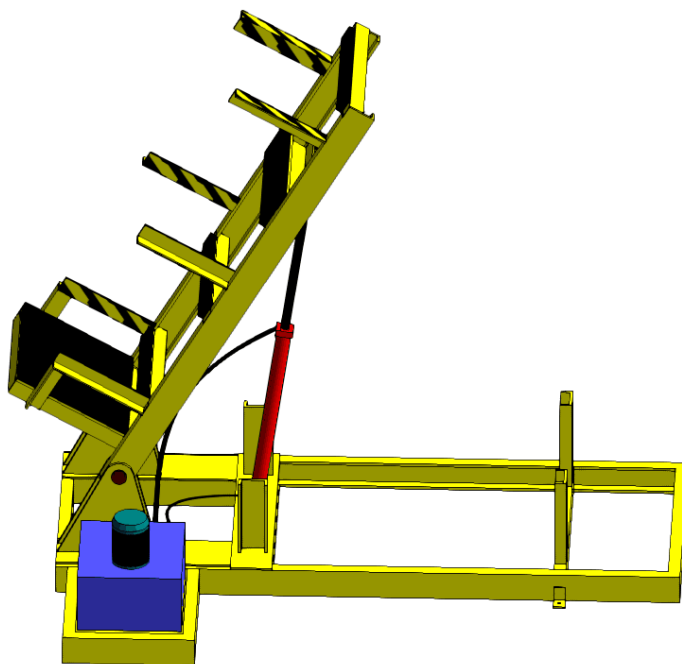


PC 柱吊装辅助装置的研制



广西建工集团第二安装建设有限公司

“积极奋斗”QC 小组

二 0 一九年三月一日

目录

一、 工程概况	1
二、 小组概况	1
三、 选择课题	2
四、 设定目标及目标可行性分析	7
五、 提出方案并确定最佳方案	11
六、 制定对策	24
七、 对策实施	26
八、 效果检查	39
九、 标准化	42
十、 总结和下一步打算	43

PC 柱吊装辅助装置的研制

广西建工集团第二安装建设有限公司

“积极奋斗”QC 小组

一、工程概况

装配式建筑现代化产业园倒班楼工程位于柳州市柳北区白露乡白露大道北侧，总建筑面积 15021.02 m²，地上 8 层，建筑总高度 30.5 米，整体为装配式框架结构，装配率高达 63%，属 A 级装配建筑，且是目前广西区内装配率最高的建筑。本工程主体结构装配构件包括柱、梁、叠合板、外墙板和楼梯，其中 PC（precast concrete 混凝土预制构件）柱共计 335 根，数量较多且其做为重要的连接点而言，安装质量及精度要求高。传统工艺施工中，PC 柱为水平放置运输至现场，先吊运至堆场集中堆放，再采用起重机械吊运至空地上，将 PC 柱于空地上缓慢翻起至直立，而后吊装就位，直立过程易造成柱脚崩裂或失稳，不利于构件的成品保护，且存在一定安全隐患。我们迫切需要一种在 PC 柱吊运安装过程中不会影响构件外观质量，且能加快施工进度的辅助装置，于是我们 QC 小组活动由此展开。



图 1 主体结构三维模型图

制图人：韦鸿梅 审核人：梁仪

二、小组概况

“积极奋斗”QC 小组从 2018 年 9 月 10 日成立，小组人员及具体分工详见表一。

QC 小组成员及分工概况表

表 1

课题名称	PC 柱吊装辅助装置的研制					
小组名称	“积极奋斗”QC 小组					
小组口号	勇于拼搏，敢于创新					
成立时间	2018 年 9 月 10 日		小组人数	10 人		
课题类型	创新型		活动时间	2018 年 9 月～2019 年 2 月		
小组注册号	GXEA-QCZ-2018049		课题注册号		GXEA-QC-2018055	
序号	姓名	学历	职称	职务/组内职务		组内分工
1	梁 仪	本科	高级工程师	副总工程师	组长	总设计师，负责全面工作，为选择课题阶段负责人
2	林秋蕙	本科	高级工程师	质量技术处副处长	副组长	组织与协调，为设定目标及目标可行性分析阶段负责人
3	韦鸿梅	本科	工程师	质量技术处科长	副组长	技术实施、监督、指导，为提出方案阶段负责人
4	颜 燕	本科	工程师	技术负责人	副组长	受力及安全分析，为确定最佳方案阶段负责人
5	王立诚	本科	工程师	项目经理	组员	绘图及技术交底，为制定对策阶段负责人
6	王庆峰	本科	高级工程师	技术员	组员	组织实施，为对策实施阶段负责人

7	黎 莉	本科	助理工程师	施工员	组员	成本校核，为效果检查阶段负责人
8	马成凤	本科	工程师	预算员	组员	资料收集及汇总，为标准化阶段负责人
9	覃正华	本科	工程师	质检员	组员	现场质量管理，为总结和下一步打算阶段负责人
10	曾宪泉	本科	工程师	吊装起重工	组员	一线操作，参与对策实施
备注	小组成员均参加过 QC 学习，平均接受 QC 教育时间为 72 小时。					

制表人：黎莉 审核人：梁仪 日期：2018 年 9 月 10 日

为了能按时有效的完成此次 QC 小组活动，小组还专门编制了 QC 小组活动计划表，具体情况详见下表：

QC 活动计划表

表 2

阶段	任务名称	计划起止时间	2018 年				2019 年	
			9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月
P	选择课题	2018.9.11~ 2018.9.19	---					
	设定目标及目标可行性分析	2018.9.20~ 2018.9.28	---					
	提出方案并确定最佳方案	2018.9.29~ 2018.10.11		---				
	制定对策	2018.10.12~ 2018.10.15		---				
D	对策实施	2018.10.16~ 2019.1.10		---	---	---	---	
C	效果检查	2019.1.11~ 2019.1.16					---	
A	标准化	2019.1.17~ 2019.1.27					---	
	总结和下一步打算	2019.1.28~ 2019.2.3						---
注：图中虚线为计划进度，实线为活动实际进度。								

制表人：林秋蕙 审核人：梁仪 日期：2018 年 9 月 10 日

(补充修订日期：2019 年 2 月 3 日)

三、选择课题

(一) 需求分析

装配式建筑现代化产业园倒班楼工程作为目前广西区内装配率最高的建筑，备受各界关注，相关部门为切实推进装配式建筑发展，促进广西建筑行业全面转型升级，决定于该项目举办“2019 年广西壮族自治区装配式建筑现场观摩会”。由于 PC 柱数量多且作为重要的竖向承重构件，是整个施工过程的关键环节和控制要点，因此，项目建设单位及我公司领导对项目 PC 柱的吊装工程提出 2 个方面的要求，具体如下：

PC 柱吊装工程施工要求

表 3

名称	要求
建设单位要求	工期方面： 确保关键工序：PC 柱吊装工程施工效率和与其他工序的搭接，严格按照合同工期节点要求进行施工，观摩会召开前施工形象进度需达到主体结构封顶且 1 至 3 层室内装饰施工完毕的阶段，即：达到计划节点工期时长仅为 128 天。

企业要求

质量方面：为更好的向社会各界同仁们展示装配式建筑施工技术，项目需进一步把控施工质量，PC 柱不允许出现大面积的质量缺陷，充分保证构件外观质量，确保展示效果。

制表人：韦鸿梅

审核人：梁仪

日期：2018 年 9 月 11 日

（二）传统方法分析

1. 传统方法

目前普遍采用的传统吊装方法是：将 PC 柱为水平放置运输至现场，先吊运至堆场集中堆放，再采用起重机械吊运至空地上，将 PC 柱于空地上缓慢翻起至直立，而后吊装就位。其翻起至直立起吊过程中 PC 柱单靠吊钩于顶部起吊，如起吊过快，则极易由于无固定支撑点而造成失稳碰撞或柱根挤压，于是 PC 柱外观常常出现柱根缺棱掉角、面层脱皮、表面有刮痕、轻微裂纹等外观一般质量缺陷问题，造成返工修补的额外损耗和投入。



照片 1 PC 柱柱根缺棱掉角

拍摄人：覃正华

拍摄时间：2018 年 9 月 12 日



照片 2 PC 柱翻起至直立起吊

拍摄人：王庆峰

拍摄时间：2018 年 9 月 12 日

2. 传统方法与需求的对比分析

传统方法与项目需求的对比分析表

表 4

传统方法	需求	分析	结论
经同类型项目考察统计发现，传统起吊方法造成柱根缺棱掉角、面层脱皮、表面有刮痕等外观一般质量缺陷问题的概率高达 80%，需大量返工修补。	1. 工期方面： 观摩会召开前施工进度需达到主体结构封顶且 1 至 3 层室内装饰施工完毕的阶段。	PC 柱吊装工程为关键工序，且按总进度计划要求，其施工工序与装饰工程施工进行流水搭接作业，通过分析测算得知：如对一般质量缺陷的额外返工修补率达 55%（每根柱修补耗时约 0.5 小时）则将直接影响工序的流水搭接作业，而造成工期的延误。	当返工修补率达 80%时，即使重新进行进度计划表的优化，也将导致工期延误 5 天，不能满足节点工期需求。

	2. 质量方面： PC 柱不允许出现大面积的质量缺陷，充分保证构件外观质量，确保展示效果。	柱根缺棱掉角、面层脱皮等外观质量缺陷多发，无论是否返工修补都将直接影响展示效果。	不能满足需求
--	--	--	--------

制表人：韦鸿梅 审核人：梁仪 日期：2018 年 9 月 13 日

综合上述，导致传统起吊方法不能满足质量和工期方面需求的根本原因是其产生的质量缺陷！因此，我们迫切需要一种在 PC 柱吊运安装过程中不会影响构件外观质量，从而加快施工进度的方法。

（二）查新借鉴

1. 同行业同类型项目施工技术查新

通过查阅中天建设集团有限公司的《装配式施工实例分析》PPT 资料，发现其施工现场采用了一种“翻板机”作为辅助 PC 外墙板吊装的工具，采用该辅助工具可有效保障墙板的几何尺寸，进一步做好成品保护，也避免了直接起吊容易使预制构件挤压破损和晃动过大存在安全隐患的问题。该实例分析中提出：“采用该辅助工具吊装的外墙板构件外观质量合格率达 95%！”。

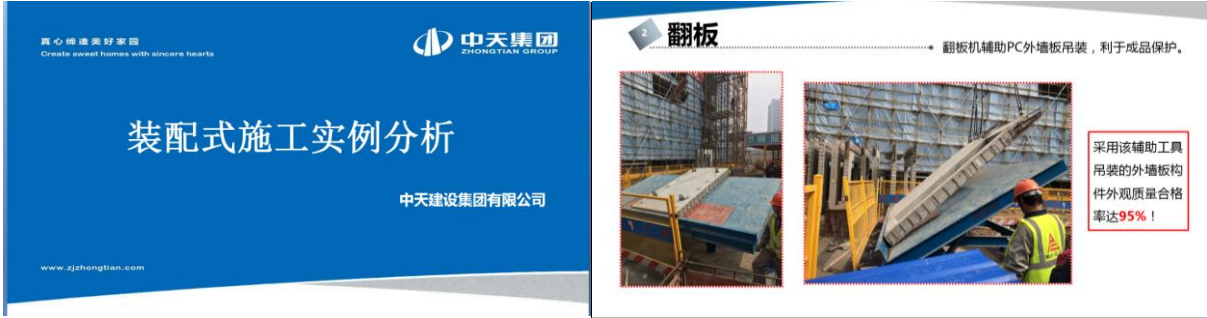


图 2 中天建设集团装配式施工实例分析 PPT 资料

制图人：黎莉 审核人：梁仪 制图时间：2018 年 9 月 15 日

结论：该案例采用的“翻板机”对 PC 外墙板的成品保护到位，外墙板构件外观质量合格率高达 95%，为小组在 PC 柱吊装辅助装置的研发方面提供了借鉴的方向，小组决定借鉴“翻板机”辅助及保护构件起吊的基本原理大胆开展创新。

2. 借鉴思路

思路一：“翻板机”原理

小组进一步，在中国知网、万方数据库、专利索引及分析、国家科技成果网、维普资讯、百度搜索等大型数据网站上对“翻板机”进行二次查询。具体查询情况如下表：

查新情况统计表

表 5

查新方法	网络查新	查新时间	2018 年 9 月 18 日	查新人	韦鸿梅
查新范围	中国知网、万方数据库、专利索引及分析、国家科技成果网、维普资讯、百度搜索				
查新关键词	预制构件翻板机				
查新结论	在中国知网上查询到于 2016 年 3 月 28 日刊登于《科技创新与应用》期刊上的名为《预制构件翻板机的升级换代》的文献可供参考。				

制表人：韦鸿梅 审核人：梁仪 日期：2018 年 9 月 18 日

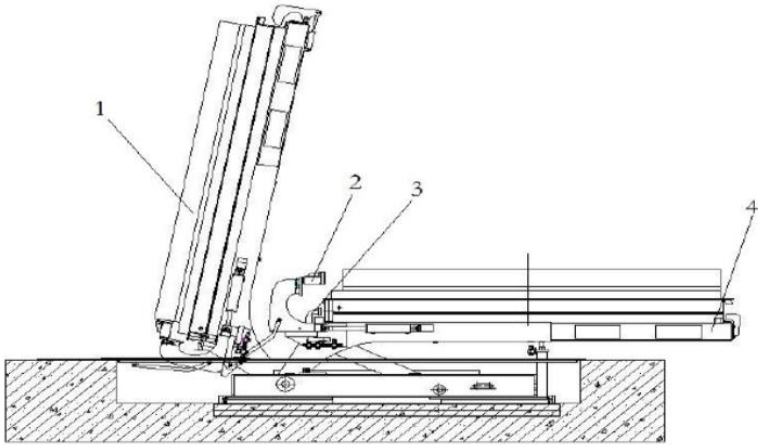
该文献介绍了一种预制构件生产线上使用的“翻板机”，文献中对于翻板机的基本构造和工作原理描述如下：

1. 设备简介

预制构件生产线配套使用的翻板机位于作为整个生产线的的末端位置，然而它的作用和重要性却不是最后的。相反它的作用是无法替代的。翻板机顾名思义主要是将水平状态的托盘和预制构件倾举至80°，相关人员在起吊设备的辅助下将成品预制构件吊离托盘，然后装车出厂。

翻板机主要是由倾举系统、锁紧系统 1、锁紧系统 2 和负载组成。

以下为翻板机组成示意图：



图一翻板机结构示意图

1，负载 2，锁紧系统 1 3，锁紧系统 2 4，倾举系统

倾举系统主要由主液压缸、底座和倾斜臂组成。主液压缸提供倾举动作的动力，底座作为整个设备的基础支撑，倾斜臂是倾举动作的执行机构。

锁紧系统 1 由锁紧液压缸 1、锁紧钩 1 和锁紧定位传感器。锁紧液压缸 1 是锁紧动作 1 的动力来源，锁紧钩 1 负责执行锁紧动作 1 的动作，锁紧传感器定位锁紧钩 1 的准确位置，保证动作顺利的进行。

锁紧系统 2 由锁紧液压缸 2、锁紧钩 2 和锁紧定位传感器。锁紧液压缸 2 是锁紧动作 2 的动力来源，锁紧钩 2 负责执行锁紧动作 2 的动作，锁紧传感器定位锁紧钩 2 的准确位置，保证动作顺利的进行。

综合上述，具体借鉴的思路为：在构件起吊时，通过预先将其倾举至侧立或直立状态后起吊，以减小构件起吊时产生的弯矩造成对根部的挤压破坏。

思路二：“笔帽”原理

百度百科上对笔帽的解释为：“笔帽，指为了保护铅笔尖或水性笔、油性笔中的墨汁蒸发的保护装置，并且有装饰作用。笔帽俗称：笔盖。又称：笔套。”小组成员受“笔帽”套接、裹缚保护笔尖的工作原理的启发，进一步对其工作原理及性能在中国知网、万方数据库、专利索引及分析等大型数据网站上进行了二次查询。具体查询情况如下表：

查新情况统计表

表 6

查新方法	网络查新	查新时间	2018 年 9 月 21 日	查新人	韦鸿梅
查新范围	中国知网、万方数据库、专利索引及分析、国家科技成果网、维普资讯、百度搜索				
查新关键词	笔盖、笔套、笔帽				

查新结论

在专利索引及分析网站上查询到一篇由中国知识产权局于 2018 年 9 月 21 日公开的名为《一种万能笔盖》的发明专利。



制表人：韦鸿梅 审核人：梁仪 日期：2018 年 9 月 21 日

该发明专利主要介绍了一种“万能笔盖”及其对笔芯起到的保护作用和工作原理，具体描述如下：

CN 108556517 A

说明书

1/3 页

一种万能笔盖

技术领域

[0001] 本发明涉及文具技术领域，尤其涉及一种万能笔盖。

背景技术

[0002] 笔在人们的日常生活和学习工作中扮演者举足轻重的角色，根据使用场景的不同，笔的种类也分为很多种，如：铅笔、水彩笔、中性笔和钢笔等。而在这些类别的笔中，往往笔芯都是外露的，在使用中很容易出现因掉落或撞击等因素造成的断芯和漏墨等问题。

[0003] 针对此问题，人们设计了笔盖对笔芯进行防护。但是现有的笔盖都是一对一匹配的，在笔盖丢失或者笔盖损坏的情况下，无法找到可供替换的笔盖进行更换；其次，现有的笔盖材质都比较坚硬，触感欠佳，又容易碎裂，从而降低用户体验性；同时，现有的笔盖防止漏墨的方式是通过在笔盖盖头内侧设有橡胶垫，造成加工过程装配复杂化；且现有的笔盖大多是由聚苯乙烯或者聚氯乙烯等聚合物制成的，不但加工过程复杂，残余价值低，又不容易降解，不利于环境保护。

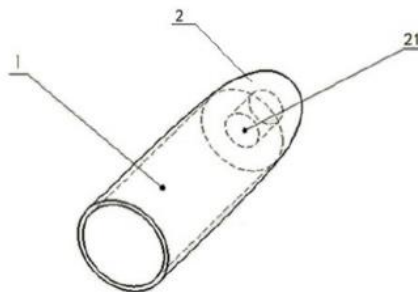
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种万能笔盖

(57)摘要

本发明公开了一种万能笔盖，包括：盖体和盖头；所述盖体为TPE材料；所述盖体内部中空，两端开口；所述盖头连接在所述盖体一端的开口处。本发明提供的万能笔盖的盖体由可塑性强、弹性大、易于回收利用、加工简单且成本低的TPE材料注塑而成，盖体内部中空，两端开口，只留下外围一层薄层，通过薄层的弹性伸缩套紧笔身，盖头设有圆柱孔，用来套紧笔芯，防止断芯和漏墨，灵活可靠，可适用于中性笔、水彩笔、铅笔等多种类型的笔身，具有适用于多种笔型、可靠性高、成本低、安全环保和用户体验性高的优点。



综合上述，具体借鉴的思路为：在构件底部设置柔性保护套，以便于减小起吊时因翻转构件而对柱根造成的挤压破坏。

思路三：“滑移小车”原理

2018 年 9 月 22 日，小组成员通过查阅公司企业级工法库，发现了一篇名为《龙门桅杆滑移法吊装 140T 尿素合成塔施工工法》（GXEA-QYGF06-11）的工法，该工法在进行外径为

1.6m，高度 30m 的尿素合成塔整体吊装时，采用了一种回转支座式尾排（滑移小车），使设备根部支反力由过去传统的一点支接触，变为两处面接触，既解决了支承挤压损坏设备的问题，也解决了设备侧向翻转的控制问题，且应用本工法曾将多个重型高塔类整体一次吊装成功，设备完好，无变形损坏等质量缺陷问题，构件外观质量合格率达 100%。



图 3 工法应用实例

制图人：颜燕 审核人：梁仪 制图时间：2018 年 9 月 22 日

工程应用证明

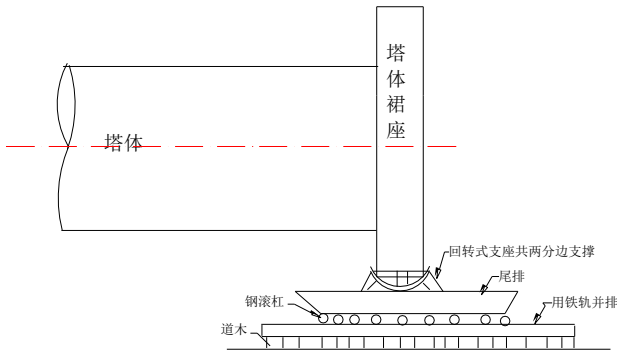


图 4 工法中提及的“滑移小车”设计简图

制图人：颜燕 审核人：梁仪 制图时间：2018 年 9 月 22 日

项目名称	广西鹿寨化肥有限责任公司 24 万吨磷酸项目合成氨(B)区、氯化铝安装工程		
应用单位	广西鹿寨化肥有限责任公司		
通讯地址	广西鹿寨县鹿寨镇金鸡路	邮编	545600
推广应用起止时间	2006 年 3 月~2007 年 8 月		
应用情况:	广西鹿寨化肥有限责任公司 24 万吨磷酸项目合成氨(B)区、氯化铝安装工程由广西建工集团第二安装建设有限公司承建，在 140T 尿素合成塔安装工程中应用了“龙门桅杆滑移法吊装 140T 尿素合成塔施工工法”，在进行外径为 1.6m，高度 30m 的尿素合成塔整体吊装时，采用了一种回转支座式尾排（滑移小车），使设备根部支反力由过去传统的一点支接触，变为两处面接触，既解决了支承挤压损坏设备的问题，也解决了设备侧向翻转的控制问题，重型高塔整体一次吊装成功，设备完好，无变形损坏等质量缺陷问题，构件外观质量合格率达 100%。施工过程进展顺利、工艺技术完善、确保了工期、质量和施工安全，取得了较好的应用效果。 应用单位（盖章） 年 月 日 		

照片 3 工法工程应用证明文件

拍摄人：王庆峰 拍摄时间：2018 年 9 月 22 日

综合上述，具体借鉴的思路为：在构件底部设置“滑移小车”，使其可以随着构件起吊翻转情况而移动，以抵消构件起吊时产生的弯矩。

（四）确定课题

小组受上述思路的启发，决定研制一种专门针对 PC 柱吊装的辅助装置，由此小组将活动课题确定为：

PC 柱吊装辅助装置的研制

四、设定目标及目标可行性分析

（一）确定目标值

1. 课题目的分析

装配式建筑现代化产业园倒班楼工程作为目前广西区内装配率最高的建筑，也是我司承接的首个装配式建造项目，公司领导乃至柳州市政府均对其相当重视，也备受各界关注。2018 年 9 月 23 日，在将 QC 课题及借鉴思路向公司报审后，公司对项目下达了于项目举办“2019 年广西壮族自治区装配式建筑现场观摩会”前，必须采取有效措施保证 PC 柱外观质量合格率达 95% 的任务要求。

2018年度广西建工二安 QC 课题申报计划书	
一、课题基本信息	
课题名称	PC 柱吊装辅助装置的研制
课题负责人	梁仪
经费预算	8 万
二、课题背景	
装配式建筑现代化产业园项目位于柳州市柳北区白露乡白露大道北侧，总建筑面积 15021.02 m²，地上 8 层，建筑总高度 30.5 米，整体为装配式框架结构，装配率高达 63%，属 A 级装配式建筑，是目前广西区内装配率最高的建筑。 装配式建筑现代化产业园项目作为目前广西区内装配率最高的建筑，备受各界关注，相关部门为切实推进装配式建筑发展，促进广西建筑行业全面转型升级，决定于该项目举办“2019 年广西壮族自治区装配式建筑观摩会”。由于 PC 柱数量多且作为重要的竖向承重构件，是整个施工过程的关键环节和控制要点，因此，项目建设单位及我公司领导对项目 PC 柱的吊装工程提出 2 个方面的要求，具体如下： (1) 工期方面：确保关键工序：PC 柱吊装工程施工效率与和其他工序的衔接，严格按照合同工期节点要求进行施工，观摩会召开前施工进度需达到主体结构封顶且 1 至 3 层室内装饰施工完毕的阶段，即：达到计划节点工期时长仅为 128 天。 (2) 质量方面：为更好的向社会各界同仁们展示装配式建筑施工技术，项目需进一步把控施工质量，PC 柱不允许出现大面积的质量缺陷，充分保证构件外观质量，确保展示效果。	
三、需求分析	
目前普遍采用的传统吊装方法是：将 PC 柱为水平放置运输至现场，先吊运至堆场集中堆放，再采用起重机械吊运至空地上，将 PC 柱于空地上缓慢翻起至直立，而后吊装就位。其翻起至直立过程中 PC 柱单靠吊钩于顶部起吊，如起吊过快，则极易由于无固定支撑点而造成失稳碰撞或柱根挤压，于是 PC 柱外观常出现柱根缺棱掉角、面层脱皮、表面有刮痕、轻微裂纹等外观一般质量缺陷问题，造成返工修补的额外损耗和投入。 经同类项目考察统计发现，传统起吊方法造成柱根缺棱掉角、面层脱皮、表面有刮痕等外观一般质量缺陷问题的概率高达 80%，需大量返工修补。 由于 PC 柱吊装工程为关键工序，且按总进度计划要求，其施工工序与装饰工程施工进行流水搭接作业，通过分析测算得知：如对外观质量缺陷的额外返工修补率超过 55%（每根柱修补耗时约 0.5 小时）则直接影响工序的流水搭接作业，从而造成工期的延误。柱根缺棱掉角、面层脱皮等外观质量缺陷多发，无论是否返工修补都将直接影响展示效果。 因此，我们迫切需要一种在 PC 柱吊运安装过程中不会影响构件外观质量，从而加快施工进度度的辅助装置。	
四、研发思路	

1、小组成员通过查阅中天建设集团有限公司的《装配式施工实例分析》PPT 资料，发现其施工现场采用了一种“翻板机”作为辅助 PC 外墙板吊装的工具，采用该辅助工具可有效保障墙板的几何尺寸，进一步做好成品保护，也避免了直接起吊容易使预制构件挤压破损和晃动过大存在安全隐患的问题。该实例分析中提出：“采用该辅助工具吊装的外墙板构件外观质量合格率达 95%”。小组决定借鉴“翻板机”辅助及防护构件起吊的基本原理大胆开展创新。 2、小组还通过借鉴： (1) “翻板机”原理，具体借鉴的思路为：在构件起吊时，通过预先将其倾至侧立或直立状态后起吊，以减小构件起吊时产生的弯矩造成对根部的挤压破坏。 (2) “笔帽”原理，具体借鉴的思路为：在构件底部设置柔性保护套，以便于减小起吊时因翻转构件而对柱根造成的挤压破坏。 (3) “滑移小车”原理，具体借鉴的思路为：在构件底部设置“滑移小车”，使其可以随着构件起吊翻转情况而移动，以抵消构件起吊时产生的弯矩。 受上述思路的启发，决定研制一种专门针对 PC 柱吊装辅助装置，由此小组将活动课题确定为：PC 柱吊装辅助装置的研制。
五、审核意见
1、质量技术处审核意见
经审核，该课题符合广西建工集团第二安装建设有限公司科技创新与研发管理的相关规定，同意开展此项QC小组活动，特派质量技术处处长梁仪进行QC小组活动指导。
2、公司领导审核意见
同意开展此项QC小组活动，为确保展示效果，小组成员必须采取有效措施保证PC柱外观质量合格率达到95%。

照片 4 本小组 QC 课题申报计划书

拍摄人：覃正华 拍摄时间：2018 年 9 月 23 日

因此，进一步把控项目 PC 柱施工质量，更好的为社会各界同仁们展示装配式建筑施工技术是目前的首要任务。

2. 设定目标值

小组通过对比借鉴资料中的相关数据：

1. 中天公司《装配式施工实例分析》PPT 资料中提出：“采用该辅助工具（翻板机）吊装的外墙板构件外观质量合格率达 95%！”。

2. 《龙门桅杆滑移法吊装 140T 尿素合成塔施工工法》（GXEA-QYGF06-11）应用证明中显示：采用“滑移小车”原理进行施工的多个重型高塔类吊装工程，其设备完好，无一变形损坏等质量缺陷问题发生，构件外观质量合格率达 100%。

再结合公司给项目下达的任务指标，我们将课题目标值定为：**PC 柱吊装外观质量合格率为 95%！**

(二) 目标可行性分析

1. 将借鉴的数据与课题目标进行对比

根据小组在中国知网上查询到的《预制构件翻板机的升级换代》一文可知，时下预制墙板构件的生产至吊运出厂都是在翻板机上实现的。于是，为进一步验证“翻板机”对预制墙板构件外观质量合格率的影响程度，小组对我项目提供预制构件的生产厂家进行了实地调查和分析，分析过程具体如下：

通过对墙板构件出厂吊运过程和出厂记录的调查，并结合本项目墙板构件进场验收记录可以证明，墙板构件出厂到进场时，其几何尺寸及完整性均高达 100%，证明“翻板机”能有效保障预制墙板构件的外观质量合格率。

PC 构件进场验收记录							
工程名称	湖南常德职业技术学院新校区			表格编号	2018082501		
构件名称	PC 梁			构件编号	01 (F-PC-Q2-1)		
序号	项目分类	分类名称	标准要求	验收产品型号及检测记录			备注
				规格要求	实测值	结果判定	
1	表面质量	露筋	不允许	/	/	合格	
		蜂窝	不允许	/	/	合格	
		爆皮、掉角	不允许	/	/	合格	
		裂缝	暗梁、外梁面、楼底面不允许	/	/	合格	
		其它部位允许或裂缝	/	/	合格		
		清理	不允许残留	/	/	合格	
2	尺寸检查	标识	正确、清晰	/	/	合格	
		长	±3mm	3220	3220	合格	
		宽	±3mm	3200	3200	合格	
		厚	±3mm	180	180	合格	
		对角线	±3mm	3277	3276	合格	
		表面平整	3mm	/	/	合格	
		侧向弯曲	1/1000mm，不大于 2mm	/	/	合格	
		翘曲	1/1000mm，不大于 2mm	/	/	合格	
		预埋	不允许留洞、明显歪斜	/	/	合格	
		预埋吊钩	低于表面 10mm	/	/	合格	
3	预留预埋	预埋垫块	不得高出表面，顺梁顺板	/	/	合格	
		预埋套筒	中心位置偏差≤5mm	/	/	合格	
		尺寸±5mm	/	/	合格		
		预埋线盒	方向正确，中心位置偏差≤5mm	/	/	合格	
		预埋孔洞	清理干净，顺板顺板	/	/	合格	
		预埋	正确	/	/	合格	
综合判定：	外观质量	长度±5mm	170	172			
	PC 梁进场验收合格。						
备注：							
1) 判定说明：合格√ 不合格×							
2) 检验编号说明：记录编号的日期/两位小数顺序号表示，如：2018082601，表示 2018 年 8 月 26 日的第 1 张记录。							
验收人：梁仪 审核人：梁仪							
日期：2018-08-25 日期：2018-08-25							

照片 5 以往 PC 墙板构件进场验收记录

拍摄人：覃正华 拍摄时间：2018 年 9 月 24



照片 6 PC 墙板构件进场检验

拍摄人：覃正华 拍摄时间：2018 年 9 月 24 日

结论：如果借鉴“翻板机”的工作原理研制出一种 PC 柱吊装辅助装置，在 PC 柱起吊过程中对其进行缓冲辅助和防护，有效避免直接起吊使预制构件受到的挤压破损，进一步做好成品保护，那么 PC 柱外观质量合格率也就可以进一步得到提高，初步验证了目标的可行。

2. 小组所拥有的内外部资源分析

(1) **资金支持**：由于本次 QC 活动立意新颖，是一项针对时下热门新兴行业课题的创新性研发，活动目标可使得装配式建筑施工质量在很大程度上得到提升，可很好的进一步扩大企业知名度，获得了公司领导的一致肯定和支持，特为课题活动拨款 80000 元作为专项研究经费。

(2) **物资资源**：我司主营业务即包含安装工程施工，拥有多种大中小型机械设备及各类大宗型材供应商可供小组选择，随时可为小组提供充足的物资资源，方便进行 PC 柱侧立架的研制。目前，项目部机械设备配备情况及库存材料清单见下表：

项目部机械设备明细表

表 7

序号	设备名称	型号规格	单位	数量	用途
1	汽车吊	16T	台	1	材料卸车
2	汽车吊	25T	台	2	构件安装
3	履带吊	50T	台	2	构件安装
4	切割机	JKBM-6	台	3	临建、施工
5	直流电焊机	ZX7-400	台	6	临建、施工
6	焊条烘干机	ZYH20	台	1	临建、施工
7	倒链	3t	个	6	构件吊装
8	氧割		套	2	临建、施工

制表人：颜燕

审核人：梁仪

日期：2018 年 9 月 25 日

项目部库存材料明细表

表 8

序号	材料名称	型号规格	单位	数量	拟用部位
1	工字钢	14#工字钢	m	30	防护棚剩余
2	矩形钢管	140*80*6	m	52	防护棚剩余
3	槽钢	14b	m	27	防护棚剩余
4	角钢	∠75*8	m	21	防护棚剩余
5	钢板	δ 16	m ²	4.82	预埋件剩余
6	膨胀螺栓	M18*150mm	套	20	防护棚剩余
7	直角橡胶防撞条	800*100*8	根	280	柱角成品保护
8	油漆	铁红底漆	kg	60	防护棚剩余

序号	材料名称	型号规格	单位	数量	拟用部位
9	油漆	黄色面漆	kg	50	防护棚剩余

制表人：颜燕 审核人：梁仪 日期：2018年9月25日

(3) **人力支持**：本次 QC 活动的立意获得了我司领导的高度关注，派出公司质量技术处多名骨干成员及领导共同开展本次创新活动，是实现目标的有利条件。



照片 7 公司派驻项目参与本次 QC 活动的人员培训合格证
拍摄人：黎莉 拍摄时间：2018年9月27日

3. 小组具备的能力分析

(1) **课题研究水平高**：小组成员多次参加区级和国家级QC培训班，小组成员含考评合格的全国高级QC诊断师1名，中级QC诊断师3名，初级诊断师2名，多名成员曾连续多年开展质量管理活动并获奖。小组成员QC知识丰富，课题研究能力和活动能力较强，为此次活动的开展提供了良好的技术支撑。



照片 8 小组副组长林秋蕙 QC 知识培训结业证书
拍摄人：覃正华 拍摄时间：2018年9月28日



图 5 小组成员接受 QC 诊断知识培训情况统计饼分图
制图人：黎莉 审核人：梁仪 制图时间：2018年9月28日

(2) **专业设计能力强**：小组成员中高级工程师职称3人，工程师职称6人，助理工程师职称1人，已从事多年的建筑工程施工建设工作，均系安装工程、机械自动化等相关专业人才，解决过众多生产难题，3年工作经验以上的人员达9人。

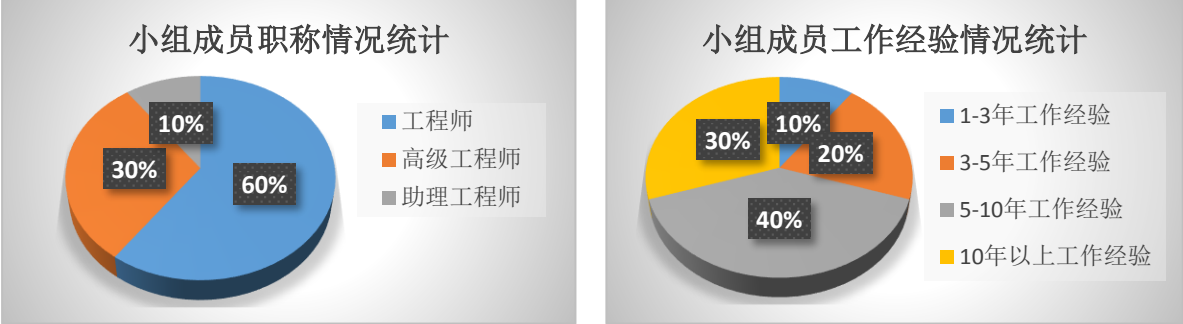


图 6 小组成员职称及工作经验情况统计饼分图

制图人：黎莉 审核人：梁仪 制图时间：2018 年 9 月 28 日

(3) **创新能力突出**：小组全体成员具有强烈的创新意识，理论基础扎实，创新能力强，所研制的成果获得多项国家专利、广西区级工法、企业级工法等。

近两年 QC 小组成员科研成果完成情况统计表

表 9

序号	科技成果名称	完成时间	完成人	证书编号
1	区级工法：快装快拆工具式楼板后浇带钢边模施工工法	2017 年 11 月	覃正华	GXGF127-2018
2	区级工法：大型立式储罐环墙式基础施工工法	2018 年 5 月	曾宪泉	GXGF129-2018
3	区级工法：基于 BIM 技术的砌体工程预埋件预制块施工工法	2018 年 3 月	梁仪	GXGF128-2018
4	专利：建筑工程检测仪器模板垂直度测架	2018 年 5 月	梁仪、黎莉、覃正华	201821105439.0
5	专利：数控冲孔机 X 轴轨道直线度测量装置	2017 年 6 月	王庆峰、马成凤	20172065122.5

制表人：林秋薰 审核人：梁仪 日期：2018 年 9 月 28 日

4. 课题的难易程度分析

由于PC柱吊装辅助装置的研发目的是在施工现场辅助PC柱的吊装，其形式既应满足满载时的承载要求及稳定性，其自重又应符合可周转和便于运输的特性，怎么既能使得装置稳定又自重较轻是小组研发的难点。但小组成员均为安装工程、机械自动化等相关专业人才，对吊装工程施工工艺和要求非常了解，与课题专业符合，且具备丰富的专业技术经验，相信有能力完成该课题。

通过借鉴的数据对比分析、所拥有的资源分析、具备能力分析以及课题的难易程度分析等四个方面分析，目标可行性分析结论为：**目标可以实现！**

五、提出方案并确定最佳方案

(一) 提出方案

2018 年 9 月 29 日，结合借鉴思路，小组围绕“PC 柱吊装辅助装置的研制”召开了研究讨论会议，运用“头脑风暴法”打破传统思维，互相启发，集思广益，共提出 3 个总体方案：1. 简推式 PC 柱侧立架；2. 承插式 PC 柱柱脚防护套；3. 外置滑移小车式吊装辅助装置。

2018 年 9 月 30 日，成员在网上对三个方案进行查新，没有发现相关工具和文献。

查新情况统计表

表 10

查新方法	网络查新	查新时间	2018 年 9 月 30 日	查新人	韦鸿梅
查新范围	中国知网：文献检索、专利检索				
查新关键词	简推式 PC 柱侧立架、承插式 PC 柱柱脚防护套、外置滑移小车式吊装辅助装置				
查新结论	无相关文献或专利。（查新网页截图如下）				

文献	专利

制图人：韦鸿梅 审核人：梁仪 日期：2018 年 9 月 30 日

(二) 总体方案的选定

小组成员从技术可行性、经济性、有效性、安全性等 6 个方面对 3 个总体方案进行深入分析，如下表所示。

总体方案对比分析表 表 11

需求	有效辅助 PC 柱吊运安装，结构稳定，辅助翻起直立过程不会影响构件外观质量。		
方案	方案 1：简推式 PC 柱侧立架	方案 2：承插式 PC 柱柱脚防护套	方案 3：外置滑移小车式吊装辅助装置
选择依据	1. 可行性高；2. 操作简单；3. 便于周转；4. 研发周期短；5. 经济性较高；6. 安全性好。		
灵感来源	借鉴思路 1： 图一翻板机结构示意图 1. 齿条 2. 链条系统 13. 链条系统 24. 链条系统 生产线上的翻板机	借鉴思路 2： 发明专利《一种万能笔盖》	借鉴思路 3： 企业级工法：《龙门桅杆滑移法吊装 140T 尿素合成塔施工工法》GXEA-QYGF06-11
工作原理	设置置物平台，利用液压顶升原理，翻起平台，从而实现构件的翻起。	在 PC 柱底部 30cm 范围内设置足够厚的承插式柔性保护套，以减小起吊时因翻转构件而对柱根造成的挤压破坏。	在 PC 柱底部设置铰接点与多轮“滑移小车”连接，使其可以随着构件起吊翻转情况而移动，通过支点移动的方式抵消构件起吊时产生的弯矩。
技术可行性	液压顶升原理简单可行且我国液压顶升设备生产技术先进，很多大型设备中均有使用，可参考案例多。	技术简单，但针对不同构件尺寸及重量，保护套的材质及厚度还需对应做试验和调整，技术可行性一般。	基本技术原理可行，已于我公司承建的多个高塔类设备吊装施工中运用，能有效在起吊过程中对构件根部起保护作用。经实践证明，采用此措施，薄壁钢塔底部受挤压变形缺陷问题均为 0。

经济性	市场上有各类液压设备可供选择，只要合理设计，成本可控。	需根据每种柱截面尺寸进行特别定制，可周转使用性差，损耗大，经济性差。	滑移小车结构简单，材料用量少，可周转使用，投入较小。
可周转性	自重轻，损耗小，周转性好。	损耗大，可周转性差。	自重轻，为铰接形式，可周转性好。
有效性	技术原理简单，操作便利、可控，无需占用过多场内空间。	技术简单可靠，可在构件生产时提前配置。	根部防护到位，但翻起直立过程“滑移小车”的行进速度受吊车操作人员操作水平的影响较大，实施有一定限制。
安全性	可实现翻起全自动化，安全性好。	不会对吊装过程产生影响，安全性较好。	“滑移小车”行进过程需人为进行辅助和控制速度，安全性不高。
开发周期	可借鉴“翻板机”的构造及基本原理进行开发，开发周期较短。	需对材料的特性进行比选分析和设计，开发周期长。	已有公司其他项目实践经验供参考，开发周期短。
综合评价	技术原理简单，操作性强，可实现翻起全自动化，安全性好，无需占用过多场内空间。	技术传统、简单，但定制费用将大大增加项目施工成本，经济性差。	技术相对成熟，对构件根部的保护起到一定作用，但翻起直立过程对吊车操作人员要求高，安全性差。
结论	采用	不采用	不采用

制表人：韦鸿梅 审核人：梁仪 日期：2018年10月1日

小组在选定“方案1：简推式PC柱侧立架”为总体方案后，进一步通过借鉴《预制构件翻板机的升级换代》文献中关于翻板机的相关描述：主要组成部分为“倾举系统、锁紧系统、负载”。

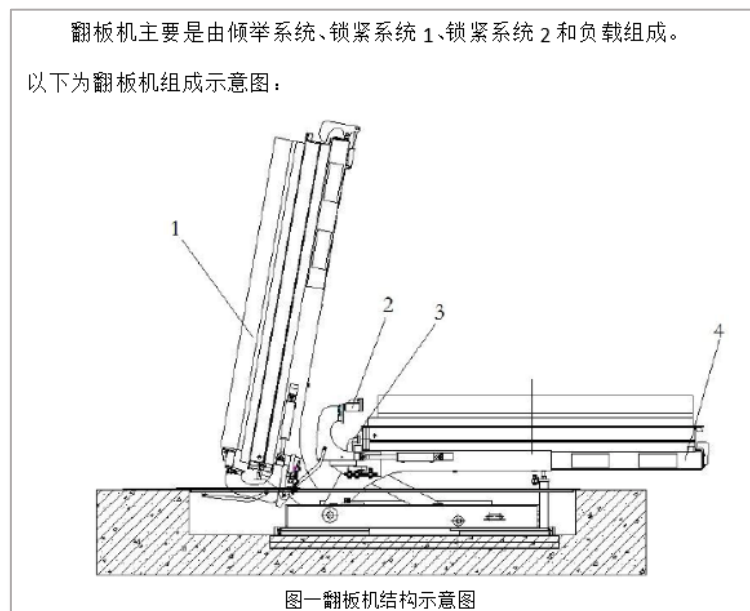


图7 参考文献《预制构件翻板机的升级换代》

制图人：黎莉 审核人：梁仪 制图时间：2018年10月2日

最终，小组广开思路，提出设想，并运用亲和图进行整理，初步制定了“简推式PC柱侧架”的三个主要组成部分的研制方案。

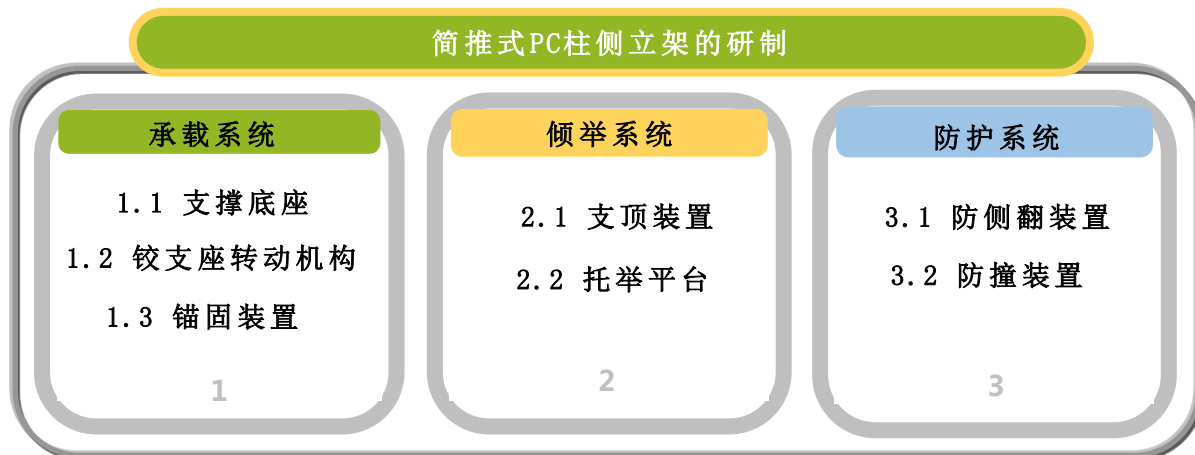


图 8 亲和图

制图人：韦鸿梅

审核人：梁仪

制图时间：2018 年 10 月 2 日

(二) 方案分解

2018 年 10 月 3 日，小组成员进一步展开讨论，通过对简推式 PC 柱侧立架三个主要组成部分应具备的使用功能及组成方式进行归纳和总结，形成分解方案系统图，具体如下：

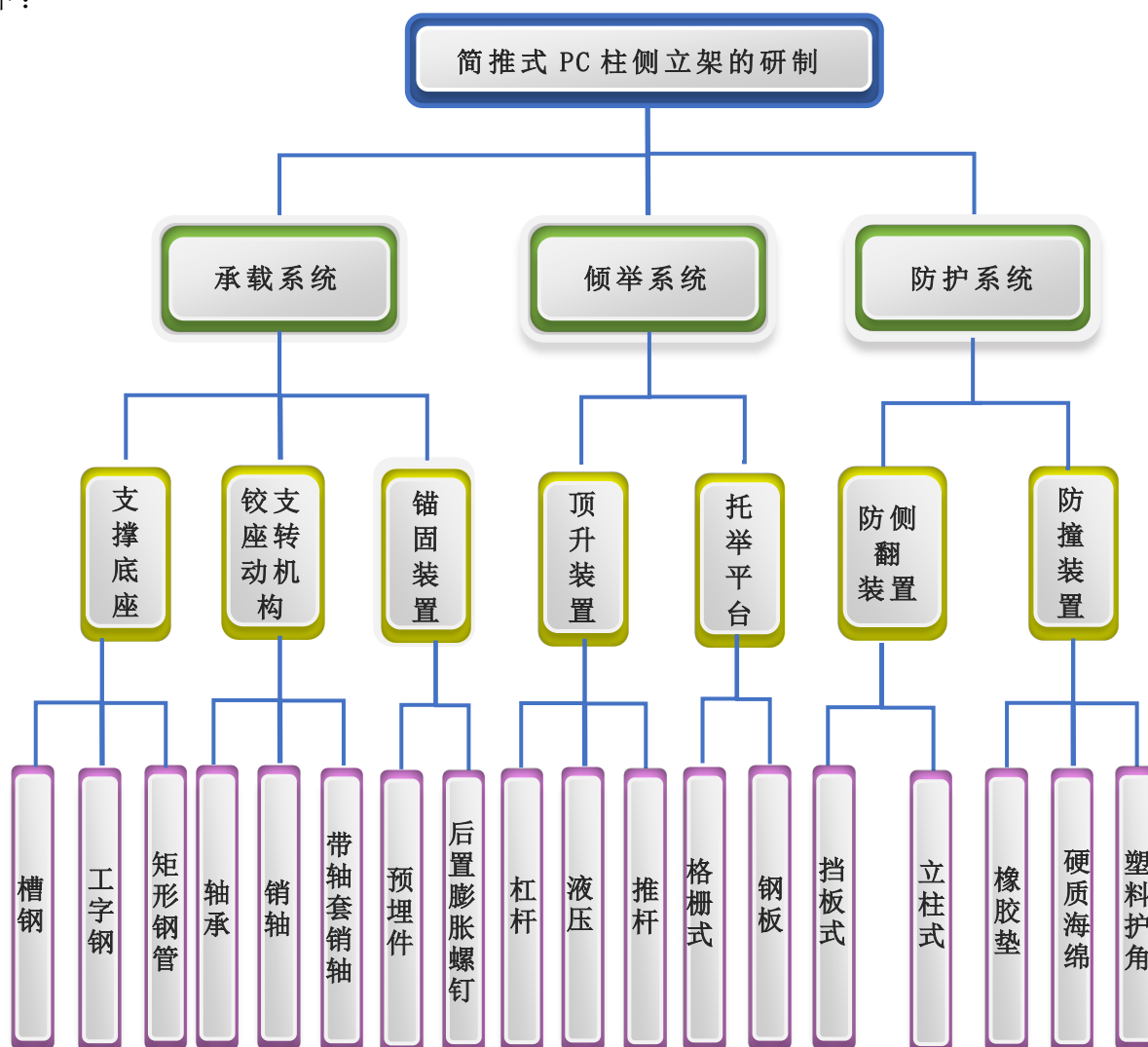


图 9 系统图

制图人：韦鸿梅

审核人：梁仪

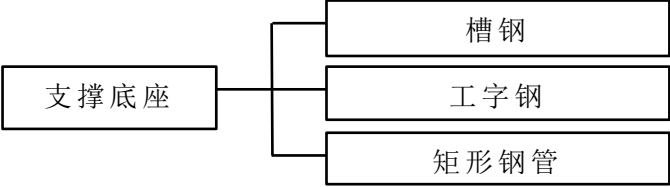
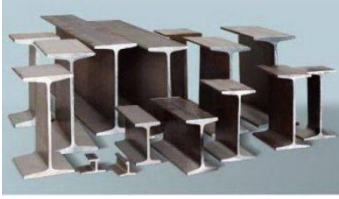
制图时间：2018 年 10 月 3 日

（三）分级方案比选分析

1. 分级方案一：支撑底座

支撑底座选材方案分析评价表

表 12

方案需求	截面尺寸对称、耐磨、满足上部构件及工作状态下的承压要求。		
方案分析			
方案比选	14b 槽钢	14#工字钢	140*80*6 矩形钢管
			
用量估算	$16.73(\text{kg/m}) \times 12.89\text{m} \approx 215.6\text{kg}$	$16.89(\text{kg/m}) \times 12.89\text{m} \approx 217.7\text{kg}$	$18.87(\text{kg/m}) \times 12.89\text{m} \approx 243.2\text{kg}$
经济性	材料单价：4627 元/吨 (即：4.627 元/kg)	材料单价：4770 元/吨 (即：4.77 元/kg)	材料单价：4780 元/吨 (即：4.78 元/kg)
	合计：997.6 元	合计：1038.4 元	合计：1162.5 元
几何稳定性	组装几何面平整度良好，查表得出：1m 简支钢梁承载能力为 11148kg/m，整体稳定性良好。	组装几何面平整度良好，查表得出：1m 简支钢梁承载能力为 13056kg/m，整体稳定性良好。	组装几何面平整度良好，查表得出：1m 简支钢梁承载能力为 15254kg/m，整体稳定性较好。
组装工作量	材料切割量较小，组装焊接量较小。	材料切割量小，组装焊接量大。	材料切割量较大，组装焊接量较大。
综合评价	材料费较低，整体稳定性良好，组装工作量大。	材料费低，整体稳定性良好，组装工作量大。	材料费高，整体稳定性较好，组装工作量较大。
结论	采用	不采用	不采用

制表人：颜燕 审核人：梁仪 日期：2018 年 10 月 4 日

分级方案一（支撑底座）细化：

在确定了支撑底座基本选材方案以后，小组根据项目 PC 柱构件尺寸、重量等设计概况进一步分析和优化了支撑底座基本形式和构造。支撑底座长 3m，宽 1m，一侧端部三分之一范围作为固定端，其中三边设双槽钢对称加固，顶部用钢板封口，用作后续其他部件或设备的安装基座。再设四根 0.5 长槽钢作为支撑托举平台的立柱。结合 BIM 技术绘制出了支撑底座设计方案，具体如下图：

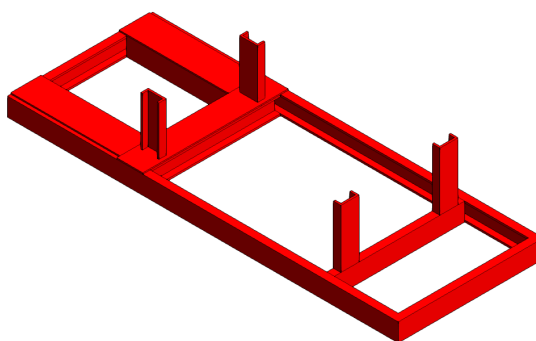


图 10 支撑底座设计图

制图人：马成凤 审核人：梁仪 制图时间：2018 年 10 月 4 日

2. 分级方案二：铰支座转动机构方案

铰支座转动机构方案分析评价表

表 13

方案需求	连接承载系统与倾举系统，满足工作状态下的承载要求，保证托举平台顺畅翻起。		
方案分析			
方案比选	轴承座（内径 50mm）	销轴（ $\phi 50\text{mm}$ ）	带轴套的销轴（ $\phi 50\text{mm}$ 销轴 + $\phi 60 \times 3.5$ 管）
承载力	与转动轴接触面大，受力均匀，承载能力较好。	销轴直接与架体槽钢孔接触，接触面小，销轴受力不均匀，承载能力一般。	销轴与轴套接触面良好，销轴受力均匀，承载能力良好。
经济性	单价：380 元/个，合计：380 元/个 $\times$ 2 个 = 760 元。	单价：110 元/个，合计：110 元/个 $\times$ 2 个 = 220 元。	单价：125 元/组，合计 125 元/组 $\times$ 2 个 = 250 元。
稳定性	可靠连接，转动顺畅，稳定性较好。	接触面小，转动不顺畅，稳定性差。	轴套可靠包裹，转动顺畅，稳定性良好。
安装工作量	安装精度要求较高，耗时较多，安装工作量大。	安装精度要求较低，耗时较少，安装工作量较小。	安装精度要求低，耗时较少，安装工作量小。
综合评价	承载能力较好，材料费较高，稳定性较好，安装工作量大。	承载能力一般，材料费较低，稳定性差，安装工作量较小。	承载能力良好，材料费低，稳定性好，安装工作量小。
结论	不采用	不采用	采用

制表人：王庆峰 审核人：梁仪 日期：2018 年 10 月 5 日

分级方案二（带轴套的销轴铰支座）细化：

三角铰支座由 4 块等腰三角型钢板组成（顶角为直径=140mm 的圆弧），平行设置在支撑底座纵向加固外边梁上，距离末端 2cm。三角铰支座顶端开孔，孔径为

52mm，销轴直径为 50mm。根据综合分析后所选方案进一步绘制设计图，具体如下：

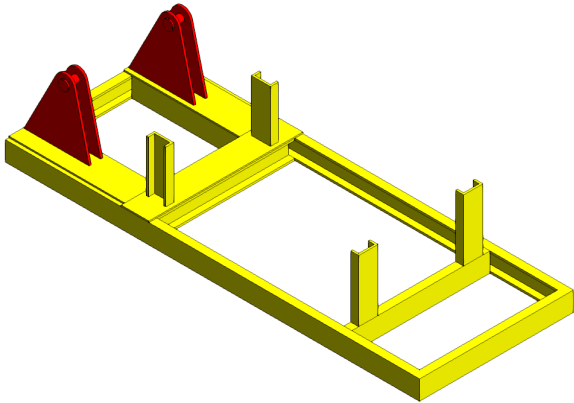


图 11 带轴套的销轴铰支座设计图

制图人：马成凤 审核人：梁仪 制图时间：2018 年 10 月 5 日

3. 分级方案三：锚固装置方案

锚固装置方案分析评价表

表 14

方案需求	安装、拆卸转运简便，使底座安装牢固。	
方案分析		
方案比选	后置膨胀螺栓	预埋地脚螺栓
工艺原理	在架体就位到混凝土地面后，根据定位点使用冲击钻钻孔，其后安装膨胀螺栓并拧紧。	架体安装就位前，根据计划安装位置，提前在混凝土地面上预埋地脚螺栓，待混凝土强度达到要求后，方可将架体就位安装。
转运	拆卸及二次安装工序灵活，转运安装耗时少。	预埋件需提前预埋在安装位置上，对预埋件相对位置偏差有一定要求，转运安装效率一般。
操作性	可临时调整安装位置，无需成品保护措施，操作性强。	安装位置已固定，未使用的预埋件需增加成品保护措施，操作性不强。
稳定性	良好	较好
对其他工序影响	对其他施工工序无影响。	占用部分场内空间，对其他施工机械的使用和工人操作存在阻碍。
综合评价	安装工艺简便，转运安装耗时少，操作性强，稳定性良好，对其他施工工序无影响。	安装工艺复杂，转运安装效率一般，操作性不强，稳定性较好，对其他施工工序有影响。
结论	采用	不采用

制表人：王庆峰 审核人：梁仪 日期：2018 年 10 月 6 日

分级方案三（锚固装置）细化：

根据施工经验及基本受理分析，锚固装置选用 150mm 长的 M18-5g6g 膨胀螺栓，

并在支撑底座纵向两根边梁上分别焊接 2 块 100mm 长的角钢用以连接膨胀螺栓与支撑底座。进一步绘制设计图，具体如下：

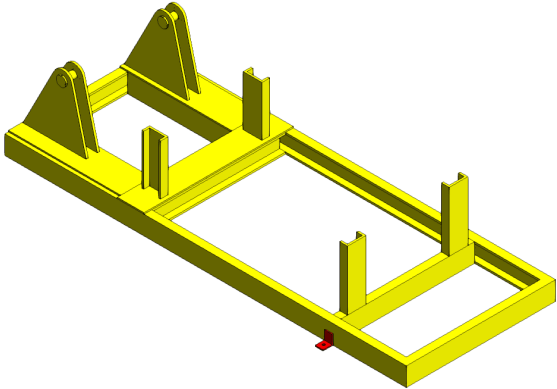


图 12 锚固装置设计图

制图人：马成凤 审核人：梁仪 制图时间：2018 年 10 月 6 日

4. 分级方案四：顶升装置方案

顶升装置方案分析评价表

表 15

方案需求	满足设计最大截面柱顶伸承载要求。		
方案分析			
设计要求	设计最大截面柱尺寸为 600×600mm，最大倾举角度为 60°～65°		
方案比选	杠杆	电液推杆	液压缸
工艺原理	在底座中点位置设置铰支座，倾举平台在铰支座位置设置可滑动导轨，倾举平台两端设置柔性约束拉杆，当 PC 柱平置于倾举平台后，缓慢将平台往一端推动，使之倾斜至 60°～65°。	在底座一端设置倾举平台转动铰支座，利用电液推杆将底座及倾举平台可靠连接，当 PC 柱平置于倾举平台后，通电启动电液推杆，将倾举平台一端顶升至倾斜角度 60°～65°。	在底座一端设置倾举平台转动铰支座，利用液压缸将底座及倾举平台可靠连接，当 PC 柱平置于倾举平台后，通电启动电液推杆，将倾举平台一端顶升至倾斜角度 60°～65°。
技术可行性	针对不同构件，重量不同，支点位置需对应调整，技术可行性一般。	经查阅资料及受力分析，顶力不满足要求。	经查阅资料及受力分析，顶力满足要求。
可操作性	支点需便于移动调节，制作安装要求高，可操作性差。	体积小，整体性好，便于安装，可操作性较好。	体积较大，需增加设置液压站底座，可操作性良好。
经济性	无设备投入，材料消耗少，人工费消耗较大，整体投入大。	电液推杆及其附件，共计 1700 元。	液压缸与液压站，及其附件，共计 1979 元。

实施难度	需设计支点滑动导轨及相应固定措施，误差大，实施难度大。	量程可控制，仅设计安装位置即可，实施难度小。	
综合评价	工艺设计复杂，技术可行性一般，可操作性差，投入大，实施难度大。	工艺设计较简单，顶力不满足要求，可操作性较好，投入较小，实施难度小。	工艺设计简单，顶力满足要求，可操作性良好，投入小，实施难度小。
结论	不采用	不采用	采用

制表人：王庆峰 审核人：梁仪 日期：2018 年 10 月 7 日

分级方案四（液压顶升装置）细化：

1) 液压缸推力计算

根据设计图纸说明，本项目最大预制柱单件重约为 2.34 吨，为满足顶升要求，小组对顶升系统初步绘图设计，如下图所示：

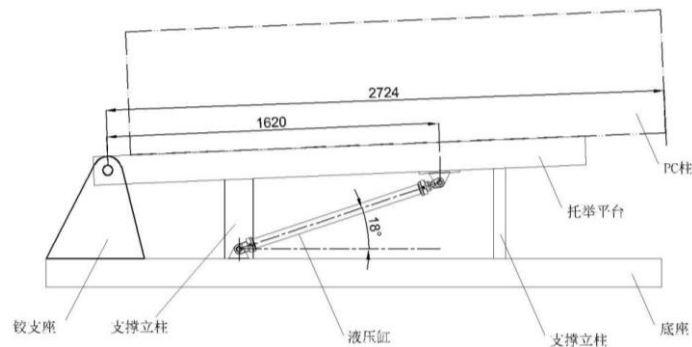


图 13 液压顶升装置初步设计图

制图人：韦鸿梅 审核人：梁仪 制图时间：2018 年 10 月 7 日

受力分析公式为：

$$F_x \times l_1 = G \times \frac{l}{2}$$

式中： F_x 为液压缸推力，

l_1 为铰支座至液压缸推力点距离，

G 为 PC 柱及架体自重，（本项目最大预制柱单件重约为 2.34 吨，架体自重约 0.16 吨，合计 2.5t）

l 为铰支座至 PC 柱右端距离。

$$F_x = \frac{G \times \frac{l}{2}}{l_1}$$

$$F_x = \frac{2.5t \times \frac{2724}{2}}{1620}$$

$$F_x = \frac{2.5t \times \frac{2724}{2}}{1620}$$

$$F_x \approx 2.1t$$

计算得出液压缸推力应为 2.1t，考虑到存在动荷载，取动荷载调整系数值为 1.1，故选取的液压缸推力至少为 $2.1t \times 1.1 = 2.31t$ 。

2) 液压缸行程计算

为满足顶升要求，使托举平台一端顶升至倾斜角度 $60^\circ \sim 65^\circ$ ，通过联系商家，拟选用工作压力为 16Mpa，型号为 HSG80×50×700 的液压缸，小组采用 CAD 绘图的方式对顶升系统的液压缸行程进行验算，如下图所示：

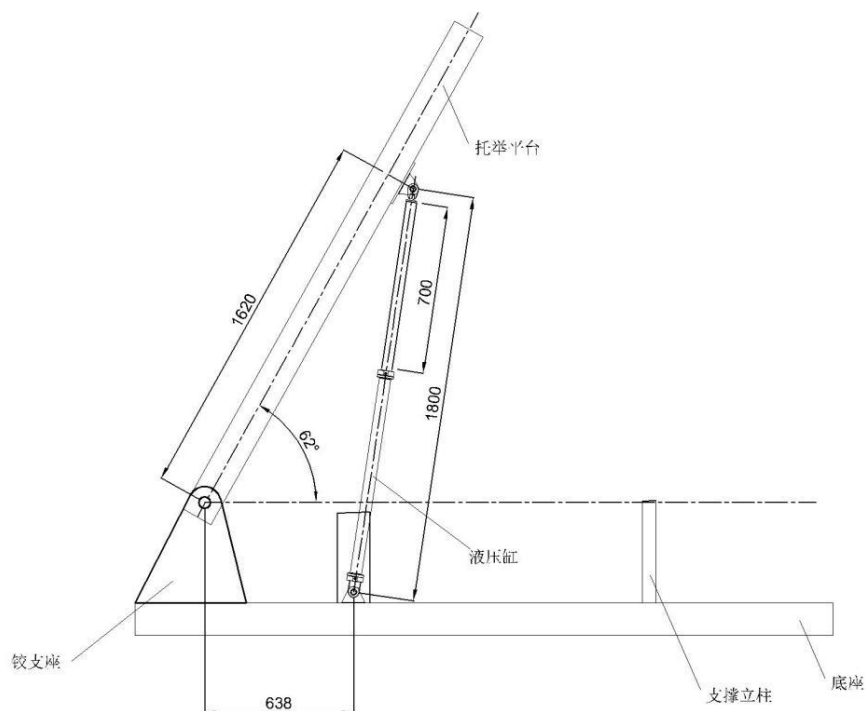


图 14 液压顶升装置初步设计图

制图人：韦鸿梅 审核人：梁仪 制图时间：2018 年 10 月 7 日

经绘图验算，型号为 HSG80×50×700 的液压缸，当顶升至最大行程 700mm 时，托举平台倾斜角度为 62°，满足顶升至倾斜角度 60°～65° 的要求。

3) 运用 BIM 技术，进一步绘制三维设计图，具体如下：

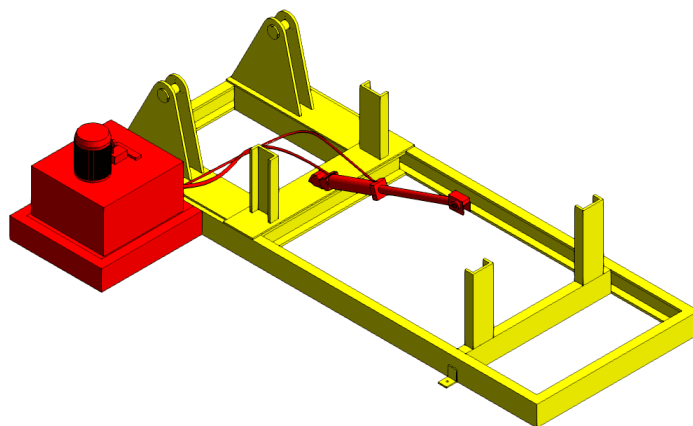


图 15 液压顶升装置设计图

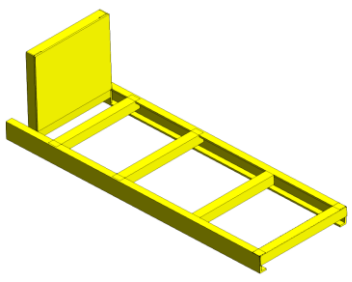
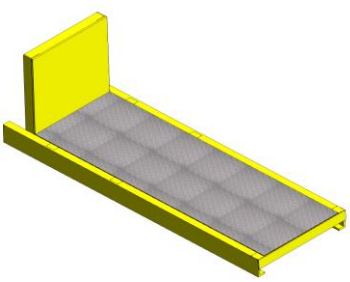
制图人：马成凤 审核人：梁仪 制图时间：2018 年 10 月 7 日

5. 托举平台方案

托举平台方案分析评价表

表 16

方案需求	平整并满足托举承载要求。	
方案分析	托举平台 格栅式 平板式	
方案	格栅式	平板式

比选		
基本原理	采用 14b 槽钢制作平台框架，中间连梁采用 $\angle 75 \times 75 \times 8$ 角钢，根部挡板采用 $\angle 75 \times 75 \times 8$ 角钢及 16mm 厚钢板制作。	与格栅式托举平台结构相同，但在平台上表面满铺 4mm 厚花纹钢板。
受力分析	托举平台框架 3 根横梁直接承受构件荷载，经查表、验算，可满足承载要求。	使构件受均布荷载，托举平台受力均匀，可满足承载要求。
经济性	材料投入少	材料投入多
焊接量	小	大
平整度	好	较好
综合评价	结构简单，制作难度小，满足承载要求，材料投入少，焊接量小，平整度好。	结构简单，制作难度小，满足承载要求，材料投入多，焊接量大，平整度较好。
结论	采用	采用

制表人：韦鸿梅 审核人：梁仪 日期：2018 年 10 月 8 日

分级方案五（托举平台）细化：

本工程最大 PC 柱截面为 $600\text{mm} \times 600\text{mm}$ ，柱高 2610mm，综合考虑柱重心位置后，平台内尺寸初步设计为 $700 \times 2400\text{mm}$ 。纵向边梁采用 14b 槽钢制作，在靠近铰支座一端，距离铰支座销轴中心位置 160mm 处，设置 600mm 高垂直于托举平台的挡板，挡板采用 $\angle 75 \times 75 \times 8$ 角钢制作框架，16mm 厚钢板作为挡板；采用 $\angle 75 \times 75 \times 8$ 角钢在距离挡板 200mm 处设第一根横梁其余横梁均布设置，液压缸安装部位设 14b 槽钢并在底面设 16mm 钢板进行加固。

进一步绘制设计图，具体如下：

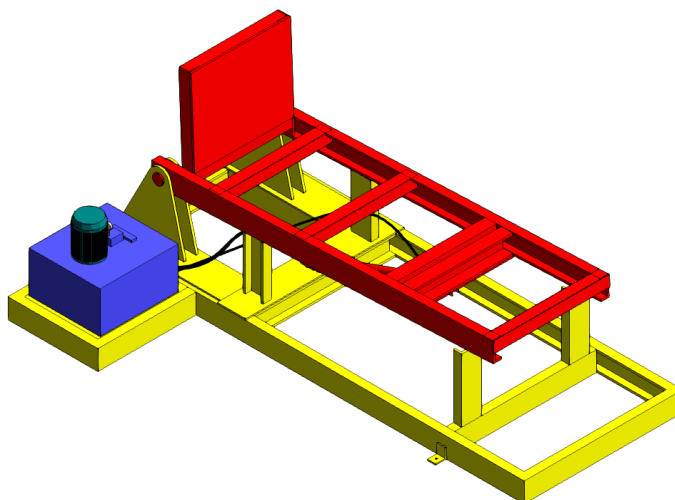


图 16 托举平台设计图

制图人：马成凤

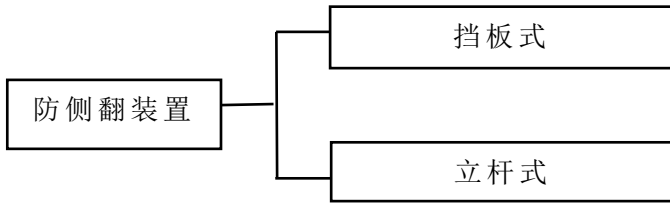
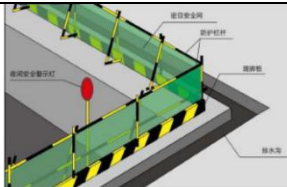
审核人：梁仪

制图时间：2018 年 10 月 8 日

6. 防侧翻装置方案

防侧翻装置方案分析评价表

表 17

方案需求	防止 PC 柱下放及倾举过程中的侧翻。	
方案分析		
方案比选	挡板式	立杆式
		
基本原理	借鉴临边防护踢脚板原理，两侧边设置通长挡板。	借鉴钢筋堆放架的原理，两侧边均布设-立杆。
经济性	12mm 厚钢板，长 2400mm，高 200mm，两块共 45.22kg。 合计费用：3.98 元/kg×45.22kg≈179.98 元。	∠75×75×8 角钢，高 500mm，6 根共计 27.09kg。 合计费用：4.59 元/kg×27.09kg≈124.34 元。
综合评价	预制柱最大截面 600×600mm，挡板才 200mm，不可行，材料费投入大。	立杆高度 500mm，起到防护作用，材料费投入小。
结论	不采用	采用

制表人：黎莉 审核人：梁仪 日期：2018 年 10 月 9 日

分级方案六（防侧翻装置）细化：

通过上述对比分析，小组决定采用 ∠75×75×8 角钢制作 6 根 500mm 立柱，在托举平台根部第一根横梁处设第一组立柱，然后依次间距 950mm 设其余两组立柱。进一步绘制设计图，具体如下：

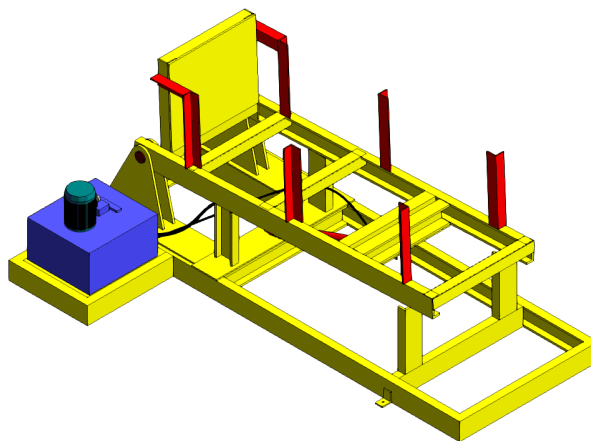


图 17 防侧翻装置设计图

制图人：马成凤

审核人：梁仪

制图时间：2018 年 10 月 9 日

7. 防撞装置方案

防撞装置方案分析评价表

表 18

方案需求	质软，裁剪方便，垫放在平台与 PC 柱接触面间，在 PC 柱下放、倾举、起吊过程中起缓冲保护作用。（特别是要在倾举及起吊过程中对柱脚起到缓冲保护作用。）
------	--

方案分析			
方案比选	橡胶板	不吸水海绵	软质塑料
材料特性	质地紧密、耐磨、韧性强、耐酸碱性强、竖向刚度大,抗剪切变形能力好,承压及回弹性能强。	质地松散、弹性好、透气性好、不吸水,承压后变形较大,耐磨性一般,耐候性差。	质地软、轻薄、弹性好、可塑性好,易磨损,耐候性差。
可操作性	切割下料需采用圆盘锯。	较难定型,立柱位置只能裹缚使用。	裁剪、粘接简便。
经济性	用量估算: 0.75m^2	用量估算: 0.75m^2	用量估算: 0.75m^2
	单价: 30mm 厚, 600 元/ m^2 。	单价: 30mm 厚, 19.5 元/ m^2 。	单价: 30mm 厚, 38 元/ m^2 。
	合计: 450 元	合计: 14.63 元	合计: 28.5 元
综合评价	经久耐磨、耐候性好, 一次性投入高。	耐磨性一般、耐候性差, 一次性投入较低。	耐磨性差、耐候性差, 一次性投入低。
结论	采用	不采用	不采用

制表人: 颜燕 审核人: 梁仪 日期: 2018 年 10 月 10 日

分级方案七(防撞装置)细化:

在托举平台受压部位分别设置 30mm 厚橡胶板, 防侧翻立柱表面粘贴成品防撞橡胶护角条。通过 CAD 放样, 1 块 $680 \times 720\text{mm}$, 1 块 $200 \times 720\text{mm}$, 3 块 $75 \times 720\text{mm}$ 。进一步绘制设计图, 具体如下:

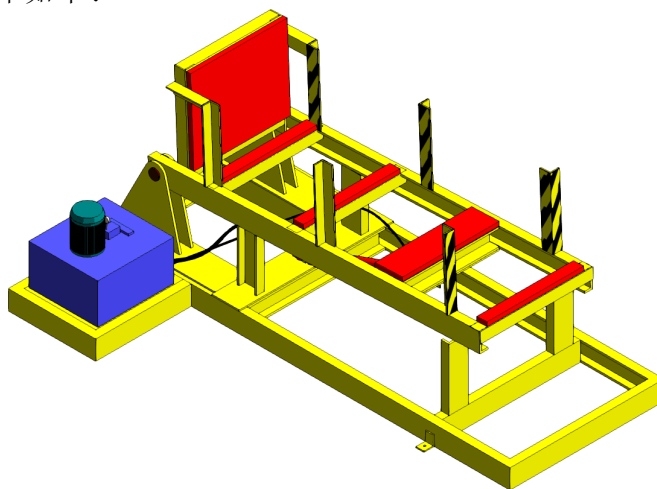


图 18 防撞装置设计图

制图人: 马成凤

审核人: 梁仪

制图时间: 2018 年 10 月 10 日

(四) 确定最佳方案

经小组成员的层层对比分析, 最终确认了 PC 柱侧立架的最佳设计方案, 并整理出最佳方案系统图, 如下:

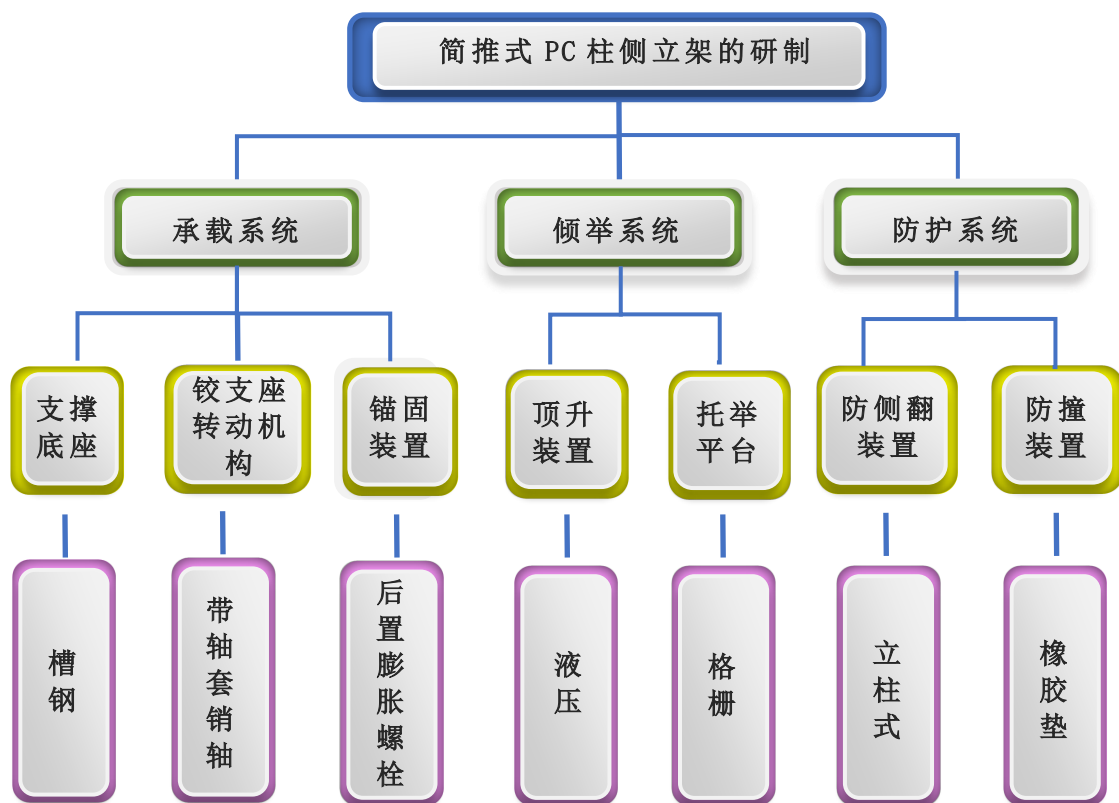


图 19 最佳方案系统图

制图人：韦鸿梅

审核人：梁仪

日期：2018 年 10 月 11 日

六、制定对策

（一）确定安装流程图

为更好地制定对策并指导对策实施，小组成员根据已确定的最佳方案绘制了 PC 柱侧立架安装步骤流程图。

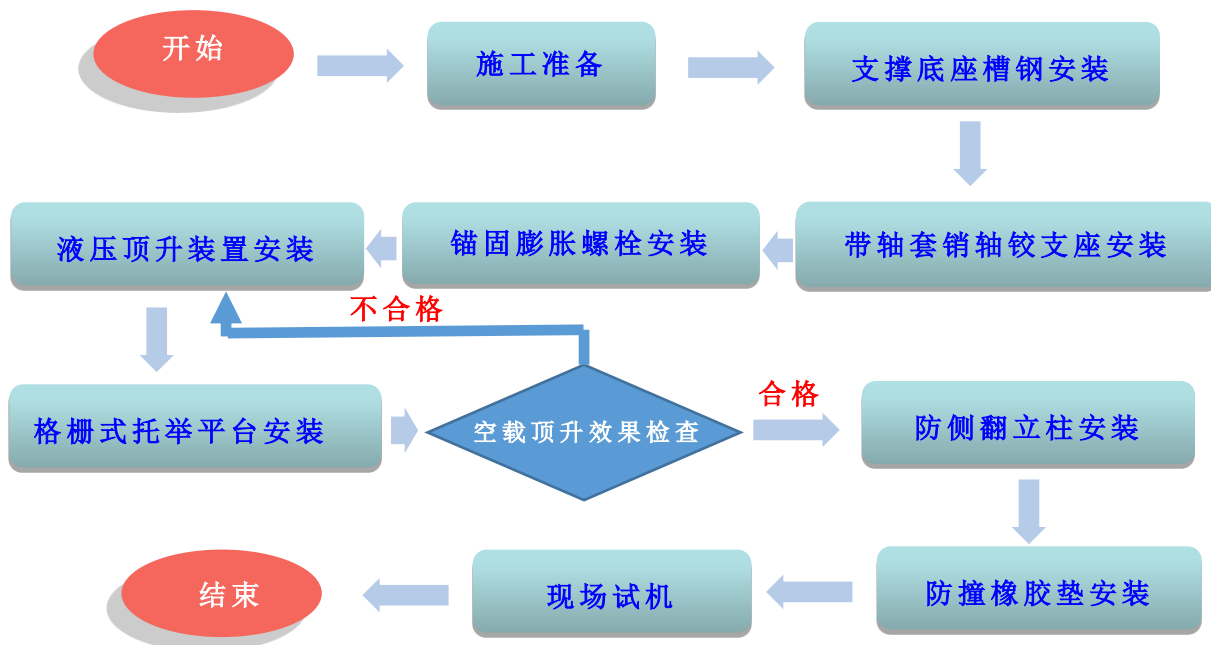


图 20 流程图

制图人：黎莉

审核人：梁仪

日期：2018 年 10 月 12 日

（二）确定对策表

2018 年 10 月 13 日，小组成员根据 PC 柱侧立架安装流程，进一步结合项目实际情况制定出以下相应对策：

对策表

表 19

序号	对策	目标	措施	地点	时间	负责人
1	支撑底座槽钢安装	1. 槽钢下料尺寸偏差 $\leq 5\text{mm}$ 。 2. 焊缝合格率达 100%。	1. 采用 BIM 技术进行三维建模，辅助精准下料。 2. 焊工持证上岗，作业前由技术负责人进行针对性的技术交底。 3. 施焊前先用枕木调平，保证底座槽钢整体水平。	1 号楼东面	2018.10.21	韦鸿梅 颜燕
2	带轴套销轴铰支座安装	定位精准，每组铰支座三角钢板水平位置偏差 $\leq 2\text{mm}$ ，钢板间平行度偏差 $\leq 2\text{mm}$ ，孔径偏差 $\leq 1\text{mm}$ 。	1. 提前用 CAD 软件绘制铰支座下料放样图及安装定位放线图。 2. 根据铰支座下料放样图加工铰支座。 3. 根据支撑底座尺寸及放线图放出纵横双向中心控制线。再根据中心线位置定位铰支座安装位置。	办公室、加工厂、1 号楼东面	2018.10.28	覃正华
3	锚固膨胀螺栓安装	安装 100%牢固，0 松动。	1. 选用符合膨胀螺栓管直径的钻头开孔。 2. 将螺栓放入孔中后用扳手拧紧螺母，直至螺栓胀满整个孔而卡紧无法拔出才停止。	1 号楼东面	2018.10.30	王庆峰
4	液压顶升装置安装	液压顶升装置安装 100%符合设计要求。	1. 购买基本性能参数满足设计方案要求的液压系统。 2. 严格按照设计图纸进行定位安装。	1 号楼东面	2018.11.2	林秋蕙
5	格栅式托举平台安装	1. 尺寸符合平台设计要求，偏差 $\leq 10\text{mm}$ 。 2. 试翻转 30 次，翻起过程 100%顺畅，无卡顿或异响。	1. 严格按照设计图纸进行下料、加工。 2. 平台与铰支座连接处均匀涂抹黄油，起润滑作用。	1 号楼东面	2018.11.10	王立诚
6	防侧翻立柱安装	垂直度偏差 $\leq 10\text{mm}$ 。	1. 焊接时使用直角尺进行垂直度控制。 2. 焊接后随即进行垂直度校核。	1 号楼东面	2018.11.12	马成凤
7	防撞橡胶垫安装	材料规格符合要求，100%粘贴紧密，0 松脱、翘曲、弯折、变形现象。	1. 严格按设计及规范要求进行现场材料进场验收。 2. 严格按照 PC 柱侧立架设计要求进行材料二次切割加工。 3. 均匀涂抹耐候胶。	加工厂	2018.11.14	黎莉

序号	对策	目标	措施	地点	时间	负责人
8	现场试机	选取设计最大截面柱进行试运转测试3次, PC柱侧立架100%正常运转。	1. 检查各部件安装情况, 确保整体安装质量良好。 2. 空载试机。 3. 最大截面试验柱就位。 4. 满载翻起试验。	1号楼东面	2018.11.16	梁仪 曾宪泉

制表人: 颜燕 审核人: 梁仪 日期: 2018年10月13日

七、对策实施

(一) 实施一: 支撑底座槽钢安装

1. 2018年10月16日, 小组副组长颜燕根据支撑底座BIM三维模型, 绘制了支撑底座槽钢下料分解图并形成下料单交给工人进行加工。

广西建工 二安

下料清单

工程名称: 装配式建筑现代化产业园倒班楼工程

使用部位: PC柱侧立架支撑底座

编号: 29

序号	部件名称	材料名称	规格型号	下料尺寸 (mm)	单位	数量	备注
1	纵梁	槽钢	14b	3000	根	2	
2	横梁	槽钢	14b	1104	根	4	
3	液压缸加固梁	槽钢	14b	1104	根	1	
4	铰支座加固梁	槽钢	14b	820	根	2	
5	液压缸加固板	钢板	δ 16	1100×200	块	1	
6	铰支座加固板	钢板	δ 16	820×250	块	2	
7	支撑立柱	槽钢	14b	389	根	2	
8	支撑立柱	槽钢	14b	439	根	2	
	以下空白						

编制人: 颜燕

接收人: 莫庆雷

照片9 下料单

拍摄人: 颜燕 拍摄时间: 2018年10月16日

2. 2018年10月17日, 小组副组长颜燕(项目技术负责人)查验了焊工莫庆雷的焊工证, 并针对焊接作业技术要点及注意事项对其进行了技术交底。



照片10 焊工莫庆雷的焊工证

拍摄人: 颜燕 拍摄时间: 2018年10月17日

技术交底单			
施工单位：广西建工集团第二安装建设有限公司			
工程名称	贵港港务局码头加固工程	交底时间	2018年10月17日
分部名称	焊接工程	交底部位	钢梁焊接
交底内容： 一、材料要求 1. 所有材料应具有出厂的产品质量证明文件，并应符合国家现行有关标准和设计文件的规定。 二、施工机具 1. 主要机具：直流电焊机。 三、施工工艺 工艺流程：作业准备→手工电弧焊（平焊、横焊、立焊）→焊缝检查 1. 焊接材料选用 J422，Φ3.2 焊条，焊条使用前应烘干至 150℃，烘干 1h，保温 1h，使用过程中应保持在干燥桶内。 2. 焊接采用手工电弧焊，当焊接现场风速达到 8m/s 及以上，相对湿度大于 90%，下雨等恶劣时，应采取有效防护措施，应立即停止施焊。 3. 焊接采用直流正接，焊接电流：120A~140A，焊接速度：10~14cm/min；匀速焊接。 4. 对接焊缝及对接和搭接组合焊缝，在焊缝两端设引弧板和引出板，必须在引弧板上引弧后再移到焊缝区，中途接头应在焊缝接头前 15~20mm 处打火引弧。 5. 收弧：每道焊缝收弧时，应将电弧挑断，往焊接方向相反方向带弧，使弧坑在焊缝起边，以防弧坑咬肉。 四、焊缝质量要求 1. 所有焊工必须持证上岗，持证焊工必须在考试合格项目及认可范围内施焊。 2. 焊缝表面不得有裂纹、焊瘤、气孔、夹渣、烧穿、电弧擦伤等缺陷。 3. 对接焊缝余高 $a \leq 3.0$ ，熔深 $d \leq 0.1a$ ，且 ≤ 2.0 mm，咬边深度 ≤ 0.5 mm，连续长度 ≤ 100 mm。 4. 焊缝外形应均匀，成形良好，焊缝与母材、焊缝与基本金属间过渡平滑，焊缝飞溅物应清理干净。 五、成品保护 1. 焊后不得敲击接头，不得往刚焊完的钢材上浇水。 2. 不得随意在焊缝和母材上引弧。 3. 各种构件校正后方可施焊，并不得随意移动垫铁和卡具，以防造成构件尺寸偏差。 六、安全注意事项 1. 安装工人进入现场必须戴安全帽，作业时须用专用的焊工手套。 2. 使用的焊机、电焊机、焊把线使用前应检查完好。 3. 电焊作业时，应有专业人员进行操作，并遵守相应的安全操作规程。			
施工员（工长）签字	阮碧芹	技术负责人	阮燕
接受交底人签字	阮燕	交底时间	2018年10月18日

照片 11 焊接工程技术交底

拍摄人：颜燕 拍摄时间：2018 年 10 月 17 日

3. 2018 年 10 月 18 日，焊接作业人员根据架体设计图纸及技术交底要求，在施焊前先用 40×80mm 的枕木铺垫在槽钢下方，并整体调平后开始焊接作业，以保证底座槽钢整体水平。



照片 12 枕木铺垫在槽钢下方

拍摄人：韦鸿梅 拍摄时间：2018 年 10 月 18 日

★实施一效果验证：2018 年 10 月 19 日，小组成员韦鸿梅及颜燕对已完成下料切割的支撑底座槽钢尺寸进行了检查统计，具体情况如下表：

槽钢尺寸现场检查统计表

表 20

设计图						
	部件名称	设计尺寸	允许偏差	实测尺寸	实际偏差	检查结论

纵向边梁	3000mm	$\leq 5\text{mm}$	3000mm	0mm	符合要求	韦鸿梅
			3002mm	+2mm	符合要求	
横梁	1000mm	$\leq 5\text{mm}$	1000mm	0mm	符合要求	颜燕
			1000mm	0mm	符合要求	
			998mm	-2mm	符合要求	
			1000mm	0mm	符合要求	
立柱 1	386mm	$\leq 5\text{mm}$	385mm	-1mm	符合要求	韦鸿梅
			386mm	0mm	符合要求	
立柱 2	438mm	$\leq 5\text{mm}$	438mm	0mm	符合要求	颜燕
			438mm	0mm	符合要求	
加固边梁	839mm	$\leq 5\text{mm}$	839mm	0mm	符合要求	韦鸿梅
			840mm	+1mm	符合要求	
加固横梁	1000mm	$\leq 5\text{mm}$	1000mm	0mm	符合要求	颜燕

制表人：韦鸿梅 审核人：梁仪 日期：2018 年 10 月 19 日

2018 年 10 月 21 日，小组成员韦鸿梅及颜燕与项目质检员覃正华一同对已安装完成的支撑底座焊接质量进行了检查，检查结论为：焊缝合格率达 100%！

焊缝外观质量专检记录表

编号：TS/GXEA-306B1-06

工程名称：装配式建筑现代产业园附属楼工程										接头类别：对接焊缝	
部件名称：PC 梁柱连接										施工日期：2018年10月21日	
焊件	钢号	规格	焊材	焊丝	焊条	焊丝	焊条	焊丝	焊条	焊工	检验结果
H01	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H02	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H03	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H04	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H05	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H06	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H07	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H08	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H09	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H10	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H11	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H12	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H13	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H14	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H15	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H16	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H17	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H18	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格
H19	T02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	合格

质量检查员：覃正华 日期：2018年10月21日

项目技术负责人：颜燕 日期：2018年10月21日

注：“√”表示该项检查结果符合质量验收规范要求

照片 13 焊缝外观质量专检记录

拍摄人：覃正华 拍摄时间：2018 年 10 月 21 日

结论：通过对策实施及效果检查，发现支撑底座槽钢下料尺寸偏差均 $\leq 5\text{mm}$ 且焊缝合格率达 100%，达到对策目标要求，对策目标实现！

（二）实施二：带轴套销轴铰支座安装

1. 2018 年 10 月 22 日，小组成员覃正华在铰支座加工前，利用 CAD 软件绘制出铰支座下料放样图及其安装定位放线图。

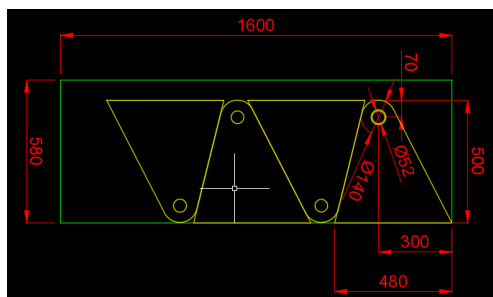


图 21 铰支座下料放样图

制图人：覃正华

审核人：梁仪

日期：2018 年 10 月 22 日

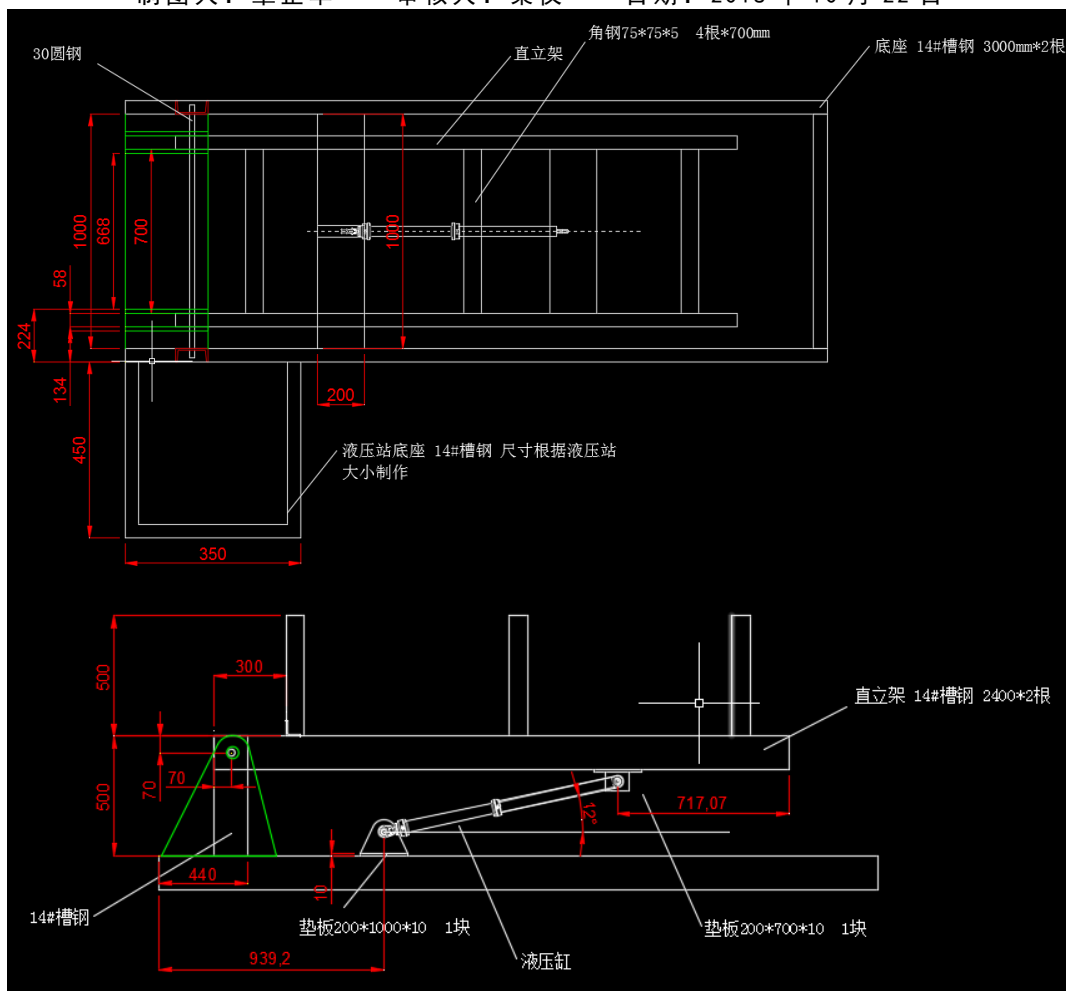


图 22 铰支座定位放线图

制图人：覃正华

审核人：梁仪

日期：2018 年 10 月 22 日

2. 2018 年 10 月 23 日，工人在加工场内根据铰支座下料放样图进行铰支座加工。



照片 14 铰支座加工

拍摄人：覃正华

拍摄时间：2018 年 10 月 23 日

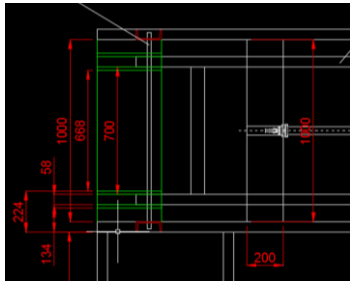
3. 2018 年 10 月 25 日，覃正华现场指导工人根据支撑底座尺寸及放线图放出纵横双向中心控制线，再根据中心线位置定位铰支座安装位置，保证安装位置精确符合设计要求。



照片 15 带轴套的销轴铰支座安装完成后
拍摄人：覃正华 拍摄时间：2018 年 10 月 25 日

★实施二效果验证：2018 年 10 月 28 日，小组成员覃正华对已安装完成的带轴套的销轴铰支座进行了质量检查和统计，具体情况如下表：

铰支座安装质量现场检查统计表 表 21

设计图						
部件名称	设计尺寸	允许偏差	实测尺寸	实际偏差	检查结论	检查人
三角钢板	平行间 58mm	≤ 2mm	58mm	0mm	符合要求	覃正华
	钢板外边缘距支撑底座纵向边梁外边缘距离 224mm/134mm		59mm	1mm		
			224mm/134mm	0mm	符合要求	
			224mm/133mm	1mm		
孔径	52mm	≤ 1mm	52mm	0mm	符合要求	
			51mm	-1mm	符合要求	
			52mm	0mm	符合要求	
			52mm	0mm	符合要求	
销轴直径	50mm	≤ 1mm	50mm	0mm	符合要求	
			50mm	0mm	符合要求	

制表人：覃正华 审核人：梁仪 日期：2018 年 10 月 28 日

结论：通过对策实施及效果检查，发现铰支座定位精准、安装质量良好，每组铰

支座三角钢板水平位置偏差 $\leq 2\text{mm}$ ，钢板间平行度偏差 $\leq 2\text{mm}$ ，孔径偏差 $\leq 1\text{mm}$ ，达到对策目标要求，对策目标实现！

（三）实施三：锚固膨胀螺栓安装

1. 2018年10月29日，小组成员王庆峰根据设计要求的锚固膨胀螺栓型号（150mm长的M18-5g6g），对应选用直径为20mm的钻头进行开孔。



照片 16 开孔

拍摄人：王庆峰 拍摄时间：2018年10月29日

2. 工人将膨胀螺栓放入孔中后用扳手拧紧螺母，直至螺栓胀满整个孔进而卡紧无法拔出才停止。



照片 17 膨胀螺栓安装

拍摄人：王庆峰 拍摄时间：2018年10月29日

★实施三效果验证：2018年10月30日，小组成员王庆峰用扳手对已安装完成的4个锚固膨胀螺栓安装质量进行了检查，发现4个锚固膨胀螺栓均已拧紧。



照片 18 膨胀螺栓安装完成

拍摄人：王庆峰 拍摄时间：2018年10月30日

结论：锚固膨胀螺栓安装牢固，无松动，对策目标实现！

（四）实施四：液压顶升装置安装

1. 2018 年 10 月 31 日，小组副组长林秋蕙对 PC 柱侧立架的工作原理和受力情况进行了进一步分析，再次优化了设计图纸。通过市场考察并进行综合对比分析后，最终购买了 HSG100*63*700 型液压系统，其工作压力为 16Mpa 、最大行程为 700mm，满足设计的承载及顶升角度要求。

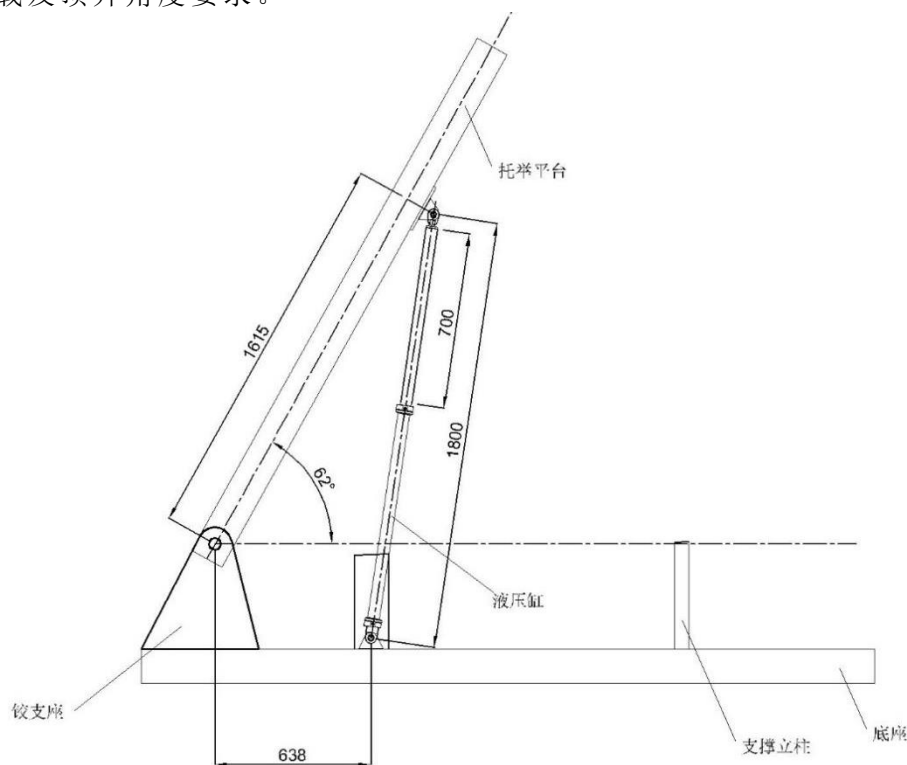


图 23 顶升装置深化设计图

制图人：林秋蕙 审核人：梁仪 日期：2018 年 10 月 31 日

工程液压油缸 HSG12T

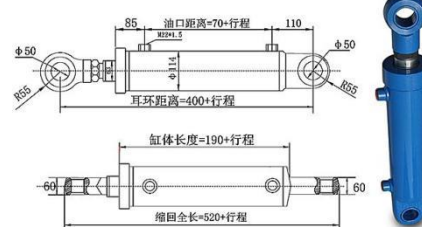


缸径 100mm 缸外径 114mm 杆径 63mm

选择合适的 HSG 耳环油缸

产品参数

类型	工程用 液压缸	安装 形式	耳环 连接	型号	100*63
工作压力	16mpa	品牌	星宇	适用范围	自动机床 工装夹具



行程 (毫米)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
缸体长度	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
缩回全长	620	720	820	920	1020	1120	1220	1320	1420	1520	1620	1720	1820	1920	2020

照片 19 选用的液压系统简介

拍摄人：林秋蕙 拍摄时间：2018 年 10 月 31 日

2. 2018 年 11 月 1 日，工人严格按照设计图纸进行定位安装。



照片 20 液压顶升装置安装完成

拍摄人：林秋蕙 拍摄时间：2018 年 11 月 1 日

★实施四效果验证：2018年11月2日，小组副组长林秋蕙对液压系统基本性能参数及安装质量进行了检验。以下是产品合格证及检验过程照片。



照片 21 液压顶升装置出厂合格证
拍摄人：林秋蕙 拍摄时间：2018年11月2日

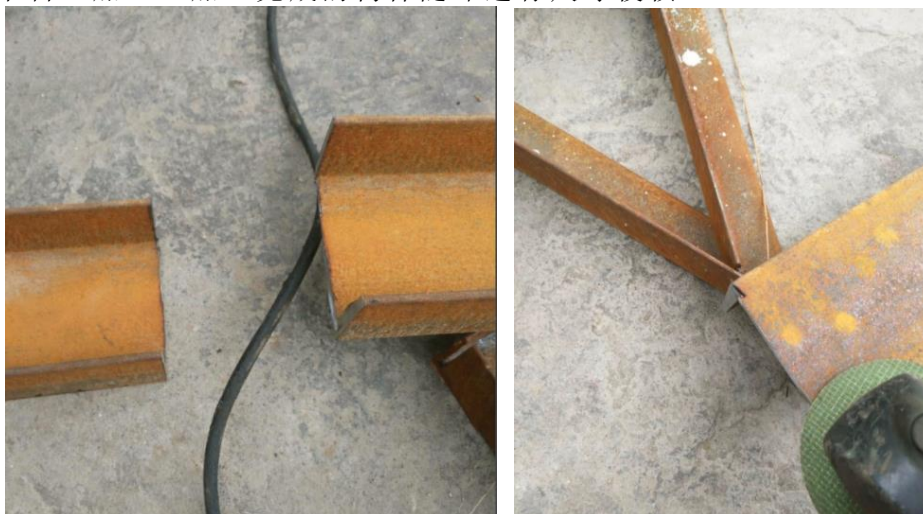


照片 22 液压缸安装位置检查
拍摄人：林秋蕙 拍摄时间：2018年11月2日

结论：液压顶升装置安装 100%符合设计要求，对策目标实现！

（五）实施五：格栅式托举平台安装

1. 2018年11月3日，小组成员王立诚蹲点加工厂，严格要求工人必须按照设计图纸进行下料、加工，加工完成的构件随即进行尺寸校核。



照片 23 槽钢、角钢等材料下料切割
拍摄人：王庆峰 拍摄时间：2018年11月3日

2. 2018 年 11 月 5 日，王立诚指导工人在托举平台安装时，在其与铰支座连接处均匀涂抹黄油，起润滑作用。



照片 24 托举平台与铰支座连接处涂抹黄油后
拍摄人：王立诚 拍摄时间：2018 年 11 月 5 日

★实施五效果验证：2018 年 11 月 6 日，对已安装完成的托举平台尺寸进行了检查和统计，具体数据如下表：

铰支座安装质量现场检查统计表 表 22

设计图							
	部件名称	设计尺寸	允许偏差	实测尺寸	实际偏差	检查结论	检查人
边梁	2400mm	≤ 10mm		2400mm	0mm	符合要求	王立诚
				2400mm	0mm	符合要求	
横梁	700mm	≤ 10mm		700mm	0mm	符合要求	
				703mm	+3mm	符合要求	
				702mm	+2mm	符合要求	
				700mm	0mm	符合要求	

制表人：王立诚 审核人：梁仪 日期：2018 年 11 月 6 日

2. 2018 年 11 月 10 日，小组组长梁仪组织全体组员对托举平台空载条件下的工作情况进行了试翻试验，共试验 30 次，由小组组员王立诚进行试验情况记录，具体试验结果如下：

托举平台试翻检查记录							
工程名称	试翻时间			2018.11.8			
试翻次数	检查结果			试翻次数	检查结果		
	卡顿	异响	其他		卡顿	异响	其他
第1次	×	×	×	第16次	×	×	×
第2次	×	×	×	第17次	×	×	×
第3次	×	×	×	第18次	×	×	×
第4次	×	×	×	第19次	×	×	×
第5次	×	×	×	第20次	×	×	×
第6次	×	×	×	第21次	×	×	×
第7次	×	×	×	第22次	×	×	×
第8次	×	×	×	第23次	×	×	×
第9次	×	×	×	第24次	×	×	×
第10次	×	×	×	第25次	×	×	×
第11次	×	×	×	第26次	×	×	×
第12次	×	×	×	第27次	×	×	×
第13次	×	×	×	第28次	×	×	×
第14次	×	×	×	第29次	×	×	×
第15次	×	×	×	第30次	×	×	×

综合判定：经试翻检查，托举平台翻起过程100%顺畅。

质检检查员：何成连 复核人：张成

日期：2018.11.8 日期：2018.11.8

照片 25 托举平台试翻检查记录表

拍摄人：王立诚 拍摄时间：2018年11月10日

结论：托举平台尺寸符合设计要求，偏差 $\leq 10\text{mm}$ 。试翻转 30 次，翻起过程 100% 顺畅，无卡顿或异响情况发生，对策目标实现！

（六）实施六：防侧翻立柱安装

1. 2018 年 11 月 11 日，小组成员马成凤在施工现场指导工人在焊接过程中要随时使用直角尺进行垂直度控制。



照片 26 垂直度测量

拍摄人：马成凤 拍摄时间：2018 年 11 月 11 日

2. 第一根防侧翻立柱焊接完成后，小组成员黎莉随即对其进行了垂直度校核。



照片 27 垂直度测量

拍摄人：马成凤 拍摄时间：2018 年 11 月 11 日

★实施六效果验证：2018 年 11 月 12 日，小组成员马成凤、黎莉对已安装完成的 6 根防侧翻立柱的垂直度进行了检查，检查数据如下表所示：

防侧翻立柱垂直度现场检查统计表

表 23

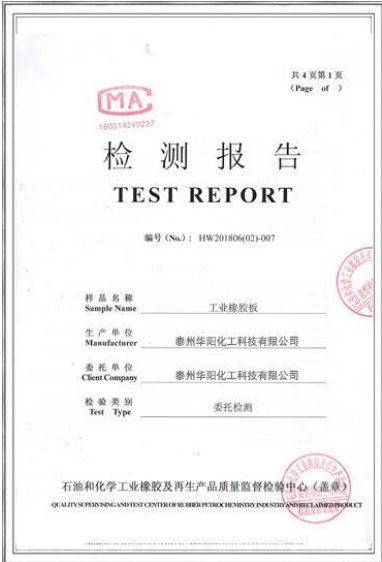
部件名称	垂直度允许偏差	实际偏差	检查结论	检查人
立柱 1	≤ 5mm	0mm	符合要求	马成凤
立柱 2		0mm	符合要求	黎莉
立柱 3		0mm	符合要求	马成凤
立柱 4		+2mm	符合要求	黎莉
立柱 5		-3mm	符合要求	马成凤
立柱 6		0mm	符合要求	黎莉

制表人：马成凤 审核人：梁仪 日期：2018 年 11 月 12 日

结论：由上表数据可知：防侧翻立柱垂直度偏差均≤10mm，对策目标实现！

（七）实施七：防撞橡胶垫安装

1. 2018 年 11 月 13 日上午，橡胶板材料进场，小组成员黎莉随即对其检测报告进行了查验。



照片 28 橡胶板检测报告

拍摄人：王庆峰 拍摄时间：2018 年 11 月 13 日

2. 下午，黎莉蹲点加工厂，指导工人严格按照 PC 柱侧立架设计要求进行橡胶板下料切割，切割完成后进行尺寸检验。



照片 29 橡胶板切割尺寸检验

拍摄人：黎莉 拍摄时间：2018 年 11 月 13 日

3. 2018 年 11 月 14 日，黎莉在施工现场监督工人在橡胶防撞条表面均匀涂抹耐候胶后才能进行粘贴。



照片 30 橡胶板切割尺寸检验

拍摄人：黎莉 拍摄时间：2018 年 11 月 14 日

★实施七效果验证：2018 年 11 月 14 日，小组成员黎莉对已经粘贴好的防撞橡胶垫进行检查。



照片 31 防撞橡胶垫安装效果

拍摄人：黎莉 拍摄时间：2018 年 11 月 14 日

结论：防撞橡胶垫规格符合要求，粘贴紧密，无松脱、翘曲、弯折、变形现象，对策目标实现！

（八）实施八：现场试机

1. 2018 年 11 月 15 日，小组全体成员在施工现场对已经安装完成的 PC 柱侧立架各部件安装情况进行了仔细检查。



照片 32 PC 柱侧立架整体检验

拍摄人：梁仪 拍摄时间：2018 年 11 月 15 日

2. 确保侧立架整体安装质量良好后，进行侧立架空载试翻转。



照片 33 PC 柱侧立架空载试验

拍摄人：林秋蕙 拍摄时间：2018 年 11 月 15 日

3. 设计最大截面柱下放就位。



照片 34 PC 柱下放就位

拍摄人：覃正华 拍摄时间：2018 年 11 月 15 日

4. 进行试运转测试。



照片 35 PC 柱试转试验

拍摄人：黎莉 拍摄时间：2018 年 11 月 15 日

★实施八效果验证：2018 年 11 月 15 日，小组成员王立诚对以翻转最大截面柱为试验对象的 PC 柱运行情况进行了记录，具体结果如下：

侧立架试运行检查记录				
工程名称		装配式建筑现代化产业园项目工程		
构件名称		PC柱侧立架		
序号	验收项目	验收结果		
		第一次运行	第二次运行	第三次运行
1	较支座运行无卡壳、异响、转动顺畅。	合格	合格	合格
2	锚固装置安装牢固，无松动，符合要求。	合格	合格	合格
3	顶升装置液压杆正常顶升，顶升角度能满足设计方案要求的 $60^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 。	合格	合格	合格
4	防侧翻立柱安装牢固，垂直度符合要求。	合格	合格	合格
5	防撞橡胶垫粘贴紧密，无脱落、翘曲、弯折、变形现象。	合格	合格	合格
6	试运行期间，架体整体稳定，无晃动、滑移现象。	合格	合格	合格
7	侧立架辅助 PC 柱起吊平稳，无碰撞导致的柱根缺棱掉角、表面有划痕、面层脱皮、钢筋变形等外观质量问题。	合格	合格	合格
综合判定： 侧立架运行平稳，成品保护到位。				
质量检查员：何贵全		复核人：张杰		
日期：2018.11.15		日期：2018.11.15		

照片 36 PC 柱侧立架试运行检查记录

拍摄人：马成凤 拍摄时间：2018 年 11 月 15 日

结论：选取设计最大截面柱进行试运转测试 3 次，PC 柱侧立架 100%正常平稳运转，无滑移和晃动情况，对策目标实现！

2018 年 11 月 16 日，PC 柱侧立架成功试运转后正式投入后续 PC 柱的吊装施工中，对策实施阶段仍在继续。

八、效果检查

整个对策实施过程于 2018 年 10 月 16 日开始，于 2019 年 1 月 10 日结束，经过 QC 小组近 3 个月的活动，我们顺利地完成了对策实施并取得了优异的成绩。

（一）质量方面

2019 年 1 月 11 日，小组组长梁仪及组员陪同监理单位、建设单位对已完成的 2 至 8 层 PC 柱安装工程进行了一次全面质量检查并查阅了相关验收记录，具体检查情况如下：

装配式结构安装与连接检验批质量验收记录				
工程名称	装配式建筑现代化产业园项目工程	分部工程名称	主体结构工程	验收日期
施工单位	中建八局	监理单位	中建八局	验收日期
验收项目	设计要求和施工方案	验收内容	验收结果	验收结论
1	预制构件进场验收	全数检查	合格	100%
2	预制构件安装	全数检查	合格	100%
3	预制构件连接	全数检查	合格	100%
4	预制构件验收	全数检查	合格	100%
5	预制构件验收	全数检查	合格	100%
6	预制构件验收	全数检查	合格	100%
7	预制构件验收	全数检查	合格	100%
8	预制构件验收	全数检查	合格	100%
9	预制构件验收	全数检查	合格	100%
10	预制构件验收	全数检查	合格	100%

装配式结构安装与连接检验批质量验收记录				
工程名称	装配式建筑现代化产业园项目工程	分部工程名称	主体结构工程	验收日期
施工单位	中建八局	监理单位	中建八局	验收日期
验收项目	设计要求和施工方案	验收内容	验收结果	验收结论
1	预制构件进场验收	全数检查	合格	100%
2	预制构件安装	全数检查	合格	100%
3	预制构件连接	全数检查	合格	100%
4	预制构件验收	全数检查	合格	100%
5	预制构件验收	全数检查	合格	100%
6	预制构件验收	全数检查	合格	100%
7	预制构件验收	全数检查	合格	100%
8	预制构件验收	全数检查	合格	100%
9	预制构件验收	全数检查	合格	100%
10	预制构件验收	全数检查	合格	100%

合格率达 96%，仅有 12 根 PC 柱需要修补，避免了 60 根 PC 柱的修补。共计节省费用 225 元/根×60 根=13500 元。

3. PC 柱侧立架研发费用如下：
- ① 14b 槽钢：24m×16.733kg/m×4.627 元/kg≈1858 元；
 - ② ∠75×75×8 角钢：12m×9.03kg/m×4.4 元/kg≈477 元；
 - ③ δ 16mm 钢板：316.4kg×5.2 元/kg≈1645 元；
 - ④ Φ 50mm 销轴（带轴套）：2 根×50 元/根=100 元；
 - ⑤ 液压缸、液压站及其配件：2776 元；
 - ⑥ 油漆：防锈底漆 1 桶（15kg）×140 元/桶+面漆 1 桶（15kg）×160 元/桶=200 元

- ⑦ 30mm 厚橡胶板：0.75m²×600 元/m²=450 元
 - ⑧ 人工费（焊工）：5 工日×400 元/工日=2000 元
- 合计：1858+477+1645+100+2776+200+450+2000=9506 元
4. 最终产生经济效益：修补费用节省 13500 元-PC 柱侧立架研发费用 9506 元=3994 元。

（四）社会效益

通过使用我公司研发的 PC 柱电动液压侧立架，不但避免了 PC 柱构件由于直立吊装引起的柱脚碰撞破坏或构件自身的弯曲变形，节省了构件修补造成的人工及材料浪费，还避免了构件起吊时因晃动造成的吊装安全事故，既有效保障了工程质量还提高了装配式建筑的安全文明施工程度。该技术作为于项目召开的“2019 年广西壮族自治区装配式建筑现场观摩会”技术亮点进行展示，受到各界同仁的一致好评，各级领导也纷纷表示其示范意义良好，推广价值高，助力公司进一步提升了企业知名度。



照片 39 观摩会展示现场
拍摄人：王立诚 拍摄时间：2019 年 1 月 15 日
QC 小组活动成果效益认证书

单位名称：广西建工集团第二安装建设有限公司			
QC 小组名称	“积极奋斗”QC 小组		
课题名称	PC 柱侧立架的研制		
课题活动时间	2018 年 9 月至 2019 年 2 月	课题类型	创新型
课题成果	成功研制一种能辅助 PC 柱在吊装过程中直立立的工具，减少 PC 柱起吊过程中造成的外观质量问题，使 PC 柱吊装外观质量合格率提高至 96%！		
课题经济效益	一层 41 根 PC 柱的安装过程中，发现有 10 根 PC 柱存在外观质量一般缺陷，合格率为 75.6%，通过修补共计发生费用：1、人工费：6 工日×300 元/工日=1800 元；2、材料费（水泥砂浆）：100 元；3、机械台班费（吊车）：0.5 台班×700 元/台班=350 元，合计：1800+100+350=2250 元，平均每根柱子耗资 2250 元÷10 根=225 元/根。 假设二层八层 294 根 PC 柱安装未采用 PC 柱侧立架辅助，按照 75.6% 的合格率计算，将有 72 根存在外观质量一般缺陷需修补，避免了 PC 柱侧立架辅助安装，合格率达 96%，仅有 12 根 PC 柱需要修补，节省了 60 根 PC 柱的修补，共计节省费用 225 元/根×60 根=13500 元。 扣除 PC 柱侧立架研发费用（钢材 4080 元+机械台班费 2776 元+油漆 200 元+橡胶板 450 元+人工费 2000 元=9506 元），最终节省 13500 元-9506 元=3994 元。		
课题技术效益	传统工艺施工中，PC 柱为水平放置运输至现场，先吊运至塔吊集中堆放，再采用起重机械吊运至空地上，将 PC 柱于空地上竖立时易发生晃动，后吊装就位，直立过程易造成柱脚碰撞或失稳，不利于构件外观质量，存在一定安全隐患。本课题研制的一种 PC 柱侧立架，是一种辅助 PC 柱在吊装过程中直立立的工具，能有效的减少 PC 柱起吊过程中因摇晃造成的外观质量问题。通过技术的实施，有效地将 PC 柱吊装的外观质量合格率提高到了 96%，技术可行，值得推广应用。		
课题社会效益	通过使用我公司研发的 PC 柱电动液压侧立架，不但避免了 PC 柱构件由于直立吊装引起的柱脚碰撞破坏或构件自身的弯曲变形，节省了构件修补造成的人工及材料浪费，还避免了构件起吊时因晃动造成的吊装安全事故，既有效保障了工程质量还提高了装配式建筑的安全文明施工程度。该技术作为于项目召开的“2019 年广西壮族自治区装配式建筑现场观摩会”技术亮点进行展示，受到各界同仁的一致好评，各级领导也纷纷表示其示范意义良好，推广价值高，助力公司进一步提升了企业知名度。		

照片 40 QC 小组活动成果效益认证书（具体附后）
拍摄人：韦鸿梅 拍摄时间：2019 年 1 月 15 日

九、标准化

通过这次 QC 小组活动，我们顺利地完成了既定目标，成功的研发了一种 PC 柱侧立架，取得了较好的经济效益和社会效益。为进一步推广和提高成果的实用性及适应性，小组成员进行了 QC 成果的标准化研究及总结。

（一）形成技术图纸

通过本次 PC 柱侧立架的研制，我们积累了宝贵的研发与应用经验，通过效果验证证明 PC 柱侧立架在装配式建筑预制柱吊装工程中的应用是有效且切实可行的，研制成果也得到各方的认可。为巩固本次活动成果，2019 年 1 月 17 日 QC 小组编制了《PC 柱吊装辅助侧立架设计图》，纳入企业标准化工艺图集。

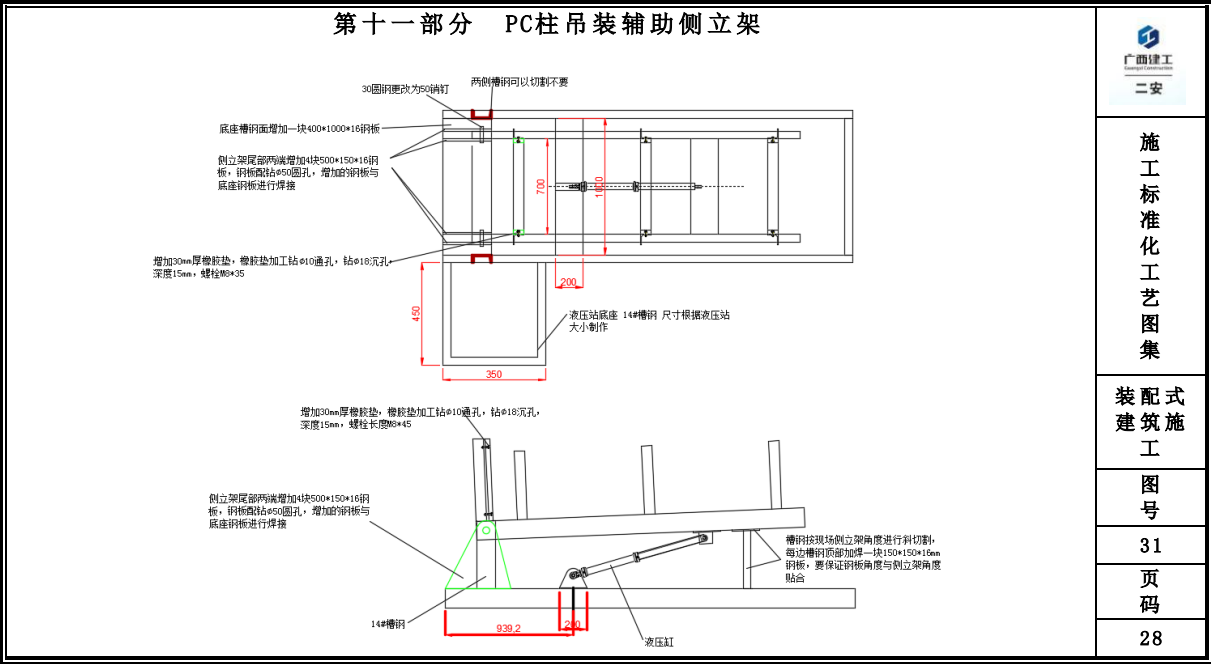


图 24 企业施工标准化工艺图集

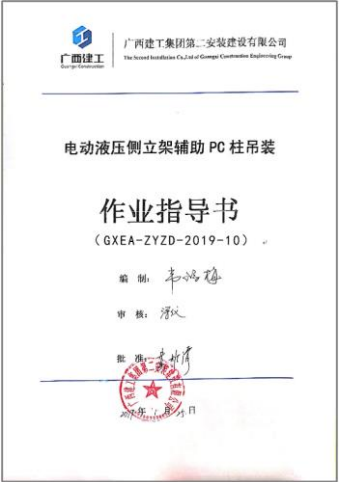
制图人：颜燕 审核人：梁仪 日期：2019 年 1 月 17 日

（二）形成指导性文件

同时，小组还编制并报批了《电动液压侧立架辅助 PC 柱吊装作业指导书》，经公司质量技术处处长梁仪审核，公司总工程师莫雄清审批同意，于 2019 年 1 月 25 日正式在公司内部公布，指导书编号为：GXEA-ZYZD-2019-10。

纳入指导书的技术主要有：1. 电动液压侧立架工作原理及主要构造；2. 电动液压侧立架受力分析及设计要点；3. 电动液压侧立架辅助装配式建筑 PC 柱起吊施工方法。

形成了本公司装配式建筑 PC 柱吊装工程施工的专有技术和独特工艺，已广泛应用于我公司类似工程中。



照片 41 作业指导书

拍摄人：王立诚 拍摄时间：2019 年 1 月 25 日

十、总结和下一步打算

(一) 活动总结

经过本次 QC 活动，2019 年 1 月 28 日，小组成员集体对本次活动的全过程进行了回顾和总结，重点分析了此次活动的可取之处和不足的地方。

1. 专业技术总结

本次 QC 活动中，小组成功研制出 PC 侧立架，并编制了《PC 柱吊装辅助侧立架设计图》、《电动液压侧立架辅助 PC 柱吊装作业指导书》等相关标准化文件并存档，同时小组成员还掌握了选择材料的方法和构件吊装技巧、焊接工艺等，积累了装配式建筑施工经验，特别在对策实施过程中，机械的制作、调试、安装操作技能都得到了提高。具体经验总结如下：

(1) 支撑底座槽钢安装时，需先用枕木调平，保证底座槽钢整体水平后开始施焊。

(2) 带轴套销轴铰支座安装时，先根据支撑底座尺寸及放线图放出纵横双向中心控制线，再根据中心线位置定位铰支座安装位置。

(3) 格栅式托举平台与铰支座连接处应均匀涂抹黄油，起润滑作用。

(4) 为保证防侧翻立柱的安装质量，其焊接过程中应使用直角尺进行垂直度控制，焊接后亦随即进行垂直度校核。

(5) 防撞橡胶条粘贴时，需在其表面均匀涂抹耐候胶后才能进行粘贴。

2. 管理技术总结

小组活动严格按照 PDCA 程序进行，过程中思路清晰，环环相扣，有较为严密的逻辑性，坚持以事实为依据，用数据说话，成果内容充实，图文并茂，QC 知识和工具运用能力都得到大幅度提升，为以后深入开展 QC 活动打下了良好的基础。

小组成员管理技术方面总结表

表 24

小组成员	已掌握的知识点	需改进的地方
梁 仪	在选题理由、制定方案和确定最佳方案等方面比较精通和熟练	高级工具使用方法
林秋蕙	会利用亲和图、调查表等多种工具来分析和解决问题	高级工具使用方法
韦鸿梅	会利用亲和图、调查表等多种工具来分析和解决问题	高级工具使用方法
颜 燕	在选题理由、制定方案和确定最佳方案等方面比较熟悉	高级工具使用方法
覃正华	会利用亲和图、调查表等多种工具来分析和解决问题	高级工具使用方法
王庆峰	能够快速整理检查数据，做好数据收集工作	进一步熟悉 QC 常用工具
黎莉	能够快速整理检查数据，做好数据收集工作	进一步熟悉 QC 常用工具
马成凤	能够快速整理检查数据，做好数据收集工作	进一步熟悉 QC 常用工具
王立诚	在制定对策和对策实施方面，注意现场试验和操作安全	进一步熟悉 QC 常用工具
曾宪泉	在制定对策和确定最佳方案等方面比较熟练	进一步熟悉 QC 常用工具

制表人：王立诚 审核人：梁仪 日期：2019 年 1 月 28 日

管理技术评价表

表 25

序号	活动内容	优点	不足之处	努力方向
1	选择课题	选题理由比较充分，符合本工程实际情况	课题针对性太强，推广价值受限	学习 QC 小组活动知识，扩大选题范围和选题深度

2	设定目标及目标可行性分析	切合实际，能够对目标进行量化	量化内容不够深入和规范	加强相关专业的深入了解
3	提出方案并确定最佳方案	能够根据自身施工经验发挥集体智慧，提出合理方案	思维不够开阔，细节不够具体	多阅读相关书籍，增加知识储备
4	制定对策	措施具体可操作，保证了可实施性	对策没有经过比选和分析	制定对策时，提出更多更合理的比选方案
5	对策实施	能够及时收集数据，检查实施是否达到目标	实施过程照片收集不齐全	注意实施环节的过程跟踪，仔细对照照片、数据进行收集
6	效果检查	及时并细致的检查和分析了实施效果	经济效益计算不够具体，分析不够彻底	对活动经费投入的统计要进一步细化
7	标准化	制定了标准化推广文件	对工艺适合推广的总结不足	对新技术推广价值的总结要具体

制表人：黎莉 审核人：梁仪 日期：2018年1月29日

3. 小组成员综合素质总结

在活动开展过程中，小组成员针对课题持续改进思路，逐一克服难题，增强了团队凝聚力，提高了解决问题的信心。小组成员的质量意识、团队精神、解决问题的信心、工作主动性、协作精神等各方面能力均得到提升。2019年1月30日，小组成员对各自在活动中的表现及学习情况进行了总结，并汇总出了小组自我评价表。

QC小组自我评价明细表

表 26

序号	姓名	质量意识		团队精神		解决问题的信心		工作主动性		协作精神	
		活动前	活动后	活动前	活动后	活动前	活动后	活动前	活动后	活动前	活动后
1	梁仪	6	9	7	9	7	9	7	9	6	8
2	林秋蕙	5	8	6	8	5	8	7	9	7	9
3	韦鸿梅	6	8	7	9	5	9	6	8	7	9
4	颜燕	5	8	7	9	7	8	7	9	6	8
5	覃正华	6	8	6	9	6	8	7	9	6	9
6	王庆峰	5	9	6	8	5	8	7	9	7	9
7	黎莉	6	8	6	9	5	8	6	9	6	9
8	马成凤	5	8	5	9	6	8	6	8	6	8
9	王立诚	5	8	7	9	6	9	7	9	7	8
10	曾宪泉	6	8	6	8	5	9	6	8	6	8
平均值		5.3	8.1	6.4	8.6	5.8	8.9	6.5	8.6	6.4	8.5

制表人：黎莉 审核人：梁仪 日期：2019年1月30日

项目	自我评价	
	活动前（分）	活动后（分）
质量意识	5.3	8.1
团队精神	6.4	8.6
解决问题的信心	5.8	8.9
工作主动性	6.5	8.6
协作精神	6.4	8.5

制表人：韦鸿梅

审核人：梁仪

日期：2019 年 1 月 30 日

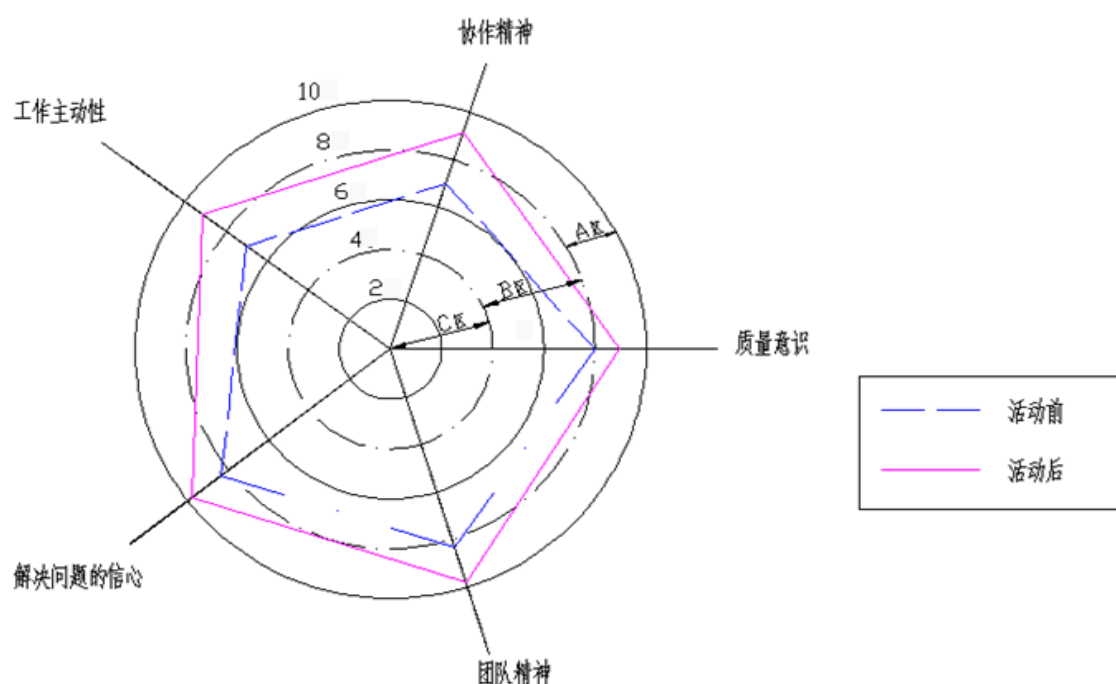


图 25 自我评价雷达图

制图人：黎莉

日期：2019 年 1 月 30 日

由活动前后雷达图可看出，经过本次 QC 活动，大家不仅提高了施工管理能力，使施工管理更加系统化、标准化和科学化，还增强了全员质量意识和参与管理的能力，为今后更好的从事管理岗位工作积累了丰富的实践经验，全员综合素质都有大幅度的提升，公司及各级领导都对本次 QC 活动取得的成果和表现表示一致的肯定和赞许。

回过头来看，这一切成绩都归功于 QC 小组高标准、严要求、不怕困难、坚持不懈的态度，正是这首《积极奋斗者鉴》一直激励着我们在 QC 的道路上不断攀登。

（二）下一步打算

2019 年 2 月 2 日，小组成员结合项目实际情况和典型案例，进一步对装配式建筑工程施工重点难点进行了综合分析，针对项目后续施工过程中可能遇到的问题，运用“头脑风暴法”，集思广益，多角度提出了 QC 小组下一步课题方向进行讨论选择。具体评估如下：

《积极奋斗者鉴》

上下求索，历史弥坚。

若怀傲骨，何惧困苦。

琢之磨之，玉汝于成。

信念如磐，再踏征程。

下一个 QC 课题方向评估表

表 28

序号	课题方向	暂拟课题	分析	评估						
				可实施性	经济性	安全性	课题用时	对 其 他 的 影响	综 合 得分	评 价
1	构件拼缝处理	提高构件拼缝填塞合格率	① 针对性强，课题指向性明确；② 后续工程应用价值大。	○	△	●	△	○	13	不选
2	外架防护装置	装配式建筑外架防护装置的研发	① 安全施工的前提，安全效益较大；② 现有防护产品成本投入大；③ 研发参考资料多。	○	△	●	△	●	15	不选
3	预留筋定位	装配式建筑预留筋定位件的研发	① 现有成品不能满足需求较多；② 具有即时效益；③ 课题投入小。	●	●	○	●	○	21	选定
4	装配式装修施工	装配式室内装修施工方法创新	① 技术应用前景广阔；② 课题目标过大，针对性不强；③ 涉及专业较多；④ 同类推广应用价值不高；	△	○	○	△	○	11	不选
注：综合评价中：● 5 分 ○ 3 分 △ 1 分										

制表人：颜燕 审核人：梁仪 日期：2019 年 2 月 2 日

结论：装配式建筑为保证构件的有效连接和精准连接，在预留筋定位时常常采用定位辅助装置，但传统形式的整体式预留筋定位件装置，在使用过程中存在较多缺陷和不便。其在预留筋定位过程中，如果下部钢筋存在偏差，则将直接导致定位件无法下放安装或是需要人为逐根调整后才能正常安装下放等情况，安装极其费时，已不能满足装配式建筑高效施工、精准施工的基本需求，是目前项目迫切需要改进的方向。且该课题投入小，研发过程就可直接在工程中投入试验，不需要停工研发，对其他工作的影响小，具有即时效益，具有相当的实际应用价值。

于是，小组一致认为将下一个 QC 活动课题定为：**装配式建筑预留筋定位件的研发！**

QC 小组活动成果效益认证书

单位名称: 广西建工集团第二安装建设有限公司

QC 小组名称	“积极奋斗” QC 小组		
课题名称	PC 柱侧立架的研制		
课题活动时间	2018 年 9 月至 2019 年 2 月	课题类型	创新型
课题成果	成功研制一种能辅助 PC 柱在吊装过程中直立的工具, 减少 PC 柱起吊过程中造成的外观质量问题, 使 PC 柱吊装外观质量合格率提高至 95%!		
课题经济效益	一层 41 根 PC 柱的安装过程中, 发现有 10 根 PC 柱存在外观质量一般缺陷, 合格率为 75.6%, 通过修补共计发生费用: 1、人工费: 6 工日 $\times$ 300 元/工日 = 1800 元; 2、材料费 (水泥砂浆): 100 元; 3、机械台班费 (铲车): 0.5 台班 $\times$ 700 元/台班 = 350 元。合计: 1800 + 100 + 350 = 2250 元, 平均每根柱子耗资 2250 元 $\div$ 10 根 = 225 元/根。 假设二至八层 294 根 PC 柱安装未采用 PC 柱侧立架辅助, 按原来 75.6% 的合格率计算, 将有 72 根存在外观质量一般缺陷需要修补。实际采用 PC 柱侧立架辅助安装, 合格率达 96%, 仅有 12 根 PC 柱需要修补, 避免了 60 根 PC 柱的修补, 共计节省费用 225 元/根 $\times$ 60 根 = 13500 元。 扣除 PC 柱侧立架研发费用 (钢材 4080 元 + 液压设备 2775 元 + 抽拔 200 元 + 橡胶板 450 元 + 人工费 2000 元 = 9506 元), 最终节省 13500 元 - 9506 元 = 3994 元。  财务部门盖章		
课题技术效益	传统工艺施工中, PC 柱为水平放置运输至现场, 先吊运至堆场集中堆放, 再采用起重机械吊运至空地上, 将 PC 柱于空地上缓慢翻起至直立, 而后吊装就位, 直立过程易造成柱脚崩裂或失稳, 不利于构件的成品保护, 且存在一定安全隐患。本课题研制的一种 PC 柱侧立架, 是一种辅助 PC 柱在吊装过程中直立的工具, 能有效的减少 PC 柱起吊过程中因挤压、磕碰等造成的外观质量问题。通过技术的实施, 有效地将 PC 柱吊装的外观质量合格率提高到了 96%, 技术可行, 值得推广应用。  技术部门盖章		
课题社会效益	通过使用我公司研发的 PC 柱电动液压侧立架, 不但避免了 PC 柱构件由于直立吊装引起的柱脚碰撞破坏或构件自身的弯曲变形, 节省了构件修补造成的人工及材料浪费, 还避免了构件起吊时因晃动造成的吊装安全事故, 既有效保障了工程质量还提高了装配式建筑的安全文明施工程度。该技术作为于项目召开的“2019 年广西壮族自治区装配式建筑现场观摩会”技术亮点进行展示, 受到各界同仁的一致好评, 各级领导也纷纷表示其示范意义良好, 推广价值高, 助力公司进一步提升了企业知名度。  单位盖章		