	中国能源建设集团安徽电力建设第二工程有限公司 装配式构件吊装专项施工方案	编号：
		版本号：A
		状 态：执行
<div>目 录</div> <div><div>1. 工程概况</div><div>2. 编制依据</div><div>3. 施工准备</div><div>4. 施工计划</div><div>5. 施工工艺技术</div><div>6. 施工工艺流程</div><div>7. 施工方法及操作要求</div><div>8. 施工安全保证措施</div><div>9. 管理和作业人员配备及分工</div><div>10. 质量与验收要求</div><div>11. 应急处置措施</div><div>12. 计算书</div></div>		

## 1. 工程概况

### 1.1 工程简介

- 1.1.1 项目名称：合肥市第六中学教育集团新桥校区项目
- 1.1.2 建设地点：合肥经开区新桥科技创新示范区
- 1.1.3 建设单位：合肥市第六中学，合肥经济技术开发区重点工程建设管理中心
- 1.1.4 设计单位：安徽省建筑设计研究总院股份有限公司
- 1.1.5 勘察单位：宁波冶金勘察设计研究股份有限公司
- 1.1.6 监理单位：安徽省建设监理有限公司
- 1.1.7 施工单位：中国能源建设集团安徽电力建设第二工程有限公司
- 1.1.8 构件生产单位：淮南市筑舜预制构件有限公司

### 1.2 工程概况

- 1.2.1 项目位于合肥市经开区新桥科技创新示范区，东侧虹桥路，南临花莲路，北接遥墙路，西侧为规划支路，项目总用地面积约 229.28 亩，总建筑面积约 18.15 万平方米（其中地上约 155155 平方米，地下约 26345 平方米），预计办学规模 5250 人。本项目单体包括以下内容：高一教学楼、高二教学楼、高三综合楼、学术交流中心、艺体中心、食堂、学生宿舍。拟建建筑物有：高一教学楼、高二教学楼、高三综合楼、学术交流中心、艺体中心、女生宿舍。

- 1.2.2 PC 结构部位为高一教学楼、高二教学楼、高三综合楼、女生宿舍预制构件类型为：预制楼梯+预制叠合板。

#### 1.2.3 PC 结构特点

- (1) 装配整体式混凝土结构；
- (2) 结构主体部分内部混凝土柱采用现浇混凝土；
- (3) 楼板采用预制非预应力钢筋混凝土叠合板；
- (4) 楼梯采用预制混凝土梯板。

#### 1.2.4 PC 吊装难点

- (1) 各个工序交叉紧密，构件安装与钢筋、模板等工种深度交叉，平面管理难度大；
- (2) 传统土建对塔吊要求多，易在吊装过程中与传统土建施工产生交叉作业，塔吊协调难度较大。

#### 1.2.5 施工平面布置

- (1) 每栋单体考虑备货一层，在塔吊有效覆盖范围内设置 PC 构件堆场，叠合板、楼梯板直接堆放在硬质地面上，每栋单体所需构件堆场面积约 500m<sup>2</sup>，每栋单体单独配置 1 台塔吊（满足现场 PC 构件的正常吊装作业）。



2. 编制依据

- 2.1 《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（建质【2018】37号）；
- 2.2 《装配式混凝土结构技术规程》（JGJ 1-2014）；
- 2.3 《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）；
- 2.4 《装配式结构工程施工质量验收规程》（DB32/T4301-2022）；
- 2.5 《装配式混凝土建筑技术标准》（GB/T51231-2016）；
- 2.6 《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ33-2012）；
- 2.7 《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）；
- 2.8 《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）；
- 2.9 《钢筋连接用套筒灌浆料》（JG/T408-2019）；
- 2.10 《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》（JGJ231-2021）；
- 2.11 《建筑施工安全检查标准》（JGJ59-2011）；

2.12 《钢筋连接用灌浆套筒》（JG/T 398-2019）；

### 3. 施工准备

#### 3.1 人员组织准备

3.1.1 根据本工程施工的特点，为优质高效地完成各项施工任务，配备具有丰富施工经验的优秀管理人员组成项目班子，以确保本工程的目标完成。

#### 3.2 劳动力准备

3.2.1 本工程预制构件主要在预制工厂生产，现场主要配备吊装人员，及部分需现浇的节点、叠合板所需要的钢筋工、木工及砼工，项目将督促专业分包队伍抽调公司内技术水平高、作业能力强，经验丰富的施工队伍，落实到本工程施工，以满足本工程劳动力组织的需要。

#### 3.3 周转材料和机械准备

3.3.1 本工程预制工厂和施工现场所需各类施工原材料品种较多，质量要求高，且工期紧，周转材料和机械设备用量较大，在施工前及时落实材料供应商，拟订材料和机械设备的进场计划。

3.3.2 施工前期做好周转材料和机械设备的检修和保养，了解好现场的运输路线，一旦具备施工条件，可迅速组织材料和机械设备进场施工。

#### 3.4 施工技术准备

3.4.1 组织有关技术人员熟悉工程图纸和技术规范，明确施工技术要求和质量标准，提出有利于工程质量和施工的合理化建议，供建设单位和设计单位参考。

3.4.2 收集各项与工程施工有关的技术资料，组织相关人员进行分析，针对工程的特点，对各工种班组长进行施工前的技术交底仔细，了解周围环境情况，进一步优化施工方案，以节约成本和保证施工质量。

3.4.3 组织施工技术人员认真学习施工图纸和与之相关的规范规程，领会设计意图，做好图纸会审和施工前的各项技术准备工作。

3.4.4 加强对新型预制装配技术交底，一方面能使作业人员切实掌握施工要领，另一方面，是对设计意图的理解和消化。

### 4. 施工条件

#### 4.1 施工现场运输道路及堆放场地要符合下列要求

4.1.1 现场运输道路和存放场地坚实平整，并有排水措施（将运输道路及存放场地标高抬高 20-30mm，避免积水）。

4.1.2 施工现场内道路按照构件运输车辆的要求合理设置转弯半径及道路坡度；本工

程场内道路均采用不小于 12m 的转弯半径，遇道路起坡时，坡度应缓（不超过 5%）。

4.1.3 预制构件运送到施工现场后，按规格、品种、使用部位、吊装顺序分别设置存放场地；存放场地设置在吊装设备的有效起重范围内，且在堆垛之间设置通道。

4.1.4 构件的存放架应具有足够的抗倾覆性能，本工程竖向构件采用专用插架或专用货架存放，能有效保证足够的抗倾覆性能。

#### 4.2 技术保证条件

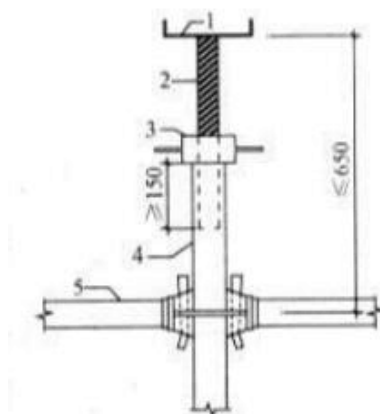
4.2.1 根据起吊 PC 预制构件的重量统计，及各单体配置的塔吊的起吊性能参数（覆盖范围、额定起重量）分析，确保各栋单体配置的塔吊能满足各栋单体的起重吊装任务。

4.2.2 按照最重的 PC 预制构件计算所用钢丝绳，每个吊装班组体至少配置 2 套同直径的起吊钢丝绳（备用一套暂不领用，作为报废钢丝绳换新之用），每天下班前务必检查钢丝绳有无磨损迹象；在起吊作业时，严禁将钢丝绳直接接触 PC 预制构件，必须通过吊具进行起吊，一来确保起吊安全，二来防止钢丝绳直接接触预制构件会造成磨损影响钢丝绳的承载力。

4.2.3 PC 预制构件所预埋吊具，必须采用合格产品（低碳素钢，严禁采用高碳素钢），不得有裂纹及其他缺陷，预埋深度及平面位置严格按照设计要求执行，且预制构件出厂前的砼强度必须达到设计强度的 75%。

4.2.4 支撑架体搭设均由专业架子工操作，以确保搭设质量，搭设完成，对顶部方木表面标高进行复核，确保相邻叠合板底标高偏差在规范允许范围内。

4.2.5 盘扣架顶端所用顶托必须是合格产品，其承载力须满足规范要求，可调顶托插入立杆内的长度不得少于顶托全高的 2/3，且模板支架可调托座伸出顶层水平杆悬臂长度如下图严禁超过 650mm，且丝杆外露长度严禁超过 400mm，可调托座插入立杆长度不得小于 150mm。以避免顶托倾覆造成安全事故。



## 5. 施工计划

### 5.1 进度计划

5.1.1 本工程各单体楼层按照后浇带已划分检验批，具体如下：

5.1.2 单层工期计划为 15 天（含现浇层钢筋绑扎及模板支设、水电管线预埋、混凝土浇筑等工序），其工期组成为：

5.1.3 平均每个水平向预制构件吊装所用时间为 10 分钟，每天平均起吊水平向构件数为：60 个左右；单层水平向预制构件 300 块左右，因此，单层水平向预制构件吊装计划工期为：6 天。

5.1.4 剪力墙、柱钢筋绑扎、模板支设及穿插施工（含吊装作业）需 8 天。

5.1.5 最后一天浇筑养护砼。

### 5.2 吊装装备配置计划

主要吊装装配配置计划表

序号	名称	规格	数量	单位	备注
1	塔吊	R245-10RD	5	台	租赁，满足现场PC构件正常起吊
2	汽车吊	50t	1	台	租赁，满足现场楼梯构件正常起吊
3	斜支撑	2.5m	500	根	2层配置量
		1.5m	500	根	
4	斜支撑螺栓	与预埋套筒匹配	2964	个	
5	平衡钢梁	4m H型钢	3	根	
6	灌浆机	JM-GJB5C	3	台	与灌浆料配套使用
7	自锁式吊钩	C级2.7t	12	个	
8	吊锁	2.5t	12	个	
9	卸扣	2t	12	个	
		3t	12	个	
		5t	12	个	
10	钢丝绳	Φ18	12	根	
		Φ20	12	根	
11	缆风绳	尼龙绳，L=5m	3	根	



	硬塑垫块	50*50*2/3/5/10	1000	块	
		50*50*20	1000	块	
12	水平支撑方木	40*90	3	立方	
13	钢筋定位件	依据实际情况加工	300	个	
14	铝合金人字梯	梯高2m, 荷载200kg	3	架	
15	撬棍	L=1200	9	根	
16	电动扳手	/	9	台	
17	轻型电锤钻	/	3	台	
18	对讲机	GP329/339	6	台	
19	激光扫平仪	/	3	台	
20	冲击转式砂浆搅拌机	1200-1400W	3	台	
21	电子秤	0-50kg	3	个	
22	测温计	/	3	个	
23	截锥圆模	Φ 70*Φ 100*Φ 60	3	个	
24	玻璃板	500*500*6	3	块	
25	灌浆料试模	40*40*160	3	套	

### 5.3 吊装人员配置计划

5.3.1 根据总进度计划,本工程计划配置2个吊装班组,需要8人,外配置2人杂工,则总配置作业人员10人。

5.3.2 若遇工期紧张需要增加吊装班组时,可适当根据实际情况增加作业人员。

## 6. 施工工艺技术

### 6.1 施工要求

6.1.1 PC预制构件单个起重量普遍较大,完全靠构件顶部的预埋吊具承受构件重量,因此,构件在进场前必须确保其强度达到规定的起吊强度(不低于设计强度的75%),否则严禁进行起吊作业,生产工厂必须严格控制出场的PC构件强度,以防止吊具被拔出,构件脱落造成安全事故。

6.1.2 PC预制构件进场后,对每个构件的外观质量进行验收,包括吊环、吊点的位置等是否与图纸一致;对于构件有明显缺陷的、尺寸偏差超过规定的、出厂资料(包括材料复试报告)不齐全或不符合要求的、装车顺序混乱的,一律不予接收。

- 6.1.3 PC 预制构件在吊装作业中，严格按照预先设计的吊装顺序进行吊装作业，不得随心所欲的胡乱改变吊装顺序，如确实有必要更改吊装顺序，须经过技术负责人的同意后方可更改吊装顺序，同时将更改后的顺序通知工厂，按照新的吊装顺序安排生产和物流装车。
- 6.1.4 PC 预制构件在吊装作业中，必须设置专业人员负责吊装指挥，堆场设置 2 名专业人员负责挂吊钩、扶正构件缓缓起吊，吊离地面或车厢底板 0.3 米高度时，由一名负责人再次检查构件外观质量，如有开裂、缺损等质量问题严禁起吊，检查无误后开始缓慢起吊；在起吊旋转过程中，严禁从人头顶上经过，并且在构件吊装区设置醒目的警示牌，指挥人员需提醒相关人员退避至安全区域，待构件吊至安装部位上部约 1m 高度处停止下降，由至少 2 名专业人员利用引导绳（缆风绳）扶正构件后，指挥人员指挥塔吊司机缓缓下降起吊构件，直至构件安装平稳并固定牢固后，取掉吊钩，开始重复下一个构件的吊装作业。
- 6.1.5 PC 预制构件(水平构件)采用盘扣式脚手架进行支撑,架体顶部通长设置 100\*100 垫木；竖向支撑体系在搭设过程中，严格按照方案进行搭设，并且竖向支撑体系的所有构件不得碰到斜支撑，最好能有至少 100mm 宽的安全距离，防止支撑架体所受荷载传递到斜支撑上，造成 PC 预制竖向构件的失稳。
- 6.2 塔吊及支撑架技术参数
- 6.2.1 塔吊选型
- (1) 塔吊的选型和布置条件分析
- A 根据主体结构特征，按照“经济高效、安全快捷”的原则，塔吊主要用于工程结构钢筋、模板、预制板等和屋面材料的垂直、水平运输，因此本工程垂直、水平运输尤为重要，特别是塔吊的选型和布置更是重中之重。
- (2) 塔吊的平面布置和选型的原则
- A 塔吊的数量、生产能力必须满足本工程土建施工的需要和工期要求。
- B 在满足施工需要的前提下，按照“经济高效、安全快捷”的原则，选择相对经济合理的塔吊布置方案和塔吊选型。
- (3) 塔吊的平面布置和性能参数
- A 根据本工程的平面尺寸和土建结构的布局等特点，现场安装七台 R245-10RD 型塔吊，超过 3 吨重的楼梯采用 50t 汽车吊配合进行吊装。



各栋号塔吊型号及安装高度参照表

塔吊序号	塔吊型号	楼栋	楼层高度（m）	大臂长度（m）	塔吊安装高度
3#	R245-10RD（70m）	高二	20.1	70m	45m
4#	R245-10RD（70m）	高三	19.8	70m	51m
5#	R245-10RD（70m）	高一	23.4	70m	60m
6#	R245-10RD（70m）	女生宿舍	28.8	70m	45m
7#	R245-10RD（70m）	女生宿舍	28.8	67.5m	45m

B R245-10RD（70m）型塔吊起重性能表

24

2.1.3 起重性能

表 2-3 起重性能表

臂长 /m	倍率	最大起重量 /t	幅度 /m	起重量/t																											
				15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	32.5	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	52.5	55.0	57.5	60.0	62.5	65.0	67.5	70.0					
70	2	5.0	35.0					5.00					4.60	4.24	3.93	3.66	3.41	3.19	2.99	2.81	2.65	2.49	2.36	2.23	2.11	2.00					
	4	10.0	19.3			10.00	9.57	8.34	7.36	6.57	5.92	5.37	4.90	4.49	4.14	3.83	3.55	3.30	3.08	2.88	2.70	2.54	2.39	2.25	2.12	2.00	1.89				
67.5	2	5.0	37.2					5.00					4.94	4.57	4.24	3.95	3.68	3.45	3.24	3.04	2.87	2.71	2.56	2.43	2.30						
	4	10.0	20.4			10.00		8.93	7.89	7.05	6.35	5.77	5.27	4.84	4.46	4.13	3.84	3.58	3.34	3.13	2.94	2.76	2.60	2.45	2.32	2.19					
65	2	5.0	38.0					5.00					4.69	4.35	4.05	3.79	3.55	3.33	3.13	2.95	2.79	2.64	2.50								
	4	10.0	20.8			10.00		9.15	8.09	7.23	6.52	5.92	5.41	4.97	4.58	4.25	3.95	3.68	3.44	3.22	3.02	2.85	2.68	2.53	2.39						
62.5	2	5.0	39.6					5.00					4.95	4.59	4.28	4.00	3.75	3.52	3.32	3.13	2.96	2.80									
	4	10.0	21.7			10.00		9.61	8.50	7.60	6.86	6.23	5.70	5.24	4.84	4.48	4.17	3.89	3.64	3.41	3.21	3.02	2.85	2.69							
60	2	5.0	40.1					5.00					4.65	4.34	4.05	3.80	3.57	3.36	3.17	3.00											
	4	10.0	22.0			10.00		9.73	8.61	7.70	6.95	6.31	5.77	5.31	4.90	4.54	4.23	3.95	3.69	3.46	3.25	3.07	2.89								
57.5	2	5.0	42.2					5.00					4.96	4.63	4.33	4.06	3.82	3.60	3.40												
	4	10.0	23.1			10.00		9.14	8.18	7.39	6.72	6.15	5.66	5.23	4.85	4.52	4.22	3.95	3.71	3.49	3.29										
55	2	5.0	45.0					5.00					4.68	4.39	4.13	3.90															
	4	10.0	24.6			10.00		9.81	8.79	7.95	7.23	6.63	6.10	5.65	5.24	4.89	4.57	4.28	4.03	3.79											
52.5	2	5.0	46.4					5.00					4.86	4.57	4.30																
	4	10.0	25.4			10.00		9.11	8.24	7.51	6.88	6.34	5.86	5.45	5.08	4.75	4.46	4.19													
50	2	5.0	47.5					5.00					4.70																		
	4	10.0	26.0			10.00		9.36	8.47	7.71	7.07	6.52	6.03	5.61	5.23	4.89	4.59														
47.5	2	5.0	47.5					5.00					4.68	4.39	4.13	3.90															
	4	10.0	26.8			10.00		9.71	8.78	8.01	7.34	6.77	6.27	5.83	5.44	5.09															
45	2	5.0	45.0					5.00					4.68	4.39	4.13	3.90															
	4	10.0	27.4			10.00		9.96	9.02	8.22	7.54	6.95	6.44	5.99	5.59																
42.5	2	5.0	42.5					5.00					4.68	4.39	4.13	3.90															
	4	10.0	27.0			10.00		9.81	8.87	8.09	7.42	6.84	6.34	5.89																	
40	2	5.0	40.0					5.00					4.68	4.39	4.13	3.90															
	4	10.0	26.9			10.00		9.74	8.82	8.03	7.37	6.79	6.29																		
37.5	2	5.0	37.5					5.00					4.68	4.39	4.13	3.90															
	4	10.0	26.5			10.00		9.60	8.69	7.92	7.26	6.69																			
35	2	5.0	35.0					5.00					4.68	4.39	4.13	3.90															
	4	10.0	26.3			10.00		9.52	8.61	7.84	7.19																				
32.5	2	5.0	32.5					5.00					4.68	4.39	4.13	3.90															
	4	10.0	25.9			10.00		9.34	8.44	7.69																					
30	2	5.0	30.0					5.00					4.68	4.39	4.13	3.90															
	4	10.0	25.8			10.00		9.28	8.39																						

PC45-100D

技术数据

塔式起重机操作手册

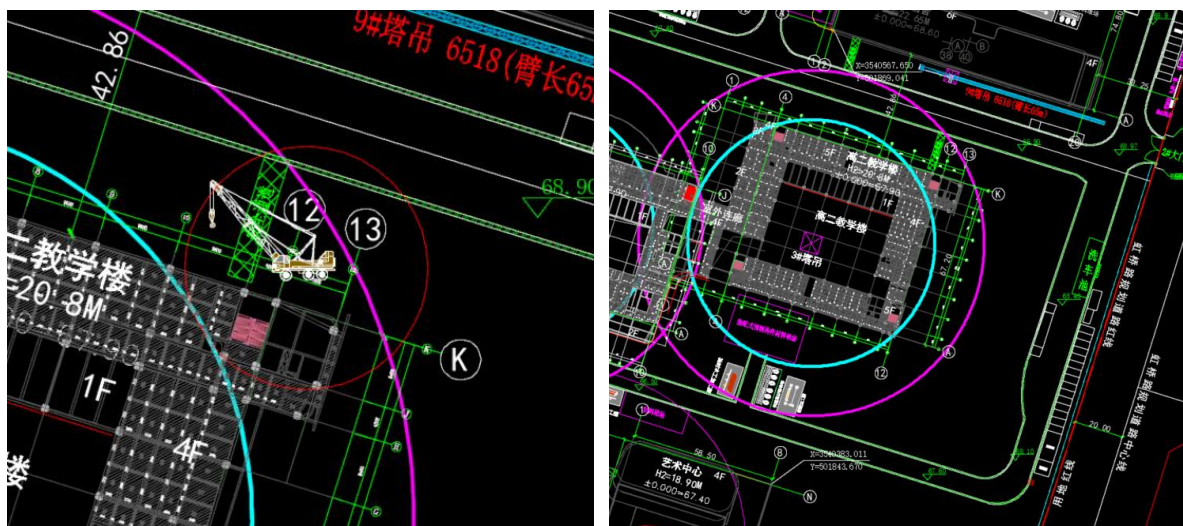
C 50t 汽车吊起重性能表

50 吨汽车起重机性能表（主臂）

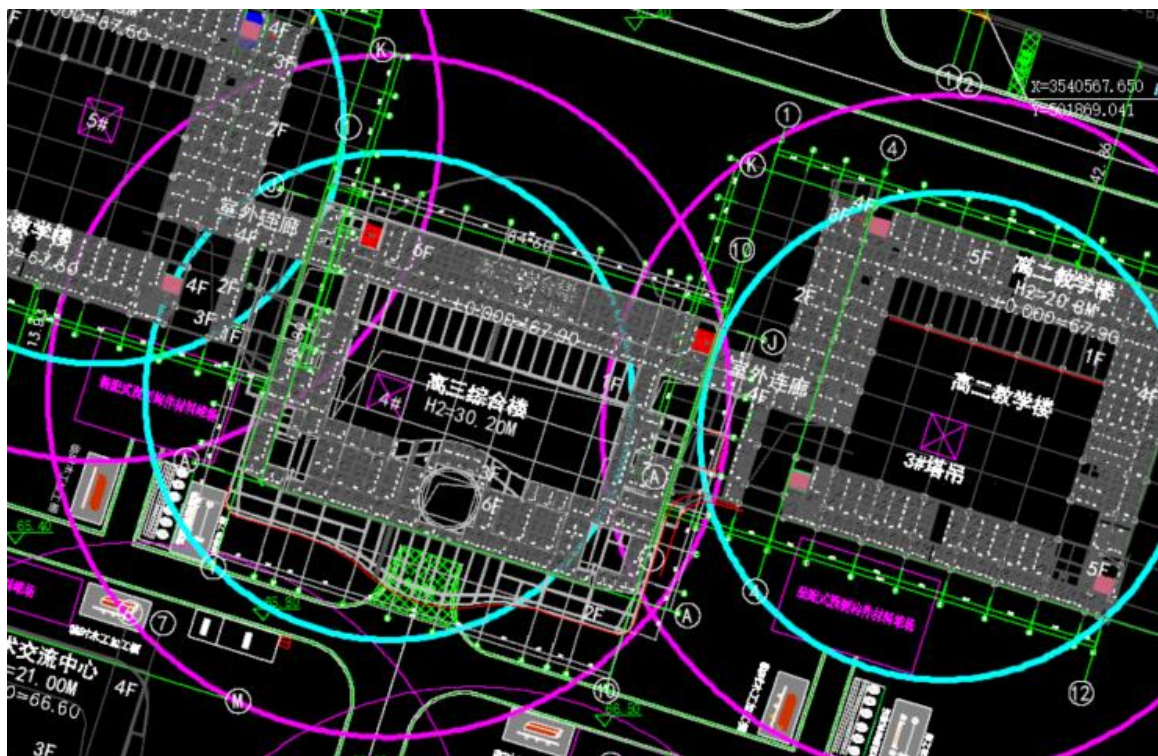
不支第五支腿，吊臂位于起重机前方或后方；支起第五支腿，吊臂位于侧方、后方、前方						
工作半径 (m)	主臂长度 (m)					
	10.70	18.00	25.40	32.75	40.10	
3.0	50.00					
3.5	43.00					
4.0	38.00					
4.5	34.00					
5.0	30.00	24.70				
5.5	28.00	23.50				
6.0	24.00	22.20	16.30			
6.5	21.00	20.00	15.00			
7.0	18.50	18.00	14.10	10.20		
8.0	14.50	14.00	12.40	9.20	7.50	
9.0	11.50	11.20	11.10	8.30	6.50	
10.0		9.20	10.00	7.50	6.00	
12.0		6.40	7.50	6.80	5.20	
14.0			5.10	5.70	4.60	
16.0			4.00	4.70	3.90	
18.0			3.10	3.70	3.30	
20.0			2.20	2.90	2.90	
22.0			1.60	2.30	2.40	
24.0				1.80	2.00	
26.0				1.40	1.50	
28.0					1.20	
30.0					0.90	
各臂 伸缩 率 (%)	二	0	100	100	100	100
	三	0	0	33	66	100
	四	0	0	33	66	100
	五	0	0	33	66	100
钢丝绳倍率		12	8	5	4	3
吊钩重量		0.515		0.215		

- 6.3 PC 预制构件起吊技术参数
- 6.3.1 标准层 PC 预制构件起吊技术参数（按最不利起吊考虑）：每台塔吊均设置安全报警体系，超载时会提醒。

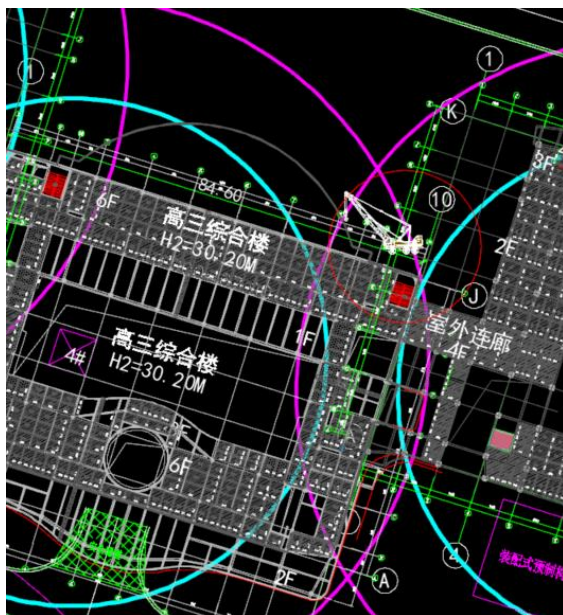
(1) 高二教学楼 3#塔吊最大臂长为 70m，最大臂长处可以吊 2t，叠合板堆场在塔吊 70m 覆盖范围内。预制叠合板构件最重为 1.47t，塔吊全部可以覆盖，因此，叠合板全部采用塔吊进行吊装。2#、3#、4#楼梯离塔吊中心最长距离为 47.5m，预制构件堆场离塔吊中心为 37.5m，塔吊 47.5m 臂长处可吊 3.43t。预制楼梯构件最重 3.26 吨。因此，2#、3#、4#楼梯采用塔吊进行吊装。1#楼梯离塔吊中心为 57.5m，楼梯重 3.04t，此处塔吊无法满足吊装要求，故采用汽车吊进行施工。汽车吊选用 50t 汽车吊，在离楼梯 16m 位置进行吊装作业，地面及支腿基础采用 16mm 厚钢板进行敷设，详下图：



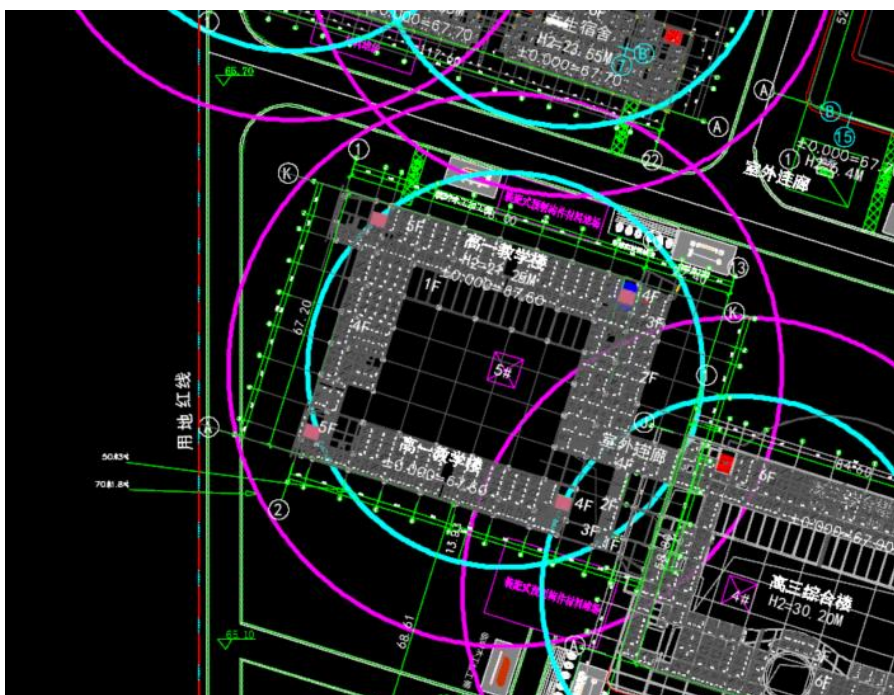
- (2) 高三教学楼 4#塔吊最大臂长为 70m，最大臂长处可以吊 2t，叠合板堆场在塔吊 70m 覆盖范围内。预制叠合板构件最重为 1.47t，塔吊全部可以覆盖，因此，叠合板全部采用塔吊进行吊装。1#楼梯离塔吊中心最长距离为 35.8m，预制构件堆场离塔吊中心为 43.15m，塔吊 47.5m 臂长处可吊 3.43t。预制楼梯构件最重 3.26 吨。因此，1#楼梯采用塔吊进行吊装。2#楼梯离塔吊中心为 57.5m，楼梯重 3.04t，此处塔吊无法满足吊装要求，故采用汽车吊进行施工。汽车吊选用 50t 汽车吊，在离楼梯 14m 位置进行吊装作业，地面及支腿基础采用 16mm 厚钢板进行铺设，详下图：

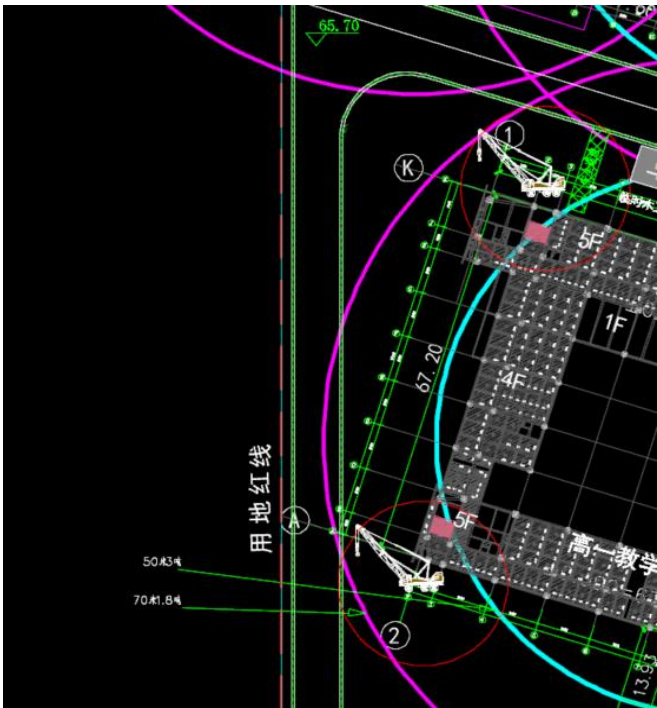






- (3) 高一教学楼 5#塔吊最大臂长为 70m，最大臂长处可以吊 2t，叠合板堆场在塔吊 70m 覆盖范围内。预制叠合板构件最重为 1.47t，塔吊全部可以覆盖，因此，叠合板全部采用塔吊进行吊装。2#、4#楼梯离塔吊中心最长距离为 39.5m，预制构件堆场离塔吊中心为 42.5m，塔吊 45.5m 臂长处可吊 3.66t。预制楼梯构件最重 3.26 吨。因此，2#、4#楼梯采用塔吊进行吊装。1#、3#楼梯离塔吊中心为 54m，楼梯重 3.04t，此处塔吊无法满足吊装要求，故采用汽车吊进行施工，汽车吊选用 50t 汽车吊，在离楼梯 18m 位置进行吊装作业，地面及支腿基础采用 16mm 厚钢板进行铺设，详下图：





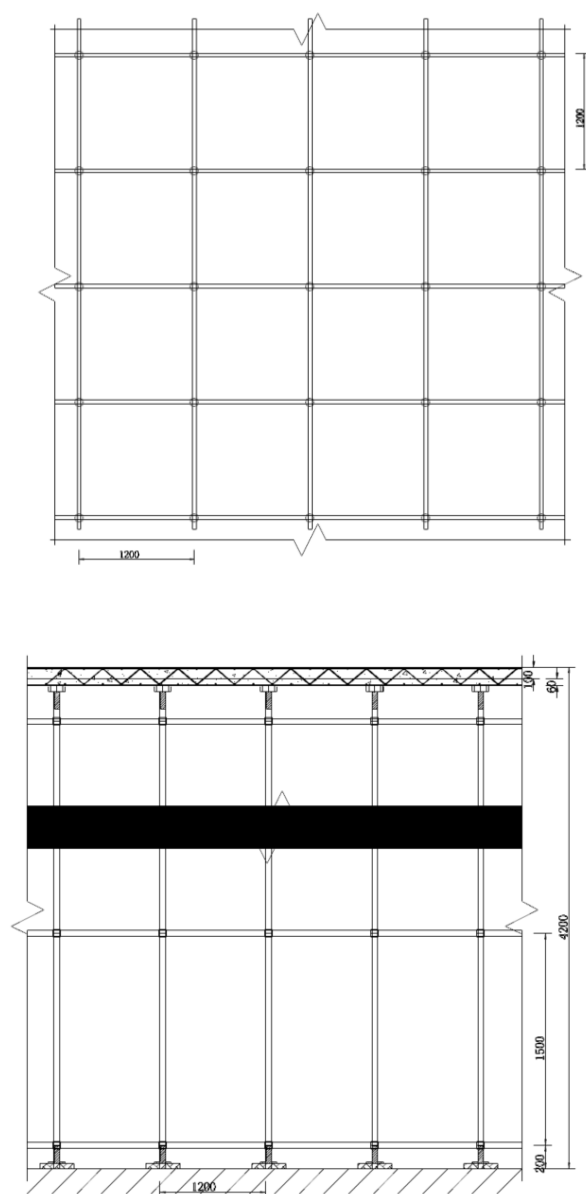
- (4) 女生宿舍楼 6#、7#塔吊最大臂长为 70m，楼梯离塔吊中心最长距离为 48m，塔吊的最大臂长处可以吊 3.08 吨。构件最重 1.9 吨。在最重构件处，半径约 50m，可以吊 5t。此处，PC 场地的边缘均能起吊 5t。完全满足起吊条件（吊钩、吊具、吊链总重不足 0.1 吨，按 0.1 吨计算，亦满足塔吊起吊要求）。



6.4 竖向支撑架体搭设技术参数

6.4.1 叠合板支撑体系

- (1) 本工程叠合板支撑体系最大高度为 4.2m，以此作为最不利点进行计算。板支撑体系盘扣式支撑体系，立杆间距 1200mm\*1200mm，水平杆纵横向布置，步距 1500mm，距地面 300mm 设置扫地杆，立杆立于坚实基础，下部设置垫木；顶撑自由端高度不大于 500mm，背楞采用 40\*40\*3 方钢，纵向布置，木方应垂直叠合板长边板缝放置。
- (2) 构造措施：支架架体四周外立面向内的第一跨每层均应设置竖向斜杆，架体整体顶层及首层均应设置竖向斜杆，并在架体每隔 4 跨由底至顶纵横向均应设置斜杆或采用钢管扣件搭设剪刀撑，增强架体整体稳定性；





## 6.5 工程测量要求

## 6.5.1 施工准备


## (1) 工具仪器的准备




序号	类别	物料名称	规格	数量	单位	说明	备注
1	标高测量放线	水准仪	DS05	2	台	含三角架、塔尺	
2		经纬仪	DJ6	1	台		
3		钢卷尺	100m	2	把		
4		钢卷尺	5m	4	把		
5		墨斗	木	2	个		
6		墨汁	塑料瓶装	5	瓶	大瓶	
7		红蓝铅笔		10	支		
8		木工铅笔		10	支		
9		记号笔		10	支	红、黑各 5 支	
10		红油漆		5	瓶	小瓶 (0.5kg)	
11		毛笔		10	支		
12		线锤		5	个	0.5kg	
13		线锤		2	个	1kg	

## (2) 人员准备

序号	工种	数量	备注
1	测量员	4 人	
2	放线施工员	2 人	

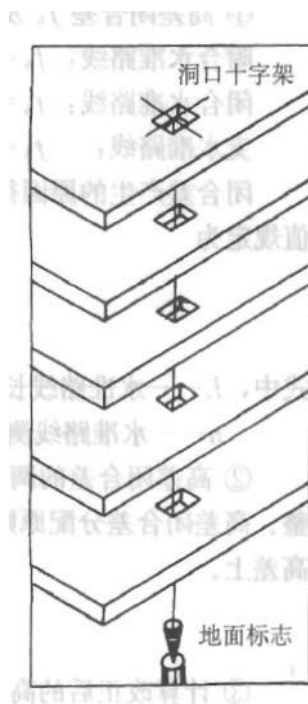
## (3) 吊具选用

产品名称	材料	承重吨位	数量	备注	图片
卸扣	345	4	4	总承重 16 吨 自重共 12kg	

吊钩	40Cr	4	4	总承重 16 吨 自重共 10kg	
铁链	20Mn2	3.2	4	专业起重厂家生 产承重 12.8 吨， 自重 100kg	
独立吊具	40Cr	2	4	总承重 8 吨 楼梯用 自重共 16kg	

### 6.5.2 建筑物施工测量

- (1) 建筑物施工测量中的主要问题是控制垂直度，就是将建筑物的基础轴线准确地向高层引测，并保证各层相应轴线位于同一竖直面内，控制竖向偏差，使轴线向上投测的偏差值不超限。
- (2) 轴线向上投测时，要求竖向误差在本层内不超过 5mm，全楼累计误差值不应超过  $H/1000$ （ $H$  为建筑物总高度），且不应大于：
  - (3)  $30\text{m} < H \leq 60\text{m}$  时，10mm； $60\text{m} < H \leq 90\text{m}$  时，15mm； $90\text{m} < H$  时，20mm。
  - (4) 高层建筑物轴线的竖向投测，本工程主要采用内控法。内控法是在建筑物内  $\pm 0.000\text{m}$  平面设置轴线控制点，并预埋标志，以后再各层楼板相应位置上预留  $200\text{X}200\text{mm}$  的传递孔，再轴线控制点上直接采用吊线坠法或激光铅锤仪法，通过预留孔将其点位垂直投测到任一楼层。
    - A 内控法轴线控制点的设置。在基础施工完毕后，在  $\pm 0.000\text{m}$  首层平面上，适当位置设置与轴线平行的辅助轴线。辅助轴线距轴线 500~800mm 为宜，并在辅助轴线交点或端点处理设标志。
  - (5) 吊线坠法。吊线坠法是利用钢丝悬挂重锤球的方法，进行轴线竖向投测。投测方法如下。
    - A 如下图所示，在预留孔上面安置十字架，挂上锤球，对准首层预埋标志，当锤球线静止时，固定十字架，并在预留孔四周作出标记，作为以后恢复轴线及放样的依据。此时，十字架中心即为轴线控制点在该楼面上的投测点。



- B 用吊线坠法实测时，要采取一些必要措施，如用铅直的塑料套着坠线或将锤球沉浸于油中，以减少摆动。

(6) 激光铅锤仪法

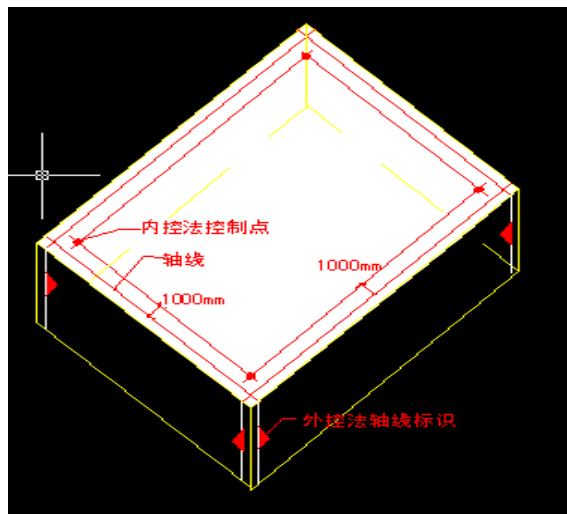
- A 激光铅锤仪法。激光铅锤仪是一种专用的铅直定位仪器。适用于高层建筑物、烟囱及高塔架的铅直定位测量。
- B 激光器通过两组固定螺钉固定在套筒内。激光铅锤仪的竖轴时空心筒轴，两端有螺扣，上、下两端分别与发射望远镜和氦氖激光器套筒相连接，二者位置可对调，构成向上或向下发射激光束的铅垂仪。仪器上设置有两个互成  $90^\circ$  的管水准仪，仪器配有专用激光电源。
- C 激光铅锤仪投测轴线。投测方法如下：
- 首层轴线控制点上安置激光铅锤仪，利用激光器底端（全反射棱镜端）所发射的激光束进行对中，通过调节基座整平螺旋，使管水准器气泡严格居中。
  - 在上层施工楼面预留孔处，放置激光标靶。
  - 接通激光电源，启动激光器发射铅直激光束，通过发射望远镜调焦，使激光束会聚成红色耀目光斑，投射到激光标靶上。
  - 移动激光标靶，使靶心与红色光斑重合；固定激光标靶，并在预留孔四周作出标记，此时，靶心位置即为轴线控制点在该楼面上的投测点。

6.5.3 弹线定位

- 将四个投测点连线即为楼层的控制轴线。控制轴线进行偏移后即得出控制轴线。
- 将控制轴线进行偏移，弹出外墙板内边控制线及构件端线，内墙板的两侧控制

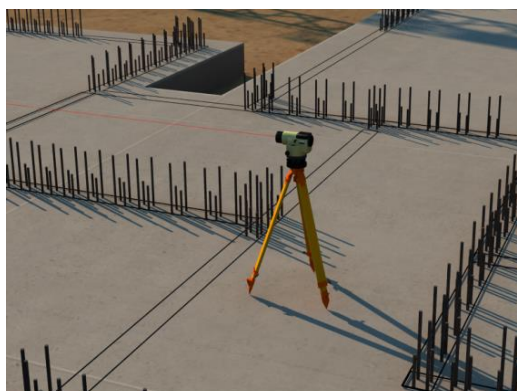
线及构件端线。

- (3) 在弹轴线的过程中，可在室外用经纬仪将基础轴线向上引测至相应楼层，对内控法弹出的轴线进行复核。



#### 6.5.4 标高测量

- (1) 将标高控制点引测至首层楼面。
- (2) 用水准仪、塔尺测量出首层楼面安装 PC 构件的最高点。
- (3) 最高点上放置 10mm 垫块。以此标高作为首层楼面的控制标高。
- (4) 以控制标高测量出各 PC 墙板的垫块厚度，放置相应的垫块。每个 PC 墙板放置 2 组垫块。在放置的垫块位置需做好标记并注明垫块厚度，垫块放置在构件厚度的中间，长度方向的 L/4 处。垫块放置时应避开门洞位置。
- (5) 墙板吊装完毕后，还需将建筑原始标高标识于墙板上。用于控制各楼层绝对标高。



### 6.6 主要工艺流程及施工方法

#### 6.6.1 安装工艺流程

#### 6.6.2 弹线定位、标高测设——柱钢筋绑扎、配模——楼板竖向支撑搭设、现浇模板



铺设——叠合板吊装——楼梯吊装——水电预埋及钢筋绑扎——混凝土浇筑及养护

#### 6.6.3 施工方法

#### 6.6.4 弹线定位、标高测设



#### 6.6.5 柱钢筋绑扎、配模



#### 6.6.6 楼板竖向支撑搭设、现浇模板铺设，（两种形式楼梯，第一种带伸出筋的需在钢筋绑扎前吊装，第二种在楼梯歇台板浇筑完成后吊装）



### 6.6.7 叠合板吊装

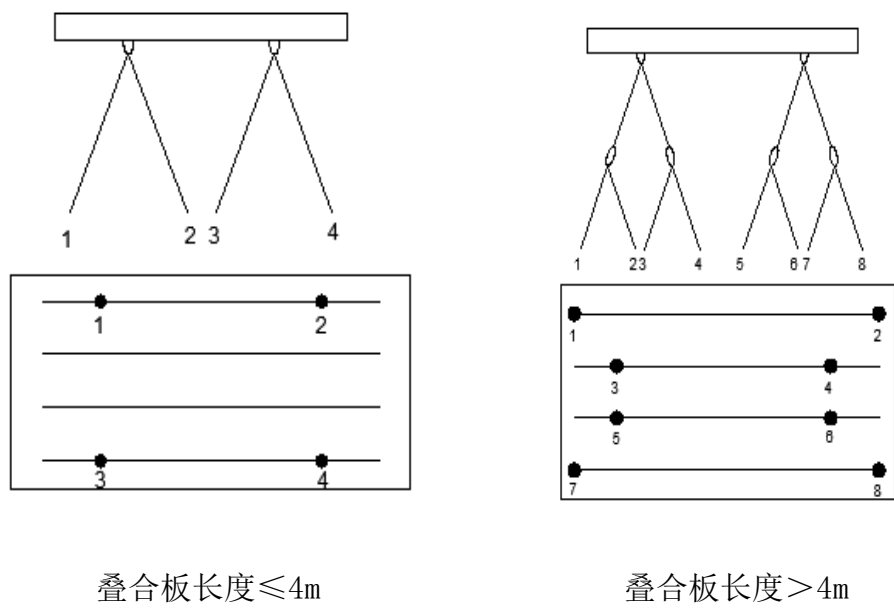
#### (1) 竖向支撑搭设

- A 安装叠合板时底部必须做临时竖向支撑架，竖向支撑采用盘扣式脚手架支撑，安装楼板前调整支撑标高与两侧墙预留标高一致。
- B 支架立杆搭设位置应按布置方案放线确定，不得任意搭设。
- C 支架水平方向搭设，首先应根据立杆位置的要求布置可调底座，应按先立杆后水平杆再斜杆的顺序搭设，形成基本的架体单元，应以此扩展搭设成整体支架体系。
- D 可调底座和垫板应准确地放置在定位线上，并保持水平，垫板应平整、无翘曲，不得采用已开裂垫板。
- E 立杆应根据楼层净高选用整根立杆，水平杆扣接头与连接盘通过插销连接，应采用榔头击紧插销，保证水平杆与立杆连接可靠。
- F 每搭完一步架体后，应及时校正水平杆步距，立杆的纵、横距，立杆的垂直偏差与水平杆的水平偏差。控制立杆的垂直偏差不应大于  $H/500$ ，且不得大于 50mm。
- G 支架搭上应设置顶托，顶托上放置木枋，铺设方向与叠合板拼缝垂直。
- H 建筑楼板多层连续施工时，应保证上下层支撑立杆在同一轴线上。
- I 支架搭设完成后混凝土浇筑前，应由项目技术负责人组织相关人员进行验收，符合专项施工方案后方可浇筑混凝土。
- J 架体拆除时应按施工方案设计的拆除顺序进行。拆除作业必须按先搭后拆，后搭先拆的原则，从顶层开始，逐层向下进行，严禁上下层同时拆除。拆除时的构配件应通过楼层传递孔人工传递至施工楼层面，并按照规定在指定位置成堆堆放，不得随意乱放。

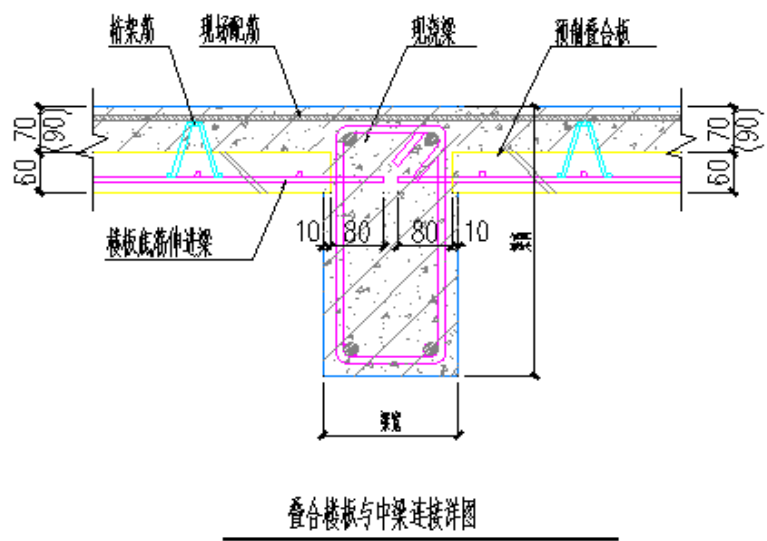
#### (2) 构件复核

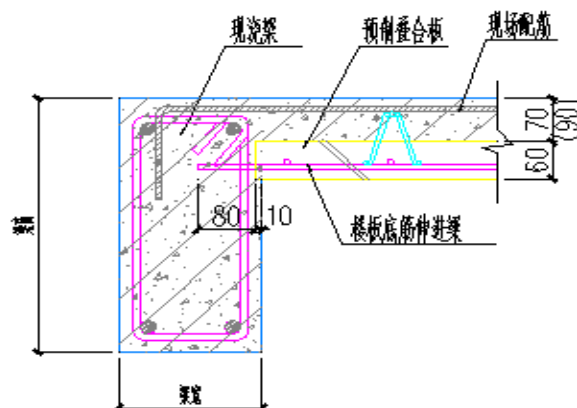
- A 根据施工图纸，核对构件尺寸、质量、数量等情况，查看所进场构件编号，构件上的预留管线以及预留洞口是否有无偏差，并做好详细记录。
- B 叠合楼板挂钩起吊：叠合板长 $\leq 4\text{m}$ 时采用 4 点挂钩（四点挂钩时可不用钢扁担）， $> 4\text{m}$ 时采用 8 点挂钩，吊钩或卸扣对称（左右、前后）固定于预埋在叠合板中的吊环上。挂钩时应确保各吊点均匀受力。



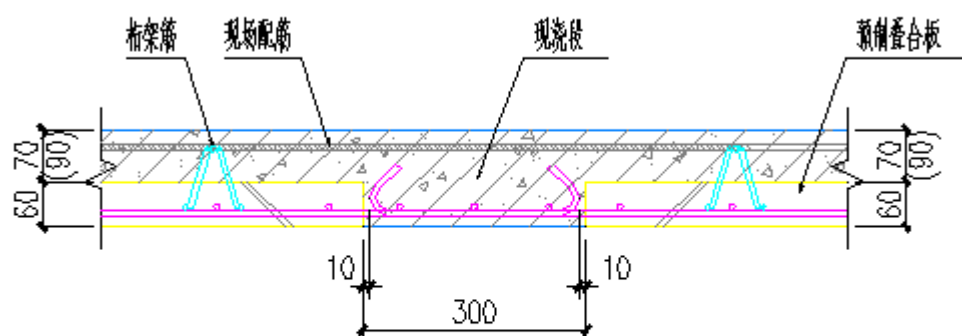


- (3) 构件安装
- A 将构件吊离地面，观测构件是否基本水平，各吊点是否受力，构件基本水平、吊点全部受力后起吊。
- B 根据图纸所示构件位置就位，就位同时观察楼板预留孔洞与水电图纸的相对位置。
- C 构件安装时短边深入梁/剪力墙上 10mm，构件长边与梁或板与板拼缝按设计图纸要求安装。





叠合板与边梁连接详图



双向板现浇带钢筋连接详图

(4) 具体安装流程及要求：

- A 塔吊缓缓将预制板吊起，待板的底边升至距地面 500mm 时略作停顿，再次检查吊挂是否牢固，板面有无污染破损，若有问题必须立即处理。确认无误后，继续提升使之慢慢靠近安装作业面。
- B 叠合板要从上垂直向下安装，在作业层上空 20cm 处略作停顿，施工人员手扶楼板调整方向，将板的边线与墙上的安放位置线对准，注意避免叠合板上的预留钢筋与墙体钢筋碰撞，放下时要停稳慢放，严禁快速猛放，以避免冲击力过大造成板面震折裂缝。6 级风以上时应停止吊装。
- C 调整板位置时，要垫以小木块，不要直接使用撬棍，以避免损坏板边角，要保证搁置长度，其允许偏差不大于 5 毫米。

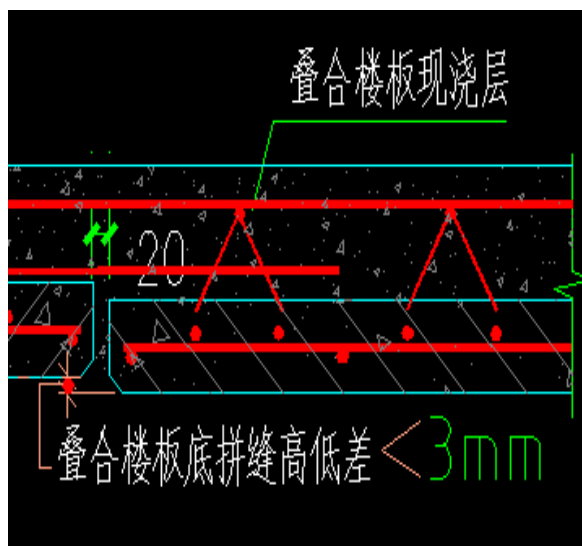
D 楼板安装完后进行标高校核，调节板下的可调支撑。



安装过程示意

(5) 固定复核

- A 复核构件的水平位置、标高，使误差控制在规范允许范围内。
- B 检查下面支撑及板的拼缝，使所有支撑杆件受力基本一致，板底拼缝高低差小于 3mm，确认后取钩。



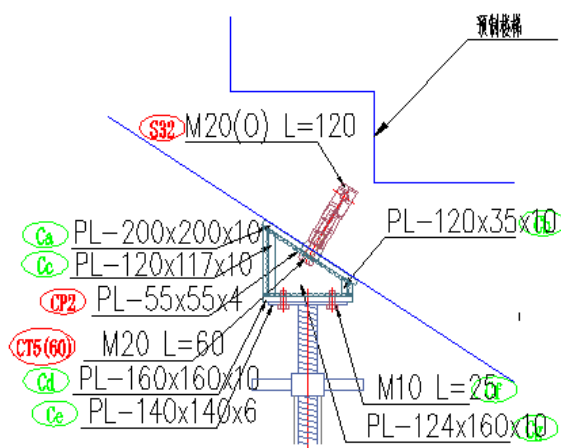
### 6.6.8 楼梯安装

#### (1) 构件复核

- A 根据施工图纸，核对构件尺寸、质量、数量等情况，查看所进场构件编号，并做好详细记录。
- B 根据构件形式选择合适的吊具，因楼梯为斜构件，吊装时用 3 根同长钢丝绳 4 点起吊，楼梯梯段底部用 2 根钢丝绳分别固定两个吊点。楼梯梯段上部由 1 根钢丝绳穿过吊钩两端固定在两个吊点上（下部钢丝绳加吊具长度应是上部的两倍）。

#### (2) 构件安装

- A 楼梯吊装时，钢筋模板施工完毕，下端预留后浇带。
- B 弹控制线，根据施工图纸，弹出楼梯安装控制线，对控制线及标高进行复核。
- C 支撑处理，吊装前将支撑定位板先安装在楼梯上，使得支撑面水平，起吊下落时落在钢管或其他水平支撑体向上，然后固定。

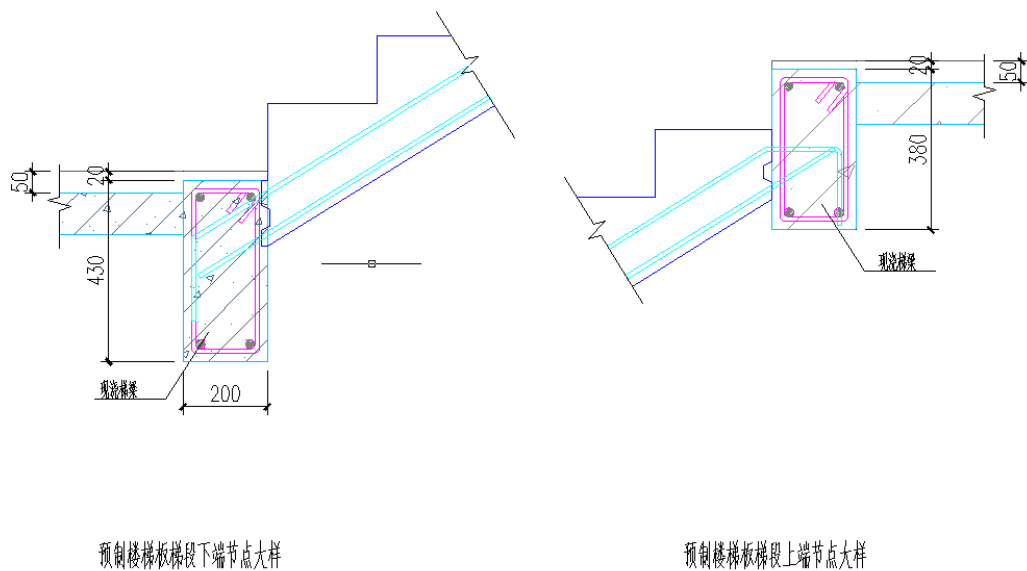


## (3) 楼梯段吊装

- A 预制楼梯板采用水平吊装，用螺栓将通用吊耳与楼梯板预埋吊装内螺母连接，起吊前检查卸扣卡环，确认牢固后方可继续缓慢起吊。



楼梯吊装示意图



## (4) 预制楼梯板就位

- A 待楼梯板吊装至作业面上 500mm 处略作停顿，根据楼梯板方向调整，就位时要求缓慢操作，严禁快速猛放，以免造成楼梯板震折损坏。

## (5) 楼梯段校对

A 楼梯板基本就位后，根据控制线，利用撬棍微调、校正。预留螺栓和预制楼梯端部的预留螺栓孔一定要确保居中对正。

## (6) 楼梯段安放

A 楼梯段校正完毕后，将梯段落平

## (7) 预制楼梯板安装保护

A 预制楼梯板进场后堆放不得超过四层，堆放时垫木必须垫放在的楼梯吊装点下方。

B 在预制楼梯安装完成后，预制楼梯采用多层板钉成整体踏步台阶形状保护踏步面不被损坏（或采用成品阳角保护材料），并且将楼梯两侧用多层板固定做保护。

## 6.6.9 水电预埋及钢筋绑扎

A 叠合板部位的机电线盒和管线根据深化设计图要求，布设机电管线。

B 待机电管线铺设完毕清理干净后，根据在叠合板上钢筋间距控制线进行钢筋绑扎，保证钢筋搭接和间距符合设计要求。同时利用叠合板桁架钢筋作为上铁钢筋的马凳，确保上部钢筋的保护层厚度。

## 6.6.10 混凝土浇筑及养护

A 剪力墙、柱根部与模板结合部分应该提前 24 小时用不小于 1:2.5 水泥砂浆堵缝，浇筑时应该安排人员检查支撑系统级预制构件，以防支撑系统变形，预制构件偏位；浇筑过程中测量人员必须到现场用水准仪复核浇筑面的标高，使施工标高与设计标高的比值小于 $\pm 10\text{mm}$ ，将要安装预制构件的位置必须 100%复测。

## 6.7 预制构件的运输

6.7.1 构件运输选用低平板牵引车，并采用专用托架，托架与平板车连接牢固。

6.7.2 预制叠合楼板、阳台板应采用平放运输，堆放层数不超过 6 层；墙板采用竖立放运输（与水平面角度不小于 80 度）。预制楼梯构件运输时平放不超过 2 层。

6.7.3 运输托架和预制混凝土构件间应放入柔性材料以免构件损坏，构件用钢丝绳或夹具与托架绑扎牢固，构件边角或与锁链接触部位的混凝土采用柔性垫衬材料保护以免造成棱角缺损。

6.7.4 构件运输到现场后，对照装车顺序表，检查构件外观质量及尺寸确认无误后拖车头行驶离开工地，平板拖车停放在制定位置并在塔吊范围内。

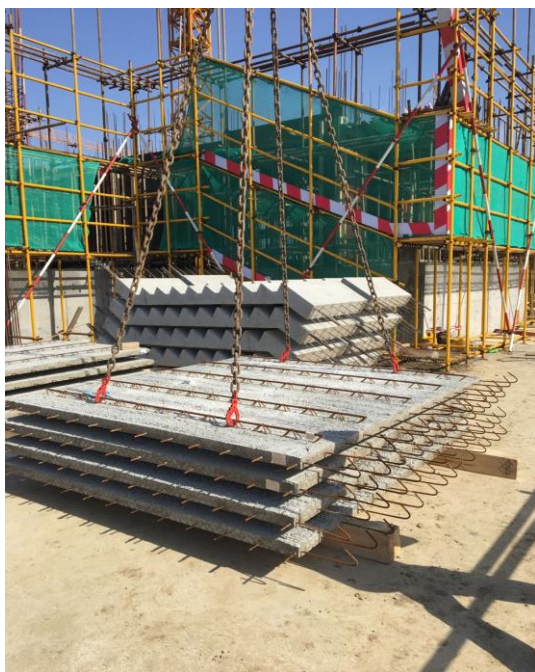
6.7.5 平板拖车停放场地要求



- (1) 平板拖车停放场地必须坚实稳固，排水良好。以防塌陷、下沉而导致车箱架倾斜，拖车头无法将其运输；停放场地硬化要求同载重货车道路。
- (2) 施工场地内每个单体的施工区域最低保证有 1 辆装满 PC 构件平板拖车，有会车措施，并满足吊装施工 PC 构件供应要求。

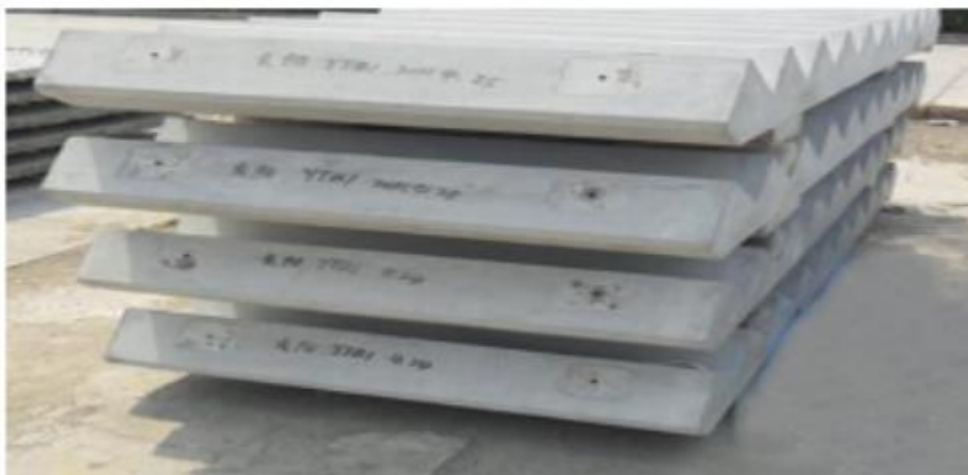
#### 6.7.6 构件堆放要求

- (1) 预制墙体堆放
  - A 临时堆放场地应在塔吊有效作业范围内、场地应平整坚实且有排水措施；
  - B 采用专用插架或专用货架进行构件存放，确保构件堆放有足够的抗倾覆能力；
  - C 墙体构件堆放角度（与地面水平夹角）不得小于 80 度，构件下方设置通长垫木支设，不得直接放置在硬质地面上。
- (2) 叠合板堆放
  - A 临时堆放场地应在塔吊有效作业范围内、场地应平整坚实且应满足构件码放要求；
  - B 桁架钢筋混凝土叠合板应按型号、规格分别码垛堆放，每垛不宜超过 6 块。
  - C 叠合板以 4 个或更多支点码放。最好用木方作垫块，保证板面不受破坏。



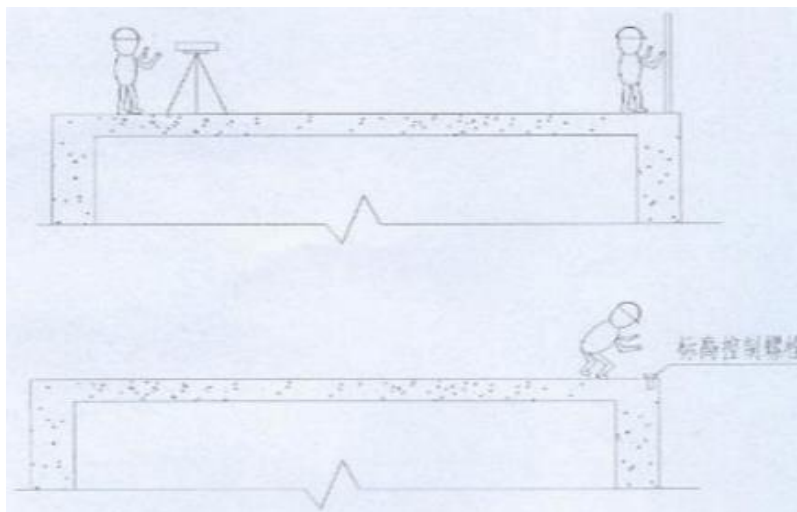
- (3) 预制楼梯堆放
  - A 预制楼梯采用水平堆放形式，如下图预制楼梯堆放示意图所示，
  - B 将预制楼板构件放置 200mmX200mm 木方上，木方上部要加上 20mm 厚的保护材料（一般可用挤塑板或橡胶垫）。

- C 木方要沿着垂直于踏步的方向放置。预制楼梯叠放时要注意上下木方的位置一定相同，桁架叠放层数不应超过 4 层。



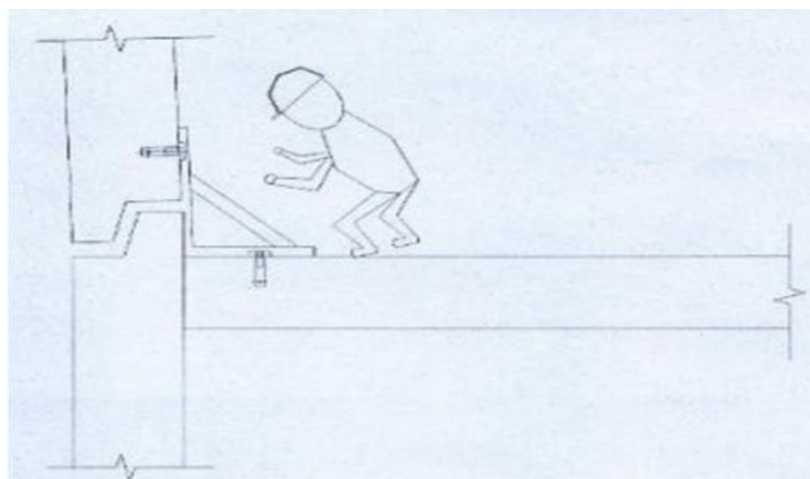
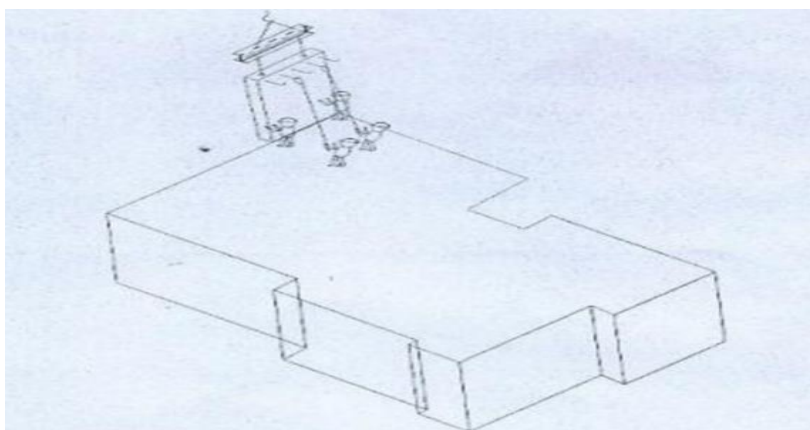
(4) 具体吊装工况如下

- A 工况一：PC 构件进场、按吊装顺序清点数量。
- B 工况二：各逐块吊装的装配构件搁（放）置点清理、按标高控制线垫放硬垫块，并且在外墙靠外边处用 PE 棒封堵，以便灌浆时方便座浆。

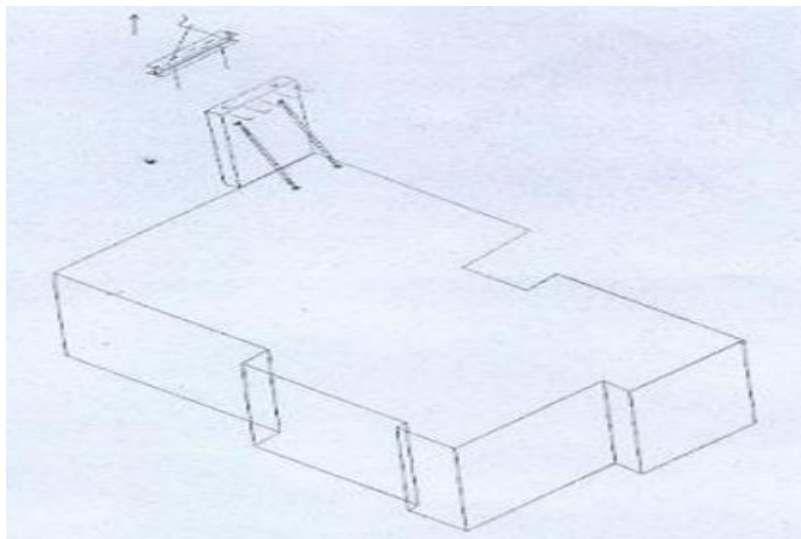




C 工况三：按编号和构件吊装顺序对照轴线、墙板控制线逐块就位。



D 工况四：起吊吊点脱钩，进行下一墙板安装，并循环重复。

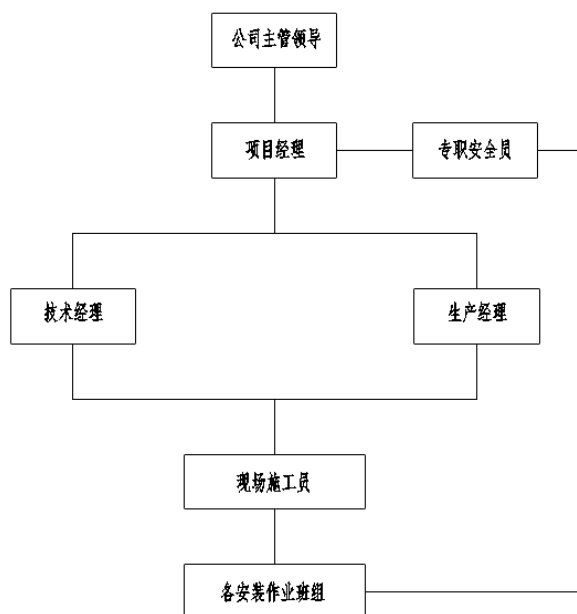


## 7. 施工安全保证措施

### 7.1 组织保障

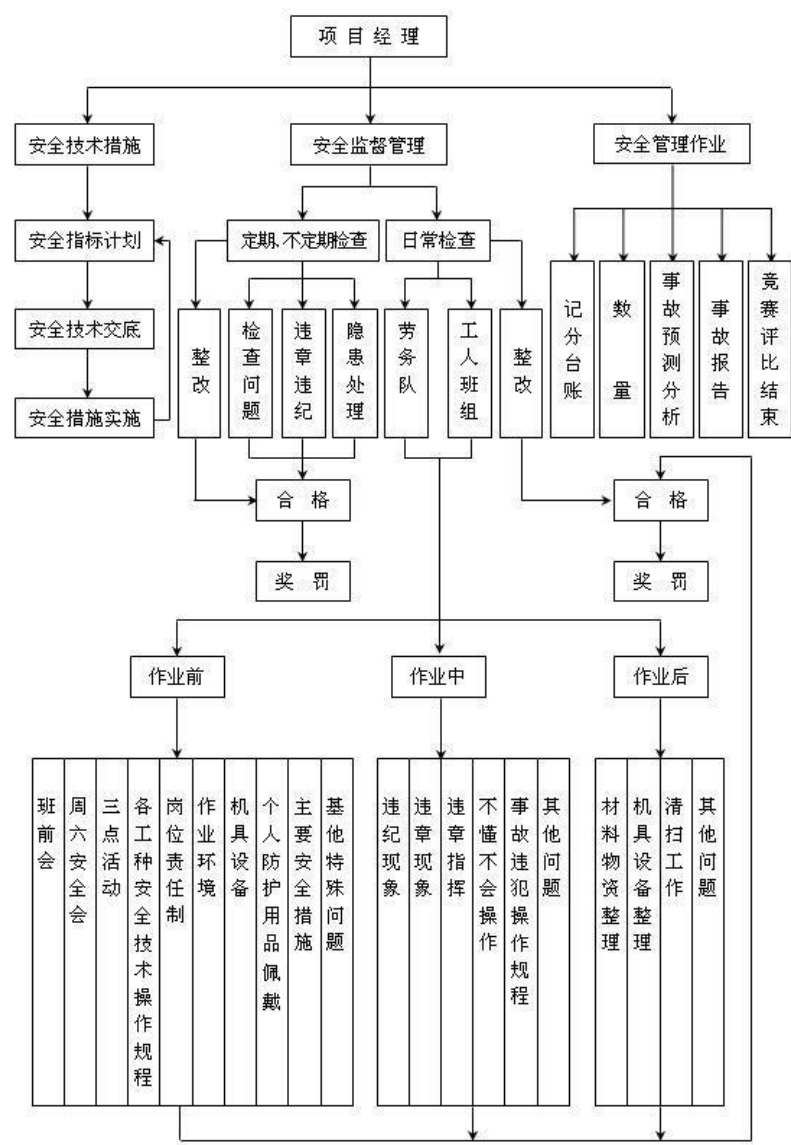
#### 7.1.1 安全保证体系及安全文明目标

- (1) 安全目标：重大伤亡事故为零，轻伤事故不超过 1%，国家 AAA 级安全文明标准化诚信工地
- (2) 安全保证体系



#### (3) 安全管理控制系统





7.2 安全技术措施

7.2.1 技术准备

- (1) 吊装、竖向支撑搭设的特种作业人员应参加建筑行业主管部门组织的建筑施工特种作业培训且考核合格，取得上岗资格证。
- (2) 施工前应具备必要的施工条件，做好施工准备工作逐项检查落实，如不满足施工条件，应积极创造条件，待其完善后再施工。
- (3) 坚持图纸会审和技术交底制度，最大限度地把可能出现的问题解决在施工之前。
- (4) 精心编制施工方案，并认真进行各项技术交底，做到详细、富有针对性，并针对实现风险较大的项目有保障措施。
- (5) 严格审批制度，任何一项技术措施的出台都必须履行审批制度，符合审批程序。
- (6) 施工前主管施工员必须进行技术、质量、安全的详细书面交底，交底双方签字，关键过程、特殊过程的技术交底资料应经项目技术负责人审核。

### 7.2.2 起吊点控制

- (1) 所有起吊点严格按照国家规范及图集要求，具体详见深化工艺图纸说明及规范。

### 7.2.3 吊装作业安全管理措施

- (1) 塔吊司机、信号指挥、电焊工等均应属特种作业人员，都必须已经过专业培训、考核取得合格证、并经体检确认是否进行高处作业的人员。
- (2) 塔吊吊装作业前应进行安全技术交底，内容包括吊装工艺、构件重量及注意事项。
- (3) 吊装高处作业人员应佩戴工具袋，工具及配件应装入工具袋内，不得抛掷物品。
- (4) 对所有作业人员的进场、转岗人员进入施工现场进行有针对性的安全教育培训；安全技术交底齐全，配备足够数量的专职安全生产管理人员。
- (5) 安全防护措施及时到位；防护用品要配备齐全且合格并正确使用。
- (6) 施工临时用电及施工机具的使用符合相应的标准规范；
- (7) 高处作业人员进行针对性的安全教育及技术交底，并履行好签字手续。高处作业人员会正确使用安全防护用品，如安全帽、安全带等。
- (8) 每一处临边应有防护措施，防护符合要求；
- (9) 吊装期间地面警示标志和地面预警人员配备到位；
- (10) 根据天气情况而定是否符合吊装施工。五级以上大风天气、雨天、雷天禁止吊装施工。

### 7.2.4 吊装作业机具及工器具使用安全措施

- (1) 所有索具吊具必须要有合格证、检验报告才能投入使用
- (2) 计算钢丝绳的允许拉力时，应根据起重重量以及不同的用途选用安全系数。
- (3) 钢丝绳的连接强度不得小于其破断拉力的 80%；当采用绳卡连接时，应按照钢丝绳直径选用绳卡规格及数量，绳卡压板应在钢丝绳长头一边，用采用编结连接时，编结长度不应小于钢丝绳直径的 15 倍，且不应小于 300mm。
- (4) 钢丝绳出现磨损断丝时，应减载使用，当磨损断丝达到报废标准时，应及时更换合格钢丝绳。
- (5) 吊具（钢扁担）的设计制作应有足够的强度及刚度，根据构件重量、形状、吊点和吊装方法确定，吊具应使构件吊点合理吊索受力均匀。
- (6) 根据起吊重量选择合适的吊钩或卡环，严禁使用焊接钩、钢筋钩，当吊钩挂绳断面处磨损超过高度 10%时应报废。
- (7) 电动机及照明器具：防护罩（室外防雨罩）线盒盖、外壳保护接零或接地、移动式或拖地的电源线应用电缆护套线。埋地或易受机械机具损伤的电源线加设保



护装置，特殊、潮湿处照明使用 36V 以下安全电压。

- (8) 电弧焊机应有：外壳防护罩、一二次接线柱防护罩、露天防雨罩、一二次线连接绝缘板、二次接线鼻子、保护接零或保护接地。

#### 7.2.5 竖向支撑搭设安全管理措施

- (1) 支架搭设作业人员必须正确戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋。
- (2) 控制支架混凝土浇筑作业层上的施工荷载，集中堆载不超过设计值。
- (3) 混凝土浇筑过程中，派专人观测支架的工作状态，发生异常时观测人员应及时报告施工负责人，情况紧急时应迅速撤离施工人员，并应进行相应加固处理。
- (4) 支架使用期间，严禁擅自拆除架体结构杆件，如需拆除必须报请工程项目技术负责人以及总监理工程师同意，确定防控措施后方可实施。
- (5) 严禁在支架基础及邻近处进行挖掘作业。

### 7.3 监测监控

#### 7.3.1 监测监控范围

- (1) 本工程所有 PC 预制构件吊装作业过程、被吊物技术参数及周围环境，竖向支撑体系的水平、垂直位置是否有偏移。

#### 7.3.2 设置吊装作业“安全停检点”

- (1) 吊装作业由于吊物重或起升高度高，要求吊装过程万无一失，因此设置“安全停检点”，不但可以对吊装过程的每个阶段进行详细的安全检查，还可在暂停施工进行检查时使塔吊、吊物慢慢稳定，确保吊装平稳，因此是十分必要的。吊装作业虽是一个连续、完整的过程，但在起吊、提升、旋转、就位等过程塔吊的状态和参数是要不断发生改变的，可以将这一连续过程分解为几个阶段，参照质量管理设置“停检点”的做法，从作业程序和制度上进行规范，在各个阶段开始或结束时设置“安全停检点”，暂停作业用 1-2 分钟时间将各部参数进行检查并与计划、方案进行核对确认。
- (2) 根据施工工艺，可在以下几个时段设置“安全停检点”：
  - A 起吊前，在吊装作业起吊前，各参与人员对塔吊状态、吊具、被吊物、吊装方案等进行最后确认，并对作业人员进行安全技术交底，也就是我们常说的作业前联合检查。
  - B 吊物提升至离地或车厢底板 100-200mm 高时，这一过程是正式吊装前的试吊过程，合理解决试吊过程暴露出的问题是正式吊装成功与否的关键，所以在吊物提升至一定高度后必须暂停作业，对各部位、参数进行认真检查和确认。
  - C 吊物提升至 2m 时。对于一些起升高度较高的吊装作业，一般在提升至 2m 以上

时，地面人员无法直接接触到被吊物，空中的稳固和运行状态需要使用缆风绳进行辅助，一旦发生问题很难及时处理，所以在被吊物提升至 2m 左右时，应暂停作业进行检查，同时也可使吊物达到稳定状态。

D 吊物就位前。在被吊物即将就位时（离地 1m 高度），需要有工人在吊物附近进行对接，采用缆风绳引导构件就位，以确保人员安全。

7.3.3 吊装作业监测监控

(1) 吊装作业是塔吊管理的重中之重，对于吊装方案目前已有成熟的要求和成套的标准，但对于吊装过程需要重点监控和关注的部位、参数一直没有相关规范。经过分析总结，在日常吊装作业时可按下表进行检查并与计划、方案进行比对确认。

序号	检查内容	正常情况
1	塔吊工况	计划工况
2	吊物重量	计划重量
3	塔吊负载	计划负载
4	卷扬拉力	计划值
5	超起拉力	计划值
6	风速	低于 9.8m/s
7	吊物绑扎	牢固可靠
8	钢丝绳	未直接接触刃角、无挤压变形现象
9	吊装绳扣、吊钩	完好可靠
10	塔吊制动装置	完好可靠
11	吊物上有无人员、悬浮物	无
12	吊臂或受力索具附近人员停留	无
13	吊物与运行路线上最高障碍物之间距离	大于 0.5mm
14	各岗位人员	人员到位
15	指挥信号	传递良好
16	塔吊稳定性	平稳
17	吊物情况	平稳
18	塔吊警示信号、蜂鸣、喇叭	信号正常
19	塔吊各部位安全装置	完好可靠
20	作业区域	安全可靠，警示标识完好

(2) 经过现场实践，分析吊装作业的风险点和关键部位，将以上检查内容从操作人员的经验观察上升至规范制度要求，使之成为每次吊装作业的规定动作，在吊装作业过程中对这些技术参数进行重点监控、实时监控，使吊装时每个关键参数均能按要求得到检查和确认，保持在规定范围之内，才能有效确保吊装安全。

- (3) 为有效控制吊装作业安全风险，避免事故发生，将短短 20min 的吊装作业变成分解动作，，在每个动作开始或结束前按照要求检查确认各部的参数和状态，及时发现和解决过程中的问题可将施工风险进一步降低，大大提高吊装作业的安全性。
- (4) 禁止在六级风的情况下进行吊装作业，风力等级及其征象标准见如下风级表。

风级表

风级	概况	陆地面征象标准	相当风速 (m/s)
0	无风	静，烟直上	0~0.2
1	软风	烟能表示方向，但风向标不能转动	0.3~1.5
2	轻风	人面感觉有风，树叶微响， 寻常的风向标转动	1.6~3.3
3	微风	树叶及微枝摇动不息，旌旗展开	3.4~5.4
4	和风	能吹起地面灰尘和纸张， 树的小枝摇动	5.5~7.9
5	清风	小树摇摆	8.0~10.7
6	强风	大树枝摇动，电线呼呼有声， 举伞有困难	10.8~13.8
7	疾风	大树摇动，迎风步行感觉不便	13.9~17.1
8	大风	树枝折断，迎风行走感觉阻力很大	17.2~20.7
9	烈风	烟囱及平房屋顶受到损坏 (烟囱顶部及平顶摇动)	20.8~24.4
10	狂风	陆上少见，可拔树毁屋	24.5~28.4
11	暴风	陆上很少见，有则必受重大损毁	28.5~32.6
12	飓风	陆上绝少，其摧毁力极大	32.6 以上

#### 7.4 竖向支撑监测措施

- 7.4.1 混凝土浇筑过程中，派专人检查支架和支撑情况，发现下沉、松动、变形和水平位移情况的及时报告施工负责人，施工负责人立即通知浇筑人员暂停浇筑作业，情况紧急是采取迅速撤离预案，待架体加固完成，重新回到作业面上进行作业。

## 8. 管理和作业人员配备分工

### 8.1 施工管理人员

8.1.1 装配式施工过程中，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。构件运输和吊装过程中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，本小组机构组成、人员编制及责任分工如下：

序号	姓 名	职 务	职 责
1	陈检胜	项目经理	全面组织本次施工方案编制、审核与实施。对施工全过程进行全面的动态管理。针对方案的具体情况，确定项目组织机构人员的配备，并有针对性地制定规章制度，明确有关人员的职责，组织项目经理部开展工作
2	吴建兵	安全总监	参与编制施工方案中的安全保证措施。对入场的施工班组进行三级安全教育。并按照施工方案中的安全保证措施和安全技术交底的要求对整个施工过程进行现场安全监督检查，做好施工现场的文明施工管理工作。发现安全隐患，提出整改意见，并落实对安全隐患的整改工作。
3	胡进	技术负责	全面负责项目技术管理，组织施工方案的编制，负责架体作业过程中的质量管理
4	汪元汪	生产经理	负责施工的全面组织工作，组织管理人员按照施工方案的要求对施工班组的管理人员进行施工方案、施工技术及安全技术交底，并组织质检、安全部门对施工现场进行验收，合格后，组织开展施工
5	姚伟辉	质量主管	负责工程中的质量管理、质量控制、质量监督工作，并对施工质量进行检查验收

### 8.2 特种作业人员

8.2.1 为确保工程进度的需要，同时根据本工程的结构特征和装配式吊装的工程量，确定本工程装配式构件安装进度要求配置人力资源，操作工均有上岗作业证书。

8.2.2 装配式构件在吊装过程中，还应配备有足够的辅助人员。

### 8.3 作业培训

#### 8.3.1 理论知识：

- (1) 熟悉装配式建筑施工图，能识图和简单绘图、定位测量放线、能理解专项施工方案；
- (2) 熟悉装配式建筑结构形式、分类，结构原理及构造；
- (3) 熟悉常见装配式建筑结构特点、适用范围；
- (4) 熟悉装配式建筑结构构件安装前，主体结构在现场施工及环保要求应具备的安装施工条件；
- (5) 熟悉一般装配式建筑结构测量放线的方法、步骤；
- (6) 熟悉吊装设备、吊装机具的性能参数和选用标准
- (7) 掌握各类装配式建筑结构安装施工工艺要求；
- (8) 了解装配式建筑结构构件连接的基本要求；
- (9) 熟悉装配式建筑结构保温、防水、分格单元的构造和质量要求；
- (10) 熟悉隐蔽工程验收记录的内容及验收方法；
- (11) 熟悉装配式建筑结构安装施工技术规范 and 标准；
- (12) 熟悉各种装配式建筑结构施工安装措施材料的适用范围、质量标准 and 选材原则；
- (13) 熟悉装配式建筑结构施工与相关专业的技术协调和现场施工配合；
- (14) 熟悉装配式建筑结构施工常用连接标准件的种类、型号、性能及安装要求；
- (15) 熟悉装配式建筑结构用预埋连接件和其他预埋功能性材料种类、用途和质量要求；
- (16) 熟悉装配式建筑结构构件进场验收和材料复验的要求；
- (17) 熟悉装配式建筑结构安装常用机具的种类、性能、用途和维护保养知识；
- (18) 了解装配式建筑结构现场施工试验及施工验收标准；

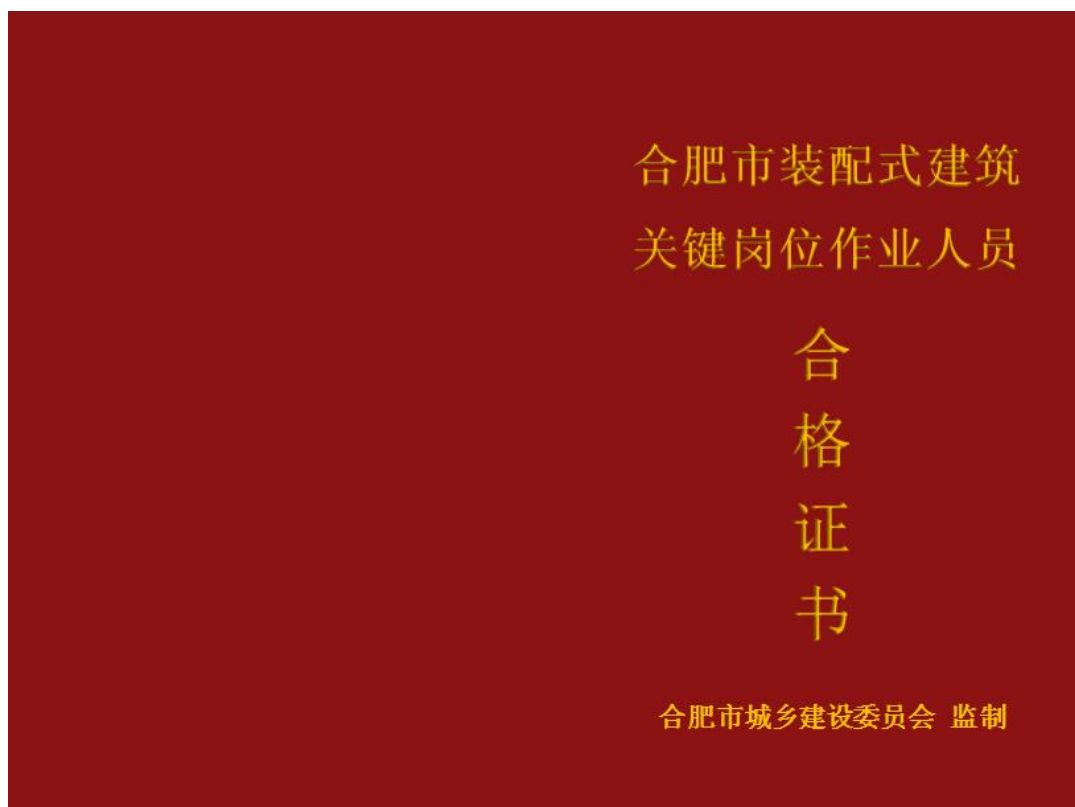
#### 8.3.2 操作技能：

- (1) 能看懂建筑结构图，装配式建筑构件施工安装图、节点图，并熟悉安装质量要求；
- (2) 会使用水准仪、经纬仪、激光垂直仪等测量仪器，进行测量放线，标出预制构件的定位线；
- (3) 能对结构少量偏差，利用预制结构构件的尺寸偏差进行位置调整；
- (4) 能对预埋件进行定位安装，标出正确安装的位置；
- (5) 熟悉各种装配式建筑结构构件安装节点部位的防火、防雷、防水、安装技术规



程、操作技术要点、工序质量控制要点及安全防护措施；

- (6) 熟悉对装配式建筑结构构件进行安装和灌浆；
  - (7) 熟悉各种装配式建筑结构安装质量控制要点；
  - (8) 掌握装配式建筑结构吊装安装工艺操作；
  - (9) 熟悉装配式建筑结构成品保护重点及施工过程成品保护方法与预控措施；
  - (10) 能对装配式建筑结构措施性材料安装器具的使用安全、使用性能进行检查；
  - (11) 能熟练掌握和使用装配式建筑结构各种安装机具、设备，对常用机具、设备进行保养和故障排除；
  - (12) 能对初级工进行技术指导，做好传、帮、带，协助施工班组长搞好现场施工管理。
  - (13) 能对施工过程安全隐患进行防范和排除。能做到施工自身安全保护。
- 8.3.3 考试采用理论考试与操作考核结合。
- (1) 理论考试：编制吊装工考试卷，总分 100 分，80 分以上为合格。
  - (2) 操作考核：对吊装工培训工人进行现场实际操作技能考核打分，满分为 100 分，80 分以上为合格。
- 8.4 制作（发放）合格证书：
- 8.4.1 “合肥市装配式建筑施工关键岗位作业人员培训合格证书”按合肥市建委统一格式制作，由公司盖章确认，具体式样如下：



本证书表明持证人已通过本公司装配式建筑施工关键岗位作业培训考核，成绩合格。

二寸照片

证书编号：18HJCGXXX

姓名：

培训单位：（盖章）

性别：

发证日期：

工种：

序号	姓名	性别	出生年月	工种岗位	证件号
1	杨颜	男	1991.01	装配工	22HJCZ296
2	蔡郭俊	男	1992.10	装配工	22HJCZ297
3	杨通义	男	1982.11	装配工	22HJCZ298
4	苏伟杰	男	1992.06	装配工	22HJCZ299

9. 质量与验收要求

9.1 质量标准

9.1.1 质量管理体系及质量目标

- (1) 质量目标：确保“国家优质工程奖”争创“鲁班奖”，一次验收合格率 100%。
- (2) 吊装时混凝土强度需符合设计要求及施工规范的规定。
- (3) 构件型号、位置、锚固筋长度、直径、间距等必须符合设计要求，且构件无变形损坏现象。

9.2 质量验收标准

项目内容	质量要求/允许偏差	检验方法
轴线位置	4mm	钢尺检查

楼层标高	4mm	水准仪、塔尺检查
------	-----	----------

- 9.3弹线定位标高测量应注意的问题
- 9.3.1地面弹线前应将地面杂物清理干净。地面应干燥，不得有积水。
- 9.3.2控制线弹完后应安排专人控制边线进行复核。检查控制线间距是否正确，构件边线、端线有无遗漏。
- 9.3.3弹线定位时，需优先确保厨房、卫生间生的净空尺寸，以便于整体浴室、整体厨柜的安装。
- 9.3.4首层轴线、标高测量尤为重要，必须严格控制其精度。

建筑物垂直度、标高观测测量记录

工程名称						观测日期		年      月      日		
观测时施工形象进度：				施工单位专职测量员、记录员： 监理（建设）单位旁站监督人：						
观测点编号	观测部位 (柱、墙轴线等)	结构层或全高顶面标高(m)		实测高度(m)		最大垂直偏差(mm)		最大垂直度(%)		倾斜方向
		设计	实测	层高	总高	层高	总高	层高	总高	
观测点平面布置简图及说明										
施工单位观测结果：						监理（建设）单位核查结论：				
施工单位项目 专业技术负责人：      年      月      日						项目专业监理工程师      监理(建设)项目部(章) (建设单位项目技术负责人)：      年      月      日				

注：①房屋结构层及全高顶面标高，指室外地坪面到每层结构层的楼板板顶和到主要屋面

板板顶的标高（不考虑局部突出屋顶部分）。②层高指结构层上下楼板的板顶至板底的距离，总高指室外地坪面至结构施工层楼板板顶的高度。③层高、总高的高度及最大垂直偏差、垂直度等观测测量，应及时在每层结构层完工时进行；全高顶面标高、垂直度观测测量，应及时在主体完工时进行。④施工单位应根据建筑测量定位放线的规定要求另附详细平面布置图及其观测测量手簿。

#### 9.4 构件吊装质量保证措施

9.4.1 吊装质量的控制是装配式建筑的重点环节，也是核心内容，主要控制重点在施工测量的精度上。为达到构件整体拼装的严密性，避免因累计误差超过允许偏差值而使后续构件无法正确吊装就位等问题的出现，吊装前须对所有吊装控制线进行认真的复检。

#### 9.4.2 叠合板吊装

- (1) 板底支撑与梁支撑基本相同，板底支撑间距不得大于 1.5m，每根支撑之间高差不得大于 2mm、标高不得大于 3mm，悬挑板外端比内端支撑尽量调高 2mm；
- (2) 每块板吊装就位后偏差不得大于 2mm，累计误差不得大于 5mm。

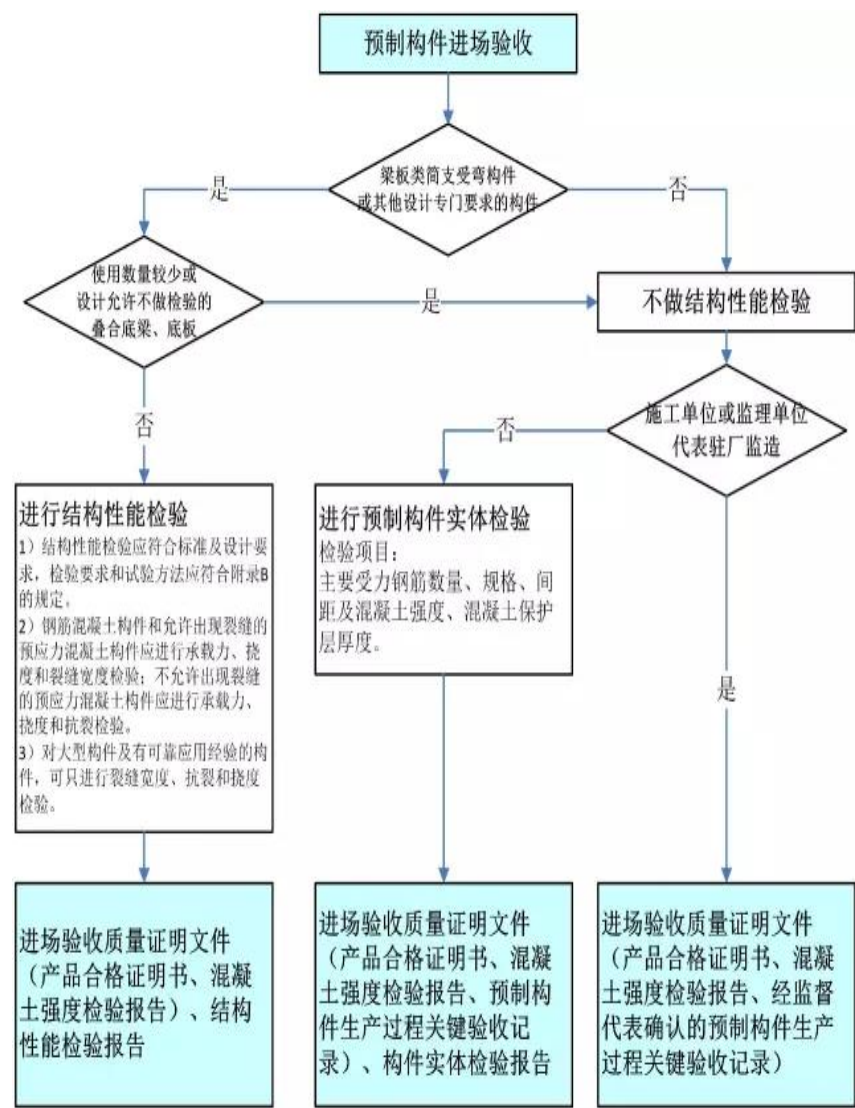
#### 9.4.3 吊装注意事项

- (1) 吊装前准备工作充分到位；
- (2) 吊装顺序合理；
- (3) 构件吊装标识简单易懂；
- (4) 吊装人员必须分工明确，协同合作意识强；
- (5) 指挥人员指令清晰，不得含糊不清；
- (6) 工序检验到位，工序质量控制必须做到有可追溯性。

#### 9.5 构件进场及安装质量要求

##### 9.5.1 预制构件进场验收质量要求：

- (1) 预制构件的外观质量不得有严重缺陷，且不宜有一般缺陷。对已出现的一般缺陷，应按技术方案进行处理，并应重新检验；
- (2) 预制构件上的预埋件、预留插筋、预埋管线等的材料质量、规格和数量以及预留孔、洞的数量符合设计要求；
- (3) 预制构件应有标识；
- (4) 预制构件进场验收流程及所需资料；



(5) 预制构件的允许尺寸偏差及检验方法应符合下表所示：



项目			允许偏差 (mm)
长度	板、梁、柱、桁架	<12m	±5
		≥12m且<18m	±10
		≥18m	±20
	墙板		±4
宽度、高(厚)度	板、梁、柱、桁架截面尺寸		±5
表面平整度	板、梁、柱、墙板内表面		5
	墙板外表面		3
侧向弯曲	板、梁、柱		$L/750$ 且<20
	墙板、桁架		$L/1000$ 且<20
翘曲	板		$L/750$
	墙板、门窗洞口		$L/1000$
对角线	板		10
	墙板、门窗洞口		5
挠度变形	板、梁、桁架设计起拱		±10
	板、梁、桁架下垂		0
预埋孔	中心线位置		5
	尺寸孔		±5
预留洞口	中心线位置		5
	洞口尺寸、深度		±10
门窗洞	中心线位置偏移		5
	宽度、高度		±3
预埋件	预埋件锚板中心线位置		5
	预埋件锚板与混凝土面平面高差		0, -5
	预埋螺栓中心线位置		2
	预埋螺栓外露长度		10, -5
	预埋套筒、螺母中心线位置		2
	预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差		0, -5
	线管、电盒、木砖、吊环与构件表面的中心线位		20
预留钢筋	中心线位置		3
	外露长度		5, -5
键槽	中心线位置		±5

注：1、L为构件长度 (mm)。

2、检查中心线、螺栓和孔道位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其最大值。

3、对形状复杂或有特殊要求的构件，其尺寸偏差应符合标准图或设计要求。

检查数量：同一检验批内，对梁、柱、墙和板应抽查构件数量10%，且不少于3件。

### 装配式结构施工检验批质量验收记录表

单位（子单位）工程名称									
分部（子分部）工程名称						验收部位			
施工单位							项目经理		
施工执行标准名称及编号									
施工质量验收规范的规定			施工单位检查评定记录				监理(建设)单位 验收记录		
主控项目	1	预制构件进场检查							
	2	预制构件的连接							
	3	接头和拼缝的混凝土强度							
一般项目	1	预制构件支承位置和方法							
	2	安装控制标志							
	3	预制构件吊装							
	4	临时固定措施和位置校正							
	5	接头和拼缝的质量要求							
施工单位检查评定结果			专业工长（施工员）				施工班组长		
			项目专业质量检查员：年  月  日						
监理（建设）单位验收结论			专业监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人）：年  月  日						

### 9.5.2 预制构件安装质量要求:

- (1) 安装预制水平构件，端部的搁置长度符合设计要求，端部与支承构件之间应坐浆或设置支承垫块，坐浆或支承垫块厚度不宜大于 20mm。

A 检查数量：每层作为一个检验批；对柱、梁，抽查构件数量的 10%，且不少于 3

件；对墙、板，抽查构件数量的 10%，不少于 3 面。

装配式结构尺寸允许偏差及检验方法表

项 目			允许偏差 (mm)	检验方法
构件中心线对 轴线位置	基础		15	尺量检查
	竖向构件（柱、墙、桁架）		8	
	水平构件（梁、板）		5	
构件标高	梁、柱、墙、板底面或顶面		±5	水准仪或尺量检查
构件垂直度	柱、墙	≤6m	5	经纬仪或全站仪 量测
		>6m	10	
构件倾斜度	梁、桁架		5	垂线、钢尺量测
相邻构件平整 度	板端面		5	钢尺、塞尺量测
	梁、板底面	外露	3	
		不外露	5	
	柱、墙侧面	外露	5	
		不外露	8	
构件搁置长度	梁、板		±10	尺量检查
支座、支垫中 心位置	板、梁、柱、墙、桁架		10	尺量检查
墙板接缝	宽度		±5	尺量检查

预制构件外观质量及检验方法

名 称	现 象	严 重 缺 陷	一 般 缺 陷
露筋	构件内钢筋未被砼包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	砼表面缺少水泥浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	砼中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	砼中夹有杂物且深度超	构件主要受力部位有夹	其他部位有少量夹

	过保护层厚度	渣	渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙从砼表面延伸至砼内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处砼缺陷及连接钢筋、连接铁件松动	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞出凸肋等	清水砼构件内有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他砼构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水砼构件有外表缺陷	其他砼构件有不影响使用功能的外表缺陷

### 9.5.3 预制构件成品保护措施

- (1) 本工程 PC 预制构件在运输、堆放、吊装过程中，必须要注意成品保护。具体如下：
- (2) 运输过程中，采用辅助运输货架；运输预制构件时，平板车应慢启动、匀速行驶，转弯变道时减速慢行；在预制构件与辅助运输货架之间采用棉纱或橡胶块等软性材料进行隔离，避免“硬碰硬”造成预制构件棱角被破坏。
- (3) 堆放过程中，吊运预制构件注意保持平稳和轻放，在轻放前在构件底部放置枕木垫设，枕木位置与吊点保持一致；竖向构件采用专用插架或专用货架堆放，构件与水平地面夹角不得小于 80 度；水平构件堆放层数以 3 层为宜，不宜过多。
- (4) 吊装施工过程中，在保证安全的前提下，要使 PC 预制构件轻吊轻放，在预制构件安装就位校正时，不得直接采用撬棍硬撬预制构件就位校正，应在撬棍接触的预制构件部位垫设木楔，避免撬棍直接接触构件造成成品破坏；楼梯踏面采用模板现场制作保护踏面或直接采用成品阳角保护材料粘贴保护。
- (5) 若施工过程中，不可避免的发生了缺棱掉角等成品破坏，采用同等级去石子水泥砂浆修补到位。

#### 9.5.4 竖向支撑搭设检查验收

- (1) 对进入现场的钢管支架构配件的检查与验收应符合下列规定：
  - A 应有钢管支架产品标识及产品质量合格证；
  - B 应有钢管支架产品主要技术参数及产品使用说明书；
  - C 进入现场的构配件应对管径、构件壁厚等抽样核查，还应进行外观检查，外观质量应符合 JGJ231-2010 第 3.3 条规定；
- (2) 竖向支撑支架应按以下分阶段进行检查和验收：
  - A 基础完工后及模板支架搭设前；
  - B 超过 8m 的高支模架搭设至一半高度后；
  - C 达到设计高度后应进行全面的检查和验收；
  - D 遇 6 级以上大风、大雨、大雪后特殊情况的检查；
  - E 停工超过一个月恢复使用前。
- (3) 支架由工程项目技术负责人组织模板支架设计及管理人員进行检查，对模板支架应重点检查以下内容：
  - A 搭设的架体三围尺寸符合设计要求，搭设方法和斜杆等设置符合规范要求；
  - B 可调托座及可调底座伸出水平杆的悬臂长度必须符合设计限定要求；
  - C 水平杆扣接头与立杆连接盘的插销应销紧至所需插入深度的标志刻度；
  - D 立杆基础应符合要求，立杆与基础间有无松动或悬空现象。

#### 9.5.5 BIM 信息技术应用

- (1) 本预制构件安装工程开工之前，我司专业技术人员采用 BIM 建筑信息技术对各栋单体进行建模，通过建立的模型进行三维碰撞检查，提前发现未知疑问，将反映出来的疑问提交设计单位予以调整或澄清，可有效的避免因设计原因造成的预制构件安装问题。

### 10. 应急处置措施

#### 10.1 应急预案

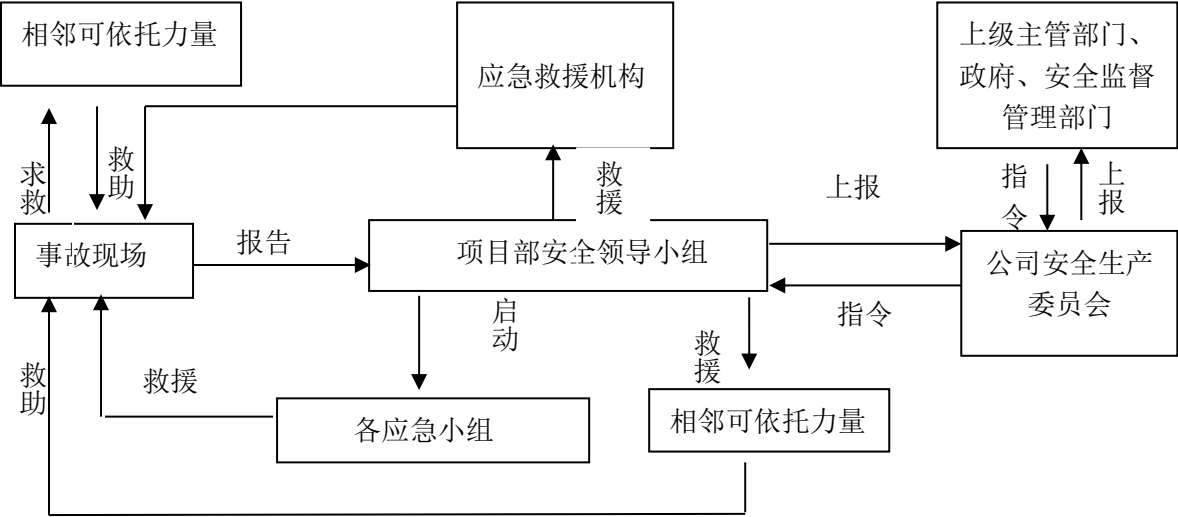
##### 10.1.1 危险目标的分布

- (1) 本工程危险目标有：机械伤人（起重吊装）；触电（焊机、临时照明等）；高空坠物等

#### 10.2 应急救援组织机构的设置和职责

##### 10.2.1 项目部应急救援程序图





10.3 应急救援组织机构

10.3.1 为对可能发生的事故能够快速反应、求援，项目部成立应急求援小组。由项目经理任组长，负责事故现场指挥，统筹安排等。

10.3.2 项目部应急救援小组

岗位	姓名	联系方式	安全职责
项目经理	陈检胜	13865966553	组长
安全总监	吴建兵	17305621680	副组长
技术负责人	胡进	18655153566	组员
生产经理	汪元广	18356130607	组员
质量主管	姚伟辉	18225880767	组员

10.3.3 应急小组成员的职责

- (1) 组长：
  - A 分析紧急状态确定相应报警级别，根据相关危险类型、潜在后果、现在资源控制紧急情况行动类型；
  - B 指挥和协调应急反应行动的执行；
  - C 控制紧急情况，做好与消防、医疗、抢险救灾等救援部门的联系；
  - D 协调后勤方面以支援应急反应组织；
- (2) 副组长：
  - A 协助应急组长组织和指挥应急操作任务；
  - B 保持与事故现场救援的直接联络；
  - C 协调、组织和获取应急所需的其它资源、设备以支援现场的应急操作；
  - D 最大限度的保证现场人员和救援人员的安全；
- (3) 组员：
  - A 引导现场作业人员从安全通道疏散；

- B 对受伤人员进行营救至安全地带；
- C 转移可能引起新危险源的物资到安全地带；
- D 对施工现场内外进行有效的隔离工作和维护现场应急救援通道畅通的工作；
- E 迅速调配抢险物资器材至事故发生点；
- F 提供和检查抢险人员的装备和安全防护用品；

#### 10.4 应急救援装备及通讯网络和联络方式

##### 10.4.1 应急救援装备

- (1) 应急救援装备包括值班电话、报警电话、无线对讲机、灭火器材、消防专用水管、消防水池、防毒面具、应急药箱及担架等。

##### 10.4.2 应急救援药品

- (1) 外用药品：双氧水、雷佛奴尔水、红药水、碘酒、消毒的棉签、药棉、纱布、胶布、绷带、创可贴、跌打万花油、眼水、眼膏、磺胺结晶、烫火膏、清凉油或驱风油、三角巾、急救包。
- (2) 内服药品：人丹、十滴水、保济丸或藿香正气丸、一般退烧药品。

##### 10.4.3 应急救援通讯网络

- (1) 应急救援通讯网络有：110 报警服务台；火警 119；急救 120。

##### 10.4.4 联络方式

- (1) 应急救援联络方式有：（1）电话；（2）广播；（3）无线对讲机等。

#### 10.5 应急响应

##### 10.5.1 启动条件

- (1) 当施工现场发生安全事故时，第一时间通知应急领导小组组长，由组长下达启动应急救援预案的命令。

##### 10.6 响应程序

##### 10.6.1 响应程序

- (1) 应急响应程序一般为：现场救援、接警与通报、指挥与控制、扩大应急、应急恢复、应急结束等几个程序。

##### 10.6.2 应急响应行动

- (1) 接到事故报告后，启动应急预案，通知本项目应急小组有关成员，立即进入现场救援程序，并将有关情况向公司汇报。
- (2) 根据事故的类别和特点，事故应急救援领导小组通报、寻求地方主管部门及应急救援消防部门对现场救援提供支持。
- (3) 根据地方政府主管部门、应急救援消防部门的建议，确定事故救援方案。

- (4) 事故应急救援领导小组根据确定的应急救援方案指挥应急队伍实施应急救援。组织应急救援队伍迅速控制事故扩大、蔓延，展开医疗救护、后勤保障、善后处理、信息发布、治安保卫、事故调查等应急救援工作。

#### 10.7 最近救援医院信息

- 10.7.1 安徽医科大学第一附属医院高新院区：位于合肥市蜀山区皖水区 120 号，开车行驶最短距离 27 公里（30 分钟），行驶路线：工地大门→虹桥路→新淮大道→团肥路→机场高速路→目的地：安徽医科大学第一附属医院高新院区→急诊综合楼

#### 10.7.2 应急救援路线图



#### 10.8 应急救援措施

##### 10.8.1 发生高处坠落事故的应急救援措施：

- (1) 现场只有 1 人时大声呼救；2 人以上时，有 1 人或多人去打“120”急救电话及马上报告应急救援领导小组抢救。
- (2) 当发生事故后，马上组织抢救伤员，迅速送往邻近医院进行检查治疗。
- (3) 仔细观察伤员的神志是否清醒、是否昏迷、休克等现象，并尽可能了解伤员落地的身体着地部位，和着地部位的具体情况。

##### 10.8.2 发生物体打击伤害事故的应急救援措施：

- (1) 当物体打击伤害发生时，尽快将伤员转移到安全地点进行包扎、止血、固定伤肢，及时送医院治疗。

- (2) 对于创伤性出血的伤员，迅速包扎止血，使伤员保持在头低脚高的卧位，并注意保暖。处理后，立即送往邻近医院进行检查治疗。
- (3) 对于头部受伤的伤员，首先仔细观察伤员的神志是否清醒，是否昏迷、休克等，如果有呕吐、昏迷等症状，迅速送医院抢救。
- (4) 对于骨折者，初步固定后再搬运。若发现伤员有凹陷骨折、严重的颅底骨折或严重的脑损伤症状出现，用消毒的纱布或清洁布等覆盖伤口，并且用绷带或布条包扎后，立即就近送有条件的医院治疗。

#### 10.8.3 发生机械伤害事故的应急救援措施：

- (1) 发生机械伤害事故时，要立即采取拉闸断电等措施，停止机械运转，然后立即对伤员采取包扎止血措施。
- (2) 对于手、脚趾被切断的伤员，立即将被切断部分用干净布包好，与伤员同时送到医院，以便做接驳手术。
- (3) 对于手脚骨折、重伤休克等伤员的处理方法同上。进行处理后，组织车辆尽快将伤者送医院检查治疗。

#### 10.8.4 发生火灾事故的应急救援措施：

- (1) 发生火灾时，首先是迅速扑灭火源，及时疏散有关人员，并对伤者进行救治；同时拨打“119”电话报警和及时向上级有关部门及领导报告。报警后必须始终有人在现场门口等待并引导救火车入场救火。
- (2) 火灾发生初期是扑救的最佳时机，火灾现场的人员要及时把握好这一时机，尽快把火扑灭。
- (3) 现场的消防管理人员，立即指挥人员将火场附近的可燃物搬走，避免火灾区域扩大；同时指挥、引导无关人员按预定的线路、方法疏散、撤离事故区域。
- (4) 如有人员受伤，要马上将伤员撤离危险区域进行施救，并立即打“120”电话求救或用车把伤员送到医院救治。

#### 10.8.5 发生触电事故的应急救援措施：

- (1) 触电急救的要点是动作迅速，救护得法。发现有人触电，首先要尽快使触电者脱离电源，然后根据触电者的具体症状进行对症施救。
- (2) 当触电者位于高处时，采取措施预防触电者在脱离电源后坠地摔伤或摔死（电击二次伤害）。
- (3) 夜间发生触电事故时，考虑切断电源后的临时照明问题，以利救护。
- (4) 触电者未失去知觉时，让触电者在比较干燥、通风暖和的地方静卧休息，并派人严密观察，同时请医生前来或送往医院诊治。

- (5) 触电者已失去知觉但尚有心跳和呼吸时，使其舒适地平卧着，解开衣服以利呼吸，保持空气流通，冷天注意保暖，同时立即请医生前来或送医院诊治。
- (6) 若发现触电者呼吸困难、心跳失常，甚至呼吸和心跳停止时，首先为其通畅气道，然后立即采取人工呼吸及胸外心脏挤压方法进行抢救。

#### 10.9 应急救援演练

##### 10.9.1 应急救援专业队伍训练

- (1) 每季组织一次应急救援专业队人员进行培训。
- (2) 应急救援专业队人员学习使用救急器材及救护方法。
- (3) 学习当事故发生时，应急救援运作程序。

##### 10.9.2 应急救援专业队伍演练

- (1) 每半年组织一次应急救援专业队人员进行演练。
- (2) 测试应急预案程序的准备程度。
- (3) 测试紧急装备、设备及物资到位情况。
- (4) 提高现场协调能力。
- (5) 判别和改正预案的缺陷。
- (6) 搞好宣传，提高公众应急意识。

#### 10.10 恢复和重新进入

##### 10.10.1 组织重新进入人员

- (1) 在重新进入之前所有人员要遵守操作程序。
- (2) 重新进入人员由应急总指挥领导。
- (3) 应急总指挥要随时了解危险状况。
- (4) 搜寻和营救小组要配备必要的防护和设备。

#### 10.11 上级部门宣布紧急结束

##### 10.11.1 根据现场发生事故级别由公司或上级主管部门宣布紧急结束。

#### 10.12 清理损坏区域

##### 10.12.1 公司或上级主管部门宣布紧急结束后，组织人员对现场事故区域进行清理，对现场中接触污染的员工和应急队员必须进行清洁净化。

#### 10.13 恢复损坏区的水、电等供应

##### 10.13.1 与上级部门联系，恢复损坏区的水、电供应。

#### 10.14 清除废墟

##### 10.14.1 对现场事故区域清除废墟进行净化、分类及处理。

#### 10.15 协助上级部门对事故调查



10.15.1 本着实事求是精神，客观反映事故发性过程、原因，协助上级部门对事故调查，分清责任，吸取教训。

## 11. 计算书

### 叠合楼板支撑架（盘扣式）计算书

计算依据：

- 1、《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162-2008
- 2、《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/t 231-2021
- 3、《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010
- 4、《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012
- 5、《钢结构设计标准》GB 50017-2017

#### 一、工程属性

叠合楼板名称	B2，标高 9.00m	现浇楼板厚度 $h_1$ (mm)	叠合板 60mm+ 现浇 100mm
预制楼板厚度 $h_2$ (mm)	60	叠合楼板支架搭设高度 $H$ (m)	4.2
支架纵向长度 $L$ (m)	84	支架横向长度 $B$ (m)	58

#### 二、荷载设计

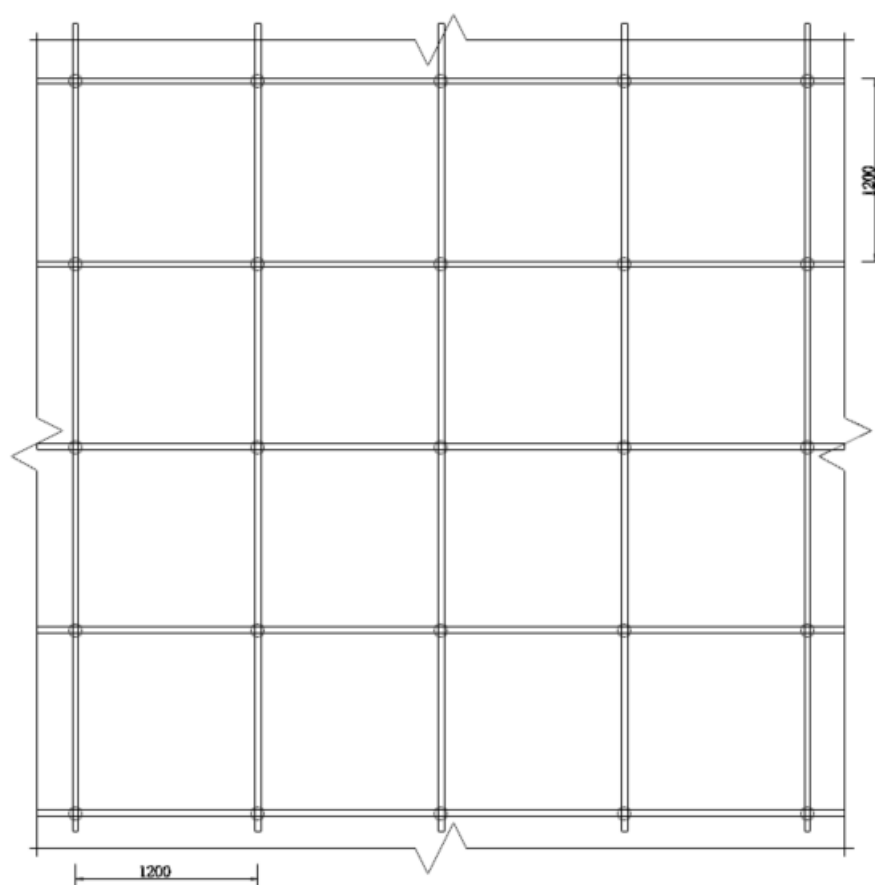
预制楼板自重标准值 $G_{1k}$ (kN/m <sup>2</sup> )	1.5	混凝土自重标准值 $G_{2k}$ (kN/m <sup>3</sup> )	24
钢筋自重标准值 $G_{3k}$ (kN/m <sup>3</sup> )	1.1		
施工人员及设备产生的荷载标准值 $Q_{1k}$ (kN/m <sup>2</sup> )	3		
泵送、倾倒混凝土等因素产生的水平荷载标准值 $Q_{2k}$ (kN/m <sup>2</sup> )	0.08		
风荷载标准值 $\omega_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	基本风压 $\omega_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	0.25	0.325
	地基粗糙程度	B 类(城市郊区)	
	风荷载计算高度 (m)	9	

	风压高度变化系数 $\mu_z$	1	
	风荷载体型系数 $\mu_s$	1.3	
风荷载作用方向		沿模板支架横向作用	

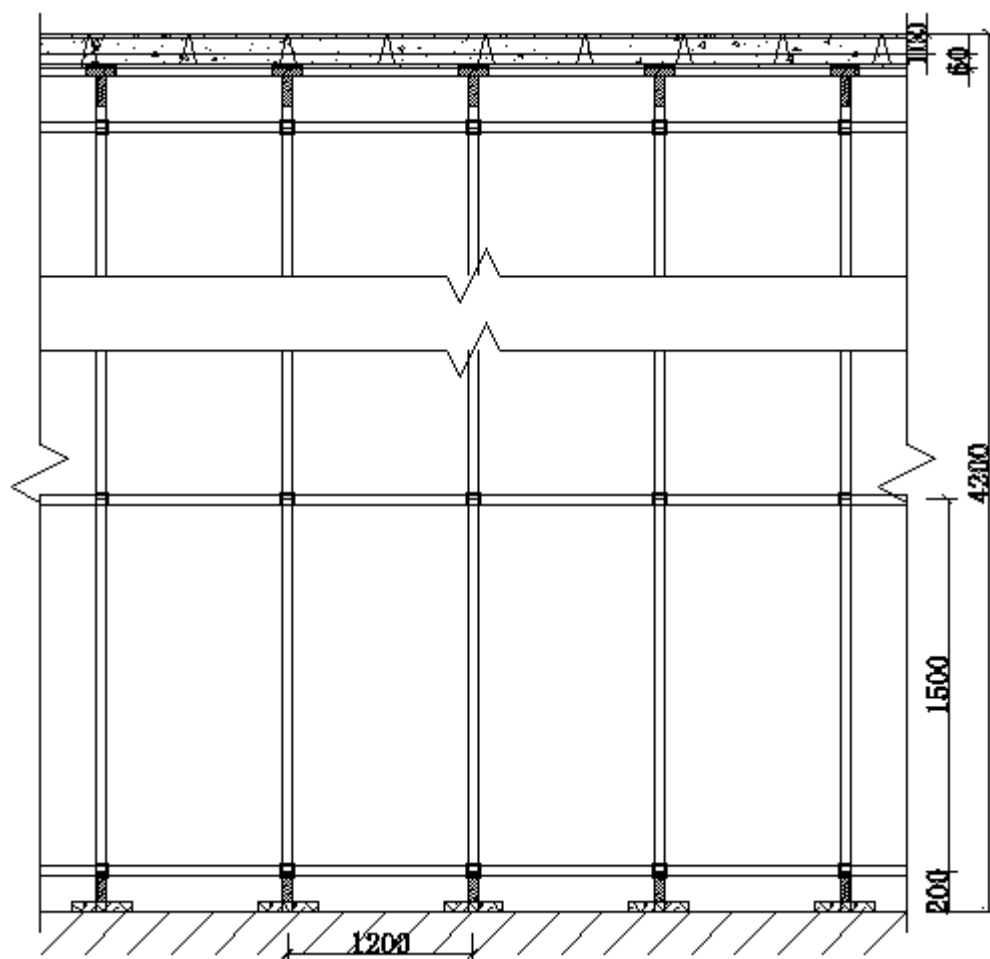
三、支撑体系设计

结构重要性系数 $\gamma_0$	1	脚手架安全等级	II 级
主梁布置方向	平行立杆纵向方向	立杆纵向间距 $l_a$ (mm)	1200
立杆横向间距 $l_b$ (mm)	1200	步距 $h$ (mm)	1500
顶层步距 $h'$ (mm)	1000	支架可调托座支撑点至顶层水平杆中心线的距离 $a$ (mm)	500
预制楼板最大悬挑长度 $l_1$ (mm)	150	主梁最大悬挑长度 $l_2$ (mm)	300
承载力设计值调整系数 $\gamma_R$	1		

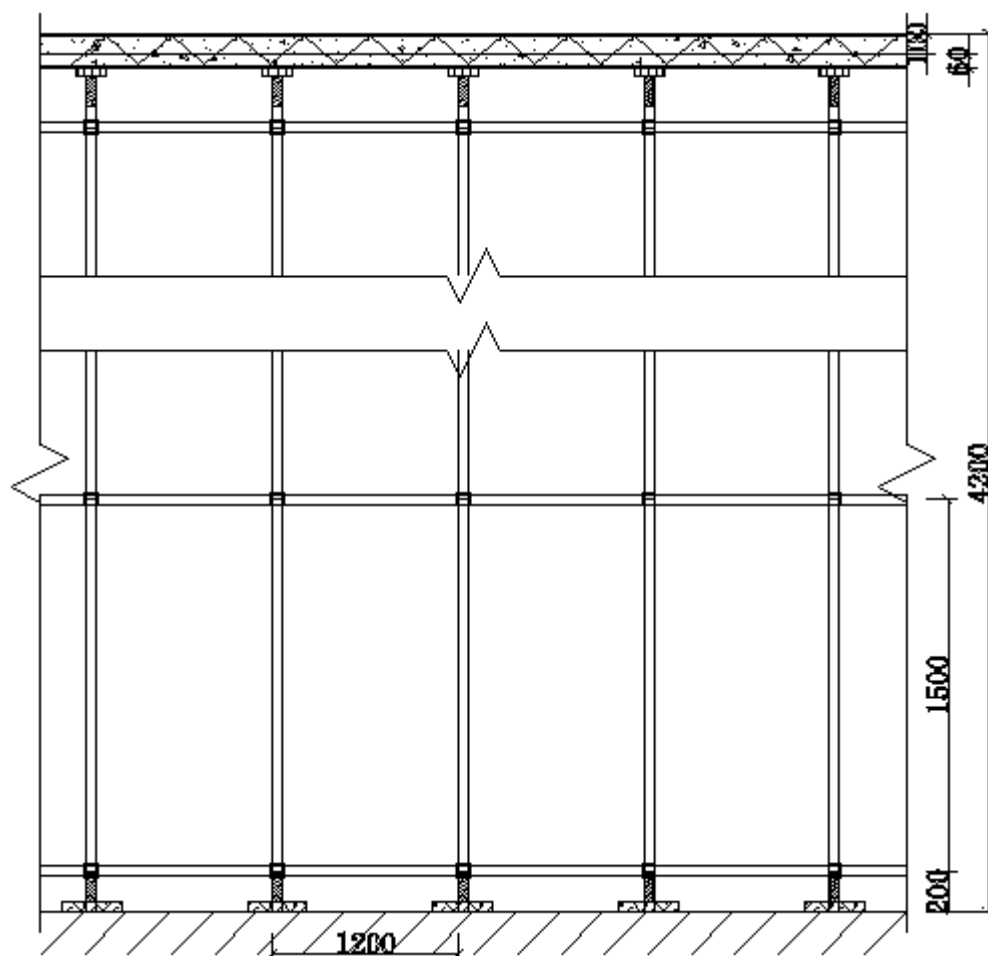
设计简图如下：



叠合楼板平面图



叠合楼板剖面图(支架纵向)



叠合楼板剖面图(支架横向)

#### 四、预制楼板验算

预制楼板混凝土强度等级	C35	现浇楼板厚度 h1 (mm)	100
预制楼板厚度 h2(mm)	60	混凝土抗压强度设计值 $f_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	16.7
预制楼板计算方式	四等跨连续梁	混凝土保护层厚度 (mm)	15
预制楼板配筋 (mm)	HRB400 钢筋 8@150	钢筋抗拉强度设计值 $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	360

叠合楼板的预制部分楼板上进行现浇部分楼板施工,预制楼板需要承担现浇楼板重量及施工荷载,预制楼板下有支撑架,故预制楼板可看成受弯构件计算。本例以四等跨连续梁,取 1m 单位宽度计算。

承载能力极限状态

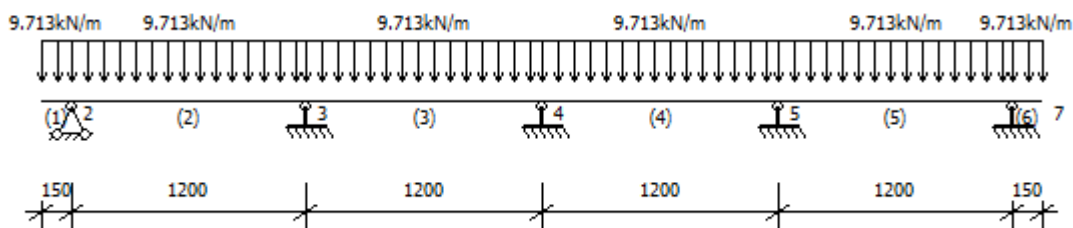
$$q_1 = \gamma_0 \times [1.3 \times (G_{1k} + (G_{2k} + G_{3k}) \times h_1) + 1.5 \times Q_{1k}] \times b = 1 \times [1.3 \times (1.5 + (24 + 1.1) \times 0.1) + 1.5 \times 3] \times 1 = 9.713 \text{ kN/m}$$

正常使用极限状态



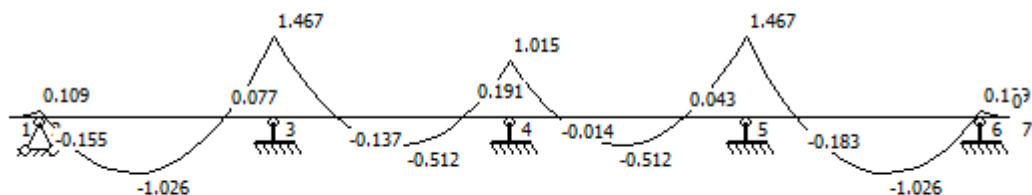
$$q = (1 \times (G_{1k} + (G_{2k} + G_{3k}) \times h_1) + 1 \times Q_{1k}) \times b = (1 \times (1.5 + (24 + 1.1) \times 0.1) + 1 \times 3) \times 1 = 7.01 \text{ kN/m}$$

计算简图如下：



预制楼板计算简图一

## 1、强度验算



弯矩图一 (kN · m)

$$M_{\max} = 1.467 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

单位宽度 1m，根据弯矩计算配筋：

$$h_0 = h_2 - 15 = 60 - 15 = 45 \text{ mm}$$

$$\alpha_s = M_{\max} / (\alpha_1 f_c b h_0^2) = 1.467 \times 10^6 / (1 \times 16.7 \times 1000 \times 45^2) = 0.043$$

$$\gamma_s = 0.5 \times [1 + (1 - 2\alpha_s)^{0.5}] = 0.5 \times [1 + (1 - 2 \times 0.043)^{0.5}] = 0.978$$

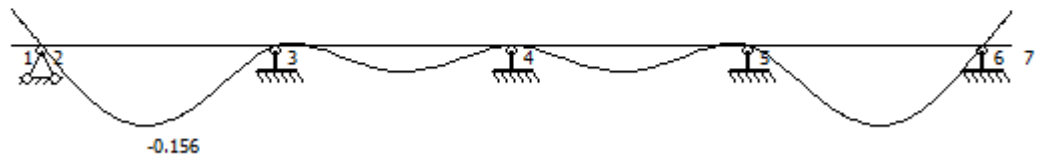
$$A_s = M_{\max} / (\gamma_s f_y h_0) = 1.467 \times 10^6 / (0.978 \times 360 \times 45) = 92.633 \text{ mm}^2$$

根据配筋 8@150 得到：单位宽度 1m 实际配筋面积  $A_{s2}$

$$A_{s2} = 301.593 \text{ mm}^2 \geq A_s = 92.633 \text{ mm}^2$$

满足要求！

## 2、挠度验算



变形图 (mm)

$v_{\max}=0.156\text{mm}$

$v=0.156\text{mm}\leq[v]=L/200=1200/200=6\text{mm}$

满足要求！

五、主梁验算

主梁类型	方钢管	主梁截面类型 (mm)	□40×40×3
主梁抗弯强度设计值 [f] (N/mm <sup>2</sup> )	205	主梁抗剪强度设计值 [τ] (N/mm <sup>2</sup> )	125
主梁截面抵抗矩 W (cm <sup>3</sup> )	4.66	主梁弹性模量 E (N/mm <sup>2</sup> )	206000
主梁截面惯性矩 I (cm <sup>4</sup> )	9.32	主梁计算方式	三等跨连续梁
主梁自重标准值 g <sub>k</sub> (kN/m)	0.033	可调托座内主梁根数	2
主梁受力不均匀系数 ks	0.6		

1、荷载设计

承载能力极限状态：

主梁 2 根合并，其主梁受力不均匀系数=0.6

预制楼板传递给单根主梁的荷载设计值 q<sub>1</sub>

$q_1=\gamma_0\times[1.3\times(G_{1k}+(G_{2k}+G_{3k})\times h_1)+1.5\times Q_{1k}]\times b\times ks=1\times[1.3\times(1.5+(24+1.1)\times 0.1)+1.5\times 3]\times 1.2\times 0.6=6.993\text{kN/m}$

主梁自重设计值  $g=\gamma_0\times\gamma_G\times g_k=1\times 1.3\times 0.033=0.043\text{kN/m}$

主梁承受的荷载设计值  $q=q_1+g=6.993+0.043=7.036\text{kN/m}$

正常使用极限状态：

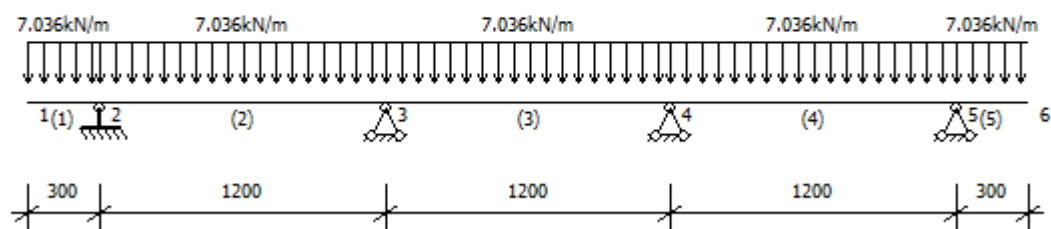
预制楼板传递给单根主梁的荷载标准值 q<sub>2</sub>

$$q_2 = (1 \times (G_{1k} + (G_{2k} + G_{3k}) \times h_1) + 1 \times Q_{1k}) \times b \times k_s = (1 \times (1.5 + (24 + 1.1) \times 0.1) + 1 \times 3) \times 1.2 \times 0.6 = 5.047 \text{ kN/m}$$

$$\text{主梁自重标准值 } g' = \gamma_G \times g_k = 1 \times 0.033 = 0.033 \text{ kN/m}$$

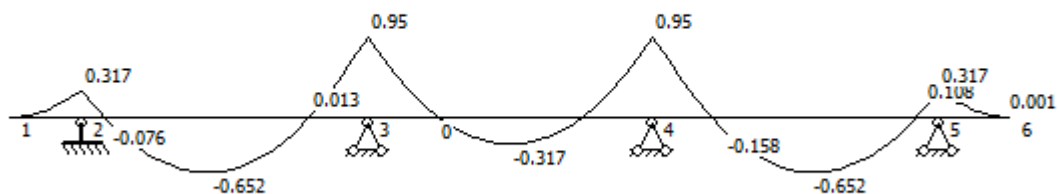
$$\text{主梁承受的荷载标准值 } q' = q_2 + g' = 5.047 + 0.033 = 5.08 \text{ kN/m}$$

计算简图如下：



主梁计算简图一

## 2、抗弯验算

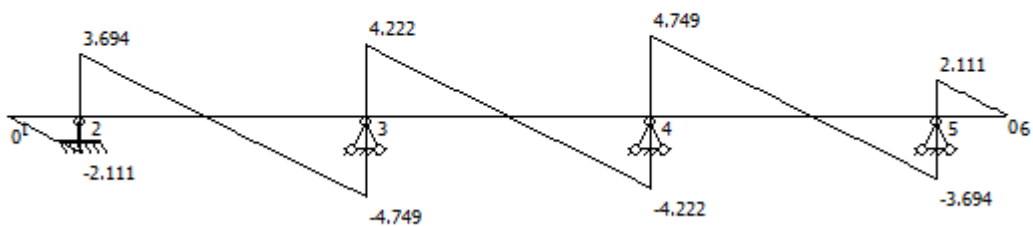


主梁弯矩图一 (kN · m)

$$\sigma = M_{\max} / W = 0.95 \times 10^6 / 4660 = 203.833 \text{ N/mm}^2 \leq [f] / \gamma_R = 205 / 1 = 205 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

## 3、抗剪验算

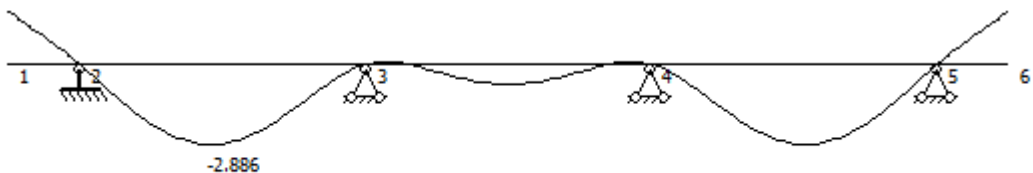


主梁剪力图一(kN)

$$\tau_{\max}=V_{\max}/(8I_z \delta) [bh_0^2-(b-\delta)h^2]=4.749 \times 1000 \times [40 \times 40^2-(40-6) \times 34^2]/(8 \times 93200 \times 6)=26.218\text{N/mm}^2 \leq [\tau]/\gamma_R=125/1=125\text{N/mm}^2$$

满足要求！

4、挠度验算



主梁变形图一(mm)

跨中  $v_{\max}=2.886\text{mm} \leq [v]=\min\{1200/150, 10\}=8\text{mm}$

悬挑段  $v_{\max}=1.875\text{mm} \leq [v]=\min(2 \times 300/150, 10)=4\text{mm}$

满足要求！

5、支座反力计算

承载能力极限状态

图一

支座反力依次为  $R_1=5.805\text{kN}$ ,  $R_2=8.971\text{kN}$ ,  $R_3=8.971\text{kN}$ ,  $R_4=5.805\text{kN}$

六、可调托座验算

荷载传递至立杆方式	可调托座	可调托座承载力设计值[N] (kN)	100
-----------	------	--------------------	-----

按上节计算可知，可调托座受力  $N=8.971/0.6=14.952\text{kN} \leq [N]/\gamma_R=100/1=100\text{kN}$

满足要求！

七、立杆验算

立杆钢管截面类型 (mm)	Φ 48.3×3.2	立杆钢管计算截面类型 (mm)	Φ 48×3
钢材等级	Q355	立杆截面面积 (mm <sup>2</sup> )	424
立杆截面回转半径 i (mm)	15.9	立杆截面抵抗矩 W (cm <sup>3</sup> )	4.49
抗压强度设计值 [f] (N/mm <sup>2</sup> )	300	支架自重标准值 q (kN/m)	0.15
支架立杆计算长度修正系数 η	1.05	悬臂端计算长度折减系数 k	0.6
支撑架搭设高度调整系数 β <sub>H</sub>	1	架体顶层步距修正系数 γ	0.9

1、长细比验算

$$l_{01} = \beta_H \gamma h' + 2ka = 1 \times 0.9 \times 1000 + 2 \times 0.6 \times 500 = 1500\text{mm}$$

$$l_0 = \beta_H \eta h = 1 \times 1.05 \times 1500 = 1575\text{mm}$$

$$\lambda = \max[l_{01}, l_0] / i = 1575 / 15.9 = 99.057 \leq [\lambda] = 150$$

满足要求！

2、立杆稳定性验算

根据《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/t 231-2021 公式 5.3.1-2，考虑风荷载时，可变荷载需考虑 0.9 组合系数：

主梁验算

$$q_1 = \gamma_0 \times [1.3 \times (G_{1k} + (G_{2k} + G_{3k}) \times h_1) + 1.5 \times 0.9 \times Q_{1k}] \times b \times k_s = 1 \times [1.3 \times (1.5 + (24 + 1.1) \times 0.1) + 1.5 \times 0.9 \times 3] \times 1.2 \times 0.6 = 6.669\text{kN/m}$$

主梁自重设计值  $g = \gamma_0 \times \gamma_G \times g_k = 1 \times 1.3 \times 0.033 = 0.043\text{kN/m}$

主梁承受的荷载设计值  $q = q_1 + g = 6.669 + 0.043 = 6.712\text{kN/m}$

重新带入计算，可得：

$$R_1 = 5.537\text{kN}, R_2 = 8.558\text{kN}, R_3 = 8.558\text{kN}, R_4 = 5.537\text{kN}$$

顶部立杆段：

$$\lambda_1 = l_{01} / i = 1500.000 / 15.9 = 94.34$$

查表得， $\phi = 0.519$

不考虑风荷载：

$$N_1 = \max[R_1, R_2, R_3, R_4] / 0.6 = \max[5.537, 8.558, 8.558, 5.537] / 0.6 = 14.263\text{kN}$$



$$f = N_1 / (\Phi A) = 14263 / (0.519 \times 424) = 64.815 \text{ N/mm}^2 \leq [f] / \gamma_R = 300 / 1 = 300 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

考虑风荷载：

$$M_w = \gamma_0 \times \gamma_Q \phi_c \omega_k \times l_a \times h^2 / 10 = 1 \times 1.5 \times 0.9 \times 0.325 \times 1.2 \times 1.5^2 / 10 = 0.118 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{1w}$$

$$= \text{Max}[R_1, R_2, R_3, R_4] / 0.6 + M_w / l_b = \text{Max}[5.537, 8.558, 8.558, 5.537] / 0.6 + 0.118 / 1.2 = 14.361 \text{ kN}$$

$$f = N_{1w} / (\Phi A) + M_w / W = 14361 / (0.519 \times 424) + 0.118 \times 10^6 / 4490 = 91.542 \text{ N/mm}^2 \leq [f] / \gamma_R = 300 / 1 = 300 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

非顶部立杆段：

$$\lambda = l_0 / i = 1575.000 / 15.9 = 99.057$$

查表得， $\phi_1 = 0.482$

不考虑风荷载：

$$N = \text{Max}[R_1, R_2, R_3, R_4] / 0.6 + 1 \times \gamma_G \times q \times H = \text{Max}[5.537, 8.558, 8.558, 5.537] / 0.6 + 1 \times 1.3 \times 0.15 \times 4.2 = 15.082 \text{ kN}$$

$$f = N / (\Phi_1 A) = 15.082 \times 10^3 / (0.482 \times 424) = 73.798 \text{ N/mm}^2 \leq [f] / \gamma_R = 300 / 1 = 300 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

考虑风荷载：

$$M_w = \gamma_0 \times \gamma_Q \phi_c \omega_k \times l_a \times h^2 / 10 = 1 \times 1.5 \times 0.9 \times 0.325 \times 1.2 \times 1.5^2 / 10 = 0.118 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_w = \text{Max}[R_1, R_2, R_3, R_4] / 0.6 + 1 \times \gamma_G \times q \times H + M_w / l_b = \text{Max}[5.537, 8.558, 8.558, 5.537] / 0.6 + 1 \times 1.3 \times 0.15 \times 4.2 + 0.118 / 1.2 = 15.18 \text{ kN}$$

$$f = N_w / (\Phi_1 A) + M_w / W = 15.18 \times 10^3 / (0.482 \times 424) + 0.118 \times 10^6 / 4490 = 100.559 \text{ N/mm}^2 \leq [f] / \gamma_R = 300 / 1 = 300 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

## 八、高宽比验算

根据《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/t 231-2021 第 6.2.1：支撑架的高宽比宜控制在 3 以内

$$H/B = 4.2 / 58 = 0.072 \leq 3$$

满足要求！

九、抗倾覆验算

混凝土浇筑前，倾覆力矩主要由风荷载产生，抗倾覆力矩主要由预制楼板及支架自重产生

$$M_t=\gamma_0\times\phi_c\gamma_q(\omega_kL_1H^2/2)=1\times1\times1.5\times(0.325\times84\times4.2^2/2)=670.761\text{kN}\cdot\text{m}$$
$$M_R=\gamma_G(G_{1k}+0.15H/(1.4l_b))L_1B_1^2/2=0.9\times(1.5+0.15\times4.2/(1.2\times1.2))\times84\times58^2/2=246370.95\text{kN}\cdot\text{m}$$
$$M_t=670.761\text{kN}\cdot\text{m}\leq M_R=246370.95\text{kN}\cdot\text{m}$$

满足要求！

混凝土浇筑时，倾覆力矩主要由泵送、倾倒混凝土等因素产生的水平荷载产生，抗倾覆力矩主要由钢筋、混凝土、叠合楼板及支架自重产生

$$M_t=\gamma_0\times\phi_c\gamma_q(Q_{2k}L_1H^2)=1\times1\times1.5\times(0.08\times84\times4.2^2)=177.811\text{kN}\cdot\text{m}$$
$$M_R=\gamma_G[(G_{2k}+G_{3k})\times h_1+(G_{1k}+0.15H/(1.4l_b))]L_1B_1^2/2=0.9\times[(24+1.1)\times0.1+(1.5+0.15\times4.2/(1.2\times1.2))]\times84\times58^2/2=565540.542\text{kN}\cdot\text{m}$$
$$M_t=177.811\text{kN}\cdot\text{m}\leq M_R=565540.542\text{kN}\cdot\text{m}$$

满足要求！

十、立杆支承面承载力验算

支撑层楼板厚度 h (mm)	120	混凝土强度等级	C30
混凝土的龄期 (天)	7	混凝土的实测抗压强度 $f_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	8.294
混凝土的实测抗拉强度 $f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.829	立杆垫板长 a (mm)	200
立杆垫板宽 b (mm)	100		

$$F_1=N=15.18\text{kN}$$

1、受冲切承载力计算

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 6.5.1 条规定，见下表

公式	参数剖析	
$F_1\leq(0.7\beta_hf_t+0.25\sigma_{pc,m})\eta u_mh_0$	$F_1$	局部荷载设计值或集中反力设计值
	$\beta_h$	截面高度影响系数：当 $h\leq800\text{mm}$ 时，取 $\beta_h=1.0$ ；当 $h\geq2000\text{mm}$ 时，取 $\beta_h=0.9$ ；中间线性插入取用。

	$f_t$	混凝土轴心抗拉强度设计值
	$\sigma_{pc,m}$	临界面周长上两个方向混凝土有效预压应力按长度的加权平均值，其值控制在 $1.0\sim 3.5\text{N/mm}^2$ 范围内
	$u_m$	临界截面周长：距离局部荷载或集中反力作用面积周边 $h_0/2$ 处板垂直截面的最不利周长。
	$h_0$	截面有效高度，取两个配筋方向的截面有效高度的平均值
$\eta=\min(\eta_1,\eta_2)$ $\eta_1=0.4+1.2/\beta_s$ , $\eta_2=0.5+a_s\times h_0/4U_m$	$\eta_1$	局部荷载或集中反力作用面积形状的影响系数
	$\eta_2$	临界截面周长与板截面有效高度之比的影响系数
	$\beta_s$	局部荷载或集中反力作用面积为矩形时的长边与短边尺寸比较， $\beta_s$ 不宜大于 4；当 $\beta_s<2$ 时取 $\beta_s=2$ ，当面积为圆形时，取 $\beta_s=2$
	$a_s$	板柱结构类型的影响系数：对中柱，取 $a_s=40$ ，对边柱，取 $a_s=30$ ；对角柱，取 $a_s=20$
说明	本工程无预应力，不考虑上式中 $\sigma_{pc,m}$ 之值，将其取为 0。	

可得： $\beta_h=1$ ， $f_t=0.829\text{N/mm}^2$ ， $\eta=1$ ， $h_0=h-20=100\text{mm}$ ，  
 $u_m=2[(a+h_0)+(b+h_0)]=1000\text{mm}$   
 $F=(0.7\beta_h f_t+0.25\sigma_{pc,m})\eta u_m h_0=(0.7\times 1\times 0.829+0.25\times 0)\times 1\times 1000\times 100/1000=58.03\text{kN}\geq F_1=15.18\text{kN}$

满足要求！

2、局部受压承载力计算

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 6.6.1 条规定，见下表

公式	参数剖析	
$F_1\leq 1.35\beta_c\beta_1f_cA_{1n}$	$F_1$	局部受压面上作用的局部荷载或局部压力设计值
	$f_c$	混凝土轴心抗压强度设计值；可按本规范表 4.1.4-1 取值
	$\beta_c$	混凝土强度影响系数，按本规范第 6.3.1 条的规定取用
	$\beta_1$	混凝土局部受压时的强度提高系数
	$A_{1n}$	混凝土局部受压净面积

$\beta_1=(A_b/A_1)^{1/2}$	$A_1$	混凝土局部受压面积
	$A_b$	局部受压的计算底面积，按本规范第 6.6.2 条确定

可得： $f_c=8.294\text{N/mm}^2$ ， $\beta_c=1$ ，

$\beta_1=(A_b/A_1)^{1/2}=[(a+2b) \times (b+2b)/(ab)]^{1/2}=[(400) \times (300)/(200 \times 100)]^{1/2}=2.449$ ，

$A_{1n}=ab=20000\text{mm}^2$

$F=1.35 \beta_c \beta_1 f_c A_{1n}=1.35 \times 1 \times 2.449 \times 8.294 \times 20000/1000=548.534\text{kN} \geq F_1=15.18\text{kN}$

满足要求！

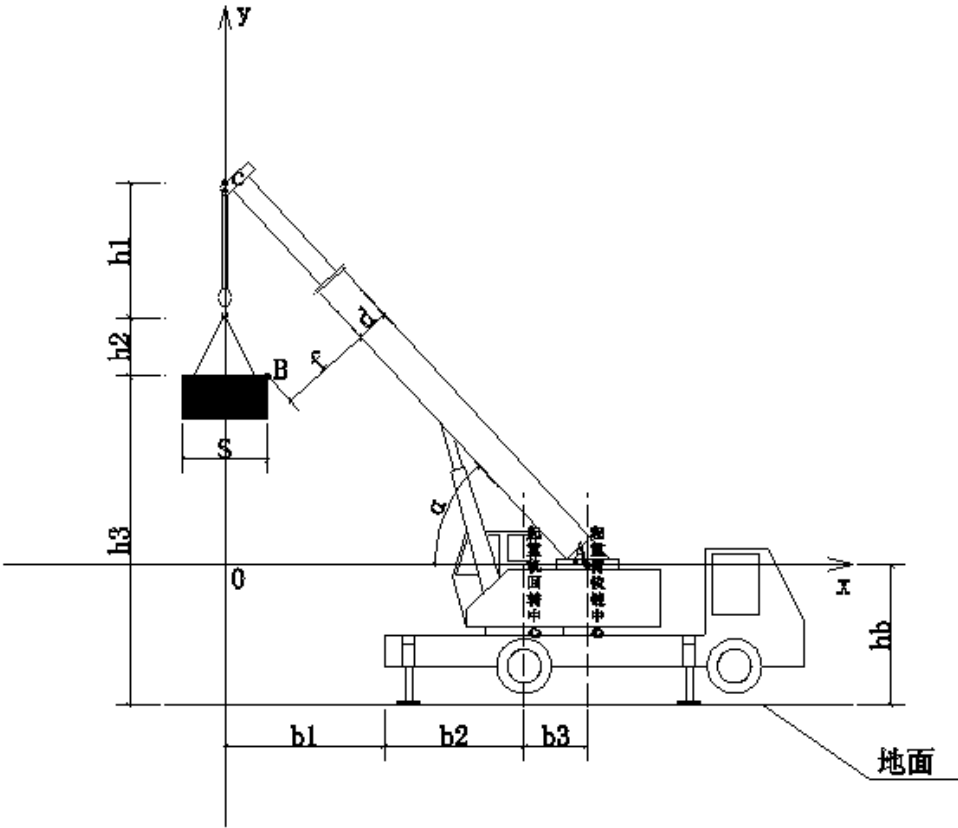
汽车起重机工况核算计算书

- 计算依据：
- 1、《建筑施工起重吊装安全技术规范》JGJ276-2012
  - 2、《起重吊装计算及安全技术》主编卜一德
  - 3、《钢结构设计标准》GB50017-2017

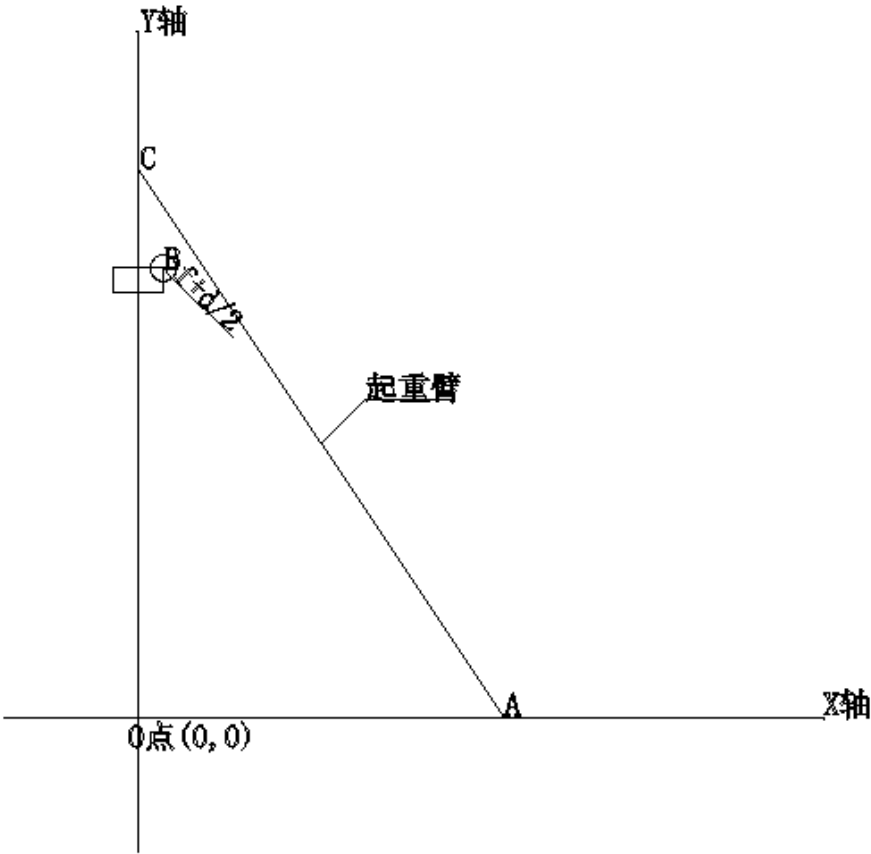
一、基本参数

起重机种类	液压汽车起重机	起重机型号	QY50G
起重臂顶端至吊钩底面最小距离 $h_1(\text{m})$	5	起重臂宽度 $d(\text{m})$	0.8
起重臂铰链中心至地面距离 $h_b(\text{m})$	2.8	起重机外轮廓线至起重机回转中心距离 $b_2(\text{m})$	3
起重臂铰链中心至起重机回转中心距离 $b_3(\text{m})$	2.2	吊钩底面至吊装构件顶部距离 $h_2(\text{m})$	1
吊装构件顶部至地面距离 $h_3(\text{m})$	30	吊装构件中心至起重机外轮廓线最小距离 $b_1(\text{m})$	16
吊装构件直径 $S(\text{m})$	3	吊装构件与起重臂的间隙 $f(\text{m})$	0.4
幅度 $R(\text{m})$	20		

二、计算示意图



参数示意图



起重臂坐标示意图



### 三、起重机核算

建立平面直角坐标系：以穿过起重臂铰链中心的水平线为X轴，以穿过吊装构件中心的竖直线为Y轴，

A点坐标：

$$x_A = R + b_3 = 20 + 2.2 = 22.2\text{m}$$

$$y_A = 0\text{m}$$

B点坐标：

$$x_B = S/2 = 3/2 = 1.5\text{m}$$

$$y_B = h_3 - h_b = 30 - 2.8 = 27.2\text{m}$$

C点坐标：

$$x_C = 0\text{m}$$

$$y_C = h_1 + h_2 + h_3 - h_b = 5 + 1 + 30 - 2.8 = 33.2\text{m}$$

直线AC的倾角：

$$\alpha_1 = \arctg(y_C/x_A) = \arctg(33.2/22.2) = 56.23^\circ$$

经过点A与（以B点为圆心， $f+d/2$ 为半径的圆）相切的点形成的直线的倾角：

$$\alpha_2 = \arctg(y_B/(x_A - x_B)) + \arcsin((f+d/2)/$$

$$(y_B^2 + (x_A - x_B)^2)^{0.5}) = \arctg(27.2/(22.2 - 1.5)) + \arcsin((0.4 + 0.8/2)/(27.2^2 + (22.2 - 1.5)^2)^{0.5}) = 54.069^\circ$$

$$\text{起重臂仰角：}\alpha = \alpha_1 = 56.23^\circ$$

$$\text{最小臂长：}L = x_A / \cos\alpha = 39.938\text{ m}$$

$$\text{幅度：}R = 20\text{m}$$

## 吊绳（吊索）计算书

计算依据：

- 1、《建筑施工起重吊装安全技术规范》JGJ276-2012
- 2、《建筑施工计算手册》江正荣编著
- 3、《建筑材料规范大全》

### 钢丝绳容许拉力计算：

钢丝绳容许拉力可按下式计算：

$$[F_g] = aF_g/K$$

其中:  $[F_g]$ ——钢丝绳的容许拉力;

$F_g$  ——钢丝绳的钢丝破断拉力总和,取  $F_g=151.50\text{kN}$ ;

$\alpha$ ——考虑钢丝绳之间荷载不均匀系数,  $\alpha=0.85$ ;

$K$  ——钢丝绳使用安全系数, 取  $K=5.50$ ;

经计算得  $[F_g]=151.50\times 0.85/5.50=23.41\text{kN}$ 。

### 钢丝绳的复合应力计算:

钢丝绳在承受拉伸和弯曲时的复合应力按下式计算:

$$\sigma = F/A + d_0 E_0 / D$$

其中:  $\sigma$ ——钢丝绳承受拉伸和弯曲的复合应力;

$F$ ——钢丝绳承受的综合计算荷载,取  $F=35.00\text{kN}$ ;

$A$ ——钢丝绳钢丝截面面积总和,取  $A=245.00\text{mm}^2$ ;

$d_0$ ——单根钢丝的直径(mm), 取  $d_0=1.00\text{mm}$ ;

$D$ ——滑轮或卷筒槽底的直径,取  $D=343.00\text{mm}$ ;

$E_0$ ——钢丝绳的弹性模量, 取  $E_0=20000.00\text{N/mm}^2$ 。

经计算得  $\sigma=35000.00/245.00+1.00\times 20000.00/343.00=201.17\text{N/mm}^2$ 。

### 钢丝绳的冲击荷载计算:

钢丝绳的冲击荷载可按下式计算:

$$F_s = Q(1+(1+2EAh/QL)^{1/2})$$

其中:  $F_s$ ——冲击荷载;

$Q$ ——静荷载, 取  $Q=20.50\text{kN}$ ;

$E$ ——钢丝绳的弹性模量, 取  $E=20000.00\text{N/mm}^2$ ;

$A$ ——钢丝绳截面面积, 取  $A=111.53\text{mm}^2$ ;

$h$ ——钢丝绳落下高度,取  $h=250.00\text{mm}$ ;

$L$ ——钢丝绳的悬挂长度, 取  $L=5000.00\text{mm}$ 。

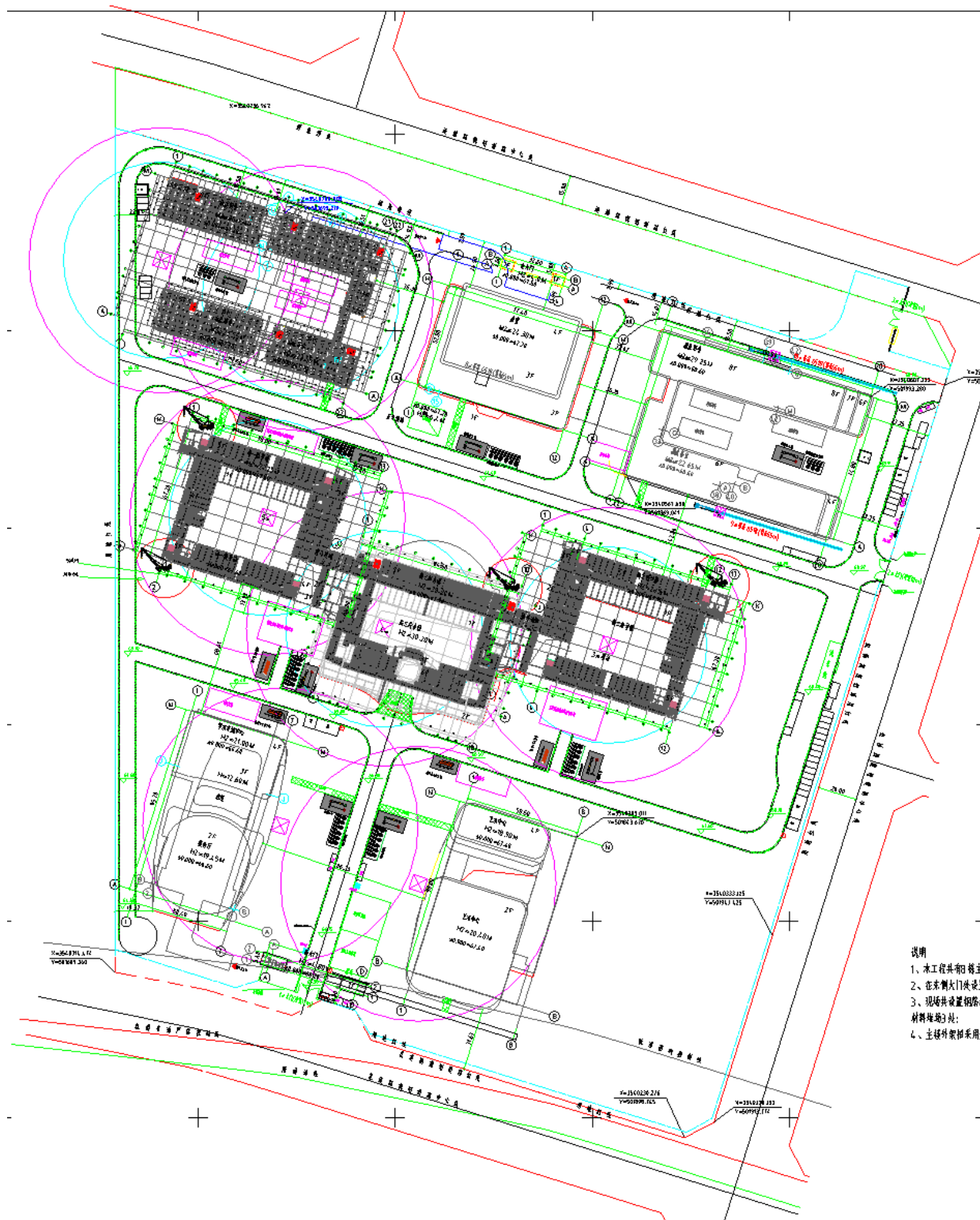
经计算得

$F_s$

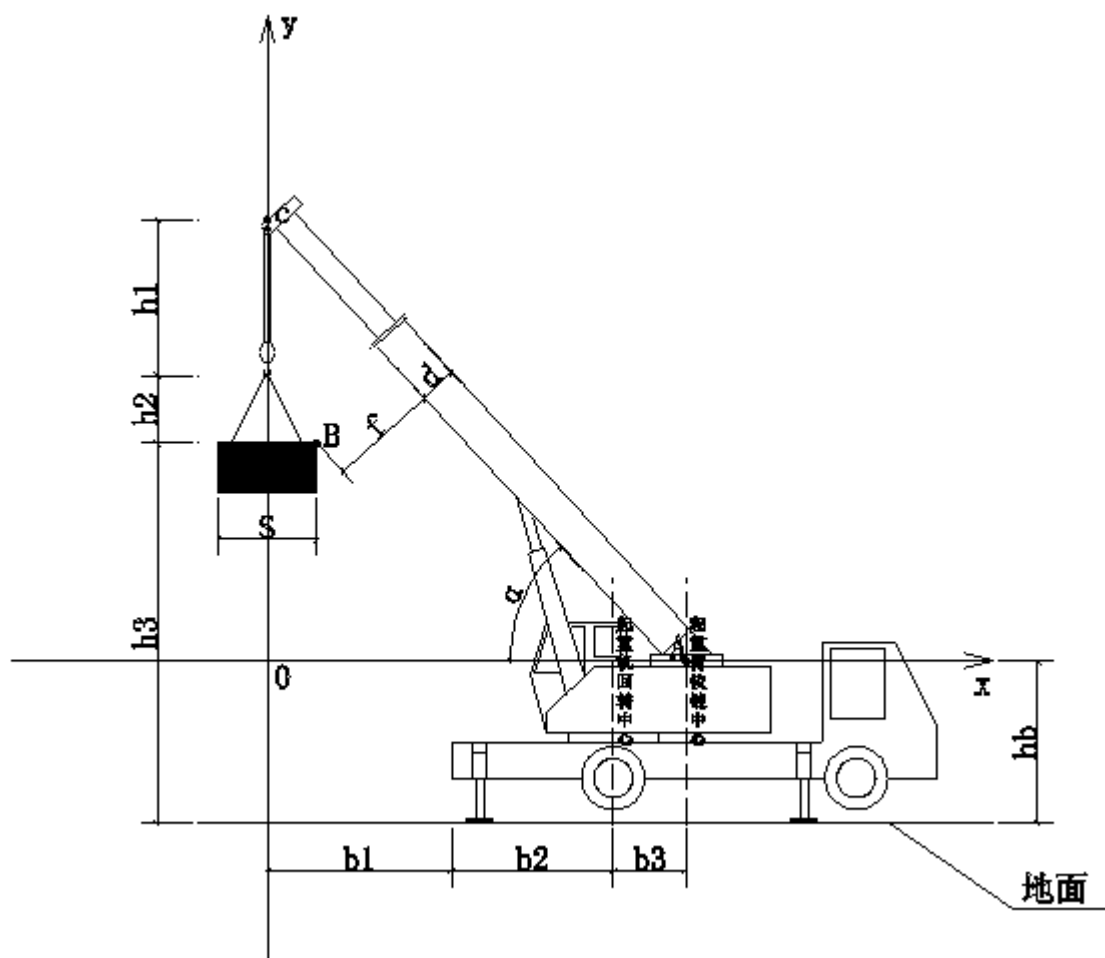
$$=20500.00\times(1+(1+2\times 20000.00\times 111.53\times 250.00/20500.00/5000.00)^{1/2})=91161.02\text{N}\approx 91\text{kN}$$

## 12. 附录

## 12.1 吊装图



## 12.2 汽车吊作业立面图



## 12.3 作业的安全危害因素辨识及措施清单

序号	活动内容	危险因素		可能导致的事故	控制措施	L	E	C	D	风险、机遇级别
		危险源	具体描述							
1	吊装作业	照明灯	施工现场照明灯配置不足，导致现场无充足照明。	高处坠落	在每个作业点拆卸充足的照明灯具并正常使用。	1	6	7	42	II
3	平台作业	临时施工平台	临时施工平台搭设、使用不合理	高处坠落	专业人员搭设，验收合格并挂牌后方可施工，并不得超载使用。	3	3	15	135	III
4	吊装作业	安全标志被挪动	现场设置的各种安全设施被挪动他用	高处坠落、物体打击	现场设置的各种安全设施严禁挪动或移作他用。	3	6	4	72	III
5	高处作业	高空坠物	高空坠物	物体打击	高处作业人员应佩戴工具袋，较大的工具应系保险绳；传递物品时严禁抛掷。	1	6	15	90	III
		平台、步道等	高处作业的平台、走道、斜道搭设不规范	高处坠落	高处作业的平台、走道、斜道等应装设由上下两道栏杆（上道栏杆高 1.05m~1.2m，下道栏杆高 0.5m~0.6m）和栏杆柱组成的防护栏杆和 18cm 高的挡脚板，或设防护立网。	3	3	15	135	III
		孔洞等	高处作业区周围的孔洞、沟道等未设	高处坠落	高处作业区周围的孔洞、沟道等应设盖板、围栏；屋架或作业面下方悬空处铺设安全网。	1	6	15	90	III



			盖板、安全网或围栏。							
6	吊装作业	天气	大风、恶劣气候时露天高处作业	起重伤害	遇有五级及以上大风或恶劣气候时，应停止露天高处作业。	3	3	15	135	III
7	吊装作业	吊装物	在吊装物下接料或逗留，坠物伤人	物体打击、起重伤害	起重工作区域内无关人员不得逗留或通过；起吊过程中严禁任何人员在起重机伸臂及吊物的下方逗留或通过。设警戒区域，设专门监护人，拒绝任何人通过。	1	6	15	90	III
8	吊装作业	交叉作业	垂直交叉作业	物体打击、起重伤害	施工中应尽量减少立体交叉作业。必须交叉时，施工面尽量错开，以减少干扰；无法错开的垂直交叉作业，层间必须搭设严密、牢固的防护隔离设施。	3	3	15	135	III
10	作业人员状态	作业人员	作业人员施工态度不端正	高处坠落、其他伤害	施工人员严禁嬉戏、打斗，严禁酒后进入施工现场。	3	6	4	72	III
12	吊装作业	钢丝绳	钢丝绳达不到吊装要求	起重伤害	钢丝绳必须有 6 倍以上保险系数并在与吊物尖锐棱角接触处垫半圆管、木方或胶皮。	1	6	15	90	III
		吊挂物	吊挂不牢固		钢丝绳与管道接触处垫防滑物，吊挂生根牢固并进行二次保护。	1	6	15	90	III
		吊装物	辅助起重设备负荷		辅助起重设备吊装一物件时：1 绑扎时应根据物件	1	6	15	90	III

			率超过允许范围		的重心位置进行绑扎；2 在起吊过程中应垂直起落，且负荷率不得超过 85%。					
13	作业人员作业	作业人员	典型违章行为	机械伤害、高处坠落、其他伤害	<p>施工现场严禁出现下列违章行为：</p> <p>1、使用无齿锯时锯片未紧固。</p> <p>2、在转动的无齿锯片上直接研磨物件。</p> <p>3、使用大锤、手锤等工具时戴手套。</p> <p>4、操作电动设备（机具）、电焊机等工作完毕后，未把控制器拨至零位、未切断电源就离开现场。</p> <p>5、用安全带当传递或绑扎绳使用。</p> <p>6、倒链（手动葫芦）的挂钩或吊钩直钩挂在物体或结构上使用。</p>	3	3	15	135	III
14	吊装作业	吊索	吊挂绳夹角过大	起重伤害	吊挂绳之间夹角不宜大于 120°，避免绳索受力过大。	1	3	15	45	II
		吊装机械及员装物	起吊前未检查机械及吊装物	起重伤害	起吊前应检查起重机械及其安全装置；吊件吊离地面约 20cm 时应暂停起吊并进行全面检查，确认正常后方可正式起吊。	3	3	15	135	III
		指挥人员和操作人员	指挥人员和操作人员擅离岗位	起重伤害	吊起的重物必须在空中作短时间停留时，指挥人员和操作人员均不得离开工作岗位。	3	3	7	63	II

		指挥人员	指挥人员的职责不清	起重伤害、其他伤害	<p>1、指挥人员使用对讲机指挥作业时，必须设定专用频道。2、指挥人员发出的指挥信号必须清晰、准确。3、指挥人员应站在使操作人员能看清指挥信号的安全位置上；当跟随负载进行指挥时，应随时指挥负载避开人及障碍物。4、指挥人员不能同时看清操作人员和负载时，必须设中间指挥人员逐级传递信号，当发现错传信号时，应立即发出停止信号。5、负载降落前，指挥人员必须确认降落区域安全方可发出降落信号。6、当多人绑挂同一负载时，应做好呼唤应答，确认绑挂无误后，方可由指挥人员负责指挥起吊。7、用两台起重机吊运同一负载时，指挥人员应双手分别指挥各台起重机以确保协调。8、在开始起吊时，应先用微动信号指挥，待负载离开地面 10cm~20cm 并稳定后，再用正常速度指挥。在负载最后降落就位时，也应使用微动信号指挥。</p>	3	6	7	126	III
--	--	------	-----------	-----------	---	---	---	---	-----	-----