

确保钢结构分部工程达到优良标准，为某少年宫工程获得鲁班奖创造必要的条件。

第一章 综合说明

1.1 编制说明

1.1.1 本施工组织设计，仅适用于指导深圳市某少年宫上部钢结构工程施工。

1.1.2 编制依据文件

深圳市某少年宫上部钢结构制作及安装工程招标文件

深圳市某少年宫上部钢结构工程结构设计（招标）图

1.1.3 编制依据的规范、标准

《钢结构工程施工及验收规范》GB50205-95

《钢结构工程质量检验评定标准》GB50221-95

《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99-98

《钢-混凝土组合楼盖结构设计与施工规程》GB9238-91

《建筑钢结构焊接规程》JBJ81-91

《钢结构高强螺栓连接的设计施工及验收规范》JGJ82-91

国家有关的安全规范

本企业有关的施工标准

1.1.4 本企业均已通过 ISO9002 质量体系认证，本工程施工按 ISO9002 质量体系运作。

1.2 施工目标

1.2.1 质量目标

1.2.2 工期目标

确保以下几个工期目标：

2000 年 9 月 25 日完成水晶石钢结构安装；

2000 年 7 月 13 日完成少年山三层展厅及巨型斜墙桁架钢结构安装；

2000 年 9 月 25 日完成飞艇钢结构安装；

2000 年 9 月 25 日完成球幕影院钢结构安装；

2000 年 8 月 31 日完成剧院前厅钢结构安装；

2000 年 9 月 25 日完成空中花园、葡萄架等钢结构安装。

1.2.3 安全目标

确保工程、设备安全，施工人员重伤、死亡事故为零指标。

1.2.4 文明施工目标

按规范化、标准化进行现场管理，确保文明施工达标，争创样板示范工程。

第二章 工程概况

2.1 钢结构工程简介

深圳市某少年宫是深圳市新的四大重点文化工程之一，位于深圳市**中心区，基地以南为**一路，东临**路，北临**路，西为**一路。某少年宫北与**山公园隔**路相望，西隔市政绿化带与****中心相对，南侧为**广场，地理位置十分优越。深圳市某少年宫是面向全市少年儿童进行素质教育的重要基地，是全市少年儿童的科技教育中心，团队及艺术活动的营地、信息交流和健康娱乐的场所，是一座集教育性、知识性、趣味性、参与性为一体的现代化建筑，也是深圳市福田区的标志性建筑之一。

本工程地上建筑七层，地下一层，总高度 43m。地上部分为少年山、科学山、水晶石三个部分，其中科学山五层，总高度 38.033m；少年山七层，总高 43m；水晶石大厅总高 30.5m。

2.2 钢结构工程内容

某少年宫钢结构比较分散，分以下几个大部分，所在位置如图 2—1 所示。结构类型、材料及重量如下：

2.2.1 少年山斜墙巨型桁架及支撑柱

型钢巨型组合桁架，共一榀，长度 57277mm，投影高度 7178mm，垂直高度 6976mm，桁架重量 80.3t，材质 Q345B。

支撑柱，H 型钢，共四根，重量 9.1t，材质 Q345B。

2.2.2 少年山三层展厅梁柱构件

十字型钢柱，共四根，总重 29.3t，材质 Q345B。

H 型钢梁，共七根（十八段），总重 137.3t，钢材 Q345B, 大于 50mm 厚采用 Q345B-Z15。

2.2.3 水晶石环柱、梁

水晶石四周钢管柱，共 16 根，材质 Q345B，总重 267.3t。连接环梁为箱形结构，材质 Q345B, 总重 560.3t。

2.2.4 水晶石 18.55m 层平台梁

水晶石蛋体(上部)：采用无缝钢管（GB8162-87）空间结构，外型为椭球冠，钢管最大直径 $\Phi 480\text{mm} \times 22\text{mm}$ ，材质为 16Mn 钢（Q345B），总重 245.5t。

水晶石蛋体(下部)：采用无缝钢管（GB8162-87）空间结构，外型为椭球冠，钢管最大直径 $\Phi 79$ ，材质为 16Mn 钢（Q235B），总重 12t。

2.2.5 飞艇桁架

型钢桁架结构，桁架长度 24 米，共七榀，材质 Q235B, 总重 258.6。

2.2.6 科学山球幕影院

采用无缝钢管（GB8162-87）空间结构，外型为球冠，切割面与水平面夹角 18.35° ，钢管最大直径 $\Phi 219\text{mm}$ ，材质为 Q235B, 总重 78.9t。

2.2.7 天窗

普通型钢框架结构，材质 Q235B, 总重 8.7t。

2.2.8 其他

栓钉：圆柱头熔焊栓钉，有 $\Phi 19$ 和 $\Phi 16$ 两种，主要用于劲性梁柱构件外表面，共计四万多套。

高强螺栓：采用 10.9S 级扭剪型高强螺栓，其性能应满足 GB3632-83。

焊接材料：焊接 16Mn 钢和 Q235B 钢可分别选用 E50××型焊条和 E43××型焊条。

钢结构防腐、防火：本工程外露钢结构（除劲性砼钢骨结构之外）要求进行防腐、防火处理。精装修、薄涂的面积 5260 m²；仅考虑防锈、防火的面积 2400 m²；考虑防锈、防火做一般性乳白色装饰的面积 2800 m²。按设计和有关规范要求，该工程防腐采用亚美隆的 Amercoat[®]385PA 型防锈底漆和 Amershield[™]脂芳族聚氨酯面漆；防火等级一级，采用小于 5mm 的薄形涂料（耐火时间：钢柱 3 小时，钢梁 2 小时。）。

2.3 钢结构工程特征

建筑造型复杂

深圳市某少年宫作为少年儿童大型活动基地，在建筑设计上具有造型复杂，空间跨度大、地下室面积大、层高较高等突出的特点。

- 1. 少年山巨型斜墙桁架长度 57.277m，投影高度 7.178m，与水平面夹角 78.62°，桁架重量 80.3T。
- 2. 未来时代馆（水晶石）为三根近 20m 高圆形劲性混凝土柱支撑的立体椭球，球体三轴长度分别为 36m、28m 和 15m。
- 3. 球幕影院为直径 24m 的圆球冠，切割面与水平面夹角 18.35°，切割面直径 23.368m。

结构类型繁多

为了满足建筑造型的要求，本工程钢结构类型繁多，主要包括有：斜墙巨型 H 型钢组合桁架；水晶石、球幕影院空间管结构；水晶石下部支撑劲性梁柱结构；少年山三层大空间大跨度厚壁十型、H 型钢柱、梁结构；飞艇桁架结构等。

钢结构分布点多面广

本工程地下一层，地上由少年山、科学山、水晶石大厅三个部分组成，三部分都包括有钢结构部分，钢结构分布点多，两千多吨钢结构分为 8 个大部分，散布于整个 129m×126m 平方米的混凝土结构中，构件数量少，单体重量大。

钢结构主承建管理

以钢结构安装单位为主体，对钢材的采购、钢结构制作、运输、钢结构安装、钢结构防腐、防火实行钢结构主承建管理，作为同一实体与业主、总包对施工阶段的所有问题进行处理和协调。

2.4 本工程施工难点和施工中重点需要解决的问题

2.4.1 钢材的采购和质量控制

本工程以 Q345B 无缝钢管和 Q345B 中厚钢板为主要材料，但 50mm 厚以上钢板国内仅少数几个厂家生产，性能还不够稳定，而 Φ480mm×22mm 大直径无缝钢管国内几乎没有厂家生产，需进口。因此，钢材供货厂家的选择、质量的控制、检验和材料复验是施工的重点。

2.4.2 弯管、斜桁架构件质量控制

深圳某少年宫建筑形体复杂，结构变化大，其中未来时代为空间椭球型管结构，球幕影院为空间球冠管结构，需要工厂弯管和预拼装。其建筑几何外形的保证、分段钢管几何尺寸的保证、弯管和焊接时钢管口径的几何形状的保证是本工程的重点控制内容。

2.4.3 大型构件运输

本工程钢结构构件超长超大，如何综合考虑现场吊装、工厂拼装、运输和现场拼装等方面的因素，使其协调和统一，是本工程钢结构施工方案中重点考虑的内容。

2.4.4 安装吊机布置

钢结构分布点多面广，散布于整个 129m×126m 混凝土结构群中，地下室几乎占据了所有的建筑用地，大型吊机无法在地下室楼面上站位和行驶就近吊装，加上构件单重大，因而吊机的选择、布设，结构分段、吊装，吊装顺序是本工程钢结构施工的重点和难点。

2.4.5 球体构件的安装

工厂预拼装构件，因运输条件及现场安装机具的限制，需拆散后分段运输至现场进行安装，斜墙桁架、未来时代椭球体、球幕影院等构件拼装，安装定位、测量控制、校正是现场安装的最大难题。

2.4.6 厚板和钢管相贯焊接

厚度大于 50mm 厚钢板采用 Q345B-Z15 钢板，最大厚度达 80mm，其余板材均为 Q345B 钢材、管材也为 Q345B 厚壁无缝钢管，钢材可焊性较差，易产生层状撕裂现象和全位置钢管焊接焊缝不饱满现象。据记载，国内多个使用厚钢板和大直径钢管直接汇交的工程，在焊接过程中多次发生层状撕裂和焊接质量差等现象。在地处沿海的多风、多雨、环境条件特殊的深圳地区，如何在厚钢板防止焊接导致钢材出现层状撕裂，是本工程的课题之一。

2.4.7 工期保证

钢结构区间 5 月 10 日~9 月 30 日，净工期要求 90 天。因构件复杂，主要钢材为超厚钢板和大直径无缝钢管，钢材的轧制需要一定周期，深化设计、加工、预拼装周期较长，根据本工程钢结构特点，钢结构安装受土建施工、混凝土浇筑等工序的影响较大，工期的保证，施工协调、配合、施工组织是本工程的又一难点。

2.4.8 对分包的管理和与总包的协调

因负责钢结构范围内所有分包的管理，包括原材料、深化设计、钢材采购、构件制作、运输、安装、成品保护、钢结构防腐、防火等施工。同时，负责与土建单位的配合，因钢结构较分散，提供给钢结构施工工作面的时间也不一致，因而作为钢结构主承建单位其管理要求非常之高。

2.4.9 对水晶石钢柱外观的质量要求

水晶石四周 16 根钢柱为外露钢结构，防火涂料面层外不再进行二次装修，钢柱分段需严格按设计分段执行，钢柱制作、现场焊接的质量及外观要求高，防火涂料的表面涂装的选材及质量要求高。

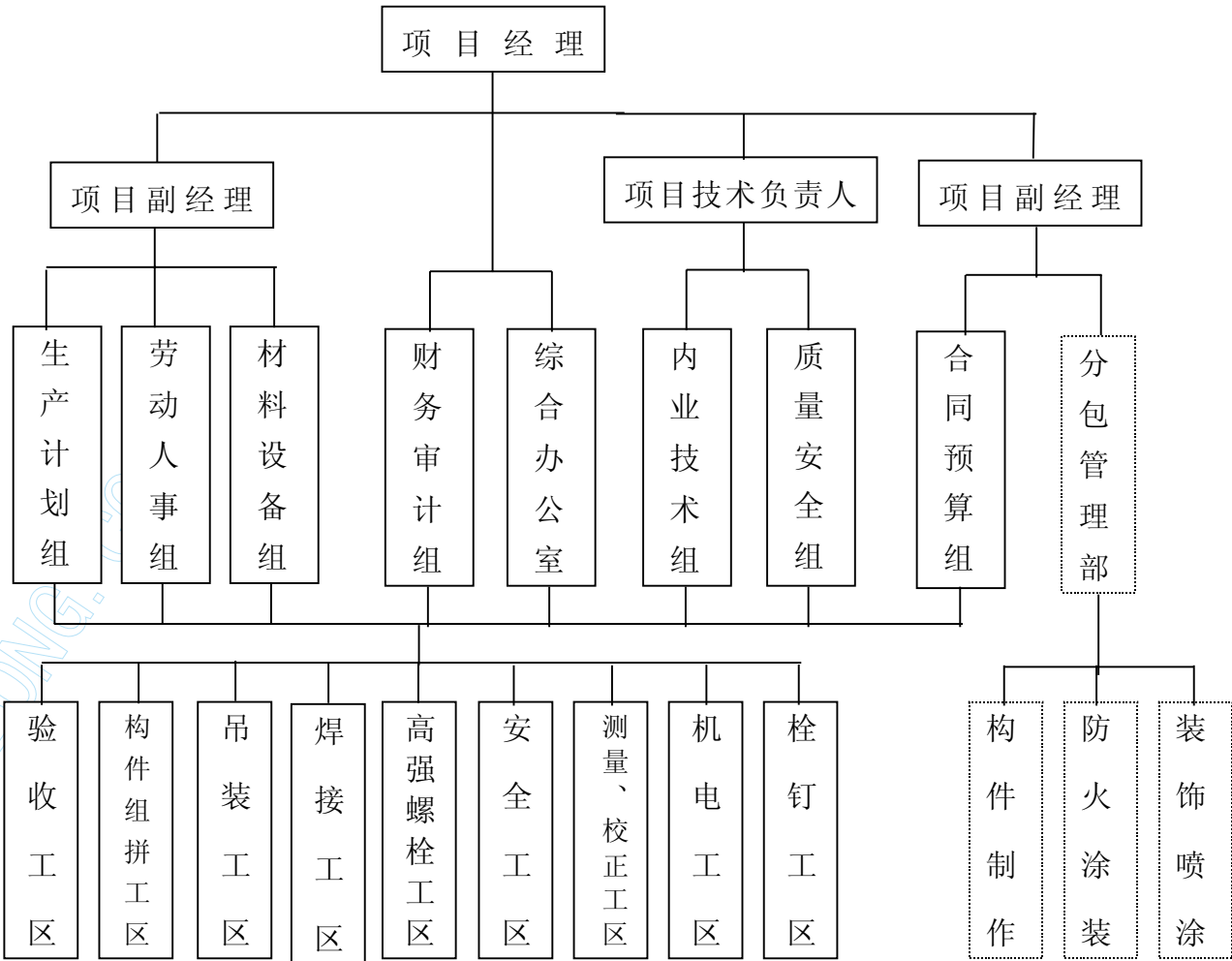
第三章 施工总体规划和进度计划

3.1 主承建管理体系和模式

因本工程钢结构构件分布较散，点多面广，体系复杂，原材料控制、施工质量、成品保护要求高，钢结构施工工期紧张，与总包及土建等其他工种协调及配合多等因素，本工程钢结构施工采用现场安装为主体的主承建管理体制，即主承建单位从钢结构深化设计、钢材的采购、钢结构制作、运输、安装及钢结构防腐、防火涂料施工实行总包管理，统筹安排，统一资金运作，全方位协调管理。

钢结构主承建所采用的管理模式是实行项目经理负责制，所有分包以主承建项目部为主体实行统一的对口管理。钢结构主承建项目部组织机构如右图。

项目各职能部门负责各分包单位的对应业务的管理，分包管理部进行统一协调和控制。



3.2 现场施工布置

3.2.1 水晶石施工平面布置

水晶石钢结构因为椭球体砼结构影响而分为两个阶段安排施工，第一阶段安装 18.55m 以下钢结构及外围 25.4m 以下钢柱及弧形梁。然后履带吊转场到东侧吊装斜墙桁架及三层展厅钢结构。

少年山斜墙桁架及三层劲性梁钢骨吊装完成后,250t 履带吊再转场到南侧

③-⑪轴间地下室外通道上进行组装，吊机沿通道行走与北侧总包单位的 K50/50 塔吊共同进行水晶石四周钢管柱及未来时代馆椭球的吊装。吊机布置、

构件堆场、拼装场地如图 3—1。

3.2.2 斜墙桁架和大空间梁柱施工平面布置

桁架吊装在水晶石上部椭球体吊装前进行, 250t 吊车转场可沿东侧消防通道组装并站位, 平面布置主要考虑了以下内容: 吊车的起重能力; 吊车及运输车辆行走路线。构件的临时堆场与拼装场地位置见图 3—1。

3.2.3 球幕影院施工平面布置

球幕影院的吊装不受其他构件吊装时间的影响, 待土建单位完成下部混凝土结构施工后, 即可进行钢结构施工, 吊装采用一台 40t 汽车吊进行, 北侧 K50/50 塔吊可配合吊装或喂料。施工平面布置如图 3—1。

3.2.4 飞艇施工平面布置

与球幕影院钢结构安装类似, 土建单位完成砼浇筑, 提供作业面后, 采用一台 110t 汽车吊站位于南侧 ⑬-⑭ 轴间, 进行飞艇桁架分榀吊装。

3.2.5 水电供给和办公等临建布置

钢结构施工不再另设水电供给设施, 服从总包单位的统一安排。使用总包的总供电、供水设施, 单独设一组配电箱和一个供水总阀。钢结构施工临建仅考虑自身的办公、仓库 (包括食堂、会议室)、分包及监理单位的办公。工具房设在施工现场。场地由总包单位划定。

3.3 主要设备、机具、仪器及用电量表

3.3.1 主要吊装设备机具一览表 (见表一)

3.3.2 主要焊接设备机具一览表 (见表二)

3.3.3 材料实验、质检、测量仪器设备一览表 (见表)

表一 主要吊装设备机具一览表

名 称	规格/型号	数 量	备 注
塔 吊	K50/50	2 台	利用总包单位现场设备
塔吊	QTZ125	1 台	利用总包单位现场设备
履带吊	250t	1 台	租用
汽车吊	110t	1 台	租用
汽车吊	70t	1 台	租用
汽车吊	40t	1 台	租用
平板车	30t	2 台	租用
脚手架钢管	Φ48×3.5	200T	自备
叉车	3t	1 台	自备
电动扳手		10 把	自 备
手动扳手		10 把	自 备
测力扳手		2 把	自 备
螺旋千斤顶	8t/16t/20t	5 个/10 个 /5 个	自 备
倒 链	1t/3t/5t/10t	20 个/20 个 10 个/4 个	自 备
卷扬机	JJM-3t	2 台	自 备
气切修孔机		4 台	自 备
手提磨光机	Φ200	2 台	自 备
角向磨光机	Φ100	10 台	自 备
螺旋千斤顶	3t/5t/10t/32t	4/8/8/2	自 备
导链	2t/3t/5t/10t	8/10/10/4	自 备
对讲机		12 台	自 备

表二 主要焊接设备机具一览表

序号	名 称	规 格	数 量	备注
1	二氧化碳焊机	600UG	6 台	
2	直流焊机	AX-500-7	4 台	
3	栓钉熔焊机	JASS-2500	1 台	
4	空压机	0.9 立方米	4 台	
5	碳弧气刨		10 台	
6	焊条筒		20 只	
7	保温箱	150	1 台	
8	高温烘箱	0℃—500℃	1 台	
9	空气打渣器		10 台	
10	自动切割机		1 台	
11	O ₂ -C ₂ H ₂ 装置		8 套	
12	高空焊机房		1 个	自制
13	高空操作挂笼		12 个	自制
14	氧气瓶		20 个	周转使用
15	乙炔瓶		10 个	周转使用
16	CO ₂ 气瓶		10 瓶	周转使用
17	三级配电箱		2 套	
	电缆线		若干	
	焊把线	90mm ²	500m	

表三、材料试验、质检、测量仪器设备一览表

序号	仪器设备名称	规格型号	单位	数量	备 注
1	超声波检测仪	USL-32	台	1	质检仪器
2	磁粉探伤仪	DCT-E DCT-C	台	1	质检仪器
3	压力试验机	HYS1-014	台	1	试验设备
4	万能试验机	WE-100	台	1	试验设备
5	冲击试验机	JB30B 6706U	台	1	试验设备
6	电子拉力机	DCS-10T JB6	台	1	试验设备
7	涂装厚度检测仪		台	1	质检仪器
8	全站仪	NET2	台	1	测量仪器
9	经纬仪	J2	台	2	测量仪器
10	激光铅垂仪	JDJ2	台	1	测量仪器
11	水准仪	DZS3	台	2	测量仪器
12	弯管目镜		套	2	测量仪器
13	钢卷尺	50m	把	1	测量仪器
14	钢卷尺	30m	把	1	测量仪器

2.3.4 现场用电计算

主要大功率电器设备一览表

序号	设备名称	规格	功率×台数	暂载率	合计功率
1	CO ₂ 焊机	600UG	36kW×6	65%	216kW
2	直流焊机	AX7-500-1	26kW×4	65%	104kW
3	栓钉熔焊机	JASS-2500	225kVA	40%	
3	空压机	W-0.9/8	7.5kW×2		15kW
4	小型配具	30kW			30kW
总功率				590kW	

整个钢结构安装工程，根据上表所示,计算负荷为：

总负荷：

$$P_e=1.1\times K_{\Sigma}(\sum (P_1\sqrt{FC}) + P_2\sqrt{FC} + \sum P_3)$$

其中同期系数 $K_{\Sigma}=0.6$

$$P_1=216+104=320kW \quad P_2=225kW \quad \sum P_3=45kW$$

$$\text{则 } P_e = 1.1 \times 0.6 (320 \times \sqrt{65\%} + 225 \times \sqrt{40\%} + 45) \approx 294kW$$

3.4 施工进度计划与保证措施

3.4.1 进度计划

根据标书附件（总包单位的施工进度计划），在计划钢结构插入的时间段内安排施工。详见深圳某少年宫上部钢结构施工进度计划。

3.4.2 进度保证措施

1. 安排合理的施工流程和施工顺序，尽可能提供作业面，使各分项工程可交叉施工。
2. 科学安排钢结构设计深化、原材料采购、钢结构制作、安装、防火涂料施工的工期。组织协调好相互间的工序交接，尽量减少前后工序间的间隔时间。
3. 选用科学的、先进的、切实可行的施工方法、施工手段进行钢结构安装。
4. 使用先进的设备、机具、仪器以提高劳动生产率。
5. 协调好与总包、土建单位间的工序关系，尽量使多个工作面同时铺开，尽量使钢结构施工时间顺序与土建单位合拍。
6. 实施主承建管理，实施项目经理负责制，行使计划、组织、指挥、协调、控制、监督六项基本职能，并选配优秀的管理人员及劳务队伍承担本工程的管理、施工任务。
7. 根据总包的施工进度总计划，编制月、周、日计划相结合的各级计划进行进度的控制与管理，并配套制定各分包的计划以及机械设备配备使用计划，劳动力分布安排计划等，实施动态管理。

3.5 劳动力组织

钢结构的安装必须由经过足够培训,有较高个人技能良好合作精神和足够安全意识的技工群体来完成。作为国有大型骨干施工企业，我司有着工种配套齐全、技能等级较高和具有丰富施工经验的专业施工队伍，针对本工程特点和

工期要求，我司计划参加本工程施工的技工如下（未含制作部分用工）：

起重工 8 人 讯号工 4 人 安装铆工 12 人 制作铆工 8 人
安装钳工 6 人 修理钳工 2 人 厂内机车驾驶 1 人 司机 2 人
机操 2 人 线路维护电工 2 人 设备维护电工 1 人

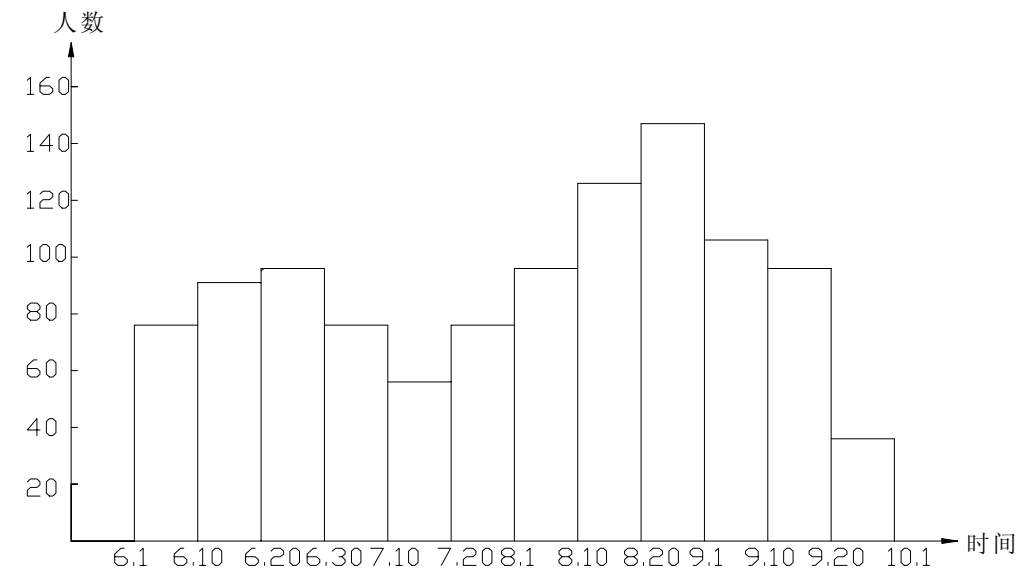
油漆工（油漆补涂）2 人 油漆工（防火喷涂、装饰）10 人

架子工 18 人 辅工 30 人 测量工 3 人 UT 检测工 2 人

气焊工 2 人 电焊工 20 人 高强螺栓施工 6 人

共 141 人（不含租赁设备驾驶、维修、操作人员）

整个施工过程中将按进度要求组织进场，如下图：



3.6 总体施工方案及施工顺序

3.6.1 施工区域划分

如图 2—1 “钢结构工程区域分布图”所示，将整个钢结构施工平面划分

为八个分区，以土建单位提供工作面的时间顺序进行钢结构施工，以水晶石未来时代馆椭球体及少年山斜墙桁架、三层劲性梁安装施工为主，除水晶石未来时代馆椭球体分区与少年山斜墙桁架、三层劲性梁安装要用同一部吊机，需分先后顺序吊装外，其余分区尽量同步进行。

3.6.2 方案概述及施工顺序

1. 采用一台 M250 履带吊，一台 110t 履带吊作为主要吊装机具，配合使用一台 40t 汽车吊，所有吊机均不开入地下室顶板范围，沿地下室外侧地面行驶到各钢结构区域最近点，就近吊装，其中水晶石、球幕影院和三层展厅钢柱吊装需土建单位 K50/50 塔吊进行辅助吊装。飞艇和剧院前厅吊装需土建单位 QTZ125 塔吊进行辅助吊装。

2. 除飞艇拟采用滑移法进行施工外，其余构件吊装均采用常规吊装。

3. 因作为钢结构支撑混凝土强度达到 70%以上，钢结构吊装方可进行，故各分区钢结构安装顺序需根据土建单位提供作业面的时间排定。

钢结构安装的基本思路：

（1）M250 履带吊站位在 ①轴外侧，⑥轴附近位置。按照如下顺序：未来时代椭球三根钢柱支撑---水晶石 16 根钢柱---环梁--- 18.55m 层钢梁---未来时代椭球上部，进行水晶石钢结构安装，利用土建 K50/50 塔吊进行辅助吊装。

（2）M250 履带吊转场，站位在 ⑩轴以东最靠近吊装构件位置，按照先柱后梁，先主梁后次梁的顺序（三层展厅钢柱利用总包单位设在东侧的 K50/50 塔吊安装），首先进行少年山三层展厅钢结构安装，之后进行巨型斜墙桁架吊

装，与巨型斜墙桁架相连的钢梁需在桁架安装就位后吊装。

(3) 40t 汽车吊沿球幕影院外围行驶，辅助使用土建 K50/50 塔吊进行球幕影院钢结构安装。

(4) 利用 K50/50 塔吊进行甲、乙天窗架钢结构安装。

(5) 使用 110t 汽车吊进行飞艇钢结构安装（采用滑移就位），利用土建 QTZ125 塔吊辅助吊装。

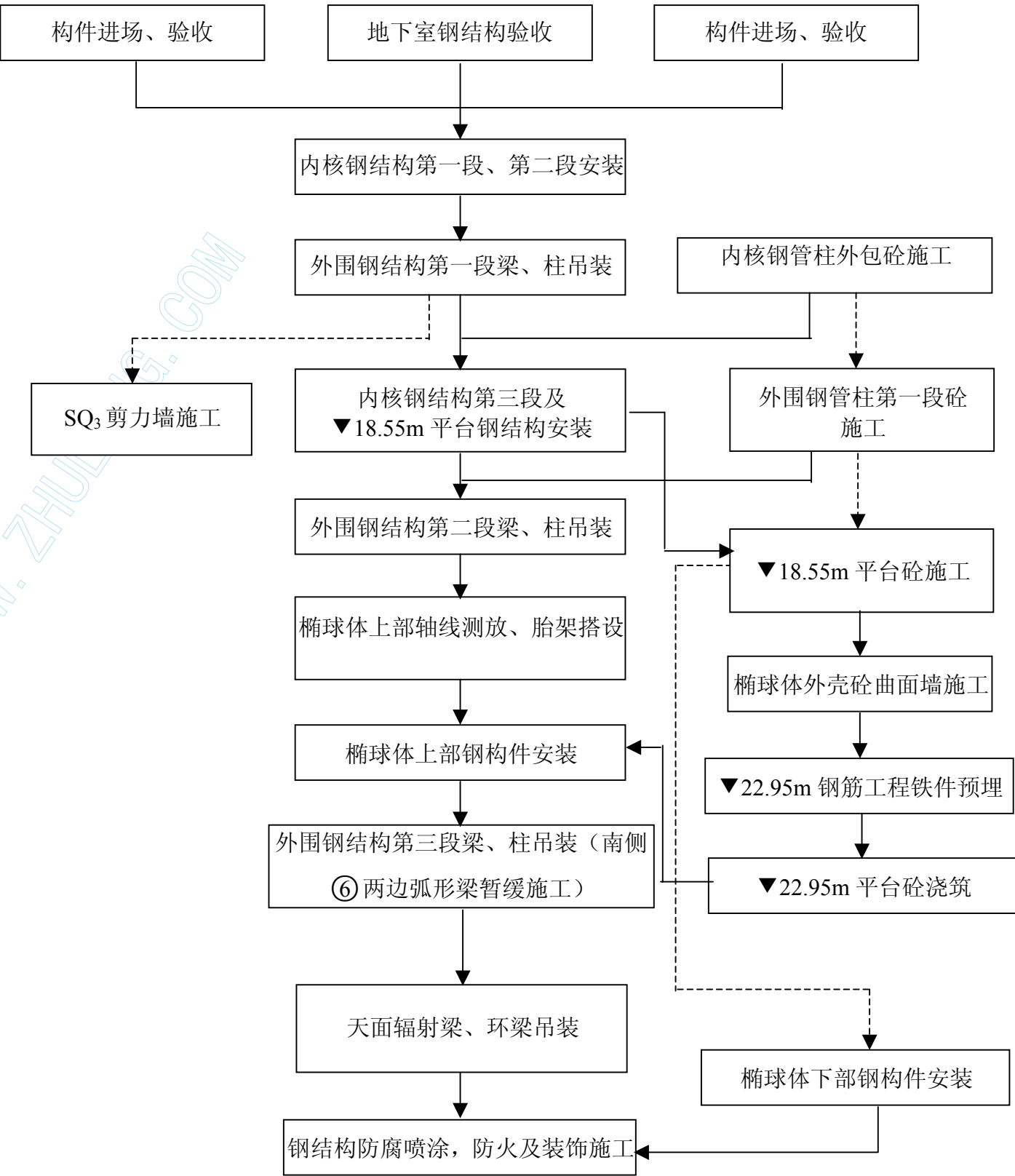
(6) 利用土建 QTZ125 塔吊进行剧院前厅钢结构吊装。

4. 钢结构制作需根据排定的钢结构安装顺序组织生产和运输，未来时代椭球和球幕影院需在工厂预拼装。

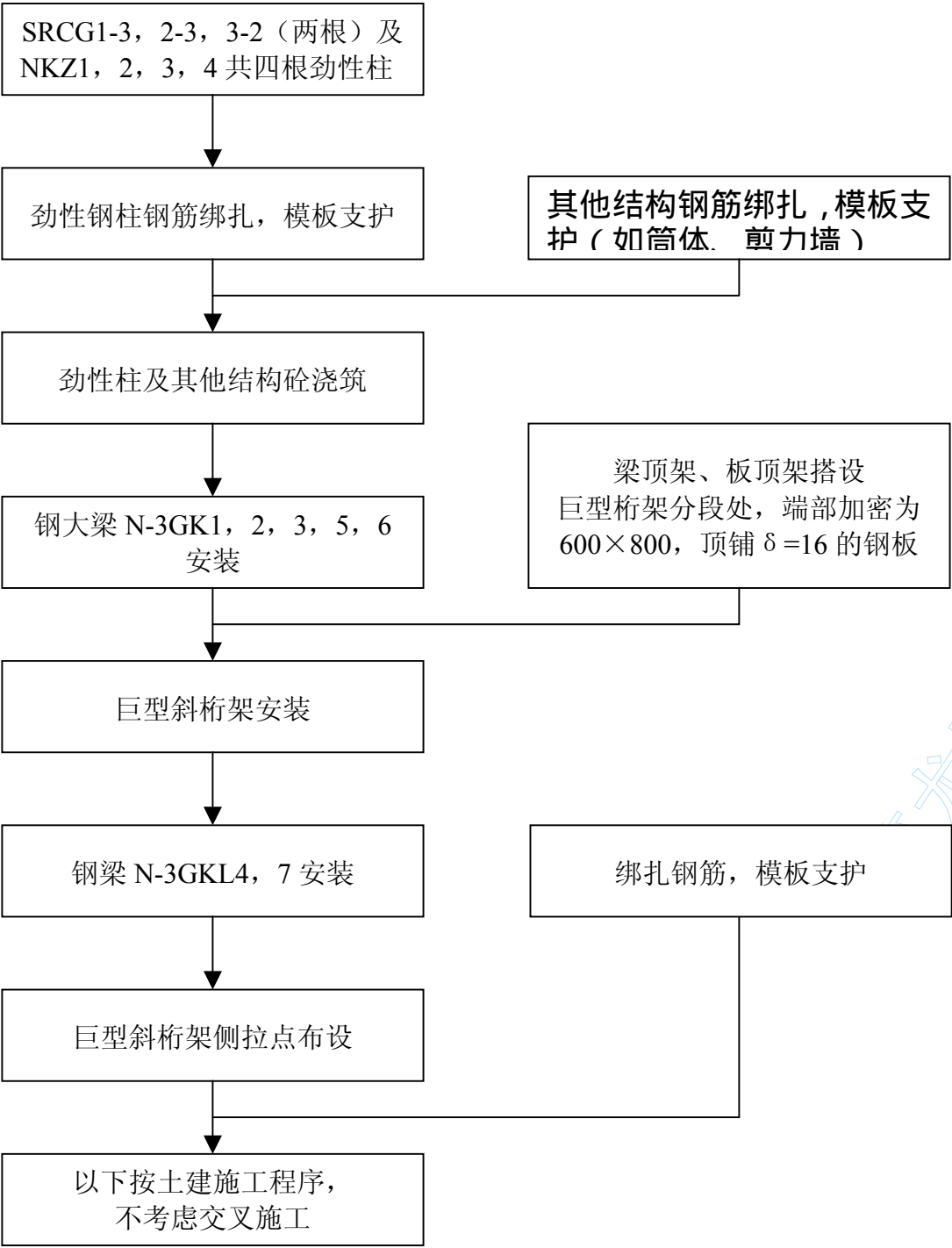
5. 钢结构防火涂料要在钢结构安装完成，验收合格后进行，为防止钢结构表面的腐蚀，防火涂料在钢结构焊接完成后一个月之内进行。

6. 水晶石、少年山三层展厅和巨型桁架钢结构安装与土建的交叉安排见《水晶石土建与钢结构交叉施工程序》和《少年山三层展厅及巨型桁架土建与钢结构交叉施工程序》。

水晶宫土建与钢结构交叉施工程序



少年山三层展厅及巨型桁架土建
与钢结构交叉施工程序



第四章 钢结构制作

4.1 钢结构制作分段原则

本工程设计图中部分位置已较详细的考虑了施工因素和条件，对构件进行了分段，受运输及安装的条件限制，我司考虑对钢结构构件分段如下：

4.1.1 少年山钢柱、钢梁分段同原设计。钢柱连接板做法详见图（4—1）。

4.1.2 少年山斜墙桁架、桁架支柱分段同原设计。支柱连接板做法参照图（4—1）。

4.1.3 少年山飞艇 NFW-1~6 桁架分为两段，分段详见图（4—2）。NFW-7 桁架可根据运输条件灵活确定。

4.1.4 少年山天窗架单杆件制作运输。

4.1.5 少年山剧院前庭“厂”型桁架根据运输条件灵活确定，山墙柱、角柱不分段。角柱端部需封闭，顶端连接之系杆保留焊接头。其它系杆以桁架、柱分隔分段。

4.1.6 水晶石椭球体 SDGL-76 建议按图（4—3）分为两片。竖向构件整体制作，水平构件以竖向（竖直面内）构件分隔分段，包括斜向杆件在内单杆件运输至现场。下铰支座与钢板焊接改在安装现场进行，详见图（4—1）。

4.1.7 水晶石 STZ 钢柱设内吊耳，SKTZ 钢柱设连接板，详见图（4—1）。

+18.55m 平台 SGKL1-2a、SGKL1-2 连同与之连接之框梁、柱头焊接为一体。

4.1.8 水晶石辐射梁 SGL1~5 不分段，圈梁 SGL6~10 按轴线分段，圈梁 SGL10、SGL11 分段同原设计，圈梁 SGL12~13 以最小件制作运输，辐射梁 SGL14~25 以 SGL7、SGL8 分隔分段。

4.1.9 球幕影院钢构件分段同水晶石上部钢结构分段方案，即设穹架中心，详见图（4—3）。竖向构件整体制作运输，水平构件以竖向构件分隔分段，斜向构件以单构件制作运输。下铰支座与钢板焊接改在安装现场进行，详见图（4—1）。

4.1.10 科学山 GJ-2 墙皮架不分段，西侧端部不封闭，与之连接之管柱通长。其它构件（包括 GJ-5）均以散件制作运输。铰支座与预埋件焊接改在安装现场进行。

4.1.11 5#楼梯支架 GJJ-1 于+12.500m 处分段，其它（GJJ-4 墙皮架不在招标范围内）不分段。

4.2 钢结构制作

详深圳****工程、有限公司编制的《深圳市某少年宫上部钢结构制作部分技术标书》。

第五章 钢结构安装方案

5.1 钢结构工程特点

深圳市某少年宫作为少年儿童大型活动基地，在建筑设计上具有造型复杂、空间跨度大，地下室面积大，层高较高等突出的特点。

为了满足建筑造型的要求，本工程钢结构类型繁多，主要包括有：斜墙巨型 H 型钢组合桁架；水晶石、球幕影院空间管结构；水晶石下部支撑劲性梁柱结构；少年山三层大空间大跨度厚壁 H 型钢柱梁结构；飞艇桁架结构等。

本工程地下一层，地上由少年山、科学山、水晶石大厅三个部分组成，三部分都包括有钢结构部分，钢结构布点多，两千多吨钢结构分为 8 个大部分，散布于整个 129m×126m 的混凝土结构中，构件数量少，单体重量大。

从施工角度来看：

水晶石大厅钢结构在本工程中占有极其重要的地位，整个大厅分为外筒与内核两部分，外筒由按 R=24.05m 圆周设置的 16 根钢管柱(STZ1-STZ10)、外围弧型梁系统与支撑于内核的屋面钢梁系统组成，柱距为 9.037m，最大单柱总重为 20.3t，设计分为三段（不包括地下室）。内核由三根厚壁钢管柱及顶端椭圆球体组成。

少年山东面局部的外墙为一巨型斜墙，标高 24.550m--8.750m 墙体内有钢骨架，钢骨架为型钢巨型组合桁架，长度 57211mm，倾斜 78.62°，投影高度

7178mm，垂直高度 6976mm，桁架重量 80.3T，因此必须重点解决好：脚手架的搭设，钢骨架的安装与稳定措施等几个问题。

少年山三层展厅在（H）、（J）、（K）轴内有四根十字型钢骨柱，支撑着 7 根大截面工字型钢骨梁，其中四根钢骨梁与斜墙桁架相连。

在（0A）—（F）轴，（16）--（1/17）轴各向外 9.92m 设有 7 榀 24m 跨钢桁架，组成飞艇，飞艇的安装高度为 35.45m，桁架中部高为 3.44m，单榀飞艇桁架最重达 19.9t。

5.2 吊装对策

针对 5.1 节中钢结构的分布特征和标书中业主的有关要求，我们认为钢结构的施工应按以下原则进行：

1 与土建共享作业区域，交叉施工的原则，独特的结构类型，很短的施工期均要求我们充分利用作业空间资源，提高时间和空间利用率，缩短日历工期。

2 施工过程中应随时深化已完成工程形成结构稳定体并足以支持下一步的施工，这个工程大部分是 SRC 结构，仅是钢结构应不足以支持全部施工荷载，因此，劲性结构施工进度不应把土建甩得很远，最多只能有一个节间的距离，在某些关键的节点还应保持同步或先后施工，如▼18.55m 平台大梁安装与 SGTZ1 和 SGTZ2、SGKZ2a 砼浇筑和平台大梁下的木模板支承体系，在施工过程中，你中有我，我中有你，相互支承，共同工作。

3 工序安排符合整体工程进度安排的原则；工程施工有主有次，主次之分应按整个工程的安排（业主的或总包的安排）进行安排，不允许片面强调某单

项的特殊。

基于以上几点原则，我司初步拟定了以下吊装方案

方案一：把 110t 汽车吊开进作业面上，对吊车吊装站位和行驶线路进行加固，按这种思路几乎整个水晶石大厅和三层展厅部分的地下室顶板均要加固（如图 5—1），而且给处于吊装位置的吊车供料也非常困难。

方案二：用大吨位吊车在地下室外进行吊装，M-250 型履带式起重机具有极好的远距起重性能，作业半径可达到 82m，最远点吊重达 10.2t（见 M250 履带吊起重性能表）。利用这台大型吊车可满足水晶宫和三层展厅施工，而且不用进行任何加固，有利于提高施工作业面上空间的利用率，更有利于交叉施工的开展，可大大缩短工期。

基于以上两个方案的费用比较，资源占用等各方面的考虑，我认为选用方案二（即利用 M-250 履带吊场外吊装）是较为理想的施工方案。

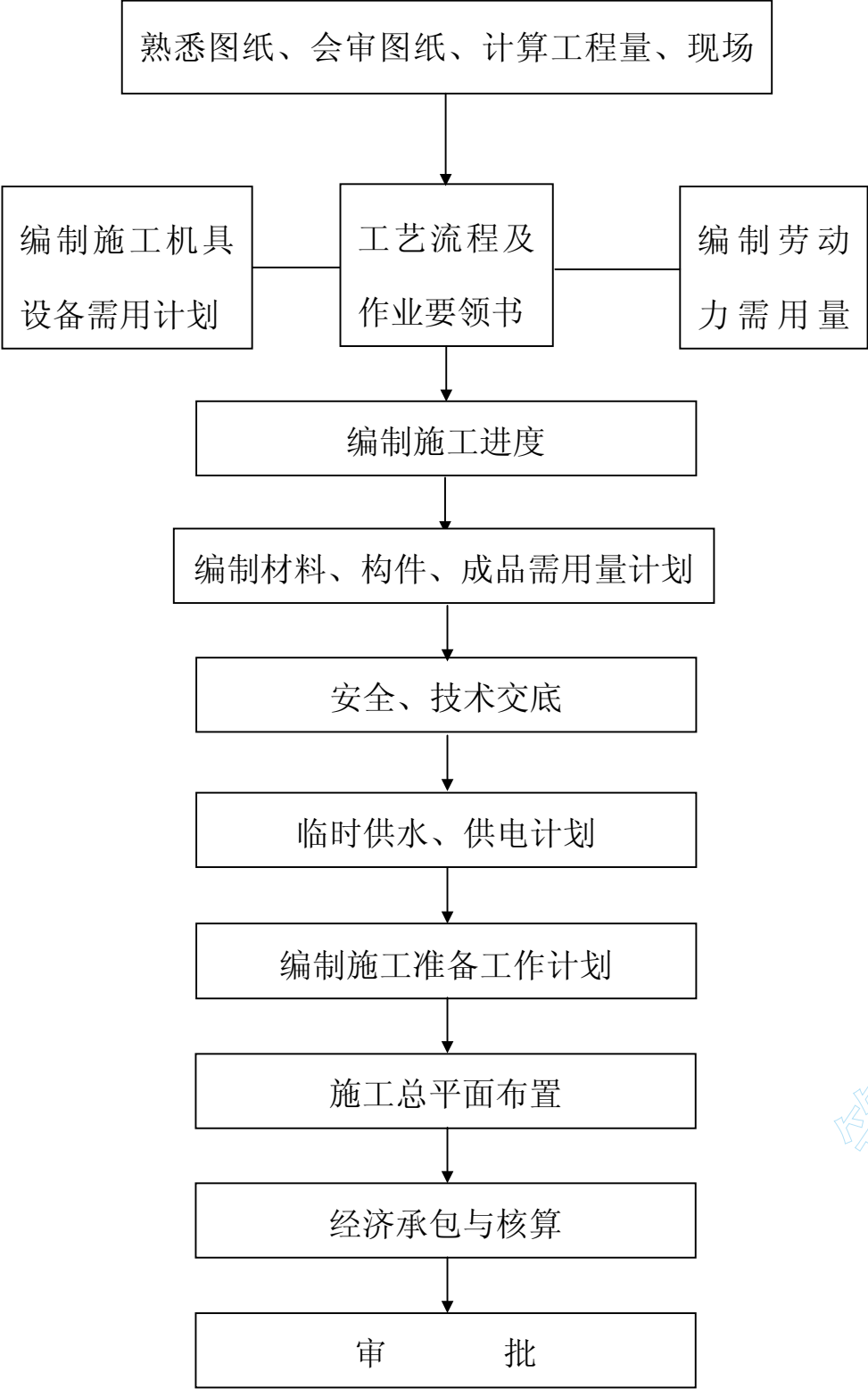
在这种方案之下的总体思路是：利用 M-250 履带吊和总包单位已安装于北侧的 K50/50 塔吊进行水晶宫的钢结构安装，而后转场至建筑东侧进行少年山钢结构的安装后即撤场，由汽车吊 110t 一台，70t 一台，40t 一台和总包单位北侧的 K50/50、南侧 QTZ125 塔吊进行其他钢构件的安装，少年山三层展厅钢柱利用总包单位将要安装在建筑物东侧的 K50/50 塔吊进行吊装。这样可大大提高在场设备的使用效率，避免在现场闲置，

5.3 施工准备

准备工作的好坏直接关系到整个工作的成败，对钢结构施工而言，施工准备工作尤为重要。施工准备工作流程图如下：

M250 履带吊起重性能表

吊臂总长(m)	最大吊重(t)	半径(m)	仰角(°)	吊点高(m)	吊重(t)
91.4	300	14	82.8	93.7	102.400m
		15	82.8	93.5	100.500m
		16	81.5	93.4	98.600m
		18	80.3	93.0	94.800m
		20	79.0	92.6	91.000
		22.0	77.7	92.2	87.300
		24.0	76.4	91.7	81.800
		26.0	75.1	91.2	73.400
		28.0	73.8	90.6	66.200
		30.0	72.5	90.0	60.100
		32.0	71.2	89.3	56.300
		34.0	69.8	88.6	50.300
		36.0	68.5	87.8	46.300
		38.0	67.1	87.0	42.800
		40.0	65.8	86.1	39.600
		42.0	64.4	85.1	36.800
		44.0	63.0	84.1	34.300
		46.0	61.5	83.0	31.900
		48.0	60.1	81.9	29.800
		50.0	58.6	80.7	27.900
		52.0	57.1	79.4	26.100
		54.0	55.6	78.0	24.500
		56.0	54.1	76.6	23.000
		58.0	52.5	75.1	21.600
		60.0	50.9	73.5	20.300
		62.0	49.3	71.7	19.100
		64.0	47.6	69.9	17.900
		66.0	45.8	68.0	16.900
		68.0	44.0	66.0	15.800
		70.0	42.2	63.8	14.900
		72.0	40.3	61.5	14.000
		74.0	38.3	59.0	13.200
		76.0	36.2	56.3	12.400
		78.0	33.9	53.4	11.600
		80.0	31.6	50.2	10.900
		82.0	29.1	46.7	10.200



施工准备工作流程图

5.3.1 工艺与技术准备

本工程钢结构选用的结构（或构造）形式有桁架、实腹钢梁、钢管混凝土、SRC 体系、球壳、钢管结构等，类型之多，在一般工程中较为罕见，本工程中所采用的结构类型，我司在以往的工程中均已分别有成功的安装经验，针对本工程的特点，我们将以下列问题作为工艺和技术准备的重中之重，加以控制：

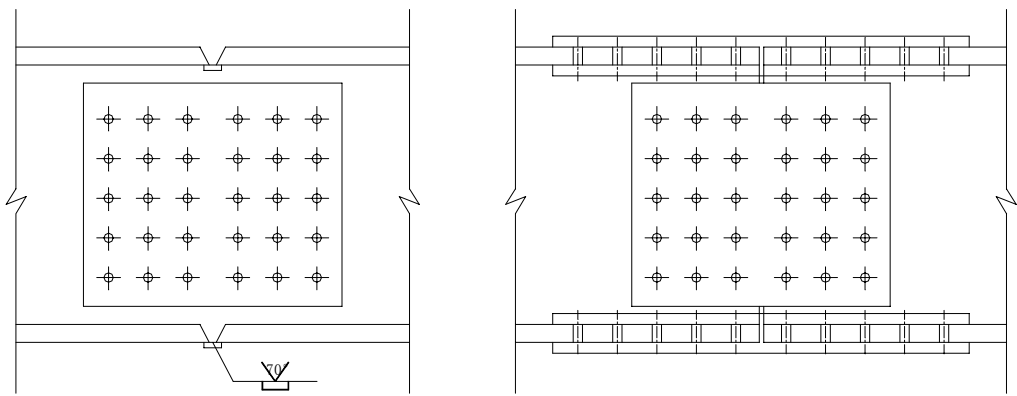
- 1. 三维结构焊接热收缩对球壳结构几何尺寸的影响，重点在水晶石上半球钢管球壳结构。
- 2. 钢结构安装过程中（特别是劲性结构）施工顺序和焊接工艺产生的应力对结构的影响，突出表现在▼18.55m 的平台钢结构安装。

水晶石球壳结构无论是采用分片安装还是采用高空单件拼装，焊接热收缩和运输的变形均极难控制和校正。如采用分片安装，即使在工厂预拼装验收合格，运输的变形（钢结构的徐变可持续两年之久，主要的变形集中在前 60 天以内发生，如受外力影响，例如运输的颠簸、碰撞可导致变形在瞬间发生，这就是为什么预拼装合格的构件运到现场以后往往又会有新的偏差的原因。分片安装也将有一部分现场焊接，再加上运输的原因和分片本身的几何偏差，将最终导致球壳成为一个“瘪”的球壳，且无法校正，如采用高空散件拼装的方法进行球壳的安装，焊接时全面、对称施焊，可有效减小球壳变形。但是又会带来新的问题：球壳顶点的高度将变小，从焊接工艺的角度讲这是一个两难的选择。

但是通过进一步的分析，我们认为分片安装导致球壳变瘪是不可预估的，而高空散装导致高程变化的趋势却是可以预估的，即高空变化的量可以通过提

前给予补偿的方法以抵消焊后的变形，这个办法可有效避免球变“瘪”或高程变低，但实施这个方案却有一个难题：即是这个“提前量”的数值确定。

第2个问题典型的体现在▼18.55m平台钢结构施工过程中，如按常规的方式进行施工：先安装钢管柱并浇筑砼，后安装平台梁并施焊，这种方式符合构件安装常规，却可能因厚50mm钢板焊接产生的热收缩对钢管砼柱产生影响。即使控制焊接热输入（如填充层热输入不得大于3.5kJ/mm）一道焊缝可让母材收缩12mm。如此大的侧向变形产生的应力足以使钢管砼柱的外包混凝土开裂。为避免这种情况的出现，如按设计图纸要求的节点方式进行施工，则应调整施工顺序为：安装钢管柱（给出反变形）→安装平台钢梁→浇筑砼。通过以上分析，使我们找到解决这两个问题关键所在：解决第一类的关键是找出“提前量”的计算方法或量的大小，对于第二类问题如果总包的方案和计划中规定须在支撑柱浇筑砼后安装▼18.55m平台钢结构，将只能改变节点的做法，即把平台大梁与钢管砼柱间的节点做法由栓焊型改为全螺栓连接型。如下图所示：



原设计的做法

（螺栓数仅为示意）

建议修改的做法

（螺栓数仅为示意）

5.3.2 焊接准备

1. 焊接工艺评定计划

针对本工程组合钢柱、箱型钢柱、柱与柱、柱与梁和球壳钢管结构的焊缝接头形式，根据《JGJ—91 建筑钢结构焊接规程》第五章“焊接工艺试验”的具体规定，在施工前进行焊接工艺评定，评定的目的是针对各种类型的焊接节点确定出最佳焊接工艺参数，制定完整合理详细的工艺措施和工艺流程。

2. 焊工培训

按照《JGJ—91 建筑钢结构焊接规程》第八章“焊工考试”的规定，焊工应进行复训与考核。只有取得合格证的焊工才能进入现场施焊。持有深圳市锅监所颁发的《锅炉压力容器焊工合格证》和取得英国焊工合格证的焊工可以直接进入现场作业。

5.3.3 技术交底

工程正式开工前进行充分的施工技术交底是我司的优良传统。我们应让每一个施工参与者掌握在本工程施工过程“我”应当处于“什么时间”、“什么位置”、“干什么”、“怎么干”、“干到什么程度”、“干完提交给谁”。

5.3.4 地下室钢结构工程的验收

本工程开工前地下室钢结构已施工完毕，为摸清已完工程与我司即将施工的钢构件中相关联的柱头的偏差控制情况（标高误差、轴线偏差、扭转）。我们应在监理、总包主持下验收，验收依据 GB50221—95 和 JGJ—98。此部分涉及到的技术要求如下：

安装允许偏差

项目	钢结构定位轴线 (mm)	柱定位轴线 (mm)	柱底座轴线 (mm)	柱顶标高 (mm)	柱扭转 (mm)
偏差	L/20000	1.0	3.0	±5.0	3.0

5.3.5 钢构件的验收

钢构件的验收包括出厂前由我司（必要时现场监理应参加）驻厂代表进行驻厂验收和运到现场后的现场验收两个步骤。其中驻厂验收主要是按设计图纸和规范（GB50221—95）的要求进行尺寸验收，现场验收主要是对构件的配套情况、损伤情况进行验收。针对本工程要求，允许的尺寸验收技术条件，如下表所示。

钢柱、钢梁的端部铣平的允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差（mm）	检验方法
1	两端铣平时构件长度		±2.0	用钢尺检查
2	铣平面的平直度		0.3	用直尺和塞尺检查
3	铣平面的倾斜度（正切值）		L/1500	用直角尺和塞尺检查
4	表面粗糙度		0.03	用样板检查
5	构件长度		±3.0	钢尺检查
6	焊接 H 型钢 截面高度	结合部位	±2.0	
		其它部位	±3.0	

7	焊接 H 型钢截面宽度		±3.0	钢尺检查
8	构件两端最外侧安装孔距		±3.0	
9	构件两端安装孔距		±3.0	
10	同组螺栓	相邻两孔距	±1.0	
		任意两孔距	±1.5	
11	构件挠曲矢高		L/1000 且不大于 10.0	用拉线和钢尺检查

钢梁的允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差（mm）	检验方法
1	梁跨度	端部刀板封头	-5.0，+0	用钢尺检查
2	端部高度	H≤2m	±2.0	
		H>2M	±3.0	
3	起拱度	设计未要求起拱	+L/2000 且 不小于 3.0	用拉线和钢尺检查
		设计要求起拱	±L/500	
4	侧弯矢高		L/2000 且 不大于 10.0	用拉线和钢尺检查
5	扭曲		h/250 且 不大于 10.0	用拉线、吊线和钢尺检查
6	腹板局部 平直度	t>14mm	3L/1000	用 1m 直尺和塞尺检查
		t<14mm	2L/1000	
7	翼缘板倾斜度		2.0	用直角尺和钢尺检查
8	上翼缘板与轨道接触面度		1.0	用 1m 直尺、200mm 直尺和塞尺检查

构件到场时，相应的质量保证书和运货清单等资料要齐全，验收人员根据运货清单检查所到构件的数量、规格及编号是否相符，经核对无误，并对构件质量检查合格后，方可确认签字，并作好检查记录。如发现构件数量、规格及编号有问题，及时在回单上注明，以便于制作厂更换或补齐构件。对于制作超过规范要求 and 运输中受到损伤的构件，应送回制作厂进行返修，对于轻微的损伤，则可以在现场进行修复。质量验收的计量检测工具必须统一，并定期进行检查。构件与材料到场后，验收人员应按照堆场的情况和堆放的规定，指挥卸车和摆放。

5.3.6 进场材料保管

本工程钢结构现场焊接施工所需的材料和辅材，均要有质量合格证书，施工现场设置专门的存储场所，分类保管。

1. 螺栓和剪力钉

螺栓和剪力钉应采用防水包装，并将其放在托板上以便于运输，只有在使用时才打开包装。螺栓和剪力钉都应根据其规格、型号分组存放。

2. 焊接材料

(1) 焊条和焊丝在使用前都要存放在容器中，并存放在与地面隔离的托板上，顶上盖帆布；

(2) 衬板、引弧板和熄弧板应根据其厚度和尺寸存放在包装之内，并要注意防水；

(3) 气体瓶应当放在机具房内，工作时间之外要上锁。

几点说明：

1. 经验收后的构件应当仔细保管，防止变形和损伤，构件堆放时下面垫枕木；

2. 构件应按其编号和吊装的顺序来分类堆放，构件的标识应朝外（不要被其它构件遮盖），以便于识别和检验；

3. 构件检查、堆放记录应当留档备查；

4. 装货和卸货时应注意安全、防止事故发生；

5. 临时堆场要保证平整、道路畅通，并提供有充足的排水措施。

5.3.7 设备进场、水电接驳

工程正式开工前，按施工组织设计的要求组织设备进场，进场的设备应符合有关要求。设备进场以后，按总包指定的接驳水、电，管线布设应遵从现场文明施工的需要，服从整体 CI 形象规划的安排。

5.3.7.1 设备用电量

经计算现场用电设备所需容量 294Kw。

5.3.7.2 现场电源线的初步布线方案

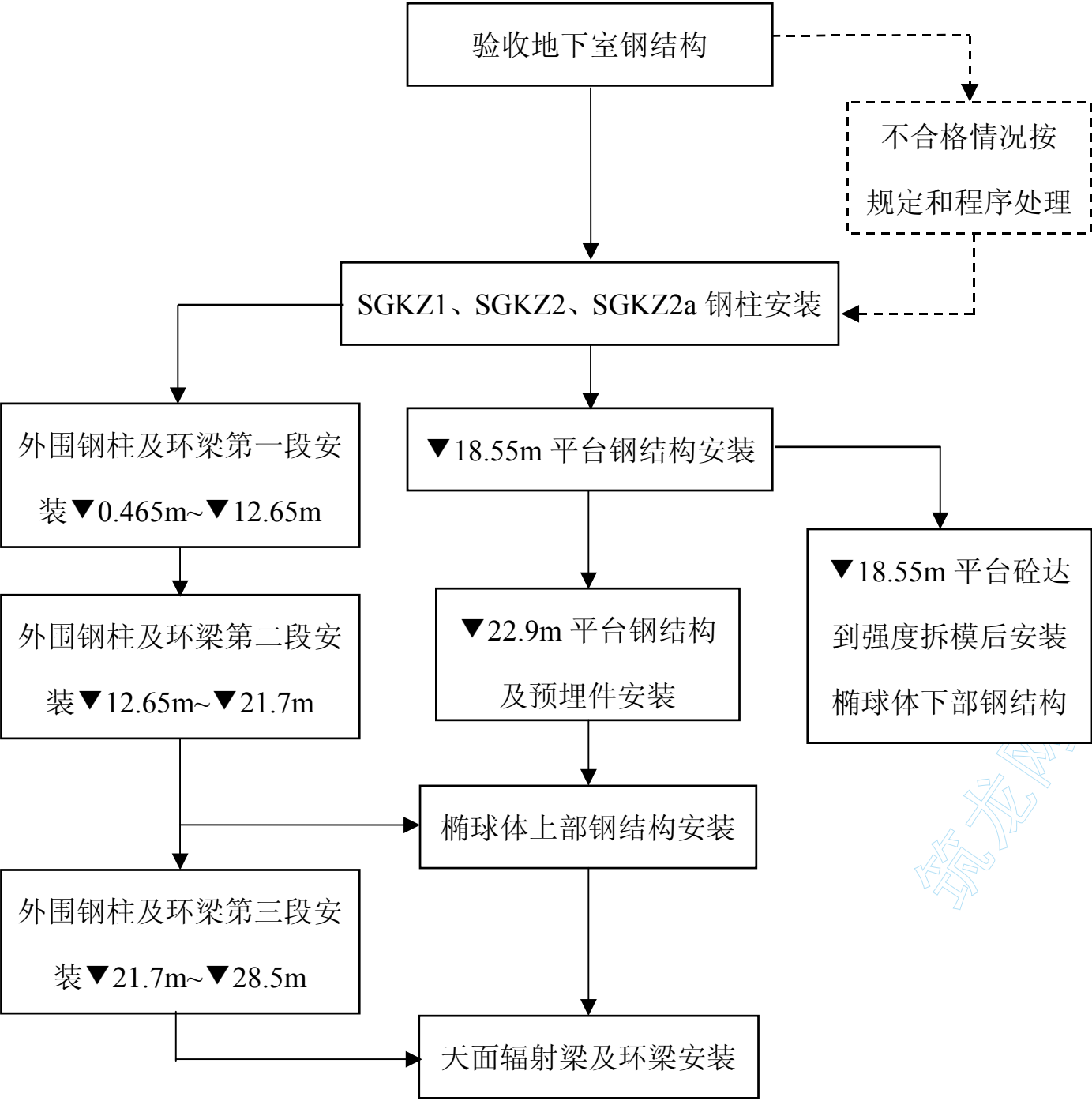
待中标后根据总包单位的用电设计和总平面规划设计现场用电及布线方案。

5.4 钢结构安装

5.4.1 水晶石钢结构安装

首先对前期施工单位已施工完毕的钢构件（主要是柱）对轴线偏差（错位、偏扭）、标高误差等指标进行验收，如不合格按有关规定和程序进行处置直至合格后方可进行下一步施工。水晶石大厅钢结构施工顺序：先安排内核部分的

施工，在内核部分第二段施工的同时进行外围钢结构的第一段施工。施工完椭圆▼18.55m 平台梁和混凝土强度达到设计要求土建拆除模板后，施工椭圆体下



水晶石钢结构安装程序图

部钢构件，土建进行▼22.9m 平台的施工，在土建施工的间隙安装外围钢结构第二段及相关钢梁，然后进行椭圆上半部分钢结构安装，最后施工外围钢结构第三段及天面辐射梁和环梁。水晶石大厅各部分钢结构吊装设备选用几参数见图 5—2、5—3、5—4、5—5。安装步骤详见图 5—6~5—17。安装程序见左图。

5.4.1.1 钢管柱的分段与吊装

由于视觉效果上的特殊要求，地面以上水晶石大厅外围 16 根钢柱的分段不宜过多，根据这一原则和设计要求。我们把外围 16 根钢柱分为三段：即地面以上 0.465m 至 12.65m 为第一段；12.65m 至 25.4m 为第二段；25.4m 至 28.5m 为第三段。为保护已加工的构件外观，钢管柱的吊点工艺设计为内吊点。对接时不能按常规用吊耳夹板连接的方式对接，而应用专用的夹具完成钢管柱的组对。如图 5—18 所示，组对完成后点焊牢固（每间隔 100mm 段焊 100mm 焊缝厚 6mm）。

对于内核部分的三根钢柱（SGKZ1、SGKZ2、SGKZ2a）▼18.55M 平台以下部分分为三段，用处于基坑南侧⑥轴线上的 M-250 履带吊进行就位。第一段长度为 12.8m，（▼1.00m~▼15.20m），最大单重 13.5t；第二段（▼15.20mm~▼16.20m）最大单重 2.0t；第三段（柱头）最大单重为 8.9t，安装标高为 16.20mm~18.40m.

上述 19 根钢柱分段吊装，选用的起重机械及有关参数, 如图 5—2 所示.

5.4.1.2 外围 16 根钢管柱对接焊接

钢管柱出厂时，应用瓦楞纸板包裹严实，运输至现场吊装就位后方允许把接头部位包装纸撕开，以方便焊接作业。

焊接用手工电弧焊打底，用 CO₂ 气体保护焊填充，手工电弧焊盖面。

焊接完毕后 24 小时内应对焊缝进行自检，自检焊缝无表面气孔、微裂纹等缺陷后即打磨表面，委托第三方无损检测机构按设计和 GB50205—95 的要求进行 UT 检测（超声波无损探伤），合格后即可进行焊缝外观处理。

由于极高的视觉效果要求，需对已完工焊缝应进行外观处理，初步的处理意见是：

首先应用手提式偏向磨光机进行处理，磨削掉多余的焊缝金属（注意应留下精磨的加工余量）。

然后用三角刮刀和手工锉进行加工。

最后用粗砂纸，细砂纸（300 目），打磨后用金相砂纸磨平（本处理意见应在面漆和防火涂料确定后方可形成正式方案，并报业主、设计和监理审批后确定）。

5.4.1.3 外圈弧形梁的安装

弧形梁吊装参数见图 5—3。

16 根钢管柱之间由弧形梁连接形成持力体系，因此在进行外围柱的吊装时，外圈弧形梁的安装应随同跟进。弧形梁的安装应注意以下几点：

1. 吊点的选定

用两点等长双绳捆绑吊装法，进行弧形梁的吊装，不另设吊点。吊点位置应精确计算以确保起吊后弧形梁上表面处于水平状态。

2. 根据三点确定一个平面的原则，在搭设脚手架时，需在跨中伸出，以保证弧形梁不发生侧向倾翻。

3. 弧形梁与钢柱的连接

弧形梁安装就位后，根据节点特点，对这种栓焊连接型节点应按下述步骤完成连接：

首先应完成高强螺栓的初拧，初拧力矩为终拧力矩的 30~50%，然后进行焊接施工。焊接完毕检测合格后方可进行高强螺栓的终拧。

5.4.1.4 ▼18.55m 的平台钢大梁的吊装

SKZ1 和 SKZ2、SKZ2a 安装至标高▼+18.55m 处后进行 SGKL1 和 SGKL2 的安装，并在此基础上形成▼+18.55m 平台。

对于分段处的承重拟把土建支模平台局部加密，顶部铺设 I20 和钢板（δ=12）形成平台。

在平台上用千斤顶调整高度，确保梁面水平。

分段处的连接节点拟按全螺栓连接考虑，这样可避免由于焊接热影响导致大梁长度变短而对钢柱产生不利影响。

▼18.55 平台梁吊装参数见图 5—4。

5.4.1.5 椭球体下半球构件的安装

下半球构件相对单重轻，而且是逆作，不便于用吊机进行安装，在进行下半球施工时，土建施工的脚手架已经搭设，因此我司可利用土建脚手架作为下半球安装的操作架，拆除部分杆件，利用平台下面的埋件焊接吊耳，用卷扬机导链等进行下半球构件的吊装。

5.4.1.6 上半球钢构件的安装

考虑到运输和管材利用率以及结构特点，经过充分的论证，如果改为现场

散装可改善运输条件，减少构件堆放场地，按照合理的步骤和变形预控措施可保证安装精度。

此方案的思路是：首先形成结构主要的持力体系，而后填充次要杆件，在焊接完成之前每一个组件的自重均由胎架承重，不依赖于节点处的临时点焊或耳板、夹板连接。从而消除构件安装应力，改善完工后的结构应力状态，安装步骤如下：

1. 把▼22.95m 平台和另一半▼18.55m 平台上的杂物清理干净，通过测量定位放出上半球每一个节点在▼22.5m 平台和▼18.55m 平台上的投影线。如图 5—19 示。计算各节点到平台高度距离，选配合适的杆件，搭设支承胎架，为不影响构件的堆放和人员行走交通，胎架应根据安装的需要逐步搭设。

2. 首先安装长轴和短轴上的杆件和球顶圆环，形成支撑整个上半球的测控基准，杆端与预埋件的铰接按设计的需求安装。杆件相连处的连接仅为点焊，考虑到运输的要求，长、短轴上的Φ480×22 杆件需分段制作。安装完成后形成图 5—21 所示

3. 在球顶圆环上安装径向的 12 根Φ480×22 杆件及第二道环向Φ480×22 钢管，其与预埋铁件之间的铰接按设计要求连接，与球顶圆环的连接为点焊连接。如图 5—22 所示

4. 安装 16 根Φ480×22 径向杆件和第三道环向Φ480×22 钢管，如图 5—23 所示。

5. 安装第四、五、六、七道环向Φ480×22 钢管，如图 5—24、5—25 所示。

6. 安装第六、七道环向钢管之间的Φ219×10 斜管，如图 5—26 所示。

7. 焊接应待业主、设计和监理对已组装完的上半球的有关几何尺寸验收后方可进行。按热收缩对整个半球几何尺寸的影响。焊接应从中间向四周扩散对称施焊，具体步骤如下：

首先焊接长轴和短轴上杆件的对接焊口，后对称焊接第一道环向管和第二道环向管。完成后停止施焊 12 小时。并每隔 4 小时测量各部分几何尺寸变化。如无异常即可按对称施焊，从中间向四周扩散的原则完成整个上半球的焊接连接，焊接采用手工电弧焊完成。

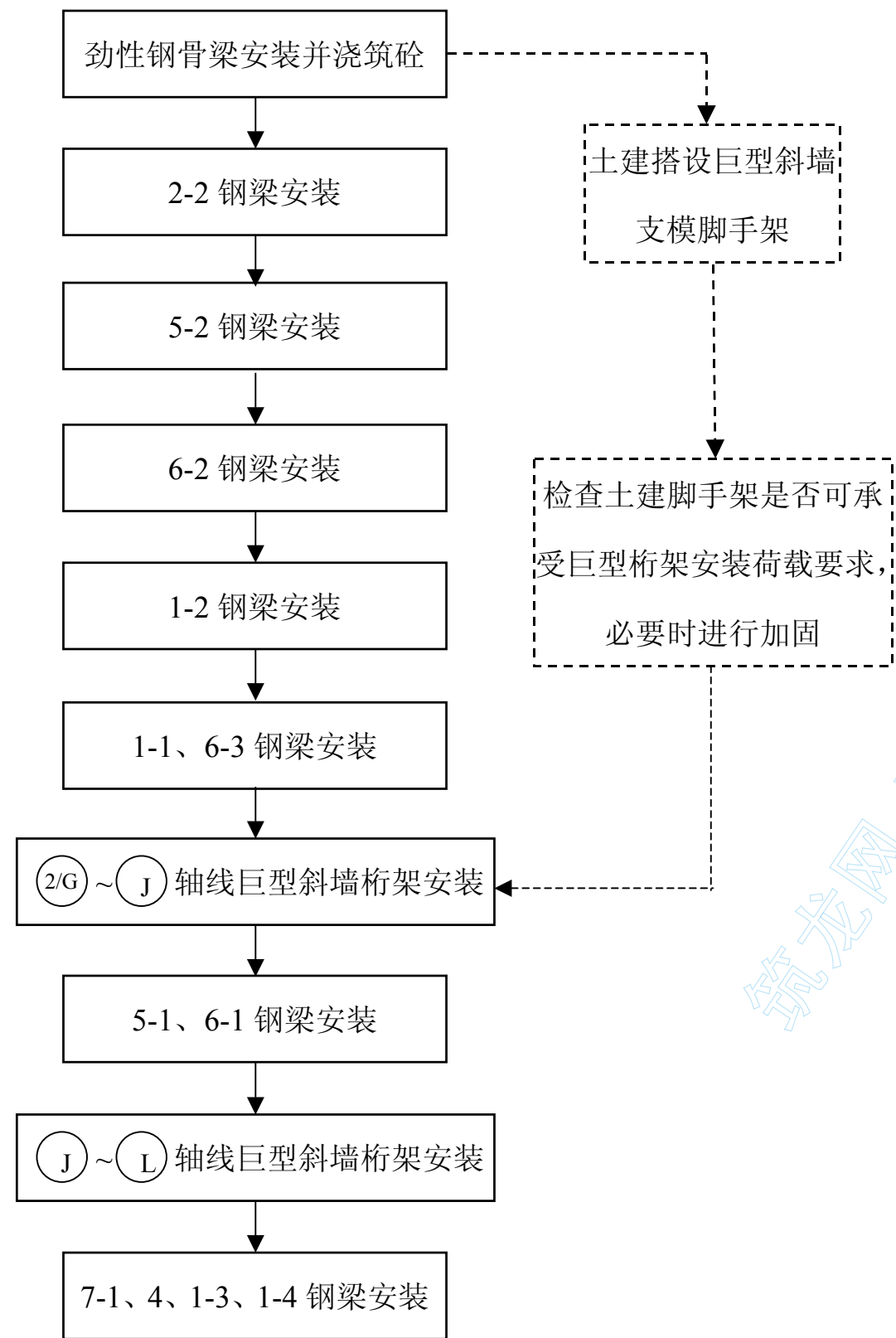
椭球体上半球构件吊装参数见图 5—5。

5.4.2 三层展示厅钢骨梁安装

⑭轴上▼12.50m 处的三层展厅钢骨砼梁的型钢最大的高度 3.05m，全重 125t，按本方案起重能力可以满足重量要求。

三层展厅钢骨梁因与斜墙桁架相连，需与斜墙桁架交叉安装，安装程序见下图：

三层展厅钢骨梁和斜墙桁架安装程序图



安装前，M-250 履带吊从建筑物南侧转场至建筑物东侧。该大梁至吊车距离 42 米，此时吊车起重能力为 36.8 吨。吊装参数见图 5—27。

5.4.3 巨型斜墙桁架的安装

5.4.3.1 吊装单元的划分

设计已对该桁架进行了分段，我们将按此划分进行分段制作，运至现场后，在现场拼成两段，吊装就位。安装过程如图 5—28 至图 5—35 所示。安装前，支承钢桁架的型钢柱及砼结构应按设计要求施工完毕。

5.4.3.2 桁架分段处的支承

斜墙巨型桁架总长 57.277m，全重约 80.3t，每米重约 1.4t。倾斜角度为 78.62°，因此它每延长米水平分力 $F=1.4 \times \text{ctg}78.62^\circ = 0.28\text{t/m}$ ，我们采用外撑内拉的方法平衡此水平分力。如图 5—30 至 5—35 所示。

5.4.4 飞艇的安装

在 (K)~(H)、(1/14)~(16) 轴间，标高 33.254m~35.8m 设天窗“乙”钢架；(F)~(C)、(1/14)~(16) 轴间，标高 31.2m 设天窗“甲”钢架。天窗“甲”钢架位于飞艇桁架下方，必须先行安装。天窗构件最长为 8.226m，单重为 424 kg，共 80 件，总重量为 8.7t，选用南侧 QTZ125 塔吊进行安装，安装位置全部在塔吊有效覆盖范围内，重量不超过相应幅度的额定允许荷载，足够满足安装要求。

构成飞艇的七榀钢桁架长度 24m，最重的每榀单重 19.9t，为方便运输，拟把桁架分 2 段制作，分段吊装，整体滑移就位。

1. 飞艇安装方案选择

飞艇桁架长 24m，最大重量（不计算桁架之间的连系杆件）达 19.9t，安装高度为▼31.60m，而在进行桁架吊装时已接近工程主体施工尾声，为减少设备停置费用，M-250 履带吊此时已撤场。用其他吊车进行散件吊装不利于提高质量，根据设计图纸和此时现场具备的条件，我司认为滑移法施工能较好地满足施工要求。利用桁架下的支柱（□400×400×36×36）安装滑移承重钢梁，在钢梁上架设滑移轨道，在建筑物南侧利用 SC-110 型汽车吊分段吊装，整体滑移就位。

2. 飞艇安装具体步骤：

1) 桁架下支柱的安装

支承整个飞艇 10 根□400×400×36×36 箱形柱，柱顶端标高▼31.80m，插入砼柱中 4.05m，全长 4.65m，重约 18.3t，利用总包安装在少年山南侧的 QTZ125 塔吊进行安装。见图 5—36。

2) 滑移承重梁及轨道的安装

待 28.05m 平台砼浇筑并达到一定强度后开始安装承重钢梁及轨道，钢梁选用 H600×250×12×20，钢轨选用 Qu70 型钢轨按起重机有关构造要求用压铁间距 600mm 固定在 H600×250×12×20 钢梁上缘，轨道上均匀薄涂一层钙基润滑油（黄油），形成润滑膜。

3) 第一个滑移单元安装

第一个滑移单元由 NFW-6 桁架及临时设置的前后支腿组成，其安装位置为Ⓐ轴向内 2m，限于起重能力 110t 吊车也不能完成整榀桁架的吊装)，我们把

每榀桁架分两件吊装，如图 5—38 所示，先安装里侧半榀，后安装悬挑的半榀桁架。

第一榀桁架安装完毕，用两个 5t 的倒链挂于Ⓓ轴钢柱的千斤顶支座上拉出 8.9m，摩擦力计算：单榀滑移时摩擦系数取 0.3，两榀滑移时取 0.25，多榀时滑移取 0.20。单榀滑移时，每条轨道上摩擦力为 $F1=13.3t \times 0.3=4t$ ，两榀滑移时每条轨道摩擦力为 $F2=13.3t \times 2 \times 0.25=6.7t$ ，多榀滑移时分别为 $F3=8.0t$ ， $F4=10.7t$ ， $F5=13.5t$ ，共滑移 5 次。

4) 第二次滑移单元安装

第一滑移单元滑出 10.95m 后，即可于Ⓐ内 2m 位置安装 NFW-5 桁架，作业时为提高生产效率及施工作业的安全，SC-110 型汽车吊把半榀吊装就位后不得松钩，把构件虚搁在滑移平台，利用南侧 QTZ125 塔吊把 NFW-6 桁架与 NFW-5 桁架之间的垂直支撑安装就位后方可松钩，这样可减少每榀桁架安装时的临时前后支撑，提高工效，如图 5—40 所示。

第二次滑移单元安装完后，利用南侧的塔吊拆除 NFW-6 桁架的前后临时支腿，用 5t 倒链和 2 个 5t 单门滑轮即可进行牵引滑移，滑移距离为 8.50m。

5) 第三次至第五次的安装滑移

第二次滑移完成后，进行 NFW-4 桁架的安装和第三次滑移，滑移距离 10.00m，牵引采用 2 个 5t 单门滑轮。第四榀和第五榀滑移距离分别为 8.5m 和 3.4m。牵引采用 5t 倒链和 3 个（和 4 个）5t 单门滑车，吊钩点为Ⓔ轴钢柱的千斤顶支座，牵引钩挂采用兜底钩挂的方法勾挂在 NFW-4、NFW-3、NFW-2 桁架上。

6) NFW-6~NFW-2 五榀桁架的就位

NFW-6~NFW-2 桁架滑移到位后，桁架标高比设计标高高 170mm，桁架需下降就位，下降采用千斤顶交替下降法，具体如下：

首先拆除非柱顶上的钢轨和钢梁，利用安装在 ③~⑤ 轴支柱上牛腿支座上和 ⑥ 轴矮墙缺口处的 6t 螺旋式千斤顶整体顶升桁架 10mm。

拆除柱顶上的钢轨后塞入方砖，替换厚 $\delta=8\text{mm}$ 的钢板或 10mm 的硬木板做保险，然后整体下降螺旋千斤顶，根据高程，随时调整柱顶方砖的厚度，确保桁架整体安全平稳下降，拆下来的钢轨和钢梁下垫 $\Phi 48\times 3.5$ 钢管，滑移至桁架覆盖范围以外南侧 QTZ125 塔吊起重范围内吊走运至地面。

7) 在 NFW-6~NFW-2 五榀桁架就位并拆除滑移轨道和承重梁后，直接安装 NFW-1 桁架和 NFW-2~1 之间的垂直支撑。如图 5-49。

8) 用南侧的 QTZ125 塔吊安装 NFW-6~NFW-1（共五跨）的下弦连系杆件和剪刀撑。如图 5—50。

9) 用南侧的 QTZ125 塔吊安装 NFW-6~NFW-1（共五跨）的上弦檩条及剪刀撑。如图 5—51

10) 用南侧的 QTZ125 塔吊或 SC-110 汽车吊整体一次吊装 NFW-7 桁架（包括 NFW-1~NFW-7 之间的垂直支撑和端部的两根檩条）如图 5-52。

11) 用南侧的 QTZ125 塔吊安装 NFW-1~NFW-7 之间的其他杆件。如图 5-53。

5.4.5 球幕影院构件安装

球幕影院的构件应在工厂预拼装完毕验收合格后方允许发运至工地，为方便运输，可散件打包发运至工地。

通常认为这种钢结构形式的构件在工厂拼装成“西瓜瓣”，然后运至工地吊装，但考虑到球幕影院直径较大，限于运输条件，“西瓜瓣”分片较多，且因杆件较小，运输极易产生变形。因此，我司拟采用散装方案。即工厂只需要把一根根构件按设计要求热弯成形，加工相贯切口，打包发运至现场即可，散装的胎架用 $\Phi 48\times 3.5$ 钢管搭设而成，构件安装步骤如图 5—54 至 5—58 所示。

5.4.6 剧院前厅钢结构安装

剧院前厅钢结构为轻型桁架结构，除第一榀和转向处桁架外均为平面桁架。安装时平面外的稳定的保证是安装顺利进行的关键。

在本工程中我司除按常规设置缆风绳来维持平面桁架平面外稳定外。还考虑用脚手架来支撑、保证平面外稳定。安装步骤如图 5—59 至 5—64 所示。

5.5 高强螺栓安装

5.5.1 安装准备

1. 螺栓的保管

所有螺栓均按照规格、型号分类储放，妥善保管，避免因受潮、生锈、污染而影响其质量，开箱后的螺栓不得混放、串用，做到按计划领用，施工未完的螺栓及时回收。

2. 性能试验

1) 本工程所使用的螺栓均应按设计及规范要求选用其材料和规格，保证其性能符合要求。

2) 高强螺栓和连接副的额定荷载及螺母和垫圈的硬度试验，应在工厂进

行；连接副紧固轴力的平均值和变异系数由厂方、施工方参加，在工厂确定。

3. 安装摩擦面处理

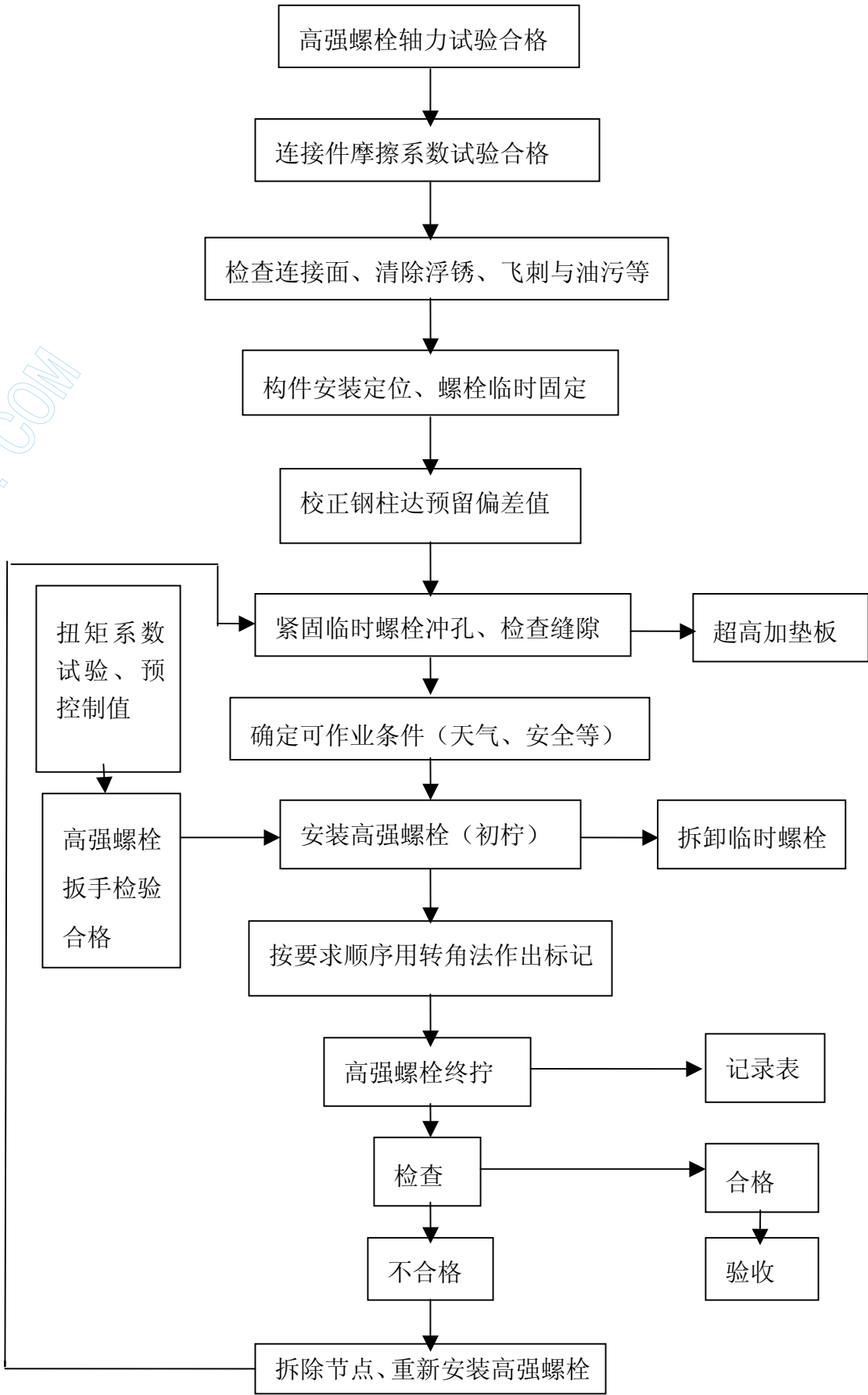
1) 为了保证安装摩擦面达到规定的摩擦系数，连接面应平整，不得有毛刺、飞边、焊疤、飞溅物、铁屑以及浮锈等污物，也不得不需要的涂料；摩擦面上不允许存在钢材卷曲变形及凹陷等现象；

2) 认真处理好连接板的紧密贴合，对因钢板厚度偏差或制作误差造成的接触面间隙，应按下表方法进行处理：

3) 摩擦面的抗滑移系数在工厂进行试验，并由制造厂按规范提供试件后在工地进行复测。

间隙大小	处理方法
1mm 以下	不作处理
3mm 以下	将高出的一侧磨成 1：5 的斜度，方向与外力垂直
3mm 以上	加垫板，垫板两面摩擦面处理与构件同

5.5.2 高强螺栓安装施工流程：



5.5.3 安装方法

高强螺栓分两次拧紧，第一次初拧到标准予拉力的 60-80%，第二次终拧到标准予拉力的 100%。

1. 初拧

当构件吊装到位后，将螺栓穿入孔中（注意不要使杂物进入连接面），然后用手动扳手或风动扳手拧紧螺栓，使连接面接合紧密。初拧力矩按终拧力矩的 30~50%确定。

2. 终拧

螺栓的终拧由电动剪力扳手完成，其终拧强度由力矩控制设备来控制，确保达到要求的最小力矩。当预先设置的力矩达到后，其力矩控制开关就自动关闭，剪力扳手的力矩设置好后只能用于指定的地方。

扭剪型高强螺栓初拧与终拧轴力扭矩取值范围如下表：

螺栓 型号	初拧轴力 (吨力)	初拧扭矩 (千克力米)	终拧轴力 (吨力)	终拧扭矩 (千克力米)
M16	7.4-9.8	15-20	11.2-13.5	22.5-27.5
M20	11.5-15.2	30-40	17.4-21	47-53
M22	14.3-19	40-55	21.6-26.8	61.8-74.8
M24	16.6-22	50-57	25.1-30.4	81-99

注：初拧轴力、扭矩是按标准轴力、扭矩的 30~50%；终拧轴力、扭矩按标准轴力、扭矩 100±10%。

5.5.4 安装注意事项

1. 装配和紧固接头时，应从安装好的一端或刚性端向自由端进行；高强螺栓的初拧和终拧，都要按照紧固顺序进行：从螺栓群中央开始，依次向外侧进行紧固。
2. 同一高强螺栓初拧和终拧的时间间隔，要求不得超过一天。
3. 当高强螺栓不能自由穿入螺栓孔时，不得硬性敲入，应用冲杆或铰刀修正扩孔后再插入，修扩后的螺栓孔最大直径应小于 1.5 倍螺栓公称直径，高强螺栓穿入方向按照工程施工图纸的规定。
4. 雨天不得进行高强螺栓安装，摩擦面上和螺栓上不得有水及其它污物，并要注意气候变化对高强螺栓的影响。

5.5.5 安装施工检查

1. 指派专业质检员按照规范要求对整个高强螺栓安装工作的完成情况进行认真检查，将检验结果记录在检验报告中，检查报告送到项目质量负责人处审批。
2. 本工程采用的是扭剪型高强螺栓，在终拧完成后进行检查时，以拧掉尾部为合格，同时要保证有两扣以上的余丝露在螺母外圈。对于因空间限制而必须用扭矩扳手拧紧的高强螺栓，则使用经过核定的扭矩扳手从中抽验。
3. 如果检验时发现螺栓紧固强度未达到要求，则需要检查拧固该螺栓所使用的扳手的拧固力矩（力矩的变化幅度在 10%以下视为合格）。

5.5.6 施工安全

- 1. 施工人员必须戴好安全帽、系好安全带；
- 2. 不得垂直上下作业，即作业时其正下方不得有人，以免高强螺栓或尾部、工具等失落而伤人；
- 3. 使用电动扳手时，不得生拉硬扯，注意保护工具和高强螺栓；
- 4. 当因工作需要而临时松开安全网和其它安全设施时，不得进行高强螺栓的安装施工。

5.6 栓钉

5.6.1 栓钉安装

栓钉按国家标准 JBJ81-91 要求进行施工，其焊接检验也按国家标准 JBJ81-91 执行。

5.6.2 栓钉焊接工艺

- 1. 栓钉将采用自动调节的焊接设备接上合适的电源后焊接，栓钉的焊接需要采用独立的电源供电。
- 2. 如果两个或更多的栓钉枪在同一电源上使用，应采用联动装置保证一次只有一把栓钉枪能使用。这样电源就能在一个栓钉焊完后再开始下一次焊接。
- 3. 焊接电压，电流，时间及栓钉枪提起和插下等参数都要调到最佳状态。这将根据过去的经验和栓钉制造厂以及设备制造厂的说明来进行。
- 4. 每个栓钉都要带有一个瓷环来保护电弧的热量以及稳定电弧。电弧保护瓷环要保持干燥，如果表面有露水和雨水痕迹则应在 120 度的干燥器内烘干 2 小时后再使用。
- 5. 焊接栓钉的地方应当无铁锈，灰尘，露水或其它对产生合格焊缝有危害

的物质。

- 6. 操作时，要待焊缝凝固后才能移去焊钉枪。
- 7. 焊后，去掉瓷环，以便于检查。
- 8. 如果焊钉枪不能使用时 或 用于返修不饱满的栓钉时可采用手工电弧焊。

5.6.3 测试和检验

1. 施工前测试

在开始焊接前或改变焊接工艺或设置焊接参数时都要按以下方式进行至少 2 个剪力钉的焊接测试：

- a. 剪力钉外观检查，焊缝 360° 饱满才认为可以接受。
- b. 当焊缝冷却后，用榔头敲击使剪力钉弯曲大约 30° 。
- c. 若继续检测，任何剪力钉上产生不合格现象，就要修改工艺，并 增加的栓钉要焊在单独的材料上，焊接的数量和检测按规范执行，如果增加的栓钉焊接也失败，那就应在另一块钢板上继续，直到两个栓的焊接都合格。
- d. 所有进行这项工作的工人都要进行焊前测试。

2 . 操作合格证

上面要求的施工前测试也适合于栓钉焊接操作人员的考核。

3 . 检验(弯曲试验)

- a. 每天的焊接施工都要从每根梁上选择两个栓钉用榔头敲弯约 15° 。
- b. 所有的栓钉都要进行外观检查，如果有不是 360° 饱满的或修补过的栓钉，要弯曲 15° 检验。

c. 对不是 360° 饱满的栓钉应从不饱满的一侧进行

4 . 返修

如果不能满足测试要求，在每一个不合格的栓钉旁再焊一个新的栓钉。弯曲的栓钉若证明是合格的则可以接受并保留弯曲状态。

5.6.4 注意事项

栓钉施焊应确保栓钉焊枪处于铅垂状态并不得在四级或以上风中和雨中施工。

5.7 焊接工艺说明及焊接检测

5.7.1 概述

本工程钢结构现场焊接大部分为厚钢板焊接，焊接难度大、质量要求高。由于焊接为钢结构安装的重要组成部分。因此，高速优质地完成本部分工作，也是整个工程的关键所在之一。其中母材层状撕裂是厚钢板中最易出现的问题，因此对于厚度大于 50mm 的钢板应有 Z 向力学要求，并在施工中采取相应的措施。

焊接部位主要有柱与柱、柱与梁、梁与梁、桁架接头等节点。焊缝形式有平焊、角焊、立焊、斜焊与仰焊等。所有构件均要通过安装、定位、调校后，再进入焊接工序等。

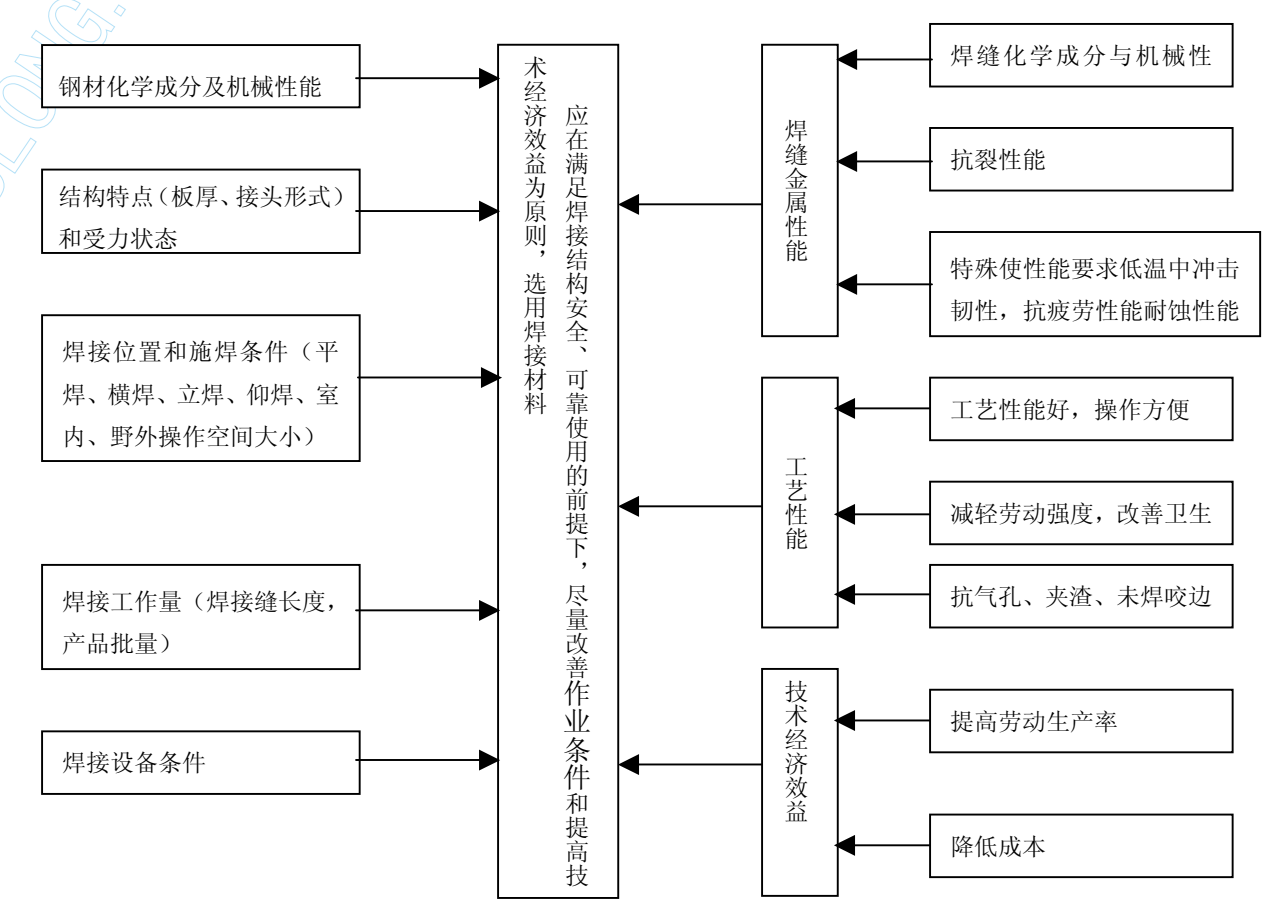
本工程现场焊接主要采用手工电弧焊、CO₂ 气体保护半自动焊两种方法。焊接施工按照先柱后梁、先斜撑后水平梁、先主梁后次梁的顺序，分层分区进行，保证每个 区域都形成一个空间框架体系，以提高结构在施工过程中的 整体稳定性，便于逐区调整校正，最终合拢，这在施工工艺上给高强螺栓的先行固定

和焊接后逐区检测创造了条件，而且减少了安装过程中的累积误差。

5.7.2 手工电弧焊焊条的选用

在确保焊接结构安全、可靠的前提下，根据钢材的化学成分、机械性能、板厚、接头形式；结构的工作条件、使用条件及对焊缝金属的性能要求；焊接工艺性能和技术经济效益等，择优选用焊接材料。

下图归纳了焊接低碳钢和低合金钢时选用焊接材料的依据及基本原则。表列出了焊接材料选用要点。



低碳钢、低合金钢焊接的焊接选用原则

焊条选用要点

选用依据	选用要点
焊接材料的机械性能和化学成分要求	对于普通结构钢，通常要焊缝金属与母材等强度，应选用抗拉强度等于或稍高母材的焊条 对于合金结构钢，通常要求焊缝金属的主要合金成分与母材金属相同相近 在被焊结构刚性大、接头应力高、焊缝容易产生裂纹的不利情况，可以考虑选用比母材强度低一级的焊条。 当母材中碳及硫、磷等元素的含量偏高时，焊缝容易产生裂纹，应选用抗裂性能好的低氢焊条
焊件的使用性能和工作要求	对承受动载荷和冲击载荷的焊件，除满足强度要求外，还要保证焊缝金属具有较高的冲击韧性和塑性，应选用塑性和韧性指标较高的低氢焊条 接触腐蚀介质的焊件，根据介质的性质及腐蚀特征，选用相应的不锈钢类焊条或其他耐腐蚀焊条 3. 在高温或低温条件下工作的焊件，应选用相应的耐热或低温钢焊条
焊件的结构特点受力状态	对结构形状复杂、刚性大及大厚度焊件，由于焊接过程中产生很大的应力，容易使焊缝产生裂纹，应选用抗裂性能好的低氢焊条 对焊接部位难以清理干净的焊件，选用氧化性强，对铁锈、氧化皮油污不敏感的酸性焊条 对受条件限制不能翻转的焊件，有些焊缝处于非平焊位置，应选用全位置焊接的焊条
施工条件及设备	在没有直流电源，而焊接结构又要求必须使用低氢焊条的场合，应选用交直流两用低氢焊条 在狭小或通风条件差的场合，选用酸性焊条低尘焊条
操作工艺性能	在满产品性能要求的条件下，尽量选用工艺性能好的酸性焊条
经济效益	在满足使用性能和操作工艺性的条件下，尽量选用成本低、效率高的焊条

按上图和上表所示的原则和要点，按设计要求，本工程对于母材 Q235B 选用的手工电弧焊焊条为 E4303（J422），对表面要求较高时，可选用 J422GM

对于母材 Q345（16MN）选用手工电弧焊焊条为 E5016（J506）和 E5015（J507），对立向下操作状态下的焊接选用 J506X 型焊条。

5.7.3 CO₂气体保护焊焊材的选用

5.7.3.1 工艺特点

CO₂气体的密度较大，隔离空气，保护焊接区的效果十分良好。CO₂气体保护焊的特点如下：

1. CO₂电弧的穿透力强，焊丝熔化率高，生产率比手工焊高 1～3 倍；CO₂保护焊的成本只埋弧焊和手工焊的 40～50%；
2. 抗锈能力较强，焊缝含氢量低。

CO₂气体在室温下很稳定，但在电弧高温中则要分解出原子态氧因而使电弧气氛具有很强的氧化性。这种氧化性电弧气氛将带来三方面问题：

- a. 合金元素烧损； b. 增加金属飞溅； c. 引起 CO 气体。

解决上述问题的途径是采用含有 SI、MN、AL 等脱氧元素的焊丝。

CO₂电弧焊主要用于焊接碳钢及低合金钢等黑色金属。

5.7.3.2 焊接材料

1. CO₂保护气体

CO₂有固态、液态和气态三种状态。液态 CO₂是无色液体，其密度随温度变化而变化，当温度低于-11℃时比水重，而当温度高于-11℃时则比水轻。由于 CO₂由液态变为气态的沸点很低，为-78℃，所以工业用 CO₂都是使用液态的，常温下它自己就气化。在 0℃和 101.3KPA 大气压力下，1 kg液态 CO₂气体可气化成 509L 气态 CO₂。

液态 CO₂中约可溶解 0.05%质量的水，其余的则成自由状态沉于瓶底，这些水分在焊接过程中随 CO₂一起挥发，水蒸气混入 CO₂气体中一起进入焊接区。

CO₂气体中的主要有害杂质是水分和氮气，氮气一般含量较小，危害大的

是水分。随着 CO₂ 气体中水分的增加，即露点温度提高，焊缝中含氢量亦增加，同样是纯度大于 99.5% 的 CO₂ 气体，用其中含水量 < 0.005% 和等于 0.05% 的两种 CO₂ 气体施焊后，用前者的焊缝塑性比用后者好，而且后者易于出现气孔。焊接用 CO₂ 的纯度应 > 99.5%，国外还有要求纯度 > 99.8%、露点低于 -40.0℃ 的。露点 -40.0℃，CO₂ 气体中的水分含量为 0.0006%。

2. 焊丝

- a. CO₂ 气体保护焊对焊丝化学成分的要求有：
- b. 焊丝必须含有足够数量的脱氧元素，以减少焊缝金属中的含氧量和防止产生气孔。
- c. 焊丝的含碳量要低，通常要求含 C < 0.11%，这样可减少气孔与飞溅。保证焊缝金属具有满意的机械性能和抗裂性能。

下表 CO₂ 焊常用的焊丝化学成分和用途。

CO₂ 焊常用化学成分和用途

焊丝牌号	化 学 成 分 (%)									用途
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ti	Al	S 不大于	P 不大于	
H10MnSi	≤0.14	0.60~0.90	0.80~1.10	≤0.20				0.030	0.040	焊接低碳钢、低合金钢
H08MnSi	≤0.10	0.70~1.0	1.0~1.30	≤0.20				0.030	0.040	
H08MnSiA	≤0.10	0.60~0.85	1.40~1.70	≤0.20				0.030	0.035	
H08Mn2SiA	≤0.10	0.70~0.95	1.80~2.10	≤0.20				0.030	0.035	
H04MnSiTiA	≤0.04	0.70~1.10	1.80~2.20			0.20~0.40		0.025	0.025	焊接低合金高强度钢
H04MnSiAlTiA	≤0.04	0.40~0.80	1.40~1.80			0.35~0.65	0.20~0.40	0.025	0.025	
H10MnSiMo	≤0.14	0.70~1.10	0.90~1.20	≤0.20	0.15~0.25			0.030	0.040	

5.7.4 焊接工艺规范

5.7.4.1 手工电弧焊工艺参数要点

1. 焊条直径

焊条直径的大小主要取决于焊件厚度、接头型式、焊缝位置、焊道层次等因素。焊件厚度较大时，则应选用较大直径的焊条；平焊时，允许使用较大电流进行焊接，焊条直径也可大些；而立焊、仰焊及横焊，则宜选用较小直径的焊条；多层焊的第一层焊缝为了防止产生未焊透缺陷，宜采用小直径焊条。

焊条直径的选用按下表：

焊条直径与板厚的关系

焊件厚度 (mm)	< 4	4~8	> 8~12	> 12
焊条直径 (mm)	≤ 板厚	Φ 3~4	Φ 4~5	Φ 5~6

焊接电流的大小，主要根据焊条类型、焊条直径、焊件厚度以及接头型式、焊缝位置、焊道层次等因素确定。在使用结构钢焊条进行平焊时，焊接电流可根据下列经验公式初选。

$I=Kd$

式中：I——焊接电流 (A)；

d——焊条直径 (mm)；

K——经验系数 (A/mm)。

K 和 d 的关系见下表

焊接电流经验系数与焊条直径的关系

焊条直径 (mm)	Φ 1.6	Φ 2~2.5	Φ 3.2	Φ 4~6
经验系数(A/mm)	20~25	25~30	30~40	40~50

立焊、横焊、仰焊时，焊接电流应比平焊电流小 10~20%。合金钢焊条、不锈钢焊条，由于电阻大、热膨胀系数高，若电流大则焊接过程中焊条容易发红，造成药皮脱落，影响焊接质量，因此焊接电流应适应减少。

2. 焊缝层数 焊缝层数视焊件厚度而定。中、厚板一般都采用多层焊。焊缝层数多些，有利于提高焊缝金属的塑性、韧性，但层数增加，焊件变形倾向亦增加，应综合考虑后确定。

3. 电源种类和极性 直流电源的电弧稳定，飞溅少，焊缝质量好，因此重要焊接结构后板大刚度结构件的焊接，应采用直流弧焊电源。碱性焊条施焊或薄板焊接，应采用直流反接。酸性焊条施焊，宜采用直流正接。

5.7.4.2 CO₂ 气体保护焊工艺要点

为了获得稳定的焊接过程,CO₂ 电弧焊一般采用短路过渡和细颗粒过渡两种熔滴过渡形式。

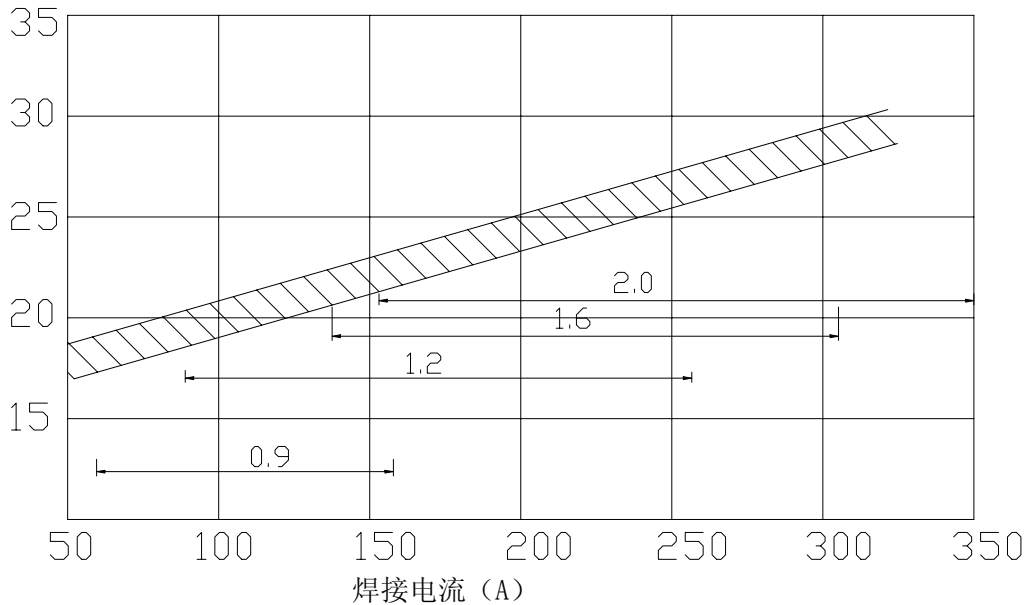
1. 短路过渡焊接

CO₂ 电弧焊短路过渡应用最广泛，主要用于薄板及全位置焊接。焊接规范参数有电弧电压、焊接电流、焊接回路电感、焊接速度、气体流量及焊丝伸出长度等。电弧电压及焊接电流 对于一定的焊丝直径及焊接电流（亦即送丝速度），必须匹配合适的电弧电压，才能获得稳定的短路焊接过程。下表为三种不同直径焊丝的短路过渡焊接规范，此时的飞溅最少。

不同直径焊丝的短路过渡焊接规范

焊丝直径 (mm)	Φ 0.8	Φ 1.2	Φ 1.6
电弧电压 (V)	18	19	20
焊接电流 (A)	100~110	120~135	140~180

在生产中选择焊接规范参数时，除考虑飞溅大小外，还要考虑生产率等其他因素。所以实际使用的焊接电流范围可以比表列规范大一些。



上图所示四种直径焊丝适用的焊接电流和电压范围，电弧电压和焊接电流选择在这一范围内，焊接过程的稳定性和焊接质量都是满意的。

焊接回路电感。进行短路过渡焊接，焊接回路要有合适的电感量。

焊接回路电感采用值

焊丝直径 (mm)	焊接电流 (A)	电弧电压 (V)	电感
Φ0.8	100	18	0.01~0.08
Φ1.2	130	19	0.02~0.20
Φ1.6	150	20	0.30~0.70

2 细颗粒过渡焊接 又称 CO₂长弧焊接。在 CO₂气体中，对于一定直径焊丝，当电流增大到一定数值后，同时配以较高的电弧电压，焊丝熔化金属即以小颗粒状态，非短路形式进入熔池，这种熔滴过渡形式叫做细颗粒过渡。细颗粒过渡时，电弧穿透力强，母材熔深大，适合于焊接中等厚度及大厚度工件。细颗粒过渡也采用直流反接法。达到细颗粒过渡的最低电流值及电弧电压范围见下表。

不同直径焊丝的细颗粒过渡

焊接电流下限值及电弧电压范围

焊丝直径 (mm)	电流下限值 (A)	电弧电压 (V)
Φ1.2	300	34~45
Φ1.6	400	
Φ2.0	500	
Φ3.0	650	
Φ4.0	750	

低合金钢焊接工艺要点

供应 状态	钢号	主要特点	工艺措施	热规范(℃)			
				预热	层温	去氢	回火
热轧	16MN	碳当量较低，强度不高，仍具有良好的塑性、韧性及焊接性，焊接热影响区淬硬倾向稍大于低碳钢 焊件较厚，接头刚性大，环境温度低时容易产生冷裂纹	要求焊缝与母材等强的焊件，选用相应强度级别的焊条 不要求等强的焊件，则可选用强度略低的焊条，以提高塑性，韧性 尽量使用低氢焊条，对强度级别低的低合金钢、非动荷载构件，的使用酸性焊条 板厚增加，刚性变大，应提高预热温度 在环境温度<0℃下施工，工件预热至100~150℃				
				δ > 40mm, t>100			600~650
				δ > 32mm, t>100			560~590 630~650

5.7.4.3 低合金钢焊接工艺要点

对于本工程中大量采用的 Q345B 材料的焊接在我国有成熟的焊接工艺。而采用 CO₂气体保护焊，我司更积累了足够的焊接经验，下面即是若干年来我司在 16MN 钢焊接施工过程中归纳的工艺要点。

5.7.5 常规焊接参数:

焊接部位	焊材类型	焊材规格	焊接电流(A)	焊接电压(V)	气体流量(L/min)	电弧极性	焊速cm/s
柱梁定位	E5015 (E4315)	Φ 3.2	90-120	28-32	/	阳	0.25
柱深层填充	H08Mn2SiA (丝)	Φ 1.2	190-210	25-30	55	阳	0.55
柱梁封底	E5015 (E4315)	Φ 3.2	90-120	28-32	/	阳	0.23
柱深部填充	H08Mn2SiA (丝)	Φ 1.2	210-240	29-33	55-65	阳	0.60
柱梁填充	E5015 (E4315)	Φ 4.0	160-190	32-35	/	阳	0.35
梁填充	H08Mn2SiA (丝)	Φ 1.2	250-320	29-35	55-65	阳	0.68
柱梁表层填充	E5015 (E4315)	Φ 4.0	160-190	30-32	/	阳	0.33
柱梁面层	H08Mn2SiA (丝)	Φ 1.2	210-240	29-33	55-65	阳	0.65

5.7.6 焊接检验

焊接检验应由质量管理部门合格的检验员按照焊接检验工艺执行.

5.7.6.1 焊工检查(过程中检查)

焊工应在焊前，焊接时和焊后检查以下项目。

a. 焊前

- ①任何时候开始焊接前都要检验构件标记并确认该构件。
- ②检验焊接材料。
- ③清理现场。
- ④预热(如有要求)。

b. 焊接过程中

- ①预热和保持层间温度(如有要求)。
- ②检验填充材料。
- ③打底焊缝外观。
- ④清理焊道。
- ⑤按认可的焊接工艺焊接。

c. 焊后

- ①清除焊渣和飞溅物。
- ②焊缝外观。
- ③咬边。
- ④焊瘤。
- ⑤裂纹和弧坑。
- ⑥冷却速度。

5.7.6.2 无损检验

(1) 质检员将就检验要求与检验机构保持密切联系。

(2)项目质量负责人对总承包单位/工程监理要求现场见证的所有检验都要提前 1 周通知总承包单位/工程监理。

a. 外观检查

- ①所有焊缝都按规范 JBJ81-91 或相关规范检查。
- ②外观检查记录由项目质检员保存。

b. 超声波检验

- ①对厚度超过 8mm 的全熔透焊缝均按设计以及规范的要求进行超声波检验。
- ②超声波检查按国家规范 JBJ81-91 第一部分或相关规范进行质量检验证明。
- ③所有超声波检验都应填写焊缝超声波检验记录表。

c. 磁粉探伤

- ①磁粉探伤用于部分熔透焊缝和贴角焊缝。
- ②磁粉探伤按国家规范 JBJ81-91 相应条款进行。
- ③验收按照设计以及规范的标准执行。

5.7.6.3 焊缝检验的范围

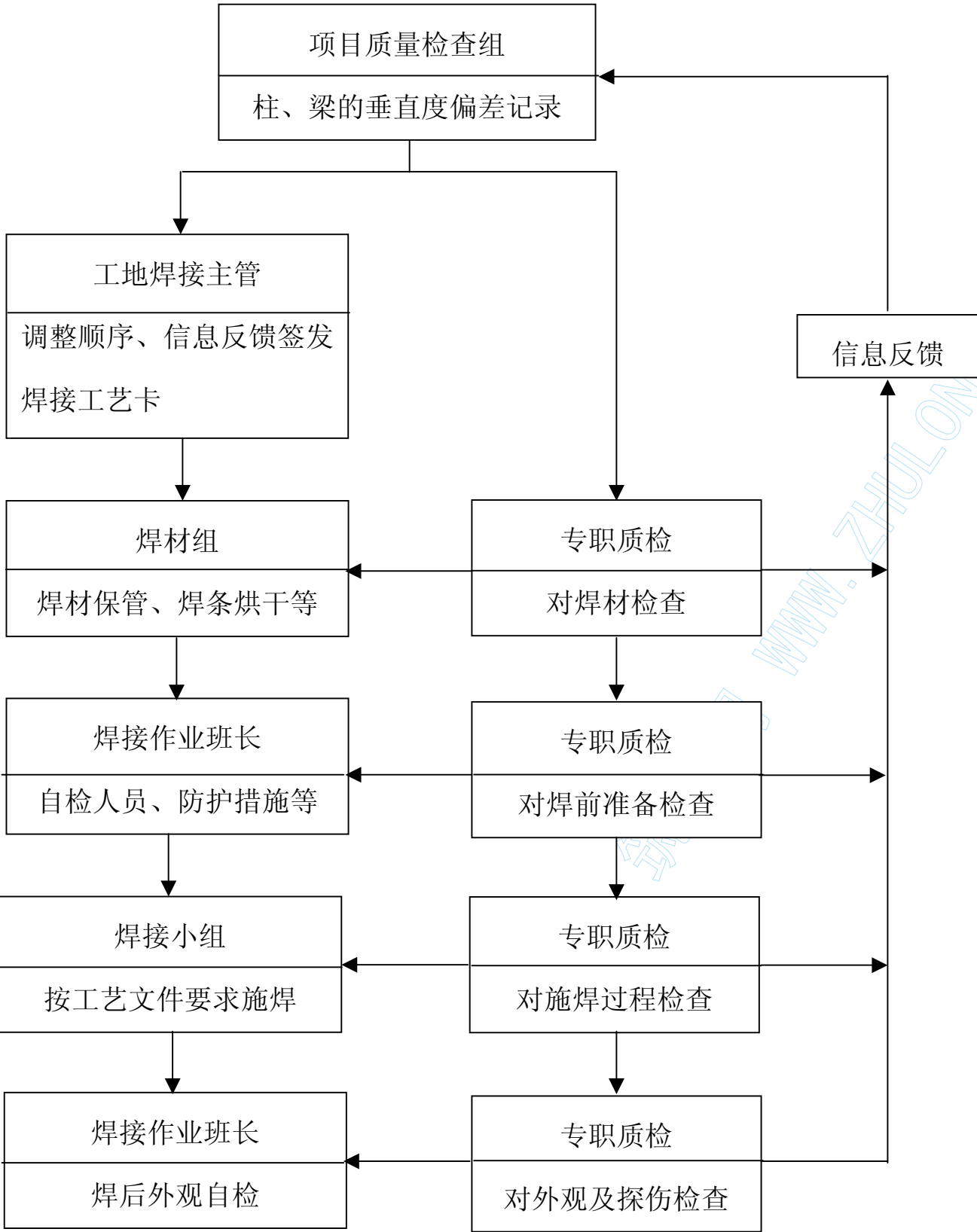
- (1) 外观检查所有焊缝。
- (2) 无损检验。
 - a. 全熔透对接焊缝 100%超声波检验和 100%磁粉探伤。
 - b. 焊脚尺寸超过 12mm 的部分熔透对接焊缝至少 20%超声波检验和 20%磁粉探伤。
 - c. 贴角焊缝：最少 10%的磁粉探伤。

(3) 选择受检焊缝

- a. 当要求少于 100%检验，在开始检验前，对受检焊缝的抽样要征得工程监理的同意。
- b. 当在一个接头中检查出超标缺陷时，在同一组中要增加检查两个接头，如果这两个增加的接头是合格的，最开始的焊缝返工后再采用同样方式检验。如果那两个增加的接头也有超标缺陷，那么同组内的每一个接头都要检验。

5.7.7 焊接质量保证措施

焊接作为钢结构施工的关键工序之一，必须自始至终按质量保证体系中的控制程序全面进行监控，把好焊前、焊中、焊后质量关。焊接质量保证措施如下：



第六章 钢结构防锈、防火、装饰施工

6.1 招标书有关要求

业主在招标书第五条第三款中明确要求，我司对本工程钢结构的防锈、防火、装饰应统一考虑，一次到位。其中：

水晶石大厅及剧院前厅钢结构不采用外包不锈钢、铝材、石材等装饰做法；球幕影院、半球形钢屋盖，水晶石大厅上空椭球体钢屋盖仅考虑防锈、防火；

5号楼梯、少年山飞艇、空中花园等钢结构除考虑防锈、防火间距外，做一般性乳白色装饰漆即可。

其他钢骨砼仅做一般防锈处理即可。按国家有关规定劲性构件外表不得涂刷任何油漆，以免降低砼与钢构件表面的粘接强度，结合设计图纸有关规定，对这一点我们的处理方法是：钢构件应彻底除锈（设计要求表面处理等级应达到 Sa2），并确保砼浇筑前构件表面不得有灰尘、油污。

6.2 防火等级及钢构件耐火极限的确定

深圳市某少年宫是面向全市6至16岁少年儿童进行素质教育的重要基地，是全市少年儿童的科技教育中心，团队及艺术活动的阵地，信息高流和健康娱乐的场所，因此它应当是一座大型的、人流量大的公共建筑物。按有关消防法规和设计规范规定，此类建筑物防火等级应达到一级要求，这一点也是设计图

纸和招标文件明确要求的。根据这一要求，对应《建筑设计防火规范》（GBJ16-87）有关规定，可知本工程需要进行防火施工的区域及有关构件应达到的耐火极限分别是：

水晶石16根Φ800钢柱、飞艇、剧院前厅钢构件要求耐火极限为3h，其余外露构件应为2h。

根据标书第五条第三款有关要求，对本工程消防涂装，我司拟决定采用薄涂方案，根据防火要求确定选用涂料类型，根据防火涂料的亲和能力选用防锈底漆和装饰面涂层，反过来又利用底层防锈好坏和表面装饰效果来评价方案的优劣，以此确定了我司关于本工程钢结构防锈、防火、装饰施工的方案一、二、三。

6.3 防锈、防火、装饰做法三种方案

根据我司长期与专业的消防公司合作进行钢结构防火施工的经验，我司拟定了如下三个方案：

上述三种方案，从符合性，可装饰性等多方面比较，我司认为第一种方案是一种装饰效果优良、完全满足消防要求、符合有关部门管理要求的施工方案，因此它将根据标书第五条第三款要求成为我司的主推方案并单独报价。

6.4 钢结构防锈、防火及装饰

6.4.1 构件表面处理

根据防锈油漆基本附着要求，构件应在工厂进行喷砂除锈，要求除锈等级应达到 Sa2.5 级，对于 SRC 结构中的钢骨构件，要求除锈等级不应低于 Sa2。构件表面的焊瘤、锐利的边角必须磨平，避免涂料会从锐利的边角流散开，导致涂层变薄。

钢表面防护漆的性能，在很大程度上受到与涂层直接接触的底材表面条件的影 响，其中主要的影响因素如下：

- a) 表面污物，包括盐类、油脂、钻孔液和切削液；
- b) 锈蚀和氧化皮；
- c) 表面粗糙度。

表面处理的主要目的是确保上述所有污物清除干净，减少初期锈蚀的机会，并形成表面粗糙度，保证即将涂覆的油漆具有充分的附着力。在进行下一步表面处理或者给钢结构涂漆之前，必须清除表面所有的可溶盐、油脂、钻孔液和切削液，以及其它污物；最常见的方法是先 用溶剂清洗，然后用干净的抹布擦净。拭擦步骤极为关键，因为如果拭擦不彻底，那么溶剂清洗反而会将污物扩散。除了溶剂清洗之外，还有专用乳胶液、脱脂剂及蒸气处理法，对于即将采用的 Amercoat[®]385PA 防锈底漆，清除油渍的溶剂应选用亚美隆公司 Amercoat7 或 101（21℃ 以上）或 Amercoat65（21℃ 以下），在不通风处可使用 Amercoat7 或 101。

6.4.2 防锈底漆

美隆公司的 Amercoat[®]385PA 防锈底漆是一种双组份环氧云母防锈底漆，有良好的防锈能力和附着力。本工程采用空气喷涂法在工厂进行喷涂，接头处由现场进行人工刷涂，涂装厚度 50mm。

6.4.3 防火涂料施工

TW- I 型防火涂料的组成配方中有 582 树脂和硅酸铝棉，因此有良好的附着性和强度，可广泛采用喷、涂、抹、辊等多种施工方法，本工程主要采用喷涂法进行 3mm 厚度以内的涂料施工，两遍成活，可达到无特别装饰要求的表面平整度和 2h 耐火时间。对于 3h 的防火要求，如无特别的装饰要求，当然可以

用喷涂法进行施工，如有装饰要求，则应用人工抹涂（如同油漆工刮腻子）的方法施工直至厚度达到 5mm，并打磨平整。

6.4.4 面层施工

Amershiel d 脂芳族聚氨脂面漆，可灵活采用多种施工方法，不论是采用喷涂和人工刷涂均具表面光泽，极具装饰性，未避免过大的色泽反差，本次施工和下次施工的分界面应选在边角，有隔断的地方等等。

6.4.5 注意事项

本方案的每一种涂料，包括用于清除油污的、专用溶剂均是易燃品，施工、储存、运输应按一级危险品有关要求进行。

第七章 钢结构施工测量

本工程建筑造型极为复杂，除了水晶石圆形大厅与蛋形未来时代展厅在屋面安装相连；巨型斜墙内钢桁架中腰位置与三层楼面钢骨梁安装相连接外，其余各部钢结构均自成独立体系，相对位置较为分散，且各部位钢构件外形尺寸复杂多样。因此测量放线必须按施工部署，制定详细的测量放线方案。

7.1 测量放线前的准备工作

7.1.1 选派一名有经验的测量专业工程师全面主持测量工作，五名测量员负责现场放线，配合施工。

7.1.2 本工程圆弧形位置点普遍应用三维坐标测量，坐标精度要求达到毫米级，高精度全站仪配置十分需要。本工程特配置整体流动式三维测量系统索佳 NET2 全站仪一台，用于点位三维坐标的放线测量与钢构件安装位置偏差情况的数据检查。该仪器测角精度 $\pm 1''$ ，测距精度 $\pm (1\text{mm}+2\text{ppm}\cdot D)$ ，完全满足施工测量的精度要求。另配置必须的经纬仪、水准仪、钢卷尺，所有测量仪器必须经过市计量检测单位检定，具有检定合格证书并保证在符合使用的有效期内，经监理单位查验合格后才能准予工地使用。

7.1.3 熟悉和核对设计图中各部尺寸关系，发现问题在图纸会审中及时提出并解决。

7.1.4 了解施工顺序安排，从施工流水的划分、钢结构安装次序、施工进

度计划和临建设施的平面布置等方面考虑，确定测量放线的先后次序、时间要求，制定详细的各细部放线方案。

7.1.5 根据现场施工总平面布置和施工放线需要，选择合适的点位座标，做到既便于大面积控制，又有利于长期保留应用，防止中途视线受阻和点位破坏受损，以保证满足场地平面控制网与标高控制网测量精度要求和长期使用要求。

7.1.6 各分项工程测量放线后，明确由业主或监理单位组织有专业测量工程师牵头组成的验线小组进行点位精度的复核工作，以保证测量精度、防止错误发生。对于细部测量，可用不低于原测量放线的精度进行验测，验线结果与原放线成果之间的误差处理如下：

- a. 两者之差若小于 $1/\sqrt{2}$ 限差时，对放线工作评为优良；
- b. 两者之差略小于或等于 $\sqrt{2}$ 限差时，对放线工作评为合格（可不改正放线成果，或取两者的平均值）；
- c. 两者之差超过 $\sqrt{2}$ 限差时，原则上要返工重新定位测量，若是次要部位可局部重新测量定位点。

7.2 主轴线测设

地下室基础施工前，根据建设单位移交的点位和设计图中规定的定位条件，首先是起始轴线的测设，起始点应复测点位间距离与角度，当误差超过 $\pm 5''$ 时进行点位的移动调整，然后由起始点向外围发展场区建筑方格网。方格网的边长一般要求小于 50m，且位于建筑物的主要轴线上。由于中间地下室的土方开挖将会破坏方格网点，通常将点位沿直线往外延长至基坑四周，选择土质坚硬

稳固，便于点位长期保存的空地，埋设预制的混凝土标桩，埋设深度约 80cm，并在标桩四周 1.5m² 范围打好测量标杆，用红白油漆涂刷成间隔 20cm 醒目的标志杆，围上铁丝保护，防止车辆等设备碾压使点位受损或移动，有利于长期使用。由于本工程钢结构在标高+1.5m 以下已由市建一公司施工完毕，相关的测量控制工作均已完成，因此钢结构的安装测控网必须建立在已有控制网的基础上，如图 7—1 所示。必须按规定对已有控制网的相关尺寸进行复核查验，办理必要的点位移交手续。若有距离或角度误差大于限差规定值，还需会同设计、建设单位、监理等各方协商解决。

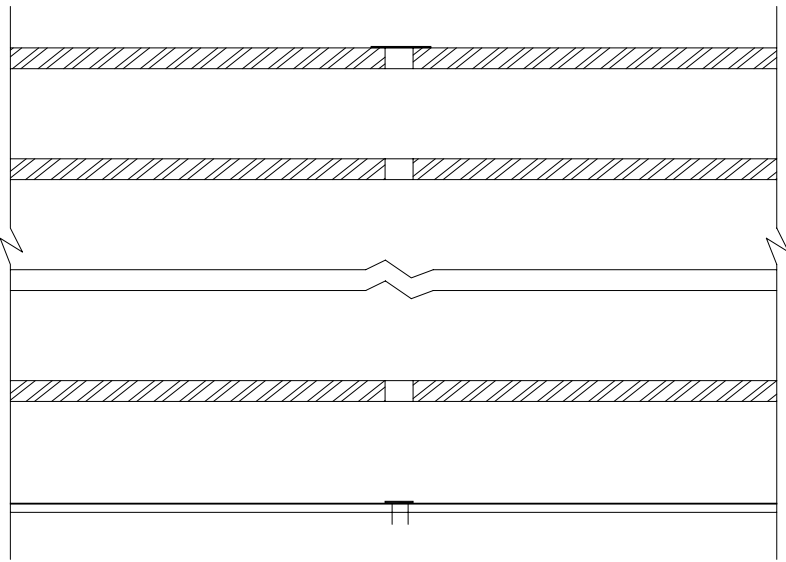
7.3 主轴线的竖向传递

竖向轴线的引测，主要是为了给各层放线和结构竖向控制提供依据点，应特别注意建筑物轮廓轴线和电梯井控制轴线的投测。施工中对竖向偏差控制的要求较高，为了满足测量精度，进行轴线的竖向投测时，先检查建筑场地平面控制网，再校测建筑物轴线控制点，由于本工程场地四周砌有围墙，将用垂准线原理采用激光经纬仪进行竖向投测。

地下室施工结束后，在砼板面安装激光基点，用 200×200×10mm 的钢板焊接锚固钩，设置到预定位置，如激光控制点平面图中 O、A、B、C、D 几个角点。用经纬仪投测各点轴线，定出如图所示激光基准点。用冲子在钢板上凿刻一小圆点作标记即为激光控制点。在施工控制中，将激光经纬仪架设在这些激光基准点上对中、整平。同时在楼板面预留的激光洞孔上盖一块有机玻璃接收靶，然后打开电源使激光器起辉发光，光斑显示在接收靶上。如右图所示。

为了保证激光控制点的准确性，在每次施测之前必须检查激光经纬仪使激

光点和仪器望远镜内十字丝中心点重合。另外为了消除竖轴不垂直水平轴的误差，需绕竖轴转动照准部，让水平度盘分别在 0°、90°、180°、270 四个位置上，观察接收靶上光斑变动情况，并作点的移动轨迹标注，一般其变动的位置成十字对称型，对称连线的交点即为精确的铅垂中心点，重复此方法投出其余的激光点。检查无误后可弹墨线，作为放线依据。



激光铅直仪通常用于场地狭小的施工现场作轴线点的竖向投测。当仪器架于点位时，首先讲究仪器的对中与整平，因该仪器在任意打开电源时都能发光发射直线，但光线是否处于铅直线位置十分重要，普通激光铅直仪内置激光管，使转动轴承直径过大，影响轴承加工精度，当仪器旋转 360°时，接收靶上光斑轨迹呈椭圆或不规则状态变化。我们在大量使用该类仪器过程中通过相互比较，发现激光经纬仪的投点精度最高。

7.4 高程控制

根据总包移交的水准基准点，建立水准基点组。为了便于施工测量，水准

基点组可选 3-4 个水准点和一个半永久性水准点均匀地布置在施工现场四周，水准点采用 $\phi=16\text{mm}$ ， $L=1\text{m}$ 的钢筋打入地下作为标志，其顶部周围用水泥砂浆围护。半永久性水准点埋设 30cm 高的水泥标桩。由水准基准点组成闭合路线，各点间的高程进行往返观测，闭合路线的闭合误差应小于 $\pm 4N^{1/2}\text{mm}$ （ N 为测站数）。各点高程应相互往返联测多次，每隔半月检查一次有否变动，以保证水准网能得到可靠的起算依据。经复测，数据符合要求后，用水准仪将标高引测至 $+1\text{m}$ 的墙面，分三个地方测设并用红漆标志，便于各点间相互复核检查，同时也作为向上引测高程的起始点。

7.5 高程的向上传递

为了保证满足高程向上传递的精度要求，本工程采用两种传递方式，即：钢尺竖向传递法及悬吊钢尺传递高程。

7.5.1 钢尺竖向传递法

0.000 米以上标高传递，主要是用钢尺沿结构外墙、边柱或电梯井筒等向上竖直量距。一般至少要有 3 处同时向上引测，以便于相互校核和适应分段施工的需要。

引测步骤如下：

- a. 先用水准仪根据固定水准点或 ± 0.000 米水平线，在各向上引测处准确地测出相同的起始标高线（一般大多测 $+1.000\text{m}$ 标高线）。
- b. 用钢尺沿竖直方向，向上量至施工层，并划出 $+1.000\text{m}$ 高的水平线，各层的标高线由各处的起始标高线向上直接量取。高差超过一整钢尺长时，应在该层精确测定第二条起始标高线，做为再向上引测的依据。

- c. 将水准仪安置到施工层，校测由下面传递上来的各水平线，误差应在 5mm 以内，在各层抄平时，应后视两条水平线以作校核。

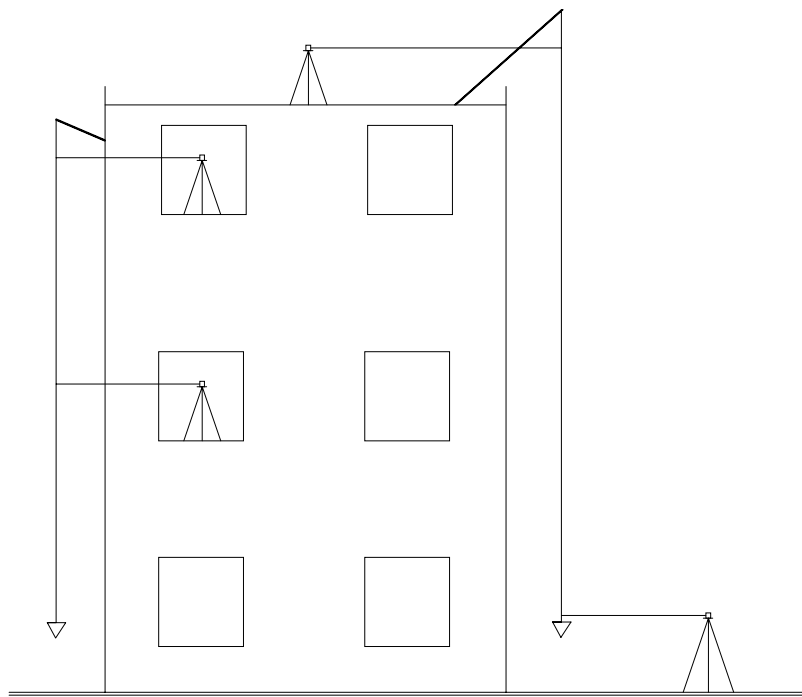
为了提高精度，可采用以下几种办法测量：

- a. 测设水平线时，采用直接调整水准仪的仪器高度，使后视的视线正对准水平线，前视时直接用红铅笔标出视线标点。这样能提高精度 $1-2\text{mm}$ 。
- b. 测设标高或水平线时，尽量做到前后视距等长。
- c. 由 ± 0.000 水平线向上量距时，所用钢尺应经过计量检定，量高差时尺身应垂直并用标准拉力，同时要进尺长和温度改正。
- d. 为防止标高偏差积累数使建筑物总高度偏差超限，要严格控制各层标高偏差，不得超限。均应以原始起点传距，尺身保持垂直，整尺传递，绝不能逐层传递，避免积累误差。

通过上述办法，层间标高测量偏差不应超过 3mm ，建筑全高（ H ）测量偏差不应超过 $3H/1000$ ，且不应大于 $\pm 10\text{mm}$ 。

7.5.2 悬吊钢尺传递高程

如下图所示，在屋顶或施工层上用吊杆悬挂一根钢尺，下端吊一重锤，重



如图 $H_m = H_h + a + [(L_1 - L_2) + \Delta t + \Delta R] - b$

式中 H_m —设置在建筑物上的水准点高程

H_h —地面上水准点高程

a — 地面上 A 点置镜时水准尺的读数

b — 建筑物上 B 点置镜时钢尺上的读数

L_1 —建筑物上 B 点置镜时钢尺上的读数

L_2 —地面上 A 点置镜时水准尺的读数

Δt —钢尺的温度改正值

ΔR —钢尺的尺长改正值

量 15kg，与计量检测的标准拉力相同。在地面 A 点架设水准仪，水准网控制

点立水准尺，读数得 a ，钢尺上读数 L_2 ，注意测站 A 至钢尺与标尺的距离大致相等，以减少水准仪水平轴与垂直轴之间不垂直的仪器校正误差。将仪器搬到施工楼层，按前述方法读出前视读数 b 和后视读数 L_1 ，则第二次立尺点的标高按下式计算：

$$H_m = H_h + a + [(L_1 - L_2) + \Delta t + \Delta R] - b$$

在传递高程过程中，为保证测量精度，可测 2~3 次，每次钢尺错动 5cm，同时用温度计量取仪器读数时的钢尺面温度，按上式计算并考虑尺长和温差改正，如各次高差较差 $\leq 3\text{mm}$ ，取各次的平均值作最终结果使用。

利用二种不同的方法可以校核施测精度，但需注意当建筑物出现沉降时，二者会出现较大差值，因此施工的同时还需对建筑物进行沉降观测，以保证不同的施测方法其结果的一致性。

7.6 钢结构地脚螺栓安装测量

在纵横轴线上，用两台经纬仪分别指挥，使定位钢板平行移动到望远镜的十字丝上，而不允许只将纵横轴线的中心点移到望远镜的十字丝上，仅将定位钢板转动。

地脚螺栓固定后，在浇捣砼时，由于受振动和砼倾倒流淌时的侧向挤压会有偏移。因此，在砼浇捣时应派二名测量员在二个互相垂直的轴线上用经纬仪监视偏差情况，及时调校正确。由于本次钢结构从 +1.5m 介入，水晶石展览大厅和圆形球幕电影院的基础已施工完毕，仅需重点检测该二部分露出楼面部分钢柱段轴线和标高的正确性。对于标高偏差较大部分钢柱需及时在上部钢柱的加制作长度上作适当调整，平面座标偏差较大部分还需和各方协商处理。通常

处理方法是随着柱子高度的不断增高将偏差逐步借位减小。

7.7 钢柱定位轴线测设

7.7.1 在平面控制网的基础上结合图纸尺寸，采用直角坐标法放出每个钢柱基础的纵横轴线。

7.7.2 将所测轴线弹墨线后，量距复核相邻柱间尺寸。

7.7.3 轴线复核无误后，画红油漆三角标记，作为第一节钢柱吊装就位时的对中依据。

7.8 柱底标高找平

7.8.1 将预埋螺栓定位铁板取出。

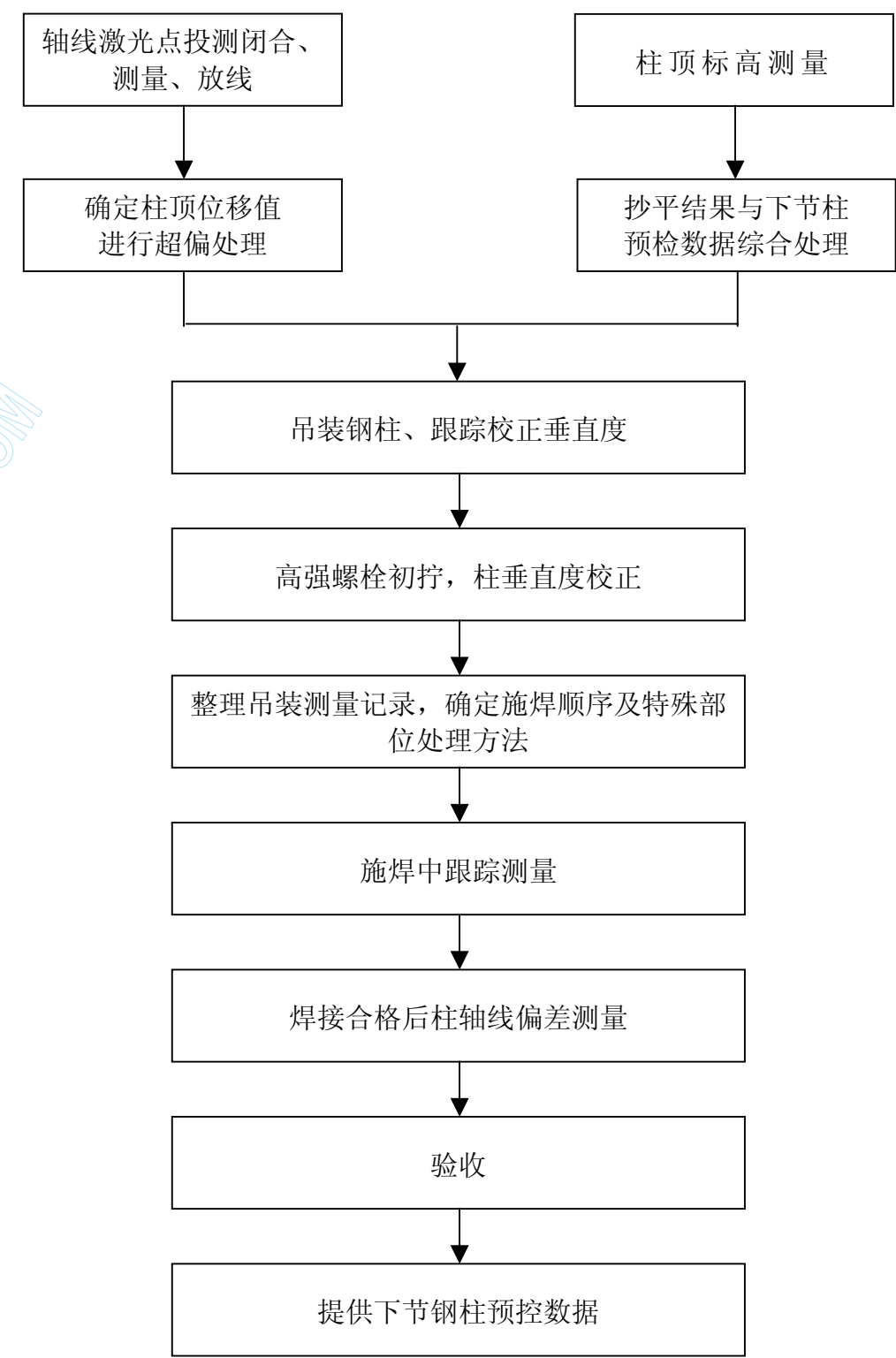
7.8.2 凿平四角垫铁位置的砼。

7.8.3 用水平仪从高程控制点引测标高，根据所测砼面标高偏差值，用不同厚度的垫铁找平。

7.8.4 钢柱吊装就位后，观测由制作厂在柱身上画定的标高线，如有标高超差，加、减薄铁板调正高度。

7.9 吊装测量

7.9.1 钢柱吊装测量程序如下：



钢柱吊装测量流程图

7.9.2 钢柱、钢梁、斜撑的安装校正

建立安装测量的三校制度：高层钢结构安装过程中，基准线的设立、平面网的投测、闭合、排尺、放线以及标高控制等一系列的测量准备工作相当重要，当钢柱吊装就位后，就由钢结构吊装过渡到校正阶段，钢柱吊装以后必须进行三次校正。

a. 进行初校，确定借位值：钢柱的初校是钢柱就位中心线的控制和调整。通过初校确定借位值的目的是，既要保证钢柱接头的相对对接尺寸符合设计要求，又要考虑调整钢柱扭曲、垂偏标高等综合安装尺寸的需要，保证钢柱的就位尺寸。

b. 钢柱垂校，调整垂偏：钢梁安装及螺栓紧固后，钢结构已具有一定的刚度和一定的空间尺寸，这时应对钢结构吊装后的柱-梁接头框架和梁的水平度及钢柱的垂直度进行全面的重新校正。校正的方法是借助千斤顶或倒链进行推或拉的校正，使钢柱的垂直和梁的水平度偏差达到允许偏差的要求。

c. 高强度螺栓终拧后的复校：高强度螺栓全部紧固结束后的复校，是防止在 高强度螺栓紧固时发生钢柱垂偏，这时测量的垂偏和标高尺寸，应考虑采用焊接收缩变形校正。高层钢结构的安装质量，通过三校工序使钢结构安装质量得到有效控制。

d. 修正施焊顺序保证安装精度

对于三校后钢结构的尺寸情况进行会审，如果复校尺寸有问题或者局部情况有变化，就有必要修正施焊顺序和施焊方法。焊接工程师可以根据复校实测公差和方向等因素，编制焊接顺序和确定施焊方法，来调整安装精度，在

施焊过程中还需对安装精度进行连续跟踪观测。

7.9.3 垂直度的控制

钢结构平面轴线及水准标高核验合格后，排尺放线，钢柱吊装就位基础上。用经纬仪检查钢柱垂直度的方法是用经纬仪后视柱脚下端的定位轴线，然后仰视柱顶钢柱中心线，互相垂直的两个方向柱顶中心线投影均与定位轴线重合，或误差小于控制要求，认为合格。垂直度偏差在 高强度螺栓紧固、焊接前后都应严格控制。

7.9.4 垂偏的控制和调正

利用焊接收缩来调正钢柱垂偏是钢柱安装中经常使用的方法。安装时，钢柱就位，上节钢柱柱底中心线对准下节柱顶的中心线，而上节柱顶的中心线可以在未焊前向焊接收缩方向预偏一定值，通过焊接收缩，使钢柱达到预先控制的垂直精度。

7.9.5 控制柱底位移来调正钢柱的偏差

a. 如果钢柱垂偏尺寸过大，个别情况可以利用调整该节柱底中心线的就位偏差，来调整钢柱的垂直精度，但这种位移偏差一般不得超过 3mm。

b. 焊接与日照综合影响时，单节柱和中心柱可以不必预留收缩，应控制垂直偏差为主。

c. 加强焊接工艺控制，采用对称焊等方法，可以克服中心柱与单节柱的偏差，对于边缘的钢柱，应控制边柱上部建筑物中心的垂偏，可适应预留一定的焊缝收缩量。

7.9.6 视线受阻处理

钢柱吊装时，用两台 J2 经纬仪在相互垂直线的二根轴线上跟踪校正，挡视不通时，可将仪器偏离轴线 15` 以内。

7.9.7 整体校正

当一个片区的钢结构吊装完成后，立刻对这一片区的钢柱再进行整体测量校正。

7.9.8 钢柱焊前，焊后轴线偏差测定

- a. 内业准备：根据轴线尺寸、钢柱截面尺寸，计算钢柱四角点位坐标，并绘成钢柱点位坐标平面图，便于使用查找。
- b. 观测准备：在±0 层架设激光经纬仪，将控制点投测到施工观测层；在已校正好垂直度并经螺栓终拧的钢柱顶，用附件连接架设全站仪，对中整平于所投递上来的激光点位上，分别瞄准另两个激光点，检测夹角与边长。如角度或距离误差较大，应重新投递激光点；当角度与距离误差均符合要求时，向全站仪输入测站点与另一个点的平面直角坐标，以这两点作起算点和起始方向。
- c. 观测：瞄准各柱顶角点，直接从仪器读数，得各点坐标。每根钢柱测点不少于两点，便于校核误差和计算钢柱扭曲。
- d. 计算整理资料：根据记录的各点坐标与内业计算的设计坐标相比较，得 X、Y 二个方向的差值，即偏差值。根据偏差值大小及方向，对于焊前偏差决定是否还需进行局部尺寸调整和确定焊接顺序及方向。焊后偏差作为资料和上一节钢柱吊装校正的依据，这样解决了压型钢板预铺设挡住经纬仪校正钢柱垂直视线的问题。

7.9.9 钢柱安装标高校正

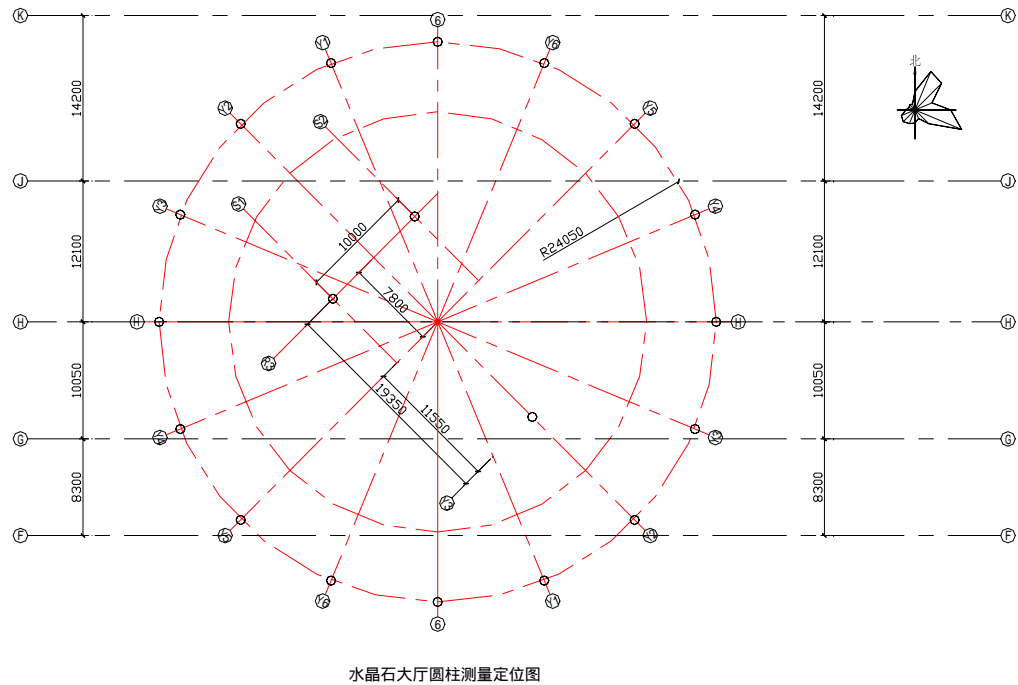
钢柱安装标高误差是钢柱制作长度的公差、安装间隙、焊接变形、压缩变形和季节性温度差、基础沉降等因素的综合反映，校正办法如下：

- a. 第一节钢柱的标高可以通过垫块的高度来控制柱顶标高。
- b. 多节钢柱的标高还可以通过采取柱与柱之间接合处适当加大间隙来调整，垫入的钢板不宜大于 5mm。
- c. 钢柱安装时，个别钢柱标高过高时，采用切割柱底衬板来调整标高，切割衬板不能大于 3mm，切割后应打磨平整，不能损伤钢柱面板。
- d. 钢柱安装标高，要求邻近钢柱高差小于 10mm，这样才能保证钢梁水平度，如相邻标高差值太大时会影响钢梁的安装水平度。

7.10 水晶石大厅钢管柱定位及安装测量

土建将劲性柱中的圆钢管柱已施工至+0.465m 接头处，待±0 层楼面混凝土浇捣完成后，首先恢复楼面轴线方格网，用直角坐标检查 19 根钢柱的偏差值。在柱接头下 26.5cm 处用红漆标记四面正确的轴线位置，这个标记将作为每根钢柱的起始轴线基准点。在二个正交位置架设经纬仪瞄准该点，校正上一节钢柱垂直度，使柱顶分中的轴线刻划线与该标志重合。需注意的问题是圆柱如绕中心旋转后，顶部轴线通过校正垂直度仍然能使标志与轴线重合，但圆弧梁的连接耳板将会出现夹角，产生不该有的错误。除此之外，此部分钢柱可按前述的方法按一般钢柱进行标高和垂直度校正。由于钢柱只有 30 多米，二台经纬仪可以在地面外侧从底一直扫描到顶，垂直度校正将会十分顺利。由于顶部钢梁与中心未来时代展厅相连，二部分的圆心在施工中应随时检查保持一致，如其中一方中心产生偏移，顶部合拢时圆心两侧的连接横梁将会出现一边

长另一边短，梁连接孔眼全部错位现象。同时两部分标高也要水平一致，不然顶面连接横梁将会出现整体高差现象。



7.11 蛋形未来时代展厅测量定位

7.11.1 三足鼎立的 SKGZ1、SKGZ2、SGKZ2a 柱安装校正至标高 18.55 米时，有一混凝土平台楼面，施工时要求中心圆点预留孔洞。然后将圆心点从地下室用激光经纬仪投测至 18.55 米平台。

7.11.2 在圆心点架设经纬仪，以激光平面控制图中 C 点作为后视方向，左转 3 度 09 分 44 秒得 H 轴线，另一正交方向正好是 ⑥ 轴线，分别相当于平面直角坐标系中的 X、Y 轴。

7.11.3 根据设计的几何方程式

$$(X/18000)^2 + (Y/14000)^2 + (Z/7500)^2 = 1$$

将 Z=23000-17050=5950 代入上式，解方程得：

$$(X/10958)^2 + (Y/85321)^2 = 1$$

上式是一个椭圆方程式。

7.11.4 根据椭圆方程式，由设定的 X 数值，可求得对应点 Y 数值。因此球体在 17.05 米平台的相交线可以用经纬仪测定，这是球体定位基础。

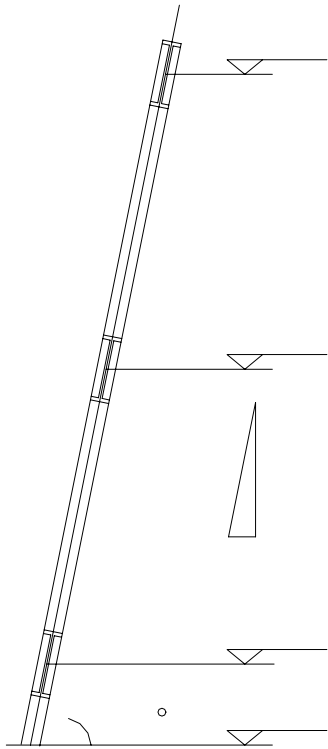
7.11.5 根据圆周等分角 22.5 度，用经纬仪架设在圆心点，瞄准 ⑨ 或 ⑥ 轴线，可分别测出 Y1~Y6 方向线，该线为球体中竖向受力杆件提供了指向屋顶圆心的方向。此杆件如分段吊装，需分次检查杆件指向，最终在屋顶合拢。因此，施工顺序安排首先应吊装屋顶中心块，并把它的标高测量调整到正确的设计高度，中心与圆心 O 完全重合。各杆件接头指向与 18.55 米楼面相应轴线 Y1~Y6 方向线投影要完全对应重合。

7.11.6 构件拼装测量检查中，球体上任意点的坐标遵循设计方程式 $(X/18000)^2 + (Y/14000)^2 + (Z/7500)^2 = 1$ 。圆心点全站仪坐标 X、Y 值均为 0，Z 值需与高程已知点相互比较后才能测定。当知道仪器的精确高度后就可直接用全站仪测取任意点的三维坐标。实测值与理论值相互比较可以求得实际偏差值，调整构件偏差方向，使安装偏差的大小符合允许偏差值。这是先拼装就位，后测量校正，再支撑固定的作业思路。测量中的难点是要向全站仪先输入测点位置的三维坐标，其中平面坐标在楼面任意位置都可以有一个确定的数值。Z 向高度会随仪器的每次架设高度不同而不同，没有规律可循，而简单的仪器中心至地面高度量取因测量精度太低不能满足要求，唯一的方法是已知高程比测。全站

仪有了仪器本身空间位置且能保证一定精度的三维坐标值后才能测出正确的构件上任意点三维坐标。

7.12 巨型斜墙内钢桁架定位测量

靠近⑬轴线的巨型斜墙,在标高 10~17m 间有一长度 47.277m 的钢桁架,桁架断面如右图所示,座落于 SRCG-1-3、SRCG-2-3、SRCG-3-2 共四根钢柱上。桁架吊装前,先检查钢柱顶轴线标高是否正确。由于桁架分两段吊装,拼装点的高度用千斤顶支撑调整,调整时接头标高略为上拱一些,直接用水平仪测量标高。桁架拼装直线度用经纬仪检查,偏差用钢丝绳缆风调整。除此之外,桁架倾角 78.36° 的保证及校正后的固定才是重点。桁架倾角调整前,首先检查并调整底部支撑点位置标高和轴线。如图中所示,挂一垂球,量水平距离 S, $S=H \cdot \cos 78.36^\circ$, 根据 S 值大小调整桁架上弦的进出,待标高、轴线、倾角全部正确后,根据施工方案用刚性三角支撑固定,防止变动。



7.13 圆形球幕电影院定位测量

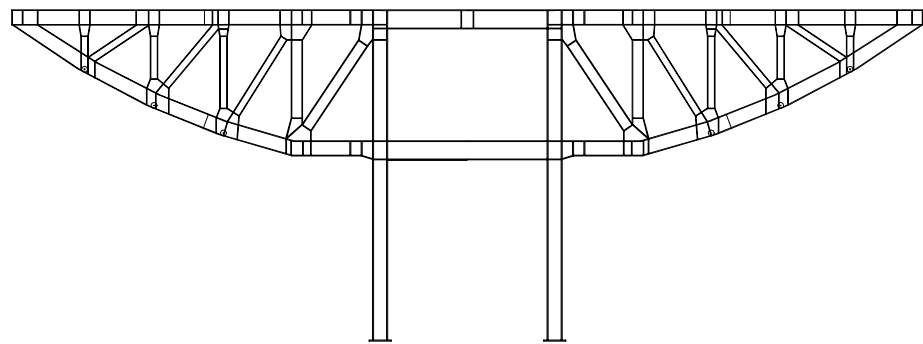
圆形球幕影院定位测量原理与蛋形未来时代展厅基本相同,但操作比蛋形未来时代展厅定位测量简单,搭设工作平台,定出圆心,用经纬仪测出角度方向线。

7.14 第三层钢骨柱、梁、剧院前厅钢桁架的测量定位

三层钢骨柱梁与剧院前厅玻璃幕墙钢桁架的测量定位均同普通钢柱梁的测量定位。三层钢骨梁与边缘巨型斜墙内钢桁架中腰相连,两部分轴线标高应复核一致。

7.15 飞艇屋面钢桁架定位测量

飞艇屋面钢桁架共有七榀，立于 16、1/17 两根轴线的钢柱上，如下图所示，通过斜撑等杆件将各榀连接成整体。



7.15.1 钢柱与桁架的测量流程图：

7.15.2 安装前进行柱底定位轴线的放线工作，画测量标记。复测柱底预埋件顶面的标高，并整理数据，以便吊装进行调整。构件成品检查，按国标 GB50205-95 钢结构施工及验收规范，发现问题及时通知有关单位。

7.15.3 安装过程控制待柱底轴线及标高调整测量完毕后，进行钢柱的吊装，钢柱就位后进行柱底轴线位移调整。采用千斤顶校正。

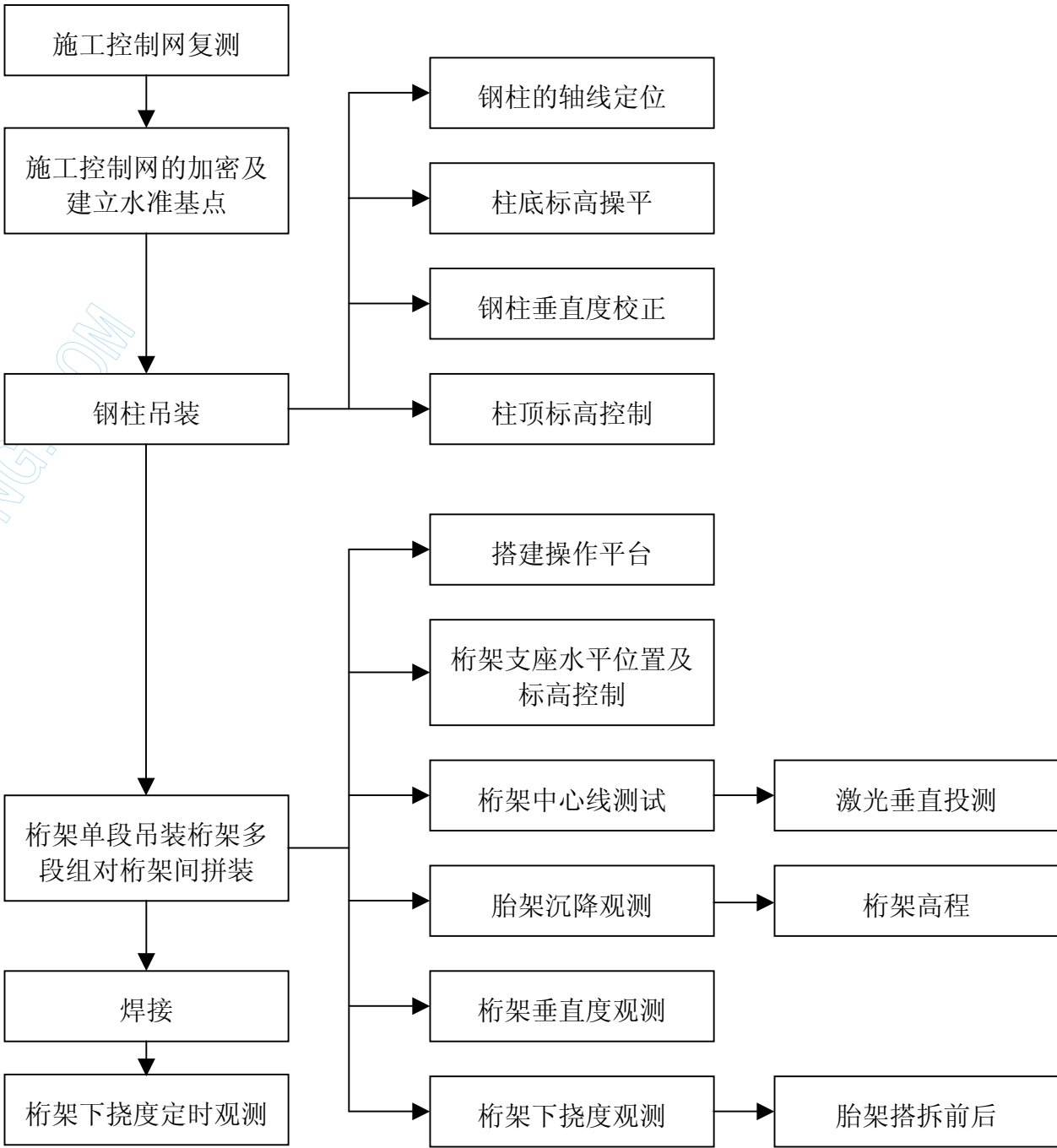
7.15.4 柱底位移调整校正到规范以内后，进行钢柱垂直度的校正。用经纬仪架设在轴线方向控制垂直度（ $H/1000 \leq 10$ ），固定浇筑。

7.15.5 进行桁架安装定位的测量放线工作。桁架梁安装要控制好每榀桁架的结构尺寸及水平标高。

a、桁架标高测量

由于桁架在滑移轨道上拼装，因此滑移轨道的平整度控制是水平测量控制的关键，要求两条轨道任意两点的高差 $\leq 10\text{mm}$ 。在桁架组装过程中采用全站仪

进行三角高程测量，测出桁架节点高差，并与设计节点标高比较，以此作调节



钢柱与桁架的测量流程图

标高的依据。纵横向桁架高度允许偏差 $\pm 15\text{ mm}$ 。

b、桁架垂直度观测

桁架标高，直线度调校完毕后，即采用平移法进行桁架垂直度控制。在轴线基准点向同一侧平移约 1.5m，的两平移点，在一平移点上架设经纬仪，后视另一平移点，在桁架中间横立塔尺，用经纬仪纵丝读数，并与平移值比较，以次确定桁架垂直度。跨中垂直度相对误差偏差允许值为±10 mm。

在垂直度观测过程，还应观测桁架间起拱处的横向偏差，以保证横向相邻桁架间距偏差值小于±10 mm，观测方法采用垂直线法，测量两投影点距离并与设计值比较。

- 3) 标高控制检查记录
- 4) 施工测量记录

7.16 测量器具配备

序号	名称	型号	数量	备注
1	全站仪	NET2	1 台	
2	经纬仪	J2	2 台	
3	激光铅垂仪	JDJ2	1 台	
4	水准仪	DZS3	2 台	
5	弯管目镜		2 套	
6	对讲机		4 个	1 km 范围
7	钢卷尺	50m	1 把	铝合金
		30m	1 把	
		5m	5 把	
8	塔尺	5m	1 把	
9	水平尺	60m	1 把	
10	激光靶	30×30 cm ²	4 块	
11	线锤	1 kg	2 个	

7.17 资料整理

- 1) 楼层测量记录
- 2) 轴线测放检查记录

第八章 质量管理及保证措施

我公司按 IS09000-GB/T19000 《质量管理和质量保证》系列标准建立的质量保证体系，已经通过第三方认证。本工程质量控制和质量管理工作将严格执行我公司《质量保证手册》、《程序文件》以及《作业指导》。

为了本项目施工质量达到国家现行质量评定优良标准，必须对整个施工项目实行全面质量管理，建立行之有效的质量保证体系，按 IS09000-GB/T19000 系列标准和本单位质量保证体系文件成立以项目经理为首的质量管理机构，通过全面、综合的质量管理以预控钢结构安装流水过程中各种不相同的质量要求和工艺标准。

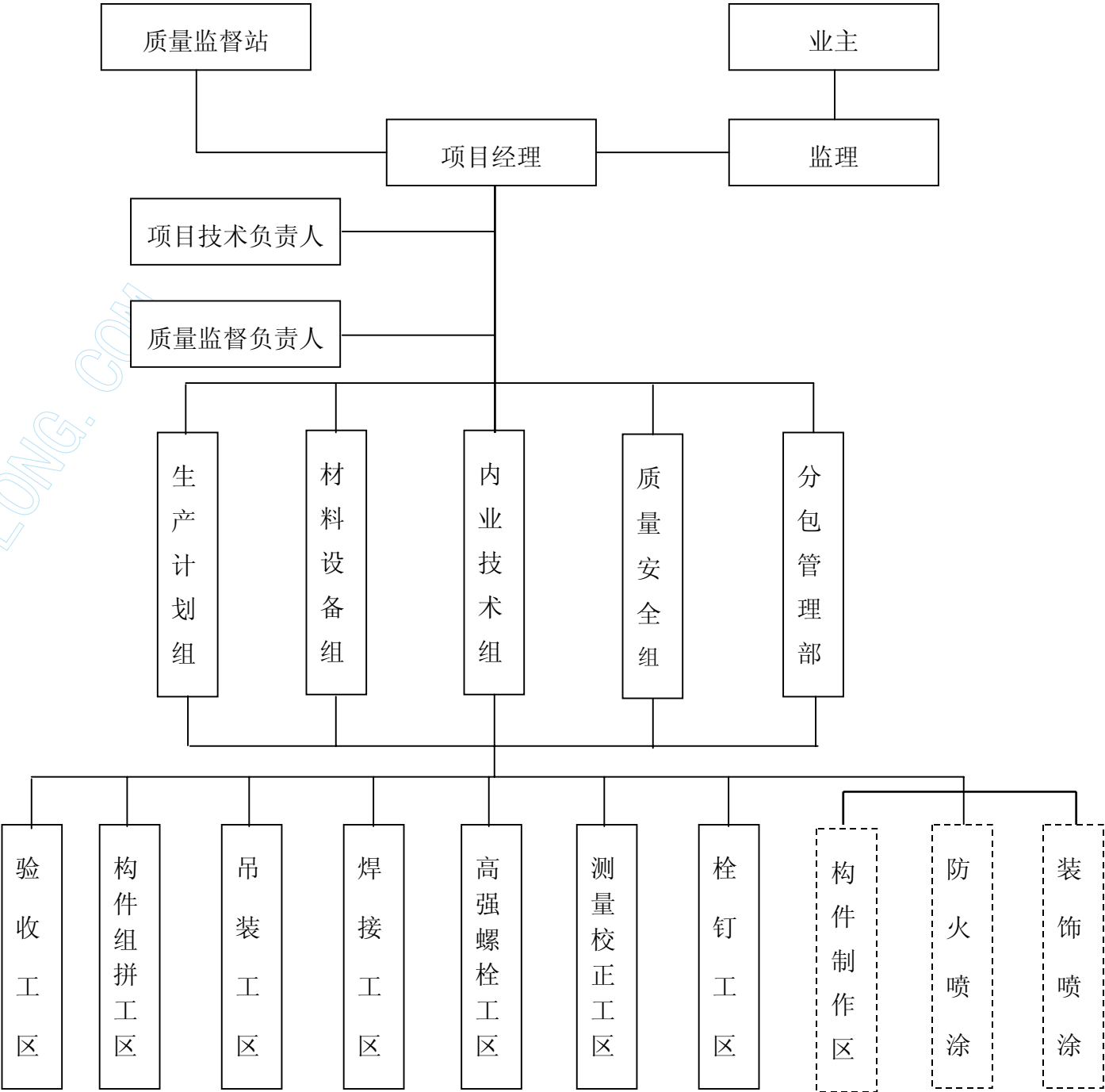
8.1 质量管理

8.1.1 成立以项目经理为首的质量保证组织机构，定期开展质量统计分析，掌握工程质量动态，全面控制各分部分项工程质量。项目上配备专职质检员，对质量实行全过程控制。

8.1.2 树立全员质量意识，贯彻“谁管生产，谁管理质量；谁施工，谁负责质量；谁操作，谁保证质量”的原则，实行工程质量岗位责任制，并采用经济手段来辅助质量岗位责任制的落实。

8.1.3 建立质量管理制度：

8.1.3.1 技术交底制度：坚持以技术进步来保证施工质量的原则。技术部门编制有针对性的施工组织设计，



质量保证组织机构

8.1.3.2 构件进场检验制度：对于进场的钢构件必须实行严格检查，根据国家规范要求进行检查，对不合格的构件一律退厂重新加工。

8.1.3.3 建立三检制度，实行并坚持自检、互检、交接检制度，自检要做好文字记录，隐蔽工程由项目技术负责人组织工长、质量检查员、班组长检查，并做出较详细的文字记录。

8.1.3.4 质量否决制度：不合格的焊接、安装必须进行返工。

8.1.4 实现目标管理，进行目标分解，把工程质量责任落实到各部门及人员，从项目的各部门到班组，层层落实，明确责任，制定措施，从上到下层层展开，使全体职工在生产的全过程中用从严求实的工作质量，精心操作工序，实现质量目标。

8.1.5 开展质量管理 QC 小组活动，攻关解决质量问题，同时做好 QC 成果的总结工作。建立 QC 小组与各工序小组的质量控制网络。

8.1.6 制定工程的质量控制程序，建立信息反馈系统，定期开展质量统计分析，掌握质量动态，全面控制工程质量。

8.1.7 采取各种不同的途径，用全面质量管理的思想，观点和方法，使全体职工树立起“安全第一”和“为用户服务”的观点，以员工的工作质量保证工程的产品质量。

8.2 质量保证措施

8.2.1 施工准备过程的质量控制

8.2.1.1 优化施工方案和合理安排施工程序，作好每道工序的质量标准和施工技术交底工作，搞好图纸审查和技术培训工作。

8.2.1.2 严格控制进场原材的质量，对钢材等物资除必须有出厂合格证外，需经试验进行复检并出具复检合格证明文件，严禁不合格材料用于本工程。

8.2.1.3 合理配备施工机械，搞好维修保养工作，使机械处于良好的工作状态。

8.2.1.4 对产品质量实现优质估价，使工程质量与员工的经济利益密切相关。

8.2.1.5 采用质量预控法，把质量管理的事后检查转变为事前控制工序及因素，达到“预控为主”的目标。

8.2.2 施工过程中的质量保证措施

根据本工程钢结构施工难度大，质量要求高，必须加强质量管理的领导工作，严格执行规范、标准，按设计要求进行控制施工，把施工质量施工在首位，精心管理，精心施工，保证质量目标的实现。

8.2.2.1 建立由项目经理直接负责，项目副经理中间控制，专职检验员作业检查，班组质量监督员自检、互检的质量保证组织系统，将每个岗位、每个职工的质量职责都纳入项目承包的岗位责任合同中，并制定严格的奖罚标准，使施工过程的每一道工序、每个部位都处于受控状态，并同经济效益挂钩，保证工程的整体质量水平。

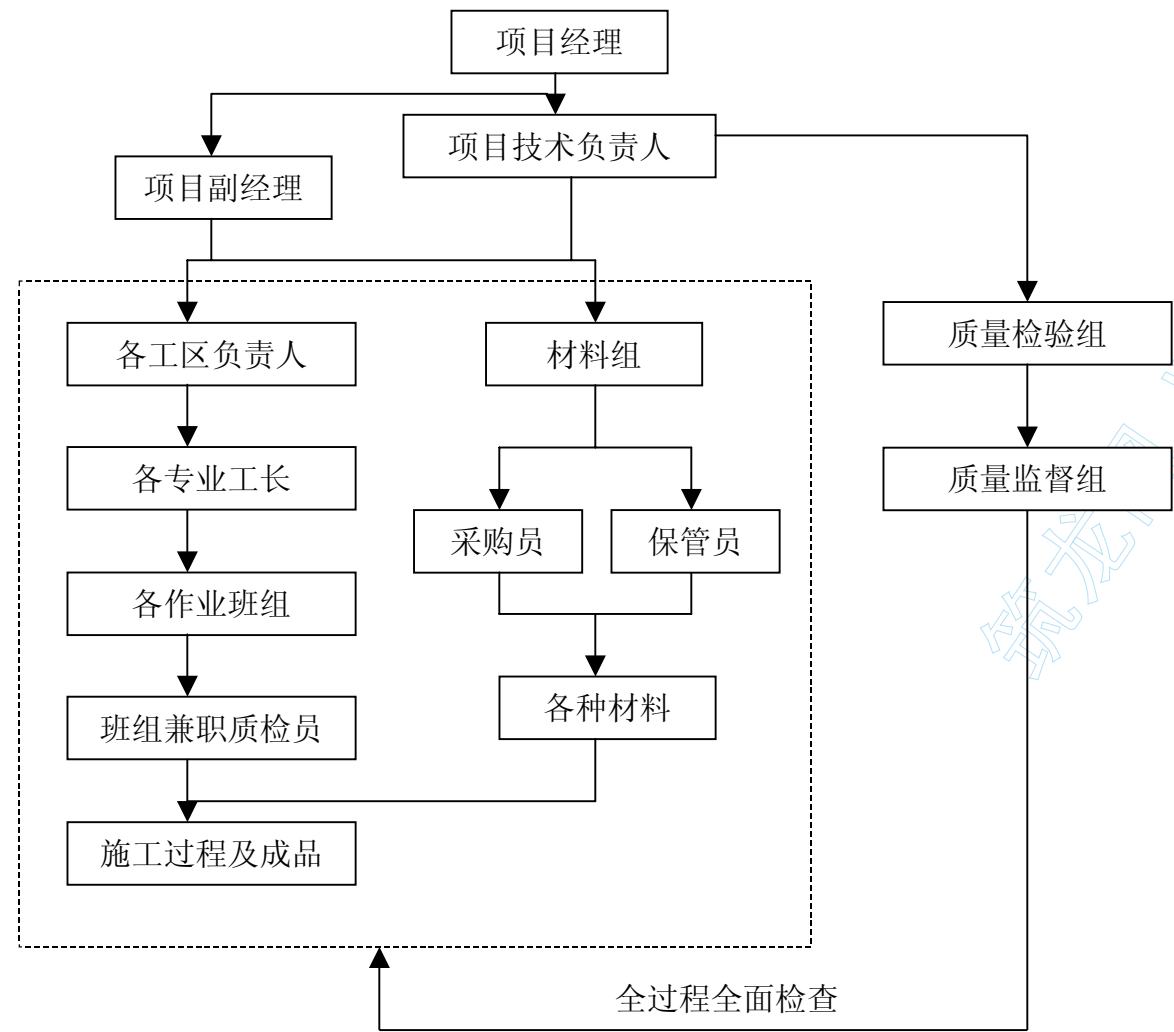
8.2.2.2 制定项目各级管理人员，施工人员质量责任制，落实责任，明确职责，签定质量责任合同，把每道工序，每个部位的质量要求，标准，控制目标，分解到各个管理人员和操作人员。

8.2.2.3 根据工序要要求，制定项目质量管理奖罚条例，岗位职责质量目

标与工资奖金挂钩，实行质量一票否决权。

8.2.2.4 编写本工程钢结构施工的关键工序作业指导书，严格按作业指导书进行交底和施工操作，做到施工有序控制和监控检查。

8.2.2.5 施工现场的检查机构，由项目经理和质量总负责牵头建立质量检查机构，是保障工程质量的重要环节。根据工种不同设专职质量检查员，人员职责实到位，分兵把关贯彻工程全过程，通过检查机构职能运行，把技术要求、质量要求传达到班组质检员，逐级负责控制各专业技术岗位和质量目标通过每一系统的质量把关。



8.3 安装质量控制目标

8.3.1 安装质量控制目标如下：

项 目	规范允许偏差（mm）	项目内控目标（mm）
本建筑总体垂直偏差	$e \leq H/2500$ 且 $e \leq 50$	$e \leq 20$
建筑总高度偏差	$H/1000 \leq e \leq H/1000$ $-30 \leq e \leq 30$	$-20 \leq e \leq 20$
本建筑平面弯曲偏差	$e \leq L/1500$ $e \leq 25$	$e \leq 20$
本建筑定位偏差	$e \leq L/20000$ 且 $\leq \pm 5\text{mm}$	$e \leq \pm 3\text{mm}$

8.3.2 分项控制尺寸：

项 目	工程允许偏差（mm）	项目内控目标（mm）
柱子的底座位移	$e \leq 3$	$e \leq 2$
上柱和下柱的扭转	$e \leq 3$	$e \leq 2$
柱底标高	$-2 \leq e \leq 2$	$-1.5 \leq e \leq 1.5$
单节柱的垂直度	$e \leq L/1000$ $e \leq 10$	$e \leq L/1200$ $e \leq 8$
同一节柱的顶标高	$-5 \leq e \leq 5$	$-3 \leq e \leq 3$
同一根梁两端水平度	$e \leq L/1000$ $e \leq 10$	$e \leq L/1200$ $e \leq 8$

8.4 质量控制程序

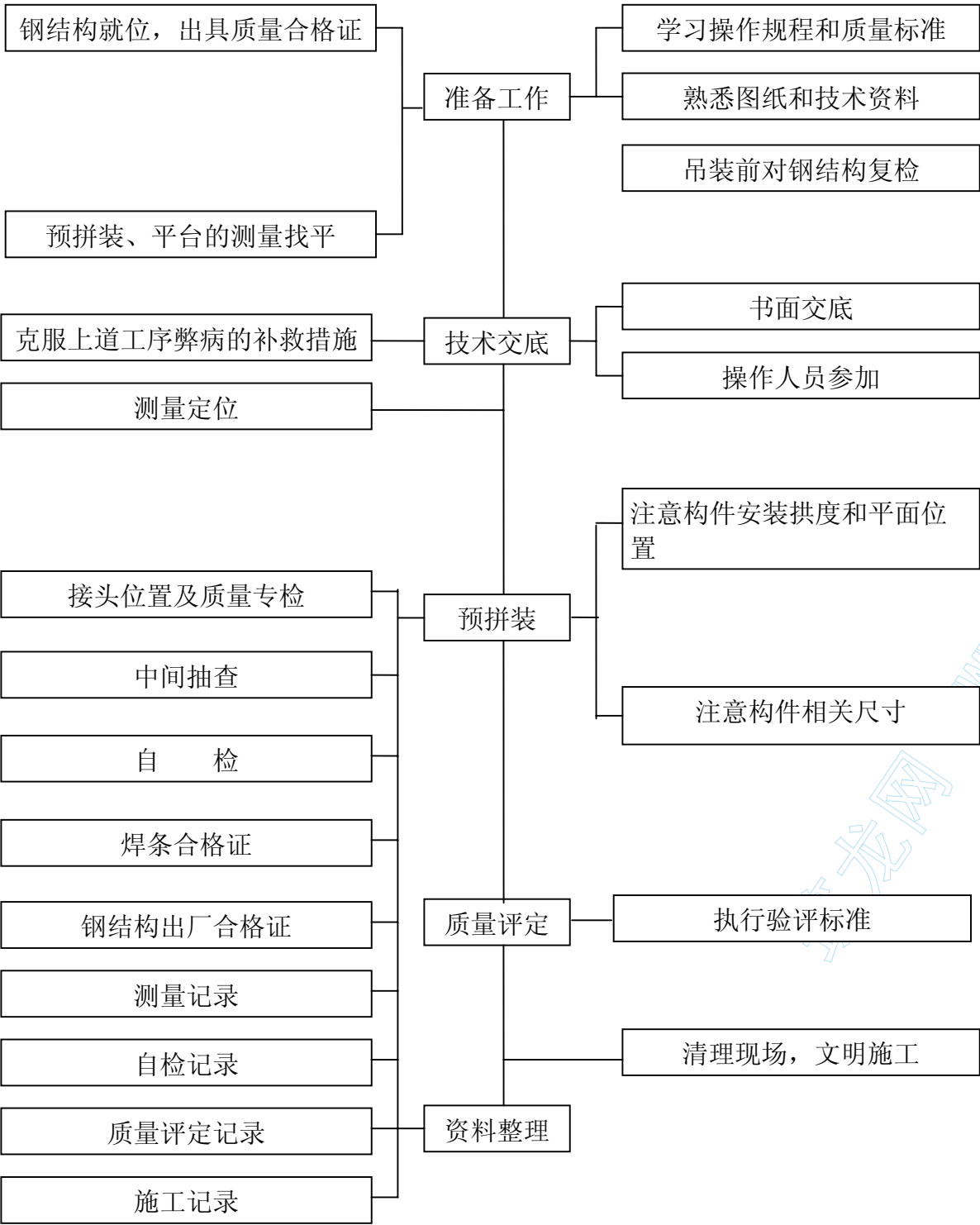
8.4.1 认真贯彻执行 GB/ISO9000 系列质量标准、质量手册和程序文件，
将其纳入规范化、标准化的轨道。

8.4.2 质量依赖于科学管理和严格的要求，为确保工程质量，特制定本工
程钢结构制作、构件预拼装、安装、焊接、高强螺栓施工、油漆质量、防火喷
涂质量控制程序，并且符合规范及现行标准的要求。

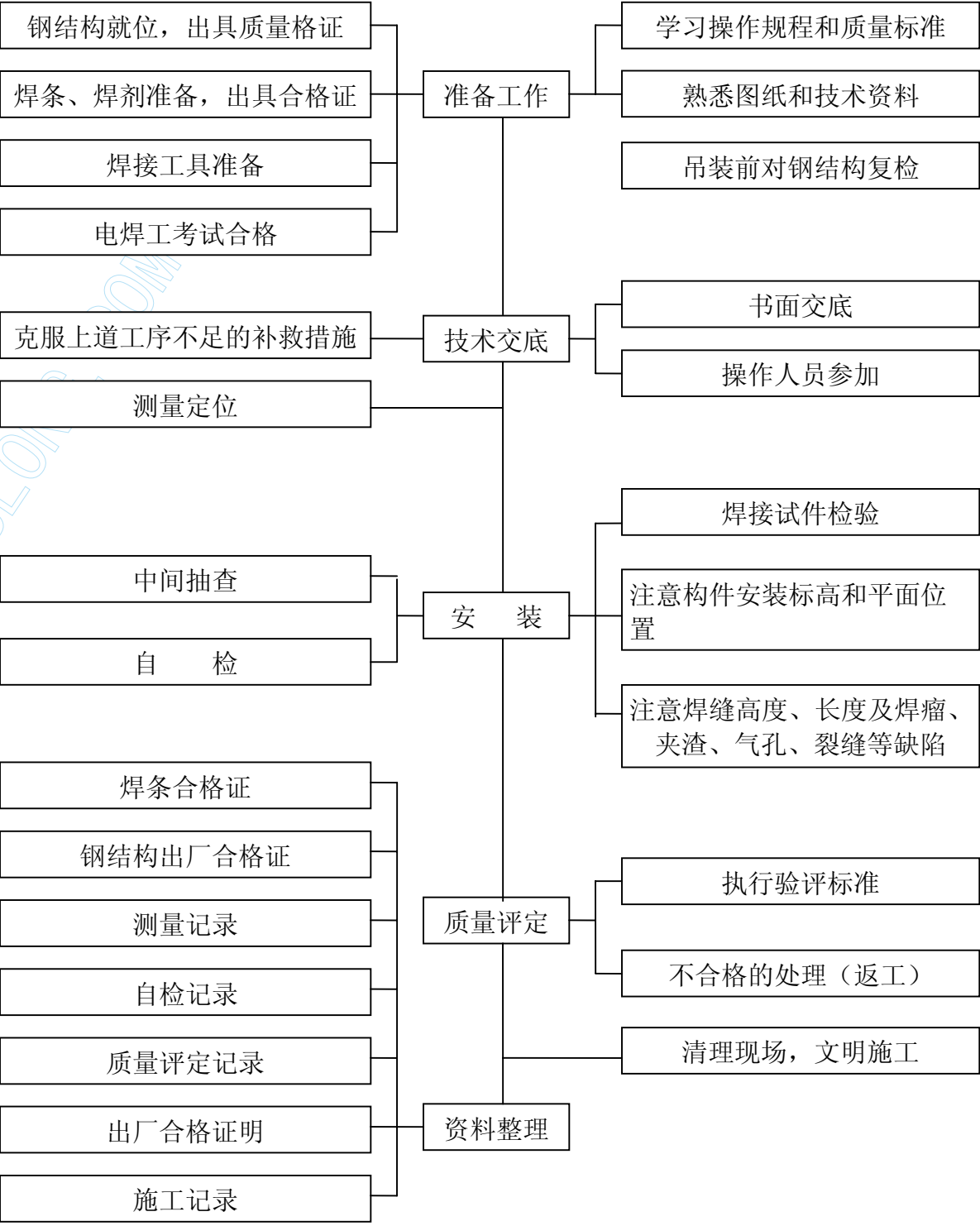
钢结构制作质量控制程序



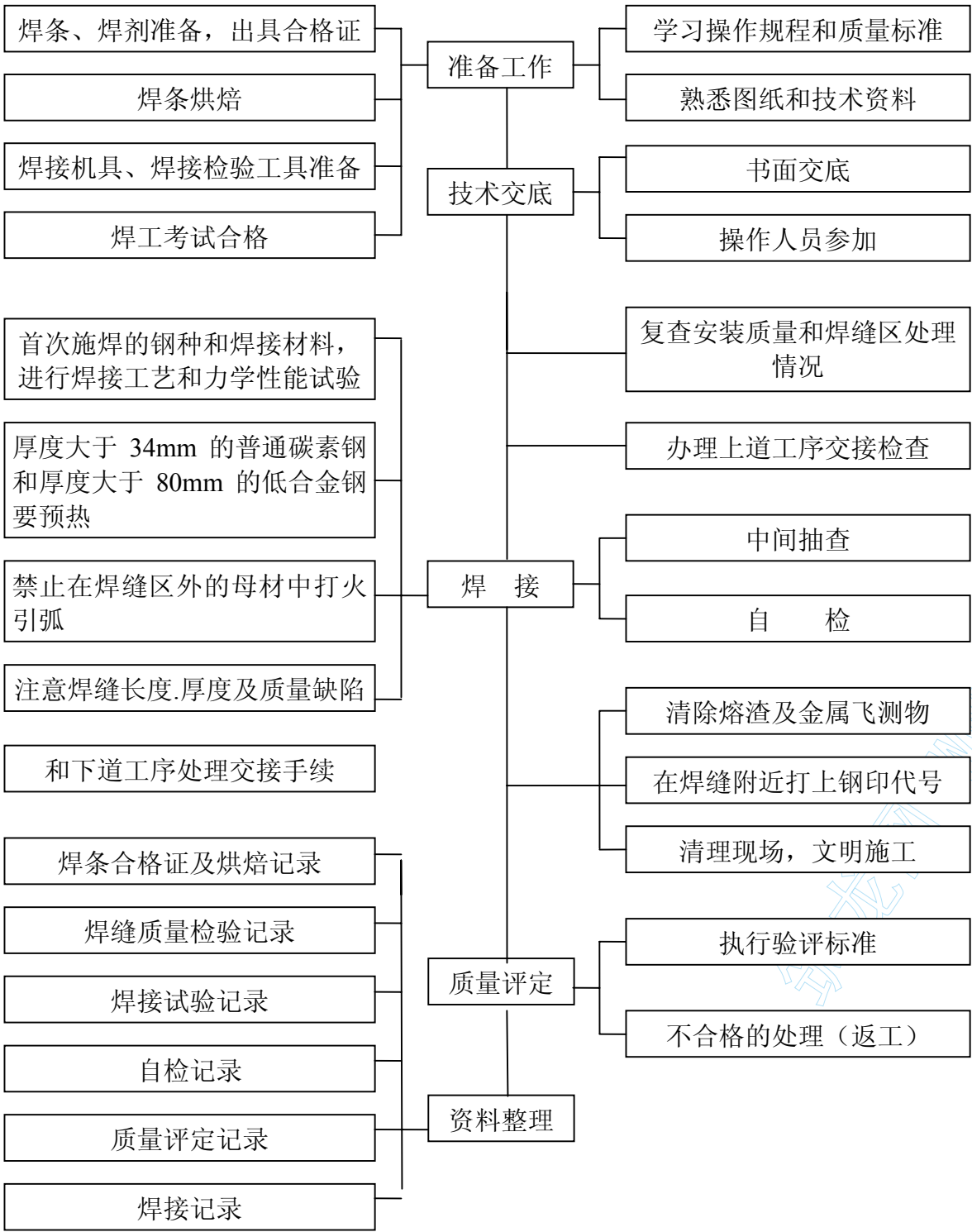
构件预拼装质量控制程



钢结构安装质量控制程序



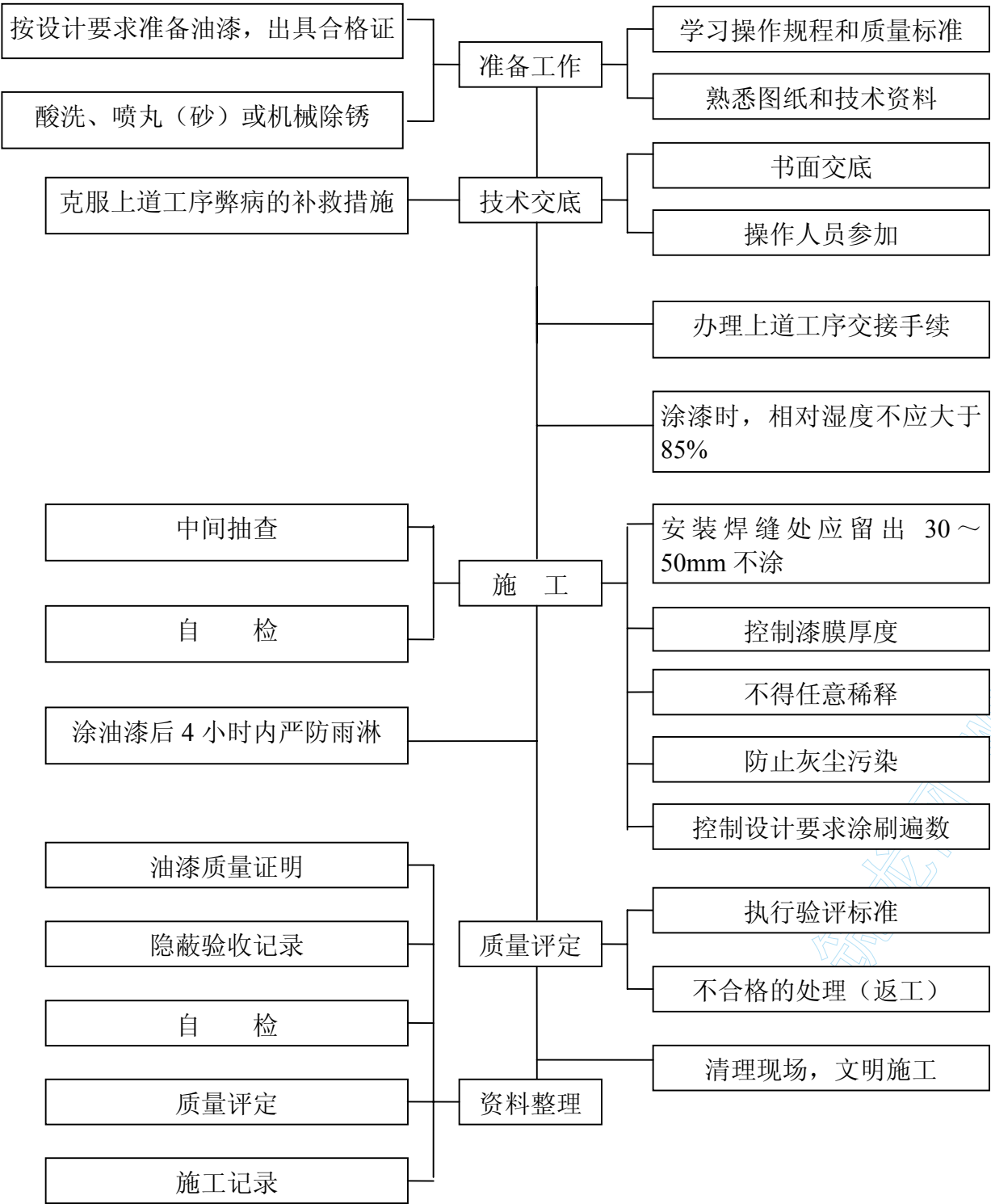
焊接工程质量控制程序



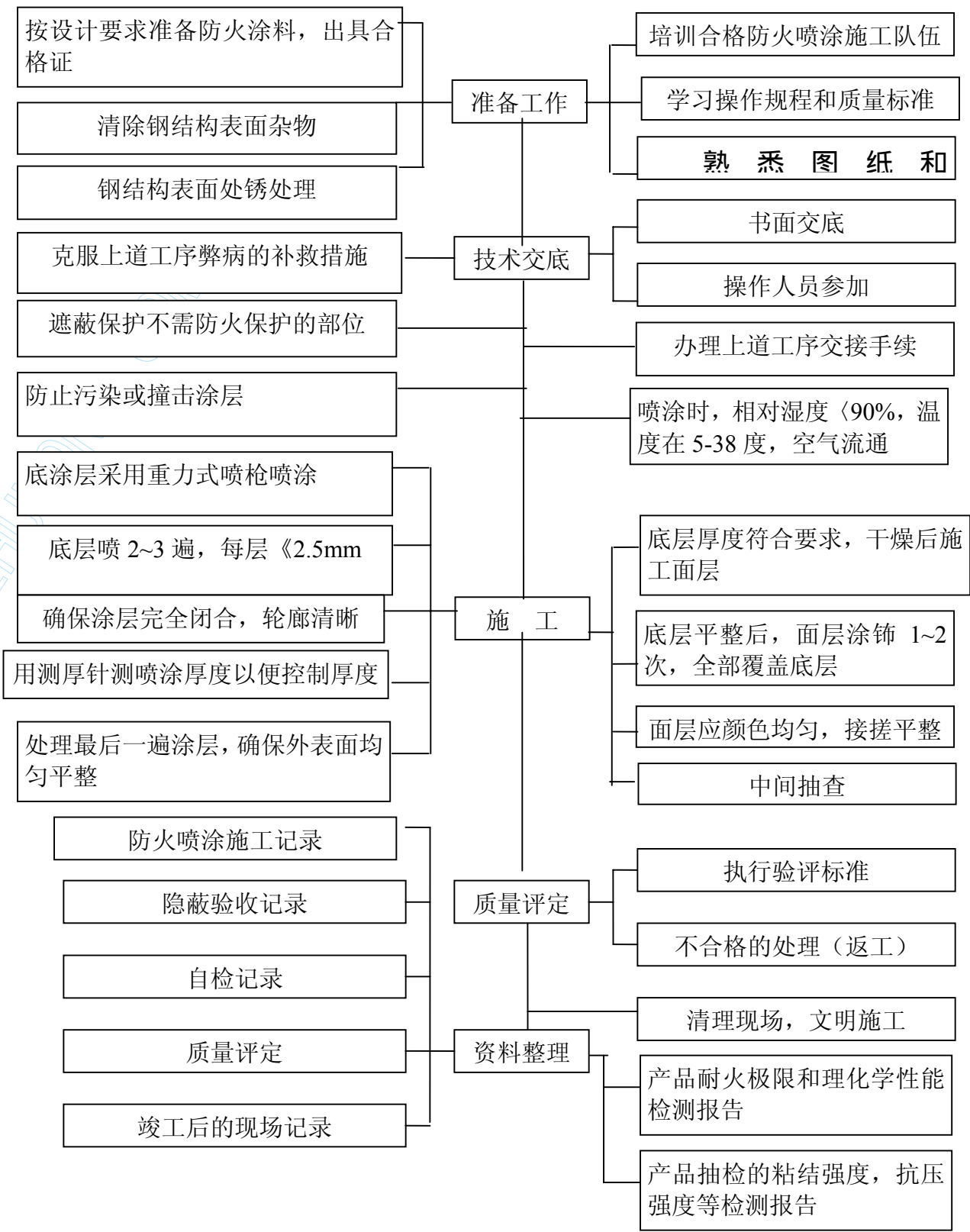
钢结构高强螺栓连接质量控制程序



钢结构油漆工程质量控制程序



钢结构防火喷涂工程质量控制程序



8.5 质量控制措施

8.5.1 各工序的质量检验。

8.5.2 编制各工序施工工艺指导书，严格执行。

8.5.3 以生产指令单指导生产。

8.5.4 采购管理

a) 采购执行部门对所有涉及制作、计划和收货所有事情负责，该部门由以下成员组成：采购人员、材料管理人员。

b) 执行部门应当准备采购说明和质量保证要求，并送交供货方，同时还要复核和认可供货方提供的材料，质量负责人准备质量保证标准并分发，还要审核供货方的质保程序。

c) 收货检验及审核供货方的质保能力由项目的质量负责人委托专职质检员负责。

d) 采购执行部门负责协调发货并督促发货方汇报生产进度。

8.5.5 过程管理

为确保每道工序都能满足质量要求，建立了一个过程控制系统，要求理解和无条件地执行这些质量管理程序：

a) 部件和组装件应当检验，以防止损坏，仅当部件和组装件完全满足质量要求时，才能转入下一道工序。

b) 采用合格的焊接。

c) 关于变更的修改应当彻底执行。

过程控制系统应当是**有效**的，并完全符合相应的标准、规则、规范。用于本工程的过程管理系统如下：

①施工方案。

②材料检验。

③过程中的检验。

④尺寸控制。

⑤焊接无损伤检验。

⑥缺陷清单、不合格、修改等。

8.5.6 材料管理

项目质量负责人将保证所收到的材料、零部件符合购货的要求。材料、部件和组装件要进行严格的制作检验，建立适用于本工程检验程序，以保证不合格材料、原部件可及时被识别，确保该批材料、零部件符合要求方可用于下一道工序。材料易于确认、分隔和分放，以防止安装时误用。

a) 所有收到的钢材应随带其各自的材料试验证明，并交由项目质量负责人检验其尺寸、材料标准、质量、机械性能等，这些试验证书需由认可的检验机构批准核查。

b) 钢材还应带有各自证明书上相对应的标志。

c) 焊接材料应符合 GB17-98 标准并附带生产许可说明。

d) 螺栓及栓钉应带有材料证明。

e) 所有与规格不相符合的材料应作不合格材料处理并分隔放置。

8.6 检测与检验

8.6.1 项目质量负责人应建立能够及时发现包括标高和定位误差质量情况的检验和测试工艺。

8.6.2 项目质量负责人应按照业主要求的规格和可适用的规则包括收货标准制订检测标准，并分发至各施工工段，制订标准时应指定检测的项目。

8.6.3 项目质量负责人应复验关键的记录和其它有关检验记录以及材质证明的记录，并检验在合同中说明的与同类部门认可和认证过的所有质量要求。

8.6.4 项目总工如有必要应制订一份施工指导书作为检查和测试工艺的补充。

8.6.5 检测设备应具备足够和可靠性，在使用前要校准和维修。

8.6.6 质安员应当与总包单位/工程监理就检测范围的要求保持密切联系，并让专门的检验机构按要求进行检测。

8.6.7 如果总包单位/工程监理要求现场监督检测，质安员应在这些检测开始之前 3 天通知总包单位/工程监理。

8.7 不合格的管理

8.7.1 不合格是指不符合质量要求或业主指定的要求

a) 工程监理认为已完成的工作，材料或工艺中的某一部分不能满足要求。

b) 工程监理认为与确认的样品或试验不一致，与已经施工的部分不匹配，或会影响或损害以后部分的工作，都将认为是不合格。

8.7.2 不合格材料构件和产品应完全按本部分的措施正确地验证，隔离和弃用。

8.7.3 不合格施工应撤掉并从现场移走，采用代换或按照认可过的方式进行处理。

8.7.4 主管质量管理的工程师有权处理不合格品。

8.7.5 当设计变更或材料替代品对质量情况有明显的影响时，应由项目总

工应及时向总包单位/工程监理汇报，由工程监理在修复工作进行前复核并认可修复工艺。

8.8 文件管理

确保最新的图纸说明，工艺等被钢结构制作和施工部门使用，保留所有与质检相关的文件，证明我们的施工符合设计，有关规范和业主要求，所有文件应标明内容编号，复核编号和分发编号。

项目质检员应按照要求的标准和规范来填写报告，并就这些报告对工程监理及代表其他相关的机构和专门部门的最终鉴定负责。报告应包括：

a) 零件，部件，单批或成批产品的证明。

b) 观测及检测的数量。

c) 发现缺陷的数量和类型。

d) 采取的所有改正措施的详细内容。

8.9 记录的保存

项目质检员配合资料员根据业主要求采取适当方式负责保存记录文件。

第九章 安全生产、文明施工

9.1 安全保障措施

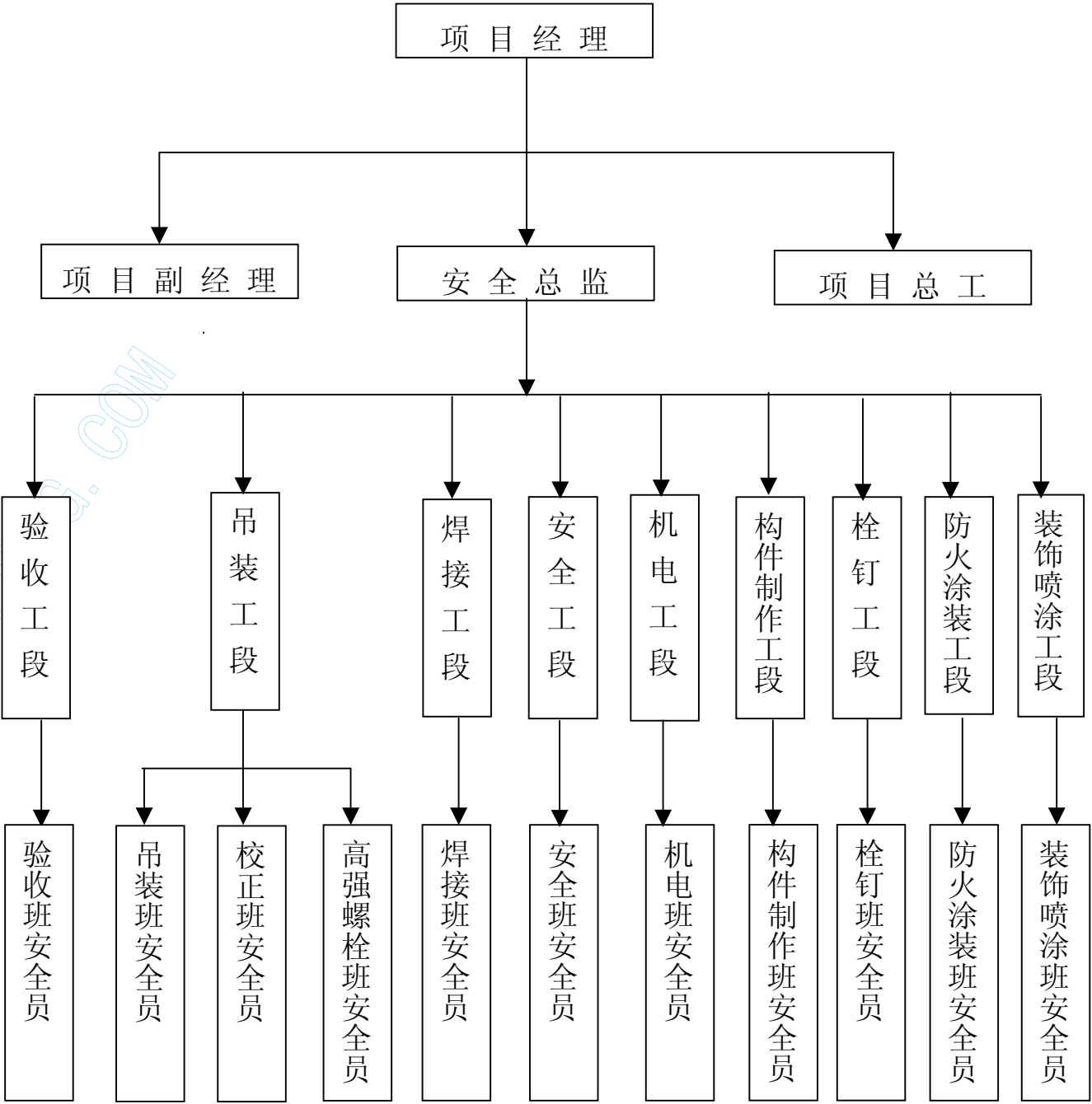
9.1.1 安全控制指标

确保工程、设备安全、施工人员伤、亡零指标

9.1.2 安全生产管理体系

由于本工程工期紧，交叉作业多，夜间及雨季施工等特点，安全生产尤为重要，为了有条不紊地组织安全生产，必须组织所有施工人员学习和掌握安全操作规程和有关安全生产、文明施工条例，成立以项目经理为首的安全生产管理小组，按施工区域分别确定专职安全员，各生产班组设兼职安全员，建立一整套的安全生产管理体系。

9.1.3 安全控制体系



9.1.4 安全保证措施

1. 认真贯彻执行国家有关安全生产法规，认真贯彻执行深圳市有关建筑施工安全规程。同时结合本工程特点，制定安全生产制度和奖罚条例，并认真执行。

- 2. 牢固树立“安全第一”的思想，坚持预防为主方针，对职工经常进行安全生产教育，定期开展安全活动，充分认识安全生产的重要性，掌握一定的安全生产知识，对职工进行安全生产培训。在安全生产上，一定要克服麻痹思想。
- 3. 坚持用好安全“三件宝”，所有进入现场人员必须戴安全帽，高空作业人员必须系好安全带，穿软底防滑绝缘鞋。挂安全网，设醒目标志，用红白小旗绳圈转围。
- 4. 钢爬梯、吊篮、平台、吊物钢管等，应设计得轻巧、牢靠、实用，制作焊接牢固，检查全格，并按规定正确使用。
- 5. 走道板材质要符合规定，铺设牢靠，不得出现翘头。电焊作业台搭设力求平稳、安全、周围设防护栏杆，所有设置在高空的设备、机具，必须放置在指定的地点，避免载荷过分集中。并要绑扎，防止机器工作中松动。
- 6. 所有安全设施由专业班按规定统一设置，并经有关部门验收，其它人不利随便拆动。因工作需要必须拆动时，要经过有关人员允许。事后要及时恢复，安全员要认真检查。
- 7. 搞好安全用电。所有电缆、用电设备的拆除、现场照明均由专业电工担任，要使用的电动工具，必须安装漏电保护器，值班电工要经常检查、维护用电线路及机具，认真执行 JGJ46—88 标准，保持良好状态，保证用电安全万无一失。
- 8. 各种施工机械编挂操作规程和操作人员岗位责任制，专机专人使用保管，机操人员必须持证上岗，电动、风动机具按使用规程使用。
- 9. 重点把好高空作业安全关，高空作业人员须体检合格。工作期间，严禁喝酒、打闹。小型工具、焊条头子、高强螺栓尾部等放在专用工具袋内。使用工具时，要握持牢固。手持工具也应系安全挂绳，避免直线垂直交叉作业。

- 10. 切实搞好防火。氧气、乙炔气、CO₂气要放在安全处，并按规定正确使用，工具房、操作平台、已安装楼层及地面临时设施处，设置足够数量的灭火器材。电焊、气割时，先观察周围环境有无易燃物后再进行工作，并用火花接取器接取火花，严防火灾发生。
- 11. 做好防暑降温、防风、防雨和职工劳动保护工作。
- 12. 统一高空、地面通讯，联络一律用对讲机，严禁在高空和地面互相直接喊话。
- 13. 起重指挥要果断，指令要简法、明确。按“十不吊”操作规程认真执行。
- 14. 参加业主、监理等单位组织的安全监督检查活动，服从有关安全生产规定，团结一致把工地的安全工作搞好。

9.2 防暑降温、雨季施工、防台风、施工用电、防火安全措施

9.2.1 防暑降温

根据深圳地区夏季气温特点，在现场开展防暑降温保健、中暑急救等卫生知识的宣传工作；高温季节调整作息时间，应减少连续加班加点，保证工人们的身心健康；高温季节现场医务室应加强对工人身体状况的检测工作，搞好医疗保健。

9.2.2 雨季施工防护措施

- 1. 深圳地区潮湿多雨，雨季时间较长，为保质保量地完成本工程的施工，利用尽可能的时间和采取相应措施创造条件进行施工，特制订了本雨季施工防护措施。
- 2. 掌握气象资料，与气象部门定时联系，定时记录天气预报，随时通报，以便工地做好工作安排的采取预防措施，尤其防止恶劣气候突然袭击对我方施工造成的影响。

3. 当雨季气候恶劣，不能满足工艺要求及不能保证安全施工时，应停止吊装施工。此时，应注意保证作业面的安全，设置必要的临时紧固措施。（如揽风绳、紧固卡）

4. 雨天不准进行高强螺栓安装施工，在作业面存放的高强螺栓应入箱进笼。对已穿未拧的高强螺栓，应采用彩条布等措施包裹防雨。高强螺栓吊箱应密闭防水，高空作业位置应可靠、安全、方便。

5. 雨后，高强螺栓施工时，应用高压空气吹干作业区连接摩擦面及可能的其它有碍雨水，对已产生的浮锈等，应用铁刷认真刷除。完成以上工作后，方可进行高强螺栓施工。

6. 雨天不准进行露天作业面的栓钉熔焊施工，有顶层遮雨的部位，进行熔焊施工时，也应注意漏雨及顶层滴漏。不满足施工条件时，不得施工。

7. 雨天不得进行焊接作业，但必须持续焊接时，应设置相应的防护措施。

8. 雨季施工时，安全防护措施要合理、有效、工具房、操作平台、吊篮及焊接防护罩等的积水应及时清理。

9. 雨季施工，应保证施工人员的防滑、防雨、防水的需要（如雨衣、防滑鞋等）。注意是用电防护。降雨时，除特殊情况外及特殊工位外，应停止高空作业，将高空人员撤到安全地带，拉断电闸。

9.2.3 防台风措施

施工过程中，当接到台风消息时，应采取以下措施：

1. 现场的施工材料（如焊条、螺栓、螺钉等）应回收到工具房内，施工废料要清理到安全地方。

2. 电源线要绑扎固定好，遇到有棱有角的地方要用橡皮或胶垫包起，并闭合所有的电源开关。

3. 工具房、操作平台、吊篮、焊接用防护罩等均应捆绑，固定在柱、梁上，所有缆风均应确保安全、可靠。

4. 塔吊应采用防风措施，如夹紧轨道夹、回转臂不固定等措施。

5. 其它设备、机械也应采用紧扎、捆固措施。

9.2.4 施工用电安全措施

1. 保证正确可靠的接地及接零保护措施。

2. 电气设备的装置、安全、防护、使用、操作与维修必须符合 JGJ46-88《施工现场临时用电安全技术规范》规定要求。

3. 有醒目的电气安全标志，操作规程牌。

4. 必须经常对现场的电气线路，各台设备进行安全检查，电气绝缘、接地电阻、电保护器、杆保险等是否完好进行检查。查出的问题要做到定人、定时、定措施，及时整改。

5. 夜间施工应有足够的照明且应有电工现场值班监护，以防发生意外。

6. 安装维修或拆除临时用电工程，必须由电工完成。

7. 机电工长主管现场电气的安全技术档案的建立与管理。《电工维修工作记录》由指定电工代管。

8. 室内配电必须采取绝缘导线，距地面不得小于 2.5mm，采取防雨措施。

9. 现场设总配电箱及分配电箱，分配电箱连接开关箱。箱内边接线采用绝缘导线，接头不得松动，不得有外露带电部分。

9.2.5 防火安全措施

1. 建立以保卫负责人为组长的安全防火消防组。

2. 施工现场明确划分用火作业区，易燃可燃材料堆场、仓库、易燃废品集中站和生活区域。

- 3. 施工现场必须道路畅通，保证有灾情时消防车畅通无阻。
- 4. 施工现场应配备足够的消防器材，指定专人维护、管理、定期更新，保证完整好用。
- 5. 焊、割作业点与氧气瓶，瓶等危险品的距离不得少于 10m，与易燃易爆物品不得少于 30m；乙炔发生器和氧气瓶的存放火之间距离不得少于 2m，使用时两者的距离不得少于 5m。
- 6. 氧气瓶、乙炔瓶等焊割设备上的安全附件应完整有效，否则不准使用。
- 7. 施工现场的焊、割作业必须符合防火要求，严格执行“十不烧”规定。
- 8. 严格执行动火审批制度，并要采取有效的安全监护和隔离措施。
- 9. 施工现场严禁吸烟。

9.3 现场文明施工管理

9.3 1 总则

- 1. 认真执行我局颁发的文明施工管理细则，并严格按深圳市的文明施工要求实施。
- 2. 按施工总平面布置图，安装现场机械设备，施工电路。
- 3. 现场材料成堆、成型、成色进库，整洁干净，及时清理现场建筑垃圾。
- 4. 定期打扫卫生，尤其要使食堂、厕所等特殊部位保持清洁，防止流行性病毒的传播，积极采取预防措施，保证职工健康。
- 5. 场容整洁，宣传标志、安全标志醒目。
- 6. 加强现场消防，治安保卫工作。
- 7. 进入现场需佩戴出入证。

9.3 2 文明施工具体措施

- 1 对施工人员进行文明施工教育，加强职工的文明施工意识。
- 2. 做好施工现场临时设施、材料的布置与堆放，实行区域管理，划分职责

范围，工长、班组长分别是包干区域的负责人，项目按《文明施工中间检查记录》表自检评分，在每月的生产会上总结评比。

- 3. 切实加强火源管理，现场禁止吸烟，电、气焊及焊接作业时应清理周围的易燃物，消防工具要齐全，动火区域都要安放灭火器，并定期检查，加强噪音管理，控制噪音污染。
- 4. 施工现场及楼层内的建筑垃圾、废料应清理到指定地点堆放，并及时清运出场，保证施工场地的清洁和施工道路的畅通。
- 5. 做好已安装好的构件及待安构件的外观及形体保护，减少污染。