

DB4401

广 州 市 地 方 标 准

DB4401/T 236—2023

装配式设备与管线技术规范

Technical specification for prefabricated equipment and pipelines

2023-11-20 发布

2023-12-20 实施

广州市市场监督管理局 发 布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 2

5 集成设计 2

 5.1 一般规定 2

 5.2 设计图集成设计 2

 5.3 BIM 模型设计 3

 5.4 预制模块设计 3

 5.5 装配式机房深化设计 5

 5.6 装配式支吊架设计 7

6 生产运输与存放 8

 6.1 一般规定 8

 6.2 生产准备 8

 6.3 部品部件制作加工 9

 6.4 出厂检验 9

 6.5 吊装运输 9

7 装配施工 10

 7.1 一般规定 10

 7.2 施工准备 11

 7.3 设备预制模块安装 11

 7.4 管组预制模块安装 12

 7.5 装配式支吊架安装 13

8 成品保护 14

9 安全与环境 14

10 进场与施工质量验收 15

 10.1 进场验收 15

 10.2 质量验收 15

11 智慧建造与运营维护 17

附录 A（资料性） 预制模块质量验收记录表 18

附录 B（资料性） 转运交接记录表 20

附录 C（资料性） 承重支吊架工程检验批质量验收记录表 21

附录 D（资料性） 装配式设备与管线检验批质量验收记录表 22

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广州市住房和城乡建设局提出并归口。

本文件起草单位：广州建筑股份有限公司、广州市机电安装有限公司、广州市标准化研究院、广东省建筑设计研究院有限公司、中建八局华南建设有限公司、广州市设计院集团有限公司、广州市建工设计院有限公司、东莞市镒辰智造预装配技术有限公司、广州市水电设备安装有限公司、广州建筑装饰集团有限公司、广州一建建设集团有限公司、广州建筑工程监理有限公司、越秀地产广州区域公司、广州市时代控股集团有限公司、广州凡祖建筑科技有限公司、中建四局安装工程有限公司、广州帕亮建筑装饰工程有限公司、广州市市政工程机械施工有限公司、广州市恒盛建设集团有限公司、广州市第三市政工程有限公司、广东兴广建设工程有限公司、广州百乐建筑信息技术有限公司、广州城市电力工程有限公司、广州建筑装配式机电有限公司。

本文件主要起草人员：马震聪、卓乐君、郑勇、马国鹰、李汉广、何伟斌、陈箭、霍迎辉、刘坡军、许穗民、郝冠男、李颀、赖海灵、韩子英、罗伟群、凌文轩、黄志超、温锦成、谢家盼、沈德林、张文、伍瑶熙、陈启生、徐建军、宋咏明、谭美娟、王道初、冯建毅、肖俊斌、刘毅、麦穗鸣、刘亮、孙立杰、樊健豪、李照晓、刘世辉、谢永超、梁志坚、李建明、王燕霞、陈凡、吴奎、蔡荣勋、杜兆财。

装配式设备与管线技术规范

1 范围

本文件规定了装配式设备与管线的基本规定、集成设计、生产运输与存放、装配施工、成品保护、安全与环境、进场与施工质量验收、智慧建造和运营维护等要求。

本文件适用于新建、改建和扩建建筑的装配式设备与管线的集成设计、生产、运输、施工安装、质量验收及使用维护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准
GB/T 37267 建筑抗震支吊架通用技术条件
GB/T 38053 装配式支吊架通用技术要求
GB 50210 建筑装饰装修工程质量验收标准
GB 55002 建筑与市政工程抗震通用规范
GB 55016 建筑环境通用规范
GB 55021 既有建筑鉴定与加固通用规范
JGJ 160 施工现场机械设备检查技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

装配式设备与管线 fabricated equipment and pipelines

通过集成设计，在工厂内进行模块化、标准化生产，现场施工主要以冷连接装配式安装为主的设备与管线。

3.2

机电集成设计 mechatronic integrated design

利用现代信息化技术实现建筑设备与管线系统、装修一体化的设计。

3.3

装配式机电预制构件 fabricated electromechanical prefabricated unit

组成设备组模块与管线模块的可标准化生产的预制构件。

3.4

模型元素 model elements

建筑信息模型的基本组成单元，简称模型元素。

3.5

冷连接 cold connection

一种无需加热和焊接即可实现连接的加工工艺。

3.6

设备管线预制模块 prefabricated modules of equipment and pipelines

通过集成设计、工厂内标准化生产在现场采用冷连接装配的机电系统模块。

4 基本规定

- 4.1 装配式设备与管线的设计、生产、加工、运输、施工安装、调试检测、验收和使用维护应采用集成的方法统筹安排，实现全过程的协同。
- 4.2 装配式设备与管线应综合协调建筑、结构和装修等专业，制定相互协同的施工组织方案。
- 4.3 装配式设备与管线的生产加工应建立完善的生产质量管理体系包含材料检验、试压记录、出厂检验记录，设置产品标识，提高生产精度，保障产品质量。
- 4.4 装配式设备与管线应进行技术策划，对技术选型、经济可行性进行评估，并应科学合理地确定技术实施方案。
- 4.5 装配式设备与管线宜采用建筑信息模型技术，实现全专业、全过程的信息化管理。
- 4.6 装配式设备与管线宜采用智能化技术，提升机电系统使用的安全、便利、舒适和环保等性能。
- 4.7 装配式设备与管线应满足环保性、经济性、安全性、耐用性等要求，并应采用绿色建材和性能优良的产品。
- 4.8 装配式设备与管线涉及的主要设备、材料、配件等，应符合国家现行有关标准要求，严禁使用国家明令淘汰产品。
- 4.9 装配式设备与管线的设计、生产、施工和验收，除应符合本文件的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

5 集成设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 装配式设备与管线的集成设计应统筹考虑建筑构造、系统功能、材料性能、生产工艺、运输吊装条件、现场施工环境等因素。
- 5.1.2 装配式设备与管线集成设计内容应包括设备选型、参数复核、设备布置、管线综合、净高控制、空间划分、预制模块划分、支架设计、专业协调等。
- 5.1.3 装配式设备与管线集成设计宜遵循管线分离原则，通过一体化设计、工厂化生产的方式，使机电系统的部件模块化、标准化，并能在现场进行组合安装。
- 5.1.4 装配式设备与管线集成设计宜在建筑工程的施工图设计阶段同步进行，设计文件应包括设计图、BIM模型、文档资料、计算书等内容。
- 5.1.5 装配式设备与管线集成设计应保证系统功能需求，应对各专业进行系统参数的校核，集成设计成果应经过原设计单位审核。

5.2 设计图集成设计

5.2.1 设计图应按以下原则制作：

- a) 机电集成设计文件应包括集成设计图纸、BIM模型、文档资料、计算书等内容；机电集成设计

图应包含设计生产施工说明、土建提资图、机电管线综合图、机电单专业图、预制加工图、装配施工图等；

- b) 管线综合图应利用BIM技术进行协调；
- c) 管线综合图的图例、线型和数据标注应与相关专业的施工图保持一致；
- d) 管线综合图应标注主要管线名称、尺寸、位置和标高等。

5.2.2 预制加工图按以下原则制作：

- a) 应明确制作流程、管道预处理要求及方法、成品保护、转运储存等要点，并形成生产说明书；
- b) 加工尺寸、加工工艺、设备名称、附件类型及规格、编码信息等应标注齐全、简洁清晰；
- c) 应包含材料列表；
- d) 单张图纸不宜包含多个预制模块的加工详图；
- e) 设备预制模块预制加工图宜采用主视图、俯视图、侧视图及三维视图相结合的形式；
- f) 图纸比例宜不小于1:50。

5.2.3 装配施工图按以下原则制作：

- a) 应明确装配要求、装配顺序、装配定位、编码信息等要点，标注齐全、简洁清晰；
- b) 复杂区域宜结合三维视图明确装配管线的空间位置；
- c) 应注明各管道的名称、材质、管径、定位，分支管道预留口的开口方向、定位尺寸，管道组件、附件的型号、规格，装配施工图尺寸精确至毫米；
- d) 应明确缆线保护管槽、接线盒、预埋件、预留洞等在预制墙、板、构件上的定位尺寸。

5.2.4 机电管线穿越楼板和墙体时，应采取防水、防火、隔声、密封、防潮、防结露等措施，各项措施应符合现行国家标准、规范。

5.2.5 同一个区域水平方向相互平行的机电管线、风管宜集中布置；管线优先水平排布，当水平排布不开时，遵循风上电中水下的原则布置。风管布置在上方，桥架和水管在同一高度时，水平分开布置，在同一垂直方向时，桥架在上，水管在下进行布置；竖向的机电管线、风管宜分专业布置在各自的竖井之中。

5.2.6 装配式设备与管线的抗震设计应符合现行国家标准、规范。

5.3 BIM 模型设计

5.3.1 机电集成设计宜使用BIM技术进行设计，工程信息应以BIM模型为载体。设计阶段的BIM模型应包含设计阶段要交付的全部设计信息，且应为后续接入生产、施工、造价、运维等数据信息预留接口。

5.3.2 BIM模型应根据专业、系统、材料、设备等方式进行区分，并符合构件级模型单元和零件级模型单元的模型分级要求。

5.3.3 装配式部品、装配式构件应以模型单元为基本操作对象。

5.3.4 BIM模型单元应具备唯一标识码。

5.3.5 集成设计图纸和信息宜从BIM模型生成和提取。

5.3.6 BIM模型深度应符合设计、生产、运输、安装及运维要求。

5.3.7 BIM模型宜能索引项目中相关信息和资料，并确保索引路径有效。

5.3.8 BIM模型设计应包含空间协调、模拟分析、工程量统计、图纸和报表生成等应用。

5.3.9 BIM模型设计细度不应低于G3/N4，模型元素的主要尺寸应与产品实物一致。

5.4 预制模块设计

5.4.1 预制模块设计应依据相关设计规范要求，结合施工区域内的管线综合布置情况和运输吊装条件，在保证建筑结构安全的前提下，进行合理的预制模块划分。预制模块宜包括设备预制模块、管组预制模块等。

- 5.4.2 不同预制模块之间接口的连接形式、管径应符合设计要求，管道连接宜采用法兰、卡箍、卡压、环压等冷连接方式。设备预制模块、管组预制模块的接口位置应尽量避免避开装配式机电预制构件的接口位置，且泵房内管组模块不应跨越电气设备。
- 5.4.3 预制模块设计应复核模块安装位置的结构荷载，设计方案应符合现行国家相关标准与规范要求。当采用吊装孔吊运时，预制模块的外边缘与吊装口边缘净距不应小于 0.5 m。
- 5.4.4 预制模块应设置合理的吊装点，吊点数量及位置应经力学分析及验算，且应复核吊点的规格与型号。
- 5.4.5 预制模块中的管道连接宜采用顺水弯通或分水器方式连接。
- 5.4.6 设备预制模块按以下要求设计：
- 所有单一构件的设置应符合相关规范及设计要求；
 - 预制模块宜按单专业单系统划分，一个模块内不宜包含多个机电专业或系统的设备；
 - 模块外形尺寸应以满足运输、吊装、安装需求为宜，不宜过大；
 - 模块支架宜采用落地形式，并符合基础安全荷载；
 - 设备预制模块设计宜兼顾设备造价和适配性；
 - 设备预制模块设计应符合节能、节水、节地、节材及环境保护的要求；
 - 模块应根据需要进行等电位接地；
 - 预制模块内部、模块之间应留有足够的检修空间；
 - 设备预制模块设计方案中应有降噪、减振的措施；
 - 设备模块中的管道及其阀部件设置应符合原设计要求，阀门间距应满足压力表、温度计的安装及检修要求；
 - 制冷机房内，设备模块的重量不宜大于机房内的最重设备；
 - 体积过大或重量过重的设备模块可采用场外拆分、场内拼装的形式，各拆分构件的连接宜采用活套法兰、卡箍、丝扣等冷连接方式连接；
 - 运行中有振动的设备应设减振台座并用限位器固定，减振台座宜采用四周带有排水槽的形式，根据设备质量、惯性台座质量、设备扰动频率等选择弹簧减振器型号，弹簧减振器应满足表1建议最低频率比及表2隔振效率的要求。

表1 建议最低频率比

建筑用途	示例	f/f_0
只考虑隔振的场所	工厂、地下室、仓库、车间等	2
一般场所	办公室、商店、食堂、综合楼等	2.5
需加注意场所	旅馆、医院、学校、商住楼、住宅等	4
要特别注意场所	播音室、录音室、音乐厅、高层建筑上层	5

表 2 水泵机组隔振效率

f^a/f_0^b	2.6	2.8	3.0	3.5	4.0	4.4	5	6
T_u^c	0.22	0.18	0.14	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04
I^d	78	82	86	90	92	94	95	96

^a f 为干扰频率, $f=n/60$ (其中 n 是设备每分钟的速度)。

^b f_0 为减振器固有频率, $f_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g}{h}}$ (其中 h 是弹簧的静态位移或压缩量)。

^c T_u 为绝对传递率。

^d I 为隔震效率 (%)。

- 5.4.7 管组预制模块按以下要求设计：
- a) 应减少管道分段数量，新增管道连接点数量不宜超过传统方式连接点数量的10%；
 - b) 机房管线模块的长边不宜超过6 m，宽边不宜超过2 m；当机房管线模块有3个布置平面时，最短边不宜超过0.5 m；
 - c) 单个管组预制模块至少有一个支架支撑，连接点两侧0.5 m内应加设支架。
- 5.4.8 泵组预制模块除符合 5.4.6 的规定外，按以下规定设计：
- a) 单个泵组预制模块不宜超过4台水泵，各台水泵应属于同一机电系统，若超过宜增加预制模块；
 - b) 并联水泵的出口管道与总管连接时应采用顺水流斜向插接的形式，夹角不应大于60°；
 - c) 泵组基础宜采用条形基础，避免泵组框架内积水；
 - d) 泵组预制模块设计应考虑水泵及各种阀门、管道更换维修的空间、进出、运输通道。
- 5.5 装配式机房深化设计
- 5.5.1 机房深化设计应符合装配式的政策和技术要求，并应满足装配式现行国家技术标准。
- 5.5.2 在设备采购后应对深化设计进行调整，主要核查以下内容：
- a) 设备设计参数、配电要求、规格尺寸、荷载重量、放置位置、设备基础；
 - b) 设备接口大小、标高、承压等级；
 - c) 连接管道、配件、电缆接口等信息。
- 5.5.3 机房内的设备机组宜采用一体化集成技术设计与安装，设计方案应满足施工、安装、维护与用户日常使用的便利性，并应符合下列要求：
- a) 应满足工厂化预制、现场装配式安装的要求，有利于节省机房面积、有利于运输和安装；
 - b) 设备集成设计遵循就近组合的原则，在保证合理净空的前提下，避免管道布置过于复杂；
 - c) 设备集成机组宜采用落地支撑体系，支吊架系统设计方案应经过力学分析及验算，其预制模块设计方案应保证运输、吊装、装配等要素的可行性与合理性；
 - d) 根据项目特点，制定水泵与控制柜、换热器、分集水器、各种箱体、罐体、大型过滤器，流量计、热力计量装置等的各种功能模块的集成方案；
 - e) 设备及管线预制模块应按照装配施工方案的装配顺序提前编号，严格按照编号顺序装配，遵循先主后次、先大后小、先里后外的原则进行装配。
- 5.5.4 装配式设备机房内的同类设备宜统一区域布置，各类设备、接口实现标准化、模块化、便于施工、管理，设备与管道及附配件安装宜成排成线，标高一致。
- 5.5.5 机电设备及管线不应影响门、窗及消防通道等设施的正常使⽤，并充分考虑调试、检测、维修等所需的必要空间。
- 5.5.6 机房内的地面和设备机座应采用易于清洗的面层；机房内应按设计需求设置给水与排水设施，

满足水系统冲洗、排污要求。

5.5.7 机房管线模块按以下要求设计：

- 应综合考虑机房管线模块的运输、安装等要求，进行合理分段；
- 机房管线模块划分时应尽量避开管道的弯头和顺水三通，对于不易控制尺寸或角度参数的管段可组合为一个管道构件；
- 应综合考虑管道支吊架布置方案，每个分段点前后1m内应加设支吊架进行固定；
- 机房内的管道组件宜采用大曲径弯头连接；

5.5.8 纠偏段按以下要求设计，见图 1：

- 设置数量不宜过多，应保证模块X、Y、Z方向上至少分别预留有1~2段可调管段，长度宜小于500 mm，宜设置于设备进出口，管道系统起始、终止段；
- 宜设置在弯头处，不应设置在三通处或异型构件处；
- 应设置在便于施工的位置，不宜设置在设备或管道的上方。

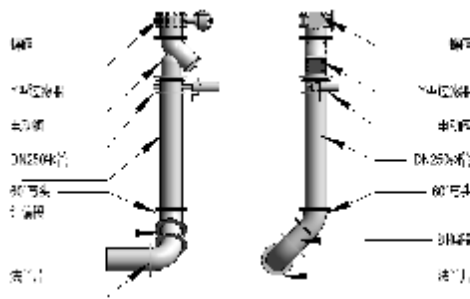


图 1 纠偏段正视图、侧视图

5.5.9 空调风机盘管阀组预制模块按以下要求设计：

- 风机盘管阀组模块设计应合理布置管段、阀门、相关配件及支架的位置及空间，采用C型钢连成整体；
- 滴水盘的尺寸应能覆盖所有阀组件；
- 过滤器应按可拆卸安装；
- 滴水盘应有一定坡度，坡向出水位置。

5.5.10 空调机组（AHU）阀组预制模块按以下要求设计：

- 成排阀组应标高、间距一致；
- 应进行模块综合支架设计，保证运输安装过程的稳定。

5.5.11 空调风机盘管阀门组预制模块应在适当位置增设活接头或可拆卸法兰以便后期阀门更换。

5.5.12 报警阀组预制模块按以下要求设计：

- 采用同轴心排布法对各个构件进行设计，同类阀门、构件等进行轴心排列；
- 模块支撑体系宜设置成装配式结构，并进行受力计算，同时还应考虑吊装运输受力点的设置，保证模块的安全稳定；
- 每个模块不宜超过3个报警阀组，并应满足运输安装的要求；
- 采用法兰连接时，两法兰面应平行，法兰面与管道中心线应垂直且应同心；连接螺栓长度应一致，螺母应在同一侧，并应均匀拧紧；法兰衬垫的材料、规格和厚度应符合设计要求衬垫不得突入管内或突出法兰之外；
- 沟槽连接时管道沟槽与橡胶密封圈和卡箍套应配套；沟槽、开孔应用专用滚槽机和开孔机加工并应做防腐处理，沟槽、孔洞处不得有毛刺、脏物等；
- 水源控制阀、报警阀与配水干管的连接，水流方向一致；

- g) 压力表安装在报警阀上便于观测的位置；排水管和试验阀安装在便于操作的位置；
- h) 湿式报警阀组报警水流通路上的过滤器应安装在延迟器前，且便于排渣操作的位置；
- i) 阀组管段与报警阀间内管段连接处要进行处理，预留长度和连接方式，以便现场安装能够妥善安装；
- j) 报警阀间内阀组运输前应进行试压试验并记录，压力值从设计说明中取得，未完成试压或无试压记录的阀组不能出厂；
- k) 报警阀间内阀组运输前应张贴标签或二维码，内容应包含阀组名称、安装部位、编号、厂家、出厂时间/批次等。

5.5.13 型钢框架按以下要求制作：

- a) 型钢制作前进行集中机械除锈，除锈等级sa2.5，除锈后按照设计要求涂装；
- b) 型钢的拼接应采用强节点弱构件原则，并应通过计算校核结构强度；
- c) 型钢框架下部底座部分宜采用焊接连接，角焊缝高度不小于相焊件较薄件厚度；
- d) 型钢框架除下部外其他位置的连接宜采用螺栓连接（条文说明：在不满足吊装空间的情况下，便于散拼）；

5.5.14 水泵惯性台座按以下要求制作：

- a) 水泵惯性台座宜采用型钢框架和钢筋混凝土组合形式，尺寸及强度应满足设计要求；
- b) 惯性台座长宽高的误差不超过10 mm，对角线偏差不超过14 mm，平整度偏差不超过2 mm/m；
- c) 惯性台座如采用预留螺栓孔方式，灌浆混凝土强度应满足设计要求；
- d) 预埋地脚螺栓的位置、标高及露出基础的长度应符合设备技术文件的要求；安装胀锚地脚螺栓的基础混凝土强度不得小于20 MPa。

5.6 装配式支吊架设计

5.6.1 装配式设备与管线支吊架宜采用装配式成品支吊架形式。装配式成品支吊架包括抗震支吊架、装配式承重支吊架。装配式成品支吊架应根据机电设备要求进行专项设计，应结合施工区域内的综合布置、运输吊装等具体因素，进行合理的设计，并应进行装配施工全过程的可行性分析及验算同时符合GB/T 38053的要求。其中抗震支吊架的设计和计算，还应符合GB 55002、GB/T 37267的相关规定。

5.6.2 装配式支吊架设计宜满足拼装拆卸方便的要求，同时整体支架不宜置于主通道上。

5.6.3 装配式支吊架应进行受力分析计算并出具受力计算书，支吊架结构的安全等级应与结构的安全等级相同。受力计算书内容应包含：管道重量计算、垂直荷载计算、水平荷载计算、吊杆抗拉计算、支柱抗压计算、横梁抗弯强度计算、横梁抗剪强度计算、固定节点强度计算、螺栓选型计算、锚栓抗拉、抗剪计算等。

5.6.4 当装配式承重支吊架和抗震支吊架点位重合时，宜采用综合支吊架。

5.6.5 C型钢的支吊架的材料选择满足以下要求，其他材料支吊架应符合相关规定：

- a) C型材料应采用黑卷材冷弯成型后电镀锌、冷弯成型后热浸锌、环氧静电粉末喷涂或镁铝锌工艺的材料；
- b) 连接件以及管束管夹等应采用电镀锌或热镀锌工艺；
- c) 锚栓及紧固件应采用8.8级的电镀锌或热镀锌工艺，同时应满足对应的国家标准要求。

5.6.6 装配式支吊架按以下要求选用：

- a) 地面结构荷载满足要求的条件下宜采用落地式支架为主、悬吊式支架为辅的形式；
- b) 支架固定点宜优先设置在柱侧边、梁侧壁上，且固定受力点在梁侧壁1/3~2/3处；当固定在楼板底时，必要时应在楼板上侧加设对拉钢板固定；
- c) 支架布置不应影响设备和阀部件的正常操作和检修，排布间距宜均匀一致、成排成线；
- d) 支架宜采用斜撑等措施保持支架稳定性；

- e) 受设备振动影响的管道应加装减振装置;
- f) 当使用可调减振支吊架时, 应按设计要求对其拉伸量或压缩量进行调整;
- g) 当管线需几种排布且施工空间有限时, 应采用机电管线共架;
- h) 当共架管线中有多个专业管道时, 装配式成品支吊架间距应取各种管线支架间距中的最小值;
- i) 当两根或多根热力管道的热位移方向不同时, 应采用滑动支座、导向支座、固定支座及管道热力补偿措施。

5.6.7 设备预制模块支架的材料按下列规定选型:

- a) 应根据设备预制模块的具体组合形式进行支架设计及型钢选用;
- b) 支架加工材料宜选用槽钢、工字钢和H型钢, 其中泵组预制模块宜选用不低于16#a的槽钢。

6 生产运输与存放

6.1 一般规定

6.1.1 生产单位应具备保证产品质量要求的生产工艺设施、试验检测条件、完善的质量管理体系和制度, 以及拥有完整的信息化且可追溯的管理平台, 生产节能产品的单位, 应有相关的认证手续。

6.1.2 宜采用 BIM 技术指导装配式机电预制构件加工生产, 提高集成化、模块化、标准化程度。采用 BIM 技术辅助装配式机电预制产品智能化生产, 利用 BIM 技术直接接入工厂生产系统。贯穿于设计、生产、管理、服务等制造全过程, 打造快速交付、信息化、可视化生产管理平台。

6.1.3 生产单位应拥有齐全的相关合法资质文件, 且从生产材料、生产工艺、生产设备、检测仪器等到最后生产完成的装配式机电预制构件都应有合格证明文件和质量鉴定文件。

6.1.4 生产单位应具备设计和安装施工的专项能力。

6.2 生产准备

6.2.1 生产前应由建设单位组织设计单位、生产单位、施工单位、监理单位进行设计图纸交底和会审。

6.2.2 生产前应编制生产方案, 方案内容应包括生产计划及生产工艺、技术质量控制措施、成品存放、运输和保护措施等。

6.2.3 当采用新技术、新工艺、新材料、新设备时, 生产单位应制定专项生产方案, 应进行样品试制, 经检验合格后方可实施。

6.2.4 生产厂家宜具备提供自身业务接入、生产进度等关键信息的接口能力, 以供外部合作伙伴能够通过 BIM 技术接入厂家业务在线接口, 实时了解厂家产能情况, 能够快速进行多个厂家询价对比分析下单, 并能实时掌握厂家的生产进度以及自身的劳动力、资金等生产要素的消耗情况, 从各个节点实现生产的实时性和可视性。

6.2.5 生产单位宜建立标准装配式机电预制构件信息数据库, 导入部品和配件模型, 实现精细化管理, 提高设计、生产、施工和维护的便利性。

6.2.6 装配式机电预制产品应进行唯一编码标识, 与集成设计阶段的编码相匹配。如-二维码、条形码、射频标识 (RFID) 等可直接由移动通信设备快速扫码查看的电子标签标识, 且编码标识应做防潮防水防晒等处理, 确保编码标识能长时间保存。

6.2.7 标识内容应包含加工尺寸、加工工艺、设备参数 (设备名称、型号、技术参数等)、附配件类型及规格、编码信息、安装部位、生产单位、生产日期等应标注齐全、简洁清晰。实现现场预制产品、设备设施应可在 BIM 模型中的快速检索和准确定位, 方便日后运维。

6.2.8 装配式机电预制构件生产前, 应由设计单位或具备同类装配式构件深化业绩的单位根据施工图纸、典型节点图、技术要求等完成深化设计。优化施工安装过程, 给施工带来快捷和便利。

6.3 部品部件制作加工

- 6.3.1 管道构件及支架的制作加工应根据材料的规格型号，集中批次进行切割、焊接、涂漆等工作。
- 6.3.2 部品部件在生产加工应根据尺寸大小，集中批次进行开料加工、场地堆放和喷涂等工作。
- 6.3.3 部品应根据设计和深化图纸要求在工厂生产和加工，生产厂家应具备二次深化和工艺设计的能力。
- 6.3.4 采用工厂化生产的部品，宜在工厂进行配套和集成。
- 6.3.5 根据设计要求明确划定装配责任，部品所需专用配件或辅料应作为部品的组成部分配套供应或提供专业的选型指导。
- 6.3.6 部品的尺寸公差除应符合产品标准外，其连接部位的加工精度还应满足现场装配的要求。
- 6.3.7 管道切割、风管制作、支架加工、预制模块拼装等，应参考相应的国家通用性规范标准执行。
- 6.3.8 管架按以下要求加工：
- a) 型钢骨架加工：根据管架加工图，对型钢进行切割，焊接组装成型钢骨架。型钢边长允许偏差不得超过 $\pm 2\text{ mm}$ ，平面度允许偏差不得超过 2 mm ，对角线允许偏差不得超过 3 mm ；
 - b) 管架底板加工：管架底板宜采用数控等离子切割机进行加工，底板开孔与套管间隙偏差不得超过 2 mm 。底板边长、对角线之差允许偏差不得超过 3 mm ；
 - c) 套管加工：根据加工图对管道进行切割，管径 $\text{DN}>100$ 管道采用火焰式磁力或激光管道切割机进行切割，管径 $\text{DN}\leq 100$ 管道采用卧式金属带锯床进行切割。切割完成后的套管由数控端面车床再打磨加工，确保套管断面水平、光滑，水平度偏差不得超过 $\pm 1\text{ mm}$ ，套管高度允许偏差不得超过 $\pm 3\text{ mm}$ 。
- 6.3.9 管架按以下要求焊接：
- a) 将管架底板和型钢骨架进行焊接，管架底面宜满焊焊接，管架内部宜断续焊焊接；
 - b) 将加工完成的套管与管架底板进行焊接，宜采用断续焊接，焊缝不小于相邻材料的厚度的 0.8 倍。套管安装位置允许偏差不得超过 3 mm ，套管高度允许偏差不得超过 $\pm 3\text{ mm}$ ；
 - c) 加强肋采用断续焊接；
 - d) 在套管端面焊接固定管道的抱卡底板，底板背面采用断续焊固定，正面满焊。管架焊接完成后，对管架底面及套管漏出底面部分进行除锈涂装；安装后需现浇混凝土覆盖的管架接触面不应涂装。

6.4 出厂检验

- 6.4.1 装配式机电预制构件及预制模块里的部件、管线、设备等在出厂前应参照有关标准要求、设计要求、预制加工图以及生产说明书要求等进行质量和相关性能检验，并明确质保期。
- 6.4.2 生产加工应建立首件验收制度，由建设或总包单位组织相关人员验收合格后方可进行后续的批量生产，全部生产完成后应组织施工方和监理方进行出厂前验收。
- 6.4.3 装配式机电预制构件包装物上的标识，应描述部品的规格、型号、特性、注意事项及配置清单等内容。部品包装应同批次内置包装部品明细清单、产品说明书、安装作业指导书及产品合格证等。
- 6.4.4 部品的配套部件应同批次交付，易损易耗零配件宜适量增配，需要专用工具进行装配时，应与部品同批次配备相应数量工具。
- 6.4.5 预制模块验收合格后，应按照附录 A 的规定填写验收记录。

6.5 吊装运输

- 6.5.1 预制模块或装配式机电预制构件的运输，应根据安装现场实际情况制定运输与吊装方案。当必要时，可进行拆分，运输至施工现场再次拼装。

6.5.2 预制模块或装配式机电预制构件在运输时，应按批次、管线、设备分类等集中装车，应在预制模块或装配式机电预制构件上贴附标签，提供装车出货清单。

- a) 预制模块或装配式机电预制构件上贴附的标签信息，应包含料号、品名、规格、批次、安装编码、重量和数量等重要产品信息。
- b) 标签和出货清单宜增加二维码等标识，收货人员可利用移动设备端进行扫码查看和存档相关产品信息。

6.5.3 对于超高、超宽、形状特殊的大型预制模块的运输和存放应采取专门的质量安全保证措施。

6.5.4 生产单位宜采用 BIM 的可视化及仿真技术，综合考虑设计方案、现场施工方案、现场空间限制等内外部因素优化 BIM 装配式机电预制构件的拆分方案及编制运输方案。

6.5.5 生产单位宜使用卡板托盘等工具摆放装配式机电预制构件，利用叉车、吊机等机械化设备进行快速装载和卸车。

6.5.6 预制模块装车前及运输到现场后均应按照附录 B 的规定进行交接检查。

6.5.7 预制模块按以下规定吊装：

- a) 应根据预制模块的形状、尺寸、重量和作业半径等因素选择吊具和起重设备；
- b) 严格按照设计的吊点位置进行吊装，保证吊具连接可靠；
- c) 吊索与构件水平夹角不宜大于 60° ，不应小于 45° ；
- d) 吊装过程应采用慢起、稳升、缓放的操作方式，严禁吊装构件长时间悬停在空中；
- e) 应经试吊后正式吊装，保证预制模块无变形错位。

6.5.8 预制模块按以下规定运输：

- a) 水平运输时，管组预制模块叠放不宜超过4层，支架预制模块叠放不宜超过10层，设备预制模块应单层运输；
- b) 直立运输时，高度不宜超过3 m，预制模块之间应设置隔离垫块；
- c) 应采取可靠的固定措施；
- d) 运输、装卸和搬运时应小心轻放；
- e) 装卸时，应采取保证车体平衡的措施；
- f) 生产单位宜针对不同类型的装配式机电预制构件进行有效包装的成品保护，确保在运输和二次堆放过程中不会出现损坏；
- g) 现场运输道路和设备及管线预制模块的堆放场地应平整坚实，并有排水措施。运输车辆进入施工现场的道路应满足预制模块的运输要求；
- h) 对于机房内的大型设备及管线预制模块的水平运输，宜在设备基础之间搭建型钢轨道，通过专用搬运工具承载、卷扬机牵引的方式进行水平运输，牵引过程中运输速度应平稳缓慢；
- i) 水平运输前应根据设备及管线预制模块的最终位置及方向合理规划运输起始点的朝向和运输路线；运输路线不宜多次转向，运输过程中设备及管线预制模块不宜调整朝向。

7 装配施工

7.1 一般规定

7.1.1 施工单位应建立完善的安全、质量、环境和职业健康管理体系，并应配备必要的设备、器具和标识。

7.1.2 装配施工前，施工单位应组织专业工种、工序之间的交接验收，并形成书面交接验收记录。装配施工前应在基础或基层的质量验收合格后施工，施工中各专业工种应加强配合，合理安排工序，对已完成的半成品及成品进行保护和保洁。

- 7.1.3 装配施工前，施工单位应针对不同区域的装配施工内容，编制专项施工方案、预制模块吊装方案及相应的应急预案；方案应包括工程概况、编制依据、进度计划、施工场地布置、运输与存放、安装与连接施工、安全管理、质量管理、信息化管理、应急预案等内容；并报监理、建设单位审批确认，对于涉及深基坑、地下暗挖工程、高大模板工程的专项施工方案，必要时应组织专家论证。
- 7.1.4 装配施工使用的检测、试验、计量等设备及仪器仪表均应检定合格，并应在有效期内使用。
- 7.1.5 装配施工前应对预制模块选用的螺栓进行螺栓抗拔试验，试验合格后方可进行安装施工。
- 7.1.6 有吊顶的管廊空间，吊顶支吊架、龙骨和机电模组支架应各自独立设置。
- 7.1.7 预制模块的品种、规格、尺寸应符合装配式深化设计要求。进场前应对其进行验收，验收合格后，方可进场安装。
- 7.1.8 起重设备、吊具、辅具、绳索、滑轮等的选择应符合 JGJ 160 的有关规定。
- 7.1.9 工程中隐蔽工程，在隐蔽前应经监理工程师验收并形成相应记录。
- 7.1.10 装配式支吊架的安装施工，不得影响建筑结构的安全。
- 7.1.11 装配式支吊架施工前，施工单位应建立质量管理体系和质量检验制度，并应根据施工图和施工组织设计编制施工方案，施工方案应报监理单位审批。装配式承重支吊架应按照设计图纸所示位置逐件逐套进行安装。
- 7.1.12 装配施工应建立首件安装验收制度，由建设单位组织相关人员对已安装的模块进行验收，验收合格后方可进行后续其他模块安装。
- 7.1.13 装配式施工宜采取绿色节能技术施工。
- 7.2 施工准备
- 7.2.1 预制模块运送到施工现场后，应按规格类型、装配流程顺序分设存放场地，存放场地应设置在吊装设备的有效起重范围内，并设置标志牌，不同存放场地之间应设置通道。
- 7.2.2 装配化施工前，应对土建结构设备基础、支吊架等安装部位进行预检，不得有蜂窝、麻面、裂纹、孔洞、露筋等缺陷，验收合格后方可进行安装。
- 7.2.3 装配施工前应全面核查装配现场施工环境，应满足装配作业条件。
- 7.2.4 依据装配流程图针对本工程质量、安全、技术特点对施工作业人员进行安全技术交底。
- 7.3 设备预制模块安装
- 7.3.1 机房设备管道宜采用多专业一体化的综合布置方式，同时应充分考虑运输、吊装等条件的限制，设备管组预制模块的体积、重量应在制作、运输和安装各阶段满足实施条件，并保证建筑结构的安全。
- 7.3.2 减振器应设置在惯性台座的侧面，有利于降低设备安装高度，同时便于安装检修。
- 7.3.3 设备预制模块应严格按照装配图所示顺序进行拼装，尺寸误差不应大于 5 mm，任意对角线偏差不大于 10 mm。
- 7.3.4 采用型钢制作的支吊架允许误差应满足设计要求，如设计无要求，应满足表 3 的规定。

表 3 管道支吊架制作尺寸的允许偏差

项目		允许偏差（mm）
管道框架	边长	≤±2
	对角线之差	≤3
	平面度	≤2

- 7.3.5 对于预制模块成排或密集的装配施工区域，在条件允许的情况下，宜采用地面拼装、整体提升或

顶升的装配方法。

7.3.6 设备及管线预制模块在装配就位后应校准定位,并应及时设置临时支撑或采取临时固定措施。

7.4 管组预制模块安装

7.4.1 水平管廊密集管道群的施工宜采用管廊系统模块化组装技术。

7.4.2 综合管线模块装配应按照装配图在装配工作台上进行。

7.4.3 宜按照模块长度放置2根可拆卸横担,作为整个模块的基座,便于定位及临时固定模块、方便运输。

7.4.4 按照图纸要求安装模块组中的单个支吊架,呈卧“E”形状固定于临时横担上。

7.4.5 机电装配式安装与装饰装修交叉施工注意事项如下:

- a) 各自应编制施工方案,并应在业主/总包的组织下进行联合会审,划清施工界面、计划安排应符合总包的进度计划;
- b) 应联合对主体结构基面和建筑空间进行勘查;
- c) 吊顶龙骨安装前机电管道应安装完成,各自系统应独立吊挂;
- d) 机电管线属于隐蔽工程、有影响装修的部分,应在装修封板前完成电路的检测、管道的试水及压力测试,并与装修、监理等一道进行验收;
- e) 机电施工应注意对装修半成品及成品的保护。

7.4.6 管道和设备安装位置应正确,排列合理整齐,坡度、坡向、减振、伸缩等符合要求。支管的方向、定位应符合制作装配图的要求。

7.4.7 综合模块装配完成后应按装配图做标识,且应包括下列内容:

- a) 模块编号;
- b) 安装楼层和方向标识。

7.4.8 综合管线模块组装完成后应进行吊装、提升试验,并应符合下列规定:

- a) 应进行全数试验和检查;
- b) 吊装试验方式参照吊运和安装方案实施,如在安装中采用叉车运输,则需要在试验时,采用叉车进行提升试验;提升时静置5 min,过程无异响,紧固件无松动或位移,部件无形变为合格。

7.4.9 多楼层建筑的管井管道安装宜采用组合立管模块化技术安装。

7.4.10 竖井模块的装配宜将管道逐根穿入套管并安装紧固管道抱卡,将管道与管架装配在一起,装配允许偏差应符合表4的规定。

表4 预制组合立管模块装配尺寸允许偏差

项目	允许偏差 (mm)
相邻管架间距	7±5
管架与管道垂直度	5/1000
管道中心线定位尺寸	3
管道端头与管道框架间的距离	±5
管道间距	±5
管道全长平直度 (铅垂度)	5

7.4.11 竖井模块的装配宜将竖井组合立管模块标识牌及二维码铭牌使用自攻螺丝分别固定于一体化模块的左右两侧,标识应包括模块的编号,安装楼层、安装管井和安装方向。

7.4.12 竖井模块装配完成后应进行转立试验,并应符合下列规定:

- a) 应进行全数试验和检查;
- b) 试验模块应由平置状态吊至垂立悬吊状态, 静置5 min, 过程无异响; 平置后检查立管模块, 焊缝应无裂纹, 紧固件无松动或位移, 部件无形变为合格;
- c) 竖井模块应做好信息编码标识, 除模块本身的位置信息和属性信息外, 还应包括立管模块的验收信息标识;
- d) 已加工完成的竖井模块宜外缠塑料薄膜进行保护, 管口应做临时封堵, 并应在工厂内堆放和转运时采取防止构件和模块碰撞、变形、表面涂层损伤的措施。

7.4.13 组合立管组通过塔吊吊运至倒运层卸料平台, 再通过卷扬机和倒运小车等设备将构件运至核心筒内部吊装设备下部。

7.4.14 组合立管组就位后, 立管组之间的金属管道连接宜采用法兰、卡箍等冷连接方式, 塑料管道宜采用热熔、胶接等连接方式。组合立管组施工完毕后管架密封板上层土建可进行封堵处理, 满足防火要求。

7.4.15 有静电接地要求的管组预制模块, 当每对法兰或其他接头间电阻值超过 $0.03\ \Omega$ 时, 应设导线跨接; 有静电接地要求的不锈钢和有色金属管道, 导线跨接或接地引线不得与管道直接连接, 应采用同材质连接板过渡; 管组预制模块的接地电阻值、接地位置及连接方式按设计文件的规定, 静电接地引线宜采用焊接形式。

7.5 装配式支吊架安装

7.5.1 装配式承重支吊架安装过程中, 应通过目视、手动测试等方法对前一道组装工序进行安装质量检查, 合格后方可进行下一道安装工序。

7.5.2 装配式支吊架安装应符合下列规定:

- a) 立柱应垂直, 横梁应水平;
- b) 门型装配式承重支吊架的立柱应相互平行, 多层装配式承重支吊架的横梁应相互平行;
- c) 立柱与横梁的连接角度应垂直, 偏差不应大于 2.5° ;
- d) 连接构件与立柱、横梁应接触紧密;
- e) 支吊架整体应处于同一平面内, 不应发生扭曲;
- f) 预制支吊架在关键部位应适当加强, 必要部位应设置固定支架。

7.5.3 型钢与连接构件应通过六角螺栓进行机械咬合型连接或对穿型连接的方式进行安装, 安装扭矩应符合设计和产品技术要求。严禁使用以任何构件的摩擦作用来承担主要受力作用的安装方式。

7.5.4 紧固件施工时, 在使用电动工具进行锁紧后, 应使用手动扳手进行复拧。

7.5.5 连接构件安装时, 当垂直方向的紧固点有2个及以上时, 可采用机械咬合型连接与螺栓对穿型连接的组合方式。当使用螺栓对穿型连接时, 应对穿螺栓使用限位件进行位置固定。

7.5.6 柔性支吊架安装时, 当螺杆穿过C形槽钢的开口面和背面位置时, 均应设置限位加厚型垫片, 螺杆底部宜用双螺母锁紧。

7.5.7 当采用槽钢螺母安装时, 槽钢螺母齿牙应与C形槽钢内卷边齿牙咬合紧密, 不得出现错位或歪斜等情况。

7.5.8 锚栓施工应符合GB 55021的相关规定。

7.5.9 当生根构件在混凝土结构安装时, 生根构件应与锚固区基材表面紧密贴合。当生根构件在钢结构上安装时, 应采用专用夹具或锁件进行连接, 不得现场与钢构件进行焊接。

7.5.10 安装完毕后支吊架表面应擦拭干净, 型钢端口部应进行防腐处理, 并安装封头。

7.5.11 保温管道施工时, 应安装保温型管夹。保温施工应在支吊架位置处断开, 支吊架平面两侧应为保温棉的始端和末端。

7.5.12 装配式承重支吊架的布置点位, 沿管线纵向的允许偏差不应大于100 mm, 沿管线横向的允许

偏差不应大于

7.5.13 综合支吊架的抗震斜撑，应通过抗震连接件与装配式承重支吊架进行连接，

7.5.14 抗震斜撑按以下规定安装：

- a) 垂直角度宜为 45° ，且不得小于 30° ；
- b) 抗震斜撑安装不应偏离其中心线 2.5° 。

7.5.15 管线安装完成后，应对所有紧固件进行锁紧复核。

8 成品保护

8.1 在生产、运输、装配施工阶段，堆放场地应平整压实，并采取防雨、防雪、防潮、防腐措施，周围应设排水沟。

8.2 设备与管线预制模块、装配式机电预制构件存放时应根据生产方案、装配施工方案的发货批次、装配顺序合理堆放。

8.3 设备与管线预制模块在吊装、转运、就位安装时应采取临时固定措施，避免发生移动、倾覆、变形。

8.4 设备与管线预制模块与吊索、缆绳的接触部位应衬垫软质材料，避免损坏涂层。

8.5 设备与管线预制模块应采用地面铺设木板或木方的成品保护措施，禁止直接在地面进行平移、拖拽。当上下叠放时，应加设木方隔开。

8.6 设备与管线预制模块在生产运输阶段应采取下列保护措施：

- a) 生产过程中，半成品在加工工序上下衔接时应做好保护措施；
- b) 生产完成后，应将管道内部清理干净并及时封堵管口，避免进入杂物堵塞管道；
- c) 生产完成后，针对不同类型的装配式机电预制构件进行有效包装的成品保护；
- d) 运输途中，应采用软物进行包裹覆盖，避免其他物体磕碰导致损坏。

8.7 装配安装阶段应采取下列成品保护措施：

- a) 施工工序间断时，应及时将敞开的管口封闭，以免进入杂物堵塞管道；
- b) 与土建工作交叉时，应做好工序交接，不得对已完成工序的成品、半成品造成破坏；
- c) 装配安装过程中应采取避免对地面、墙面污染破坏的保护措施。

8.8 施工完成后在交付使用前应采取下列成品保护措施：

- a) 加强现场安保工作，非施工人员不许进入现场，以防人为有意破坏；
- b) 材料构件以及施工机具等搬运时应轻拿轻放，严禁碰撞管线和设备；
- c) 现场应放置相关成品保护标语，对已完工机电设备应设立警戒线。

9 安全与环境

9.1 生产与安装单位应执行国家相关的安全生产与环境保护法规和规章制度，落实各级各类人员的安全生产与环境保护责任制。

9.2 生产运输及装配施工前应进行安全技术交底，实施过程中的各项安全防护措施和设施应达到国家有关规定的要求，相关机具使用应符合相应的安全操作规程要求。

9.3 施工作业使用的专用吊具、吊索、临时支撑支架等，应进行安全验算，使用过程中进行定期、不定期检查，确保其安全状态。

9.4 设备与管线预制模块施工前，施工单位应根据不同施工项目的现场具体情况，首先进行危险源的辨识、评价，并制定相应的预防和规避措施，其次应根据危险源的辨识、评价内容，制定项目安全专项方案和应急预案，制定各层级管理及施工人员的安全生产责任制，确保作业环境及施工过程安全。

- 9.5 装配式项目施工中应严格按照已编制及完成审核的施工组织设计（方案）进行施工，并根据现场施工情况开展定期或不定期的安全巡视、检查和事故隐患排查工作，确保生产安全有序进行。
- 9.6 装配式项目的机电施工现场的质量管理，除应符合国家规范标准相关规定外，尚应符合下列规定：
- a) 装配式施工的安装电工、焊工、起重吊装工和电气调试人员等，应按有关要求持证上岗；
 - b) 智能建筑各子系统调试人员应具有相应的专业资格或专项资格的要求；
 - c) 安装和调试用各类计量器具，应检定合格，使用时在有效期内。
- 9.7 施工中管道冲洗、试压、镀膜等产生的废水、污水应进行有组织排放与处理，处理后应达到相应排放标准后方可排放，严禁未经处理直接排入排水管道。
- 9.8 施工安装期间，噪声控制应符合 GB 12523 的规定。
- 9.9 减少固体废弃物和垃圾的排放，并应建立施工现场废弃物回收系统，对固体废弃物进行有效的回收和利用。

10 进场与施工质量验收

10.1 进场验收

- 10.1.1 装配式机电预制模块从工厂运输至施工现场，应办理进场验收及报验手续。
- 10.1.2 装配式机电预制模块进场验收宜由施工单位现场质检员、业主代表（或受其委托的项目监理部工程师）、预制生产厂家技术工程师共同进行，核对装配式机电预制模块的材料规格、设备型号，是否与设计图纸相符合，编号清晰不重号、不缺号。
- 10.1.3 装配式机电预制模块进场验收，验收人员除核对附录 A 和附录 B 的内容外，还应符合业主提出的技术需求。
- 10.1.4 装配式机电预制模块进场验收合格，各方应填写附表内容及签名确认。

10.2 质量验收

- 10.2.1 应按下列规定程序组织工程竣工验收：
- a) 检验批应由专业工程师组织，施工单位项目专业质量检查员、专业工长等进行验收；
 - b) 分项工程应由专业工程师组织，施工单位专业技术负责人等进行验收；
 - c) 分部工程应由总监理工程师、施工单位项目负责人、技术负责人等进行验收；
 - d) 单位工程完工后，施工单位应组织有关人员进行自检。总监理工程师应组织各专业监理工程师对工程质量进行预验收。存在的质量问题时，应由施工单位整改。整改完毕由施工单位向建设单位提交工程竣工报告，申请竣工验收；
 - e) 建设单位收到竣工报告后，应由建设单位项目负责人组织监理、设计、施工、勘察等单位负责人进行单位工程验收。
- 10.2.2 工程质量验收文件和记录中应包括下列主要内容：
- a) 装配式模组构件和部品的设计文件及资料；
 - b) 装配式模组构件和部品的质量证明文件、进场验收记录；
 - c) 装配式模组构件和部品的安装施工记录；
 - d) 装配式模组构件、材料的各类检验、试验报告；
 - e) 装配式模组安装部位的隐蔽工程检查验收文件；
 - f) 装配式模组安装工艺相关的分部、分项工程质量验收文件；
 - g) 装配式模组安装后的重大质量问题的处理方案和验收记录；
 - h) 装配式模组安装后的其他文件和记录；

- i) 装配式模组安装检验批的质量验收应包括实物检查和资料检查(见附录D),并应符合下列规定:
 - 1) 主控项目的质量检验结果应全部合格;
 - 2) 一般项目的质量经抽样检验应合格,当采用计数抽样检验时,除有专门规定外,其合格率宜达到85%以上,且不得有严重缺陷。

10.2.3 检验和检测时应检查下列项目:

- a) 设备、材料、阀门等构、配件应在产品进场时由施工单位按规范要求进行报验,规范要求送检的,应在建设业主或监理单位见证下进行取样送检,经检测合格后才能用于系统安装;
- b) 安装用的阀门在产品进场后使用前,施工单位应按规范要求作强度和严密性试验;
- c) 装配式设备、管线安装完成后,施工单位应对承压管道系统和设备做水压试验,非承压管道系统和设备应做灌水试验;
- d) 装配式安装完成后,施工单位应对非饮用水管线系统按规范要求进行冲洗,对饮用水系统或有卫生要求的管线系统,还应做消毒处理;
- e) 有检测要求的系统,应按规范要求委托有相应资质的检测单位进行系统检测。

10.2.4 竣工验收时应重点检查下列项目:

- a) 装配式设备安装工程的隐蔽工程、检验批、分项工程、子分部工程、分部工程的质量验收文件,验收文件应按GB 50210和《广东省房屋建筑工程竣工验收技术资料统一用表》的要求记录;
- b) 装配式设备安装工程所用的材料、构配件的质量、燃烧性能以及有害物质限量应符合设计文件要求及国家、行业、地方现行相关标准的规定;
- c) 装配式设备安装工程的室内环境质量应符合GB 55016的规定;
- d) 装配式设备安装工程的观感质量应符合相关规范要求。

10.2.5 装配式支吊架安装完成后应依据施工图、设计方案、计算书等其他设计文件组织专项验收,按附录C填写验收记录表,并应符合以下要求:

- a) 装配式支吊架的形式、组件规格、安装位置、安装间距、安装数量应符合设计要求;
- b) 装配式支吊架整体正面、侧面应平整,型钢无明显压弯、压扁或局部变形等现象;
- c) 型材厚度、表面涂层厚度、槽钢螺母的抗滑移抗拉拔性能、锚栓的抗拉拔抗剪切性能应进行复验;
- d) 装配式支吊架的安装不符合7.5的要求时,应由施工单位制定整改措施,经原设计单位确认后实施,并进行重新验收。

10.2.6 装配式设备安装工程验收时包括但不限于检查下列文件和记录:

- a) 施工图、设计说明、结构计算书和节能计算书(如涉及)、材料和部品和技术需求书等其它设计文件;
- b) 深化设计图纸及原设备安装设计单位审核认可文件;
- c) 设备、构配件的生产许可证、强制性认可证书或型式检验报告;
- d) 设备、构配件的样板确认文件;
- e) 设备、构配件的出厂合格证、出厂检验记录(报告)等质量证明文件;
- f) 设备、构配件的进场验收记录和见证复验检测报告(包括有害物质限量或放射性抽样检验报告、防火等性能抽样检验报告);
- g) 施工技术管理记录;
- h) 施工记录;
- i) 样板(件)验收确认文件;
- j) 验收记录(含隐蔽工程验收记录、闭水试验记录等);
- k) 有关安全、环境保护和主要使用功能项目的抽查检验记录或见证检测报告;
- l) 竣工图纸;

10.2.7 装配式设备安装工程验收合格后,应对施工过程形成的各种文件资料进行整理、立卷、归档,形成项目竣工验收文件,同时按规定向有关部门和单位进行移交并办理书面移交手续。

10.2.8 对于装配式设备安装工程中涉及的设备、设施的使用、维护、保修文件,应单独立卷并作特别说明移交。

10.2.9 装配式设备安装工程文件资料应按档案馆标准进行收集、整理和存档。

10.2.10 装配式设备安装工程在项目竣工验收时,BIM设计文件和电子化文件,应按国家相关标准、规范审核、交付和接收,并应满足使用方在运营、维护阶段的主要需求。

10.2.11 单位工程质量验收合格应符合下列规定:

- a) 所含分部工程的质量均应验收合格;
- b) 质量控制资料应完整;
- c) 所含分部工程中有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的检验资料应完整;
- d) 主要使用功能的抽查结果应符合相关专业验收规范的规定;
- e) 观感质量应符合要求。

11 智慧建造与运营维护

11.1 项目建立之始应明确统一的交互标准与格式,并应进行项目整体的协同设计,对接后续数据交换工作。

11.2 宜建立统一的数据库,在设计、生产、施工、运维等方面进行数据交换,打造项目完整的数字孪生机电模型。

11.3 所有装配式设备与管线图纸宜在建筑模型的基础上导出深化,形成项目部品部件的深化图与项目机电管线综合图。

11.4 宜将部品部件在设计、生产、施工、运维的过程中的信息实时反馈至项目BIM模型中,保证项目模型数据在交互过程中实时更新。

11.5 项目建筑模型依据CIM平台或其他正规途径获取设计基础资料,设计阶段的所有项目建筑模型应具备接入广州市CIM平台的数据标准及接口。

11.6 加工制造宜采用网络化和信息化技术为基础给建筑部品部件生产带来效益,宜往人工智能、模块集成、微型精细加工方向发展,并符合国家现行相关智能工厂、安全及质量标准的规定。

11.7 可利用传感器、智能设备等感知节点设备采集多种来源数据,具备远程设备管理和对数据进行统一管理的功能,实现对装配式设备的智慧巡检。

11.8 现场施工管理应建立进度管理系统,支持以可视化的方式实时查看构件追溯进度,浏览BIM模型,同时将构件追溯进度回溯BIM模型进行可视化展示。

11.9 施工单位对物业服务企业移交设备清单及资料,建设单位应组织施工单位、设计单位对接受方做好技术交底,物业服务企业进行定期巡检和维护。

11.10 使用过程中,应配置有专业资质人员负责安全管理,建立相关设备设施巡场记录表,保证使用安全。

11.11 重点对预制模块组、连接节点进行检查,检查项目包含牢固性、严密性、偏移量。

11.12 基于BIM信息模型,可储存设备设施空间位置、设备参数等信息,对建筑的设备设施进行管理。

附 录 A
(资料性)
预制模块质量验收记录表

预制模块质量验收记录表见表A. 1。

表 A. 1 预制模块质量验收记录表

工程名称				模块编号			
施工单位				项目经理			
生产单位				生产负责人			
监理单位				监理负责人			
项目		检查内容				施工单位 验收记录	监理（建设） 单位验收记录
验收材料	1	材料的合格证、质量证明书及复（校）验报告					
	2	阀门试验记录					
	3	加工合格证或加工记录					
	4	设计变更及材料代用记录					
	5	焊工合格证、焊接工艺评定、焊接工作记录及焊条、焊剂烘干记录					
	6	管段、管件及阀门的清洗、脱脂记录					
	7	管道系统试验记录					
	8	管道系统吹洗、脱脂、酸洗、钝化记录					
	9	管道试压和探伤试验检验记录资料齐全、填写正确，试验、检验结果符合设计要求					
检查项目	1	管道法兰、焊缝及其他连接件的安装位置应与预制加工图相符					
	2	管道安装顺序、位置与装配图相符，固定牢固					
	3	支架制作与预制加工图相符，安装位置正确，与管道接触紧密、牢固					
	4	管道安装精度符合条文规定					
	5	预制模块编码标识清晰、易识别					
	6	设备、管道的成品保护措施齐全					
	7	螺栓等安装配件附带齐全					
	8	其他检验项目					
允许偏差	1	支架	边长		±2 mm		
	2		对角线之差		3 mm		
	3		平面度		2 μm		
	4	管道安装	管道垂直度		5%		
	5		管道中心线定位		3 mm		
	6		管道端头与支架间的距离		±5 mm		
	7	管道安装	管道间距		±5 mm		
	8		平直度	管段全长		5 mm	
		对口处		1 mm			

附 录 B
(资料性)
转运交接记录表

转运交接记录表见表B. 1。

表 B. 1 转运交接记录表

工程名称			模块编号	
生产单位			生产负责人	
运输单位			运输负责人	
吊装单位			吊装负责人	
交接检查记录				
序号	项目	检查要求	运输交接 检查结果	吊装交接 检查结果
1	预制模块	无松动、形变		
2	表面涂层	涂层完整，无剥落等		
3	标识	清晰、完整		
4	模块保护附件	完好、无松动		
5	现场安装附件	数量正确、绑扎牢固		
6	质量证明文件	齐全、有效		
运输安排情况				
序号	项目	安排与措施		
1	吊装设备			
2	运输车辆			
3	装载顺序			
4	固定方法			
5	保护措施			
交接确认记录		交接意见： 加工移交人： 年 月 日 运输移交人： 年 月 日 吊装移交人： 年 月 日		

附录 C
(资料性)

承重支吊架工程检验批质量验收记录表

承重支吊架工程检验批质量验收记录表见表C. 1。

表 C. 1 承重支吊架工程检验批质量验收记录表

单位(子单位)工程名称					
分项工程名称					
验收部位					
总承包施工单位				项目负责人	
专业承包施工单位				项目负责人	
执行标准名称					
施工质量验收规范的规定 (参见本文件第 4 章的相关内容)		施工单位检查评定记录			监理 (建设) 单位验收记录
主控项目	1	支吊架材质、性能			
	2	支吊架型号、规格、位置			
	3	锚固强度			
	4	整体安装间距			
	5	紧固件和螺杆螺母安装扭矩			
一般项目	1	外观质量			
	2	整体质量			
	3	安装质量			
专业承包施工单位 检查评定结果		专业工长(施工员)(签名)		施工班组长(签名)	
		项目专业质量检查员 (签名)			年 月 日
监理(建设)单位 验收结论					
		专业监理工程师(签名): (建设单位项目专业技术负责人签名):			年 月 日

附 录 D

(资料性)

装配式设备与管线检验批质量验收记录表

装配式设备与管线检验批质量验收记录表见表D. 1。

表 D. 1 装配式设备与管线检验批质量验收记录表

单位(子单位) 工程名称					
施工单位		分包单位			
项目经理		技术负责人		施工工长	
分部(子分部) 工程名称		分项工程名称			
检验批部位		检验批容量			
施工及验收依据					
验收 项目	设计要求及规范规定		最小/实际抽 样数量	检查记录	检查结果
主控 项目	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
一般 项目	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
预制工 厂检查 结果	工厂技术负责人： 工厂专业质量检查员： 年 月 日				
施工单 位检查 结果	专业工长： 项目专业质量检查员： 年 月 日				
监理单 位验收 结论	专业监理工程师： 年 月 日				