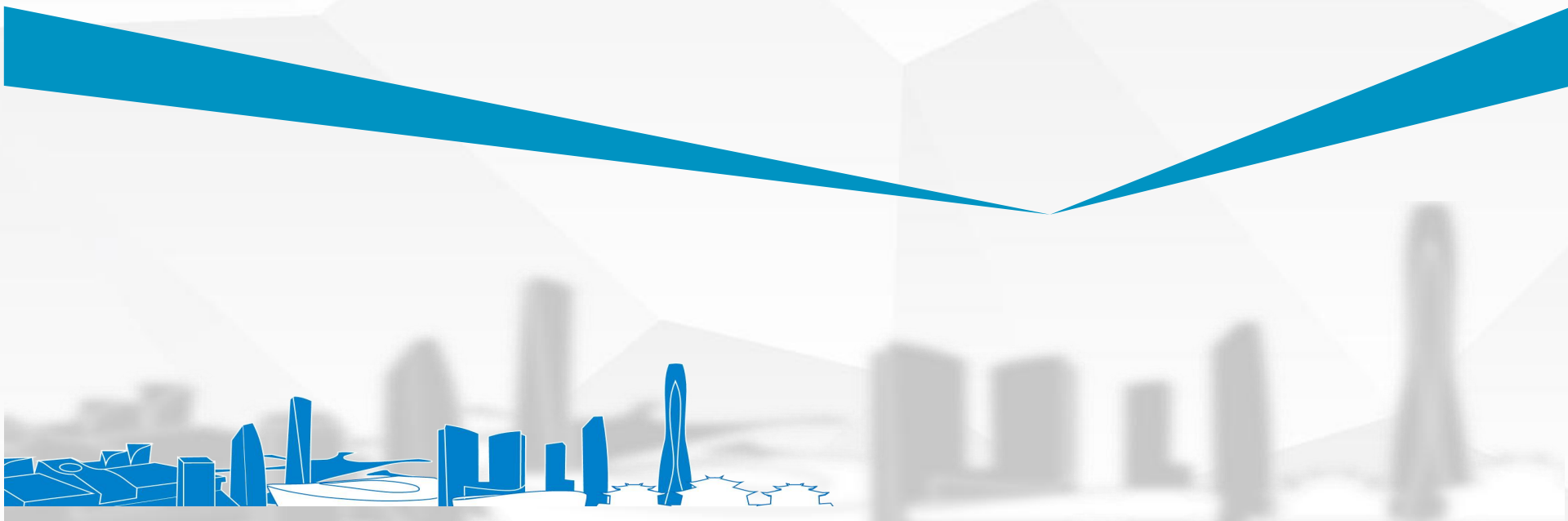


新型装配式结构提升通道研制



目录

CONTENTS

1

小组概况

6

制定对策

2

课题简介

7

对策实施

3

选择课题

8

效果检查

4

设定目标及
目标可行性论证

9

标准化

5

提出方案
并确定最佳方案

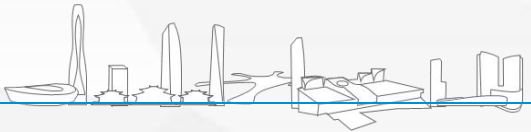
10

总结和下一步打算



小组概况 01

小组概况



本小组由经验丰富的项目及施工班组人员组成，项目经理担任组长

小组简介表

小组名称	SC小组		
课题名称	新型装配式结构提升通道研制		
小组注册时间		小组注册号	
课题注册时间		课题注册号	
小组活动频次	1次/周	课题类型	创新型
小组活动时间			
SC教育时间	72学时	小组出勤率	95%

小组成员概况表

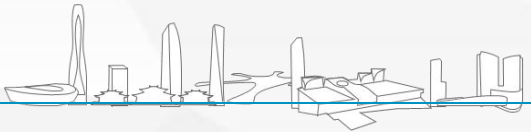
序号	组内职务	姓名	文化程度	职务	组内分工
1	组 长		本科	项目经理	组织协调
2	副组长		本科	公司安全总监	技术指导
3	副组长		本科	项目总工	方案编制
4	组 员		本科	商务经理	成本核算
5	组 员		本科	安全总监	安全检查
6	组 员		本科	结构设计师	结构计算
7	组 员		本科	BIM设计师	BIM模型分析
8	组 员		本科	钢结构工程师	加工制作
9	组 员		本科	安全工程师	各项资料、信息收集
10	组 员		专科	架子工	设备安装



课题简介 02

本次课题是什么呢？

02 课题简介



总建筑面积14万平方米，**本项目为装配式住宅工程**。工期为740日历天。装配式住宅采用预制楼梯、预制剪力墙及预制叠合板。

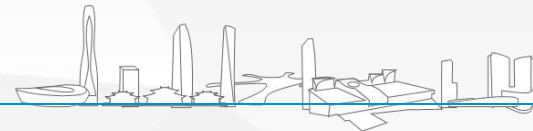
工程概况表



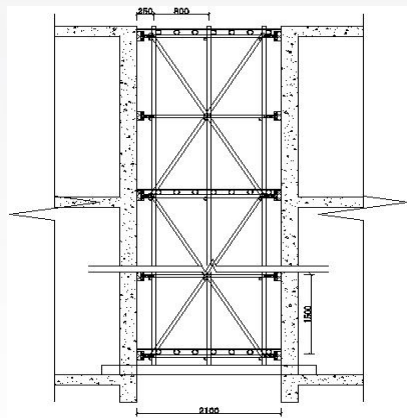
工程效果图

工程名称		工程性质	住宅	
建设规模		工程地址		
总建筑面积		单体建筑	建筑包含：1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#、8#、9#、10#、11#、12#及车库	
建设单位		项目承包范围	工程范围内的相关设计（含方案设计、初步设计和各类施工图设计）、采购、施工、调试、验收、保修及配合手续办理、移交等全过程工程总承包	
设计单位		合同要求	质量	合格
勘察单位			工期	740日历天
监理单位			安全	
总承包单位				
质量监督单位				

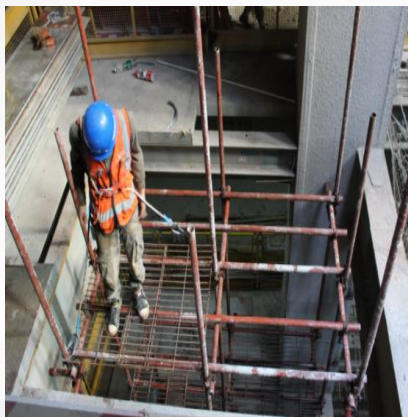
02 课题简介



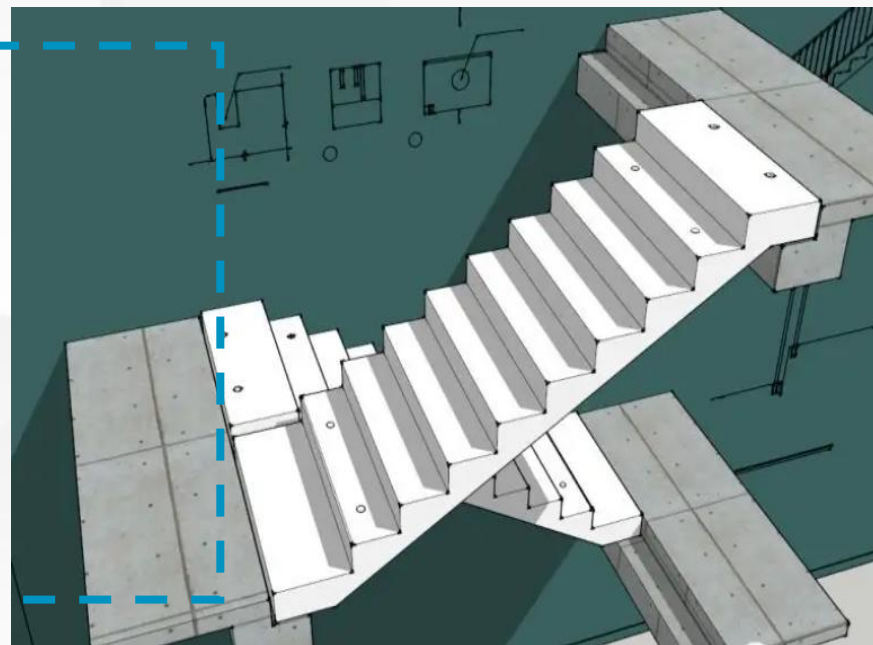
装配式楼梯需在上层结构施工完后安装，导致作业层与下层结构之间缺少上人通道。且本工程电梯井为砌体填充墙结构，对传统架管搭设上人通道提出较高要求。因此急需要一种新型上人通道，能提高施工效率，节约施工成本，避免安全隐患。



电梯井满堂架体示意图



电梯井满堂架体实景图

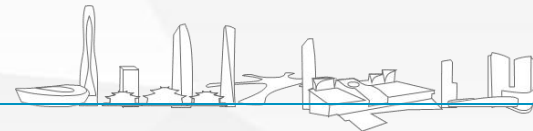




选择课题 03

我们是如何选择课题的

03 选择课题——选题理由



1、传统方法与需求的对比分析

1) 安全方面

传统架管搭设方式稳定性不足，安全隐患较大。因此电梯井结构提升通道需提供足够的承载力与稳定性。

2) 质量方面：

传统架管搭设方式井道侧墙无法有效封堵，造成外墙渗漏。因此减少电梯井架体对井道支模影响，避免结构墙体开洞。

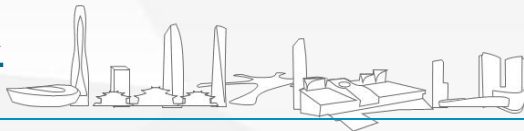


传统架管搭设方式稳定性不足



减少电梯井架体对井道支模影响

03 选择课题——传统方法与需求的对比分析



- 1) 成本方面：**施工成本不断上涨**，单个电梯井结构提升通道成本由原来的1.2万元降低至8000元以下，**降低至传统工艺的70%。**
- 2) 传统方法：传统工艺采用钢管脚手架逐层搭设，竣工封顶后才能拆除，且由于预留洞过多，后期二次封堵费用较高，项目对6个住宅单体工程26个电梯井道为例进行成本分析统计。

传统工艺费用统计表

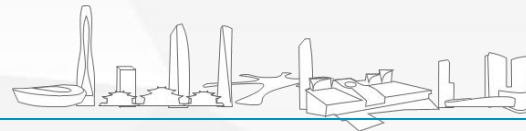
楼号	电梯井个数	人工单价(元/工日)	施工累计工日(工日)	人工费用(元)	架管需用量(米)	架管租赁单价(元/米*天)	需用天数(天)	材料租赁费用(元)	费用合计(元)	井道平均费用(元)	平均费用(元)
1#楼	6	350	90	¥31,500	3415	0.05	250	¥42,688	¥74,188	¥12,365	¥11893
2#楼	4	350	63	¥22,050	2075	0.05	250	¥25,938	¥47,988	¥11,997	
3#楼	4	350	55	¥19,250	2046	0.05	250	¥25,575	¥44,825	¥11,206	
4#楼	4	350	68	¥23,800	2100	0.05	250	¥26,250	¥50,050	¥12,513	
5#楼	4	350	60	¥21,000	2060	0.05	250	¥25,750	¥46,750	¥11,688	
6#楼	4	350	58	¥20,300	2085	0.05	250	¥26,063	¥46,363	¥11,591	

传统钢管脚手架搭设费用分析图



本工程经查阅相关统计资料，近年来施工成本不断上涨导致成本增加，为避免日益增长的成本费用，需要研制新型装配式结构提升通道研制，既能有效避免工人上操作层安全隐患的发生，降低后期封堵成本，使成本降低至传统工艺的70%，又能在电梯井内作为操作平台等使用。

03 选择课题——查阅借鉴



2、查阅借鉴：通过知网、图书文献中心、科技成果网、百度等进行工法、专利及论文查阅。通过网络及线下检索数据共1万5钱余份，很可惜没有搜索到满足需求的技术。

论文查询



专利查询



工法查询



书籍文献查询

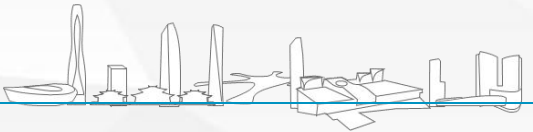


文档数据查询



搜索到2种可以
提供借鉴的思路

03 选择课题——查阅借鉴

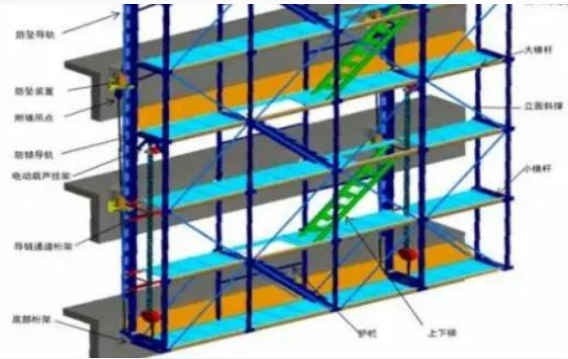


一、外墙爬升式脚手架 采用支撑梁及固定滑轨，通过提升机构进行顶升。

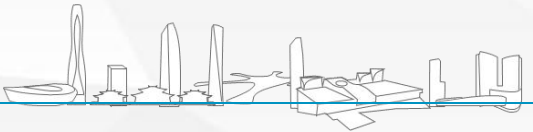
查阅情况表

查阅项目	降低电梯井架体搭设成本的方法	查阅人	
查阅方法	网络查新	查阅时间	
查阅范围	中国知网 国家科技图书文献中心中国专利数据库万方数据百度网 百度文库 网页关键词搜索		
关键词搜索	“降低架体成本” “电梯井架体” “建筑用架体搭设方法”		

- 1.中国知网、国家科技图书文献中心、国家科技成果网、维普资讯、中国专利数据库中未查到相关文献；
2.百度搜索里找到一种“外墙装配式结构外支架”，外墙支架借助剪力墙预留洞采用到三角结构将架体固定在剪力墙板上，采用预埋件进行固定，如下图：



03 选择课题——查阅借鉴

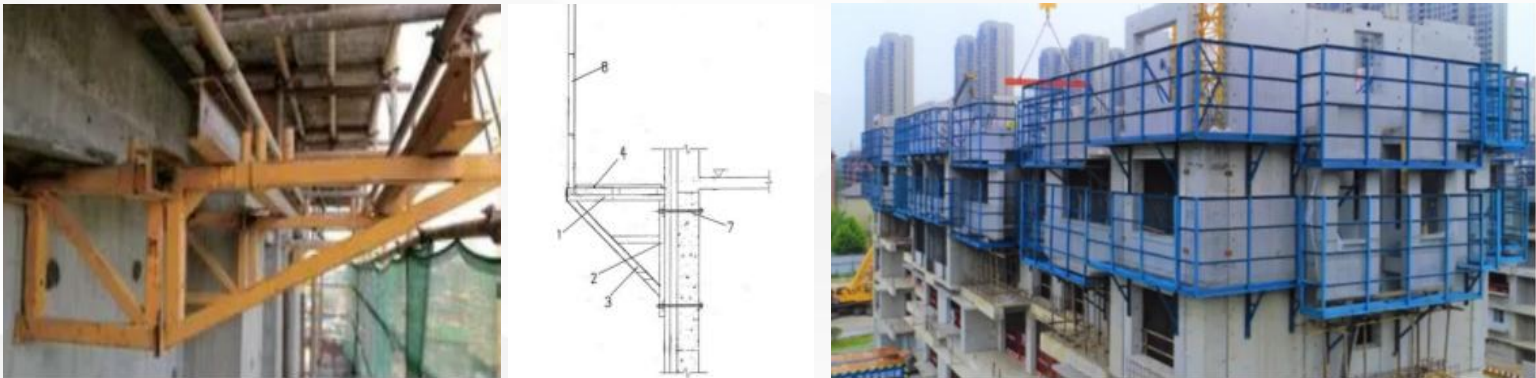


二、外墙装配式结构支架 采用倒三角支撑结构，通过螺栓连接可以作为操作平台。

查阅情况表

查阅项目	降低电梯井架体搭设成本的方法	查阅人	
查阅方法	网络查阅	查阅时间	
查阅范围	中国知网 国家科技图书文献中心中国专利数据库万方数据百度网 百度文库 网页关键词搜索		
关键词搜索	“降低架体成本” “电梯井架体” “建筑用架体搭设方法”		

查阅结论：（详见网络查阅汇总表）1.中国知网、国家科技图书文献中心、国家科技成果网、维普资讯、中国专利数据库中未查到相关文献；2.百度搜索里找到一种“外墙爬升式脚手架”，外墙脚手架借助预留埋件将架体固定并采用顶升机构将架体不断移动上升，达到逐层提升要求，如下图：

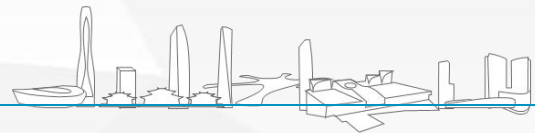


设定目标 及目标可行性论证

04

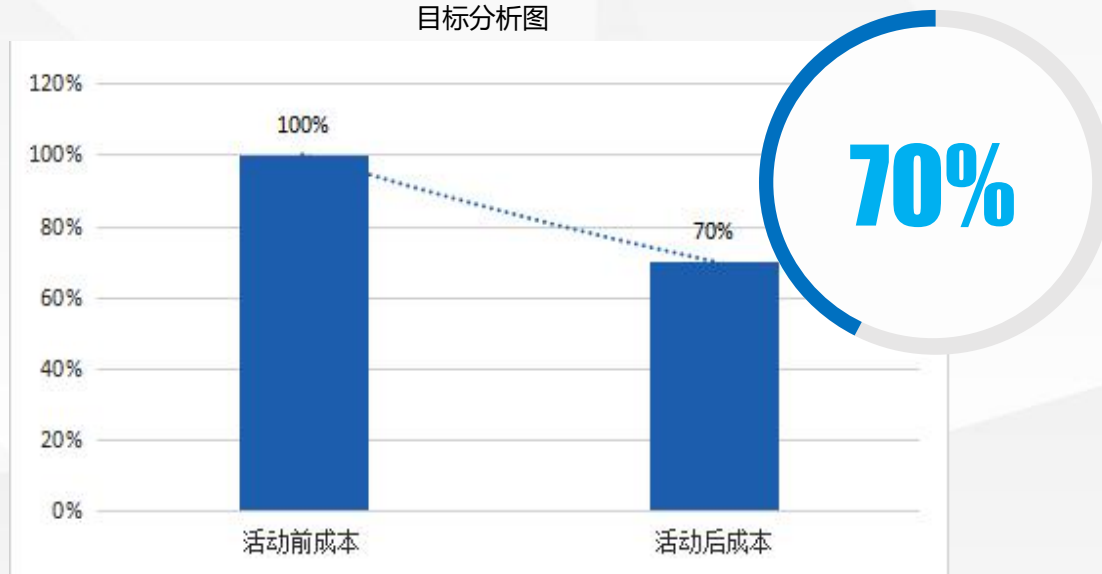
针对这方面的需求，我们是如何设定目标并进行论证的

● 04 设定目标——确定目标

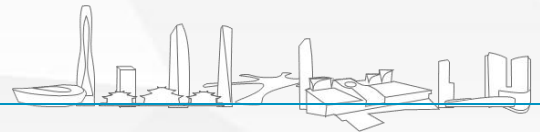


根据选题理由中的客观现状需求，本次《新型装配式结构提升通道研制》课题目标设定为：**降低电梯井结构提升通道搭设成本降低至传统工艺成本的70%。**

目标分析图



04 设定目标——可行性论证

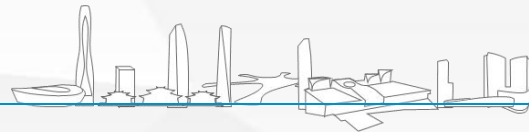


1.目标可行性论证

小组资源：**小组成员有丰富的施工经验，曾在多次获得国家级奖项**，小组有多个超高层建筑的施工经验，成功研制《新型全现浇结构凸窗爬架附墙支座》成果。

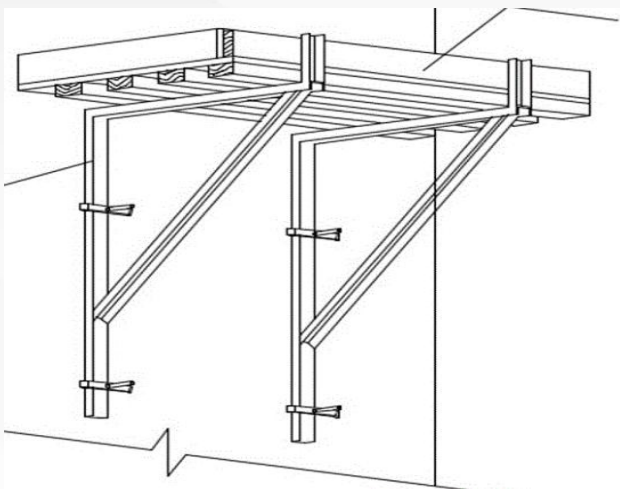
外部资源：**公司有专门的设计院及BIM数字建造中心，可提供结构设计及BIM模拟，为结构安全提供保证**，建设单位对工程质量和安全要求严格，鼓励我们创新，采用四新技术；我公司与相关的加工厂家有多个项目的合作经历，建立了良好的协作沟通渠道，能够提供实践支持；钢结构加工厂有专门的加工车间提供加工制作，为构件制作提供保证。

04 设定目标——可行性论证

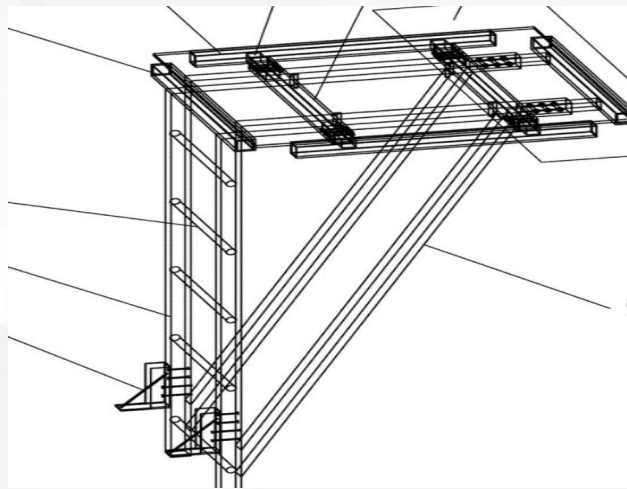


1.目标可行性论证

从原理分析，通过以支撑梁、倒三角支撑结构作为支架，采用预埋滑轨进行提升，可以减少电梯井架体搭设比传统工艺减少成本费用，解决了提升式上人通道的影响。

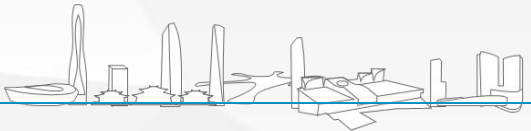


倒三角结构在墙侧进行支撑锚固



电动提升机构及预埋固定滑轨作对通道进行提升

04 设定目标——可行性论证



研制出一种可周转的新型装配式结构提升通道研制，提升式上人通道虽然增加了制造费用一次性投入，但大幅度减少了人工搭设成本，随着楼层的增加。通过成本预测，目标是可以实现的。统计数据详见以下图表。

费用降低目标可行性分析表

楼号	电梯井个数	人工单价 (元/工日)	施工累计工日 (工日)	每个井道累计用工日	减少二次人工搭设工日约60%	新工艺构件制作增加工日	新工艺构件材料费 (元)	新工艺费用 (元)	传统工艺费用 (元)	总费用降至原工艺率	总费用平均降低率
1#楼	6	350	90	15.0	6.0	5	¥ 4,600	¥ 8,450	¥ 12,365	68.34%	68.34 %
2#楼	4	350	63	10.5	4.2	5	¥ 4,600	¥ 7,820	¥ 11,997	65.18%	
3#楼	4	350	55	9.2	3.7	5	¥ 4,600	¥ 7,633	¥ 11,206	68.12%	
4#楼	4	350	68	11.3	4.5	5	¥ 4,600	¥ 7,937	¥ 12,513	63.43%	
5#楼	4	350	60	10.0	4.0	5	¥ 4,600	¥ 7,750	¥ 11,688	66.31%	
6#楼	4	350	58	9.7	3.9	5	¥ 4,600	¥ 7,703	¥ 11,591	66.46%	

费降低目标可行性分析分析图



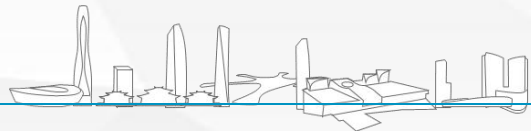


提出方案 并确定最佳方案

05

针对以上目标我们需要制订怎样的方案来实现？

05 提出方案并确定最佳方案

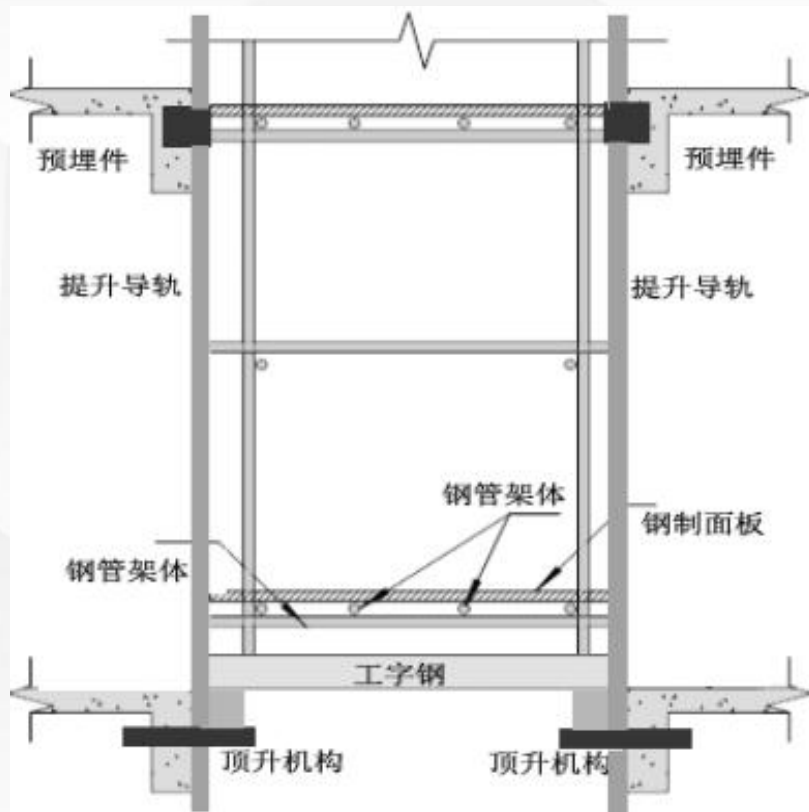


根据借鉴一提出

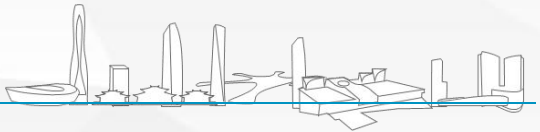
提出电动爬升式上人通道 采用电梯井内支撑梁及固定滑轨 利用提升机构进行顶升

方案一概述表

方案一	电动爬升式电梯井通道
借鉴内容	通过在结构内预留锚栓对提升平台进行固定，采用顶升机构进行提升。以此作为上人通道平台。
关键点	“电动提升机构”“预埋固定滑轨”
方法	1、结构施工过程中在上下两层结构对应的电梯井四周框架处提前预埋固定导轨埋件，及安全扣凹槽。 2、通过预留螺栓将提升结构及提升导轨架固定。采用两台提升机构，两个防坠安全保护装置。 3、采用四根 12 号工字钢焊接底部提升平台框架，搭设 2 层钢管脚手架上人通道架体，面层铺设钢制平台板。 4、提升时收回安全牛腿梁，固定时打开安全牛腿梁。



05 提出方案并确定最佳方案



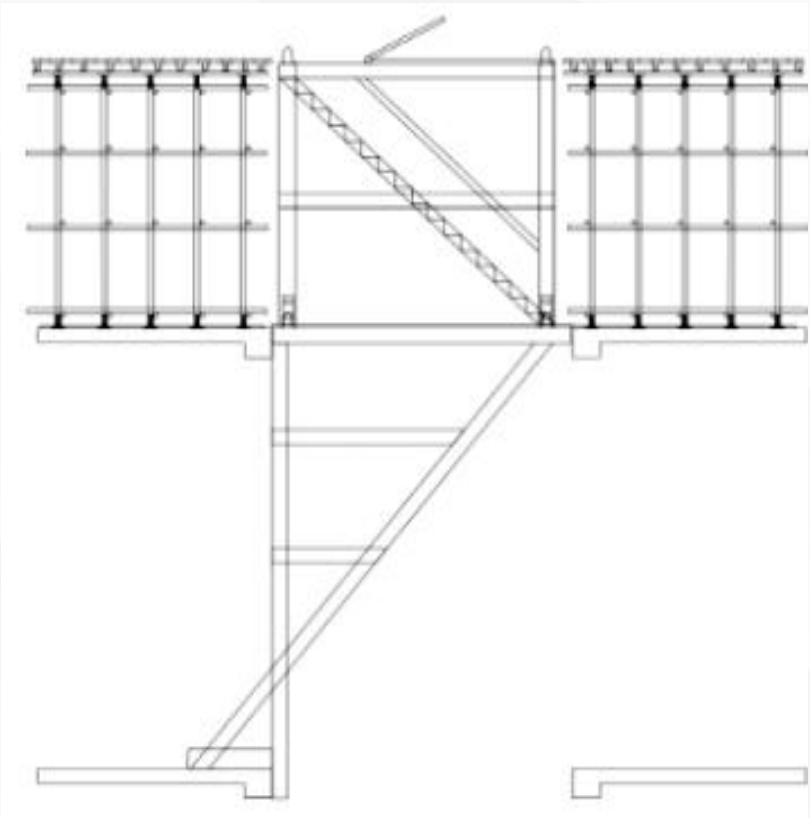
根据借鉴二提出

三角提升式上人通道

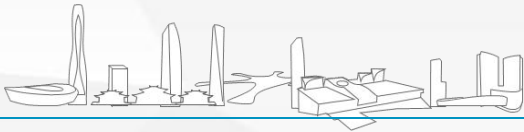
采用倒三角支撑结构，辅助塔吊进行提升

方案二概述表

方案二	三角提升式电梯井通道
借鉴内容	装配式操作平台利用结构墙板的竖向采用倒三角支撑结构对支架进行固定，提供充足的垂直承载力，以此作上人平台装置。
关键点	“倒三角支撑结构”
方法	1、支座平台为三角结构，竖向支撑支架的上端固定连接平台板支架靠近洞口的一侧，竖向支撑支架的下端设置限位支架，限位支架朝向洞口，倾斜支撑支架的一端固定连接台板支架远离洞口的一侧，倾斜支撑支架的另一端固定连接主支撑支架的下部。已达到三角稳固。 2、上人通道平台”包括边框支架和固定连接两个相互垂直的横梁支架。横梁的两端分别固定连接边框支架相对的两边。边框支架设置吊环连接。 3、待建筑主体结构施工进入标准层时，使用塔吊将三角提升式电梯井通道吊装至电梯井中。使限位支架支撑在电梯井门口下部，倾斜支撑支架上端支撑在混凝土结构剪力墙部位。随层提升使用。 4、三角支座能与上人通道平台拆分施工，在操作层支模板施工时用三角支座作为操作平台，顶板钢筋绑扎时将上人通道组合施工，用于上人通道。



05 提出方案并确定最佳方案



(二) 总体方案的选定

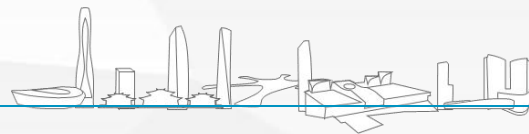
小组成员于召开小组会议，对新型装配式结构提升通道研制的设计方案展开讨论，开拓思路，提出两种研制方案，进行数据分析及小组试验确定最佳方案。

方案评价表

名称	安全性	经济性	可靠性	可操作性	结论
电动爬升式电梯井通道	钢平台提升支座为楼承板浇筑完毕后放置，对结构受力以竖向压力为主，混凝土抗压强度增长较快，混凝土浇筑后短时间内可以作为支撑点，安全性好。	上人通道电动提升，一次搭设完成随层使用。每个支座在框架梁预留孔多，封堵成本增加，安全提升装置及后续维护费用大。每个提升通道在每层结构上设4预留洞,4个安全牛腿凹槽,8个导轨支架孔,采用砂浆进行封堵。单层按照8个支座，封堵材料费60元，模板支设材料费400元，机械使用费100元，人工费340元，提升综合成本1000元。平台设备支座用提升装置2个，安全装置2个，支座费用4000元，钢制平台及提升架费用1000元。电动设备矫正维护费用500元，综合费用6500元。	电动提升钢制平台及上人通道架体承载力、刚度满足施工要求，承载力高，稳定性好，借鉴爬架安全保护装置及提升机构，提供一套合理的提升安全保证体系，满足上人作业。且有实践验证及规范要求，标准程度高，电动提升体系可靠性高。	提升导轨安装预留方便，提升速度快无需借助外部机械设备可以自爬升，施工速度快，由于结构施工误差及安装误差，不能保证每个导轨垂直度完全一致，会出现不同支座导轨受力不均的情况，发生导轨偏移，检测手段单一，操作精度要求高，可操作性差。	承载力高、安全稳定，可靠性高，操作性差，成本高经济性差。
三角提升式电梯井通道	采用倒三角承重结构，倾斜支撑支架的一端固定连接台板支架远离洞口的一侧，倾斜支撑支架的另一端固定连接主支撑支架的下部。已达到三角稳固，采用钢结构组合支架稳定性好，承载力高，安全性好。	上人通道一次搭设完成，随楼层不断提升，节约人工费用，且无人工维护及保养费用，成本低，可周转使用，无需在电梯井侧壁设置预留孔减少了封堵成本，制作材料较多加工工艺复杂，一次成本高。单个上人通道按照用钢量0.3吨计算，材料费1500元，人工搭设成本800元，综合成本2300元。	三角结构稳固性高，通过调整倾斜角度对不用尺寸井道适用范围广，三角斜撑结构可适用结构误差，无需额外调整，可靠性高。	安装操作简便。可随着主体结构升高逐层提升，提升的过程中用塔吊配合，具有吊运方便，施工速度快，无需考虑由于结构施工误差及安装误差，三角斜撑结构可适用结构误差，无需额外调整，操作精度要求低，可操作性高。	承载力高、安全稳定，可靠性高，操作性好。成本低经济性好。

小组成员通过两种方案在安全性、经济性、可靠性及可操作性进行的**综合比较**，三角提升式上人通道采用倒三角支撑结构可以稳固在电梯井内，相比电动爬升式上人通道避免了支座安装，不会产生轨道误差，无需采用电力供电，故障率低，且经济成本优势明显，**最终确定了，方案二为最佳方案。**

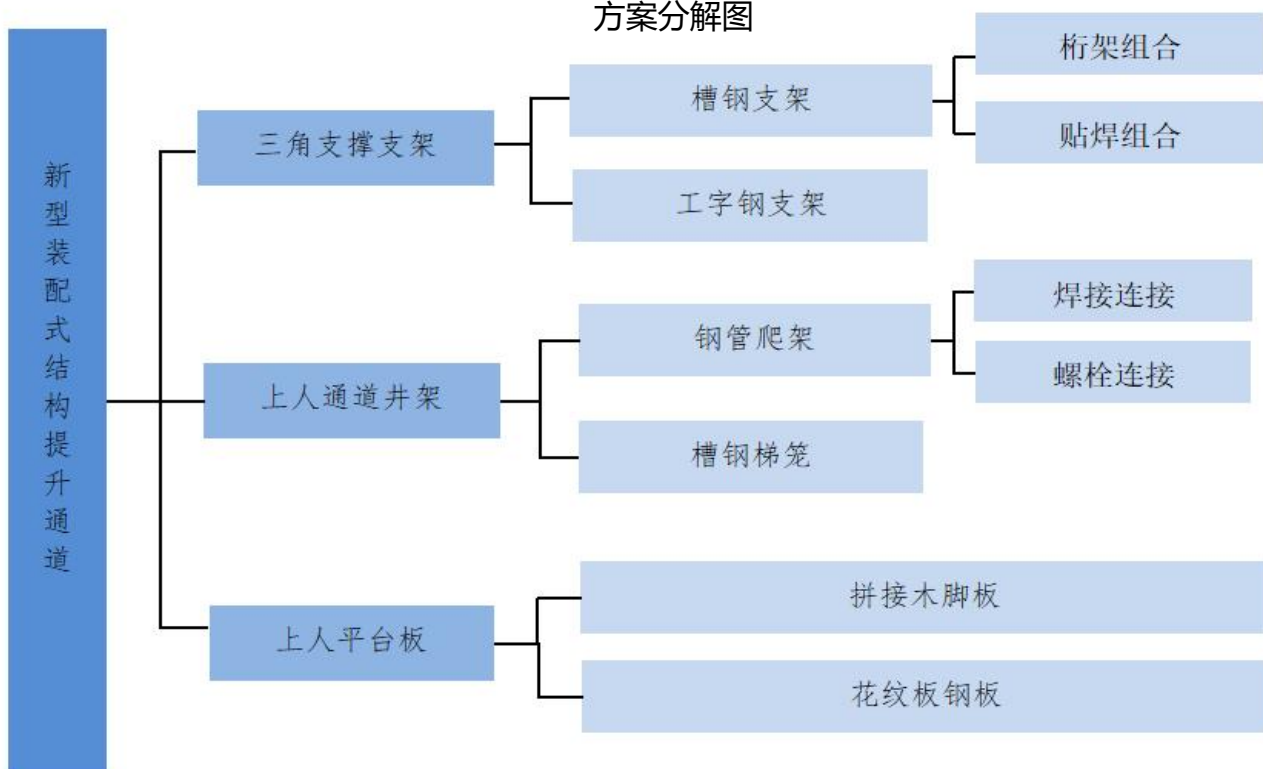
05 提出方案并确定最佳方案



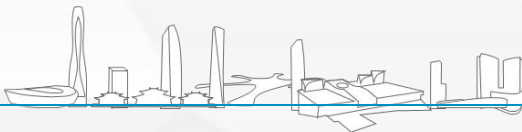
1、方案分解

小组对总体方案进行分解。可分为三角支撑支架、上人通道井架、上人平台板。

方案分解图



05 提出方案并确定最佳方案



分级方案比选分析

分级方案一：三角支撑支架---可选项为槽钢支架、工字钢支架

分级方案比选分析表

方案基本需求	三角支撑支架作为上人通道并架的承载结构。需满足可靠性（加工精度复核要求）。需满足安全性：（满足刚度、挠度、锚固）要求。需满足可操作性（运输周转方便、便于拆装），需满足经济性（成本节约）。	
方案分析	三角支撑支架 槽钢支架 工字钢支架	
方案比选	采用 16#槽钢结构整体重量轻，整体支撑力好，抗弯性能好。	采用 14#工字钢结构整体重量作支撑梁，单根重量大，整体性更好。
可靠性	单根槽钢重量轻，切割方便，人工搬运灵活，需要焊接组装，加工拼接接口多，工艺误差较大。	单根工字钢重量大，需机械搬运，采用整根，需要焊接组装，加工拼接接口少，工艺误差较小。

安全性

小组成员对两种延伸梁的安全稳定性及承载力进行计算机模拟分析。

荷载计算
使用工况看承载组合为：
永久荷载+施工荷载
 $M_d = F_1 + S_d = 2.0 \times 68.66 = 137.32kN$
风荷载： $M_s = W_s \times 14.0 \times 6.0 = 0.67 \times 14.0 \times 6.0 = 56.28kN$
附加大量的内力计算
 $F_d = \frac{M_d}{56.28} \times \frac{137.32}{0.79} = 373.82kN$ (轴)
 $F_s = F_d \times \cos 52^\circ = 173.82 \times 0.62 = 107.71kN$ (轴)
2. 杆件的强度和稳定性验算
杆件截面的力学特性

槽钢	截面面积 A	惯性矩 Ix	截面抵抗矩 Wx	回转半径 ix
16#	17.81cm²	113.16cm⁴	14.71cm³	2.51cm
14#	12.62cm²	57.24cm⁴	10.18cm³	2.11cm

在平面内的稳定性验算
 $\sigma_1 = \frac{F_d}{A} = \frac{373.82 \times 10^3}{17.81 \times 10^{-4}} = 209.85 MPa < f = 205 MPa$ (符合要求)
杆件在平面外的稳定性验算
 $i = \frac{ix}{\lambda} = \frac{2.51}{1.18} = 2.12$ 查稳定性系数 $\varphi = 0.93$
 $\sigma_1 = \frac{F_d}{\varphi A} = \frac{373.82 \times 10^3}{0.93 \times 17.81 \times 10^{-4}} = 221.25 MPa < f = 205 MPa$ (符合要求)
支座的焊缝验算
采用角焊缝，焊缝高度为 6mm，其焊缝长度为：2×80mm=160mm
按受拉计算：
 $\tau = \frac{F_s}{0.7 \times a \times l} = \frac{107.71 \times 10^3}{0.7 \times 6 \times 160} = 129.33 MPa < f_t^w = 160 MPa$ (符合要求)
角焊缝承载力满足要求。

槽钢支架计算书

[16 槽钢，惯性矩（惯性距 T_x (cm⁴)）866，转动惯量 W_x (cm³)108，经设计计算复核，承载约 1400-1800kg，组合后安全系数高，设计复核安全可靠。

截面标准值：
 $q=0.20kN/m$
 $R=F=6.5kN$
截面设计值：
 $q=1.2 \times q=1.2 \times 0.20=0.24kN/m$
 $R=F=8.9kN$
1) 挠度验算

 $\sigma = M_{max} / W_x = 2.951 \times 10^4 / (141 \times 10^3) = 0.209 N/mm^2 < [f] = 205 N/mm^2$
满足要求！
2) 抗剪验算

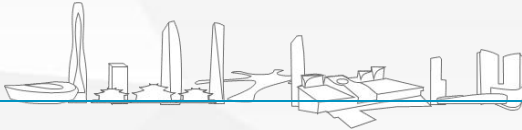
 $V_{max} = 8.9kN$
 $\tau_{max} = V_{max} / (I_x \times b) = 8.9 \times 10^3 / (113.16 \times 10^4 \times 6) = 0.0013 MPa < [f] = 113000 N/mm^2$
满足要求！
3) 稳定性验算

 $\tau_{max} = 0.3 N/mm^2 < [f] = 14000/1000 = 14 N/mm^2$
满足要求！
工字钢支架计算书

14#工字钢，惯性矩（惯性距 T_x (cm⁴)）712，转动惯量 W_x (cm³)102，经设计计算复核，承载约 1200-1600kg，字钢挠度变形挠度小，设计复核安全可靠。

对两种支架进行承载力验算、并统计周转搬运时间

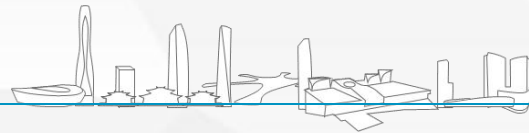
05 提出方案并确定最佳方案



可 操 作 性	小组成员对两种三角支撑结构的搬运周转时间进行速度比较。		
	实验组	槽钢	工字钢
	判定标准	比选两组中周转搬运时间短的一组	
		搬运时间（min/层）	搬运时间（min）
	1	15	17
	2	15	25
	3	14	20
	4	13	19
	5	16	18
	平均时长	搬运周转平均时长 14.6 分钟	搬运周转平均时长 19.8 分钟
搬运时间基本一致，小组成员对两种组合方式进行组件重量比较。工字钢整体重量约 800kg，配合塔吊搬运，搬运周转时间长，槽钢组装后重量约 600kg，配合塔吊搬运，搬运周转时间短。			
重量轻，组装后重量约 600kg，周转方便。吊装运输上楼约 14min，快速操作性强。安拆装时间短，塔吊搬运操作方便。		重量较重，组装后重量 800kg，周转不方便。吊装运输上楼约 20min，快速操作性差。安拆装时间长。塔吊搬运操作不便。	

经济性	小组成员对两种支撑结构进行成本分析,比较成本。		
	固定方式	槽钢支架	工字钢支架
	材料	16#槽钢	14#工字钢
	数量	8 根×6m	1 根×3m
	材料成本	8×64×6	8×82×6
	人工加工制作成本	350×1	350×1
	总成本	3072+350=3422 元	3936+350=4286 元
	原材料费用 3072 元,人工费用 350 元。总成本 3422 元,成本低,经济性较好。		原材料费用 3936 元,人工费用 350 元。总成本 4286 元,成本高,经济性一般。
	综合对比	槽钢作为支架结构重量轻,周转方便,成本低,同时兼顾安全性。	采用工字钢作为支架结构安全可靠,但单件重量重,周转不方便,成本相对较高。
	结论	采用	不采用

05 提出方案并确定最佳方案



分级方案比选分析

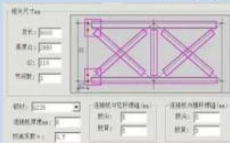
次级方案比选: 槽钢支架---可选项为桁架组合、贴焊组合

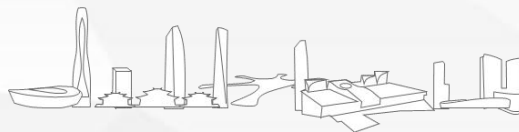
分级方案比选分析表

方案基本需求	槽钢组合支架需满足可靠性（加工精度要求）。需满足安全性：（满足刚度、挠度、锚固）要求。需满足可操作性（运输周转方便、便于拆装），需满足经济性（成本节约）。	
方案分析	槽钢组合支架 — 桁架组合 贴焊组合	
方案比选	以 16#、10#/8#槽钢组成桁架结构，组合结构整体重量轻，整体支撑力好，抗弯性能好。	以双 16#槽钢作为斜支撑梁，两根并用，采用螺栓将槽钢固定，整体性更好。

可靠性	小组成员对下料尺寸及组装尺寸进行现场测量，分析装置可调整偏差				
	实验组	桁架组合		贴焊组合	
	判定标准	下料及组合偏差小于 5mm			
		下料偏差	组合偏差	下料偏差	组合偏差
	1	+3	+4	+2	+2
	2	-2	-5	+2	+3
	3	-4	+4	-2	-3
	4	+3	+5	-3	-3
	5	-2	-4	+1	+2
	汇总	[-4/+3]	[-5/+5]	[-3/+2]	[-3/+2]
结论	下料及组合偏差小于 5mm		下料及组合偏差小于 5mm		

单根槽钢重量轻，切割方便，需要焊接二次组装，采用桁架组合，焊缝短，对精度要求高，经试验对比，手工加工存在 5mm 误差，但在合理范围内。满足加工尺寸精	单根槽钢重量轻，切割方便，采用数字机床切割，槽钢双贴焊，整体性好，少量二次切割。满足加工尺寸精度要求。
---	---

小组成员对两种组合方式进行受力模型分析。		
 安全性		2、焊接强度计算 焊缝采用双面贴焊，钢板用周围满焊 $12\text{mm} \times 600\text{mm}$ 焊缝强度许用值计算： 抗拉：$F_{T0.2} = 100\text{N/mm}^2$ (8.43 型焊条) ； 抗压、抗剪：$F_{T0.2} = 100\text{N/mm}^2$ (8.43 型焊条) ； 最小抗拉及抗压最大的中间 A 值抗拉应力计算， 计算强度系数 β：$\beta = \frac{1}{1 + 0.0015 \times 600 \times 1.75} = 0.966$； 焊缝有效厚度：$\beta a = 0.6$，$\beta d = 0.6$，$\beta c = 0.6$，$\beta b = 0.6$； 则：$F_x = \beta F_{T0.2} a c = 30 \times 30 \times 4.2 \times 175.84 = 47.396\text{N/mm}^2$，$F_y = 100\text{N/mm}^2$； 满足要求。



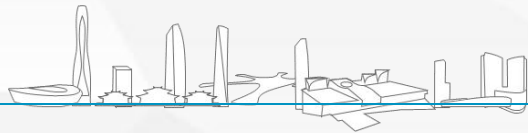
05 提出方案并确定最佳方案

	[16#、[14#、[10#槽钢经设计计算复核， 承载约 1400kg，组合后安全系数高，设计 复核安全可靠。		[16 槽钢贴焊，经设计计算复核，承载约 1600kg，组合后安全系数高，设计复核安 全可靠。		
可操 作性	小组成员对两种组合重量及安拆时间				
	实验组	桁架组合		贴焊组合	
	判定标 准	比选两组中组件重量最轻，安拆时间最短。			
		单件重量(kg)	安拆时间 (min)	单件重量(kg)	安拆时间 (min)
	1	23	8	40	8
	2	24	6	45	7
	3	25	7	43	8
	4	23	7	42	9
	5	20	5	42	9
	6	23	4	44	9
	7	24	7	41	6
	8	20	9	42	7
	9	22	5	45	9
	10	26	8	40	10
	平均值	23	6.6	42.4	8.2
	结论	平均重量 23kg，平均时长 7 分钟		平均重量 43kg，平均时长 8 分钟	
拆装时间短，安拆时间约 7 分钟，且 重量为 500kg 重量较轻。		拆装时间短，安拆时间约 8 分钟，且 重量为 700kg 重量较重。			

经济性	小组成员对两种固定方式进行成本分析，比较成本。							
	固定方式	桁架组合				贴焊组合		
	材料	16#槽钢	10#槽钢	14#槽钢	焊条	16#槽钢	焊条	
	数量	4 根	4 根	2 根	6 根	6 根	4 根	
	材料成本	4×64×4+4×32×2+4×48×2				6×5	8×64×6	4×5
	人工费	1×350				人工费	0.5×350	
	总成本	1916 元				3267 元		
	原材料费用 1566 元,人工费用 350 元。 组合后构件总费用 1916 元比双槽钢贴焊 组合成本低，经济性好。				原材料费用 3092 元,人工费用 175 元。 组合后构件总费用 3267 元比槽钢桁架组合 成本高，经济性差。			
综合 对比	桁架组合作为三角支撑架重量轻，周 转方便，成本低，同时兼顾安全性、可靠 性。				采用贴焊组合作为三角支撑架安全可 靠，重量重，周转不方便，成本相对较高。			
结论	采 用				不 采 用			

通过分析，桁架组合重量轻，周转方便，成本低，
同时兼顾安全可靠性。

05 提出方案并确定最佳方案



分级方案比选分析

分级方案二：上人通道井架---可选项为槽钢梯笼、钢管爬架

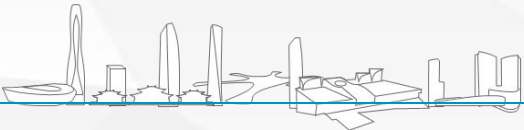
分级方案比选分析表

方案基本需求	上人通道井架作为三角支撑支架的上部构造，主要作为上人通道，需满足可靠性（加工精度要求）。需满足安全性：（满足刚度、挠度、锚固）要求。需满足可操作性（运输周转方便、便于拆装），需满足经济性（成本节约）。	
方案分析		
方案比选	以 10#、8#槽钢组成桁架结构，组合结构整体重量轻，整体支撑力好，抗弯性能好。	以钢管爬架为上人通道支架，单根重量轻，组装灵活，方便调节。

可靠性	小组成员对两种组件加工偏差、组合偏差及可调整偏差进行测量						
	实验组	槽钢梯笼			钢管爬架		
	判定标准	下料及组合偏差小于 5mm，出现偏差是否可调整，调整后偏差在 5mm 以内。					
		下料偏差	组合偏差	调整后偏差	下料偏差	组合偏差	调整后偏差
	1	+4	+5	+5	+5	+13	+2
	2	-3	-4	-5	+6	+5	+3
	3	-4	-5	-4	+2	-8	-2
	4	+3	+3	+3	-6	-11	+3
	5	-5	-4	-5	+5	+10	+3
	6	+2	+5	+5	-6	-15	-2
	7	-5	-3	-4	+6	+5	+4
	8	-2	-4	-5	+8	+12	+4
	9	+3	+4	+4	-7	-14	-3
	10	-5	-3	-4	-6	-6	-4
	汇总	[-5/+5]	[-5/+5]	[-5/+5]	[-7/+8]	[-15/+13]	[-4/+3]
	结论	下料及组合偏差在蕴蓄误差范围内，调整后偏差符合要求。			下料及组合偏差较大，调整后偏差符合要求。		
	槽钢桁架支撑架需原材二次加工，经试验对比，手工加工存在 5mm 误差，安装后可调整误差范围小，但在合理范围内，可靠性高。				钢管支架组合偏差较大，但可通过可调顶撑及可调底座调整偏差，可调范围大，可靠性高。		

对两种支架的偏差可调度进行分组试验，并对安拆时间进行统计

05 提出方案并确定最佳方案

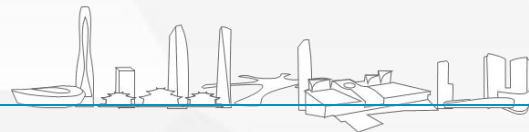


安全性	槽钢组合安全系数高，经设计计算复核，竖向承载 800-1600kg，满足承载力要求，设计复核安全可靠。		钢管可调支撑变形挠度小，经设计计算复核，竖向承载 500-1000kg，满足承载力要求，设计复核安全可靠。	
可操作性	小组成员对两种上人通道的组装搬运周转时间进行速度比较。			
	实验组	槽钢梯笼	钢管爬架	
	判定标准	比选两组中工人周转拆装时间短的一组		
		周转拆装时间（min/层）	搬运拆装时间（min）	
	1	5	15	
	2	6	16	
	3	4	14	
	4	5	18	
	5	6	14	
	6	4	15	
	7	5	16	
	8	4	17	
	9	3	19	
	10	2	17	
	平均时长	搬运周转平均时长 4.4 分钟	搬运周转平均时长 16.2 分钟	
	组装后重量约 450kg，周转方便。周转拆装时间 4 分钟，单操作简便。拆装时间短。可操作性高。		组装后重量约 300kg，周转方便。立杆组合调整及搬运时间约 16 分钟。操作麻烦。可操作性差。	

经济性	小组成员对两种上人通道进行成本分析，比较成本。		
	固定方式	槽钢梯笼	钢管爬架
	材料	[10#槽钢、[8#槽钢	Φ48 钢管立杆、Φ48 钢管横杆 Φ48 斜撑、Φ48 可调顶托
	数量	4 根×3m、8 根×2m、 6 根×1m、2 根×4	8 根×1.5m、8 根×2m、4 个可调 顶托、10 根×4m，16 根×1m
	材料成本	(4×3+8×2)×32+(6+2×4) ×23	(8×1.5+8×2+10×4+16×1)× 18+4×45
	人工加工搬运成本	350×0.5	350×2
	总成本	1218+175=1393 元	1692+700=2392 元
	原材料费用 1218 元，人工费用 175 元。总成本 1393 元比钢管爬架成本低，经济性好。		原材料费用 1692 元，人工费用 700 元。总成本 2392 元比槽钢梯笼成本高，经济性差。
	综合对比	槽钢梯笼作为上人通道，承载力好，稳定性强，周转方便，成本低，同时兼顾安全性可靠性。	采用钢管爬架作为上人通道，重量轻，承载力高，安全性可靠性强，单组装复杂操作性差，成本较高。
	结论	采用	不采用

通过分析，槽钢梯笼偏差可调度大，安拆时间短

05 提出方案并确定最佳方案



分级方案比选分析

次级方案比选：**槽钢梯笼**---可选项为**焊接连接、螺栓连接**

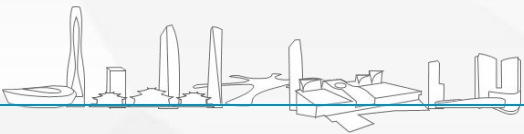
分级方案比选分析表

方案基本需求	上人通道连接形式需满足可靠性（加工精度要求）。需满足安全性：（满足刚度、挠度、锚固）要求。需满足可操作性(运输周转方便、便于拆装)，需满足经济性（成本节约）。			
方案分析	槽钢梯笼 焊接连接 螺栓连接			
方案比选	上人通道采用焊接连接，完整性好，整体支撑力好，抗弯性能好。	上人通道采用螺栓连接。拆装方便，便于周转，误差空间调整范围大。		
	 	 		

可靠性	小组成员对三角支撑架平整度进行现场测量，分析装置可调整偏差				
	实验组	焊接连接		螺栓连接	
	判定标准	偏差调整范围大于 10mm			
		平整度	偏差调整范围	平整度	偏差调整范围
	1	+5	+3	+2	+11
	2	-2	-2	+4	+7
	3	+5	+3	-5	-6
	4	+2	+2	-3	-7
	5	-3	-3	+2	+12
	6	+2	+2	-4	-12
	7	+4	+3	+5	+8
	8	-3	-3	+2	+8
	9	+2	+2	-5	-13
	10	-4	-3	-3	-9
	汇总	[-5/+5]	[-3/+3]	[-5/+5]	[-13/+12]
	结论	误差均不可调整，不符合要求		地面误差均可调整，符合要求	
上人通道为焊接连接，装置安装后对于三角支撑架标高误差无法有效调整、安装误差可调范围小，但经比较发现三角支撑架平整度均在可调范围内，可靠性均可满足要求。		螺栓连接可通过增加垫片调整装置与结构件误差对精确度要求低，对三角支撑架安装后可调范围大，但经比较发现三角支撑架平整度均在可调范围内，可靠性均可满足要求。			

对两种连接形式的支架平整度进行测量，并对加工周期进行统计

05 提出方案并确定最佳方案

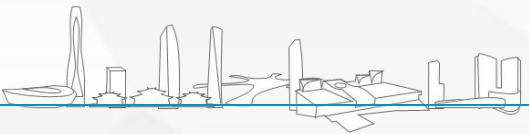


安全性			
	焊接组合件整体强度高，抗扭强度大，安全可靠。经查阅大量网上资料及咨询公司技术质量部。焊缝受力不均匀，接缝处质量通病发生率 10% 以下。对比发现安全性均符合要求。	螺栓组合件形挠度小，对地面误差进行调整锚固，接触面密贴可靠。经查阅大量网上资料及咨询公司技术质量部。螺栓松动，未拧紧等安全问题发生率约 15%。对比发现安全性均符合要求。	
可操作性	小组成员对两种固定方式的加工时间进行速度比较。		
	实验组	焊接连接	螺栓连接
	判定标准	比选两组中工人加工时间短的一组	
		加工时间（min）	加工时间（min）
	1	11	12
	2	15	15
	3	12	13
	4	13	17
	5	16	16
	平均时长	加工平均时长 13.4 分钟	加工平均时长 14.6 分钟
	搬运时间基本一致，小组成员对对两种固定方式进行组件重量比较。经实际比较发现焊接搬运时需塔吊等机械设备配合，如需要没有塔吊等机械时，螺栓连接便于拆卸，可以将组件拆分成若干部分，人力搬运即可。经比较发现均可满足工期提升要求，可操作性强。		

经济性	小组成员对两种固定方式进行成本分析，比较成本。			
	固定方式	焊接连接		螺栓连接
	材料	焊条	人工	M30 螺栓
	数量	6 根	1 工日	10 根
	材料成本	6×5	0.5×350	10×32
综合对比	总成本	205 元		390 元
	焊接成本成本费用 205 元比螺栓连接费用低，经济性好。		成本费用 390 元比焊接连接综合费用高，经济性一般。	
结论	采用		不采用	

通过分析，焊接连接支架平整度高，完整性好，抗弯性能强。

05 提出方案并确定最佳方案



分级方案比选分析

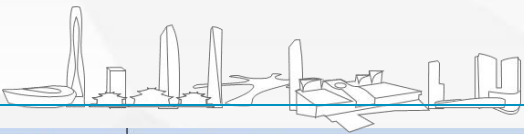
分级方案三：上人平台板---可选项为拼接木脚板、花纹钢板

分级方案比选分析表

方案基本需求	上人平台板需满足可靠性（加工精度要求）。需满足安全性：（满足刚度、挠度、锚固）要求。需满足可操作性(运输周转方便、便于拆装)，需满足经济性（成本节约）。																																																																												
方案分析	上人平台板 拼接木脚板 花纹板钢板																																																																												
方案比选	上人平台板采用 2000×300×50 宽木脚板，错位拼接，采用端应各设直径为 4mm 的镀锌钢丝箍两道钢丝加固。木胶板拼装组合灵活尺寸调整空间大，成本低，拆卸	上人平台板采用 5mm 花纹钢板，与支架同时施工采用焊接加固。花纹钢板承载力高，采用工厂定制，加工后无需安装拆卸，防滑设计，焊接牢固。																																																																											
																																																																													
可靠性	小组成员对采用两种平台板材料进行现场实验分析，分析加工精准度偏差及偏差调整范围 <table><tr><th>实验组</th><th colspan="2">拼接木脚板</th><th colspan="2">花纹板钢板</th></tr><tr><th rowspan="2">判定标准</th><th colspan="4">精准度偏差小于 5mm，组装时偏差小于 5mm</th></tr><tr><th>精准度偏差</th><th>组装偏差范围</th><th>精准度偏差</th><th>组装偏差范围</th></tr><tr><td>1</td><td>+6</td><td>+5</td><td>+2</td><td>+2</td></tr><tr><td>2</td><td>+3</td><td>+9</td><td>-4</td><td>-1</td></tr><tr><td>3</td><td>-4</td><td>-8</td><td>-2</td><td>-2</td></tr><tr><td>4</td><td>+5</td><td>+3</td><td>+4</td><td>+3</td></tr><tr><td>5</td><td>+8</td><td>+9</td><td>+5</td><td>+2</td></tr><tr><td>6</td><td>+10</td><td>+14</td><td>-2</td><td>-1</td></tr><tr><td>7</td><td>-4</td><td>-6</td><td>+4</td><td>0</td></tr><tr><td>8</td><td>-10</td><td>-10</td><td>+5</td><td>+1</td></tr><tr><td>9</td><td>+4</td><td>+12</td><td>-4</td><td>-1</td></tr><tr><td>10</td><td>+8</td><td>+7</td><td>-5</td><td>-3</td></tr><tr><td>汇总</td><td>[-10/+10]</td><td>[-10/+14]</td><td>[-5/+5]</td><td>[-3/+3]</td></tr><tr><td>结论</td><td>不符合要求</td><td>不符合要求</td><td>符合要求</td><td>符合要求</td></tr></table> 拼接木脚板，采用木脚板加工，木材翘曲变形及切割机加工，精准度较低，木材组装时调整偏差范围大，上人平台板之间缝隙镂空较大，可靠性低。 花纹板钢板，采用激光切割机加工，钢板不会发生翘曲变形，精确度要求符合要求，组装时基本偏差，上人平台板严丝合缝，不会出现空隙，可靠性高			实验组	拼接木脚板		花纹板钢板		判定标准	精准度偏差小于 5mm，组装时偏差小于 5mm				精准度偏差	组装偏差范围	精准度偏差	组装偏差范围	1	+6	+5	+2	+2	2	+3	+9	-4	-1	3	-4	-8	-2	-2	4	+5	+3	+4	+3	5	+8	+9	+5	+2	6	+10	+14	-2	-1	7	-4	-6	+4	0	8	-10	-10	+5	+1	9	+4	+12	-4	-1	10	+8	+7	-5	-3	汇总	[-10/+10]	[-10/+14]	[-5/+5]	[-3/+3]	结论	不符合要求	不符合要求	符合要求	符合要求
实验组	拼接木脚板		花纹板钢板																																																																										
判定标准	精准度偏差小于 5mm，组装时偏差小于 5mm																																																																												
	精准度偏差	组装偏差范围	精准度偏差	组装偏差范围																																																																									
1	+6	+5	+2	+2																																																																									
2	+3	+9	-4	-1																																																																									
3	-4	-8	-2	-2																																																																									
4	+5	+3	+4	+3																																																																									
5	+8	+9	+5	+2																																																																									
6	+10	+14	-2	-1																																																																									
7	-4	-6	+4	0																																																																									
8	-10	-10	+5	+1																																																																									
9	+4	+12	-4	-1																																																																									
10	+8	+7	-5	-3																																																																									
汇总	[-10/+10]	[-10/+14]	[-5/+5]	[-3/+3]																																																																									
结论	不符合要求	不符合要求	符合要求	符合要求																																																																									

对两种材质的平台板进行承载力试验，并对成本进行统计

05 提出方案并确定最佳方案



安全性	小组成员对两种上人平台材料进行逐步加载至 6KN/m ² 、施工现场承载力试验是否发生破坏, 是否满足 4KN/m ² 的承载力, 无开裂、断裂, 并记录变形程度是否大于 50mm。				
	实验组	拼接木脚板		花纹板钢板	
	判定标准	承载力是否满足 4000KN/m ²			
		无开裂、断裂	变形程度	无开裂、断裂	变形程度
	1	符合要求	5	符合要求	1
	2	符合要求	10	符合要求	5
	3	符合要求	15	符合要求	10
	4	符合要求	20	符合要求	15
	5	符合要求	30	符合要求	20
	6	符合要求	40	符合要求	30
木脚板承载力满足 4KN/m ² , 符合要求, 未出现开裂、断裂情况, 变形程度与花纹钢板基本一致, 安全性符合要求。			花纹板钢板承载力满足 4KN/m ² , 符合要求, 未出现开裂、断裂情况, 变形程度与花纹钢板基本一致, 安全性符合要求。		
可操作性	小组成员对两种固定方式进行加工安装计时测试, 拼装速度比较。				
	实验组	拼接木脚板		花纹板钢板	
	判定标准	比选两组中时间短的一组			
		安装时间(min)	拆除时间(min)	安装时间(min)	拆除时间(min)
	1	9	14	15	5
	2	7	12	14	4
	3	6	12	12	5
	4	8	11	15	3
	5	6	13	14	4
	汇总值	7. 2+12. 4=19. 4		14+4. 2=18. 2	
平均时长	加工安装平均时长 19. 4 分钟		加工安装平均时长 18. 2 分钟		
加工安装时间约 7 分钟, 使用过程中铺设 15 分钟, 与拼接木脚板对比时间效率基本一致。可操作性满足上人通道使用要求。			加工安装时间约 14 分钟, 使用过程中铺设 4 分钟, 与拼接木脚板对比时间效率基本一致。可操作性满足上人通道使用要求。		

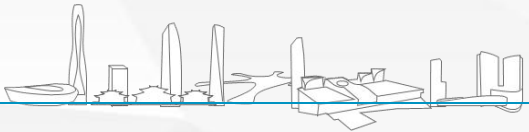
经济性	小组成员对两种上人平台进行成本分析, 比较成本。				
	固定方式	拼接木脚板		花纹钢板板	
	材料	木脚板	2000×300×50mm	钢板	1220×2440×5mm 镀锌钢板
	数量	7 块	7×100	2 块	350×2
	人工成本	2×350		0.2×350	
	总成本	1400 元		770 元	
	成本费用 1050 元比花纹钢板上人平台费用高, 经济性差。			成本费用 770 元比拼接木脚板上人平台费用低, 经济性好。	
综合对比	拼接木脚板, 安全可靠, 但是占用人工拼接时长, 且随着周转次数增加, 木材变形, 抵抗挠度越来越差, 成本高经济性差。			花纹钢板组装方便满足承载力要求, 变形挠度底, 可操作性强, 可靠性高, 经济性好。	
结论	不 采 用			采 用	

通过分析：花纹钢板组装方便满足承载力高



制定对策 06

06 制定对策



小组成员根据5W1H制定了对策实施表：将从材料验收，加工制作，BIM深化、结构验算、方案论证以、组装调试及试运行进行对策实施。

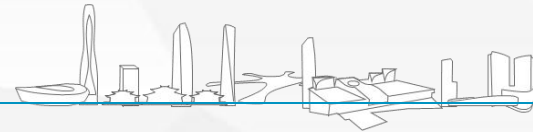
方案对策表

序号	对策	目标	措施	地点	时间	负责人
1	三角支撑支架	采用的槽钢边长、壁厚允许偏差不超过0.3mm。	采用的槽钢材质符合《碳素结构钢》（GB/T700）的相关规定。对进场的20样本测量边长壁厚尺寸检查。	施工现场	2022年6月15日	姜子君
		槽钢三角支撑加工尺寸最大误差不超过5mm。	1、通过计算得出槽钢横向支撑、竖向、斜向支撑杆件长度。在槽钢上弹线弹线，精确控制切割面	加工车间	2022年6月27日	孙乙洋
			2、采用圆盘锯对槽钢分段切割加工。			
			3、槽钢焊接组装，对槽钢加工通过对加工的20样本进行实际测量。			
2	上人通道井架	槽钢梯笼加工尺寸最大误差不超过5mm。	槽钢采用数控机床加工，精确控制加工尺寸。通过对加工的20样本进行实际测量。	加工车间	2022年7月10日	李威庆
		焊接质量无气泡、夹渣、裂缝，焊缝饱满。	连接形式采用焊接，施工过程中要求一级焊工，严格施焊，焊接过程中避免气泡、夹渣等毛病，做到逐个检查。对加工的20样本进行质量探伤检查。	施工现场	2022年7月28日	王金鼎
3	上人平台板	花纹钢板平台板的加工尺寸最大误差不超过5mm。	花纹钢板两侧画点切割，通过弹线，精确控制操作平台尺寸。通过对加工的20样本进行实际测量。	施工现场	2018年7月28日	闫永龙
4	装置深化及整体组装调试并验证	安装后水平及垂直变形小于2°、位移小于3mm。	1、根据优化后材料进行建模设计。 2、针对所得到的模型进行受力验算。	设计院	2022年8月15日	朱清
			1、根据设计模型，利用BIM进行等比例三维建模。 2、进行模拟施工，通过优化调整，确定最佳施工步骤。	BIM中心	2022年8月30日	李传超
			对新型电梯井提升时上人通道进行方案编制并报公司总工程师审核，经审核通过后组织专家论证，并对施工工人进行技术交底。	项目部	2022年9月8日	姜子君
			将装置各部分组装后进行现场实操作业。现场检查水平垂直、位移变形。	施工现场	2022年9月20日	闫永龙

对策实施 07

下一步对策是如何实施呢？

07 对策实施



(一) 实施一：三角支撑支架

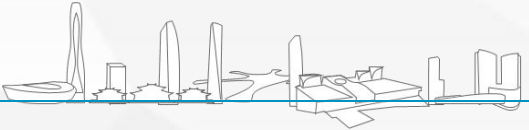
1、原材控制

(1) 实施过程：小组成员对原材料进场进行检验，对20个样本进行尺寸、壁厚测量。



进场槽钢现场检验

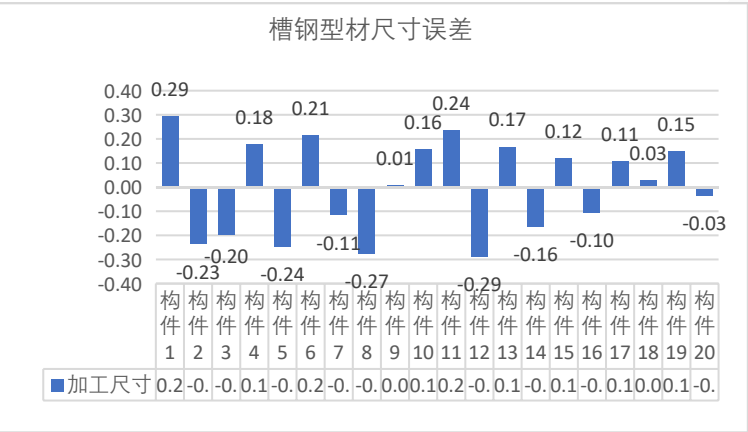
07 对策实施



(2) 效果检查：型材检验：采用Q235-A级槽钢材质符合《碳素结构钢》（GB T 700）的相应规定。不得有明显变形、裂纹、压扁和锈蚀。边长、壁厚允许偏差-0.3mm。其力学性能应符合国家现行标准《碳素结构钢》(GBT700)中Q235A钢的规定。

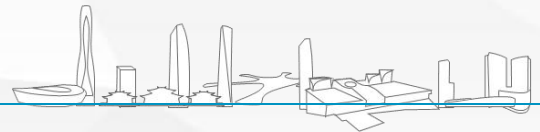
效果验证表

检查项目	样本数量	目标要求	最大偏差	检查结论	检查人
槽钢尺寸误差	20	±0.3mm	0.3mm	合格	姜子君



通过测量边长、壁厚的尺寸，最大偏差为0.3mm，满足目标值要求。

07 对策实施



2、加工生产

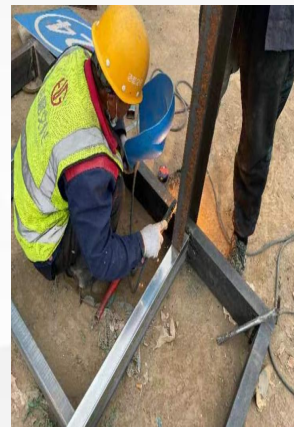
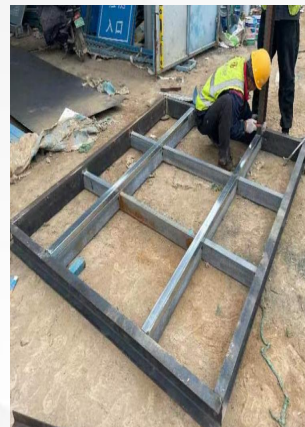
(1) 实施过程：在槽钢横竖向支撑、斜向支撑施工之前，通过计算得出立杆、横杆及斜杆长度，精确到毫米，槽钢两侧画点切割，通过弹线，**通过变形计算及弹线切割，精准控制加工尺寸**。对20个样本进行尺寸偏差测量。



槽钢划线

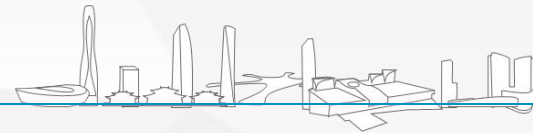


槽钢切割



槽钢焊接

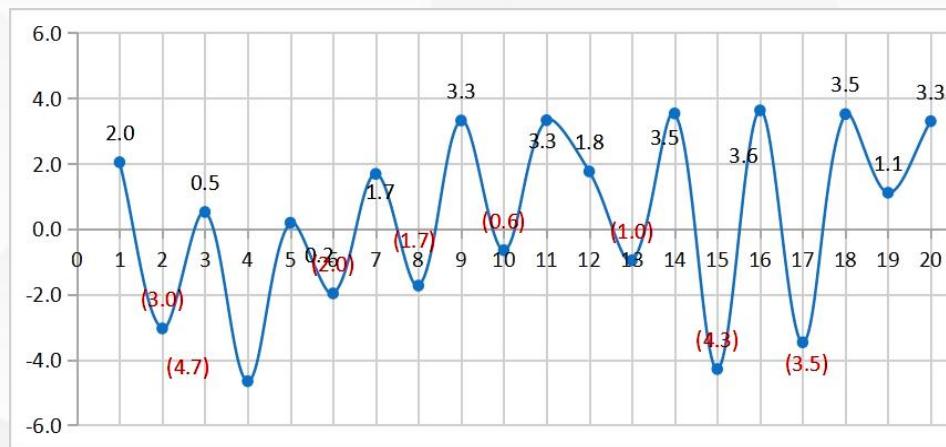
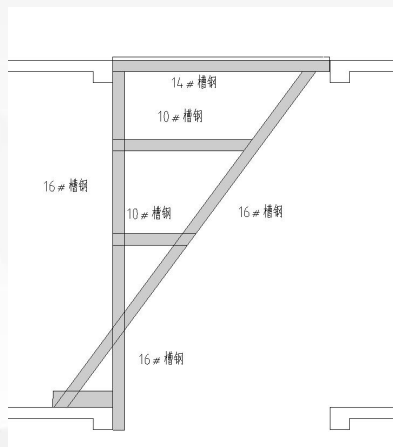
07 对策实施



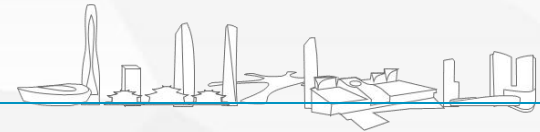
(2) 效果验证:通过测量槽钢横杆、立杆及斜杆长度最大偏差为5mm，满足目标值要求。

效果验证表

检查项目	样本数量	目标要求	最大偏差	检查结论	检查人
槽钢尺寸误差	20	$\pm 5\text{mm}$	5mm	合格	张文明



07 对策实施



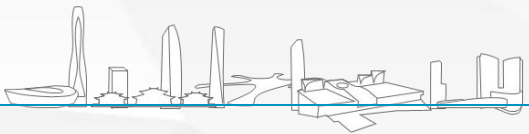
(二) 实施二：上人通道井架

(1) 实施过程**采用数控机床加工，精确控制加工尺寸。**对20个加工样本进行实际测量。



槽钢数控机床切割

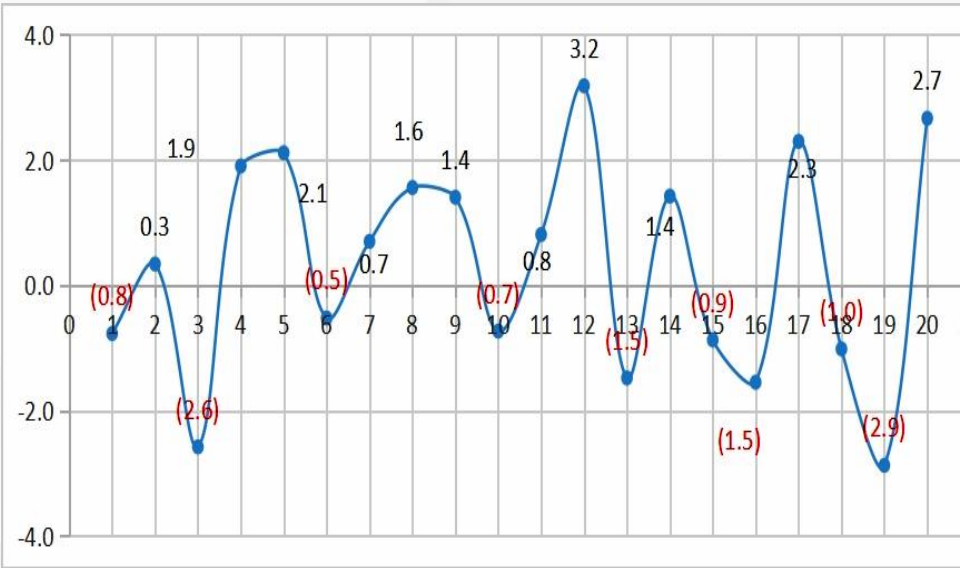
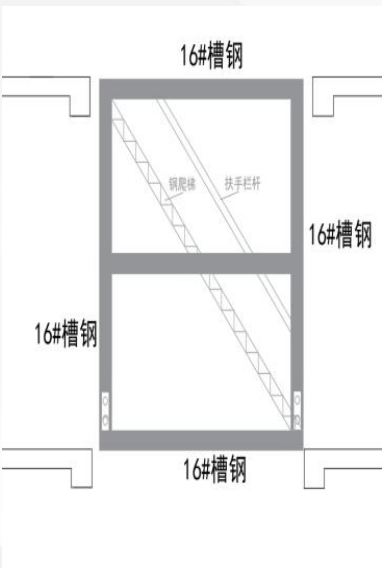
07 对策实施



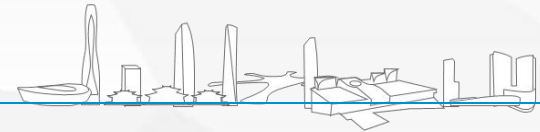
(2) 效果验证:加工尺寸最大误差不超过5mm，满足目标值要求。

效果验证表

检查项目	样本数量	目标要求	最大偏差	检查结论	检查人
槽钢型材 尺寸误差	20	±5mm	3.2mm	合格	郭洪涛



07 对策实施



(1) 实施过程：采用焊接连接对槽钢构件进行焊接，施工过程中要求一级焊缝，严格施焊，焊接过程中避免气泡、夹渣等毛病，采集20个样本**对槽钢加工构件进行焊缝检查。**



槽钢焊接组装

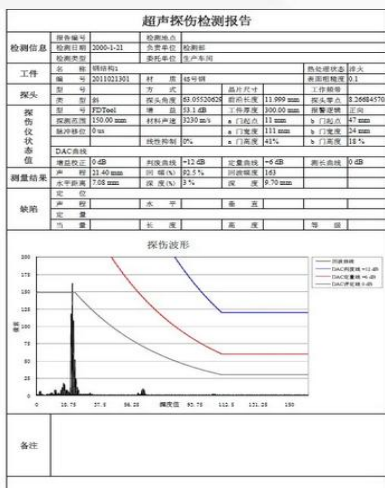


防腐刷漆



效果验证表

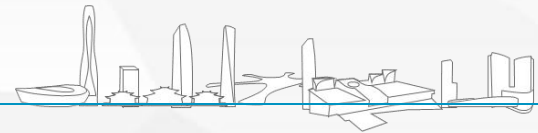
检查项目	样本数量	目标要求	最大偏差	检查结论	检查人
槽钢型材尺寸误差	20	100%	100%	合格	郭洪涛



工作	产品编号	HZYZ-A		材料牌号	QJ25-B				
	规格型号	 □H19I2□C60		线号型号	丹东 XJM3-300				
	额定电压	1×2.4 mm		脱扣型号	同达 AN800				
	结构形式	 □B □后 □前 □后厨		脱扣规格	80×300 80×300				
检测 条件及 主要参 数	额定电压	III 级		冲电性能	□自热 □冷态				
	额定频率等级	标准值		显示数据	时间: 5min; 温度: 25~40℃				
	额定相电压等级	□A □B		额定电流	2.0 A				
	序列编号	I A1 I A2 I B1		I B2	I B3	I B4	I B5		
	厚度/mm	12	12	12	12	12	12		
	连接方式	单串并联	单串并联	单串并联	单串并联	单串并联	单串并联		
	L1 (绝缘)	700	700	700	700	700	700		
	额定电压 V	170	170	170	170	170	170		
	带电电压 (漏电压) mA (kV)	5	5	5	5	5	5		
	曝光时间/min	3	3	3	3	3	3		
	要求每象清晰	12	12	12	12	12	12		
	焊缝长度/mm	1940	6280	6280	6280	6280	6280		
一次焊接量/mm	275	340	340	340	340	340			
合格判定率	II	III	III	III	III	III			
不合格判定率 %	20	20	20	20	20	20			
检验批判定	%	28	27	27	27	27	27		
抽检比例	%	JM/4730.3—2005	检测工艺编号						
合格证	A 类牌 (张)	B 类牌 (张)	相应张 (张)	共计 (张)	最终评定结果	I 级 (张)	II 级 (张)	III 级 (张)	IV 级 (张)
	2	5	1	7		5	2		
缺陷及反修情况(说明)					检测 结果				
1、本产品反修共 0 处，最高反修次数 0 次。					1、本台产品品牌质量符合 III 级的要求，检测结果合格。				
2、超越标准规定的返修后仍属合格品。					2、检验部位及缺陷情况详见射线检测报告判定表及缺陷统计汇总表(附页)。				
3、反修部分应标注缺陷情况说明射线检测报告判定表。									



07 对策实施

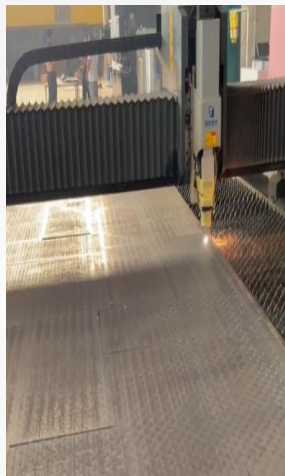


(三) 实施三：上人平台板

(1) 实施过程：小组成员通过现场对上人平台平面布置图纸优化，得出操作平台尺寸，精确到厘米，在钢板原材两侧画点切割，通过弹线切割，精确控制钢板加工尺寸。**对生产精细化管控并测量加工尺寸，对20个构件进行统计。**



花纹钢板激光切割



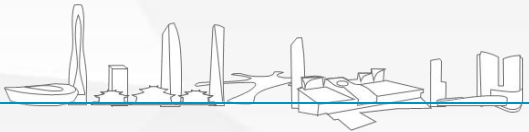
花纹钢板焊接拼装



花纹钢板与支撑焊接喷漆



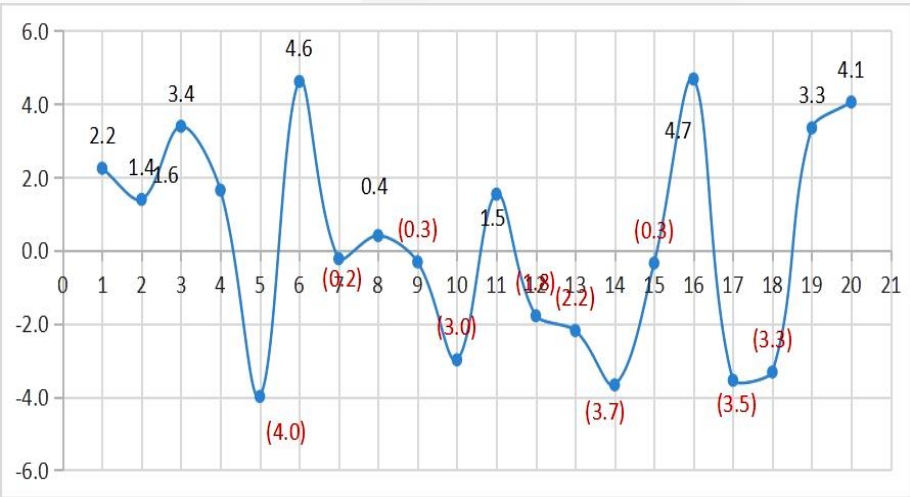
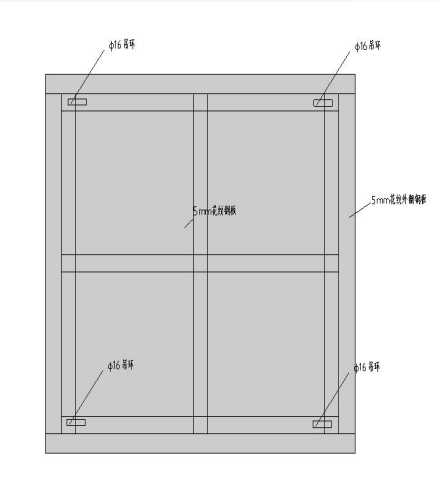
07 对策实施



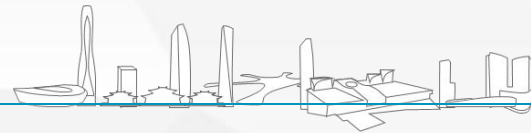
(2) 效果验证：通过测量花纹钢板加工尺寸偏差不超5mm，满足目标值要求。

效果验证表

检查项目	样本数量	目标要求	最大偏差	检查结论	检查人
槽钢型材尺寸误差	20	±5mm	4mm	合格	

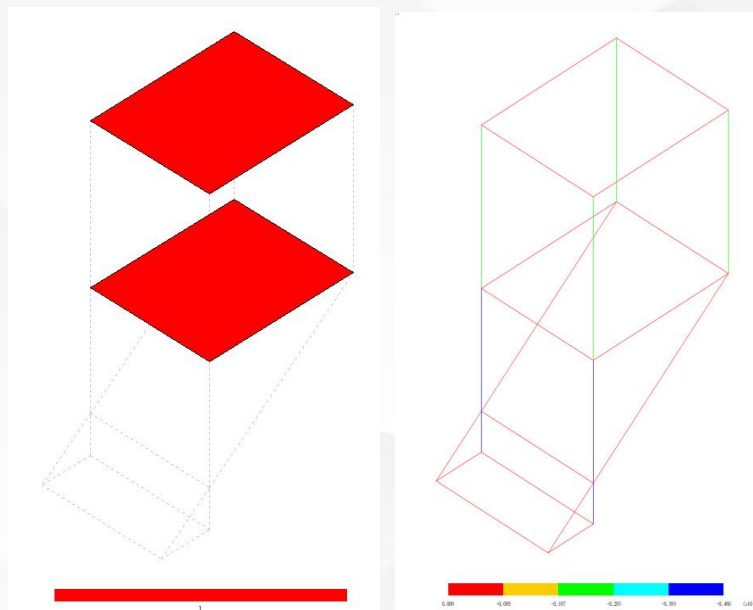
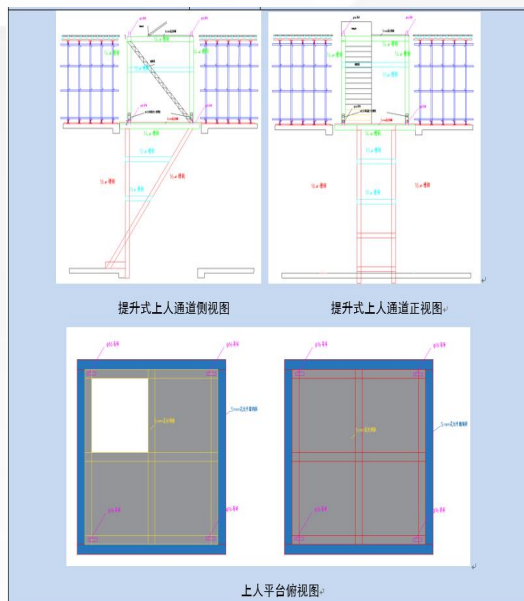


07 对策实施



(四) 实施四：装置深化、整体组装调试并验证

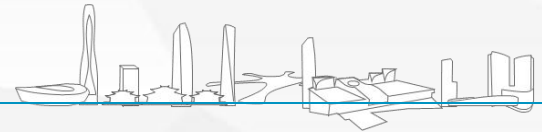
1. 通过专业加工生产单位进行架体设计，设计院进行结构设计验算，并通过专家论证，满足安全可靠。



8	M1 最小	1	1	0.045	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
8	M2 最小	1	1	0.045	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
8	M3 最小	1	1	0.045	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	N1 最大	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	N2 最大	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	N3 最大	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	M1 最大	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	M2 最大	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	M3 最大	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	合力最大	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	N1 最小	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	N2 最小	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	N3 最小	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	M1 最小	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	M2 最小	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
7	M3 最小	1	1	0.045	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
4	N1 最大	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
4	N2 最大	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
4	N3 最大	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
4	M1 最大	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
4	M2 最大	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
4	M3 最大	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
4	合力最大	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
4	N1 最小	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
4	N2 最小	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
4	N3 最小	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
4	M1 最小	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
4	M2 最小	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
4	M3 最小	1	1	-0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
3	N1 最大	1	1	0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
3	N2 最大	1	1	0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
3	N3 最大	1	1	0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
3	M1 最大	1	1	0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
3	M2 最大	1	1	0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
3	M3 最大	1	1	0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
3	合力最大	1	1	0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
3	N1 最小	1	1	0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000
3	N2 最小	1	1	0.000	0.000	24.142	0.000	0.000	0.000

结构设计验算计算书

07 对策实施



2.三维建模与模拟施工实施：BIM中心根据CAD图纸组织技术人员进行工序建模，确定了最优施工工序。

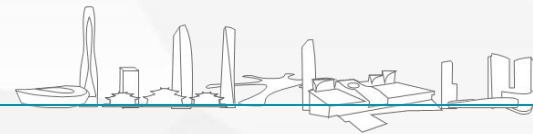


BIM模型图



最优施工工序

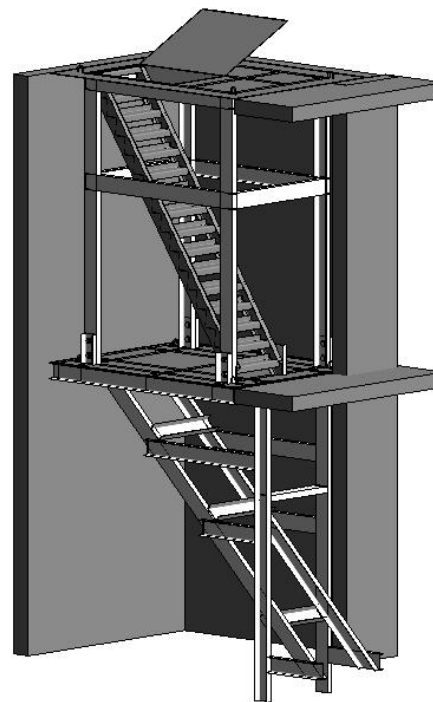
07 对策实施



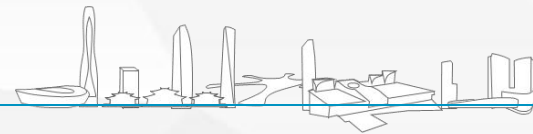
BIM演示动画



BIM模型图



07 对策实施



3.方案的编制与交底:通过设计计算与施工模拟优化,以及确定最佳施工工序后,进行施工方案的编制,并方案通过专家论证,依照方案进行对工人技术交底,并进行交底考核。

专家论证会议照片



效果验证表

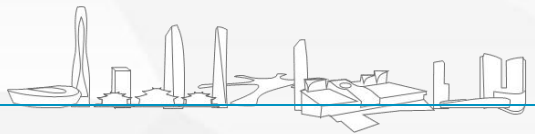


效果验证:

1邀请专家对装置进行了论证。经论证,认为该方案可行。

2. SC小组根据施工方案编制施工交底,考核合格率达100%,达到预期效果。

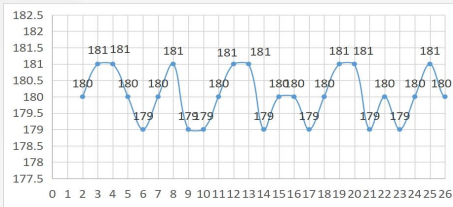
07 对策实施



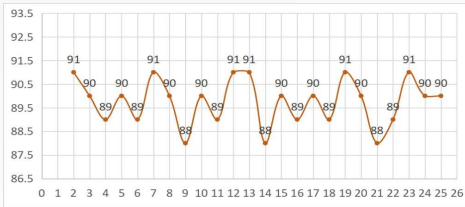
4.将装置各部分组装后进行调试作业，装置安装后进行安全评估及试提升检查。小组成员通过对1#、2#、3#、4#、5#、6#楼电梯井提升式上人通道的使用情况进行现场检查，根据检查结果绘制了统计表。

变形位移监测统计表

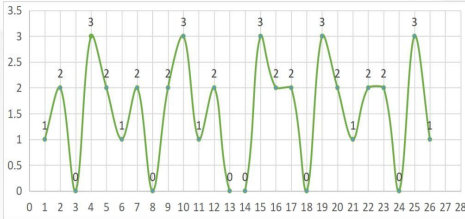
楼号	序号	水平度 (°)	垂直度 (°)	变形挠度 (mm)	失稳情况
1#楼	1	180	91	1	0
	2	181	90	2	0
	3	181	89	0	0
	4	180	90	3	0
	5	179	89	2	0
	6	180	91	1	0
2#楼	7	181	90	2	0
	8	179	88	0	0
	9	179	90	2	0
	10	180	89	3	0
3#楼	11	181	91	1	0
	12	181	91	2	0
	13	179	88	0	0
	14	180	90	0	0
4#楼	15	180	89	3	0
	16	179	90	2	0
	17	180	89	2	0
	18	181	91	0	0
5#楼	19	181	90	3	0
	20	179	88	2	0
	21	180	89	1	0
	22	179	91	2	0
6#楼	23	180	90	2	0
	24	181	90	0	0
	25	181	91	3	0
	26	180	89	1	0



水平度变形观测统计图



垂直度变形观测统计图



变形挠度观测

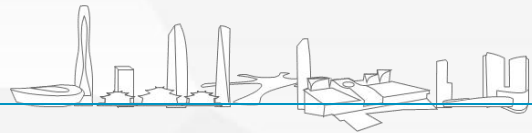
通过安全评估及试提升检查，装置安全可靠达到预期效果



效果检查 08

装置安全可靠，如何进行效果检查的吧？

08 效果检查



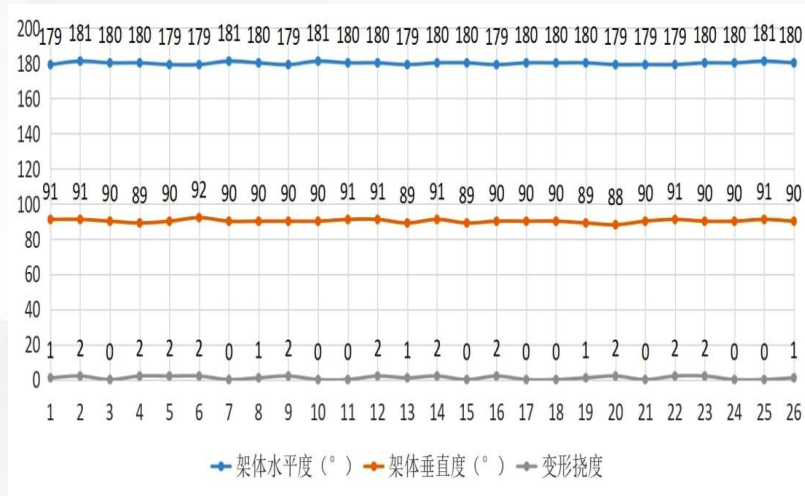
1、效果检查：

(1) 小组成员通过对装置的使用情况进行现场检查。

架体变形观测统计表

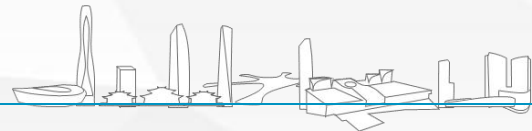
楼号	序号	水平度 (°)	垂直度 (°)	变形挠度 (mm)	失稳情况
1#楼	1	179	91	1	0
	2	181	91	2	0
	3	180	90	0	0
	4	180	89	2	0
	5	179	90	2	0
	6	179	92	2	0
2#楼	7	181	90	0	0
	8	180	90	1	0
	9	179	90	2	0
	10	181	90	0	0
3#楼	11	180	91	0	0
	12	180	91	2	0
	13	179	89	1	0
	14	180	91	2	0
4#楼	15	180	89	0	0
	16	179	90	2	0
	17	180	90	0	0
	18	180	90	0	0
5#楼	19	180	89	1	0
	20	179	88	2	0
	21	179	90	0	0
	22	179	91	2	0
6#楼	23	180	90	2	0
	24	180	90	0	0
	25	181	91	0	0
	26	180	90	1	0

变形观测统计图



上人通道水平度、垂直度均在规范范围内，装置安全可靠

08 效果检查



(2) 小组成员通过对主楼内已安装的上人通道进行成本测算并绘制了统计表，进行目标成本分析，图表如下：新装置成本降低至传统工艺成本的63.8%，实现了目标。

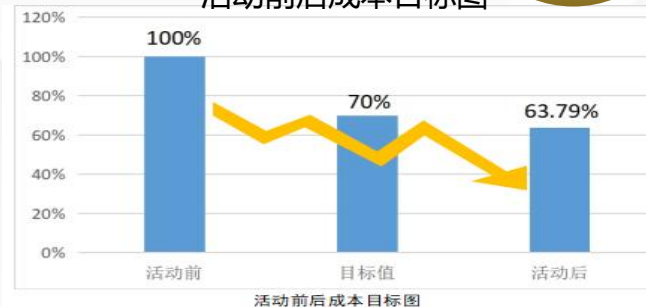
新型装配式结构提升通道研制成本分析表

楼号	电梯井数量	实际成本	传统架管工艺成本	实际成本完成率	平均实际完成率
1#楼	6	¥ 7,812	¥ 12,365	63.18%	63.8%
2#楼	4	¥ 7,530	¥ 11,997	61.93%	
3#楼	4	¥ 7,625	¥ 11,206	67.51%	
4#楼	4	¥ 7,344	¥ 12,513	57.65%	
5#楼	4	¥ 7,915	¥ 11,688	67.72%	
6#楼	4	¥ 7,502	¥ 11,591	64.72%	

实际成本与传统施工工艺对比分析图

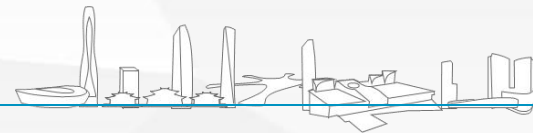


活动前后成本目标图



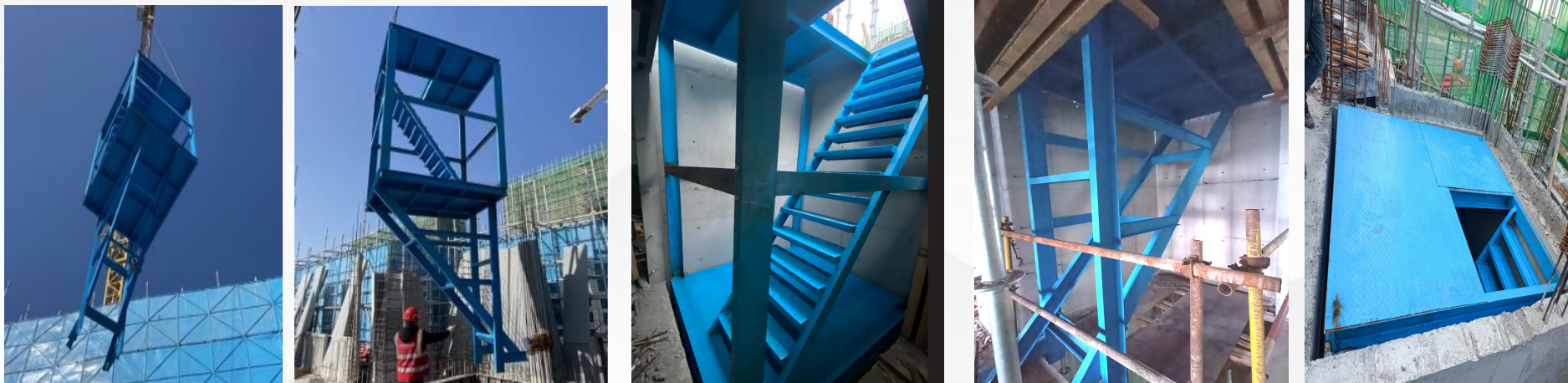
新装置成本降低至传统工艺成本的63.8%，实现了目标

08 效果检查



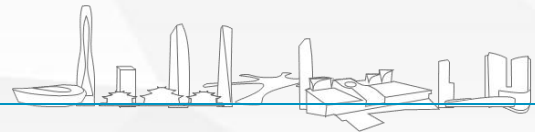
3、**现场实施照片** 新型装配式结构提升通道研制，加工方便，可拆卸，可随着主体结构的升高逐层提升，提出了一种上作业层的安全施工通道，尤其适用于对于装配式建筑，预制楼梯未随一次结构施工的情况。提升的过程中用塔吊配合，具有吊运方便，施工速度快，占用场地少,安全作业有保障、安装操作简便、实用性强等特点。

上人通道井架与三角支撑支架可以根据需求安装拆除，保留三角支撑支架可作为操作平台使用，两者结合可作为移动式提升通道。



实施效果照片

08 效果检查



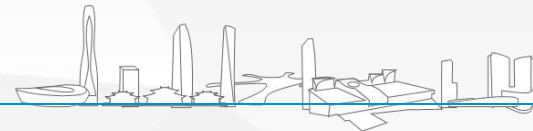
4、效益分析：

通过**本次活动的开展，避免安全隐患发生的同时共节约经济成本16.56万元**，节约施工成本，加快了施工进度，该技术的创新应用也受到各级单位的广泛肯定，使得项目赢得了社会各界的好评，助力公司进一步提升企业知名度。新型装配式结构提升通道研制吊运方便，施工速度快，占用场地少，安全作业有保障、安装操作简便、实用性强等特点，省时省力，节约施工成本，各级领导莅临项目现场进行观摩交流，在业主单位季度考核中取得第一名，为项目团队及集团公司树立了良好形象

标准化 09

取得如此好的效益，标准化如何实现呢

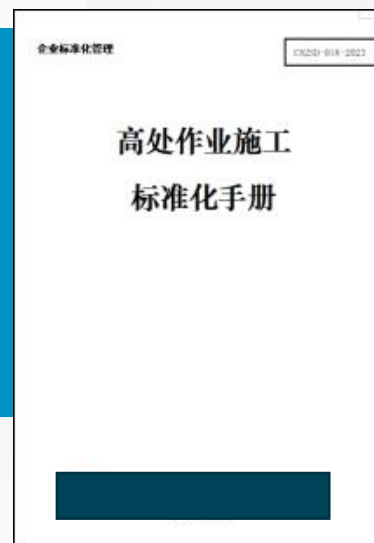
09 标准化



为了推广使用本装置，小组编制了《新型装配式结构提升通道研制标准化做法》，补充到公司C82SD-018-20XX《高处作业施工标准化手册》中。

新型装配式结构提升通道研制，特别适用于装配式建筑，预制楼梯未随一次结构施工的情况。尤其对高度超过10层的建筑，随楼层增加，成本优势明显。因此具有很强的推广应用价值

《新型装配式结构提升通道研制标准化做法》
《高处作业标准化手册》



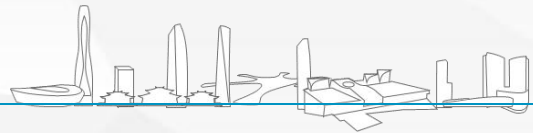


总结和下一步打算

10

通过本次活动都取得了什么收获呢？

10 总结和下一步打算



（一）活动总结

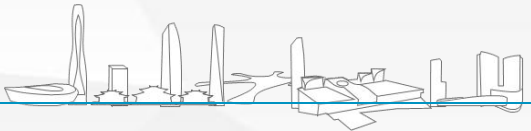
1、在**专业技术**总结

本次SC活动中，小组成功研发出了新型装配式结构提升通道研制，解决了作业人员上操作层的不便，成本较高等问题，与传统工艺比较新型装配式结构提升通道研制较其他方式成本低，经济实用，且安装方便，又不失安全牢固性，操作方便快捷，现场施工简便、工效高的优势。在本工程后续单体电梯井施工中，均采用新型装配式结构提升通道研制。

（1）专业技术

新型装配式结构提升通道研制的安装施工过程中，特别适用于装配式建筑，预制楼梯未随一次结构施工的情况。解决作业人员上操作层行的安全问题，通过两级方案选择及实施最终达到解决成本的目的。新型装配式结构提升通道研制组装灵活，可逐层提升容易操作，通过数字建造中心BIM模拟施工及设计院结构承载力计算。

10 总结和下一步打算



(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，逻辑严密合理，以事实为依据，以数据做支撑，成果内容充实，SC知识和工具运用都得到了较大幅度的提升，为今后深入开展SC活动打下了良好的基础。

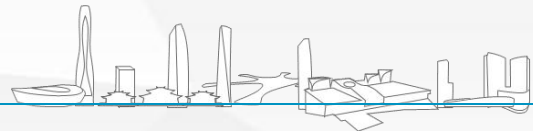
统计工具运用汇总表

活动阶段	统计表	柱状图	流程图	系统图	思维导图	雷达图
P	18	3	0	1	6	0
D	8	8	1	0	0	0
C	3	4	0	0	0	0
A	3	0	0	0	0	1
合计	32	15	1	1	6	1

小组成员管理技术方面总结表

小组成员	已掌握知识点	需改进的地方
	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
	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
	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
	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
	会利用柱状图、系统图等工具来分析和解决问题	高级工具使用方法
	会利用柱状图、系统图等工具来分析和解决问题	高级工具使用方法
	能够快速整理和检查数据，做好数据收集工作	进一步熟悉SC常用工具
	在制定对策和对策实施方面，注重现场试验和操作安全	进一步熟悉SC常用工具
	在制定对策和对策实施方面，注重现场试验和操作安全	进一步熟悉SC常用工具
	在制定对策和对策实施方面，注重现场试验和操作安全	进一步熟悉SC常用工具

10 总结及下一步打算



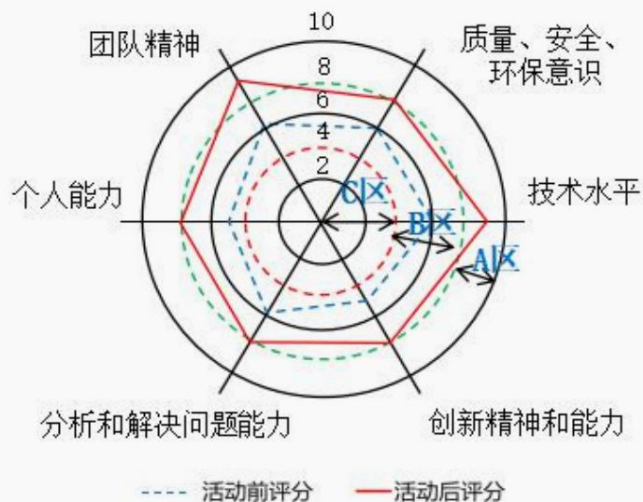
2、活动前后小组综合素质评价

通过本次活动，小组成员得到了锻炼：不仅增强了逻辑思维能力，提高了质量意识，并加强了团队协作精神。

活动前后综合素质分析情况汇总表

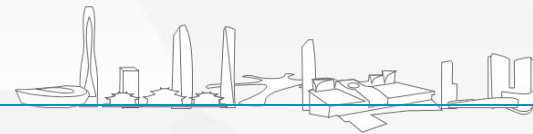
序号	自我评价				
	内容	活动前情况	活动前评分	活动后情况	活动后评分
1	质量、安全、环保意识	部分人掌握熟练，对于质量把控欠缺	6	小组全员掌握熟练，充分认识到质量的重要性	8
2	技术水平	钢结构知识掌握不全面	6	小组全员对钢结构加工、组装、焊接有充分的认知，钢结构技术水平提高	9
3	创新精神和能力	部分人创新精神和能力不足，仅着眼于以往的施工经验，循规蹈矩	5	小组全员创新精神和能力得到了较大的提升，参与质量改进、工艺革新的积极性和创造性得到了充分调动	8
4	分析和解决问题的能力	中规中矩，循规蹈矩	6	小组成员增强创新意识，并运用于工程实践中，对创新创效有更深认识，锻炼了问题处理能力	8
5	个人能力	对新技术新工艺了解不多，3个组员钢结构施工组织能力一般	5	小组全员了解钢结构施工及质量控制要点，组织协调能力提升	8
6	团队精神	各司其职，联动积极性不足	6	充分调动小组成员工作积极性，树立团队协作意识	9

活动前后综合素质评价雷达图

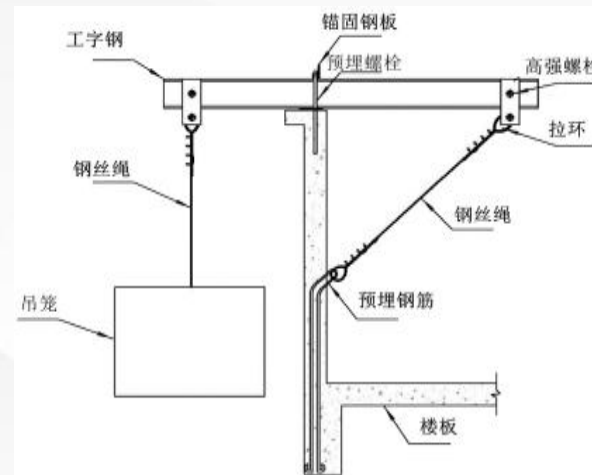
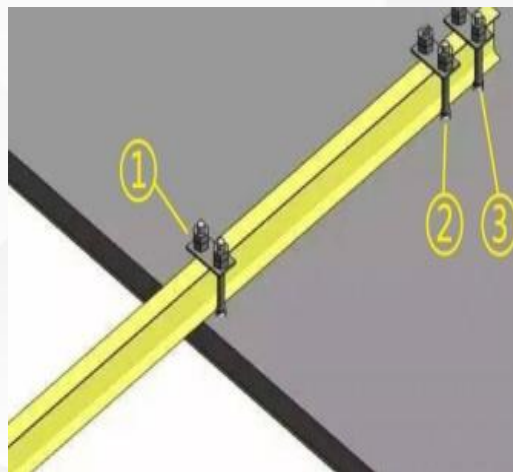


取得较大进步，通过本次SC小组活动，成功的达到了既定目标。通过活动，我们也深刻认识到在工程施工中推行全面的安全管理的重要性，而开展SC小组活动是提高工程质量、重点攻关的有效办法。在今后的施工中我们将继续开展SC小组活动，不断深化、总结、提高，使工程施工质量达到更新、更高的水平。

10 总结及下一步打算



项目挑檐突出长度大于1.5m，传统骑马式吊篮无法满足要求。通过借鉴工字钢和三角支撑结构来解决此问题，在屋面采用预埋螺栓及钢丝绳形成新型女儿墙预埋式高空吊篮附墙装置研制。



新型吊篮附墙装置研制示宜图



谢谢大家