



梁侧悬挑脚手架的研制

目录

01	● 基本情况	05	● 对策实施
02	● 选题理由	06	● 效果检查
03	● 提出方案并确定最佳方案	07	● 巩固措施
04	● 制定对策	08	● 今后设想

一、基本情况

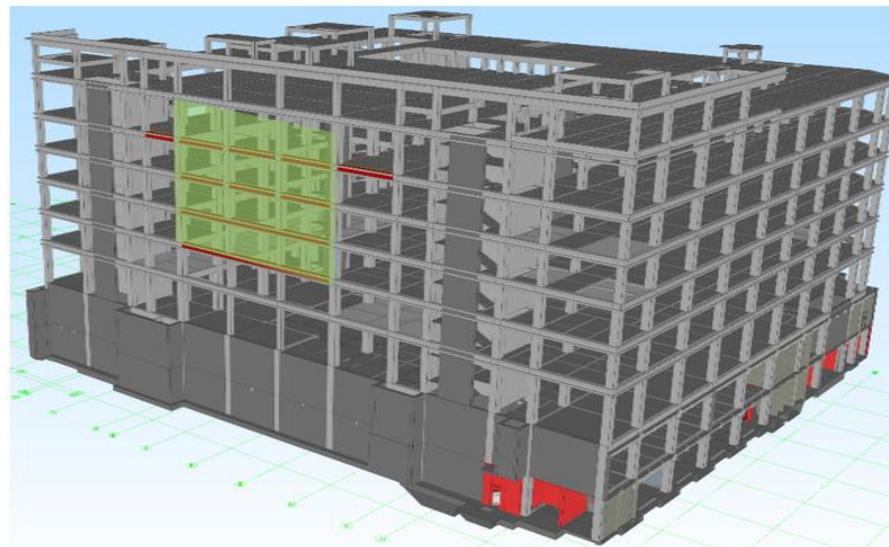
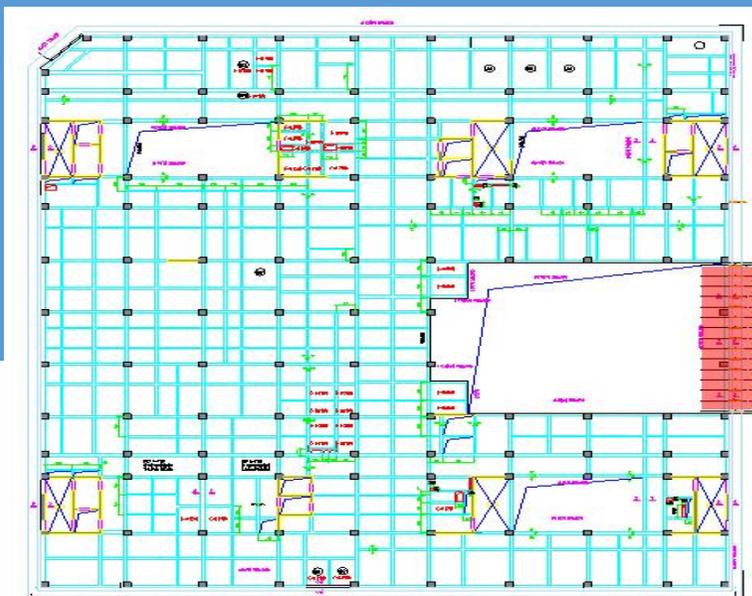
某市中医医院东院区项目位于高新区，旅游路以南，住宅小区东侧。

本工程的门诊医技楼14/R~N轴为独立框架梁结构，普通悬挑脚手架无法满足预埋及锚固段长度要求，如何安全的设置悬挑脚手架就成为了需要克服的难题。



二、选题理由

1、需求分析



门诊楼大厅为首层通高设计，层高29.5米。结构外立面为框架柱+框架梁结构，内侧无楼板。为不影响基坑肥槽回填，采用工字钢悬挑外架进行主体结构施工。现有工艺为传统工字钢悬挑架布置工艺。

二、选题理由

1、需求分析

现有做法与需求分析对比表

现有做法	分析	需求	小结	结论
传统悬挑工字钢工艺	<p>1、工字钢平均用量4.5米，预埋组件4套，钢丝绳组建一套</p> <p>2、安装及拆除过程需塔吊配合，有吊装盲区</p> <p>3、工字钢需穿剪力墙和隔墙，留下破坏性洞口，后期修补量大，有渗漏隐患。</p> <p>4成本：工字钢：4.5米*22.5公斤/米*5100元/吨=516.38元；钢丝绳：6米*8元/米=48元；安全卡扣：8个*4元=32元；U型预埋环：3个*30元=90元；拉杆预埋环：1个*15元=15元；购买成本共计：701.38元/套，共计90套，脚手架成本63124元。人工：700元/日，7天完成，10人*700*7天=49000元；运费3000元。总计成本115124元</p>	<p>1、在宽度为700mm的框架梁上安装悬挑工字钢。2、不能留下破坏性洞口，影响框架梁质量安全。</p> <p>3、现有预算为6万元</p>	<p>1、框架梁上无法满足传统工字钢的安装条件。</p> <p>2、传统工字钢会在框架梁上留下破坏性洞口。</p> <p>3、传统工字钢价格超出预算。</p>	不满足目前需求

我们SC小组明确需求为：通过研制新型悬挑脚手架解决无楼板框架梁悬挑架的设置问题。

二、选题理由

2、广泛借鉴

(1) 查询借鉴

网络查新汇总表

序号	检索网站	检索查询界面	检索查询结果	相关性
1			无相关搜索结果或相似内容	无
2			无相关搜索结果或相似内容	无
3			无相关搜索结果或相似内容	无
4			新型梁侧全预埋悬挑钢梁	搭设脚手架的方式 可以借鉴

二、选题理由

2、广泛借鉴

(2) 寻找课题创新思路

小组成员根据查新的“新型梁侧全预埋悬挑钢梁”受到启发，为小组的创新活动，提供了借鉴思路。

方法	借鉴技术	图示	借鉴思路及原理
借鉴	新型梁侧全预埋悬挑钢梁		该装置是将悬挑工字钢一端用螺栓固定在墙体上，在悬挑工字钢另一端加设连接钢管，作为固定脚手架立杆的底座。小组成员预想设计一款适合固定在框架梁上的悬挑脚手架，且具有多点固定的特性。

二、选题理由

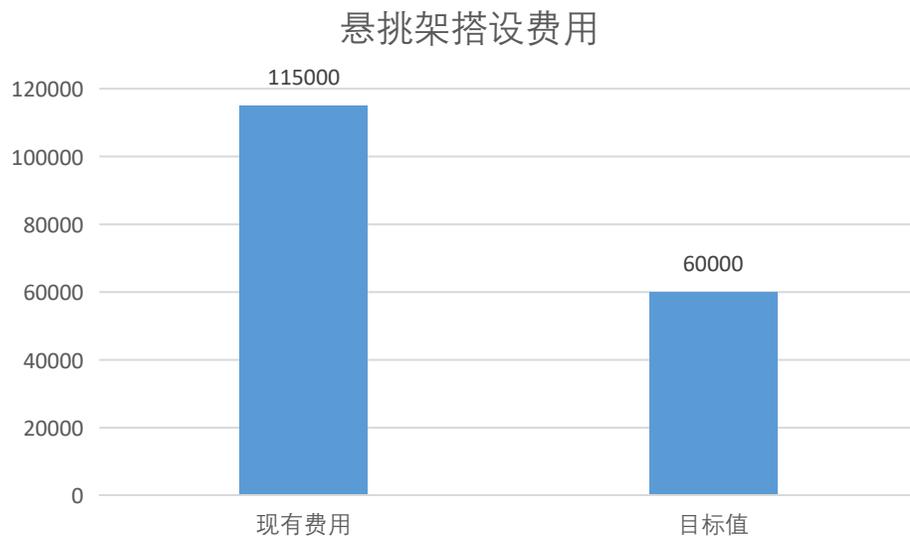
3、确定课题

受到新型梁侧全预埋悬挑钢梁的启发，在小组组长的带领下决定确立研发一种适用于无楼板框架梁的悬挑脚手架。

二、选题理由

4、设定目标

本次课题的研究需要：研制一种梁侧悬挑脚手架，施工过程中杜绝发生一般及以上生产安全责任事故，不出现火灾以及管线破坏、大型机械倒塌、坍塌等具有较大社会影响的险肇事件，将悬挑脚手架现有费用由现有的11.5万元降低至6万元



二、选题理由

5、目标可行性分析

工艺种类	新型梁侧悬挑承力架工艺		
组成构件	悬挑梁组件	预埋组件	斜拉组件
原材料用量	平均用量1.5米	3套	1套
耗损率	2%	预埋件：100% 双头螺杆及螺帽：10%	1%
周转次数	6次	4次	6次
成本组成	购买成本不含税、不含运费标准为407元/套，综合成本含税含运费520元/套（包含悬挑梁、斜拉杆、预埋体系）		

论证一：

具有类似作用的新型梁侧全预埋悬挑钢梁购买成本为407元/套，新型悬挑脚手架在现场进行制作，无需考虑材料费、运费以及专利费，每套成本与设计值较为接近。

二、选题理由

5、目标可行性分析

论证二：

新型悬挑脚手架预计407元/套，总计90套，安装工人10人，安装时间3天，人工费700元/日，

搭设综合成本详见下表：

材料	18#工字钢
悬挑架成本	407元/套
数量	90套
悬挑架安装时间	3日
人工成本	700元/日
工人数量	10人
悬挑架材料费用	$407 \times 90 = 36630$ 元
人工费	$700 \times 10 \times 3 = 21000$ 元
总成本	57630元

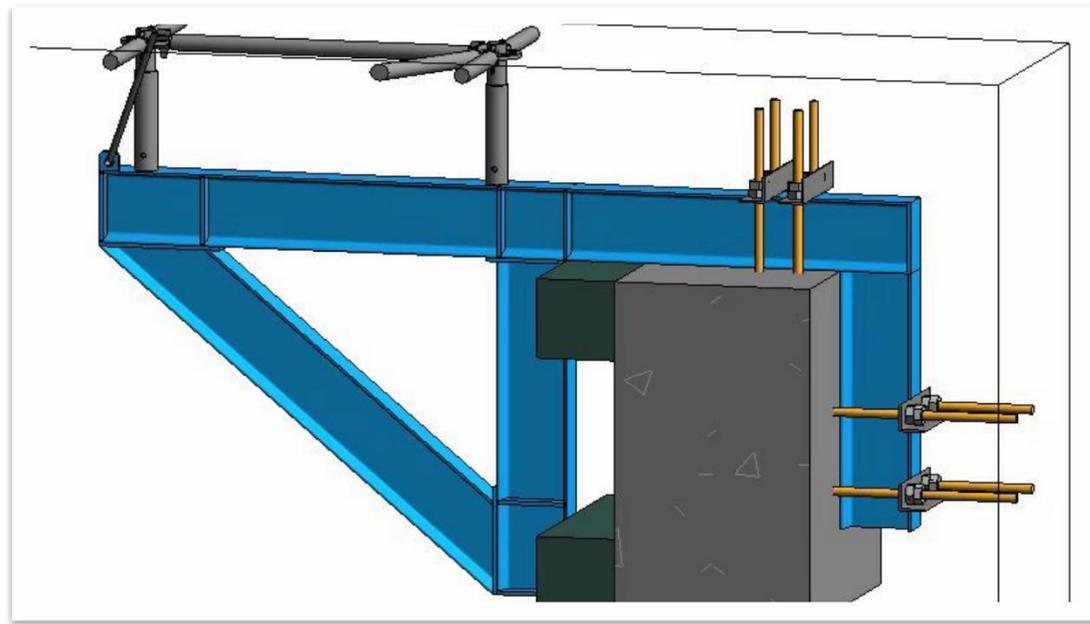
综上所述，小组成员均认为设定目标具备研制无楼板框架梁悬挑脚手架的研制条件。

三、提出方案并确定最佳方案

1、提出方案

围绕课题目标，提出了以“工字钢焊接+多点固定”为核心的新型无楼板框架梁悬挑式脚

手架的总体方案，以下为概念图：

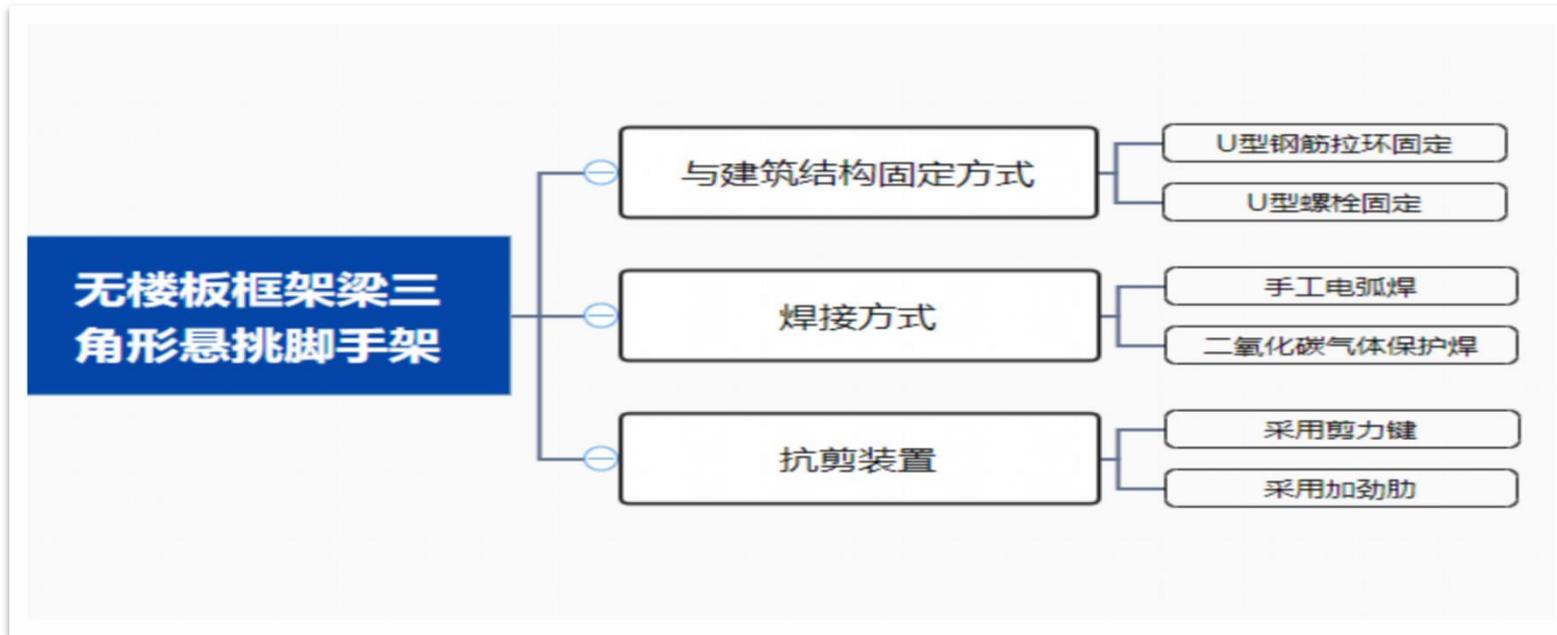


概念图

三、提出方案并确定最佳方案

1、提出方案

根据总体方案的各主要功能特点，分解出与**建筑结构固定方式**、**焊接方式**、**抗剪装置**等三项主要功能组成部分，并提出多个可比选的分级方案择优确定最佳方案，因此绘制如下系统图：



总体方案系统图

三、提出方案并确定最佳方案

1、提出方案

分级子方案（1）与建筑结构固定方式

经过小组成员结合现场的实际情况，针对新型悬挑式脚手架与建筑结构固定方式提出了采用

U 钢筋拉环固定与U型螺栓固定两种形式。采用两种固定方式进行现场实验分析：

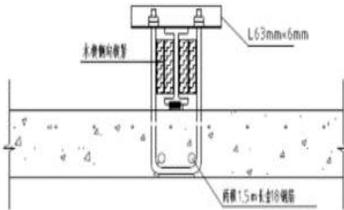
U型钢筋拉环固定			U型螺栓固定		
实验编号	时间 (s)	平均时间 (s)	实验编号	时间	平均时间 (s)
1	182	180.8	1	125	118.2
2	179		2	110	
3	175		3	112	
4	169		4	123	
5	175		5	130	
6	190		6	108	
7	183		7	115	
8	174		8	122	
9	196		9	114	
10	185		10	123	

U型钢筋拉环与U型螺栓固定时间统计表

三、提出方案并确定最佳方案

1、提出方案

分级子方案（1）与建筑结构固定方式

子项目	U型钢筋拉环固定	U型螺栓固定
调查分析		
经济和理性	12元/套，共三组，36元	16元/套，共三组，48元
技术可行性	按规范中做法，埋件做成几字形，U型钢筋开口朝下，预埋在混凝土梁中。但钢梁顶部与预埋环之间的连接存在一定问题。	U型螺栓预埋至混凝土梁底层钢筋位置，并与混凝土梁底层钢筋焊接牢固。
时间性	181秒/套	118秒/套
结论	不采用	采用

三、提出方案并确定最佳方案

1、提出方案

分级子方案 (2) 焊接方式

针对采用**手工电弧焊**与**二氧化碳气体保护焊**进行现场实验。

手工电弧焊			二氧化碳气体保护焊		
实验编号	每分钟电焊距离	电焊速率 (cm/min)	实验编号	每分钟电焊距离	电焊速率 (cm/min)
1	23	22.9	1	30	31.1
2	21		2	32	
3	25		3	29	
4	26		4	31	
5	20		5	35	
6	22		6	28	
7	24		7	27	
8	21		8	35	
9	22		9	34	
10	25		10	30	

手工电弧焊与二氧化碳气体保护焊电焊速率统计表

三、提出方案并确定最佳方案

1、提出方案

分级子方案 (2) 焊接方式

子项目	手工电弧焊	二氧化碳气体保护焊
调查分析		
经济和理性	100元/m	120元/m
技术可行性	采用现场手工电弧焊，通电后，在焊条与焊件间产生电弧，电弧的高温（可达到3000℃）将电弧周围的金属变成液态，形成熔池，同时高温也是焊条金属融化，滴落至熔池中，与焊件的熔融金属结合。焊接要求一般。	垂直和倾斜位置开坡口的接头从下向上焊接，对不开坡口的薄板对接和立角焊采用向下焊接；平、横、仰对接接头采用左向焊接法，室外作业在风速大于1m/s时，应采用防风措施。焊接要求较高。
时间性	22.9cm/分钟	31.1cm/分钟
结论	采用	不采用

三、提出方案并确定最佳方案

1、提出方案

分级子方案 (3) 抗剪装置

为了增加新型悬挑脚手架的稳定性，经过小组成员分析讨论提出了采用**剪力键**与**采用加劲肋**两种形式。小组成员对新型悬挑脚手架采用加劲肋加强与采用剪力键加强方式进行了现场试验，现场提供技术指导，记录数据：

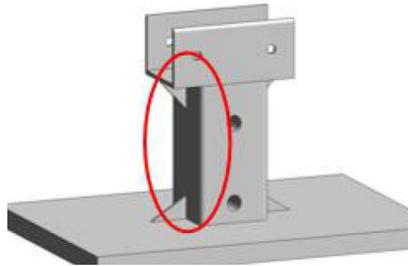
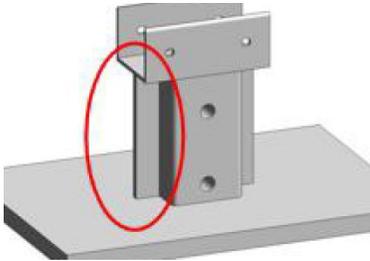
剪力键编号	时间 (min)	平均时间 (min)	加劲肋编号	时间 (min)	平均时间 (min)
1	5.1	5	1	8.1	8
2	4.8		2	7.8	
3	5.2		3	7.6	
4	4.9		4	8.3	
5	4.7		5	8.4	
6	5.2		6	8	
7	5		7	7.7	
8	4.6		8	7.6	
9	5.5		9	8	
10	5.1		10	8.3	

抗剪装置加工时间统计表

三、提出方案并确定最佳方案

1、提出方案

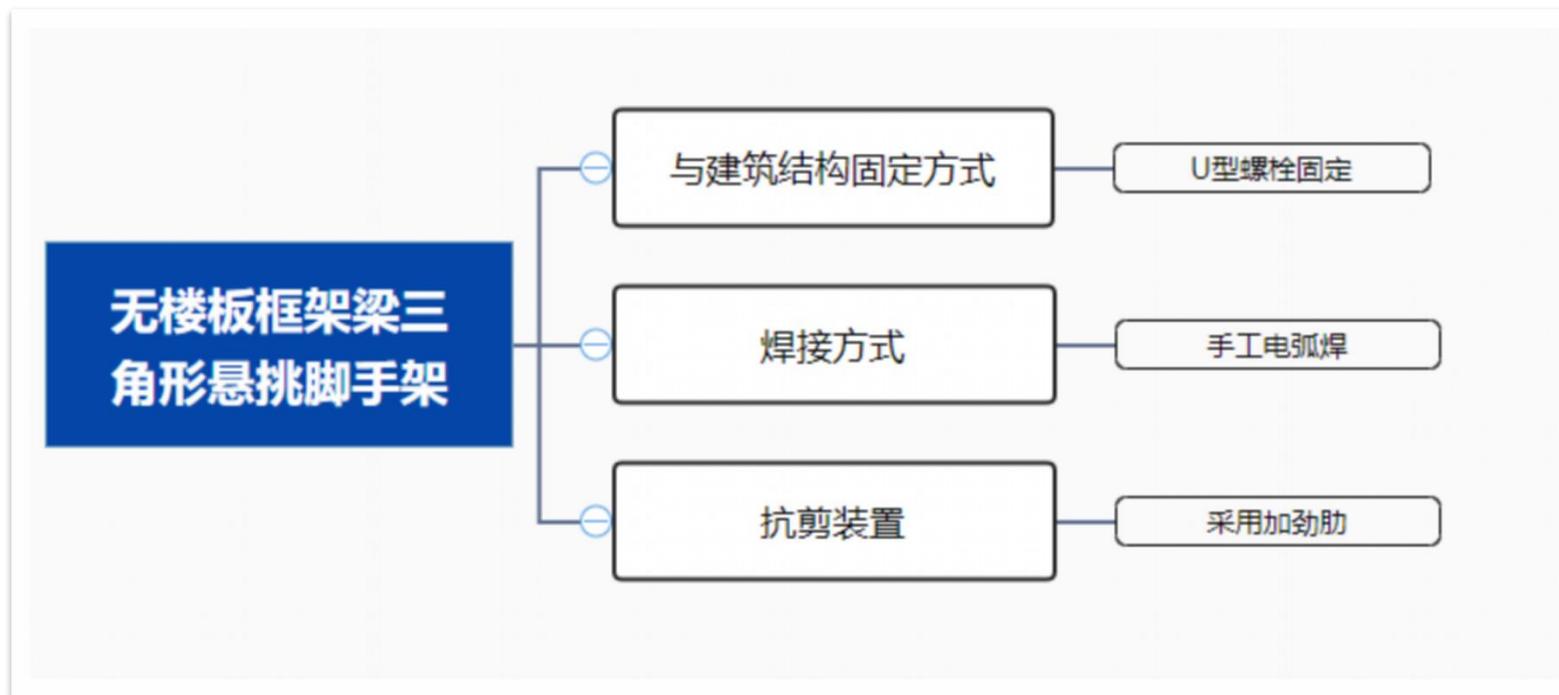
分级子方案 (3) 抗剪装置

子项目	剪力键	加劲肋
调查分析		
经济和理性	每个位置需焊接两个，每个10元，共20元。	每个位置焊接一个，每个15元。
技术可行性	各焊接处工字钢内焊接剪力键，双侧设置。	各焊接处工字钢内焊接加劲肋，双侧设置。
时间性	5min/个	8min/个
结论	不采用	采用

三、提出方案并确定最佳方案

2、确定最佳方案

通过现场测量、试验和调查分析对比信息数据，确定最佳方案如下：



最佳方案系统图

三、提出方案并确定最佳方案

2、确定最佳方案

通过计算和方案专家论证，三角形悬挑脚手架满足现场施工要求，安全效果良好。

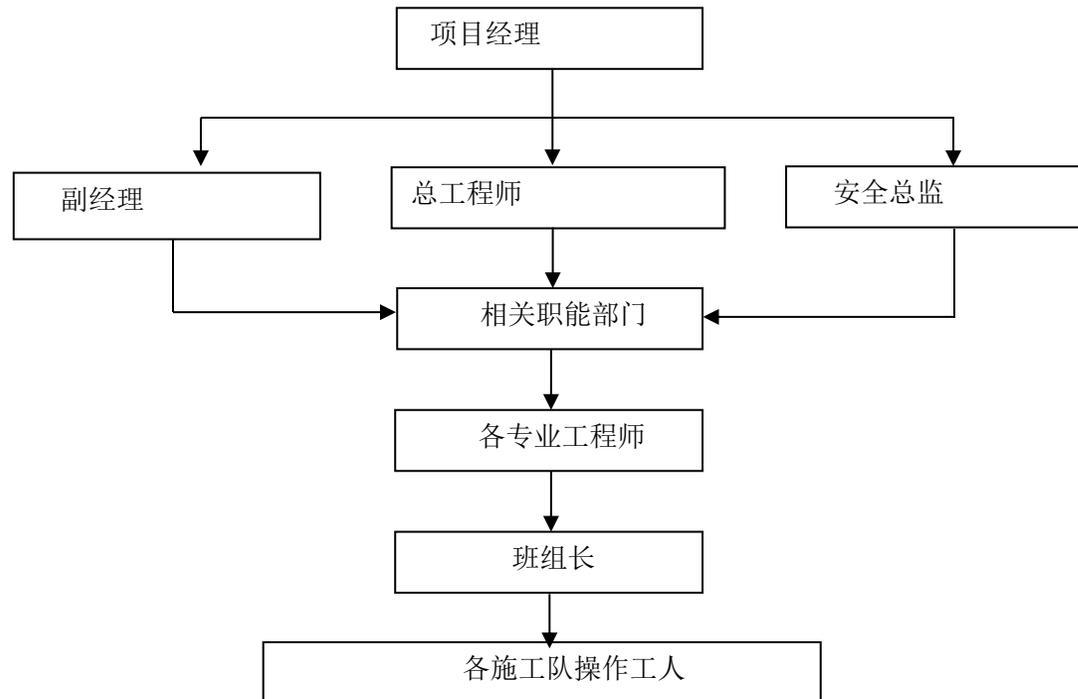


安全计算书

四、制定对策

1、确定安全组织架构

搭设过程中，因处在施工高峰期，各施工班组在交叉作业中，故应加强安全监控力度，现场设定若干名安全监控员。水平和垂直材料运输必须设置临时警戒区域，用红白三角小旗围栏。谨防非施工人员进入。同时成立以项目经理为组长的安全领导小组以加强现场安全防护工作，安全组织机构如下：



四、制定对策

2、确定安全管理流程

项目总工组织编制专项施工方案→公司总工及技术、质量、安全部门审核→完善方案→公司总工、项目总监、业主现场负责人审批→项目技术负责人对方案交底→项目各区域责任工程师组织悬挑外架搭设→项目总工组织验收→分公司总工或质量安全总监组织核验→填写悬挑外架验收表，报项目专业监理、总监签字→悬挑外架拆除申请→项目总工、安全总监同意后拆除

四、制定对策

3、确定对策

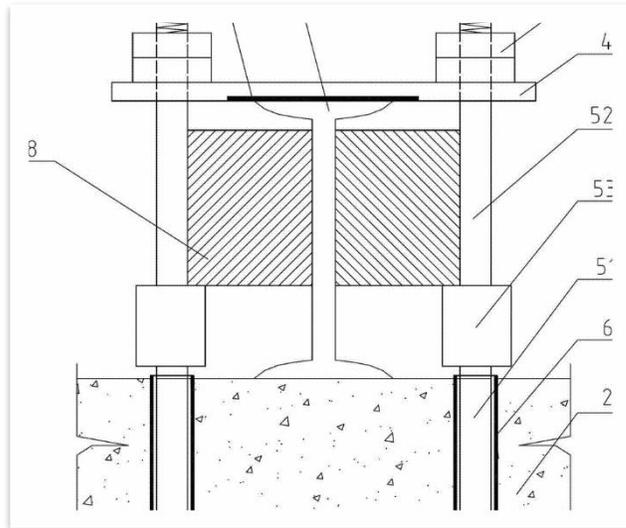
小组成员运用“5W1H”制定对策表。详见下表：

序号	对策	目标	措施	负责人	地点	完成时间
1	与建筑结构固定方式采用U型螺栓固定	1、U型压环钢筋预埋合格率90%。 2、U型压环钢筋焊接合格率 $\geq 90\%$ 。	1、垂直向U型压环钢筋采用采用直径22的Q235B圆钢，间距200，预埋至梁底层钢筋位置，并与梁纵筋进行焊接。水平向U型压环钢筋采用直径18的Q235B圆钢，间距200，预埋至梁右侧钢筋位置，并与梁箍筋进行焊接。 2、使用游标卡尺U型压环钢筋直径进行检查，使用卷尺对预埋位置进行检查。 3、对U型压环钢筋焊接形成的三级焊缝进行外观检查。			
2	采用手工电弧焊	1、工字钢进场验收合格率90%。 2、工字钢焊接合格 $\geq 90\%$ 。	1、选用18#热轧工字钢。 2、工字钢进场验收严格把控。 3、对冷却后形成的焊缝进行超声波探伤检测。			
3	抗剪装置采用加劲肋	1、钢板长度偏差 $\leq \pm 2\text{mm}$ ； 钢板厚度偏差 $\leq 0.2\text{mm}$ ； 钢板厚度合格率 $\geq 90\%$ 。 2、角焊缝合格率 $\geq 90\%$ 。	1、加劲肋双侧设置， $t=10$ 。 2、进行焊接时焊脚高度为5mm。 3、使用游标卡尺对钢板厚度进行测量，使用卷尺对钢板长度进行测量。			
4	安装调试	螺栓紧固合格率 $\geq 95\%$ 。	1、安装调试前对施工人员进行培训和安全技术交底。 2、采用云梯进行安装。 3、安装完成后对螺栓进行严格检查。			

五、对策实施

实施一：采用U型螺栓与建筑结构固定

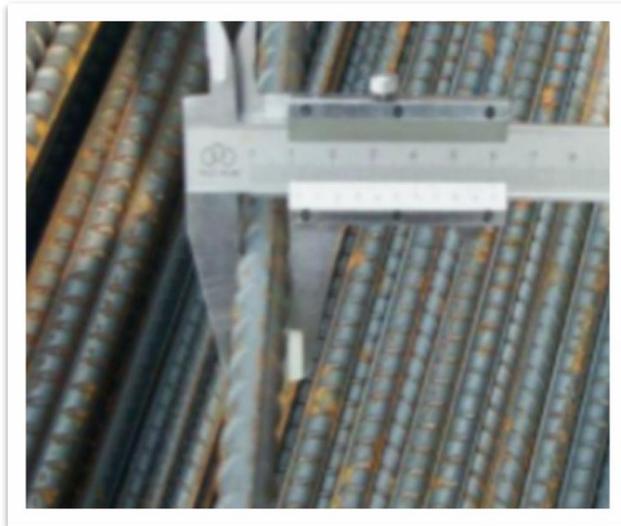
1. 垂直向U型压环钢筋采用采用直径22的Q235B圆钢，间距200，预埋至梁底层钢筋位置，并与梁纵筋进行焊接。水平向U型压环钢筋采用直径18的Q235B圆钢，间距200，预埋至梁右侧钢筋位置，并与梁箍筋进行焊接。



五、对策实施

实施一：采用U型螺栓与建筑结构固定

2. 使用游标卡尺对U型压环钢筋直径进行检查，使用卷尺对预埋位置进行检查。
3. 对U型压环钢筋焊接形成的三级焊缝进行外观检查。



五、对策实施

实施一：采用U型螺栓与建筑结构固定

焊接外观统计表

垂直向U型钢筋编号	焊接外观	验收结果	合格率	水平向U型钢筋编号	焊接外观	验收结果	合格率
1	焊缝较小	合格	90%	1	焊缝较小	合格	90%
2	焊缝较小	合格		2	焊缝较小	合格	
3	焊缝较小	合格		3	焊缝较小	合格	
4	焊缝较小	合格		4	焊缝较小	合格	
5	焊缝较小	合格		5	焊缝较大	不合格	
6	焊缝较小	合格		6	焊缝较小	合格	
7	焊缝较小	合格		7	焊缝较小	合格	
8	焊缝较小	合格		8	焊缝较小	合格	
9	焊缝较大	不合格		9	焊缝较小	合格	
10	焊缝较小	合格		10	焊缝较小	合格	

五、对策实施

实施一：采用U型螺栓与建筑结构固定

预埋位置及间距统计表

垂直向U型钢 筋编号	与焊接钢筋偏 差 (mm)	两U型钢筋间 距 (mm)	验收结果	合格率	水平向U型钢 筋编号	与焊接钢筋偏 差 (mm)	两U型钢筋间 距 (mm)	验收结果	合格率
1	1	198	合格	90%	1	3	196	合格	90%
2	3	201	合格		2	2	200	合格	
3	2	200	合格		3	0	198	合格	
4	1	197	合格		4	12	220	不合格	
5	2	198	合格		5	2	202	合格	
6	3	203	合格		6	3	203	合格	
7	10	190	不合格		7	5	197	合格	
8	1	201	合格		8	4	202	合格	
9	2	198	合格		9	1	204	合格	
10	2	202	合格		10	3	202	合格	

五、对策实施

实施一：采用U型螺栓与建筑结构固定

效果实施确认：小组成员对U型压环钢筋焊接外观进行统计，经抽检合格率为90%，满足目标值要求。U型压环钢筋预埋经抽检，合格率为90%，满足目标值要求。综上所述，实施有效。

五、对策实施

实施二：采用手工电弧焊

1. 选用18#热轧工字钢。
2. 工字钢进场验收严格把控。
3. 对冷却后形成的焊缝进行超声波探伤检测。



五、对策实施

实施二：采用手工电弧焊

工字钢验收统计表

18#工字钢编号	腰高 (mm)	腿宽 (mm)	腰厚 (mm)	验收结果	合格率
1	180	94	6.5	合格	90%
2	180	93	6.5	合格	
3	181	94	6.6	合格	
4	179	94	6.5	合格	
5	180	95	6.5	合格	
6	170	85	4	不合格	
7	180	94	6.4	合格	
8	179	93	6.5	合格	
9	181	94	6.5	合格	
10	180	94	6.5	合格	



五、对策实施

实施二：采用手工电弧焊

超声波探伤检测统计表

检测位置编号	缺陷位置 (mm)	深度 (mm)	测长 (mm)	检测结果	合格率
1	200	7-16	900-400	合格	90%
2	300	12-25	800-500	合格	
3	500	4-15	600-200	合格	
4	200	8-19	400-200	合格	
5	300	6-16	1000-400	合格	
6	400	16-31	1600-800	不合格	
7	500	6-15	800-400	合格	
8	200	7-14	600-200	合格	
9	200	8-15	800-500	合格	
10	300	6-14	1000-400	合格	

五、对策实施

实施二：采用手工电弧焊

效果实施确认：工字钢进场验收进行统计，经抽检合格率为90%，满足目标值要求。小组成员对工字钢焊接部位进行抽查，合格率为90%，满足目标值要求。综上所述，实施有效。

五、对策实施

实施三：抗剪装置采用加劲肋

1. 加劲肋双侧设置， $t=10$ 。
2. 进行焊接时焊脚高度为5mm。
3. 使用游标卡尺对钢板厚度进行测量，使用卷尺对钢板长度进行测量。



五、对策实施

实施三：抗剪装置采用加劲肋

加劲肋尺寸检查统计表

加劲肋编号	长度 (mm)	长度误差 (mm)	厚度 (mm)	厚度误差 (mm)	验收结果	合格率
1	161	1	10.1	0.1	合格	90%
2	160	0	10.2	0.2	合格	
3	159	1	10	0	合格	
4	160	0	9.8	0.2	合格	
5	157	3	9.9	0.1	合格	
6	163	3	10.3	0.3	合格	
7	150	10	9.4	0.6	不合格	
8	158	2	10	0	合格	
9	163	3	10.2	0.2	合格	
10	161	1	10.3	0.3	合格	

五、对策实施

实施三：抗剪装置采用加劲肋

焊脚尺寸检查统计表

焊缝编号	理论焊脚高度 (mm)	实际焊脚高度 (mm)	误差 (mm)	验收结果	合格率
1	5	5	0	合格	90%
2	5	6	1	合格	
3	5	4	1	合格	
4	5	5	0	合格	
5	5	6	1	合格	
6	5	5	0	合格	
7	5	4	1	合格	
8	5	9	4	不合格	
9	5	6	1	合格	
10	5	7	2	合格	

五、对策实施

实施三：抗剪装置采用加劲肋

效果实施确认：小组成员针对加劲肋尺寸进行统计调查，长度最大距偏差3mm，厚最大偏差0.3mm，经统计合格率为90%，满足目标值要求。经抽检焊脚合格率为90%，满足目标值90%要求。综上所述，实施有效。

五、对策实施

实施四：安装调试

1. 安装调试前对施工人员进行培训和安全技术交底。
2. 采用云梯进行安装。
3. 安装完成后对螺栓进行严格检查。

五、对策实施

实施四：安装调试

螺栓紧固合格率检查统计表

螺栓编号	理论拧紧力矩 (N*m)	实测拧紧力矩 (N*m)	螺栓编号	理论拧紧力矩 (N*m)	实测拧紧力矩 (N*m)	合格率
1	120~140	126	11	120~140	129	90%
2	120~140	133	12	120~140	130	
3	120~140	135	13	120~140	135	
4	120~140	128	14	120~140	133	
5	120~140	121	15	120~140	105	
6	120~140	125	16	120~140	124	
7	120~140	112	17	120~140	122	
8	120~140	136	18	120~140	125	
9	120~140	134	19	120~140	128	
10	120~140	131	20	120~140	135	

五、对策实施

实施四：安装调试

效果实施确认：经现场螺栓紧固检测，抽取20个检测螺栓，其中合格18个，合格率90%，满足目标值要求。综上所述，实施有效。

六、效果检查

效果二：社会效益

创新后的梁侧悬挑脚手架固定和拆卸简单，同时节约材料，又可周转使用，有着节能环保的优势，节省了施工成本；降低了施工难度，节约大量人力、物力，有效缩短了施工工期。同时还在保证施工安全的前提下，进一步提高了施工质量，为以后此类工程施工积累下了成功的工程经验，获得建设单位和监理单位的一致好评，并迎来建设主管部门多次观摩学习。

七、巩固措施

- 1. 通过对本次SC 活动创新，本小组成员对相关的施工工艺参数及方法进行了系统的总结，编写了《安全施工工法》，完成申报。**
- 2. SC 小组成员将本次创新过程相关资料存档备案，后期作为创新课题资料进行参考。**

八、今后设想

专业技术：

通过本次SC 活动，小组成员熟练掌握了无楼板框架梁悬挑式脚手架施工方法的技术要点，有效解决了工字钢布置遇到中庭无楼板处的框架梁时，无法搭设悬挑梁的问题，并且能够熟练运用各种检测工具，大丰富了小组现场施工经验。

八、今后设想

管理方法：小组成员对“PDCA”循环有了更深刻的认识，丰富了我们思考问题的思维方式，实现了现场管理的数据化，工具运用的多样化。以下为小组管理技术评价表：

序号	活动内容	主要有点	数据应用	统计应用	存在不足	今后努力方向
1	选择课题	需求分析合理	能利用数据归纳出课题开展的必要性	简易图表	无	学习SC知识，吸收其他SC小组经验
2	设定目标及目标可行性论证	根据工程造价数据分析并结合技术论证可实现目标值	能够较好利用数据定量分析	简易图表	无	加强技术原理学习，提高论证水平
3	提出方案并确定最佳方案	能结合现场实际通过实验数据确定出最佳方案	方案对比分析数据充分	简易图表	部分方案对比缺少图片	提高统计工具的应用，加强过程影像资料收集
4	制定对策	针对方案制定了详细的对策，目标值进行量化，具体到人员任务划分	对策表中目标值都可进行量化	简易图表	缺少对部分策实施难易程度考虑	加强对策实施的可操作性研究学习
5	对策实施	实施过程中能够严格按照对策表中措施进行实施	效果检查中采用数据进行对比分析	简易图表	无	持续加强数据整理分析能力
6	效果检查	有效的达到了实施效果	效果进行来了数据分析对比	简易图表	无	继续提高数据整理分析水平

小组管理活动评价表

十、总结和下一步打算

SC活动小组综合素质自我评价表

序号	评价内容	活动前（分）	活动后（分）
1	创新意识	80	90
2	质量意识	70	95
3	个人能力	80	90
4	SC知识	80	95
5	解决问题能力	75	90
6	团队精神	85	90

下一项SC活动课题：**降低预制ALC板施工过程中事故发生率**



感谢聆听!