



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

4

2018.10
总第四期

装配式建筑新征程

- 《四川省装配式农村住房建设导则》

专家访谈

- 厚植建筑设计本底 聚焦幕墙行业融合发展
——访中建西南院建筑幕墙设计所总工程师董彪

学术交流

- 装配式钢管混凝土柱—梁节点半刚性连接研究进展

内刊资料免费交流

ABIAS

四川省装配式建筑产业协会



2018. 10 第四期（总第四期）

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

编辑校审：何丽

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：425695321@qq.com

电话：028-85568172

邮编：610000

权威 · 专业 · 共享 · 卓越

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，以及须经相关政府部门授权或委托后方可开展的业务活动。

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。

核心价值观

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，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 400 余家，现设有理事会、常务理事会及监事会。协会设秘书处，是理事会和常务理事会领导下的常设机构。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、材料部品部件专业委员会、投资开发专业委员会。

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”。宣传政府行业产业政策和管理要求，积极配合政府工作；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。

会员服务内容

一、会员活动

邀请会员单位参加协会举办的各类交流活动，如会员大会、培训会、座谈会、技术交流会、会员单位的产品推荐会等。

二、考察学习

邀请会员单位参加协会组织的考察交流，如同行业的单位、知名企业、会员内部之间的考察交流等。应各地方政府或者兄弟协会的邀请，组织会员组团，针对性地考察地方经济前景和投资机会等。

三、法务咨询

为会员单位提供法律咨询和维权服务，帮助会员单位普及市场经济法律知识、防范经营活动中的法律风险等。

四、政企服务

协会向政府反映会员单位诉求，帮助会员单位与地方政府或部门建立联系。提供招商引资、投资开发服务。

五、信息共享

协会建立了官方网站、微信公众号、微信群等新媒体平台，可通过协会平台，了解党和国家的方针政策以及地方、行业的最新动态数据。

六、搭建“企业生产经营共享平台”

大力推荐会员单位和优质产品，报道和推广会员单位的优秀事迹及先进经验，助力会员单位树立行业品牌；
汇聚全产业链资源，主动发挥“桥梁纽带”作用，给会员提供合作、互利、共享的资源；推动区域联盟和产品联盟，形成行业内稳定的长期协作关系；

针对会员需求，提供有关生产经营模式、市场策略、管理经验等咨询服务；

维护和升级协会网站、微信公众号等公众平台，编辑专业学术期刊，建立会员企业内部交流推广平台。

七、搭建“行业‘产、学、研’创新平台”

此平台包括大中专院校、科研院所、设计单位、技术及研发企业和检验试验单位等；
以装配式建筑类产品或专业分类建立专业课题组，牵头引导骨干企业建立重点实验室和工程技术中心；
根据行业需要或企业需求，组织、指导各会员单位进行科研立项，合力破解科研难题；组织专家开展技术指导和咨询服务；

在消化、引进国内外先进技术的基础上，主动创造需求，并加以运用。

八、培育企业，培养人才

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；
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。

九、评优评奖

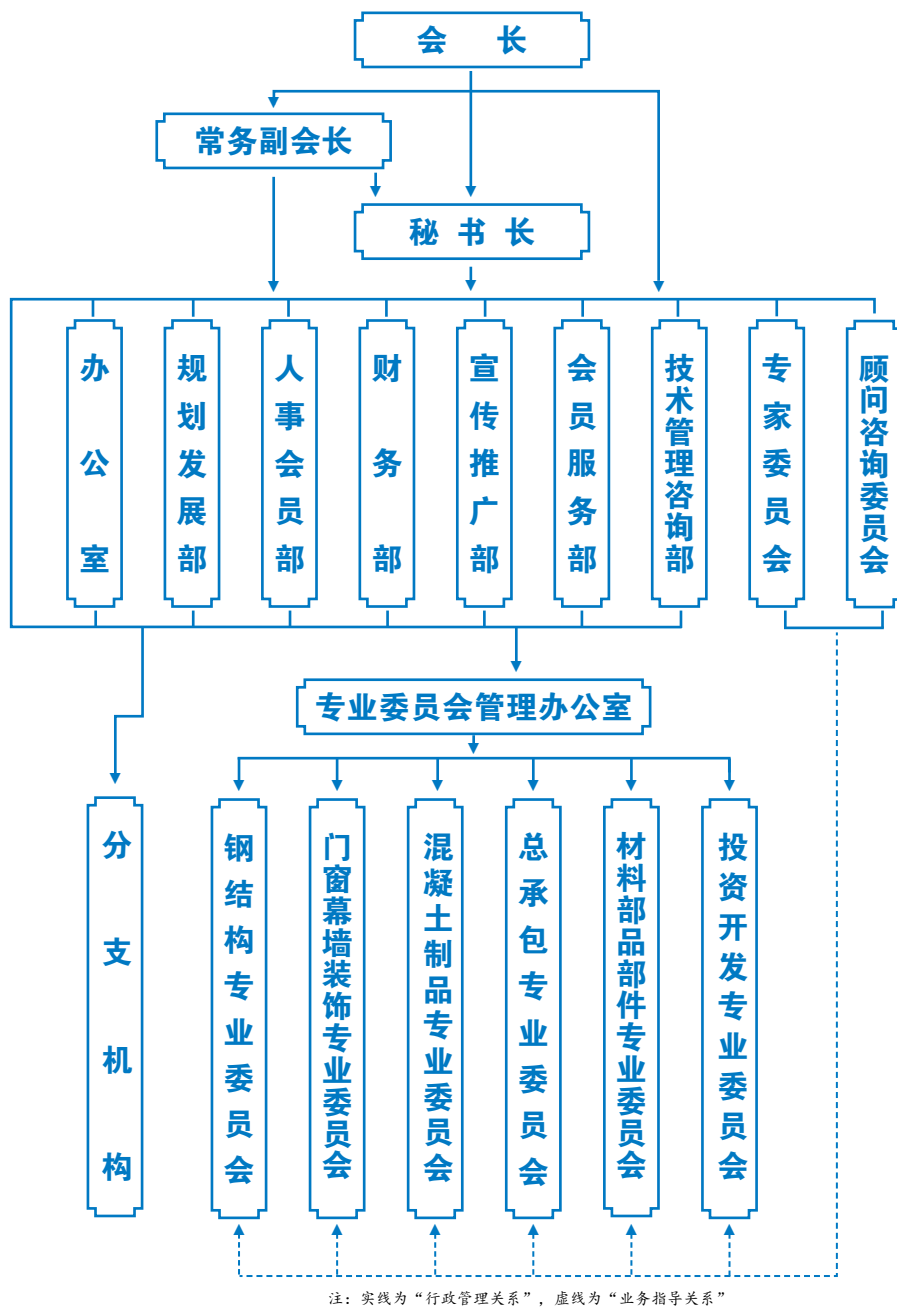
受政府委托开展专项评优活动；

协会组织开展“蜀钢杯”等优质工程评奖，推荐申报上级协会工程评奖；

协会组织开展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，协会将对评选出的不同行业类型中有规模、有实力的企业予以授牌。

十、其他服务项目

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 四川省住房和城乡建设厅关于印发《四川省装配式建筑产业基地管理办法》的通知
- P14 全省脱贫攻坚住房建设现场会在凉山州喜德县召开
- P16 张正红在凉山州喜德县调研装配式农房样板房建设情况
- P17 建筑业实现高质量发展须闯四道关
——四川省住房和城乡建设厅厅长 张正红
- P18 四川省装配式建筑产业协会应邀赴日交流学习
- P19 四川省装配式建筑产业协会参加 2018 亚洲国际建筑工业化峰会
- P20 《四川省推进装配式建筑发展三年行动方案》宣讲讲座圆满成功
- P21 协会与汇源钢建联合举办装配式钢结构建筑体系交流会

装配式建筑新征程

【ZHUANGPEISHIJIANZHUXINZHENGCHENG】

- P23 《四川省装配式农村住房建设导则》
- P26 十几天就能建好房！未来四川新建建筑中三成都会是这类房屋
- P28 城市森林花园建筑（第四代住房）解读
- P33 四川省装配式混凝土建筑项目管理人员培训（第二期）圆满结束

专家访谈

【ZHUANJI AFANGTAN】

- P35 厚植建筑设计本底 聚焦幕墙行业融合发展
——访中建西南院建筑幕墙设计所总工程师董彪
- P38 打造“绿色中建”新名片 写好城市建设“大文章”
——访中建科技成都有限公司副总经理朱承铭

学术交流

【XUESHUJIAOLIU】

- P41 装配式钢管混凝土柱—梁节点半刚性连接研究进展
P46 环球中心钢结构弧形看台制造技术

技术探访

【JISHUTANFANG】

- P51 直接分析法的理论背景及规范解读
P59 预制综合管廊接缝处防水施工技术
P65 装配式建筑混凝土接缝密封解决方案

会员风采

【HUIYUANFENGCAI】

- P70 建信 奉行“建一流企业，信百世身基”企业文化
——四川都江堰市建信防火材料有限公司
P72 中电建 奋进中自强不息，转型与改革同行
——中电建成都建筑工业化有限责任公司
P74 域中揽胜 高屋建瓴
——四川域高建筑工程有限公司

表彰荣誉

【BIAOZHANGRONGYU】

- P76 叙永至古蔺高速公路头道河大桥
P78 成都市银隆新能源汽车（整车及零部件）工业园二标段

文苑新天地

【WENYUANXINTIANDI】

- P80 初心还在老地方
P81 岁月静好宛如初
P82 奋斗吧！青春

川建建发〔2018〕809号

四川省住房和城乡建设厅关于印发《四川省装配式建筑产业基地管理办法》的通知

各市（州）住房城乡建设行政主管部门：

为贯彻落实四川省人民政府办公厅《关于促进建筑业持续健康发展的实施意见》《关于大力发展装配式建筑的实施意见》，推进装配式建筑产业基地规范化建设，保障装配式建筑质量和安全，推动建筑业高质量发展，我们制定了《四川省装配式建筑产业基地管理办法》，现印发给你们，请遵照执行。

附件：1. 四川省装配式建筑产业基地管理办法

2. 四川省装配式建筑产业基地申请表

3. 四川省装配式建筑产业基地申请报告

四川省住房和城乡建设厅

2018年9月27日

附件 1

四川省装配式建筑产业基地管理办法

第一章 总则

第一条 为贯彻落实四川省人民政府办公厅《关于促进建筑业持续健康发展的实施意见》《关于大力发展装配式建筑的实施意见》，推进装配式建筑产业基地规范化建设，保障装配式建筑质量和安全，根据有关法律法规和规定，

结合我省实际，制定本办法。

第二条 本办法所称装配式建筑产业基地（以下简称产业基地）是指围绕装配式建筑发展，有明确的发展目标、较好的产业基础、技术先进成熟、研发创新能力强、产业关联度大、注重装配式建筑相关人才培养培训、能够发挥示范引领和带动作用的装配式建筑相关企业。

第三条 产业基地的申请、评审、

认定、公布、宣传、监督管理，适用本办法。

第四条 四川省住房和城乡建设厅负责产业基地的评审和监督管理工作。

各市（州）住房城乡建设行政主管部门负责本行政区域内产业基地的申报和初审工作，并对产业基地进行指导和管理。

第五条 产业基地应符合省、市（州）装配式建筑产业发展规划，遵循产能适

度、布局合理、规范有序、良性发展的原则。

鼓励各市（州）结合当地实际，以产业基地为龙头建立科研、部品部件生产、装备机具制造、新型建筑节能材料等配套的装配式建筑产业园区。

第六条 产业基地优先享受国家、省和所在地相关支持政策，择优推荐申报国家产业基地。

第二章 产业基地申请

第七条 产业基地分为部品部件生产、工程应用、科技研发三类。

部品部件生产基地是指具有一定产业化规模的预制混凝土、钢结构、现代木结构部品部件生产企业和整体厨卫卫生生产企业。

工程应用基地是指具有一定规模、行业领先的房地产开发、工程设计、建筑业企业。

科技研发基地是指具有较强技术力量、科研能力和行业影响力的高等院校、科研院所、科技创新企业等。

第八条 申报产业基地应具备下列条件：

（一）企业注册地与生产厂址在四川省行政区域内，具备独立法人资格，具有完善的现代化企业管理制度和服务体系，市场信誉良好，综合实力在行业发展中居领先地位。

（二）科技创新能力较强，技术研发团队素质高，研发投入费用占同期营业收入比例 1% 以上（科技研发企业应达到 2%），拥有科技成果和技术标准体系，应用 BIM 技术水平高。

（三）具有完善的质量安全保证体系，生产、检测设备齐全，生产工艺及

装备先进。

第九条 申请部品部件生产基地的企业应满足以下条件：

年生产预制混凝土部品部件能力 10 万立方米以上；年生产钢结构部品部件能力 1 万吨以上；年生产现代木结构部品部件能力满足装配 3 万平方米以上的房屋建筑；年生产整体厨卫能力 5 万套以上。企业生产车间具有较高的现代化生产、加工、检测、吊装等设备，具有与生产能力相适应的堆放场地。混凝土、钢结构部品部件已累计在 10 万平方米以上装配式房屋建筑工程项目或 30 万立方米以上的市政工程项目应用，现代木结构部品部件已累计建成 3 万平方米以上的房屋建筑。

第十条 申请工程应用基地的企业应具备以下条件：

具有房屋建筑或市政公用施工总承包一级资质以上（含一级资质）、建筑行业建筑工程设计甲级资质，以及与产业能力相适应的标准化水平和技术、资源整合能力，已累计实施 10 万平方米以上装配式建筑工程项目。建设装配式建筑工程项目近三年内未发生较大及以上质量安全生产事故。

第十一条 申请科技研发基地的企业应具备以下条件：

承担过 2 项以上装配式建筑方面的省部级科研项目，主编或参编过 2 个以上国家、行业或地方标准，获得过省部级科技奖项。

拥有国家、省级技术研发中心的企业申报产业基地予以优先支持。

第十二条 申请产业基地的企业应按照第八、九、十、十一条要求向所在地市（州）住房和城乡建设行政主管部门提出申请，并提供以下材料：

（一）产业基地申请表

（二）产业基地申请报告

第十三条 申报企业登录四川省装配式建筑发展推进平台，进入装配式建筑产业基地申报系统，填报相关申报信息。同一申报企业初始申报一种类别的产业基地。与其他类别能力和条件满足时，可以增加申报。

第三章 评审认定

第十四条 各市（州）住房和城乡建设行政主管部门根据产业基地条件，负责对本行政区域内申请产业基地的企业进行初审，分类推荐申报。

第十五条 住房和城乡建设厅组织评审专家委员会对各市（州）推荐申报产业基地的材料进行审查，并委派专家对申报部品部件产业基地的企业进行现场核查。

第十六条 评审专家委员会一般由 3—5 名专家组成，根据申报的企业类型，组织相关领域的专家进行评审。专家应遵循回避原则，并对评审结果负责。

第十七条 评审内容主要包括：

产业基地的地理位置；年生产能力、厂房、设备、成品和原材料堆放场地、试验检测等基础条件；研发、生产、施工、管理等高级专业人才所占比例；主要技术标准体系、科技成果、科研开发创新能力、管理制度、原材料检测、生产管控、成本控制、质量管理体系等综合实力；装配式建筑工程建设实际应用业绩；发展目标、经济社会效益分析，辐射效果及示范作用。

第十八条 申报企业经专家委员会评审符合产业基地条件的，住房和城乡建设厅在门户网站公示 10 个工作日，经公示无异议的，予以认定并公告。

被认定为产业基地的企业，可以直接登录四川省装配式建筑发展推进平台，下载产业基地认定公告、查阅相关数据资料、并按有关规定允许产业基地发布相关信息。

第四章 监督管理

第十九条 各市（州）、县（市、区）住房城乡建设行政主管部门负责依法对本行政区域内的产业基地日常监督管理，定期组织检查和考核。

第二十条 产业基地每年一季度前，向市（州）住房城乡建设行政主管部门

报送上一年度基地建设、生产、经营、应用、科研等基本情况总结及本年度工作计划目标，并对报送数据的准确性负责。各市（州）住房城乡建设行政主管部门对各产业基地总结报告核查后，汇总上报住房城乡建设厅。

第二十一条 住房城乡建设厅对产业基地工作目标、主要任务、工作安排、质量保证体系、产品质量和工程应用等情况进行抽查，并通报抽查结果。

第二十二条 住房城乡建设厅会同市（州）住房城乡建设行政主管部门，对存在违法违规行为或由于质量问题造成工程质量事故的产业基地，依法处理，

责令限期整改，给予通报。整改期限内仍不能达到要求的，住房城乡建设厅撤销其产业基地认定。

第二十三条 住房城乡建设厅组织专家每三年对产业基地进行一次评估，评估合格的继续认定为产业基地，评估不合格的，撤销产业基地认定。

第五章 附 则

第二十四条 本办法由四川省住房和城乡建设厅负责解释。

第二十五条 本办法自 2018 年 12 月 1 日起执行，有效期为五年。

附件 2

四川省装配式建筑产业基地申请表

一、基本情况									
单位名称					地址				
注册资金			企业资产总额				企业性质		
企业资质			企业净资产				研发人数		
占地面积	(m2)		建筑面积		(m2)		厂房建筑面积		(m2)
负责人	姓名				职务				职称
	手机				电话				邮箱
联系人	姓名				电话				邮箱
企业生产经营状况 (上一年度)	生产类企业能力		PC 结构: m3 钢 结 构: t 木 结 构: m² 整体厨卫: 套		年生产总值		万元		
	应用类企业情况		装配式建筑工程项目 项, 共 万 m²						
	研发类企业情况		省部级科研成果 项 国家、地方标准参编或主编 项 省部级科研奖项 项						
	总营业收入 万元				净利润		万元		
	主营业务收入 万元				研发投入经费		万元		
二、企业简介(限 500 字):									

三、申请企业（单位）意见：

负责人:

(单位盖章)

年 月 日

四、市（州）住房城乡建设行政主管部门意见：

(单位盖章)

年 月 日

五、四川省住房和城乡建设厅意见:

(单位盖章)

年 月 日

附件 3

四川省装配式建筑产业基地申请报告

(框架)

一、产业基地的基本概况

（一）产业基地规划设计配套建设情况

（二）产品类型、生产能力规模及主要设备情况

（三）产业基地组织架构

(四) 技术、科研、管理人员组成情况

（五）针对装配式建筑的质量保证体系及措施

（六）生产流程的信息化管理措施

(七) 基地已完成的装配式建筑业绩情况

二、产业基地的目标任务

（一）研发创新

（二）人才培养

（三）相关产业带动

（四）示范引领和带动

三、产品质量保障措施

四、附件

1. 企业营业执照、技术专利、科研成果、获奖证明等有效证明（复印件）

2. 有关检验试验室的证明材料及产
品检测报告

3.产业基地技术人员的职称证书、职业资格证书（复印件加盖单位公章）

4. 工程应用实例证明（产品生产供应合同、安装合同或建设工程质量安全竣工验收报告）

全省脱贫攻坚住房建设现场会在凉山州喜德县召开



2018年8月30日，全省脱贫攻坚住房建设现场会在凉山州喜德县召开。会议贯彻落实习近平总书记来川视察重要讲话精神 and 党中央、国务院、省委、省政府关于坚决打赢脱贫攻坚的决策部署，认真总结近年来我省脱贫攻坚住房安全保障工作，深入分析我省脱贫攻坚住房建设面临的形势，全面部署下半年工作。省委常委、省委农工委主任曲木史哈出席会议并讲话，副省长杨洪波主

持会议，住房城乡建设厅厅长张正红就农房质量安全保障工作发言。

会议充分肯定了我省脱贫攻坚住房保障工作。会议指出，近年来，全省脱贫攻坚住房建设年度目标圆满完成，规章制度持续完善、日常管理逐步规范、抗震设防措施不断强化、培训教育有序开展、技术指导成效明显，人员素质极大提高、过程管控一丝不苟、监督检查严肃认真、考核验收严格逗硬，农房质

量显著提升。彝家新寨、藏区新居、易地扶贫搬迁、农村危房改造、地质灾害避险搬迁等有序推进，有力地助推了全省脱贫攻坚任务。

会议强调，要站在讲政治顾大局的高度，充分认识全面打赢住房安全保障攻坚战的重大意义，切实增强责任感使命感紧迫感。要坚持大扶贫工作格局，突出问题导向、优化政策供给、下足绣花功夫，切实解决好困难群众住房难的

问题，切实打赢住房保障攻坚战。要牢固树立以人民为中心的发展思想，把困难群众最关心、社会各界最关注的住房安全保障工作放在首位。要加快提高住房保障水平，推动乡村振兴战略在四川省各地落地生根、开花结果，建设“美丽四川·宜居乡村”。

会议要求，要精准把握总体要求，凝心聚力、尽锐出战坚决打赢脱贫攻坚住房安全保障攻坚战。要锁定工作目标，强化责任落实，围绕“两个确保”持续用劲、聚力攻坚。要不断强化守土有责意识，以“踏石留印、抓铁有痕”的精神，坚持一级带一级、层层抓落实，久久为功、善作善成，把责任落到实处，做到脱贫奔康不漏一户、不掉一人。

会议要求，要注重统筹兼顾，发挥统筹管理联席会议作用，坚持分类指导、督导检查、问题导向和对症下药，统筹抓好各类农房建设。要加强部门协调、资源整合、信息共享和政策研究，真正做到统筹兼顾，合力推进住房保障任务落地落实。

会议要求，要坚持规范建设，确保质量安全。严格落实《农村住房建设管理办法》《农村建筑工匠管理办法》，坚持“三避让”原则，严格执行《农村居住建筑抗震技术规程》、《农村居住建筑施工技术导则》等农房建设强制性标准。大力引进人才、留住人才，不断充实基层尤其是深度贫困地区的建设力量，同时加大对本土人才的培养。要积极探索购买第三方服务模式，提升基层监管能力。要严格工序管理、建材管控和竣工验收，全面提高房屋质量。要加强技术指导，大力开展技术下乡、扶贫帮困等活动，不断提升专业水准。

会议要求，要深入开展脱贫攻坚作风建设，认真落实中央和省委有关决策



部署，坚决杜绝出现慢作为、不作为、乱作为等问题，坚决整治形式主义、弄虚作假、官僚作风，确保工作务实、过程扎实、结果真实。要加大各类政策资金管理问题专项治理力度，确保脱贫攻坚住房建设风清气正。要根据脱贫攻坚进展情况不断完善考核机制，既不提高标准、吊高胃口，也不降低标准，确保现行标准下的脱贫质量。

要深入贯彻省委《关于精准施策综合帮扶凉山州全面打赢脱贫攻坚战的意见》，聚焦彝区等深度贫困地区和特殊贫困群体，抓紧抓好抓实脱贫攻坚住房安全保障，实现应保尽保。要突出抓好易地扶贫搬迁，严格落实相关政策和标准，确保符合易地扶贫搬迁条件且自愿搬迁的贫困户应搬尽搬。要深入推进彝家新寨建设，将符合条件的农村分散供养特困人员、低保户、贫困残疾人家庭识别为建档立卡贫困户，纳入彝家新寨政策实施范围，确保到2020年所有贫困户住房安全有保障。要结合实施乡

村振兴战略，同步加快建入户路、建沼气池、建庭院和改水改厨改厕改圈“三建四改”，着力推进农村人居环境整治，让贫困群众住得安全、生活便利。

到2020年打赢精准脱贫攻坚战、全面建成小康社会，是我们党向全世界作出的庄严承诺。各级各部门一定要担当担责、迎难而上，不忘初心、砥砺前行、奋发有为，努力创造无愧于时代、无愧于人民的业绩，向省委和全省人民交上一份出色的答卷，为实现全面建成小康社会作出应有的贡献！

凉山州、遂宁市、巴中市、省发改委、国土资源厅、住房城乡建设厅、省扶贫移民局、喜德县、合江县、得荣县负责同志作交流发言。

省农房建设统筹联席会议办公室成员单位，各市（州）党委政府，各市（州）发改、住建、扶贫移民部门，凉山州11个深度贫困县政府分管负责同志参加会议。

张正红在凉山州喜德县调研装配式农房样板房建设情况



府高度重视装配式建筑在脱贫攻坚和农村危旧房改造中的推广和应用。用装配式建造方式建设农房可以大大缩短建设周期，提高资源能源利用效率，减少建筑垃圾和扬尘污染，提升农房建设品质和质量，是实现绿色发展的重要途径。二是各装配式建筑企业要认真总结和梳理样板房建设经验，进一步优化建设方案，加强技术研究，降低装配式农房造价，创新研发适应地域特点，更加经济、适用、可靠、环保的装配式农房，提升农房建设质量和水平，解决好贫困群众的安居问题。三是要广泛开展形式多样的宣传和引导，宣传装配式建筑知识，特别是在生态文明建设方面的作用，让广大群众了解装配式建筑的优点，尤其在抗震、隔热、质量品质等方面要宣传到位，营造良好的发展氛围，争取各方面和群众的大力支持和参与，共同推动装配式农房建设。

住房城乡建设厅副厅长樊晟，建筑管理处、村镇建设处、省质量安全监督总站相关负责同志参加调研。

2018年8月30日，住房城乡建设厅党组书记、厅长张正红在凉山州喜德县拉克乡干拖村调研装配式农房样板房建设情况。张正红实地察看了由中国五冶集团、成都建工集团、四川华构住工、北新房屋和凉山现代公司建设的装配式农房样板房，现场召开座谈会，听取企

业推行装配式农房的意见，征求当地村民对建设装配式农房的建议。

张正红对5家装配式建筑企业主动融入脱贫攻坚工作，高质量完成装配式农房样板房建设工作给予充分肯定，提出了具体要求。一是发展装配式建筑是党中央、国务院的决策部署，省委省政



建筑业实现高质量发展须闯四道关

——四川省住房和城乡建设厅厅长 张正红

“我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段”是党的十九大对中国经济发展做出的一个重大判断。作为国民经济的支柱产业，建筑业实现高质量发展责无旁贷。对我省来说，建筑业是传统的优势产业和富民产业。在高质量发展的新时代要求下，我们必须全面落实新发展理念，加快转型升级，加强短板弱项，努力实现全省建筑业的高质量发展。具体来讲，我省建筑业要实现高质量发展，必须闯过质量、结构、创新和绿色这“四道关”。

质量关，要从“数量取胜”转向“质量取胜”。全省现有建筑企业3.2万家，企业“多、小、弱”特征明显。与央企和国内优秀企业相比，四川的建筑企业管理水平普遍不高，比较偏重经营，不注重科技创新和投入，具有自主知识产权的核心技术和关键技术较少，缺乏核心竞争力，缺乏在规模、品牌等方面都有一定影响力的龙头骨干企业。要过质量关，必须坚持质量第一、效益优先，积极做好《建筑业10项新技术（2017版）》推广，推动关键技术的开发和应用。同时，要大力扶持建筑企业做优做大做强，精准制定扶持政策，采取一对一、点对点帮扶，增强企业内生动力，培育一批具有核心竞争力的龙头骨干企业，发挥其示范和辐射带动作用，努力打造

“川建工”品牌。

结构关，要从“规模扩张”转向“结构优化”。当前，我省从事房屋建筑工程的企业占建筑企业总数的74%，从事铁路、公路、桥梁、水利水电等专业工程的企业比重较低，这导致我省建筑企业同质化竞争过度，严重影响企业的效益提升与科技进步。要过结构关，必须适应市场需求，大力调整和优化产业结构，引导建筑企业向公路、水利、铁路、轨道交通、城市综合管廊等国家重点投资领域和新兴领域拓展，改变我省建筑业以房屋建筑为主的产业结构。在这一过程中，要加强现代建筑产业园建设，鼓励骨干企业和成长型企业组成产业联盟，积极参与重大基础设施建设。同时，要支持有条件的建筑企业向上下游延伸产业链，向集科研、设计、开发、施工、运营服务于一体的多产业链的综合性企业转变，形成“突出主业、适度多元”的产业发展格局。

创新关，要从“要素驱动”转向“创新驱动”。建筑业属于劳动密集型产业，但劳动力要素的数量红利和成本优势逐渐消失，行业老龄化趋势严重，专业技术人才严重不足，行业发展面临的创新能力和人力资本不足问题。要过创新关，必须加大对高端专业技术人才、研发人才、新兴专业人才的引进和培养，引导

企业加大科技创新投入力度，构建以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系。同时，要深化建筑用工制度改革，重视建筑工人职业技能培训和技能鉴定，鼓励大型建筑企业与劳务基地县（市）共建建筑工人培训基地，推动建筑工人职业化，努力打造一支知识型、技能型、创新型的建筑产业队伍，为建筑业高质量发展提供人才保障，推动建筑经济发展质量变革、效率变革、动力变革，增创新的优势和活力，提高全要素生产率。

绿色关，要从“粗放发展”转向“绿色发展”。长期以来，建筑业的发展方式较为粗放，随着资源和环境约束不断增加，传统发展模式已经不能适应新时代的发展需要。要过绿色关，必须坚持生态优先、绿色发展理念，深入推进工程建设组织方式和建造方式改革，积极推行工程总承包和全过程工程咨询，大力发展装配式建筑，加大装配式建筑在重点领域的推广和应用，不断提高新开工装配式建筑比例。同时，要开展工地扬尘专项治理攻坚行动，加强建筑工地扬尘、噪音等污染控制。此外，还要推进建筑节能与绿色建筑发展，提倡绿色低碳建造工艺、技术和材料的运用，坚持绿色施工，推动建筑垃圾有效处理和再利用，降低建筑产品资源消耗和环境污染。

四川省装配式建筑产业协会应邀赴日交流学习

9月9日至15日，四川省装配式建筑产业协会应中国钢结构协会之邀，赴日本东京参加日本面向中国市场的钢铁技术推广研修课程。此次研修活动由四川省装配式建筑产业协会会长蒙昌嘉率团，中国钢结构协会10余家会员单位代表，共计19人参加了此次活动。其中，四川省装配式建筑产业协会副秘书长周元、吕东琼，四川省装配式建筑产业协会副会长单位四川蓝天网架钢结构工程有限公司董事长杨仲参加活动。

该研修课程由日本产业经济省支持，由日本一般社团法人海外产业人材育成协会（AOTS）负责实施，旨在通过交流学习日本先进的钢结构发展经验，帮助中国企业解决国内钢铁产能过剩问题，以及推广和普及先进钢结构建筑技术。

在为期一周的研修活动中，通过AOTS精心组织安排，中国钢结构协会交流团一行通过研修讲义，充分了解了日本为普及建筑钢结构所做的努力，学习了日本的建筑政策经历和建筑抗震法令制度、抗震设计和抗震加固技术、钢结构普及体制、金属屋顶材料和金属外墙材料等，并通过参观日本焊接技术中心、横滨市市政厅新建厅舍工地现场等，学习了日本的钢结构建筑实施经验。

课程结束后，日方组织了研修成果发表会，并将此次研修课程参加人员分成5个小组就取得的成果进行了总结分享。其中，四川省装配式建筑产业协会



相关代表就钢结构在中国西部的推广与应用进行了分享，分别从钢结构发展的机遇与前景、钢结构在住宅领域的应用问题、装配式建筑与住宅产业化问题、低层钢结构住宅实践现状—路线—效果—优化改进措施等多个方面作了阐述。日本钢结构协会（JSSC）常务理事、事务局长永田匡宏先生作为主任讲师对大家的成果发表进行点评，并举办了课程结业仪式。

日本产业经济省、AOTS及JSSC相关领导出席课程结业仪式并发言，四川省装配式建筑产业协会会长蒙昌嘉代表中国钢结构协会发言。蒙昌嘉就日方

提供此次宝贵的学习机会以及日方给予热情周到的接待与安排表示衷心的感谢，回顾了中国钢结构协会与AOTS的合作历程，并肯定了双方合作交流的深远意义。他表示：此次培训交流不仅开阔了中国钢结构工程技术人员的视野，提高了知识水平，更增进了中日双方友谊，为双方下一步的合作奠定了基础。同时，蒙昌嘉还就即将于2019年1月由中日双方专家组成，在中国成都、深圳进行技术巡讲的活动向大家发出邀请，并预祝此次活动圆满成功。

最后，蒙昌嘉代表中国钢结构协会向日本产业经济省赠送了纪念品。

四川省装配式建筑产业协会 参加 2018 亚洲国际建筑工业化峰会

9月6日，2018 亚洲国际建筑工业化峰会（成都）在成都天府新区秦皇假日酒店举行。四川省装配式建筑产业协会受邀参会，协会会长蒙昌嘉受四川省住房和城乡建设厅樊晟副厅长委托，代表四川省住房和城乡建设厅和四川省装配式建筑产业协会对峰会的召开表示热烈的祝贺，并发表致辞。

蒙昌嘉指出，发展装配式建筑是推动住房城乡建设领域绿色发展的有力抓手，是带动技术进步、提高生产效率的有效途径，是全面提升住房质量和品质的必由之路。近年来，四川省认真贯彻落实党中央、国务院发展装配式建筑的决策部署，坚持“政府引导、市场主导”原则，加大政策扶持和引导，不断完善经济政策和技术标准规范。大力发展装配式建筑，加快转变建设组织模式和建造方式，促进建筑业结构调整和转型升级，推动建筑业高质量发展，取得了良好效果。

我省成都市、广安市被评为全国第一批装配式建筑示范城市，成都建工集团公司等 8 家企业被评为全国第一批装配式建筑产业基地。全省已建成钢结构装配式建筑生产企业 22 家，年产量 90 万吨。建成混凝土装配式建筑生产企业 11 家、年生产能力 210 万立方米。全省累计开工装配式建筑 2800 万平方米，规模化的发展格局正在形成。

在全面推进生态文明建设、加快推进新型城镇化，推动建筑业实现高质量发



展中，发展装配式建筑意义重大。我们将深入实施装配式建筑发展三年行动计划，围绕“一干多支”战略，合理确定装配式产业生产布局，加大装配式建筑在重点民生领域的推广和应用，在脱贫攻坚、易地扶贫搬迁、农村危旧房改造和“厕所革命”行动中大力推行装配式建筑，从供给与需求两个方面培育装配式建筑市场，统筹推进装配式建筑发展。

亚洲国际建筑工业化峰会落户成都，有助于推动我省建筑工业化加快发展，促进建筑业转型升级和城市品质提升。同时，也给我们提供了一个十分宝贵的学习和交流的机会，必将为我省装配式建筑以及智慧建筑与建筑节能的发展和运用产生积极而深远的影响。我们也将利用这次交流的机会，借鉴学习好的思路、好的经验、好的做法，转变发展方式，提高发展质量，推动我省建筑业高质量发展。

据悉，2018 亚洲国际建筑工业化峰会（成都）源自具有 62 年历史的欧洲预制建筑行业大会 BetonTage，自 2014 年以“BetonTage asia”（亚洲国际建筑工业化峰会）进入中国以来已在上海成功举办了 4 届，在行业内具有广泛影响力。由于中国西南片区对于装配式建筑的政策推行以及市场需求的不断扩大，BetonTage asia 于 2018 年首次增加成都站点。

此次峰会联合四川天府新区管委会及亚洲国际建筑工业化展览会（BIC），以国际绿色城市为出发点，聚焦成都市发展与天府新区规划建设；深入探讨城市规划、建筑设计、建筑工业化、智慧建筑与建筑节能领域的最新动态。除此之外，同期的项目介绍会和实地考察将对与会嘉宾全面开放，旨在为建筑产业链的上下游企业单位搭建实际有效的沟通合作平台。

《四川省推进装配式建筑发展三年行动方案》 宣讲讲座圆满成功



8月24日下午，四川省装配式建筑产业协会《四川省推进装配式建筑发展三年行动方案》宣讲讲座在成都市九天国际大酒店举行。四川省装配式建筑产业协会会长蒙昌嘉，常务副会长常健，副秘书长汪东、张宇翔等出席讲座。协会各会员单位参会代表共计200余人参加讲座。本次讲座特邀了原省住建厅党组成员、一级巡视员、总工程师、“三年行动方案”的主编者殷时奎授课。

会上，蒙昌嘉首先致辞感谢各会员单位对协会工作的支持，并代表协会对殷时奎同志受邀参加此次政策宣讲，表示衷心的感谢。他表示：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，是实现建筑业高质量发展的重要抓手。希望通过此次讲座，在座的各参会代表都能有所收获。

随着讲座进行，殷时奎首先对建筑业发展现状进行了分析。他指出：现建筑行业组织和生产方式落后、低效率、低品质、生产安全事故频发以及行业社会地位依然不高，亟待改革。改革的具体方式应主要体现以下几个方面：一是深化建筑业简政放权改革；二是完善工程建设组织模式；三是加强工程质量安全管理；四是优化建筑市场环境；五是提高从业人员素质；六是推进建筑产业现代化；七是加快建筑业企业

“走出去”。

其次，殷时奎对装配式建筑的定义和发展历程作了阐述。他指出，装配式建筑是采用标准化设计、工业化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理、智能化应用而成的建筑。我国政府之所以要推进装配式建筑，是因为装配式建筑节约资源、效率高、质量安全水平高、有利于建筑业可持续发展、是先进的生产方式。而西方发达国家的装配式住宅经过几十年甚至上百年的时间，已经发展到了相对成熟、完善的阶段，为我国装配式住宅的发展提供了借鉴。

随后，殷时奎对《四川省推进装配式建筑发展三年行动方案》进行了深入的解读，对近几年四川省出台的关于装配式建筑发展的相关文件作了详细说明。他指出，三年行动方案的主要内容是：一、编制发展规划。把成都作为重点推进区，13个市作为积极推进区，5个市作为鼓励推进区。二、完善技术体系。主要包括混凝土结构体系、钢结构体系、现代木结构体系、组合结构体系。三、完善标准体系。2014年研究报告提出，需编制的相关地方标准有14项。四、提高设计和建造智慧化水平，主要体现在

BIM技术应用。五、提高施工能力、组织能力、实施能力。六、规范部品部件生产应用、标准化问题、生产精度问题。七、推进建筑全装修。八、促进绿色发展。九、加强质量安全管理。

最后，殷时奎对装配式建筑发展的主要问题与建议作了详细的说明。他指出，装配式建筑发展的主要问题有：1、建筑行业的组织方式阻碍了装配式的建造方式；2、建筑结构体系的研究不够；3、建筑标准体系的问题；4、构件部品生产精度问题；5、建筑信息化运用问题。同时，他还针对对装配式建筑发展提出以下几点建议：一、大企业要集成化，同时总承包企业要加强能力建设；二、中小型企业要专业化；三、建筑装配式人才培养是基础；四、装配式建筑发展要看准方向、研究问题、积极作为。

在讲座最后的互动问答环节，与会企业代表踊跃发言，积极提出企业在装配式建筑发展方面面临的问题及困惑，殷时奎针对企业代表的问题一一作答并提出对应的建议，与会企业代表纷纷表示，此次讲座令人受益匪浅、收获颇丰。

协会与汇源钢建联合举办装配式钢结构建筑体系交流会

为提升广大会员对装配式钢结构建筑的认知，促进我省装配式钢结构建筑体系开发和应用，建立行业交流合作渠道。9月27日，四川省装配式建筑产业协会装配式钢结构建筑体系交流会在川威集团连界基地举行。本次交流会由协会会员单位四川汇源钢建装配建筑有限公司协办。省住建厅、内江市住建局、川威集团、汇源钢建，及华西绿舍、中冶建工、中建钢构、中建三局、五冶钢构等30余家会员单位领导和专家参加了此次交流会。

上午，与会人员分别参观了汇源钢建龙泉制造基地钢结构加工厂、焊丝厂，直观地了解了钢结构加工工艺以及焊丝生产过程。

下午，在川威集团连界基地，与会人员先后参观了川威集团装配式钢结构综合球馆、漫城商业街、棚改安置房、钒钛科技公司轧钢厂、汇源装配公司新型墙材生产线、装配式建筑示范楼等。

随后，与会人员进行了交流座谈。省住建厅建管处副处长周俊龙，内江市住建局科勘科科长吴志刚、结构工程师徐祥华，威远县住建局局长毛文景，协会副秘书长周元、专委会办公室主任向勇，川威集团总工程师谢建国，汇源钢建董事长林永刚、副总经理王杜楦、总工顾于等出席会议，协会专家及企业代表共计80余人参加会议。会议由协会副秘书长周元主持。

会上，周俊龙首先代表省住建厅发表讲话。他表示：大力发展装配式建筑，



是当前四川省住房和城乡建设厅的一项重要工作，装配式钢结构作为装配式建筑的主要内容，在省内得到了积极推广和应用。目前，我省装配式建筑正处于快速发展阶段，取得了一定阶段性的成



果，但仍需要政府、协会及相关企业一起努力，共同推动建筑行业全产业链的发展。

内江市住建局科勘科科长吴志刚对本次交流会的举行表示祝贺，感谢四川省住房和城乡建设厅与四川省装配式建筑产业协会对内江市装配式建筑发展的关注和支持。内江市住房和城乡建设局结合省厅对装配式大力发展的政策，引进项目，进一步加大装配式项目的建设。目前装配式建筑在审图方面缺少相关规范标准，操作存在一定难度，希望省厅加强部品部件的认证，协会以“科技下乡”的方式提供技术支持，同时也希望汇源钢建在内江企业中发挥领头带动作用，

助力内江建筑业发展。

汇源钢建董事长林永刚向与会人员表示热烈的欢迎，并对各级政府及协会对汇源钢建的大力支持表示感谢。他指出：绿色、信息化、工业化是建筑产业发展的三大趋势，装配式建筑在效率、环保、工期等各方面具有明显的优势，大力推广装配式建筑更是建筑工业化不可逆转的趋势，相信经省、市、县各级政府领导的大力支持及行业各企业、专家的全力协作，四川省装配式行业将迈上一个新的台阶。

川威集团总工程师谢建国简单介绍了川威集团的发展历史，以及集团在发展装配式钢结构建筑方面所作的努力。近年来，川威集团积极响应国家号召，大力实施产品结构转型，积极推进产业结构转型，制造业向建筑业转型，围绕“工业 2025”实现制造业向智能化和集成服务转型。

随后，汇源钢建总工程师顾于对装配式钢结构建筑发展历程作了简要介绍，并详细介绍了公司研发的“汇源装配式建筑 18 体系”，该体系采用钢框架（支撑）结构体系，以钢柱、钢梁、钢支撑作为结构受力构件，以多孔砌块或实心砖外挂轻钢龙骨水泥纤维板或传统的彩钢体系、幕墙体系等结构为围护墙，以轻质隔墙板或空心砌块等为内隔墙，楼板采用钢筋桁架楼承板，外加集成厨房、集成卫生间、管线分离和全装修，形成完整的装配式钢结构建筑体系，并取得良好的应用效果。

最后，在交流问答的互动环节，与会人员踊跃发言，就装配式钢结构各类问题展开讨论，对装配式轻质墙板易开裂等行业问题作了交流。与会人员纷纷表示，此次交流会受益匪浅、收获颇丰。

据悉，四川汇源钢建装配式建筑有限公司系中国 500 强企业四川省川威集团有限公司投资控股的一家大型建筑集成企业。公司现有员工 400 余人，年产值达 5 亿元，下辖四川汇源钢建科技股份有限公司、四川省劲腾环保建材有限公司、四川省宇坤金属制品有限公司等，是一家以设计研发为龙头、涵盖钢结构制造安装、新型墙材生产安装、焊材生产销售、房屋建筑总承包及施工等领域的装配式绿色建筑集成制造商、服务商。是中国钢结构协会会员单位，四川省装配式建筑产业协会副会长单位。



《四川省装配式农村住房建设导则》

1 总则

1.1 为推动装配式建筑在全省农村住房中的应用,提高农村住房的工程质量,保障住宅安全,加快建设进度,制订本导则。

1.2 装配式农村住房的建设应符合《四川省农村住房建设管理办法》(省政府令第319号)的规定。

1.3 装配式农村住房建设应从安全选址、体系选择、产品把关、关键部位控制等方面提升质量安全,落实各项防灾减灾措施。

1.4 本导则适用于采用统规统建方式建设,且建筑层数为二层及二层以下、跨度小于6m、建筑面积小于300平方米的装配式农村住房。

1.5 统规自建的农村住房以及配套建设的低层公共建筑可参照执行。

1.6 装配式农村住房的建设除应符合本导则的要求外,尚应符合国家和四川省现行有关标准及政策要求。

2 基本要求

2.1 装配式农村住房的建设应符合相关规划、政策要求。在易地扶贫搬迁项目中,农村住房建筑面积应符合国家

和省有关政策要求。

2.2 装配式农村住房应符合建设标准的要求,并应考虑地域特性,顺应当地气候特征,尊重当地民族特色及地方风俗,满足所在区域居民对建筑使用功能的要求,建筑风貌为住户所接受。

2.3 装配式农村住房选址应处于安全地带,合理避让地震活动断裂带、地质灾害隐患区、山洪灾害危险区和行洪泄洪通道。

2.4 装配式农村住房应充分考虑经济性,建设成本应符合当地农村经济发展状况。应按照建设标准完成基础装修,严格控制建筑水电暖等设施设备质量,并适度提升农村住房舒适水平。

2.5 装配式农村住房体系的结构安全性应符合国家、地方现行标准要求,并满足当地抗震设防要求。

2.6 装配式农村住房体系的保温性能应满足相关标准要求,严寒和寒冷地区的外墙、屋面应满足抗冻性能要求。

2.7 装配式农村住房应采取与地区气候相适应的节能措施,鼓励使用被动技术改善保温隔热通风性能,有条件的地方宜使用可再生能源。

2.8 装配式农村住房平面布局应符合下列要求:

1. 严寒和寒冷地区应有利于冬季日照和冬季防风,并应有利于夏季通风;

2. 夏热冬冷地区应有利于夏季通风,

并应兼顾冬季防风;

3. 温和地区应有利于自然通风和夏季遮阳;

4. 建筑东、西和北向外窗面积不应过大,当其处于非主要朝向时,外墙窗墙比不宜大于0.3。

2.9 装配式农村住房室内地坪应结合当地环境条件采取合理防潮措施。

2.10 装配式农村住房可采用钢结构、混凝土结构和木结构体系,各类体系应符合下列要求:

1. 装配式农村住房的高宽比不宜大于1.2;

2. 单一建筑中同时采用多种体系时,同一楼层中的竖向构件应采用同一种类体系。不同体系间应可靠连接;

3. 各类体系应具有国家或地方标准或标准图集,无标准或标准图集的应具有符合要求的设计文件。

2.11 装配式农村住房的基础应符合下列要求:

1. 基础宽度、埋深可按当地经验确定,基础埋深不得小于500mm,且应考虑季节性冻土标准冻深;

2. 地基为软弱土、可液化土、湿陷性黄土、膨胀土、冻胀土、新近填土或严重不均匀土层时,应做地基处理;

3. 基础素混凝土的强度等级不宜低于C15。

2.12 装配式农村住房主体建筑宜采

用设计—施工一体化的方式建设,鼓励采用标准化、集成化的装配式建筑。

3 低层装配式钢结构体系

3.1 一般规定

3.1.1 低层装配式钢结构体系适宜于集中建造或分散建造的装配式农村住房。对于运输条件受限的区域可优先采用低层装配式钢结构体系。

3.1.2 低层装配式钢结构体系适用于抗震设防烈度为8度及8度以下的区域。

3.1.3 低层装配式钢结构体系分为轻型钢结构体系和冷弯薄壁型钢体系两大类。

3.1.4 轻型钢结构体系采用轻型钢梁、钢柱作为结构主要受力构件,楼(屋)面板及墙体宜采用装配化构件。

3.1.5 冷弯薄壁型钢体系采用冷弯薄壁型钢龙骨作为竖向受力构件,面罩结构板与龙骨共同形成水平抗剪墙体,龙骨之间应填充不同类型的轻质保温隔声材料。

3.1.6 低层装配式钢结构体系与基础的连接采用螺栓连接,基础顶面高度应高于室外地坪标高。

3.1.7 低层装配式钢结构体系的防腐和防火措施应符合相关标准及设计文件要求。

3.2 轻型钢结构体系

3.2.1 轻型钢结构体系应符合《轻型钢结构住宅技术规程》JGJ209-2010的要求。

3.2.2 轻型钢结构体系采用轻型钢梁、钢柱,单件构件重量宜控制在150kg以内,钢构件之间的连接应采用螺栓连接。

3.2.3 轻型钢结构体系的内外墙可采

用轻型条板、轻钢龙骨内外夹板灌浆墙、轻钢龙骨复合墙体或其他复合墙板等。

3.2.4 内外墙体与结构之间应采取有效的连接措施,且应对梁柱采取有效防腐和防火措施。

3.2.5 楼面(屋面)板可采用条板、大板以及其他装配式楼(屋)面方式,也可采用钢筋桁架楼承板并浇筑混凝土。

3.2.6 轻型钢结构体系的屋面宜采用由多层复合形成的轻质屋面系统,屋面系统应满足保温、隔热、隔潮、隔音基本功能要求。屋面层以压型金属瓦、树脂瓦等材料为主,也可采用琉璃瓦等材料。

3.3 冷弯薄壁型钢体系

3.3.1 冷弯薄壁型钢体系应符合《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018-2002以及《低层冷弯薄壁型钢房屋建筑技术规程》JGJ227-2011的要求。

3.3.2 冷弯薄壁型钢体系所有的预留预埋均应由制造商提供。

3.3.3 冷弯薄壁型钢体系墙体的敷面板在满足安全性要求的前提下,尚应满足正常使用功能要求。

3.3.4 外墙除冷弯薄壁型钢龙骨外,还包括结构板、透气层、外装饰层,龙骨内填充保温隔音材料。

3.3.5 内墙除冷弯薄壁型钢龙骨外,一般采用双层石膏板,龙骨内填充保温隔音材料。

3.3.6 冷弯薄壁型钢体系的楼面体系在满足安全性要求的前提下,尚应采取措施有效降低楼面振动。

3.3.7 冷弯薄壁型钢结构体系的屋面应采用多层复合形成的轻质屋面系统,屋面层宜采用金属蛭石瓦、树脂瓦等材料,也可采用水泥瓦、金属琉璃瓦等其他屋面材料。

3.3.8 冷弯薄壁型钢体系中,应适当增加设备管线预留预埋数量,减少后期装修对体系的影响。

3.3.9 冷弯薄壁型钢的表面防腐涂层不得小于Zn275或AZ150的标准。

3.3.10 冷弯薄壁型钢体系龙骨尺寸误差应符合《低层冷弯薄壁型钢房屋建筑技术规程》JGJ227-2011的要求。

4 低层装配式混凝土结构体系

4.1 一般规定

4.1.1 低层装配式混凝土结构体系适宜于集中建造的装配式农村住房。

4.1.2 低层装配式混凝土结构体系一般适用于抗震设防烈度为8度及8度以下的区域。9度区可建设装配式混凝土结构单层农村住房。

4.1.3 低层装配式混凝土结构应符合设计标准化、模数化的原则。

4.1.4 低层装配式混凝土结构体系宜采用干法连接的板墙体系,其干法连接设计应满足中震条件下保持弹性的要求。

4.1.5 低层装配式混凝土结构体系的验收应符合《四川省工业化混凝土构件制作、安装及质量验收规程》DB51/T008-2015的要求。

4.2 混凝土板墙体系

4.2.1 混凝土板墙体系所采用的混凝土强度不宜低于C30。

4.2.2 混凝土板墙体系的承重墙体可采用混凝土墙体,也可采用混凝土与其他材料复合形成的墙体。混凝土墙体的厚度不应小于120mm,复合墙体的厚度不应小于150mm。

4.2.3 混凝土板墙体系的非承重内隔墙可根据现场条件采用轻型条板、轻钢龙骨复合墙体或其他复合墙板等新型建

筑材料。

4.2.4 混凝土板墙体系的楼(屋)面可采用混凝土楼(屋)板,也可采用混凝土与其他材料复合形成的楼(屋)板。楼(屋)板与墙体间、楼(屋)板与楼(屋)板间应有可靠连接。

4.2.5 混凝土板墙体系的屋面也可采用轻钢体系或冷弯薄壁型钢结构体系的屋面系统。屋面系统应与墙体有可靠连接。

4.2.6 混凝土板墙体系宜适当增加设备管线的预留预埋数量,减少后期装修对体系的影响。

4.2.7 混凝土板墙体系宜采用模块化设计,单元划分应结合安装现场的运输和吊装条件确定。

4.2.8 混凝土板墙体系安装过程中,构件单元的临时支撑应满足安全施工要求。

4.2.9 干法连接节点及接缝构造应符合设计文件要求。

4.2.10 混凝土板墙体系的座浆材料及灌浆材料应采用高强度、低收缩灌浆料。

5 低层装配式木结构体系

5.1 低层装配式木结构体系适宜于

集中建造或分散建造的装配式农村住房。

5.2 低层装配式木结构体系适用于抗震设防烈度为9度及9度以下的区域。

5.3 低层装配式木结构体系分为轻型木结构体系、胶合木结构体系及其他木结构体系三大类。

5.4 轻型木结构体系采用规格材、木基结构板材或石膏板制作的木构架墙、木楼盖、木屋盖系统构成的结构体系,并在木骨架构件之间的空隙内填充保温隔热及隔声材料。

5.5 胶合木结构体系指承重构件主要采用层板胶合木制作的低层建筑结构,各连接节点均采用钢板、螺栓或销钉连接;墙体宜采用木构架墙,楼(屋)盖宜采用木楼盖、木屋盖系统。

5.6 低层装配式木结构体系与基础的连接采用螺栓连接,基础顶面标高应高于室外地坪标高。

5.7 低层装配式木结构体系的防火、防腐及木材的含水率应符合相关标准及设计文件的要求。

6 质量安全

6.1 一般规定

6.1.1 装配式农村住房施工应委托有资质的建筑业企业或装配式建筑部品部

件生产企业负责实施,其产品质量接受建设和质量管理部门监督和指导。

6.1.2 装配式农村住房的委托方应加强实施过程中的质量安全监管。

6.1.3 住房城乡建设行政主管部门应加强装配式农村住房实施过程的指导。

6.1.4 承建单位应加强建设过程中的安全管理,并根据装配式农村住房体系特点采取必要的安全措施。

6.2 质量验收

6.2.1 装配式农村住房应按《四川省农村住房建设管理办法》(省政府令第319号)要求进行竣工质量验收。验收应当根据施工合同、设计文件(图集)和相关技术标准要求,在查阅施工记录、检查记录的基础上,对农村住房的实体质量进行查验,形成验收结论。

6.2.2 装配式农村住房可以分为基础和主体两个分部工程进行验收。

6.2.3 在进场安装时,承建单位应提供所有产品的合格证书。

6.2.4 产品进场后,项目委托方应组织对产品的尺寸进行抽检。

6.2.5 装配式农村住房的安装质量应符合相关标准要求。

6.2.6 装配式农村住房交付时,承建单位应提交主体建筑的质量保证文件。

十几天就能建好房！ 未来四川新建建筑中三成都会是这类房屋

黄墙红瓦白窗，结实的钢梁钢柱，干净简洁的装修风格，敞亮的厨房、卫生间……一栋栋别具彝族特色的农房正亭亭矗立在凉山州喜德县拉克乡干拖村中。而让人意想不到的，眼前这些建筑竟是在短短半个月以内修建起来的！施工方相关负责人告诉四川发布者：这都得益于一种新的建造方式——装配式建筑。

8月30日，干拖村的装配式农房样板房迎来了正在喜德县参加全省脱贫攻坚住房建设现场会的领导们实地考察，来自各市（州）发改、住建、扶贫移民等相关部门的同志纷纷近距离观摩了这种新建造方式，感受了它在脱贫攻坚工作中发挥的巨大作用。

十余天就建好 房子也可以拼装！

装配式建筑是什么？为何要采用这种新建法？据了解，装配式建筑就是由预制部品部件在工地装配而成的建筑。简单来说，就是像机器生产那样成批成套地建房，然后把预制好的房屋构件运到工地装配起来就可以了。由于装配式建筑建造速度快，生产成本较低，同时也符合绿色循环低碳发展理念，因此得以在全世界范围内迅速推广开来。

装配式建筑好在哪里？记者了解到，与传统现浇建造方式相比，装配式建筑有五大优势：一是能大幅降低建造过程

中的能源资源消耗。相对于传统的现浇建造方式，可节水25%，降低抹灰砂浆用量55%，节约模板木材60%，降低施工能耗20%。二是可以减少施工过程造成的环境污染影响。显著降低施工粉尘和噪声污染，减少建筑垃圾70%以上。三是显著提高工程质量和品质。四是能提高劳动生产率，缩短综合施工周期50%。可减少40%的现场用工量。五是其抗震性能高于同等类型的现浇混凝土建筑。

而直观地从价格和周期上来看，它也相当吸引人。比如，在干拖村建造的这批装配式样板房，是按照凉山州彝族农房风貌特色建设而成的，其建筑面积

分别为60㎡、80㎡、100㎡，而其结构形式分为装配式混凝土结构、装配式轻钢结构、装配式冷弯薄壁结构三种体系，房屋风格简练又结实耐用。

样板房施工工期仅为10-12天，其造价在1800-1900元/平方米左右。据相关负责人介绍，这个造价未来还需通过批量化、集中化、总承包建设，以及建设构件生产和中转基地等方式进一步降低。

四川5个城市开展试点 装配式建筑产业实力开始凸显

近年来，四川省认真贯彻落实党中





央、国务院大力发展装配式建筑的决策部署，深化建筑业供给侧结构性改革，坚持“政府引导、市场主导”原则，从政策引导、标准规范、试点示范等多方面着手，大力发展装配式建筑，推动建筑业高质量发展。同时，四川也加大了其在重点民生领域的推广和应用，尤其在脱贫攻坚易地扶贫搬迁、农村危房改造和“厕所革命”行动中大力推行装配式建筑。并制定了《装配式农村住宅建设导则》《装配式农村住宅图册》《装配式公共厕所图册》。

记者了解到，四川已经在成都、乐山、广安、眉山、西昌 5 个试点城市开展装配式建筑试点工作。2017 年，成都、广安和成都建工集团总公司、四川华构住宅产业化有限公司、中国建筑

西南设计研究院有限公司、凉山州现代房屋建筑集成制造有限公司等 8 家企业被评为全国第一批装配式建筑示范城市和装配式建筑产业基地。同时，四川加快产业基地建设，至目前，全省已建成钢结构装配式建筑生产企业 22 家、年产量 90 万吨，建成混凝土装配式建筑生产企业 11 家、年生产能力 210 万立方米。全省累计开工装配式建筑 2800 万平方米。

三年行动方案目标明确 2020 年全省装配式建筑 占新建建筑比例将达 30%

未来，装配式建筑在四川的发展前景如何？发展目标是什么？在四川

省住房城乡建设厅制定的《四川省推进装配式建筑发展三年行动方案》中明确规定：四川将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%。

城市森林花园建筑（第四代住房）解读

住宅的发展

经过几十百年的发展，人类住房已经经历了多个时代的变迁：

第一代：巢居与穴居。主要功能：遮风避雨，躲避野兽的原始需求。

第二代：四合院。主要功能：以家庭院落为中心，以街坊为干线的社会网络式居住系统。

第三代：主要功能：独立式住宅与高层建筑群住宅——现代城市发展，土地紧张人口密集的产物。



传统城市界面



现代城市界面特点

绿色城市的发展

古巴比伦城市花园：采用立体造园手法，将花园放在四层平台之上；园中种植各种花草树木，远看犹如花园悬在半空中。

花园城市 / 园林城市：突出城市的园林绿化；以促进城市的可持续发展，创造人与自然和谐的环境为目标。

海绵城市：新型城市雨洪管理概念，指城市在适应环境变化和应对雨水带来的自然灾害等方面具有良好的“弹性”。

城市界面的发展

当前城市高度开发，所有建筑均以冰冷的外墙示人；人们伫立其中，仿佛置身与世隔绝的水泥笼子，一眼望去，满眼的钢筋水泥墙体矗立，使整个城市显得枯燥、干涸、缺乏生机；密集冰冷的建筑群还加剧着城市的环境承载能力。未来城市界面将向生态自然、富有生机和活力的方向发展。



未来城市界面发展趋势

习总书记在巴黎气候大会明确表示：中国将大力发展绿色建筑，生态建筑。国务院关于城市规划的若干意见，由 1968 年的适用、经济、坚固、美观，正式调整为 2016 年的适用、经济、绿色、美观。

而实现绿色建筑的目标，不仅仅是提升技术应用，而是创造一个更为友好、更为包容的人居环境，实现人与自然、人与建筑、人与人之间的和谐发展。随着城市中高层密集建筑群的出现，人们渴望从冰冷的水泥建筑中逃离，投入生态自然的怀抱。正是这种渴望，催生着高品质、新体验的城市森林花园生态住宅的产生。

城市森林花园

建筑理念

城市森林花园建筑是集“空中园林”、“空中停车”、“四合院”、“街巷胡同”、“垂直绿化”、“花园别墅”、“绿色庄园”、“电梯房”等所有建筑优势于一身！

实现了人、建筑与自然的和谐相融，使建筑真正有了生命。



创新优势

1. 全球独具创新技术 Adopts Unique innovative technologies in the world

城市森林花园建筑，又称第四代绿色生态住房，采用了全球独具创新的知识产权技术：“庭院转换技术”和“楼层转换技术”，该技术彻底解决了国内外所有类似建筑十几年来都无法解决的“黑房子”技术难题，使所有主要房间都能直接采光，使所有花园庭院都有了私密性和安全性，这是到目前为止全球其它所有类似建筑都无法做到的，并这些技术完全属于中国自主知识产权。

2. 彻底改变干涸的城市环境 Can thoroughly change the dry urban environment

城市森林花园建筑（第四代住房），主要是利用全部建筑外墙墙面进行垂直绿化、空间绿化，全部采用外挑平台，覆土后植树绿化，使全部外墙都被花草树木所覆盖；从外观上看，一栋建筑就如同一座树木葱郁的山峰，一个建筑群就如同一片森林，使建筑都封印在大自然的鲜花绿树之中，使城市更加美丽！



3. 彻底改善住户的居家环境

城市森林花园建筑（第四代住房）

的整栋建筑就如同将传统的胡同街巷和四合院都叠加起来，向空中发展，每层均设置公共院落，不再设置黑暗的电梯厅，出电梯就在室外街巷里；将住户房屋都布置在街巷或四合院周边，同时，在每家每户的客厅外还设置了一块土地，一座绿化平台（可成为该住户的私家庭院，种植果园+菜园，使土地得到再生）！这既方便了人们在公共院落里休闲、散步、运动，使居住从新有了街坊四邻，使老人儿童不再孤单寂寞，更开心、更快乐、更健康！又可在客厅外的私家庭院里种花、种菜，在花草树林间享受清新安静的田园生活。

4. 建筑更环保和节能

城市森林花园建筑（第四代住房），不再将整块土地都大开挖建地下停车场，而将其停车场全部建到空中，住户车辆都可通过载车电梯到达，并通过公共街巷停放在自家楼层门口的停车位上；这不但使住户告别了黑暗的地下停车场，方便了回家停车及驾车出行，解决了居民停车难，还节约了地下停车场 24 小时不间断照明、消防及通风设施设备！同时，因不用再大开挖建地下停车场，减少了 80% 以上的土石方清运，大量节约了填埋废土地，节约了宝贵的土地资源。



5. 不多占用土地和成本，可造福大众百姓

城市森林花园建筑（第四代住房），不再建地下停车场，减少了 80% 以上的地下工程量（减少的地下工程量与增加的空中停车院落工程量相抵，成本基本相当），因此，其房屋售价也应亦相当！所以，第四代住房虽然有比别墅更好的品质，但却不会增加一寸建设土地和建设成本，是所有百姓都买的起和住得起的房子，可造福大众百姓。

6. “海绵城市”的体现

国家大力提倡海绵城市，但现有建筑需建地下停车场，通常要深挖 2—4 层地下室，既阻断了地下水正常流通，又阻隔了雨水渗入地下循环，使城市内涝严重，增加城市管网排水压力。而城市森林花园建筑将停车位都搬到了空中，不再大开挖土石方建地下停车场（地下只需满足人防工程建设），雨水则可自然回归到地下，不影响地下水系的流通，是海绵城市建设的最佳方案。



7. 不再建地下停车场，开启空中停车时代

住户车辆及访客车辆，都可通过小区外围道路，通过智能载车系统，一分钟内即可抵达任何楼层，并停在自家门前的停车位上，这方便了人们回家停车和驾车出行，使住户彻底告别空气污浊黑暗的地下室停车时代！同时，它实行人车分流，行人则走小区内道路及载人电梯，实现小区内无车辆通行。

8. 再造建设用地，提升环境价值

城市森林花园建筑，将建设用地用于建设的同时，还开创了在建筑上植树造林的新时代，这在建筑上进行自然环境的再建，等于对土地进行了再生，使土地之上不仅只是建筑，还有人工再造的同样面积的土地，实现了可持续发展的理念 and 人与环境和谐共生的理想。



城市森林花园建筑创新专利

5	中国专利号: 201520342914.6	城市森林花园建筑及建筑群
6	中国专利号: 201520967169.3	城市森林花园建筑及建筑群
7	中国专利号: 201630018159.6	建筑地 (城市森林花园)
8	中国专利号: 201620308731.7	城市森林花园建筑
9	中国专利号: 201621394592.6	一种空中停车系统
10	中国专利号: 201630427410.4	建筑地 (城市森林花园)
11	中国专利号: 201730038761.6	建筑地 (城市森林花园)
12	中国专利号: 201730281738.4	建筑地 (城市森林花园)
13	中国专利号: 201730281401.3	建筑地 (城市森林花园)
14	中国专利号: 201720373611.X	一种空中停车系统建筑及建筑群
15	著作权号: 国作登字-2017-J-00400060	城市森林花园建筑及建筑群
16	著作权号: 国作登字-2017-L-00400061	城市森林花园建筑及建筑群
17	著作权号: 国作登字-2016-L-00270061	无内城市森林花园建筑

第四代住房

一、概念

又称“庭院房”，目前已获得知识产权专利及著作权 13 件、共计 100 多项，并就建筑外观、设计、结构原理等方面仍获得了中国、美国、欧盟、日本、韩国等几十个国家和地区的知识产权保护。

二、案例分析

1、米兰“垂直森林”

建筑立面上错落分布着悬挑的混凝土阳台，上面种满绿植。每套公寓都有一处专属私家花园。最小的公寓约 65 m²，包括一个小阳台。与城市森林花园的大面积大空间的露台相比，米兰垂直森林中的阳台多以长条形为主，露台空间较局限。



2、新加坡翠城花园住宅

新加坡翠城花园住宅项目通过引入大量屋顶花园，梯田状景观和串联阳台，实现自然环境利用的最大化。与之对比，城市森林花园的优势在于每家每户均有属于自己的私人花园。





3、成都世纪城天鹅湖小区

成都天鹅湖小区分别有三种户型设计，(1)大户型：146–550 m² (大阳台)；(2)中户型：90–138 m² (小阳台)；(3)小户型：40–110 m² (无花园阳台)与城市森林花园的露台斜撑结构相比，天鹅湖小区的露台采用柱子承重，露台面积包括在建筑面积中；柱子的存在不仅占用了原有的庭院空间，视觉上也不美观，并还会出现很多黑房子。



4、碧桂园森林城市

位于马来西亚，毗邻新加坡。规划搭建垂直绿墙、空中花园和屋顶花园系统，形成多维度立体绿化系统，建筑外墙长满植物，全城地面都是公园，机动车地下停靠穿行。利用传统屋顶绿化和

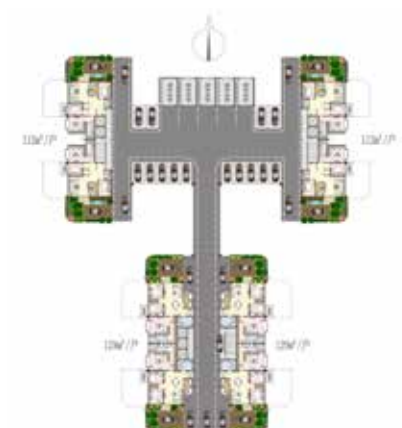
外墙绿植打造城市级绿色生活，而城市森林花园立足中国国情，更突出了私家花园实用性的价值。



城市森林花园建筑方案展示—庭院房



城市森林花园建筑方案展示—街巷式庭院房



建筑平面图及户型图（附看房/停车场）
~(1)5户(12000m²)，3000-4000



建筑平面图及户型图（附看房/停车场）
~(1)5户(12000m²)，3000-4000

城市森林花园建筑方案展示—户型





三、对城市的价值体现

改善城市生态和人居环境

建筑在平面空间和立体维度的全面绿化，可有效实现“林城相依”“林居相依”，提高城市植被覆盖率，优化空气质量，降低热岛效应，有效推动城市绿色低碳发展和人居幸福指数。

推动城市住房领域的供给侧改革

城市森林花园建筑，使投入与产出比发生倍增和质的变化，是一种更先进

的生产力，是住房领域里最好的“供、给、侧”改革！

促进产业转型升级

推广城市森林花园建筑，可推动房地产行业向转型升级发展，有利于该行业健康、稳定和可持续的长久发展！同时，为新型建材、载车电梯、垂直绿化等相关产业发展带来新的机遇，从而推动整个产业链的供给侧结构性改革，为城市发展提供新动能。

提升城市综合竞争力

城市森林花园建筑，可以有效提升城市的形象和品质，成为全球城市发展绿色生态建筑的样本典范，并提升城市环境的优美度，进而吸引人才、资本等要素加速聚集，不断提升城市发展级。

使所有建设用地都 100% 得到再生

城市森林花园建筑的空中庭院覆土面积相加，将超过它整个项目的总占地面积。同普通电梯房相比，其绿化率将达到 3 倍以上，这将大幅度减少资源消耗，极大提升土地的利用效率。无论住户是将其私家花园庭院用来植树做绿化，还是用来栽种果蔬做菜园，这些建设用地便又以另一种形式在空中全部得到了再生。

四、未来发展机遇

城市森林花园建筑是践行“森林城市”、“生态城市”、“公园城市”、“海绵城市”、实现“人民对美好生活向往”的最好诠释，最好路径；是“淘汰落后产能（第三代电梯房），锁定新兴领域、创新领域，创造新的经济增长点（第四代庭院房），改善人民生活”的最佳选择。

案例展示：



四川省装配式混凝土建筑项目管理人员培训 (第二期)圆满结束

为大力推进装配式建筑发展,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。9月21日下午,在四川省住房和城乡建设厅指导下,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(第二期)”在四川天辰楼宾馆圆满结束。在为期三天的理论学习和一天的实地观摩中,学员们在装配式建筑理论、实际操作、生产工艺等方面都学有所获。

本期培训在总结第一期培训的经验前提下,无论是学习环境还是课程设置、观摩选址都进行了优化升级。授课从专业、权威、发展的角度出发,更加注重工程实践知识培训,充分满足从业人员所需装配式建筑基本知识。在课程设置上,重点突出了实用性和操作性。培训讲师均为远大住工富有装配式建筑施工经验的专家,培训内容除装配式建筑产业政策、标准规范、项目组织管理、生产施工、技术工艺、造价经济、质量安全控制等以外,还新增实际操作、现场施工案例讲解。

20日上午,在协会的组织下,学员来到位于郫都区的成都城投远大建筑科技有限公司生产基地参观学习。在参观过程中,工作人员详细介绍了预制构件生产工艺、设备运行、厂区布置、构件运输等方面知识;现场遇到不解的问题,



学员主动向老师请教、沟通交流;通过参观+学习的模式,学员了解了预制构件生产原理与技术方法,也对装配式建筑项目管理有了新的认识。

下午,学员来到中国五冶集团海滨湾项目进行参观学习。此项目主体结构形式为框架剪力墙结构,分地块单体建筑装配率分别为20%、20%和30%,预制构件主要有预制叠合梁、叠合板、预制楼梯和部分预制剪力墙。项目由中国五冶集团EPC总承包,致力于打造装配式建筑样板工程。此外,项目还设置有装配式建筑展示区、智慧工地指挥中心,全面提升技术质量与信息化水平,将引领与推进装配式建筑产业发展。现场,学员们还实地感受了一下VR虚拟技术,模拟现场施工安全技术等。

为更好地了解培训教学质量反馈,为我省装配式建筑输出应用型、管理型、复合型人才,我协会从实际出发,在观摩现场随机采访了几位学员。下面,我们来听一听来自学员的心声:

“参加本次培训的目的是为了系统深入学习装配式建筑的生产和施工工艺要点,为今后能更好的在公司开展装配式方面的工作。”四川省第六建筑有限公司鞠明说到。通过几天的学习,最大的收获是进一步了解了竖向PC构件套筒灌浆的工艺、技术难点及控制要求;观摩中,在城投远大主要参观了装配式叠合板的生产制造车间,自动化流水线生产和养护工艺,生产效率高,构件质量好。在课程设置上,可以增加结合实际设计、生产、施工方面的国标解读,

可以单独开展构件深化设计、出图方面的专业知识培训,PC 深化设计等。

“在这三天的培训学习中,经过授课老师专业的讲解,更加系统地认识了装配式建筑,通过对实际案例的分析,可以让我们在从业的过程中规避许多问题的存在。虽然说培训结束了,但学习却永不止步。以后,我们要用理论来联系实际,在学习工作中,在工作中学习。最后,希望在下次培训时,可以增加项目管理经理进行授课。”余波说。

中铁八局集团桥梁工程有限责任公司王江:我们公司 2016 年开始接触装配式建筑,参加本次培训,一方面是想通过学习来了解行业的现状,另一方面是让自己更进一步了解装配式。在专业老师的讲解下,主要有两方面的收获:一是掌握了完整的理论体系;二是老师讲解的许多案例,很多问题对于我们来说也是一种很好的借鉴,尤其是现场施工的注意事项,让我印象深刻。总体来说,培训的效果很好。

“本次培训的整体感受是对于初次



接触装配式的人员来说比较受益,对于我来说本次培训的亮点是造价经济方面的知识,这是我在以前参加培训时所没有接触到的”。四川宜宾仁铭住宅工业

技术有限公司周荣耀说。对于课程设置方面,可以增加政策讲解、生产工艺流程难点(预制墙板、灌浆套筒)、现场施工工艺难点等;构件生产与构件现场安装方面的知识可以分开进行系统培训,以及讲课四川装配率的相关规定。

成都建工路桥建设有限公司银原:通过这次培训,接触了一个新的施工工艺,让我对装配式预制混凝土结构建筑有了一个直观的认识和了解。同时,本次培训中有很多亮点值得我们学习,如机械化施工绑扎、案例讲解等;建议对个别专业基础名词进行讲解,增加对四川省的行业政策要求及地域特色综合分析。最后,也希望协会能多给企业提供一些技术性的支持,如专家的论证等。

21 日下午,学员进行了培训总结考试考核,成绩合格的学员,将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。

据统计,近 120 人参加本次培训。其中,会员单位 11 家,非会员单位 38 家,以个人名义参加培训的 6 人。

相关链接

全国首个装配式建筑工人技能标准 9 月 1 日实施

日前,重庆市城乡建委发布工程建设地方标准《装配式混凝土建筑技术工人职业技能标准》,这是全国首个发布的装配式建筑工人的技能标准,将于 2018 年 9 月 1 日实施。标准明确了装配式混凝土建筑技术工人的关键工种,主要包括构件装配工、灌浆工、内装部品组装机、钢筋加工配送工、预埋工、打胶工等 6 个工种,并对各工种的职业技能水平提出了具体要求。

构件装配工、灌浆工、内装部品组装机、钢筋加工配送工等 4 个工种技能等级分为初、中、高、技师、高级技师五个技能等级,预埋工、打胶工等 2 个工种技能等级分为初、中、高级工三个技能等级。

主要对理论知识和操作技能两个部分进行技能鉴定(考核),理论知识的技能鉴定(考核)主要内容是构件加工技术、施工组织管理和安全文明施工等;操作技能的鉴定(考核)主要内容是施

工准备、施工操作、成品保护和技术创新等。该标准为装配式建筑技术工人技能人才培养和考核提供了依据,具有较强的指导性和可操作性。

据介绍,标准编制过程中,编制组对重庆市装配式混凝土建筑技术工种设置、职业技能要求等进行了深入细致的调查研究,在理论分析的基础上,对工作实践进行了总结,同时,结合了装配式混凝土建筑的特点,借鉴了各省市的相关经验。

凝聚共识的“大合唱” 放眼未来的“大蓄势” 厚植建筑设计本底 聚焦幕墙行业融合发展 ——访中建西南院建筑幕墙设计所总工程师董彪



个人简介

高级工程师，毕业于重庆大学，工程力学专业。中国建筑西南设计研究院有限公司建筑幕墙设计所总工程师，四川省装配式建筑产业协会（原四川省建筑金属结构协会）专家委员会副主任委员。

代表作品

成都希顿国际广场工程（建筑幕墙设计获得2017年度四川省优秀工程勘察设计一等奖）、四川省图书馆新馆（建筑幕墙设计获得2016年度四川省优秀工程勘察设计二等奖）、大慈寺文化商业综合体（建筑幕墙设计获得2016年度四川省优秀工程勘察设计二等奖）、成都万达城展示中心及样板展示区项目（建筑幕墙设计获得2017年度四川省优秀工程勘察设计三等奖）、ICON·云端、成都天府国际机场航站楼建筑幕墙与金属屋面工程等。

“博学、审问、慎思、明辨、笃行”

是他的人生准则；专业、谦逊、乐于授教是他与人交往的基本原则；采访过程中，在他身上不仅可以体会到过硬的专业知识，还有平易近人的亲近感。他就是中国建筑西南设计研究院有限公司建筑幕墙设计所总工程师——董彪。

走进董彪的办公室，首先看到的是整齐堆放在办公桌上的设计方案。此时的董彪也正在电脑桌前认真审阅设计图纸。办公室内没有过多的装饰物，方案文件就占据了大部分的空间。据采访了解，董彪一年当中大部分的时间都是与工作为伴，这似乎也成了常态。凡事他必亲躬，一直致力于推动幕墙行业的发展。在从业的22年中，他参与编制国家行业、四川地方标准；先后发表论文13篇；获得国家专利授权33项，其中发明专利3项；在全国各地主持设计的幕墙、钢结构及金属屋面工程达500多项，还开创了在设计院做幕墙设计的新模式。

躬亲实践

推动幕墙设计行业落地生根开花

四川幕墙行业的发展起步早，在上个世纪90年代，国内幕墙标准颁布之前，四川幕墙行业就已根据四川实际情况，制定了地方标准，走在了全国的前列。然而，四川幕墙本土企业的发展却处于却一直处于较为低迷的状态，错过了行业大发展的20年，人才培养不足，流失严重，在全国影响力较小。



“面对逆境，需要有迎难而上的心境，通过领头人来带动行业的发展。”对于西南院建筑幕墙设计所总工程师的董彪来说，因为秉承建筑幕墙设计的情怀，他一直在探索如何推动幕墙行业发展。于是，2009年西南院正式成立了幕墙设计所，这在全国范围内开创了一个新的模式——设计院做幕墙设计。“一开始，设计院做幕墙设计在市场上很不被人认可，就需要我们走出去输出先进的理念，通过项目和自身的硬实力来赢得信任。”董彪说。经过六年时间的探索，2013年后，华东院、中国院、北京院、浙江省院、深圳设计总院等大设计院都相继成立了建筑幕墙专业设计团队。设计院做幕墙设计的模式被行业所认可并重视，逐渐全面推广开来。由此为契机，在董彪参与、组织及推动下，2016

年中国建筑学会正式成立了建筑幕墙学术委员会，由董彪担任副理事长、专家组副组长。用董彪的话说，幕墙设计行业在全国从此有了组织，四川声音在全国也有了分量。中国建筑学会两年一次开展的“中国建筑设计奖”的评选，在今年第一次增加了“建筑幕墙专业奖”。全国建筑幕墙设计院所及企业纷纷响应，积极参与，我国的建筑幕墙设计行业终于有了第一个全国奖项，这是建筑幕墙设计行业发展的一个里程碑。

除了推动幕墙行业的发展，董彪还积极拓展团队的业务范围及专业能力，他所带领的设计团队还领先将金属屋面纳入到设计范围中。不仅开创了幕墙设计的先例，也将单一的建筑立面产品设计拓展到整个建筑的外围护系统，使幕墙行业更好地适应现代建筑设计的发展

形势。如：青岛胶东机场航站楼、重庆市江北国际机场T3航站楼、成都天府国际机场航站楼等项目，均是金属屋面和建筑幕墙相结合的体现。同时董彪还担任了中国建筑防水协会金属屋面技术分会的专家组副主任，提倡在金属屋面技术发展上鼓励创新与革新，并为此进行了探索与实践。

奋发有为

以专业化推进幕墙设计文化发展

自参加工作以来，董彪一直从事建筑幕墙、钢结构及金属屋面的设计、施工及管理工作。“灵感与设计相结合，让每一个项目凸显出自身独一无二的特色。”在设计之前，董彪会对整个项目进行把控，与业主、施工方进行深层次的衔接，在满足对方需求的前提下再结合专业素养呈现出最佳效果。成都万达城展示中心

及样板展示区就是其中之一。它的建筑外立面取意于成都市市花——“芙蓉花”，以曲面彩釉玻璃幕墙形成叠合的“花瓣”，数码彩釉玻璃犹如晕染般渐变的色彩，充分体现了芙蓉花柔、皱、透的自然美感；同时，突出于玻璃面板的竖向白色肋片，生动地模拟了芙蓉花开放时挺拔、舒展的“花脉”形态；两相结合，宛如一朵优雅绽放的“芙蓉花”。项目建成后，迅速成为都江堰市的新地标。

四川省图书馆新馆建筑外立面取意汉代石阙造型，建筑形体端庄大气，石材竖向装饰条、屋面檐口线条笔直明快，很好的表达了现代建筑与传统文化的融合。玻璃幕墙降噪、保温隔热效果优良，满足建筑节能要求的同时，也全面实现了建筑功能与建筑效果，是西部具有带动和示范作用的大型综合性公共图书馆。该项目的幕墙、屋面及造型的设计结合了古典与现代、优雅与实用、传统与创新，是现代建筑幕墙设计的典范。

谈到所主持设计的项目，对董彪来说印象最深的还是毕业后设计的第一个项目——北京建设大厦。“在1997年，我刚毕业的第二年，独立完成了该项目的设计—试验—生产—施工—现场监工。这个项目最大的特色在于它是一个直径40米的球面，采用了焊接不锈钢屋面的做法，在当时的条件下，这种情况是比较特殊的，几乎没有任何可借鉴的案例和经验，这对我来说既是挑战也是机遇。最后，我完成了这个挑战，也把握了这个机遇。”董彪自豪地说道。

纵深推进

把握设计创新与行业发展大势

幕墙作为建筑的“外衣”，不同的色彩、形状拼接组合会呈现出不同的视觉效果，可塑性强。目前，我省正大力推广装配式建筑，也将幕墙行业的发展推向



高潮，同时也引发人深思。如何规避千篇一律的造型出现，通过有限的资源创造出无限的价值？根据不同的使用价值和区域定位来进行调度，颜色的搭配，造型的设计、材料的组合结构的实现等等，都需要建筑全产业链进行通力配合来完成。人的想象力是无穷的，有多大的想象力就有多大的发展空间。“门窗幕墙行业作为建筑类的朝阳行业，是城市超高层建筑的标配，幕墙作为装配式建筑的最后一步，两者之间相互依存、协同发展。”董彪谈到，随着装配式建筑的有序推进，幕墙管理也会更加规范，

未来幕墙行业的发展势必欣欣向荣。

作为幕墙行业的专家，董彪一直凭借自身的专业力量推动幕墙的发展。在面对幕墙行业发展滞缓时期，通过打造个人品牌利用其影响力进行呼吁，通过行业论文、专业讲座进行传播，秉持对行业负责，对企业、社会负责的态度，坚守本心，树立服务意识。所谓，一树开花结不出硕大的果实，满地飘香才能尝到收获的喜悦。至今，董彪依然行进在推动幕墙行业发展的道路上，不曾止步。

打造“绿色中建”新名片 写好城市建设“大文章”

——访中建科技成都有限公司副总经理朱承铭



个人简介

高级工程师，毕业于苏州城建环保学院，工业与民用建筑专业。中建科技成都有限公司副总经理（曾任中建八局西南公司副总经理），四川省装配式建筑产业协会（原四川省建筑金属结构协会）专家委员会委员。

代表项目

成都航天科技大厦、成都金牛万达广场、重庆中渝·国际都会（获全国BIM大赛一等奖）、东方汽轮机厂综合办公楼（获鲁班奖，四川灾后重建代表工程）、成都新兴工业园服务中心等。

作为一名45岁的建筑从业人员，朱承铭提供的可思索空间已经不止于管理或发展本身。他身后的坐标，横轴是几经变换的建筑发展时代，纵轴是理想道路上目标的实现。

和朱承铭交谈，会发现，他回答的每一个问题都简明扼要，切中要点，不拖泥带水。他说，这是他二十余年来练就的“特技”，也是几十年从事管理职业打磨形成的习惯。作为一名项目管理人员，时间比金钱还可贵，他所主持的项目都在规定工期内完成，无论是品质还是后期服务，都获得一致好评。

一办公桌，一书柜，一盆绿植，就是他办公室的全部。书柜里管理类书籍居多。他谈到，虽然现在职位变了，但很多时候对项目的整体把控还需要自己亲力亲为。现今，朱承铭还致力于装配式建筑的发展，开展讲座普及专业知识等。

与优秀的人比肩 在项目实践中收获硕果

工业与民用建筑专业毕业的朱承铭，一直从事建筑施工管理工作。刚从业的他，深受建筑行业前辈的影响，为按质按时完成工作，他们夜以继日奋战在一线，被他们兢兢业业、恪尽职守的责任心和无私奉献、爱岗敬业的精神所鼓舞，而后他们便成了朱承



铭效仿的目标。

1999年，朱承铭开始从事项目经理工作。对他来说，成都金牛万达广场是他从业以来最难忘的一个项目。2010年，是商业地产在国内发展最快的时期，对业主来说时间就是效益，效益就是金钱，工期管控非常严格。在工期紧的情况下，朱承铭所带领的团队和万达团队坚持每晚11点开工作总结会，目的是为了在保证质量安全的前提下推进工作进度。该项目总建筑面积达113万平方米，融写字楼、公寓、住宅、商业中心、步行街、高档餐饮、休闲娱乐于一体，是2011-2012年成都乃至四川地区最大的单一在建项目，创造了18个月建设完成，商业品质在万达系列项目排名第一的成绩。

“收获与付出在一定程度上是成正比的。”作为项目经理，朱承铭一直恪守本职，坚持在岗位一线，用智慧和效率确保项目目标的实现。重庆中渝·国际都会

与航天科技大厦项目则是朱承铭职业生涯中的又一升华。重庆中渝·国际都会项目位于新牌坊核心地段，地处交通枢纽，周边政府机构林立。该项目总建筑面积79万平方米，地下5层、地上38层，融写字楼、商业购物、高档餐饮、休闲娱乐于一体，项目规模大、业态全、档次高，以美丽的双塔造型傲立于城市中央，已成为重庆标志性的大型城市综合体。航天科技大厦项目位于成都天府广场核心区，工程总建筑面积12万平方米，地下5层、地上42层，总高度176米，融写字楼与商业于一体，以其挺拔的身姿为成都天府广场周边增添了一道靓丽的天际线。

关注重点领域 为高质量发展贡献力量

人生就像一架百步梯，每天都要不停地向上攀登才能走向最高峰。正如苏格拉底所言：人类的幸福和欢乐在于奋斗，而最有价值的是为理想而奋斗。在追求理

想的道路上，朱承铭坚守初心，秉承创新、发展的理念为建设事业贡献出属于他的一份力量。

据悉，朱承铭从事建筑施工管理专业23年，已具备专业的管理经验。“作为项目的总负责人，不仅要把控质量，还要保障施工人员的安全。对任何项目来说，安全和质量都是不可逾越的两条红线。”如在超高层建筑施工过程中，首先要有一套切实可行的施工方案，对涉及安全的专项工作制定具体措施方案；其次要保证大型设备、外脚手架和内支撑等重大危险源和安全隐患的事故防范和安全运行；最后要重点落实消防安全工作，提高超高层建筑自身的消防能力极其关键。

2017年，朱承铭开始担任中建科技成都分公司副总经理。现今，他作为中建科技成都分公司的一份子，在致力公司发展的同时还积极推动我省装配式建筑的

发展。“好的发展观念一定能够打通时间的壁垒，用一个过去的故事呈现当下的世界观。”谈到当前我省装配式建筑的发展现状，朱承铭提出了几点建议：一是政府要加强各个环节的舆论宣传；二是政府组织相关培训，联合行业协会、企业以发展需要出课题，供大家学习互动，培育责任心；三是培育企业做试点示范项目；四是组织竞赛，通过奖励机制来激发大家的兴趣和热情；五是建设主管部门对建筑的质量把控、工程验收竣工备案、评优评先等须有相关配套完整方法。合众人之力来共同推动装配式建筑发展。

发挥“头雁”作用 助力我省装配式建筑发展

据朱承铭介绍，中建科技成都有限公司 2015 年成立，主要以装配式建筑和绿色建筑为核心业务。目前，公司正在进行被动式超低能耗建筑、绿色建筑、智慧建筑等体系的开发研究工作，以形成中建科技自主知识产权的装配式超低能耗建筑、低碳生态园区、绿色校园、建筑结构机电装饰一体化等产品和体系，并最终实现产业化。中建科技作为全国第一批装配式建筑产业基地，通过成立中建装配式建筑设计研究院、新型建筑工业化集成建造技术研究中心、绿色生态城研究院等积极发挥引领作用。公司独特的技术优势是将装配式建筑、绿色建筑、智慧建筑三个建造技术相结合，提供高端建筑产品。这也是装配式建筑未来的发展方向。中建科技成都有限公司研发楼作为全球唯一的装配式近零能耗建筑，是公司科研和实践的最直接体现。

此外，成都新兴工业园服务中心与绵阳科技城综合管廊及市政道路建设工程（PPP）是中建科技在装配式运用上的另一突破。成都新兴工业园服务中心项目是以智能（汽车）制造产业、高端物流产业

等为主导的现代产业新城的服务中心，集合高层综合性用房、配套商业、公交车库、配套服务用房于一体的城市综合体。该项目采用 EPC 工程总承包模式建造（设计 + 工厂加工 + 施工 + 采购 + 项目管理），酒店及公寓采用装配式结构体系，酒店预制率为 55.97%，公寓装配率为 20%，项目工期 880 天。该项目不仅是西南地区首个装配式公共建筑（酒店预制率：55.97%，公寓预制率 20%）；还是西南地区首个装配式框架结构的装配式建筑；突破了装配式建造

技术在城市综合体建筑上的应用。

绵阳科技城综合管廊及市政道路建设工程（PPP），位于四川省绵阳市集中发展区核心区，包括四条装配式地下综合管廊、两座综合管廊监控中心及附属市政道路工程，其中道路总长 32.02 公里，仅装配式综合管廊就长达 33.65 公里，该项目采用 DBFOT（设计 - 建设 - 融资 - 运营 - 移交）合作模式。是西南地区最大规模的综合管廊项目，也是目前国内最大规模的装配式综合管廊项目。



装配式钢管混凝土柱—梁节点半刚性连接研究进展

王清远^{1, 2*}, 李晓磊², 王志宇²

(1. 成都大学 建筑与土木工程学院, 四川成都 610106;

2. 四川大学 建筑与环境学院, 四川成都 610065)

摘 要

介绍了装配式结构中钢管混凝土梁柱螺栓连接中的三种典型半刚性连接, 即穿芯螺栓—端板连接节点、单边螺栓—高强螺栓连接节点和角钢连接节点, 结合现阶段的研究现状, 提出钢管混凝土柱节点在理论研究和实际应用中的一些问题。

关键词

关键词: 装配式结构; 半刚性连接; 研究进展

Review on concrete filled steel tubular column-beam semi-rigid connection of prefabricated structure

Wang Qingyuan^{1,2}, Li Xiaolei², Zhiyu Wang²

(1.School of Architecture and Civil Engineering, Chengdu University, Chengdu 610106, China; 2. Institute of Architecture and Environment, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: Three typical semi-rigid connections of concrete filled steel tubular beam-column bolted connections in prefabricated structures are introduced, namely core-piercing bolt-end plate connection joint, unilateral bolt-high strength bolt connection joint and angle steel connection joint. Combined with present research situation, some problems in the theoretical research and practical application of concrete filled steel tubular beam-column joint are put forward.

Keywords: prefabricated structure; semi-rigid connections ; present research development.

1 引言

装配式建筑是一种新型房屋建筑, 先在生产厂生产好预配构件, 然后运输到施工现场进行现场装配。这种装配式建筑的优点是施工速度快, 所用劳动力少, 而且所生产的预制构件质量高, 建筑质量比较高 [1]。装配式建筑现今推行的一个难题就是构件与构件之间的连接问题, 因此研究装配式建筑的连接方式显得尤为必要。装配式建筑的框架梁柱节点的连接由施工方式的不同可分为湿连接和干连接 [2], 湿连接因施工工序较多, 比较繁琐, 施工技术也较复杂, 故在装配式建筑框架梁柱节点连接中应用较少。而干连接施工便捷, 更加符合了建筑工业化的趋势, 能够确保建筑整体刚度和承载力类似于现浇结构, 但是恢复力和延性较差, 也导致与现浇的装配式框架结构差距较大, 难以防止地震荷载作用下产生的破坏。

为解决以上问题, 目前国内外对于干连接中的钢管混凝土柱与梁螺栓连接节点的力学性能进行了大量的理论和实验研究, 提出了三种典型的半刚性连接: 穿芯螺栓-端板连接节点、单边螺栓-高强螺栓连接节点和角钢连接节点。这三种半刚性连接具有以下优点 [3]: 1) 由于考虑了节点区域的相对变形, 可以缓和杆件内的应力集中; 2) 地震荷载作用下, 节点部位的能量耗散作用可降低结构的位移反应; 3) 更易于灾后修复工作的操作; 4) 相对于完全刚接或铰接, 设计能够更接近于结构的实际工作情况; 5) 施工与质量管理更容易操作等

2 钢管混凝土柱-梁节点半刚性连接研究现状

2.1 穿芯高强螺栓-端板连接

穿芯高强螺栓-端板连接是通过贯

穿方钢管柱的高强螺栓将 H 型钢和方钢管柱连接起来, 对比于传统的内隔板式、外隔板式及隔板贯通式等形式节点, 此类节点具有施工和制造更为方便的特点。

Lai-Yun Wu[4] 设计了三组不同钢管管壁厚度的螺栓连接件, 见图 1。试验结果表明, 管壁厚度直接影响节点的耗能性能。以壁厚 6mm 的试件为例, 由于钢管较薄, 使整个连接件的刚度较小, 节点域随之较弱, 因此主要以节点域来耗散能量。当管壁厚度为 10mm 时, 连接件整体刚度大, 节点域随之较强, 因此主要以塑性铰来耗散能量。通过计算, 建立了抗剪模型, 提出了节点域抗剪承载力公式, 且试验结果与计算结果吻合较好。此剪力模型的提出为将来的研究和应用提供了有价值的参考。但没有对核心混凝土的传力机理未进行深入剖析。

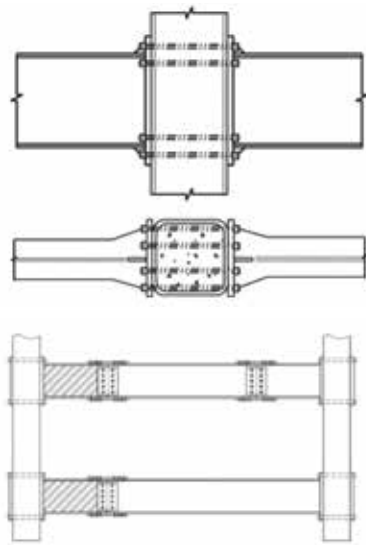


图 1 梁柱节点现场施工安装示意图

王先铁等 [5 ~ 6] 以框架中间节点为研究对象, 共设计了 3 组穿芯高强螺栓-端板连接试件并进行了水平往复加载试验, 由于应力集中和焊接缺陷等因素影响, 端板加劲肋与翼缘连接焊缝焊

趾处相继发生了撕裂现象, 见图 2, 但由于此时梁端已形成塑性铰, 故随着柱端位移增大, 裂纹没有继续扩展, 此时节点具有很好的强度、刚度、延性和耗能能力。之后, 王先铁又通过有限元程序 ANSYS 研究了钢管柱的轴压比、核心混凝土强度、高强螺栓预紧力、端板厚度以及端板加劲肋等因素对节点滞回性能的影响, 见图 3。结果表明, 轴压比和混凝土强度对节点滞回性能影响较小; 高强螺栓预拉力越大, 则节点域混凝土受到的约束越强, 节点刚度也随着增加; 端板加劲肋和端板厚度对节点性能有明显的影



图 2 破坏现象

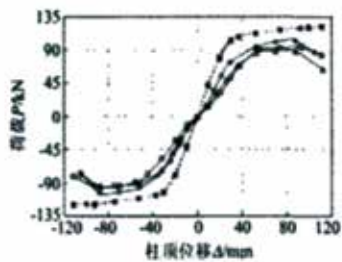


图 3 节点域骨架曲线

赵宝成 [7] 等对 2 个矩形钢管混凝土柱与交错桁架穿芯螺栓端板式节点试件进行了低周反复荷载试验, 在此基础上对节点的受力过程、破坏形态、滞回曲线、骨架曲线、延性、强度退化、刚

度退化和耗能能力等抗震性能进行了较为深入的研究与分析。试验结果表明,穿芯螺栓能够有效地传递桁架拉力;试件滞回曲线呈反 S 形,见图 5,表明节点具有较好的承载力、耗能性能及滞回特征;在整个加载过程中节点的刚度退化明显;随着端板厚度的增加,节点的承载力增加,延性变差,节点转动能力满足抗震性能的要求。

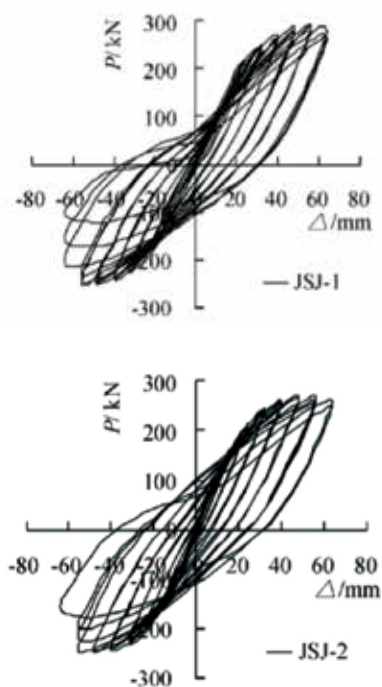


图 4 各试件滞回曲线

朱浩等[8]设计了两种不同端板厚度的钢管混凝土柱与桁架穿芯螺栓端板式节点试件,进行了节点试件在恒定柱轴力下反复加载试验,并对节点试件采用 ANSYS 有限元软件进行三维非线性有限元分析。试验结果表明,端板厚度对节点的承载力影响不大,但随着端板厚度的增加,节点的延性系数减小,节点耗能系数变小。有限元分析表明,轴压比、钢管壁厚对节点受力性能影响较大,相关研究成果可供实际应用参考。

2.2 单边螺栓-高强螺栓连接节点

单边螺栓是通过传统的高强螺栓进行改进,使得可以在一侧用工具来拧紧和固定的特殊螺栓,可以用于闭合界面或墙体等结构。其主要特点是:(1)受力性能较好,有较高的抗拉和抗剪承载力。(2)抗震性能好,具有较好的延性。(3)施工方便,不用完全穿透结构就可安装固定构件。单边螺栓在国外研究较多,主要是替代了端板连接中的穿芯螺栓。

王静峰等[9]对 8 组钢管混凝土柱与钢梁节点进行了单调加载和低周往复荷载试验,并通过 ABAQUS 有限元程序建立了节点理论计算模型,见图 6,模拟了钢管与核心混凝土、单边螺栓与端板、端板与柱壁之间的复杂接触,考虑了几何非线性和材料非线性的影响。理论计算结果与试验结果比较吻合较好,见图 7。研究表明,半刚性钢管混凝土框架端板连接节点具有半刚性、部分强度特性,同时具有良好的抗震性能。

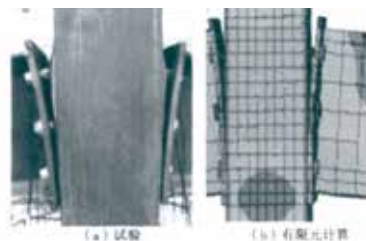


图 5 试验与有限元模型

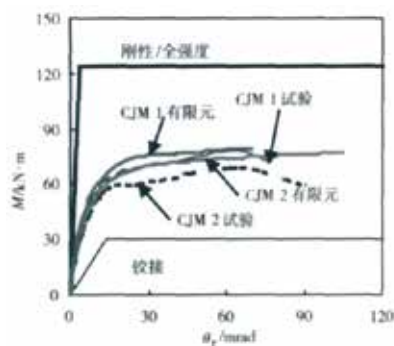


图 6 试验曲线与有限元计算比较

李德山等[10]通过对 8 个钢管混凝土柱-钢梁单边螺栓连接节点进行轴拉及弯剪加载试验,见图 8。考察了约束拉杆构造措施对节点核心区整体性的影响规律,同时对单边螺栓的工作性能进行了分析研究。试验结果表明:单边螺栓具有良好的力学性能,方钢管混凝土柱设置约束拉杆能有效限制管壁变形,显著提高节点核心区整体性,减少破坏区域;圆钢管因为管壁稳定性较好,设置约束拉杆对改善节点力学性能效果不明显;穿芯螺栓节点核心区整体性最好;在弯剪加载条件下,单边螺栓节点表现出良好的转动能力。

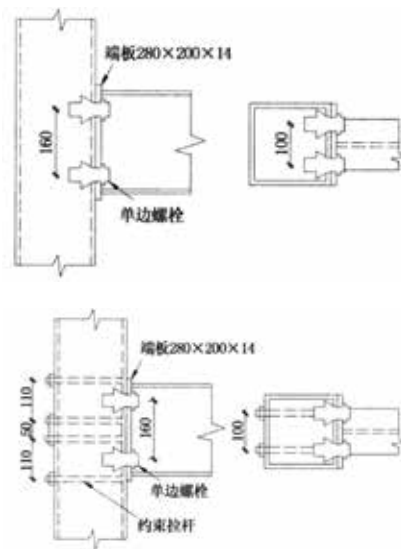


图 7 试件节点核心区详图

王燕等[11]通过对单边高强螺栓 T 型件连接节点和常规高强螺栓 T 型件连接节点进行单向静力加载试验和数值模拟研究见图 9。研究表明,单边高强螺栓破坏模式与常规高强螺栓不同,单边高强螺栓因其外套管分肢挤压弯折变形导致螺栓被拔出而破坏失效,相较于常规高强螺栓 T 型件节点,单边高强螺栓 T 型件节点的抗拉承载力和初始刚度与其基本相同,而塑性变形能力较弱;单

边高强螺栓的边距和栓距对单边高强螺栓的抗拉极限承载力影响较小,栓距对 T 型件节点的抗拉承载力影响较小,而边距对 T 型件节点的抗拉承载力有一定影响。

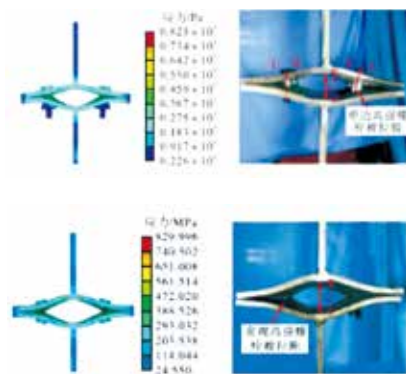


图 8 有限元模拟与试验破坏模式对比

2.3 角钢连接节点

角钢连接作为一种半刚接节点,具有现场施工简单、安装速度快、造价低廉、节点区无焊接等特点,降低了对柱约束刚度的要求,改善了连接节点的变形及耗能性能,有利于结构在抗震设防区多高层住宅体系中的推广与应用。角钢连接在钢框架中研究较多,而在钢管混凝土梁这一连接形式中研究还较少。

范雪等[12]对双腹板顶底角钢进行研究发现,当角钢节点的初始刚度较大时,连接的转角很小,不满足美国 FEMA 的延性要求,表现出脆性的特征,当截面尺寸较小时,初始刚度较小,而角钢的翘曲严重,在随后的有限元分析中她指出:方钢管混凝土柱—钢梁长螺栓式节点的刚度受到柱壁厚度、梁高、梁腹板和腹板的尺寸、角钢尺寸等因素的影响,对节点的刚度影响最大的是角钢厚度、梁截面高度,而钢管壁厚度对节点刚度几乎没有影响,最后破坏现象是角钢和钢管柱壁之间剥离,角钢变形过大,无法恢复,应力过大,所以在进

行节点设计时通过加强角钢来避免节点域破坏是很必要的。

徐嫚等[13],设计了 3 个梁柱节点试件并对其进行低周往复循环荷载试验,研究角钢短肢长肢比和角钢厚度对试件的刚度、承载力、耗能能力、延性性能及节点域剪切变形的影响。试验结果表明,角钢连接的塑性铰出现在角钢与柱壁相接触部位,往复荷载下最终破坏形态为角钢与柱壁焊接部位出现角钢撕裂现象,见图 10。通过增加角钢短肢长肢比和增加角钢厚度可以将塑性铰外移,使角钢与柱壁相接触部位的撕裂程度减轻,从而有效保护节点核心区。增加角钢的厚度对节点的初始刚度及承载力影响明显,随着角钢厚度的增加,节点的初始刚度和承载力随之增加;增加角钢短肢长肢比能够提高节点的耗能能力和刚度。该节点具有较高的承载力、刚度及较大的变形能力,符合抗震设计理念。



图 9 破坏现象

刘记雄等[14]对 3 组异形钢管混凝土组合柱—钢梁顶底角钢节点进行低周往复荷载试验及 ANSYS 非线性有限元分析。研究表明,节点破坏均源于节点

区钢梁翼缘屈曲,角钢两肢交汇处应力集中现象明显,角钢屈服形成塑性铰,达到极限荷载后,顶、底角钢出现裂纹,最终节点产生大转动变形而破坏,但各试件滞回曲线较为饱满,呈倒“S”形,延性系数均大于 2.55,节点具有较好的耗能能力。此外,角钢厚度、高强螺栓直径对节点承载力和变形能力影响显著,而轴压比对节点抗震性能影响较小,有限元节点应力分布及破坏特征与试验现象基本一致,表明所选取的单元类型、钢材及混凝土本构关系、求解方法是合理、可靠的,为后续参数分析提供了依据。

3. 钢管混凝土柱—梁节点半刚性连接研究现状分析及展望

在基于对半刚性连接节点所做的大量研究工作基础之上,发现半刚性节点具有良好的耗能性能,并且具有制作安装简易等特点,可以预见它会越来越广泛地应用于实际工程中。但是还有大量的课题需要进一步研究,例如:

(1) 半刚性连接无论是在何种荷载作用下,其承载能力和刚度都会比刚性连接小,而其延性和耗能性能却比刚性连接好。因此,提高其在弹性阶段的初始刚度,保证其在弹塑性阶段的延性和耗能性能,便成为这种连接能否大量推广应用的关键。

(2) 半刚性连接的刚度小、延性大,而试件中的梁、柱强度都比较充足,尤其是柱基本上没有破坏。因此,利用半刚性连接来代替“强柱弱梁”设计是有可能的,国外的一些文献也有类似的观点。

(3) 为了尽可能获得有关半刚性连接在周期荷载作用下滞回曲线模型参数的回归公式,还需要更多的数据,这样才能得到有价值的回归公式;还应该对其他不同几何尺寸和材料的半刚性节点进行广泛的低周期疲劳性能分析,

以获得全面的认识。

(4) 在对双腹板、顶底角钢半刚性连接进行的非线性分析过程中, 由于半刚性节点工作时受力状态的复杂性, 仍存在其他影响因素, 如: 残余应力、

偏心等。根据实际工程需要, 仍需对半刚性节点作进一步研究。

(5) 国内对半刚性节点的研究主要集中在双腹板、顶底角钢半刚性连接, 顶底角钢半刚性连接和外伸端板半刚性

连接, 对这些节点还需要做进一步研究, 另外对于其他类型的半刚性节点, 研究工作也应该展开, 以充实半刚性连接的设计理论。

参考文献

- [1] 王志宇, 王清远, 刘晓凯, 薛辉. 基于屈服线理论的螺栓端板连接方钢管柱承载力计算模型研究[J]. 建筑结构学报, 2016, 37(6): 160-173
- [2] 吴迪. 装配式建筑节点连接方式研究综述[J]. 中外建筑, 2016(8): 150-151.
- [3] 王志宇, 王清远, 薛辉, 刘晓凯. 螺栓端板连接方钢管柱低周疲劳性能及损伤模型研究[J]. 建筑结构学报, 2016, 37(6): 151-159.
- [4] Wu L Y, Chung L L, Tsai S F, et al. Seismic behavior of bolted beam-to-column connections for concrete filled steel tube[J]. Journal of Constructional Steel Research, 2005, 61(10): 1387-1410.
- [5] 王先铁, 郝际平, 周观根, 等. 方钢管混凝土穿芯高强螺栓-端板节点滞回性能研究[J]. 建筑钢结构进展, 2009, 11(1): 33-37.
- [6] 王先铁, 郝际平, 潘阳, 等. 方钢管混凝土柱穿芯高强螺栓-端板节点性能研究[J]. 工业建筑, 2008, 38(3): 23-26.
- [7] 赵宝成, 朱浩, 何若全, 等. 钢管混凝土柱与桁架穿芯螺栓端板式连接节点试验研究[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2012, 44(2): 170-176.
- [8] 朱浩. 钢管混凝土柱与桁架穿芯螺栓端板式连接节点受力性能分析[J]. 河南建材, 2011(6): 48-49.
- [9] 王静峰, 韩林海, 郭水平. 半刚性钢管混凝土框架端板节点试验研究及数值模拟[J]. 建筑结构学报, 2009(s2): 219-224.
- [10] 李德山, 陶忠, 王志滨. 钢管混凝土柱-钢梁单边螺栓连接节点静力性能试验研究[J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2015(3): 43-49.
- [11] 王燕, 郝书翔, 柴文娟. 单边高强螺栓 T 型件连接节点试验研究及数值模拟[J]. 天津大学学报(自然科学版), 2018(s1): 78-85.
- [12] 范雪. 钢管混凝土柱-工字钢梁半刚性节点有限元分析[D]. 合肥工业大学, 2010.
- [13] 徐嫚, 吴振宇, 张令心, 等. 方钢管混凝土柱-钢梁角钢连接节点抗震性能试验研究[J]. 建筑结构学报, 2017(s1): 384-393.
- [14] 刘记雄, 戴绍斌, 霍凯成, 等. 异形钢管混凝土组合柱-钢梁顶底角钢连接节点抗震性能研究[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2015, 47(1): 128-137.

环球中心钢结构弧形看台制造技术

刘陈勇 殷洪 阳远才 刘昕

(中国五冶集团有限公司钢结构工程分公司, 成都 610107)

摘要

新世纪环球中心看台结构体系特殊,大部分为异形构件,制造过程中定位难度大,焊接难度大,构件加工精度要求高,前期制造对后期安装影响极大,工序控制点多,本文主要介绍看台钢结构的结构体系、钢管柱和弧形梁的结构形式、构件制作的难点,焊接变形的控制,关键工序点的控制以及具体的加工工艺,提高钢件在工厂的加工质量,为钢结构的现场安装打下坚实的基础。

关键词

看台钢结构 组合管柱 弧形梁 关键控制点

The global center of steel structure arc stand manufacturing techniques

Abstract : Universal center stands special structural system in the new century, most of alien artifacts, difficult to locate, in the process of producing welding difficulty is big, the component machining precision demand is high, has enormous influence on the late early manufacturing to installation, process control, this paper mainly introduces the stands the structure of the steel structure system, the structure of steel pipe column and curved beam, component production difficulties, welding deformation control, key process control points and the specific processing technology, improve the quality of steel pieces at the factory processing, lay a solid foundation for the installation of steel structure.

Keywords: Stand steel structure combined string curved beam key control points

1、工程概况

新世纪环球中心看台钢结构主要分为箱型钢柱、圆管柱、弧形 H 型梁、弧形箱型梁以及楼梯梁等构件。结构整体水平投影为弧形，圆心角 73° ，以过圆心和弧顶的直线呈左右完全对称结构，地上为框架结构，地下为劲性结构，整体呈弧形双塔框架结构，钢结构总重量约 3500 余吨。

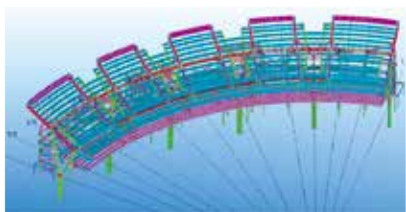


图 1 看台结构整体效果图

2、柱梁构造形式

2.1 钢管柱构造形式

本工程钢管柱分为三种形式：四管组合柱、双管组合柱、单管柱。由于四管柱可以分解为双管柱、单管柱，因此本文着重对四管柱的制作工艺进行介绍。四管柱共分三节，下部第一节由四根 $\Phi 900 \times 28$ 的钢管平行组合而成，两两钢管管壁之间通过螺栓进行连接，上部二、三节同样为 4 根 $\Phi 900 \times 28$ 的钢管，呈分岔状，每根钢管分别向四个方向倾斜一定角度，钢柱上牛腿与钢管柱之间均有一定的倾斜角度，四管柱构造示意如图 2、图 3。

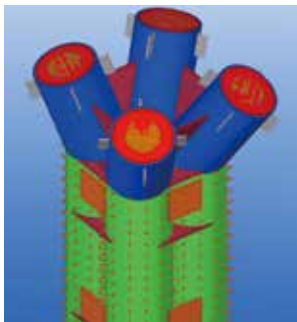


图 2：四钢管柱下部示意图

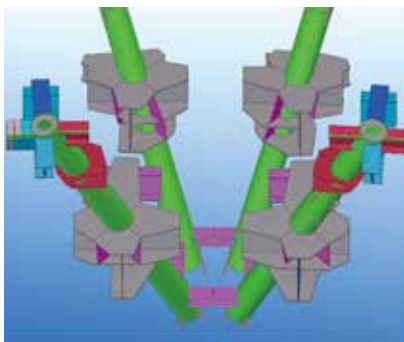


图 3：二、三节柱示意图

2.2 弧形梁构造形式

看台结构梁主要由弧形梁、楼梯梁组成，其中弧形梁又包含弧形 H 型梁、箱形梁，弧形梁牛腿与钢梁在平面上和立面上都含有一定夹角。本文以介绍箱形梁弧形梁为主，其构造示意如图 4 所示。

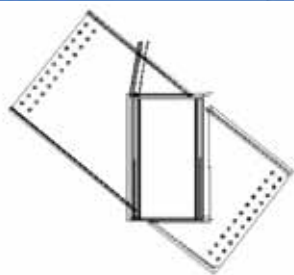
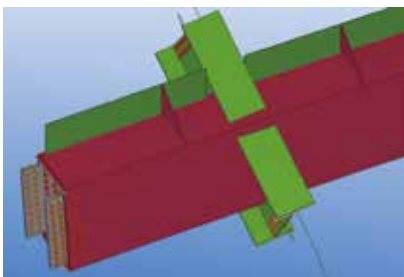


图 4：弧形箱梁三维图 及剖面图

3、工艺难点及控制点

3.1 工艺难点

3.1.1 钢管柱加工难点：

- 1) 由于钢管的特殊形式，在钢管上划线定位较为困难，且精度不易控制。
- 2) 组合钢管柱下部螺栓连接孔的位置稍有差错会影响上部钢管柱倾斜角度，从而影响上部构件安装精度。

3) 钢管柱牛腿多为异形结构，装配定位难度大。

4) 钢管柱内部加劲和外部牛腿多，焊缝构造复杂，焊接难度大，焊后易变形，校正困难。

3.1.2 弧形梁加工难点：

1) 弧形梁的弧度精确度控制难度较大。

2) 弧形梁组立、总装时由于弧度的影响，梁上的牛腿及螺栓孔定位不易准确。

3) 弧形梁焊接后由于变形较大，校正变形困难。

3.2 关键控制点

3.2.1 钢管柱：

- 1) 钢管椭圆度和直线度、相贯线的控制。
- 2) 钢管柱上部管柱倾斜角度的控制。
- 3) 钢管柱内加强环组装顺序和精度的控制。
- 4) 钢管组合时螺栓孔制孔精度和装配精度的控制。
- 5) 异形牛腿下料精度及定位尺寸、角度的控制。
- 6) 钢管柱整体焊接时焊缝等级、焊接变形的控制。

3.2.2 弧形梁：

- 1) 弧形梁弧度的控制。
- 2) 电渣焊工艺隔板的控制。
- 3) 牛腿组装及螺栓孔精度的控制。
- 4) 焊接收缩余量，焊接变形的控制。

4、钢管柱与弧形梁制作

4.1 组合四钢管柱制作

四管柱上、下部分单独制作，根据图纸分析可知，四管柱下部分由两组双管柱构成，双管柱由两根单管柱构成，因此制作可先制作好单管柱，再按尺寸要求组装为双管柱，最后再组装成四管

柱,最后对总体尺寸进行复核。

4.1.1 下料

钢管下料前应首先检查钢管椭圆度和直线度,如钢管需要对接时,最小长度不能小于管径的1倍,为保证组合管柱的四根钢管对接焊缝不能在同一截面上,在钢管对接时需要提前确定钢管对接的焊缝位置,确保对接焊缝错开至少300mm以上,对接焊缝与牛腿错开200mm以上,钢管的长度在下料时应考虑焊接收缩量,在下料好的钢管上下端头边缘作好定位十字样冲标记,并将上下端对应的样冲标记连线作为基准线,作为后续钢管相贯线口对接、总体装配基准,如图5所示。

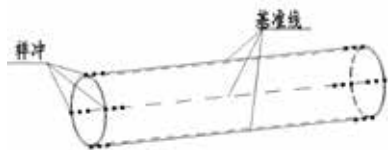
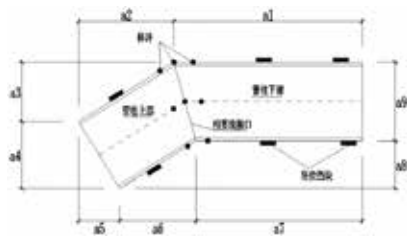


图5：钢管定位基准点、基准线

4.1.2 单管柱预拼

钢管相贯线切割时存在一定误差,为保证组装时管柱对接精度,需要对相贯线切口、坡口及管柱对接角度进行二次修正,在地面上铺设足够大的钢板作为地胎,并用水准仪抄平,在地胎上按照1:1的比例放出钢管柱外轮廓大样,控制好上下部分钢管相应尺寸,对接口进行修正,在钢管端口重新标记样冲,如图6所示,修正后将钢管上下部分拆除备用。



管柱上部整体尺寸进行复核。

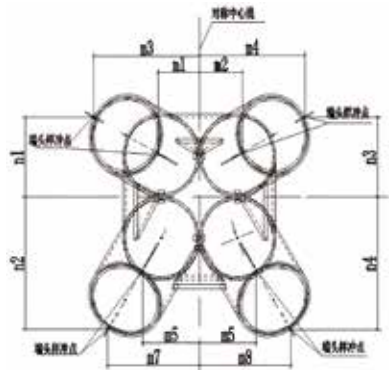


图 12: 四管柱组上部管节之间相对尺寸

4.2 上部二、三节柱的总装

二、三节柱牛腿大部分为异形结构，且与钢柱有一定夹角，如图 13 所示，装配时如单个牛腿散拼，定位繁琐，因此考虑先将牛腿上、下翼缘板进行预拼装，拼装成圆环后整体在钢柱上进行定位，牛腿的总装主要控制两个方向上的角度，牛腿面相对于钢柱倾斜角度和平面旋转角度。

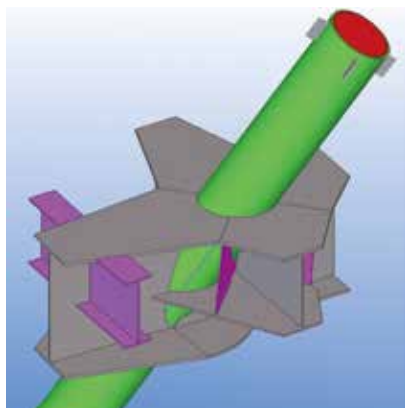


图 13: 二、三节柱三维示意图

4.2.1 钢管柱下料及牛腿拼装

钢管的下料及找基准线同四管柱制作步骤 1、2、3，在钢管上作出十字基准线及样冲点，如图 14 所示。

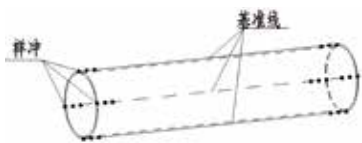


图 14: 钢管定位基准点、基准线

4.2.2 牛腿拼装及十字定位线

首先在水平地面上按图 15 所示拼出牛腿上翼缘板环，作出定位十字轴线，十字线通过图纸上的尺寸确定，此十字线即在同一牛腿平面上钢柱的样冲十字线，并作出每块牛腿翼板上的腹板标记线 (ae、bf、cg、dh)，牛腿下翼缘板同理。

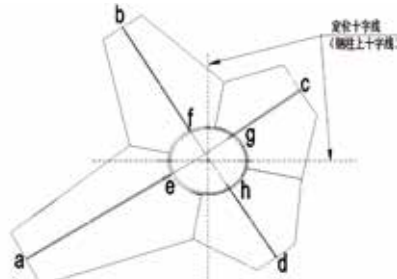


图 15: 牛腿翼缘环之间的相对尺寸

4.2.3 牛腿的总装

先组装牛腿上翼缘，将做好十字基准线的钢管置于工装上，将图 15 中的拼装好的圆环十字线与钢管上的相应的基准十字线对齐，以此控制牛腿在平面上的旋转角度。再按照图 16 中的尺寸，按照投影法控制牛腿上翼缘相对钢管的倾斜角度，牛腿下翼缘环同理，上下翼缘环组装完成后，按照图 15 中作出的牛腿腹板标记线组装腹板。

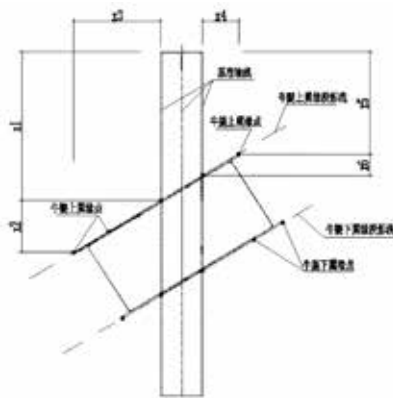


图 16: 柱牛腿的投影尺寸

4.3 钢管柱的焊接

由于四管柱上部分牛腿截面大，牛腿数量多，焊接变形较大，因此所有钢

柱的牛腿及外部加劲板的焊接须在总装完成后进行，为防止焊接后变形，必须在上部分钢管分岔口以及牛腿处加设固定支撑再进行焊接。焊接时应考虑焊接顺序，因此应优先考虑主焊缝和焊接变形大的焊缝，即牛腿与钢管连接焊缝，再焊接一般加劲板角焊缝，避免同时集中焊接某一部位，防止焊接热量过于集中而影响焊接变形。

4.4 弧形梁的制作

4.4.1 下料:

弧形梁关键是要控制梁的弧度，根据本工程弧形梁特点，下料时首先放出弧形梁上下翼缘板弧度放样图，如图 17 所示，其中弧度控制点越多，弧度越平滑。腹板下料。梁拼接时，梁的翼腹板拼接焊缝应相互错开 200mm 以上，拼接焊缝应避开梁跨中 1/3 位置。



图 17: 弧形梁弧度控制示意

4.4.2 箱形弧形梁组立

箱形梁的组立需要在工装平台上进行，应先组立箱梁中间的隔板。由于箱梁最后需要电渣焊，因此需提前将隔板两边的垫块装配好，以便后续电渣焊，隔板装配完成再组装腹板和上翼缘板形成 U 型截面，对 U 型的截面尺寸、直线度及弯曲度进行检查后，再装进行封盖，封盖时一定要保证整体梁的的弧度，最后在盖板上开设电渣焊孔以便进行电渣焊，总装示意如图 18 ~ 21。

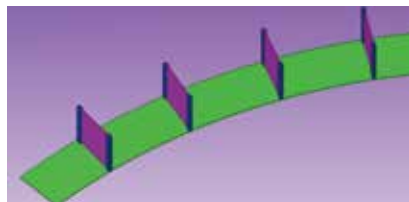


图 18 组装箱形梁下翼板、隔板

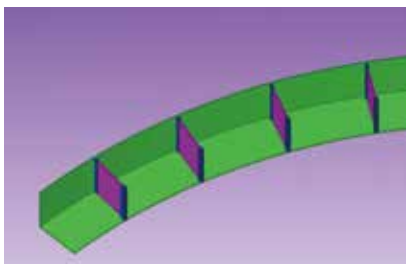


图 19 组装箱形梁一侧腹板

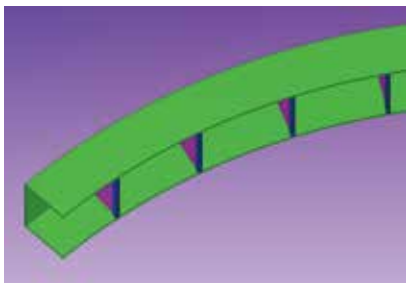


图 20 组装箱形梁上翼板、焊接横隔板

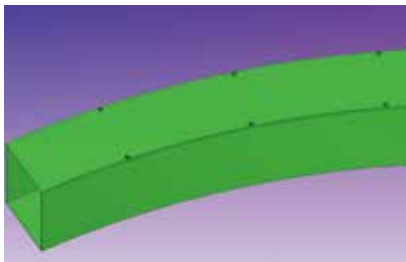


图 21 组装上翼板、开孔电渣焊

4.4.3 牛腿的总装

弧形梁整体焊接完成后，需要对弧度、扭曲度、平直度进行检查，如变形

过大应进行校正，检查无误后方可进入牛腿总装工序，由于此次弧形的牛腿为异形，并且牛腿与钢梁并不正交，因此装配时需要在地胎上进行。在地胎上按深化图纸放出弧形梁大样，找出牛腿腹板在地面上的投影线，如图 22 所示，再通过图 23 中所示尺寸，确定牛腿腹板螺栓孔的定位尺寸，最后再以腹板为基准，完成牛腿上下翼缘板的总装。

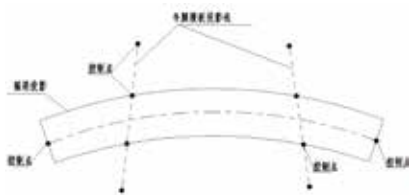


图 22 弧形箱形梁平面投影尺寸

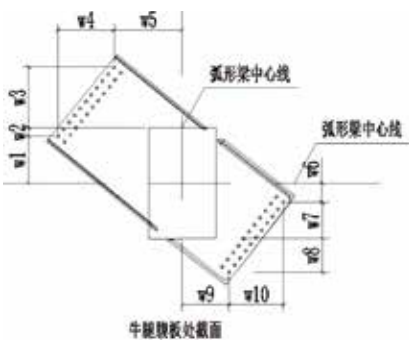


图 23 弧形箱梁牛腿组装机尺寸

4.4.4 弧形梁的焊接与校验

在牛腿组装完成后，将相应的牛腿加设临时支撑进行焊接，防止焊接变形，

焊接时同样遵循先熔透性主焊缝，再一般角焊缝，先焊接焊缝集中部位，后焊接分散的焊缝，并在最终焊接完成后，再次用投影法进行检验。

5、结束语

新世纪环球中心会展看台钢结构由于其结构的复杂性，在钢结构制作过程中较为困难，尤其是组合型钢管柱的分岔角度的控制；钢管柱上的异型牛腿组装，弧形梁弧度及牛腿的控制都是难点，在制作中，主要通过对构件进行剖析，分部进行装配，在装配前提前做好零件的定位基准线。焊接变形的控制上，主要采用在水平胎架上焊接，并架设固定支撑的方式，采取合理的焊接顺序和焊接方法，从而保证构件尺寸的准确性。

直接分析法的理论背景及规范解读

余志祥¹，赵雷^{1,2}，刘耀鹏²

(1. 西南交通大学土木工程学院，成都，四川；

2. 香港理工大学土木及环境工程学系，红磡，香港)

摘要

直接分析法是指直接考虑对结构稳定性及强度性能有显著影响的初始几何缺陷、残余应力、材料非线性、节点连接刚度等因素，以整个结构体系为对象进行二阶非线性分析分析与设计的方法。该方法与现行的钢结构强度设计理论兼容统一，无需单独进行构件的稳定验算，广泛适用于各种钢结构的强度与稳定设计，尤其对复杂钢结构的稳定设计有效。目前，直接分析法已被欧美、中国香港等很多国家与地区的技术规范采纳，同时，也被我国最新的《钢结构设计标准》

(GB50017-2017) 所整合。为了结构技术人员更好的理解和应用直接分析法，本文首先介绍了直接分析法的要点；随后，对《钢结构设计标准》(GB50017-2017) 中直接分析法的相关规定进行了较详细地解读；最后，介绍了目前中国唯一完整整合了直接分析法设计理论的 NIDA 程序的基本功能，详细介绍了 NIDA 在结构整体缺陷、构件缺陷、半刚性节点计算设计方面的特点，并以双向压弯构件为例比较了一阶弹性分析与直接分析法的计算结果。

引言

在钢结构设计中，结构整体稳定和构件稳定一直为设计师特别关注的问题^[1-4]，对于大长细比及复杂空间结构体系尤为重要。传统钢结构分析方法通常建立在一阶弹性分析基础上，采用基于计算长度系数和稳定系数的理想化一阶弹性分析对实际带缺陷工作状态结构或构件的设计评价，因此，该方法无法反映实际受力情况下结构的真实内力和变形。另外，计算长度系数的本质是基于欧拉稳定理论的解析解，具有特定性。同时，既有的计算长度系数法往往忽略了斜撑等组件对侧向刚度的有效贡献。实际应用中，特别在复杂钢结构设计时，如何明确每根构件的有效计算长度往往成为设计人员的困惑。

如今，许多国家和地区的钢结构设计规范都严

格限制了一阶弹性分析设计方法的应用范围，如美国 AISC 360-16 规范^[5]规定一阶弹性分析法仅适用于简单且规则的结构；欧盟规范 (Eurocode-3, 2005)^[6]则规定，对于弹性临界系数小于 3 的结构不能使用一阶弹性分析进行设计；我国最新颁布的《钢结构设计标准》(GB50017-2017)^[7]已明确指出，对于二阶效应明显的有侧移框架结构，优先采用二阶弹性分析方法，且当二阶效应系数大于 0.25 时，不能采用一阶弹性分析。需要特别说明的是该处所指的二阶弹性分析仅考虑了结构层面二阶效应的影响，即仅考虑结构的整体缺陷及 P- Δ 效应，并未涉及构件的初始缺陷及 P- δ 效应对内力的影响，构件的稳定仍需通过稳定系数进行考虑，只是此时构件的计算长度系数通常可取为 1.0。

直接分析法^[8-15]是一种基于非线性分析理论的系统整体分析方法,立足于反映体系的真实结构响应。该方法由于考虑了结构的P- Δ 和P- δ 效应,结构整体与构件的初

始缺陷、残余应力、材料非线性、节点连接刚度等显著影响结构性能的因素,可以准确地反映结构真实受力和稳定性情况,无需再单独进行构件的稳定验算(图1)。

图1 传统方法与直接分析法的差异



上述一阶弹性分析法、二阶P- Δ 分析与直接分析法的特点汇总于下表1。

表1 不同分析与设计方法的特点

考虑因素	一阶弹性		二阶P- Δ 弹性		直接分析	
	分析	设计	分析	设计	分析	设计
整体缺陷	×	√	√	×	√	×
构件缺陷	×	√	×	√	√	×
P- Δ 效应	×	√	√	×	√	×
P- δ 效应	×	√	×	√	√	×
残余应力	×	√	×	√	√	×
节点刚度	×	√	√	×	√	×
塑性铰或塑性区	×	×	√	×	√	×

注：“√”表示考虑，“×”考虑未考虑

直接分析法由于具有无需进行框架分类、无需假设构件有效长度或放大杆端弯矩,设计过程简单、高效、可靠,仅需进行截面承载力校验,且适用于任意的二阶效应系数、任意的结构类型的特点,已陆续出现在世界各主流钢结构规范中,包括我国最新颁布的《钢结构设计标准》在内的欧美、中国香港等国家、地区的设计规范,并且逐渐成为首选方法,如在美国AISC 360-16规范中,直接分析法正式写入新AISC 360-16规范的主要章节Chapter C,并在传统一阶弹性分析方法之前。当今,各大咨询公司已纷纷采用直接分析方法,并在许多重大工程项目中得以广泛应用。该方法正逐步取代传统的一阶弹性设计方法,成为钢结构设计的主流。

针对此,为了设计人员更好地应用直接分析法,更好地基于《钢结构设计标准》采用直接分析法进行钢结构设计,本文首先介绍了直接分析法的要点;随后,较详细地解读了《钢结构设

计标准》中直接分析法的相关规定;最后,介绍了在直接分析法处于领先地位的NIDA程序的基本功能,其中详细介绍了NIDA在结构整体缺陷、构件缺陷、半刚性节点设置方面的特点,并以双向受弯柱为例比较了一阶弹性分析与直接分析法的计算结果。

1. 直接分析法的要点

直接分析法(Direct Analysis Method)是指在考虑几何非线性、材料非线性及初始缺陷的基础上,采用非线性分析方法,分析得到特定荷载组合工况下的截面应力,与材料的设计强度进行比较,不再需要进行独立的构件稳定设计。

直接分析法的要点在于:(1)基于非线性理论的系统整体分析方法;(2)考虑了结构的P- Δ 和P- δ 效应;(3)考虑了系统整体的初始缺陷;(4)考虑了构件局部的初始缺陷;(5)考虑构件残余应力和材料弹塑性;(6)构件设计仅需截面承载力校验。

考虑P- Δ 效应是指计算分析时要考

虑结构系统在侧向荷载和竖向荷载共同作用下,系统节点位移和竖向荷载产生的附加弯矩(图2)。

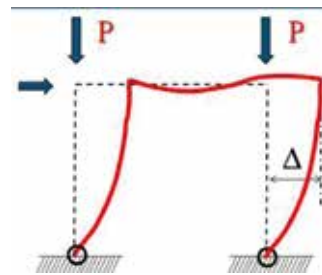


图2 P- Δ 效应

P- δ 效应是指计算分析时要考虑构件在弯矩和轴向力共同作用下,构件变形产生的附加弯矩(图3)。

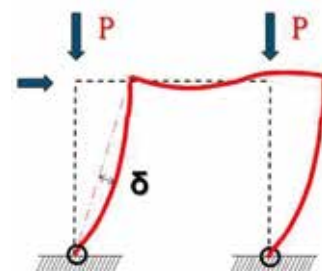


图3 P- δ 效应

考虑系统整体的初始缺陷是指计算分析时要考虑实际结构客观存在的施工偏差和整体初始倾斜等因素(图4)。

产生初始P-Δ弯矩

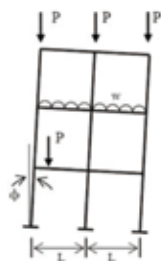


图4 系统整体的初始缺陷

考虑构件的初始缺陷是指计算分析时要考虑实际构件中存在的初始弯曲(图5)。构件的初始缺陷对于获得正确的设计内力、杆件变形并且发现潜在的稳定性问题,起着举足轻重的作用。真正的直接分析必须考虑杆件的初始缺陷。

产生初始P-δ弯矩
影响构件受力变形

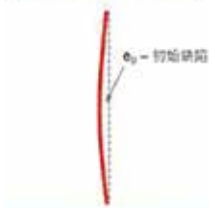


图5 系统整体的初始缺陷

考虑构件残余应力是指计算分析时要考虑残余应力的存在使得构件截面过早的进入屈服,从而对刚度产生的影响。

2. 《钢结构设计标准》直接分析法解读

《钢结构设计标准》第5章“结构分析与稳定性设计”首次引入了直接分析法,避免了计算长度系数确定的诸多难题,并与欧标、美标、中国香港钢规的直接分析法保持同步,使钢结构的稳定设计更安全、更经济。

2.1 一般规定

二阶效应是稳定性的根源,《钢结构设计标准》第5.1.2规定“结构稳定性设计应在结构分析或构件设计中考虑二阶效应”。采用传统一阶弹性分析时,通过计算长度系数在构件设计阶段考虑;采用二阶弹性P-Δ分析法时,由于在结构分析中仅考虑了P-Δ效应,因此在构件设计阶段还应附加考虑P-δ效应,一般取计算长度系数为1.0进行构件稳定性验算;采用直接分析法时,由于二阶效应直接在结构分析中进行了考虑,故构件设计阶段无需再考虑二阶效应。

《钢结构设计标准》第5.1.6条对结构分析方法的选择进行了原则性的规定,设计人员应根据结构的最大二阶效应系数 $\theta_{i,max}^{\text{II}}$ 选用适当的结构分析方法。当 $\theta_{i,max}^{\text{II}} \leq 0.1$ 时,可采用一阶弹性分析;当 $0.1 < \theta_{i,max}^{\text{II}} \leq 0.25$ 时,宜采用二阶P-Δ弹性分析或采用直接分析;当 $\theta_{i,max}^{\text{II}} > 0.25$ 时,宜采用直接分析或增大结构的侧移刚度。也就是说,对于二阶效应明显的结构,优先采用二阶弹性分析方法;当二阶效应系数大于0.25时,不能采用一阶弹性分析;同时,直接分析法可适用于任意的二阶效应系数、任意的结构类型。需要注意的是,《钢结构设计标准》中给出的公式(1)仅适用于计算剪切型结构(框架结构)的二阶效应系数,而公式(2)则适用于所有结构。作为该条规定的补充,第5.5.10条规定,大跨度钢结构体系的稳定性分析宜采用直接分析法。

$$\theta_i^{\text{II}} = \frac{\sum N_i \cdot \Delta u_i}{\sum H_{ki} \cdot h_i} \quad (1)$$

式中:
 $\sum N_i$ ——所计算i楼层各柱轴心压力设计值之和(N);

$\sum H_{ki}$ ——产生层间侧移 Δu_i 的计算楼层及以上各层的水平力标准值之和(N);

h_i ——所计算i楼层的层高(mm);

Δu_i —— $\sum H_{ki}$ 作用下按一阶弹性分析求得的计算楼层的层间侧移(mm)。

$$\theta_i^{\text{II}} = \frac{1}{\eta_{cr}} \quad (2)$$

式中:

η_{cr} ——整体结构最低阶弹性临界荷载与荷载设计值的比值。

2.2 初始缺陷

结构的初始缺陷包含结构整体的初始几何缺陷和构件的初始几何缺陷及残余应力,同时,几何缺陷是结构或者构件失稳的诱因,残余应力的存在使得构件截面过早的进入屈曲,降低构件的刚度。《钢结构设计标准》第5.1.7条明确规定,采用直接分析法时,除了要考虑结构整体初始几何缺陷的影响外,还应考虑构件初始几何缺陷和残余应力的影响。也就是说,只有真正考虑了结构的P-Δ和P-δ效应,考虑了结构整体缺陷、构件缺陷及残余应力影响的非线性分析方法才是真正的直接分析方法。

2.2.1 整体缺陷

针对结构整体初始几何缺陷,《钢结构设计标准》第5.2.1条规定其分布模式可按最低阶整体屈曲模态采用。并规定了框架及支撑结构整体初始几何缺陷的最大值 Δ_0 (图6a)可取为结构总高度的1/250,也可按公式(3)计算确定或通过在各层柱顶施加假想水平力等效考虑(图6b),假想水平力可按公式(4)计算确定。

$$\Delta_i = \frac{h_i}{250} \sqrt{0.2 + \frac{1}{n_s}} \quad (3)$$

$$H_{ni} = \frac{G_i}{250} \sqrt{0.2 + \frac{1}{n_s}} \quad (4)$$

式中:

Δ_i – 所计算 i 楼层的初始几何缺陷代表值 (mm);

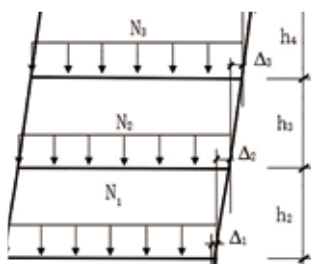
n_s – 结构总层数, 当 $\sqrt{0.2 + \frac{1}{n_s}} < \frac{2}{3}$ 时取此根号值为 $\frac{2}{3}$; 当 $\sqrt{0.2 + \frac{1}{n_s}} \geq 1.0$ 时, 取此根号值为 1.0;

h_i – 所计算楼层的高度 (mm);

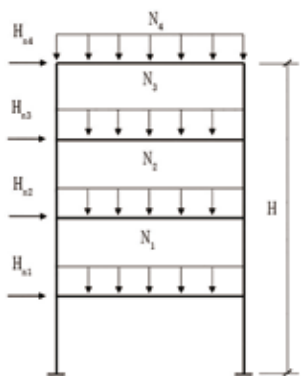
G_i – 第 i 楼层的总重力荷载设计值 (N)。

假想水平力法主要适用于比较规格的结构, 需要注意的是假想水平力的施加方向需要考虑荷载的最不利组合, 即施加在最不利方向上, 同时需要修正假想水平力对基底反力的影响。

弹性屈曲模态法则适用于任意结构形式, 最不利方向由屈曲模型决定, 由于没有附加力的输入, 基底反力不需要修正。



(a) 框架整体初始几何缺陷代表值



(b) 框架结构等效水平力

图6 框架结构整体初始几何缺陷代表值及等效水平力

针对大跨度钢结构整体初始几何缺陷, 《钢结构设计标准》第 5.5.10 条规定其最大值可取其跨度的 1/300。由于不同结构形式对缺陷的敏感程度不同, 《钢结构设计标准》并未给出其他结构形式整体缺陷的最大值, 设计人员可根据相关行业标准或相关施工验收规范所规定的最大允许安装偏差进行取值。

2.2.2 构件缺陷

针对构件的初始几何缺陷, 《钢结构设计标准》第 5.2.2 条规定包含了残余应力影响的缺陷模式可按公式 (5) 计算确定 (图 7), 并给出了当采用直接分析, 不考虑材料塑性发展时, 不同截面分类构件综合缺陷的代表值 δ_0 , 如表 1 所示。这要求建模时一根构件一般只能采用一个单元进行模拟, 当以多个传统梁柱单元模拟一根构件时, 需对内部节点进行偏移, 以保证施加的缺陷模式与 5.2.2 条的规定相一致。

$$\delta_0 = e_0 \sin \frac{\delta x}{l} \quad (5)$$

式中:

δ_0 – 离构件端部 x 处的初始变形值 (mm);

e_0 – 构件中点处的初始变形值 (mm);

x – 离构件端部的距离 (mm);

l – 构件的总长度 (mm);



图7 构件的综合初始缺陷

表1 构件综合缺陷代表值

截面分类	综合缺陷的代表值 $\frac{\delta_0}{l}$
a 类	1/400
b 类	1/350
c 类	1/300
d 类	1/250

同时, 与结构整体缺陷考虑方法类似, 《钢结构设计标准》第 5.2.3 条也给出了采用假想均布荷载 (图 8) 进行构件初始缺陷等效的简化计算公式 (式 6)。由于在杆件端部施加有额外的集中荷载用于平衡假想均布荷载, 故采用假想均布荷载来考虑构件缺陷时不需要修正基底反力。

$$q_0 = \frac{8N_k e_0}{l^2} \quad (6)$$

式中:

q_0 – 等效分布荷载 (N/mm)

N_k – 构件承受的轴力标准值 (N)



图8 构件的初始缺陷-假想均布荷载

2.3 计算方法

《钢结构设计标准》第 5.5.1 条规范, 采用直接分析法进行设计时, 允许材料的弹塑性发展和内力的重分布。根据是否考虑材料的弹塑性发展, 直接分析法可分为弹性直接分析法和弹塑性直接分析法。需要特别说明的是直接分析法作为一种全过程的非线性分析方法, 不允许进行荷载效应的迭加, 而应采用先定义荷载组合然后进行非线性求解的方式。

弹性直接分析法不考虑材料的非线性, 仅考虑几何非线性, 以第一塑性铰为准则, 不能进行内力重分布。结构分析应限于第一个塑性铰的形成, 对应的荷载水平不应低于荷载设计值。该方法虽然被广泛使用, 但对于材料延性较好, 结构超静定次数多的钢结构而言, 设计结构往往会显得不经济、不合理。原因如下:

弹性分析在第一个塑性铰出现时就终止了, 依据分析结果, 设计人员不知

道第一根构件屈服后结构的剩余承载力，而鲁棒性好的超静定结构在第一个塑性铰出现时不会破坏，因此设计人员无法设计出鲁棒性好的超静定结构。

在考虑极端事件特殊荷载作用时，忽略钢材的延性，使用弹性分析法的设计方案不经济，也会使其丧失竞争力。

在以往的记录中，很少有钢框架破坏时塑性铰位置在梁上的案例。震后破坏往往是连接处的屈曲、断裂，梁上出现塑性铰很罕见。这也说明倒塌分析、考虑塑性行为是钢结构设计中很重要的两个因素，设计中考虑应力重分布是安全且明智的。

弹塑性直接分析法是在弹性直接分析法的基础上进一步考虑材料的非线性。将其作为一种设计方法，虽然在学术界和工程界仍有争议，但世界各主流规范均将其纳入规范，以便适应各种需要考虑材料弹塑性发展的情况。在对结构进行弹塑性直接分析时，由于材料和截面确定的弯矩-曲率关系、节点的半刚性等都直接影响计算结果，同时分析结果的可靠性有时依赖于结构的破坏模式，不同破坏模式适用的非线性分析增量-迭代策略可能不一样。另外，由于可靠度不同，正常荷载工况下的设计和非正常荷载工况下的设计（如抗倒塌分析或罕遇地震作用下的设计等）对构件极限状态的要求不同。

一般来说，进行弹塑性分析应符合下列规定：

构件的几何缺陷和残余应力应能在单元里考虑到。

钢梁与钢柱刚接时，应有足够的措施防止节点域的变形，否则应在结构整体分析时予以考虑。

当工字形（H形）截面构件缺少翘曲扭转约束时，应在结构整体分析时予

以考虑。

可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定考虑活荷载折减。抗震设计的结构，采用重力荷载代表值后，不得进行活荷载折减。

应输出下列计算结果以验证是否符合设计要求：

荷载标准组合的效应设计值作用下的挠度和侧移；

各塑性铰的曲率；

没有出现塑性变形的部位，应输出应力比。

《钢结构设计标准》第 5.5.3 条规定进行弹塑性直接分析时宜采用塑性铰法或塑性区法。塑性铰形成的区域，构件和节点应有足够的延性保证以便内力重分布，允许一个或者多个塑性铰产生，构件的极限状态应根据设计目标及构件在整个结构中的作用来确定。第 5.5.4 条规定了非线性材料参数的取值，其中，一般情况下钢材的应力-应变关系可简化为理想弹塑性，屈服强度可取该标准规定的强度设计值，弹性模量按该标准的第 4.4.8 条采用。需要说明的是，当进行连续倒塌分析时，结构材料的应力-应变关系宜考虑应变率的影响；进行抗火分析时，应考虑结构材料在高温下的应力-应变关系对结构和构件内力产生的影响。同时，第 5.5.5 条强调在采用弹塑性直接分析时钢结构构件截面形式，应为双轴对称截面或单轴对称截面，塑性铰处截面板件宽厚比等级应为 S1、S2 级，其出现的截面或区域应保证有足够的转动能力。

同时，第 5.5.8 条还规定，在采用塑性铰法进行弹塑性直接分析设计时，除按第 5.2.1、第 5.2.2 条考虑初始缺陷外，当受压构件所受轴力大于 $0.5Af$ 时，其弯曲刚度应乘以刚度折减系数

0.8。这主要是考虑残余应力的存在，使得构件截面部分区域过早进入屈曲，从而造成刚度折减。当采用塑性区法进行直接分析设计时，则应按不小于 1/1000 的出厂加工精度考虑构件的初始几何缺陷，并直接考虑初始残余应力的分布。

2.4 构件验算

直接分析设计法是全过程二阶非线性分析设计方法，可以全面考虑结构和构件的初始缺陷、几何非线性、材料非线性等对结构和构件内力的影响，计算结果可直接作为承载能力极限状态和正常使用极限状态下的设计依据。《钢结构设计标准》第 5.5.7 条规定，应按公式 (7) 进行构件截面承载力验算。需要说明的是，在校验梁的侧向扭转屈曲时仍采用的是有效长度理论。

当构件有足够侧向支撑以防止侧向失稳时：

$$\frac{N}{Af} + \frac{M_x}{M_{cx}} + \frac{M_y}{M_{cy}} \leq 1.0$$

(7-1)

当构件可能产生侧向失稳时：

$$\frac{N}{Af} + \frac{M_x}{\phi_b W_x f} + \frac{M_y}{M_{cy}} \leq 1.0$$

(7-2)

截面板件宽厚比等级不符合 S2 级要求时，构件不允许形成塑性铰，受弯承载力设计值按式 (8-1) 和 (8-2) 确定：

$$M_{cx} = \gamma_x W_x f \quad (8-1)$$

$$M_{cy} = \gamma_y W_y f \quad (8-2)$$

截面板件宽厚比等级符合 S2 级要求时，构件允许形成塑性铰，受弯承载力设计值按式 (9-1) 和 (9-2) 确定：

$$M_{cx} = W_{px} f \quad (9-1)$$

$$M_{cy} = W_{py} f \quad (9-2)$$

式中:

M_x^II 、 M_y – 分别为绕 x 轴、y 轴的二阶弯矩设计值, 由结构分析直接得到 (N·mm);

A – 构件的毛截面面积 (mm²);

M_{cx} 、 M_{cy} – 分别为绕 x 轴、y 轴的受弯承载力设计值 (N·mm);

W_x 、 W_y – 当构件板件宽厚比等级为 S1-S4 级时, 为构件绕 x 轴、y 轴的毛截面模量; 当构件板件宽厚比等级为 S5 级时, 为构件绕 x 轴、y 轴的有效截面模量 (mm³);

W_{px} 、 W_{py} – 构件绕 x 轴、y 轴的塑性毛截面模量 (mm³);

γ_x 、 γ_y – 截面塑性发展系数, 应按第 6.1.2 条的规定采用;

φ_b – 梁的整体稳定系数

值得注意的是, 上式截面的 N-M 相关公式是相对保守的, 当有足够资料证明时可采用更为精确的 N-M 相关公式进行验算。

3. NIDA 程序简介

由前述可知, 计算模型中如何准确、高效考虑初始缺陷是直接分析法的关键。近 20 年来, 香港理工大学陈绍礼教授团队首先致力于直接分析法相关研究, 提出并发展了可考虑构件初始缺陷的点平衡插值 (Pointwise Equilibrating Polynomial, PEP) 高阶梁柱单元^[12, 13], 秉承“非线性分析与设计一体化”理念, 开发了具有完全自主知识产权的非线性计算程序 NIDA (Nonlinear Integrated Design and Analysis)。

NIDA V10.0^[16] 为当前最新版本, 基于 PEP 单元, 采用全球领先的一构

件一单元的构件初始缺陷模拟方式, 节省了建模和分析时间, 提高了工作效率, 完美支持《钢结构设计标准》(GB50017-2017)所倡导的直接分析法。该软件除支持线性分析、非线性弹塑性分析、模态分析、弹性屈曲分析、地震反应谱分析、动力弹塑性分析等, 也支持施工模拟、节点半刚性模拟、楼板与剪力墙分析等。同时, 集结构的建模、分析、设计、结果显示、优化设计、施工模拟于一个三维可视化界面内, 可在同一个集成的三维图形环境内完成对结构的全过程设计。

3.1 主界面

NIDA V10.0 界面简洁, 操作方便。主界面如图 9 所示, 包含: 主标题栏、菜单栏、工具栏、绘图区、绘图栏、模型窗口、属性窗口、输出窗口、搜索窗口和状态栏。

主标题栏显示程序和模型名。当用户使用程序时, 主标题栏将会高亮。此外, 主标题栏包含快速访问工具栏, 用户可以自行快速访问工具栏中的常用命令。

菜单栏列出了 NIDA 中最常用的命令操作, 包括选择、建模、编辑、分析、后处理、设计、出图等。

工具栏中不同菜单栏下包含了对应功能的快捷键。

绘图区向用户展示模型细节, 包括: 节点位置、对象连接方式、荷载方向及大小、构件局部坐标系、边界条件、构件端部约束等。

绘图栏给出创建对象的快捷键, 包括: 创建节点、创建单元、创建杆单元、创建壳单元、创建板单元、创建面单元。

模型窗口以树形图详细显示了结构模型的主要组成部分。包括: 材料、框架截面、面单元截面、连接单元属性、荷载工况、荷载组合、组、组合构件等。

属性窗口给出项目构件的更多细节信息, 用户点击项目中任一构件, 它的截面属性可显示在窗口内。

输出窗口显示命令行历史记录。

状态栏中显示的信息包括: 当前选中的对象数目或项目当前运行状态、当前运行中的分析工况、视图按钮包括捕捉选项, 消隐, 选项, 可见性和轴网、当前单位制等。



图 9 NIDA 主界面

3.2 整体初始缺陷的施加

NIDA 中, 在定义非线性分析工况时设置整体缺陷的施加方式 (图 10)。除了《钢结构设计标准》推荐的假想水平力法和屈曲模态法外, NIDA 还提供了位移法供设计人员选择。以屈曲模态法为例, 用户仅需设置整体失稳模态的初始缺陷幅值, 选择指定施加初始缺陷的模态阶数 (一般为第一阶) 即可, 程序在特征屈曲分析后自动将初始缺陷按照屈曲振型的形状施加, 然后进行结构受力分析。

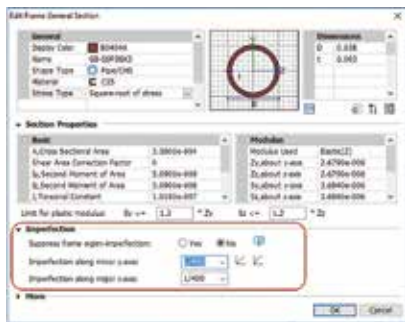


图 10 整体缺陷的施加

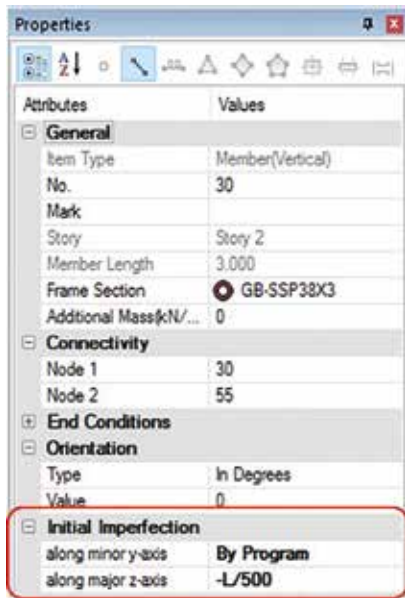
3.3 构件初始缺陷的施加

NIDA 中, 定义构件的初始缺陷有

两种方式供用户选择,分别为截面属性定义和构件属性定义(图11)。构件初始缺陷的方向分为强轴和弱轴两个方向,用户需要分别定义。在非线性分析工况中也有最小构件初始缺陷的设置按钮。就优先级而言,构件属性定义最高,截面属性定义次之,非线性分析工况中的设置最低。



(a) 截面属性定义



(b) 构件属性定义

图 11 构件初始缺陷的施加

3.4 半刚性节点的定义

NIDA 中,针对实际工程中普遍存在的半刚性节点,程序提供了用户自定义的弯矩-转角、力-位移两种方式供选择(图12)。其中,弯矩-转角方式包括线性模型、双线性模型、多线性模型、三参数幂模型、三参数幂模型。力-位移方式包括线性模型、双线性模型及多线性模型。



图 12 半刚性节点的定义

3.5 设计算例

以简支双向受弯柱为例(图13),基于 NIDA 程序,依据《钢结构设计标准》分别采用一阶线性分析设计方法和直接分析法对其承载力进行验算。钢柱高4m,采用热轧 H 型钢,截面尺寸为 HM 250×175×7×11,钢材牌号为 Q345。钢柱顶部施加有 300kN 的轴向压力荷载,中部施加有 7.5kN 沿强轴方向的横向集中荷载,在沿弱轴方向则施加有 5kN/m 的均布荷载。由钢标表 7.2.1-1 可知,对 y 轴和 z 轴,分别为 b 类和 a 类截面,参考钢标表 5.2.2 可知,对 y 轴和 z 轴,构件综合缺陷代表值分

别设置为 1/350 和 1/400。

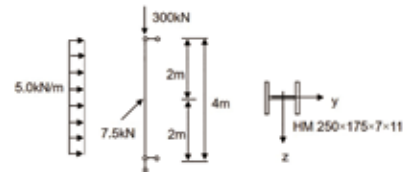
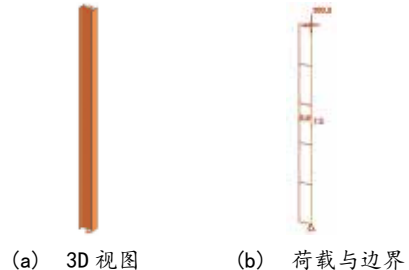


图 13 双向受压柱

NIDA 中采用一个单元对该柱进行模拟(图14),采用一阶弹性分析和直接分析法的计算结果对比如表2所示,可知,2种计算方法得到的该钢柱的截面承载系数分别为 0.638 和 0.663。结果表明在确定构件承载力时,其初始缺陷是一个重要因素。NIDA 程序输出的详细计算结果如图 15 所示。



(a) 3D 视图

(b) 荷载与边界



(c) 构件缺陷

图 14 计算模型 (kN, m)

表 2 计算结果对比

	初始缺陷		轴力 $P(\text{kN})$	绕强轴弯矩 $M_z(\text{kN}\cdot\text{m})$	绕弱轴弯矩 $M_y(\text{kN}\cdot\text{m})$	截面承载系数
	绕 y 轴	绕 z 轴				
一阶弹性分析	-	-	300	10.0	7.50	0.638
直接分析	L/350	L/400	300	-13.5	-13.5	0.663

注:L为柱子的实际长。



3.6 应用实例

NIDA 凭借其在直接分析法中的强大优势, 逐步获得了全球认可, 并得以在众多海内外大型项目上应用, 图 16 为采用 NIDA 进行分析设计的典型海内外项目。

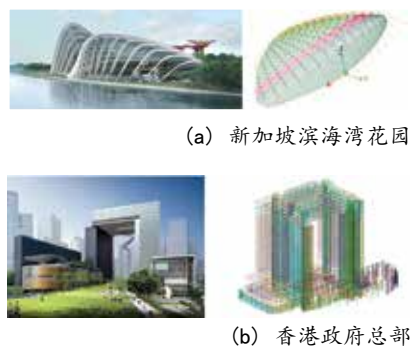


图 16 典型工程应用实例

4 总结

直接分析法逐渐成为钢结构设计方法的主流, 其要点包括: 考虑结构二阶效应 ($P-\Delta$ 和 $P-\delta$)、考虑系统整体的初始缺陷、考虑构件局部的初始几何缺陷、考虑构件残余应力和材料弹塑性、考虑节点刚度的影响 (半刚性)、仅需截面承载力校验。

NIDA 在直接分析法方面处于领先地位, 被广泛应用由海内外相关工程。

参考文献

- 陈绍蕃. 钢结构稳定设计的几个基本概念 [J]. 建筑结构, 1994(06): 3-8.
- 童根树, 陈胜平. 与稳定计算相关的钢结构分类体系 [J]. 工业建筑, 2003(05): 5-8.
- 陈绍蕃. 钢结构稳定设计的新进展 [J]. 建筑钢结构进展, 2004(02): 1-13.
- 陈骥. 各国钢结构设计规范中受弯构件稳定设计的比较 [J]. 工业建筑, 2009, 39(06): 5-12.
- ANSI/AISC 360-16 Specification for Structural Steel Buildings [S]
- BS EN 1993-1-1:2005 Eurocode 3: Design of steel structures [S]
- GB 50017 —2017 钢结构设计标准 [S]
- 陈绍礼. 钢结构稳定设计——理论与实践 [J]. 建筑钢结构进展, 2002(04): 12-17
- 陈绍礼, 刘耀鹏. 运用 NIDA 进行钢框架结构二阶直接分析, 施工技术, 2012, 41(375): 61-64
- 陈水福, 滕锦光, 陈绍礼. 任意截面钢—混凝土组合柱的分析与设计 [J]. 建筑钢结构进展, 2002(04): 25-30.
- 舒贻平, 孟宪德, 陈绍礼. 钢框架的高等分析与设计 [J]. 建筑结构学报, 2005(01): 51-59.
- 舒贻平, 刘伟, 陈绍礼. 半刚性钢框架的直接分析方法理论研究 [J]. 建筑结构学报, 2014, 35(08): 142-150.
- Chan Siu lai, Zhou Zhihua. Pointwise Equilibrating Polynomial Element for Nonlinear Analysis of Frames. Journal of Structural Engineering, 1994, 120(6), 1703-1717.
- Chan Siu lai, Zhou Zhihua. Second-order Elastic Analysis of Frames Using Single Imperfect Element Per Member [J] Journal of Structural Engineering, 1995, 121(6): 939-945
- Chan, S.L., Liu, Y.P., and Zhou, Z.H., Limitation of effective length method and codified second-order analysis and design. Steel and Composite Structures, 2005. 5(2-3): 181-192.
- NIDA 10 用户手册 [R]

预制综合管廊接缝处防水施工技术

夏葵、侯正国、黄尚珩、夏艳、杨成凯
(成都市第三建筑工程公司, 610023, 成都市)

摘要

预制综合管廊接缝处防水施工技术具有科学性高、可操作性强、防水效果明显等优良特性。预制综合管廊接缝处防水材料的防护下使预制综合管廊插口与预制综合管廊承口混凝土有机的结合在一起,保证了预制综合管廊结构接缝处的防水要求,科学实用。本文从具体操作的角度论述预制综合管廊接缝处防水施工技术的应用。

关键词

预制, 综合管廊, 防水材料, 接缝处防水, 施工工艺

随着城市发展壮大, 各类供水、排水、燃气、电力通信管网。日益密布, 这些蜘蛛网般的城市“血管”隐身在市民视线之外, 一旦发生险情就像城市发生“血栓”, 路面开挖不可避免, 更对城市生活带来不便。为了维护地下管线, 道路修好没几年就反复开挖, 这种“开拉链”式的管理办法让不少市民头疼。地下综合管廊能有效解决城市道路反复开挖带来的诸多问题。综合管廊作为城市地下设施动脉工程, 渗漏水问题一直是困扰地下建设工程的质量通病, 杜绝管线长期被渗漏水浸泡现象, 解决好防水问题是综合管廊建设必须考虑的技术问题之一。预制综合管廊接缝处是结构的薄弱部位, 接缝处防水性能是影响预制拼装综合管廊结构安全性与耐久性的关键技术问题。因此, 日月大道(成温路)快速路改造工程根据预制综合管廊接缝处防水的施工实践, 形成本施工技术。

一、工程概况

日月大道（成温路）快速路改造工程工程起于 01+80，止于 39+80，全长 3800 米，其中包含综合管廊、三个下穿隧道、三个快速公交站点、道路、排水；配套智能交通工程、照明工程、海绵城市工程、景观绿化工程等附属工程。

综合管廊工程设计起点为 01+80（道路桩号），终点为 39+80（道路桩号），分为南北两侧管廊。北侧编号为 N1，南侧编号分别为 S1、S2、S3，电力编号 D1，管廊在下穿隧道位置沿南北侧布置。管廊分为 A、B、C、D、E、F 型，分为四仓、三仓、二仓、单仓四种型式，分为预制段和现浇段。日月大道（成温路）快速路改造工程位于成都市青羊区，交通方便。原地形平坦，高程介于 511.84~525.20m。场地地貌单元属于成都平原岷江水系一级阶地，地貌类型较为单一。受场地周边地区频繁施工场地降水以及河流补给的影响，在河流附近所测地下水位较高，基

坑施工降水附近所测地下水位偏低，水位埋深为 3.40 ~ 12.80m，高程约 503.52 ~ 520.7m。据成都地区区域水文地质资料，七、八、九月为丰水期，地下水位变幅约 2.50m，丰水期水位有所回升，丰水期水位埋深约 1.50 ~ 3.50m。

二、预制综合管廊接缝处防水

设计

（一）预制综合管廊接缝处防水工艺原理

利用各种防水材料的特性，按照先后顺序在插口安装楔形胶圈，在承口安装遇水膨胀弹性橡胶圈，通过千斤顶张拉管廊压紧胶圈，张拉完毕后进行闭水试验。在预制管廊靠内外侧接缝安装聚乙烯泡沫板和双组份聚硫密封胶密封，使各种防水材料的特性在施工中达到最佳，避免了预制管廊接缝处出现渗漏现象，保证预制综合管廊接缝处处防水达到内外结合、相互补充的效果，从而使预制综合管廊接缝处防水质量符合施工

规范要求。预制综合管廊接缝处防水节点大样见图 2.0.0。

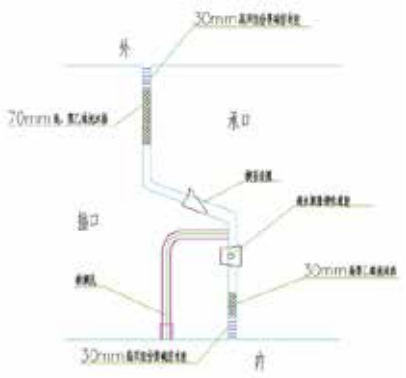


图 2.0.0 预制综合管廊接缝处防水节点大样

（二）预制综合管廊接缝处防水设计参数

- 1. 主要材料
- 1.1 材料及其要求
- 预制综合管廊拼接缝材料包括：三元乙丙橡胶止水条、双组分聚硫密封胶、聚乙烯泡沫板、酚醛粘结剂等

1.2 材料主要性能指标

表 2.1.2-1 三元乙丙橡胶主要性能指标

序 号	项 目			天然橡胶
1	硬度（邵氏）（度）			（55 ±5）~（70 ±5）
2	伸长率（%）≥			330
3	拉伸强度（MPa）≥			9.5
4	压缩永久变形		70℃ ×24h）（% ≤）	28
5	热空气老化	70℃ ×24h	硬度变化值（邵氏）（度）≥	+6
			扯伸强度变化率（%）≥	-15
			扯断伸长率变化率（%）≥	-30
6	防霉等级			达到或优于 2 级

表 2.1.2-2 双组份聚硫密封胶主要性能指标

序号	项目		技术指标		
			20HM	25LM	20LM
1	密度 (g/cm3)		1.6±0.1		
2	流动性	下垂度 (N 型) mm	≤ 3		
		流平性 (L 型)	光滑平整		
3	表干时间 (h)		≤ 24		
4	试用期 (h)		≥ 2		
5	弹性回复率 %		70%		
6	拉伸模量 MPa	23℃	> 0.4	≤ 0.4	
		-20℃	或 > 0.6	或 ≤ 0.6	
7	定伸粘结性		无破坏		
8	浸水定伸粘结性		无破坏		
9	冷拉 - 热压后粘结性		无破坏		
10	质量损失率		≤ 5		

表 2.1.2-3 聚乙烯泡沫板主要性能指标

序号	项目	单位	指标	项目	单位	指标
1	表观密度	3g/cm ³	0.05~0.14	吸水率	3g/cm ³	≤ 0.005
2	抗拉强度	MPa	≥ 0.15	延伸率	%	≥ 100
3	抗压强度	MPa	≥ 0.15	硬度	邵而硬度	40~60
4	撕裂强度	N/m	≥ 4.0	压缩永久变形	%	≤ 3.0
5	加热变形	% (70℃)	≤ 2.0			

表 2.1.2-4 酚醛粘结剂主要性能指标

序号	项目	指标
1	氧指数	37
2	粘结面剪切强度 (MPa)	橡胶与水泥 ≥ 0.27
		橡胶与橡胶 ≥ 0.3

2. 施工设备

吊车、千斤顶、油泵、加压泵、游标卡尺等。

三、预制综合管廊接缝处防水
操作工艺

(一) 工艺流程

预制管廊吊装就位→预制管廊插口面楔形胶圈安装→预制管廊承口面遇水膨胀弹性胶圈安装→预

制管廊拼装→预制管廊张拉→预制管廊接缝处闭水试验→预制管廊外部密封胶密封

(二) 预制综合管廊接缝处防水
操作工艺

1. 预制管廊吊装就位：

- (1) 在基底放出管廊拼装边线。
(2) 用吊车将管廊吊装至坑底，按照拼装的顺序摆放好，清除管廊承插口接缝处 300mm 范围内细砂。见图 1。



图 1 预制管廊吊装效果图

2. 预制管廊插口面楔形胶圈安装

- (1) 将楔形胶圈和对位的混凝土表面清扫干净。
(2) 在楔形胶圈紧贴混凝土侧、插口面的斜面凸台侧混凝土面涂刷专用的酚醛粘接剂。
(3) 待粘接剂表干 10min 以上能粘手背时，进行楔形胶圈的粘贴工作。
(4) 用塑胶锤敲击楔形胶圈，粘接牢固。见图 2，图 3。



图2 预制管廊插口楔形胶圈安装效果图



图3 预制管廊插口面涂刷酚醛粘结剂效果图

3. 预制管廊承口面遇水膨胀弹性胶圈安装

(1) 将遇水膨胀弹性胶圈和对位的混凝土槽面清扫干净。

(2) 在遇水膨胀弹性胶圈的紧贴混凝土侧、承口面凹槽混凝土面涂刷专用酚醛粘结剂。

(3) 待粘接剂表干 10min 以上能粘手背时, 进行遇水膨胀弹性胶圈的粘贴工作。

(4) 用塑胶锤敲击遇水膨胀弹性胶圈, 粘接牢固。见图 4, 图 5。



图4 预制管廊承口面涂刷酚醛粘结剂



图5 预制管廊承口面遇水膨胀弹性胶圈安装效果图

4. 预制管廊拼装

(1) 将管廊吊起离地 50-100mm, 静止 2min, 检查构件的平衡性等, 检查无误后再进行起吊构件与待拼装构件的对位靠近工作。

(2) 在靠近过程中, 两侧的吊装工手持方木在构件两侧垫在两构件间, 防止构件碰撞损坏。

(3) 两侧根据轴线和边线量测构件是否对齐, 对齐后则下落构件。见图 6。



图6 预制管廊拼装效果图

5. 预制管廊张拉

(1) 管廊张拉空内穿 JL25 精轧螺纹钢, 安装锚垫板锁紧螺母等, 在管廊连接箱内用精轧螺纹钢连接件将两根螺纹钢连接起来。

(2) 在后一节管廊后端面安装单仓型 4 台 (双仓则为 6 台) 60T 穿心千斤顶及锚垫板锁紧螺母, 左右两侧千斤顶同时张拉精轧螺纹钢缓慢推动管廊前进。

(3) 管廊每侧前进 3cm 暂停推进, 量测管廊承插口左右两侧的外侧间隙, 保持间隙差距在 0.5mm 内, 保证张拉过程中不出现左右拉偏。

(4) 管廊底侧张拉达到设计要求间隙后, 再进行顶部两侧的张拉, 严格按照设计要求控制两管廊承插口接缝宽度在 9mm 左右。

(5) 完成管廊拼装工作, 锁紧两端的螺母。见图 7。



图7 预制管廊张拉效果图

6. 预制管廊接缝处闭水试验

(1) 管廊拼装完成后,在管廊侧墙上预埋的 $\Phi 10$ 检测孔(管廊四周每边设有1个)安装闭水试验的进水接管。除顶端检测孔外,其余采用螺栓封堵,打开进水阀门,向管廊承插口遇水膨胀弹性胶圈与楔形胶圈的空间注满洁净水,当管廊顶部检测孔排完空气后,封堵顶面检测孔,启动加压水泵,分级施加水压。

(2) 当加压至0.05Mpa时,停止加压,等待5min观察是否有渗漏,并做好记录。每级加压0.01Mpa,观察2min记录数据,然后再缓慢加压至0.09Mpa,等待5min,观察压力表是否掉压。如无掉压或掉压在0.02Mpa范围内,接缝处没有渗漏现象即为密封良好,闭水试验合格。若出现掉压严重或接缝处明显漏水现象,应移开预制管廊,检查更换密封胶条进行再次拼装和闭水试验。见图8。



图8 预制管廊接缝处闭水试验效果图

7. 预制管廊外部密封胶密封

(1) 预制管廊靠外侧接缝处安装70mm高的聚乙烯泡沫板,再用30mm高双组份聚硫密封胶密封。

(2) 预制管廊靠内侧接缝处安装30mm高的聚乙烯泡沫板,再用30mm高双组份聚硫密封胶密封。见图9。



图9 预制管廊外部密封胶封闭效果图

四、质量保证措施

(一) 预制管廊吊装过程中要派专人指挥,防止管廊被磕碰,缺棱掉角。

(二) 预制管廊安放,要找准控制线,保证管廊外边线对齐。

(三) 楔形胶圈及插口面保证均匀涂刷酚醛粘结剂,并用塑料锤敲击胶圈,保证粘结牢固。

(四) 遇水膨胀胶圈及承口凹槽混凝土面保证均匀涂刷酚醛粘结剂,并用塑料锤敲击胶圈,保证粘结牢固。

(五) 预制管廊拼装在靠近时,两侧要用方木垫在两构件间,防止构件碰撞损坏。

(六) 预制管廊张拉要左右两侧、上下对称张拉,保证张拉过程中管廊不出现偏拉。

(七) 严格控制闭水试验水压,确保逐级加压。

(八) 预制管廊内外侧接缝处密封胶密封密实,防止流淌。

四、安全保证措施

(一) 预制管廊吊装前要做好安全技术交底工作,并进行试吊工作。

(二) 开工前,现场施工人员必须向参加操作全体人员进行安全技术交底。要详细、认真地将所用材料的品种、规格、性能和有关设备(包括防火设备),以及操作过程中应注意事项交底清楚。

(三) 防水材料作业工作时,必须穿戴规定的防护用品。操作人员不得赤脚、穿短裤和短袖衣服进行操作,裤脚袖口应扎紧,并应佩戴手套的防脚套。

(四) 酚醛粘结剂涂抹过程中要注意自身的安全防护,作业过程中必须使用橡胶手套、配戴眼罩和口罩,不得用手直接触摸酚醛粘结剂,未固化的酚醛和固化剂在与皮肤接触时,会产生伤害。

(五) 预制管廊张拉时,人员不得站在张拉的正前方。

(六) 存放胶圈和酚醛粘结剂的仓库或现场要严禁烟火,如需用明火,必须有防火措施,且应设置一定数量的灭火器材和砂袋。

五、效益分析

(一) 经济效益

采用预制综合管廊接缝处防水与现浇管廊接缝处防水对比,

1. 预制管廊接缝处防水采用止水胶圈, 现浇管廊接缝处采用止水铜板和止水带, 预制管廊接缝处止水材料成本较现浇管廊接缝处止水材料低;

2. 预制管廊结构采用工厂预制, 防水接口尺寸规则、误差小、混凝土密实、防水效果好, 不会出现防水渗漏修补费用, 安装快速高效, 节约安装费用; 现浇管廊结构接缝现场采用后浇带形式进行留设和浇筑, 混凝土浇筑受人工、现场等客观因素影响密实程度不及预制管廊, 且混凝土易产生收缩和裂缝, 出现渗漏现象, 产生后期维修费用。

综合对比, 预制综合管廊接缝处防水较现浇综合管廊接缝处防水更经济, 有效地节约了项目成本。

(二) 环保效益

预制综合管廊接缝处防水施工工法

环保安全, 废弃物品排放少, 对周围环境影响小。

(三) 社会效益

采用预制综合管廊接缝处防水与现浇综合管廊接缝处防水相比, 具有可操作性强、防水效果明显等优点, 适宜各种土质地区广泛采用。

六、结论

日月大道(成温路)快速路改造工程工程采用预制综合管廊接缝处防水施工技术, 成功的解决了地下水位高, 预制综合管廊接缝处防水施工效果不佳等难题, 得到设计单位、监理单位及甲方单位的一致好评, 是解决地下水位较高的预制综合管廊接缝处防水的最佳施工技术, 同时也是今后各市政工程解决地下预制综合管廊接缝处防水问题的首选施工技术。



图 10 预制综合管廊安装效果图一



图 11 预制综合管廊安装全景图二

参考文献

- 1、《建筑施工手册》(第五版)缩印本, 中国建筑工业出版社, 2013 年
- 2、《地下工程防水技术规范》(GB50108-2008), 中国计划出版社, 2008 年
- 3、《建筑防水沥青嵌缝油膏》(JG/T 207-2011), 国际建筑材料工业局标准化研究所。2011 年
- 4、《地下防水工程质量验收规范》(GB50208-2011), 中国建筑工业出版社, 2011 年
- 5、《城市综合管廊工程技术规范》(GB50838-2015), 中国计划出版社, 2015

装配式建筑混凝土接缝密封解决方案

齐成龙 谢林 罗思彬

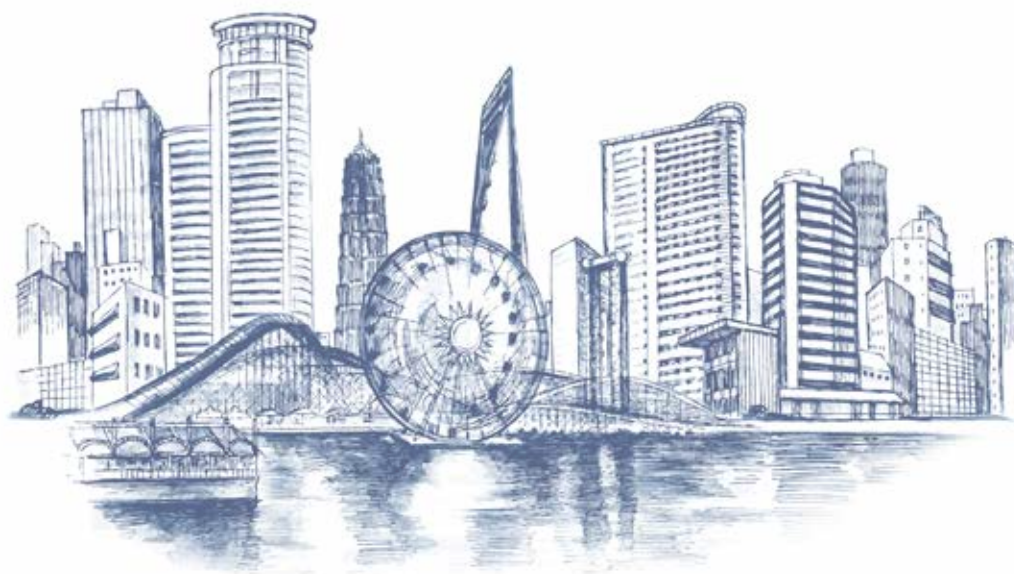
成都硅宝科技股份有限公司，四川成都，610041

摘要

在装配式建筑防水施工时，经常需要在板片接缝间使用密封胶。本文分析了目前常用硅酮密封胶（SR）、聚氨酯密封胶（PU）、硅烷改性聚醚密封胶（MS），讨论了密封胶在使用过程中需要满足的要求。同时对于装配式建筑发展中混凝土接缝密封的需求，推荐了一种新型的双组分 MS 胶。

关键词

装配式建筑，密封胶，双组分 MS 胶



一．装配式建筑的发展及优势

装配式建筑是一种新型的建筑施工方式,将住宅建筑分成多个单元或构件,其中的主要构成部分(墙体、梁、柱、楼板以及楼梯等)在工厂生产,然后运到工地,采用预制技术将预制混凝土构件在现场进行装配化施工建造;可以像“造汽车一样造房子”[1]。

在我国住宅建设中,混凝土结构大都采用现浇体系;该施工方式虽然技术成熟,但同时也普遍存在高能耗、高污染、科技含量低等问题。装配式建筑不仅可以提高施工的效率,并且还在节能、减噪、环保等多个方面具备比传统模式更大的优势。在“低碳经济”、“绿色建筑”等新兴概念的引导下,改革住宅建造方式,推进装配式建筑已成为我国住宅建筑发展的必然趋势。

二．装配式建筑的防水要求

装配式建筑预制外墙缝的防水一般采用构件防水和材料防水相结合的双重

防水措施,防水密封胶是外墙板缝防水的第一道防线,其性能直接关系到工程防水效果,这就要求在实施装配式建筑时,需要选择专业的、具有针对性的防水密封材料[2]。

根据《JGJ 1-2014 装配式混凝土结构技术规程附条文》和《DBJ51/T 038-2015 四川省装配整体式住宅建筑设计规程》的要求,预制外墙接缝密封胶必须与混凝土具有良好的相容性,较好的位移能力及防水、耐候、抗污染性的功能,同时密封胶还需要满足相应的国家和行业标准要求[3,4]。



图 1 装配式建筑混凝土接缝及密封效果图

三．装配式建筑外墙防水用密封胶

针对上述装配式建筑外墙防水密封胶的要求,我们对市场上现有的密封胶进行了对比分析。常用的建筑密封胶包括硅酮密封胶(SR)、硅烷改性聚醚密封胶(MS)、聚氨酯密封胶(PU)。PU建筑密封胶采用聚氨酯预聚体为主体,主链由C-O键(键长0.136nm,键能339kJ.mol⁻¹)以及N-C键(键长0.132 nm,键能284kJ.mol⁻¹)所组成;MS密封胶以硅烷封端改性聚醚为主体,主链由大量的C-O键、C-C键(键长0.154nm,键能348kJ.mol⁻¹)以及少量的Si-O键(键长0.164nm,键能444kJ.mol⁻¹)所组成;SR密封胶以线性聚硅氧烷为主体,主链是由Si-O-Si所组成。三种密封胶以其不同的优缺点均在装配式建筑的防水密封中有所应用,各项性能对比如下表(表1)所示。

表 1 常用装配式建筑外墙防水密封胶结构与优缺点对比

类型	主体树脂	主链结构	优点	缺点
SR 胶	线性聚硅氧烷	Si-O-Si	耐候性能优异	表面不能涂漆
PU 胶	聚氨酯预聚体	C-O、N-C	可涂漆,耐撕裂,粘结性、弹性、耐磨性好	耐紫外性能差,固化易起泡
MS 胶	硅烷封端聚醚聚合物	C-C、C-O、Si-O	低 VOC,无增塑剂迁移,固化不产生气泡,可涂漆、对基材无腐蚀、耐老化性能较高	耐候性略差于 SR

装配式建筑在国外已有成熟的发展经验，装配式建筑外墙防水优先选择 MS 建筑密封胶，行业已普遍达成共识。在日本，80% 以上的装配式建筑外墙密封均采用 MS 建筑密封胶，例如：1986 年竣工的日本大阪 HILTON 大酒店和位于东京的日本钟化大楼，用于装配式建筑外墙密封历时约 30 年，密封部位 MS 建筑密封胶整体性能，无明显粉化、龟裂等老化特征。

对装配式建筑混凝土接缝密封的要求分析，密封胶在使用过程中需要满足以下要求：

3.1 粘结性

对于密封胶来说，对基材的粘结性始终是最重要的性能之一，对于装配式建筑所用的基材亦是如此。就目前而言，市场上所用的装配式建筑板片大多数为混凝土板，因此需要接缝密封材料对混凝土基材有很好的粘结性能。对于混凝土材料本身而言，普通的密封胶在其表面的粘结性是不易实现的。影响粘接的因素主要有：

- 1) 混凝土是一种多孔性材料，孔洞的大小和不均匀不利于密封胶的粘结；
- 2) 混凝土本身呈碱性，特别是在基材吸水时，容易出现返碱现象影响粘结；

3) 装配式建筑板片在车间生产时，会使用脱模剂，会导致密封胶与基材粘接不良。

为了保障接缝密封胶对预制板块的粘结性，在选择预制建筑接缝密封胶时，需将以上影响粘结的因素考虑在内，选择一款适合混凝土基材的密封胶。

硅宝科技在考虑了混凝土材料本身特性情况的同时，并针对客户的不同需求，研制的硅宝 MS1096 硅烷改性双组分密封胶可以对混凝土实现良好粘结(表 2，图 2 (a))，从而为装配式建筑的防水密封提供了重要保障。

表 2 硅宝 MS1096 硅烷改性双组分密封胶的粘结性能测试

检测项目	技术指标	基材类型	检测结果 (25LM)	检测标准
定伸粘结性	无破坏	水泥砂浆板	无破坏	JC/T 881 《混凝土接缝用建筑密封胶》
浸水后定伸粘结性	无破坏	水泥砂浆板	无破坏	
热压，冷压后粘结性	无破坏	水泥砂浆板	无破坏	

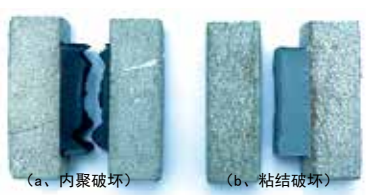


图 2 密封胶与混凝土粘接性能对比

3.2 力学性能

由于混凝土板片随着温度的变化产生的热胀冷缩，以及建筑物的轻微震动等影响，混凝土接缝的尺寸大小都会随之产生运动和位移。参考装配式建筑的相应规范要求，在设计时应考虑接缝的

位移，确定接缝宽度，使其满足密封胶最大容许变形率的要求。结合国内外建筑接缝用密封胶的标准（如表 2），可以看出国内外对于密封胶的力学性能要求大致相同。

表 3 国内外标准对接缝用密封胶主要力学性能的要求

检测项目		GB/T 14683	JC/T 881-2001	JIS A 5758
位移能力等级		25LM	25LM	25LM
弹性恢复率，%		≥ 80	≥80	≥ 70
拉伸模量	23℃	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.4
	-20℃	≤ 0.6	≤ 0.6	≤ 0.6

硅宝 MS1096 属于 25 级 LM 产品，完全满足国内外标准对于接缝密封材料的要求。对于一般建筑规程要求的 10~35mm 混凝土接缝来说，良好的位移能力和弹性恢复率能够保障密封胶的应变适应性和完整性，可以用于预制混凝土接

缝的防水密封。表 4 给出了硅宝 MS1096 产品按照 JC/T 881 测试的部分力学性能，包括弹性恢复率及拉伸模量。

表 4 硅宝 1096 的力学性能测试

检测项目		技术指标	基材类型	检测结果 (25LM)	检测标准
弹性恢复率，%		≥ 80	U 型铝条	90	JC/T 881《混凝土接缝用建筑密封胶》
拉伸模量，MPa	23℃	≤ 0.4	水泥砂浆板	0.2	
	-20℃	≤ 0.6	水泥砂浆板	0.3	

3.3 耐候性

由于建筑设计的使用年限一般为 50 年，因此板片接缝之间使用的密封胶具有非常好的耐候性，满足长期的户外工作情况。在日本，MS 胶在装配式建筑上的应用已经有 40 年的历史，表明 MS 胶完全能够满足户外的复杂工况环境变化。硅宝 MS1096 经过紫外线照射 1000h 后，产品的强度和保持率均在 80% 以上，完全能够满足长期的户外工作环境。

3.4 抗污染性

因为预制混凝土板表面有很多孔洞，普通密封胶中的增塑剂很容易渗透进入混凝土中，从而对混凝土板接缝两侧造成污染，影响整个建筑的外观。MS 密封胶固化时释放的小分子不会对混凝土进行污染，并且没有增塑剂迁移进入混凝土中，所以不会对混凝土基材产生污染。硅宝 MS1096 固化后的热失重为 2%，远远低于《GB 18583-2008 室内装饰装修材料胶粘剂有害物质限量》中本体聚合物 100g/L 的指标要求，固化后没有游离的液体小分子物质，不会对混凝土造成污染。

3.5 可涂饰性

预制混凝土接缝需要密封胶具有可涂饰性，是因为预制混凝土板在预装的过程中其拼接缝不整齐，需要通过对密封胶的涂刷来保证从外观上看是整齐的，这样可以使整个建筑墙面整齐美观。由于聚醚主链的极性，MS 密封胶的可涂饰性比较好。硅宝 MS1096 表面采用真石漆进行涂饰，两者之间具有较好的粘接性，可以保证装配式建筑接缝的美观性（图 3）。

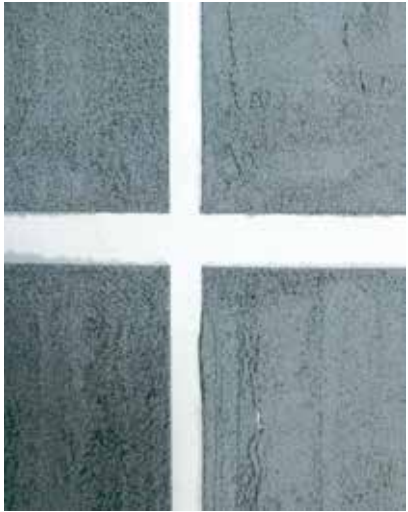


图 3 真石漆在硅宝 MS1096 上的涂饰效果

四. 装配式建筑参考施工工艺流程

“三份材料，七分施工”是行业内流传甚广的一句话，因此在选择了好密封胶产品之后，还需要规范的施工工艺流程保证项目的防水密封质量。装配式建筑系统的板缝采用以下施工工艺流程进行：

对板片接缝进行清整，保证接缝能够使密封胶满足位移能力要求；

在接缝处填充大小比例合适的泡沫棒；

在接缝边缘处粘结遮蔽胶带，以避免多余的硅酮密封胶污染接口的四周表面；

施打底涂保证密封胶与基材的粘接性；

使用打胶枪或打胶机以连续操作的方式打胶。应使用足够的正压力使胶注满整个接口空隙，可以用枪嘴“推压”密封胶来完成。施打竖缝时，建议从下往上施工，保证密封胶填满缝隙；

在胶表面结皮前进行整平。不要用液体如：酒精、水、肥皂水、来帮助整平。

在胶结皮之前除去遮蔽条，进行养护。

目前单组分密封胶现场施工过程中容易碰到以下问题：昼夜温差较大的环境容易出现起鼓；板片间缝隙较大容易出现流挂现象；不能满足工期紧的要求等问题。

针对上面应用情况，硅宝科技开发的硅宝 MS1096 硅烷改性双组分密封胶具有的特性能够完美解决以上问题：（1）

双组分产品固化速度可调节，能够满足现场环境施工；（2）产品施工后整体固化速度快，能够杜绝温差变化导致的密封胶起鼓问题，大大缩短项目的施工工期；（3）能够解决大位移板片的流挂问题，特别是 30mm 以上接缝应用。

五. 结语

大力发展装配式建筑，是国家生态文明建设、绿色发展的重要举措。装配式建筑将是建筑模式的发展趋势，在整

个系统中密封胶的选择将成为建筑防水的关键环节。为了保障整个建筑体系的防水效果，要求密封胶必须具备对混凝土有良好的粘结性，优异的力学性能，极佳的耐候性以及低温柔性。根据测试，硅宝 MS1096 硅烷改性双组分密封胶完全满足以上要求，并已在实际案例中为装配式建筑提供了良好的防水密封解决方案。

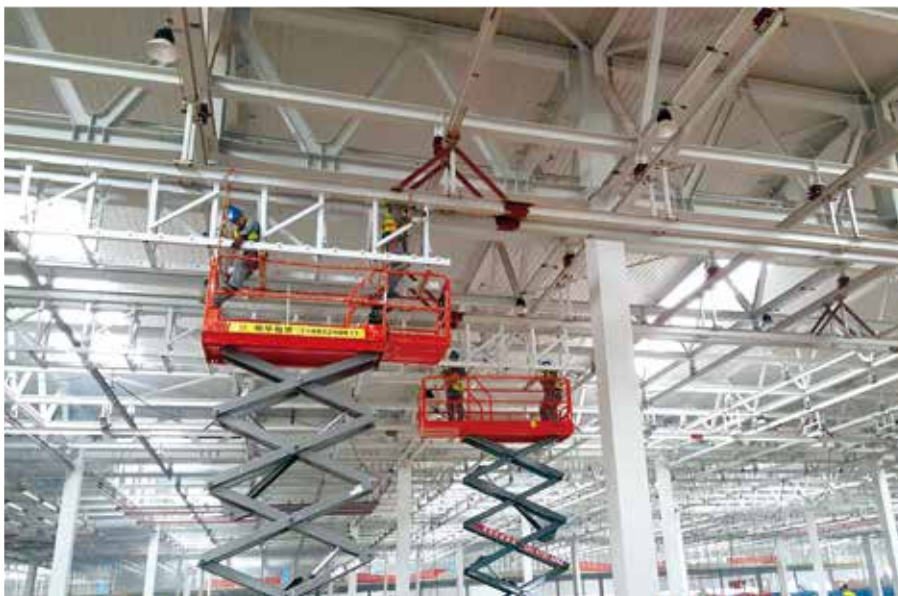
参考文献

- [1] 张苏革. 装配式工业化住宅应用实例 [J], 山西建筑, 2012, 38 (6) :3
- [2] 杨霞. 预制装配式建筑混凝土板接缝用密封胶性能研究 [J]. 中国建筑防水, 2012, 9: 11-14
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. JGJ 1-2014 装配式混凝土结构技术规程附条文 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004
- [4] 四川省住房和城乡建设厅. DBJ51/T 038-2015 四川省装配整体式住宅建筑设计规程 [S]. 四川: 西南交通大学出版社, 2015

作者简介: 齐成龙, 男, 1994 年生, 硅宝科技应用技术服务工程师, 主要从事有机硅室温胶的应用研究。联系地址: 610041 成都市高新区新园大道 16 号

建信，

奉行“建一流企业，信百世身基”企业文化 ——四川都江堰市建信防火材料有限公司



○合作共赢 向一流企业迈进

四川都江堰市建信防火材料有限公司成立于1999年，坐落于风景秀丽的国家5A级旅游区都江堰市，是经公安部消防产品合格评定中心认可，拥有国家二级消防资质，专业从事防火保护及相关消防工程的企业；同时，也是四川公安消防总队定点的系列防火涂料产品的专业生产厂家。公司的业务范围拓展到建筑防火技术与产品的开发、生产、经营，建筑防火保护的设计、施工、安装，消防工程施工、安装等。

经过多年的发展，公司还汇聚了一

批高素质的高级技术人员、管理人员，并由他们组成了一支技术娴熟、操作严谨的研发、生产、施工、检测队伍。公司的整个团队始终铭记消防“责任重于泰山”的警句，视质量为企业的生命，以信誉求市场，以效益求发展，以优良的质量保障，诚实、守信、完美的服务，赢得客户的信赖和行业同仁的认可；在消防监督机关的指导下，社会各界的关心支持下，公司为祖国消防事业的健康发展作出应有的贡献。目前，公司正在向行业内一流企业奋力迈进。

自公司成立以来，尤其是2013年改制后，四川都江堰市建信防火材料有

限公司不断发展壮大，与国内外多家大中型企业建立了良好的长期的合作关系，并为其开展了诸多的合作项目。

具体而言，公司目前已经与中石油、中石化、长虹集团、一汽大众，川天化、川航集团、丰谷酒业、伊利集团、宝马4S店、中建集团、中化集团、中铁集团、长江精工、杭萧钢构等国内外大型集团建立了良好合作关系，积极参与其修建项目，并得到下游企业一致好评。

○六大品牌 形成“建信”产品体系

公司的技术团队始终秉承工作的

“标准化、规范化、专业化”准则，以客户的满意为动力，持续改进，不断提升，使产品质量和服务质量日益精进。目前，公司新开发的六大系列产品经公安部国家防火建筑材料质量监督检测中心检验合格，通过国家 3C 强制认证，各项指标均达到或超过国家现有标准，产品广泛应用于建筑、电力、”金、石化等行业，实现了众多工程有效的防火保护。通过高质量产品不仅赢得了赢得了广大客户的高度评价，也使公司的行业地位得到进一步提高。六大系列产品具体情况如下：

1、NCB(JX-1)

室内超薄型钢结构防火涂料

主要特点：NCB(JX-1) 室内超薄型钢结构防火涂料系溶剂型防火涂料。性能卓越、装饰性强，灼烧发泡率在 15 倍左右，遇高温发泡形成致密碳质釉状物隔热层，封闭被保护的钢材，阻止物体着火燃烧或因温度升高而造成的钢材强度下降，有效延缓火焰蔓延传播速度，降低被涂钢材表面的可燃性，减缓火焰传递到钢材表面的时间，确保在耐火时间内提高被涂钢材的耐火能力。

使用范围：用于室内钢结构，为钢柱、钢梁、屋面承重构件、墙面辅件以及钢框架结构等提供高效防火防护，有效延缓钢材受热达到临界温度的时间。

2、NH(JX-8)

室内厚型钢结构防火涂料

主要特点：NH(JX-8) 室内厚型钢结构防火涂料系水性涂料。该产品具有不腐蚀钢材、不与任何防腐底漆起化学反应、无刺激性气味、涂层质量轻（结构荷载重量相对也轻）、单位涂覆面积大、遇火时不产生烟气、不释放有害气体等特点；该产品是专为一级耐火等级钢结构承重构件的防火保护而设计、生

产的厚涂型防火涂料；该产品喷涂于钢构件的表面后，遇火时依靠涂层自身的不燃性和低导热性形成耐火隔热保护层，迟缓火势对承重构件的直接侵袭，从而有效提高钢结构的耐火极限。

使用范围：用于室内钢结构，为钢柱、钢梁以及钢框架结构等提供高效防火防护，有效延缓钢材受热达到临界温度的时间。

3、WB(JX-10)

室外薄型钢结构防火涂料

主要特点：WB(JX-10) 室外薄型钢结构防火涂料系水性防火涂料。性能卓越、装饰性强，灼烧发泡率在 15 倍左右，遇高温发泡形成致密碳质釉状物隔热层，封闭被保护的钢材，阻止物体着火燃烧或因温度升高而造成的钢材强度下降，有效延缓火焰蔓延传播速度，降低被涂钢材表面的可燃性，减缓火焰传递到钢材表面的时间，确保在耐火时间内提高被涂钢材的耐火能力。

使用范围：用于室外钢结构，为钢柱、钢梁、屋面承重构件、墙面辅件以及钢框架结构等提供高效防火防护，有效延缓钢材受热达到临界温度的时间。

4、SH(JX-7)

隧道防火涂料

主要特点：SH(JX-7) 隧道防火涂料系水性隔热型隧道专用涂料。该产品具有不含石棉等有害成分、无刺激性气味、涂层质量轻（结构荷载重量相对也轻）、单位涂覆面积大、施工在隧道中有吸音、消音等作用，遇火时不产生烟气、不释放有害气体等特点；该产品是专为隧道承重构件的防火保护而设计、生产的隧道专用防火涂料；该产品喷涂于基材的表面后，遇火时依靠涂层自身的不燃性和低导热性形成耐火隔热保护层，迟缓火势对承重构件的直接侵袭，从而

有效提高混凝土的耐火极限。

使用范围：用于隧道提供高效防火防护，有效延缓混凝土受热达到临界温度的时间。

5、WH(JX-9)

室外厚型钢结构防火涂料

主要特点：WH(JX-9) 室外厚型钢结构防火涂料系水性涂料。该产品具有较强的耐候性，不腐蚀钢材、不与任何防腐底漆起化学反应、无刺激性气味、涂层质量轻（结构荷载重量相对也轻）、单位涂覆面积大、遇火时不产生烟气、不释放有害气体等特点；该产品是专为一级耐火等级钢结构承重构件的防火保护而设计、生产的厚涂型防火涂料；该产品喷涂于钢构件的表面后，遇火时依靠涂层自身的不燃性和低导热性形成耐火隔热保护层，迟缓火势对承重构件的直接侵袭，从而有效提高钢结构的耐火极限。

使用范围：用于室外钢结构，为钢柱、钢梁以及钢框架结构等提供高效防火防护，有效延缓钢材受热达到临界温度的时间。

6、NB(JX-11)

室内薄型钢结构防火涂料

主要特点：NB(JX-11) 室内薄型钢结构防火涂料系水性防火涂料。性能卓越、装饰性强，灼烧发泡率在 15 倍左右，遇高温发泡形成致密碳质釉状物隔热层，封闭被保护的钢材，阻止物体着火燃烧或因温度升高而造成的钢材强度下降，有效延缓火焰蔓延传播速度，降低被涂钢材表面的可燃性，减缓火焰传递到钢材表面的时间，确保在耐火时间内提高被涂钢材的耐火能力。

使用范围：用于室内钢结构，为钢柱、钢梁、屋面承重构件、墙面辅件以及钢框架结构等提供高效防火防护，有效延缓钢材受热达到临界温度的时间。

中电建，

奋进中自强不息，转型与改革同行 ——中电建成都建筑工业化有限责任公司



○以专业为根本 夯实企业管理之基础

中电建成都建筑工业化有限责任公司成立于2017年，注册资本1亿元，是由中国水利水电第七工程局有限公司、中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、金堂县兴金开发建设投资有限公司、成都花园水城城乡建设投资有限责任公司、四川花园水城城乡产业发展投资开发有限责任公司联合成立的合资公司。

公司“建筑工业化全产业链”生产基地坐落于四川省成都市金堂工业园区，占地458亩，包含PC构件厂、砂石骨料加工厂、商品混凝土生产厂三大功能区。公司以成都市“东进”战略为依托，以PC构件生产为核心，业务范围涵盖产品设计、建材制造（商混、骨料）、构件生产、物流配送、施工等，既符合国家大力发展装配式建筑的政策，也能为成都东进战略的实施提供强有力的资源保障。

秉承“自强不息，勇于超越”的企

业精神，公司以“打造全国一流的综合性预制构件生产企业和研发基地”为宗旨，实施建筑工业化设计、生产、施工、科研的一体化运营，为客户提供优质产品和高效服务，不断提升公司在建筑工业化领域的品牌影响力。

○以创新为目标 加快企业发展之飞跃

中电建成都建筑工业化有限责任公司技术、科研实力雄厚，人才荟萃，拥有国内外先进生产线及各类设备，推行“智慧化”管理，以创新驱动公司在建筑工业化行业领域高质量发展。

1、资质、荣誉

公司由世界500强企业中国电建集团旗下的龙头子企业中国水利水电第七工程局（以下简称：水电七局）控股。水电七局组建于1965年，是全国建筑业100强企业及中国水电领军企业，同时也是具有国际竞争力及全产业链优势的综合建造企业。

2、技术体系

中电建成都建筑工业化有限责任公司科技为先，创新求变，坚持“创新·智造·生态”的绿色发展理念，专注装配式建筑深化设计、产品研发，不断创新工艺，充分发挥科研优势，建设高质量智能化系统工程。

设计环节信息化。以设计优化降本增效,智能化程度高。

制造环节工厂化。工厂化生产,加工精度高,质量把控严,工业化程度高。

施工环节装配化。采用现场拼接技术,施工量大幅减少,效率高,污染小;运用节能环保材料,符合“绿色建筑”理念。

3、生产线及设备

精心打造企业品牌,技术设备力量雄厚。公司率先引进国内外先进技术、生产线及各类设备,使品质、管理趋向业内领先水平。

4、“智慧化”管理

公司推行“智慧工厂”科学信息化管理体系,采用 BIM 全流程信息监控平台,通过建筑工业化大数据平台,实现建筑全流程的自动化管理;采用 MES 制造企业生产过程执行系统,数据实时采集、动态分析处理,制造过程“透明化”,随时随地控制、协调制造全过程;采用 ERP 企业资源计划系统,优化资源利用率,全面提高生产能力。

○以质量为原则 提升企业服务之水平

中电建成都建筑工业化有限责任公司的“建筑工业化全产业链”生产基地是集砂石加工、商品混凝土以及预制混凝土构件生产于一体的综合性生产研发基地,总投资 10 亿元,总占地 428 亩,建筑面积 290353.4 m²,拥有完备的产业链条,采用先进的生产工艺,以打造绿色环保砂石加工系统、三星级绿色商品混凝土系统和技术领先的预制混凝土构件工厂为目标,基地建成投产后将实现 PC 构件年产 30 万方,商品混凝土年产 120 万方,砂石骨料年产 170 万方的生产能力。

公司主营装配式建筑、商品混凝土、

环保砂石加工,涵盖装配式建筑 PC 构件、市政基础设施预制构件等产品研发、设计、制造、安装、销售;商品混凝土、砂石骨料生产销售;技术咨询服务等。

1、预制混凝土构件(PC 构件)

主要产品有装配式房屋内墙板、外墙板、预制叠合板及叠合梁、预制柱、预制楼梯、预制阳台、预制飘窗等以及市政基础设施小型预制构件。

产品优势:

批量制造——标准化设计、规模化生产、装配化施工

降本增效——缩短施工周期,提高建筑效率,节约资源,减少人工成本

绿色环保——节省建筑材料,减少建筑垃圾,降低建筑污染,改善城市形象

安全优质——提高建筑物安全度,建筑结构强度高、自重轻、抗震性能全面优于传统建筑

外形美观——形态灵活,风格多样,建筑造型美观

2、环保砂石骨料

以成熟、适用、可靠、合理、可调,确保产品质量为原则,采用“三段破碎+立轴制砂”工艺,调节成品砂颗粒级配,可满足商品混凝土和预制构件对砂细度模数的要求。

3、三星级绿色商品混凝土

绿色环保、高品质、规模化生产、高效服务

○以政策为导向 坚定企业发展之愿景

随着国家政策对装配式建筑的大力推动,建筑产业转型升级步伐越来越快。中电建成都建筑工业化有限责任公司将积极响应国家号召,坚持“绿色、循环、低碳”的建筑理念,以“打造全国一流的综合性预制构件生产企业和研发基地”为发展目标,加快在本行业领域的发展步伐,致力成为建筑工业化市场的创新者和领跑者,为客户提供优质产品和高效服务,为推进中国建筑产业的可持续发展而努力。



域高，

域中揽胜 高屋建瓴

——四川域高建筑工程有限公司

○合作共赢

以专业铸造“域高建设”品牌

四川域高建筑工程有限公司成立于2009年，是一家集建筑工程、机电工程、市政公用、水利水电、公路工程总承包及钢结构、地基与基础处理、防水防腐保温等专业承包资质为一体的综合性建筑企业。

公司制度完善，管理科学。下设工程中心、财务部、成本控制部、人力资源部、经营部、材料部、监审中心等多个管理部门，为施工生产提供技术支持和后勤保障。公司现有职工近600多人，其中专科、本科以上学历占90%。同时拥有专业、高效的工程管理团队——中、高级职称的工程技术和工程管理人员占80%。

公司成立以来，先后与龙湖地产、招商地产、合景泰富地产、香港置地集团、中海地产、融信地产、合能集团、佳乐集团、永立集团等多家知名地产商建立良好的战略合作伙伴关系，承建过高层住宅、别墅区、商业综合体、星级酒店、工业厂房等的总承包工程。累计完成房屋建筑总建筑面积达1000多万平米，积累了丰富的施工经验，多个项目获得“优质结构”和“标化工地”殊荣。域高建筑将凭借优质的工程质量和良好的服务在未来激烈的竞争中取得更优异的



成绩，斩获更多的殊荣。

○专注发展

做大做强企业全资产链

公司经过多年的发展，现拥有建筑工程总承包壹级资质。2013年成立重庆分公司，进入招商地产。2017年，公司注资成立全资子公司：四川美域装饰工程有限公司和四川域能消防工程有限公

司，年产值突破20亿元。

四川美域装饰工程有限公司成立于2017年1月，是由四川域高建筑工程有限公司注资成立的全资子公司。公司下设工程部、行政部、市场部、安全生产管理部、成本控制部等多个管理部门，为施工生产提供技术支持和后勤保障。公司坚持“以人为本、共同发展”的用人理念给员工创造适合自身发展的平台，注重员工综合素质的培养，吸引了众多专业人才不断地加入。公司现有员工100多人，具有中高级职称的工程技术和工程管理人员占70%；同时，专业的工程管理团队——各种专业技术人员80余人。公司以“品质为本、诚信至上”为经营方针，以“做一个工程、树一座丰碑”





消防项目，盛大国际消防项目，泸州华润万象汇消防项目，成都誉峰机电、消防项目，天誉环球汇机电、消防项目等。

近年来，公司综合实力和市场竞争能力不断提高，市场占有率亦得到稳步提升。今后，公司将继续秉承以“品质第一、服务至上”的经营宗旨立足于市场、服务于社会。现今，集团公司员工规模突破600人，年施工面积超过200万平米，进入中海地产及融信地产。2017年-2021年，公司制定五年发展规划，即人才战略；大客户战略；改革公司的治理结构；狠抓公司内部管理等。

○聚焦未来 构建有序的层级发展体系

“公司在取得成效的同时还要学会规划未来。用开阔的眼光、主动学习的心态、创新的思维去支撑企业向前发展。”为此，公司在发展的过程中形成了自身独特的优势及特色。公司项目服务目标五个第一：安全、质量、成本、进度、服务；公司自有周材租赁公司，囤积百万米钢管，能保证2-3个项目的周转材料的同时使用；公司所有项目均为自营项目，劳

务选用专业化小班组；公司所有项目均要求创“优质结构”、“安全标化”工地。

公司结合自身情况，依据国家及地方规范、标准和优质、标化相关要求，编制了域高公司安全文明施工标准化图册、域高公司质量工法图册、域高公司质量安全检查评价管理办法、施工现场临时用电技术标准、消防安全管理办法等十几本公司图册及管理办法。同时，公司还积极加入各大协会，如：四川省装配式建筑产业协会等，参与协会组织的各项活动，为我省建设事业奉献出“域高”的一份力量。

对于未来的发展，公司已有了详细的规划。到2022年，公司计划升级为施工总承包特级资质，年产值达50亿元，施工面积达到600万平。在人才战略方面，全部达到专科学历以上，本科学历50%，团队规模达到800人；在公司效益方面，施工面积达到500万平方米；年产值达到50亿人民币；在品牌影响方面，成立域高集团；与万科、中海、香港置地、招商、合景泰富、合能等大型房地产公司合作。

为目标，先后与合景泰富地产、香港置地集团、首创投资、通瑞永立集团、正成地产、合能集团、东航投资、海特集团、佳乐集团、盛大天府地产、龙湖地产等国内多家知名地产商建立了良好的战略合作伙伴关系，累计完成装饰装修工程50余项，积累了丰富的施工经验。公司也凭借优质的工程质量和良好的服务在竞争激烈的行业中赢得了市场。代表工程有：环球汇·天誉售楼部、誉峰项目、万景峰精装修、泸州万象汇、金牛智选假日酒店装饰装修、永立龙邸装饰装修、成都东航基地项目等。

四川域能消防工程有限公司是四川域高集团下属全资子公司，公司承继了四川域高建筑工程有限公司机电、消防资源，是一家集消防设施工程、机电设备安装工程、城市及道路照明工程等多资质专业承包的专业性施工企业，现有员工100余人。公司自成立以来，先后承建过高层住宅建筑、工业厂房、商业综合体、星级酒店的机电消防工程。代表项目有：成都金牛智选假日酒店机电、





叙永至古蔺高速公路头道河大桥

单位：四川路桥桥梁工程有限责任公司
单位资质：公路工程施工总承包壹级、桥梁工程专业承包壹级、
公路路面工程专业承包壹级、公路路基工程专业承包壹级资质。

一、工程特点

头道河大桥是叙永至古蔺高速公路的一座大型桥梁，其跨径组合为 4×30 米 + (72 米 + 130 米 + 72 米) + 2×30 米的波形钢腹板连续刚构加简支 T 梁，桥梁起止桩号 K19+459 ~ K19+929，全长 470 米。该桥属于山区旱地桥，最大墩高 66 米，桥面至沟底高差约 112 米，是国内首座山区波形钢腹板连续刚构桥，也是国内第二座将耐候钢应用到波形钢腹板上的桥梁。

其主桥建筑面积 6576 平方米，使用波形钢腹板共 827 吨。除边跨现浇段和 0# 块腹板以及部分 1# 段腹板为砼腹板及钢—砼组合腹板外，其余均为波形钢腹板。波形钢腹板采用“三波连续波形钢腹板”，

Q355NHC 耐候钢材，波长 1.6 米，波高 22 厘米，腹板钢板厚度为 16 ~ 24 毫米。箱梁采用纵、横双向预应力体系，纵向预应力采用体内、体外相结合的体系。

波形钢腹板的作用就是取其取代了传统预应力混凝土梁桥的 30 ~ 80 厘米厚的混凝土腹板，以形成钢—混组合截面的新型箱形梁桥，其结构具有如下优点：

1、施工方便 提高施工进度 缩短施工工期

由于钢腹板代替砼腹板，梁体自重减轻，悬臂施工时，可减少节段数量（如：120m 连续刚构，砼腹板需 31 个节段，钢腹板仅需 23 个节段）。且悬臂现浇时钢腹板可作挂篮组成部分；顶推施工时可用钢腹板作导梁；现浇施工时可节省部分支架。采用钢腹板节省了腹板模板，

也免除了砼腹板预埋管道繁琐工艺，加之波形钢腹板在工厂内加工，现场拼装，从而缩短施工工期。

2、结构受力合理 提高材料及预应力利用率

在波形钢腹板 PC 箱梁桥中的砼均集中在顶、底板处，断面回转半径增加到最大值，提高了截面的抗弯能力；波形钢腹板类似手风琴不抵抗轴向力，有利于顶、底板预应力张拉。此外，采用体外预应力承受活载，可在预应力索出现磨损或跨中出现下扰时，利用夜间停止车辆通行后进行更换。

3、经济效益显著 抗震性能好

采用波形钢腹板代替厚重的砼腹板，减轻了上部结构 20 ~ 30% 自重，从而使上下部结构工程量减少，降低了工程造价。同时由于上部构造的减轻和波形钢腹板的褶皱效应，箱梁的抗震性能得到改善。

4、节能环保 涂装着色 造型美观

波形钢腹板的应用节省了桥梁砼的用量、增加了钢结构的应用，符合节能环保原则，而且波形钢腹板涂装着色后，形态生动，颜色鲜艳，使桥梁具有较强的美感。



5、解决了钢筋砼腹板开裂的技术难题

钢筋砼箱梁腹板在预应力张拉时、砼收缩、徐变或运营中因跨中下扰易开裂，造成砼截面削弱、钢筋锈蚀等质量通病。采取顶底板体内和体外预应力抗弯，波形钢腹板抗剪和抗主拉应力，彻底解决了钢筋砼腹板开裂和耐久性差的技术难题。

二、主要技术措施

波形钢腹板的施工工艺主要包括：波形钢腹板的制作、涂装、运输及安装。

1、波形钢腹板的制作

波形钢腹板在工厂内冷压成型，冷压一般有两种方法，模压法和冲压法。本工程采用模压法，相较冲压法，模压法效率更高、精度更高，但制作费用较高。

2、波形钢腹板的涂装

鉴于桥梁维修涂装难度大、费用高，希望桥梁防腐具有较高的年限，本工程的防腐采用了以下措施：

(1) 采用底涂层 + 中间涂层 + 面涂层长效性（15 ~ 25 年）涂装保护配套体系，涂装总干膜厚度达 320 微米。

(2) 采用 Q355NHC 焊接结构用耐候钢材，耐候钢置于空气中，初期也会与普通钢一样生锈，数年后这个锈层会成为稳定致密的抗锈层，对里面的钢材形成保护，从而防止进一步锈蚀。

3、波形钢腹板的运输

本工程波形钢腹板设计采用“三波连续波形钢腹板”，波长 1.6 米，单个 T 构纵向共划分为 12 个 4.8 米长的节段。由于本工程为山区旱地桥，波形钢腹板只能通过高速公路及地方道路运输进场，通过调查运输路线，高速公路可以申请办理超限运输，但地方道路最小通行宽度

不能大于 3.5 米，而主梁 1# 至 6# 节段波形钢腹板板长 4.8 米、最小板高 3.65 米，超过地方道路通行要求。为了确保波形钢腹板的顺利运输，我们采取将主梁 1# 至 6# 节段波形钢腹板板长在厂内制造时由 4.8 米调整为 3.2 米（2 个波长），其余 7# 至 12# 节段仍按 4.8 米 / 节段运输进场。

4、波形钢腹板的安装

波形钢腹板的安装主要分为板块的吊装及连接。

(1) 波形钢腹板的吊装

波形钢腹板箱梁桥悬臂浇筑时，一般采用挂篮法，同时还需预留波形钢腹板的吊装空间，国内通常采用是加高桁架式挂篮，代表桥型是山西郅城黄河公路大桥，但挂篮加高后其重心也随之变高且更易失稳，挂篮用钢量大，吊杆增长导致挂篮前端变形大。

在本工程主梁悬臂浇筑时，提出了《波形钢腹板 PC 箱梁桥利用波形钢腹板承重式挂篮施工工法》并成功实施。该工法利用波形钢腹板直接承重，在钢腹板上搭设横梁，悬挂吊杆及底平台组成简易挂篮。挂篮顶板模后端锚固于 N-1 节段混凝土顶板上，前端锚固于后上横梁上，底板模后端锚固于后上横梁上，前端锚固于前上横梁上，实现 N 节段的顶板和 N+1 节段的底板异部同时施工。挂篮支点设置在上翼缘开孔钢板之间的凹槽内，挂篮行走时，液压系统牵引挂篮行走。1# ~ 9# 节段的波形钢腹板直接利用墩位旁塔吊直接安装，10# ~ 12# 节段已超出塔吊吊装范围，此时采用在挂篮上安装特制吊机，利用挂篮特制吊机直接提升并安装。

该工法在国内尚属首次，采用本工法：

(1) 较常规方案减少挂篮用钢量约 170t，较小的施工措施荷载对控制结构线形更有利，低碳环保，节约挂篮材料费、运输费及安装费 136 万元；(2) 挂篮拼装施工总

工期缩短 10 天以上，每施工循环缩短工期 2 天，累计缩短工期 34 天，节约人工费及设备费 48 万元；(3) 将主梁同一节段的顶、底板异步浇筑，不仅施工作业面空间大，而且避免重叠施工，大大降低安全风险。

(2) 波形钢腹板的连接

波形钢腹板的连接主要分为板与板之间的连接、板与混凝土顶底板之间的连接。本工程波形钢腹板与混凝土顶板之间采用 Twin-PBL 键连接方式，波形钢腹板与混凝土底板之间采用埋入式连接方式，波形钢腹板之间采用的是临时螺栓固定 + 二氧化碳气体保护双面贴脚焊的连接方式，以上连接方式既满足结构设计构造要求及规范要求，又利于施工。

三、技术与管理创新成果

1、申报《利用装配式牛腿托架施工连续刚构桥 0# 块工法》、《波形钢腹板 PC 箱梁桥利用波形钢腹板承重式挂篮施工工法》共两项省级工法；申请《波形钢腹板承重式挂篮》专利一项；在国内期刊上发表论文三篇；协办或应邀参与省级学术交流活动各一次。

2、《利用装配式牛腿托架施工连续刚构桥 0# 块》获得 2015 年四川省优秀职工代表提案二等奖；《利用装配式牛腿托架施工连续刚构桥 0# 块》获得 2016 年四川省《创新、创效金点子》合理化建议成果优秀奖，《波形钢腹板 PC 箱梁桥利用波形钢腹板承重式挂篮施工》获得 2016 年四川省《创新、创效金点子》合理化建议成果三等奖。

3、参与四川省交通科技项目（项目编号：110109039）《波形钢腹板预应力混凝土梁桥在山区高速公路中的应用》的课题研究。



成都市银隆新能源汽车 (整车及零部件)工业园二标段

单位：中国五冶集团有限公司（第一工程分公司）

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

成都市银隆新能源汽车工业园项目二标段工程主要包含 10 个钢结构车间单体，结构形式主要为单层多跨的门式钢架结构，局部设有 2 层的生产辅房，柱、梁为 H 型钢，墙面屋面为双层彩钢压型板，建筑面积约 181186.49 m²，其中车间最大跨度为 33 米，屋面坡度最大为 5%，单坡最大长度为 60 米，车间最大建筑标高为 +22.500m，车间最大行车单台起重量为 50T。

二、工程难点

钢结构制作、安装质量的控制、现场测量控制是本工程的重点，也是难点。

1. 制造方面难点

(1) 细长构件（如钢柱、钢梁）的旁弯、扭曲变形的控制；

(2) 钢柱牛腿、行车梁等熔透焊缝的质量控制

(3) 高强螺栓孔精确定位的控制；

(4) 屋面钢架梁坡度（拱度）的控制。

2. 安装方面难点

(1) 地脚锚栓埋设定位精度控制。

(2) 钢柱安装时，行车梁牛腿标高控制是重点。

(3) 大六角头高强度螺栓施工质量控制。

(4) 彩钢压型板屋面防水质量控制。

(5) 彩钢压型板墙面及门、窗等收边收口质量控制。

(6) 在屋面系统已施工完毕情况下，新增屋面钢梁的施工是难点。

三、主要技术措施

1、利用“对称”操作原理，对 H 型钢柱柱身扭曲和旁弯进行控制。

本工程柱、梁为 H 型钢结构，采用多头直条切割机对称切割，能确保切割下来的翼板和腹板不会出现旁弯，其直线度能满足要求；对 H 型钢四条主角焊缝采取合理焊接顺序，能有效减小 H



型钢角变形。

2、设计出一种锚栓定位装置，解决了锚栓定位难的问题。

本工程单个基础承台需埋设 6 ~ 8 根锚栓，若分别对各根锚栓单独埋设，则其平面位置不易控制，尤其是各锚栓之间的位置间距很难控制，其定位偏差会较大。本工程设计出一种定位装置，将同一承台的全部锚栓事先组装固定为一个整体，然后再整体进行埋设，锚栓之间的间距能精确控制，且整体埋设的效率更高。

3、采用了一种间接测量控制法，解决了钢柱安装时牛腿标高控制难的问题。

本工程吊车梁牛腿顶面标高为 +7.600m，个别车间牛腿顶面标高 +11.070m，因钢柱安装时直接测量牛腿标高难度较大，故采取将牛腿标高向下返至 +1.000m 标高处，通过测量 +1.000m 标高来间接控制牛腿标高。

4、对班组严格规范操作，控制了高强度螺栓的施拧质量。

本工程梁 - 柱节点、梁 - 梁节点采用大六角头高强度螺栓，由于多个车间多个班组同时施工，质量管理难度较大，项目严格交底，对大六角头高强度螺栓统一施工工艺和检查标准，规范管理，使高强度螺栓施工质量得到有效控制。

5、规范统一了墙板施工工艺，控制了墙面彩钢板的施工质量。

本工程墙面维护结构为双层压型彩钢板，彩钢板的施工质量直接影响车间的观感质量和竣工验收。项目部对外墙板严格排版，对竖檩安装的铅垂度、彩钢板搭接的平直度、自攻螺钉的打设位置和打设数量等均作了统一规定和交底，对墙板的施工质量起到了有效控制。

6、设计出一种托举装置，有效解决了屋面系统已施工完毕情况下新增屋面钢梁的安装问题。

本工程的涂装车间，在屋面系统施工完毕后，设计变更在原屋面新增加 163 件 H 型钢梁，用于吊设设备管道。单件钢梁长 6000mm，重最约 230kg。由于受已施工完屋面的影响，汽车吊已不能按照常规起吊方式作业，项目部经研究，在汽车吊基础上经过改装、调整并辅以液压系统，设计出一种托举装置，能实现对钢梁在立面上的小角度旋转和水平面的 360° 旋转，解决了这 163 件钢梁的安装问题。

四、管理创新成果

1. 编制创优规划，明确工程质量目标

(1) 分项工程一次性验收合格率 100%；

(2) 创芙蓉杯奖；

2. 建立健全质量管理体系

在工程开工前，成立了工程质量创优领导小组，编制了项目质量计划和工程创优规划，明确了项目质量目标，制定了争优创奖具体措施，同时将质量目标层层分解，质量责任逐级落实。

3. 职责

(1) 项目经理是质量奖创优的第一责任人，其质量职责是组织工程创优策划，指导创优工作实施，对工程创优工作进行监督、检查；

(2) 总工程师、技术负责人、质量负责人对项目经理负责，具体负责创优工作；

(3) 项目各级人员执行工程项目人员职责。

4. 实现创优目标具体措施

(1) 项目开工前期，编制创优规划，分解创优目标并落实到责任人及完成时间；

(2) 严格按照创优规划进行创奖资料的收集及过程奖项的申报；

(3) 严格执行施工方案；

(4) 成立项目技术攻关小组，积极研究新技术；

(5) 做好图纸的自审、会审，做好施工技术交底；

(6) 加强精品意识教育，强化质量约束机制；

(7) 严格把好原材料质量关，增加资源投入；

(8) 加强工序质量控制，落实质量责任制；

(9) 提前制定预防措施，严控工程质量通病；

(10) 严格质量奖惩。



初心还在老地方

(徐兵)

参加完林兵的生日宴，成跃没有搭朋友的车回家，而是选择了步行，步行让他的心情平静下来。万家灯火拉开夜幕，眺望过去，府南河边，河水悠悠地伸向远方。是呀！四十多年过去了，今天好像恍然醒悟，当初为什么不能坚持？成跃边走边想。

一个偶然的机，溪伟成为成跃的二胡老师。经过一年多的努力学习，成跃很有成就感，享受到了学音乐的快乐，最重要的是找到了自信心。悠扬的二胡，填补了寂寞无聊的时光，让成跃的少年时光过的充实快乐！

后来，老师带着成跃参加了一些外校的演出，在这个过程中，认识了乐器爱好者林兵、晨辉，他们常在一起切磋，一起合练，一起玩耍，成为了发小级的朋友，自然也成了音乐路上的知音。

在一起合练最多的是红歌，以及苏联时期的歌曲，当然也练二胡名曲，比如《赛马》《北京有个金太阳》还有小提琴曲《新疆之春》等。那时候，学习条件有限，为了不影响左邻右舍的休息，经常到附近的菜地里去练习，有的时候，练的月色悄悄溜走。高涨的情绪，更激发了他们对音乐的热爱。到后来，不仅仅成为爱好而是成为表达内心与宣泄情感的方式。老师不止一次对成跃说，坚持学下去，一定会超过老师。虽然不能完全领会老师的

鼓励，他还是答应了。

随着时间的推移，环境的变化，各种纷纷扰扰的纠结，成跃淡忘了初心，渐渐褪去。这一晃，四十多年过去了，成跃都忘记了自己曾在音乐的道路走过那么一段。在生日宴上，看到他们演奏起《北京有个金太阳》等曲目时，把成跃一下就拉回儿时的年代，拉回一起度过的好时光，深深触动了藏在他心底深处的一抹亮光，走近它，强烈的感受它的生命力和感染力。原来，初心还在，一点也没有动摇，一点也没有褪色。

在音乐的道路上，他们从没有放弃过，那怕暂时遇到了生济上的暂时困难，坚持初心不变，坚持前行。林兵最终走上了专业道路，实现了自己最初的梦想。晨辉虽然没有走上专业的道路，但作为业余爱好也没放弃，利用业余时间跟随乐队参加一些演出，不仅自己享受了快乐，一家人的生活也过得其乐融融。

朋友们，择业是人生之大事，绝不能这条河望着那条河。古今中外多少事例证明，机会就是留给有准备的人，留给不断追寻的人。即使自己喜欢的事，不能成为自己专业、自己的工作，那也是人生的一笔财富，前行路上的助力器。

不知不觉就要到家了，成跃决定明天去买一把二胡，寻找儿时的梦想。



岁月静好宛如初

(李迁)

多情的种，前世的宿命。于岁月的轮回遇见不可一世的你，便蓦然于你惊世骇俗的脸。

那宛如清扬的眸子，那水色轻颜的轮廓，到底是蜀中雅女，于高傲中彰显美致。

然而到底是你，到底是我，成全了这难堪的可笑戏剧。于是便有每日憔悴隔窗眺望的我，看着鸿雁南飞，只问谁染霜林已醉。

闭目塞听，聆听颂经中的箴言。磕长头匍匐于山路，于佛虔诚，只求你的回首，于欣喜中再投来那惊鸿的一瞥。

只等你看我，多少年的慷慨付出便得已慰藉。只愿你感怀，便无愧多年心灵的驱使。

静默，时光的褶皱住着曾经年少的我们。期待，多年后的回忆是否浅尝辄止。滞留，原点始终只是一个我们逃不开的掌心。纵然多情总被无情恼，然而泪雨霖铃终不怨。就如范蠡泛舟，西子何懂他缜密心思，我只当你不曾了解我。

也许在某个平行时空里，你我会是两手相携。只是这个时空的我们，都只能是彼此的过客。最是一年相遇时，宛如绝胜烟柳尽满皇都。

看着窗户外打湿的青红，不知多少醒目的影子任岁月斑驳，不知多少劳燕纷飞的故事已来去匆匆，不知多少光怪陆离正凭时代讴歌。沉思、静默，幽幽的伤痛在心底发窖。

对于这个浮世，有太多留恋不舍，想过惊天动地，又怕惊落了一树繁花，惹来满肩的花瓣。每个既定且又无章的套路迟迟等候，我合着经纶，在花开花谢的地方踌躇。那个心目中的永不凋谢渐渐成为我心中的火红的树，绝不会刺眼的同时又星星点点照亮我人生的阴暗。

知君年年新作，年年只为伊人浅歌。我知道时代给我的命题，也给出了我最终的答案。

岁月静好宛如初。

奋斗吧！青春

青春像葱翠的小草
青春像浩瀚的碧海
青春像灵动的音符
青春像驰骋于原野的奔马
青春无所不在
它在城市楼群工地青年突击队迎风招展的红旗上
它在高等学府莘莘学子科研开发设计的图纸上
青春，人的一生中最美好年岁
它是一个人的生命含苞待放的时期
生机勃勃朝气蓬勃
蕴含着巨大希望的未知数
让我们
奏响青春赞歌
编织多彩的梦
树立崇高的理想
坚定奋斗的信念
满怀豪情去追赶现代文明
让我们
用双手去开创未来
用热情去驱逐阴霾
奔驰在转型发展提升的征程上
让青春的鲜活与亮丽尽情绽放
让人生的价值在岗位上升华
让我们
用双手去开创未来
用智慧与勤奋去开创美好航程
高扬风帆驾驭惊涛骇浪
用坚强与自信去谱写人生高亢的进行曲
在生命最美丽的这一段时间里
以百倍的热情和万丈激情
迈着坚实有力的步伐
向着企业做优做强做大的目标前进
前进

《装配式建筑之窗》

期刊征稿启事

《装配式建筑之窗》是由四川省住建厅、民政厅主管，四川省装配式建筑产业协会主办的四川省装配式建筑行业内唯一刊物，为季刊。协会期刊秉承专业、权威等特色，全方位、全产业链为我省装配式建筑发展服好务，提供导向作用。现期刊“学术交流”、“高端视点”、“技术探访”“文化专栏”等板块需征集文章，欢迎广大作者积极参与、踊跃投稿。有摄影爱好者和文字、绘画爱好者也可提供精美图片、诗歌散文到期刊上进行刊登，供大家赏析。本杂志暂无刊号，所发论文不能做职称评定之用，仅作为协会会员之间的学术交流，在其他正规刊物上发表过的论文，也可在本杂志上发表。所有征集稿件将交由协会专家审稿，审稿通过后，方可采用。

○征稿内容

1、装配式建筑、钢结构、门窗幕墙、材料部品部件等行业发展综述及展望，具有一定的借鉴性、前瞻性，能够探讨一些具有行业代表性的政策、机制、产品、企业管理、行业发展等内容；新技术、新产品、新工法、新装备（高新精尖）的发明、应用、存在短板、改进措施等介绍；全产业链的相关规范、标准的解读。字数要求在3000-5000，可配相关图片。

2、代表性工程、重大工程、海外工程的设计、制作、安装、管理经验；重大质量、安全事故分析、鉴定、检测。字数在2500-4000，可配相关图片。

3、会员单位撰写获得2017年度“蜀钢杯”的工程纪实文章。字数在3000左右，配精美图片。

4、广大会员单位通讯员或文学爱好者、摄影爱好者可投递散文、诗歌、随笔、短篇小说、图片等文学类创作作品，杜绝抄袭，字数不限，图片精美。

投稿时，为保证图片质量，图片请新建文件夹与文章打包发送。

○时间要求

该征稿通知长期有效，审核通过的稿件如本次没有刊登，将在后续进行刊登。

○投稿方式

请作者将全文及作者信息发送至电子邮箱：425695321@qq.com

联系人：何丽 18328622189