翼缘板厚度t_1>20时，采用双面坡口全熔透一级焊缝。

（2） 支撑、桁架构件（含桁架上弦、下弦、斜撑、腹杆）腹板

支撑采用坡口全熔透二级焊缝；桁架构件采用坡口全熔透一级焊缝。

（3） 牛腿、钢梁腹板

腹板厚度t_w<20时，采用双面角焊缝，焊脚尺寸为0.7倍腹板厚度。

腹板厚度t_w≥20mm时，采用坡口全熔透二级焊缝。

4.13.4加劲板、钢梁铰接连接板与埋件间焊缝

（1） 柱、支撑及桁架节点区加劲板

桁架刚性连接的节点区（含节点区外延600mm范围）为坡口全熔透一级焊缝。

柱、支撑、梁柱、主次梁刚性连接的节点区（含节点区外延600mm范围）为坡口全熔透二级焊缝。

板厚度t<20mm，采用单面坡口全熔透焊缝。

板厚度t≥20mm，采用双面坡口全熔透焊缝。

（2） 其他加劲板、钢梁铰接连接板与埋件间焊缝

板厚度t<20mm，采用双面角焊缝，焊脚尺寸为0.7倍板厚度。

板厚度t≥20mm，采用坡口全熔透二级焊缝。

（3） 当钢梁铰接连接板采用双剪连接板时，一侧连接板可工厂焊接，采用全熔透二级焊缝；另一侧连接板现场焊接，采用单面坡口全熔透二级焊缝。

4.13.5钢柱与柱脚底板、柱脚加劲板焊缝

采用坡口全熔透一级焊缝。

4.13.6部分熔透焊缝，单面坡口时坡口深度不应小于板厚的2/3且不应小于16mm，双面坡口时，每侧坡口深度不应小于板厚的1/3，梁柱、牛腿等重要节点以及钢柱（不含混凝土内钢柱）质量等级二级，采用超声波探伤，探伤比例不小于20%，其他部位质量等级三级，外观质量应符合二级焊缝质量要求。

4.13.7梁柱节点区或牛腿，当采用角焊缝的对接与角接组合焊缝的T型接头，以及搭接连接角焊缝，其质量等级为二级，其他结构角焊缝质量等级为三级。

4.14 所有钢板的纵向对接焊缝，次梁与主梁的连接焊缝采用带衬板的坡口全熔透焊缝，全熔透焊缝如不带衬板则必须反面清根。

4.15 连接钢筋的可焊接套筒、搭筋板与钢板焊接，焊缝质量等级为一级。

4.16 焊钉焊接后应进行弯曲试验检查，其焊缝和热影响区不应有肉眼可见的裂纹，检查数量级方法按《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205执行。

4.17 全部焊缝应进行外观检查。要求全焊透的一级、二级焊缝应进行内部缺陷无损检测，一级焊缝探伤比例应为100%，二级焊缝探伤比例应不低于20%。

4.18 一级、二级焊缝评定等级及检验等级要求：

（1） 一级焊缝：评定等级Ⅱ，检验等级B级。

（2） 二级焊缝：评定等级Ⅲ，检验等级B级。

4.19 超声波探伤比例的计数方法应按以下原则确定：

（1） 对工厂制作焊缝，应按每条焊缝计算百分比，且探伤长度应不小于200mm，当焊缝长度不足200mm时，应对整条焊缝进行探伤。

（2） 对现场安装焊缝，应按同一类型、同一施焊条件的焊缝条数计算百分比，探伤长度不小于200mm，并不少于1条焊缝。

（3） 对于框架梁柱接头，在梁翼缘上下各600mm的范围以及柱工地接头上下侧各100mm的范围内的框架柱全焊透坡口焊缝、框架梁(以及悬臂梁)上下翼缘与框架柱的全熔透坡口连接焊缝，每条焊缝探伤检查长度为该焊缝长度的50%且不少于200mm。

4.20 焊接质量抽样检验结果判定应符合以下规定：

（1） 除裂纹缺陷外，抽样检验的焊缝数不合格率小于2%时，该批验收合格；抽样检验的焊缝数不合格率大于5%时，该批验收不合格；抽烟检验的焊缝数不合格率为2%~5%时，应按不少于2%探伤比例对其他未检焊缝进行抽检，且必须在原不合格部位两侧的焊缝足长线各增加一处，在所有抽检焊缝中不合格率不大于3%时，该批验收合格，大于3%时，该批验收不合格。

（2） 当检验有1处裂纹缺陷时，应加倍抽查，在加倍抽检焊缝中未再检查出裂纹缺陷时，该批验收合格；检验发现多处裂纹缺陷或加倍抽查又发现裂纹缺陷时，该批验收不合格，应对该批余下的焊缝的全数进行检验。

（3） 批量验收不合格时，应对该批余下的全部焊缝进行检验。

4.21 所有查出的不合格焊接部位应按规定进行修补至检查合格。除Q235钢材外，其他钢材同一部位返修次数不应超过2次。

4.22 超声波探伤的方法及评定标准均按照《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB/T11345进行。超声波探伤不能对缺陷作出判断时，应采用射线探伤，其方法及评定标准均按照《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T3323进行。

4.23 厚度小于6mm钢材的对接焊缝，不应采用超声波探伤确定焊缝质量等级。

4.24 当上述检查发生疑问时须进行着色渗透探伤或磁粉探伤的复检。

4.25 除注明外应在工厂中完成焊接。铺设钢筋桁架钢承板的楼面梁，其铺设钢承板面的焊钉现场焊接，并应在浇灌混凝土前焊抗剪焊钉。

5 高强度螺栓连接

5.1 图中凡所有高强度螺栓连接的摩擦面均应喷硬质石英砂或铸钢棱角砂处理，摩擦面的抗滑移系数不应小于0.45。摩擦面抗滑移系数应根据试验确定，其试验结果须提交监理工程师及有关单位技术负责人认可。当抗滑移系数不满足以上数值时，高强度螺栓数量应根据实际抗滑移系数和设计内力进行调整增加。

5.2 钢结构制作和安装单位应分别以钢结构制造批为单位进行抗滑移系数试验和复验，其结果应符合设计要求，试验数量及方法按《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205执行。

5.3 构件加工、运输、存放时，须保证摩擦面的喷砂效果符合设计要求，安装前需经检查，合格后方可进行高强螺栓的安装。

5.4 柱、梁刚性连接节点的施工中，应先安装高强度螺栓，后焊接翼缘板与柱连接。

5.5 高强度螺栓连接的施工应按照现行国家标准《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ82进行。

6 除锈及防腐

6.1 钢结构防腐设计年限为15年，钢构件的除锈和涂装应在制作质量检验合格后进行。

6.2 涂装前，钢材表面采用喷砂除锈，除锈等级Sa2½，其质量要求应符合国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定》GB/T8923中的有关规定;现场补漆应用风动或电动工具除锈，达到St3级；表面粗糙度Rz为30~70μm，并不超过1/3的防腐涂料干膜厚度；处理后的材表面不应有焊渣、焊疤、灰尘、油污、水和毛刺等。

6.3 钢材表面的锈蚀应符合《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定》GB/T8923中的第一部分有关规定的B级及B级以上。

6.4 钢结构涂装要求（型钢混凝土中的钢构件、钢管混凝土钢构件内壁与混凝土的接触面除外）：

6.4.1 应采用耐候型防腐涂料，须满足《建筑用钢结构防腐涂料》JG/T 224的Ⅱ型面漆和长效型底漆的产品性能要求。所有钢构件在出厂前均涂环氧富锌底漆（耐盐雾试验不小于1440小时），富锌底漆不挥发分中金属锌含量不少于80%，油漆附着力要求大于划格法一级；除锈完成后至底漆喷涂的时间间隔不得大于3小时；中间漆也宜在出厂前涂装。

6.4.2 构件出厂安装前，钢结构表面摩擦连接面不能涂漆，现场焊缝两侧应预留100mm~150mm宽度涂刷车间底漆临时保护，待工地拼装焊接后，应对焊缝热影响区进行二次表面处理，再按设计要求重新进行表面清理和喷涂施工。

6.4.3 对于预留底漆部分及运输安装过程中损坏的底漆，应手工打磨后补足底漆厚度；高强度螺栓连接未涂涂料区亦应补涂。

6.4.4 对于现场焊缝，应仔细打磨后再刷防锈漆，要求与本体部分相同。

6.4.5 钢结构涂装技术要求见下表（待定）：

（1） 主体钢结构室外钢构件（防腐蚀性等级为C4）

涂层	涂料	干膜厚度（μm）		
		不涂装面漆时	涂装面漆时	
底层	环氧富锌底漆	80	70	70
中间层	环氧云铁中间漆	200（2x100）	120（2x60）	120（2x60）
防火涂料	非膨胀型/膨胀型	非膨胀型防火涂料厚度	非膨胀型防火涂料厚度	膨胀型防火涂料厚度
抛嵌层	专用氯化橡胶（有色），可带乳胶漆（无色）	--	有	--
面层	丙烯酸聚硅氧烷面漆	--	80（2x40）	80（2x40）

（2） 主体钢结构室内钢构件（防腐蚀性等级为C3）

涂层	涂料	干膜厚度（μm）		
		不涂装面漆时	涂装面漆时	
底层	环氧富锌底漆	80	70	70
中间层	环氧云铁中间漆	140（2x70）	80（2x40）	80（2x40）
防火涂料	非膨胀型/膨胀型	非膨胀型防火涂料厚度	非膨胀型防火涂料厚度	膨胀型防火涂料厚度
抛嵌层	专用氯化橡胶（有色），可带乳胶漆（无色）	--	有	--
面层	聚氨酯面漆	--	70（2x35）	70（2x35）

（3） 非主体钢结构钢构件（室内装饰构件、设备支架等）（防腐蚀性等级为C3）

涂层	涂料	干膜厚度（μm）
		涂装面漆
底层	环氧富锌底漆	70
中间层	环氧云铁中间漆	60
防火涂料	非膨胀型/膨胀型	--
抛嵌层	专用氯化橡胶（有色），可带乳胶漆（无色）	--
面层	聚氨酯面漆	70（2x35）

上述涂装体系中，当钢梁顶面有通过焊钉连接的钢筋桁架楼承板时，钢梁顶面与钢筋桁架楼承板接触部分仅需底层涂料，为保证焊钉焊接质量兼顾上翼缘防腐要求，接触部分的底层涂料厚度可减薄为50μm。

6.4.6 整套防腐系统所有涂层及总系统附着力≥5MPa。

6.5 钢构件外露于室外或室内，表面无其他装饰构件包裹时，均应采用面漆，面漆的颜色应满足建筑装饰要求。室内外钢材构件的划分：详建筑专业施工图。

6.6 所有锚具、螺杆、抽销均做电镀锌处理，厚度为50μm，并符合GB/T 5267.3要求。

6.7 如采用其他防锈材料和工艺，其性能应有可靠保证，并应经设计认可。

6.8 涂装后施焊处要补涂。

6.9 钢结构防腐涂料、涂装遍数、涂层厚度均应符合设计和涂料产品说明书要求。检查数量与检验方法应符合下列规定：

（1） 按构件数量抽查10%，且同类构件不应少于3件。

（2） 每个构件检测5处，每处数值为3个相距50mm测点涂层干漆膜厚度的平均值。

7 防火

7.1 本工程耐火等级为一级，钢结构防火设计年限为15年，需作防火处理的钢构件部位、防火涂料耐火极限要求：

构件类型	耐火极限（小时）	防火涂料类型
钢管混凝土柱、钢柱	3.0	非膨胀型（有观感需求处采用防腐面漆）
钢桁架	3.0	非膨胀型（有观感需求处采用防腐面漆）
柱间钢支撑	3.0	非膨胀型（有观感需求处采用防腐面漆）
其他钢框梁/钢梁/楼面钢支撑	2.0	非膨胀型（有观感需求处为膨胀型）
钢楼板	2.0	非膨胀型（有观感需求处为膨胀型）
蔬敞钢楼梯	2.0	非膨胀型（有观感需求处为膨胀型）
钢连桥	3.0	非膨胀型（有观感需求处为膨胀型）

注：有观感需求处为直接暴露于人的视野，无面层、幕墙等建筑装饰构件包裹的构件，或无吊顶遮挡的楼面。

7.2 本工程不需要做防火的钢构件：

（1） 型钢混凝土中的钢构件。

（2） 钢筋桁架钢承板。

7.3 承包商应根据拟采用的防火材料组分性能、构件耐火极限要求，确定防火材料的厚度，并取得当地消防管理部门的批准。选用的防火涂料应与防腐涂料相容匹配，并有良好的结合能力，应具有相容性证明文件。

7.4 防火涂料应选用环保材料，不含有石棉和甲醛，不宜采用苯类溶剂，涂层实干后不应有刺激性气味。

7.5 室内钢结构防火涂料和室外钢结构防火涂料应满足各自的理化性能要求。

7.6 防火涂料使用符合《钢结构防火涂料》GB14907之要求，并取得公安部消防产品合格评定中心所发的有效型式认可证书的优质产品。

7.7 室内非膨胀型防火涂料应选用干密度小于400kg/m³的优质产品，钢梁的挠曲度不超过长度的1/100时，防火涂料应无龟裂及变形。

7.8 防火涂料固化时间宜小于1小时，且对钢结构不具有腐蚀性。

7.9 涂料施工、检验与验收必须严格执行现行行业标准《钢结构防火涂料应用技术规范》CECS24。

7.10 防火涂料需在防腐中间漆完成后再涂装，然后涂装面漆。当防火涂料具有且达到面漆的防腐性能时，做防火涂料的部位若建筑无特别要求，可不做面漆。

7.11 防火涂料的涂层厚度应符合耐火极限的设计要求，宜直接采用实际构件的耐火试验数据或《钢结构防火涂料应用技术规程》CECS24推算并按《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99进行验算，取其较大值确定实际构件的防火厚度。

7.12 膨胀型防火涂料的涂层厚度应符合耐火极限的设计要求。非膨胀型防火涂料的涂层厚度，80%及以上面积应符合耐火极限的设计要求，且最薄处厚度不应低于设计要求的85%。检查数量按同类构件数抽查10%，且均不应少于3件。

8 施工

8.1 当施工方法对结构的内力和变形有较大影响时，应进行施工方法对主体结构影响的分析，并应对施工阶段结构的强度、稳定性和刚度进行验算。

8.2 钢—混凝土组合结构施工应分析不同材料施工方法和施工顺序对结构的影响。

8.3 钢—混凝土的结合部位不应出现影响结构安全的混凝土脱空、不密实。

8.4 钢构件和混凝土连接处应采取防水、排水构造措施；对钢构件及组合构件防腐、防火涂装应采取成品保护措施。

8.5 钢筋安装铺设过程中，严禁损伤钢构件、连接件和栓钉。

8.6 钢管混凝土拱肋在钢管上开孔和焊接临时结构时，应经过设计许可，且应采取结构补强措施。当割除施工用临时钢件时，严禁损伤钢管拱肋。

8.7 钢—混凝土组合结构中钢筋与钢件直接焊接时，应进行不同钢种的焊接工艺评定。

8.8 施工阶段钢—混凝土组合楼板的挠度应按施工荷载计算，其计算值和实测值不应大于板跨度的1/180，且不应大于20mm。

8.9 当采用其他牌号钢材代换时须经设计许可，并提供材料材性合格报告。

8.10 钢管混凝土、型钢混凝土部分的施工应首先进行钢构件的安装，确保就位正确后进行可靠连接，然后方可进行钢筋及模板架设和浇注混凝土的施工。钢构件的制造安装要求同钢结构部分。

8.11 如有穿孔，钢管、型钢构件应根据设计要求，预先在工厂加工钢筋贯穿孔，确保位置正确。

8.12 型钢混凝土中的型钢表面不作防火、防锈特殊处理，但需除去表面锈迹、污渍，除锈等级为St2。

8.13 若型钢混凝土中的型钢在备料、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。

8.14 钢管、型钢定位确保定位准确无误，应密切注意安装及混凝土浇注过程中构件可能出现的标高变化以及构件的偏移和倾斜，及时纠正。

8.15 钢梁、钢柱表面的焊钉焊接严格按《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205的有关要求执行，定位应准确无误，按有关规定抽检。

8.16 楼面钢筋安装就位后，应及时浇注混凝土楼面。

8.17 钢结构施工支架拆除，结构受力后，不得在钢结构上进行焊接操作。

8.18 制作及安装中应采取措施，使未涂装的钢结构空腔完全封闭，且保证封闭空腔内空气的相对湿度在60%以下。

8.19 严禁摩擦面涂红丹防锈漆作为临时或永久型防腐措施。

8.20 不应在潮湿或淋雨状态下进行拼装。

8.21 本设计考虑的施工荷载系指与楼面荷载性质相同的竖向均布荷载，钢框架梁在未浇灌楼板之前，不得施加其它性质和方向荷载，不得用钢梁的下翼缘支撑混凝土模板或其他集中力。柱身不得施加设计以外的任何侧向荷载。

8.22 每节柱吊装就位后，应精确复测，并将有关测试数据及误差及时反馈到设计公司和制作加工单位，并对下节柱和梁下料制作和定位进行修正，防止误差积累。

8.23 钢结构施工时，应设置可靠支护，支撑体系保证梁、柱施工时的侧向稳定性和安全性。运输吊装过程中，应采取措施防止过大变形和失稳。

8.24 本设计图中现场拼装大样未考虑其他特殊附加荷载（如强台风天气等），施工单位应提前做好应对措施并设置临时支撑，以保证结构稳定性和安全性。

8.25 应在施工及使用期间对结构的垂直度、柱顶及混凝土筒体的位移量进行观测，测量变形等级应满足行业标准《建筑变形测量规程》JGJ8。

8.26 钢结构安装、焊接过程中应采取减小施工引起的初始残余应力的措施，桁架腹杆应采取先螺栓铰接后焊接固接等减小桁架重力荷载和施工荷载产生的初始应力措施。

8.27 主体结构应进行施工全过程监控，测量若干控制点的重要构件的应力、整体变形及温度变化，并做施工过程的仿真分析。监控的信息应及时反馈给各有关单位，每个关键阶段均应提供完整的监控报告，若发现异常，设计人可提出调整监控方案和施工方法的要求，以确保工程安全。

8.28 监测工作应由除施工、监理单位之外的独立单位承担，监控单位应具有有关资质及类似工程的经验。

8.29 在施工过程中，本说明应结合混凝土施工说明共同使用。

8.31 施工期间遇到的施工安全、环境保护等应按有关标准执行。

8.32 施工方法、顺序、质量及验收等应符合国家、行业和广东省有关工程的施工及验收标准、规定和通知等文件。

8.33 本工程设计文件中未详尽之处，应按现行国家、行业和广东省的有关标准及有关的规定、通知等文件执行。

8.34 塔楼均需按施工模拟分析的结果进行预调整。施工单位在施工过程中需设置足够的变形监控点，以监控施工过程中的变形情况。监控过程中将每一施工步的构件位置与施工模拟分析的结果进行对比，若发现偏差过大时，应在后续的施工过程调整，避免偏差累积。每一个监控点应同时监控水平和竖向变形。

9 验收

9.1 钢—混凝土组合结构验收应同时覆盖钢构件、钢筋和混凝土等各部分，针对隐蔽工序应采取分段验收的方式。

9.2 钢—混凝土组合构件施工中，隐蔽工序验收应符合下列规定：

（1） 钢筋、模板安装前，应检验钢构件施工质量。

（1） 混凝土浇筑前，应检验连接件、栓钉和钢筋的施工质量。

（1） 混凝土浇筑后，应检验组合构件的施工质量。

9.3 钢管混凝土应进行浇筑混凝土的施工工艺评定，主体结构管内混凝土的浇筑质量应全数检验。

9.4 钢—混凝土组合构件中钢筋与钢构件的连接质量验收应符合下列规定：

（1） 采用绕开法连接时，应检验钢筋的锚固长度。

（2） 采用开孔法连接时，应检验钢构件上空洞质量和钢筋锚固长度。

（3） 采用套筒或连接件时，应检验钢筋与套筒或连接件的连接质量。

（4） 钢筋与钢构件直接焊接时，应检验焊接质量。

10 深化设计

10.1 钢结构工程施工前应进行深化设计。钢结构深化设计按交付标准和设计深度可分为结构深化设计和施工详图设计。结构深化设计成果应由设计单位确认，施工详图设计成果应由深化设计单位确认。

10.2 深化设计资质要求

钢结构深化设计单位应具有相应的管理体系和设计团队，具备完善的质量保证体系，对相应图纸应签字确认、加盖单位深化设计专用章，并对深化设计文件质量负责。

10.3 深化设计要求

（1） 深化设计应充分理解与体现施工图设计文件的各项要求与意图。

（2） 深化设计深度应充分满足构件加工制作需要，包括复杂空间构件的曲面展开表达、板件尺寸、布置、定位、连接件规格、材料表等。在满足板厚、连接过液区形式、焊接操作空间前提下，尽量使构造合理，减少焊缝数量。

（3） 深化设计应充分考虑加工制作工艺的技术要求，并考虑到下料、加工工艺引起的偏差。

（4） 深化设计应充分考虑结构焊接变形、安装变形及次结构安装顺序因素，使结构最终尺寸满足设计文件要求。

（5） 应根据现场安装的实际需要绘制安装节点图。

（6） 深化设计应考虑构件运输与吊装的要求。

（7） 结构深化设计应经设计单位结构工程师认可后，方可进行材料的订货与构件加工。

10.4 结构深化设计成果应提交设计单位及其他有关部门进行审核，设计单位在审核图纸后提出审核意见，但不意味着承担或减免深化设计单位应负的责任。

10.5 其余未详事宜，应满足《钢结构工程深化设计标准》T/CECS 606-2019、《钢结构深化设计制图标准》T/CSCS 015-2021有关要求。

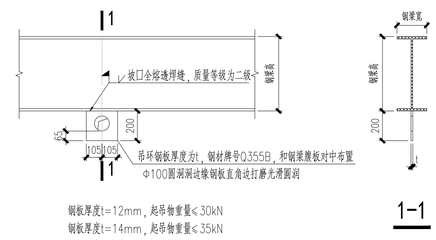
11 主要钢构件代号

11.1 除特别注明外，钢构件代号如下：

宽翼缘热轧H型钢：HW	钢管混凝土柱：KZ
中翼缘热轧H型钢：HM	钢框架柱：GKZ
窄翼缘热轧H型钢：HN	钢吊柱：GDZ
焊接H型钢：H	钢框架梁：GKL
矩形钢管：□	钢梁：GL
角钢：L	型钢混凝土中的型钢柱：XGZ
T形钢：T	型钢混凝土中的型钢梁：XGL

12 其他

12.1 当单体设计图中注明钢梁下需要吊环时，构造如下：



钢板厚度t=12mm，起吊物重量≤30kN

钢板厚度t=14mm，起吊物重量≤35kN

钢板厚度t=16mm，起吊物重量≤40kN

图12 钢梁下吊环

璞元建筑 PUREYE ARCHITECTS

广州璞元建筑设计有限公司

审定		校对		工程名称		图纸名称	钢结构及组合结构设计总说明（二）	工程编号	A12025D1
审核		设计负责人		项目名称	惠州仲恺国际会议中心重要修缮			图号	GS-T-10
项目负责人		设计人						比例	1:100

阶段	施工图设计
日期	2025.05