管理，加强结果考核。

用“企业管理”方式建立组织体系。按照职能优先、完整统一、权责一致、精简与效能的原则，设置科学规范

的职能部门，合理配置资源，为协会的发展壮大提供有力支撑。

建章立制。实行法人负责制和岗位责任制，签订岗位责任书，规范协会运行，充分调动员工积极性，提高会员服务质量和水平，促进协会各部门规范高效运行。

三 搭建“两个平台”

为了聚集企业生产经营和行业产、学、研资源，凝聚装配式建筑产业各方力量，促进各方合作，达到资源的最大化利用和共享，协会以专业委员会为载体，搭建“企业

生产经营共享平台”和“行业‘产、学、研’创新平台”，为会员单位提供全产业链、全方位的优质服务，实现合作共赢。

四 坚持创新，充满活力

组合优质资源和先进的理念、管理、技术和经营模式，提升行业行为能力和工作标准，为企业提供更好、更高的服务。

在工作思路，把解放思想、创新思路放在首位；在组织体系上，把灵活高效放在首位；在实施措施上，把创新工作方法放在首位；在工作效果上，把保持高标准放在首位。

五 培育一流企业，推广优质产品，铸就杰出人才

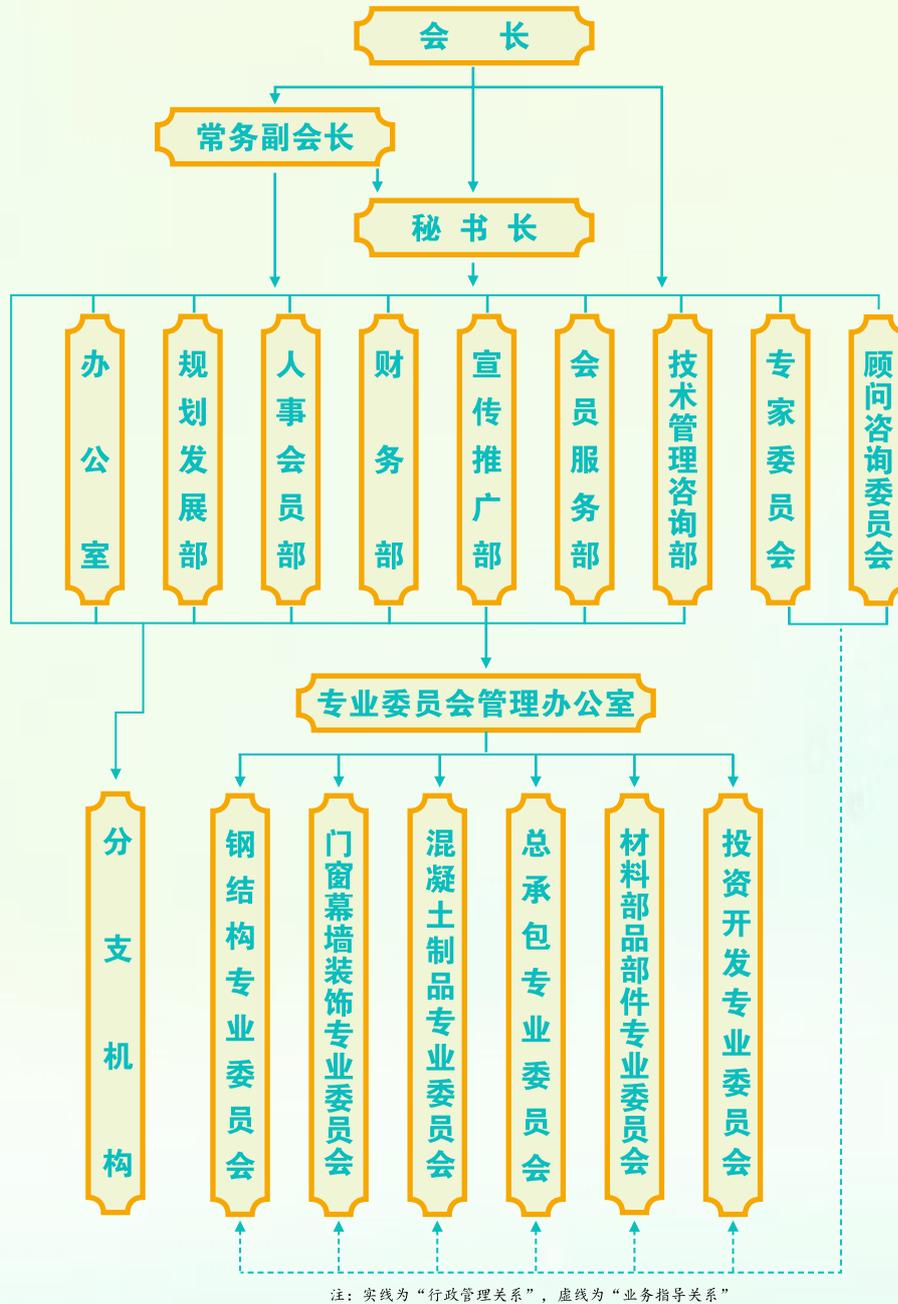
对符合国家产业和政府导向，有发展意愿的企业，协会为企业的发展规划等方面提供全方位、全流程的指导服务。通过协会搭建的各种宣传推广平台，提升会员企业品牌形象，彰显企业软实力。

组织开展工程项目和产品的各类评优评奖，定期向企

业、行业、社会、政府推介会员企业，推广优质产品，提升市场知名度和影响力。

从会员企业中选拔人才。为培育对象配置权威导师，推荐其牵头或参加调研、科研等相关重大课题，代表协会、行业参加高端论坛、学术交流等活动，促进培育对象快速成长。

四川省装配式建筑产业协会组织机构图



☎ 电 话：（028）85568172

✉ 邮 编：610000

📍 办公地址：四川省成都市人民南路四段36号省住建厅综合楼503室



特别报道

{ TEBIEBAODAO }

- P10 省住建厅厅长张正红一行开展装配式建筑发展专题调研
- P11 全省推动建筑业高质量发展工作会在眉山举行
- P12 四川省装配式建筑产业协会举办 2018 年“建筑企业资质管理讲座”
- P13 四川省装配式建筑产业协会眉山片区分会成立
- P14 交流合作 共谋发展
湖南省建设工程招标投标协会赴协会参观交流
- P15 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司
长河坝荣获 2018 年度中国电建科学技术奖特等奖
- P15 汉驭钢构集团有限公司
铜仁凤凰机场航站区改扩建工程项目建设基本完工

装配式建筑新征程

{ ANZHUANSHIJIANYEWENXUNXINCHENG }

- P16 关于《四川省推进装配式建筑发展三年行动方案》的解读
- P18 四川省装配式建筑装配率计算细则解读
- P19 学习先进发展路子 找准智慧推动因子
——看德国装配式建筑的发展历程
- P23 大力发展装配式建筑 为高质量发展提供支撑
——从技术、施工、项目等方面看我省装配式建筑发展举措
- P25 发挥政策引领 为装配式建筑人才蓄力
协会首届装配式混凝土建筑项目管理人员培训成功开班
- P26 培训掠影
- P27 学员心声

Contents 目录

学术交流

【JITONGJIANGUO】

- P28 铁木辛柯隐式框架钢结构住宅体系的研发与实践
P34 大体积复杂桁架结构施工技术

技术探访

【JISHUJIANGOU】

- P40 成都市装配式政策演变及中海熙苑二期
装配式设计实践
P44 科逸整体浴室在工业化内装的应用与实践

会员风采

【JIYUANJIANSHI】

- P47 四川省佳宇建筑安装工程有限公司
——科学谋划 以质取胜 打造建筑施工硬名片
P48 四川企客网络科技有限公司
——工商、财税、资质一站式企业服务平台

文苑新天地

【WENYUANXINTIANDI】

- P49 从公司到家的距离
P51 朋友
P52 决眦入归鸟

表彰荣誉

【BIAOXIANGHONOR】

- P53 成都大魔方演艺中心
P55 中国西部国际博览城（一期）
P57 青白江区文化体育中心建设项目（一期工程）

省住建厅厅长张正红一行开展装配式建筑发展专题调研

6月5日下午，四川省住房和城乡建设厅厅长张正红带队到四川省装配式建筑产业协会会员单位展开装配式建筑发展专题调研。四川省住房和城乡建设厅建管处、成都市政府、市建委、四川省装配式建筑产业协会等相关部门及单位参加调研。

首先，张正红厅长一行视察了位于成都市青羊区日月大道的青羊总部经济基地。据悉，该基地由成都市兴城建实业发展有限责任公司投资建设，建筑面积达51万平方米，未来将成为青羊区核心商务区。该基地项目结构形式为框架剪力墙结构，采用装配式方式建造，整体项目满足装配率达30%的规划要求。其中，预制混凝土叠合梁、预制混凝土叠合板等构件主要由成都城投远大建筑科技有限公司负责生产和提供。

随后，调研组来到北新房屋有限公司，参观了三种不同类型的装配式样板间。据了解，北新房屋一号样板间为二层独栋户型，设计主要针对川西新农村客户，采用钢骨结构体系；二号样板间为二层独栋别墅，采用钢骨结构体系，为日式风格；三号样板间为二层独栋高端定制别墅，为钢木结构体系。张正红重点关注了轻钢结构在大批量、低成本房屋建设中的应用，他希望省内的轻钢结构企业能够充分发挥自身优势，提出对应的解决方案，协助政府解决“厕所革命”和“危房改造”两个重大课题。

最后，张正红厅长一行来到成都建工集团位于青白江生产基地的办公楼示范项目，对建工集团的主要产品和工程业绩进行了了解，并展开座谈。座谈会上，成都建工相关负责人介绍了集团建筑工业化推进情况以及工业化板块未来发展战略规划，就如何破解制约建筑工业化发展的诸多问题进行了汇报，并简要介绍了“装配式公共生态卫生间”的初步思路。

张正红厅长对建工集团在装配式建筑领域取得的成绩表示肯定。他指出，装配式建筑是国家大力发展的新兴产业，是对传统建筑业生产方式的变革，要继续坚定发展全省装配式建筑的方向和立场；逐步完善建筑工业化体系；紧抓当前装配式建筑发展的良好机遇；不断创新、提质降本，大力推动我省装配式建筑水平的提升。针对行业发展，他强调，要以标准化设计驱动规模化生产；积极推动成都市周边地区建筑工业化基地布局，不断壮大规模；加强技术创新，大力开拓建筑工业化新的应用领域；各单位要紧密协作，发挥各自的长处和优势，共同推进我省装配式建筑的发展。

四川省住建厅巡视员殷世奎对成都建工提出以下几点要



求：一是促进研究工程组织方式创新；二是要善于思考过去的问题，不断总结经验；三是将问题和经验积极转化为成果；四是希望建工集团为全省装配式建筑产业的发展做出更大贡献。

成都市人民政府副秘书长涂智针对全省装配式行业的发展提出以下四点意见：一是深入研究全产业链发展相关技术；二是提质降本增强市场竞争力；三是打通市场供求信息渠道；四是市政府全力支持省政府省厅关于高质量发展建筑行业指示。

张正红厅长还对四川省装配式建筑产业协会提出了以下两点工作要求：一是要在行业内宣贯省厅关于装配式建筑的重要指示；二是全力做好全省装配式人才培养工作。

四川省装配式建筑产业协会副秘书长张宇翔代表协会对建工集团提出了相关工作建议。他表示：建工集团是协会副会长单位，是少数同时进入总包和PC两个专业委员会的单位，长期以来对协会各项工作给予了大力支持，希望建工集团成为成都市乃至四川省的建筑工业化旗帜；四川省装配式专业人才当前极度短缺，装配式人才培养工作亟待开展，希望建工集团总结先行经验，积极参与全省装配式人才培养工作，带动全行业的发展；四川内装配式建筑大部分企业来自体系之外，缺乏自己的生产体系。他建议，建工集团加强施工新工法和生产新工艺的研究，加强专用工具工装和生产设备的研发，打造自己的生产施工技术体系，形成体系输出，为“四川建筑”做贡献，同时打造“四川制造”专业品牌。

全省推动建筑业高质量发展工作会在眉山举行



2018年4月3日，全省推动建筑业高质量发展工作会在眉山举行，住房和城乡建设厅巡视员殷时奎出席并讲话，住房和城乡建设厅机关党委书记刘恒主持会议，眉山市副市长冉登祥致辞，住房和城乡建设厅副巡视员冯江出席会议。

会议指出，过去的几年，在省委、省政府的坚强领导下，我省建筑业积极进取，锐意改革，各项工作取得了突破性成效，为实现由建筑大省向建筑强省跨越奠定了坚实基础。行业规模不断壮大，转型升级抓出成效，科技进步取得新发展，市场开拓取得新突破，质量安全管理进一步加强，发展环境进一步优化。2017年，全省建筑业完成总产值1.19万亿元，同比增长19.5%，建筑业总产值首次突破万亿大关。总产值在全国排名第5位；实现建筑业增加值2863.08亿元，占全省GDP的比重7.7%。

会议强调，习近平总书记视察四川时强调“着力推动经济高质量发展”。作为支柱产业的建筑业，在经济社会高质量发展中必将发挥重大作用，建筑业要在稳中求进的总基调下，精

准发力，全面推动建筑业高质量发展。要扶持企业做优做强做大，为高质量发展提供动能。优化调整产业结构，大力培育龙头骨干企业，加快转变建设组织模式，坚持技术创新，大力推行绿色施工。要大力发展装配式建筑，为高质量发展提供支撑。统筹推进，加大政策扶持，抓好市场主体积极参与，引导建筑企业更新管理理念，提升装配式建造技术水平和管理水平。要稳步提升工程质量安全水平，为高质量发展创造效益。提高参建各方的质量安全意识和管理水平，加强工程质量安全标准化建设，积极创建精品工程。要大力提升从业人员素质，为高质量发展提供人才保障。加快培养高层次人才，加快培育新时代建筑产业工人队伍，保障工人合法权益，促进建筑工人稳定就业。要大力实施“走出去”发展战略，为高质量发展夯实基础。进一步拓展国内市场，大力拓展境外市场，建立“走出去”发展服务机制，为企业提供政策指导、项目咨询、风险提示和法律援助等服务。要优化发展环境，为高质量发展激发活力。创造公平的市场环境，切实减轻企业负担，加强信用体系建设，构建以信用管理为核心的市场监管机制。

会上，成都市、广安市被授予“国家装配式建筑示范城市”，四川省建筑设计研究院、中国建筑西南设计研究院等8家单位被授予“国家装配式建筑产业基地”。眉山、泸州、广安、德阳、乐山、四川华西集团作经验交流发言。会议还邀请专家讲解了推行工程总承包模式。住房和城乡建设厅相关处室、直属单位，协会学会，市（州）住房城乡建设行政主管部门负责同志，特级建筑业企业、国家装配式建筑产业基地主要负责同志参加会议。



四川省装配式建筑产业协会 举办 2018 年“建筑企业资质管理讲座”

5月31日下午，四川省装配式建筑产业协会“建筑企业资质管理讲座”在成都市佛莱雅花园酒店举行。四川省装配式建筑产业协会副秘书长汪东、专业委员会办公室主任向勇、秘书长助理宋佳佳出席会议。协会各会员单位参会代表近150人参加讲座。本次讲座特邀了四川省住房和城乡建设厅行政审批处调研员杨述源老师和黄艳老师授课。

会上，汪副秘书长首先致辞感谢各会员单位对协会工作的支持，并通报了当前协会会员发展工作情况。他表示：本次培训是践行协会发展“三年纲要”精神，打造“企业生产经营共享平台”和“行业‘产、学、研’创新平台”，发挥协会纽带作用，促进会员交流与合作，给会员提供合作、互利、共享的资源的一次具体措施。

随后，杨述源老师就建筑企业资质申报政策进行了解读，尤其是对建筑企业资质申报审查的文件依据《住建部令22号》、《建市[2014]159号》、《建市[2015]通知》等进行了详细解读，并重点强调了企业资产指标考核、企业主要人员指标考核、企业代表工程业绩指标考核等几个方面的注意事项。他表示，建筑企业只有切实加强自身资质管理，才能提升自身整体实力，不断发展和进步，扩大影响力，从而在激烈的市场竞争中占据

有利地位。

黄艳老师对行政许可事项的办理流程做了详细介绍，对“四库一平台”对建造师注册、企业资质申请和挂靠、个人挂证、工程项目投标的影响作了详细解读，也对在平台上的工程业绩补录工作进行了梳理。她表示：通过“四库一平台”，可实现从个人执业注册—企业资质申请—工程项目投标—工程项目建设的全过程规范化、透明化管理，避免个人资质和企业资质挂靠的乱象，从而让有能力的企业和个人承担工程项目建设任务，为工程质量提升奠定良好的基础。

在最后的互动问答环节，与会企业代表踊跃发言，积极提出企业在发展过程中面临的各类资质问题，两位老师针对企业代表的问题一一解答，与会企业代表纷纷表示受益匪浅。

据了解，协会将进一步提高综合服务和自我发展能力，持续提升团队服务意识，完善协会会员服务工作，并在资质服务方面为会员单位提供专业、全面的咨询。充分发挥纽带作用，为会员提供合作、互利、共享的资源，形成行业内稳定的长期协作关系；聚集省内重点区域国企、民企的领军企业，特别是装配式建筑全产业链企业，凝聚行业力量，促进各方合作，达到资源的最大化利用和共享，实现合作共赢。



四川省装配式建筑产业协会 眉山片区分会成立

7月6日下午，四川省装配式建筑产业协会眉山片区分会（分支机构）成立大会在眉山市住房和城乡建设局举行。四川省住房和城乡建设厅建管处副处长周俊龙，眉山市住房和城乡建设局局长梅斌、总工程师范建平、建管科科长许弘，四川省装配式建筑产业协会会长蒙昌嘉、常务副会长常健、眉山片区分会会长曹元东出席大会。

会上，四川省装配式建筑产业协会会长蒙昌嘉首先对出席眉山片区分会成立大会的领导和嘉宾表示衷心感谢，并介绍了省装配式建筑产业协会的职责和发展情况，以及眉山片区分会成立的必要性。他表示：四川省装配式建筑产业协会眉山片区分会作为协会首个分支机构，其设立目的和意义是为了响应眉山市政府和会员企业的期盼和要求，促进试点地区的装配率不断提高，使装配式建筑应用范围不断扩大。四川省装配式建筑产业协会眉山片区分会的成立，标志着协会为促进四川省地区装配式建筑发展迈出了一大步，协会总部也将对眉山片区分会给予大力支持。相信在政府的关心和支持下，在协会的领导和指挥下，眉山片区分会积极主动地承担起发展和推广装配式建筑的责任，与总部携手并进，锐意进取，共同为地方经济建设服务，为建设美丽繁荣和谐四川做出新贡献。

眉山片区分会会长曹元东也就本次成立大会发表讲话。他表示，眉山分会的成立，将更进一步促进眉山片区装配式建筑的发展。接下来，分会也将从作“政府助手”，建“企业之家”两个方面着手开展工作，积极促进行业技术推广；组织国内外的行业技术交流；加强学术研讨及技术培训工作，全方位为广大会员单位提供服务。

作为协会依托单位，中欧国际建工集团有限公司、四川城市职业学院分别就各自单位接下来如何开展装配式工作的举措进行了阐述。中欧国际建工集团有限公司董事长王永存谈到，中欧建工于2016年涉足装配式建筑，并与远大住工合作成立眉山市中欧远大建筑科技有限公司并在彭山石化园区建立装配式PC构件生产基地。同时，中欧建工作为眉山分会的依托企业，将全面支持眉山分会的工作开展，与会员企业加深交流与合作。目前，在推进装配式发展的过程中，装配式建筑方案的管理人才和产业工人还相对缺乏，希望在协会的带领，多组织一些培训活动，培养出一系列实用性强的技术型人才。眉山分会副会长、



四川城市职业学院建筑工程学院院长刘洋谈到，四川城市职业学院作为眉山市重要的综合性高校，将充分发挥地方高校科研引领作用。同时，学院眉山校区作为协会眉山分会的挂牌所在地，也将联合市内其他高校并与企业一道加大对装配式建筑的科研投入，引领科研在该领域的创新与突破。全面全方位支持协会的各项科研工作，组织动员多方力量参与到协会工作中来，为装配式建筑产业的发展提供强有力的科研支撑和人才支撑。

眉山市住房和城乡建设局局长梅斌对四川省装配式建筑产业协会眉山片区分会的成立表示热烈祝贺。他谈到，眉山是我省装配式建筑重要试点城市，本次分会成立也将以此为契机，在总部的指导和带领下，多与其他试点城市沟通交流，树立示范引领作用，为共同促进我省建筑业高质量发展而发力。

最后，四川省住房和城乡建设厅建管处副处长周俊龙对四川省装配式建筑产业协会眉山分会的成立表示祝贺并发表重要讲话。周俊龙对四川省装配式建筑产业协会及眉山分会提出了以下几点期望：一是要加快推进装配式建筑发展，协会及各会员单位要增强责任意识、机遇意识，真抓实干，以实际行动加快推动装配式建筑发展。二是希望四川省装配式建筑产业协会继续带领广大会员单位，发挥行业组织优势，凝聚企业人才力量；充分调动全体会员的积极性、创造性，卓有成效地开展各项工作。三是四川省装配式建筑产业协会眉山片区分会，要做好企业与政府间的桥梁纽带作用。

中国五冶集团有限公司、中欧国际建工集团有限公司、四川城市职业学院、眉山市各区县住建局代表及协会三十余家新老会员单位参加本次大会。



交流合作 共谋发展

湖南省建设工程招标投标协会赴协会参观交流

为开拓视野、创新理念，学习借鉴全国先进协会的优秀服务管理经验，进一步增强协会的综合服务及管理水平，加强建筑行业不同协会间的沟通交流，6月22日上午，经中国建筑金属结构协会推荐，湖南省建设工程招标投标协会（以下简称“湖南省招投标协会”）副秘书长马婷、业务部部长刘景一行赴四川省装配式建筑产业协会（以下简称“我协会”）参观交流。我协会会长蒙昌嘉、副秘书长汪东及相关工作人员对湖南省招投标协会的到访表示热烈欢迎，双方就如何凝聚行业智慧、如何为会员企业服务、如何为政府出谋划策、如何引领行业发展等问题进行了深入的座谈交流。

会上，会长蒙昌嘉分别从管理模式、规划纲要、会员发展、平台创新等多方面对我协会发展情况进行了介绍。他指出，四川省装配式建筑产业协会作为四川省内唯一一家获批的装配式建筑产业方面的社会组织，主要负责四川省装配式建筑产业发展相关工作。重点以政府中心工作为目标，通过企业调研、宣传贯彻政府文件精神等方面作“政府助手”，为政府服务。其次，在大力调研企业的过程中，了解企业需求，通过举办一些讲座、研讨会供大家交流解惑，真正做到为企业服务，发挥协会的优势及平台的作用。最后，在协会自身建设上，主要通过打造自身的“媒介文化”来提高影响力，合理利用好微信公众号及网

站平台；同时，协会根据对政策解读、企业风采、专家漫谈等内容打造出协会专属季刊，以此来凝聚共识，增强大家的同心力，为共同将协会建立成为省内一流的目标而努力。目前，协会正在大力开展装配式建筑人才培养等工作；接下来，还将召开全省钢结构发展论坛，供大家学习交流。

湖南省招投标协会副秘书长马婷也简要介绍了招投标协会的发展情况及面临的问题。她谈到招投标协会的宗旨是为促进省招标投标和有形市场建设的健康发展服务招投标，协会主要的工作开展有：针对性的组织建设工程招标投标及相关工作调研，广泛开展理论研究和业务培训；会员单位间或到国内外进行业务交流，学习考察；开展以招标投标为主的工程咨询服务等。目前，协会又新增钢结构板块管理权及省钢结构评优工作，她表示，协会未来也将持续围绕这些工作而努力，并多与优秀的协会交流，学习先进的管理经验，提高协会的综合服务水平。

此次交流，热烈而卓有成效，两协会间在工作方法、会员服务、平台搭建、体制机制等方面也探索出了一些好的经验，达到了互相启发、互相促进的目的。同时，也开阔了视野、增进了友谊，双方希望今后能进一步加强互动交流，促进行业的共同发展。

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司 长河坝荣获 2018 年度中国电建科学技术奖特等奖

近日，中国电力建设股份有限公司公布了 2018 年度中国电建科学技术奖获奖项目，由公司主持完成的“强震区深厚覆盖层上 250 米级土心墙堆石坝防渗系统关键技术研究”荣获 2018 年度中国电建科学技术奖最高奖——特等奖。

该项目依托深厚覆盖层上世界最高土石坝——长河坝砾石土心墙堆石坝，针对强震区深厚覆盖层上 250 米级特高心墙堆石坝防渗系统关键技术开展系统研究。长河坝砾石土心墙堆石坝最大坝高 240 米，坝基覆盖层最大厚度 79.3 米，地震设防烈度 9 度，是一座集特高土石坝、深厚覆盖层、高地震设防烈度和狭窄河谷四大难题于一体的世界级工程。在长河坝工程之前，国内外尚无在深厚覆盖层上建造 200 米以上高土石坝的设计经验，工程建设面临诸多复杂技术难题和巨大挑战。

为解决长河坝工程建设关键技术难题，结合公司承担的中国水电顾问集团重大科研合同，对强震区深厚覆盖层上 250 米级土心墙堆石坝防渗系统设计关键技术开展深入系统地研究，取得了丰硕的创新性研究成果。今年 5 月，以中国工程院张超

然院士、孔宪京院士和全国勘测设计大师杨泽艳教高为正副组长的专家组，对研究成果进行科技成果评价，专家组一致认为，该项目研究成果达到国际领先水平。

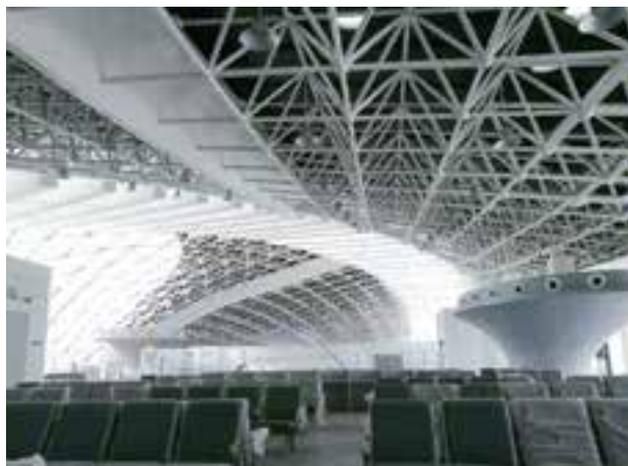
该项目研究成果直接应用于长河坝工程设计，为工程建设的顺利实施提供了强有力保障，取得了 36.4 亿元的经济效益。长河坝水电站于 2016 年 10 月 26 下闸蓄水，2016 年 12 月首台机组发电，2017 年工程全面投产运营，水库经历了正常蓄水位检验，工程各项指标良好，国家能源局给予了长河坝工程“可以复制、难以超越”的高度评价。

长河坝工程的成功建成和良好运行，标志着深厚覆盖层上高土石坝建设实现了由 200 米级向 250 米级的成功跨越，在世界坝工史上具有里程碑意义！该项目多项研究成果被写入正在修编的国家能源行业技术标准《碾压式土石坝设计规范》(NB 系列)，极大地推动了行业技术进步，对两河口、双江口、如美及西藏和新疆地区的高土石坝建设提供了借鉴和指导，在国内外具有广阔的推广应用前景。

汉驭钢构集团有限公司 铜仁凤凰机场航站区改扩建工程项目建设基本完工

投资近 2 亿元的铜仁凤凰机场航站区改扩建工程建设目前已基本完工，汉驭钢构集团有限公司承建钢结构部分，用钢量约 4000 吨。该项目分为国内港及国际港两大部分，其中历时一年多的国内港改扩建工程已全部建成，目前正进入民航专业调试运营阶段，预计将于 12 月底全部投入使用；国际港也已基本建设完成。铜仁凤凰机场航站区改扩建工程钢结构部分主要由箱型支承柱、屋盖焊接球网架、桁架结构组成，项目总用钢量约 4000 吨。项目建成后，能满足年旅客吞吐量 100 万人次，年货邮吞吐量 2500 吨。

该项目工期紧，施工难度大，为确保该工程的顺利完工，汉驭钢构集团有限公司在管理、技术、人力、物力、机械设备等方面均下了功夫，并得到了业主方的肯定与赞扬。



关于《四川省推进装配式建筑发展三年行动方案》的解读

发展装配式建筑是落实绿色循环低碳发展理念的重要要求，是推动建筑业转型升级、实现高质量发展的重要抓手。为贯彻落实四川省人民政府办公厅《关于大力发展装配式建筑的实施意见》，进一步明确2018~2020年推进装配式建筑发展阶段性工作目标和重点任务，特出台《四川省推进装配式建筑发展三年行动方案》。

方案明确：到2020年，全省装配式建筑占新建建筑的比例达到30%，成都、广安、乐山、眉山、西昌5个试点城市达到35%，泸州、绵阳、南充、宜宾等100万以上人口城市达到30%，其他城市达到20%。同时，全省培育8个装配式建筑试点城市，培育5家集设计、生产、施工于一体的装配式建筑龙头企业，培育50个科研、生产、应用的装配式建筑产业示范基地，20个以上装配式建筑示范项目，充分发挥示范引领和带动作用。

关键词1：发展目标

到2020年 全省装配式建筑占新建建筑的比例达到30%

大力发展装配式混凝土结构和钢结构建筑，倡导有条件的景区、农村建筑推广采用现代木结构建筑，支持市政工程建设中应用装配式部品部件。以试点城市和100万以上人口城市为依托，形成以试点城市带动区域发展，以中心城区带动区县发展的格局。到2020年，全省装配式建筑占新建建筑的比例达到30%，成都、广安、乐山、眉山、西昌5个试点城市达到35%，泸州、绵阳、南充、宜宾等100万以上人口城市达到30%，其他城市达到20%。

到2020年，全省培育8个装配式建筑试点城市，培育5家集设计、生产、施工于一体的装配式建筑龙头企业，培育50个科研、生产、应用的装配式建筑产业示范基地，20个以上装配式建筑示范项目，充分发挥示范引领和带动作用。

关键词2：编制发展规划

明确发展目标 完善装配式建筑产业链

2018年6月底前，各市（州）住房城乡建设行政主管部门要编制完成本地装配式建筑发展规划，明确年度和中长期发展目标任务，细化阶段性工作安排，有效引导市场预期。发展规划要结合区域装配式建筑产业基地发展情况及有效辐射半径，按照研发、生产、应用三类基地协调发展原则合理布局产业基地，实现市场供需基本平衡。鼓励各区域间形成有效的合作机制，对区域发展形成相互支撑，培育综合性产业基地和专

业性部品部件生产企业，完善装配式建筑产业链。

关键词3：完善技术体系

发挥专家作用 加大高层建筑施工工艺编写

鼓励相关产学研单位以及产业基地组建装配式建筑产业技术创新联盟，开展装配式混凝土结构、钢结构、木结构、组合结构等技术体系研发与应用，确保结构安全。发挥省装配式建筑专家库专家作用，加大装配率较高的高层装配式混凝土建筑的基础理论研究和施工工艺工法的总结编写，推动高性能混凝土、高强钢筋和消能减震、预应力技术在装配式建筑中的应用，突破钢结构中围护体系、楼面体系、节点连接以及钢结构抗裂隔音、露梁露柱等共性关键难题和技术瓶颈，尤其要结合我省高烈度地区特点建立装配式建筑技术体系和关键技术。

关键词4：完善标准体系

加强标准制定 监督管理标准规范化

加快装配式建筑标准制定，形成一套包括设计、生产、施工、质量控制和验收等各个环节的标准体系。住房城乡建设厅主导制定解决装配式建筑应用过程中通用性、基础性的地方标准和图集。支持企业开展标准体系研究，制定企业标准、专用图集和技术手册，鼓励社会组织编制团体标准。强化设计、部品部件生产、建筑材料与工程建设标准之间的衔接，实现工程设计、生产和施工装配标准规范化，监督管理标准规范化。

关键词5：提高设计和建造智慧化水平

发挥设计主导作用 为装配式建筑提供全过程指导

按照系统集成思路，推行以建筑系统的模数化、标准化为基础，与结构系统、机电系统和装修系统的一体化集成设计。提升设计人员装配式建筑设计理论水平和全产业链统筹把握能力，发挥设计人员主导作用，为装配式建筑提供全过程指导。提倡装配式建筑在方案策划阶段进行专家论证和技术咨询，促进各参与主体形成协同合作机制。推动医院、学校及保障性住房等政府投资项目为主的标准化设计。推进BIM技术在装配式建筑规划、勘察、设计、生产、施工、装修、运行维护全过程的集成应用，建立适合BIM技术应用的装配式建筑工程管理模式，提升BIM技术在装配式建筑中的应用空间。

关键词6：提高施工能力

推行绿色施工 打造高装配施工技术水平的骨干企业

提升装配式建筑的管理水平，引导施工企业研发应用与装配式施工相适应的部品部件吊装、运输与堆放、套筒灌浆、部

品部件连接等施工技术，确保部品部件的装配施工连接质量和建筑整体安全性能。大力开展与装配式施工相配套的装备、机具的开发应用，提高施工企业技术工人与机械装配的配置水平和施工效率。鼓励企业创新施工组织方式，推行绿色施工，促进人、材、机相融合的施工管理模式。支持施工企业编制施工工法，提高装配施工技能，实现技术工艺、组织管理、技能队伍的转变，打造一批具有较高装配施工技术水平的骨干企业。

关键词 7：规范部品部件生产应用

制定《办法》 建立全省装配式建筑部品部件目录

制定《四川省装配式建筑部品部件生产质保能力评估管理办法》，规范装配式建筑部品部件的生产和应用，优先从成熟和适用的部品部件入手，建立全省装配式建筑部品部件目录，推行使用预制部品部件，促进部品部件生产企业产品质量和现代化水平提升。规范生产企业部品部件技术标准、规格型号、产品种类，提高设计、施工、生产工作效率，降低建设成本，有效控制部品部件质量。

关键词 8：推进建筑全装修

明确全装修要求 提高装配化装修水平

各地要积极推进装配式建筑全装修成品交房，明确装配式建筑全装修的目标和要求，加大全装修成品交房和政策引导扶持。推行装配式建筑全装修与主体结构、机电设备一体化设计和协同施工，并与主体结构交付验收同步。鼓励全装修提供大空间灵活分隔及不同档次和风格的菜单式装修方案，满足消费者个性化需求。推进整体厨房卫生间、集成化设备管线、预制装配式轻质隔墙的应用，提高装配化装修水平。

关键词 9：促进绿色发展

全面执行绿色建筑标准 鼓励建设综合示范工程

积极推进绿色建材在装配式建筑中应用，推广绿色多功能复合材料，发展环保型木质复合、金属复合、优质化学建材及新型建筑陶瓷等绿色建材。装配式建筑要与绿色建筑、超低能耗建筑相结合，全面执行绿色建筑标准，在绿色建筑评价中逐步加大装配式建筑的权重，鼓励建设综合示范工程。推动太阳能光热光伏、地源热泵、空气源热泵等可再生能源与装配式建筑一体化应用。

关键词 10：加强质量安全管理

明确责任措施 加强装配式建筑工程监管

研究制定装配式混凝土建筑质量安全监管办法，明确设计、施工、验收等环节的各方主体责任和监管措施。加强对装配式建筑总承包企业及建设、设计、施工、监理、检测等企业行为监督，严格落实各方主体质量和安全责任，严肃查处违法违规

行为。加强装配式建筑工程实体质量和施工安全监管，保障运输、吊装等重点环节和套筒灌浆、部品部件连接等重点部位施工过程的质量安全。

关键词 11：加大政策扶持

加强供给、需求支持力度 形成装配式建筑计价体系

各地要结合节能减排、环保治理、产业发展、科技创新等政策，加大装配式建筑在财政、税费、土地、金融、招标投标等方面政策扶持，加强对供给侧和需求侧的支持力度。将装配式建筑产业纳入新兴产业范畴予以培育扶持，在评选优质工程、优秀工程设计和考核文明工地时，优先考虑装配式建筑。制定规范装配式建筑招标投标活动的指导意见，完善装配式建筑部品部件市场价格信息发布机制，逐步形成装配式建筑计价体系。

关键词 12：创新管理机制

推进平台管理 增强行业监管能力

创新装配式建筑监管机制，在招标投标、施工许可、施工图审查、工程计价、工程监理、质量安全监督和竣工验收等环节进行建设管理制度改革，建立适合装配式建筑发展的监管机制。装配式建筑原则上应全部采用工程总承包模式，实现工程设计、部品部件生产、施工及采购的统一和深度融合。建立装配式建筑全过程信息追溯机制，把生产、施工、装修、运行维护等全过程纳入全省装配式建筑发展推进平台管理，实现数据即时上传、汇总、监测及电子归档管理等，增强行业监管能力。

关键词 13：加快队伍建设

创新人才模式 加快培养装配式建筑复合型人才

制定装配式建筑人才培养计划，加快培养和引进装配式建筑发展急需的技术管理人才。支持省内高校、职业学校设置装配式建筑、BIM 技术专业课程，搭建产学研平台，推动装配式建筑企业开展校企合作。创新人才培养模式，将装配式建筑政策、技术、标准等纳入建设工程注册执业人员考试和继续教育内容，加大装配式建筑全产业链人才培养力度。加快装配式建筑复合型人才培养，打造适应装配式建筑发展的产业工人队伍和质量安全监管队伍。

关键词 14：加强宣传推广

搭建媒体矩阵 充分发挥多平台宣传作用

各地要加强对装配式建筑的政策宣传，利用网络等媒体手段，构筑信息交流平台，及时报道最新产业动向，广泛宣传发展装配式建筑的社会效益和经济效益，提升全社会对装配式建筑的认知度。引导消费者购买装配式建筑住宅，倡导低碳环保的消费模式和生活方式，营造社会共同关注、支持装配式建筑发展的良好氛围，促进装配式建筑行业市场协调发展。

四川省装配式建筑装配率计算细则解读

四川华西绿舍建材有限公司 教授级高级工程师 张瀑

装配式建筑是促进建造方式转变的最重要途径，为了规范装配式建筑装配率计算规则，结合我省目前的发展水平以及国家对发展装配式建筑的要求，制订了我省装配式建筑装配率计算细则（试行），对装配式建筑提出了装配率要达到 50% 的指标要求，并对实现这一目标的技术路径提出了指导性意见。

计算细则体现了对装配式建筑四大方面的要求，即主体结构装配化、外围护墙体的装配化、内部装修的装配化以及设备管线的装配化，这四个方面的要求反映了我省装配式建筑的推进摆脱了依托单一预制构件推进的状态，进入了全面、系统推进的阶段。

计算细则根据居住建筑、公共建筑以及工业建筑的特点对四个方面均提出了不同的要求。在居住建筑中，目前阶段对装配式建筑的基本要求体现几方面：即楼面构件采用预制叠合楼板、外围护墙一部分采用保温装饰一体化预制墙体、内隔墙采用工厂化生产的墙体；鼓励厨卫等装修后交付，减少装修垃圾；鼓励室内电管、水管不埋设在楼板内，便于后期的维护。公共建筑中提到预制梁或叠合梁预制构件，在内部装修中去除了集成式厨房和卫生间评价要求。工业建筑中取消内部装修考核项，体现工业建筑特点。

细则中对超限建筑单独做出说明，超限建筑的主体结构得分（Q1）不做最低限要求，当单体建筑装配率 P 达到 40% 时，可以纳入统计；其他各类建筑的单体建筑装配率 P 应达到 50%。超限建筑是指建筑高度或建筑的规则性超出相关标准规定的适用范围的建筑，当超限建筑计算装配率的各分项得分之和达到 40% 时，也可认定为装配式建筑。

单体建筑装配率计算规则总体按照国家装配式建筑评价标准中的计算规则制定，单体建筑的确认首先需要和规划批准文件相一致，考虑到高层建筑中，裙楼与主楼的建筑功能、结构形式不同，将裙楼和主楼分别作为单体建筑进行计算。单体建筑装配率计算等于四大方面系统及其他指标实际得分总和百分比，计算规则较为清楚。

预制剪力墙构件是建筑竖向重要部品部件，以各楼层预制剪力墙的墙体面积之和与各楼层全部剪力墙的墙体总面积百分比，作为预制剪力墙构件装配率计算方法，采用墙体表面积作为基数，计算时可以不扣除预制墙体上的预留门、窗、预留洞口尺寸。与国标一致，预制剪力墙之间不大于 600mm 宽、用

于连接预制剪力墙的部分现浇混凝土纳入预制剪力墙计算；设计宽度大于 600mm 时，按 600mm 计算；如果预制剪力墙与现浇剪力墙连接时，则不应计算 600mm 宽的现浇段。预制柱应用比例按其所支承的楼层面积与各楼层建筑总面积百分比计算。对于钢与混凝土组合形成的竖向承重构件，当钢构件同时作为外模板使用时，该组合构件按照预制构件计算。竖向构件为钢结构或木结构的，得分值按该评分项上限取值。

预制板式构件应用比例取值按预制水平构件投影面积与总建筑面积面积百分比取值。部品部件间宽度不大于 300mm 的后浇混凝土带、金属楼承板和屋面板、木楼盖和屋盖及其他在施工现场免支模的楼盖和屋盖都按水平投影面积计算比值。水平预制梁或叠合梁则以长度比值计算。

外围护系统中的非承重围护墙、保温、隔热一体化的围护墙及装饰一体化的围护墙都是以各自的外表面积之和与总表面积百分比求值，计算时可不扣除门、窗及预留洞口等的面积。

内装系统中内隔墙非砌筑墙体面积与内隔墙总面积比值为轻质内隔墙应用比例值。内部装修的应用比例为各楼层内固定面均完成装修区域的地面投影面积之和与各楼层建筑平面总面积比值。内装系统中的集成厨卫应用比例为各楼层厨卫墙面、顶面和地面采用干式工法的面积之和与各楼层厨卫墙面、顶面和地面的总面积百分比。集成式厨卫主要适合于住宅建筑和酒店等公共建筑，考虑到四川尚缺少生产企业，细则适当降低了要求。

管线分离是管线及设备系统实现装配化的基础性要求，管线与主体结构分离的应用比例为各楼层管线与主体结构分离的长度之和与各楼层电气和给水管线的总长度百分比。选择电气管线和给水管线作为计算对象，鼓励在装配式建筑中采用管线分离方式。

在本细则中，了鼓励在装配式建筑中 BIM 技术的应用，增加了相关评分项目。应用比例按应用 BIM 模型的预制部品部件类型数与单体建筑中采用的预制部品部件类型总数的百分比，并要求部品部件的 BIM 应用比例 $\geq 70\%$ 才会取得评价分值。

装配率计算细则是一个政策性、引导性指标。需要综合性考虑政策导向、行业发展方向、各地的发展基础、兼顾相关各方诉求，指标尽可能便于计算与核查。指标要求是按照到 2020 年全省装配式建筑占新建建筑的 30% 目标进行设置的，将为推动四川省装配式建筑发展起到积极作用。

学习先进发展路子 找准智慧推动因子

——看德国装配式建筑的发展历程

目前，大力发展装配式建筑已经成为我国推动建筑业转型升级的重大战略。鉴于目前我国装配式建筑还处于试点示范到全面推广的过渡阶段，发展过程中还存在一些技术问题有待进一步研究解决；而德国装配式建筑标准规范体系较完善，技术水平也较先进，可供我国装配式建筑研究和实施提供借鉴。

1、德国装配式建筑的起源

德国以及其他欧洲发达国家建筑工业化起源于 1920 年代，其推动因素主要有两方面：

社会经济因素：城市化发展需要以较低的造价、迅速建设大量住宅、办公和厂房等建筑。

建筑审美因素：建筑及设计界摒弃古典建筑形式及其复杂的装饰，崇尚极简的新型建筑美学，尝试新建筑材料（混凝土、钢材、玻璃）的表现力。在雅典宪章所推崇的城市功能分区思想指导下，建设大规模居住区，促进了建筑工业化的应用。

在 1920 年代以前，欧洲建筑通常呈现为传统建筑形式，套用不同历史时期形成的建筑样式，此类建筑的特点是大量应用装饰构件，需要大量人工劳动和手工艺匠人的高水平技术。随着欧洲国家迈入工业化和城市化进程，农村人口大量流向城市，需要在较短时间内建造大量住宅办公和厂房等建筑。标准化、预制混凝土大板建造技术能够缩短建造时间、降低造价因而首先应运而生。

2、德国目前装配式建筑发展概况

与常规现浇砌体建造方式相比，预制混凝土大板技术造价高，建筑缺少个性，难以满足今天的社会审美要求，1990 年以后基本不再使用。混凝土叠合墙板技术发展较快，应用较多。

目前，德国的公共建筑、商业建筑、集合住宅项目大都因地制宜、根据项目特点，选择现浇与预制构件混合建造体系或钢混结构体系建设实施，并不追求高装配率，而是通过策划、设计、施工各个环节的精细化优化过程，寻求项目的个性化、经济性、功能性和生态环保性能的综合平衡。随着工业化进程的不断推进，BIM 技术的应用，建筑业工业化水平不断提升，德国在建筑上采用工厂预制、现场安装的建筑部品愈来愈多，占比也愈来愈大。

各种建筑技术、建筑工具的精细化不断发展进步。小范围有钢结构、混凝土结构、木结构装配式技术体系的研究和实



践应用。

小住宅建设方面，装配式建筑占比最高，2015 年达到 16%。2015 年 1~7 月开工建设的住宅中，预制装配式建筑为 8934 套。这一期间独栋或双拼式住宅新开工建设总量较 2014 年同期增长 1.8%；而预制装配式住宅同比增长 7.5%！显示出在这一领域装配式建筑受到市场的认可和欢迎。

单层工业厂房采用预制钢结构或预制混凝土结构在造价和缩短施工周期方面有明显优势，因而一直得到较多应用。

3、德国装配式建筑的政策措施、发展建设研究

德国预制装配式建筑发展过程中，规模最大、最有影响力当属预制混凝土大板建筑。

原东德地区的预制混凝土大板建造技术应用

由于二战后需要在短期内建设大量住宅，东德地区 1953 年在柏林约翰尼斯塔进行了预制混凝土大板建造技术的第一次尝试。1957 年在浩耶斯韦达市的建设中第一次大规模采用预制混凝土构件施工。此后，东德用预制混凝土大板技术，大量建造预制板式居住区。预制混凝土大板住宅的建筑风格深受包豪斯理论影响。

1972-1990 年，东德地区开展大规模住宅建设，并完成 300 万套住宅确定为重要政治目标，预制混凝土大板技术体系成为最重要的建造方式。这期间用混凝土大板建筑建造了大量大规模住区、城区，如 10 万人口规模的哈勒新城。在 1972-1990 年大规模住宅建设期间，东德地区新建、改建共 300

万套住宅，其中 180-190 万套用混凝土大板建造，占比达到 60% 以上，如果每套建筑按平均 60 平方米计算，预制大板住宅面积在 1.1 亿平方米以上。东柏林地区 1963-1990 年间共新建住宅 27.3 万套，其中大板式住宅占比达到 93%。

住宅建设工程耗费了东德大量财政收入。为节约建造成本和快速建设，设计开发出不同系列厂品，如 Q3A, QX, QP, P2 系列。预制混凝土大板住宅项目大量重复使用同样户型、类似的立面设计。大板建筑规划形态僵硬、缺少变化，在老城区通常采用推倒重建模式，破坏了原有城市肌理。

大板建筑当时受到普遍欢迎。虽然大板建筑今天饱受诟病，但在当时大板住宅符合东德的社会意识形态，人人平等，整齐划一。预制混凝土大板技术建造的工业化住宅，功能基本合理，拥有现代化的采暖和生活热水系统，独立卫生间，比未更新改造的 20 世纪初期建造的老住宅舒适。由于得到东德政府的大量财政补贴，因而这种工业化住宅租金并不很高，受到当地居民的欢迎。大量新建居住区采用大板建筑，导致原有历史街区中的住宅吸引力下降，出租率低，租金无法支持建筑的维护，历史街区中的建筑逐渐破败。这种现象也导致政策制定者重新思考补贴政策，甚至开始尝试用预制技术进行老城历史建筑的改造更新。

1980 年代以后，东德政府开始在一些城市的重要地区，尝试从规划和城市空间塑造方面，借鉴传统城市空间布局与建筑设计，打破单调的大板建筑风格。

原西德地区的预制混凝土大板建造应用

二次大战之后，原西德地区也用混凝土预制大板技术建造了大量住宅建筑，主要用于建设保障性住宅。1957 年西德政府通过了《第二部住宅建设法》，将短期内建设满足大部分社会阶层居民需求的、包括具有适当面积、设施、可承受租金的住宅，作为住宅建设的首要任务。混凝土预制大板技术以其



建设速度快、造价相对低廉因而也在西德地区有大面积应用。

西德地区有大量预制大板建筑，虽然在总建设量中占比不高，但总量估计也有数千万平方米。

西德地区居住使用面积 1970 年为人均 22 平米，1991 年上升到人均 36 平米。2007 年人均超过 40 平米。

4、德国现代建筑工业化建造技术主要可分为三大体系：

预制混凝土建造体系、预制钢结构建造体系、预制木结构建造体系。

4.1 预制混凝土建造体系：预制混凝土大板体系

虽然 20 世纪中叶以后德国大量混凝土预制大板建造的居住区项目，但这类项目今天看来大部分不太受欢迎，如今预制混凝土大板建造技术在德国已遭抛弃，从 1990 年代以后基本没有新建项目应用。

取而代之的是追求个性化的设计，应用现代化的环保、美观、实用、耐久的综合技术解决方案，满足使用者的需求。通过精细化的设计，模数化设计，使大量建筑部品可以在工厂内加工制作，并且不断优化技术体系，如可循环使用的模板技术，叠和楼板（免拆模板）技术、预制楼梯、多种复合预制外墙板。因地制宜，不追求高装配率。

预制混凝土建造体系：预制混凝土叠合板体系

德国大量的建筑是多层建筑。现浇混凝土支模、拆模，表面处理等工作需要人工量大，费用高，而混凝土预制叠合板、叠合墙体作为楼板、墙体的模板使用，结构整体性好，混凝土表面平整度高，节省抹灰、打磨工序，相比预制混凝土实体楼板叠合板质量轻，节约运输和安装成本，因而有一定市场。

有资料显示混凝土叠合预制板体系在德国建筑中占比达到 50% 以上。采用这种装配结构体系，外立面形式比较灵活。由于德国强制要求的新保温节能规范的实施，建筑保温层厚度在 20cm 以上。从节约成本角度考虑，采用复合外墙外保温系统配合涂料面层的建筑居多。

预制混凝土建造体系：预制混凝土外墙体系

2012 年在柏林落成的 Tour Total 大厦，代表了德国预制混凝土装配式建筑的一个发展方向。

该项目建筑面积约 2.8 万平方米，高度 68 米。外墙面积约 1 万平方米，由 1395 个、200 多个不同种类、三维方向变化的混凝土预制构件装配而成。每个构件高度 7.35 米，构件误差小于 3mm，安装缝误差小于 1.5mm。构件由白色混凝土加入石材粉末颗粒浇筑而成，精确、细致地构件、三维方向微妙变化富有雕塑感的预制件，使建筑显得光影丰富、精致耐看。

4.2 预制钢结构建造体系：预制高层钢结构建造体系

高层、超高层钢结构建筑在德国建造量有限，大规模批量生产的技术体系几乎没有应用市场。同时高层建筑多为商业或企业总部类建筑，业主对个性化和审美要求高，不接受同质化、批量化、缺少个性的装配式建筑。另一方面，近年来高层、超高层钢结构建筑的承重钢结构、以及为每个项目专门设计的复杂精致的幕墙体系，都是采用工业化生产、到现场安装的建造形式。因此可以归纳到个性化定制化装配式建筑。

获得德国 2012 年钢结构建筑奖的帝森克虏伯总部大楼，代表德国近年来钢结构建筑的一个发展方向。由于混凝土结构优异的防火、隔声、耐久、经济实用等性能，以及现代建筑技术能够成熟地利用混凝土结构优异的蓄热性能，来满足愈来愈高的建筑节能和室内舒适度要求，使混凝土或钢混结构成为德国高层建筑最主要的结构形式。

预制钢结构建造体系：预制多层钢结构建造体系

汉诺威 VGH 保险大楼采用一种模块化、多层钢结构装配式体系建造。由承重结构、外墙、内部结构和建筑设备组成。基本构件：楼板 5.00m×2.50m，厚度 20cm（可加长到 10.00m），墙板 3.00m×1.25m，厚度 15cm。楼板和墙板由 U 型钢框架和梯形钢板构成，表面防火板。楼面地面可采用架空双层地面构造。楼板和承重墙板之间采用螺栓固定，并用柔性材料隔绝固体传声。

墙板之间可作为窗、门、百叶等。非承重隔墙采用轻钢龙骨石膏板墙体。

有特殊要求的多层建筑项目亦有采用预制装配形式建造。法兰克福 SQUAIRE 商业综合体内部功能包括商业零售、餐饮、酒店、办公等。建筑位于法兰克福机场高铁站上方，因为需要横跨铁路线，因而建筑整体坐落在钢桁架之上，为减轻重量，建筑结构进行了多方面优化设计。钢结构和幕墙体系采用工业化生产现场安装形式建造。

4.3 预制木结构建造体系：木框架结构

承重木框架与抗剪板体是木框架结构建筑的特点。

框体采用实木，最好是构造用全实木（KVH）形式。板材主要由木材或石膏板材料构成。标准化的木截面和标准化的板材尺寸使加工生产和建造得到优化。实木框架和板材有机组合，形成的墙壁、楼板和屋顶结构体系，能够有效地吸收和承载所有垂直和水平荷载。木框架结构建筑自重轻，保温层位于木框材料厚度之间，因而建筑显得轻盈。

要达到被动房的节能水平，需要增加外侧或内侧保温材料，这一步可以在工厂预先完成。外墙部分可以选择装饰木材面板、

面砖、或保温层加涂料等形式。

在工厂预制的墙体等板材中，已经预先安装好建筑的保温隔热、隔蒸汽层和气密层，以及建筑上下水、电气设备管线、或预留穿线和接口空间。工厂预组装的组件还包括建筑的外门和窗户。工地上的工作包括：建筑上下水管线和电气线路的连接，瓷砖、地板、粉刷、室内门等。预制装配建筑，可以保证质量、控制成本，大大缩短了施工周期：通常在地下室或建筑地板完成之后五个星期内可入住。

除了小住宅建筑之外，木框架结构在办公建筑、幼儿园、多层住宅、商业建筑等领域也有应用。

预制木结构建造体系：木框架结构

木框架结构体系是指垂直承载的木制柱和水平承载的木制梁组成的木结构体系。木材大多采用工程用高质量的复合胶合木，跨度可达 5 米。这种工程用复合胶合木，也被用来建造大跨度体育馆等建筑。辅助性木结构，如楼板次梁、檩条等则采用构造用实木。

用木框架结构体系建造的房屋，其外墙板也具有保温隔热层，隔蒸汽层和气密层，但木框架结构体系中的内外墙板不承担任何结构作用。建筑物的抗剪由木制、钢制斜撑或刚性楼梯间承担。由于墙体是填充性构件，因而墙体可随意布置并在未来轻松更改，楼板也可方便设置挑空构造。建筑内部空间灵活流动，开窗位置与面积灵活，采光和景观好。

预制木结构建造体系：层压实木板材结构

层压实木板材结构建筑近十年来得到快速发展。实木板材结构采用交叉层压木材，有很好的结构承载性能，可以加工制成楼板、墙体、屋面板。现代化的计算机控制切割机床，能够轻松切割出任何需要的洞口和形状。层压实木板材结构不受建筑模数限制，可以创造出独特的、纯净的空间，受到建筑师、结构工程师和业主的青睐。

层压实木板材结构，同以上两种木结构形式一样，可以在工厂加工预制，到现场组装。

5、德国装配式建筑发展对中国的借鉴

5.1 预制混凝土大板建筑的经验教训

德国早期预制混凝土大板（PC）建造技术的出现和大规模应用，主要是为了解决战后时期城市住宅大量缺乏的社会矛盾。用预制混凝土大板建造的卫星城、城市新区深受 20 世纪初以《雅典宪章》为代表的理想主义现代主义城市规划思潮的影响。

《雅典宪章》试图克服工业城市带来的弊病，摒弃建筑装饰，用工业化的技术手段，快速解决社会问题，创造一个健康、平等的社会。但人类社会是非常复杂的，城市发展更是复杂的，



由于当时的规划指导思想的局限性，建筑过分强调整齐划一，建筑单元、户型、建筑构件大量重复使用，造成这类建筑过分单调、僵化、死板，缺乏特色，缺少人性化。有些城区成为失业者、外来移民等低收入、社会下层人士集中的地区，带来严重的社会问题，近年来部分项目被迫大规模拆除。

5.2 德国的教训对中国的借鉴与思考

中国城市建设的高潮已过去，大量城市建筑需求量接近饱和，没有依靠混凝土大板技术快速大规模建设住宅的需求；推动德国混凝土大板建筑大规模应用的另一个因素是以雅典宪章为代表的早期现代城市规划与现代建筑指导思想，发达国家对此经过深度反省、已基本放弃。因此推动德国当年混凝土大板建设的两大动因在当今的中国社会都不存在。

混凝土大板建造体系在人性化城市空间塑造、个性化建筑表现、建筑成本控制、建筑构造技术问题解决等方面都存在严重不足，这是混凝土大板体系今天在德国被抛弃的根本原因，这点值得我们深思。中国不应盲目推广混凝土大板建设体系。

特别不应为了追求预制率水平而推广混凝土大板建设体系。

5.3 德国建筑工业化发展趋势

今天德国的建筑业突出追求绿色可持续发展，注重环保建筑材料和建造体系的应用。追求建筑的个性化。设计精细化。由于人工成本较高，建筑业领域不断优化施工工艺，完善建筑施工机械、包括小型机械，减少手工操作。建筑上使用的建筑部品大量实行标准化、模数化。强调建筑的耐久性，但并不追求大规模工厂预制率。

其建筑产业化体现在如下方面：

工厂化：大量构件、部品在工厂生产，减少现场人工作业、减少湿作业

工具化：施工现场减少手工操作，工具专业化、精细化

工业化：现代化制造、运输、安装管理，大工业生产方式

产业化：BIM 系统的全面应用，全行业，全产业链的现代化，工业 4.0 模式

建造技术方面：

办公和商业建筑的建造技术以钢筋混凝土现浇结构、配以各种工业化生产的幕墙（玻璃、石材、陶板、复合材料）为主。

多层住宅建筑以钢筋混凝土现浇结构和砌块墙体结合，复合外保温系统、外装以涂料局部辅以石材、陶板等为主。

联排及独立住宅则有砌体、木结构、少量钢结构常规建造体系，以及工业化生产预制砌体、预制木结构全精装修产品。

工业厂房、仓储建筑成本控制严格，以预制钢结构、混凝土框架结构，配以预制金属复合保温板、预制混凝土复合板居多。

建造体系的选择：

经济性、审美要求、施工周期、功能性（防火、隔声、维护、使用改造的灵活性、热工舒适性…）、环保与可持续性等方面的综合考量是选择何种建造体系的关键。

大部分装配式建筑，由于重复大量使用相同构件，容易出现单调、廉价的感觉。但通过精细化设计，利用预制装配式构件，也能够建设个性鲜明、较高审美水平的建筑。

5.4 德国经验对中国的借鉴与思考：

中国推广装配式建筑最主要的目的应是提高建筑产品质量、提高建筑的环保和可持续性。建筑工业化的发展方向应该是工厂化、工具化、工业化、产业化的全面推进。特别应该大幅提高建筑材料、部品、成品的质量标准要求，和生产、建造、安装过程中的环保要求。应因地制宜选择合适的建造体系，发挥建筑工业化的优势，达到提升建筑品质和环保性能的目的。

（内容来源于筑龙结构设计，仅供参考交流）

大力发展装配式建筑 为高质量发展提供支撑

——从技术、施工、项目等方面看我省装配式建筑发展举措

装配式建筑是建筑产业现代化发展的必由之路。近年来，我省在推进装配式建筑发展上不遗余力，省委、省政府出台了一系列指导意见，省住建厅制定了《推进装配式建筑发展三年行动方案》，对我省装配式建筑发展作出规划，不断提高装配式比例。在政策层面、标准制定、行业规范上不断创造装配式建筑发展的“软环境”。

广安、眉山、成都等地以装配式建筑试点市为抓手，不断推进建筑业高质量发展。广安市引进杭萧钢构、重庆钢构等大型外来企业，建设装配式生产基地，在民生工程、美丽新村等方面优先推行装配式建筑，形成由政府引领建筑产业化，各级推动的发展态势；成都市不断建立、完善装配式建设工程政策体系和技术标准体系，以“到2020年，全市房建工程项目单体建筑预制装配率不低于30%”的要求；对于市政工程道路、隧道、轨道交通等项目除必须现浇的部分外，全部实现预制装配化，同时，从协调引领到生产基地等都做了较为详细的规划和落实。泸州等根据自身发展实际，相继出台了装配式建筑发展产业的指导意见，通过试点带动示范，不断落地装配式建筑项目。

广安被授予“国家装配式建筑示范城市”荣誉称号

日前，住房和城乡建设部在眉山市召开全省推动建筑业高质量发展工作会，会上对“国家装配式建筑示范城市”“国家装配式建筑示范基地”进行了授牌。

近年来，广安市坚持“政府主导、市场配置、企业主体”的发展思路，加快传统住宅产业转型升级，探索出一条以新农村集成房屋为突破口，以轻钢结构、重钢结构房屋为生产重点的装配式建筑产业发展新路子，取得了一定成效。三年来，广安市装配式建筑完成固定资产投资44亿元，年增速29.8%，新引进装配式建筑生产企业9家（共达到13家），新开工装配式建筑项目48个、面积198万平方米，2015年9月创建为国家住宅产业现代化综合试点城市，2017年11月创建为全国首批（30个）装配式建筑示范城市。

技术运用：BIM在装配式住宅中的实际应用

在规划阶段，BIM能够帮助业主在项目策划阶段做出市场收益最大化的工作，特别是帮助业主实现建筑面积最大化，





例如朝向好、景观好、客户容易达到商业空间面积最大等。此外 BIM 还能帮助业主了解建筑的造型以及真实环境下的视线可见性等关键信息，而且利用 BIM 对不同设计方案进行整个建筑物的能源消耗模拟计算，在保证建筑物功能和性能的同时，帮助业主从建筑物的全生命周期来考虑建造成本和能耗成本。

在设计阶段，利用 BIM 进行建筑设计、结构设计以及设备设计，可以在建筑设计中达到各个专业之间的协同设计。BIM 的出现使设计修改更容易，通过对项目作出更改，由此产生的所有结果都会在整个项目中自动协调，各个视图的平、立、剖面图自动修改。

深化设计阶段是装配式住宅生产中非常重要的环节，由于预制件是在工厂生产然后运输到现场进行安装，预制件设计和生产的精确度就决定了现场安装的准确度，所以要进行预制构件设计的“深化”工作，其目的是为了保证每个构件到现场都能准确的安装，不发生错漏碰缺。但是，一栋普通装配式住宅的预制构件往往有数千个，要保证每个预制构件到现场拼装不发生问题，靠人工进行校对和筛查显然是不可能的，BIM 则可以很好的担负这个责任，利用 BIM 模型，我们可以把可能发生在现场的冲突与碰撞在 BIM 模型中进行事先消除，深化设计人员在用 BIM 软件对建筑模型进行碰撞检测，这种检测不仅可以发现构件之间是否存在干涉和碰撞，还可以检测构件的预埋钢筋之间是否冲突和碰撞，根据碰撞检测的结果，可以调整和修改构件的设计并完成深化设计图纸。

用绿建标准 建我省首座全装配式建筑 青白江生产基地办公楼工程

青白江生产基地办公楼工程位于公司青白江 PC 构件生产

基地内，总建筑面积约 800 平方米，层数为 4 层，高度 21 米。工程主体采用全装配式结构，墙、柱、梁、板等所有结构均为预制，并按照绿色建筑三星标准设计、施工和运营。该工程已完工并投入使用，是四川省第一座全装配式（近 100% 装配率）混凝土结构建筑。

用工业化手法 建全国最大住宅项目 锦丰新城项目全部通过主体验收

锦丰新城保障房项目是成都市首个工业化高层住宅示范项目，也是西南地区乃至全国规模最大的工业化住宅项目。在锦丰新城项目建设过程中，成都建工在楼梯间操作平台、装配式交通楼梯、装配式工程防物体打击、建筑外施工作业平台等方面都有自己独特的设计。这些创新设计提高了预制装配式建筑施工作业平台的可靠性和安全性。管理团队敢于碰硬，克服多种困难，化解技术难题，自主攻关预制混凝土装配式结构施工技术 7 项，包括叠和构件独立支撑体系施工技术、PCF 板安装技术、钢筋套筒灌浆连接技术、预制装配式建筑施工塔吊附着技术、外防护架施工技术等。

锦丰新城在建筑工业化的规模和技术一直受到业界的广泛关注。在 7 月 5-6 日于成都举行的“工地标准化、信息化及装配式建筑典型项目观摩与研讨暨应用成果展示交流会”上，成都建工集团锦丰新城项目部负责人在会上分享了锦丰新城施工管理经验、十项新技术应用以及科研成果等方面，全面展示了项目建设的特点、难点、亮点与看点，并与大家深入交流和探讨了有关装配式建筑相关的问题。锦丰新城项目部作为现场观摩项目之一，迎接了来自全国 150 余家施工企业的 700 余名代表观摩。

发挥政策引领 为装配式建筑人才蓄力

协会首届装配式混凝土建筑项目管理人员培训成功开班



为贯彻落实《四川省人民政府办公厅关于大力发展装配式建筑的实施意见》、《四川省推进装配式建筑发展三年行动方案》文件精神，大力推进装配式建筑发展，促进我省建筑业转型升级，丰富装配式建筑人才体系建设，提升装配式建筑岗位人员管理能力与技术水平，培养满足适应装配式建筑发展需求的人才，为四川省实现装配式建筑发展目标提供人才支撑。7月18日，由四川省住房和城乡建设厅指导，四川省装配式建筑产业协会主办的“2018年四川省装配式混凝土建筑项目管理人员培训（第一期）”在四川城市职业学院成功开班。省住建厅建管处副处长周俊龙、协会副秘书长谭启厚、湖南远大建工副总经理李海波、四川天盛通建设工程有限公司副总经理陈曦出席本次培训开班仪式。

“构建装配式人才体系是发展装配式建筑的重要抓手，推进装配式建筑发展离不开装配式建筑人才力量。”周俊龙谈到，装配式建筑人才培养，是适应装配式建筑发展开展的针对性培训，全国部分省市已相继开展了相关培训活动，积极为装配式建筑发展储备人才力量。希望各学员抓住此次机会，认真学习相关知识，相互交流，答疑解惑，掌握装配式建筑知识，为今

后装配式建筑项目管理奠定基础。同时，也希望装配式建筑产业协会继续发挥行业组织作用，开展好装配式建筑人才建设及产业工人、生产设计管理、企业高级管理等方面的系列培训，全方位的进行装配式建筑培训。加快培养我省装配式建筑技术管理人才和打造产业工人队伍，在住建厅的领导下，积极推进我省装配式建筑发展。

装配式建筑人才培养将分阶段、分层次、分班期开展，主要分为项目管理人员与产业工人培训、生产与设计人员培训、高级管理类培训等层次培训。首阶段开展的是针对项目管理人员类专业培训，培训为期四天，培训内容主要分为理论和实践教学。理论知识涵盖装配式建筑概论、装配式建筑标准、规范、装配式建筑设计基础知识、构件生产工艺及质量控制、装配式建筑施工技术、装配式建筑质量管理与验收、项目案例实解等。理论培训结束后，学员将进行培训总结闭卷考试考核。最后，协会还将带领学员统一参观装配式建筑生产基地、工程建设项目、操作实训基地。参与本次培训且考试合格的学员，颁发由四川省装配式建筑产业协会印制的四川省装配式建筑人才建设岗位能力证书。

培训掠影





“本次培训课程设置合理，提供的课件、书籍及参考资料齐全，符合人员培训要求。”中国五冶集团项目工程师夏尚志谈到，通过此次培训，学习及掌握装配式建筑的实施流程及与传统现浇建筑的区别，进一步从装配式建筑拆分设计、构件生产、场地布置及吊装机械选型、施工工艺、安全质量管理、成本组成及控制等方面了解装配式建筑。部分装配式项目成本高、工期慢、部分实施内容无取费依据等实际问题，希望借助协会平台，完善及规范四川省或成都市装配式建筑施工标准、定额、各阶段实施主体责任等内容，促进装配式建筑健康发展！

“通过培训，一方面，对于装配式建筑的项目管理工作以及装配式建筑的特点有了比较深入的理解；另一方面，对于协会推动行业发展上有了更深的认识。课程分为理论、考试、实地考察几个阶段，设置合理。

同时，这次培训符合大多数同行的诉求，大家学习后都有所收获，希望此后能更多地举办类似培训。”美好建筑装配科技公司技术工程师胡远航说到。

四川省彦格建设工程有限公司工程造价师何承庚：这次培训，让我对装配式建筑有了更加客观的认识。通过授课老师的讲解，了解到外省装配式建筑的发展形势，不仅开阔了视野，还可以看到我省装配式建筑未来的发展前景。同时，也希望通过培训学习了解我省装配式的现状及装配率要求等。

“首先，感谢协会为我们提供这样一个交流学习、共同成长的平台。本次培训，最大的收获在于现场参观，实地感受了一下pc构件的生产。通过理论的学习，更有助于大家理解记忆。”四川省品重钢结构股份有限公司刘应禄说，希望协会能尽快开展装配式钢结构建筑类培训。

铁木辛柯隐式框架钢结构住宅体系的研发与实践

王彦超, 周耀彬, 陈杭滨, 徐永斌, 景亭

(杭州铁木辛柯建筑设计事务所有限公司, 浙江杭州, 310003)

摘要

本文介绍了我国装配式钢结构住宅的发展历程、钢结构住宅的常用建筑形式与构件以及目前业内对钢结构住宅的关注点。针对目前普遍存在的问题,介绍了铁木辛柯的改善创新和科研成果,主要从体系构成、构件形式、连接节点和配套材料选用等几个方面展开,并讲述了其特点和优点。最后部分介绍了隐式框架钢结构住宅体系在云南、四川、山东、河南、山西、浙江等地工程应用的案例情况。铁木辛柯隐式框架钢结构住宅体系,是目前国内众多钢结构住宅体系中的一种解决方案,具有工业化程度高、产品标准化与工业化、符合规范便于审图、制作简单便利、节约造价等优点,可以为业内装配式钢结构住宅的工程项目提供一种应用参考。

关键词

隐式框架; 钢结构住宅; 宽钢管混凝土柱; 无隔板; 刚接节点

Research and Engineering Practice of TongMSK's Hidden Frame Steel Structure Residential Building System

Wang Yanchao, Zhou Yaobin, Chen Hangbin, Xu Yongbin, Jing Ting
(TongMSK DESIGN, Hangzhou Zhejiang 310003, China)

Abstract: This article describes the development history of China's prefabricated steel structure residential building, the common architectural forms and components of steel structure residential building, and the current focus of the industry on steel structure residential building. In response to the current problems, TongMSK's innovations and scientific research results are introduced. The main aspects are system components, component types, connections, and supporting material selection, and their characteristics and advantages are described. The last part introduces the case study of the application of hidden frame steel structure residential building in Yunnan, Sichuan, Shandong, Henan, Shanxi, Zhejiang and other places. The TongMSK hidden frame steel structure residential building is a solution in many domestic steel structure residential building systems. It has a high degree of industrialization, product standardization and industrialization, compliance with the norms for easy review, simple and convenient production, cost savings, etc. Excellent features can provide an application reference for engineering projects in prefabricated steel structures in the industry.

Keywords: hidden frame; steel structure residential building; wide concrete-filled steel tubular column; non-separating plate; rigid joint

1 装配式钢结构住宅的发展

我国装配式钢结构住宅的发展,是近些年的事情。建国后,我国钢材属于稀缺资源,在建筑中钢材的应用需要节约。在住宅方面,由于国家的住房制度等原因,建国后的住宅经历了砌体结构筒子楼、普通多层砌体单元楼、小高层混凝土框架等形式。钢结构在住宅中的应用只有零星的尝试。

改革开放后,我国钢产量逐年上升,到1997年突破一亿吨,国家开始在建筑中推广钢结构的应用。奥运经济、计算分析技术、经济的发展带来超高层、机场车站、体育场馆等建筑应用的需求,促进了钢结构建筑的大发展。2000年左右,一些企业和科研院所开始系统的研究钢结构在住宅中的应用,由于当时国内住宅都是毛坯交房,所以研究的重点主要是结构体系、钢构件形式和配套的三板体系上。这一时期的钢结构住宅产品以框架支撑、框架核心筒结构为主,工程应用项目有武汉世纪家园小区、安哥拉安居工程、万郡大都城、

2013年国务院提出绿色建筑行动方案,之后国家各部委、各省市密集出台了許多政策,支持绿色建筑、装配式建筑的发展。钢结构作为装配式建筑的一种形式,得到了更多的研究和应用。一些新的体系应运而生。比如异形柱体系、由H型钢拼成的组合钢板剪力墙体系、有U型钢与方管拼成的钢板组合剪力墙以及由钢板焊接而成的多腔钢管组合剪力墙结构等。这些创新体系为了更好的满足建筑适用性和提高工业化程度,技术创新对现行规范有不同程度的突破。

2 钢结构住宅的建筑形式与结构构件

按照建筑形式及高度来划分,钢结构住宅可以分为低层冷弯薄壁型钢房屋建筑、低多层轻型钢结构住宅建筑、高层钢结构住宅等几种。

冷弯薄壁型钢由镀锌钢板冷弯成型标准零部件,现场采用螺栓、自攻钉、拉铆钉等机械连接成墙体、楼板、屋面等,既作为承重构件,又作为围护构件的龙骨。冷弯薄壁型钢房屋适用于独栋低层别墅类住宅,由于其截面形式和规格的限制,很难做的很高。《低层冷弯薄壁型钢房屋建筑技术规程》JGJ227-2011指导该类产品的设计及工程应用。



冷弯薄壁型钢房屋 轻型钢结构住宅 高层钢结构住宅

图1 钢结构住宅的建筑形式

对于低多层轻型钢结构住宅,也可以采用轻钢结构的思路。由于层数不多,竖向荷载和水平荷载都不大,对构件截面的抗震塑性发展要求也不高,可以采用宽厚比较大的宽展截面,类似于轻钢厂房的H型钢、T型或十字型截面。《轻型钢结构住宅技术规程》JGJ209-2010指导该类产品的设计及工程应用。

由于我国的国情是人多地少,城市化进程正在剧烈的发展,目前国家装配式建筑的主战场是城市。国务院办公厅印发《关于大力发展装配式建筑的指导意见》中提出,要以京津冀、长三角、珠三角三大城市群为重点推进地区,常住人口超过300万的其他城市为积极推进地区,其余城市为鼓励推进地区,因地制宜发展装配式建筑,力争用10年左右的时间,使装配式建筑占新建建筑面积的比例达到30%。

与低层冷弯薄壁型钢房屋建筑和轻型钢结构住宅相比,多高层钢结构住宅是目前发展的主流。

传统多高层钢结构住宅的主要结构体系,按照《高层民用建筑钢结构技术规程》,主要有框架支撑、框架核心筒、框架延性墙板等几种,也是目前应用较多的传统结构体系。

对于传统多高层钢结构住宅的构件形式,经过近20年的发展,钢梁截面形式多为H型钢,也有一些研究采用帽型梁、预制钢骨梁、箱型梁的尝试,最终经过市场检验,目前H型钢钢梁的应用比例最多,这是由H型钢最适合做抗弯构件的性能决定的。

钢柱早期曾采用H型钢柱,自2004年《矩形钢管混凝土结构技术规程》开始应用后,矩形钢管混凝土柱以其受力性能、减小防火涂料厚度、建筑适应性强、用钢量节约、双向刚度差异小等优点,逐渐代替了H型钢在多高层钢结构建筑中的应用。



H型钢柱

矩形钢管混凝土柱

图2 钢柱的常用截面形式

近几年在装配式建筑的政策支持下,一些钢结构生产企业、设计单位及科研院所对钢结构体系及构件形式有一些较大创新,突破了现有规范中的传统体系,在工程应用时需要经过专项技术论证。这些创新主要有异形柱及钢板组合剪力墙构件的应用。异形柱有多腔钢管混凝土异形柱以及有方管通过加劲肋连接组成的异形柱等。钢板组合剪力墙有由H型钢组合而成、U型钢与方管组合而成、双层钢板与加劲肋与对穿螺杆组合而

成、肋型钢板与对穿螺栓组合而成的剪力墙等形式。

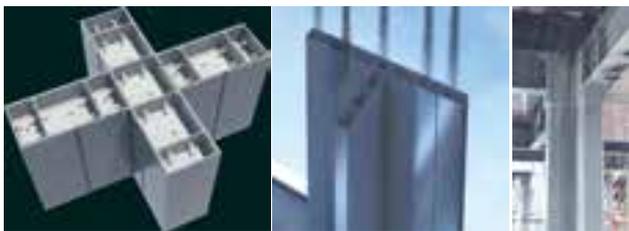


图3 近几年异形柱与钢板组合剪力墙截面形式的创新

3 业内对装配式钢结构住宅的关注点

近些年钢结构住宅的应用也引起了业内各方的关注。通过对甲方、施工单位、钢结构公司、业主等市场主体的了解，目前对钢结构住宅的主要关注点有如下几个方面：

1) 建筑适应性

早期钢结构住宅结构体系，整体思路是利用钢结构高强轻质的特点，多采用大跨的方式。梁柱构件采用 H 型钢及矩形钢管混凝土柱，引起的室内凸梁凸柱问题一直没有很好的解决。而且，框架梁端的下翼缘防止失稳没有很好的解决，一直采用隔撑的方式，给住宅装修带来困难。公众由此对钢结构住宅的印象一直停留在建筑适用性差上面。



图4 传统钢结构住宅中的建筑适应性问题

2) 结构创新与图纸审查

近几年出现的结构体系创新，比如异形柱体系、钢板组合剪力墙结构体系、多腔钢管结构体系等，对现有规范中的结构体系及构件形式突破较多。新体系的受力机理和构件性能虽然有一定的研究结果，但尚无经过大量充分的工程应用的实践验证。在设计过程中，给甲方、审图单位及主管部门带来很多不确定性，往往通过专家论证的方式给予解决。极端情况下，每个工程项目的应用都要经过专家论证，这给工程推广带来了不便，也占用了主管部门有限的管理资源和专家资源，给工程应用带来了困难。

3) 钢结构的配套体系

混凝土结构经过几十年的大规模发展应用，一整套的建筑体系都有较为完善的解决方案。钢结构在公共建筑中的应用相对较多，在住宅应用中的经验相对较少。与公建不同，住宅对建筑的使用功能、构造细节等要求很高，与钢结构配套的楼板

系统、内外墙板系统、装修系统、防护系统等，由于解决的不是很完善，历来成为业内各方的关注点。主要表现为楼板及墙体的连接节点、隔声、裂缝、防水、保温隔热等问题，以及钢结构的防腐蚀与防火问题等。

4) 钢结构住宅的造价

与混凝土结构相比，造价高历来是钢结构住宅的一个标签。钢结构住宅的造价分为两部分，第一是材料成本，第二是制作施工成本。材料成本表现在结构体系的钢材用量上，以及配套楼板、墙板等的材料类别和用量上。制作施工成本表现在钢结构的各道加工工序上，与产品形式关系密切。是否需要大量的工程切割与焊接、节点构造是否复杂、是否含有大量的一级熔透焊缝、节点及构件是否标准化等，都影响到钢结构的制作施工成本。

4 隐式框架钢结构住宅体系的创新

针对目前钢结构住宅体系应用中存在的各种痛点，铁木辛柯对现有的技术特点进行了归纳总结，对钢结构体系进行了改善研究和技术创新。

创新的出发点主要有：满足建筑中不凸梁凸柱的要求、体系的创新要尽量满足现行规范、部品构件采用标准化和工业化产品、减少二次加工量、配套体系由专业厂家集成。

通过对上述出发点的包络与归纳，铁木辛柯提出了一种隐式框架钢结构住宅体系，能较为完善的解决目前各类钢结构住宅体系中存在的问题。

该体系的主要构成如下：柱采用冷弯成型高频焊接宽钢管混凝土柱 / 焊接宽钢管混凝土柱、梁采用热轧或高频焊接窄翼缘 H 型钢梁、节点采用创新插板式 / 贴板式 / 顶板式 / 加强板带式等无隔板刚性梁柱连接节点、抗侧力构件采用钢支撑或钢板剪力墙、楼板采用钢筋桁架楼承板 / 装配式钢筋桁架楼承板、内外墙体采用目前市场应用较为成熟的装配式加气混凝土条板墙 / 预制装配大板等。

隐式框架钢结构住宅体系主要有如下特点：1、对建筑适应性强，室内无凸柱凸梁，布局灵活，得房率高；2、不突破规范中的结构体系，设计审图有据可依；3、标准化、工业化部品构件；4、构件二次加工量少，制作简单便利，质量可靠，成本低；5、符合产业化要求，装配化率较高。

4.1 结构构件的标准化

对隐式框架钢结构体系中主要的构件钢柱和钢梁，进行了截面的标准化研究。通过分析计算归纳包络的方法，分析主要考虑如下几个因素：不同的地震烈度，按低烈度区（6-7 度）、高烈度区（7 度以上）的不同住宅户型类型；不同的层数，选

用目前市场上常用的12层、18层、24层、30层；不同的风荷载，根据荷载规范，分为小于0.4kN/m²、0.4~0.6 kN/m²、大于0.6 kN/m²三档。

通过分析计算，宽钢管混凝土柱的钢管规格，可以归并到5~8种，能涵盖上述不同地震烈度、高度、风荷载情况下80%的截面需求，提高了柱用冷弯成型高频焊接宽钢管的工业化与标准化程度，方便钢厂批量生产，各地项目可以标准化采购。



图5 宽钢管混凝土柱

在钢结构住宅中，由于市场上产品形式所限，住宅的层高多在2.9~3.1m左右，减去楼板厚度、窗台高度、窗高等，分配给钢梁的高度几乎固定在300~400mm之间，这给产品的标准化带来了便利条件。隐式框架钢结构住宅体系中，钢梁截面的高度、宽度和腹板厚度都是统一不变的，只有翼缘的厚度变化来调节钢梁的刚度和强度，以适应不同位置处钢梁的受力需求，以及调节钢材用量等经济性问题。通过钢梁构件的标准化，5种归并截面可以涵盖常用结构形式的80%的截面需求，提高了钢梁用H型钢的工业化与标准化程度，方便钢厂批量生产，各地项目可以标准化采购。

4.2 无隔板梁柱刚接连接节点

H型钢梁与矩形钢管混凝土柱的刚接连接节点，需要将钢梁弯矩传递到钢柱上，常规做法是采用隔板的形式，箱型柱采用内隔板，钢管混凝土柱采用贯通横隔板。钢管混凝土柱内灌注混凝土的需要，隔板上需要开设灌浆孔，为了施工顺利，灌浆孔尺寸不小于150mm。为了隔板传力的需要，隔板净截面宽度要能够计算满足。两者的最小限制，使得钢管混凝土柱的截面宽度有最小值限制，计算结果往往超出墙体厚度，这是矩形钢管混凝土柱引起室内凸柱的主要原因。



图6 传统钢管混凝土柱和H型钢梁的隔板连接节点

为了减小矩形钢管混凝土柱的宽度尺寸，同时能传递梁柱弯矩，必须要在隔板上进行创新。铁木辛柯采用无隔板刚接连接节点解决了这个问题，有效的减小了矩形钢管混凝土柱的截面宽度，使其可以便利的隐藏在建筑墙体内。对于H型钢梁与宽钢管混凝土柱的强轴连接节点，采用贴板式或顶板式或加强板带式连接节点；对于H型钢梁与宽钢管混凝土柱的弱轴连接，采用贯通插板式连接节点。



图7 隐式框架无隔板梁柱刚接连接节点

无隔板梁柱刚接节点，在昆明理工大学和重庆大学做了28组实验，分别验证了强轴连接、弱轴连接的滞回性能。实验结果表明，实现了“强节点弱构件”的目标，节点延性介于2.5~3.5之间，满足了国内规范大震时的1/50的侧移要求；节点域的变形贡献仅为总变形10%，且根据欧洲规范《Eurocode 3》节点域刚度大于25倍钢梁线刚度的要求，可以判定节点为刚接节点。



图8 无隔板梁柱刚接节点实验情况

4.3 钢结构的制作便利性

隐式框架钢结构住宅体系的另一个主要特点是制作的便利性。前述已知宽钢管柱、钢梁采用标准化截面，可以直接按标准规格订购，工厂内构件的加工也有很大的便利。

与传统箱型柱、钢管混凝土柱的加工不同，钢柱的加工无需在工厂内分段再组焊，由于节点简便，只需要在宽钢管上开插板槽孔以及端部铣边，即可完成钢结构的主要加工作，进入除锈防腐流程。与传统钢构件的下料、组立、装配、焊接等多道工序相比，简化了制作工序和难度。

梁柱连接节点的构造，与传统隔板连接的熔透焊、电渣焊相比，无隔板梁柱刚接节点的构造简单，主要通过角焊缝连接，可以简化制作的难度，同时可以将对接焊缝转化为延性较好的剪切焊缝，对节点受力有利。

5 隐式框架钢结构住宅体系的工程实践

铁木辛柯隐式框架钢结构住宅体系以其优越的结构性能、

较为经济的用钢量、便利的加工制作方法以及符合规范便于审图的结构体系，在国内各地市的应用中得到了政府主管部门的认可与支持。目前已经在云南、四川、河南、山东、山西、浙江等十二个省市的二十多个项目中得到应用，总应用面积超过150万平方米。

以应用面积较大、较为典型的几个项目为例，介绍隐式框架钢结构住宅体系的工程实践情况。

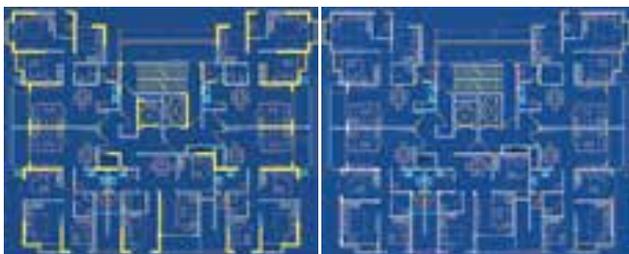
5.1 昆明大冲城中村改造项目

昆明大冲“城中村”改造项目建礼家园-23#楼，位于昆明经济技术开发区大冲社区，23#楼位于该地块的西南区域，是一幢板式高层住宅建筑，地下1层，地上24层，结构屋面标高为72米，建筑高度77.1米。

23#楼结构体系采用隐式框架钢结构住宅体系，与23#楼同户型的有五幢混凝土结构，采用混凝土剪力墙结构体系。图9给出了混凝土结构和钢结构的平面布置图，可以看出，钢结构方案中，原来的混凝土剪力墙都改为了填充墙，用户室内布局更加灵活多变。本项目节约工期约1/3，建筑总造价与混凝土结构基本持平。



大冲城中村改造项目总体效果图



混凝土结构剪力墙布置图 钢结构竖向构件布置图

图9 总体效果图、混凝土结构与钢结构布置图

图10给出了建成后的室内效果比较，钢结构住宅的建筑适应性甚至好于混凝土结构。



钢结构完成后效果

混凝土结构完成后效果

图10 钢结构和混凝土结构完成后的室内效果

5.2 柳州莲花城项目

柳州莲花城项目，位于柳州市鱼峰区柳石路上，处于莲花立交桥匝道与柳石路的交叉处西北面。建筑单体包括2幢23层高层住宅，3幢18层高层住宅，3幢14层高层住宅，1幢11层高层住宅，以及1幢六层的多层住宅；整体设置2层（部分1层）地下室。项目总建筑面积15万平方米。图11给出了项目整体效果图和6#楼结构平面图。可以看出，钢柱和钢梁可以很好的隐藏在建筑墙体内。

本项目由广西五建集团承建，项目中除了钢结构体系之外，还采用了预制混凝土飘窗、下沉式同层排水预制混凝土整体卫生间等技术。

装配式条板墙、预制楼梯等构件也在项目中得到了应用。该项目整体装配率达到89%，是广西省装配式示范项目。





图 11 柳州莲花城效果图与 6# 楼平面结构布置图



图 12 预制混凝土飘窗与预制混凝土下沉式卫生间

5.3 绿城凤起潮鸣项目

绿城凤起潮鸣项目，是绿城集团在杭州开发的第三个钢结构住宅。项目位于杭州市中心下城区凤起路和环城东路交叉口，总建筑面积 14 万平方米。为豪华精装修设计，在建筑设计阶段，就采用 Bim 技术、钢板组合剪力墙与隐式框架体系的组合，与精装修、幕墙设计完美的整合在一起，是钢结构绿色建筑顶级高端楼板的杰作，宣告着装配式钢结构建筑在顶级高端楼盘已有一席之地。



图 13 绿城凤起潮鸣钢结构住宅项目

6 总结

通过本文的介绍，铁木辛柯隐式框架钢结构住宅体系通过对目前常见钢结构体系存在问题的改善创新，从体系构成、构件形式、连接节点等方面进行了改进。介绍了隐式框架钢结构住宅体系在我国各地工程应用的案例情况。铁木辛柯隐式框架钢结构住宅体系，是目前国内众多钢结构住宅体系中的一种解决方案，具有工业化程度高、产品标准化与工业化、符合规范便于审图、制作简单便利、节约造价等优点，可以为业内装配式钢结构住宅的工程项目提供一种应用参考。

第一作者简介

王彦超，博士后，高级工程师，现任杭州铁木辛柯建筑设计事务所研发总工程师

大体积复杂桁架结构施工技术

周元

(四川省装配式建筑产业协会, 成都 610041)

摘要

成都万达城展示中心外造型钢结构为三层三片花瓣状弧形桁架, 位于钢框架结构与玻璃幕墙结构之间, 且大部分构件为带相贯口的弧形杆件, 采用分块吊装的施工方法, 其分块单元为大体积复杂桁架结构, 现场拼装及吊装难度大。通过分析论证, 采用分阶段拼装、双机抬吊翻身、分块吊装、套管调节等施工措施, 确保分块桁架的拼装精度, 实现分块桁架的精准吊装对位, 顺利完成施工。

关键词

弧形桁架; 大体积桁架; 分块吊装; 精准对位

CONSTRUCTION TECHNOLOGY OF LARGE VOLUME COMPLEX TRUSS STRUCTURE

ZHOU Yuan

(Assembled Building Industry Association of Sichuan, Chengdu 610041, China)

ABSTRACT: Outside the shape of steel structure in Chengdu Wanda City Exhibition Center is the three layer of three petal shaped curved truss. It is located between the steel frame and the glass curtain wall structure, and most of its members with intersecting mouth curved bar. With the construction method of block hoisting, the block unit is large volume and complex truss structure, and it is difficult to assemble and hoisting in the field. Through analysis and demonstration, the construction measures such as assembling in stages, lifting up and turn over by double crane, hoisting in a block unit, casing connection and other construction measures are adopted to ensure the assembling accuracy of the block truss, and achieve the precise hoisting and alignment of the block truss, so as to successfully complete the construction.

KEY WORDS: curved truss; large volume trusses; lifting block; accurate positioning

1 工程概况

成都万达城展示中心位于都江堰市青城山大道与玉府路交叉口东南角。本工程为其外造型钢结构，呈三层三片花瓣状，位于主体钢框架结构与外挂玻璃幕墙结构之间，玻璃幕墙采用曲面彩釉玻璃，呈粉红色芙蓉花造型效果，如图 1。



图 1 工程效果图

本造型结构依附在主体钢框架之外，结构最大高度约 18.420m，结构投影尺寸约为 85m×82m，为上中下三层独立结构，每层结构为三片连体花瓣造型。其中，上层和中层结构较为简单，为单杆梁柱支撑体系，下层结构较为复杂，由平面弧形桁架、环向联系桁架、环向联系杆和径向联系杆等组成。下层结构模型如图 2。

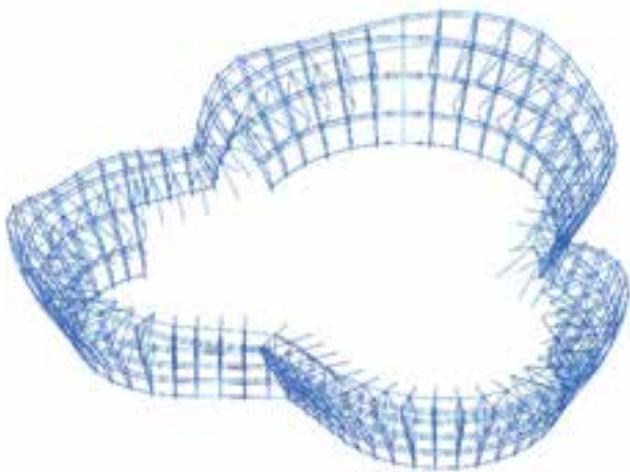


图 2 下层结构模型图

下层造型结构主要材料截面规格为圆管 P60×5、P121×8、P133×8、P140×6、P168×10 等，材质为 Q345B。下层结构节点均为相贯焊接节点，与主体框架结构钢梁及基础预埋板焊接连接。下层结构典型块单元三维模型图如图 3。

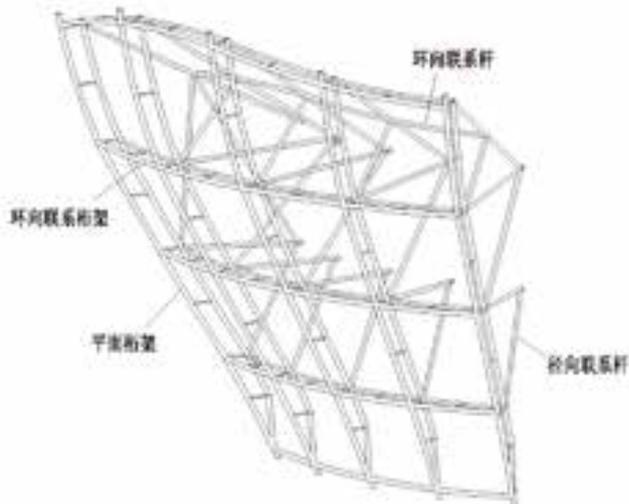


图 3 典型块单元三维模型图

2 施工重点与难点

(1) 现场施工作业面狭窄，造型结构位于主框架结构和外玻璃幕墙结构之间，同时造型结构与主框架结构、外玻璃幕墙结构同步流水施工，形成立体交叉作业，给施工造成极大困难。

(2) 结构造型独特，属大体积复杂桁架结构，主要构件为弧形圆管相贯杆件，尤其是环向联系桁架亦为弧形桁架，弧形杆件曲率大小不一，结构高低分布，测量定位与加工安装精度控制难度大。

(3) 杆件重量较小，但数量众多，达 3000 根以上，且各杆件规格各异，现场拼装工程量较大。

3 施工方案及技术要点

3.1 方案概述

(1) 施工方法与施工顺序：综合施工现场状况与结构自身特点，最终决定采用“大型履带吊自上至下、逐层精确定位分块吊装”的施工方法进行造型结构安装。

(2) 施工机械：采用 100t 履带吊在场地外围进行分块吊装施工，采用 50t 履带吊负责大体积桁架结构的辅助翻身和起吊，另采用 3 台 25t 汽车吊负责桁架结构的地面拼装作业。

(3) 现场拼装：除平面桁架在工厂加工外，其余吊装单元均在现场进行拼装，同时受下层造型结构特性影响，下层造型结构采用分两阶段进行现场组装，即第一阶段组装成平面桁架结构，第二阶段组装成空间大体积桁架结构。

(4) 加工运输：杆件相贯线下料、弯圆及弧形平面桁架、联系桁架的拼装等均在工厂加工，平面弧形桁架、联系桁架等最大长度不超过 18m，基本满足公路运输要求。

3.2 分块方案

下层造型结构由分布在 T、R、U 三区内的 71 榀形态各异的平面桁架、环向联系桁架、环向联系杆、径向联系杆等组成，为大体量复杂桁架结构。

综合考虑吊机起重能力及平面桁架长度，造型结构分块尺寸控制在 $18\text{m} \times 18\text{m}$ 以内，分块重量控制在 20t 以内，据此核算，每个分块单元最多包含 5 榀平面桁架。具体分块方案及分块重量，如图 4。平面桁架在工厂加工，环向联系桁架及联系杆散件打包运输至现场。

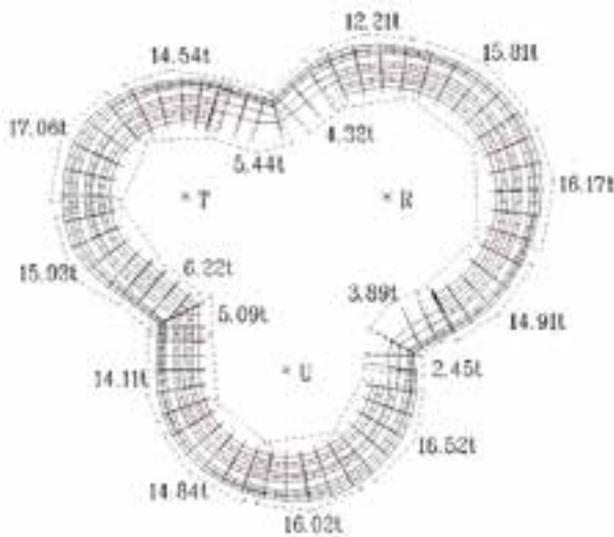


图 4 分块方案图

3.3 关键技术流程

3.3.1 分阶段拼装

根据分块方案，现场地面拼装单位为复杂立体杆结构，其拼装需分阶段设置拼装胎架分别进行组装。

第一阶段：搭设平面拼装胎架，将平面桁架与径向杆件拼装成面单元，拼装流程如图 5。

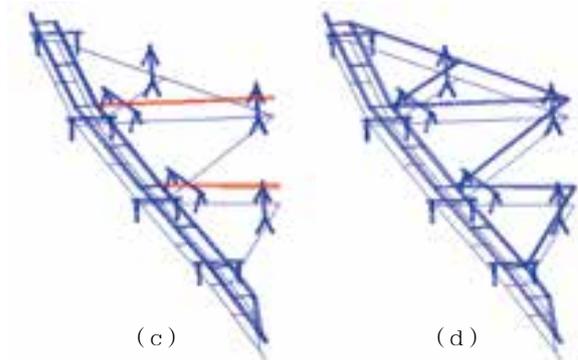
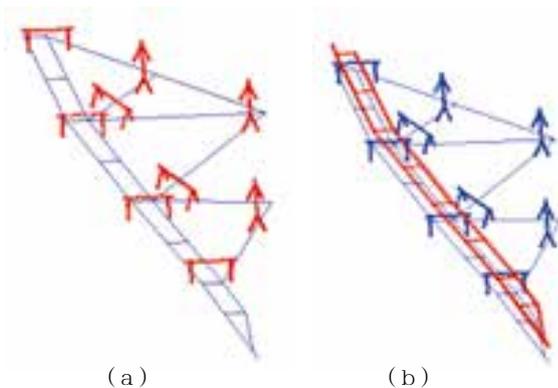


图 5 第一阶段拼装流程示意图

(a) 地面平整、测量放线及胎架设置；(b) 弧形平面桁架就位复测；(c) 径向联系杆安装；(d) 拼装完成后进行复测、校正后焊接。

第二阶段：搭设立体拼装胎架，将第一阶段拼装完成的面单元转运到立体拼装胎架上，与环向联系桁架、环向联系杆组装成块单元，将块单元作为吊装单元。拼装流程如图 6。

为保证拼装安全及测量方便，第二阶段拼装采用卧式拼装，即块单元中中间榀桁架垂直大地放置。

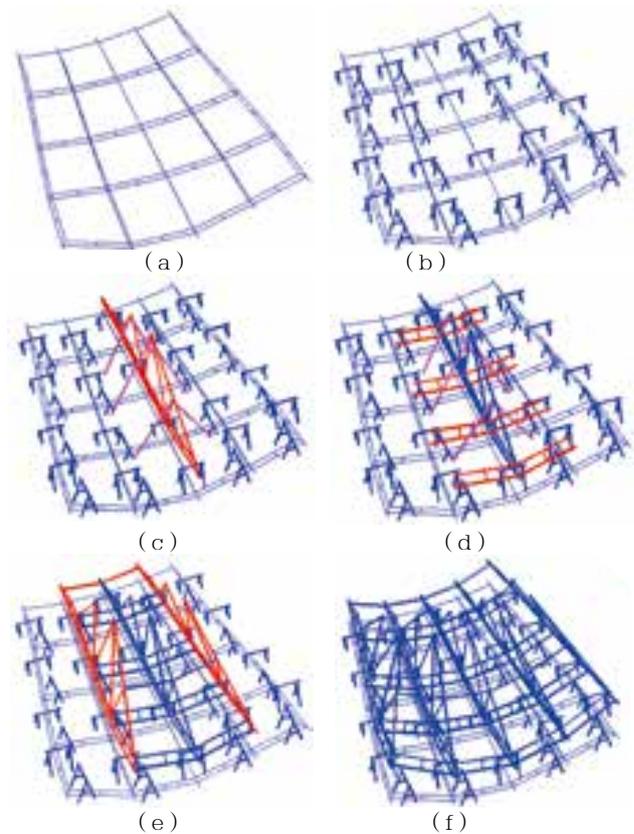


图 6 第二阶段拼装流程示意图

(a) 地面平整、测量放线; (b) 设置胎架; (c) 中间榫平面单元就位, 并设置临时支撑; (d) 环向联系桁架安装就位; (e) 相邻两榫平面单元安装就位; (f) 由中间向两边依次类推, 完成拼装, 并进行复测、校正后焊接。

3.3.2 抬吊翻身

因吊装单元为大体积块单元, 其杆件截面较小, 数量较多, 构成较为复杂, 块单元的重量分布较为均匀, 因此, 为确保吊装时姿态调整及吊装结构杆件不发生变形破坏, 采用双机抬吊翻身, 即采用两台主次吊机同时起吊, 并在空中接力, 将块单元由拼装时卧式姿态调整为立式姿态, 便于安装就位, 如图 7。



图 7 双机抬吊翻身

3.3.3 分块吊装

分块吊装单元为大体积复杂桁架结构, 在安装就位后呈外倾斜姿态, 且单个块单元与主体结构、支座预埋板最多有 15 个现场对接点, 且 15 个对接连接点分布不在同一平面内, 其中与支座预埋板连接的 5 个对接点在同一平面内呈弧线分布, 与主体结构连接的 10 个对接点分布在同一柱面, 同时本工程造型结构安装时主框架玻璃幕墙正同步施工, 且部分区域玻璃幕墙已安装, 造型结构的安装对接施工如同穿针引线, 施工难度较大。因此, 确保吊装单元在吊装过程中的姿态, 对提高施工效率, 确保对接点准确就位, 尤为重要。

为确保分块吊装时吊装单元保持理想的就位姿态, 应利用块单元三维实体模型, 测量出其重心位置, 并根据重心位置合理选择吊点, 通过在钢丝绳上设置倒链调整绳长, 确保吊钩位置与块单元重心近似重合。

同时, 选择合适的控制点就位顺序, 先通过在底部柱脚设置牵引绳, 使 5 个底部对接点中的中间榫支座点先就位, 再通过吊机起吊摆动, 使上部 10 个对接点缓慢靠拢, 并通过设置对接套管, 微调使吊装单元安装就位。如图 8、图 9。

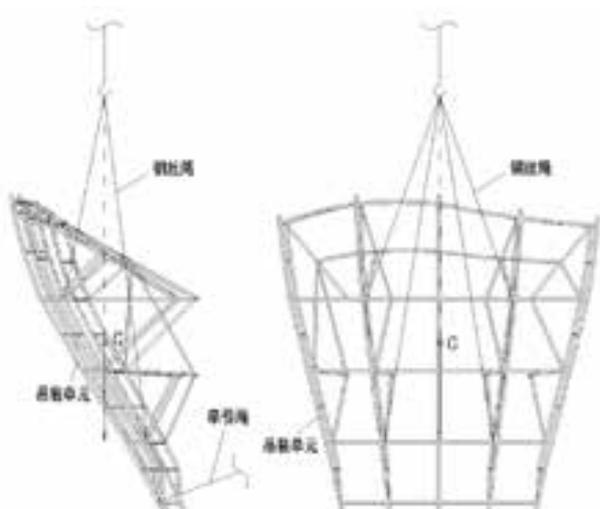


图 8 吊装示意图



图 9 现场吊装图

3.3.4 套管调节连接

为提高安装对接效率，确保块单元的安装精度，在径向联系杆端设置套管，用于调节联系杆长度，便于多节点对接施工。同时，块单元之间的环向桁架补装为嵌入方式安装，弦杆为两端带相贯口的弧形杆件，嵌入安装难度大，因此在环向桁架两根弦杆的同一端设置套管，用于调节弦杆长度，便于环向桁架的补装。如图 10。

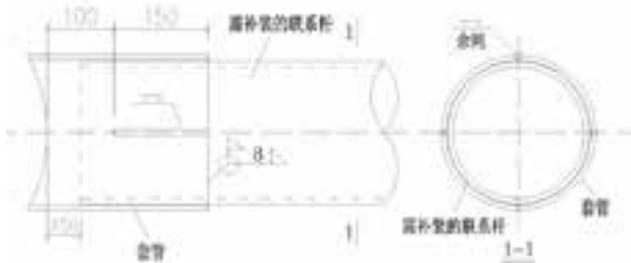


图 10 套管连接示意图

3.4 施工质量控制措施

本工程是介于主体框架结构与外玻璃幕墙之间的造形钢结构，其安装精度要求较高，而带相贯口的弧形杆占总构件数量的一半以上，其加工与拼装难度较大，因此施工过程中的施工质量控制措施，尤为重要。

3.4.1 测量精度控制措施

施工测量是工程施工的第一步，也是最重要的环节。本工程为弧形造型结构，较一般桁架复杂，因此在制定测量措施时应注意：

(1) 合理选择测量控制点：选择两相邻连接构件的连接点和弧形轮廓线的中间点作为测量控制点，如在平面弧形桁架上选择测量控制点时，应尽可能选择平面弧形桁架与环向弧形桁架、径向联系杆的连接点作为控制点，在平面弧形桁架和环向弧形桁架上选择弧长的中点作为控制点；同时为了尽可能减小测量误差，且方便测量放线，应尽可能选择杆件外表面的象限点作为测量控制点。

(2) 增加测量定位控制点：本造型结构的环向联系桁架较一般结构联系桁架不同，其联系桁架不允许采取以直线代替圆弧的做法，仍要求采用弧形桁架，因此，须在弧形联系桁架的弦杆弧长中点增设测量控制点，以保证弧形桁架结构定位的正确性。

(3) 确保测量控制点的连续性：本工程采用分块吊装的施工方法，块单元在安装前须经弧形桁架工厂拼装、弧形桁架在现场分两阶段拼装成吊装块单元等三次拼装，因此为了减小测量误差，避免测量控制点的随意变换导致测量误差累计，应

在拼装前，统筹选取三次拼装的测量控制点，使测量控制点保持连续性，在现场拼装时应先按上一次拼装的就位控制点在本次拼装胎架上进行复位，并以此作为本次测量的参照点。

3.4.2 加工安装精度控制措施

本工程中出现的带相贯口的弧形杆件的加工和安装精度，是影响整个造型结构施工精度和安装质量最主要的因素，因此，应予以特别关注。

影响带相贯口的弧形杆件加工和安装精度的因素较多，主要有：

(1) 相贯口切割 带相贯口的弧形杆加工通常先采用数控相贯线切割机进行相贯切割下料，再采用顶弯机进行弯弧的加工工艺。相贯口切割时，应保证管件被牢牢夹紧，若出现松动，则易出现相贯口错口，两端相贯口不对应等问题，影响后续安装质量。

(2) 弯弧加工 本工程杆件弯弧加工采用油压机顶弯工艺，应考虑杆件回弹、弯弧方向与两端相贯口位置不匹配等问题，从而影响弯弧加工的质量及现场安装质量，因此应采取适当增加杆件弯曲度，抵消回弹量，严格控制弧形杆件曲率，尤其是弧形杆上测量控制点的位置，同时还应严格控制相贯口与弧面的相对位置关系。

(3) 拼装与安装 环向弧形桁架因其弦杆两端带有相贯口，且其弯曲面与平面弧形桁架弦杆切线不垂直，因此即使其弦杆两端相贯口相同，其弦杆两端不能互换和混装，应在加工及拼装过程中应对环向弧形桁架弦杆左右端进行标记，同时通过补测弦杆弧长中点等措施，确保拼装与安装质量。



图 11 现场吊装



图 12 工程完工效果

4 结语

通过工程实践，针对大体积复杂造型钢结构，采用“大型履带吊自上至下、逐层精确定位分块吊装”的施工方法，同时采取分阶段拼装、双机抬吊翻身、分块吊装、套管对接等施工

措施，确保造型钢结构的施工安装精度，同时在加快施工速度的同时，减少了对主体结构、外幕墙结构交叉施工的影响，为同类工程的施工积累了经验。

参考文献

- [1] 张利. 大跨度钢结构屋盖分块吊装施工技术 [J]. 建筑施工. 2011(06)
 - [2] GB50205-2001 钢结构工程施工质量验收规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2001
 - [3] GB 50017-2003 钢结构设计规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2003
-

成都市装配式政策演变及中海熙苑二期 装配式设计实践

郭丰涛，卫江华

(成都基准方中建筑设计有限公司，成都 (610021))

摘要

随着国家及各地方政府对装配式的政策力度不断加大，装配式项目也逐渐增多。中海熙苑二期项目是成都市第一个商品房装配式项目。本文简单梳理了目前成都市装配式有关政策要求及计算方法。并结合中海熙苑二期项目设计实践，梳理了装配式项目从装配方案的确定到施工图设计，再到预制构件深化设计，最后到审图的全过程设计中的一些要点。在此，将实践得到一点体会与大家分享。

关键词

装配式建筑、建筑工业化、预制装配率
作者简介：郭丰涛，本科，高级工程师。

1 概述

伴随着中国经济社会的发展需要，2013年国务院1号文件《绿色建筑行动方案》首次提出大力推进建筑产业化以来，住房和城乡建设部多次发文要求大力推广建筑产业化，而且力度越来越大。2016年2月22日：中共中央国务院提出：力争用10年左右时间，使装配式建筑占新建建筑面积的比例达到30%。2016年9月14日：国务院总理李克强主持召开国务院常务会议，决定以京津冀、长三角、珠三角城市群和常住人口超过300万的其他城市为重点，加快提高装配式建筑占新建建筑面积的比例。2017年3月23日：中华人民共和国住房和城乡建设部制定了《“十三五”装配式建筑行动方案》《装配式建筑示范城市管理办法》《装配式建筑产业基地管理办法》。

建筑行业现状：环境污染严重、资源浪费严重、生产方式落后、劳动力资源不足。装配式建筑优势：可以提升建筑质量、可提高效率、节约材料、节能减排、节省劳动力、缩短工期。因此，发展装配式建筑是绿色、低碳、可持续发展的必然要求。装配式建筑：指用预制的构件在工地装配而成的建筑。建筑工业化：指通过现代化的制造、运输、安装和科学管理的生产方式，来代替传统建筑业中分散的、低水平的、低效率的手工业生产方式。它的五个重要标志就是设计标准化、生产工厂化、施工装配化、装修一体化、管理信息化。例如图1所示：



图1 建筑工业化五个重要标志

2 工程简介

中海熙苑二期项目是成都市第一个商品房装配式项目。项目总建筑面积约89000m²，由3栋18层住宅、2栋多层商业及地下2层车库组成，其中住宅部分采用了装配式。建设条件要求：建筑高度在100m以下的住宅全部按照装配式建设，预制装配率不低于30%。

项目如图 2 所示:



图 2 中海熙苑二期实景图

3 成都的工业化政策变化:

2015 年: (招拍挂) 建设条件通知书: 建筑高度在 100m 以下的住宅全部按照装配式建设, 预制装配率不低于 30%。

2016 年 3 月 23 日: 川府发〔2016〕12 号文:

到 2020 年, 装配率达到 30% 以上的建筑, 占新建建筑的比例达到 30%;

2016 年 5 月 25 日: 成府发〔2016〕16 号文:

到 2018 年, 全市房建工程项目单体建筑预制装配率不低于 20%, 新建政府投资项目单体建筑预制装配率不低于 30%; 到 2020 年, 全市房建工程项目单体建筑预制装配率不低于 30%;

2017 年 1 月 5 日: 成建委〔2017〕6 号文:

总建筑面积小于 2 万平方米的公共建筑项目和总建筑面积小于 20 万平方米的居住建筑项目, 单体建筑预制装配率应不低于 20%; 政府投资项目、总建筑面积大于 2 万平方米 (含) 的公共建筑项目和总建筑面积大于 20 万平方米 (含) 的居住建筑项目单体建筑预制装配率应不低于 30%。

2017 年 6 月 13 日川办发〔2017〕56 号

到 2020 年, 全省装配式建筑占新建建筑的 30%, 装配率达到 30% 以上, 其中五个试点市 (成都、乐山、广安、眉山、西昌) 装配式建筑占新建建筑 35% 以上。

2017 年 10 月 1 日起施行: 《成都市建筑绿色设计施工图审查技术要点 (2017 版)》

2018 年 1 月 1 日起施行: 成建委〔2017〕583 号截止 2018 年 1 月 1 日, 全市范围已取得土地, 土地出让建设条件未含绿色建筑建设要求且未完成施工图设计文件并联审批的房建工程项目。根据: 583 号文, 2018 年 1 月 1 日起“一刀切”,

成都所有项目因为“绿建”的原因均要做装配式。且强调工业化生产的预制构件占比达 15%。

2018 年 3 月 9 日补充“一刀切”的两个重要时间节点: 关于绿建: 2015 年 1 月 1 日前拿地如土地条件无要求可不执行绿建要求关于装配式: 2016 年 6 月 25 日前拿地如土地条件中无要求可不执行装配式要求, 之后取得的土地均需要执行。

4 成都预制装配率计算办法变化

2014 年 11 月 27 日: 预制装配率 = 预制构件混凝土体积 ÷ 全部构件混凝土体积

2016 年 3 月 23 日 (成建委〔2016〕115 号): 单体预制装配率 = ±0.00 以上预制构件体积 ÷ 全部构件体积 (含非混凝土墙体)

2017 年 11 月 30 日: 建委讨论了预制装配率计算规则: (未正式发布) 实际项目中对成建委〔2016〕115 号及《成都市建筑绿色设计施工图审查技术要点 (2017 版)》实行双控。解读: 在计算单体预制混凝土构件体积比时: 分子包括预制的叠合梁、叠合板 (含现浇部分)、柱、剪力墙、阳台、楼梯、外墙等预制部分, 分子不含非钢筋混凝土部分 (如轻质内隔墙)。分母不包括构造柱、圈梁、过梁和非钢筋混凝土部分 (如轻质内隔墙) 在计算单体预制装配率时: 分子包括在工厂或现场预先制作的构件, 如墙体、梁柱、楼板、楼梯、阳台、雨棚等 (包括轻质内隔墙)。分母包括预制构件在内的所有构件 (含非混凝土墙体)。

2018 年 4 月 4 日: 川建建发〔2018〕300 号 四川省装配式建筑装配率计算细则 (试行) 中单体建筑装配率应根据建筑类型对应表 1、2、3 中的

分值计算:

$$P = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{100} \times 100\%$$

式中: P —— 单体建筑装配率;

Q 1 —— 主体结构系统指标实际得分值;

Q 2 —— 外围护系统指标实际得分值;

Q 3 —— 内装系统指标实际得分值;

Q 4 —— 管线及机电设备系统指标实际得分值;

Q 5 —— 其他指标实际得分值。

5 预制装配率计算

预制装配率计算之前首先进行构件拆分, 构件拆分后, 分别统计各构件的体积, 计算预制装配率。好的装配方案既能满足政府要求, 又可以为客户节省成本。方法一: CAD+EXCEL

，缺点：太浪费时间、精度不高。方法二：采用 Revit 统计法，直接将结构模型和建筑图纸导入 Revit 模型，并且将构件明细表导出，一键计算预制装配率”的简便方法。

6 确定装配方案

确定装配方案时需要综合考虑：政策要求、甲方要求、设计需要。政策要求：建筑高度在 100m 以下的住宅全部按照装配式建设，预制装配率不低于 30%。甲方要求：公共区域、用水房间（厨房、卫生间）楼板不考虑装配设计需要；装配式混凝土相关规程、标准要求。本项目 T5 户型预制装配率统计表详见表一。由于本项目设计时间是在 2015 年底到 2016 年，正好处于预制装配率算法的调整阶段。老规代表的是：2014 年 11 月 27 日市建委发布的算法；新规代表的是：2016 年 3 月 23 日（成建委〔2016〕115 号）。

PC 类型	方案一		方案二		方案三		方案四	
	老规	新规	老规	新规	老规	新规	老规	新规
预制剪力墙					5.44%	8.11%	18.79%	
外墙板			2.40%	5.51%	12.8%	12.8%	12.8%	
内墙板	18.96%	16.37%	28.51%	16.37%	18.96%	16.37%	16.37%	
凸窗								
阳台								
叠合梁							0.58%	0.58%
叠合板			10.33%	9.14%	10.60%	9.14%	9.14%	9.14%
空调板								
楼梯			0.18%	0.29%	0.34%	0.29%	0.29%	0.29%
轻钢施工	15%	15%						
标准层合计	33.96%	31.37%	31.67%	31.30%	29.92%	44.03%	57.97%	57.97%
T5 合计	33.96%	31.37%	30.62%	30.47%	29.31%	42.79%	56.15%	56.15%

表 1 T5 户型预制装配率统计表

方案一：各栋均采用铝模板 + 内墙板

方案二：各栋内墙板 + 叠合板 + 楼梯足部分各栋采用预制外墙。

方案三：2、3 号楼仅采用内墙板 + 叠合板 + 楼梯。不足部分在 1 号楼解决：1# 采用：内墙板 + 叠合板 + 楼梯 + 预制阳台 + 预制外墙 + 预制剪力墙

方案四：2、3 号楼仅采用内墙板。不足部分全部在 1 号楼解决：1# 采用：内墙板 + 叠合板 + 楼梯 + 预制外墙 + 预制阳台 + 预制剪力墙 + 叠合梁。

最终选择方案三，一号楼预制装配率达到 45%。

7 成都一般项目装配顺序

内墙条板 > 预制楼梯 > 叠合板 > 预制空调板 > 预制梁 > 预制外墙 > 预制剪力墙（柱）

应遵循的原则：优先考虑内墙条板；其次是水平构件（如楼梯、楼板）、再考虑竖向非承重构件（如非结构外墙）、最后才考虑竖向承重构件（如：剪力墙、柱）

误区

误区：“装配式项目设计主要是结构专业的预制构件深化设计”。装配式应该是全专业、全产业链的装配式，设计应从方案阶段就要融入标准化的设计思维。强调各专业、各单位的协同设计。

8 装配式施工图计算软件

建模计算时，可以采用目前常用的各类设计软件，包括 SATWE、MIDAS、ETABS、YJK 等。采用的各种参数与现浇结构计算基本相同。连梁刚度折减系数、楼面梁刚度放大系数等与现浇结构相同。

9 工业化项目施工图设计与现浇结构的差别

荷载不同

如：本项目内墙采用改性石膏条板，荷载与空心砖不同。外墙采用混凝土外墙，荷载与多孔砖不同。

内力调整的不同：同一楼层现浇剪力墙与预制剪力墙同时采用时现浇部分剪力墙内力放大 1.1。

多层剪力墙位移角限值不同：多层剪力墙位移角 1/1200。

房屋最大适用高度不同：

竖向构件全部为现浇且楼盖采用叠合梁板时，房屋最大适用高度同现浇混凝土结构。剪力墙采用装配时，高度降低 10~20 米。

增加接缝的受剪承载力计算

叠合梁板厚度与现浇梁板要求不同

梁箍筋形式不同。

不是所有地方都适合装配：剪力墙底部加强

区、地下室顶板、框支层及相邻上一层、转换柱、转换梁及抗震性能重要部位宜采用现浇

增加两种钢筋连接方式：套筒灌浆连接、浆锚搭接连接

提前考虑预制构件的堆放荷载，等等。

10 装配式结构专业施工图增加设计内容

根据《装配式混凝土结构建筑工程施工图设计文件技术审查要点》

(1) 结构设计说明

1、预制构件种类、制作和安装施工说明，包括对材料、质量检验、运输、堆放、存储和安装施工要求等；

2、预制构件制作详图的深化设计要求，包括预制构件制作、运输、存储、吊装和安装定位、连接施工等阶段的复

核计算要求和预设连接件、预埋件、临时固定支撑等的设计要求。

(2) 结构施工图

应根据建设项目的具体情况，增加如下设计内容：

- 1、预制构件的平面布置图，包括预制构件编号、节点索引、明细表等内容；
- 2、预制构件模板图；
- 3、预制构件配筋图；
- 4、预制构件连接构造大样图；
- 5、建筑、机电设备、精装修等专业在预制构件上的预留洞口、预埋管线、预埋件和连接件等的设计综合图；
- 6、预制构件制作、安装施工的质量验收要求；
- 7、连接节点施工质量检测、验收要求。

11 施工图审查

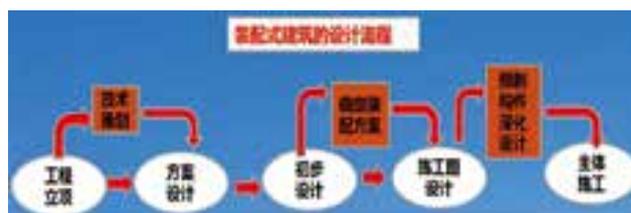
国家及成都市装配式混凝土建筑工程施工图审查要点均提到：本要点内容仅涉及装配式混凝土结构施工图设计文件审查。其中国家技术标准还提到：当提交审查的施工图为结构施工图和预制构件制作详图合一时，可根据本要点对属于结构施工图的内容进行技术审查。对于预制构件制作详图的审查目前尚不明确。

12 施工图设计阶段常见的问题

- (1) 设计方法不合理，仍按现浇结构设计再拆分；
- (2) 预制构件布置方案设计不合理，未考虑生产、施工等影响因素；
- (3) 图纸深度不足，关键连接节点做法未明确……

13 装配式建筑的设计流程

通过本项目我们总结出装配式建筑的设计流程。在原施工图设计过程中增加了 3 个环节。



14 结语

由于现在装配式项目越来越多，对于装配式的项目该如何设计是我们广大设计师不能回避的问题。虽然，反对装配式的声音也是此起彼伏。但用发展的眼光来看，发展装配式的大趋势是不可阻挡的。当然，目前暴露出来的问题更是需要我们去思考，需要我们去想办法去解决的，而不是采取简单的回避。通过本案的分析，得到的一点经验，希望对大家有所帮助。

参考文献

- [JGJ1-2014: 装配式混凝土结构技术规程 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014.
装配式混凝土结构建筑工程施工图设计文件技术审查点, 2016

科逸整体浴室在工业化内装的应用与实践

——以首开寸草养老项目为例

四川科逸建材有限公司

|| 引言 ||

近年来，随着我国住宅产业化的迅速推进、精装修交房比例大幅提升以及装修人工成本的迅猛增长，住宅工业化发展迅猛。其中，作为住宅产业化的重要组成部分，工业化内装也获

得较快发展，形成了工业化内装体系，与传统内装方案的优势也逐步显现，成为住宅产业化的亮点。尤其是在既有住宅的改造方面，工业化内装更显现出无与伦比的优势。本文将首开寸草养老项目中卫浴空间的工业化内装改造为例，探索工业化内装在既有建筑改造中的应用。

1 项目简介

随着我国经济的快速发展，人口寿命逐步延长，我国老龄化程度逐步加深，截至 2016 年，我国 60 周岁以上的老年人口占总人口的比重已达 16.7%，如何在应对人口老龄化挑战的同时，为失能失智老人提供医疗护理和医护型养老床位、为独居空巢老人提供居家服务和生活支援，以满足老年人日益增长的物质文化精神需求，成为摆在养老事业发展面前的重要问题。

在这样的背景下，北京首开与众多行业领先企业合作，秉承“城市复兴”和“城市融合式养老”理念，以先进的 Open Building 开放建筑理念和 SI 建筑体系（即支撑体 Skeleton 与填充体 Infill 完全分离）为基础，结合工业化内装体系，打造出全国首个复合介护型养老设施示范项目，也是响应“十三五”国家老龄事业发展和养老体系建设规划，全面增进老年人福祉建设的全国首个城市复合介护型养老设施示范项目。



图：SI 建筑体系示意图

2 工业化内装的概念和优势

工业化内装，是运用现代工业手段、现代工业组织和现代物联网技术，对住宅工业化生产装修的各个阶段的各个生产要素通过技术手段集成和系统的整合以及信息化管理，达到建筑的标准化，构件生产工厂化，住宅部品系列化，现场施工装配化，土建装修一体化，生产经营社会化，形成有序的工厂的流水作业，从而提高质量，提高效率，提高寿命，降低成本，降低能耗。从而实现了住宅装修部品的标准化、模块化、产业化和通用化，解决了传统住宅装修的诸多矛盾和问题，符合住宅产业化发展趋势和当今“低碳生态环保建筑”的理念。

与传统装修方式相比，工业化内装有着如下优势：

1、内装部品化——实现建筑材料标准化、通用化

将建筑主体和内装材料采用模数化分解，在工厂进行模数化生产，形成标准化、通用化的部品部件，运到现场进行组装，实现住宅部品的工业化生产和社会化供应。

2、设计一体化——居住功能的全优集约

从满足目标人群对居住功能的需求和面积空间的能效性要求出发，对住宅内部空间进行人性化、一体化设计，实现居住功能的优化和集约。

3、生产工厂化——部品部件品质稳定

住宅装修所有的部品部件，均进行模数化分解，在工厂进行工业化统一生产，现场干法组装，产品质量和装修工艺质量稳定均一，从根本上提升了住宅性能和品质。

4、施工装配化——快速、节能、环保

以现场装配式干法施工为主，装修周期短，人工成本低，劳动强度小，施工效率高；现场施工噪音小，施工材料损耗以及建筑垃圾少，节能节材，安全环保。

5、管理智能化——安全、舒适、便利

集成多种信息化技术，构建住宅设施与家庭日程事务的智能化管理系统，帮助居住者有效安排时间，增强家居生活的安全性、便利性和舒适性，实现环保节能的高舒适度居住生活。

6、全寿命周期——套型易于更新，适合多种家庭结构

管线分离式安装，户型可根据居住者不同的生命阶段进行调整，实现在住宅全生命周期中持续高效地利用资源、最低限度地影响环境，提高了社会资产的价值。

7、一站式采购——节约成本，全程无忧

所有部品部件科逸一揽子提供，一站式采购，减化中间环节，节约采购成本，实现预算 = 决算；全程跟踪服务，避免了传统住宅装修因为采购厂家众多而发生的相互推诿。

3 本项目中卫浴空间的工业化内装应用实践

具体到本项目，该项目选址亚运村，占地面积 1500 平方米，建筑面积 2300 平方米，项目凝结了多家实力雄厚的企事业单位，联合了众多知名设计制造单位，制定出高水平的项目设计和改造方案，明确了与建筑产业化相结合的先进技术路线，实现在既改项目和养老设施建设中两个首次采用装配式内装整体解决方案。而卫浴空间的设计和适老化部品应用，无疑是其中的重点之一。

众所周知，卫浴的装修是住宅装修中最复杂的环节之一，加上既有房屋建造时间较长，以及适老环境的特殊需求，卫浴空间的改造需要解决基础施工量大、安装施工时间长以及适老设备配置的问题。

在这种情况下，首开与工业化内装行业内领军企业——苏州科逸合作，提出整体浴室解决方案，开发出满足项目要求的全新适老化的集成整体卫浴产品，从而解决了上述问题。

首先，对于基础施工量大的问题，项目采用了同层排水技术等先进施工安装技术和新的施工工艺，有效降低了施工量。该工艺的应用，将卫浴空间的废水收集之后通过横排管道引导至主排水管，在本层内实现了污水的收集排放。这种技术的应用既有利于解决地板开洞等带来的工程量大、原防水设施被破坏带来的渗漏等问题，又有效降低了对下层的影响。

其次，对于安装施工周期长的问题，项目采用集成整体浴室解决方案，并与干法施工相结合，将卫浴的安装周期由传统的一个月缩短为 4~8 小时，显著提高了施工效率，缩短了安装施工周期。

第三，针对浴室的适老性配置问题，首开与科逸紧密合作，开发出全新的适老化集成整体浴室产品，从浴室整体设计到部品设计制造等多方面照顾老人群体的需求，充分体现了适老特

色。主要特色包括：

1、卫生间适当扩大尺寸，留有足够的护理空间及轮椅使用空间；



图：内部空间示意

2、采用平移门设计，方便轮椅等直接进入浴室，同时也方便在发生意外时及时开门护理营救；

3、采用高耐磨防滑的 SMC 底盘，触感细腻，防滑性能优良，极大地降低老人摔倒的可能。

4、取消普通整体浴室中的挡水条，采用不锈钢制成的止水带，有效解决卫生间排水问题，实现卫浴空间内无垂直型高低差；

5、坐便器、淋浴区都设置有安全扶手，方便老年人如厕、洗浴，节省体力；

6、在浴室内部设置有紧急报警按钮，老年人在使用浴室时一旦发生意外可按紧急按钮求助；



图：安全扶手和报警按钮

7、无障碍洗面台。洗面台台面深度 $\geq 600\text{mm}$ ，轮椅可直接进入洗面台下部，方便洗漱，台面两边镂空设计，可扶手可挂放物品



图：洗手盆示意图

8、助浴设备。对于老年人洗浴是件费力的事，淋浴座椅等助浴设备的使用，方便老年人坐着洗浴，大大节省体力，让洗浴变的轻松，同时提高了安全性。



图：助浴设备示意图

4 结语

除了卫浴空间外，该项目还采用了六面架空系统、轻质隔墙系统、工业化部品系统、集中管井系统、智能空气净化新风系统、健康部品系统、故障检修系统、干式地暖系统等工业化改造集成技术系统，这些内装工业化改造技术体系的分离式内装、高度集成部品的设计方法以及快速施工、干法作业的建造方式，不仅保证了建筑改造的高质量，更减少了对周围环境的不利影响，保留了再次改造的灵活性。项目成为在养老设施建设与既有建筑改造两个领域中首次全面实现建筑工业化建造方法和装配式内装部品集成的综合性示范，为我国既有建筑的工业化改造以及行业的发展提供了可供借鉴的典型示范。



图：项目中工业化内装系统的应用

四川省佳宇建筑安装工程有限公司 ——科学谋划 以质取胜 打造建筑施工硬名片

公司简介 综合实力强 人员素质高

四川省佳宇建筑安装工程有限公司，成立于1999年。企业资产总额10.8亿元，注册资金1.4亿元，系建筑工程施工总承包一级资质企业。公司综合实力强、社会信誉好，年施工能力达20亿元以上，是一支技术先进、装备精良、管理科学、经验丰富的施工劲旅。

公司拥有一支高学历、高素质的人才队伍，各类经营管理及专业技术人才达358人，70%以上具有大专及以上学历，员工平均年龄仅35岁左右。具有工程、经济、会计系列高中级职称人员80人；注册建造师58人，其中一级建造师24人、二级建造师34人；各岗位持证上岗人员220人。

资质荣誉 以品质赢得市场 用专业获得赞誉

公司具备建筑工程施工总承包一级、建筑装修装饰工程专业承包一级、电子与智能化工程专业承包一级、建筑机电安装工程专业承包一级、地基基础工程专业承包一级、消防设施工程专业承包一级、市政公用工程施工总承包二级、钢结构工程专业承包二级、建筑幕墙工程专业承包二级、防水防腐保温工程专业承包一级、古建筑工程专业承包一级、城市及道路照明工程专业承包二级、环保工程专业承包二级。

公司以诚信获得信誉，以质量赢取市场，历年来合同履约率均达100%，连续5年被四川省工商行政管理局直属分局授予“守合同重信用企业”称号，在四川省统计局四川建筑企业排位中排名靠前，并被主管部门授予“成都市质量管理先进单位”、“年度建设施工安全管理先进单位”、“年度重点优势企业”、“成都市建筑业年度先进企业”称号。

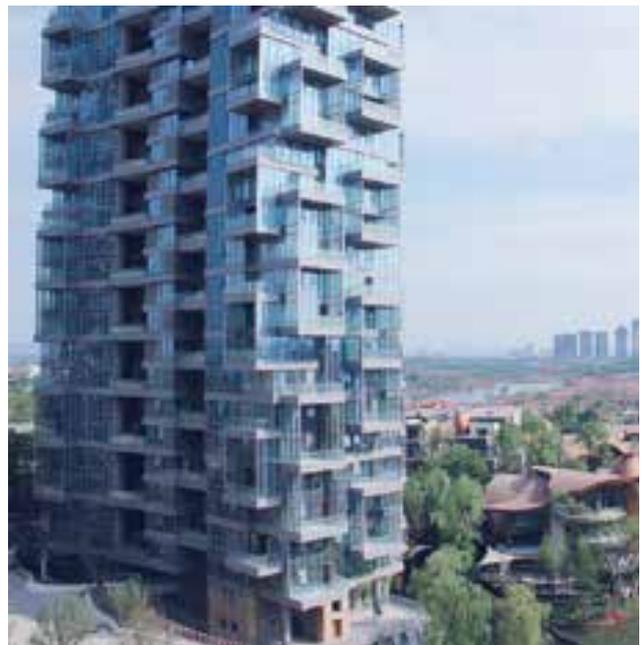
公司坚持按照高起点、高标准、规范管理、科学施工、塑造精品的思路运作发展，把先进的管理理念，科学的施工技术，良好的服务意识，扎实的工作作风体现在建造的精品工程上，以拓宽公司发展的新空间。优质结构工程和安全文明施工标准化工地是我公司现场施工的基本要求，目前荣获成都市“芙蓉杯”2个、“金蓉杯”1个，省“装饰奖”1个，“天府杯”1个。

规划发展 树竞争力强 优质服务型企业

近年通过严格管理，积极推动实现佳宇“五化”，即“经营结构多专业化、质量管理标准化、成本控制规范化、管理数据信息化、员工队伍建设常态化”，这也是公司的长期管理目标。

公司面向市场，把“一起创造、共同分享、和谐多赢”作为经营理念，以“干一个工程、树一座丰碑、拓一块市场、留一片赞誉”作为企业宗旨，努力实现工程建设管理水平高、建筑质量好、施工进度快、优质服务佳的企业目标。

展望未来，公司将坚持贯彻“以人为本，构建和谐企业”的理念，严格规范管理，建立现代企业制度，以生产经营为基础，加强自身建设，努力提升竞争力，将公司建设成一个在建筑施工领域上具有竞争优势的强优企业。



- 地址：成都市武侯区大石西路239号
- 邮编：610041
- 电话：028-86241177
- 传真：028-86247700

四川企客网络科技有限公司 ——工商、财税、资质一站式企业服务平台

解决需求 用服务致力于平台发展

四川企客网络科技有限公司（以下简称“企客网”），是一家专门解决企业经营发展疑难问题和提供双创服务的互联网平台，致力于为企业提供工商、税务、资质等领域疑难问题整体解决方案及一体化服务。

在先进的互联网理念指引下，企客网以“为企业解决问题”为使命、以“为企业提供全生命周期服务”为导向，凭借二十余年的行业积淀，秉承“全心全意为企业解决问题”的宗旨，积极发扬“开放、包容、专业、用心”的企业精神，积极开拓创新，充分结合“互联网+”，采取线上线下相结合的服务模式，快速响应用户需求，积极构建健全的服务体系，为企业提供实时在线服务、个性定制服务等，致力于打造一家开放的互联网服务平台。

双向共赢 以优质团队建“孵化”之家

公司位于成都市高新区 CBD 金融城中心，办公面积超过 2000 平米，拥有工商、财会、税务、资质等领域的专业人才 200 多名，其中注册会计师 5 人、注册税务师 3 人、注册金融分析师 6 人。公司以建筑资质代理、工商异常处理、税务争议解决、企业双创孵化为核心服务项目。在双创服务方面，企客网积极响应国家政策号召，以企客企客产业孵化园为基地，为企业提供创客办公工位的同时，提供工商注册、税务代办、资质办理、贷款融资、团队优化、市场指导等全方位孵化服务，助力企业健康、持续发展。



- 网址: www.scqike.com
- 咨询电话: 028-8885 8889
- 公司地址: 四川省成都市高新区益州大道北段 555 号
创新时代广场 3 号楼 19 层

文苑新天地

WENYUANXINTIANDI

从公司到家的距离

(肖穆迪)

从公司到家有多远？

公司位于宝山克东路涓浦路。

2003年，涓浦河畔，清风树影；涓浦路上，除了中冶的办公楼和职工公寓，就是涓浦路边的各大摊主，络绎不绝的操四川口音的人群，还有来来往往的穿梭的五冶人群……

家就在宝山涓浦路300弄的五冶职工公寓里面，公司就是家。

2004年7月1日，我们住进了真真实实的我们自己的房子，虽然首付8万是同事和同学借的，虽然房子的80%是银行的按揭。为了心中久久期盼的上海梦甩掉曾经的恐慌。这一步的实现仅仅因为我的一句玩笑（2004年五一，从未想过能买房

子的我，在中介门口挨个看售房信息，心想，反正看看不花钱。就这么一天天看，突然一条售房信息映入眼帘：一楼一室一厅带天井，已搭建，18万。财务科班出身，这个我还是会算的，首付不到6万，我们分工一人借三万……）玩笑即成人之美。虽然买到房子的时候，房价已经飙升到26万，虽然买不到一楼带天井的房子，但最终总算买了这套可以不用装修就可以硬搬进去住的顶楼老公房。不起眼的46平，在宝山的地段可以算得上黄金地段，仅一路之隔的东面是宝山实验学校，南面是广育小学，西面是黄金广场，北面是宝山中心医院。四周饮食、文化、商业、娱乐一应俱全。

46平的房子，除了狭小就是紧凑。是一套缺东南角的两



室户房子，厨房进门右边是开放式的厨房，北面窗户下是水槽，东面靠墙是灶具和切菜台面，西面靠墙是热水器和炊具台面，整个开放式厨房面积约4平方米，无冰箱位置，中间仅容一人转身。通道进来是一南一北2个房间，中间是洗手间。为了能放下孩子的洗澡盆，袖珍型的洗手间里马桶被改成尊便池，无洗衣机位置，正好家里还买不起这样家具。北面是3.1米*2.35米的小房间，整个面积7平余，留下了上家的一张床，搬进去一个冰箱。窗户外就是络绎不绝的菜市场人流和斤斤计较嘈杂不断的摊主们。带阳台的南面房间3.1米*4.3米，兼客厅、书房和主卧多种功能。一张大床、一台电视、一张沙发、一张茶几、一组衣柜。就在这个多功能房间里，电视机由29寸的大长虹（别人淘汰下来的）由厚变薄，“小猴子”从练习爬的第一天起，从地板到茶几，从沙发到床都成了训练场地；“小猴子”从会吃会嚼开始，床单被套沙发上汤汁油迹随处可见。两三年过去了，厨房添置了微波炉，阳台上多了一台洗衣机，电视柜里摆上了DVD和话筒，“小猴子”开始直立行走了，巴掌大的空间缺可以跳舞跳绳，开家庭演唱会，无限温馨。

从公司到家里距离，是三五分钟等车，十几二十分钟公交车的距离。

六楼的30年房龄的老公房常有渗水，日久天长，墙面脱落、漏水。加上“小猴子”的涂鸦，白色的墙面已经令人无法忍受，于是在男主人外派的2008年暑假，爸爸、弟弟和我开始重新刷墙面，把书架搬到了阳台上，把家里除了一张大床和沙发之外的所有东西都放在六层的公共区，就开始了长达两个月的刮

墙面、刷墙面、批腻子、刷涂料、铺地板……终于有了新变样。3.1米*0.9米的阳台一头是衣柜，一头是书柜，与主卧的墙打掉以后做成鹅卵石地面。电视机换成了液晶的，虽然小，但节省了空间，也有了放电子琴的地方。7平的小房间更有利用价值了：双层带踏步子母床靠墙，窗户下还有大大的书桌，靠墙一面还能放不少图书和小音箱等；还有一个大转椅，转过来就能读书写字，转过去腿就可以悠闲地翘在床上，站在踏步上就能爬到窗上看楼下人来人往，再转90°就能倒在小床上，斯是陋室，惟吾德馨，过的很悠哉。

从公司到家里距离，是十几分钟公交车或者一个起步价出租车的距离。

46平的房子，麻雀虽小，五脏俱全。值得一提的是窗外，窗下有棵笔直的叫不出来名字的树，个子最大的那棵，长的格外茂盛，高大挺拔，郁郁葱葱，厚实的叶子，圆润饱满的树冠，四季常青；而傍边的一颗相对秀气，但是枝叶婆娑，树叶绿的发亮；两棵树的周围有大大小小的小树苗，嫩绿的树叶长满了枝头，像小姑娘头上扎满了一个个绿色的蝴蝶结，枝叶像周围展开。一楼的大爷常种丝瓜，丝瓜藤爬满了树干、树枝和树叶。房子的东面是一条清净的团结路，单行线，多晚都有一些车辆停靠在路边，路灯总能把房子照得通亮，小房间常常不用开灯，也从来不用设闹铃，因为勤劳的菜场人们总会按时吆喝。

热闹的城市也有让人感觉格外安静的时候，户外的路灯也曾昏黄暗淡，黑夜也曾长得让人无法窒息。为人妻为人母的挫败和磨练让我一度敏感脆弱后又渐渐变得执着而淡然。

从公司到家的距离：开车，5-30分钟，经过5个红绿灯。

2014年，我和我的家人搬进了梦寐以求的大房子，离开了这个不起眼的46平的房子，最后卖给了一个跟我当年一样挺着大肚子快足月的下家。

公司依然位于克东路涓浦路。

2017年，涓浦河畔的高楼崛起，清风徐来，树影婆娑；涓浦路上，单车共享、随处摩拜；还有来来往往的穿梭的五冶人群……

从公司到家的距离：

开车：5-30分钟，经过5个红绿灯；

TAXI：一个起步，一个停车；

摩拜：10-15分钟，刚开始一元用车，如今几乎免费；

步行：30分钟，四千三百二十步，经过婀娜多姿的涓浦河、淡泊安定的北泗塘河桥、人声鼎沸的友谊路地铁站、恬静雅致友谊公园；一个来回，一天一万步很轻松。

从公司到家是健康0距离，是温馨0距离。

朋友

(徐兵)

第一次见到他，是在食堂里。只是坐在那里吃饭，却与众不同……

他中等身材，四方脸庞，肌肉结实，一身 MCC 的蓝工装更显的英俊。有时，他的脸庞也会露出一股稚气，显得格外的萌萌哒。在公司里偶尔打个照面，但也只是擦肩而过。时间一长，就成了熟悉的陌生人。

夏去秋来，再在公司里碰面时，彼此之间也只是点头一笑而过。

一个烈日正午，他手拿着冰镇的饮料迎面走来。只见他手一扬，一瓶饮料划着漂亮的弧线飞了过来。我没有丝毫的准备，勉强接住了饮料，并向他示意我不渴，饮料还是留着自己喝吧。可他不由分说，伸手一挡，像“黑旋风”李逵出阵拒我于千里之外，然后留给我一个厚重的背影。

后来的工作中，与他打交道的机会就多了。哪里的水管

子坏了，灯又不亮了，冰箱不制冷了，我总是去找他帮忙修理。无论他手上工作多忙，总是笑呵呵的说一会儿就来。在我的记忆里，他没有一次怨言。有一段时间，有了他的热情帮忙，我工作上顺利了许多，也温暖了许多。

秋日的下午，老远就看见他撅着屁股躬着腰在那抬东西，近了看，他在麻利的拆卸叉车。我们在休息间竹筒倒豆式的聊着，好像多年未见的老朋友。“你背部不舒服就让我给你按摩一下”，也不管我愿不愿意，肉嘟嘟大手就捂住了我腰部，隔着衣服我都能感受到他手掌的热度。手掌轻轻的在旋转、滚压，还不时地询问我的感受，俨然一副专业按摩师的样子。只见他深吸一口气，比我的小腿还粗的胳膊轻轻一用力，肉嘟嘟的大手就紧紧的贴住腰部，热能通过手掌穿透衣服浸入肌肤，扩散至整个背部，瞬间整个腰部就轻松舒软了许多。我伸了一下老懒腰，无比的轻松。“你腰或颈椎不舒服随时来找我”，我向他摆手表示感谢。

在路上，我总是在想，我只是一名普通员工，还有两年多就要退休回家了，还经常找他帮忙，他完全可以有许多理由推辞，或是让我去找其他人。他不但没有拒绝，反而张开热情的双臂迎接我。我庆幸遇见了他，我也因他的热情助人而感动。后来在公司党员光荣榜上看到了他的名字，才知道他原来不仅是热情助力的人，还是一名优秀的共产党员。

清晨，落叶在秋风中徐徐旋转、翻滚。上班的路上我们再次偶遇，一路骑行，一路说说笑笑。“呼”，一辆危险品车急驶而过，后面的“爆”字特别醒目。此时他嘴里发出嘭、啪声响，而后用力蹬了两下脚踏，笑得特别开心。到了公司里打卡时，我问刚才怎么这么高兴？“那个字让我想起了鞭炮、礼花，还有影院里的米花桶”，说着笑着，挥挥手屁颠屁颠的走进了车间。一个字、二个人，看到的一样，结果确是两样，一个是悲伤，一个是欢乐。不得不说能把这个字看出欢乐的人，心里一定装满阳光，工作积极向上，生活充满了正能量。

走进办公室，我哼着小调唱着情歌，擦桌子、拖地、泡茶……

我们早已成了朋友。

决眦入归鸟

(谢代柏)



一只鸟儿，静静的从城市的上空飞过，如飘逸的风筝，在高空轻吟呖语，久久盘旋，不肯离去……

一只鸟儿，匆匆而来，姗姗而去！有谁懂得，他归心似箭？有谁懂得，他难舍难分？

他深深的一句别离，绘黄了初春的柳絮；默默的一次流泪，凋零了尘世的烟雨；楚楚的一声呢喃，隐藏了岁月的痕迹。盎然季节，他随着春风沉沉睡去；那飘入梦中的花瓣，虽在温柔的绽放，却依旧像那未了的心事般，盛开着无尽的思绪，让他满怀幽忆。

是该回去的季节了。

他怀揣未完成的梦想归去，飞向那个藏着他童年的地方，那个有他一生中最温暖怀抱的地方，那个天天听到唠叨和叮嘱的地方，那里有他幸福的天堂！可是归途中，缓缓余晖，怎奈暗夜来袭，慢慢雨途，怎奈狂风来凛。但再苦再累，也要跋山涉水，也要暂别这座深情的城市，因为他，归心似火。

每每站在城市的枝头，他都会静默的吟唱，致谢上帝留给他一个干净的春天。是归鸟，就要无声，无痕；是归鸟，就要宁静，志远。

冗长的归途，他选择静静地飞。只要回到那温柔的土地，不管花开始的艰辛，红落下的痛楚，是否正如人生的成功与失败一样，只是梦里的一场娇美轮回，他都不在意，不畏惧。

是谁在吟唱？一曲悲歌，是谁在吟唱？一纸怅诗，是谁在赞颂？一方水土。赞颂春日里干净的阳光，赞颂尘世间安静的生活，赞颂故乡里干净的溪水。

他在天空，轻挥衣袖，挥走了秋的萧瑟，挥去了冬的落寞，挥来了春的温暖，挥起了家的思绪，他无声无息，涉云而过。

归途中，淡淡的春雨慢慢落着，淋湿了羽毛，淋湿了翅膀，淋湿了憔悴的双眸，却淋湿不了他的执着，无情的冷风敲打着他的心扉，冰冷刺骨，但他不怕。要记得那些落零落捻转的记忆，破旧如砂的年华，无微不至的，哺爱，随着生命纷飞殆尽后，还留下多少值得用时间去回忆？那样的回忆只不过是毫不负责的愧疚和宛若戏子的祭慰！因此，他懂得，怎样花时间去追寻，去珍惜。

岁月依旧从指间滑过，有种情愫，像一支繁盛的木槿，盛开在被春风不过的草坪，缠绕着他，催他栖息。

他站在青山长河，看高山流水，看云淡风轻，看小桥乡雨！没有忘记，从哪里飞来，要飞回哪去……

一只归鸟，从城市的上空，静静地，飞过。

四川省首届优质钢结构工程奖（蜀钢杯）

重点工程介绍



成都大魔方演艺中心

单位：中国五冶集团有限公司（钢结构工程分公司）

单位资质：建筑工程施工总承包特级、市政公用工程施工总承包特级、冶金工程施工总承包特级、钢结构工程专业承包壹级、消防设施工程专业承包壹级。

一、工程特点

大魔方演艺中心钢结构屋盖平面形状近似为圆形，直径约152米，舞台区剪力墙、近舞台区的部分筒体、六层看台周边框架柱伸至屋盖以下，为屋盖提供支撑。舞台区屋盖利用舞台台口两个楼梯间筒体支撑结构，设置一个约8米高的空间立体桁架（由三榀巨型桁架联系组成）作为屋盖主桁架。舞台区上部屋盖荷载较大，以三榀巨型桁架及舞台剪力墙为支撑。舞台

区以外的屋盖采用空间钢桁架形式，呈放射线布置的径向桁架和环向桁架，以主桁架和周边框架柱、楼梯间筒体为支撑，形成空间桁架。

整个屋盖钢结构体系组成为：3榀竖向巨型桁架、16榀径向桁架、21榀环向桁架及巨型桁架后侧的14榀横向桁架。

3榀巨型桁架上弦中心线顶标高为38.392米，下弦底面中心线标高为30.760米，径向桁架最高处中心线标高为



44.896 米。屋盖钢桁架弦杆、腹杆均采用钢管，钢管材质为 Q345B。大陀螺屋盖钢结构总量约 2100 吨。

二、主要技术措施

1、本工程结构复杂、详图设计工作量大且均为空间结构，详图深化设计内容涉及网架结构、桁架、钢梁等结构。

技术措施：我公司用三维设计软件 XSTEEL 对该工程钢结构部分整体建模，并根据吊装拟采用吊车、塔吊参数和起吊半径对构件分段进行计算，在详图设计的过程中就充分考虑吊装分段问题确保分段重量在塔吊安全起吊范围内。并且与土建施工单位密切配合，保证钢管柱钢筋穿孔的正确性。

2、本工程结构形式复杂，构件的制作精度直接影响着后期现场施工，需要进行相贯线切割的钢管、H 型钢构件量大。

技术措施：组织公司工程技术人员编制符合本工程特点的施工方案及施工工艺，并在施工过程中做好质量监控工作，确保施工质量及工期要求；参照焊接收缩经验值，对加工厂出厂的钢管进行偏差控制，确保构件焊接完成后的外形尺寸。

3、本工程结构形式为空间异形结构，对安装精度要求高，测量定位难度大，特别是安装和卸载过程中变形监测难度大。。

技术措施：根据本工程特点，公司拟在本项目中配备有过类似空间结构工程测量经验的专业测量工程师，并根据工程特点编制钢结构专项测量方案。在过程中及时核对计算机模型放样得出的数据和现场实际测量所得数据，便于及时调整和控制钢结构的安装精度。对于分段制作的桁架，在出厂前应对分段构件进行预拼装，预拼装合格后方可发运至现场。

4、本工程屋面为空间桁架结构，需要分段制作后发运至现场拼装焊接。焊接主要有三大难点，一是斜钢管柱与竖直钢管柱之间的焊接，二是桁架焊接球与弦杆、腹杆的焊接，三是厚板焊接。

技术措施：根据本工程特点做好焊接工艺评定，选择公司

一批有经验的焊工在工程开始前进行培训，模拟现场安装焊缝情况进行实际操作培训。现场高空焊接过程中采取防风措施，确保焊接质量。

本工程钢柱、钢梁，均涉及厚度大于 40mm 的厚板焊接，部分节点位置有 100mm 厚钢板，为保证厚板焊接质量，在焊接前，需对焊缝区域进行预热，焊接完成后，进行后热处理，避免产生焊缝收缩裂纹。焊接操作过程中，保证焊道的温度恒定，避免产生焊接热裂纹导致出现层间缺陷。

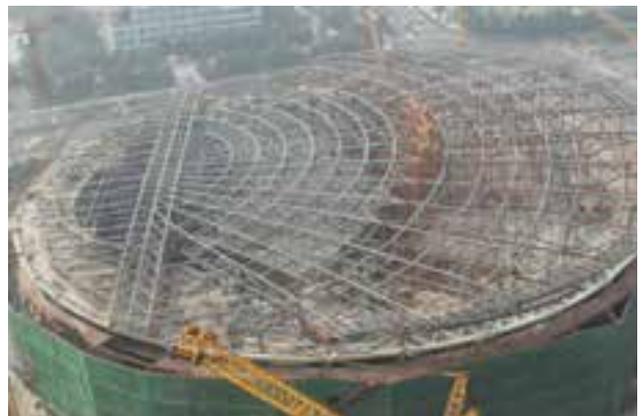
5、本工程大陀螺屋面桁架中三榀巨型桁架 TR19、TR20 及 TR21 下方均设置有预应力钢绞线，预应力张拉顺序及张拉安全对总体施工方案有一定的影响。

技术措施：与设计院沟通，设计院尽早给出预应力张拉顺序及张拉值；另外预应力张拉时需对桁架自身进行应力应变监测确保结构安全。

6、本工程网架及桁架安装时设置了较多临时支撑架，待网架或桁架焊接完成后，如何确保各支撑点卸载的安全性及保证卸载后结构标高达到设计标高要求是本工程一大难点。

技术措施：模拟计算卸载过程，通过计算结果指导现场卸载。合理安排卸载顺序，卸载过程中临时支撑架及关键受力部位应进行应变和位移的检测，形成严密的预警机制，确保整个卸载过程结构安全性以及卸载后结构标高达到设计标高要求。

科学的安排胎架卸载顺序，遵循先慢后快、先少后多、先远后近、先中间再两边、先大再小的原则，采用位移等比例原则释放支撑点；通过施工模拟技术确定最优卸载顺序，并要求每个胎架至少布置 2 个以上千斤顶设备，原则上必须每台千斤顶一个操作手，卸载前，成立卸载实施小组和领导小组，按照口令进行释放卸载，统一指挥，经过多轮多次的完成各胎架卸载工作。





中国西部国际博览城（一期）

单位：中建钢构有限公司（中建钢构四川有限公司）

单位资质：建筑工程施工总承包特级、钢结构工程专业承包一级、
钢结构制造特级资质。



一、钢结构施工概况

中国西部国际博览城（一期）项目位于四川省天府新区，作为中国西部最大的展会项目，博览城集国际商品展览展示交易、国际会议和国际商务三大中心为一体，将推动四川成为中国会展经济的又一增长极，将会被视为天府新区现代服务产业的核心。

公司施工范围为 B、C 馆主体钢结构加金属屋面，总用量约 3.3 万吨。主要结构形式为梭形桁架、平面桁架、网架、钢柱钢梁等，主要连接形式为高强螺栓节点、焊接球节点、滑动支座。

该工程 B 馆展厅主体由钢柱支撑，展厅内的悬挑夹层由平面桁架和钢梁构成。各展厅屋面由“双曲倒三角形——梭形”桁架加次梁、平面桁架、网架作主结构，主结构上架设铝镁锰合金上表皮构成。其中，B 馆为单层的标准展厅，屋面一个方向为“63m、49m、63m”连续三跨大跨结构，另一方向长度约 180m，屋面最大高度大于 30m。屋盖一侧有 30m×200m 的焊接球节点网架结构。单层展厅中的悬挑夹层为钢柱钢梁体系支撑的钢筋桁架楼承板，局部跨度较大的框架柱间分布有平面桁架。

该工程 C 馆为双层的标准展厅，屋面一个方向为“63m、49m、63m”连续三跨大跨结构，另一方向长度约 180m，屋

面最大高度约 35m。屋盖一侧有 30m×200m 的焊接球节点网架结构。展厅二层采用钢框架结构，框架梁根据跨度不同采用钢桁架或钢梁，桁架上下弦及腹杆采用 H 型钢或矩形钢管。双层展馆除了有悬挑的夹层外，还有一个完整的二层结构。二层结构由纵横交错的平面桁架以及大量的次梁上满铺钢筋桁架楼承板组成。

工程采用 CO₂ 气体保护半自动焊完成焊接。CO₂ 气体保护半自动焊使用细焊丝，熔深更大，焊接效率是一般手工电弧焊的 3~4 倍。同时焊道窄，热影响区较小，形成焊缝美观，变形及残余应力较小。因 CO₂ 气体保护焊是明弧作业，构件坡口形状可见，便于电弧对准待焊部位。焊接时，用实心焊丝基本无熔渣，用药芯焊丝熔渣很薄，易于清除，节约了焊工大量辅助操作时间和体力消耗。

二、经济性

1、经济效益

（1）胎架合理布置，缩短施工工期

中国西部国际博览城 B、C 两馆共计 32 榀梭形桁架，B 馆、C 馆梭形桁架计划施工工期各为 80 天。该工程设计了一种快速拆装的组合式仿形胎架用于梭形桁架的拼装施工。胎架由三个高度为 10m、两个高度为 7m、两个高度为 5m 的单元及两侧水平通道组合而成（见图 1）。此种胎架为点式胎架，占地



面积小,转移方便,胎架上施工走道拆除、重新组合可快速完成。施工时,现场布置三组胎架同时进行三榀梭形桁架的拼装,大大提升了施工效率。施工时两个展馆实际施工工期仅为40天。

(2) 地下室加固设计科学,减小措施量

该工程起重设备重量较重,加固安全等级要求高,加固面积范围较广。有三种加固方式供选择,①脚手架加固 ②履带吊两条履带行走路线下方直接进行钢柱加固 ③“扁担式加固”,即在履带吊两条履带行走路线下方中点位置进行加固。

2. 社会效益

中国西部国际博览城项目建成后,将成为西部的标志性建筑和会展中心。空间梭形拉杆—钢管混合桁架施工关键技术的应用为工程顺利封顶提供了有力保障,同时,在此技术形成与实施过程中,培养了一批技术骨干,赢得了外界的好评。

现代大跨度建筑在满足基本的使用要求以外,还要求具有艺术美感的外观。近年来,梭形空间管桁架在大跨度建筑物(如机场和场馆)的屋盖结构中应用越来越多,其钢拉杆和铸钢支座施工,在超高层中也有很大的应用需求和空间。因此掌握这类结构的关键施工技术并形成一套完整的科学理论是极为必要的。该施工技术对类似空间桁架的施工可提供较强的指导作用,推广应用前景良好。

三、质保体系

本工程运行标准化管理模式,根据实际情况,建立以项目经理为首的质量管理体系,实行目标管理。根据总体质量目标进行目标分解,按照分部工程、分项工程制定相应管理制度和目标,确实把责任落实到相应的部门和人员。严格按照企业质量管理标准规定,从项目各部门到各施工工段,再到各施工班组,层层落实质量职责,明确质量责任。

四、管理水平

工程施工中运用全面质量管理的方法,重点对5M1E(人、机、料、法、测、环)进行质量预控管理,运用PDCA(即策划、实施、检查、处理)质量循环管理方法,以“管理预控、过程监控、目标总控、成品终控”为原则,建立一个横向到边、纵向到底的质量控制网络,对工程质量进行全方位、全过程管理和监控,确保各工序施工质量。

在每项施工之前,项目首先做好施工前的技术、安全三级交底,每周一早晨项目会对所有工人开展安全生产例会,使得质量生产、安全生产的观念深入的到每个工人的心中。对于梭形桁架等重难点部位,项目召开专项工程会议,保证每个施工人员对于工作要求有明确的认识,确保在施工过程中发生质量问题能及时解决,不能解决及时上报技术。在完成每一道工序时,项目上首先要自检,自检合格后报监理单位验收,监理单位验收合格后才进入下一道工序,保证每一道工序都是符合规范和设计要求的。

五、工程(焊接)质量

本工程钢结构现场焊接包括钢柱对接焊、铸钢节点焊接、管-球节点焊接等形式,焊缝质量等级为全熔透焊缝,焊接质量要求高。因此在现场需选择合理的焊接方法、焊接工艺、焊接顺序以保证焊接质量。

中国西部国际博览城(一期)项目B、C馆钢结构工程已于2015年6月完工,现场全部焊缝均已通过三方验收,并出具了全部的无损检测报告,焊缝一次检验合格率为99.7%,二次检验合格率为100%。监理单位和质检单位均对本项目的焊缝质量进行了高度的评价。





青白江区文化体育中心建设项目（一期工程）

单 位：四川蓝天网架钢结构工程有限公司

单位资质：总承包贰级、钢结构制造特级、专业承包壹级、工程设计专项乙级。

一、工程概况

青白江区文化体育中心屋面网架钢结构工程为大柱网大空间的网架结构。本工程网架杆件间的连接方式采用螺栓球连接和焊接球连接，球节点与混凝土柱的连接节点主要采用专业厂家设计的成品固定铰支座，其 B 区域椭圆周边采用双面弧形压力支座。网架为正方四角锥网架结构，网架支承形式为周边柱点下弦支承。该网架最大跨度约 57 米，A-2 轴~A-13 轴间向上起拱高度约 2.8 米，上下层形成外凸圆弧，网架上下矢高 3.5 米。A-13 轴~C-3 轴间，中间区域网架高度最大下沉约 4.3 米，屋面坡度 9%，同时其剖面方向起坡，坡度约 1%，上下矢高约 2.6 米。C-3 轴~C-5 轴间网架在相邻网架高度的基础上向上提升约 1.8 米的高度，屋面坡度 9%，上下层矢高约 2.1 米。本工程网架总质量约 760 吨（包括杆件、螺栓球、高强螺栓）网架覆盖面积约 16400 平米。

二、工程特点、难点及采取措施

重难点一：工程焊接球数量达到 1485 个，焊接任务量大，焊接质量难控制。

解决措施：加强钢材、焊接材料、焊接生产计划、焊接施工作业、焊工技能、焊接设备、焊接部位各方面的管理，焊接球焊接前打磨除锈清理，清理表面油污杂质。

重难点二：杆件数量达到 15400 根，且杆件规格型号较多；螺栓球数量 2465 个，且每个螺栓球规格不一。

解决措施：每根杆件、每个螺栓球按图纸编号标记钢印号，工厂将杆件按分区分批次进行加工，与现场安装思路一致，保证现场安装顺利进行。

重难点三：本工程钢网架节点较多，且所有节点轴线及标高位置不一，为了保证球节点的安装达到设计位置，所以测量工作是本工程的一大难点。

解决措施：施工前仔细查看设计图纸相关数据。拼装时，将全站仪安置在控制点上，依次对网架上、下弦节点校核，焊接完成后再核对一次。

重难点四：本工程固定铰支座（铸钢 ZG275-485H）与焊接球底板（Q345B）焊接为不同材质焊接，且该部位是网架主要受力部位，保证该部位的焊接质量是本工程的关键之一。

解决措施：焊接前对两种材质之间焊接进行焊接工艺评定，在施工过程中严格按照焊评作业指导书进行焊接，采用分层多道焊接严格控制焊接参数，保证焊接质量。

三、技术与管理创新成果

本工程为青白江区重点工程，工期紧张，钢结构工程创“钢结构金奖”，质量标准高。

为此，我们强化施工组织管理，落实各项管理制度和质量控制措施，积极推广应用新技术新工艺，确保工程各项目标的顺利实现。依据合同，设计图纸及各类规范编制了施工组织设计，以此作为整个工程的纲领性文件。在此基础上，认真编制各分项工程施工方案，对施工方法进行细化，作为施工现场质量保证的措施。通过各层次的施工技术交底，确保施工作业和管理人员掌握质量控制措施和质量要求。根据施工组织设计、合同、设计图纸及各类规范，在施工前编制了钢结构加工方案、钢结构安装方案、钢结构焊接方案、钢结构试验计划、钢结构测量方案等专项方案。在施工过程中落实方案交底、组织方案交底会、现场进行技术指导。

在钢结构加工过程中通过驻场监造和加强监测，对加工过程质量进行控制：通过对原材分类存放、原材见证取样、下料尺寸检查、加工过程尺寸检查、焊缝检测等构件出厂等全过程质量控制保证加工构件质量。

在钢结构安装过程分工序检测，加强对安装过程的质量控制：通过对现场用材料取样复试、施工人员交底、焊工考试、构件进场验收、支座预埋件安装校正、网架测量验收、钢柱焊接前安装验收、焊接前坡口清理、钢柱焊接、焊接层间清理、焊缝自检探伤、焊缝三检探伤、安装焊接完成后隐蔽验收等全过程质量控制保证安装质量。