

杭州市装配式建筑适宜施工工法 汇编集

(第一册 钢结构类)

杭州市推进新型建筑工业化协调小组办公室

2024年5月31日



微信搜一搜

金瓦刀

杭州市推进新型建筑工业化协调小组办公室

杭建工业办〔2024〕5号

关于印发《杭州市装配式建筑适宜施工工法汇编集》的通知

各有关单位：

为贯彻落实绿色发展理念，推进我市新型建筑工业化高质量发展，不断提升我市装配式建筑建设管理水平和管理效益，进一步提高装配式建筑品质，市工业化办组织开展《杭州市装配式建筑适宜施工工法汇编集》编写工作，先后向全市各项目参建单位征集了近三年取得的省、市级装配式建筑施工工法，经各工法完成单位自愿申报、市工业化办初审、专家评审、修改优化、征求工法完成单位意见，最终完成了包含29个工法的《杭州市装配式建筑适宜施工工法汇编集》编著工作。工法共分三册，第一册钢结构类，第二册装配式混凝土结构类，第三册装配化装修类，现予以印发（详见附件）。

希望广大建筑工业化相关企业积极学习借鉴适宜施工工法，



微信搜一搜

金瓦刀

不断提升建筑工业化精益建造水平，共同推进建筑工业化质量提升。

若有不明事宜，请联系杭州市推进新型建筑工业化协调小组办公室，联系人：凌芬，联系电话：88322923。

附件：

1. 《杭州市装配式建筑适宜施工工法汇编集》（第一册 钢结构类）
2. 《杭州市装配式建筑适宜施工工法汇编集》（第二册 装配式混凝土结构类）
3. 《杭州市装配式建筑适宜施工工法汇编集》（第三册 装配化装修类）

杭州市推进新型建筑工业化协调小组办公室

2024年6月13日



微信搜一搜

金瓦刀

前 言

为贯彻落实绿色发展理念，推进杭州市新型建筑工业化高质量发展，不断提升我市装配式建筑建设管理水平和效益，进一步提高装配式建筑品质，杭州市推进新型建筑工业化协调小组办公室组织开展《杭州市装配式建筑适宜施工工法汇编集》编写工作，先后向全市各项目参建单位征集了近三年取得的省、市级装配式建筑施工工法，经各工法完成单位自愿申报、市工业化办初步筛选汇总、邀请相关单位技术专家组成编委会专家评审、修改优化，征求工法完成单位意见，最终完成了包含 29 个工法的《杭州市装配式建筑适宜施工工法汇编集》编著工作。

本施工工法汇编集共三册，第一册为钢结构类建筑施工工法汇编（共 14 个工法），第二册为装配式混凝土结构类建筑施工工法汇编（共 10 个工法），第三册为装配化装修类建筑施工工法汇编（共 5 个工法）。在汇编集中对每个施工工法均按照工艺概况、工艺原理、工艺流程、操作要点、效益与应用五个部分进行了详细介绍，可为本市广大建筑工业化相关企业在工程建设中遇到同类工艺时，提供了学习、参考和借鉴，这有助于提升杭州市建筑工业化精益建造水平，助力打造精品优质装配式建筑工程，共同推进杭州市建筑业高质量发展。

因为时间仓促，难免有遗漏和不足之处，请谅解。使用过程中如有意见和建议，请联系杭州市推进新型建筑工业化协调小组办公室，联系电话 0571-88322923。

杭州市推进新型建筑工业化协调小组办公室

2024 年 5 月 31 日



微信搜一搜

金瓦刀

《杭州市装配式建筑适宜施工工法汇编集》编委会

编委会主任：杨铁定

编委会副主任：赵斌 钟建波 周静增

编著单位：杭州市建筑业管理站

浙江省建工集团有限责任公司

浙江东南网架股份有限公司

浙江省三建建设集团有限公司

浙江省建设装饰集团有限公司

中建一局集团建设发展有限公司

浙江中南绿建科技集团有限公司

中铁一局集团建筑安装工程有限公司

杭州建工集团有限责任公司

华滋奔腾建工集团有限公司

中国建筑第四工程局有限公司

浙江省一建建设集团有限公司

杭州中宙建工集团有限公司

浙江省建设投资集团股份有限公司

杭州通达集团有限公司

中建五局华东建设有限公司

中国建筑第五工程局有限公司

浙江大地钢结构有限公司

杭萧钢构股份有限公司

浙江国泰建设集团有限公司

中国建筑一局（集团）有限公司

中国建筑第八工程局有限公司



微信搜一搜

金瓦刀

浙江中天恒筑钢构有限公司
浙江宝盛建设集团有限公司
浙江新盛建设集团有限公司
浙江安居筑友科技有限公司
绿城建筑科技集团有限公司
杭州市萧山区建筑业管理服务中心
杭州市卫生健康事业发展中心
杭州市建筑业协会
杭州市建筑装饰行业协会



微信搜一搜

金瓦刀

参编人员：

沈西华	方承宗	宋 技	马哲锋	沈竹骏	周观根	陈伟刚	周雄亮	凌 芬
吴应强	袁 俊	叶文宾	黄 刚	徐 燊	张计磊	郭立湘	蒋永扬	吴晓宇
赵宝明	王 谦	张泽玉	杨同林	焦 挺	朱 珉	斯 群	景 凯	李海洋
范晓昀	骆利锋	余 涛	涂 杰	徐科宾	赵华君	柏志诚	张志远	骆云飞
洪 涛	丁世龙	夏锦欢	徐 冲	丁 涛	张志强	李仕军	王睿达	田云雨
方顺生	刘重阳	万 勇	李树枝	张 军	鲁 磊	牛 辉	段坤朋	徐山山
褚晓淮	龚铜权	钱青锋	屠汉炳	盛宝星	蒋 力	朱文杰	赵国伟	何仁忠
金上游	钱 聪	缪方翔	刘国权	朱 快	陈剑冬	刘栋梁	张 蕾	莫良燕
陈 戎	梅许江	沈少杰	张 权	陈 建	陈修彦	廖 原	许 薇	应华香



微信搜一搜

金瓦刀

目录

装配式建筑工法

大跨度张弦梁与桁架悬挑组合屋架施工工法	01	钢结构箱型混凝土柱-剪力墙新型抗剪连接施工工法	12	复杂曲面斜交网壳结构施工工法	25
基于BIM协同技术的多腔体钢板组合剪力墙施工工法	34	封闭式免支拆模钢板箍劲性柱与钢梁连接节点施工工法	45	超大悬挑钢结构可调式拉杆施工工法	55
贯穿插板的大直径钢圆管柱加工工法	65	周边支承双向交叉空间钢桁架结构多高差场地地下施工工法	75	转换钢桁架原位液压同步整体提升工法	86
“荷花谷”异形双曲钢结构柱倒序安装施工工法	97	装配式钢结构住宅外墙防渗防裂建筑构造施工工法	108	钢结构外立面悬挑异型构件支模施工工法	119
超大箱型Y型变截面钢立柱加工及施工工法	132	钢管束住宅楼板角钢桁架免竖向支撑施工工法	140		



微信搜一搜

金瓦刀

大跨度张弦梁与桁架悬挑组合屋架施工工法



微信搜一搜

金瓦刀

工艺概况-施工现状分析

工艺类别：钢结构

现状描述：传统建筑体系不再能满足人类对建筑构造的需求。

问题原因：传统大空间屋盖结构只对柱内空间结构如跨度高度等方面研究应用比较深入，往往忽略柱外侧空间区域的整体性。

问题性质：普遍

问题描述：

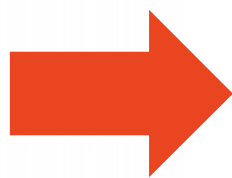
- 1、传统大空间屋盖结构整体性不理想。
- 2、传统大空间屋盖结构空间利用率低。
- 3、传统大空间屋盖结构材料比较浪费。
- 4、传统大空间屋盖结构艺术性与美感受限。



工艺概况-工法特点



传统做法



大跨度张弦梁与桁架悬挑组合屋架施工工法

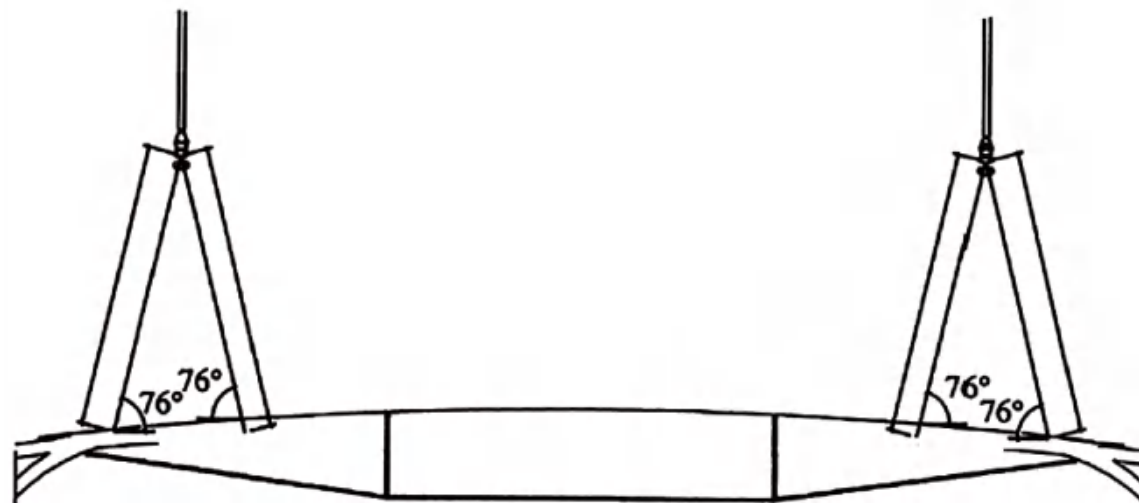
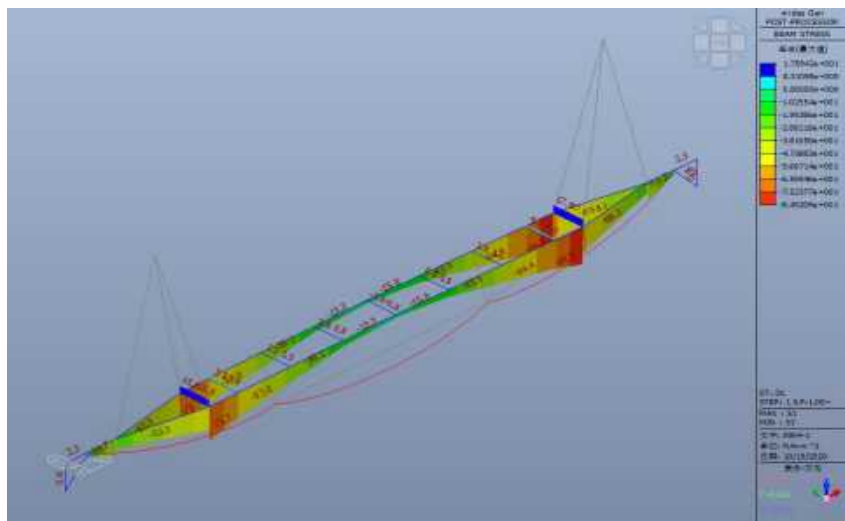
为解决上述问题，我们研发出一种大跨度张弦梁与桁架悬挑组合屋架施工工法。本工法充分利用张弦梁和悬挑桁架的优势及相互借力的优势，具有构造简单，安装方便，施工效率高，空间利用率高等特点，适合于大空间结构的屋架体系，具有突出的经济效益和社会效益，具有良好的推广价值。



微信搜一搜

金瓦刀

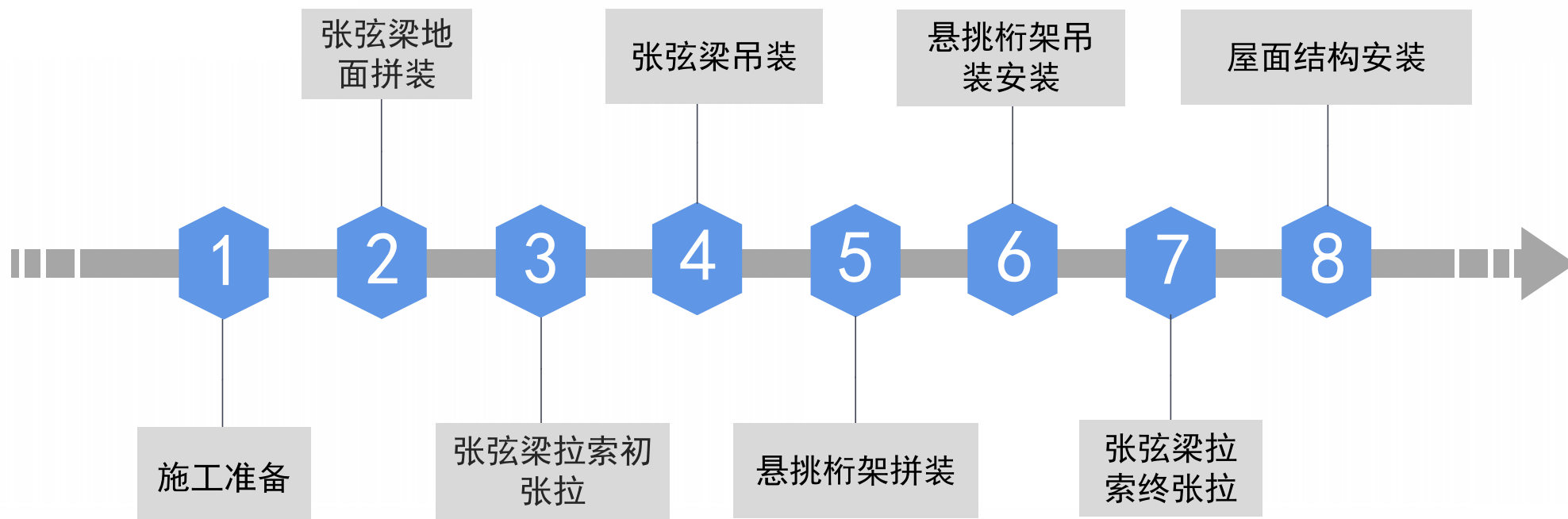
工艺原理



通过深化结构、分段组合、多次张拉和协同吊装的方式实施。张弦梁作为组合屋架的主结构，地面拼装后拉索经多次施压至60%设计预应力，双机抬吊至屋面固定。悬挑桁架作为组合屋架的副构件，单机起吊焊接在张弦梁结构两端，形成张弦梁与悬挑桁架组合屋架结构。该结构最后多次缓慢施压至105%设计预应力，整体结构形成自平衡封闭“力流”链，构造一个良好的自平衡体系。



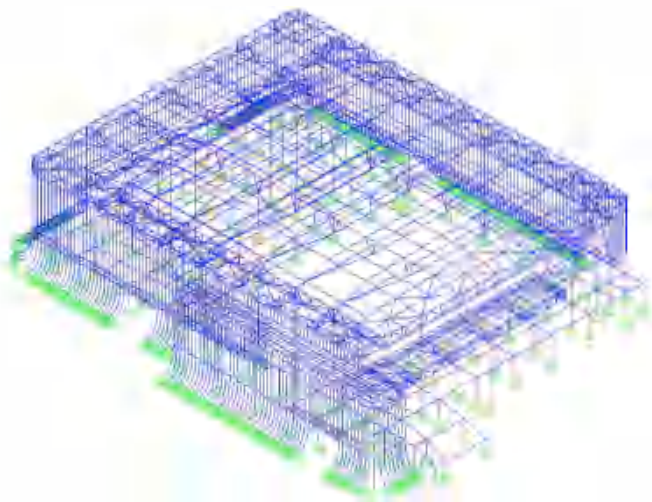
工艺流程



微信搜一搜

金瓦刀

操作要点



施工准备：利用Tekla和BIM软件建模，深化分析，优化结构，列明构件三维几何参数，送至数字化钢结构加工厂加工，最后运送至施工现场。

张弦梁地面拼装：利用小型吊机和胎架作为张弦梁拼装的辅助工具，吊机辅助构件搬运，利用小型吊机将张弦梁主梁和张弦梁撑构件从梁中沿梁端依次均衡拼装，再将张弦梁两侧的支座立杆安装在张弦梁两端，各构件之间均通过高强螺栓连接。最后安装张弦梁拉索和拉索撑杆，安装拉索时利用放索盘、地滚和卷扬机将成盘的张弦梁拉索展开挂至张弦梁两端，再将拉索撑杆安装在拉索与张弦梁主梁撑杆和拉索之间。



操作要点



张弦梁拉索初张拉：有限元分析软件SAP2000V22.0.0进行两阶段内力计算。一阶段张弦梁地面初张拉应至拉索设计值60%为宜，二阶段屋面终张拉拉索索力与设计初始态理论索力偏差控制在5%以内，两阶段拉索撑杆垂直度偏差不大于1/200。施工张拉采用索力控制为主，变形控制及撑杆垂直度控制为辅。



张弦梁吊装：张弦梁吊装应采用双机协同吊装实施方式。张弦梁结构自重重，地面初张拉完成后，吊装采用2台大吨位汽车吊双机抬吊，起重机额定起重量应严格控制，实际吊装重量不得大于额定起重量的75%，起吊点位根据专业空间钢结构系统MIDASGen软件分析确定。



微信搜一搜

金瓦刀

操作要点



悬挑桁架拼装：在平整场地两侧实施桁架悬挑拼装，桁架拼装采用卧式拼装法，利用小型吊机和胎架作为张弦梁拼装的辅助工具，拼装时，胎架以4m间距为宜稳定摆放，先拼装桁架上下弦杆，后安装桁架中间腹杆，各构件之间采用焊接方式连接，焊机使用NB-350型，实施过程多层多道施焊，形成最终固定，焊接结束进行修补、打磨和UT实验。



悬挑桁架吊装安装：单侧悬挑桁架单榀重量相对较轻，起吊是采用小型吊机，但必须满足吊装要求，悬挑桁架在张弦梁两侧先后起吊。吊机将悬挑桁架吊装缓慢吊装至张弦梁支座立杆外侧，利用高强螺栓进行临时固定，临时固定稳妥后，摘去起重机吊钩，在测量工的测量监视下，利用倒链及楔子等对其的轴线偏差以及标高偏差进行校正，无误后，再将悬挑桁架与张弦梁支座立杆最终固定。



操作要点



张弦梁拉索终张拉：空中借助采用悬挂式操作平台，采用2台穿心式液压千斤顶YCW-70B型及配套工具一端张拉，将张弦梁拉索缓慢张拉至索力设计值的105%，不能超张拉。拉索张拉控制必须坚持以索力力控为主、变形控为辅的原则。张拉过程中应该严格检测各构件的变形情况，防止不可逆的变形，张拉过程中拉索索力变化宜均匀。



屋面结构安装：张弦梁与悬挑桁架的组合屋架群组成后，每跨内的檩条随每榀组合屋架吊装完成先后安装，最后安装屋面板马道等构件，完成整个屋面系统组装，并对外漆损伤构件进行防腐防火面漆补漆处理。



效益分析

质量效益

克服现有技术中的缺陷，提供一种结构简单，设计巧妙，增大了屋盖系统的面积，提升了建筑体系空间利用率，节约了材料，满足现代建筑发展需要的张弦梁与悬挑桁架组合屋架及施工方法。

进度效益

组合屋架可实现流水连续作业，施工效率高，施工速度快，大大减少了工作量，为施工管理带来显著的进度效益。

环保效益

钢构件的使用量的减少，从根本上降低了钢结构的使用率，保护环境；空间利用率大大提高，有效保证了项目绿色施工文明施工的环保要求。

经济效益

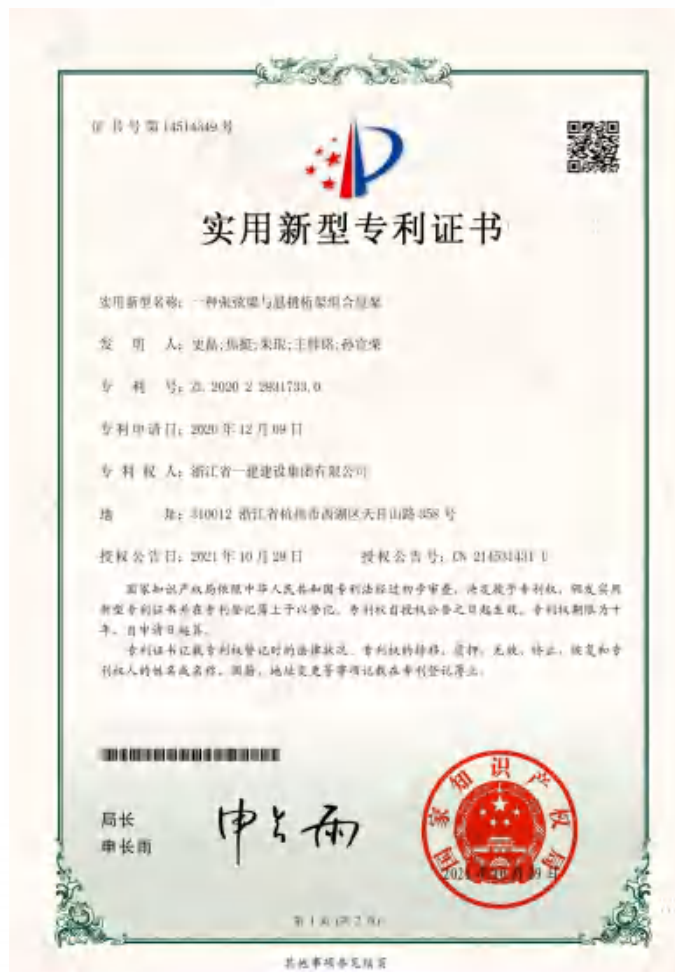
充分发挥了张弦梁与桁架悬挑两种结构，三种“力流”之间的平衡体系，在材料需求上达到降本，相比传统的单一钢结构屋面相比，工程成本降低15%，具有很好的推广应用价值。



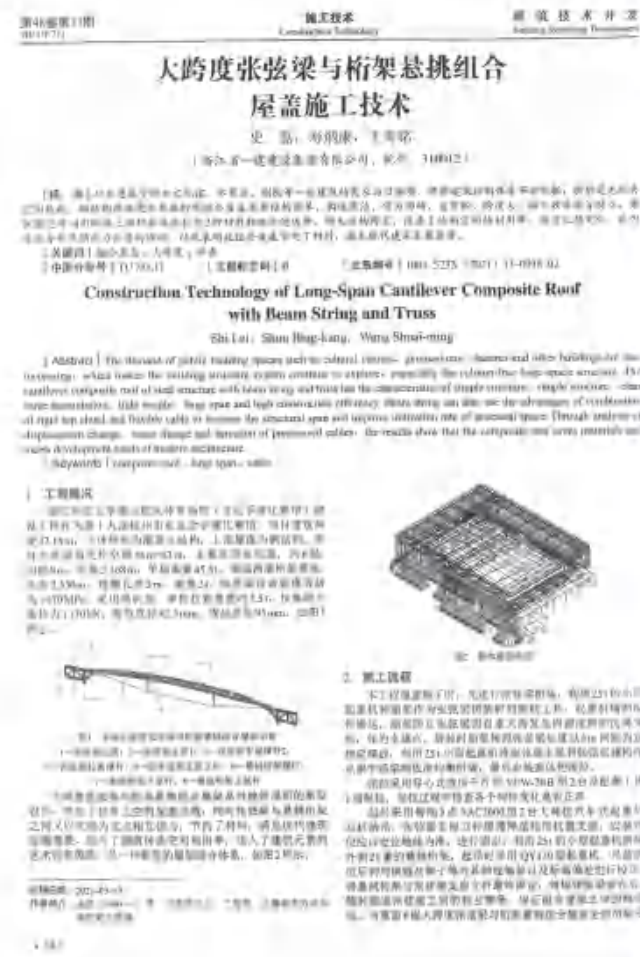
工程应用与科技成果



应用实例：浙江师范大学萧山校区体育场馆（亚运手球比赛馆）建设工程



实用新型专利：一种张弦梁与悬挑桁架组合屋架



论文：大跨度张弦梁与桁架悬挑组合屋盖施工技术



钢结构箱型混凝土柱-剪力墙新型抗剪连接施工工法

之江實驗室



工艺概况-施工现状分析及工法概况

工艺类别：钢结构

现状描述：解决钢结构箱型混凝土柱与剪力墙的连接

问题原因：主体钢结构与剪力墙未能可靠连接

问题性质：普遍



施工现状照片

该新型抗剪连接方式能将混凝土剪力墙侧向刚度和承载力大的优势与钢管混凝土柱抗震延性好的优势相结合，与传统设置焊板节点施工相比，具有焊接数量少、施工速度快、减少对原钢结构焊接损伤等优点。在钢结构箱型混凝土柱-剪力墙连接施工中效果明显，技术先进，有显著的经济、社会效益，为今后类似工程的施工和推广应用提供了宝贵的经验。

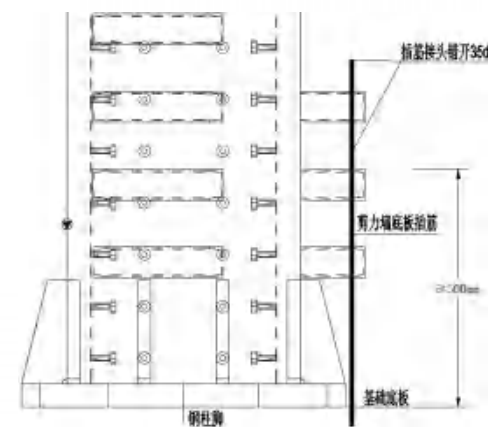


工艺概况-工法特点

- 1、在与钢筋混凝土剪力墙连接部位设置U形抗剪键，抗剪连接键采用U形截面，选用12#标准槽钢，可充分利用端缝对抗剪强度的提高。
- 2、U形抗剪键内插入钢筋，并设箍筋，形成对抗剪连接键的约束作用，提高其抗拔能力。
- 3、与钢管柱相邻剪力墙两侧外排水平分布筋做成U形，墙体中间排水平筋遇箱型钢管柱采用弯锚处理，并在墙体外侧U形水平分布筋与U形抗剪键内钢筋间设置墙体水平拉筋。



钢筋并拢示意图

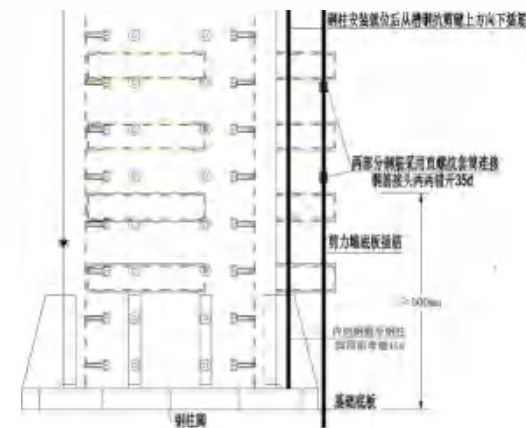


抗剪键内插筋示意图

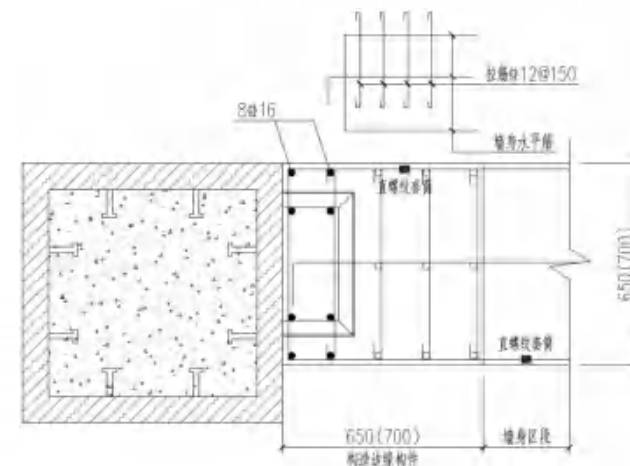


工艺概况-工法特点

- 4、 箱型钢管柱侧壁的U形抗剪键间距与相邻剪力墙的水平钢筋间距保持协调，以确保所有的墙体水平筋均锚入U形抗剪键内。
- 5、 U形抗剪键在钢管柱出厂前由加工厂负责焊接完成，厂内焊接更有助于保证其焊接质量，并且极大提高了工作效率。



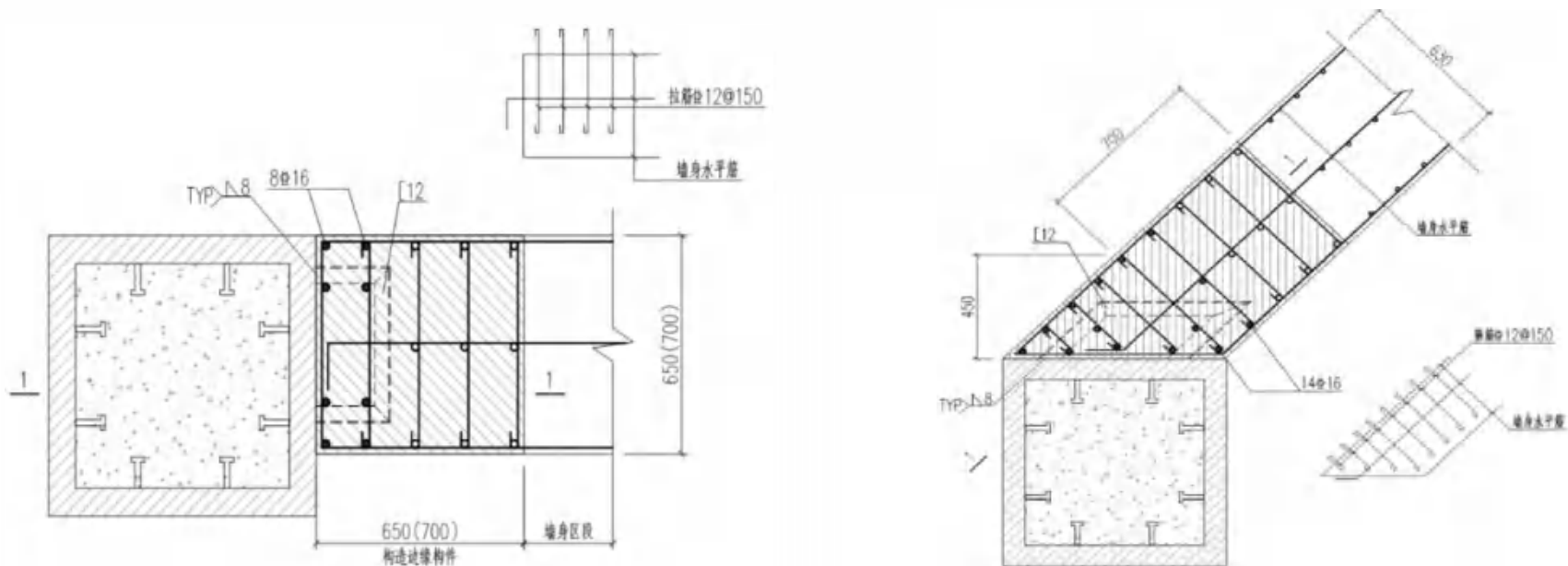
施工节点示意图



剪力墙钢筋施工示意图



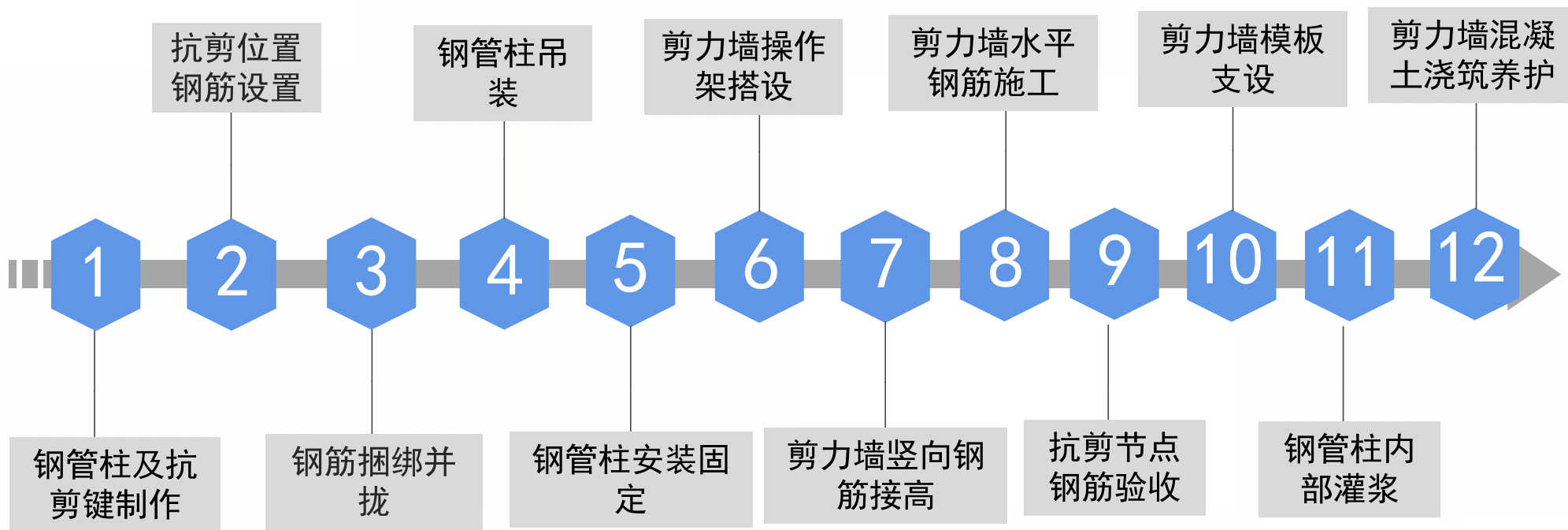
工艺原理



在箱型钢管混凝土柱与剪力墙交界处设计U形抗剪键，将部分剪力墙竖向钢筋插入到钢管柱上设置的U形抗剪键中，并合理设置墙体水平箍筋（拉筋）使U形抗剪键与墙体竖向钢筋有效结合；剪力墙水平钢筋端部均锚入U形抗剪键内，槽钢的竖向间距和混凝土剪力墙水平钢筋竖向间距保持协调，避免剪力墙水平钢筋锚入U形抗剪键内时碰到槽钢。



工艺流程



微信搜一搜

金瓦刀

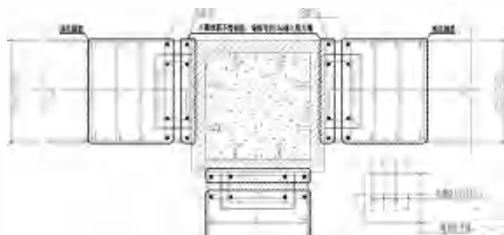
操作要点



钢管柱及抗剪键加工制作:钢管柱及U形抗剪键深化加工时首先进行钢柱分节，钢柱分节需综合考虑运输、吊装要求，并且要便于现场工人焊接施工。为满足以上要求将钢管柱分节位置设置在每层楼板向上1200mm处，并对钢管柱分节位置局部区域的U形抗剪键采取现场焊接，以方便该节点区域钢筋施工时的。



操作要点

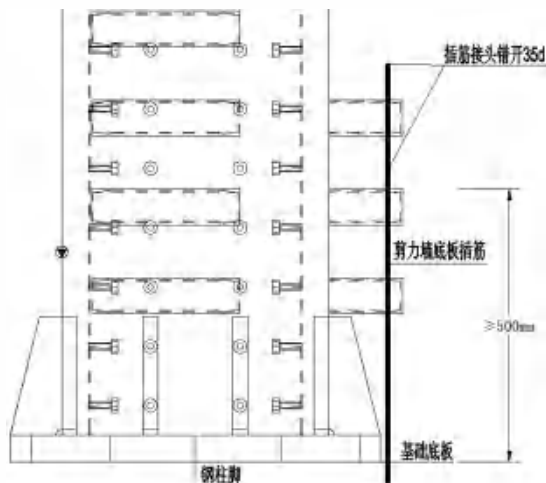


抗剪位置内插剪力墙竖向钢筋:按照节点要求有4根墙体竖向钢筋需要插入U形抗剪键中，由于第一节钢柱柱脚设有加劲肋，故下图左侧云线范围内紧贴钢柱外壁的2根钢筋无法在底板浇筑时预先插筋，而其余剪力墙竖向钢筋需要在基础底板浇筑前完成插筋。2根无法预先插筋竖向钢筋弯折15d后锚入剪力墙内。

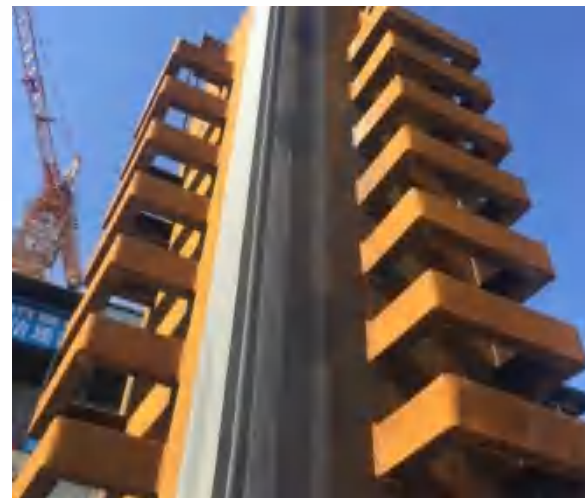
插筋捆绑并拢:在钢柱吊装前先将需要插入U形抗剪键中的4根（基础底板为2根）钢筋用铁丝绑扎在一起，以便在钢管柱安装过程中将此竖向钢筋插入到U形抗剪键中。



操作要点



钢管柱吊装：在U形抗剪键内插筋捆绑并拢完毕后开始吊装钢管柱，并在吊装同时将此竖向钢筋插入到U形抗剪键中，待钢管柱固定完毕后将铁丝松开，U形抗剪键中的竖向插筋恢复原状。



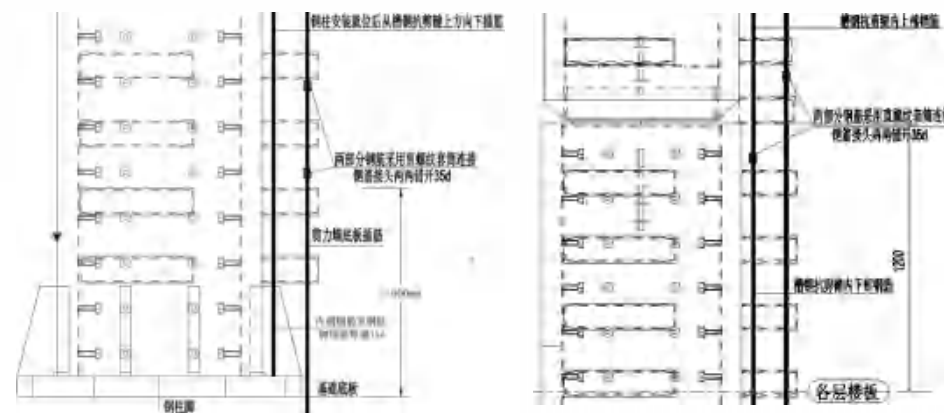
钢管柱安装固定：钢管柱采用螺栓与基础底板上预埋钢管柱柱脚进行连接固定，钢管柱连接固定后对钢管柱柱脚与底板顶面5cm的空隙采用高强灌浆料进行灌浆处理。



操作要点



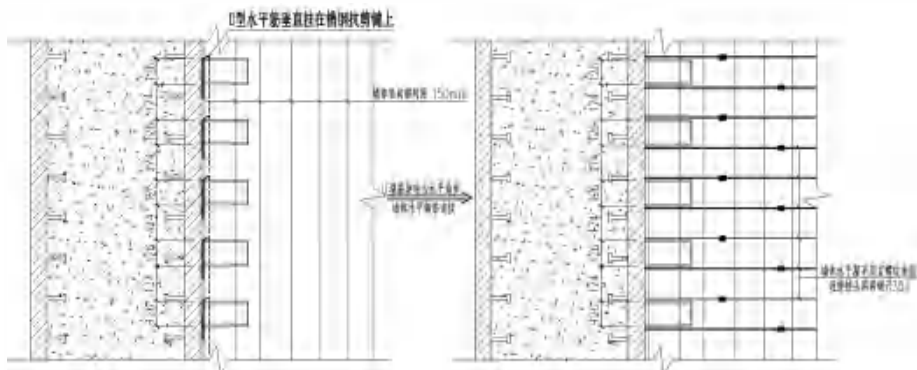
剪力墙钢筋绑扎操作架体搭设：脚手架搭设高度3.8m，脚手架步距1.8m，立杆纵距1.8m，立杆排距0.9m，架体离墙距离0.3m，抛撑设置为两步六跨（转角处为两步四跨）。脚手架设置纵横向扫地杆。



剪力墙节点竖向钢筋接高：钢管柱安装固定完毕，由U形抗剪键上方向下穿插钢筋，并与其下方剪力墙竖向插筋通过直螺纹套筒进行机械连接，相邻接头错开 $35d$ ，以满足图集抗震构造要求。U形抗剪键内靠近钢管柱的2根剪力墙竖向钢筋由U形抗剪键上方向下穿插钢筋至钢柱脚顶面即可。



操作要点



剪力墙水平钢筋及拉筋施工：剪力墙竖向钢筋采用直螺纹套筒连接，按照图集构造要求，同一连接区段钢筋接头率不超过50%，现场施工时保证钢筋相邻接头两两错开35d，墙体竖向钢筋连接完毕后进行墙体水平钢筋及墙体拉筋绑扎。

抗剪连接节点钢筋验收：剪力墙钢筋整体绑扎完毕后，劳务分包质量员先自行验收，分包自检合格后请总包单位验收，最后由监理单位验收。剪力墙钢筋验收中重点关注钢筋的构造锚固要求和钢筋直螺纹套筒的连接质量。



效益分析

质量效益

本工法施工简便，质量易保证，工序控制合理，该节点能将混凝土剪力墙侧向刚度和承载力大的优势与钢管混凝土柱抗震延性好的优势相结合，加强了结构稳定性与抗震能力，社会效益显著。

进度效益

在钢管混凝土柱与剪力墙组合结构中采用U形抗剪节点施工与传统钢管柱上设置连接焊板施工相比，具有焊接数量少、减少对原钢管柱焊接损伤、施工简便且施工速度快等优点。

环保效益

钢结构箱型混凝土柱与现浇钢筋混凝土剪力墙组成的带框混凝土剪力墙在强度、刚度和延性方面均比钢筋混凝土带框剪力墙好，以及与其连接剪力墙竖向与水平向钢筋规格和间距，大大减少了施工返工率，节约了材料和减少损耗。

经济效益

相比传统处理工艺，节约吊装费、加工费用、材料费用，每道连接节点可节约成本 $800+1200+600=2600$ 元。经测算，综合此节点的吊装施工成本可节约35%，每层综合创效不低于7.5万元，具有显著的经济效益。



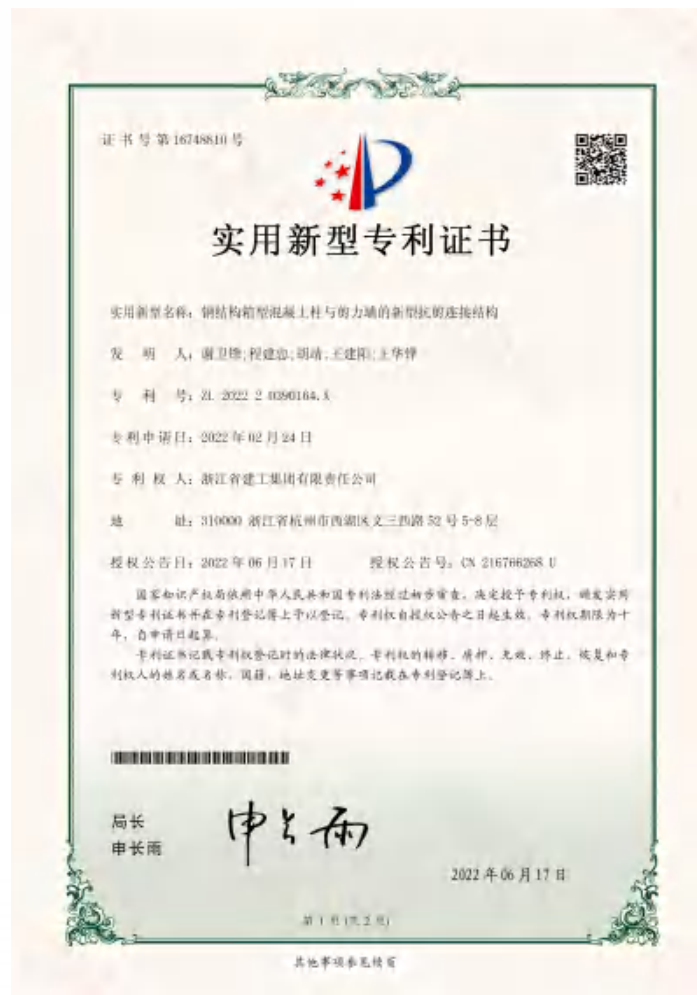
工程应用与科技成果



应用实例1：之江实验室西区



应用实例2：杭政储出【2018】29号地块商业商务用房兼社会停车场



实用新型专利：钢结构箱型混凝土柱与剪力墙的新型抗剪连接结构



复杂曲面斜交网壳结构 施工工法



工艺概况-施工现状分析

工艺类别：复杂曲面斜交网壳结构

现状描述：网壳结构为建筑结果提供了一种新颖合理的结构形式，受力合理，可以跨越较大的跨度。

问题原因：网壳结构体系成型前刚度较弱，需对结构的施工方案进行合理设计，并对施工过程进行严格控制。

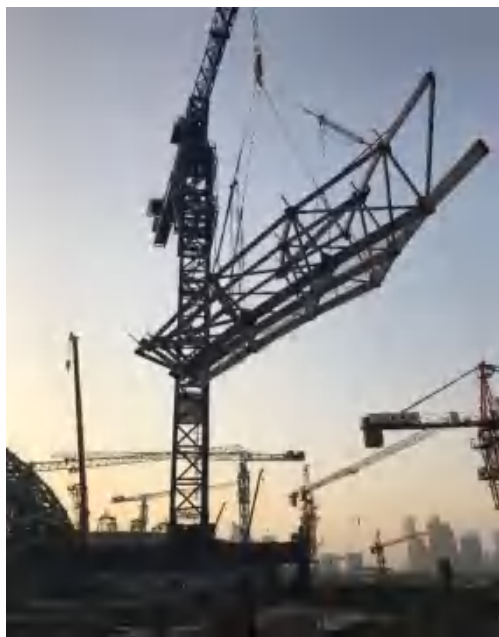
问题性质：普遍

问题描述：

- 1、施工阶段与设计阶段结构受力形式截然相反。
- 2、大型体育场馆土建主体结构范围广，一般均设有室外平台，对钢结构屋盖施工使用的吊机机械的选择造成了一定的条件限制。
- 3、部分构件存在大量的箱体弯扭构件，不管是从深化设计还是现场安装均要求施工单位的必须有很高的技术水准。
- 4、施工过程中多专业交叉施工现象频繁，缺乏完善的信息交换和共享平台。



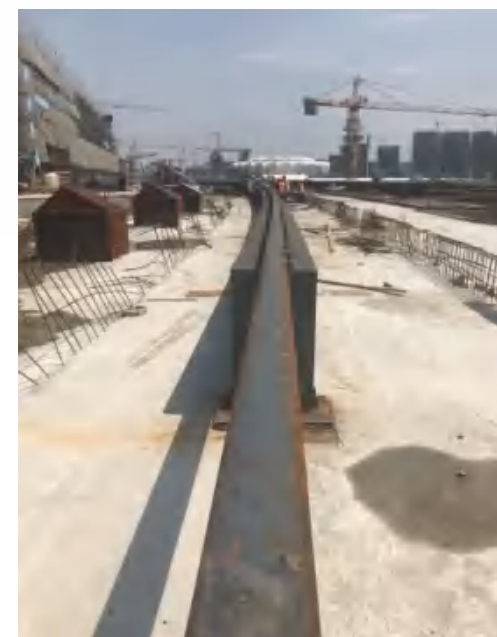
工艺概况-工法特点



吊装



提升

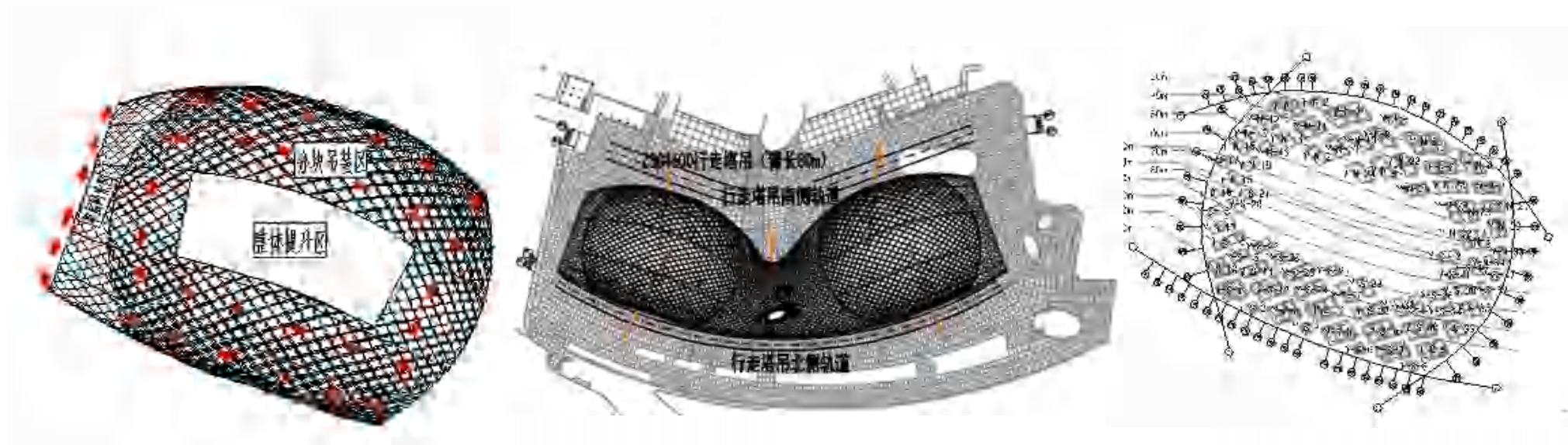


行走式塔吊

为解决上述问题，我们研发出分块吊装与局部液压提升方法有机结合施工方法，解决了复杂曲面斜交网壳结构施工技术难题。本工法具有安全、高效、施工精度高、节约施工措施费等特点。具有突出的经济效益和社会效益，具有良好的推广价值。



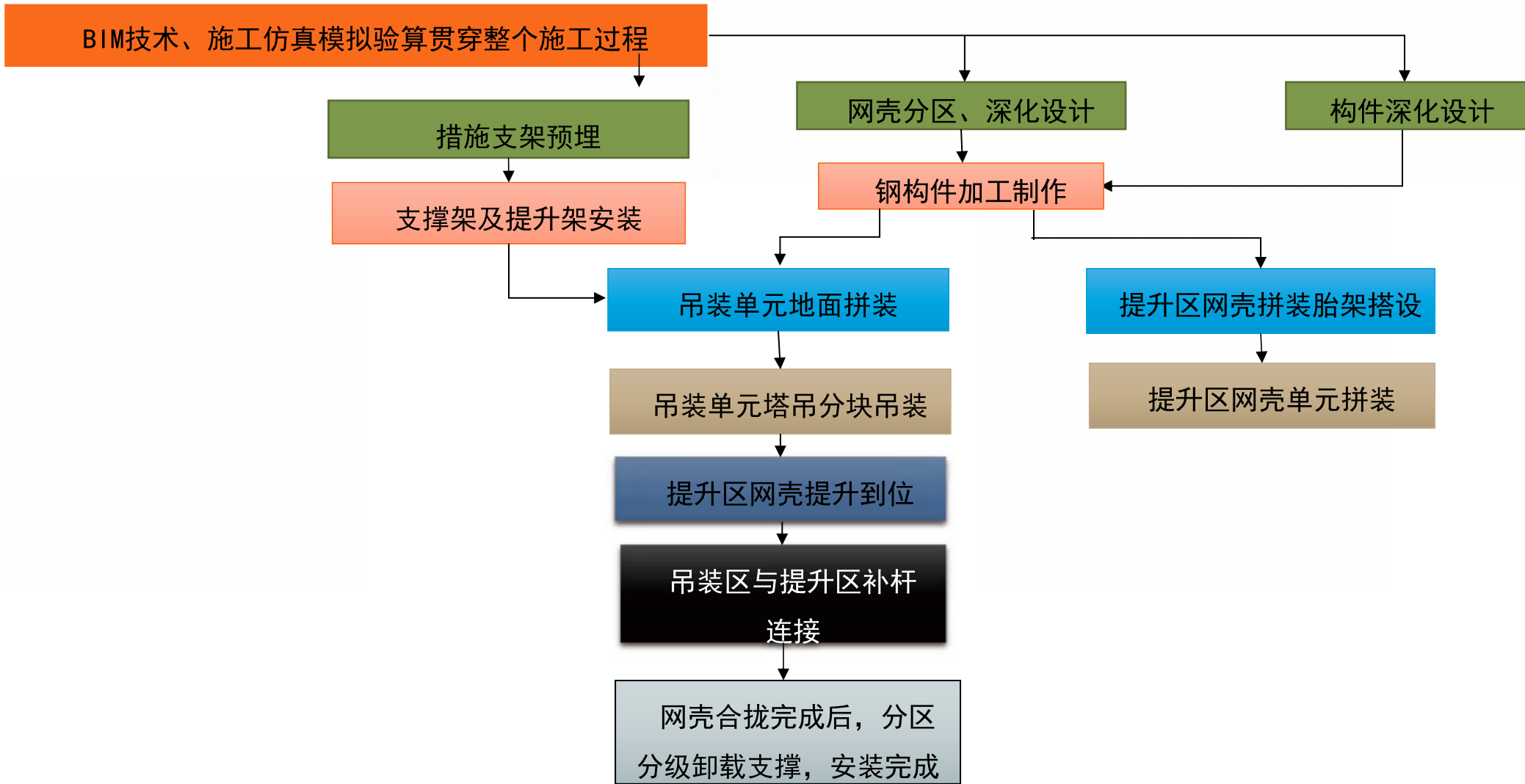
工艺原理



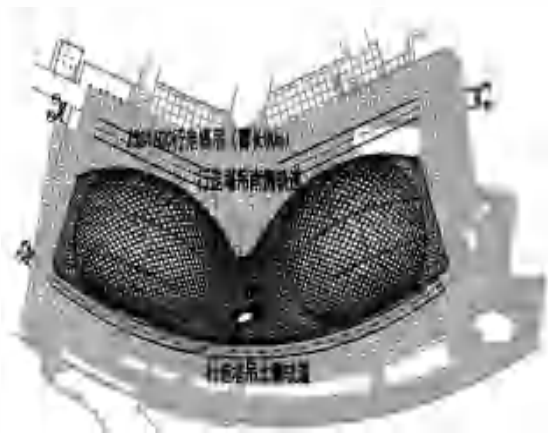
首先可根据施工场地条件对提升区与吊装区进行有序规划，多子分区拼装及吊装可同时施工，施工资源灵活调配；其次合理利用原土建主体结构竖向受力构件及现场现有场地，沿土建主体结构混凝土柱的分布弧形轴线，设置行走式塔吊；通过有限元软件对网壳结构全过程施工安装进行仿真模拟计算及建立虚拟的工程三维模型，为结构的精确成型提供理论支持和合理建议。



工艺流程



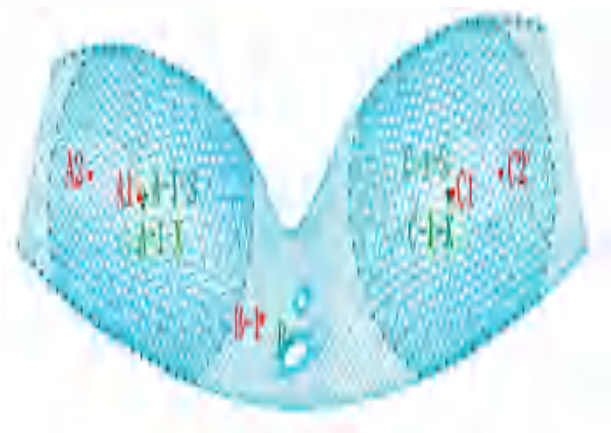
操作要点



行走式塔吊布置：在杭州奥体中心主体育场、游泳馆工程，在屋盖南北两侧布置行走式塔吊于8m平台上，其中南侧布置2台ZSC1400臂长为80m的行走式塔吊。



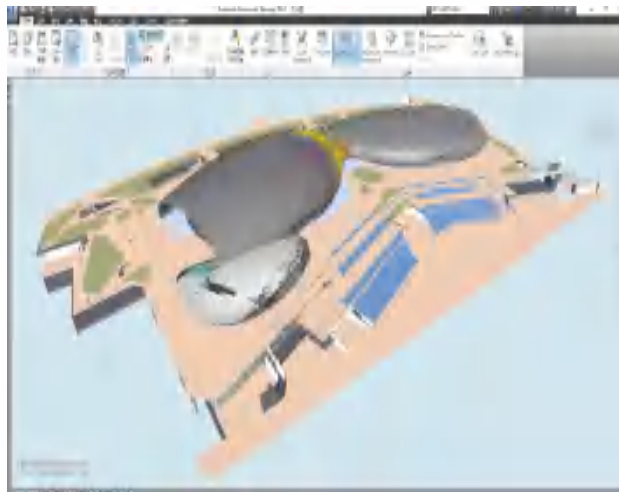
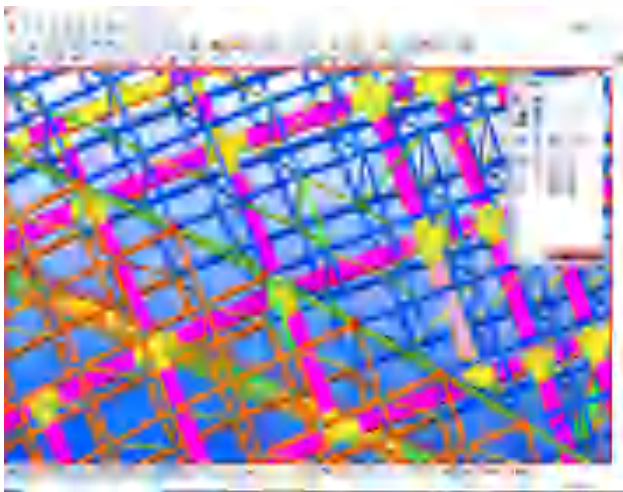
确定提升区、吊装分块：根据已经确定的行走式塔吊的布置位置，结合塔吊的起重能力，对吊装分块单元进行最优划分，在保证安全的前提下，最大可能的用足塔吊，减少高空散装量。



施工全过程分析：由于本工程结构造型复杂，用钢量大，分析过程中采用一次性建模法，建立整个钢结构分块吊装、局部整体提升及卸载模型，通过Midas Gen 8.6.3中的施工过程有限元进行分析。



操作要点



BIM技术：通过建立参数化、数字化的三维模型，对大型体育场馆的建设期的不同阶段进行集成化的分析、预测、管理和控制，为参与建设的各方提供信息、数据平台，使各单位可以轻松通过BIM模型插入、提取、更新和修改项目信息。



效益分析

质量效益

质量保证，安全可靠。现场85%的安装工作均在地面完成，有效解决了现场安装阶段安装精度、安装进度、施工安全。

进度效益

网壳提升与分块吊装同时进行，施工资源灵活调配，方法简单易行成效明显，大大提高了施工效率，加快了复杂斜交曲面网壳结构的安装进度。

环保效益

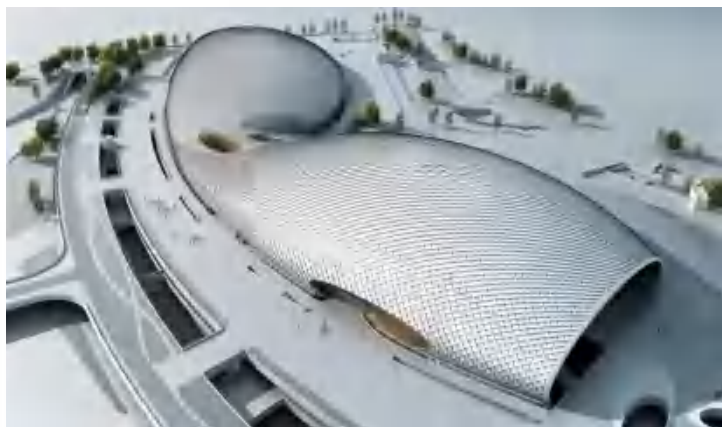
现场焊接量的减少，从根本上降低了空气中烟尘与有害气体，保护环境；移动式塔吊的使用，降低了机械台班的使用，有效减少油料的使用及噪声污染有效保证了项目绿色施工文明施工的环保要求。

经济效益

灵活结合分块吊装与局部整体提升方法，较传统大面积提升或满堂脚手架方法，节约措施费大于70%。



工程应用与科技成果



应用实例1：杭州奥体中心主体育馆、游泳馆、综合训练馆项目



应用实例2：东海火炬科技园SOHO配套中心S3号楼



发明专利：双层斜交斜放变厚度双曲网壳结构安装方法



基于BIM协同技术的多腔体 钢板组合剪力墙施工工法



微信搜一搜

金瓦刀

工艺概况-施工现状分析

工艺类别：装配式钢结构

现状描述：施工效率低，成本高

问题原因：难以统筹各方协同运作

问题性质：普遍

问题描述：

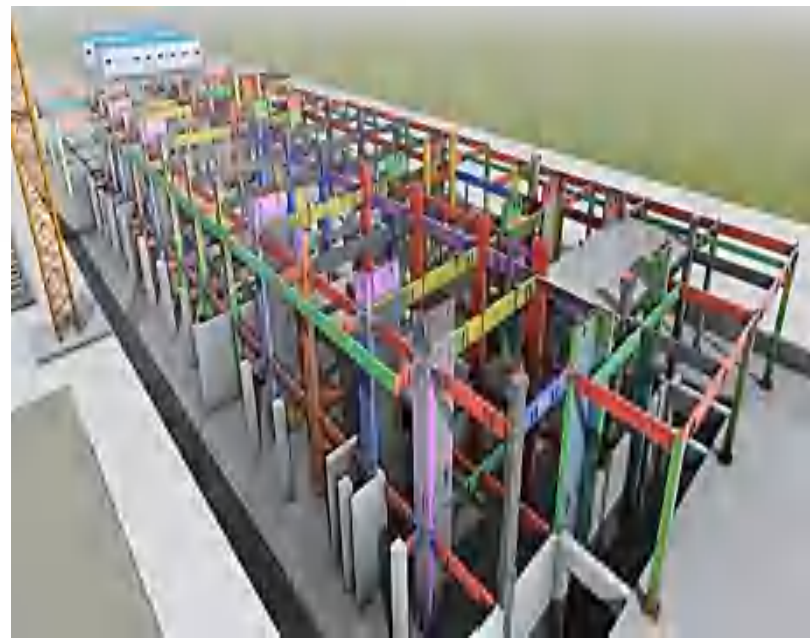
- 1、施工效率低下，施工周期长。
- 2、施工成本增加，增加了造价。
- 3、难以实现信息的实时、精确、高效互换。
- 4、施工工序复杂，且具有一定的安全隐患。
- 5、不符合低碳经济发展，且对环境不友好。



工艺概况-工法特点



传统做法

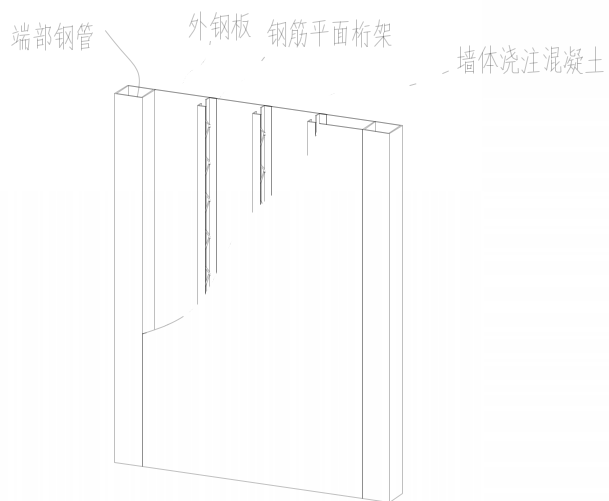


基于BIM协同技术的多腔体钢板组合剪力墙施工工法

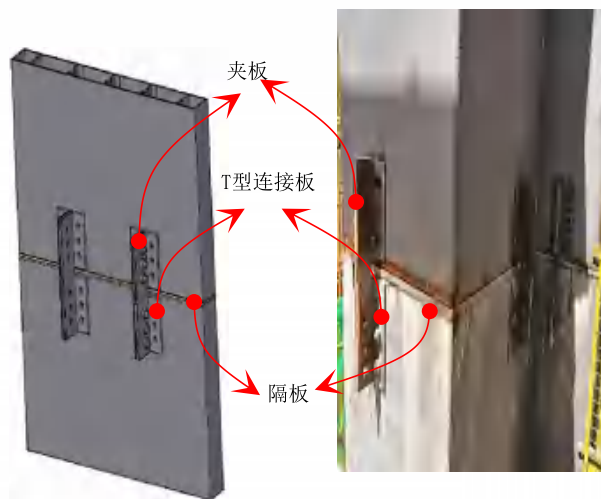
为解决上述问题，我们提出了基于BIM协同技术的多腔体钢板组合剪力墙施工工法。本工法具有施工效率高、节约成本、低碳环保等优点，且解决了工程建造中的信息孤岛问题，实现了参建各方的协同运作。具有突出的经济效益、社会效益以及良好的推广价值。



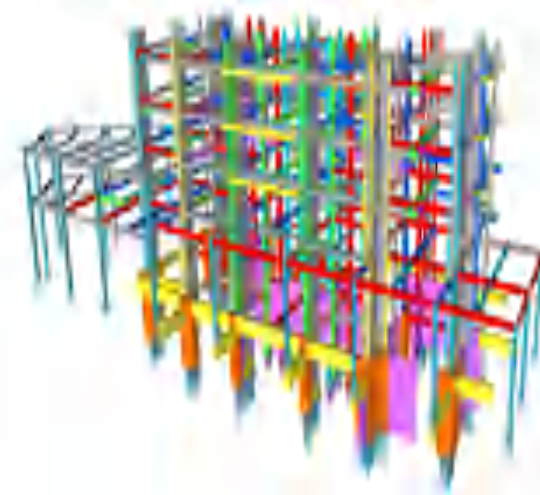
工艺原理



多腔体钢板剪力墙：镂空的钢筋桁架、墙体钢板以及混凝土能形成一个有机整体，能够充分发挥钢与混凝土两种不同材料的力学性能。



纵向连接节点：首先根据墙体吊装点位置设置T型连接板，其次将连接板通过夹板与螺栓连接，最后将上下墙体与隔板进行焊接，为保证焊接质量，需要在焊接部位加衬板。

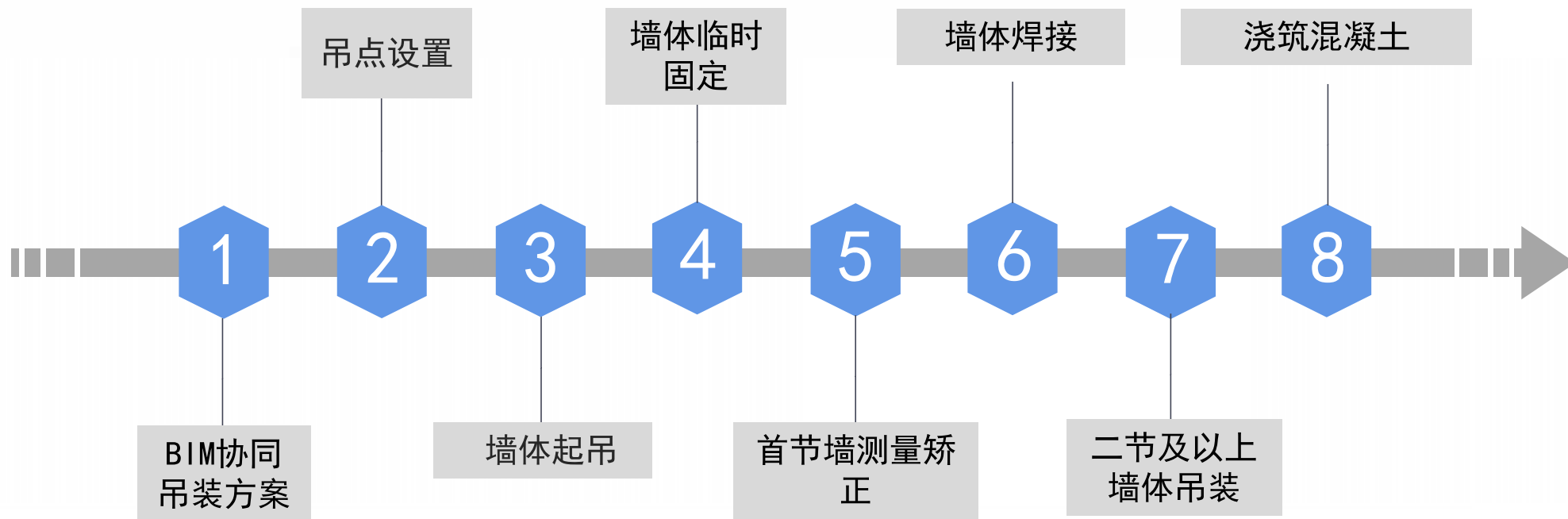


吊装方案优化：根据初始信息，如构件的初始分段、材料信息，施工场地情况，塔吊实际参数等，综合考虑经济性以及可操作性，利用BIM协同技术对吊装方案进行优化。

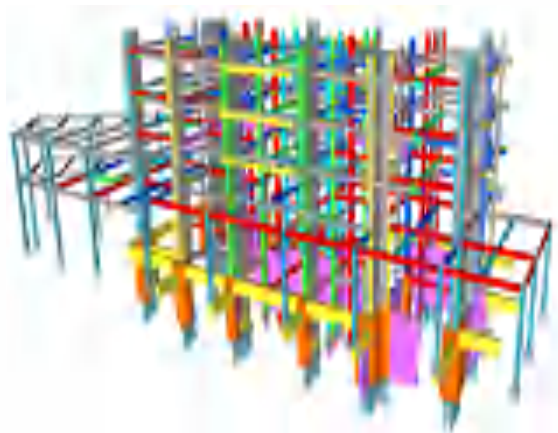




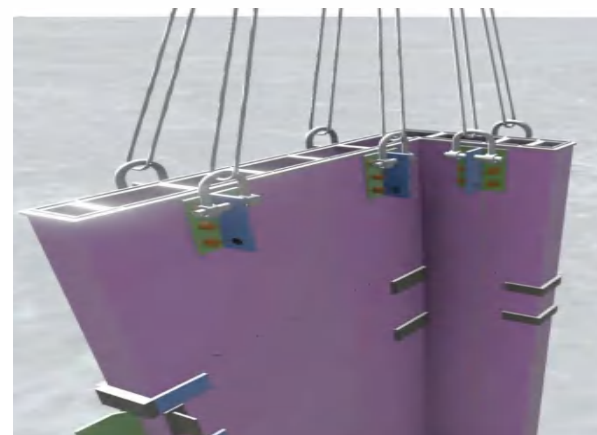
工艺流程



操作要点



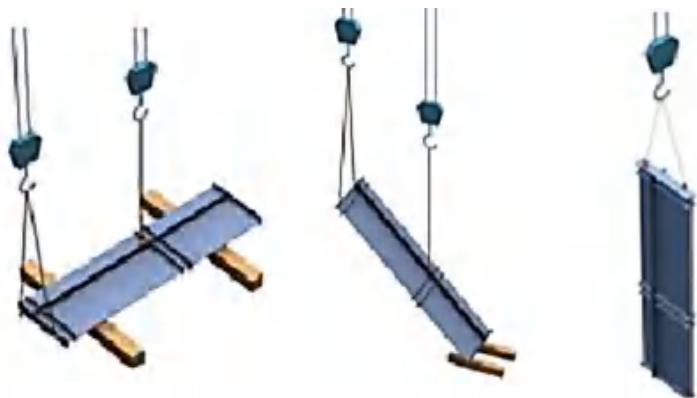
BIM协同吊装方案：根据墙体的断面形状、截面尺寸、吊机设备性能等初始信息，通过BIM模型对吊装方案进行设计优化。



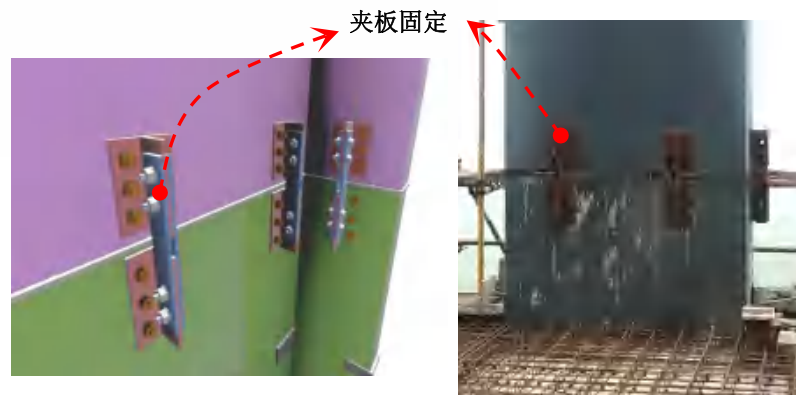
吊点设置：吊点设置于墙体顶端，需通过墙体重心位置，且要易于起吊、对线、校正。对于一字形的墙可采用一点正吊，而T型、Z型、L型等异形墙则需要通过计算确定吊点位置以及数量。



操作要点



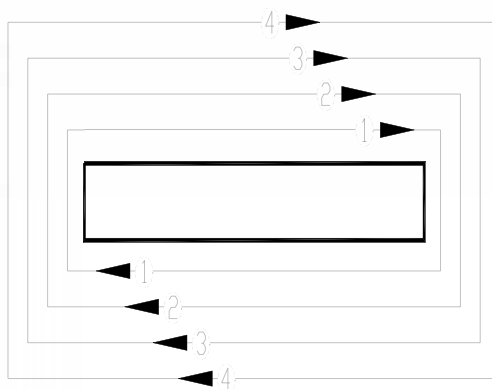
墙体起吊：起吊前，将高强螺栓与T型连接板分别固定于墙体的上、下端，吊绳穿入上端T型连接板腹板的预设螺栓孔中，同时应将登高爬梯、安全防坠器、揽风绳等在预定的位置绑扎牢固；起吊时，墙体必须垂直，做到回转扶直，根部不拖，要避免与其它构件产生碰撞；起吊就位后，将揽风绳固定在可靠位置，且在其端部加花篮螺栓。



墙体临时固定：吊装就位后，将上段墙体下端的T型连接板与下段墙体上端的T型连接板通过夹板与螺栓完成墙体的临时固定；待揽风绳固定后方可松开吊索，松吊索时，安全防坠吊钩应与操作人员所佩戴的安全带进行有效连接，吊索松动完成，操作人员返回地面方可解开安全防坠挂钩。



操作要点



首节墙测量校正：在起重机不松钩的情况下，将墙体的控制轴线与墙底的预埋件位置对齐并缓慢降至设计标高，可在墙体下端加焊临时连接板用于墙体安装时的辅助定位，以调整墙体底部轴线偏差调整。利用揽风绳与千斤顶配合的方法校正墙体垂直度，在墙体侧面加焊一个用于千斤顶受力的临时钢板，通过微调千斤顶高度直至校正完毕。

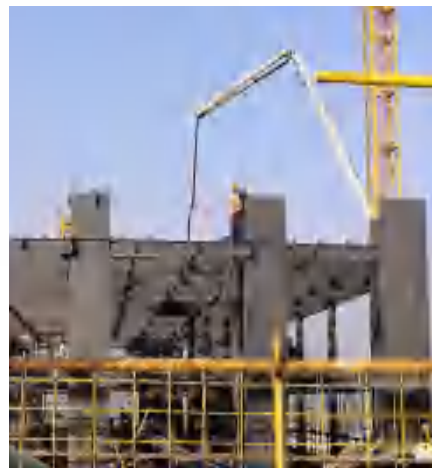
墙体焊接：焊前应搭设牢固可靠的焊接平台，焊接人员应检查焊接部分的组装和表面清理的质量；通过选择合理的施焊顺序，防止过大的焊接变形，同类焊缝应对称、同时、同向焊接，且应先焊接收缩量大的焊缝，若单面墙体存在相邻的多个接头时，不应该同时开焊，应先焊一端焊缝，同时对另一端焊缝采取临时固定措施，待焊缝冷却至常温后，再对另一端焊缝进行施焊。



操作要点



二节及以上墙体吊装：墙体中线偏差可采用多次分级调整，每级调整应控制在3mm范围以内。每一节剪力墙的定位轴线应从地面控制线引至安装位置；可采取预留垂直度偏差值的方式消除部分安装误差。当预留值大于下节墙体累积偏差值时，只预留累计偏差值，反之则根据计算预留可预留值，其方向与偏差方向相反。



混凝土浇筑：浇筑前，应将墙内的杂物、积水等清理干净，并灌入100mm厚同强度等级水泥砂浆；采用汽车泵与塔吊相结合的方式，从墙体的腔体顶部自上而下浇筑自密实混凝土，最大倾落高度不大于9m，当超过9m时采用溜管等辅助设备浇筑；应对一次浇筑量以及浇筑速度进行控制，分层浇筑到设计标高，浇筑至稍低于腔体顶板的浇筑口位置，待达到混凝土设计强度的50%后，用同等级的水泥砂浆补填至浇筑口，并用封板一次焊接到位。



效益分析

质量效益

解决了传统钢结构建造过程中信息无序、迟缓等问题，能够对构件进行快速定位、调整，不需要焊接便可对构件进行临时固定，对接误差的调整更为方便。

进度效益

BIM协同工作技术的应用，统筹了各方信息，减少了施工规划的失误，大幅提升了工作效率，为施工管理带来显著的进度效益。吊装方案以及分段方案的优化，使得出图效率提升85%以上。

环保效益

环境友好：构件的焊接、切割全部在工厂中完成，减少了施工废料和粉尘污染；
资源节约：所用材料符合“低碳”要求，可重复使用3次以上，并能质保15年。

经济效益

根据施工组织设计模拟实际施工，确定合理的施工方案指导施工，确保了设计和安装的准确性，提高了安装一次成功的概率，减少了返工，降低了损耗，节约了成本。



工程应用与科技成果



应用实例1：杭大江东储出【2017】1号地块住宅兼服务设施用地项目
钢结构工程（二期）31#、35#、39#楼



应用实例2：浙江绿建集成科技有限公司公寓楼工程



实用新型专利：多腔体钢板剪力墙之间的纵向连接节点



封闭式免支拆模钢板箍劲性 柱与钢梁连接节点施工工法



微信搜一搜

金瓦刀

工艺概况-施工现状分析

工艺类别：钢结构

现状描述：节点区混凝土浇筑不密实

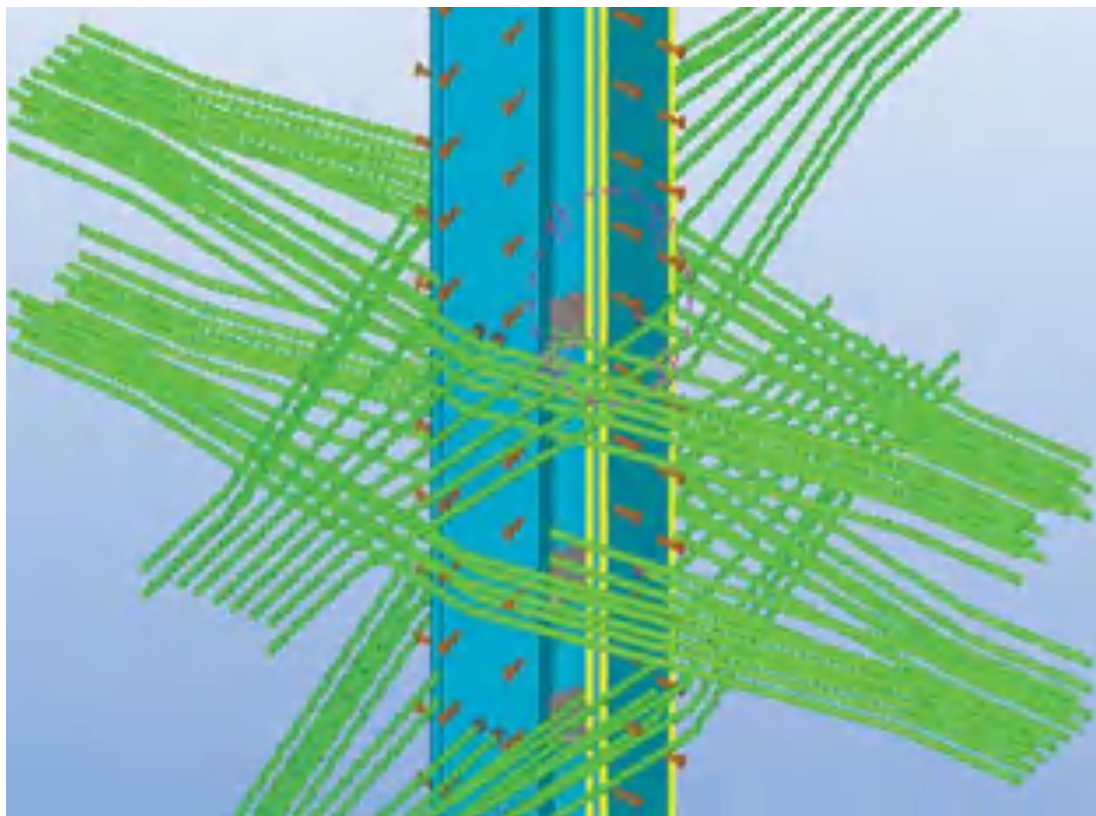
问题原因：劲性节点钢筋交叉数量多

问题性质：普遍

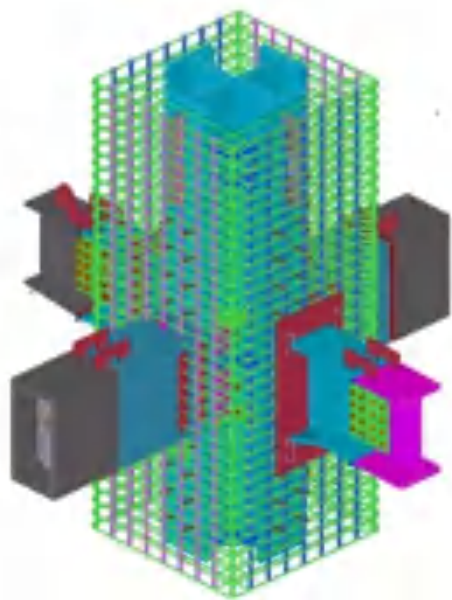
问题描述：

1、常规的劲性节点做法，所有的钢筋遇钢结构穿孔或断开焊接等，致使受力路径变长，施工难度加大。

2、用钢板条代替箍筋，虽简化了节点做法，减少现场钢筋焊接和穿孔量，节点区的模板支设难度高，振捣困难，模板周转率极低的问题仍未解决。



工艺概况-工法特点



传统做法

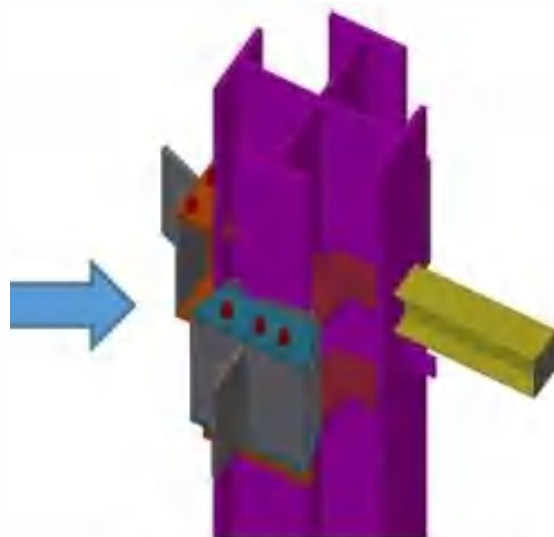
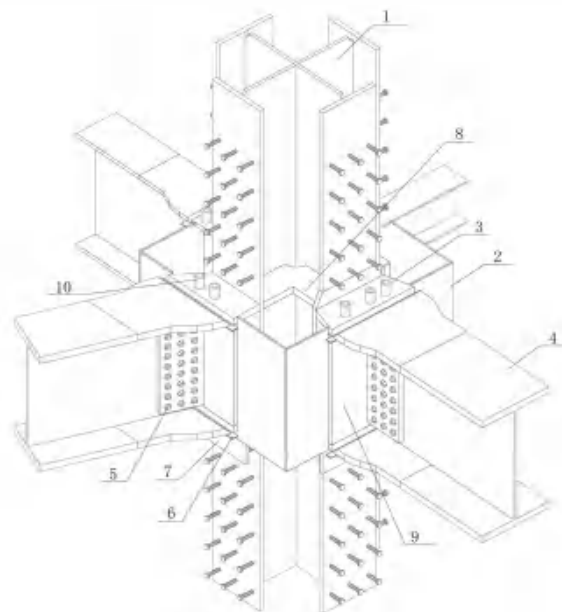


封闭式免支拆模钢板箍劲性柱与钢梁连接节点施工工法

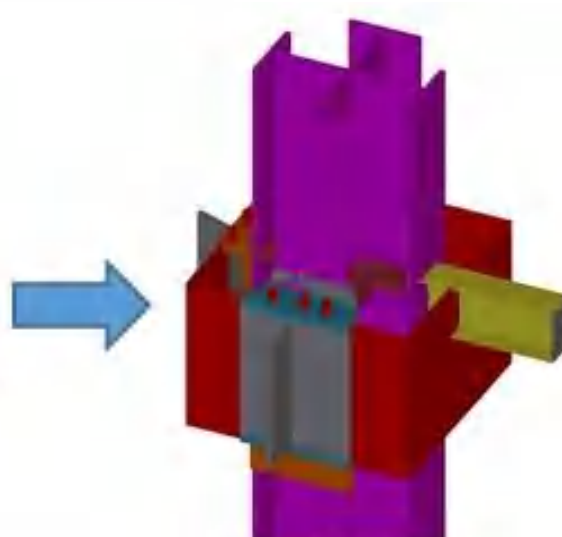
为解决上述问题，我们研发出封闭式免支拆模钢板箍劲性柱与钢梁连接节点施工工法。本工法在此节点处无需支设模板，减少劲性结构施工过程中出现的繁琐工序，降低工人操作难度，且施工便捷，保证施工质量。特别适用于复杂劲性结构梁柱节点施工，具有良好的推广价值。



工艺原理



牛腿及钢板箍加强板组装

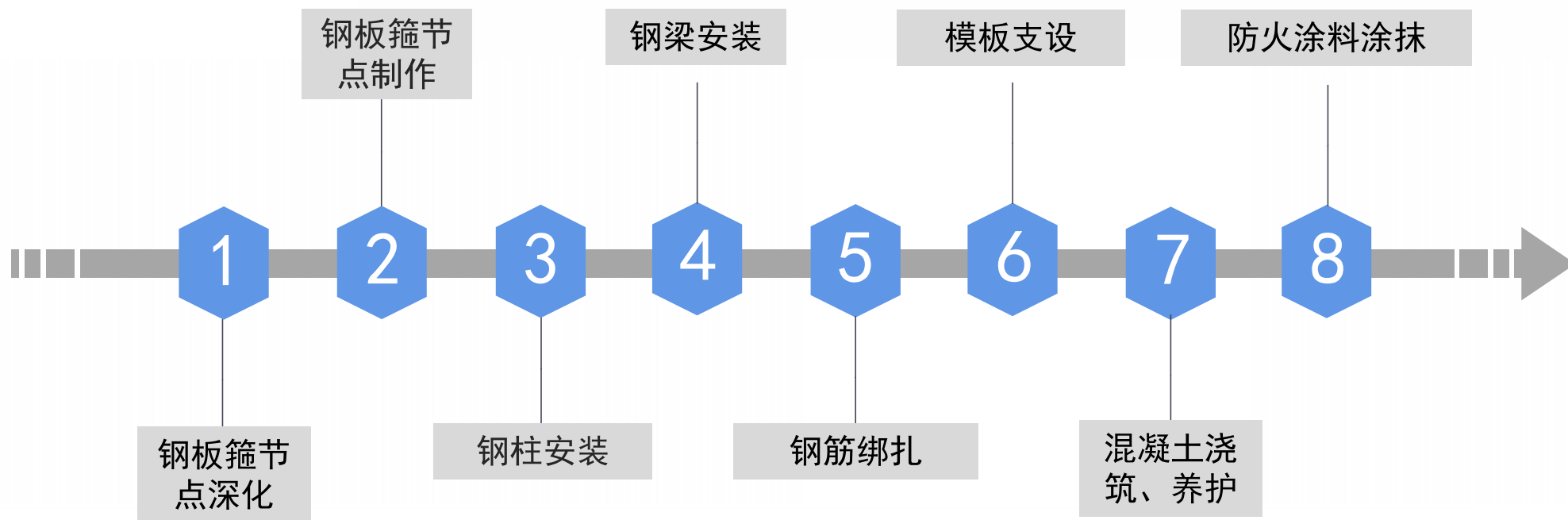


钢板箍组装

封闭式免支拆模钢板箍的劲性柱与钢梁连接节点施工技术通过对原设计节点区进行深化设计，在节点区用钢量不变、强度满足设计要求的前提下，用封闭钢板箍代替节点核心区范围内箍筋。梁柱节点区根据深化设计图纸在加工厂完成预加工，现场进行钢骨柱、钢骨梁连接施工，封闭钢板箍直接作为节点区的模板，减少劳动力投入，加快施工进度。



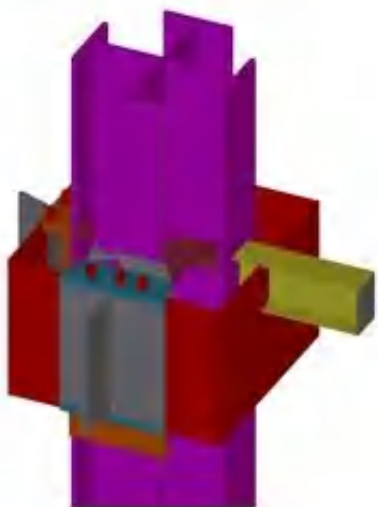
工艺流程



微信搜一搜

金瓦刀

操作要点



钢板箍节点深化：梁柱节点区钢骨柱在对应牛腿位置加焊加劲板，加劲板位置为牛腿上下翼缘对应部位，且不少于2道。



钢板箍节点制作：根据加工图纸在钢柱节点区内部相应牛腿部位焊接水平加劲板。加工完成后，按规范要求进行检查验收，保证构件出厂质量。



钢柱安装：钢柱吊至距其就位位置上方200mm时，稳住钢柱缓慢落钩。待钢柱落稳后，将连接板连接牢固，摘钩。钢柱对接节点，开设K型坡口，焊接时采用对称的多人等速焊。



操作要点



钢梁安装：钢梁采用两个吊点进行吊装，钢梁吊升到位后，注意钢梁的起拱，正、反方向和钢柱上连接板的轴线不可交错。



钢筋绑扎：劲性柱主筋与正常混凝土柱一样，在节点区域无需断开，在钢牛腿翼缘宽度范围内，底部钢筋与牛腿上钢筋连接器连接，上部与牛腿下钢筋搭焊板双面焊接。



支模架搭设：钢板箍作为梁柱节点区的箍筋及模板，其保护层厚度同劲性柱钢筋的保护层厚度。钢板箍处保护层为后施工防火涂料抹涂厚度。



操作要点



砼浇筑及养护：采用自密实砼，从钢板箍上口进行浇筑，随浇筑随振捣，保证混凝土浇筑质量。



防火涂料抹涂：钢板箍处的防火等级同柱防火等级，防火涂料的施工按照柱防火等级施工。防火涂料第一遍采用喷涂，厚度保证不小于5mm，确保附着力大，剩余采用抹涂，保证防火涂料的表面施工完毕与下部混凝土面齐平光面。



效益分析

质量效益

用钢板箍代替箍筋，降低钢筋绑扎施工难度，减少箍筋下料、加工、绑扎等工序。节点区混凝土浇筑质量易于保证，可有效避免浇筑质量缺陷。

进度效益

带封闭钢板箍的劲性柱与钢梁连接节点与常规劲性结构梁柱节点施工相比，其节点可在工厂完成预加工，减少工序穿插，加快现场施工进度。

环保效益

模板使用量的减少，从根本上降低了木材的砍伐率，保护环境，有效保证了项目绿色施工文明施工的环保要求。

经济效益

节点区无箍筋穿钢梁腹板，钢梁无需开孔加强。钢板箍同时可以作为节点区模板，避免复杂节点模板支设，减少劳动力投入，减少模板投入及损耗，节约施工成本。



工程应用与科技成果



应用实例1：杭州银泰理想城



应用实例2：嘉兴市文化艺术中心



实用新型专利：带封闭钢板箍的劲性柱与钢梁连接节点



超大悬挑钢结构 可调式拉杆施工工法



微信搜一搜

金瓦刀

工艺概况-施工现状分析

工艺类别：钢结构

现状描述：大悬挑钢结构构件需要精度较高的预起拱。

问题原因：大悬挑钢结构一般情况下施工条件受限，且施工要求高。

问题性质：普遍

问题描述：

- 1、安装悬挑钢结构过程中构件位于结构外侧安装时产生的安全隐患；
- 2、安装工艺复杂，需搭设梁下支撑架；
- 3、悬挑钢结构安装精度要求高。



工艺概况-工法特点



传统做法

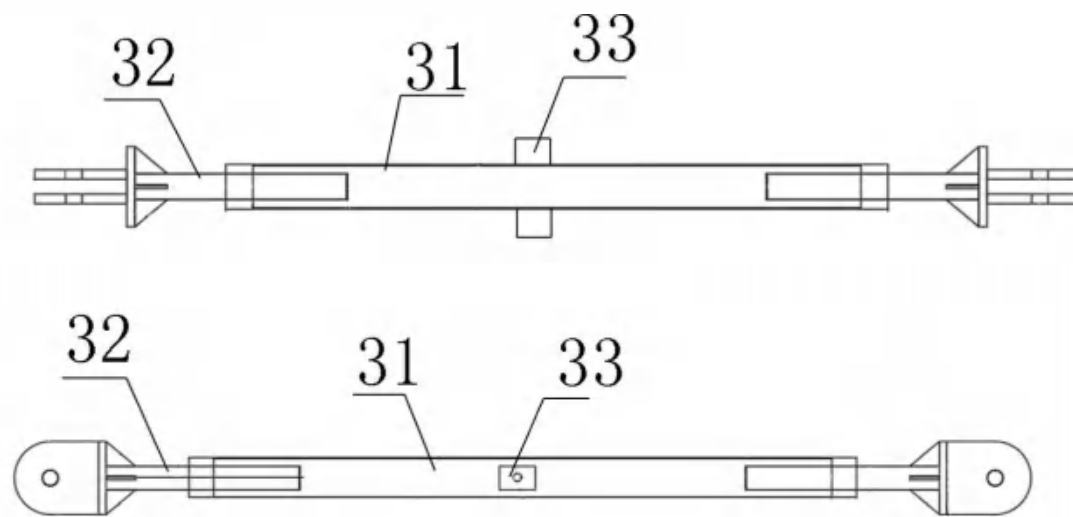
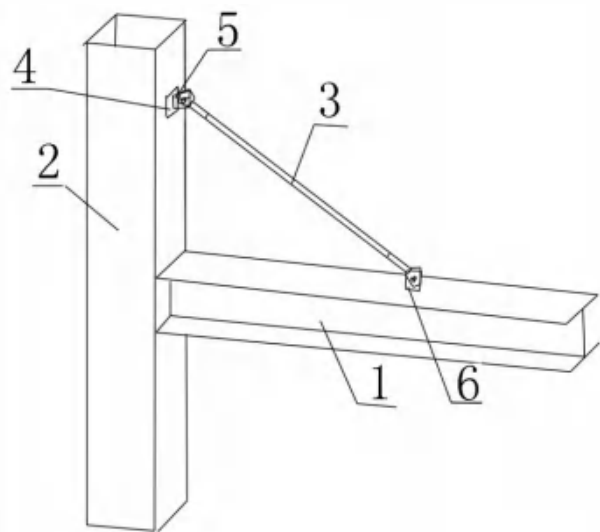


超大悬挑钢结构可调式拉杆施工工法

为解决大悬挑钢结构结构安装，成功摸索出可调拉杆施工工法，利用可调拉杆的强度与刚度特性，将悬挑结构与正式结构进行可靠连接，通过拉杆的可调节性微调钢结构，直至达到设计标高和预起拱值。同时无需搭设梁下支撑架，可以大幅节省安装时间，降低施工成本。



工艺原理

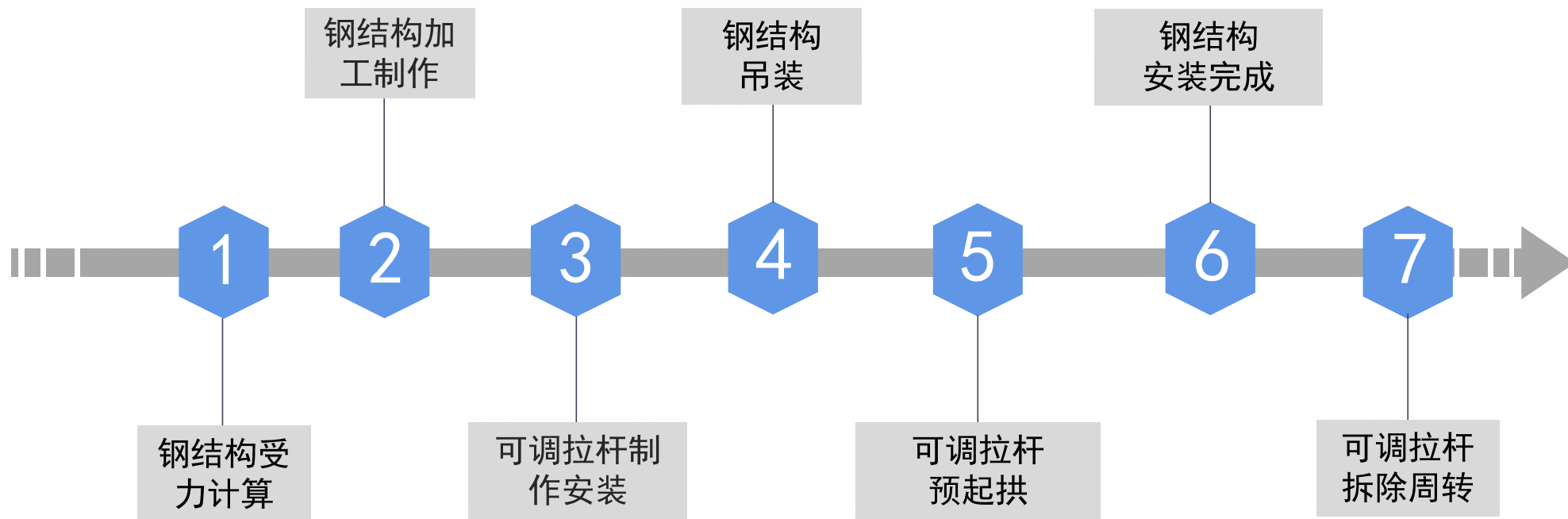


利用可调拉杆的强度与刚度特性，将悬挑结构与正式结构进行可靠连接，通过拉杆的可调节性微调钢结构，直至达到设计标高和预起拱值。通过计算大悬挑钢结构的预起拱（端部起拱），综合焊接影响，确定最终端部起拱高度。施工过程中通过旋转可调拉杆调节器，调节钢梁预起拱值的大小，最终高精度地完成大悬挑钢梁安装。

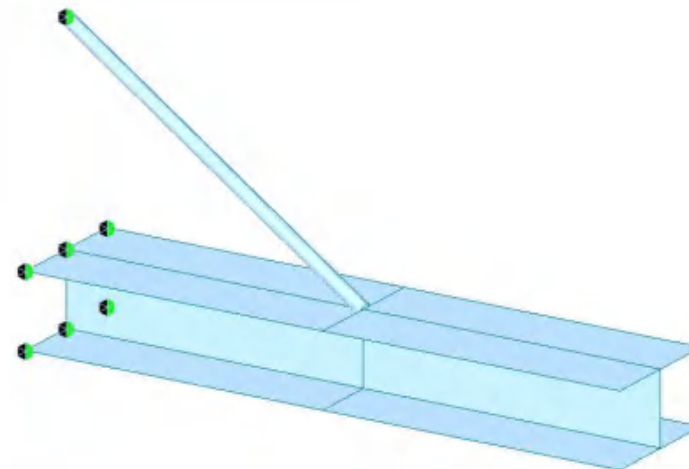
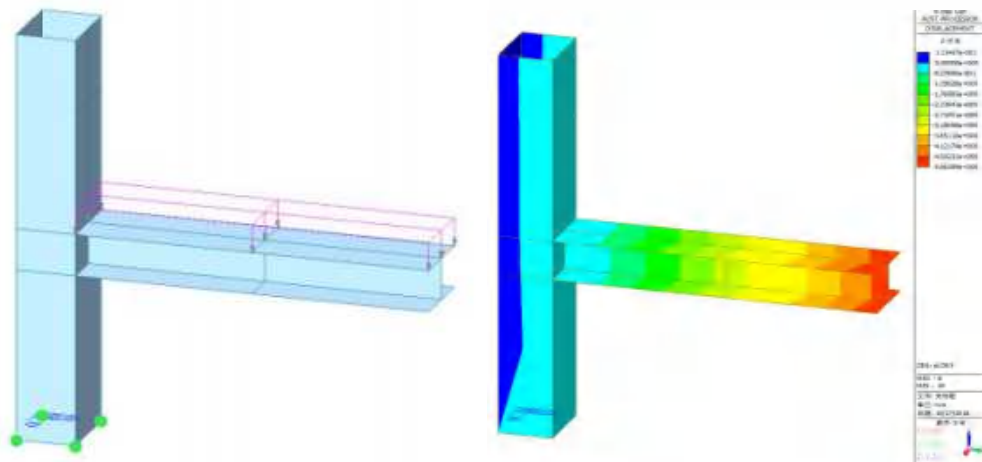




工艺流程



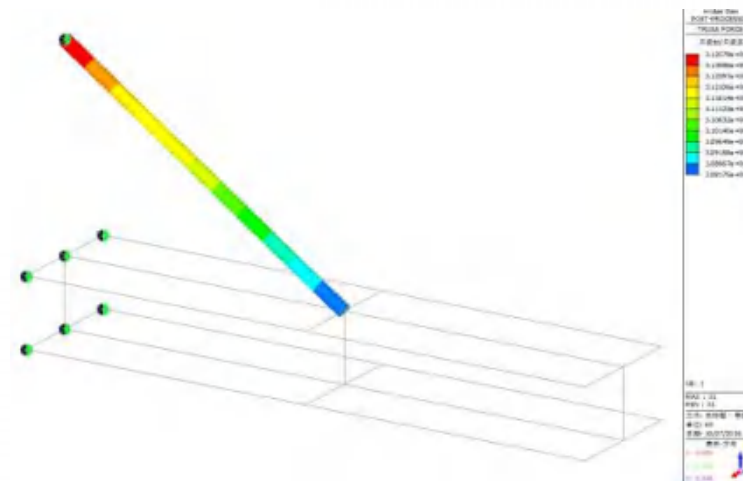
操作要点



钢结构受力计算：

起拱包括两部分即钢梁安装过程中起拱值a及安装完成后的楼面荷载引起的起拱值b；现场施工中考虑对钢梁安装影响最小的焊接顺序进行试验得出对起拱高度的影响值c。

软件模拟计算斜拉杆受拉承载力：荷载为钢梁自重+施工活载，安装预起拱值为 $a+b+c$ ，计算上述工况条件下受拉内力。根据受拉内力计算选取的斜拉杆极限受拉承载力是否满足要求。



操作要点



钢结构加工制作：根据计算确定钢柱及钢梁上吊耳的定位。吊耳与钢柱、钢梁焊接采用单面V型或X型坡口焊，焊缝周圈满焊。



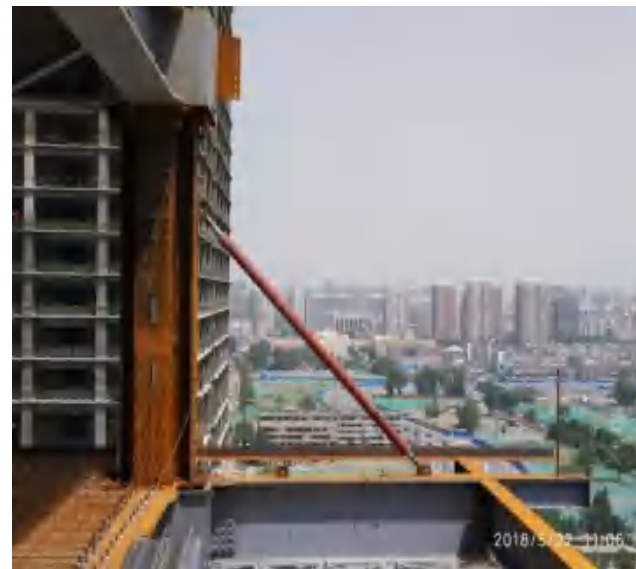
可调拉杆制作安装：可调拉杆材质、型号、安装角度、斜拉杆长度根据受力计算结果确定，最大调节范围不小于±100mm，螺距不大于3mm。



钢结构吊装：悬挑钢梁起吊。吊装之前将斜拉杆与吊耳安装，一起吊运至安装高度。可调拉杆活动端吊至预定位置并进行斜拉杆与钢柱吊耳的连接，并初拧高强螺栓。



操作要点



可调拉杆预起拱：将可调斜拉杆与两吊耳通过销轴相连，塔吊摘钩。重复2~3次复核标高及起拱值，当起拱高差不超过10mm时，通过旋转钢杆调节斜拉杆使其起拱值达到计算值。

钢结构安装完成：按钢梁端部临时连接计算要求，穿入相应的连接螺栓或焊接钢梁安装定位卡板。复核标高定位并继续调整斜拉杆直至无误，终拧所有高强螺栓，焊接翼缘并完成悬挑钢结构安装。

可调拉杆拆除周转：通过计算模拟施工工况，确定卸载顺序与条件：卸载条件为梁端部起拱标高达到设计值，然后逐渐卸载与梁连接处斜拉杆。将拆卸后的可调拉杆进行校核、保养，投入下一段施工。



效益分析

质量效益

现场安装灵活性高。采用可调拉杆进行悬挑钢梁安装，对施工的前提条件要求低，不受施工场地条件限制，悬挑钢梁安装精度较高。可调拉杆可根据钢梁重量进行计算后预制，不受此项限制。

社会效益

现场安装周期明显缩短，可调拉杆进行悬挑钢梁安装校准可节省时间35min/根。技术措施简单易拆，可大幅度提高施工效率，缩短悬挑钢梁安装的施工周期。

环保效益

可调节拉杆安装系统所用构件可全部实现周转，可实现0损耗。通过可调拉杆的方式进行钢结构安装，避免了施工常见的各项污染，减少了对周边环境的不良影响。

经济效益

超大悬挑钢结构可调式拉杆施工工法采用可调拉杆作为钢结构安装的固定措施，节约了搭设支撑、操作架的费用。



工程应用与科技成果



应用实例1：杭州菜鸟云谷产业园



应用实例2：嘉兴市文化艺术中心



实用新型专利：带封闭钢板箍的劲性柱与钢梁连接节点



贯穿插板的大直径钢管柱 加工工法



微信搜一搜

金瓦刀

工艺概况-施工现状分析

工艺类别：钢结构

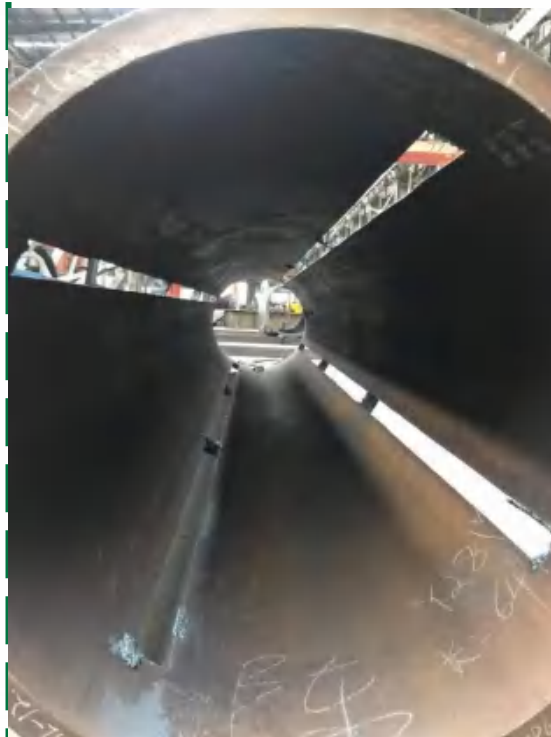
现状描述：贯穿插板的大直径钢管柱加工难度大

问题原因：钢管管径大重量重

问题性质：普遍

问题描述：

- 1、加工过程中钢管难以定位，无法使用钢管专业切割设备进行开槽，给开槽过程造成很大困难，且加工质量难度大；
- 2、钢管开槽面为圆弧面，半自动切割机轨道无法固定，手工切割时切割质量不能满足工程质量要求，且切割效率低；
- 3、钢管长度长且插板为整条贯穿，故开槽长度长，钢管开槽后会产生较大变形；
- 4、钢管与插板厚度较厚、重量重，传统方法难以实现插板顺利插入。



工艺概况-工法特点



传统做法



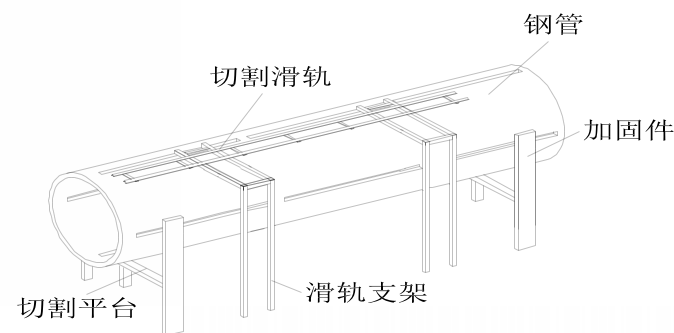
贯穿插板的大直径钢圆管柱加工工法

为解决上述问题，我们研发出一种贯穿插板的大直径钢圆管柱加工工法。本工法的使用可实现钢管切口的精准切割，且可以有效防止切割好的切口变形，实现插板安装过程中的高质量以及高效率。具有突出的经济效益和社会效益，良好的推广价值。

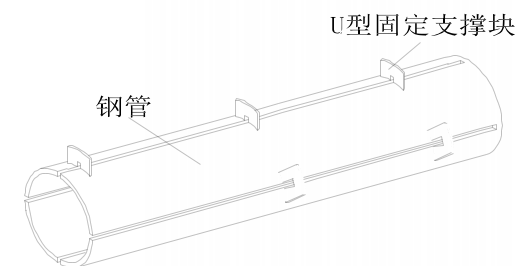


工艺原理

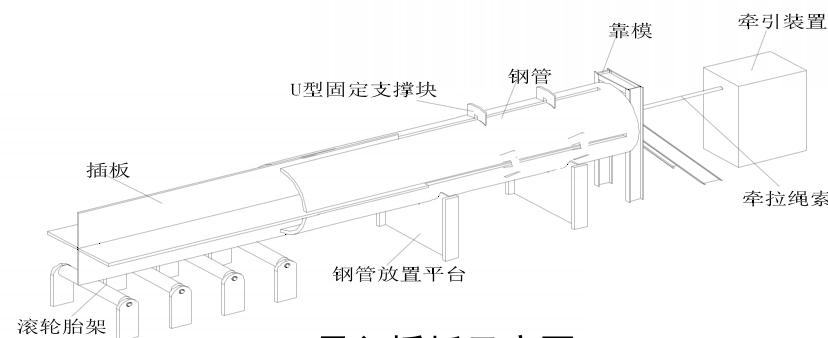
- 1、根据钢管尺寸确定切割平台构造形式及两加固件间距，用于加固大管径钢管，防止钢管切割过程中出现位移；搭设有滑轨支架，支架顶部高度与钢管切割设置高度相同；滑轨支架顶部放置切割滑轨，切割滑轨及切割机位置根据钢管切割位置确定，进而完成钢管的切割工作；
- 2、对钢板进行180°转动，对称切割，切割钢管的端头及每间隔约1.5m处预留50mm，作为临时支撑，防止切割过程中出现变形现象；切割完成后焊接有U型固定支撑块，防止后续加工过程中钢管出现变形；
- 3、焊接完成U型固定支撑块后，将钢管一端及中间预留有50mm处进行切割，切割好的钢管放置在钢管放置平台上，钢管一端放置有靠模，对钢管进行支撑；靠模另一端安装有牵引装置，穿过靠模预留洞口对放置在滚轮胎架上的插板进行牵引；通过滚轮胎架与牵引装置的配合，将插板安装在钢管的适当位置，进而完成大管径钢管贯穿插板的加工。



钢管切割示意图



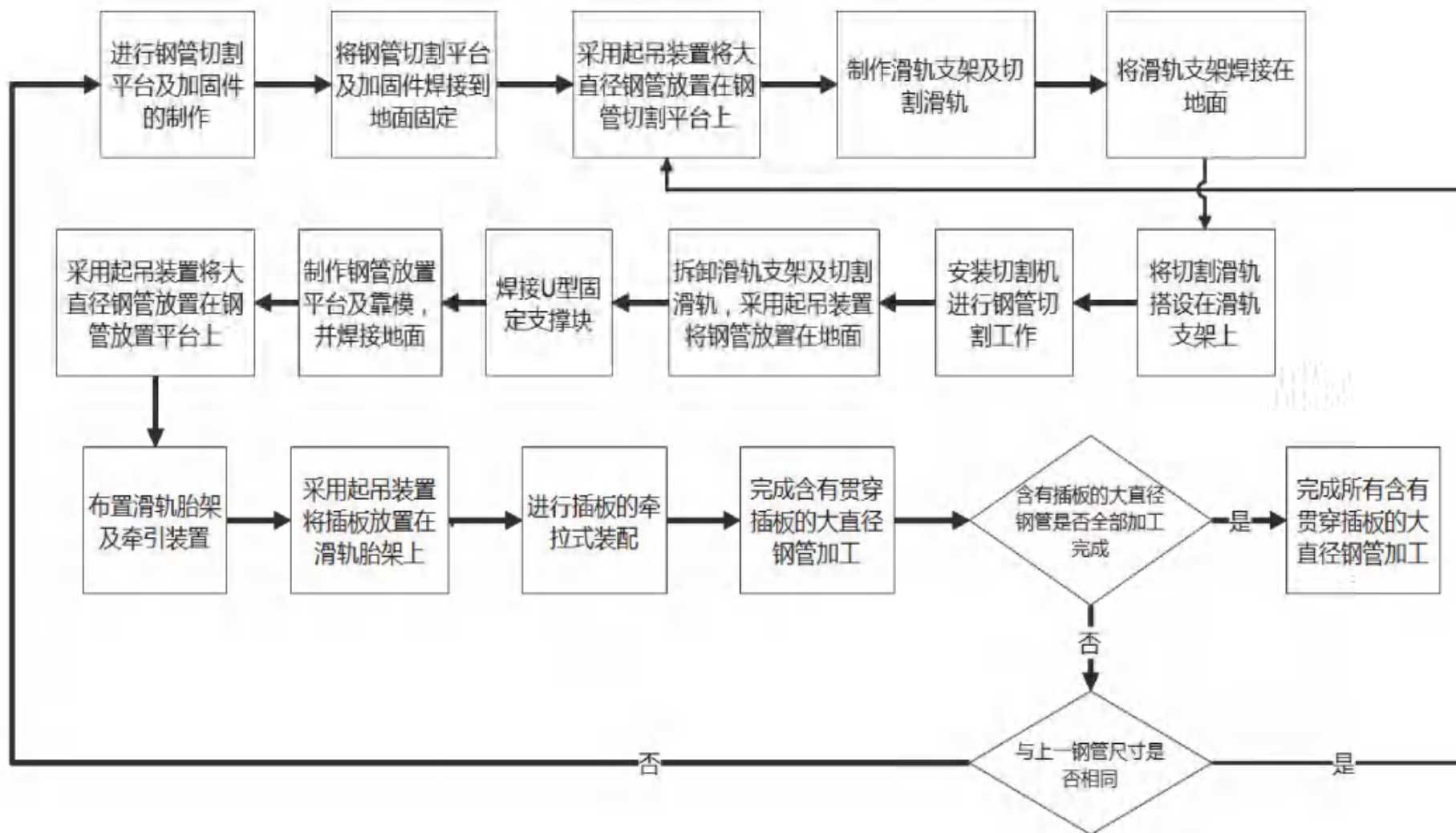
焊缝防变形装置示意图



贯入插板示意图



工艺流程



操作要点



施工准备：未切割的大管径钢管应经进厂复检，并经检查满足设计及规范要求后方可使用。



钢管切割平台及加固件搭设：在切割平台的端部焊接H型钢作为加固件；钢管切割平台及加固件搭设完成后，采用起吊装置将需要切割的钢管放置在切割平台上，以进行后续工序。



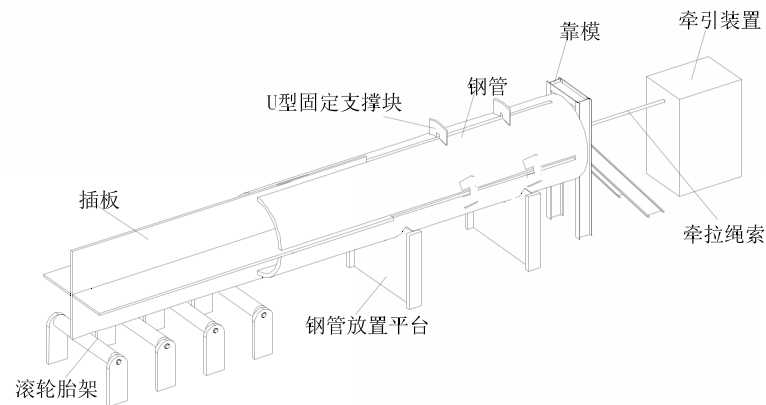
滑轨支架及切割滑轨的搭设：采用公司自有设备对钢材进行下料组装，其中组装完成的滑轨支架顶部横向构件能搭设在大管径钢管上，搭设完成后，根据大管径钢管所需切割的位置放置切割滑轨。



操作要点



钢管槽口切割及焊缝防变形装置安装：对钢板进行180°转动，对称切割，切割时钢管端头及每1.5m处预留50mm不进行切割，完成切割后，将钢管吊下，用气体保护焊将U型固定支撑块定位在槽口两边，U型固定支撑块中部镂空位置根据大管径钢管及插板尺寸进行制作。



插板牵拉式装配：钢管放置平台上开设十字插板可通过的凹槽；利用钢管放置平台和靠模将钢管进行固定，其中，靠模尺寸根据大管径钢管尺寸及相关设计图纸进行制作，并设置有钢板保证靠模的稳定性；将十字插板放置在滚轮胎架上，利用电动葫芦等进行牵拉装配。滚轮胎架支撑十字插板自重引起的装配阻力；牵拉装置给十字插板插入提供了动力，从而完成十字插板与大管径钢管的制备工序。



效益分析

质量效益

- 1、大管径钢管放置在两端带有加固件的切割平台上，有效防止大管径钢管在切割过程中出现位移，影响切割精度。
- 2、对大管径钢管固定完成的同时，安装有滑轨支架，滑轨支架顶部与半自动切割机切割钢管的设计高度一致，使得切割机可按滑轨支架上滑轨的位置对钢管进行切割，切割过程中钢管稳定性及切割精度大大提高。
- 3、在切割过程中，切割钢管的端头及每间隔约1.5m处预留50mm，预留段可作为临时支撑，与传统一次性切割完成槽口的切割方式相比，该切割方法可防止切割过程中槽口出现变形现象。
- 4、切割完成后，槽口两端焊接有U型固定支撑块，能在插板装配时起到对钢管槽口防变形效果，解决了加工过程中钢构件变形的问题。

环保效益

- 1、本工法采用的切割平台、钢管放置平台、靠模等装置均可重复使用，提高了各个装置利用率，减少了装置所需钢材的用量。
- 2、本工法采用的各个装置多采用钢板组成，安装拆卸方便，便于储存，提高了加工场内操作面积使用率。
- 3、本工法所用贯穿插板加工方法使得钢管加工质量大大提高，避免了钢管返工情况，减少了钢材的用量。



效益分析

经济效益

以我司承建的海口五源河体育场所含大管径钢管贯穿插板加工情况作为测算对象，该钢结构工程建筑面积为 90304.52m²。体育场南北长约250m，东西长约268m，结构最高点标高为60.923m，由钢筋混凝土框架结构主体、桁架结构屋盖及网格结构灯塔组成，总用钢量约为8000t，其中，含有贯穿插板的大管径钢管构件用钢量为1600t，6个班组加工所用工期为1.5个月；在相同班组的前提下，采用传统方式加工含有贯穿插板的大管径钢管所需工期为2个月，总节约工期为2-1.5=0.5个月，总节约率为0.5/2=25%；。



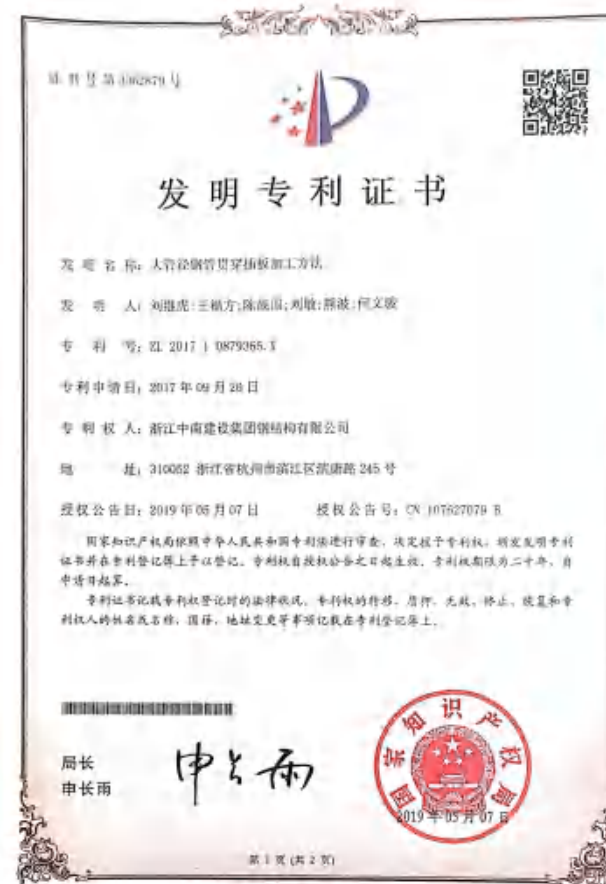
工程应用与科技成果



应用实例1：海口五源河体育场钢结构工程



应用实例2：新建长沙至昆明客运专线贵安站站房工程



发明专利：大管径钢管贯穿插板加工方法



周边支承双向交叉空间钢桁架 结构多高差场地地下施工工法



工艺概况-施工现状分析

工艺类别：空间钢结构

现状描述：钢桁架屋盖安装困难

问题原因：施工场地高低不平，起重设备无法进入场地作业

问题性质：普遍

问题描述：

- 1、起重设备无法进入场地作业。
- 2、场外吊装机械费用高。
- 3、影响钢桁架屋盖施工进度。
- 4、影响钢桁架屋盖施工质量。



工艺概况-工法特点



传统做法



周边支承双向交叉空间钢桁架结构多高差场地地下施工工法

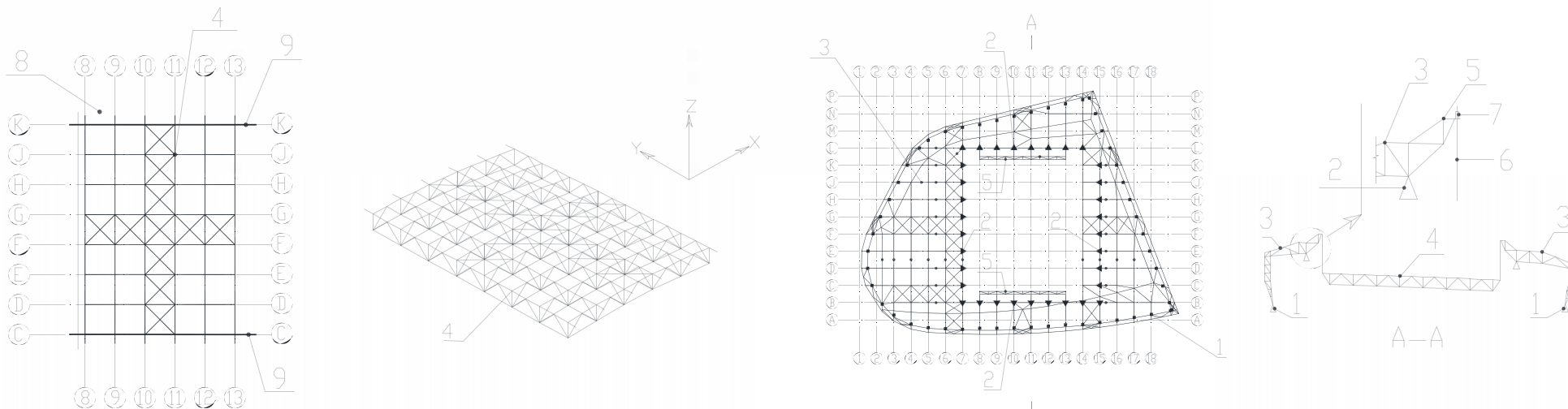
为解决上述问题，我们研发出一种周边支承双向交叉空间钢桁架结构多高差场地地下施工工法。本工法具有施工效率高，节约成本，不受提升重量、跨度、面积限制，提升设备体积小、自重轻、承载能力大等优点，且有效的保证了屋面钢桁架结构安装质量，具有突出的经济效益和社会效益，具有良好的推广价值。



微信搜一搜

金瓦刀

工艺原理

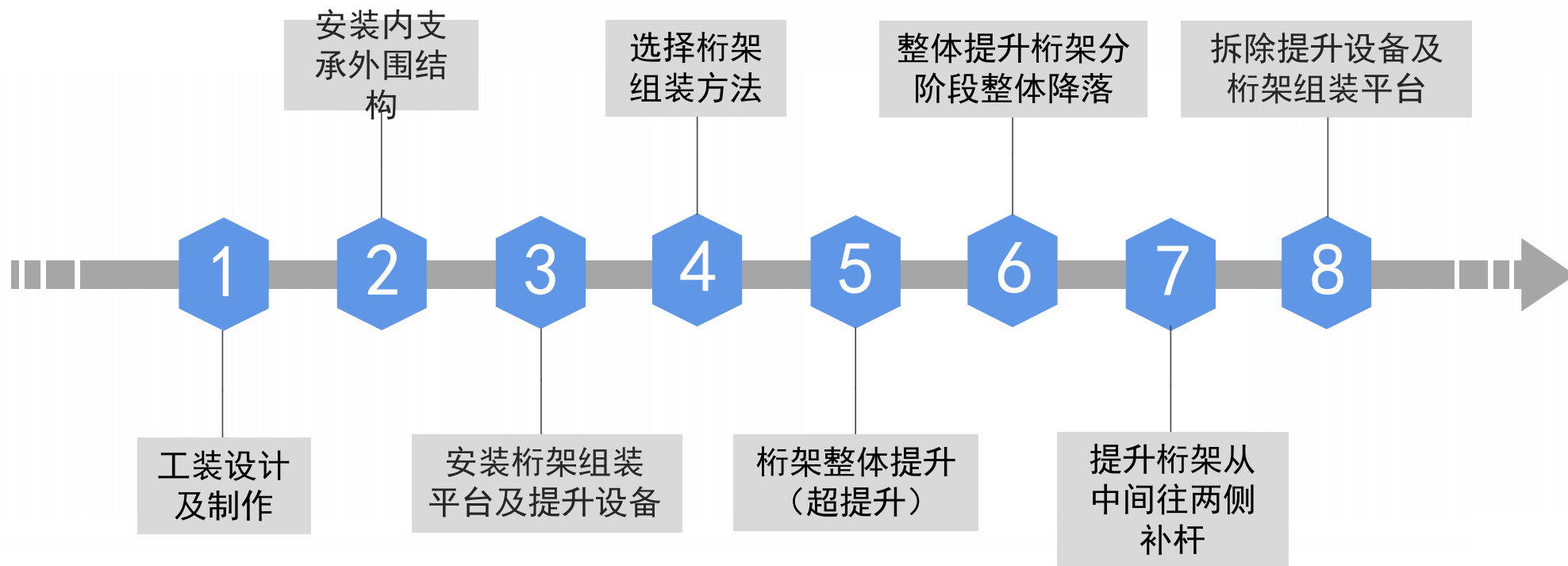


1-外支承；2-内支承；3-内支承外围结构；4-内支承内部结构（提升构件）；5-提升架；6-提升绳；7-提升器工装；8-组装平台；9-组装滑移轨道

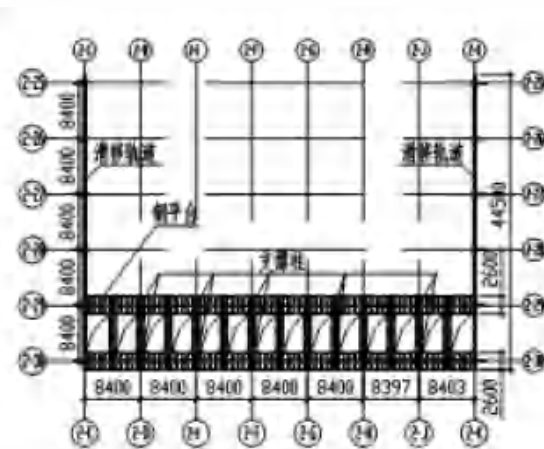
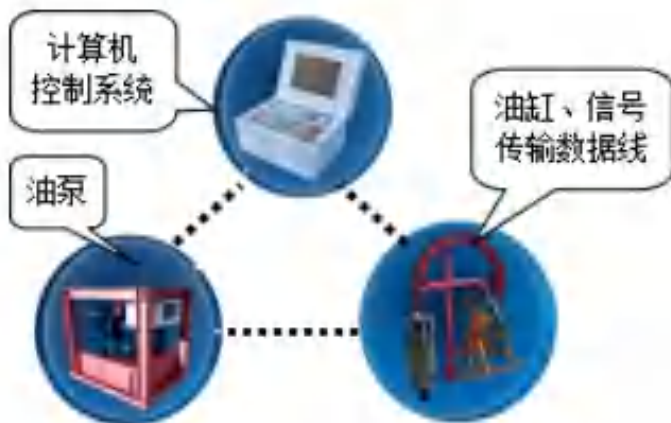
首先按常规施工工艺安装内支承外围结构，在已经安装好的结构上设置提升机构，提升机构包含提升架、提升器、提升绳等工装。在靠近内支承一侧搭设组装平台，组装平台设置的宽度满足相邻两榀桁架组装，在组装平台上设置至少两条滑移轨道，滑移轨道布置按照工程需求进行设置。然后确定整体提升桁架的组装方法：如果位于同一组装滑移轨道处的桁架标高相差不大，采用逐榀累计滑移组装；如果标高相差较大，则采用按榀分块组装滑移到位，短距离提升后补装另一方向相交桁架的方法。提升构件组装完成后将构件滑移到原设计位置，应用提升机构将其提升至安装节点处，为保证构件提升并补杆后，各杆件应力与设计状态一致，采取超提升，使已经安装好的构件整体提高，然后分阶段整体降落已经安装好的构件，依次从中间往两侧进行补杆，通过已经完成的补杆和提升机构共同受力进行内力转化，直至安装完成。



工艺流程



操作要点



提升设备设计及制作：根据工程实际情况确定整体提升桁架吊装范围，再根据桁架重量、关键点等情况来确定提升架的数量、大小及布置范围。提升机构主要包括提升架、油缸、油泵、下锚具、同步控制系统、钢绞线等。

组装平台设计及制作：组装平台由钢平台、滑移轨道组成，设计荷载考虑自重、组拼构件重量、施工荷载。设计遵循标准为钢结构设计规范（GB 50017-2003）、《建筑结构荷载规范》（GB50009-2001）。滑移轨道挠度控制 $[f] \leq l/800$ ，其中“l”表示轨道跨度。



操作要点



内支承外围结构安装：通过汽车吊或履带吊安装内支承外围结构。



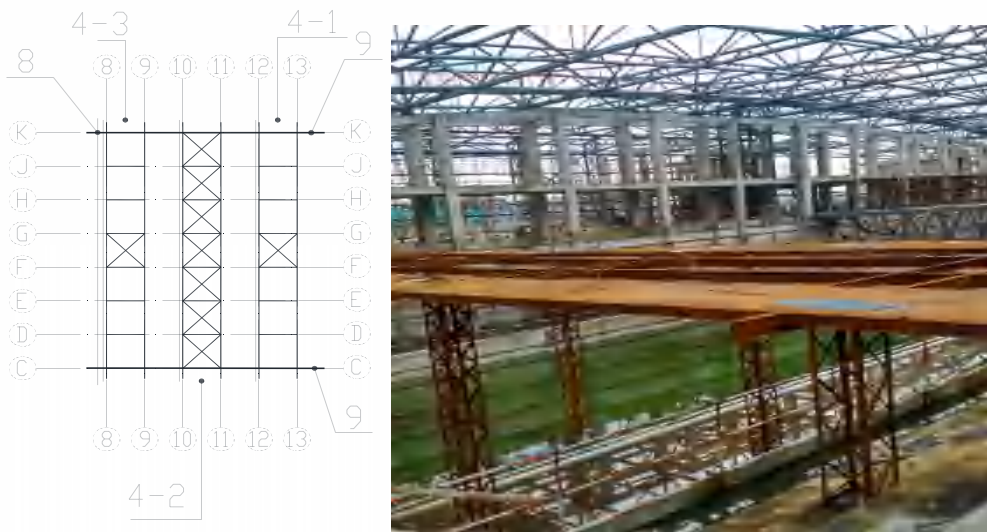
桁架组装平台安装：整体提升桁架安装平面位置处的一端设置组装平台，组装平台设置的宽度满足相邻两榀桁架组装，在组装平台上设置至少两条滑移轨道，滑移轨道布置按照工程需求进行设置。



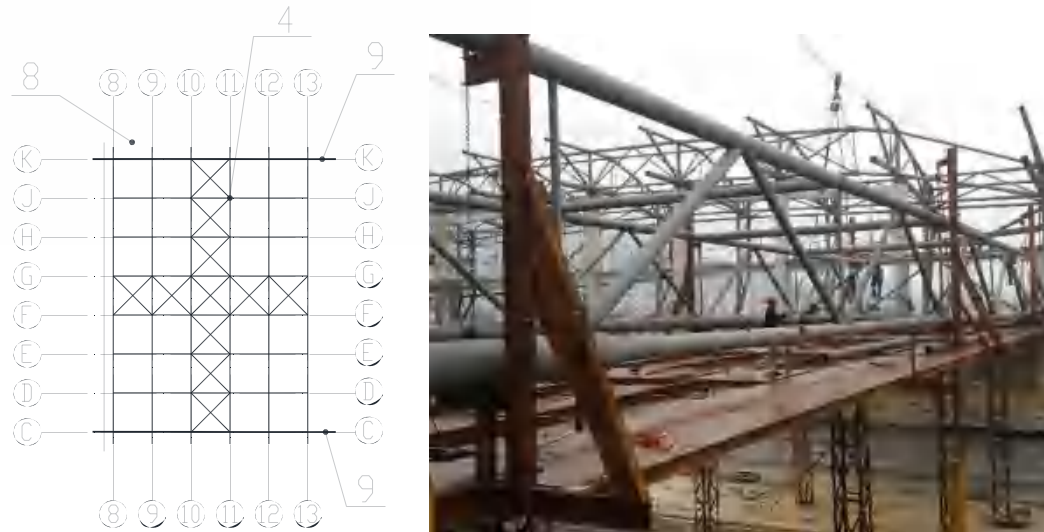
液压提升设备安装：在滑移轨道方向，整体提升桁架每榀对应的内支承处各安装一个液压提升器。



操作要点



按榀分块组装：位于同一轨道处的桁架标高相差较大，标高调节装置结构难以设置或设置不经济的情形，采用按榀分块组装滑移到位，短距离提升后补装另一方向相交桁架的方法。被提升构件分为3块（4-1、4-2、4-3）在组装平台上进行拼装并滑移到设计水平位置，然后通过提升设备逐级完成各块之间的杆件。



逐榀累计滑移组装：位于同一组滑移轨道处的桁架标高相差不大，则采用逐榀累计滑移组装的方法。在一端设置组装平台8，组装平台8宽度满足相邻两榀桁架组拼，按需设置滑移轨道9，滑移轨道布置按照工程需要进行设置；开始组装远离组装平台侧最外边Y向两榀桁架（⑫与⑬轴线桁架）以及X向相交桁架并形成一稳定单元；第一次向前滑移⑪与⑫轴线间距，然后组拼下一榀桁架；依次顺序进行直至组装完成。



操作要点



桁架整体提升及补杆：为保证构件提升后各杆件应力与设计状态一致，首先采取超提升，使已经安装好的构件整体提高，然后分阶段整体降落已经安装好的构件，依次从中间往两侧进行补杆，通过已经完成的补杆和提升机构共同受力进行内力转化。



拆除提升设备和桁架组装平台：按着提升设备安装的逆顺序完成其拆除；拆除桁架组装平台。



效益分析

质量效益

采取超提升，使已经安装好的构件整体提高，然后分阶段整体降落已经安装好的构件，依次从中间往两侧进行补杆，通过已经完成的补杆和提升机构共同受力进行内力转化，减少结构整体变形和杆件应力集中。

进度效益

通过搭设桁架滑移组装平台代替满堂支撑架，节省大量时间。在平台上作业与高空搭设的平台作业相比较，灵活性高很多，施工效率更高。

环保效益

本工法采用的滑移轨道梁、滑移轨道按标准节生产，可根据实际工程灵活组装，可以多次重复使用，减少了钢材的用量。借助提升设备将各组拼单元提升至设计标高，可以充分利用后期资源。

经济效益

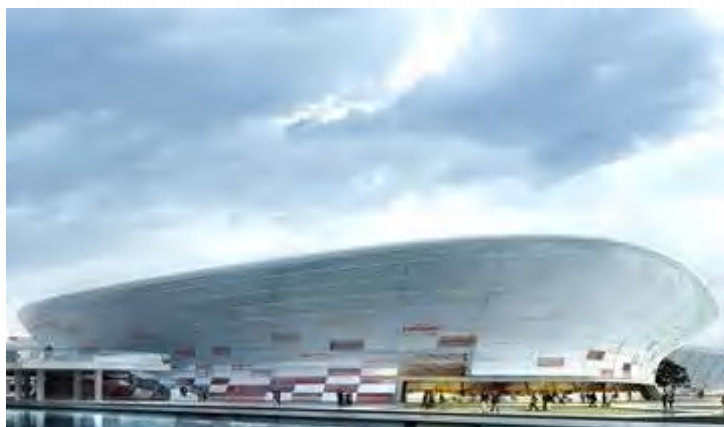
无需搭设满堂支撑架，节省了措施费和人工费，大大降低了该施工阶段的成本。



工程应用与科技成果



应用实例1：温州奥林匹克体育中心-主体育场



应用实例2：盐城游泳馆



发明专利：周边支承双向交叉空间钢桁架结构单向提升安装工艺



微信搜一搜

金瓦刀

转换钢桁架原位液压 同步整体提升工法



微信搜一搜

金瓦刀

工艺概况-施工现状分析

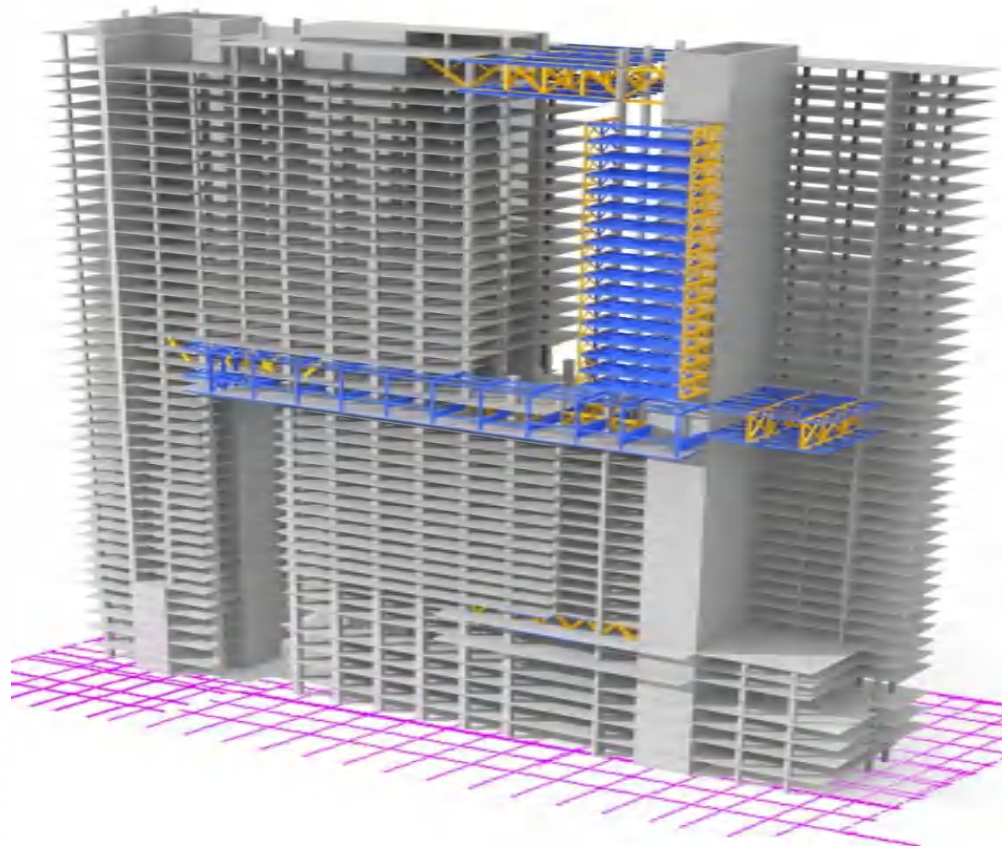
工艺类别：钢结构

问题原因：

对于下方为空洞的钢桁架转换体系而言，高空散拼不仅工期较长，影响桁架上部结构的施工时间，对整体结构的施工质量和安全均产生影响

而且在高空进行钢构件散拼作业安全风险大、难以预控、拼接质量无法控制。

较高空散拼工艺而言，整体提升工艺可有效缩短转换桁架安装对整体工期的影响，并提高作业质量和保证施工安全。



工艺概况-工法特点



传统做法

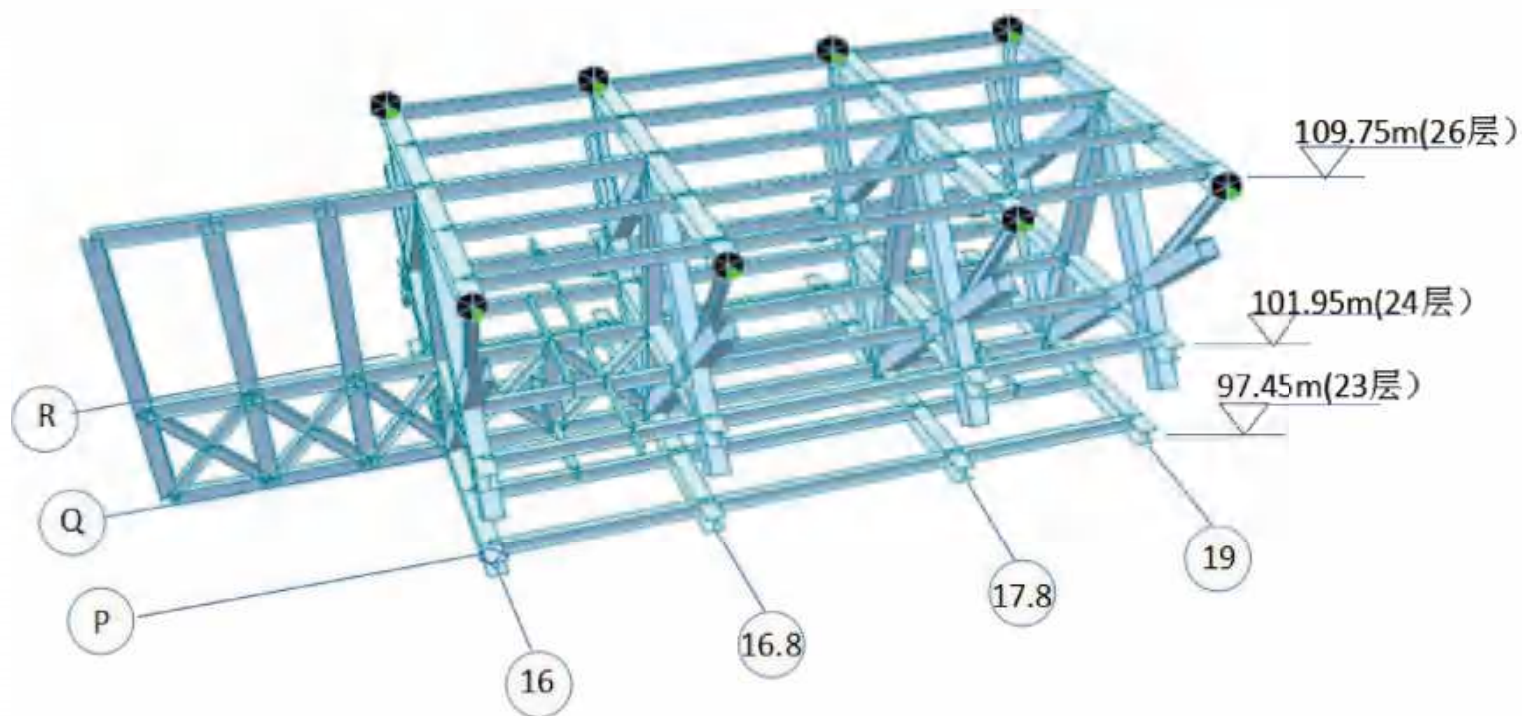


转换钢桁架原位液压同步整体提升工法

为解决上述问题，我们研发出转换钢桁架原位液压同步整体提升工法。在需提升桁架的正下方区域内完成桁架的拼装工作，正上方做好提升平台，通过利用液压同步提升技术，利用液压提升器作为提升机具，柔性钢绞线作为承重索具。通过液压提升器每一个行程周期重复，将桁架一次整体垂直提升到预定标高。



工艺原理

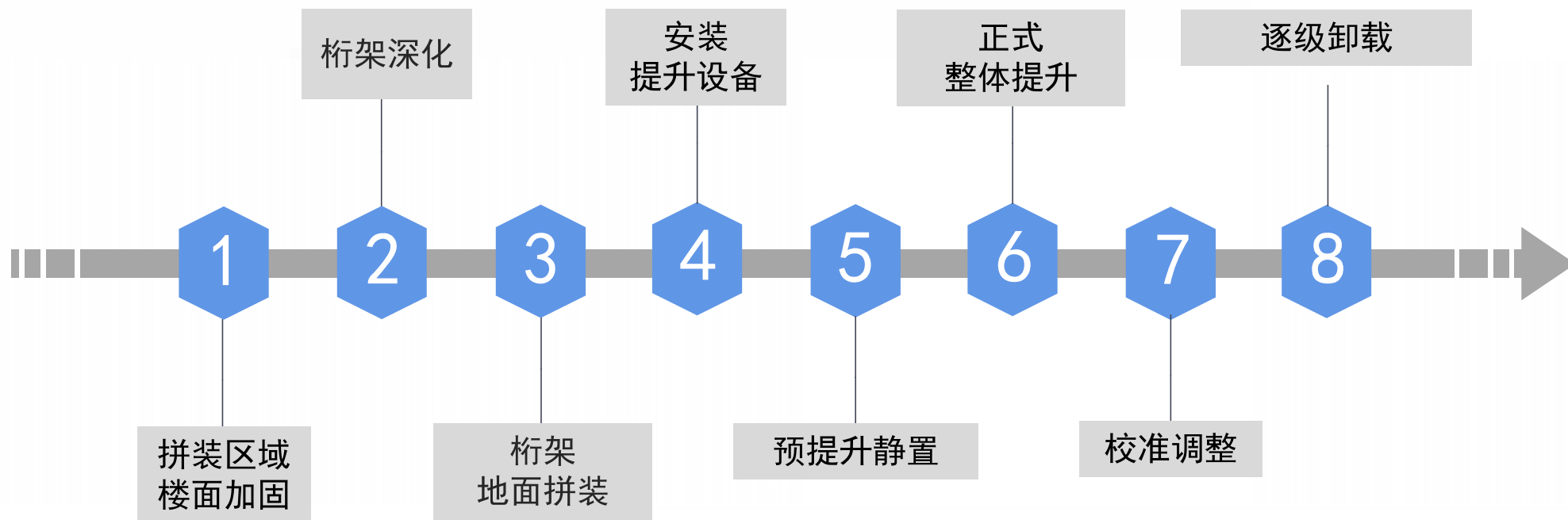


在需提升桁架的正下方区域内完成桁架的拼装工作，正上方做好提升平台，通过利用液压同步提升技术，利用液压提升器作为提升机具，柔性钢绞线作为承重索具。通过液压提升器每一个行程周期重复，将桁架一次整体垂直提升到预定标高。





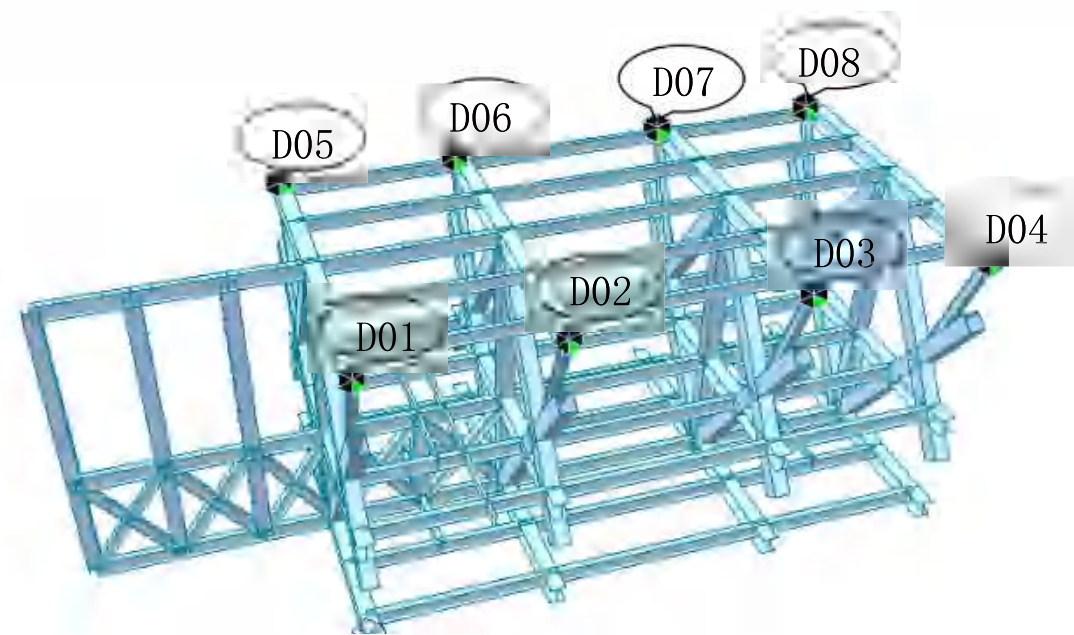
工艺流程



操作要点



拼装区域楼面加固：根据地面拼装时桁架的重量及地面胎架的布置形式，计算作用在拼装楼面的荷载，并经设计单位确认在该荷载的作用下楼面是否能满足结构安全性及耐久性的要求，在不能满足需求时，应采取加固措施。



桁架深化：根据结构形式确定采用整体提升工艺的桁架区域，并对其进行深化设计，包括：桁架加工及拼装的分段；桁架与结构连接位置选择；桁架、结构上吊点位置的选择；桁架提升过程中临时加强杆设置；桁架提升后拼装位置选择。



操作要点



桁架地面拼装：采用必要的计算软件对支设液压提升设备的结构进行受力核算。受力无法达到要求时需对结构进行加固。在桁架两侧共设8个提升点，提升梁、斜撑采用箱型梁，剪力墙中增加的H型钢斜拉杆，提升梁与劲性柱内钢柱焊接，每排提升点位之间增设水平连系梁，确保钢桁架提升过程中侧向稳定性。



提升设备安装：液压提升器作为提升上吊点，分布在提升区两侧，通过专用锚环固定板固定在提升梁上。转换桁架两侧根据桁架榀数设置液压提升器，根据每个吊点的荷载值不同，液压提升器内设置的不同股数的钢绞线，安全系数建议不小于3。液压提升器安装到位后，应立即用临时固定板固定。



操作要点



预提升静置：以计算机仿真计算的各提升吊点反力值为依据，对提升单元进行分级加载（试提升），各吊点处的液压提升系统伸缸压力分级增加，依次为20%、40%、60%、70%、80%；在确认各部分无异常的情况下，可继续加载到90%、95%、100%，直至提升单元全部脱离拼装胎架。



正式整体提升：在正式开始提升前，需经过预提升检查确认提升设备、结构受力、桁架变形等情况。以调整后的各吊点高度为新的起始位置，复位位移传感器。在整体提升过程中，保持该姿态直至提升到设计标高附近。提升过程中实时监控液压装置反力、桁架变形等数据，并与仿真分析的数据进行比较。



操作要点



校准调整：提升单元提升至距离设计标高约200mm时，暂停提升；各吊点微调使结构精确提升到达设计位置。在微调开始前，将计算机同步控制系统由自动模式切换成手动模式。根据需要，对整个液压提升系统中各个吊点的液压提升器进行同步微动（上升或下降），或者对单台液压提升器进行微动调整。微动即点动调整精度可以达到毫米级，完全可以满足结构安装的精度需要。



逐级卸载：提升到设计位置，结构杆件对接、后装杆补装完毕，检查无误后，液压提升器进行卸载。液压提升系统设备同步减压，至钢绞线完全松弛；拆除液压提升系统设备及相关临时措施，完成提升单元的整体提升安装。



效益分析

质量效益

通过提升设备的扩展组合，提升重量、跨度、面积不受限制；采用柔性索具承重，只要有合理的承重吊点，提升高度不受限制。构件可在提升过程中的任意位置锁定，任一提升器亦可单独调整，调整精度高。

进度效益

转换桁架地面拼装的同时可进行桁架区域两侧结构的继续施工，提升完成后即可继续进行转换桁架上部结构施工，有效减少由于桁架拼装造成的工期影响，为施工管理带来显著的进度效益。

环保效益

本技术所使用的利用液压提升器与柔性钢绞线，可以多次周转施工，满足了节能节材的要求，有效保证了项目绿色施工、文明施工的环保要求。

经济效益

提升设备自动化程度高，操作方便灵活，安全性好，可靠性高，使用面广，通用性强。省去大型吊机的作业，节省机械设备、人力资源，大大降低了该施工阶段的成本。



工程应用与科技成果



应用实例1：杭州阿里云菜鸟云谷园项目



应用实例2：杭州高德置地广场项目



“荷花谷”异形双曲钢结构 柱倒序安装施工工法



工艺概况-施工现状分析

工艺类别：异型双曲钢结构

现状描述：异形构件精准对接难

问题原因：异形构件杆件形状均不相同，
实施加工焊接难度高

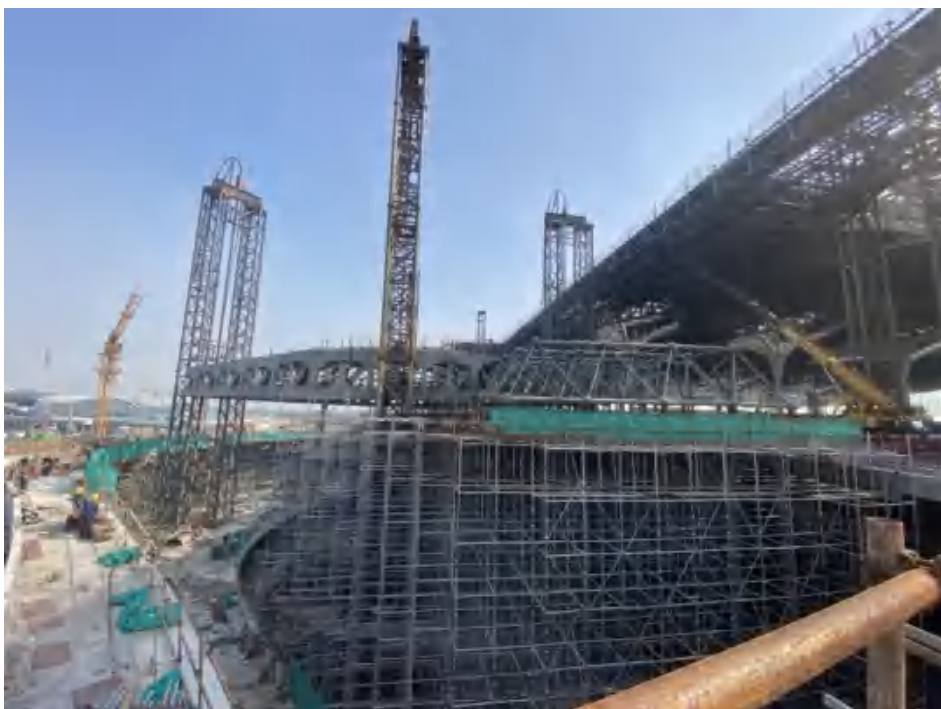
问题性质：普遍

问题描述：

- 1、异形双曲构件加工难度大。
- 2、对接错位影响下一道施工工序。
- 3、造型柱顶部安装距离较小。
- 4、影响整体造型柱外观独特造型。



工艺概况-工法特点



传统做法正序安装



“荷花谷”异形双曲钢结构倒序安装施工工法

为解决上述问题，我们研发出一种异形双曲钢结构倒序安装施工工法。本工法通过下部搭设钢结构平台，采取倒序安装，卷扬机辅助吊装就位，保证安装精度，最终实现异形双曲钢结构柱的独特造型，具有突出的经济效益和社会效益，具有良好的推广价值。



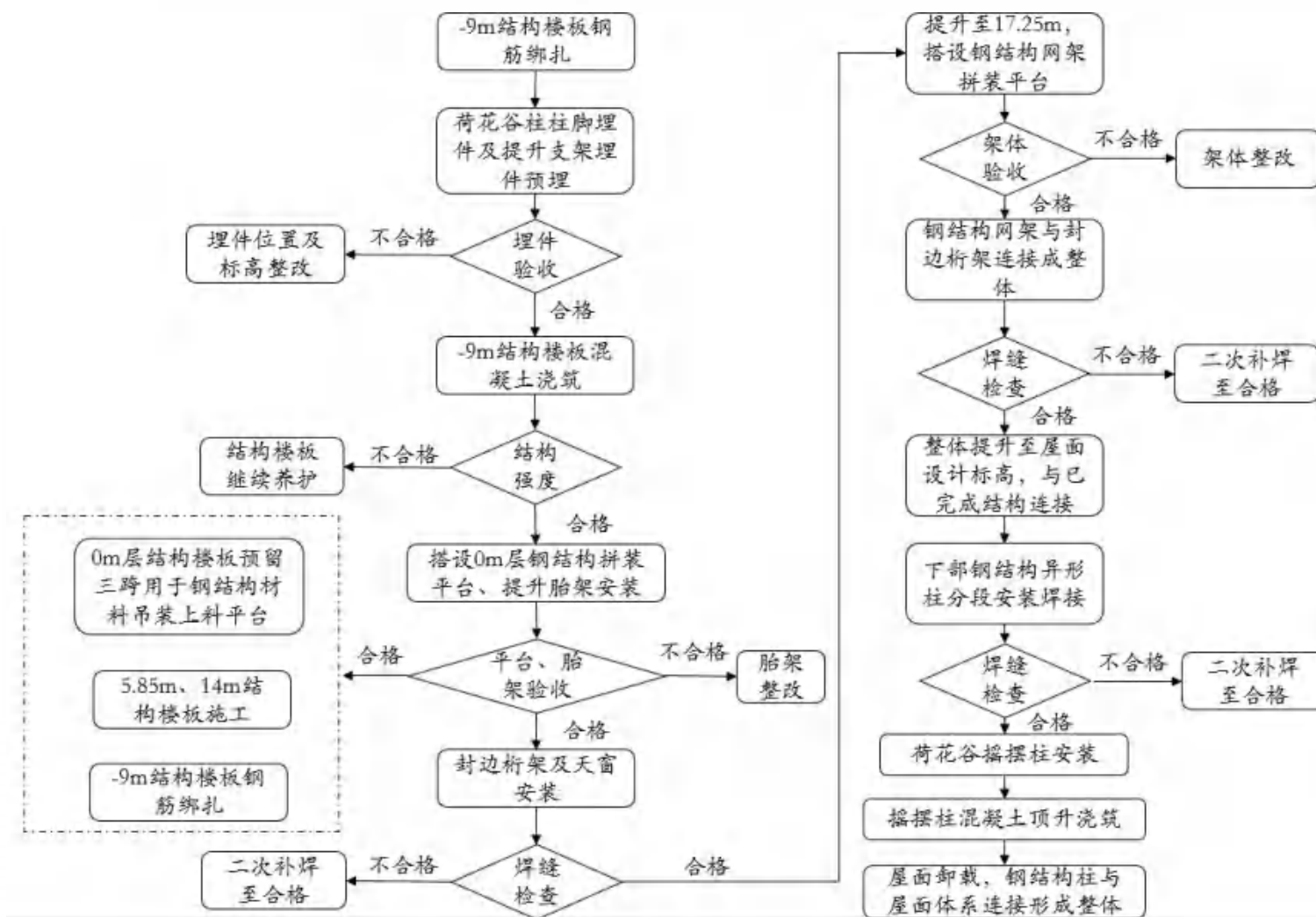
工艺原理



在混凝土结构施工时提前预埋钢结构柱埋件、提升支架埋件，在混凝土楼面上进行拼装屋盖钢结构，提升拼接就位后卸载，进行荷花谷柱分段安装。通过搭设钢平台，配备汽车吊辅助调装。荷花谷柱顶部花瓣分段通过在网架下部吊点，辅助提升到位。通过倒序安装施工，降低了施工条件受周边复杂道路环境的干扰，利用已成型混凝土结构板面搭设钢平台及提升支架和运输通道，加快了施工进度，节约了成本。



工艺流程



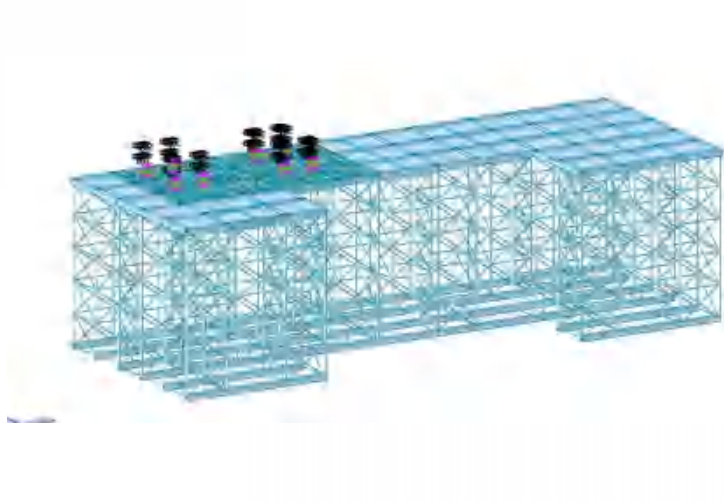
操作要点



钢板预埋：优化预埋件及提升支架位置，做好精准定位并在混凝土结构施工时进行预埋。



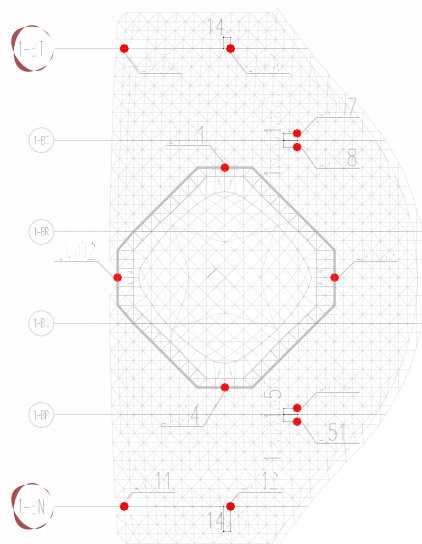
混凝土楼板预留吊装平台：在东侧0m层混凝土结构施工时预留3跨结构用于汽车吊吊装平台上料及机械站位。



钢结构拼装平台搭设：利用结构分析优化软件建立模型进行分析，按照最不利工况模拟受力分析，根据模拟结果确定搭设参数进行钢平台搭设。



操作要点



封边桁架搭设及天窗拼装：在预留混凝土结构区域进行拼装作业，采用200t汽车吊从南向北拼装。待封边桁架与天窗拼装提升至屋面后进行预留结构的施工。



封边桁架提升：封边桁架提升至17.25m后，下部投影范围内搭设满堂脚手架铺设模板，用于钢结构网架的拼装，满堂架采用盘扣式脚手架搭设，其满堂架搭设完成后经验收合格后开始拼装钢网架，待荷花谷区域钢网架拼装完成后再次提升至设计标高。



操作要点



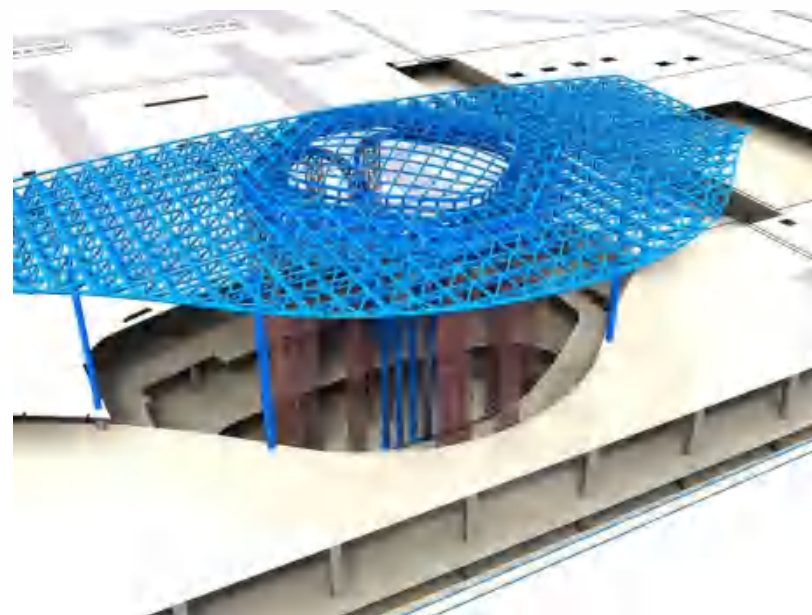
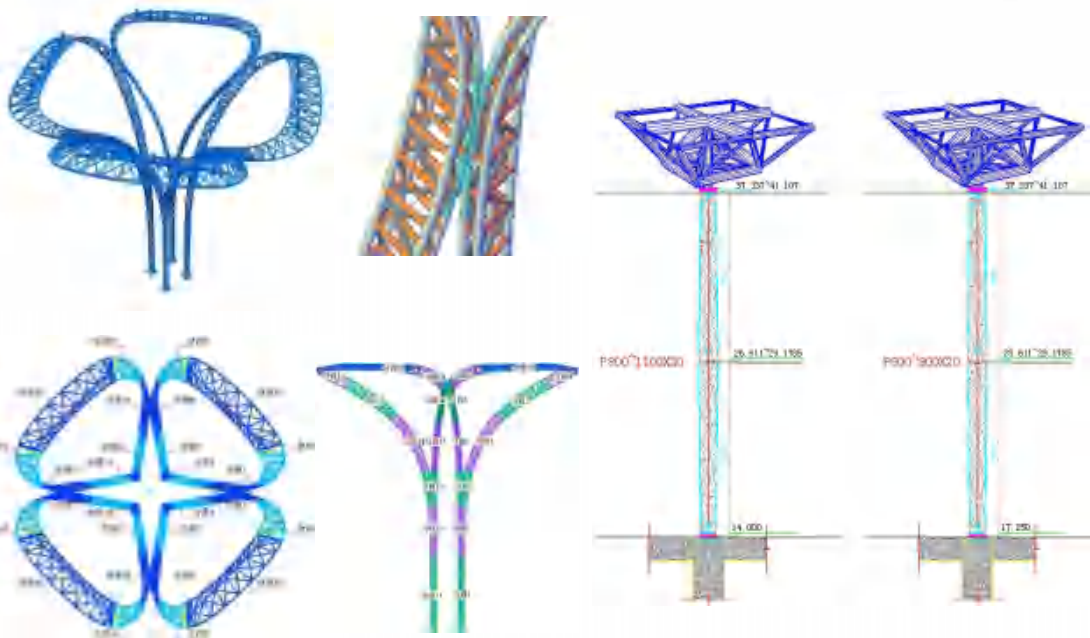
屋面网架拼装：封边桁架提升至17.25m后，下部投影范围内搭设满堂脚手架铺设模板，用于钢结构网架的拼装，满堂架采用盘扣式脚手架搭设，其满堂架搭设完成后经验收合格后开始拼装钢网架，待荷花谷区域钢网架拼装完成后再次提升至设计标高。



钢结构提升就位与已完网架连接：上部钢结构网架拼装完成二次提升就位后，与既有结构进行连接，采取高空焊接合拢杆件工艺，确保合拢口的焊接质量。根据温度检测记录情况，保证结构温度在合拢要求温度范围时方可进行合拢焊接，并尽快在具备合拢温度的时间段内完成。



操作要点



荷花谷柱及摇摆柱安装：荷花谷柱根据吊装工况将其分为20段，网架提升就位后开始进行倒序，安装，利用钢平台进行吊装，在封边桁架和网架上弦上设置吊装点，采用卷扬机辅助吊装就位。摇摆柱采用其汽车吊在结构外侧进行吊装同时楼面采用汽车吊配合辅助分三段吊装。

混凝土灌注网架卸载：摇摆柱采用顶升法灌注，混凝土灌注结束达到设计强度后对网架进行卸载，拆除临时支撑胎架后进行荷花谷柱与上部网架的连接。



效益分析

质量效益

解决了异形双曲钢结构造型柱精准对接的问题。有效避免了因各异形双曲杆件焊接错位影响整体钢结构造型问题。异形双曲钢结构完美提升安装，实现了其独特的艺术造型，保证了钢结构施工质量。

进度效益

采用异形双曲钢结构倒序安装施工技术，荷花谷异形双曲钢结构柱施工周期比计划周期提前约30天，为后续后续金属屋面工程及精装修工程提前插入创造有利条件，节省了工期，为施工管理带来显著的进度效益。

环保效益

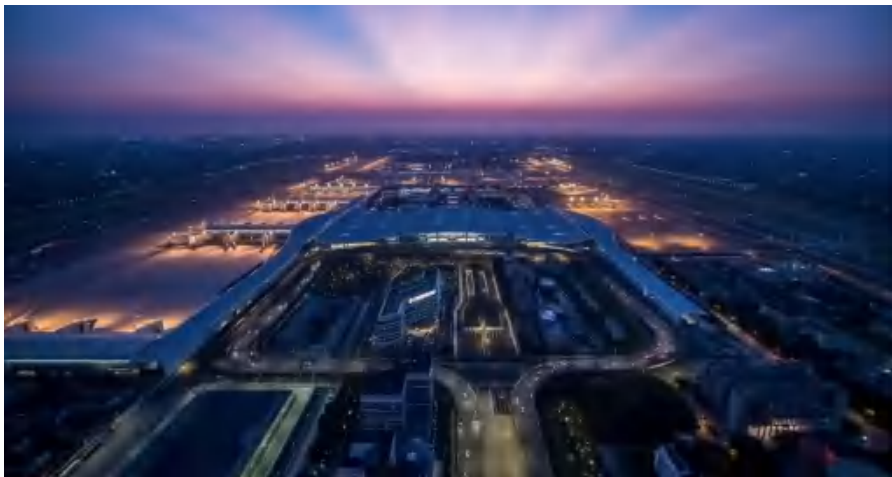
项目采取工厂内集中加工分段组装至现场后进行吊装焊接，降低现场焊接量，同时采用可周转盘扣式脚手架作为拼装平台，实现材料周转使用，有效保证了项目绿色施工文明施工的环保要求。

经济效益

可以节省钢结构焊接打磨费用，节省了人工和材料，同时为GRG装饰板以及天窗大吊顶施工提供精准基面，节约了人力物力成本，提高了工效。



工程应用与科技成果



应用实例1：杭州萧山国际机场三期项目新建航站楼及陆侧交通中心工程项目



应用实例2：杭州奥体中心主体育馆、游泳馆、综合训练馆项目



发明专利：异形钢结构的安装方法



微信搜一搜

107

金瓦刀

装配式钢结构住宅外墙防渗 防裂建筑构造施工工法



工艺概况-施工现状分析

工艺类别：钢结构

现状描述：墙体渗水、开裂

问题原因：钢结构体系特点、钢材与墙体的材料特性差异等

问题性质：普遍

问题描述：

- 1、部分墙体渗水。
- 2、部分墙体有开裂。
- 3、影响装饰施工进度。
- 4、影响装饰施工质量。



工艺概况-工法特点

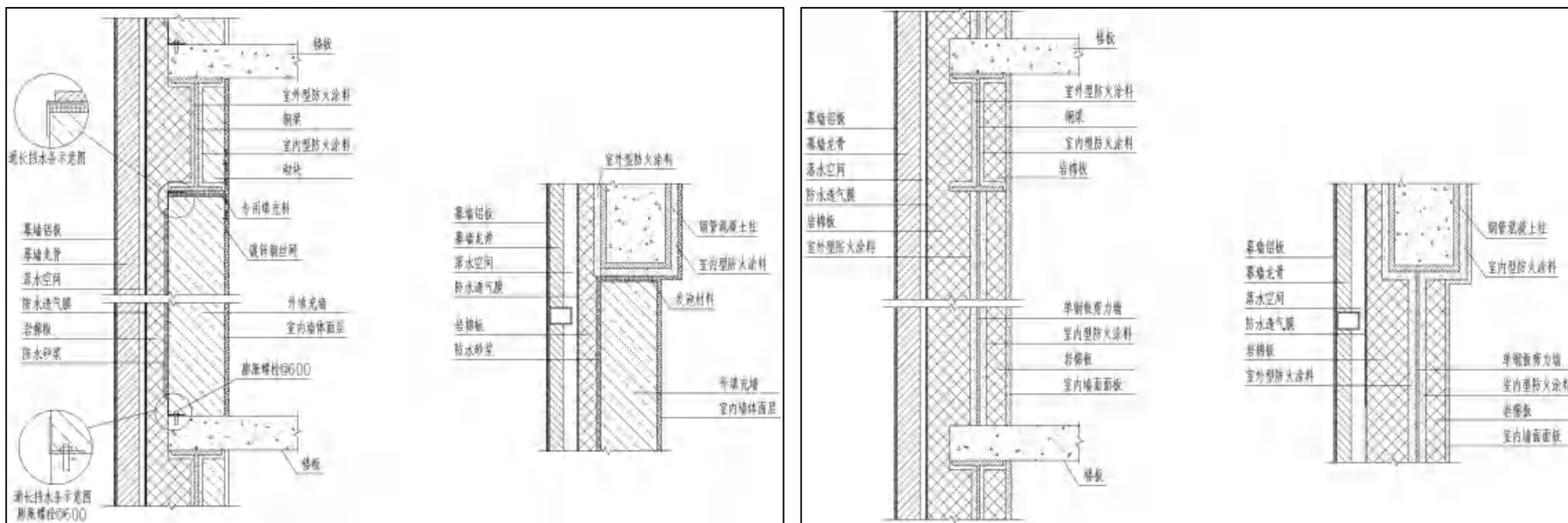


装配式钢结构住宅外墙防渗防裂建筑构造施工工法

为了解决以上难题，我司技术团队完成装配式钢结构住宅外墙防渗防裂建筑构造研发，细究建造成本和工艺可行性，采用样板先行论证的方式进行工艺总结与改进，最终全面应用于我司装配式钢结构住宅项目。



工艺原理



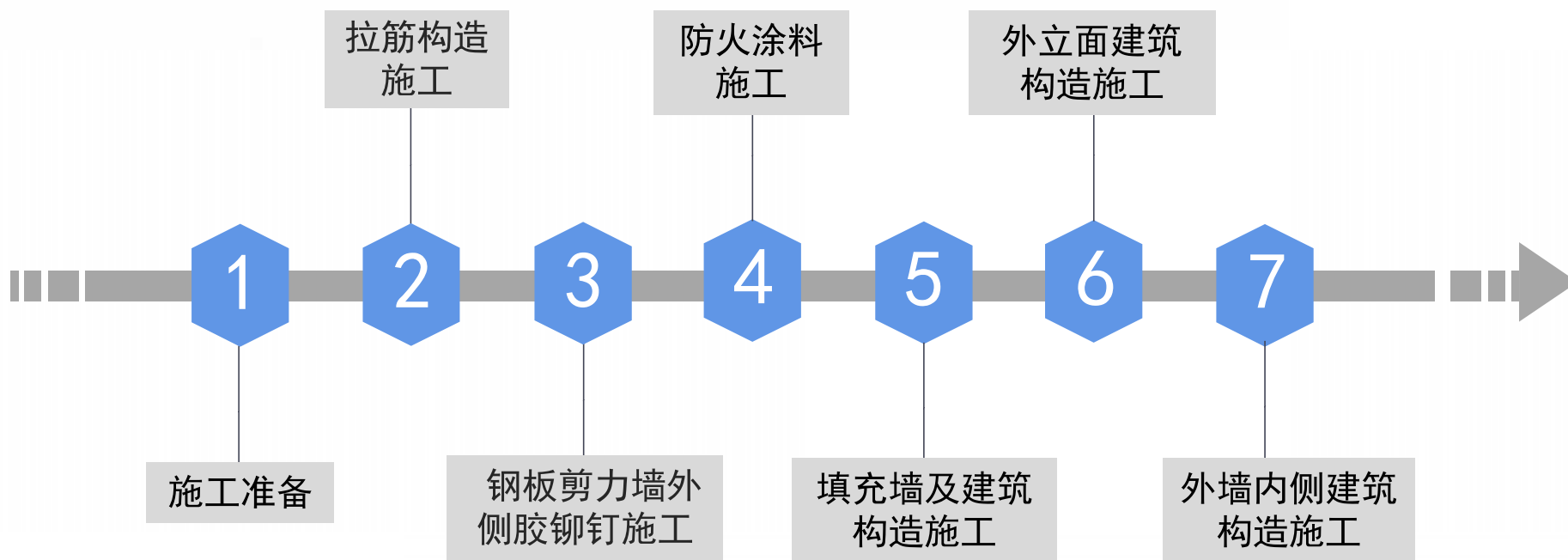
装配式钢结构住宅防渗防裂建筑构造，分为填充墙和单钢板剪力墙两种类型，填充墙包含砌块、条板等墙体。填充墙位置室外渗水路径为：幕墙铝板→落水空间→防水透气膜→岩棉板→防水砂浆→挡水条、发泡材料→填充墙→室内墙体面层。单钢板剪力墙位置室外渗水路径为：幕墙铝板→落水空间→防水透气膜→岩棉板→单钢板剪力墙→室内墙面面板。在整条渗水路径上设置多道防水构造，刚性、柔性相结合的原则设置防裂构造，以干式施工工艺为主，内装及管线等填充体与钢结构分离，降低开裂、渗水风险，提升装配式钢结构住宅品质。



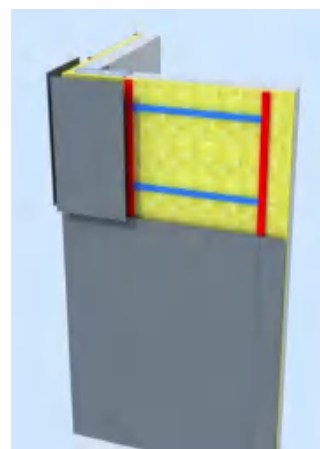
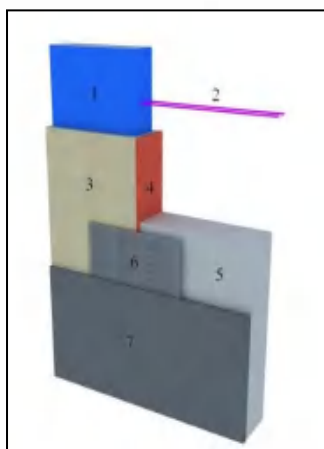
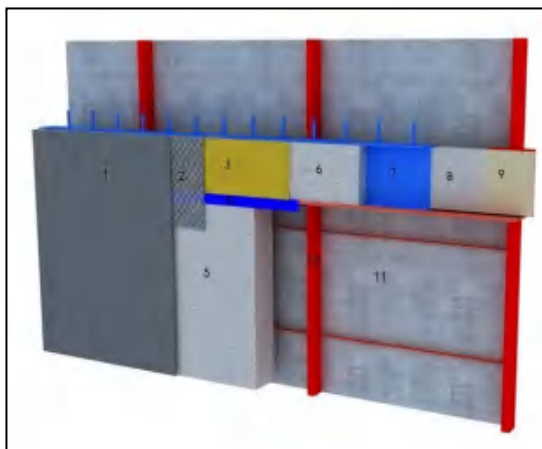
微信搜一搜

金瓦刀

工艺流程



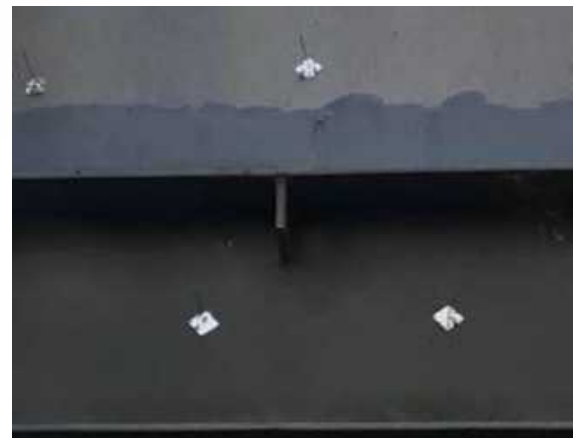
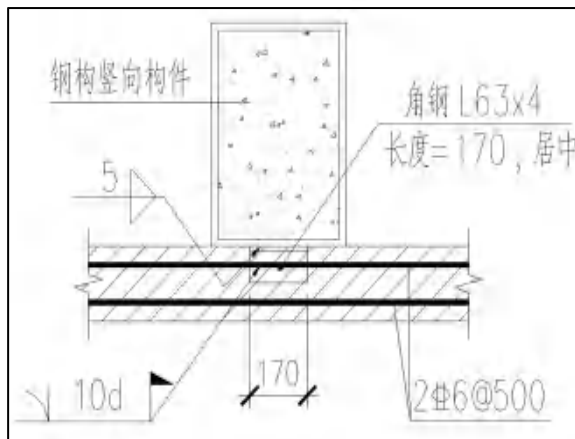
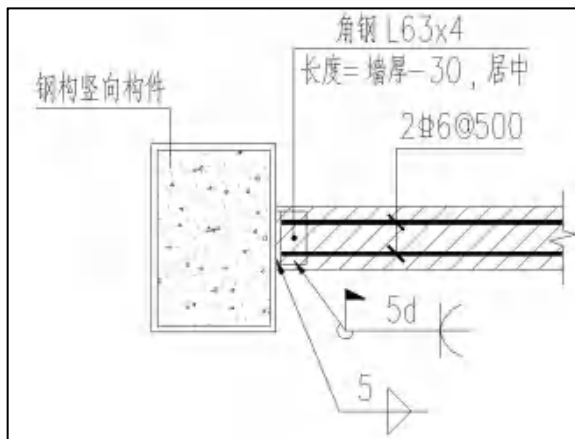
操作要点



施工准备：1、根据设计图纸，结合BIM技术，详细深化各个防渗防裂建筑构造做法，并制作三维模型和工艺模拟动画，明确详细工艺流程与操作要点。2、编制专项施工方案，施工前项目技术负责人向施工人员做技术交底，确保项目管理人员及施工作业班组熟悉防渗防裂建筑构造图纸、施工工艺流程及施工要点和要求，确保施工质量。3、根据防渗防裂建筑构造设计图纸，提前准备所需材料，且所有材料有序堆放。4、按要求进行样板施工，并总结经验。



操作要点



拉筋构造施工：1 在钢柱表面进行墙体位置放线，每隔500mm高度焊接一个角钢，角钢长度根据拉筋构造示意图确定，并在角钢表面按拉筋构造示意图焊接拉筋。2 焊接完成并自然冷却后，及时清理焊渣并进行油漆修补。另外，需将钢筋上弯，并套上PVC保护套进行成品保护。确保综合施工质量。

单钢板剪力墙外立面胶粘铆钉施工：在单钢板剪力墙外表面进行胶粘铆钉施工，铆钉长度应满足防火涂料外侧的岩棉板安装。



操作要点

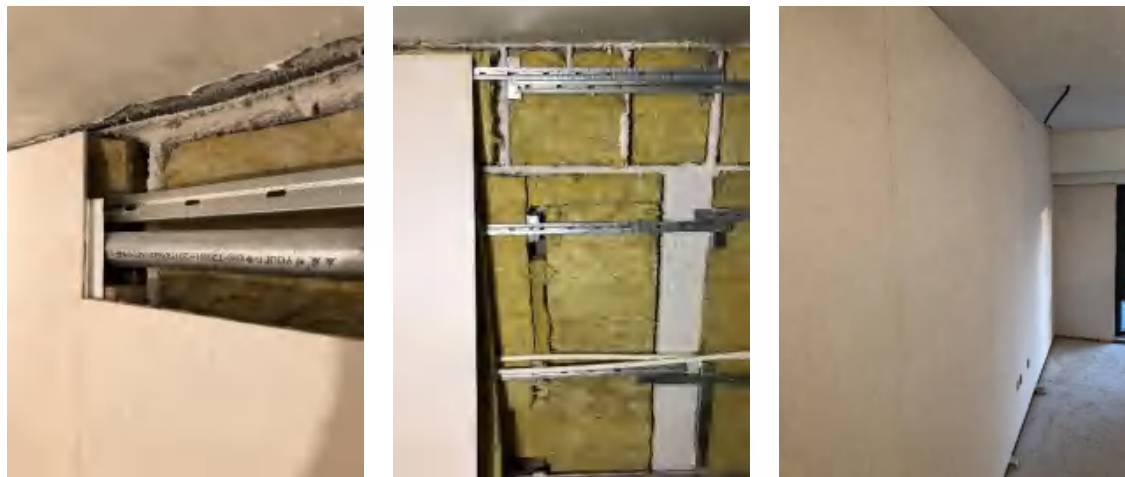
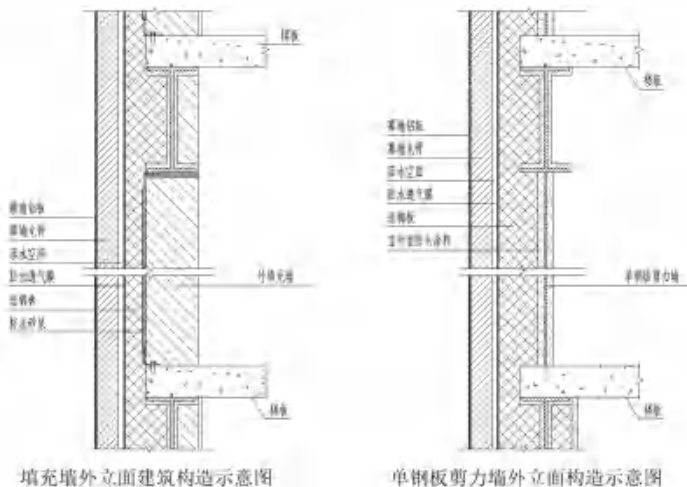


防火涂料施工：1、厚型防火涂料的厚度根据相关要求、产品性能确定。防火涂料应根据结构所在位置进行选择。2、涂料涂装前应分层喷涂。3、涂料喷涂前，采用PVC管将钢梁腹板处的机电穿线孔洞进行填塞防护，确保穿线孔洞的洞口尺寸、直径等不受影响。5、对于不需喷涂的钢梁表面，在涂装施工之前，应用不干胶带进行临时包裹。6、单钢板剪力墙表面的防火涂料喷涂前，先在其表面按纵、横向300mm间距布设钢钉，挂设钢丝网，再喷涂涂料。

填充墙及建筑构造施工：1、钢结构装配式住宅的外填充墙选择蒸压加气混凝土砌块和条板。施工前应确保达到养护期限。2、对外填充墙安装部位进行场地清理、平整，再放线。在楼板上每隔600mm安装膨胀螺栓，通长挡水条焊接，在钢梁下翼缘焊接通长挡水条。3、填充墙使用BIM技术进行深化设计、排版，精准施工。砌块嵌缝用专用胶泥，条板嵌缝用专用修补料。挡水条与墙体交接位要设防水材料。



操作要点



外立面建筑构造施工：填充墙外立面建筑构造施工顺序为：防水砂浆施工→幕墙龙骨安装→岩棉板（自带铝箔）安装→防水透气膜安装→幕墙铝板安装。单钢板剪力墙外立面建筑构造施工顺序为：胶粘铆钉施工→防火涂料喷涂→幕墙龙骨安装→岩棉板（自带铝箔）安装→防水透气膜安装→幕墙铝板安装。

外墙内侧建筑构造施工：外墙内侧建筑构造分为填充墙和单钢板剪力墙两种，其中单钢板剪力墙内侧采用装配式墙体。1、填充墙位置的钢梁腹板填充砌块，施工前通过深化设计形成砌块排版图，砌块经集中加工，采用专用粘结剂与钢梁表面防火涂料粗糙面粘结。墙体面层施工时，在钢梁与墙体、钢柱与墙体交接处设置不小于300mm高的镀锌钢丝网片，镀锌钢丝网片与墙体、钢梁内砌块应有可靠连接。2、单钢板剪力墙内侧采用装配式墙体，需填塞岩棉，根据要求填塞密实。通过深化设计确保精准施工。安装面板龙骨时，保证面板安装平整度。



效益分析

质量 效益

解决了传统装配式钢结构住宅墙体渗水、开裂的问题，墙体接缝平整美观，有效提高了混凝土的观感质量。

进度 效益

在住宅外墙常用建筑构造基础上，针对钢结构的特点进行小范围创新和改进，使其适用于装配式钢结构住宅外墙，较之前的外墙施工效率提高不少。

环保 效益

本工法满足建筑节能工程的有关要求，有利于推进钢结构装配式住宅配套技术研发，促进钢结构装配式住宅的推广。

经济 效益

本工法的实施，有效降低装配式钢结构住宅外墙渗水、开裂的风险，减少外墙保修维护工作，减少对房屋使用功能的影响，降低外墙保修维护费用，取得了较好的经济效益。



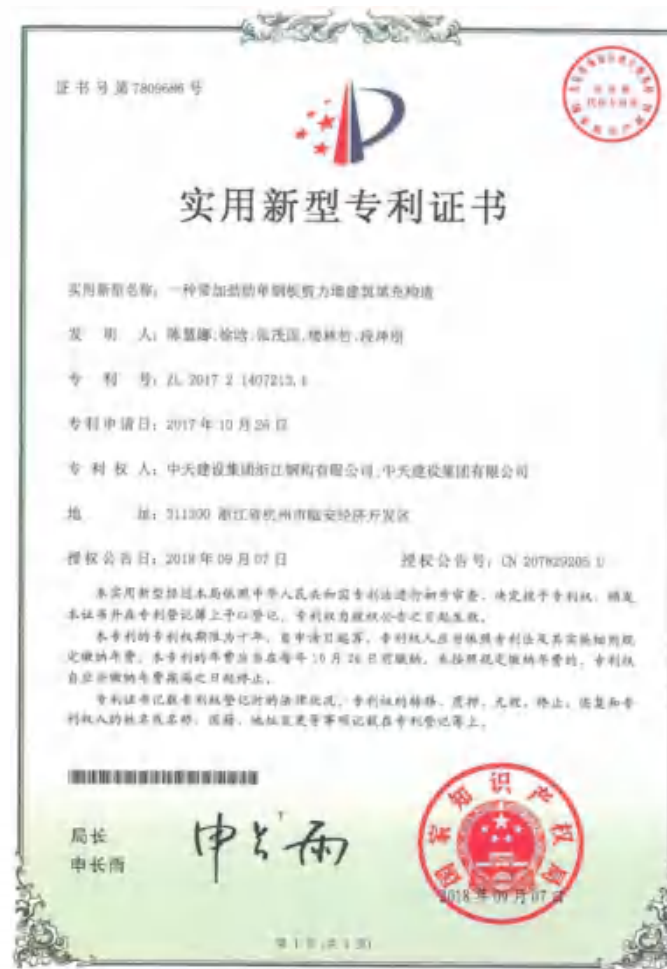
工程应用与科技成果



应用实例1：杭政储出[2017]5号地块商业商务用房项目（一期）



应用实例2：杭政储出[2017]5号地块商业商务用房项目（二期）



实用新型专利：一种带加劲肋单钢板剪力墙建筑填充构造



钢结构外立面悬挑异型构件 支模施工工法



工艺概况-施工现状分析

工艺类别：钢结构外立面新增混凝土结构

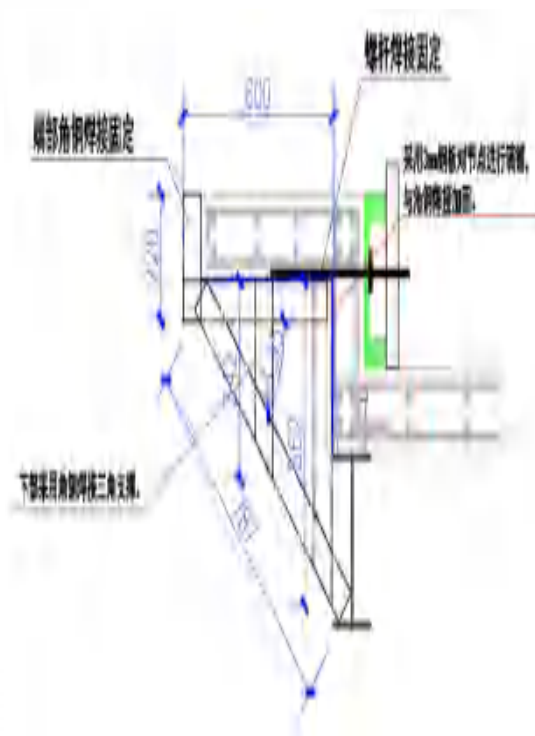
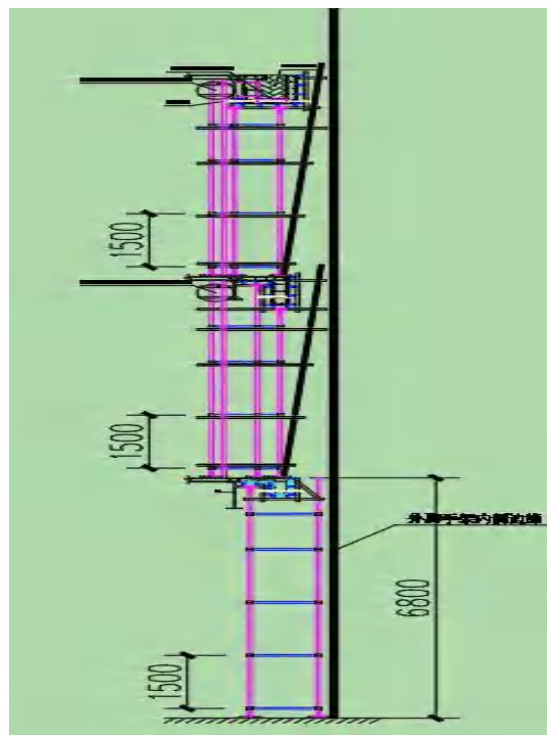
现状描述：传统支模施工困难

问题原因：外立面悬挑构件楼层高、形状复杂，传统支模施工工艺不利于施工。

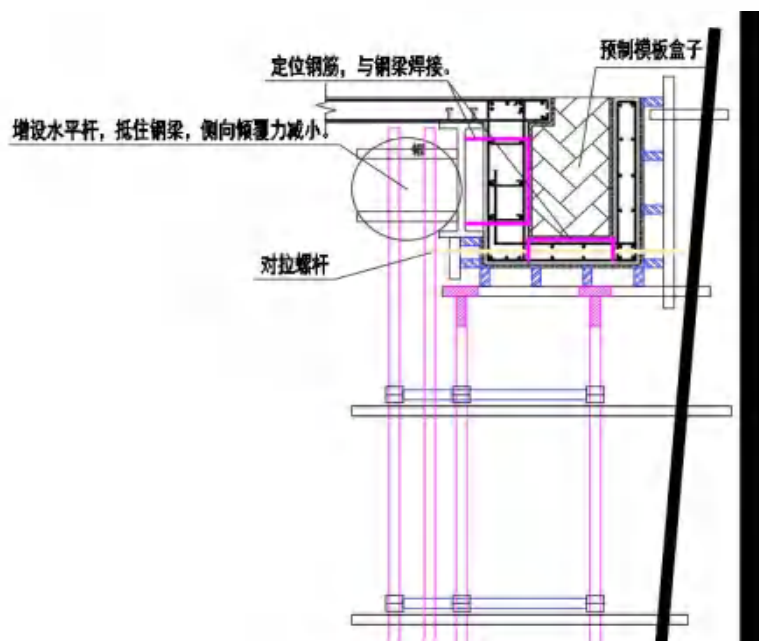
问题性质：普遍

问题描述：

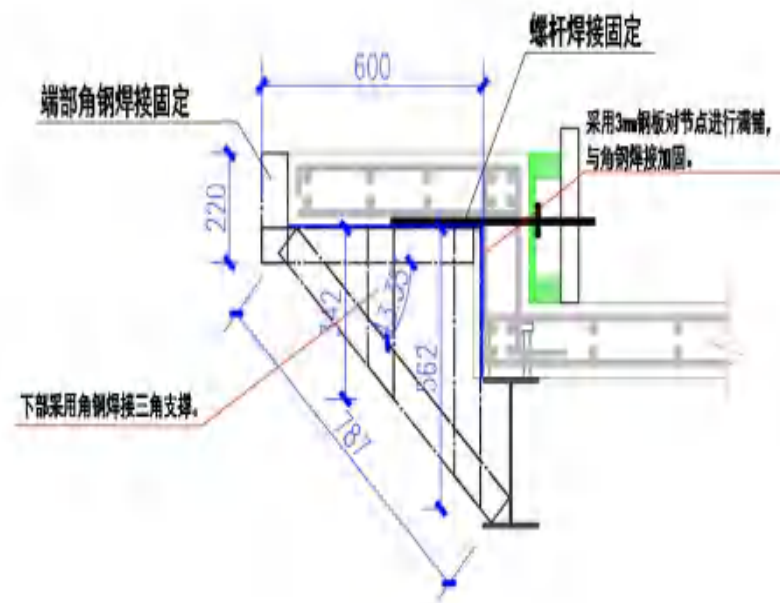
- 1、混凝土成型观感不理想。
- 2、成本投入极大。
- 3、施工安全隐患极大。
- 4、影响外立面幕墙施工进度。



工艺概况-工法特点



传统支模施工工艺



钢结构外立面悬挑异型构件支模施工工法

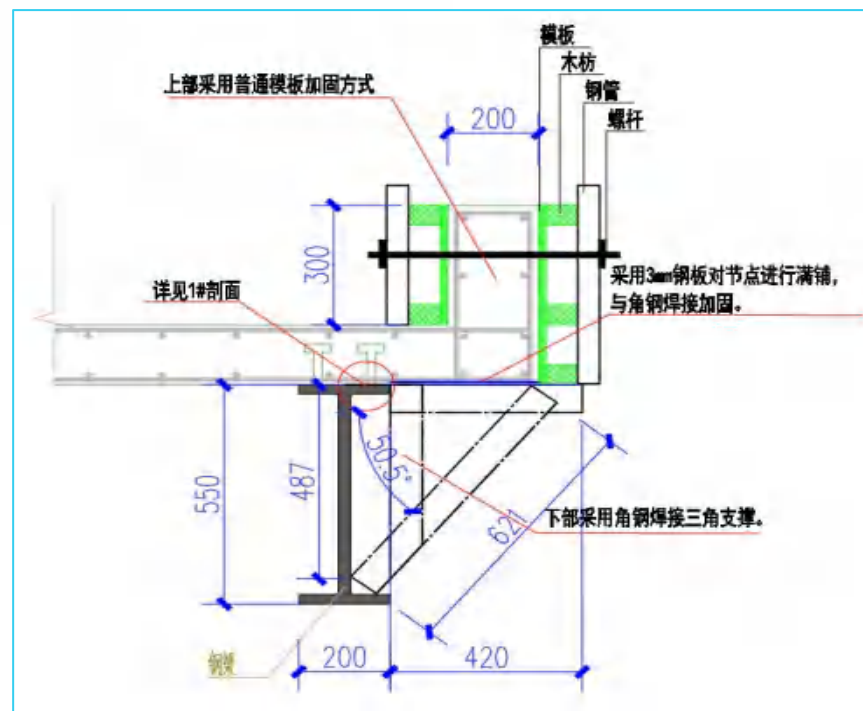
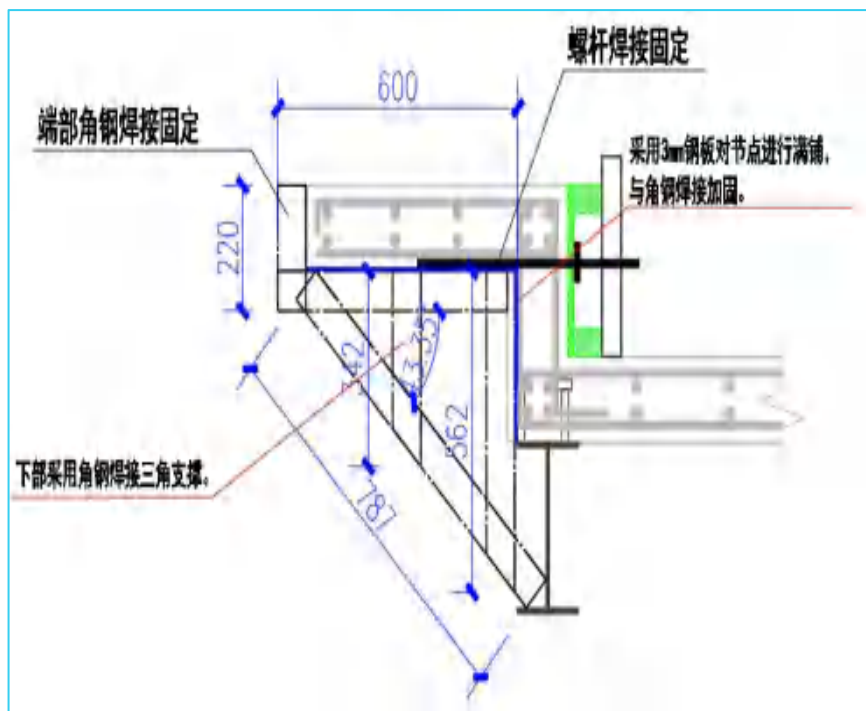
为解决上述问题，我们研发出一种钢结构外立面悬挑异型构件支模施工工法。本工法具有施工效率高，节约成本、有效减少安全隐患、观感质量好等优点，角钢支撑可根据现场各个节点构造不同，多变性，现场加工，且满足受力要求，方便施工，适用性强，具有突出的经济效益和社会效益，具有良好的推广价值。



微信搜一搜

金瓦刀

工艺原理

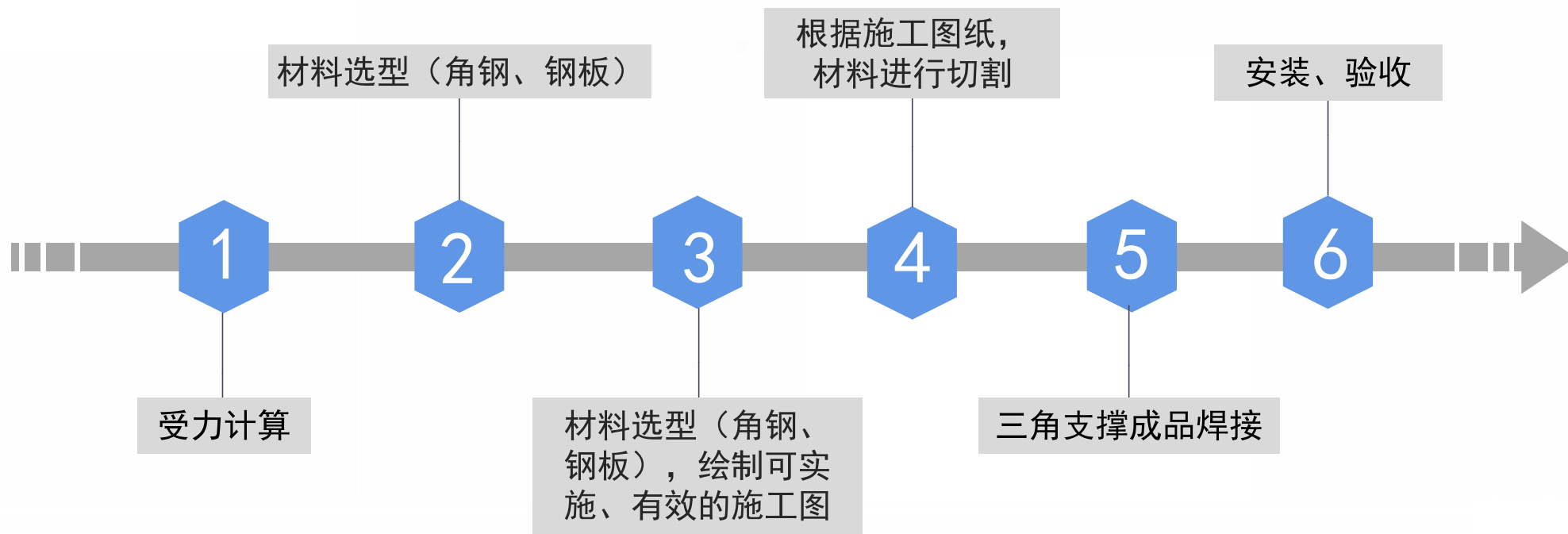


钢结构外立面悬挑异型构件支模施工工法：根据钢结构外立面小型悬挑构件的独特造型，是利用成品角钢支撑结构，与主体钢梁进行焊接，将荷载传递主体钢结构，组成一种新型模板支撑体系。

替代传统支模方式，提高施工质量和效率，降低施工难度和风险。



工艺流程



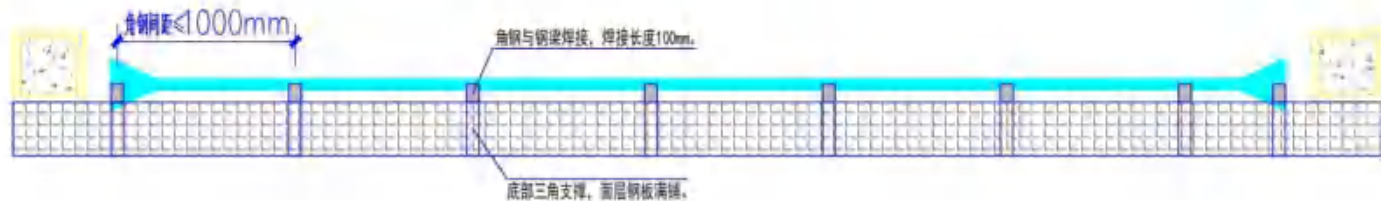
微信搜一搜

金瓦刀

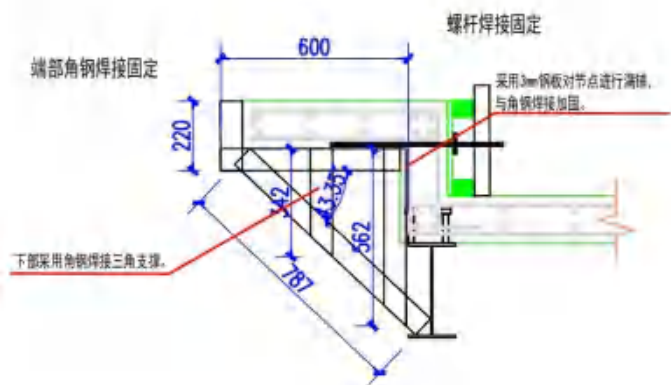
操作要点

根据甲方提供的结构设计图纸，按照钢结构及混凝土外立面悬挑的造型，每个构件的长度、厚度，经过详细的受力验算，方可制作成品角钢模具。

绘制有效的、可实施性的平面图、剖面图。利用三维建立模型，可更加直观的、详细的施工过程。



平面图



剖面图



三维立体模型



操作要点



材料选型：根据相应软件计算，底部支撑采用国标7#角钢加固，面层采用3mm厚钢板铺设，满足受力要求。



角钢施工方法：根据钢梁与板之间间距，先焊成品三角支撑，内侧直边与钢梁焊接，斜撑抵住钢梁内侧阴角，三角撑中间处增加支撑固定，角钢间距500mm。



操作要点



成品角钢安装完成后，在角钢面层与侧面安装钢板。



T型严格落实搭接焊工艺试验，焊接抽检必须符合规范要求。对焊缝对探伤检查。



操作要点



现场混凝土浇筑成形质量好。



此工法支撑体系，无需拆除，永久留设，钢材需做防锈、防火处理，外侧由目前铝材包裹。



微信搜一搜

金瓦刀

效益分析

质量效益

角钢支撑外立面节点支模通过焊接工艺评定、焊接试验更加保证了节点处的施工质量，且具有良好的稳定性，防止浇筑混凝土时发生漏浆、爆模等现象发生。外立面节点与楼承板一次性浇筑完成，观感也得到了提升。

进度效益

根据37号令要求，8米以上支模施工方案，需经专家论证通过后方可施工，优化角钢支模后，经软件计算角钢受力通过，便可进行施工。角钢采购后进行现场切割焊接，一跨8.4米节点，施工周期约为5天。

环保效益

模板使用量的减少，从根本上降低了木材的砍伐率，保护环境；此工法支撑体系，无需拆除，永久留设，钢材需做防锈、防火处理，外侧由目前铝材包裹，有效保证了项目绿色施工文明施工的环保要求。

经济效益

可以省却浇筑时的漏浆、爆模现象，并减少了模板的使用量，节省了人工和材料，大大降低了该施工阶段的成本。



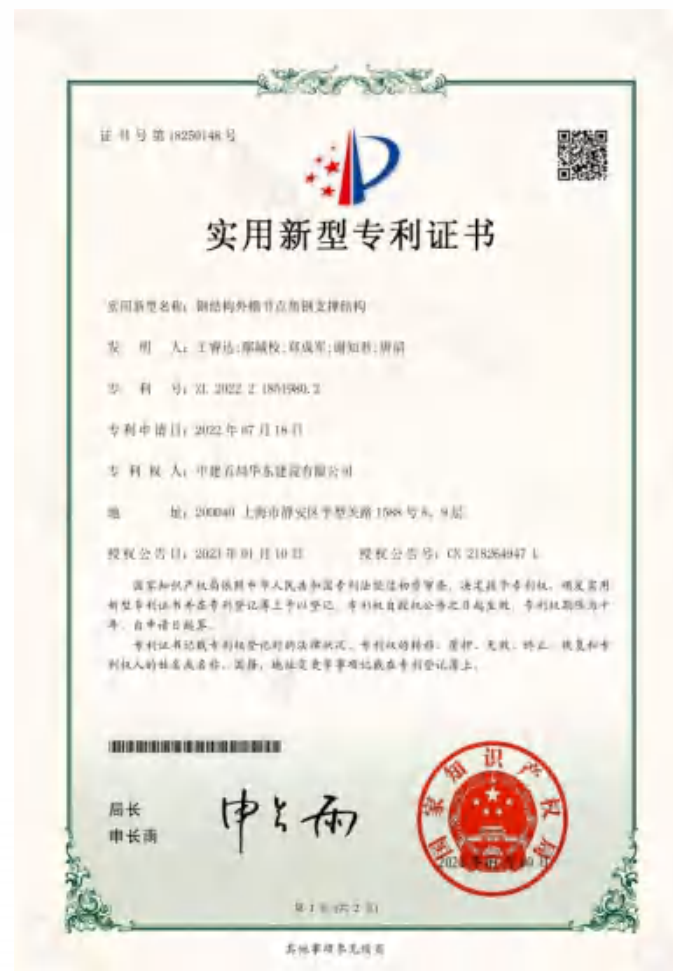
工程应用与科技成果



应用实例1：千岛湖银泰城（新城店）（B区块）项目



应用实例2：千岛湖银泰城（广场店）项目



实用新型专利：钢结构外檐节点角钢支撑结构



超大箱型Y型变截面钢立柱 加工及施工工法



工艺概况-施工现状分析

工艺类别：钢结构

现状描述：Y型钢结构立柱加工吊装困难

问题原因：Y型立柱长重量大，重心定位难，加工复杂。

问题性质：个别

问题描述：

- 1、立柱内部空间狭小且冗长，焊接困难。
- 2、吊装容易引发扭转，造成安全事故。



微信搜一搜

金瓦刀

工艺概况-工法特点

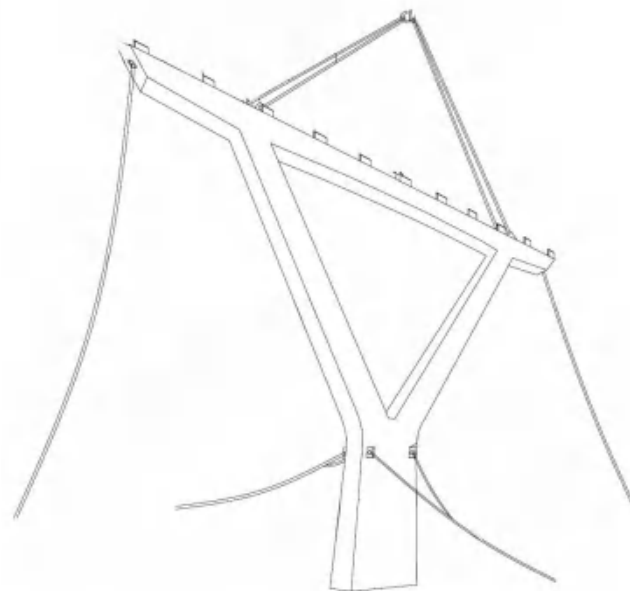
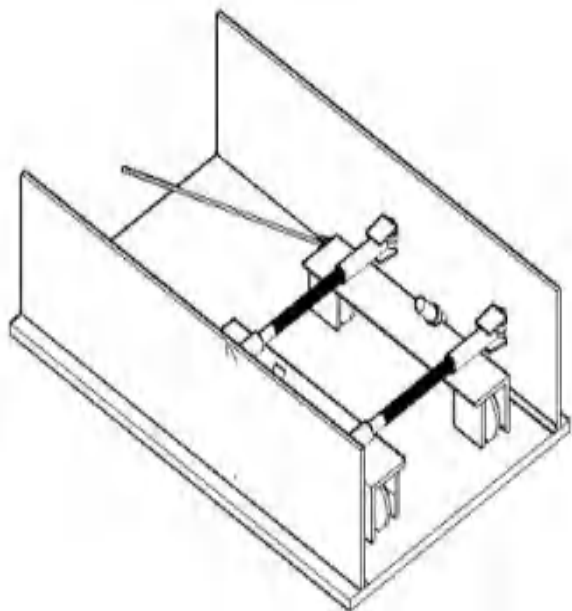


超大箱型Y型变截面钢立柱加工及施工工法

为解决上述问题，我们研发出一种超大箱型Y型变截面钢立柱加工及施工工法。本工法解决了变截面箱型构件内部焊接容易出现的质量问题，同时也解决了不规则构件（如Y型柱）在起吊过程中的扭转、摆动等问题，大大降低了安全隐患，得到了一致的好评，极具推广价值。



工艺原理

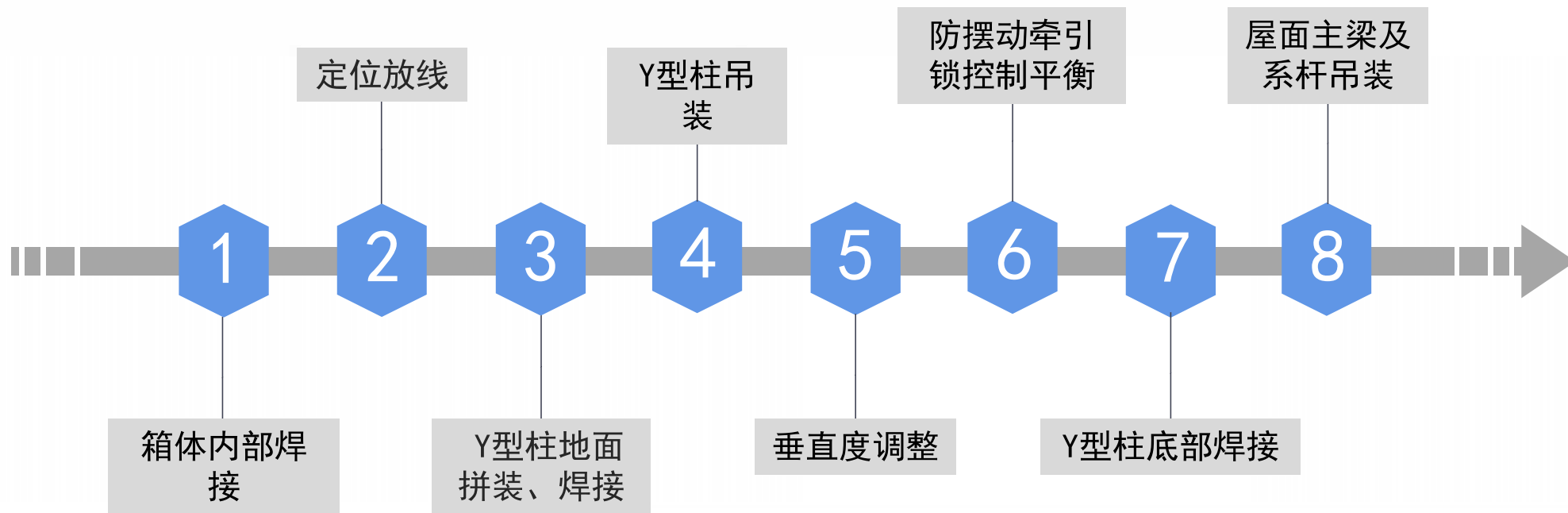


首先采用自主研发自动焊接小车解决该类焊接的痛点，保证焊缝质量。

再通过吊装索外侧设置安全索保障吊装安全，并采用横梁两端固定的防扭转牵引索来控制往复扭转，通过直柱体前后的防摆动牵引索来控制前后往复摆动，能在吊装过程中快速控制Y型柱身达到稳定状态，避免长时间扭转和摆动导致吊装失效、造成施工事故。



工艺流程



操作要点



箱体内部焊接：利用小车以及自动焊机相连的连接件实现人工或现有机器无法焊接的问题或焊接质量无法得到保证的问题。



定位放线：根据图纸测量放线进行定位。



Y型柱地面拼装、焊接：根据Y型钢柱特点，首先把材料运到拼装位置，根据现场条件就近进行拼装。



操作要点



Y型柱吊装：对柱基础定位进行复核，复核符合安装要求后，在预埋件处设置定位板控制轴线偏差后再吊装。



垂直度调整、防摆动牵引锁控制平衡：吊起的钢柱初步就位，在柱横梁四角用缆风绳固定，柱底设挡板控制轴线偏差，测量钢柱轴线、标高、垂直度，用缆风绳、手拉葫芦、千斤顶调节钢柱位置。



操作要点



Y型柱底部焊接：柱底与埋件焊接，本焊缝为全熔透一级焊缝，焊接质量高，焊前清除焊道杂物、除锈，清除焊道两边障碍物，使施焊顺畅，避免影响焊接质量，吊装屋面梁前完成柱底与埋件的焊接工作。



屋面主梁及系杆吊装：完成剩下主梁及系杆吊装。



效益分析

质量效益

通过小车以及自动焊机相连的连接件实现人工或现有机器无法焊接的问题，保证了焊接质量。

进度效益

通过在吊装索外侧设置安全索保障吊装安全，并采用横梁两端固定的防扭转牵引索来控制往复扭转，通过直柱体前后的防摆动牵引索来控制前后往复摆动，保证了吊装效率加快了施工进度。

环保效益

节省了大量保护措施，从而有效减少了各类防护措施产生的建筑垃圾。

经济效益

相较于传统吊装，节省了工期和各类环保措施，减少了人工焊接费用以及吊装机械租赁费，单根相较于传统减少2850元。





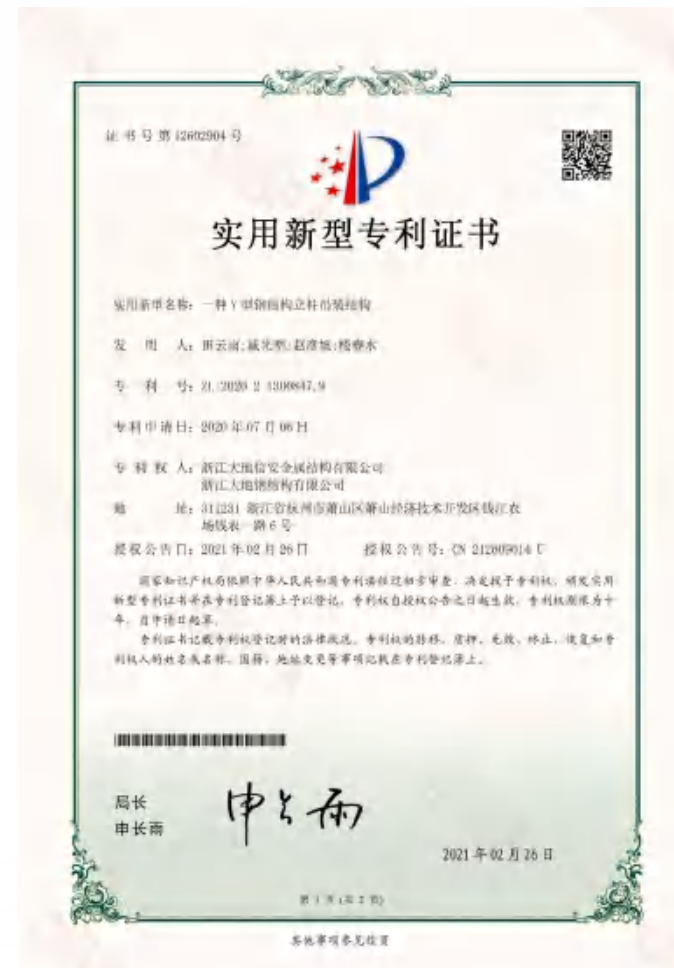
工程应用与科技成果



应用实例1：晋江国际会展中心钢结构工程



发明专利：箱体内部焊接设备



实用新型专利：一种Y型钢结构立柱吊装结构



应用实例2：龙山县体育中心项目



微信搜一搜

金瓦刀

钢管束住宅楼板角钢桁架 免竖向支撑施工工法



工艺概况-施工现状分析

工艺类别：装配式钢结构楼板模板工程

现状描述：钢筋桁架楼承板底模拆除漏筋返锈，装配式钢筋桁架楼承板底模弯钩安装要求高，拆除后需修补弯钩洞口

问题原因：底模拆除后顶板处理

问题性质：对钢结构住宅影响较大

问题描述：

- 1、焊接式钢筋桁架楼承板底模人工拆除费工费时，且会漏筋返锈。
- 2、装配式钢筋桁架楼承板底模弯钩安装要求高，安装及拆除费工费时。
- 3、增加额外的修补成本。
- 4、影响装饰面层施工进度及质量。



工艺概况-工法特点



现浇板模板支撑传统做法



钢管束住宅楼板角钢桁架免竖向支撑施工工法

为解决上述问题，我们研发出一种钢管束住宅楼板角钢桁架免竖向支撑施工工法。本工法具有施工效率高、节约成本、施工便捷、楼板底部混凝土观感质量好等优点，且有效的保证了楼承板底部混凝土的成品质量，成功解决了钢筋混凝土楼板与钢结构相结合的难点，具有突出的经济效益和社会效益，促进了在钢结构住宅工程中的应用。



工艺概况-工法特点



装配式楼承板竖向支撑做法

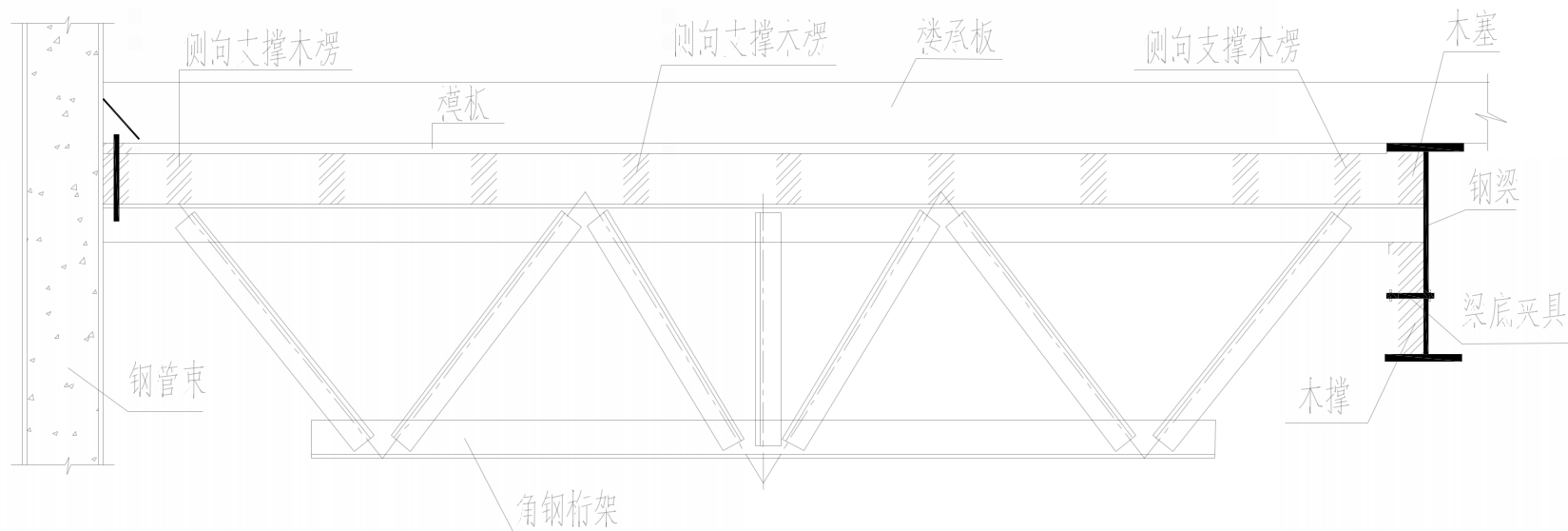


钢管束住宅楼板角钢桁架免竖向支撑施工工法

为解决上述问题，我们研发出一种钢管束住宅楼板角钢桁架免竖向支撑施工工法。本工法具有施工效率高，节约成本、有效减少接缝漏浆、观感质量好等优点，且有效的保证了叠合板拼缝现浇板带及梁板交接处的成品质量，具有突出的经济效益和社会效益，具有良好的推广价值。



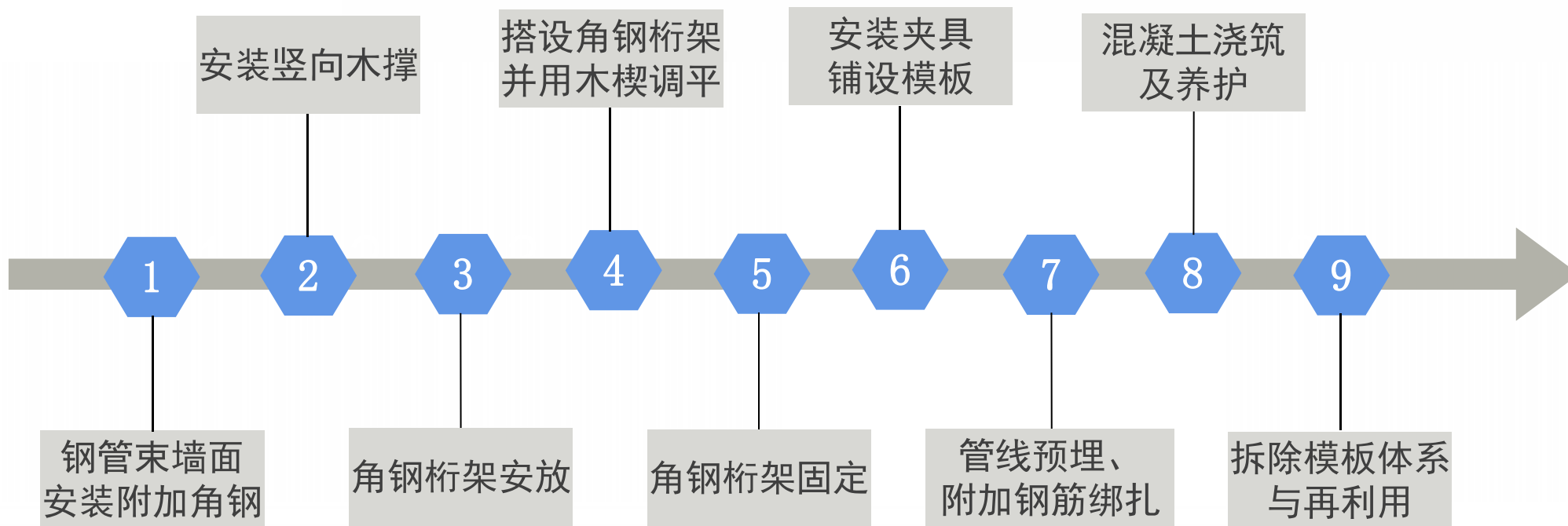
工艺原理



角钢桁架是由若干个角钢焊接组装完成，它能够满足支撑体系所需要的强度和刚度要求。角钢桁架模板支撑的特点在于不设竖向支撑，角钢桁架两端搁置于 H 型钢梁下翼缘或钢管束剪力墙附加角钢上；通过木撑进行传力并控制标高，同时在木撑与桁架两端之间设置木楔，进一步起到垫平及固定的作用。最后在桁架端部塞入垫木和塞木，保证了角钢桁架端部的稳定。



工艺流程



操作要点



钢管束上安装附加角钢：根据角钢桁架间距、高度等信息，在钢管混凝土束墙面安装（焊接）附加角钢。



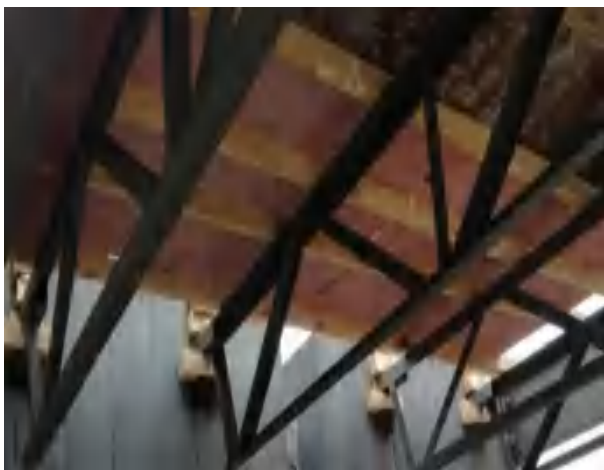
安装竖向木撑：在工程结构钢梁下翼缘或钢管束墙附加支座上安装木撑，上下与H钢梁接触面顶紧，竖向木撑应标高一致。



角钢桁架的安装：将1角钢桁架，塞进木撑支座内就位，并采用垫木和木楔进行固定。



操作要点



搭设角钢桁架并用木楔调平：
角钢桁架采用小方木或木楔与钢梁上翼缘或钢管束抗剪角钢顶紧，同时角钢桁架两端与腹板或钢管束墙顶紧。



角钢桁架固定：角钢桁架调整标高并固定后，可以增设一道水平系杆，系杆采用 $\phi 48 \times 3.5$ 钢管，固定在桁架下弦，防止桁架因外力倾倒。



安装夹具、铺设模板：方木搁置于角钢桁架上方，模板铺设方木上方，采用铁钉与方木进行固定。同时进行钢梁下的专用夹具安装



操作要点



管线预埋、附加钢筋绑扎：先进行水电管线的敷设与连接工作，按设计图纸绑扎附加钢筋。



混凝土浇筑养护：使用平板振动器振捣从中间向两侧连续浇筑混凝土；浇筑完毕后12小时内，使用塑料布对砼表面进行覆盖并浇水养护，养护时间不得少于14天。



拆除模板体系：应遵循先支后拆，后支先拆，先小跨后大跨，从上往下的。钢管束墙面焊接的短角钢支座，应待模板拆除完毕后进行拆除。



效益分析

质量效益

解决了钢筋桁架楼承板底模拆除漏筋返锈，装配式钢筋桁架楼承板底模弯钩安装要求高，拆除后需修补弯钩洞口等影响观感的问题。拆模后的板底混凝土平整美观，有效提高了混凝土的观感质量。

进度效益

无竖向支撑模板系统铺设快捷、加固方便；角钢桁架具有较强的承载力，能够满足施工要求，桁架安装速度较快，减少了工作量，节省了工期，为施工管理带来显著的进度效益。

环保效益

角钢桁架由角钢组成，利用主体结构作为桁架的支撑点，中间不设支撑。减少了材料的消耗，节约了资源，保证了施工场地的整洁，改善了施工环境，符合项目绿色施工文明和施工的环保要求。

经济效益

成功解决了钢筋混凝土楼板与钢结构相结合的难点，促进了该模板体系在钢结构住宅的应用，节省了人工和材料，大大降低了该施工阶段的成本。





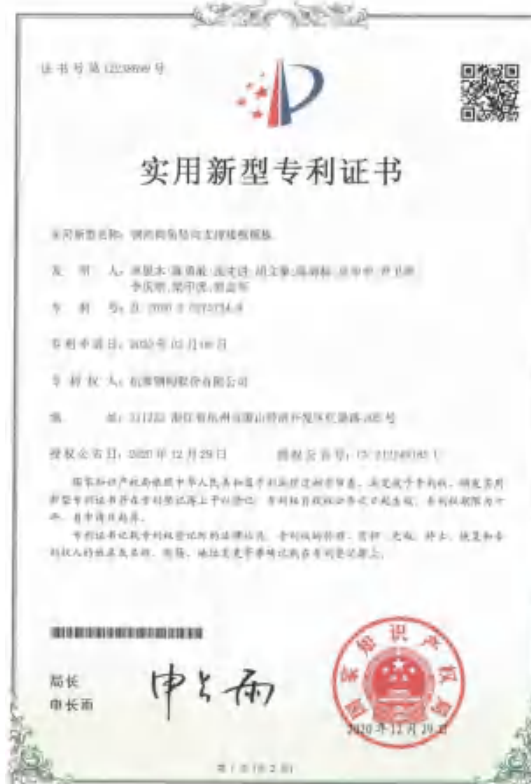
工程应用与科技成果



应用实例1：万郡大都城住宅小区三期



应用实例2：杭政储出[2017]22号地块商品住宅（设配套公建）工程



专利：钢结构免竖向支撑模板、一种可调节装配式楼承板支撑工具

