

屋面工程施工方案

网架工程概况

某某工厂车间屋面网架工程总面积: 39046.35 平方米。网架结构总重约 2000 吨, 建筑耐火等级为二级。网架结构布置形式采用正放四角锥碳钢网架和屋面板采用发泡水泥复合板。节点采用螺栓球节点, 支承形式采用上弦多点支承。网架耐火时间 0.5 小时。两坡有组织排水, 屋面板设有采光带。本项目要求包括钢网架及屋面板的设计、制造(包括所需材料和部件的采购、检验等)涂装、包装、运输、保险、保管、现场安装及保证期内的技术服务等。

1.1.1.1. 设计条件

地震烈度	按 VI 度设防
耐久年限	50 年
荷载情况 (不含网架自重)	静荷载: 上: 1.0KN/m ² ,
	下: 1.0KN/m ² 含吊顶及马道荷载
	活荷载: 上: 0.5KN/m ²
	基本风压: 0.5KN/m ² , 基本雪压 0.40.5KN/m ²

设计说明

1) 支承条件: 上弦多点支撑。

2) 材料要求:

(1) 钢管: 选用 GB700 中的 Q235B 钢, 其质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB700-88 的规定, 并应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度(或屈服点)和硫、磷、碳含量及冷弯试验的合格保证。

(2) 高强螺栓: 应符合《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB1228-91 规定的 10.9 级, 符合《钢网架螺栓球节点用高强度螺栓》GB / T16939 的规定, 选用 GB3077 中的 40Cr, 成品不允许任何部位任何深度或长度有淬火裂纹, 表面强度达 HRC32-36, 螺纹应符合《普通螺纹公差与配合》GB197 中的 6g, 表面需发黑处理并涂防锈油。

(3) 普通螺栓和螺帽应符合《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB3098.1-82 和《紧固件机械性能螺母》GB3098.2-82 对应选用的性能等级所规定的材料。

(4) 钢球：螺栓球选用《优质碳素结构钢技术条件》GB699 中的 45 号钢。

(5) 封板锥头：选用 Q235B 钢，钢管直径大于等于 75mm 时须采用锥头，锥头采用锻件，连接焊缝以及锥头的任何截面应与连接的钢管等强，厚度应保持强度和变形的要求，对接焊缝应符合《钢结构工程施工及验收规范》和变形的要求，对接焊缝应符合《钢结构工程施工及验收规范》GB50205-2001 规定的二级质量检验标准的要求，并有试验报告。

(6) 无纹螺母：选用 Q235B 钢锻件，当高强螺栓直径 $M > 30$ 时采用 45 号钢锻件。

(7) 紧定螺钉（顶丝）：选用 40Cr，经调质热处理。

(8) 支座、支托及其连接件均采用 Q235B 钢。

(8) 焊条选用：钢管与锥头（或封板）采用 E4301 焊条，焊条性能应符合《碳钢焊条》GB5117 的规定，Q235 与 45 号钢之间，采用 E5043。当采用二氧化碳气体保护焊时，焊丝应符合《二氧化碳气体保护焊用钢焊丝》GB8110。焊缝要求饱满，不得有夹渣、未焊透、气孔、咬肉等缺陷。钢板与球焊接时，球应预热 150~200℃ 方可施焊。钢管两端对接焊缝应按 GB50205-2001 中二级焊缝质量检查每道焊缝应打上焊接者和检查者的编号钢印，焊接者应有考试合格证明。

(9) 材料应具有质量证明及验收报告，钢球须打上工号，所有焊件应编制焊工工号，所有产品的质量应符合《钢网架行业标准》JGJ75。

(10) 屋面采用单层波形彩钢板，其夹心料为 100 mm 厚玻璃纤维覆白色聚丙烯加筋箔、钢丝网；彩钢板顶层厚度不小与 0.5 mm。镀锌层厚度必须满足国家标准。屋面采光带材料采用 FRP 采光板，采光板板型与彩钢板板型相符，以保证连接要求。

(11) 屋面的自防水和女儿墙结合部的防水必须满足规范和使用要求。屋面的排水要满足原设计要求和现行规范要求。

(12) 网架外围尺寸必须和原设计保持一致。

(13) 屋面的坡度约为 5%。

(14) 适用验收规范：《钢结构工程施工及验收规范》（GB50205-95），《网架结构设计及施工规程》JGJ7-91，《钢网架行业标准》JGJ75.1~75.3-91，《网架结构工程质量检验评定标准》JGJ78-91，《钢网架螺栓球节点用高强度螺栓》GB/T 16939-1997。

3) 表面处理

① 预埋件采用手工或动力工具除锈，除锈等级为 GB8923-88 的 St2 级。

② 网架除锈后环氧富锌防锈底漆一道、环氧云铁中间漆一道、氯化橡胶面漆二道、防火 0.5 小时。

③ 钢檩条采用热浸锌。

1.1.1.2. 施工准备

1)物料准备

材料、构（配）件、机具和设备是保证施工顺利的物质基础，这些物资的准备工作必须在工程开工之前完成。根据各种物资的需求量计划，分别落实货源，安装运输和准备，使其满足连续施工的要求。

2)劳动组织准备：

施工队伍组织坚持合理、精干的原则，同时要根据施工组织设计制定的劳动力需要计划确定，在组织安装队进入现场时要进行安全、防火和文明施工等方面的教育，并建立、健全工地的各项管理制度，按照组织设计制定的各项保证措施考核各岗位人员。

劳动力安排计划：

(1) 厂内加工、制作劳动力计划

项 目	工 种	人 数	备 注
加工制 作准备	深化设计	4	
	工艺评定试验	2	
	材料复验	4	
下料 加工	放样号料	6	
	切割下料	75	
	成型加工	20	
	检验员	2	
杆件 制作	装配	30	
	焊接	40	
	矫正	5	

	起重运输	5	
	检验员	4	
涂装	冲砂除锈	4	
	打磨除锈	10	
	油漆	10	
	检验员	2	

(2) 某某工厂车间现场吊、安装劳动力计划表

工种 分项工程	吊装工	安装工	电焊工	搬运工	合计
网架	2	20	5	5	32
板屋面（含天沟）	2	15	1	10	27

3、施工现场准备：

(1) 按照图纸要求进行施工前测量，测量记录要与图纸相符，如有不符，应复测，经设计方认可后共同解决后再进行施工。

(2) 搞好“三通一平”，即路通、水通、电通和平整场地。

(3) 搭建临时设施，为正式开工准备好生产、办公、生活、居住和储存等临时用房。

(4) 安装调试施工机具。按照施工机具需要，安排计划，组织施工机具进场，将施工机具安置在规定的地点或仓库。对于固定的机具要进行就位、搭棚、接电源、保养和调试等工作。所有施工机具都必须在开工前进行检查和试运转。

(5) 做好构（配）件、制品和材料的储存和堆放。

(6) 设置保安设施。

4、施工机具配置

序号	设备、材料名称	品牌	型号	制造地	备注
1	螺栓球加工	--	TH5663	中国	
2	钢管切割机	--	700HC-5	中国	

3	车床	--	CW6163C	中国	
4	仿型切割机	--	IK-2000CE	日本	
5	三轴卷板机	--	MCOX4070	中国	
6	数控相关线切割机	--	HID-600EH	中国	
7	八轮抛丸机	威尔	--	中国	
8	直流电焊机	--	ZX-400	中国	
9	交流电焊机	--	Bx1(2)-500	中国	
10	埋弧焊机	--	Bx2-1000	中国	
11	CO2 焊机	--	CPXS-500	日本	
12	冲砂抛丸机	GYP	--	中国	
13	喷漆机	6C	--	中国	
14	超声波探伤仪	USL-32	--	比利时	
15	电子全站仪	GTS-701	--	法国	
16	激光经纬仪	J2-JD、J2-JC	--	中国	
17	校正器具	--	--	中国	
18	安全帽	--	--	中国	
19	安全带	--	--	中国	
20	漆膜测厚仪	Elcometer345F	--	中国	
21	数控火焰切割机	--	CNC-4000C	中国	
22	龙门式焊接机	--	LHA	中国	

5)钢网架材料及辅料的采购管理

针对本工程材料必须明确质量标准和验收规范以及质量责任的内容，网架的材料为：管材采用高频焊管或无缝钢管，球体采用 45 号钢，高强螺栓、紧定螺钉采用 40Cr 钢，套筒采用 Q235B 和 45 号钢，封板锥头采用 Q235B 钢，焊条采用 E43 和 E50 型。

高强螺栓：10.9 级。高强度螺栓的磨擦面抗滑移系数应不低于 0.35，其施工及验收应遵照《钢结构高强度螺栓连接的设计、施工及验收规程》（JGJ82-91）进行。

普通螺栓、螺母和垫圈：Q235B 号钢。

支座销栓：45 号钢。

焊接材料：手工焊接用焊条质量应分别符合国家标准《碳钢焊条》（GB/T5117-1995）和《低合金钢焊条》（GB/T5118-1995）的规定，选用焊条型号应与主体金属相匹配（见下表），自动焊接或半自动焊接采用的焊丝和焊剂应与主体金属相适应（见下表），焊丝应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》（GB/T14957）或《气体保护焊用钢丝》（GB/T14958）的规定。

焊接方法	型号	焊接材料	备注
手工焊	Q235B	E43 型焊条	
	Q345B	E50 型焊条	
埋弧自动焊	Q235B	HJ401-H08A 焊丝	
	Q345B	镀铜 HJ402-H10Mn2 焊丝	

网架制作工艺

I、管件落料工艺：

（1）落料准备：

- ① 钢管的品质规格必须符合图纸要求及国家现行相应标准的规定；
- ② 管件必须平直，不平直度 $<L/1000$ 且 ≥ 5 。（L为落料管件长度）；
- ③ 保证切割机床（包括附件）的切割精度，达到设备加工精度范畴或图纸加工精度要求和设备完好标准。

（2）试操作和落料：

- ① 遵守设备操作规程和有关安全规章制度；
- ② 试切割：先作试切，待试切尺寸合格后，夹紧定位卡切断；
- ③ 复检杆件：保证长度在（ ± 1.0 mm之间），垂直度（ $\geq 0.5\%R$ 之内）（R为杆件半径）。

（3）批量落料：

- ① 根据图纸要求和规定，将钢管装上夹具，测量定位长度，夹紧定位块后进行批量落料，当管壁厚 ≥ 6 mm时，同时进行打坡口处理；
- ② 过程中必须经常随机抽检管件的落料长度，垂直度是否合格，必要时需对机床精

度、夹具定位块和附件进行调整，使之可靠安全；

③ 每落完一种规格的杆件生，应正确无误地为杆件编号；转入下道工序。

II、杆件制作工艺：

杆件制作包括钢管，封板，锥头的组焊及与高强度螺栓的组合。

（1）杆件制作准备：

① 管件、封板、锥头高强度螺栓和焊条、焊剂、焊丝的品质与规格必须符合图纸要求和国家现行相应标准的规定；

② 保证施焊设备、设施（包括各种电焊机机组、面罩等）达到设备《完好》标准；

③ 保证可移动式点焊焊接工装（作）台的作业精度，达到图纸规定和要求且操作灵活可靠；

④ 将符合图纸要求的各种品质牌号和无缺陷的焊条、焊剂，分别进行烘焙恒温待用；

⑤ 保护气体焊丝的纯度、品质、规格必须符合图纸要求和国家现行相应标准的规定；

⑥ 将合格的封板、锥头高强度螺栓与其相匹配的钢管（已编号），按编号件的焊接长度组合在点焊工装台上。

（2）点焊组对：

① 在点焊工装台上，复检焊接尺寸并保证二端焊缝间隙均匀和留有热胀冷缩量后夹紧紧定工装手柄；

② 根据钢管的品质、壁厚、直径大小和接合处的缝隙，选用合理的电焊机型、合适直径和牌号的焊条，调正施焊电流使其相匹配；

③ 在钢管圆周边缘的三等分线上，进行三点施焊，必要时可进行四点施焊，使其焊牢，保证有相当强度，转入下道工序。

（3）焊接成品件：

① 将组对好的杆件，装在旋转焊胎上；

② 选用合理的电焊机型，合适直径和牌号的焊条、焊丝、焊剂，调正好使用电流；

③ 施行旋转连续焊打底，后清除焊渣、药皮；

④ 视焊缝高度，可一次或三次旋转施焊成型后，清除焊渣、焊瘤、药皮，检查焊缝

高度，完成杆件制作；

⑤ 成品的复检，按国家规定标准，确保其保证项目值和允许偏差项目值符合标准；

⑥ 成品复检后，应经焊接拉伸抽试，取受力最不利的杆件，每 300 根为一批，每批抽 3 根为一组，进行随机抽试；

⑦ 按规范要求进行超声波探伤检测。

(4) 说明：

对于首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法，焊后热处理等，必须进行焊接工艺评定，根据评定报告制定焊接工艺。

(5) 杆件的主要检验控制有：

杆件的坡口及坡口后杆件的长度，要求达到 $\pm 1\text{mm}$ 。

编号及焊缝质量，焊缝质量采用超声波探伤，抽查 30%。

焊缝的强度破坏性试验，采用拉力试验机，抽样数量按 GB50205-2001 规定的标准，每批抽查 3 根。

除锈质量：应达到 Sa2.5 级，样板与目测检查。

涂装质量：采用温度计控制并测厚仪检查，温度为大于 5°C ，

湿度为小于 80%，厚度为每遍 $25\ \mu\text{m} \pm 5\ \mu\text{m}$ 。

允许偏差项目的检验

长度：允许偏差 $\pm 1\text{mm}$ 。

轴线不平直度：允许偏差 $L/1000$ ，且不大于 5mm 。

杆间左端面与轴线垂直度：允许偏差为端头面直径的 0.5%。

杆件的钢管架捆装装运，以利搬运，堆放，保管。

III、螺栓球精加工工艺

(1) 毛坯球：

① 用于制造螺栓球的钢材必须符合图纸要求及相应材料的技术条件和国家现行标准；

② 模锻的毛坯球严禁有过烧、裂纹和隐患每种规格抽查 5%且不少于 5 件，一旦发现裂纹就逐个检查；

③ 球的毛坯直径 $D \leq 120 \text{ mm}$ 允许偏差 $+2.0 - 1.0$ 球的圆度 $D \leq 120 \text{ mm}$ 允许偏差 1.5, $D > 120 \text{ mm}$ 允许偏差 2.5;

④ 经检验合格的毛坯球才能转入下道工序。

(2) 基准孔的制作:

① 要遵守设备操作规程和有关安全规章制度;

② 基准孔的切削可在车床、铣床、钻床等金属切削机床上进行,但其切削精度都必须达到图纸设计要求;

③ 螺栓球的装卡要用专用的两个半圆形的台钳卡口或带 V 型铁的卡口进行夹紧,然后按图纸尺寸切削基准平面并钻孔攻丝制成基准定位螺纹孔;

④ 基准孔必须达到图纸要求,并能保证下道工序精加工的精度要求。

(3) 专用工装机床:

① 螺栓球的螺孔切削可以在 C620 或 C630 车床上做专用多头刀盘和装卡并能转动角度的弯板而进行切削加工;

② 制作通过车床主轴孔的固定芯轴,芯轴前端带有能旋转定位的多头刀盘,其刚性和精度能保证图纸要求的切削精度;

③ 刀架与小拖板改装成一个高精度的分度夹具,它既能卡紧带基准孔的螺栓球,又能旋转加工不同角度的弦杆孔和腹杆孔。

④ 在床身上装有切削深度定位块,大拖板进给时能有准确的定位。在加工时随时可以更换车刀,大小钻头,大小丝锥,要加工的螺孔角度也可以随时转换定位,非常方便,既能保证质量又能提高效率。

(4) 精加工:

① 切削平面:把带有基准螺孔的螺栓球按图纸要求找好角度,拧紧在车床的分度弯板上,大拖板进行走刀,主轴刀盘上的车刀进行旋转切削,深度由床身上的定位块定位,先进行平面切削,按图纸要求检查尺寸;

② 钻孔:平面加工完毕,主轴刀盘转向用麻花钻,钻孔并用定位块保证钻孔深度。(加工前先量钻头直径是否符合图纸要求)孔径按图纸要求用游标卡尺检查,深度用深度尺检查,螺栓球的螺孔端面与球心距用游标卡尺,测量芯棒高度尺检查,允许偏差 ± 0.20 ;

③ 攻丝：钻孔完毕刀盘转动换成丝锥，首先用头攻丝锥攻丝，然后换成二攻丝锥攻丝，在操作中车速要放慢，防止乱扣，用螺纹塞规检查；a.尺寸必须符合国家标准（普通螺纹基本尺寸）GB196—81 粗牙螺纹的规定；b.螺纹公差必须符合国家标准（普通螺纹公差与配合）GB197—81 中 6H 级精度的规定；

④ 连续切削：螺栓球一个螺孔加工完毕后，可按图纸的角度要求再转动一个水平角和垂直角度，找准角度并定位夹牢即可运用上述的同样方法，进行加工腹杆孔（仰孔或负仰孔）等以次类推进行加工。a.同一轴线上的两螺孔端面平行度 $D \leq 120 \text{ mm}$ 允许偏差 0.20， $D > 120 \text{ mm}$ 允许偏差 0.30，用游标卡尺高度尺检查；b.相邻两螺孔轴线间夹角用测量芯棒高度尺及本公司吴总工程师设计的螺栓球检测仪检查，允许偏差 $\pm 30'$ ；c.螺孔端面与轴线的垂直度用百分表检查，允许偏差 $0.5\%R$ （R 为螺孔端面半径）；d.成品球必须对最大的螺孔进行抗拉强度检验，以螺孔的螺纹被剪断时的荷载作为该螺栓球的极限承载力值，检验时螺栓拧入深度为 $1d$ （d 为螺栓的公称直径）每个工程中受力最不利的同规格螺栓球 600 件为一批，不足 600 件仍按一批计，每批取 3 件为一组，随机抽检。

（5）螺栓球的主要检测控制有：

过烧、裂纹：用放大镜和磁粉控伤检验。

螺栓质量：应达到 6H 级，采用标准螺纹规检验。

螺纹强度及螺栓球强度：采用高强螺栓配合用拉力试验机检验，按 600 只为一批，每批取 3 只。

允许偏差项目的检查

相次	项 目		允许偏差	检验方法
1	球毛坯直径	$D \leq 120$	+2.0 -1.0	用卡钳、游标卡尺检查
		$D > 120$	+3.0 -1.5	
2	球的圆度	$D \leq 120$	1.5	
		$D > 120$	2.5	

3	螺栓球螺孔端面与球心距		± 0.20	用游标卡尺、测量芯棒、高度尺检查
4	同一轴在线两螺孔端面平行度	$D \leq 120$	0.20	用游标卡尺、高度尺检查
		$D > 120$	0.30	
5	相邻两螺孔轴线间夹角		$\pm 30'$	用测量芯棒、高度尺、分度头检查
6	螺孔端面与轴线的垂直度		$0.5\%r$	用百分数

以上项目除强度以外均为全检，螺栓球采用铁筐或铁箱包装。

IV、支座制作工艺

支座制作，包括大小肋板、支座板与螺栓球的组焊及过渡板与焊接螺栓的组焊。

(1) 支座制作准备：

① 螺栓球、大小肋板、支座板、过渡板、焊接螺栓和焊条、焊剂、焊丝的品质与规格必须符合图纸要求和国家现行相应标准的规定。

② 保证自动（半自动）切割机，龙门数控切割机，仿形切割机，龙门刨床立式钻床，摇臂钻床，施焊设备（含各种电焊机或机组）及各种设备的附件，均能达到设备加工精度或图纸加工精度要求；

③ 保证螺栓球支座的组焊专用工装的作业精度达到图纸要求和规定；

④ 使用的锥柄麻花钻与机床的莫氏锥柄钻套必须符合 GB1438—85 的规定并按被加工金属的品质、厚度不同，采用不同的钻头切削角；

⑤ 将符合图纸技术要求的品质，牌号和无缺陷的焊条、焊剂分别进行烘焙，恒温待用。

(2) 放样，号料，切割：

① 根据图纸技术要求，可用簿金属片制作大小肋板样板和支座板、过渡板样板（包括打中心孔）；

② 用样板划线和号料，可选用自动（半自动）切割机，龙门刨床，仿形切割机等进行落料，检查（用样板复合）；

③ 分别将复合后过渡板样板，过渡板，支座板样板和支座板装卡合、压紧固定制孔，松卡，检查（对照样板），对每块过渡板按图纸要求进行镗孔；

④ 样板用号料后的允许偏差，必须符合图纸技术要求；

⑤ 对大小肋板，支座板，过渡板进行校正。

（3）点焊组对，施焊：

① 遵守设备操作规程和有关安全规章制度；

② 根据螺栓球，大小肋板，支座板的品质，球径，焊缝高度及图纸加工技术要求，分别选用合理的电焊机型号，合适直径和 E43 牌号的焊条，熟悉掌握有关电焊机型号的施焊电焊数据值；

③ 按图纸加工要求，先将支座板与大肋板进行点焊组对，然后将小肋板与支座大肋板点焊组对成支座架；

④ 对已组对的支座架施焊，焊缝摆放成水平方向后旋转 45° ，进行对称连续角焊打底，清除焊渣药皮；

⑤ 视焊缝高度继续施焊 2~3 遍角焊后，清除焊渣药皮焊瘤检查焊缝高度，使其达到图纸设计要求或视其要求进行整体压力校正。

（4）支座制作施焊：

① 将全切加工合格的螺栓球，按图纸要求，放置在相匹配的支座架上，一块移置到专用工装上，装卡把合，检查调正，确信无误后压紧固定，对称点焊组对后卸卡取下；

② 将点焊组对的支座中的螺栓球，用两把射吸式焊炬进行火焰对称移动加温，待球均匀受热至 $150^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$ 时，选用相匹配的直径和 E5016 牌号的待用焊条，合理的电流进行相对称的连续施焊打底，清除焊渣药皮；

③ 视焊缝高度，继续施焊 2~3 遍后清除焊渣、焊瘤、药皮检查焊缝高度使其达到图纸设计要求；

④ 螺栓球与配合高强度螺栓必须进行抗拉强度检验抽试

⑤ 视需要进行超声波探伤测试。

V、支托制作工艺

支托制作，包括托盘，筋板，芯板，螺栓，立管等的组焊。

(1) 支托制作准备：

① 托盘，筋板，芯板，螺栓，立管和焊条，焊剂，焊丝的品质与规格必须符合图纸技术要求和国家现行相应标准的规定；

② 保证自动（半自动）切割机，龙门数控切割机，仿形切割机，立式钻床，摇臂钻床，施焊设备含各种电焊机或机组）及各种设备的附件，均能达到设备加工精度或图纸加工精度要求；

③ 保证支托的组焊专用工装作业精度达到图纸要求和规范；

④ 将符合图纸要求的各种品质牌号和无缺陷的焊条焊剂盆；分别进行烘焙恒温待用。

(2) 放样，号料，切割：

① 根据图纸技术要求，可制作筋板样板和托盘，芯板样板；

② 用样板划线和号料，可选用自动（半自动）切割机，或用压力设备进行落料；

③ 将托盘，筋板，芯板进行校正，按照图纸进行检查。

(3) 点焊，组对，施焊：

① 遵守设备操作规程和有关安全规章制度；

② 根据托盘，筋板，芯板的品质，焊缝高度及图纸加工技术要求分别选用合理的电焊机型号，合适直径及牌号的焊条，熟悉掌握有关电焊机型的施焊电焊数据值；

③ 芯板，螺栓组焊与立管点焊：按图纸加工要求先将芯板与螺栓组焊，然后芯板与立管的点焊必须用专用工装与立管上的不垂直度小于等于 1.5 mm。a.球径 D130 mm以下螺栓 h 伸出长度为 12 mm±1.0； b.球径 D150 mm以上螺栓 h 伸出长度为 20 mm±1.0；

④ 托盘与立管点焊：托盘与立管的点焊要用专用工装点焊，托盘要平整与立管之间不同心度与不垂直度均不超过 2 mm；

⑤ 筋板与托盘立管的点焊：筋板与托盘立管在点焊前要划线，筋板要均分，其位移不得超过 3 mm，不垂直度小于等于 1 mm；

⑥ 施焊：支托的各部位点焊、组对，检验合格后方可施焊，施焊时把支托放在焊架上摆平满焊焊缝成 45°，不得咬边，焊渣、飞溅必须清除干净。

网架工程安装方案

I、方案的确立

针对该车间的具体情况,我公司将采用在地面平台上进行网架安装起步拼装。吊装后,按次序进行螺栓球正方四角锥高空拼散装、汽车吊吊装。同时采用满堂安全网防护措施及立杆千斤顶防网架下挠措施。

其主要优点是:

①施工速度快,不仅节省了满堂脚手架的搭设时间,采用汽车吊吊网架锥体,节省人力并可多处同时作业施工,作业面易展开;

②网架拼装即就位,即网架一次性就位,对网架质量影响最小,不存多次就位而导致的变形、损伤、置换杆件等问题;

③施工安全,工人便于操作,基本不受施工场地限制。

II、网架的安装方法及技术措施

该网架是在地面上分别进行 A 轴至 G 轴、G 轴至 M 轴、M 轴至 U 轴二跨间(1 轴-16 轴、17 轴-25 轴、26 轴-27 轴)起步及高空散装法安装,利用车间行吊桥梁为基础搭设脚手平台,并在其上安装起重设备,其操作流程为:

放线、验线—支承面检查→网架起步安装→高空拼接散装→安装完毕网架调位及屋面檩条吊装安装→支座固定。

(1) 放线、验线与基础检查

依据提供柱顶轴线偏移情况,对提供网架支点位置、尺寸进行复验,经复验检查轴线位置、标高尺寸符合设计要求以后,才能开始安装。

临时支点的位置、数量、支点高度应统一安排,支点下部应适当加固,以防止网架支点局部受力过大,架子下沉。

(2) 支承面检查

网架安装前应对支承面的混凝土强度,支座轴线,预埋件轴线位置,水平标高进行检查,作出检查记录,办理交接验收手续。

① 支承面强度应符合设计要求

② 轴线偏差 $\leq L/10000$ ，支承面标高偏差 $\leq 3\text{mm}$ 。

(3) 网架的拼装及临时支架，临时支座的设置

① 安装下弦平面网架

安装三跨间下弦球、杆，组成纵向平面网格。

排好临时支点，保证下弦球的平等度，如有起拱要求时，应在临时支点上找出坡底。

安装第一单元间的腹杆与上弦球，一般是第一个锥为一球四腹杆的小单元，就位后与下弦球拧入、固定。

第二个锥起为先装一球一弦杆二腹杆的三角锥，然后填入另外两根腹杆，逐步循环安装完第一单元的网架。

检查网架、网格尺寸，检查网架纵向尺寸与矢高。检查网架位置，如有出入，可以调整临时支点的位置和高低，以校准网架位置尺寸

② 安装上弦倒三角网格（推锥）

网架第二单元起采用边继安装组装。

从边跨开始首先将一球一上弦二腹杆的三角锥，以后为一球二上弦二腹杆的四角锥。将二斜腹杆支撑在下弦球上，在上方拉紧上弦杆，使上弦杆逐步靠近已安装好的上弦球（推锥），拧入。

③ 调整、紧固后，用四台 50T 吊车将网架单元 23T 重(A 轴至 E 轴三跨间 1-6,1/6-11,13-18)吊起对好柱顶轴线、中心线后缓缓放下，用水平仪对好标高，有误差应予修正。将支座底板与预埋铁点焊，钢网架安装时宜从厂房中推进安装。

高空散装法安装网架，应随时测量检查网架质量，检查下弦网格尺寸及对角线，检查上弦网格尺寸及对角线，检查网架纵向长度、横向长度、网格矢高。在各临时支点未拆除前还能调整。

网架安装过程中，应随时检查网架轴线与建筑基础轴线是否偏离，并应随时调整。

④ 临时拼装支架和临时支座的设置

临时拼装支架和临时支座是保证拼装速度，减少积累误差，防止结构下沉，实现安全生产的重要技术措施。临时支架及支座的位置和数量，应根据网架的跨度形状，及安装需要进行设置。

(4) 网架临时支座的落位

网架支座落位是指网架拼装完成或形成一个稳定体系，后拆除支架上支撑点（即临时支座），使网架由临时支承状态平稳过渡到设计永久座的操作过程，此过程简称“网架落位”。网架落位过程是使屋盖网架缓慢协同空间受力的过程，此间，网架结构发生不同结构和支承情况，确定合理的落位顺序和正确的落位措施，以确保网架安全落位。为此，要遵循以下原则和规定：

① 拼装支撑点（临时支座）拆除的原则：拆除临时支座实际就是荷载转移过程，在荷载转移过程中，必须遵循“变形协调、卸载均衡”的原则。不然有可能造成临时支撑超载失稳，或者网架结构局部甚至整体受损。因为施工阶段的受力状态与结构最终受力状态完全不一致，必须通过施工验算，制定切实可行的技术措施，确保满足多种工况要求，这是空间网架施工的要求和特点。

② 临时支座的拆除顺序和措施：根据“变形协调，卸载均衡”的原则，将通过放置在支架上的可调节节点支承装置（柱帽、千斤顶），多次循环微量下降来实现“荷载平衡转移，卸载的顺序为由中间向四周，中心对称进行”。

在卸载过程中由于无法做到绝对同步，支架支撑点卸载先后次序不同，其轴力必然造成增减，应根据设计要求或计算结果，在关键支架支撑点部位，应旋转检测装置（如贴应变片）等，检测支架支点处轴力变化，确保临时支架和网架的安全。

在卸载过程中，必须严格控制循环卸载时的每一级高程控制精度，设置测量控制点，在卸载全过程进行监测，并与计算结果对照，实行信息化施工管理。

网架增设临时支座（拼装支点），其状况相当于给网架增加节点荷载，而临时支座分批逐步下降，其状况相当于支座的不均匀沉降。这都将引起网架结构内力的变化和调整。对少量杆件可能超载的情况应事先采取措施，局部加强或根据计算可事先换加强杆件。为防止个别支撑点集中受力，宜根据各支撑点的结构自重寻找度值，采用分区、分阶段按比例下降或用第步不大于 10mm 的等步下降法拆除支撑点（临时支座）。

③ 网架落位应注意事项：

落位前需检查可调节支承装置（千斤顶）的下降行程量是否符合该点度值的要求、计算千斤顶行程时要考虑由于支架下沉引起行程增大的值，据此余留足够的行程余留量

(应大于 50mm)。关键支撑点要增设备用千斤顶，以防应急使用。

落位过程中要“精心组织、精心施工”，要编制专门的“落位责任制”，设总指挥和分指挥分区把关；整个落位过程在总指挥统一指挥下进行工作。操作人员要明确岗位职责，上岗后按指定位置“对号入座”。发现问题向所在地分指挥报告，由分指挥向总指挥报告，由总指挥统一处理问题。

用千斤顶落位时，千斤顶每次下降时间间隔应大于 10mm 为宜，以确保结构各杆件之间内力的调整与重分布。

落位后要按设计要求固定支座，并和出记录，按《网架结构与施工规程》(JGJ-91)提供“验收”技术文件。同时要继续检测网架找度值，直至全部设计荷载上满为止。由于网架形式多样，造型各异，涉及具体工程时尚需针对工程特点制定专门的方案，并经有关部门批准后付之实施。

(5) 高空拼锥散装网架吊装

用 50T 吊车吊装网架锥体。

高空拼锥散装法的安全防护措施：

- ①是高空操作工安全带安全帽配带整齐；
- ②是网架下弦挂安全网，作第二道安全防护；
- ③是配备专门的安全员，发现安全隐患及时处理。

(5) 支座焊接与验收

检查网架整体尺寸合格后，检查支座位置是否在轴线上，以及偏移尺寸。网架安装时尺寸的累积误差应该两边分散，防止一侧支座就位正确，另一侧支座偏差过大。

检查网架标高、矢高，网架标高以四周支点为准，各支点尺寸误差应在标准规范以内。

检查网架的挠度。

各部尺寸合格后，进行支座焊接。

(6) 质量控制

- ①质量标准要求，保证项目应符合下列规定：

高空散装法安装网架结构时，节点配件和杆件，应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。配件和杆件的变形必须矫正。

检验方法：观察检查和检查质量证明书、出厂合格证或试验报告。

② 基本项目应符合下列规定

网架结构节点及杆件外观质量

优良：表面干净，无焊疤、泥沙、污垢。

检查数量：按节点数量抽查 5%，但不应少于 5 个节点。检查方法：观察检查。

网架结构在自重及屋面工程完成后的挠度值：

合格：测点的挠度平均值为设计值的 1.12~1.15 倍。

优良：测点的挠度平均值应小于设计值的 1.15 倍。

检查数量：小跨度网架结构测量下弦中央一点；大中跨度网架结构测量下弦中央一点及下弦跨度四等分点处。检验方法：用钢尺和水准仪检查。

③ 成品保护

钢网架安装结束后，应及时涂刷防油漆。螺栓球网架安装后，应检查螺栓球上的孔洞是否封闭，应用腻子将孔洞和筒套的间隙填平后刷漆，防止水分渗入，使球、杆件丝扣锈蚀。

钢网架安装完毕后，应对成品网架保护，勿在网架上方集中堆放物件。

屋面维护工程施工方案

屋面维护工程施工包括檩条、屋面彩钢板及各处节点施工（详见第节点施工图）。

屋面檩条：主檩条采用 180*70*20*2.2 的 C 型檩条，次檩条采用 140*50*20*2.0 的 C 型檩条；

屋面板采用彩钢板，内侧为象牙白色，暗扣式，厚度为 0.53mm，板基材为冷扎板经连续热镀铝锌处理，表面为强化聚酯树脂面漆，表面呈特有的光滑、平坦和华丽的星花，基色为银白色。外侧为海蓝色，彩板布置见屋面布置图，镀铝锌钢板的生产工艺与镀锌钢板和镀铝板的工艺相似，是连续熔融镀层工艺。55%铝锌合金镀层的镀铝锌钢板当双面暴露于同样的环境时与相同厚度的镀锌钢板相比具有更优越的耐腐蚀性。55%铝锌合金镀层的镀铝锌钢板不仅具有良好的耐腐蚀性外，更具有优秀的附着力和柔性。

热镀锌钢板是以各种强度和厚度规格的冷轧钢板为基材，在双面热镀一层 Al-Zn 镀层所得的预镀层钢板，镀层成分中质量百分比为 55%Al、43.5%Zn 和 1.5%Si，融合了 Al 的物理保护和高耐久性以及 Zn 的电化学保护特性。此外，在表面呈具有高装饰性的光亮银灰色泽及规则的花纹，并具有浮徒凸感。

本工程屋面彩钢板选用 AZ185 热浸镀铝锌金属压型钢板，厚度 0.53mm，生产厂家：上海宝钢集团有限公司。

技术参数如下：

镀层含重量：镀铝锌量 $\geq 180\text{g/m}^2$ （正反面）

有机涂层：选用 PVDF 氟碳-聚酯涂覆系统

油漆涂覆：外板正面 20 μm 厚氟碳面漆, 5 μm 厚环氧底漆

背面 20 μm 厚聚酯面漆，5 μm 厚环氧底漆

内板正面 15 μm 厚聚酯面漆, 5 μm 厚环氧底漆

背面 5 μm 厚聚酯面漆，5 μm 厚环氧底漆

板厚（基板）=0.5mm

屋面采光板情况介绍：

生产厂家：昆山艾珀耐特复合材料有限公司

产品名称：Ampelite301

产品简介：

产品种类	通用型采光板
涂层	表面贴覆标称 20 微米(Microns)之 美国 Du Pont 公司 Melinex 301 薄膜, 并符合澳洲 AS/NZS 4256 parts 1 & .3:1994 规范.
树脂成份	间苯二甲酸聚脂,为美国 Ashland 公司生产的 G299C 树脂.
强化玻纤	含量最少 22%,为法国 Vetrotex 公司生产的玻纤.
单位重量	2400 g/m ²
标称厚度	1.5mm , 容许误差 $\pm 15\%$
透光率	2400g/m ² 即 1.5mm: 62% (蛋白色)

热能穿透率	2400g/m ² 即 1.5mm: 58% (蛋白色)						
耐温限度	-40℃ 至 +120℃						
热膨胀系数	2.6×10 ⁻⁵ cm/cm/℃						
抗紫外线率	99% 以上						
保证年限	20 年						
断面形式	YX820						
物理性质	项目	弯曲强度	拉伸强度	冲剪强度	密度	氧指数	巴氏硬度
	试验结果	125MPa	75MPa	92MPa	1.40g/cm ³	19.8%	55

檩条及压型彩板制作及检验过程

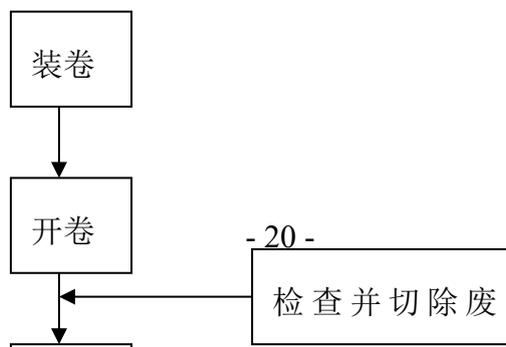
1) 檩条的加工过程

檩条为自动生产线一次投料，一次成型，檩条加工由檩条成型机一次加工完成，成型后的檩条必须进行端部磨平整理，在厂内檩条的主要检验内容有：长度：不大于±2mm，高度不大于±1mm，弯曲：不大于 1/1000 且不大于 3mm，外观不允许存在肉眼可见的损伤。檩条加工经除锈油漆后包装。如采用镀锌卷板，则轧制检验后即可包装。

2) 压型彩钢板的生

本工程大门面板和屋面板均在工厂加工，墙面板最长长度在 6m 左右，屋面板最长的屋面板长度不超过 16m，所以均符合公路运输的要求。

金属板系统的生产、加工、制作流程图



彩钢压型板由自动压板机一次投料加工完成，在加工前应先调试好设备，首件加工后必须作全面检查，检查的主要内容有：

- a. 表面是否有污垢：损伤、变形、划痕、翘角、破损等缺陷。
- b. 检查所需彩板的标签与要求是否相符
- c. 符合要求的彩板，用叉车装到开卷机上，并开卷加工成型，彩钢卷的开卷宽度误差不大于 3mm。
- d. 将开卷开始部分不符标准的彩板手工去除。
- e. 将符合标准的彩板拖入成型机，并缓慢开动机器，成型。
- f. 使彩板在成型轨道内缓慢成型至切割机处。
- g. 切除“头子板”，输入所需板的长度及数量。
- h. 检查生产的第一块板的成型质量及长度尺寸。
- i. 成型后的压型钢板必须符合《建筑用压型钢板》（GB/T12755）标准，允许偏差见下表

表

项 目	允 许 偏 差	检 验 方 法
板长	0-10mm	钢 卷 尺
板 宽	± 8mm	钢 尺

波 高	±1mm	样 板
镰刀弯	不大于 20mm	钢尺、建筑用线

j. 确认符合要求后，开始连续生产。

k. 将符合要求的板材产品，50 张为一个包装件

l. 用塑料薄膜包装好每个包装件，并用打包带打包

m. 堆放：堆放场地应平整，应用垫木使板离地 20cm 左右，垫木应平整且间距不得大于 2m。

天沟的制作

天沟由折板机折出：先将板材按设计的尺寸下料，再将板材放入折板机按要求成型

成品板的运输

1) 包装的产品须经产品检验合格，随行文件齐全。

2) 产品包装应具有足够强度,保证产能经受多次装卸、运输损伤、变形、降低精度、锈蚀、残失，能安全可靠地运抵目的地。

3) 本工程成品产品的运输采用卡车等运输工具。

4) 装卸过程中，特别注意保护产品的包装，应尽全力防止包装物损坏。

5) 包装标识

①每个包装物应在侧面挂有 2 个标志，每个包装的上平面应粘贴有标志。

②产品的待运

待运物件必须放置在厂间内或有防雨建筑的堆场内；待运物件堆放需平整，搁置干燥，无积水处，防止物件锈蚀。

包装件的堆放切勿叠放过高，防止包装物被压坏或变形。

③产品的运输

在装车时，必须有专人监管，清点上车的箱号，并办好移交手续。

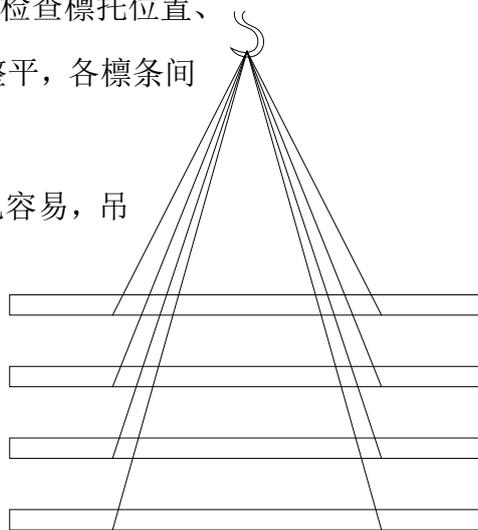
堆垛牢固稳妥，并增加必要的捆扎，防止滚动碰撞。

- 运输计划必须符合现场安装的要求，并适当提前。

檩条安装

先在屋面钢梁上部铺设施工走道，然后用卷扬机或汽吊把檩条提升到钢梁上部，檩条不能集中堆放，以防止对上钢梁产生弯曲，檩条在安装时，必须先检查主檩的高度，弹出中心线。檩条的安装必须严格执行“檩条布置图”，并首先检查檩托位置、尺寸、支托高差，檩条个别地方较高或较低必须想办法整平，各檩条间的高差必须严格控制。

① 檩条吊装。轻钢檩条单重小，且为线性杆件，绑扎容易，吊装时主要耗时的是起钩和落钩，为提高安装速度，采用一钩多吊的方法来提高工作效率，如右图所示。



② 檩条焊接。檩条吊装就位后，应使檩条与檩托紧密靠拢后方可点焊，检查檩托与檩条的间隙及相邻檩条顶面高差合格后方可焊接。焊条选用 E4303 直径 3.2mm。

天沟安装:

① 天沟吊装。天沟的吊带采用柔性吊带，起吊后按设计的间距固定天沟，并检查各个边是否平齐。

② 天沟对接、焊接。天沟对接前将切割口打磨干净，对接时注意对缝间隙不能超过 1mm，先每隔 10cm 点焊，确认满足要求后方可焊接。焊条型号根据母材（不锈钢）确定，但直径采用 $\phi 2.5\text{mm}$ 。焊缝一遍成形，待冷却后将药皮除去。

现场屋面板的安装工艺

屋面板施工工艺：钢丝网铺设 → 保温层铺设 → 屋面面板安装 → 屋面彩板配件安装 → 屋面工程收尾

(1) 钢丝网的铺设

钢丝网的铺设应根据檩条的施工进度跟上施工，钢丝网直接铺设在檩条上部，一边用自攻螺钉固定在檩条上，另一边拉紧后用自攻螺钉固定。

(2) 面板支座及保温棉的安装:

a. 面板支座的安装

面板支座即屋面面板的固定座。支座的安装质量直接影响到屋面板的安装质量，所以在安装过程中应重点控制。安装支座主要有以下几个施工步骤。

①、放线：用全站仪、经纬仪将轴线引测到檩条上，作为支座安装的纵向控制线。第一列支座位置要多次复核，以后的滑动支座位置用参照第一列的位置进行确定。支座沿板长方向的位置只要保证在檩条顶面中心即可，支座的数量多少决定着屋面板的抗风能力，所以滑动支座沿板长方向的排数严格按图纸设计。

②、安装支座：安装支座时，将支座码对准其安装位置，然后用手电钻将自攻螺钉将滑动支座与檩条固定。本工程中每个支座需要对称打两颗螺丝。



③、复查支座码位置：用目测的方法检查每一列支座码是否在一条直线上，如发现较大偏差的支座码，在屋面板安装前一定要纠正，直至满足板材安装的要求。

b.保温棉的铺设

铝铂和面板固定座安装完毕，将玻璃棉卷铺设在面板固定座上，并用屋面板固定座穿透将玻璃棉固定于檩条上。玻璃棉的搭接处应使搭接大于 50mm，并采用胶带密封，以防止水汽渗透。

(3)屋面板面板安装：

①、放线

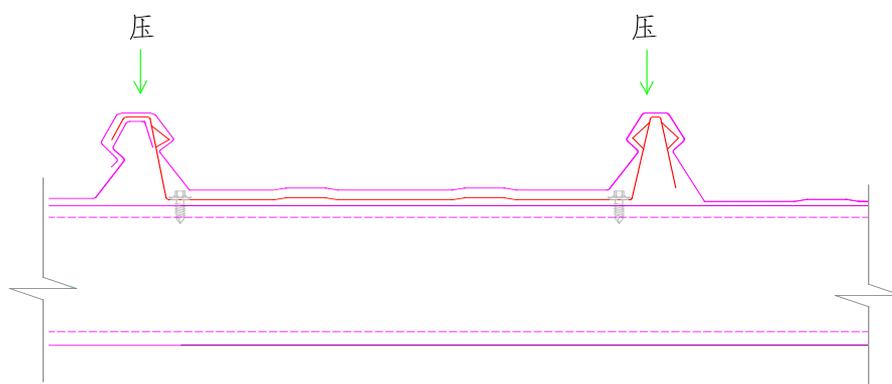
在支座安装质量得到严格控制的前提下，只需放设面板端定位线，一般以面板出天沟的距离为控制线，板伸入天沟的长度以略大于设计为宜，以便于剪裁。

②、就位

面板在抬到安装位置前，应注意板的方向，即板的大小肋方向。用吊车或通过坡道将面板运到屋面后，用人工将板抬到安装位置，就位时先对板端控制线，然后将搭接边用力压入前一块板的搭接边。检查搭接边是否能够紧密接合，如不能应找出问题，及早处理。

③、卡位

面板位置调整好后，只需将屋面板连接的肋部位进行按压，听到清脆的“咔嚓”声，说明屋面板肋卡位已经就位。卡位时按压的力度必须适中，按压部位必须有柔性物体进行铺垫。



④、板边修剪

板边修剪使用圆形风车锯，锯片尺寸应适合于面板的剪切。板边修剪工作宜在面板大面积安装完后进行，先根据设计的铝板伸入天沟尺寸确定两个端点，然后弹出墨线，修剪时以此线为准。修剪檐口和天沟处的板边，修剪后应保证屋面板伸入天沟的长度与设计的尺寸一致，这样可以有效防止雨水在风的作用下不会吹入屋面夹层中。

⑤、折边

折边使用专用工具上弯器和下弯器。折边的原则为水流入天沟处折边向下，否则折边向上。折边时不可用力过猛，应均匀用力，折边的角度应保持一致。

⑥、打胶

密封胶是重要的防水材料，在使用之前应检查密封胶的有效期。打胶前要清理接口处泛水上的灰尘和其它污物及水份，并在要打胶的区域两侧适当位置贴上胶带，对于有夹角的部位，胶打完后用直径适合的圆头物体将胶刮一遍，使胶变得更均匀、密实和美观。最后将胶带撕去。

(4) 泛水、包角，伸缩缝盖板的安装

a. 放线定出第一块的起始基准线，顺安装方向确定板两边线的控制线。

b. 安装第一块，依基准线和控制线安装第二块板调整定位，固定在固定板上，以防水

胶将固定件密封以防渗漏。

c.在第一块板上量测划出第二块板与第一块的搭接定位线、在板的搭接部位涂防水胶，安装第二块板调整定位，固定件固定并涂防水胶密封，依次安装第二块板及后续板。

(5)对屋面板安装的总体要求

①外观检查

a.各种板件的品种、规格、型号及安装位置应准确，不得遗漏。

b.各种紧固件的品种、规格、型号及安装位置应准确，不得有遗漏和松动。

c.各种板件、紧固件表面应无破损、孔洞、漏涂、涂层脱落、划痕、污染、翘角等缺陷。

d.规定应涂防水胶的部位，不得有漏涂，且必须用防水胶密封严密。

e.屋面板的板与板之间应咬合紧密。

f.大雨天气检查应无渗漏。

②尺寸误差检查

a.屋面板檐口处相邻两板间的错口应小于 5mm，其直线偏差小于 L/1000，且不得大于 20mm。

b.压型板的侧弯应小于 L/1000，且不得大于 20mm。

c.泛水板、包角板、伸缩缝盖板、屋脊板等板与板之间的搭接长度应为正偏差，相邻两板间的错口应小于 5mm，直线偏差应小于 L/1000，且不得大于 20mm。

d.自攻螺丝、拉铆钉等紧固件的定位偏差应不得大于 5mm。

e.檐口与屋脊的平行度偏差不大于 10mm。

墙面板的安装

墙面板安装工艺流程：墙面外板彩色压型钢板安装→墙面彩板配件安装→墙面工程收尾

关键工艺做法：

1、施工安装墙面彩板前，首先搭设操作平台。

2、纵向考虑一条搭缝，搭接缝应考虑在檩条位置，搭接长度应不小于 100MM，且下

部板上口不得超过檩条上边缘。

3、安装前必须划线，以保证板及螺钉垂直及积累误差。