

ICS

中国建筑业协会团体标准 **团体标准**

P

T/CCIAT xxxx—20xx

基于BIM的装配式机电管线生产与安装 技术规程

Technical specification for production and installation of assembled
electromechanical pipeline based on BIM

(征求意见稿)

20xx—xx—xx 发布

20xx—xx—xx 实施

中国建筑业协会 发布

中国建筑业协会团体标准

基于BIM的装配式机电管线生产与安装 技术规程

Technical specification for production and installation of prefabricated
electromechanical pipelines based on BIM

T/CCIAT xxxx— 20xx

批准部门：中国建筑业协会

施行日期：20xx年xx月xx日

中国建筑工业出版社

20xx 北京

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	4
2.2	符号	4
3	基本规定	5
4	基于BIM的仿真模拟	6
4.1	一般规定	6
4.2	模型精细度要求	7
4.3	机电管综深化	10
4.4	支吊架设计	14
4.5	风管系统仿真模拟	15
4.6	管道系统仿真模拟	15
4.7	桥架系统仿真模拟	16
4.8	制图	16
5	工厂化预制	18
5.1	一般规定	18
5.2	生产准备	18
5.3	制作加工	19
5.4	工厂验收	22
6	吊装运输	23
7	装配化施工	24
7.1	一般规定	24
7.2	施工准备	24
7.3	装配安装	25
8	存放与成品保护	27
9	安全与环境	28
10	检测与验收	30
11	使用维护	32
	本规程用词说明	33
	引用标准名录	34
	条文说明	35

Contents

1	The general	1
2	Terms and symbols	2
2.1	The term	4
2.2	symbol	4
3	Basic provisions	5
4	Simulation based on BIM	6
4.1	General Provisions	6
4.2	Model fineness requirements	7
4.3	Mechanical and electrical integrated deepening	10
4.4	Support and hanger design	14
4.5	Simulation of air duct system	15
4.6	Pipeline system simulation	15
4.7	Bridge system simulation	16
4.8	drawing	16
5	Factory prefabricated	18
5.1	General Provisions	18
5.2	Preparation for production	18
5.3	Making and processing	19
5.4	Acceptance of plant	22
6	Lift and transport.....	23
7	Assembly construction	24
7.1	General Provisions	24
7.2	Preparation for construction	24
7.3	Assembly and installation	25
8	Storage and finished product protection.....	27
9	Safety and Environment.....	28
10	Inspection and acceptance	30
11	Operation and Maintenance	32
	Wording instructions of this regulation	33
	Reference standard List	34
	Description of article	35

1 总则

1.0.1 为加强建筑机电管线装配化施工技术管理，满足节约能源、技术先进、经济合理、进度高效和确保质量安全的要求，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于民用与一般工业建筑机电管线装配化施工设计、生产、安装、验收及使用维护等。

1.0.3 基于 BIM 的装配式机电管线深化设计宜在建筑工程的施工图设计阶段完成后进行，设计成果应满足机电管线工厂化预制及现场装配化施工的需要。当建筑工程采用 EPC 工程总承包模式时，装配式机电管线仿真模拟应与施工图设计同步，并满足本规程的要求。

1.0.4 装配式机电管线深化设计图及其 BIM 模型经相关方确认后可作为竣工图及竣工模型使用，并应保证现场施工与深化设计图纸的一致性。

1.0.5 基于 BIM 的装配式机电管线工厂化预制的实施除应执行本标准外，尚应符合国家现行有关规范、标准及规程的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 机电管线装配式 assembly type of electromechanical pipeline

通过采用机电系统模块化设计、标准化预制、装配化施工、信息化管理等方法进行机电管线装配化。

2.1.2 模型元素 model elements

建筑信息模型的基本组成单元。

2.1.3 模型细度 model fineness

模型元素组织及几何信息、非几何信息的详细程度。

2.1.4 机电管线装配式单元 assembly unit for electromechanical pipelines

机电管线装配式单元为按照各机电管线特点及要求等进行合理化拆分的机电管线装配式单元。

2.1.5 管道构件 pipe components

管段划分后包含管道及附件的组合构件。

2.1.6 管件 pipe fittings

管线系统零部件的总称，包括弯头、三通、异径管、活接头、支管座、堵头、法兰等。

2.1.7 建筑信息模型 building information modeling (BIM)

在建设工程及设施全生命期内，对其物理和功能特性进行数字化表达，并依此设计、施工、运营的过程和结果的总称。

2.1.8 建筑信息模型元素 BIM element

建筑信息模型的基本组成单元。

2.1.9 BIM 单元 BIM unit

模型中承载建筑信息的各模型元素及其相关属性的集合，是工程对象的数字化表述。

2.1.10 模型精细度 level of details (LOD)

BIM 模型中所容纳的模型单元丰富程度的衡量指标。

2.1.11 几何表达精度 level of geometric detail

BIM 单元在视觉呈现时，几何表达真实性和精确性的衡量指标。

2.1.12 信息深度 level of information detail

BIM 单元承载属性信息详细程度的衡量指标。

2.1.13 模型会审 discussion of BIM

BIM 模型会审是指工程各参建单位（建设单位、监理单位、施工单位等相关单位）在设计施工一体化管理过程中，在深化设计模型完成后，设计交底前进行全面细致的熟悉和审查深化设计模型的活动。

2.1.14 深化设计模型 detail design model

在施工图设计模型的基础上，结合生产、安装等施工技术标准、工艺工法等相关信息后通过新建、修改、细化等工作形成的模型。

2.1.15 仿真模拟 artificial simulation

对深化完成的各机电管线模型按照实际施工要求等进行拆分、出图，从而实现工厂化预制、现场装配。

2.2 符号

DN-管道公称直径

De-管道外径

D-管道内径

3 基本规定

3.0.1 装配式机电管线应采用机电集成的方法，统筹设计、生产运输、施工安装、调试检测和使用维护，实现全过程的协同。

3.0.2 装配式机电管线应进行技术策划，对技术选型、技术经济可行性进行评估，并应科学合理地确定技术实施方案。

3.0.3 装配式机电管线应采用 BIM 技术，实现全专业、全过程的信息化管理。

3.0.4 装配式机电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。

3.0.5 装配式机电管线应满足使用性能、环境性能、经济性能、安全性能、耐久性能等要求，并应采用绿色建材和性能优良的产品。

4 基于 BIM 的仿真模拟

4.1 一般规定

4.1.1 基于 BIM 的装配式机电管线仿真模拟应统筹原设计要求、材料性能、生产工艺、运输吊装条件、现场施工条件等因素。

4.1.2 机电管线工厂化预制应遵照标准化、模块化的理念进行设计，通过采用新技术、新工艺、新材料、新设备提高预制率、加工精度和装配效率。

4.1.3 基于 BIM 的装配式机电管线仿真模拟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、装配单元划分、支吊架设计、专业协调等。

4.1.4 基于 BIM 的装配式机电管线仿真模拟不应改变原设计的功能需求，应对各专业进行系统参数的校核，并得到原设计单位及建设单位确认。

4.1.5 装配式机电管线工厂化预制应采用 BIM 软件进行设计，设计标准应符合《建筑信息模型施工应用标准》GB/T51235 的要求。

4.1.6 装配式机电管线仿真模拟使用的 BIM 软件应具备空间协调、模拟分析、工程量统计、图纸和报表生成等功能，且宜具有与物联网、移动通信、地理信息系统等技术集成或融合的能力。

4.1.7 装配式机电管线 BIM 模型细度不应低于 LOD400，模型元素的主要尺寸应与产品实物一致。

4.1.8 装配式机电管线仿真模拟时宜考虑装配顺序、加工精度、拼装误差等因素，合理设置误差消除段，现场预制加工。

4.1.9 装配式机电管线仿真模拟完成后，应对每个装配式单元进行唯一编码标识，宜使用二维码。

4.1.10 机电管线的抗震设计应符合现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB50891 的有关规定。

4.2 模型精细度要求

4.2.1 给排水专业模型宜表达下列室外场地主要管网及构筑物信息：

- 1 给排水干管、与城市管道系统连接点的控制标高和位置；
- 2 场地内给排水各系统管道；
- 3 集水井、化粪池、检查井、消火栓井等给排水构筑物。

4.2.2 给排水专业模型应表达下列室内给排水专业相关内容：

1 给水系统、排水系统、各类消防用水系统、循环水系统、热水系统、中水系统、热泵热水与太阳能热水利用系统、和屋面雨水收集利用系统等各系统管道；

- 2 各系统的相关设备、阀门、计量装置、末端部件；
- 3 给排水机房的设备和配套管道系统。

4.2.3 给排水专业所包含的模型元素内容及其几何和非几何信息、模型要求宜符合表 4.2.3 的规定。

表4.2.3 施工图设计模型给排水专业信息及要求

模型元素类型	模型元素	几何信息	非几何信息	模型要求
管道及管件	除初步设计模型中的干管模型外，应补充各系	几何尺寸（含管径、壁厚、坡度）、空间定位	系统、类型、材料、敷设方式、立管编号	管道、管件以及相应的设备应保持连接，连接方式应符合设计要求。 管道的系统属性、类型属性及材质等技术参数设置应符合设计要求。 管道、管件的楼层属性应与其实际所属楼层相一致。

	统所有管道及其管件、管道附件			立管宜按楼层断开。如贯穿多个楼层，立管的楼层属性应设为下端所属楼层。施工图阶段要求对各系统所有管道完整建模。 表达管道的保温层。 坡度管道的坡度、坡向设置应符合设计要求。 立管应按设计进行编号。
控制与计量设备	阀门、水表、流量计等	几何尺寸、空间定位	类型、规格、技术参数	设备应与管道保持连接。 设备尺寸应参照实际尺寸设置，以满足空间预留要求。 管道附件、末端部件等均应与管道保持连接。 阀门、计量装置、末端部件等构件尺寸均应参照实际尺寸设置，以满足空间预留要求。 大型设备应附带基础模型，并具有荷载信息。
消防设备	消火栓、喷头、灭火器	几何尺寸、空间定位	类型、规格、技术参数	/
排水部件	地漏、清扫口	几何尺寸、平面定位	规格	卫浴设备一般由建筑专业建模，如采用链接方式进行协同设计，给排水管道应定位至用水点，无需连接；如果采用团队协作方式，给排水管道应与卫浴设备连接为完整系统。

4.2.4 暖通空调专业模型应表达下列暖通空调专业相关内容:

- 1 冷热源设备、空调设备、通风设备、防排烟设备;
- 2 通风、空调、防排烟等各系统的风管、水管;
- 3 各系统的相关设备、阀门、计量装置、末端部件;
- 4 暖通空调机房的设备和配套风管、管道系统。

4.2.5 暖通空调专业所包含的模型元素内容及其几何和非几何信息、模型要求宜符合表 4.2.5 的规定。

表4.2.5 施工图设计模型暖通专业信息及要求

模型元素类型	模型元素	几何信息	非几何信息	模型要求
--------	------	------	-------	------

风管	除初步设计模型中的干管模型外,应补充各系统所有风管及其风管管件、风管附件、保温层	几何尺寸(含截面尺寸、壁厚、坡度)、空间定位	系统、类型、材料、敷设方式、立管编号	风管、空调水管、管件以及相应的设备应保持连接,连接方式应符合设计要求。 风管、空调水管的系统属性、类型属性及材质等技术参数设置应符合设计要求。 风管、空调水管、管件的楼层属性应与其实际所属楼层相一致。
水管	除初步设计模型中的干管模型外,应补充所有空调水管及其管件、管道附件、保温层	几何尺寸(含管径、壁厚、坡度)、空间定位	系统、类型、材料、敷设方式、立管编号	立管宜按楼层断开。如贯穿多个楼层,立管的楼层属性应设为下端所属楼层。 施工图阶段要求对各系统所有风管、管道完整建模。 表达风管、空调水管的保温层。 有坡度的风管、水管,坡度、坡向设置应符合设计要求。 立管应按设计进行编号。
阀门、末端及其他部件	阀门、通风口(如散流器、百叶风口、排烟口等)、消声器、减震器、隔振器、阻尼器等部件	几何尺寸、空间定位	规格、技术参数、末端编号	设备应与风管及空调水管保持连接。 设备尺寸应参照实际尺寸设置,以满足空间预留要求。 风管附件、末端部件等应与风管连接成完整的风管系统。
设备	除初步设计模型中的设备模型外,应补充补水装置(膨胀水箱或定压补水装置)、水泵	几何尺寸、空间定位	规格、技术参数、编号	阀门、计量装置、末端部件等构件尺寸应参照实际尺寸设置,以满足空间预留要求。 大型设备应附带基础模型,并具有荷载信息。

4.2.6 电气专业模型应表达下列电气专业相关内容:

- 1 变、配、发电站或机房的位置及设备布置;
- 2 消防控制室、其他电气系统控制室的位置及设备布置;
- 3 母线、各系统桥架或线槽;
- 4 配电箱、控制箱。

4.2.7 电气专业模型宜表达下列电气专业相关内容:

- 1 在平面视图中表达配电、照明、火灾自动报警等各系统的导线，标注回路编号；
- 2 灯具、开关、插座；
- 3 火灾自动报警设备及器件；
- 4 防雷装置；
- 5 弱电智能化设备。

4.2.8 电气专业所包含的模型元素内容及其几何和非几何信息、模型要求宜符合表 4.2.8 的规定。

表4.2.8 施工图设计模型电气专业信息及要求

模型元素类型	模型元素	几何信息	非几何信息	模型要求
输配电器材	除初步设计模型中的干线模型外，应补充各系统所有封闭母线、电缆桥架或线槽及其配件	几何尺寸（含截面尺寸、坡度）、空间定位	类型、材料、敷设方式，母线应包含规格信息	<p>桥架、线槽及其配件应保持连接，连接、敷设方式应符合设计要求。</p> <p>桥架、线槽及其配件的类型属性等技术参数设置应符合设计要求。</p> <p>桥架、线槽及其配件的楼层属性应与其实际所属楼层相一致。</p> <p>施工图阶段要求对所有母线、桥架及线槽建模。</p>
供配电设备	配电成套柜、配电箱、控制箱	几何尺寸、空间定位	规格、技术参数、编号、回路编号	<p>设备尺寸应参照实际尺寸设置，以满足空间预留要求。</p> <p>大型设备应附带基础模型，并具有荷载信息。</p>
	变压器及配电元器件、发电机、备用电源、监控系统及辅助装置	几何尺寸、空间定位	规格、技术参数	
	照明、防雷、消防、安防、通信、自动化、开关插座等设备	几何尺寸、空间定位	规格、技术参数	

4.3 机电管综深化

4.3.1 机电管综深化模型应包含暖通、给排水、电气等机电各专业设备、管线、管件、附件、支吊架等。

4.3.2 机电管综深化前应提供完整的建筑、结构模型，宜提供完整的装饰模型。

4.3.3 机电管综深化宜按图 4.3.3 规定的流程进行。

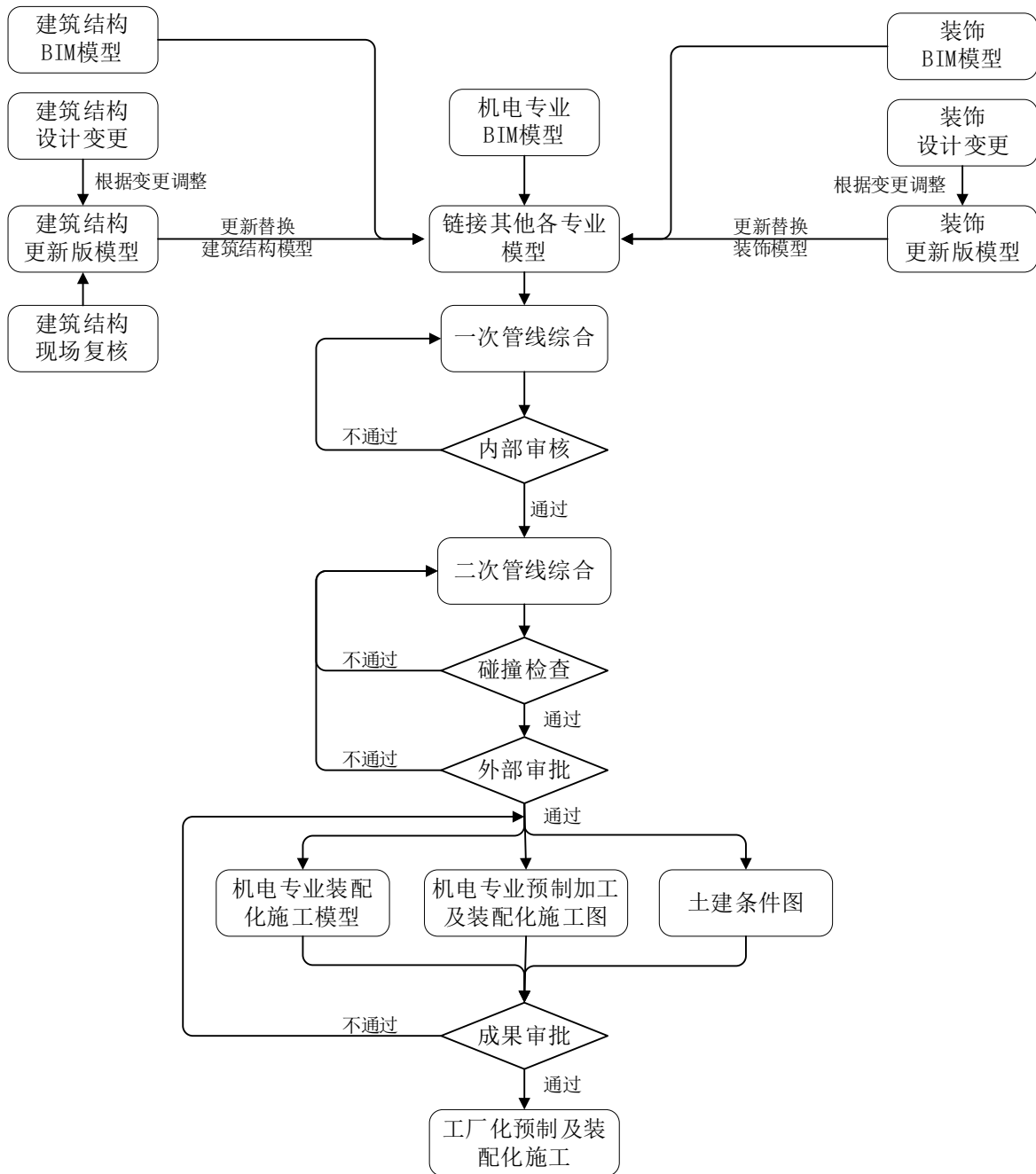


图4.3.3 机电 BIM 深化设计应用流程

【条文说明】机电管综深化过程中应及时进行各专业模型的更新，深化设计完成后及时进行内部、外部审核，审核通过后方可进行现场施工，以便准确指导现场施工。

4.3.4 机电管综深化应同时考虑建筑、结构、装饰等专业与机电之间以及机电各专业之间的碰撞问题，确保机电模型的可行性。

4.3.5 机电管综深化应合理确定各种设备、管线、阀门等的位置和距离，满足机电各专业设计规范、验收规范以及施工要求，并充分考虑系统调试、检测和维修的要求，且应经济、美观。

4.3.6 有吊顶的区域，机电管综深化完成后的机电构件净高应满足装饰吊顶标高要求，且末端点位空间位置应满足装饰图纸及规范要求。

4.3.7 机电系统支吊架应进行受力计算，确保满足安全性要求。

4.3.8 机电管综深化完成后，宜提交原设计师对风系统及水系统进行校核计算，确保设备选型满足设计及使用要求。

4.3.9 机电管综深化完成后，宜通过建设单位、设计单位、总包方、相关顾问单位等审核确认后，生成可指导施工的机电管综深化模型、图纸文件，机电管综深化模型、图纸文件应能完整、准确的反映施工阶段所需的安装构件规格型号、标高、定位尺寸等。

4.3.10 机电管综深化模型应包含机电构件详细的几何信息和非几何信息，能够准确指导物资采购、生产及安装。见表 4.3.10。

表4.3.10 机电深化设计模型信息及要求

模型元素类型	模型元素	几何信息	非几何信息	模型要求
设备	水箱、水泵、换热器、冷却塔、太阳能设备、给水设备、中水设备、排水设备、排水装置、消防系统设备、稳压设备、热水机组等给排水设备； 空调机组设备、供暖系统设备、通风系统设备、防排烟系统设备等暖通设备； 室内照明灯具等普通照明系统设备、高压配电系统设备、低压配电系统设备、防雷与接地系统设备、消防系统设备、智能化弱电系统设备等电气设备。	设备外形尺寸信息； 设备空间位置信息； 设备与管线的接管规格尺寸信息等。	名称； 系统类型； 材质； 厂家； 设备型号； 设备参数等。	模型需清晰表达外形尺寸、规格号、位置、材质等，并且满足设计规范、验收及施工要求。
管线	风管； 水管； 桥架等。	管线规格尺寸信息； 管线空间位置信息等。	名称； 系统类型； 材质； 连接方式等。	
管件	风管管件； 水管管件； 桥架管件等。	管件规格尺寸信息； 管件空间位置信息等。	名称； 系统类型； 材质； 连接方式等。	
附件	风阀； 水阀； 仪表等。	附件外形尺寸信息； 附件规格尺寸信息； 附件空间位置信息等。	名称； 系统类型； 材质； 规格型号； 厂家等。	
保温	风管保温； 水管保温等。	保温规格尺寸信息； 保温空间位置信息等。	名称； 系统类型； 材质等。	

末端	风口; 喷头; 烟感、温感等。	末端外形尺寸信息; 末端规格尺寸信息; 末端空间位置信息等。	名称; 系统类型; 材质; 厂家等。
支吊架	普通支吊架; 综合支吊架; 抗震支吊架等。	支吊架外形尺寸信息; 支吊架空间位置信息等。	名称; 材质; 编号等。

4.4 支吊架设计

4.4.1 支吊架设计应结合机电管线管综排布情况、装配式单元拆分等具体因素，进行合理的设计，并应进行装配化施工全过程的可行性分析。

4.4.2 支吊架设计应满足各专业构件支吊架规范设置要求。

4.4.3 支吊架设计应尽量选择多管线的综合支吊架设计。

4.4.4 支吊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。

4.4.5 支吊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。

4.4.6 支吊架应进行受力分析计算并出具受力计算书，受力计算内容应包含：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。

4.4.7 管道支吊架设计应满足《室内管道支吊架及吊架》03S402。

4.4.8 风管支吊架设计应满足《风管支吊架》K132-03。

4.4.9 桥架支吊架设计应满足《电缆桥架安装》04D701-3。

4.4.10 钢筋混凝土管道支吊架设计应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010。

4.4.11 钢结构管道支吊架设计应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010。

4.4.12 支吊架设计时应按设计及规范要求进行抗震支吊架的设计，抗震支吊架设计应满足《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981-2014。

4.5 风管系统仿真模拟

4.5.1 机电管综深化完成后应对风管系统进行装配式单元拆分出图，进行工厂化预制。

4.5.2 风管系统管线装配式单元拆分应优先按不同风管材料所能预制的最大长度风管进行拆分，不足最大长度的按实际长度进行合理拆分，尽量减少分段数量。

4.5.3 不同风管材料所能预制的最大风管长度应根据风管材料实际尺寸及连接方式等确定。

4.5.4 风管材料为镀锌钢板时，应根据设计要求或规范根据不同的风管类型和风管管径选择正确厚度的板材。

4.5.5 风管系统管线装配式单元拆分前应确保风管附件及管件长度等外形尺寸与实际一致，且防火阀等距墙的间距满足规范要求。

4.5.6 风管系统管线装配式单元拆分时应考虑管段与管段、管件、附件等连接时连接件、密封垫等所占实际长度。

4.5.7 风管系统管线装配式单元拆分最小长度不宜小于 200mm。

4.6 管道系统仿真模拟

4.6.1 机电管综深化完成后应对管道系统进行装配式单元拆分出图，进行工厂化预制。

4.6.2 管道系统管线装配式单元拆分应优先按不同管道材料长度进行拆分，不足管道材料长度的按实际长度进行合理拆分，尽量减少分段数量。

4.6.3 管道系统管线装配式单元拆分时宜考虑不同材质管件、连接方式管段与管段、管件、附件等连接时连接件的实际长度。

4.6.4 装配式单元之间接口的连接形式、管径应保持一致，管道连接宜采用法兰、卡箍等冷连接方式。接口位置不宜设置在电器元件正上方，当必须设置在正上方时应采取有效的防水措施。

4.6.5 管道系统管线装配式单元拆分最小长度不宜小于 150mm。

4.7 桥架系统仿真模拟

4.7.1 机电管综深化完成后应对桥架系统进行装配式单元拆分出图，进行工厂化预制。

4.7.2 桥架系统管线装配式单元拆分应优先按 2m 进行拆分，不足 2m 的按实际长度进行合理拆分，尽量减少分段数量。

4.7.3 桥架系统管线装配式单元拆分时宜考虑桥架装配的实际连接间隙长度。

4.7.4 桥架系统管线装配式单元拆分最小长度不宜小于 150mm。

4.8 制图

4.8.1 设计图纸应满足现行国家标准的要求。

4.8.2 机电各专业设计图应包含设计生产施工说明、预制加工图、装配化施工图等。

4.8.3 设计图管线颜色应与 BIM 模型中的管线颜色保持一致，图纸线条清晰。

4.8.4 预制加工图应满足下列要求：

1 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；

2 规格、加工尺寸、编码信息、加工工艺、设备名称及附件类型等应标注齐全、简洁清晰；

3 应包含精确的材料列表；

4 预制加工图宜采用平面图、化工单线图及三视图相结合的形式；

5 图纸比例不宜小于 1:50。

4.8.5 装配化施工图应满足下列要求：

1 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；

2 复杂区域宜结合三维视图明确装配管线的空间位置。

4.8.6 支吊架图纸应包含设计生产施工说明、支吊架平面图及支吊架大样图等。

4.8.7 支吊架平面图应包含支吊架编码、平面定位尺寸、剖面方向及编码，且应标注齐全、简洁清晰。

4.8.8 支吊架大样图应包含支吊架各构件型号、支吊架各构件尺寸，宜包含管线名称、规格及定位尺寸等，且应标注齐全、简洁清晰。

5 工厂化预制

5.1 一般规定

5.1.1 生产单位应具备保证产品质量要求的生产工艺设施、试验检测条件以及完善的质量管理体系和制度，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，保障产品质量等。

5.1.2 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，必要时进行样品试制，经检验合格后方可实施。

5.1.3 生产材料应符合设计规定，并具有出厂合格证明文件和质量鉴定文件，经进场检查确认合格后，方可使用。

5.1.4 生产单位的检测、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。

5.1.5 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有关部门验收。

5.1.6 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。标识内容应包含产品编号、安装部位、生产单位、检验人员、生产日期等信息。

5.2 生产准备

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

5.2.2 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。

5.2.3 所有材料和设备的质量、技术文件应齐全，并按有关规定进行抽样检测。

5.2.4 生产前，应满足下列规定：

- 1 具备预制加工工厂、车间或者有加工、组装条件的场地；
- 2 完备的设计生产施工说明、预制加工图、装配化施工图及有关技术文件；
- 3 管道、管件、型钢材料等完成除锈、清洗、刷漆等预处理工作。

5.3 制作加工

5.3.1 风管、管道、桥架及支吊架构件的制作加工宜根据材料的规格型号，集中批次进行切割、焊接、涂漆等工作。

5.3.2 镀锌的风管、管道、桥架及支吊架构件等锌层厚度应满足要求，表面应均匀、光滑，无毛刺、起皮、局部未镀锌等缺陷。

5.3.3 风管切割质量应符合下列规定：

1 镀锌钢板及各类含有复合保护层的钢板，应采用咬口连接或铆接，不得采用影响其保护层防腐性能的焊接连接方法。

2 风管的密封，应以板材连接的密封为主，可采用密封胶嵌缝和其他方法密封。密封胶性能应符合使用环境的要求，密封面宜设在风管的正压侧。

3 风管预制时，风管的材料品种、规格、性能与厚度等应符合设计和现行国家产品标准的规定。当设计无规定时，应按规范《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 执行。

4 风管外径或外边长的允许偏差:当小于或等于 300mm 时, 为 2mm; 当大于 300mm 时, 为 3mm。管口平面度的允许偏差为 2mm, 矩形风管两条对角线长度之差不应大于 3mm; 圆形法兰任意正交两直径之差不应大于 2mm。

5.3.4 管道切割质量应符合下列规定:

1 切口表面应平整, 尺寸应正确, 并应无裂纹、重皮、毛刺、凸凹、缩口、熔渣、氧化物、铁屑等现象。

2 管道切割加工尺寸允许偏差应符合表 5.3.4 的规定。

表5.3.4 管道切割加工尺寸允许偏差 (mm)

项 目			允许偏差
长 度			± 2
切口 垂直度	管径	DN<100	1
		100 ≤ DN ≤ 200	1.5
		DN > 200	3

5.3.5 管道焊接预制加工尺寸允许偏差应符合表 5.3.5 的规定。

表5.3.5 管道焊接预制加工尺寸允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差
管道焊接组对内壁错边量		不超过壁厚的 10%, 且不大于 2mm
管道对口平直度	对口处偏差距接口中心 200mm 处测量	1.0
	管道全长	5
法兰面与管道中心垂直度	DN < 150	0.5
	DN ≥ 150	1.0
法兰螺栓对称水平度		± 1.0

5.3.6 管道预制加工后焊缝处、坡口处不应涂漆，当放置时间较长时，应进行防锈处理。

5.3.7 钢制桥架应涂层完整，无锈蚀；玻璃钢制桥架应色泽均匀，无破损碎裂；铝合金桥架应涂层完整，无扭曲变形，无压扁，表面无划伤。

5.3.8 桥架预制加工尺寸允许偏差应符合以下要求：

1 桥架的长度极限偏差：当长度小于等于 2m 时，极限偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ，当长度大于 2m 时，极限偏差为 $\pm 4\text{mm}$ ；

2 桥架的宽度极限偏差：当宽度大于 400mm 时，极限偏差为 $\pm 4\text{mm}$ ，当宽度小于等于 400mm 时，极限偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。（盖板宽取正偏差，槽底宽取负偏差）

5.3.9 支吊架制作尺寸允许偏差应符合表 5.3.9 的规定。

表 5.3.9 支吊架制作尺寸的允许偏差（mm）

项目		允许偏差
支吊架	边长	± 2
	对角线之差	3
	平面度	2

5.3.10 埋设于混凝土内的装配式支吊架，其接触面不应涂漆。

5.3.11 钢筋混凝土结构支吊架制作应满足下列要求：

1 钢筋、混凝土和预埋件的品种、规格、性能等应符合现行国家标准和设计要求，所需材料应有产品合格证、检验证明，必要时可进行抽查检验。

2 有防腐要求的钢筋混凝土结构支吊架的钢筋保护层厚度应符合设计要求。

3 钢筋混凝土结构支吊架的预埋件应按设计要求除锈并及时涂刷底漆。

5.3.12 钢结构支吊架制作应满足下列要求：

1 钢材、高强度螺栓和焊接材料的品种、规格、性能等应符合现行国家标准和设计要求，所需材料应有产品合格证、检验证明，必要时可进行抽查检验。

2 工厂制作的钢结构支吊架与构件，应严格按照图纸制作，不得随意改动，并按图纸要求进行编号，需现场组装的部件应有连接标记。

3 工厂制作的钢结构支吊架及支吊架组成件出厂前至少应涂两遍底漆。

4 钢结构支吊架的焊接应按照工艺文件规定的焊接方法、工艺参数、施焊顺序进行，并应符合设计文件的规定。焊缝应饱满均匀，不得有裂纹、夹渣、焊瘤、烧穿、漏焊、弧坑及针状气孔等缺陷，且焊接区不得有飞溅。

5 支吊架部件连接的螺栓孔必须机械钻孔，严禁气割。

5.4 工厂验收

5.4.1 工厂化预制单元出厂前应按照预制加工图、生产说明书及相关规范要求等进行出厂验收。

6 吊装运输

6.0.1 装配式单元的运输，应根据装配式单元、运输路线及安装现场等实际情况制定合理的运输与吊装方案，方案应经审批通过后实施。

6.0.2 装配式单元的运输和存放应采取相应的安全保证及成品保护措施。

6.0.3 采用吊装方式的装配式单元，吊装应符合下列规定：

1 应根据装配式单元的形状、尺寸、重量和作业半径等因素选择吊具和起重设备；

2 严格按照设计的吊点位置进行吊装，保证吊具连接可靠；

3 吊索水平夹角不宜小于 60° ，不应小于 45° ；

4 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；

5 应经试吊后正式吊装，保证装配式单元无变形。

6.0.4 装配式单元的运输应符合下列规定：

1 应根据装配式单元的材质、形状等特点选择合理的运输方式；

2 装配式单元之间应设置隔离垫块等保护措施；

3 应采取可靠的固定措施；

4 运输、装卸和搬运时，应小心轻放，不得抛、摔、滚、拖；

5 装卸时，应采取保证车体平衡的措施。

7 装配化施工

7.1 一般规定

7.1.1 装配化施工应制定专项施工方案，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。

7.1.2 装配化施工使用的检测、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。

7.1.3 起重设备、吊具、辅具、绳索、滑轮等的选择应符合现行行业标准《施工现场机械设备检查技术规程》JGJ160的有关规定。

7.1.4 装配式单元进场时应进行验收，验收合格后才能进场安装。

7.2 施工准备

7.2.1 装配化施工前，应对土建结构支吊架安装部位进行预检，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。

7.2.2 装配安装前宜采用放样机器人进行测量放线，放样定位后，应设置明显定位标识。测量放线的操作应符合现行国家标准《工程测量规范》GB50026的有关规定。

7.2.3 装配化施工前，应满足下列规定：

- 1 施工图纸及技术文件应齐全，并经相关专业人员审核确认；
- 2 吊装作业的施工方案及相关应急预案应编制完成并经审核确认；
- 3 全面核查现场施工环境，应具备作业条件；

4 施工材料进场检验合格并满足安装要求;

5 装配式单元运送到施工现场后,应按规格类型、吊装顺序分设存放场地;

6 存放场地宜设置在吊装设备的有效起重范围内,且应在不同存放场地之间设置通道;

7 装配式单元编码标识清晰,装配化施工图、流程图等已技术交底。

7.3 装配安装

7.3.1 装配式单元应严格按照装配化施工方案确定的顺序进行转运与就位,宜遵循先上后下、先主后次、先大后小的原则。

7.3.2 装配式单元应按图纸空间位置准确就位,就位后应校准,就位过程及就位后均应设置临时支撑或采取临时固定措施,保证其安全性。

7.3.3 对于成排或密集的装配式单元,在条件允许的情况下,宜采用地面拼装、整体提升的装配方法。

7.3.4 风管装配应平直、不扭曲。风管水平安装,水平度的允许偏差 $3/1000$,总偏差不应大于 20mm ;风管垂直安装,垂直度的允许偏差为 $2/1000$,总偏差不应大于 20mm 。

7.3.5 装配式单元组对连接应符合下列规定:

1 法兰对接应平行,其偏差不得大于外径的 1.5% ,且不大于 2mm ;

2 卡箍连接时,当 $\text{DN}65 \leq \text{管径} \leq \text{DN}100$ 时,端面垂直度允许偏差为 1mm ;当 $\text{DN}125 \leq \text{管径} \leq \text{DN}300$ 时,端面垂直度允许偏差为 1.5mm 。

7.3.6 桥架装配安装应平直整齐，直线段的水平或垂直允许偏差应不超过长度的 2%，全长允许偏差应不超过 20mm。

7.3.7 误差消除段的加工安装应符合下列规定：

1 应根据现场实际的装配安装情况确定误差补偿段的加工尺寸；

2 安装过程中不得破坏已完成装配安装的设备、管道、附配件等。

7.3.8 机电管线穿越楼板和墙体时，应采取防水、防火、隔声、密封等措施，防火封堵应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的要求。

7.3.9 支吊架应安装在可靠的结构上，并符合设计要求。

7.3.10 支吊架安装允许偏差应满足表 7.3.10 的规定。

表7.3.10 支吊架安装允许偏差（mm）

项目	允许偏差
平面坐标偏差	15
标高偏差	15
垂直度偏差	2H/1000 且不应大于 20
注：H 为支吊架高度。	

7.3.11 安装有热位移的管道支吊架应考虑热位移并注意方向性。

7.3.12 安装的管道支吊架应经校核、检验合格后方可进行管道安装。

8 存放与成品保护

8.0.1 在生产、场内运输时，堆放场地应平整压实，并采取防雨、防雪、防潮措施，周围必须设排水沟。

8.0.2 装配单元存放时应根据生产方案、装配化施工方案的发货批次、装配顺序合理堆放。

8.0.3 装配单元堆放时应分类、分规格整齐堆放，并采取加设垫条、木方等保护措施隔开，防止变形、损坏、受潮、浸湿等。

8.0.4 装配单元在转运时，严禁直接在地面进行平移、拖拽，应采取临时固定措施，避免发生变形、损坏等。

8.0.5 装配单元与吊索、缆绳的接触部位应衬垫软质材料，避免损坏涂层。

8.0.6 装配单元生产完成后，须用软物进行包裹覆盖，避免其他物体磕碰导致损坏。

8.0.7 装配单元生产完成后，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。

9 安全与环境

9.0.1 作业单位应落实各级各类人员的安全生产与环境保护责任制。

9.0.2 作业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。

9.0.3 吊装作业应满足以下要求：

1 吊装作业前，应编制吊装方案，并经审批通过后实施；

2 吊装作业人员必须经过专门培训，考核合格后，持有特殊工种操作证，才准予上岗操作；

3 吊装作业前，应预先在吊装现场设置安全警戒标志并设专人监护，非施工人员禁止入内；

4 吊装作业时，严禁在已吊装物下通行或站人；

5 吊装作业前，应对起重设备、钢丝绳、揽风绳、链条、吊钩和安全装置等各种机具进行检查，必须保证安全可靠，不准带病运行；

6 吊装作业过程中使用的专用吊具、吊索、临时支撑支吊架等，应进行安全验算，使用中定期进行定期、不定期检查，确保其安全状态。

9.0.4 油漆作业前，应对涂刷设施的周围或下部无需涂刷此涂料的部位施以一定的保护措施，如铺垫、包裹等，防止因涂料四溅造成污染。

9.0.5 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，严禁未经处理直接排入排水管道。

9.0.6 作业期间，噪声控制应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523 的规定。

10 检测与验收

10.0.1 竣工验收应由建设单位组织，施工、设计、监理等单位参加，验收合格后应办理竣工验收手续。

10.0.2 机电工程验收时，应检查验收资料，并应包括下列文件及记录：

- 1 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；
- 2 主要材料、设备、附配件、预制构件的出厂合格证明及进厂检（试）验报告；
- 3 设备单机试运转记录；
- 4 系统联合试运行记录；
- 5 综合效果检验验收记录。

10.0.3 装配式构件生产、施工过程中应按照国家现行有关标准的要求进行检测和压力试验等。

10.0.4 机电工程的验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300及相关标准的规定。当国家现行标准对工程中的验收项目未作具体规定时，应由建设单位组织设计、施工、监理等相关单位制定验收要求。

10.0.5 给水排水及采暖工程的分部工程、分项工程、检验批质量验收等应符合现行国家标准《建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242的有关规定。

10.0.6 通风与空调工程的分部工程、分项工程、检验批质量验收等应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243的有关规定。

10.0.7 自动喷水灭火系统的施工质量和验收标准应按现行国家标准《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB50261 的规定执行。

10.0.8 消防给水系统及室内消火栓系统的施工质量和验收标准应按现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974 的规定执行。

10.0.9 电气工程的施工质量和验收标准应按现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 的规定执行。

10.0.10 火灾自动报警系统的施工质量和验收标准应按现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB50166 的规定执行。

10.0.11 智能化系统的施工质量和验收标准应按现行国家标准《智能建筑工程质量验收规范》GB50339 的规定执行。

10.0.12 钢筋混凝土结构支吊架制作完成后，应按照施工图和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定进行检验和验收，其外形尺寸的允许偏差应符合上述规范的规定。

10.0.13 钢结构支吊架制作完成后，应按照施工图和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的规定进行检验和验收，其外形尺寸的允许偏差应符合上述规范的规定。

11 使用维护

11.0.1 应制定《检查与维护计划》进行物业的维护和管理，根据装配式机电管线专业、材质等，定期进行管线的检查及维护。

11.0.2 与动力设备连接的管线，在设备运行过程中，由于管线振动传递，会对连接点的牢固性造成影响，日常维护应作为重点检查项。

11.0.3 应将水管的日常检查维护作为重点检查项。

11.0.4 各系统的运行操作必须严格执行操作规程，控制工艺指标。

11.0.5 检修或局部更换管线时，应确保更换管线材质等与原管线一致。

11.0.6 使用过程中，应注意检查管线、支吊架及各接口等是否发生松动或变形等，避免影响管线安全及使用。

11.0.7 使用过程中，应注意各管线的保养维护，避免造成锈蚀等，影响管线安全及使用。

11.0.8 使用过程中，应建立检查和维修的技术档案，详细准确记录检查和维修的情况，保证使用安全。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明必须按其他标准、规范执行的写法为“按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

《建筑信息模型施工应用标准》 GB/T 51235-2017 《XXXX规范》 XXXX

《装配式钢结构建筑技术标准》 GB/T 51232-2016

《预制组合立管技术规范》 GB 50682-2011

《工业金属管道工程施工规范》 GB 50235-2019

《工业金属管道工程施工质量验收规范》 GB 50184-2020

《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》 GB 50236-2019

《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》 GB
50683-2022

《施工现场机械设备检查技术规程》 JGJ 160-2019

《工程测量规范》 GB 50026-2020

《通风与空调工程施工规范》 GB 50738-2017

《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243-2018

《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB 50268-2021

《建筑机电工程抗震设计规范》 GB 50981-2021

《采暖通风与空气调节工程检测技术规程》 JGJ / T 260-
2011

《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300-2021

《建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB50242-2019

中国建筑业协会团体标准

基于BIM的装配式机电管线生产与安装
技术规程

Technical specification for production and installation of prefabricated
electromechanical pipelines based on BIM

条文说明

制定说明

《基于BIM的装配式机电管线生产与安装技术规程》（T/CCIAT xxxx—20xx），经中国建筑业协会××××年××月××日以第××号公告批准发布。

本规程制订过程中，编制组进行了装配式建筑的调查研究，总结了我国工程建设机电系统装配式的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过基于BIM技术的仿真模拟实践取得了机电系统装配式应用的重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《基于BIM的装配式机电管线生产与安装技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

1 总则

1.0.3 EPC 设计总承包模式时，机电管线装配式的设计应与施工图设计同步，从设计端提前介入，避免后期更改。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 机电管线装配式的技术特点主要体现在集成化设计、标准化加工、物联网化运输、装配化施工、信息化管理等建筑工程全过程的技术应用。

2.1.2 建筑信息模型元素包括工程项目的实际构件、部件（如梁、柱、设备、管线、管件等），以及建造过程、资源等组成模型的各种内容。模型由元素组成。

2.1.4 设计阶段应综合考虑加工、运输、装配施工多方面因素的影响，满足现场施工要求。

3 基本规定

3.0.2 装配式机电管线技术策划应结合成本估算，选择相应的技术配置，对装配式机电管线实施重要环节的成本优化提出具体指标和控制要求。

3.0.3 BIM 技术是装配式机电管线建造过程的重要手段。通过信息平台管理系统将设计、生产、施工、物流和运营等各环节联系为一体化管理，对提高各专业之间协同配合的效率，以及一体化管理水平具有重要作用。

3.0.5 装配式机电管线应优先采用环保的技术、工艺、材料和设备，实现节约资源、保护环境和减少污染的目的。

4 基于 BIM 的仿真模拟

4.1 一般规定

4.1.1 装配式机电管线在设计前应充分了解设计、材料性能、加工、运输、现场吊装通道设置情况等因素，综合考虑各方因素影响，制定切实可行的预制装配设计方案。

4.1.4 装配式机房技术应用主要体现在新技术、新工艺等方面，不应改变系统设计的功能需求。由于路由、连接方式改变引起的水力工况变化，应进行系统参数校核，并提交原设计单位及建设单位审核确认。

4.1.8 建筑机电管线装配化施工，考虑到加工、装配、结构等偏差的是不可避免的，为了提高装配式机电模块施工技术的落地性和可操作性，在方案设计时，必须考虑一定范围的可调节性，通过合理设置误差消除段，留出少部分构件现场实测加工，从而适用行业特性，提升机电管线装配化施工效率及质量。

4.1.9 装配式机房是由单元构件拼装组成，为了更有序的组织加工生产及现场预制装配工作，须给每个单元构件赋予 ID 信息，用于构件身份识别。编码宜采用能直接展示装配关系的编码系统，编码后台信息应包含集成设计、生产加工、装配施工三个阶段。具体信息应包括单元编号、各部分构成、加工尺寸、安装部位、设计单位、生产单位、施工单位及相关日期等，在确保现场网络通畅条件下，建议采用二维码，AR 等信息技术。

4.2 模型精细度要求

4.2.3 给排水专业所包含的模型构件要与实际选型的设备、阀部件等外形尺寸一致，确保给排水系统管线装配化施工的准确性。

4.2.5 暖通空调专业所包含的模型构件要与实际选型的设备、阀部件等外形尺寸一致，确保暖通空调系统管线装配化施工的准确性。

4.2.8 电气专业所包含的模型构件要与实际选型的设备外形尺寸一致，确保电气系统管线装配化施工的准确性。

4.3 机电管综深化

4.3.3 为确保机电管线装配化施工的顺利实施，机电管综深化是基础也是关键，在机电管综深化过程中应及时进行各专业模型的更新，确保模型的准确性，并在深化设计完成后及时进行内部、外部审核，审核通过后再进行现场施工。

4.3.8 机电管综深化过程中会进行管线翻弯及调整管线路由等，从而可能导致原设计设备选型无法满足相应机电系统设计及使用要求，因此机电管综深化完成后，宜进行风系统、水系统的校核计算，如原设备选型不满足要求，提交设计院及业主方重新进行设备选型，确保设备选型满足设计及使用要求。

4.4 支吊架设计

4.4.3 为节约材料、便于施工、整齐美观，支吊架设计时，应综合考虑机电管线管综排布及装配式单元拆分等具体因素尽量选择多管线的综合支吊架设计。

4.5 风管系统仿真模拟

4.5.2 风管系统材料多种多样，每种材料的尺寸各不相同，为减少材料的浪费及接口数量，风管系统拆分时应优先按相应材料所能预制的最大长度进行拆分。

4.5.4 风管材料为镀锌钢板时，不同系统、不同压力等级需选择不同厚度的板材，设计有要求且满足规范的按照设计要求选择，设计无要求或不满足规范要求的，需按照规范要求选择。

4.6 管道系统仿真模拟

4.6.2 管道系统材料多种多样，每种材料的长度各不相同，为减少材料的浪费及接口数量，管道系统拆分时应优先按相应材料所能预制的最大长度进行拆分。

4.7 桥架系统仿真模拟

4.7.2 桥架材料长度为 2m，为减少材料的浪费及接口数量，桥架系统拆分时应优先按 2m 进行拆分，不足 2m 的按实际长度进行合理拆分。

4.8 制图

4.8.4 预制加工图应满足下列要求：

3 应包含精确的材料列表，明确法兰执行标准、弯头曲率半径等信息。

5 工厂化预制

5.1 一般规定

5.1.1 装配式机电技术实施的硬件条件应能达到工业化生产标准。生产设备包括：自动除锈设备、自动切割坡口设备、构件自动焊接设备等。

5.1.3 生产材料出厂前，应附带原材料生产厂家资质、材料检测报告、合格证，并对生产的材料进行相关检测达到合格方可出厂。

5.1.4 生产单位的检测、试验、计量等设备及仪器仪表应能满足设备的单机试运转、阀门的强度和严密性试验、焊缝的探伤检测、构件压力试验的要求。

5.1.6 构件编码可采用标号或二维码形式，确保产品信息具有可追溯性。

5.2 生产准备

5.2.2 生产方案需报送建设单位、监理单位、设计单位审批后实施生产。

5.3 制作加工

5.3.4 管道切割质量应符合下列规定：

2 管道切割加工尺寸允许偏差检查方法：观察、水平尺和量尺检查。

5.3.5 管道焊接预制加工尺寸允许偏差检查方法：水平尺和量尺检查。

5.3.9 装配式支架制作尺寸允许偏差检查方法：水平尺和量尺检查。

6 吊装运输

6.0.1 采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 100kN 及以上的起重吊装工程专项施工方案应按规定组织专家论证。

6.0.3 吊索要有足够长度满足吊装时水平夹角要求，以保证吊索和各吊点受力均匀。自制、改造、修复和新购置的吊具需按国家现行相关标准的有关规定进行设计验算或试验检验，并经认定合格后方可投入使用。预制构件的吊运尚应参照现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的有关规定执行。

7 装配化施工

7.2 施工准备

7.2.1 土建结构支吊架安装部位的验收是确保机电管线安全的重要保证，应严格进行检查，特别是其实体强度等。

7.2.2 装配安装前使用放样机器人进行放样定位，合理设置定位标识，应包含顶板、梁、柱支架生根点坐标定位标识等。

7.2.3 施工方案、现场作业条件、吊装条件、物品堆放等满足装配施工的要求前提下方可进行下一步实施。

7.3 装配安装

7.3.1 装配施工方案编制内容应明确装配式单元转运注意事项、现场堆放顺序及具体的装配步骤，遵循本条文相应原则以便于装配施工。

7.3.7 误差消除段大多选择主机设备接管、阀门较多的管组、管道弯管等易于调节误差的区域。在设备周边区域进行补偿段安装施工时，对已完成的设备、管道等采取临时防护措施，避免造成破坏。

8 存放与成品保护

8.0.4 临时固定装置应根据具体情况具备多样性、利用率高的特点，适用于吊装运输、场地存放、就位安装等多种过程。

9 安全与环境

9.0.2 作业前应进行安全技术交底，具体注意事项如下：

生产加工的场地应有安全管理规定和设备安全操作说明，禁止违章操作；制作场地应划分安全通道、操作加工和产品堆放区域；加工机具操作时，操作人员的身体应与机具保持一定的安全距离，应控制好机具启停及加工件的运动方向；现场分散加工应采取防雨、雪、大风等设施。

施工单位应对作业人员全面解析装配施工过程中进场、卸车、存放、吊装、就位各环节的安全风险，并制定防控措施。高空作业区域下放严禁站人；高空作业时必须系好安全带，严防蹬踩探头板。上下传递物品不得抛投，小件工具不得任意放置；装配式单元的对接、安装，不应在空中长时间悬吊。

10 检测与验收

10.0.1 装配式机电管线验收应满足各专业相关的验收规范。

11 使用维护

11.0.1 制定《检查与维护计划》进行物业的维护和管理，在发达国家已逐步成为建筑法规的明文规定。有条件时，应在建筑的使用与维护中执行这一要求。

11.0.2 管道连接方式为冷连接，在设备运行过程中，由于管道振动传递，会对连接点的牢固性造成影响，日常维护应作为重点检查项。