可调式全钢爬架附墙支座的研制

中建五局第三建设有限公司

瀘壑朱樱质量管理小组

编制日期：2022 年 12 月 21 日

目录

一、工程概况 1
二、小组概述 1
三、选择课题 3
四、设定目标及目标可行性论证 10
五、提出方案并确定最佳方案 13
六、制定对策 27
七、对策实施 28
八、效果检查 47
九、标准化 50
十、总结和下一步打算 52

一、工程概况

旭升村四期棚户区改造安置房项目位于洛阳市瀍河回族区，北临九都路，东临启明南路。项目占地面积 46793.98 ㎡，总建筑面积：236776.77 ㎡，地下 2 层，地上建筑层数为 26-33 层，工程建设内容包括地下车库、商业、12 栋住宅楼及地块内相关配套工程等。主楼均采用铝合金模板和全钢爬架施工，爬架架体覆盖层数为一至顶层，标准层高 2.9m，单栋建筑面积 378m²，建筑外周长 122.3m(包含采光井)， 架体高度 13.5m，走道板内侧距墙距离为 466mm；内立杆间距按不大于 2.5m 设置，单栋建筑布置 1 组 26 榀升降脚手架，同时有 26 道附墙支座，本工程共有附墙支座 312 个。本项目外墙线条较多且大小不一，爬架支座为固定式支座，普适性差，安装效率较低。因此我们对爬架支座安装进行深入研究。

图 1-1 项目效果图

图 1-2 爬架样板

二、小组概述

瀍壑朱樱 QC 小组从 2021 年 03 月 01 日成立，小组人员及具体分工详见表。

表 2-1 QC 小组概况

小组名称	瀍壑朱樱 QC 小组					
课题名称	可调式全钢爬架附墙支座的研制					
小组成立时间	2021.09.20		课题类型		创新型	
小组活动时间	2022.03-2022.06		QC 小组编号		CSCEC-5B3-005	
小组人数	10		QC 课题编号		CSCEC-5B3HN-005	
QC 教育时间	人均≥60h		出勤率		98%	
序号	姓名	年龄	性别	学历	职称	小组职务
1	路绪东	30	男	本科	QC 中级推进者	组长
2	吴征	32	男	本科	QC 中级推进者	副组长
3	陈韩宁	36	男	本科	高级工程师	顾问
4	宋飞虎	26	男	本科	QC 初级推进者	组员
5	任凯新	27	男	本科	QC 初级推进者	组员
6	王镇	26	男	本科	QC 初级推进者	组员
7	卫博豪	27	男	本科	QC 初级推进者	组员
8	李勇	30	男	本科	助工	组员
9	张轩	33	男	本科	工人	组员

10	伊强	35	男	本科	工人	组员

所获荣誉

QC 小组骨干成员经历公司多个大型项目，在 QC 活动方面具有丰富的经验，多个 QC 中级推进者和 QC 初级推进者，多次获得省级国家级 QC 奖项，重点包括：

（1）《大型环降水管网可调支座的研制》荣获 2022 年中国施工企业管理协会工程建设质量管理小组活动二等奖；

（2）《提高橡胶止水带一次安装合格率》荣获 2019 年中国施工企业管理协会工程建设质量管理小组活动三等奖；

（3）《提高弧形干挂陶板外墙施工质量》获 2022 年中国建筑业协会工程建设质量管理小组活动二等奖；

中施企协质量管理小组活动二等奖

中施企协质量管理小组活动二等奖

吴征中级推进者证书

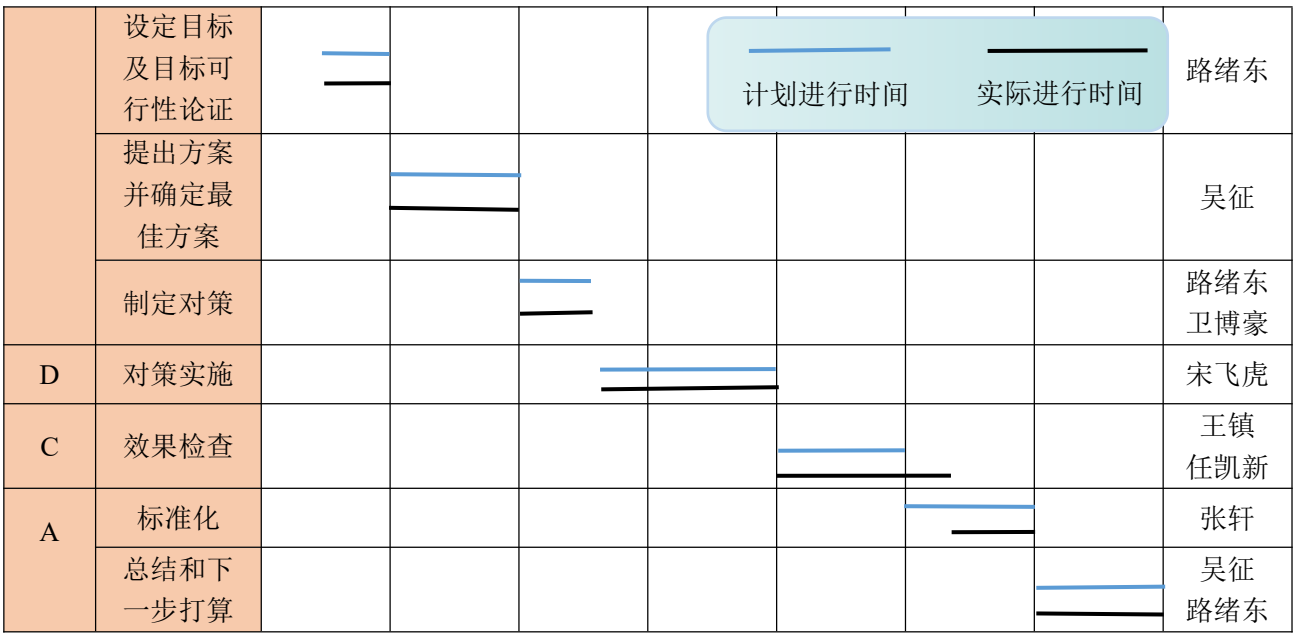
路绪东中级推进者证书

制表人：宋飞虎 **制表时间：2022 年 06 月 25 日**

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

表 2-2 QC 小组活动计划表

QC 小组实施计划		时间							责任人
		03.16-03.31	04.01-04.15	04.16-04.30	05.01-05.15	05.16-05.31	06.01-06.15	06.16-06.30	
P	选择课题								吴征



制表人：路绪东　　制表时间：2022 年 6 月 20 日

三、选择课题

3.1 需求识别

旭升村四期棚户区改造安置房项目为洛阳市大运河遗址公园安置迁建项目，属市重点民生工程，备受政府关注，为保证村民按时回迁，政府确定项目建设工期为 800 天，工期较紧，项目因此考虑铝模和爬架配套施工，加快施工工期。项目根据总进度计划分解每栋楼爬架安装作业计划，统计如下表。

表 3-1 爬架安装计划统计表

楼栋（#）	爬架安装时间（h）	爬架高度（m）	建筑层高（m）
1	42	13.5	2.9
2	42	13.5	2.9
3	40	13.5	2.9
4	38	13.5	2.9
5	38	13.5	2.9
6	39	13.5	2.9
7	42	13.5	2.9
8	38	13.5	2.9
9	40	13.5	2.9
10	41	13.5	2.9
11	41	13.5	2.9
12	39	13.5	2.9
平均	40	13.5	2.9

制表人：王镇　　制表时间：2022 年 03 月 16 日

根据以上进度计划的安排项目需求为每栋楼爬架平均安装时间为 40h。

由于洛阳市规划要求，目前在建的项目多为与本工程相似的建筑构造，且本工程的设计院为洛阳市规划建筑设计研究院有限公司在当地有过多个完工的工程项目，小组成员通过调查走访爬架安装时间得出如下情况：

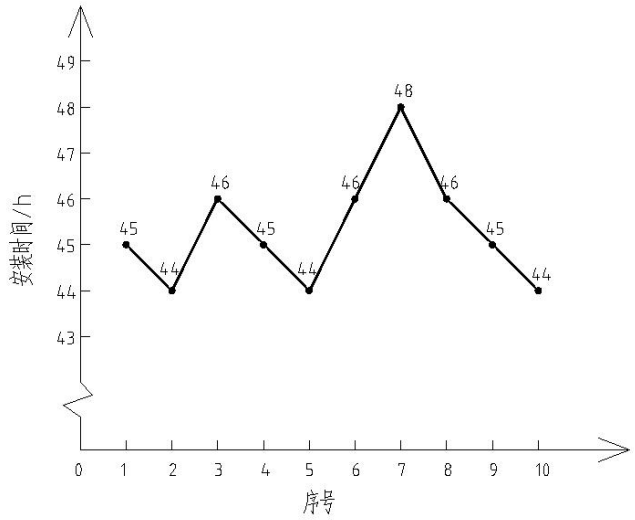
小组成员对在建工程及部分已完工项目进行统计调查，统计项目爬架的安装时间。

表 3-2 爬架安装完成时间统计表

序号	项目楼栋（#）	爬架安装时间（h）	爬架高度（m）	建筑层高（m）

1	国风龙樾 2#	45	13.5	2.9
2	国风龙樾 4#	44	13.5	2.9
3	林溪宸院 5#	46	13.5	2.9
4	林溪宸院 6#	45	13.5	2.9
5	熙湖璟园 9#	44	13.5	2.9
6	熙湖璟园 12#	46	13.5	2.9
7	时代新城 5#	48	13.5	2.9
8	时代新城 8#	46	13.5	2.9
9	滨河珑府 6#	45	13.5	2.9
10	滨河珑府 10#	44	13.5	2.9
平均		45.3	13.5	2.9

制表人：王镇 **制表时间：2022 年 03 月 16 日**



制图人：王镇 **制图时间：2022 年 03 月 16 日**

图 3-1 爬架安装时间折线图

根据统计我们发现类似项目爬架的平均安装时间为 45.3h。小组成员对外部政府、业主和内部需求进行综合分析，情况如下表所示。

表 3-3 需求分析对比表

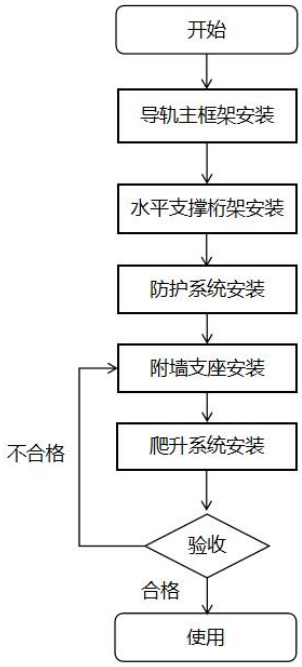
需求方	需求量化	现状分析	结论
政府、业主要求	项目总工期 800 天，要求爬架安装作业面人员饱和，全力完成节点要求	爬架安装作业面受限，工人已处于饱和状态，且特种作业人员稀缺	不满足需求
项目进度计划安排	根据项目进度计划安排，爬架安装时间需满足进度需要，要求安装时间为 40h。	根据类似项目的调查情况，个项目已按照最优的人、材、机等资源配置，安装一栋爬架平均用时 45.3 小时	
总结	考虑如何提高安装效率才能将原爬架安装时间由 45.3h 缩短为 40h，以满足政府、业主和项目的需要。		

制表人：任凯新 **制表时间：2022 年 03 月 17 日**

3.2 明确需求

根据以上分析，我们的需求是缩短爬架的安装工期。

小组成员绘制爬架安装流程图，通过对爬架安装流程进行分析，寻找能够缩短安装时间的工序，爬架安装流程图如下。



制图人：王镇 **制图时间：2022 年 03 月 17 日**

图 3-2 爬架安装流程图

（1）小组成员通过调查走访已完工的和在施的项目，调查统计爬架各环节安装时间爬架安装过程中遇到的问题发现有如下几个方面：

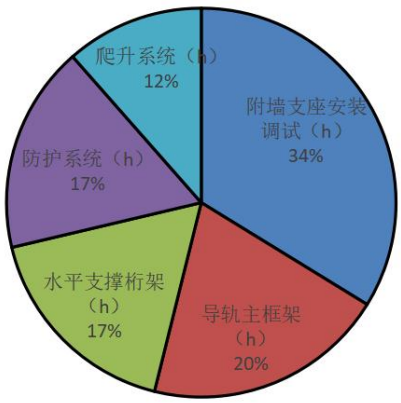
表 3-4 爬架安装环节时间统计表

项目楼栋	爬架安装时间（h）	导轨主框架（h）	水平支撑桁架（h）	附墙支座安装调试（h）	防护系统（h）	爬升系统（h）
国风龙樾 2#	45	9	8	16	7	5
国风龙樾 4#	44	8	9	15	8	4
林溪宸院 5#	46	9	9	15	8	5
林溪宸院 6#	45	10	8	15	7	5
熙湖璟园 9#	44	10	7	14	7	6
熙湖璟园 12#	46	9	8	15	8	6
时代新城 5#	48	10	8	17	8	5
时代新城 8#	46	9	8	15	8	6
滨河珑府 6#	45	9	7	16	9	4
滨河珑府 10#	44	8	7	15	8	6
平均	45.3	9.1	7.9	15.3	7.8	5.2

制表人：任凯新 **制表时间：2022 年 03 月 18 日**

根据统计我们发现个项目爬架的平均安装时间为 45.3h，附墙支座安装时间为 15.3h。

小组成员根据每道工序的安装时间绘制爬架工序耗时扇形图。



制图人：王镇　　制图时间：2022 年 03 月 18 日

图 3-2 爬架安装用时比例扇形图

根据以上五个项目的统计分析，每道工序安装为后一道工序提供安全作业空间，分步进行，因此从优化工序的角度上考虑是难以实现的，小组成员通过分析，爬架附墙支座的安装时间所占的时间最多，平均用时 15.3h，占安装时间的 34%，于是小组成员决定从耗时最多的附墙支座安装入手，寻求降低附墙支座安装时间的方法，小组成员进一步调查影响爬架附墙支座安装时间长的原因。

（2）类似工程外墙线条多，且延伸出外墙的高度不一，外墙线条采用铝模随主体一次施工，造成传统标准爬架附墙支座应用受限较大，往往需要设置加高件。

图 3-3 现场加高件设置图

表 3-5 加高件安装调试时间及费用统计表

序号	项目	加高件				
		材料类型	每层需用数量（个）	安装调试时间(h)	材料费（元）	人工费（元）
1	国风龙樾	槽钢	24	1.2	12360	360
2	林溪宸院	槽钢	23	1.1	13450	360
3	熙湖璟园	工字钢	24	1.1	12110	360
4	时代新城	钢板	25	1.0	13100	360
5	滨河珑府	槽钢	24	1.2	13250	360
平均			24	1.12	13241	

制表人：卫博豪　　制表时间：2022 年 03 月 18 日

根据统计我们发现加高件的制作平均每层安装调试时间为 1.12h，所花费费用为 13241 元，全钢爬架共设三道导向支座，每座全钢爬架加高件的安装调试时间为 1.12*3=3.36h，所花费费用为 13241*3=39723 元。

（3）爬架与铝模配合施工过程中，往往需要将铝模 K 板拆分为上下两块，需要在铝模下 K 板内预埋爬架附墙支座螺栓套管，保证套管上下在一条直线上，但附墙支座螺栓套管定位难度大，往往存在后期在主体结构上机械改孔或扩孔现象，影响工期，影响主体结构的安全性和防水效果。

表 3-6 调整孔位时间统计表

序号	项目	每层需调整的孔位数（个）	时间（h）
1	国风龙樾	6	0.8
2	林溪宸院	5	0.7
3	熙湖璟园	4	0.8
4	时代新城	5	0.9
5	滨河珑府	6	0.6
平均		5	1

制表人：卫博豪　　制表时间：2022 年 03 月 18 日

从上述表格可以看出每层附墙支座孔位调整时间为 0.76h，三道附墙为 2.28h。

3.3 需求对比

表 3-7 传统工艺与需求对比

类别	施工周期	构件成本	残余值	结论
传统附墙支座	经以上项目考察调研发现，传统爬架附墙支座针对外墙线条变化大，不具有很好的适应性，爬架安装时间为 45.3h，附墙支座平均安装时间为 15.3h，附墙支座安装周期长。	为满足附墙支座的安装要求，需设置的加高构件的加工费用和人工费用，现场爬架孔位调整的人工费合计约 39723 元。	加高件并不能适应每个项目的特殊情况，可周转使用率低	对传统爬架支座进行改进以满足本工程的安装工期需求以及服务后续工程施工
现场需求	而根据总进度计划分解的爬架安装进度计划，爬架安装时间为 40h，若能将附墙支座安装时间控制在 10h 以内便能满足工期要求	在满足现场使用的要求下不增加额外的成本。	本着绿色施工理念，实现降本增效，完美履约。	

制表人：卫博豪　　制表时间：2022 年 03 月 19 日

根据现场调查若能将爬架附墙支座加高件优化，减少调节爬架附墙支座螺栓孔位调节，便能够优化工期 3.36+2.28=5.64h，优化后的爬架附墙支座安装时间便能减少至 15.3-5.64=9.66h<10h，能使爬架安装时间缩短至 45.3-5.64=39.66h<40h 能够满足需求，因此工艺革新势在必行。

3.4 查询借鉴

小组成员通过查阅专利检索平台及各大学术网，搜索“爬架”“可调节”“附墙支座”等关键词，以及海量搜索同行行业类似项目的施工技术，共查得有效借鉴专利文本 1 个，为小组活动的创新活动，提供了借鉴思路。

表 3-8 借鉴查询汇总表 1

查询关键词		“爬架”“可调节”“附墙支座”	查询时间	2022.03.28
查询方法		网络	查询人	路绪东
查询目的		项目借鉴		
查询范围		中国知网、万方数据库、百度学术、国家科技成果网、维普数据库		
序号	检索网站	查询结果		

1	中国知网		未查询到相关结果
2	万方数据库		查询到一篇相关专利
3	百度学术		无相关可借鉴的文章
4	国家科技成果网		无相关可借鉴的文章
5	维普数据库		未查询到相关结果

制表人：路绪东 **制表时间：2022 年 03 月 20 日**

小组成员在万方数据库上查询到一篇专利号为 CN 211229464 U 的专利《一种爬架用可调节式转接件》可供课题借鉴，同时小组成员提出在工作使用的游标卡尺的工作原理可以值得借鉴。

表 3-9 借鉴查询汇总表 2

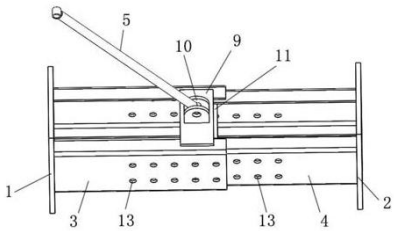
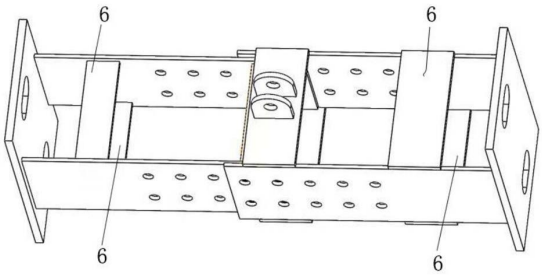
查询生活	“可调节”“机具”	查询时间	2022.03.28

查询方法		施工场景	查询人	路绪东
查询目的		项目借鉴		
查询范围		测量设备、安全设施、加工设备		
序号		查询结果		
1	测量设备			游标卡尺
2	安全设施	无		
3	加工设备	无		
4	施工机械	无		

制表人：路绪东 **制表时间：2022 年 03 月 20 日**

小组成员对两种借鉴方式进行创新思路展开分析：

表 3-10 借鉴创新思路分析表

分析项	借鉴名称	相关内容
借鉴内容	一种爬架用可调节式转接件	 **(54)实用新型名称** 一种爬架用可调节式转接件 **(57)摘要** 本实用新型公开了一种爬架用可调节式转接件，通过第一伸缩件和第二伸缩件的可伸缩实现本申请转接件的长度可调节，很好的解决了爬架附墙支座在实际应用中遇到的各种与建筑外墙的连接难题，通过本申请转接件的使用，可以达到一种连接件适应不同的连接场合。
借鉴原理分析		

	可调节式转接件包括第一连接件，第二连接件，第一伸缩件，第二伸缩件和斜杆，第一伸缩件的一端和第二伸缩件的一端连接，第二伸缩件可在第一伸缩件内伸缩，第一伸缩件的另一端与第一连接件连接，所述第二伸缩件的另一端与第二连接件连接，第一连接件和第二连接件上分别开设有槽孔，所述斜杆与第一伸缩件或第二伸缩件连接。第一伸缩件和第二伸缩件的侧壁上均开设有连接孔。连接孔为 2 个以上。第一伸缩件为对称设置的两条竖直边。第一伸缩件的水平方向设加固条，所述加固条为 2 条以上，加固条设在两条竖直边的上端或/和下端。第一伸缩件包括竖直边和横边，竖直边为 2 条，2 条竖直边对称设置，横边为 2 条，2 条横边以 2 条竖直边相同的对称线对称设置，所述竖直边的一端与所述横边的一端垂直连接。	
适用性分析	所借鉴专利为将爬架附墙支座进行拆分，通过第一伸缩件和第二伸缩件的可伸缩实现转接件的长度可调节，很好的解决了爬架附墙支座在实际应用中遇到的各种与建筑外墙的连接难题，可以达到一种连接件适应不同的连接场合。但是其调节孔位为固定孔位，不能达到任意长度的调节，同时没有关于左右调节的相关内容。	
创新思路分析	借鉴爬架附墙支座拆分调节高度的原理，重新设计一种在一定范围内可以高度任意调节，同时具有左右调节的功能的装置，提高附墙支座的兼容性。	
借鉴内容	游标卡尺	 游标卡尺由主尺和附在主尺上能滑动的游标两部分构成，若从背面看，游标是一个整体。游标与尺身之间有一弹簧片，利用弹簧片的弹力使游标与尺身靠紧。游标上部有一紧固螺钉，可将游标固定在尺身上的任意位置。
借鉴原理分析	游标卡尺的游标套在尺身形成的滑轨上，通过在滑轨上滑动，便能使行程到达任意位置，实现了不同尺寸物体的测量，同时通过上部的紧固螺栓将游标卡住，不会轻易松动，实现了游标固定。	
创新思路分析	借鉴游标卡尺可以任意调节和紧固的特点，设想尺身为爬架附墙支座附墙端，游标为附墙支座防坠端，通过防坠端的的移动实现高度调节，同时可以考虑将附墙端同样分解为附墙固定端和附着在固定端上的活动端，实现机位左右调节。	

制表人：路绪东 **制表时间：2022 年 03 月 20 日**

3.5 确定课题

根据以上查询借鉴，从一种爬架用可调节式转接件获得启发，并从工作中的测量机具游标卡尺获得灵感，小组成员一致认为研制一种易于调节、安装便捷、周转使用率高的爬架附墙支座，既能满足进度需求，又可以降本增效，以确保项目工期节点顺利完成，因此小组成员选定课题名称为：可调式全钢爬架附墙支座的研制。

四、设定目标及目标可行性论证

4.1 设定目标

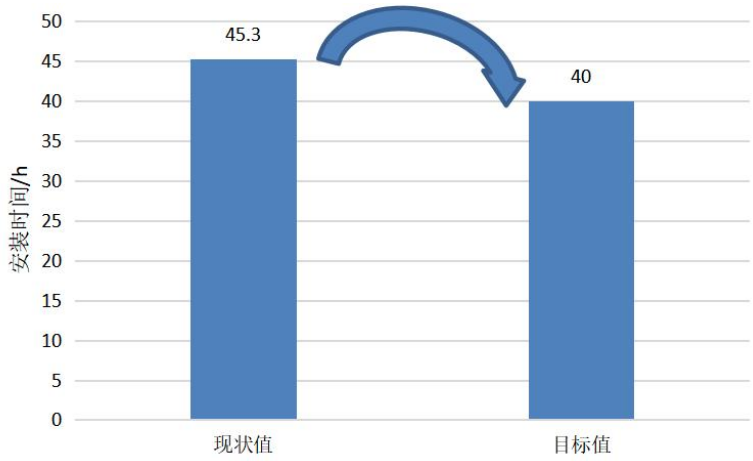
根据需求，小组成员研制一种全钢爬架可调式附墙支座，提高附墙支座安装调试效率，缩短爬架的安装时间。

目标值：将单栋爬架安装时间由目前的 45.3h 缩短为 40h

表 4-1 目标设定表

项目	目前平均水平	各方需求	目标值
安装时间（h）	45.3	40	40

制表人：路绪东　　制表时间：2022 年 03 月 23 日



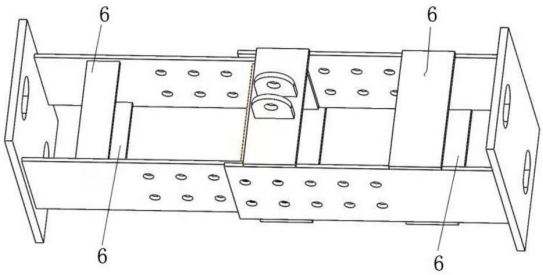
制图人：王镇　　制图时间：2022 年 03 月 25 日

图 4-1 目标设定柱状图

4.3 目标可行性论证

论证一：附墙支座安装时间

小组成员走访在建的项目，并对工人的爬架附墙安装时间进行统计，重点选取无外墙线条无孔位偏差的爬架附墙支座，等同于不需要设置加高件和改变孔位的直接安装时间，往往集中在山墙位置，根据查询借鉴的专利一种爬架用可调节式转接件，现场钢材制作，模拟装置组合完成后直接安装，统计安装时间。



制图人：王镇　　制图时间：2022 年 03 月 25 日

图 4-2 模拟装置直接安装图

通过现场试验，统计情况如下表

表 4-2 爬架附墙支座安装时间统计表

序号	项目	楼栋	附墙机位	安装时间（min）
1	国风龙樾	2#	8#	5.2
2			10#	5.3
3			19#	5.3
4			20#	5.6
5		5#	10	5.7
6			11#	5.0

7			21#	5.7
8			25#	5.8
9	林溪宸院	13#	5#	5.1
10			7#	5.2
11			28#	5.4
12			31#	5.9
13		16#	3#	5.7
14			8#	5.2
15			15#	5.1
16			19#	5.0
平均				5.4

制表人：卫博豪　　制表时间：2022 年 03 月 26 日

单栋建筑平均单层附墙支座机位数为 26 个，而爬架一共三道附墙，一座爬架一共有附墙数为 78 个，因此根据统计在假设外墙无线条，无孔位偏差的情况下，即无需设置加高件和调整孔位的情况下的爬架附墙支座安装时间为 78*5.4min =421.2min=7.02h，爬架安装时间为 37.02h。

论证二：附墙支座的调节时间

小组成员借鉴查询游标卡尺，通过借鉴原理分析，设想附墙制作自由调节的状态，并调节到指定的距离并紧固，模拟现场工人操作时安装高度进行调节，并模拟前后调节和左右调节的状态，统计安装所需要的时间，记录了八组调节时间数据。

制图人：王镇　　制图时间：2022 年 03 月 25 日

图 4-3 模拟调节图

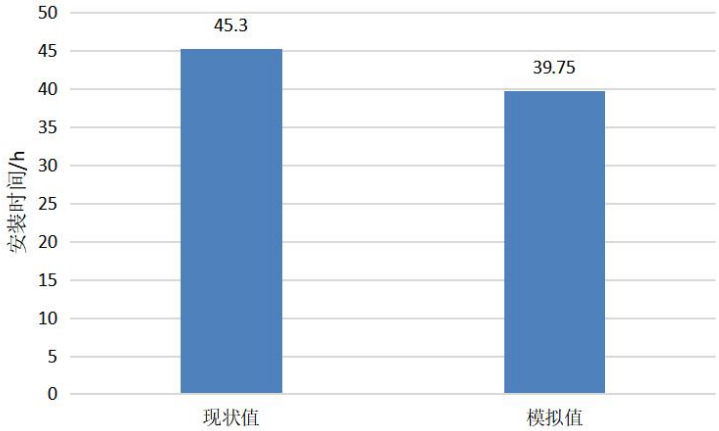
表 4-3 附墙支座模拟调节时间统计表

序号	调节对应孔位	高度调节时时间（min）	左右调节时的时间（min）	合计（min）
1	1#	1.2	1.1	2.3
2	2#	1.1	0.9	2.0
3	3#	1.0	1.1	2.1
4	4#	1.1	1.0	2.1
5	13#	1.3	1.0	2.3
6	14#	0.8	0.9	1.7
7	15#	1.2	1.0	2.2
8	16#	0.9	0.9	1.8
平均		1.1	1.0	2.1

制表人：卫博豪　　制表时间：2022 年 03 月 26 日

通过统计数据可知，装置调节时间平均为 2.1min。

通过以上两种论证方式可知，设计一种可调节的爬架附墙支座，单个爬架附墙支座的安装时间为 5.4min，调节时间为 2.1min，因此通过理论计算可知，单个附墙支座的安装调节时间为 5.4min+2.1min=7.5min，整个爬架的附墙支座安装时间为 78*7.5min=585min=9.75h，相比于目前爬架附墙支座安装时间可以缩短为 15.3h-9.75h=5.55h，即爬架整体安装时间可缩短至 45.3h-5.55h=39.75h<40h，能够满足需求。



制图人：路绪东　　制图时间：2022 年 03 月 26 日

图 4-4 模拟理论计算数据对比分析柱状图

小组对借鉴的数据和现场模拟进行理论统计分析，结果的能够满足需求，因此目标可行性分析论证结论为：“目标能够实现”。

五、提出方案并确定最佳方案

（一）提出方案

2022 年 4 月 1 日，结合借鉴思路，小组围绕“ 可调节式全钢爬架附墙支座的研制”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 2 个总体方案：1.螺栓连接调节式爬架附墙支座；2.紧固螺钉调节式爬架附墙支座。

表 5-1 总体方案汇总表

方案序号	总体方案名称	借鉴思路来源	核心原理
方案一	螺栓连接调节式爬架附墙支座	一种爬架用可调节式转接件	通过螺栓连接固定
方案二	紧固螺钉调节式爬架附墙支座	游标卡尺	通过螺钉紧固固定

制表人：路绪东　　制表时间：2022 年 04 月 01 日

总体方案创新性分析

2022 年 4 月 2 日，根据小组成员提出的两个总体方案，进行集中讨论，并进行创新性分析。首先对这两个总体方案进行网络查新，并未发现相关可供直接使用的专利及文献，说明小组成员提出的两个总体方案具有很好的创新性。

表 5-2 查新情况统计表

查新方法	网络查新	查新时间	2022.04.02	查新人	卫博豪
查新关键词	螺栓连接调节式爬架附墙支座				
结果	无相关文献或专利。（ 查新网页截图如下）				
查新范围	中国知网、万方数据库				
中国知网	文献		专利		

万方数据库		

制表人：卫博豪　　制表时间：2022 年 04 月 02 日

表 5-3 查新情况统计表

查新方法	网络查新	查新时间	2022.04.02	查新人	卫博豪
查新关键词	紧固螺钉调节式爬架附墙支座				
结果	无相关文献或专利。（ 查新网页截图如下）				
查新范围	中国知网、万方数据库				
中国知网	文献			专利	
万方数据库					

制表人：卫博豪　　制表时间：2022 年 04 月 02 日

（二）总体方案的选定

小组成员提出的两种总体方案“螺栓连接调节式爬架附墙支座”和“紧固螺钉调节式爬架附墙支座”具有独立性，作用的原理不同，具有明显的差异。

表 5-4 总体方案独立性分析

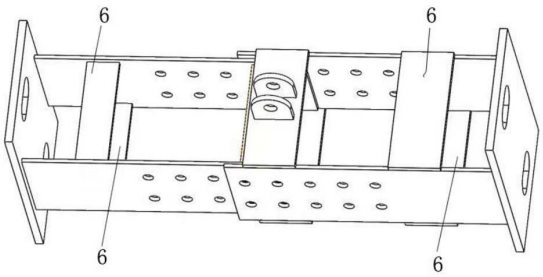
总体方案名称	原理分析	差异点	结论
螺栓连接调节式爬架附墙支座	拆分的爬架附墙支座通过螺栓穿连，受到压力和螺栓的支挡作用阻止两	构件受到压力和支挡力的作用	两者具有相对独立性

	个构件的相互位移，保证其安全性		
紧固螺钉调节式爬架附墙支座	借鉴游标卡尺的紧固螺钉，通过紧固螺钉的紧固力转化为两个连接件的摩檫力，组织两个构件的相互位移。	构件受到摩擦力作用	

制表人：卫博豪 **制表时间：2022 年 04 月 03 日**

小组成员通过试验和理论计算从技术可行性、经济性、有效性、安全性等 6 个方面对 2 个总体方案进行深入分析，如下表所示。

表 5-5 总体方案对比分析表

<table>
<tr><td>需求</td><td colspan="2">制作简单、操作便捷、可调节、可周转的爬架附墙支座，以提升爬架的安装效率</td></tr>
<tr><td>方案</td><td>螺栓连接调节式爬架附墙支座</td><td>紧固螺钉调节式爬架附墙支座</td></tr>
<tr><td>选择依据</td><td colspan="2">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。</td></tr>
<tr><td>灵感来源</td><td>借鉴思路 1：
一种爬架用可调节式转接件
 
</td><td>借鉴思路 2：
游标卡尺
 </td></tr>
<tr><td>工作原理</td><td>拆分的爬架附墙支座通过螺栓穿连，受到压力和螺栓的支挡作用阻止两个构件的相互位移，保证其安全性</td><td>借鉴游标卡尺的紧固螺钉，通过紧固螺钉的紧固力转化为两个连接件的摩檫力，组织两个构件的相互位移。</td></tr>
<tr><td>技术可行性</td><td>通过试验验证螺栓连接原理简单可行，通过螺栓连接实现两个构件力的传递，且可以通过不同位置进行调节，在构件高度调节和左右调节方面均可实现，具有较强的技术可行性。
<table>
<tr><td>作用力（KN)</td><td>螺栓个数</td><td>是否位移/变形</td></tr>
<tr><td>150</td><td>4</td><td>否</td></tr>
<tr><td>200</td><td>4</td><td>否</td></tr>
<tr><td>250</td><td>4</td><td>否</td></tr>
</table></td><td>通过试验验证紧固螺钉调节原理简单，但考虑到构件之间较大的受力作用，紧固螺钉在类似“一种爬架用可调节式转接件”多个孔位均需设置，方能保证其安全性，小组通过试验加压的方式模拟附墙支座处的受力情况验证其所需紧固螺钉的个数，试验验证紧固螺钉需设置 6 个才能抵抗附墙支座连接件的相互作用，技术可行性一般。
<table>
<tr><td>作用力（KN)</td><td>螺钉个数</td><td>是否位移变形</td></tr>
<tr><td>150</td><td>4</td><td>否</td></tr>
<tr><td>200</td><td>4</td><td>否</td></tr>
<tr><td>250</td><td>4</td><td>是</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

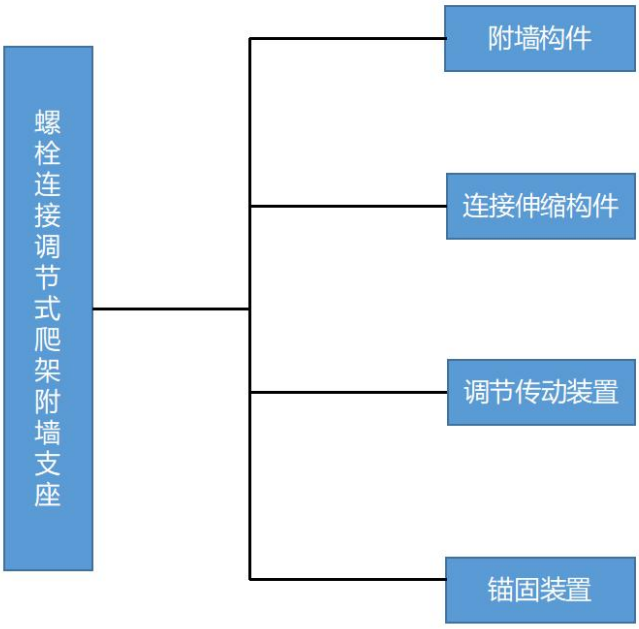
经济性	所需主要材料为钢板、槽钢、螺栓等，主体材料均相同，考虑高度调节和左右调节，一个附墙支座所需螺栓为 6 个，以 M14 螺栓为例，螺栓价格为 6*0.631=3.8 元。	所需主要材料为钢板、槽钢、螺钉等，主体材料均相同，考虑高度调节和左右调节，一个附墙支座所需螺钉为 12 个，以 M14 螺钉为例，12*5.3=63.6 螺栓价格为 12*5.3=63.6 元。
可周转性	数量少，重量轻，损耗小，周转性好。	数量多、损耗大，可周转性差。
有效性	技术原理简单，操作便利、可控，能够实现连接件相互连接、加固、调节的目的。	技术原理简单，操作便利、可控，能够实现连接件相互连接、加固、调节的目的。
安全性	螺栓抗剪，安全性能高	摩擦受力，偏心受力，安全性能差
开发周期	附墙支座主体结构为现场制作外，螺栓均为成品，开发周期短。	附墙支座主体结构为现场制作外，螺栓均为成品，开发周期短。
综合评价	技术原理简单，操作性强，可实现手动调节，安全性好，损耗小，周转性好。	技术简单，但摩擦受力不稳定，安全性能差，损耗大，经济性差。
结论	采用	不采用

制表人：卫博豪 **制表时间：2022 年 04 月 03 日**

小组成员从以上六个方面进行分析对比，认为方案一设计技术可行性强，受力相对稳定，安全性高，成本低，因此小组选定方案一“螺栓连接调节式爬架附墙支座”，作为我们的总体方案。

小组在选定“方案 1：螺栓连接调节式爬架附墙支座”为总体方案后，进一步通过借鉴专利中关于可调节式转接件的相关描述及主要组成部分为“附墙构件”“连接伸缩构件”“调节装置”“锚固装置”四个部位为框架。

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“螺栓连接调节式爬架附墙支座”的四个主要组成部分的研制方案。

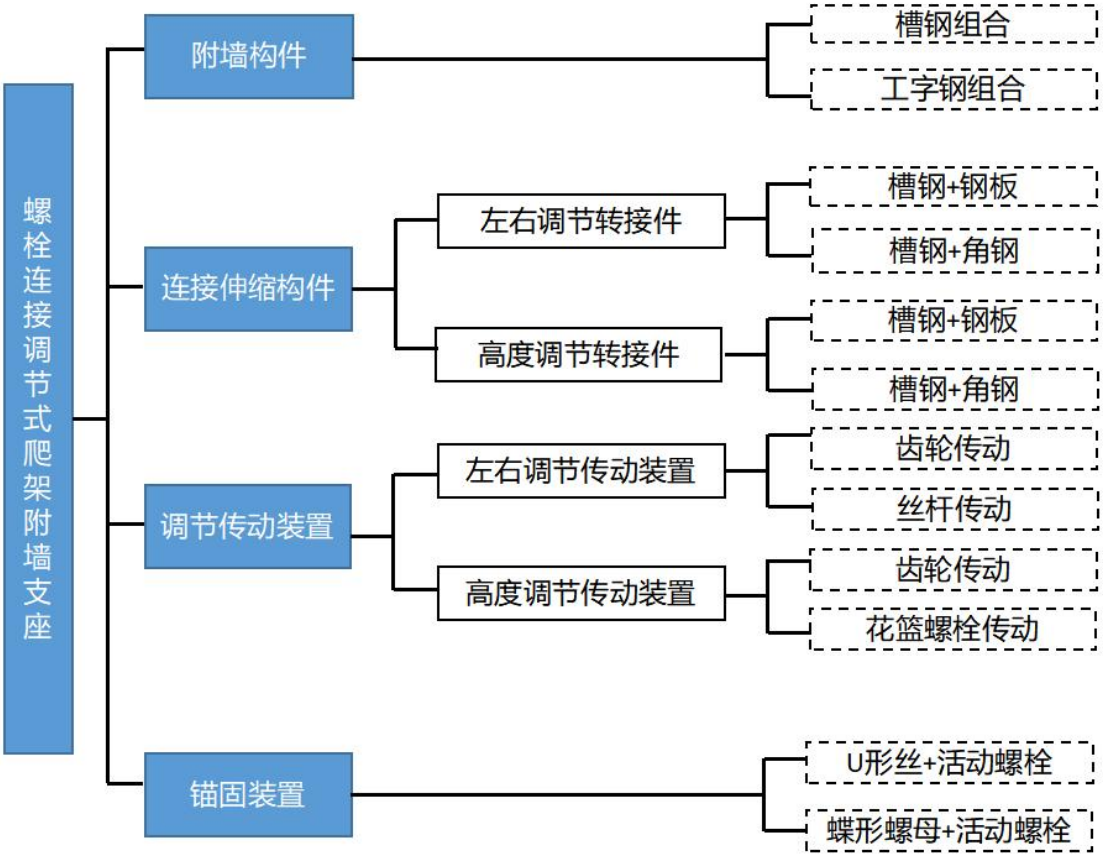


制图人：任凯新　　制图时间：2022 年 04 月 05 日

图 5-1 总体方案系统图

（三）方案分解

2022 年 4 月 7 日，小组成员进一步展开讨论，通过对螺栓连接调节式爬架附墙支座四个主要组成部分应具备的使用功能及组成方式等进行归纳和总结，形成分解方案系统图，具体如下：



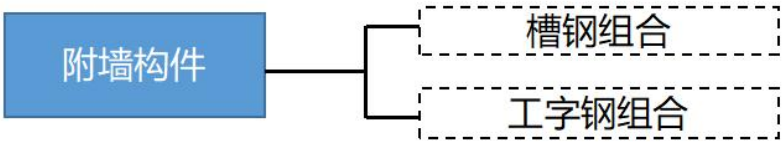
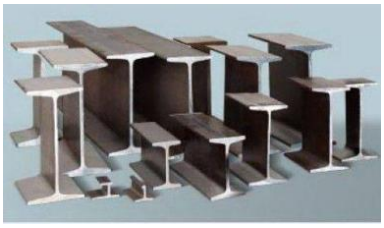
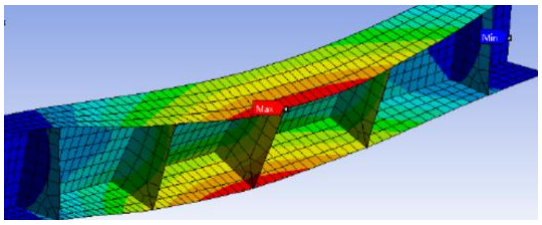
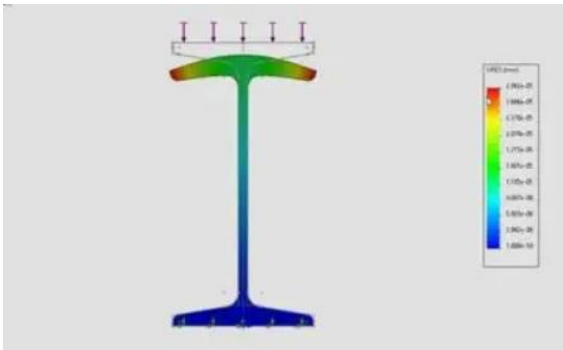
制图人：任凯新　　制图时间：2022 年 04 月 07 日

图 5-2 分解方案系统图

（四）分级方案比选分析

1. 分级方案一：附墙构件

表 5-6 支撑底座选材方案分析评价表

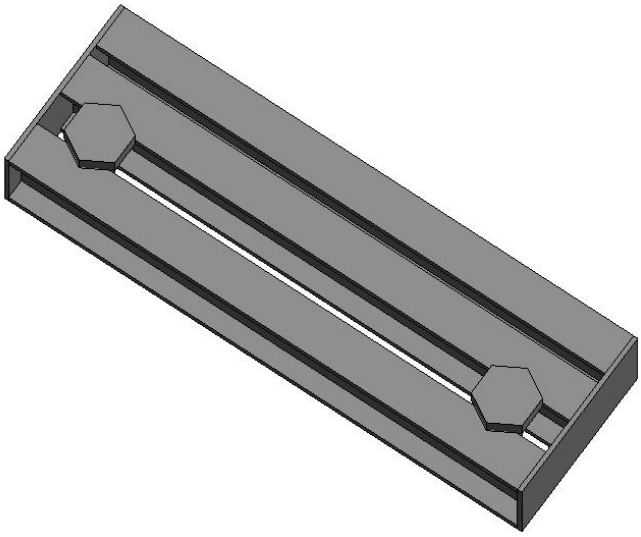
<table>
<tr><td>方案需求</td><td colspan="2">能够满足连接件传递的承压要求，能够提供连接件左右调整的轨道</td></tr>
<tr><td>比选方案</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">方案图示</td><td>10#槽钢</td><td>10#工字钢</td></tr>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>用量估算</td><td>10.007(kg/m) × 1.2m×78 个=936.66kg</td><td>11.2(kg/m) ×1.2m×78 个≈1048.32kg</td></tr>
<tr><td rowspan="2">经济性</td><td>材料单价：4530 元/吨
（即：4.53 元/kg）</td><td>材料单价：4480 元/吨
（即：4.48 元/kg）</td></tr>
<tr><td>合计：4243.07 元</td><td>合计：4696.47 元</td></tr>
<tr><td>耐久性</td><td>主要材料为钢材，不易损坏，可周转使用</td><td>主要材料为钢材，不易损坏，可周转使用</td></tr>
<tr><td>可靠性</td><td>根据附墙构件的受力特点对槽字钢组件有限元受力分析，根据分析特点，当其受压时，槽钢变形在翼缘板最外缘变形最大，腹板位置基本无变形，变形不同步，易造成失稳，安全可靠性相对较低。
  </td><td>根据附墙构件的受力特点对工字钢组件有限元受力分析，其受力特点为，通过中部支撑向两边均匀分配至两边的翼缘板上，受力更加均衡，变形同步，可靠性更高。
  </td></tr>
<tr><td>操作性</td><td>对焊工进行现场摸排，对于此种加工材料的切割长度、切割时间，焊接焊缝长度，焊接时间进行统计，操作时间长。
<table>
<tr><td>工人</td><td>切割长度</td><td>切割时间</td><td>焊接长度</td><td>焊接时间</td></tr>
<tr><td>王勇</td><td>64cm</td><td>3min</td><td>1.5m</td><td>22min</td></tr>
<tr><td>刘江鑫</td><td>64cm</td><td>4min</td><td>1.5m</td><td>26min</td></tr>
<tr><td>张国胜</td><td>64cm</td><td>3.5min</td><td>1.5m</td><td>25min</td></tr>
</table></td><td>对焊工进行现场摸排，对于此种加工材料的切割长度、切割时间，焊接焊缝长度，焊接时间进行统计，操作时间短。
<table>
<tr><td>工人</td><td>切割长度</td><td>切割时间</td><td>焊接长度</td><td>焊接时间</td></tr>
<tr><td>王勇</td><td>56cm</td><td>2.6min</td><td>1.5m</td><td>18min</td></tr>
<tr><td>刘江鑫</td><td>56cm</td><td>3.2min</td><td>1.5m</td><td>22min</td></tr>
<tr><td>张国胜</td><td>56cm</td><td>3.0min</td><td>1.5m</td><td>20min</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

	平均	64cm	3.5min	1.5m	24min		平均	56cm	2.9min	1.5m	20min
综合评价	工字钢与槽钢相比相同材料数量的价格相差不大，根据构件的受力特点，工字钢所能承受的力分布更均匀，有利于构件的安全稳定性，工人切割焊接操作时间更短。因此工字钢组合优于槽钢组合。										
结论	不采用						采用				

制表人：任凯新 **制表时间：2022 年 04 月 08 日**

分级方案一（附墙构件）细化：

在确定了附墙构件基本选材方案以后小组根据项目铝模 K 板的尺寸，附墙支座的宽度等设计概况进一步分析和优化 了附墙构件基本形式和构造。构件长 0.6m，宽 0.3m，在工字钢焊接时预留穿墙螺栓空和供连接件左右调节的滑道。结合 BIM 技术绘制出了支撑底座设计方案，具体如下图：

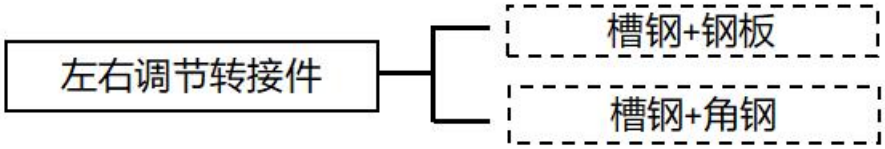
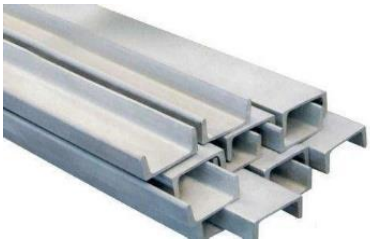
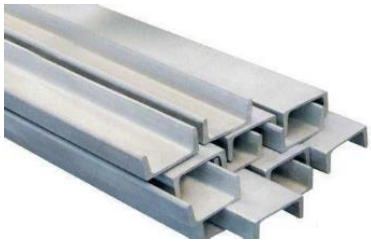


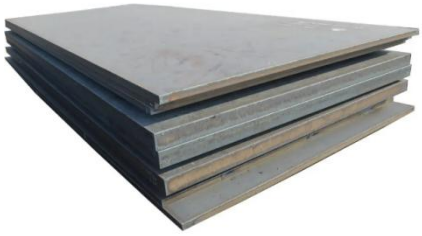
制图人：任凯新 **制图时间：2022 年 04 月 08 日**

图 5-3 附墙构件设计图

2.分级方案二：左右调节转接件

表 5-7 左右调节转接件方案分析评价表

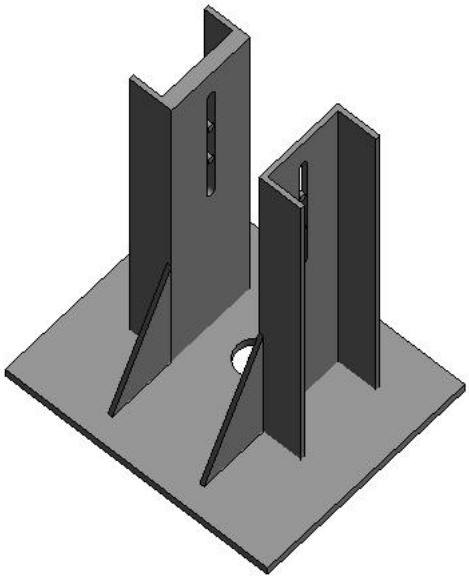
方案需求	能够满足连接件传递的压力要求，可靠性好，成本低	
方案分析		
方案图示	10#槽钢+5mm 厚钢板	10#槽钢+160*10 角钢
		

<table>
<tr><td></td><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>用量估算</td><td>槽钢：10.007(kg/m) × 0.8m×78 个
=624.45kg
钢板：39.25(kg/m2)× 0.09×78 个
=275.54kg</td><td>槽钢：10.007(kg/m) × 0.8m×78 个
=624.45kg
角钢：21.49(kg/m)× 0.6×78 个
=1005.732kg。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">经济性</td><td>材料单价：
槽钢：4530 元/吨（即：4.53 元/kg）
钢板：4130 元/吨（即：4.13 元/kg）</td><td>材料单价：
槽钢：4530 元/吨（即：4.53 元/kg）
角钢：4270 元/吨（即：4.27 元/kg）</td></tr>
<tr><td>合计：39966.74 元</td><td>合计：7123.23 元</td></tr>
<tr><td>耐久性</td><td>主要材料为钢材，不易损坏，可周转使用</td><td>主要材料为钢材，不易损坏，可周转使用</td></tr>
<tr><td>可靠性</td><td>以钢板通过螺栓连接作为与附墙构件的主要连接构件，钢板受力，安全可靠</td><td>以角钢通过螺栓连接作为与附墙构件的主要连接构件，角钢一边受力，安全可靠</td></tr>
<tr><td>操作性</td><td>主要采用槽钢与钢板焊接，主要工程量为切割钢板、槽钢，焊接作业，作业更简便。
<table>
<tr><td>工人</td><td>切割长度</td><td>切割时间</td><td>焊接长度</td><td>焊接时间</td></tr>
<tr><td>王勇</td><td>1.8m</td><td>8.5min</td><td>40cm</td><td>8.3min</td></tr>
<tr><td>刘江鑫</td><td>1.8m</td><td>9.1min</td><td>40cm</td><td>8.6min</td></tr>
<tr><td>张国胜</td><td>1.8m</td><td>8.2min</td><td>40cm</td><td>7.5min</td></tr>
<tr><td>平均</td><td>1.8m</td><td>8.6min</td><td>40cm</td><td>8.1min</td></tr>
</table></td><td>主要采用槽钢与角钢焊接，角钢与角钢焊接，主要工程量为切割角钢、槽钢，焊接作业，作业工序繁琐。
<table>
<tr><td>工人</td><td>切割长度</td><td>切割时间</td><td>焊接长度</td><td>焊接时间</td></tr>
<tr><td>王勇</td><td>1m</td><td>4.2min</td><td>80cm</td><td>15min</td></tr>
<tr><td>刘江鑫</td><td>1m</td><td>3.6min</td><td>80cm</td><td>17min</td></tr>
<tr><td>张国胜</td><td>1m</td><td>3.8min</td><td>80cm</td><td>16min</td></tr>
<tr><td>平均</td><td>1m</td><td>3.9min</td><td>80cm</td><td>16min</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>综合评价</td><td colspan="2">综合对比经济性，耐久性、可靠性、操作性，选择经济性好、操作方便的槽钢+钢板组合方式。</td></tr>
<tr><td>结论</td><td>采用</td><td>不采用</td></tr>
</table>

制表人：任凯新 **制表时间：2022 年 04 月 08 日**

分级方案二（左右调节转接件）细化：

对现场的附墙支座进行拆分改进，利用槽钢和钢板切割焊接的方式，进一步绘制左右调节转接件设计图，转接件长度 40cm，槽钢长度 40cm，转接件钢板尺寸为 300mm*300mm，具体如下：



制图人：任凯新　　制图时间：2022 年 04 月 08 日

图 5-4 左右调节转接件设计图

3.分级方案三：高度调节转接件

表 5-8 高度调节转接件分析评价表

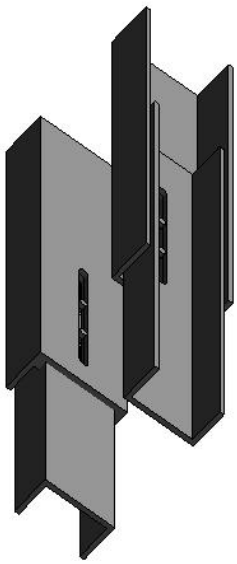
<table>
<tr><th>方案需求</th><th colspan="2">材料耐久可靠，制作成本低，操作难度小</th></tr>
<tr><td>方案分析</td><td colspan="2">高度调节伸缩构件
槽钢+钢板
槽钢+角钢</td></tr>
<tr><td rowspan="2">方案图示</td><td>10#槽钢+5mm 厚钢板</td><td>10#槽钢+160*10 角钢</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>用量估算</td><td>槽钢：8.045(kg/m) × 0.8m×78 个=502kg
钢板：39.25(kg/m2)× 0.045×78 个=137.77kg</td><td>槽钢：8.045(kg/m) × 0.8m×78 个=502kg
角钢：21.49(kg/m)× 0.5×78 个=838.11kg。</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">经济性</td><td>材料单价：
槽钢：4530 元/吨（即：4.53 元/kg）
钢板：4130 元/吨（即：4.13 元/kg）</td><td>材料单价：
槽钢：4530 元/吨（即：4.53 元/kg）
角钢：4270 元/吨（即：4.27 元/kg）</td></tr>
<tr><td>合计：2843.05 元</td><td>合计：5852.79 元</td></tr>
<tr><td>耐久性</td><td>主要材料为钢材，不易损坏，可周转使用</td><td>主要材料为钢材，不易损坏，可周转使用</td></tr>
<tr><td>可靠性</td><td>高度调节转接件通过螺栓与左右调节的转接件进行连接，槽钢受力，安全可靠</td><td>以角钢通过螺栓连接作为与左右调节的转接件的主要连接构件，角钢一边受力，安全可靠</td></tr>
<tr><td>操作性</td><td>主要采用槽钢与钢板焊接，主要工程量为切割钢板、槽钢，焊接作业，作业更简便。
<table>
<tr><td>工人</td><td>切割长度</td><td>切割时间</td><td>焊接长度</td><td>焊接时间</td></tr>
<tr><td>王勇</td><td>1.8m</td><td>8.9min</td><td>40cm</td><td>9.6min</td></tr>
<tr><td>刘江鑫</td><td>1.8m</td><td>9.6min</td><td>40cm</td><td>9.8min</td></tr>
<tr><td>张国胜</td><td>1.8m</td><td>9.2min</td><td>40cm</td><td>8.8min</td></tr>
<tr><td>平均</td><td>1.8m</td><td>9.2min</td><td>40cm</td><td>9.4min</td></tr>
</table></td><td>主要采用槽钢与角钢焊接，角钢与角钢焊接，主要工程量为切割角钢、槽钢，焊接作业，作业工序繁琐。
<table>
<tr><td>工人</td><td>切割长度</td><td>切割时间</td><td>焊接长度</td><td>焊接时间</td></tr>
<tr><td>王勇</td><td>1.5m</td><td>2.2min</td><td>80cm</td><td>14min</td></tr>
<tr><td>刘江鑫</td><td>1.5m</td><td>2.5min</td><td>80cm</td><td>16min</td></tr>
<tr><td>张国胜</td><td>1.5m</td><td>2.1min</td><td>80cm</td><td>15min</td></tr>
<tr><td>平均</td><td>1.5m</td><td>2.3min</td><td>80cm</td><td>15min</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>综合评价</td><td colspan="2">综合对比经济性，耐久性、可靠性、操作性，选择经济性好、操作方便的槽钢+钢板组合方式。</td></tr>
<tr><td>结论</td><td>采用</td><td>不采用</td></tr>
</table>

制表人：任凯新 **制表时间：2022 年 04 月 08 日**

分级方案三（高度调节转接件）细化：

对现场的附墙支座进行拆分改进，利用槽钢和钢板切割焊接的方式，进一步绘制高度调节转接件设计图，转接件长度 40cm 具体如下：



制图人：任凯新 **制图时间：2022 年 04 月 08 日**

图 5-5 高度调节转接件设计图

4. 分级方案四：左右调节传动装置

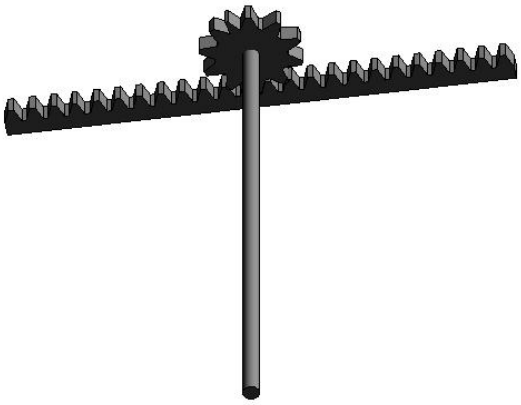
表 5-9 左右调节传动装置方案分析评价表

<table>
<tr><th>方案需求</th><th colspan="2">能够容易使构件左右调节，且价格较低</th></tr>
<tr><td>方案分析</td><td colspan="2">左右调节传动装置 — 齿轮传动 / 丝杆传动</td></tr>
<tr><td rowspan="3">方案图示</td><td>1.5 模齿轮</td><td>48mm 丝杆</td></tr>
<tr><td>
</td><td> </td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>用量估算</td><td>1.5 模齿轮：1×78 个=78 个</td><td>丝杆：1×78 个=78 个</td></tr>
<tr><td rowspan="2">经济性</td><td>材料单价：
1.5 模齿轮：：14.4 元/个</td><td>材料单价：
丝杆：16.8 元/个</td></tr>
<tr><td>合计：1123.2 元</td><td>合计：1310.4 元</td></tr>
<tr><td>耐久性</td><td>主要材料为钢材，不易损坏，可周转使用</td><td>主要材料为钢材，不易损坏，可周转使用</td></tr>
<tr><td>可靠性</td><td>通过齿轮与齿条的相互位移实现连接件与附墙构件的左右调节，可靠性好。</td><td>通过丝帽与丝杆的转动实现连接件与附墙构件的左右调节，可靠性好。</td></tr>
<tr><td>操作性</td><td>模拟现场调节时的齿轮受力条件，采用力矩扳手进行测试，施加的调节力的大小，同时测试调节时间。
<table>
<tr><th>组别</th><th>扭紧力</th><th>到位时间</th></tr>
<tr><td>一组</td><td>120N</td><td>35s</td></tr>
<tr><td>二组</td><td>112N</td><td>31s</td></tr>
<tr><td>三组</td><td>121N</td><td>31s</td></tr>
<tr><td>平均</td><td>117.7N</td><td>32.3s</td></tr>
</table></td><td>模拟现场调节时的丝杆受力条件，采用力矩扳手进行测试，施加的调节力的大小，同时测试调节时间。
<table>
<tr><th>组别</th><th>扭紧力</th><th>到位时间</th></tr>
<tr><td>一组</td><td>156N</td><td>43s</td></tr>
<tr><td>二组</td><td>178N</td><td>45s</td></tr>
<tr><td>三组</td><td>186N</td><td>42s</td></tr>
<tr><td>平均</td><td>173.3N</td><td>43.3s</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>综合评价</td><td colspan="2">综合对比经济性，耐久性、可靠性、操作性，选择经济性好、操作时费用工人调节力气较小，且操作时间较短的齿轮调节方式。</td></tr>
<tr><td>结论</td><td>采用</td><td>不采用</td></tr>
</table>

制表人：任凯新 **制表时间：2022 年 04 月 08 日**

分级方案四（左右调节传动装置）细化：

将齿条焊接固定在附墙构件内部，齿轮固定在连接构件上，通过齿轮转动实现连接构建的移动。进一步绘制设计图，具体如下：

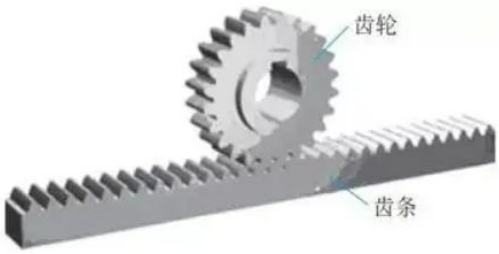


制图人：任凯新　　制图时间：2022 年 04 月 08 日

图 5-6 左右调节传动装置设计图

5.分级方案五：高度调节传动装置

表 5-10 高度调节传动装置方案分析评价表

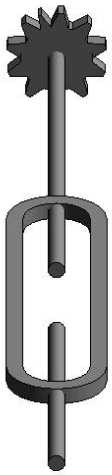
方案需求	调节空间占用较少，达到扭紧力的时间较快，可靠性高	
方案分析	高度调节传动装置 — 齿轮传动 / 花篮螺栓传动	
方案图示	1.5 模齿轮	M10 花篮螺栓
		
用量估算	1.5 模齿轮：1×78 个=78 个	M10 花篮螺栓：1×78 个=78 个
经济性	材料单价： 1.5 模齿轮：：14.4 元/个	材料单价： M10 花篮螺栓：14.5 元/个
	合计：1123.2 元	合计：1131 元
耐久性	主要材料为钢材，不易损坏，可周转使用。	主要材料为钢材，不易损坏，可周转使用。
可靠性	通过齿轮与齿条的相互位移实现连接件与连接件的高度调节，可靠性好，但齿轮的如何固定以抵抗爬架的倾覆是一大难题。	通过花篮螺栓的转动实现连接件与连接件的高度调节，可靠性好。 同时花篮螺栓能够限制连接件与连接件的位移，抵抗爬架的倾覆作用。
操作性	模拟现场调节时的齿轮受力条件，采用力矩扳手进行测试，测试的调节力的大小，同时测试调节时间。	模拟现场调节时的花篮螺栓受力条件，采用力矩扳手进行测试，测试的调节力的大小，同时测试调节时间。

<table>
<tr><td rowspan="5"></td><td>组别</td><td>扭紧力</td><td>到位时间</td><td rowspan="5"></td><td>组别</td><td>扭紧力</td><td>到位时间</td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>一组</td><td>135N</td><td>31s</td><td>一组</td><td>141N</td><td>26s</td></tr>
<tr><td>二组</td><td>132N</td><td>30s</td><td>二组</td><td>129N</td><td>23s</td></tr>
<tr><td>三组</td><td>126N</td><td>28s</td><td>三组</td><td>125N</td><td>29s</td></tr>
<tr><td>平均</td><td>131N</td><td>30s</td><td>平均</td><td>132N</td><td>26s</td></tr>
<tr><td>综合评价</td><td colspan="8">综合对比经济性，耐久性、可靠性、操作性，两者在经济性耐久性和操作性上均无较大差异，但在可靠性上采用齿轮调节需采用更多的焊接材料固定方能保持齿条的所承受的压力和齿条的稳定性，调节到位后仍需采取限位措施方能防止两个连接件的相互位移，因此选择可靠性更好的的花篮螺栓调节方式。</td></tr>
<tr><td>结论</td><td colspan="4">不采用</td><td colspan="4">采用</td></tr>
</table>

制表人：任凯新 **制表时间：2022 年 04 月 08 日**

分级方案五（高度调节传动装置）细化：

采用花篮螺栓进行调节，花篮螺栓的两端分别设置在两个连接件上，进一步绘制设计图，具体如下：

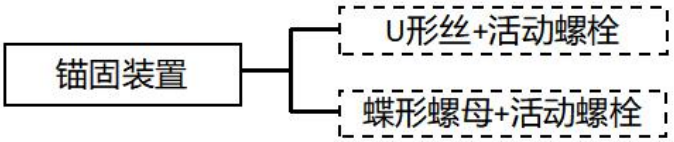


制图人：任凯新 **制图时间：2022 年 04 月 08 日**

图 5-7 高度调节传动装置设计图

6. 分级方案六：锚固装置

表 5-11 锚固装置方案分析评价表

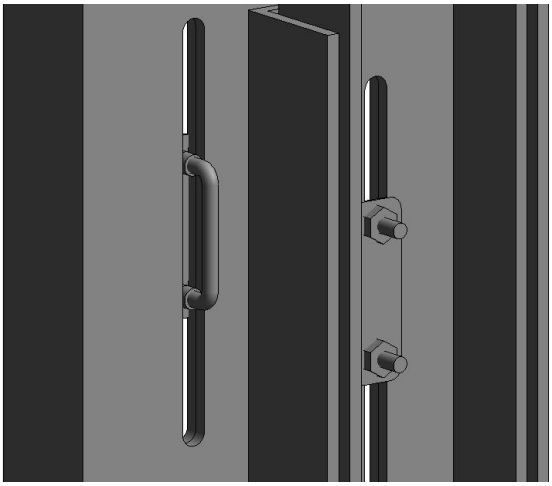
<table>
<tr><td>方案需求</td><td colspan="2">锚固稳定性好，不产生变形滑动，操作较为简便</td></tr>
<tr><td>方案分析</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>方案图示</td><td>U 形丝+活动螺母</td><td>蝶形螺母+活动螺栓</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>用量估算</td><td>M14 的 U 形丝+活动螺母：3×78 个=234 个</td><td>M14 蝶形螺母+活动螺栓：6×78 个=468 个</td></tr>
<tr><td rowspan="2">经济性</td><td>材料单价：
M14 的 U 形丝+活动螺母：9 元/个</td><td>材料单价：
M14 蝶形螺母+活动螺栓：8.5 元/个</td></tr>
<tr><td>合计：2106 元</td><td>合计：2506 元</td></tr>
<tr><td>耐久性</td><td>主要材料为钢材，不易损坏，可周转使用</td><td>主要材料为钢材，不易损坏，可周转使用</td></tr>
<tr><td>可靠性</td><td>定制调节距离，操作中螺栓间距固定不变，可使受力更加均匀，U 形丝的固定方式克服了螺栓不便调节的缺陷，仅通过调节螺母便能起到紧固的效果，循环使用不易脱落</td><td>螺栓的固定间距需要通过测量确定，固定方式存在不便，通过设置蝶形螺母，克服了连接件、附墙件之间空间狭小的缺陷，通过蝶形螺母的卡绊在构件上，仅通过调节螺栓便能起到紧固的效果，但存在循环使用的过程中脱落的风险。</td></tr>
<tr><td>操作性</td><td>模拟现场调节时的 U 形丝操作环境，测试调节时间。
<table>
<tr><td>组别</td><td>调节时间</td></tr>
<tr><td>一组</td><td>2.4s</td></tr>
<tr><td>二组</td><td>2.3s</td></tr>
<tr><td>三组</td><td>2.0s</td></tr>
<tr><td>平均</td><td>2.2s</td></tr>
</table></td><td>模拟现场调节时的蝶形螺母操作环境，测试调节时间。
<table>
<tr><td>组别</td><td>调节时间</td></tr>
<tr><td>一组</td><td>4.3s</td></tr>
<tr><td>二组</td><td>4.7s</td></tr>
<tr><td>三组</td><td>4.1s</td></tr>
<tr><td>平均</td><td>4.4s</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>综合评价</td><td colspan="2">综合对比经济性，耐久性、可靠性、操作性，综合选择经济性更好，使用及调节可靠性更好，工作操作时间更短的 U 形丝+活动螺母锚固方式。</td></tr>
<tr><td>结论</td><td>采用</td><td>不采用</td></tr>
</table>

制表人：任凯新 **制表时间：2022 年 04 月 08 日**

分级方案六（锚固装置）细化：

根据分级方案比选采用 U 形丝+活动螺母的锚固方式，采用 M14 的 U 形丝，两丝腿间距为 10cm 固定设置，，进一步绘制设计图，具体如下：

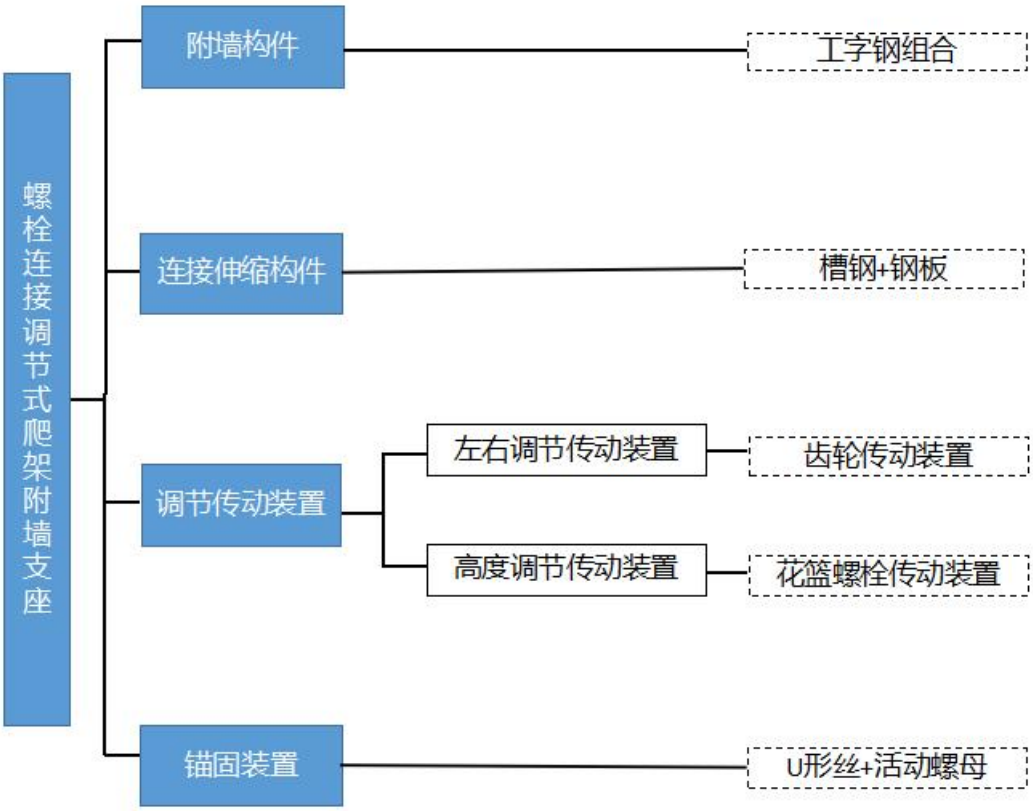


制图人：任凯新　　制图时间：2022 年 04 月 08 日

图 5-7 锚固装置设计图

（五）确定最佳方案

经小组成员的层层对比分析，最终确认了可调式全钢爬架附墙支座最佳设计方案，并整理出最佳方案系统图，如下：



制图人：李勇　　制图时间：2022 年 04 月 11 日

图 5-3 最佳方案系统图

六、制定对策

2022 年 04 月 16 日，小组成员根据可调节全钢爬架附墙支座安装流程，按照 5W1H 的原则，进一步结

合项目实际情况制定出以下相应对策：

表 6-1 对策表

序号	对策 What	目标 Why	措施 How	地点 Where	时间 When	负责人 Who
1	工字钢组合	1.工字钢下料尺寸偏差≤5mm。 2.焊缝合格率达100%。	1、采购10#工字钢、焊条，切割刀片。 2.采用BIM技术进行构件绘制并对工人进行三维可视化交底。 3.检查焊工操作证，现场指导焊接作业。 4.对焊接的焊缝进行无损检测。	会议室 加工棚	2022.04.30	任凯新
2	槽钢+钢板	1.下料尺寸偏差≤5mm。 2.螺栓槽口尺寸偏差≤5mm。 3.焊缝合格率达100%。	1.采购符合要求的槽钢、钢板 2.采用BIM技术进行构件绘制并对工人进行三位可视化交底。 3.检查焊工操作证，现场指导切割、焊接作业。并在槽钢腰板开设两个槽口，槽口间距5cm，槽口长度分别为15cm 4.对焊接的焊缝进行无损检测。	会议室 加工棚	2022.05.05	宋飞虎
3	齿轮传动	1.齿条尺寸偏差≤5mm。 2.齿轮齿数20	1.对材料市场进行考察，下达齿轮制作要求料单。 2.对购买的材料进行二次加工，将齿条焊接在工字钢内，齿轮与连接件固定。	材料市场 加工棚	2022.05.08	王镇
4	花篮螺栓传动	1.可调节距离40cm。 2.螺纹直径14mm。	1.对材料市场进行考察，并购买符合要求的材料，拉杆尺寸满足要求，调节螺杆尺寸满足要求。 2.对购买的材料进行二次加工。将花篮螺栓两端分别设置为“O”形和“C”形便于安装和拆卸。	材料市场 加工棚	2022.05.10	卫博豪
5	U形丝+活动螺母	1.U形丝腿间距偏差≤5mm 2.安装后漏丝≥2p	1.根据槽口尺寸绘制加工图纸，并对工人进行交底 2.根据设计图纸进行加工车丝，并弯制U形丝	会议室 加工棚	2022.05.12	路绪东
6	组装试验	1.理论验证，组装后的组件受力满足爬架最不利工况时126.1KN要求 2.安装调节故障率为0	1.计算组装构件受力情况。 2.对各部件进行组装，调试。	办公室 楼层	2022.05.15	路绪东

制图人：张轩　　制表时间：2022年04月17日

七、对策实施

对策实施一：工字钢组合

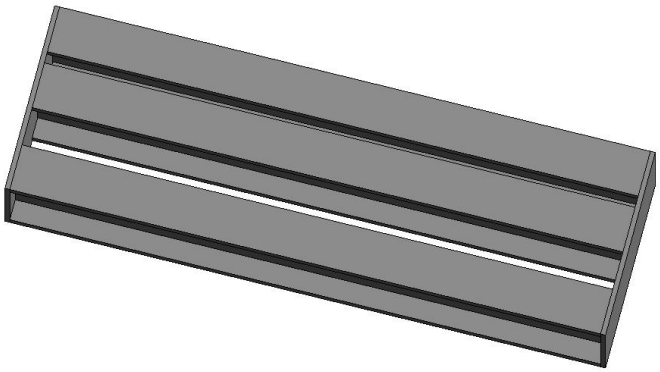
措施 1：2022 年 04 月 25 日，小组成员任凯新根据确定的最佳方案，通过联系零星材料供应商，采购工字钢、焊条、切割刀片。见表 7-1

表 7-1 采购清单

序号	名称	型号	数量	完成时间	完成人
1	工字钢	10#	108m	2022.04.25	任凯新
2	焊条	J502	60 根	2022.04.25	任凯新
3	刀片	G4-185	20 片	2022.04.25	任凯新

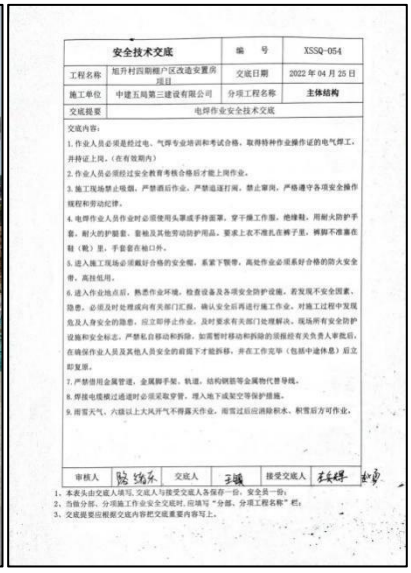
制表人：吴征　　制表时间：2022 年 04 月 25 日

措施 2：小组成员利用 REVIT 软件绘制工字钢组合焊接 BIM 图纸，并对操作工人进行三维可视化交底，并进行考试，考试成绩均合格。



制图人：卫博豪　　制图时间：2022 年 04 月 25 日

图 7-1 BIM 图纸



安全技术交底		编　号	XSSQ-054
工程名称	旭升村四期棚户区改造安置房项目	交底日期	2022 年 04 月 25 日
施工单位	中建五局第三建设有限公司	分项工程名称	主体结构
交底提要	电焊作业安全技术交底		

交底内容：

1. 作业人员必须是经过电、气焊专业培训和考试合格，取得特种作业操作证的电气焊工，并持证上岗。（在有效期内）
2. 作业人员必须经过安全教育考核合格后才能上岗作业。
3. 施工现场禁止吸烟，严禁酒后作业，严禁追逐打闹，禁止窜岗，严格遵守各项安全操作规程和劳动纪律。
4. 电焊作业人员作业时必须使用头罩或手持面罩，穿干燥工作服，绝缘鞋，用耐火防护手套，耐火的护脚套，套袖及其他劳动防护用品。要求上衣不准扎在裤子里，裤脚不准塞在鞋（靴）里，手套套在袖口外。
5. 进入施工现场必须戴好合格的安全帽，系紧下颚带，高处作业必须系好合格的防火安全带，高挂低用。
6. 进入作业地点后，熟悉作业环境，检查设备及各项安全防护设施，若发现不安全因素、隐患，必须及时处理或向有关部门汇报，确认安全后再进行施工作业。对施工过程中发现危及人身安全的隐患，应立即停止作业，及时要求有关部门处理解决，现场所有安全防护设施和安全标志，严禁私自移动和拆除，如需暂时移动和拆除的须报经有关负责人审批后，在确保作业人员及其他人员安全的前提下才能拆移，并在工作完毕（包括中途休息）后立即复原。
7. 严禁借用金属管道、金属脚手架、轨道、结构钢筋等金属物代替导线。
8. 焊接电缆横过道路时必须采取穿管，埋入地下或架空等保护措施。
9. 雨雪天气、六级以上大风开气不得露天作业，雨雪过后应清除积水、积雪后方可作业。

审核人		交底人		接受交底人	

1、本表头由交底人填写，交底人与接受交底人各保存一份，安全员一份；
2、当做分部、分项施工作业安全交底时，应填写“分部、分项工程名称”栏；
3、交底提要应根据交底内容把交底重要内容写上。

图 7-2 交底资料

表 7-2 焊工考试成绩统计表

序号	姓名	年龄	成绩
1	左兵辉	48	88

2	赵勇	44	89

制表人：任凯新　　制表时间：2022 年 04 月 25 日

措施 3：

2022 年 4 月 25 日，小组成员查验了焊工左兵辉、赵勇的焊工证，并针对焊接作业技术要点进行现场指导。

图 7-3 焊工特种作业证书

图 7-4 现场焊接

措施 4：邀请洛阳市金鉴工程质量检测中心对现场焊接构件进行无损检测。

洛阳金鉴工程质量检测中心有限公司

无损检测试验报告

单位资质：2201

工程名称：旭升村四期棚户区改造安置房项目 工程编号：2100493 报告编号：22060100354

工程部位：爬架附墙支座 委托编号：20220042054 委托日期：2022-04-20

建设单位：洛阳海诚建设发展有限公司 送样人：黄仁龙 试验日期：2022-04-20

委托单位：洛阳海诚建设发展有限公司 见证人：马岩 报告日期：2022-04-22

见证单位：河南海纳建设管理有限公司 代表批量：78 道 批号：12210983

施工单位：中建五局第三建设有限公司 检测类别：见证送检 样品名称：钢材焊缝

焊缝种类：对接焊缝☒、对接环缝□、角接纵缝□、角接环缝□、管节焊缝□					焊接方式：气体保护焊
焊缝数量：76 道		探伤面：修磨			检测范围：100%
探伤面状态:修整☒、轧制□、机加□		检测规程：GB50205-2011			验收标准：GB11345-89-（B）
探伤时机：焊后☒、热处理后□		仪器型号：PXUT-350+			耦合剂：机油□、甘油□
探伤方式：垂直□、斜角☒、单探头☒、双探头□、并串探头□					
扫描方式：深度、水平、声程☒		检测比例：100%			试块：CSK-1
检测部位及规格：工字钢、钢板 100*22					
探伤结构及返修情况	焊缝编号	检测长度	显示情况	一次返修缺陷	二次返修缺陷	备注
	--	150m	良好	--	--	
	检测焊缝总长 150m，一次返修总长 0，二次返修总长 0，同一部位经 0 次返修后合格					
评定结论	合格☒、不合格□、					
试验	李博	审核	张永岭	批准	陈升青	

地址：河南省洛阳市九都东路 16#院 洛阳市金鉴工程质量检测中心有限公司
电话：63215036

图 7-5 无损检测报告

★ 实施一效果验证：

2022 年 04 月 30 日，小组成员宋飞虎对已完成下料切割的工字钢尺寸进行了抽查统计，根据《通用公差标准》（GB1804-2000）具体情况如下表：

表 7-3 工字钢组合现场检查统计表

构件名称	材料组合	设计尺寸（mm）	允许偏差（mm）	实测尺寸（mm）	实际偏差（mm）	检查结论	检查人
附墙构件	工字钢组合	400	±5	401	+1	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	402	+2	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	403	+3	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	401	+1	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	398	-2	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	400	0	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	404	+4	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	397	-3	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	401	+1	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	396	-4	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	399	-1	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	401	+1	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	401	+1	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	402	+2	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	396	-4	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	403	+3	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	397	-3	合格	宋飞虎

附墙构件	工字钢组合	400	±5	398	-2	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	405	+5	合格	宋飞虎
附墙构件	工字钢组合	400	±5	400	0	合格	宋飞虎

制表人：任凯新　　制表时间：2022 年 04 月 30 日

结论：通过对策实施及效果检查，发现工字钢组合下料尺寸偏差均≤ 5mm ，焊缝合格率达 100%，对策一的两个目标均达到要求，对策目标实现！

对策实施二：槽钢+钢板

措施 1：2022 年 5 月 10 日，小组成宋飞虎对连接件进行分解和尺寸分析，通过联系钢材厂家，采购一批槽钢和工字钢，并对采购的钢材进行验收。

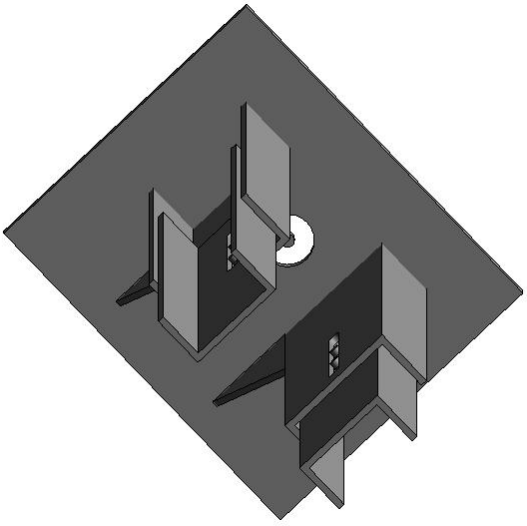
表 7-4 采购清单

序号	名称	型号	数量	完成时间	完成人
1	槽钢	10#	150m	2022.5.10	宋飞虎
2	钢板	5m	60 根	2022.5.10	宋飞虎

制表人：宋飞虎　　制表时间：2022 年 04 月 30 日

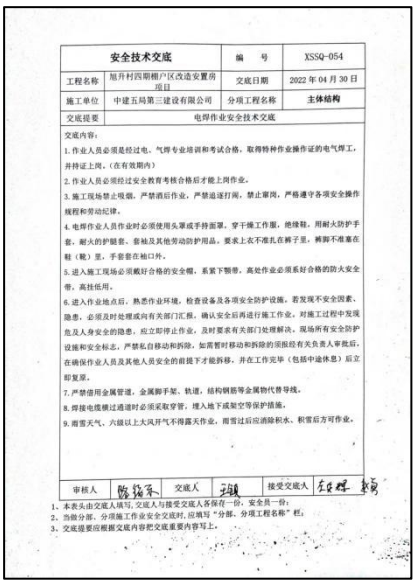
图 7-6 材料进场联合验收

措施 2：小组成员利用 REVIT 软件绘制工字钢组合焊接 BIM 图纸，并对操作工人进行三维可视化交底，并进行考试，考试成绩均合格



制图人：任凯新　　制表时间：2022 年 04 月 30 日

图 7-7 BIM 图纸



安全技术交底		编　号	XSSQ-054
工程名称	旭升村四期棚户区改造安置房项目	交底日期	2022 年 04 月 30 日
施工单位	中建五局第三建设有限公司	分项工程名称	主体结构
交底提要	电焊作业安全技术交底		

交底内容：

1. 作业人员必须是经过电、气焊专业培训和考试合格，取得特种作业操作证的电气焊工，并持证上岗。（在有效期内）
2. 作业人员必须经过安全教育考核合格后才能上岗作业。
3. 施工现场禁止吸烟，严禁酒后作业，严禁追逐打闹，禁止罪岗，严格遵守各项安全操作规程和劳动纪律。
4. 电焊作业人员作业时必须使用头罩或手持面罩，穿干施工作服，绝缘鞋，用耐火防护手套，耐火的护腿套，套袖及其他劳动防护用品。要求上衣不准扎在裤子里，裤脚不准塞在鞋（靴）里，手套套在袖口外。
5. 进入施工现场必须戴好合格的安全帽，系紧下颚带，高处作业必须系好合格的防火安全带，高挂低用。
6. 进入作业地点后，熟悉作业环境，检查设备及各项安全防护设施，若发现不安全因素、隐患，必须及时处理或向有关部门汇报，确认安全后再进行施工作业，对施工过程中发现危及人身安全的隐患，应立即停止作业，及时要求有关部门处理解决，现场所有安全防护设施和安全标志，严禁私自移动和拆除，如需暂时移动和拆除的须报经有关负责人审批后，在确保作业人员及其他人员安全的前提下才能拆移，并在工作完毕（包括中途休息）后立即复原。
7. 严禁借用金属管道，金属脚手架、轨道，结构钢筋等金属物代替导线。
8. 焊接电缆横过通道时必须采取穿管，埋入地下或架空等保护措施。
9. 雨雪天气、六级以上大风开气不得露天作业，雨雪过后应清除积水、积雪后方可作业。

审核人	陈筱冬	交底人	王银	接受交底人	左兵辉 赵勇

1、本表头由交底人填写，交底人与接受交底人各保存一份，安全员一份；
2、当做分部、分项施工作业安全交底时，应填写“分部、分项工程名称”栏；
3、交底提要应根据交底内容把交底重要内容写上。

图 7-8 交底资料

表 7-5 交底考核成绩表

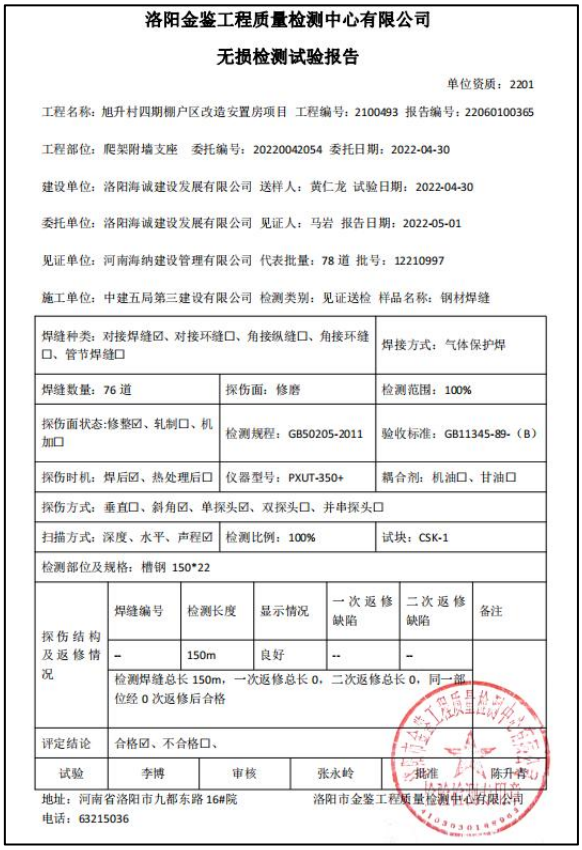
序号	工种	姓名	年龄	成绩
1	焊工	左兵辉	47	92
2	焊工	赵勇	44	96
3	普工	王集成	42	88
4	普工	李大浩	44	87
5	普工	张建国	45	89

制表人：宋飞虎　　制表时间：2022 年 04 月 30 日

措施 3：现场指导切割、焊接作业。并在槽钢腰板开设两个穿螺栓槽口，槽口间距 5cm，槽口长度分别为 15cm。

图 7-9 槽钢焊接作业指导

措施 4：邀请洛阳市金鉴工程质量检测中心对现场焊接构件进行无损检测，并出具报告。



洛阳金鉴工程质量检测中心有限公司

无损检测试验报告

单位资质：2201

工程名称：旭升村四期棚户区改造安置房项目 工程编号：2100493 报告编号：22060100365

工程部位：爬架附墙支座 委托编号：20220042054 委托日期：2022-04-30

建设单位：洛阳海诚建设发展有限公司 送样人：黄仁龙 试验日期：2022-04-30

委托单位：洛阳海诚建设发展有限公司 见证人：马岩 报告日期：2022-05-01

见证单位：河南海纳建设管理有限公司 代表批量：78 道 批号：12210997

施工单位：中建五局第三建设有限公司 检测类别：见证送检 样品名称：钢材焊缝

焊缝种类：对接焊缝☒、对接环缝☐、角接纵缝☐、角接环缝☐、管节焊缝☐		焊接方式：气体保护焊
焊缝数量：76 道	探伤面：修磨	检测范围：100%
探伤面状态:修整☒、轧制☐、机加☐	检测规程：GB50205-2011	验收标准：GB11345-89-（B）
探伤时机：焊后☒、热处理后☐	仪器型号：PXUT-350+	耦合剂：机油☐、甘油☐
探伤方式：垂直☐、斜角☒、单探头☒、双探头☐、并串探头☐		
扫描方式：深度、水平、声程☒	检测比例：100%	试块：CSK-1
检测部位及规格：槽钢 150*22		

探伤结构及返修情况	焊缝编号	检测长度	显示情况	一次返修缺陷	二次返修缺陷	备注
	--	150m	良好	--	--	
	检测焊缝总长 150m，一次返修总长 0，二次返修总长 0，同一部位经 0 次返修后合格					
评定结论	合格☒、不合格☐、					
试验	李博	审核	张永岭	批准	陈升亭	

地址：河南省洛阳市九都东路 16#院 洛阳市金鉴工程质量检测中心有限公司

电话：63215036

图 7-10 无损检测报告

★ 实施二效果验证：

2022 年 5 月 2 日，小组成员宋飞虎对已完成下料切割的钢板、槽钢尺寸进行了抽查统计。

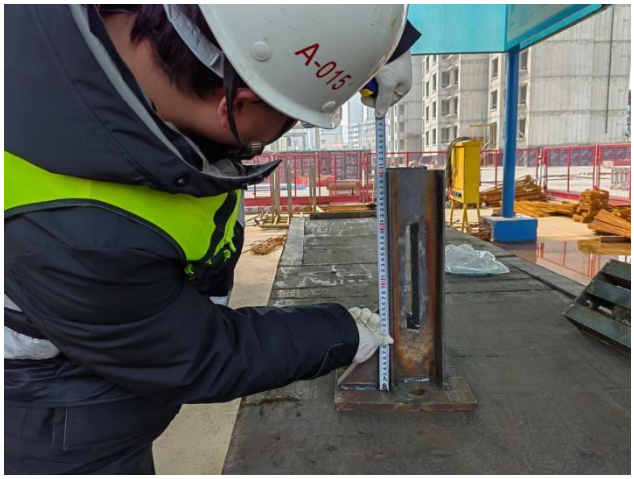


图 7-11 构件尺寸检查

根据《通用公差标准》（GB1804-2000）具体情况如下表：

表 7-6 连接件现场检查统计表

构件名称	材料组合	设计尺寸（mm）	允许偏差（mm）	实测尺寸（mm）	实际偏差（mm）	检查结论	检查人
连接件	槽钢	400	±5	397	-3	合格	宋飞虎
	钢板	300	±5	302	+2	合格	宋飞虎

连接件	槽钢	400	±5	399	-1	合格	宋飞虎
	钢板	300	±5	298	-2	合格	宋飞虎
连接件	槽钢	400	±5	403	+3	合格	宋飞虎
	钢板	300	±5	302	+2	合格	宋飞虎
连接件	槽钢	400	±5	402	+2	合格	宋飞虎
	钢板	300	±5	297	-3	合格	宋飞虎
连接件	槽钢	400	±5	404	+4	合格	宋飞虎
	钢板	300	±5	299	-1	合格	宋飞虎
连接件	槽钢	400	±5	398	-2	合格	宋飞虎
	钢板	300	±5	302	+2	合格	宋飞虎
连接件	槽钢	400	±5	403	+3	合格	宋飞虎
	钢板	300	±5	301	+1	合格	宋飞虎
连接件	槽钢	400	±5	402	+2	合格	宋飞虎
	钢板	300	±5	298	-2	合格	宋飞虎
连接件	槽钢	400	±5	398	-2	合格	宋飞虎
	钢板	300	±5	299	-1	合格	宋飞虎
连接件	槽钢	400	±5	403	+3	合格	宋飞虎
	钢板	300	±5	298	-2	合格	宋飞虎

制表人：宋飞虎 **制表时间：2022 年 05 月 02 日**

小组成员接着对槽口尺寸进行检查

表 7-7 槽口现场检查统计表

构件名称	检查点	设计尺寸（mm）	允许偏差（mm）	实测尺寸（mm）	实际偏差（mm）	检查结论	检查人
连接件	槽口	150	±5	153	+3	合格	宋飞虎
	槽口间距	50	±5	53	+3	合格	宋飞虎
连接件	槽口	150	±5	151	+1	合格	宋飞虎
	槽口间距	50	±5	48	-2	合格	宋飞虎
连接件	槽口	150	±5	152	+2	合格	宋飞虎
	槽口间距	50	±5	47	-3	合格	宋飞虎
连接件	槽口	150	±5	154	+4	合格	宋飞虎
	槽口间距	50	±5	46	-4	合格	宋飞虎
连接件	槽口	150	±5	147	+3	合格	宋飞虎
	槽口间距	50	±5	53	+3	合格	宋飞虎
连接件	槽口	150	±5	151	+1	合格	宋飞虎
	槽口间距	50	±5	47	-3	合格	宋飞虎
连接件	槽口	150	±5	153	+3	合格	宋飞虎
	槽口间距	50	±5	48	-2	合格	宋飞虎
连接件	槽口	150	±5	147	-3	合格	宋飞虎
	槽口间距	50	±5	54	+4	合格	宋飞虎
连接件	槽口	150	±5	152	+2	合格	宋飞虎
	槽口间距	50	±5	53	+3	合格	宋飞虎
连接件	槽口	150	±5	150	0	合格	宋飞虎
	槽口间距	50	±5	52	+2	合格	宋飞虎

制表人：宋飞虎 **制表时间：2022 年 05 月 02 日**

结论：通过对策实施及效果检查，发现连接件槽钢、钢板下料尺寸偏差均≤ 5mm，2.螺栓槽口尺寸偏差≤5mm，焊缝合格率达 100%，对策二的三个目标均达到要求，对策目标实现！

对策实施三：齿轮传动

措施 1：1.对材料市场进行考察，明确具体参数，下达齿轮制作要求料单。

图 7-12 齿轮效果图

表 7-8 齿轮制作料单

名称	钢材	模数	齿数	外径	齿宽	台阶	总高
正齿轮	45#	1.5	20	33mm	15mm	25mm	27mm

制表人：王镇　　制表时间：2022 年 05 月 06 日

措施 2.对购买的材料进行二次加工，将齿条焊接在工字钢内，齿轮与连接件固定。

图 7-13 齿条焊接图

★ 实施三效果验证：

2022 年 05 月 06 日，小组成员王镇对二次加工的齿条尺寸进行了抽查统计，根据《通用公差标准》（GB1804-2000）具体情况如下表：

表 7-9 齿条现场检查统计表

传动装置	名称	设计尺寸（mm）	允许偏差（mm）	实测尺寸（mm）	实际偏差（mm）	检查结论	检查人
齿轮传动	齿条	300	±5	303	+3	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	304	+4	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	297	-3	合格	王镇

齿轮传动	齿条	300	±5	301	+1	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	298	-2	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	304	+4	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	299	-1	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	299	-1	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	297	-3	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	300	0	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	302	+2	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	297	-3	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	297	-3	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	298	-2	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	296	-4	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	300	0	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	302	+2	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	299	-1	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	298	-2	合格	王镇
齿轮传动	齿条	300	±5	300	0	合格	王镇

制表人：王镇 **制表时间：2022 年 05 月 06 日**

2022 年 05 月 07 日，小组成员王镇对采购的齿轮进行了抽查统计，具体情况如下表：

表 7-10 齿轮现场检查统计表

传动装置	名称	模数	要求齿数	实际齿数	检查结论	检查人
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇
齿轮传动	齿轮	1.5	20	20	合格	王镇

制表人：王镇 **制表时间：2022 年 05 月 07 日**

结论：通过对策实施及效果检查，发现齿条下料尺寸偏差均≤ 5mm，齿轮齿数为 20，运行有效无阻碍，

对策三的两个目标均达到要求，对策目标实现！

对策实施四：花篮螺栓传动

措施 1：2022 年 5 月 10 日小组成员卫博豪对材料市场进行考察，并购买符合要求的材料，拉杆尺寸满足要求，调节螺杆尺寸满足要求。制定花篮螺栓采购下料清单。

表 7-11 花篮螺栓采购清单

部件	尺寸	型号	数量	完成时间	完成人
拉杆	400mm	304	120	2022.05.07	卫博豪
螺母	16mm	M14	120	2022.05.07	卫博豪
螺杆	20cm	M14	120	2022.05.07	卫博豪

制表人：卫博豪 **制表时间：2022 年 05 月 10 日**

措施 2：2022 年 5 月 9 日小组成员卫博豪对工人进行指导加工，对花篮螺栓的端头进行加工弯制，分别弯制为“O”和“C”形，同时对连接件焊制挂接孔

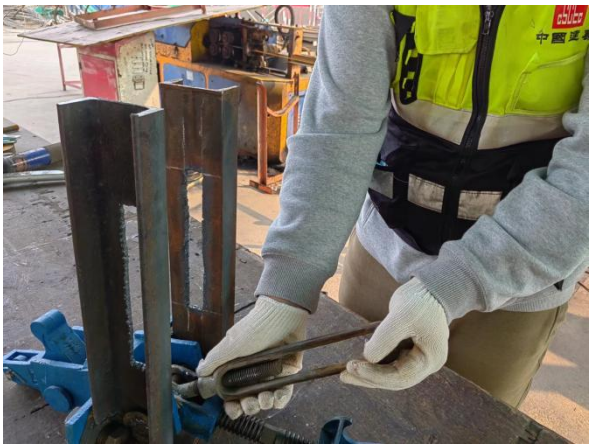


图 7-14 花篮螺栓加工制作及安装图

★ 实施四效果验证：

2022 年 5 月 10 日，小组成员卫博豪对采用尺量对花篮螺栓拉杆尺寸，采用通规对螺杆进行现场检验，具体情况如下表

表 7-12 拉杆现场检查统计表

传动装置	名称	设计尺寸（mm）	允许偏差（mm）	实测尺寸（mm）	实际偏差（mm）	检查结论	检查人
花篮螺栓	拉杆	400	+5	403	+3	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	401	+1	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	400	0	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	402	+2	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	403	+3	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	405	+5	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	401	+1	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	402	+2	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	402	+2	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	401	+1	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	402	+2	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	400	0	合格	卫博豪

花篮螺栓	拉杆	400	+5	402	+2	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	402	+2	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	403	+3	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	402	+2	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	402	+2	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	403	+3	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	401	+1	合格	卫博豪
花篮螺栓	拉杆	400	+5	400	0	合格	卫博豪

制表人：卫博豪 **制表时间：2022 年 05 月 10 日**

表 7-13 螺栓现场检查统计表

传动装置	名称	M14 通规检查	设计尺寸（mm）	允许偏差（mm）	实测尺寸（mm）	实际偏差（mm）	检查结论	检查人
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	201	+1	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	203	+3	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	199	-1	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	198	-2	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	200	0	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	198	-2	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	197	-3	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	198	-2	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	197	-3	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	197	-3	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	196	-4	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	199	-1	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	198	-2	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	198	-2	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	197	-3	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	198	-2	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	198	-2	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	199	-1	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	199	-1	合格	卫博豪
花篮螺栓	螺栓	合格	200	±5	197	-3	合格	卫博豪

制表人：卫博豪 **制表时间：2022 年 05 月 10 日**

2022 年 5 月 10 日，小组成员卫博豪对对现场加工完成的花篮螺栓进行调节，发现调节顺畅，固定牢靠。

结论：通过对策实施及效果检查，发现可调节距离 40cm，螺纹直径 14mm。，运行有效无阻碍，对策四的两个目标均达到要求，对策目标实现！

对策实施五：U 形丝+活动螺母

措施 1：2022 年 5 月 12 日小组成员路绪东对工人进行 BIM 可视化交底，明确 U 形丝直径，腿长、丝长，丝腿间距，参数清单如下表所示。

表 7-14 U 形丝原材采购清单

部件	U 形丝直径	腿长	丝长	丝腿间距	完成人
尺寸	16mm	7cm	5cm	20cm	路绪东

措施 2：根据设计图纸进行加工车丝，并弯制 U 形丝。

图 7-15　U 形丝加工现场

★ 实施五效果验证：

2022 年 5 月 12 日，小组成员路绪东对采用尺量对丝腿间距进行测量，对安装螺母后的漏丝数进行检查，具体情况如下表：

表 7-15 U 形丝现场检查统计表

部件	测量名称	设计尺寸（mm）	允许偏差（mm）	实测尺寸（mm）	实际偏差（mm）	检查结论	检查人
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	153	+3	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	152	+1	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	148	-2	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	150	+2	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	154	+4	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	152	+2	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	147	-3	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	153	+3	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	151	+1	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	154	+4	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	146	-4	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	147	-3	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	153	+3	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	151	+1	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	152	+2	合格	路绪东

U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	148	-2	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	154	+4	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	151	+1	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	152	+2	合格	路绪东
U 形丝	U 形丝腿间距	150	±5	150	0	合格	路绪东

制表人：路绪东 **制表时间：2022 年 05 月 12 日**

表 7-16 安装漏丝检查统计表

部件	测量名称	设计漏丝数（P）	允许偏差（mm）	实测漏丝数（mm）	实际偏差（mm）	检查结论	检查人
U 形丝	漏丝数	2	≥0	2	0	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	3	1	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	3	1	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	3	1	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	4	2	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	2	0	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	2	0	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	3	1	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	4	2	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	2	0	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	3	1	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	3	1	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	2	0	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	2	0	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	2	0	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	3	1	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	2	0	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	3	1	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	2	0	合格	路绪东
U 形丝	漏丝数	2	≥0	2	0	合格	路绪东

制表人：路绪东 **制表时间：2022 年 05 月 12 日**

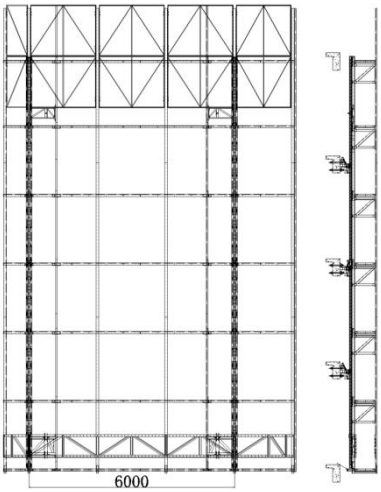
结论：通过对策实施及效果检查，U 形丝腿间距偏差≤5mm，安装后漏丝≥2p，对策五的两个目标均达到要求，对策目标实现！

对策实施六：组装试验

措施 1：计算组装构件受力情况。

（1）荷载取值

按架体最大跨度计算荷载，架体高度 13.5 米，跨度 6 米，宽度 0.64 米，架体防护面积 81 平方米。计算简图如下：



制图人：任凯新　　制图时间：2022 年 05 月 13 日

图 7-16 架体力学计算简图

恒荷载 $G_k = 27351N = 27.35kN$ 。

活荷载取值 Q_k=21.6kN

（2） 风荷载 S_{Wk}

根据《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）:

$$W_k = \beta_Z \times \mu_s \times \mu_z \times w_o$$

式中：

W_k ------ 风荷载标准值（kN/m^2 ）。

β_z ------ 风振系数，取 1.0。

μ_z ------ 风压高度变化系数，按国家标准《建筑结构荷载规范》 GB50009 的规定采用，按 C 类地区高 100 米的高层建筑上施工考虑，取 1.79。

μ_s ------ 风荷载体型系数，其计算如下：

ϕ 为脚手架敞开开洞情况确定的挡风系数

$\phi = 1.2\dfrac{A_n}{A_w} = 1.2 \times \dfrac{\text{脚手架挡风面积}}{\text{脚手架迎风面积}}$，防火安全网为冲孔钢板网，孔为直径 6mm 且每组开孔 25 个，标准网（尺寸约 1.9m*1.5m）共 713 组，本计算中 6 米跨度架体共需标准网相当于 27 张网。

则 $\phi = 1.2\dfrac{\text{脚手架挡风面积}}{\text{脚手架迎风面积}} = 1.2 \times \dfrac{6 \times 13.5 - \pi \times 0.003^2 \times 713 \times 25 \times 27}{6 \times 13.5} = 0.998$

钢板网的挡风系数 $\phi = 0.998$ ； $\mu_s = 0.998 \times 1.3 = 1.3$；

w_o ------ 标准基本风压，按国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定采用，在使用工况时按照洛阳市地区 R=10 年，取 $0.3kN/m^2$ ，升降及坠落工况时取 $0.25kN/m^2$ 。

使用工况下风荷载标准值：$\omega_k = \beta_z \cdot \mu_s \cdot \mu_z \cdot \omega_o = 1.0 \times 1.3 \times 1.79 \times 0.3 = 0.7 kN/m^2$

升降工况下风荷载标准值：$\omega_k = \beta_z \cdot \mu_s \cdot \mu_z \cdot \omega_o = 1.0 \times 1.3 \times 1.79 \times 0.25 = 0.58 kN/m^2$

（3）荷载效应组合值 S

荷载分项系数

依据规范取

静荷载：　　$r_G = 1.2$

活荷载：　　$r_Q = 1.4$

结构重要性系数：　　$r_0 = 1.1$

可变荷载组合系数：　　$\phi = 0.85$

荷载变化系数：　　$r_1 = 1.3$　（使用工况）

荷载变化系数：　　$r_2 = 2.0$　（升降及坠落工况）

附加安全系数：　　$r_3 = 1.43$（立杆稳定性）

冲击系数：　　$r_4 = 2$（附墙支座）

（4）荷载效应组合值计算：

使用工况：

$$S_1 = 1.3 \times (\gamma_G S_{GK} + \gamma_Q S_{QK}) = 1.3 \times (1.2 \times 27.35 + 1.4 \times 21.6) = 82 kN$$

升降工况：

$$S_2 = 2 \times (\gamma_G S_{GK} + \gamma_Q S_{QK}) = 2 \times (1.2 \times 27.5 + 1.4 \times 3.6) = 75.7 kN$$

坠落工况（使用工况）：

$$S_3 = 2 \times (\gamma_G S_{GK} + \gamma_Q S_{QK}) = 2 \times (1.2 \times 27.35 + 1.4 \times 21.6) = 126.1 kN$$

坠落工况（升降工况）：

$$S_4 = 2 \times (\gamma_G S_{GK} + \gamma_Q S_{QK}) = 2 \times (1.2 \times 27.35 + 1.4 \times 5.4) = 80.7 kN$$

由上可以知道，最危险的工况为使用工况下坠落，荷载效应值为$S_3 = 126.1 kN$，下面的计算中，不同结构件会选用与之相关的最不利工况进行核算验证。

（5）附墙支座验算

附墙支座主要在使用和升降防坠落工况下起保护作用，在架体正常升降工况下主要起附墙的作用。架体承受的荷载作用在截面形心处，附墙支座不仅承受垂直向下的荷载，还要承受附加弯矩。

使用工况防坠落时为最不利情况，垂直向下的荷载组合值$S_3 = 126.1 kN$

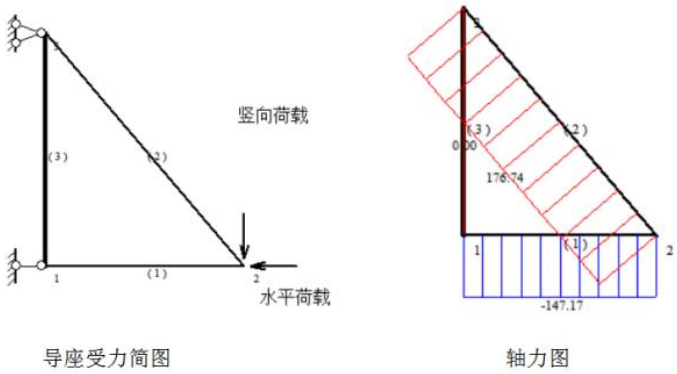
（5）使用工况下风荷载标准值

$$\omega_k = \beta_z \cdot \mu_s \cdot \mu_z \cdot \omega_o = 1.0 \times 1.3 \times 1.79 \times 0.3 = 0.7 kN/m^2$$

风荷载作用在一侧架体节点集中荷载设计值：跨度 6m，架高 13.5m

则 $S = \lambda_0 \lambda_Q w_k hL = 1.1 \times 1.4 \times 0.7 \times 13.5 \times 6 = 87.3kN$

最下部导座水平向力主要由风荷载产生，使用工况下由三个导座承受，最下部导座受水平力 F=87.3/3=29.1kN。采用力学求解器建模分析如下：



导座受力简图　　轴力图

制图人：任凯新　　制图时间：2022 年 05 月 13 日

图 7-17 导座受力简图

内力计算

杆端内力值 （乘子 = 1）

单元码	杆端 1 轴力	杆端 1 剪力	杆端 1 弯矩	杆端 2 轴力	杆端 2 剪力	杆端 2 弯矩
1	-147.165867	0.00003854	-0.00000673	-147.165867	0.00003854	0.00000040
2	176.744167	-0.00000111	0.00000040	176.744167	-0.00000111	0.00000009
3	0.00003854	-0.00003140	0.00000009	0.00003854	-0.00003140	-0.00000673

制图人：任凯新　　制图时间：2022 年 05 月 13 日

图 7-18 导座受力分析图

（6） 支座横梁槽钢计验算

附墙支座横梁为两根 8#槽钢通过连接板焊接为一体，长度为 $l = 185mm$ (顶撑孔心到背板距离),已知 8#槽钢截面积 $A = 1024.8mm^2$ 回转半径 $i = 3.15cm$ ，则槽钢的长细比 $\lambda = l/i = 185/31.5 = 6$ 查表得：$\varphi = 0.984$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A_n} + \frac{M_x}{W_x} = \frac{147165N}{2 \times 0.984 \times 1024.8cm^2} + \frac{6.73Nmm}{2 \times 5.79cm^3} = 73.55N/mm^2 < f = 205N/mm$$

满足使用要求。

（7）附墙支座横梁焊缝强度计验算

附墙支座采用直角焊，焊缝高度 hf≥6mm，由《钢结构设计规范》中“直角角焊缝的强度应按下列公式计算：在通过焊缝形心的拉力、压力或剪力作用下，当力垂直于焊缝长度方向时，$\sigma_f = \frac{N_v}{h_e l_w} \le \beta f_f f_w$；当力平行于焊缝长度方向时，$\tau_f = \frac{N_v}{h_e l_w} \le f_{fw}$，另由《钢结构设计规范》自动焊、半自动焊和 E43 型焊条

的手工焊，Q235 钢的角焊缝的抗拉、抗压和抗剪强度：$f_{fw}=160N/mm^2$。

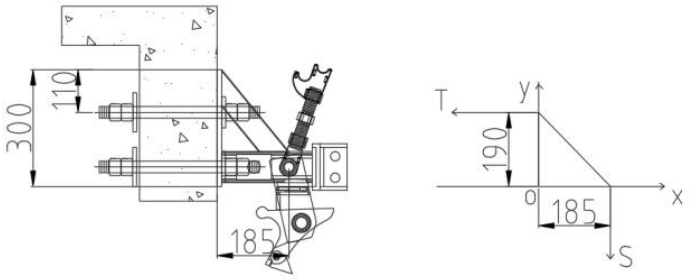
总焊缝长度：$L=2\times180=360mm$。

焊缝有效高度：$h_e=0.7hf=0.7\times6=4.2mm$

按最不利情况计算，使用工况防坠落时为最不利情况，$N_v=S_3=126.1kN$

$\tau_f=N_v/h_el_w=126100\div(4.2\times360)=83.4N/mm^2<f_f^w=160N/mm^2$，满足使用要求。

（8）支座穿墙螺栓验算



制图人：任凯新　　制图时间：2022 年 05 月 13 日

图 7-19 附墙制作穿墙螺栓受力分析简图

附墙支座穿墙螺栓采用两个 M30 穿墙螺栓，在使用时承受剪力和轴向拉力。依据建筑施工工具式脚手架安全技术规范 JGJ202-2010，穿墙螺栓强度应按下列公式计算：$\sqrt{\left(\frac{N_V}{N_V^b}\right)^2+\left(\frac{N_t}{N_t^b}\right)^2}\le1$；

在设计规范的表 3.4.1-4 中查得“螺栓连接的强度设计值” 螺栓的许用应力值为：$f_t^b=170N/mm^2$，$f_v^b=140N/mm^2$,其中

单个螺栓抗剪承载力设计值：$N_v^b=\frac{\pi D_c^2}{4}f_v^b=\frac{3.14\times30^2}{4}\times140=98.91kN$

单个螺栓抗拉承载力设计值：$N_t^b=\frac{\pi d_0^2}{4}f_t^b=\frac{3.14\times30^2}{4}\times170=120.1kN$

按使用工况进行验算，$F=S_1=82kN$。

简化后，设两个穿墙螺栓均衡受力，$N_{v1}=N_{v2}=F/2=41kN<N_v^b=98.91kN$

故剪切力螺栓强度满足荷载要求。

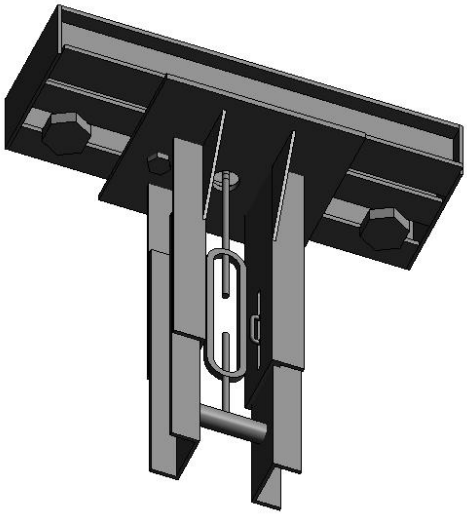
由力矩平衡知，上层螺栓单独承受轴向拉力荷载为：

$N_{t1}=S\times\frac{185}{190}=79.8kN<N_t^b=120.1$

$$\sqrt{\left(\frac{N_V}{N_V^b}\right)^2+\left(\frac{N_t}{N_t^b}\right)^2}=\sqrt{\left(\frac{41}{98.91}\right)^2+\left(\frac{79.8}{120.1}\right)^2}=0.783<1$$

双螺栓情况下，在上层螺栓不受力状态下（断裂），下层螺栓开才始承受轴向拉力荷载值，且上层螺栓满足荷载要求，故螺栓完全满足实用要求。

措施 2：2022 年 5 月 15 日小组成员路绪东对构件进行组装，并调试。



制图人：路绪东　　制图时间：2022 年 05 月 14 日

图 7-20 BIM 图

制图人：路绪东　　制图时间：2022 年 05 月 14 日

图 7-21 现场组装图

★ 实施六效果验证：

（1）经过理论计算可调式附墙支座的各个连接件和连接螺栓的受力均能满足爬架最不利工况时 126.1KN 要求。

（2）组装的附墙支座进行多次调试，具体情况如下表：

表 7-17 附墙支座调试情况统计表

序号	左右调节是否顺畅	高度调节是否顺畅	锚固装置有效	检查结论	检查人

1	是	是	有效	合格	路绪东
2	是	是	有效	合格	路绪东
3	是	是	有效	合格	路绪东
4	是	是	有效	合格	路绪东
5	是	是	有效	合格	路绪东

制表人：路绪东 **制表时间：2022 年 05 月 15 日**

结论：通过对策实施及效果检查，组装后的组件受力满足爬架最不利工况时 126.1KN 要求，安装调节故障率为 0，对策六的两个目标均达到要求，对策目标实现！

八、效果检查

（一）目标效果检查

可调式全钢爬架附墙支座装置经过对策实施的到成功应用，并邀请第三方检测机构对其使用的安全性和规范要求进行检测，均符合国家相关标准。

图 8-1 检验报告

小组成员对应用于现场 9#楼的 26 个可调式全钢爬架附墙支座的安装调节时间进行统计，统计情况如下表：

表 8-1 附墙支座安装时间统计表

机位（#）	安装调节时间（min）	机位（#）	安装调节时间（min）
1	7.4	14	6.4
2	7.0	15	7.8
3	7.1	16	7.5
4	7.0	17	7.3
5	7.5	18	7.8
6	7.8	19	7.9
7	7.3	20	7.2

8	7.4	21	7.0
9	7.8	22	7.1
10	7.1	23	6.6
11	7.2	24	7.5
12	7.0	25	7.6
13	6.8	26	7.3
平均（min）	7.3		

制表人：路绪东　　制表时间：2022 年 05 月 15 日

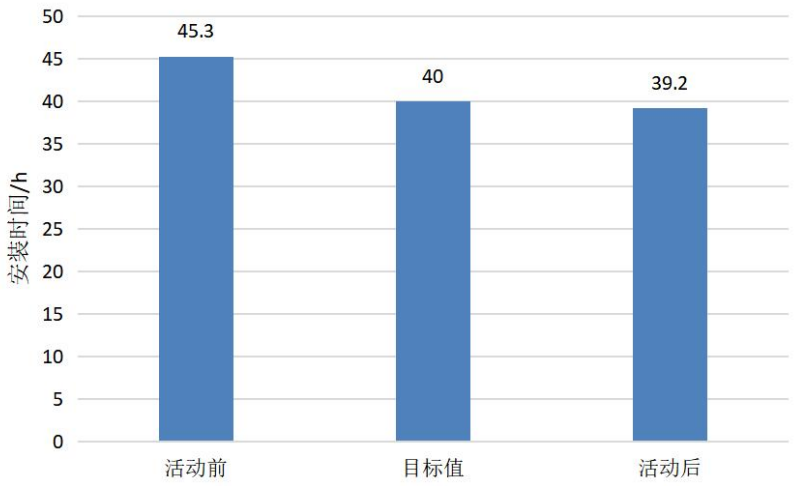
小组成员进一步对 12 栋楼的爬架采用可调式全钢爬架附墙支座后的安装时间进行统计

表 8-2 爬架安装时间统计表

序号	楼栋号	安装日期	安装时间（h）
1	1#	2022.05.17-2022.05.24	39.5
2	2#	2022.05.17-2022.05.24	39.6
3	3#	2022.05.18-2022.05.25	38.8
4	4#	2022.05.18-2022.05.25	39.4
5	5#	2022.05.18-2022.05.26	38.5
6	6#	2022.05.18-2022.05.26	39.4
7	7#	2022.05.19-2022.05.27	39.5
8	8#	2022.05.19-2022.05.26	39.8
9	9#	2022.05.20-2022.05.27	38.8
10	10#	2022.05.20-2022.05.28	38.0
11	11#	2022.05.20-2022.05.28	39.7
12	12#	2022.05.18-2022.05.25	39.8
平均			39.2

制表人：路绪东　　制表时间：2022 年 05 月 15 日

检查结论：使用可调式全钢爬架附墙支座，爬架安装时间平均为 39.2h<40h，我们的活动目标实现。



制图人：路绪东　　制图时间：2022 年 05 月 15 日

图 8-2　活动目标效果检查图

（二）经济效益分析

1. 传统附墙支座施工

材料费：

（1）传统附墙支座：

78（个）*950（元/个）=74100 元

（2）加高件：

单个加高件槽钢 1.2m，19.74(kg/m) × 1.2m=23.688kg

槽钢材料单价：4530 元/吨（即：4.53 元/kg）

单个加高件材料费用 23.688*4.53=107.3 元

整个爬架加高件费用 107.3*78=8369.4 元

（3）人工费：

焊工：420（元/人/天）*5（人）5 天=10500 元；

小工：180（元/人/天）*5（人）5 天=4500 元；

合计：15000 元

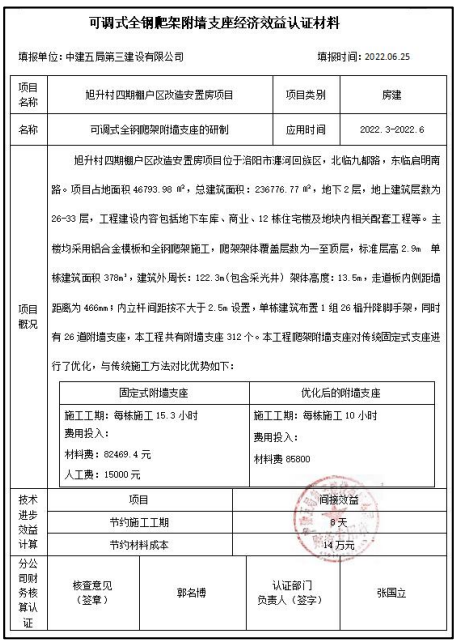
使用传统附墙支座费用合计 74100+8369.4+15000=97469.4 元

2. 新装置施工

与爬架单位沟通可调式全钢爬架附墙制作工厂化加工，单个费用 1100 元

材料费：1100（元）*78（个）=85800 元；

从以上效益分析可以看出，活动期间单个爬架节省费用 97469.4-85800=11669.4 元，共节省 11669.4*12=140032.8 元，经济效益显著，且可以在同类型的项目中周转使用，提高爬架安装效率，且在后期具有更显著的经济效益。



可调式全钢爬架附墙支座经济效益认证材料

填报单位：中建五局第三建设有限公司　　填报时间：2022.06.25

项目名称	旭升村四期棚户区改造安置房项目	项目类别	房建
名称	可调式全钢爬架附墙支座的研制	应用时间	2022.3-2022.6
项目概况	旭升村四期棚户区改造安置房项目位于沿阳市潍河回族区，北临九都路，东临启明南路。项目占地面积 46793.98 m^2，总建筑面积：236776.77 m^2，地下 2 层，地上建筑层数为 26-33 层，工程建设内容包括地下车库、商业、12 栋住宅楼及地块内相关配套工程等。主楼均采用铝合金模板和全钢爬架施工，爬架架体覆盖层数为一至顶层，标准层高 2.9m 单栋建筑面积 378m^2，建筑外周长：122.3m（包含采光井）架体高度：13.5m，走道板内侧距墙距离为 466mm；内立杆间距按不大于 2.5m 设置，单栋建筑布置 1 组 26 幅升降脚手架，同时有 26 道附墙支座，本工程共有附墙支座 312 个。本工程爬架附墙支座对传统固定式支座进行了优化，与传统施工方法对比优势如下：		

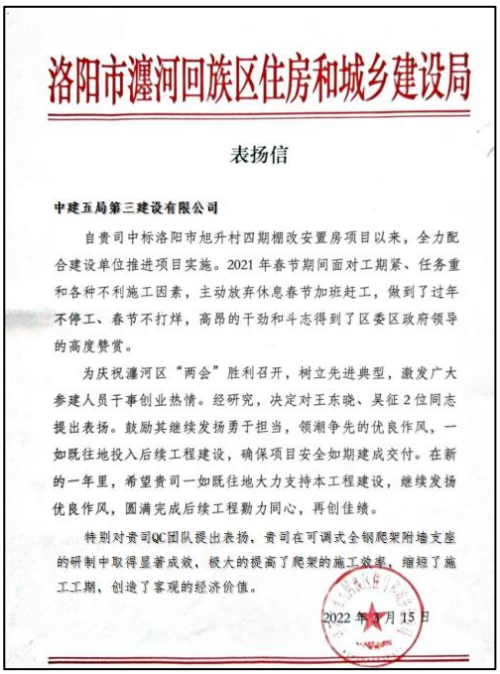
固定式附墙支座	优化后的附墙支座
施工工期：每栋施工 15.3 小时 费用投入： 材料费：82469.4 元 人工费：15000 元	施工工期：每栋施工 10 小时 费用投入： 材料费 85800

技术进步效益计算	项目		间接效益	
	节约施工工期		9 天	
	节约材料成本		14 万元	
分公司财务核算认证	核查意见（签章）	郭名博	认证部门负责人（签字）	张国立

图 8-3 经济效益证明

（三）社会效益

可调式全钢爬架附墙支座的研制，以其工厂标准化生产、分段式加工，一体化组装，制作简单、安装方便、调节快速，适应性很强，能够针对性的解决爬架附墙支座安装调试的时间的问题，提高了爬架的安装效率，对于同类工程有巨大的推广价值，该创新装置在工程应用中受到政府单位单位一致好评。同时，项目将申报“一种可调式全钢爬架附墙支座”实用新型专利。



洛阳市瀍河回族区住房和城乡建设局

表扬信

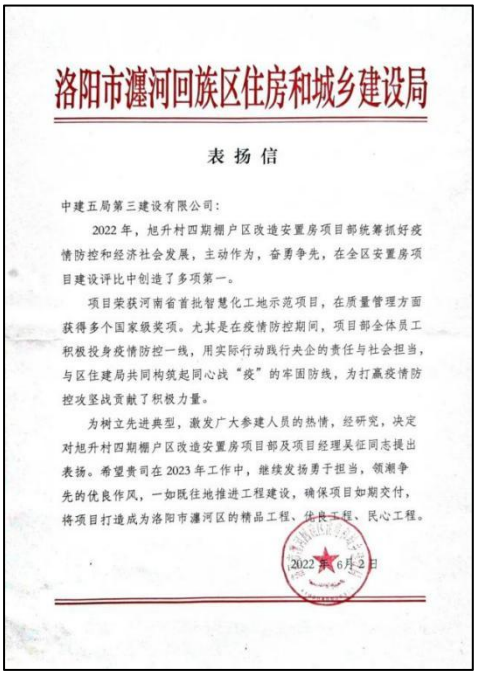
中建五局第三建设有限公司

自贵司中标洛阳市旭升村四期棚改安置房项目以来，全力配合建设单位推进项目实施。2021年春节期间面对工期紧、任务重和各种不利施工因素，主动放弃休息春节加班赶工，做到了过年不停工、春节不打烊，高昂的干劲和斗志得到了区委区政府领导的高度赞赏。

为庆祝瀍河区“两会”胜利召开，树立先进典型，激发广大参建人员干事创业热情。经研究，决定对王东晓、吴征2位同志提出表扬。鼓励其继续发扬勇于担当，领潮争先的优良作风，一如既往地投入后续工程建设，确保项目安全如期建成交付。在新的一年里，希望贵司一如既往地大力支持本工程建设，继续发扬优良作风，圆满完成后续工程勠力同心，再创佳绩。

特别对贵司QC团队提出表扬，贵司在可调式全钢爬架附墙支座的研制中取得显著成效，极大的提高了爬架的施工效率，缩短了施工工期，创造了客观的经济价值。

2022年[illegible]月15日



洛阳市瀍河回族区住房和城乡建设局

表 扬 信

中建五局第三建设有限公司：

2022年，旭升村四期棚户区改造安置房项目部统筹抓好疫情防控和经济社会发展，主动作为，奋勇争先，在全区安置房项目建设评比中创造了多项第一。

项目荣获河南省首批智慧化工地示范项目，在质量管理方面获得多个国家级奖项。尤其是在疫情防控期间，项目部全体员工积极投身疫情防控一线，用实际行动践行央企的责任与社会担当，与区住建局共同构筑起同心战“疫”的牢固防线，为打赢疫情防控攻坚战贡献了积极力量。

为树立先进典型，激发广大参建人员的热情，经研究，决定对旭升村四期棚户区改造安置房项目部及项目经理吴征同志提出表扬。希望贵司在2023年工作中，继续发扬勇于担当，领潮争先的优良作风，一如既往地推进工程建设，确保项目如期交付，将项目打造成为洛阳市瀍河区的精品工程、优良工程、民心工程。

2022年6月2日

图 8-4 表扬信

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，成功的研发了一种可调式全钢爬架附墙支座，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）创新成果应用评价

公司内部召开评估会议，并邀请相关专家对可调式全钢爬架附墙支座进行评审，认为此创新装置能够实现附墙支座的左右和高度调节，提高了爬架的安装效率，创造了一定的经济效益，具有较强的适用性，能够在大范围内应用。

中建五局第三建设有限公司文件

建五三技字〔2022〕187号

中建五局三公司关于可调式全钢爬架附墙支座的技术应用评价

经公司内部专家评价，瀍掣朱樱QC小组所研究的课题《可调式全钢爬架附墙支座的研制》，通过借鉴专利和工作中的游标卡尺可调节和紧固的工作原理，创新出一种可调式全钢爬架附墙支座，实现附墙支座的左右调节和高度调节，极大的适应了各种建筑外墙情况，提高了爬架的安装效率，并创造了一定的经济效益，能够实现大范围的应用，特此通知。

中建五局三公司

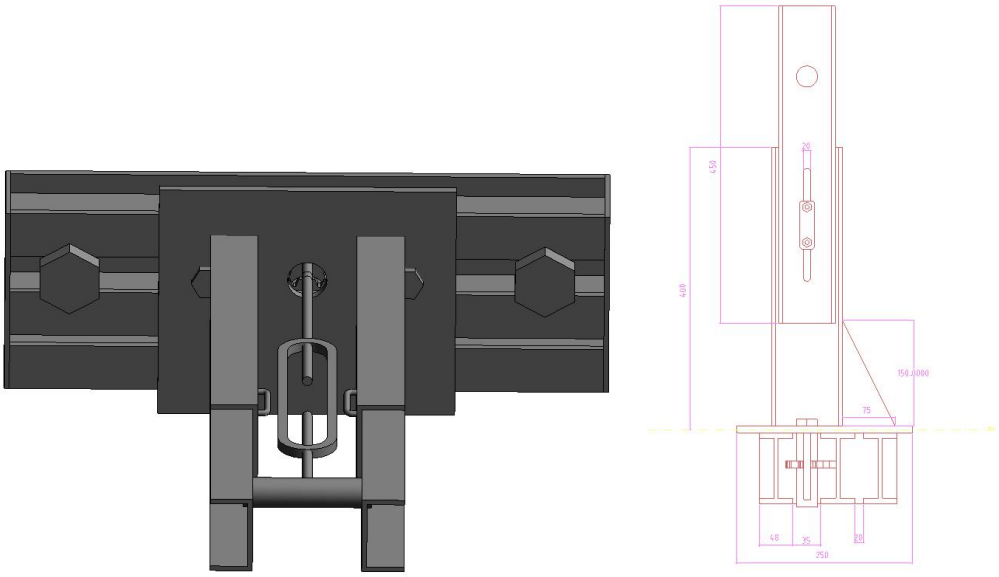
2022年6月12日

抄送：公司各领导，安全总监，副总师，总经理助理，财务资金部，工程管理部，科技质量部（技术中心），商务管理部，工程总承包中心（设计管理部）。

图 9-1 应用评价文件

（二）形成技术图纸

通过本次可调式全钢爬架附墙支座的研制，我们积累了宝贵的研发与应用经验，通过效果验证证明可调式全钢爬架附墙支座在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，2022 年 6 月 15 日 QC 小组编制了《可调式全钢爬架附墙支座 BIM 设计图》，经公司总工程师审批，纳入企业标准化工艺图集。



制图人：任凯新　　制图时间：2022 年 06 月 15 日

图 9-2 可调式全钢爬架附墙支座 BIM 设计及二维图

（三）形成指导性文件

同时，小组还编制并报批了《可调式全钢爬架附墙支座作业指导书》，经公司总工程师审批同意，于 2022 年 06 月 15 日正式在公司内部公布，指导书编号为：CSCEC-5J3G-JS018。纳入指导书的技术主要有：1.可调式全钢爬架附墙支座工作原理； 2.可调式全钢爬架附墙支座主要构造；3.可调式全钢爬架附墙支座受力分析及设计要点。形成了本公司可调式全钢爬架附墙支座专有技术和独特工艺，下一步将在公司范围内全面推广。

作业指导书　　中建五局第三建设有限公司

可调式全钢爬架附墙支座
作业指导书

文件编号：CSCEC-5J3G-JS018

编制：路绪东
审核：刘登科
审批：周明波
日期：2022 年 6 月 12 日

图 9-3 作业指导书及手册

（四）推广应用

可调式全钢爬架附墙支座的创新成果研制，在旭升村四期棚户区改造安置房项目得到大面积的应用，同时经过公司推广，在类似的爬架项目中同样得到良好的应用，获得较好的工期效益和经济效益，具有较好的推广应用价值。

成果推广应用证明

成果名称	可调式全钢爬架附墙支座的研制
成果来源	旭升村四期棚户区改造安置房项目
成果单位	中建五局第三建设有限公司

经公司认定，瀘壑朱樱 QC 小组所研究的课题《可调式全钢爬架附墙支座的研制》，通过借鉴专利和工作中的游标卡尺可调节和紧固的工作原理，创新出一种可调式全钢爬架附墙支座，实现附墙支座的左右调节和高度调节，极大的适应了各种建筑外墙情况，提高了爬架的安装效率，并创造了一定的经济效益，能够实现大范围的应用，已在旭升村四期棚户区改造安置房项目中达到大面积的应用，并在类似的爬架项目中实现相应的效果，具有较大的推广价值。

中建五局第三建设有限公司

2022 年 6 月 15 日

图 9-4 推广应用证明

十、总结和下一步打算

（一）活动总结

小组成员根据 PDCA 循环程序，满足了各方需求，解决了具体问题，顺利的完成了本次课题，通过借鉴专利“一种爬架用可调节式转接件”和游标卡尺能够伸缩调节，安装固定的的工作原理，创新制作了螺栓连接的调节式爬架附墙支座，从安装效率、经济效益、社会价值等方面均得到提升。小组成员从专业技术、管理方法、综合素质方面进行总结。

（1）专业技术方面：小组成员遵循高效履约、绿色建造、降本增效理念，通过可调式全钢爬架附墙支座的研制，过程中采用标准化设计，实现工厂化标准化加工，对构件进行工作原理分析、BIM 建模、机械加工等方面，达到了绿色环保、节能节材的施工理念，且制作简单实用性强，实施效果理想，小组开拓创新水平显著提高。

表 10-1 专业技术分析表

序号	专业技术	技术掌握情况
1	爬架的工作原理	掌握了爬架的导轨主框架、水平支撑桁架、附墙支座、防护系统、爬升系统等各个机构的构成，运行的方式，特别是附墙支座的构成，能够独立生产完成可调式全钢爬架附墙支座。
2	爬架的规范要求	能够对规范《建筑施工用附着式升降安全作业平台》JG/T546-2019 的相关知识熟练掌握。
3	机械专业的相关知识	对齿轮传动、螺杆连接的相关原理能够熟练掌握，根据不同的机械作业情况选用准确的作业方式
4	理论计算能力	熟练掌握力学计算软件、手动分析构架在不同状态下的受力情况
5	BIM 技术应用	熟练使用 REVIT、3DMAX 等 BIM 支座软件，并进行交底

制表人：宋飞虎　　制表时间：2022 年 06 月 20 日

（2）管理方法方面：提高了小组全体成员正确运用统计工具的水平，注重数据、各类原始数据的收集、整理和科学论证，及时归纳总结。

表 10-2 管理方法分析表

序号	活动内容	提升点	存在的不足	统计工具的运用
1	选择课题	能够针对需求，采用“小、实、活、新”的方式提出创新性的课题。	识别需求采用方法不全面。	简易图表、柱状图、饼分图
2	设定目标及目标可行性论证	能够在小组成员能力范围内设定目标值，且目标值具体可测量	无	简易图表、柱状图
3	提出方案并确定最佳方案	能够广泛查询，选取方案、借鉴原理，归纳总结，创新性的提出具体可实施的总体方案，并针对总体方案进行分解	方案比选需更多定量的分析	简易图表、亲和图、柱状图
4	制定对策	按照“5W1H”的原则制定对策，对策目标具体可测量，措施制定能够执行落实。	时间安排过于紧凑	简易图表
5	对策实施	能够根据对策表的内容一一落实，并对每条对策进行确认。	负面影响的验证不全面	简易图表
6	效果检查	根据实施结果进行具体的、多方面的效果检查，实现目标值	社会效益分析不全面	简易图表、柱状图
7	标准化	能够推广应用在公司和社会层面	无	无
8	总结和下一步打算	从各个方面进行分析，效果较好。	无	简易图表、雷达图

制表人：宋飞虎　　制表时间：2022 年 06 月 20 日

（3）综合素质方面：此次小组活动小组成员在质量意识、进取精神、QC 知识、创新意识、团队精神、工作热情与干劲等方面均得到较大的提高，并圆满完成了预定的目标。切实提高了小组的团队精神和创新意识。小组成员通过自我评价分值，并于活动前后对比，完成综合素质雷达图。

表 10-3 综合素质评价表

序号	评价内容	评价分值（10 分制）		
		8-10 分	6-8 分	4-6 分
1	质量意识	质量意识极强	能够保质保量完成工作	质量意识淡薄
2	进取精神	积极进取，执着拼搏	工作态度良好	消极怠工
3	QC 知识	熟练掌握 QC 的流程并运用	能够掌握相关图表的运用	QC 知识浅薄
4	创新意识	积极创新，创新意识强	偶尔创新	创新意识淡薄
5	团队精神	主动合作，分工明确	能够互相配合	缺乏团队精神
6	工作热情与干劲	工作热情高，干劲十足	按时完成工作	缺乏工作热情和干劲

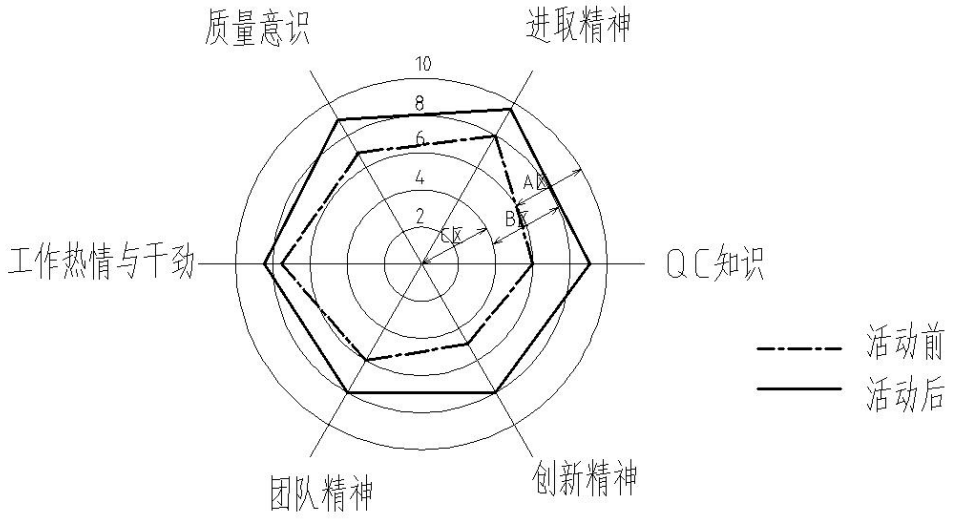
制表人：任凯新　　制表时间：2022 年 06 月 20 日

表 10-4 活动前后状况自我评价表

项　目	自我评价	
	活动前	活动后
质量意识	7	9

进取精神	8	9.5
QC 知识	6	9
创新意识	5	8
团队精神	6	8
工作热情与干劲	7.5	8.5

制表人：任凯新　　制表时间：2022 年 06 月 25 日



制图人：任凯新　　制图时间：2022 年 06 月 25 日

图 10-1 小组成员活动前后综合素质雷达图

（二）今后打算

通过 QC 小组活动，创新了一种可调式全钢爬架附墙支座，取得良好的施工效果，积累一定的施工经验，为今后的类似工程施工打下了良好的基础。另外我们打算今后进一步普及 QC 教育，坚持开展 QC 活动，不断提高我们 QC 小组的创新能力、攻关能力，针对不断出现的各种复杂工艺，再接再厉，勇于开拓创新，继续结合施工现场中技术的创新应用，运用 PDCA 循环，广泛开展质量管理小组活动。

根据后续二次结构进度计划安排，结合现场班组的经验提出如下课题，并根据课题的可行性、紧迫性、经济性、必要性进行对比评价。

表 10-5 课题对比评价表

序号	课题名称	可行性	紧迫性	经济性	必要性	综合评分
1	井道式施工电梯可调式吊杆的研制	5	5	4	5	19
2	研制人货电梯垂直度检测装置	5	4	3	3	15
3	构造柱振捣装置的研制	5	3	3	4	15

制表人：任凯新　　制表时间：2022 年 06 月 25 日

根据以上表格分析得出，我们下一步的 QC 活动课题定为《井道式施工电梯可调吊杆的研制》，解决井道式施工电梯加节效率低、安全保障性低、作业空间狭小的难题。