（普通、大跨度）钢结构设计总说明

1 总则

1.1 在本说明中，有□符号者，凡划"☑"为本工程采用。没有□符号者为本工程通用。仅有□符号者非本工程通用。

1.2 本工程按国家现行有效的设计规范、规程及标准进行设计，施工单位除应遵守本说明及各设计图纸详图外，尚应执行现行国家施工规范、规程和工程所在地区主管部门颁布的有关规程及规定，并应在设计图纸通过施工图审查，取得施工许可证后方可施工，不得未批先非法施工，确保合法合规施工安全。

1.3 本说明适用于按《钢结构设计标准》设计的普通钢结构及按《钢结构设计标准》、《空间网格结构技术规程》设计的大跨度钢结构；本工程主体结构混凝土结构部分的说明另详结施《混凝土结构设计总说明》。

1.4 本工程位于_____广东_____省_广州市从化区，±0.000为室内地面标高，相当于____黑基____高程标高_____/_____米。建筑的长为_____/_____米，宽为_____/_____米，建筑物总高度为_____/_____米。

1.5 尺寸单位除注明外，以毫米（mm）为单位，平面角以度（°）分（′）秒（″）表示，标高则以米（m）为单位。

1.6 本工程未经技术鉴定或设计许可，不得任意改变结构的形式、用途和使用环境。

2 建筑结构安全等级及设计使用年限

2.1 本工程主体结构为_____/_____结构，雨棚为_____钢桁架_____结构。

2.2 本工程钢结构的安全等级为__二__级，结构设计基准期为__50__年，使用年限在承载力及正常使用情况下为__50__年，耐久性下重要构件__50__年，次要构件为__50__年，建筑抗震设防类别为**重点设防类**，建筑耐火等级为__二__级，地基基础设计等级为__丙__级。

3 设计依据

3.1 采用国家现行有效的设计规范、规程、统一标准、标准图集、强制性工程建设规范及住房与城乡建设部有关公告作为不能违反的法规，同时考虑工程所在地区实际情况采用地区性规范。

3.2 本工程结构设计遵循的主要标准、规范、规程：

1> 设计依据、标准

☑ 工程结构通用规范 GB 55001-2021
☑ 建筑与市政工程抗震通用规范 GB55002-2021
☑ 建筑结构可靠性设计统一标准 GB50068-2018
☑ 建筑抗震设计规范 GB 50011-2010（2016年版）
☑ 钢结构设计标准 GB 50017-2017
☑ 钢结构焊接规范 GB 50661-2011
☑ 建筑设计防火规范 GB50016-2014（2018年版）
☑ 建筑结构荷载规范 GB/T 50105-2010
☑ 钢结构高强度螺栓连接技术规程 JGJ 82-2011
□ 钢管混凝土结构技术规程 CECS 235:2008
□ 空间网格结构技术规程 JGJ 7-2010
□ 索结构技术规程 JGJ 257-2012
☑ 钢结构通用规范 GB 55006-2021
☑ 建筑工程抗震设防分类标准 GB 50223-2008
☑ 建筑结构荷载规范 GB 50009-2012
☑ 冷弯薄壁型钢结构技术规范 GB 50018-2002
☑ 建筑钢结构防腐蚀技术规程 GB 51249-2017
☑ 建筑钢结构防腐蚀技术规程 JGJ/T 251-2011
☑ 焊缝符号表示法 GB/T 324-2008
☑ 钢结构工程施工质量验收标准 GB 50205-2020
□ 组合楼板设计与施工规范 CECS 273-2010
□ 预应力钢结构技术规程 CECS 212:2006
□ 膜结构技术规程 CECS 158:2015
□ 拱形钢结构技术规程 JGJ/T 249-2011

2> 材料标准

☑ 碳素结构钢 GB/T 700-2006
□ 优质碳素结构钢 GB/T 699-2015
☑ 建筑结构用钢板 GB/T 19879-2015
□ 连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带 GB/T 2518-2019
□ 热轧H型钢及剖分T型钢 GB/T 11263-2017
☑ 结构用无缝钢管 GB/T 8162-2018
☑ 六角头螺栓 C级 GB/T 5780-2016
□ 电弧螺栓焊用圆柱头焊钉 GB/T 10433-2002
□ 建筑用压型钢板 GB/T 12755-2008
□ 建筑钢结构球型支座 GB/T 32836-2016
□ 桥梁缆索用高密度聚乙烯护套料 CJ/T 297-2016
□ 钢拉杆 GB/T 20934-2016
□ 弹簧钢 GB/T 1222-2016
□ 锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝、钢绞线 GB/T 20492-2019
☑ 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈与技术条件 GB/T 1228~1231-2006

☑ 碳合金高强度结构钢 GB/T 1591-2018
□ 合金结构钢 GB 3077-2015
□ 厚度方向性能钢板 GB/T 5313-2010
□ 彩色涂层钢板及钢带 GB/T 12754-2019
□ 焊接H型钢 GB/T 33814-2017
☑ 电弧焊用钢板 GB/T 13793-2016
☑ T型六角螺母 C级 GB/T 41-2016
□ 冷镦和冷挤压用钢 GB/T 6478-2015
□ 钢筋桁架楼承板 JG/T 368-2012
□ 橡胶支座 GB 20688.1~5
□ 焊接结构用铸钢件 GB/T 7659-2010
□ 桥梁缆索用热镀锌或锌铝合金钢丝 GB/T 17101-2019
□ 螺旋弹簧 GB/T 1972-2005

3> 工程涂装标准

☑ 工业建筑防腐蚀设计标准 GB 50046-2018
☑ 钢结构防火涂料应用技术规程 CECS 24-2020
☑ 热喷涂 金属零部件表面的预处理 GB 11373-2017
☑ 热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金 GB/T 9793-2012

4> 地方规范

□ 广东省 钢结构设计规程 DBJ 15-102-2014
□ 广东省 高层建筑钢-混凝土混合结构技术规程 DBJ/T 15-128-2017

☑ 广东省 建筑结构荷载规范 DBJ 15-101-2014

3.3 本工程结构设计采用的计算程序及辅助计算软件名称/软件版本号/编制单位分别为_____；结构整体计算装图部位为_____主体结构顶板_____。

3.4 本工程岩土工程勘察报告由_____提供，建筑场地地震安全性评价报告（动参数）由_____提供。基础施工时若发现地质实际情况与岩土工程勘察报告与设计要求不符时，须通知设计人员及岩土工程勘察单位技术人员共同研究处理。

□3.5 本工程风洞试验的报告由_____提供。

□3.6 本工程防大设计性能化评估报告由_____提供。

3.7 □ 或若有关主管部门对本工程初步设计的审查批复文件，□超限大跨度空间结构的抗震设防专项审查意见。

4 结构抗震设计及荷载

4.1 本工程为抗震设防工程，工程所在地区的抗震设防烈度为__6__度，设计基本地震加速度为0.05_g；设计地震分组为第__二__组；场地类别为__Ⅱ__类，设计特征周期为0.35_s；地震作用采取的抗震设防烈度为__6__度，抗震措施采取的抗震等级及设防烈度分别为__三__级和__6__度。

4.2 本工程采用的活荷载标准值（kN/m²）：

表4.2-1 活荷载标准值（kN/m²）

部位	雨棚	楼梯							
活荷载(kN/m²)	0.5	3.5							

4.3 风荷载：对于钢结构强度计算，基本风压W_0= 0.45kN/m²（按__50__年重现期风压值）；对于其它构件强度及结构位移计算，风压W_0= 0.45kN/m²（按__50__年重现期风压值）；地面粗糙度为__B__类。（□ 施工图以风洞试验为准）

4.4 温度作用：整体考虑_____℃的温度作用，钢结构与混凝土结构考虑_____℃的温差影响，要求钢结构闭合气温为_____℃，施工阶段考虑_____℃的温度作用。

4.5 雪荷载：基本雪压按_____年重现期取值为_____，雪荷载准永久值系数分区属_____区。

5 材料选用

5.1 钢材

1> 本工程的__钢构件__采用牌号为__Q235B__的钢材，__节点板__采用牌号为__Q235B__的钢材。

2> 抗震设防结构钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值比值不应大于0.85。

3> 抗震设防结构钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于20%。

4> 抗震设防结构及焊接结构钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性；对于采用抗震性能化设计的构件，钢材应满足屈服强度实测值不高于上一级钢材屈服强度规定值，且钢材工作温度时夏比冲击韧性不宜低于27J。

5.2 圆钢管及方钢管

1> 采用满足现行规范GB/T 8162的热轧无缝钢管；当管直径>350mm，且内直径与厚度之比D_0/t>25时，（当D_0/t<25时，应采取消隐残余应力措施，或采用热卷钢管），也可采用一条纵缝（当管直径>1400mm时可用二条纵缝）的埋弧焊管，纵焊缝的质量等级为二级。

2> 对于直径>350mm的圆管，可用一条直焊缝的埋弧焊管；除图上注明外，焊缝质量等级为二级，焊缝表面需磨平。

3> 直径<100圆管可以采用一条直焊缝的高频电焊管。

4> 方钢管采用热成型方管或一条直缝的冷成型方管，但冷成型方管柱在梁—柱节点区（节点及上下各2h范围，h为柱截面高度）应进行正火热处理，且钢管的焊缝宜避开梁柱连接面；需要在圆角侧边焊接时应采用热成型方管。

5> 圆钢管及方钢管允许的误差应满足现行国标材料标准的要求。

6> 对于焊管，当壁厚≥40mm且管壁有横向焊接要求时，厚度方向性能等级不应小于Z15。

5.3 热轧角钢采用满足现行规范GB/T 706的热轧角钢。

5.4 圆钢采用满足现行规范GB/T 702的热轧圆钢。

5.5 热轧H型钢采用满足现行规范GB/T 11263的热轧H型钢。

5.6 焊接H型钢 标准焊接H型钢应满足现行规范GB/T 33814要求，非标准焊接H型钢按现行规范GB 50205制作。

5.7 板厚≥40mm的钢板，应做厚度方向拉力试验，其厚度方向的断面收缩率当_____时应满足现行规范GB/T 5313-2010Z15级要求，当_____时应满足Z25级要求。钢板应按现行规范GB/T 2970进行超声波检查。

□5.8 部分零件采用45号优质碳素结构钢。

□5.9 铸钢件

□1>采用符合CECS 235：2008或现行规范GB/T 7659的铸钢件，铸钢牌号采用_____。

□2>采用参照_____的铸钢件，铸钢牌号为_____，铸钢除满足参照规范规定的性能要求外，还应满足下列各表的要求。铸钢化学成分有调整时，应保证铸钢力学性能及焊接性能满足设计要求，且应进行工艺试验并征得设计同意。

铸钢件化学成分（%）（质量百分比） 表5.9.1

牌号	C	Si	Mn	P	S	Ni	碳当量C_{eq}
G20Mn5V							

注：$C_{eq}(\%)=C+\frac{Mn}{6}+\frac{Cr+Mo+V}{5}+\frac{Cu+Ni}{15}$（%）（质量百分比）。

铸钢件残余元素最大含量（%）（质量百分比） 表5.9.2

牌号	Cr	Mo	Ni	V	Cu
G20Mn5V					

铸钢件力学性能 表5.9.3

牌号	热处理状态	铸件壁厚(mm)	室温拉伸试验			冲击试验	
			屈服强度$R_{0.2}$(Mpa)	抗拉强度Rm(Mpa)	延伸率A(%)	温度(℃)	冲击功Av(J)

5.10 焊接材料

1> 电焊条（手工焊）：应符合GB/T 5117-2012或GB/T 5118-2012规定。Q235钢配E4315、E4316，Q345钢和GS-20Mn5铸钢配5015、5016，Q390钢配E5515、5516，Q420钢配5515、E5516或E6215、E6216。

2> 焊丝及焊剂（埋弧自动焊或半自动焊）：焊丝和焊剂应符合现行规范GB/T 12470、GB/T 36034、GB/T 5293、GB/T 36037的规定。Q235钢配4A0—H08A，Q345、Q390钢及GS-20Mn5铸钢配48A0—H08MnA、F48A0—H10Mn2,Q420钢配55A0—H10Mn2A、F55A0—H08MnMoA。

3> 焊丝及CO2（二氧化碳气体保护焊）：焊丝应符合现行规范GB/T 8110的规定；Q235钢配R49—1，Q345、Q390钢及GS—20Mn5铸钢配R50—3、Q420钢配R55—1；CO_2气体纯度不应低于99.5%（体积法），含水量≤0.005%（重量法）。

5.11 螺栓及铆钉

高强螺栓采用__摩擦型__高强度螺栓，性能等级为10.9S级，摩擦面采用喷砂处理，摩擦系数不低于__0.45__，应符合现行规范JGJ82的要求，摩擦面不作涂装及镀覆，摩擦连接板四周及高强度螺栓垫板四周用不干性腻子封闭；普通螺栓均采用性能等级为_____级的普通螺栓/锚栓采用__Q235__；屈面板和墙面板的固定采用带防水胶圈的防锈自钻自攻钉、自攻钉或射钉；抗剪栓钉性能等级为_____级；普通C级螺栓采用六角头螺栓，性能等级为____级。

□ 5.12 本工程_____处采用_____型支座，_____处采用_____型支座。支座具体参数、材质及数量详本工程支座大样图；_____支座要求按本工程的支座大样图定做，_____支座可定购成品。

□ 5.13 屋面压型钢板：钢作屋面压型钢板（承重用）的钢板采用_____，牌号为_____，基板厚_____mm，公称镀层重量为_____g/m²。□ 不作需的彩钢板涂层类别为"建筑内用"，涂层采用_____；□ 需干室外的彩钢板涂层类别为"建筑外用"，涂层采用_____。颜色根据建筑要求确定。

□ 5.14 钢与砼组合楼板：所用钢承板须符合现行规范GB/T 12755及国标图集（05SG522）或JG/T 368，其型号为_____，钢与砼组合楼板的大样及其他说明详说明"砼组合楼板大样及说明"。

□ 5.15 拉索

1> 钢丝采用：□ 满足现行规范GB/T17101的低松弛（Ⅱ级松弛）热镀锌钢丝，钢丝强度级别为Rm>_____MPa，钢丝镀锌层单位质量≥_____g/m²；□ 满足现行规范GB/T 20492锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝，钢丝公称抗拉强度为_____MPa，钢丝镀层级别为_____级。

2> 索体采用：□ 满足现行规范GB/T 18365弯扁足平行钢丝束规索，护层采用□ 双护层，外层护层颜色为_____色□ 单护层，拉索护层采用图塑材料，须满足现行规范CJ/T 3078.且材料老化寿命不低于____年；□ 满足现行规范GB/T 20492的锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝线，钢索采用 □ ____护套 □ 裸索。

3> 拉索锚具采用 □ 热铸锚 □ 冷铸锚，钢材采用_____，热浇镀锌层厚度≥_____μm。锚具应采用配套产品或由专业公司深化设计，锚具及其组装件的极限承载力不低于所连接拉索的最小破断力或拉杆的极限承载力（考虑疲劳）。

4> 为减小拉索的振动，在拉索下端设置减振块，上端设置分隔索夹，其深化设计由专业公司完成。

□ 5.16 拉杆

1> 钢拉杆件采用杆体强度等级为_____级的_____型钢拉杆，要求每一根钢拉杆均应带有张紧器；钢拉杆应采用成套产品（含两端的销轴），且销轴应有防脱落装置。钢拉杆的螺纹部分与圆杆部分应等强，杆件不允许焊接。

2> 拉杆须整体热处理达到力学性能要求，每炉需做与圆杆部位尺寸相同，长度≥200mm的试样进行同炉处理。试验结果应符合现行规范GB/T 20934要求；钢拉杆螺纹配合精度符合现行规范，并保证其主轴性，每50套拉杆为1批，每批任意抽取2套进行整体拉伸试验，试验载荷为理论屈服载荷的85%，保载10min，卸载后变形率≤0.2%。

6 钢结构的制作与安装要求

6.1 钢结构放样、号料、切割、矫正、成型、边缘加工、管节点加工、制孔、组装均应满足现行规范GB 50205；宽翼缘型钢等的下料，宜采用锯切；高强度螺栓制孔应按JGJ 82—2011对制作摩擦面进行处理，并作抗滑移系数检验。

6.2 支座安装前，施工单位及监理公司应对所有支座埋件的空间位置及其相关的支承构件的准确性进行核对和校正。

6.3 主要构件不可现场打孔和切割；钢管的切割应根据各节点的几何尺寸自动切割或零支化割口的与节点完全吻合的空间曲线形状，制口的尺寸应符合节点焊缝的设计要求。

6.4 如图上未注明焊接方法，可由钢结构施工单位确定，并在施工详图上注明，可以选择埋弧焊、CO_2气体保护焊、手工电弧焊；条件具备时优先采用埋弧自动焊、半自动焊或CO_2气体保护焊，也可采用手工电弧焊。CO_2气体纯度不应低于99.5%（体积法），其含水量不应大于0.005%（重量法）。

6.5 坡口焊缝除图上注明外，均为全熔透焊缝，焊缝质量等级为__三__级。焊缝参数如未注明，按GB 50661-2011取值。

6.6 从事钢结构各种焊接工作的焊工，应按有关规定经考试合格后，方可进行资质范围内的焊接操作。

6.7 首次采用的钢种、焊接材料、接头形式、坡口形式及工艺方法，应进行焊接工艺评定，其评定结果应符合设计要求。

6.8 板厚≥50mm的碳素结构钢和板厚≥36mm的低合金结构钢，施焊前应进行预热，焊后应进行后热，预热温度宜控制在100～150℃，后热温度由试验确定；预热区在焊道两侧，每侧宽度均应大于焊件厚度2倍，且≥100mm，预热温度的测量应在距焊道50mm处进行；环境温度低于0℃时，预热、后热温度应根据工艺试验确定。

6.9 厚度大于30mm的板件焊接，为防止在厚度方向出现层状撕裂，采取以下措施。

1> 焊接前，对母材焊道中心线两侧各2倍板厚加30mm区域进行超声波探伤检查，母材不得有裂纹、夹层及分层等缺陷。

2> 严格控制焊接顺序，尽可能减少垂直于板面方向的约束。

3> 根据母材的 Ceq（碳当量）和 Pcm（焊接裂纹敏感性系数）值选择正确的预热温度和必要的后热处理。

4> 通过焊接工艺试验制定焊接工艺规程。

6.10 焊接H型钢的翼缘板和腹板应采用半自动或自动气割机进行切割，切割面质量及制作应满足GB50205-2020。

6.11 构件制作、组装、安装时应制定合理的焊接顺序，必要时采取有效技术措施，减少焊接变形及焊接应力。

6.12 方管、矩形管相贯节点的焊接采用对接焊缝（详图1）；方管、矩形管对接节点的焊接采用对接焊缝（详图2）。

6.13 当钢管端部需要压扁以便进行连接时，可将管材加热到540℃～650℃，然后立即用高速锻锤压扁。由于压扁前出现的少量裂纹应予焊接。压扁的端部应予焊接封闭。

6.14 钢管等空心构件要用连续焊缝密闭，使内外空气隔绝，并确保组装、安装过程及日后正常使用构件内不会积水。

6.15 除说明外，对接焊缝质量等级为二级，角焊缝质量等级为三级（表面质量按二级要求检查），按现行规范GB 50205和GB 50661要求对工厂及现场焊缝进行内部缺陷超声波探伤和外观缺陷检查；焊缝质量等级为一级时超声波探伤比例为100%，二级时为20%。焊缝外观检查未焊满、根部收缩、咬边、裂纹、弧坑裂纹、电弧擦伤、飞溅、接头不良、焊瘤、表面夹渣、表面气孔、角焊缝厚度不足、角焊缝焊脚不对称等缺陷。

6.16 锌合金钢结构钢焊缝，在同一处返修次数不得超过2次。

6.17 铸结构的防锈涂料和涂层厚度应符合设计要求，涂料应配套使用；涂层完毕，应在构件明显部位印刷构件编号，编号应与施工图的编号一致，重大构件还应标明重量、重心位置和吊位标记。

6.18 公路运输受限的结构单元，可将构件或子单元运至工地，在工地临时组装厂房进行组装 桁架和网格结构构件或子单元出厂前应进行计算机辅助模拟预拼装，每幅桁架出厂前宜进行实体预拼装，预拼装的应符合现行规范GB 50205及GB 50755的要求。

6.19 根据施工图要求和构件的外形尺寸、发运数量及运输情况，编制包装工艺，采取措施防止构件变形。钢结构的包装和发运，应按吊装顺序配套进行；钢结构成品发运时，必需与发货单位有严格的交接手续。

6.20 钢结构施工前，施工单位应编制钢结构施工组织设计，并送业主、监理、设计单位审批。施工组织设计应符合现行规范GB 50755，对支承钢桁架、拼装平台要加以详细说明和图示；安装程序须保证结构的稳定性和不导致永久变形；安装方案须按相关规范或文件进行专家评审后方能实施。

6.21 钢结构制作、安装、验收及上建施工的复具，应按同一标准进行鉴定，并应具有相同的精度。

6.22 钢结构安装前，应根据工程的特点对安装的测量和校正编制相应的工艺，对钢板焊接、高强度螺栓安装、栓钉焊等主要工艺应进行工艺试验，编制相应的施工工艺。

6.23 螺杆与支托的连接和拉条与檩条的连接，应采用螺栓连接，不得采用焊接。

6.24 钢混凝土组合楼板、预埋钢板等栓钉（圆柱头焊钉）焊接应采用半自动或全自动焊钉机；工艺试验、焊接与质量要求应满足现行规范GB 50205和GB 50661的要求。

6.25 连接中采用的普通螺栓，与构件固定后，应采用双螺母或其他螺栓防松□打毛等其他有效措施，防止松动。

6.26 高强度大六角头螺栓连接副应按出厂批号复检扭矩系数，平均值和标准差应符合现行规程JGJ 82；高强度螺栓施拧和检查使用的扭矩扳手在每班作业前后应进行校正，误差分别为使用扭矩的±5%和±3%，高强度螺栓的施工要求：

1> 为了使构件紧密地结合，贴面严禁有电焊、气割、污点、毛刺等不洁物；

2> 安装前将螺栓和螺母配套好，并在螺母内涂抹少量矿物油；

3> 高强度螺栓孔应采用钻成孔，高强螺栓连接件表面采用喷砂处理。

6.27 压型钢板安装前，应在钢梁上放出压型钢板的定位线，相邻压型钢板端部的波形槽口应对正。

6.28 屋面板的接缝方向应避开主视角，应将面板搭接边朝向常年主风向的下风方向。屋面板应采用连续锚设的连续板；屋面板应设置止水墙，位于屋脊处的面板应向上折边，以防止在泛水板和屋面板下方的雨、雪被风吹入建筑物内；位于屋面板下端的板边应向下折边，以保证雨水顺利排出；在屋面板上需要开孔或设置突出物时，应在突出物周围安装特殊的泛水板，并在高边安装引流天沟；开洞直径大于300mm 圆洞和单边长于300mm 的方洞，应设次结构加强。

6.29 主体结构安装前，应根据定位轴线和标高基准点复核和验收上建施工单位设置的支座预埋件或预埋螺栓的平面位置和标高，支承面的实际施工偏差应满足现行规范GB 50205的要求。

6.30 吊点设计算确定，应保证吊装过程中结构及构件的强度、刚度和稳定性，当天安装的钢构件应形成稳定的空间体系。

6.31 钢结构安装方法：应根据结构的受力和构造特点，满足质量、安全、进度和经济效果要求，结合当地的施工技术条件综合确定；安装方法选定后，应分别对主体结构施工阶段的吊点反力、竖向位移、杆件内力、提升或顶升时支承柱的稳定性和风载下主体结构水平推力等项进行演算，必要时采取临时加固措施，确保结构体系安全情况下分阶段施除。

6.32 吊装方案不得改变结构原有的受力形式，若需改变原有受力形式，吊装方案应经业主、监理及设计审核通过。

6.33 当混凝土支承构件强度达到设计强度70%以上时，方可以进行吊装。

6.34 钢结构施工单位在安装工程中应做好大跨度钢桁架的现场安装与土建工程的进度配合及与其他结构的技术配合（含对楼面结构的影响），支承胎架后的楼板的设计活载为__/_____kN/m²。

7 管材的弯曲、下料及节点焊接

7.1 实施对材料无损伤的弯杆加工，施工单位需在弯杆前后取材测试以证实弯杆并不损伤材料特性，并根据自身的设备条件合理选择弯管工艺，如采用中频弯管机弯管或采用一般弯管工艺冷弯或热弯管材，弯管应避免出现褶皱以及椭圆变形。

1> 由杆表面平滑过渡，不得出现折痕，表面凹凸不平等现象；弯管成型后材料性质不得有明显的改变。

2> 成型后两轴外径与设计外径的差值不得大于±3mm及外径的1%中的较小值，壁厚与设计壁厚的差值不得大于±1mm及设计壁厚的10%中的较小值。

7.2 支管与主管直接焊接，管材采用计算机辅助下料和三维切割，宜采用自动切割机进行钢管切割；支管管端、方、矩形管及壁厚≥6mm的圆管应开坡口，壁厚<6mm的圆管时可不开坡口，但若不开坡口则应按图4的要求收用角焊缝相贯连接；支管切割时应考虑主杆方由杆及主管外径不均匀等因素对切割轨道的影响。

7.3 管节点焊接

1> 钢管焊接详见图1。

2> 相贯圆钢管轴线夹角（锐角）≤75°时，相贯焊缝划分为A、B、C区（详图2），趾部区A区及两侧区B区的钢管相贯焊缝采用全熔透坡口焊缝，焊缝质量等级为二级；节点的C区的相贯焊缝当二面角为<60°时为部分熔透坡口焊缝，焊缝质量等级为三级；当二面角为60°时要求同A、B区，相贯圆钢管轴线夹角（锐角）>75°时，全周焊缝采用全熔透坡口焊缝，质量等级为二级。

3>圆管相贯方式按详图要求，原则上采用同腰接头及带相贯板无间腰接头，腹杆端部应有全周焊接。

4>方钢管相贯节点采用部接接头时，应先安装焊接一次相贯的全周焊缝，再安装焊接二次相贯的全周焊缝。

□8 铸钢施工要求

8.1 铸钢节点熔炼宜采用碱性电弧炉，使用氧化还原的方法将化学成份调整到设计规定的要求；铸钢化学成份（熔炼分析）按"材料选用"章节的有关要求，可加入0.2～0.3克铸上Rq。

8.2 调质钢铸件按工切割宜采用机加工，非焊接部位机加工后应进行应力释放退火处理。

8.3 钢铸件焊接和钢铸件与其他钢材焊接的焊接材料及焊接参数应通过焊接工艺评定确定，应进行相应的焊接工艺试验；钢钢焊接工艺试验应针对难焊部位制作试件，建议采用的焊接材料见"焊接材料"章节有关规定，应选用低氢型焊条，并应烘干使用；焊接时宜进行预热处理和后热处理，采用多层焊缝时宜控制层间温度；预热温度、后热温度、层间温度应通过焊接工艺试验确定；对于_____铸钢，建议预热温度取_____℃、层间温度取_____℃，后热温度建议取_____。

8.4 厚度较大（t≥30）的钢铸件—钢铸件或钢铸件—其他钢材焊接，应按厚板焊接要求进行施工，见本说明相关章节规定。

8.5 钢铸件—钢铸件或钢铸件—其他钢材焊缝质量等级为Ⅰ级，焊缝按GB/T 7233.1-2009作100%（全长）超声波检测。

8.6 钢铸节点表面质量

1> 钢铸节点表面粗糙度比较样块应满足现行规范GB/T 6060.1的要求。

2> 钢铸节点表面粗糙度评定按现行规范GB/T 15056进行。

3> 钢铸件表面粗糙度要求：

滑动面：Ra≤1.6μm（镀铬后）　　焊接坡口、衬环、螺栓及锚栓孔壁：Ra≤25μm

其余：Ra≤50μm 和Rz≥40μm。

4> 钢铸节点表面应清理干净，修正飞边、毛刺、去除补贴、粘沙、氧化铁皮、热处理铸斑及可去除的内腔残余物等，不允许有裂纹、未熔合、气孔、冷瘤、缩松、缩孔、夹砂及明显凹坑等缺陷。

8.7 钢铸节点允许误差

1> 钢铸节点尺寸允许误差：

a. 长度、宽度：±3mm；　b. 板件厚度：±2.0mm/−0.5mm；　c. 圆管直径、壁厚：允许误差同圆钢管。

2> 钢铸节点的实际形心与理论形心偏差一般应≤4mm。

3> 钢铸节点与构件连接部位的接管角度偏差及耳板角度偏差应≤25′。

8.8 无损检测

1> 钢铸节点不允许存在裂纹、冷隔、缩孔、疏松等缺陷；对形状和尺寸符合要求的铸钢，并依照使用方和供货方的质量合格等级确定缺陷是否超标，对于超标缺陷应进行返修；出现下列情况时，铸钢节点为报废件，不得进行修复处理：

a. 铸造裂纹深度超过厚度的70%；　b. 二次返修后还不到指标要求。

2> 目测检测要求：在铸钢节点的形状和尺寸符合要求的情况下，对整个铸钢节点表面进行目视质量检测，包括表面粗糙度检查和表面缺陷检查；若发现可视缺陷则应进行探伤，进一步确定可疑缺陷是否真是存在。

3> 超声波探伤时铸钢节点与其他构件连接的部位为焊接坡口部位向外伸展150mm区域，及环板上锚轴连接孔四周150mm区域，需进行100%超声波探伤检测；铸钢节点本体其他部位如具备超声波探伤条件，也进行100%的超声波检测，超声波探伤应按现行规范GB/T 7233.1。

4> 铸钢节点超声波探伤的合格级别应按下列规定确定：

a. 当检测部位为8.8条之3）中规定的节点连接部位时一般为Ⅱ级；

b. 当检测部位为铸钢节点本体其他检测部位时一般为Ⅲ级；

5> 对于不可避免的超声波探伤盲区或者有疑问的地方，采用磁粉探伤或渗透探伤进行检测，磁粉探伤应符合现行规范GB/T 9444，渗透探伤应符合现行规范GB/T 9443。

6> 进行磁粉探伤的部位以及要求在超声波探伤盲区的部位进行磁粉探伤时，探伤区域一般为支管和主管相贯连接处，以相贯线为起点，分别沿支管和主管的轴线延伸5倍管厚和焊面收关处，以次界线为起点向垂直次界线方向向各界面延伸5倍检测工件厚度；铸钢节点磁粉探伤质量合格级别为Ⅱ级。

7> 进行渗透探伤的部位以及要求在超声波探伤盲区的部位进行渗透探伤时，探伤区域一般为支管和主管相贯连接处，以相贯线为起点，分别沿支管和主管的轴线延伸5倍管厚和焊面收关处，以次界线为起点向垂直次界线方向向各界面延伸5倍检测工件厚度。

8> 铸钢节点渗透探伤质量合格级别在铸钢节点与其他构件连接的部位为Ⅱ级，其他部位为Ⅲ级。

8.9 内部缺陷返修需满足相关要求，缺陷返修前应在返修面后的检测应按下列规定进行。

1> 缺陷清楚可采用碳弧气刨或机械方法进行，如采用碳弧气刨须对焊接修补的坡口进行打磨以消除渗碳层。

2> 检查焊接修补的坡口尺寸，以满足焊接修补工艺指导书的要求。

3> 对焊接修补的坡口进行磁粉或者色探后，以证明已将缺陷彻底清除。

4> 对焊接修补部位的表面进行检查，使其达到铸钢节点的表面质量要求。

5> 在热处理后对焊接修补部位进行与铸钢节点同一标准的无损检测。

□8.10 每个铸钢节点均需附铸力学性能用试块，试块应铸有唯一编号，运至现场后随机抽检，具体要求另详_____。

9 围护结构

9.1 幕墙（包括玻风板架及有关埋件）、金属屋面（包括压型钢板、衬檩、雨水沟等及关连接件）设计另详专业图纸。

9.2 幕墙应按建筑施工图进行深化设计和施工，玻璃幕墙合带架自重标准值≤_____kN/m²。

9.3 玻璃幕墙自重全部由钢筋混凝土楼面、地面、承台、地梁承受，水平风荷载由下端钢筋混凝土结构和上端屋盖钢结构共同承受，玻璃幕墙的传力杆件只能作用在钢结构主体的上下弦节点，不得直接传力至上下弦的节间。

9.4 围护结构的荷载大小和传递方式应满足主体结构的受力需要，任何作用于主体钢结构上的围护结构的连接节点作用力需作用在主体钢结构节点中心上。

9.5 主体钢结构施工单位应配合围护结构施工单位施工，及时于主体落架前安装有关连接件。

10 防腐及防火涂装

10.1 钢结构防腐设计耐久年限为__15__年，防腐涂料应进行加速暴晒实验和高、低温热实验并根据使用环境推算其耐久年限；防腐涂装应定期维护，首次维护时间不迟于10年，此后每5年维护一次；每次维护应对涂装件全面检查，对损伤部位进行现场修补。

10.2 本工程的室外钢结构包括_____围护结构（雨棚）_____及其它实际外露的结构构件；室内外钢结构的分界为_____。

10.3 室内钢结构的除锈、防腐做法：喷砂除锈Sa 2½级，且满足现行规范GB/T 8923.表面粗糙度Rz=40~75μm，底漆或金属覆盖层采用__环氧富锌__，干膜厚度或镀层厚度70(2×35)μm；封闭漆采用_____/_____，干膜厚度_____/_____μm；中间漆采用__环氧云铁__，干膜厚度110(2×55)μm；面漆采用__丙烯酸聚氨脂__，干膜厚度100(3×33.3)μm。

10.4 室外钢结构的除锈、防腐做法：喷砂除锈Sa 2½级，且满足现行规范GB/T 8923.表面粗糙度Rz=40~75μm，底漆或金属覆盖层采用__环氧富锌__，干膜厚度或镀层厚度 70 μm；封闭漆采用__环氧涂料__，干膜厚度 30 μm；中间漆采用__环氧云铁__，干膜厚度110(2×55)μm；面漆采用__丙烯酸聚氨脂__，干膜厚度100(3×33.3)μm。

10.5 除注明外，所有锚栓、螺杆、铸钢等均进行热浸镀锌处理，锌镀层厚度为≥30μm。

10.6 埋于钢筋混凝土中的钢结构不作涂装及镀覆，但在备料、加工过程中外露时间过长时，宜做工厂底漆，吊装前应将工厂底漆除去。

10.7 防腐做法现场补法装做法

1> 室内钢结构现场补法：除锈等级为____St 3____，表面粗糙度Rz= 40~75 μm；底涂为__环氧富锌__，干膜（或镀层）厚 70 μm；封闭漆为__环氧涂料__，干膜厚 30 μm。中间漆、防火漆、面漆做法同原配套；喷砂除锈建议采用小型可回收式喷砂机。

2> 室外钢结构现场补法：除锈等级为____St 3____，表面粗糙度Rz= 40~75 μm；底涂为__环氧富锌__，干膜（或镀层）厚 70 μm；封闭漆为__环氧涂料__，干膜厚 30 μm。中间漆、防火漆、面漆做法同原配套；喷砂除锈建议采用小型可回收式喷砂机。

10.8 防火保护

1>_____本工程所有钢结构_____部位须作防火保护，__钢柱__构件防火涂料采用__厚__型，耐火极限为2.5 小时，干膜厚度_>10mm_；__桁架、钢梁__构件防火涂料采用__厚__型，耐火极限为__1.5__小时，干膜厚度>10mm；_____构件防火涂料采用_____型，耐火极限为____小时，干膜厚度_____。

☑ 厂家需提供防火材料的标准耐火试验资料和与耐火检测相对应的参数。对于钢结构防火保护层，非膨胀型防火涂料需提供等效热传导系数，膨胀型防火涂料、防护板需提供等效热阻参数；对于非钢结构防火保护层，需提供防火材料等效热传导系数。比热容和密度参数。

2>对于厚型防火涂料，外露钢结构的防火涂料表面需抹光滑，表面质量应美观，施工单位施工前应提供样板，待设计单位及业主认可后方可施工。

3>对于厚型防火涂料，当防火涂料的粘结强度不大于0.05MPa，或构件的腹板高度大于500mm且图层厚度不小30mm，或构件腹板高度大于500mm且图层长期暴露室外，或位于_____处，应在涂层内挂网。

4>采取防火措施的部位需进行防腐涂装，防火涂料涂于中间漆之上。面漆之下，底漆、封闭漆、中间漆要求详防腐涂装，外露可视部位面漆采用_____（耐火极限应为等面漆测试结果），中间漆加厚_____。

5>防火涂料主要参数要求如下：

厚型防火涂料主要参数　表10.8.1

粘结强度(MPa)	>0.04
抗压强度(MPa)	>0.3（NH），0.5（WH）
干密度(kg/m3)	<500（NH），650（WH）
热导率（W/（m.K））	≤0.1160（0.1kcal/m.h.℃）
耐水/耐湿热性(h)	>24（NH）/504（WH）
耐冻融循环性(次)	>15

（超）薄型防火涂料主要参数　表10.8.2

粘结强度(MPa)	>0.15（B），0.20（CB）
抗弯性	挠曲L /100，涂层不起层、脱落
抗振性	挠曲L /200，涂层不起层、脱落
耐水/耐湿热性(h)	>24（NB、NCB） /504（WB、WCB）
耐冻融循环性(次)	>15

10.9 钢结构防腐设计以及施工应考虑幕墙、装修、静态标识等二次结构的连接，二次连接构件与主体结构钢材直接连接的连接件不能大于主体结构件壁厚的0.7倍，且预加连接件需在主体吊装