

ICS 27.200

CCS J 73

团 体 标 准

T/CAPE ××××—××××

装配式高效能源站工程技术规程

Engineering technical specification for prefabricated energy station

(征求意见稿)

(在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上)

××××—××—××发布

××××—××—××实施

中国设备管理协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 通用要求	3
5 标准化设计	3
5.1 一般规定	3
5.2 标准设计	4
5.3 深化设计	5
6 工厂化生产	6
6.1 一般规定	6
6.2 材料质量验收标准	7
6.3 工厂生产	7
6.4 除锈与防腐	9
6.5 运输与成品保护	9
7 装配化施工	9
7.1 一般规定	9
7.2 现场装配	10
7.3 质量验收	13
8 信息化管理	14
8.1 一般规定	14
8.2 设计阶段	15
8.3 生产阶段	15
8.4 施工阶段	15
8.5 运维阶段	14
参考文献	17

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《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。

本文件由中国设备管理协会提出并归口。

本文件由中国设备管理协会标准化工作委员会组织制定。

本文件主要起草单位：中国设备管理协会装配式建筑产业发展中心、建科环能科技有限公司。

本文件参加起草单位：中国中建设计研究院有限公司、中建安装集团有限公司、易装配（北京）装配式建筑科技有限公司、西安易筑机电工业化科技有限公司、中国建筑科学研究院有限公司认证中心、中建三局第三建设工程有限责任公司、中铁建电气化局集团第一工程有限公司、北京东方华睿建筑设计有限公司、北京大田机电设备安装工程有限公司、中南建筑设计院股份有限公司、长江勘测规划设计研究院有限责任公司、北京中机一院工程设计有限公司、众森绿建国际科技股份公司、筑工网云（北京）科技有限公司、河北空调工程安装有限公司、天津开发区亨通制冷机电有限公司、北京永源热泵有限责任公司、北京炬泰兴隆环保设备有限公司、北京合创三众能源科技股份公司、内蒙古中纳节能科技有限公司、深圳中奇立泰科技发展有限公司、阿姆斯特壮（西安）智能流体技术有限公司、懒猫邦（西安）智慧能源有限公司、上海泰普克科技有限公司、浙江百诚未莱环境集成有限公司、浙江春晖智能控制股份有限公司。

本文件主要起草人：曹勇、满孝新、苏振宇、李洪树、舒红奎、李晓庆、张明明、张强、金刚刚、闫志奇、邹斌、匡嘉智、徐京申、金凤鸣、冯国清、佟晓超、姚琳强、武江超、曹彦斌、刘江、刘俊良、杨波、李琪、李孟轲、李洪智、陈建维、陈建松、王春香、杨艳、唐玉阳、唐瑞、陈宝祥、王瑞华、王燕冬、王维、张凤奇、张建章、张先。

本文件审查专家：孙艳秋、等。

本文件主要审核人：牛昌文、魏景林。

装配式高效能源站工程技术规程

1 范围

本文件规定了装配式高效能源站工程的通用要求、标准化设计、预制化生产、装配化施工、信息化管理等方面的技术内容。

本文件适用于新建、改扩建装配式高效能源站的设计、生产、运输、装配、验收、运行维护。

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 24500 工业汽锅能效限度值及能效品级
GB/T 50001 房屋建筑制图统一标准
GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范
GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB/T 51212 建筑信息模型应用统一标准
GB/T 51235 建筑信息模型施工应用标准
GB/T 51269 建筑信息模型分类和编码标准
GB/T 51301-2018 建筑信息模型设计交付标准
GB 55015-2021 建筑节能与可再生能源利用通用规范
JGJ/T 448-2018 建筑工程设计信息模型制图标准
TSG 91 锅炉节能环保技术规程
T/CECS 1100 高效空调制冷机房评价标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

装配式高效能源站 prefabricated energy station

采用装配式预制加工技术，把冷热源设备及输配系统管道构件、电气、智能控制系统及附属设备通过工厂化预制、模块化运输、现场装配而成，为建筑及生产工艺提供冷热能源的集成站房。主要包含：制冷站房、冷却站房、锅炉站房、换热站房、地源热泵机房、数据中心能源机房、空气源热泵站房等。

3.2

撬装集成式高效能源站 skid mounted integrated high-efficiency energy station

将各功能模块或组件集成于一个整体底座上，并采用彩钢板、夹芯板等材料做成围护箱体，使其具有防护、隔声、保温、美观等效果，适于室外整体式安装、移动。撬装集成式高效能源站的功能模块一般可分成基本主机模块，输配泵组模块、水处理模块、补水定压模块、电气控制模块等。

3.3

高效节能 high efficiency and energy saving

通过工厂整体预制和调试确保能源站的最佳整体性能和质量；通过节能系统控制设备协同运行，从而降低整个系统的能源消耗，更有利于使用方后期对设备的运维管理。

3.4

装配式高效水力模块 prefabricated timber components

由水泵、阀部件、管路、电气控制、设备基座等构件集成装配成套，具有独立或复合功能及高效运行特征的集成单元。

3.5

建筑信息模型 building information modeling (BIM)

建设工程及其设施物理和功能特性的数字化表达，在全生命期内提供共享的信息资源，并为各种决策提供基础信息，简称模型。

[来源：GB/T 51212-2016，2.2.1]

3.6

制图表达 graphic expression

为表达设计意图，建筑信息模型表述设计内容、呈现交付物的工作。

[来源：JGJ/T 448-2018，2.0.1]

3.7

几何表达精度 form tolerances

模型构件与所表达的实际建（构）筑物与构配件在形式差别上的允许偏差。

[来源：GB/T 51301-2018，2.0.12]

3.8

深化设计 detailed design

根据设计文件的要求，结合生产加工工艺、运输条件、施工工艺技术等，绘制部品（部件）、组件生产制作和安装的可实施的施工图纸。包括加工图（或加工详图、产品图）设计、施工详图设计、安装节点详图设计等。

3.9

协同设计 collaborative design

通过建筑、结构、机电、装修等专业相互配合，并运用信息化技术手段满足建筑设计、生产运输、施工安装等要求的一体化设计。

[来源：GB/T 51231-2016，2.1.5]

3.10

标准化设计 standardized design

在建筑、结构、机电各专业协同一体化设计的基础上，将深化设计按照一定的模数标准和科学拆分，形成具有某一固定特征的序列化部品部件。

3.11

部品部件 component

运用现代化的工业生产技术将管道、管件、仪表附件等组装而成的功能单元，实现工厂化预制生产，使之能达到运输至建筑施工现场进行装配安装来完成的构件。

[来源：GB/T 51231-2016，2.1.10, 2.1.11]

3.12

可逆装配 reversible assembly

一种实现部品部件拆卸、更换及安装时不对相邻的部品部件产生破坏性影响的装配方式。

4 通用要求

- 4.1 新建及改造能源站项目应采用装配式技术，提高能源站施工质量及运行效率，降低建造及运维成本。
- 4.2 装配式高效能源站工程应实现全过程信息化管理。
- 4.3 装配式高效能源站设计应按照通用化、标准化的要求，实现部品部件的系列化和多样化。
- 4.4 装配式高效能源站部品部件的工厂化生产应建立完善的生产质量管理体系，提高工业化生产水平和精度，保障产品质量。
- 4.5 装配式高效能源站设备应选用高效、节能、节水、环保，并符合现行国家限量物质的限量要求的产品。
- 4.6 装配式高效能源站的设备选型应进行技术、经济、可靠性等方面的评估，设备性能应符合 GB 55015-2021 中第 3 章的规定。
- 4.7 装配式高效能源站材料应满足绿色建材评价标准的相关规定，装配式功能模块宜通过性能认证。
- 4.8 装配式高效能源站应选用耐腐蚀、使用寿命长、降噪性能好、便于安装及更换的管材、管件以及高性能的阀门、设备。
- 4.9 装配式高效能源站选用的空调设备、锅炉设备、给排水设备等设备效率，应达到国家现行标准规定的节能评价价值。
- 4.10 装配式高效能源站噪声、污染物排放应符合当地环保部门的要求。

4.11 装配式高效能源站宜采用工程协同管理平台，推进工程信息化管理。在平台上对进度、质量、安全等进行协同和统一管理。

4.12 装配式高效能源站协同管理平台应与 BIM 模型、二维码相结合，通过扫描项目现场构件、设备粘贴的二维码，调取相关的 BIM 模型构件、文档资料、视频、施工信息、技术参数等各类关联信息。

5 标准化设计

5.1 一般规定

5.1.1 装配式高效能源站设计应符合 GB 50736 的规定。

5.1.2 装配式高效能源站设计应在方案设计阶段之前进行，宜增加技术策划阶段，结合项目的定位和整体规划等因素，制定科学合理可行的装配式全过程技术路线，以实现设计标准化、工厂预制化、施工装配化、管理信息化的目标。

5.1.3 装配式高效能源站设计应协调建筑、结构、给排水、供暖、空调、燃气、电气、智能化、装修等各专业的要求，进行同步协同设计，并统筹设计、生产、施工和运维各阶段的需求。

5.1.5 装配式高效能源站设计应采用工业化、标准化、系列化、通用化、模数化，按照少规格、多组合原则，使用可逆装配的部品部件，满足多样化的需求。

5.1.5 装配式高效能源站设计应建立基于 BIM 的协同设计工作模式，根据工程项目的实际需求和应用条件，确定不同阶段的工作内容，实现建设全过程管理。

5.1.6 装配式高效能源站设计应满足建筑生命周期内使用功能可变性的要求，建造方式和接口选型宜满足可逆装配的要求。

5.1.7 装配式高效能源站部品部件的集成应便于维护和更换，设计耐久性低的部品部件应放置在易更换、维修的位置。

5.1.8 装配式高效能源站设计应明确部品部件和管线等主要材料的性能指标，满足结构受力、抗震、安全防护、防火、防水、节能、防潮、防腐、保温隔热、环境保护等方面的需要。

5.1.9 装配式高效能源站设计能效指标应符合 GB 55015、GB 24500、TSG 91 和 T/CECS 1100 的规定。

5.2 标准设计

5.2.1 装配式高效能源站模型应具有精确的数量、形状、方向、位置、尺寸等信息，能满足预制加工、现场装配及安全高效运行的需求。

5.2.2 装配式高效能源站标准化设计内容应包含设备、阀部件、水管路系统及支架、设备电气控制、智能化节能控制等。

5.2.3 装配式高效能源站模型成果交付应包含：图纸目录、设计说明、设备表、系统图（水系统及电气控制）、网格放线图、设备基础图、设备及主要部位平剖面图及细部做法、管道构件拆分图、装配式支架加工图、生产工艺说明、管道构件编码、BOM 明细表等。

5.2.4 生产工艺说明应明确管道工厂化预制的各项常规技术要求和特殊技术要求，如：公差控制、焊接及热处理方式、试验和检验内容、防腐及包装运输等内容。

5.2.5 装配式高效能源站图纸标注应齐全、连续，可同时满足生产预制及现场装配需求。

5.2.6 装配式高效能源站管道构件拆分应合理，并能满足管道构件焊口数量 $\geq 70\%$ 采用全自动机械焊接。

5.2.7 装配式高效能源站设备布置宜满足如下要求：

- a) 设备突出部位与配电柜的距离、主要通道宽度 ≥ 1.5 m；
- b) 设备之间的净距 ≥ 1.2 m；

- c) 设备与墙的净距、非主要通道 ≥ 1.0 m;
 - d) 设备与其上方的管道、桥架净距 ≥ 1.0 m;
 - e) 卧式蒸发器、冷凝器、锅炉燃烧室应具备清洗、维修的空间;
 - f) 配电柜、开关柜上方及附近 3 m 内严禁布置阀门、管道接口;
 - g) 同一规格的设备排布须横平竖直、整齐划一;
 - h) 如采用整体箱式集成设计, 主管路进出口切断阀门应设置在箱体外侧;
 - i) 设备及管线设计应做到结构合理、布线规范、检修方便、便于操作和观测, 管道三通接口宜采用顺水三通;
 - g) 采用整体箱式集成设计, 配电柜与箱体内管道应采用隔离设计, 箱体内所有预留灯具及插座应采用防水、防潮设计。
- 5.2.8 撬装集成式高效能源站底座及支撑结构应具备足够的强度和稳定性, 模块四周预留维修空间。
- 5.2.9 装配式高效能源站设计采用开式冷却塔时, 冷却塔集水器液面至水泵吸入口静压值应大于冷却塔出口至水泵吸入口管道及构件水阻力 0.015 MPa 以上。
- 5.2.10 装配式高效能源站设计在系统最高点且采用膨胀水箱定压时, 膨胀水箱最低水位至水泵吸入口静压值应大于定压点至水泵吸入口管道及构件水阻力 0.015 MPa 以上。
- 5.2.11 装配式高效能源站标准化设计模型信息深度应达到 GB/T 51301-2018 所规定的 N4 等级, 几何表达精度应达到 JGJ/T 448-2018 规定的 G4 等级。
- 5.2.12 管道构件的拆分应按照系统分类、加工部位连续编码, 逐个拆分。拆分原则应满足工厂最大预制尺寸、预制管道构件形式、焊接机械类别需求。

5.3 深化设计

- 5.3.1 采用 BIM 技术相关软件绘制包括冷热源设备、水泵、分集水器等设备专业信息的 BIM 模型。根据不同设计阶段任务要求, 形成满足各参与方使用要求的数据信息。
- 5.3.2 应用 BIM 软件协同功能, 开展多专业间的数据共享和协同工作, 实现各专业之间数据信息的无损传递和共享, 进行各专业管线综合碰撞检测。
- 5.3.3 BIM 模型深度标准应符合以下要求:
- a) 装配式高效能源站设备模型组件应具有精确的数量、形状、方向、位置、尺寸等信息, 应满足 GB/T 51235 中深化设计及装配式施工标准要求。
 - b) BIM 模型应具备完整制造、组装、细部处理所需几何信息和非几何信息, 满足装配式高效能源站设备采购、加工和现场装配的需求。
 - c) 综合布置完成后应复核系统参数, 包括设备型号、阀门类型、管道部件、支架布置及支架受力等。
 - d) 深化设计模型元素宜在施工图设计模型元素基础上, 确定具体尺寸、标高、定位和形状, 并应补充必要的专业信息和产品信息, 其内容宜符合表 1 的规定。

表 1 深化设计模型元素及信息

专业	模型元素	模型元素信息
空调系统设备	制冷主机、水泵、分集水器、阀门、水处理设备等	几何信息包括: 1. 尺寸大小、壁厚等形状信息; 2. 平面位置、(顶、中心、底) 标高等定位信息。
锅炉系统设备	锅炉、热交换热器、水泵、水处理设备、分集水器、阀门等	非几何信息包括: 1. 规格型号、材料和材质信息、技术参数

电气	桥架、桥架配件、母线、机柜、插座、智能化系统末端装置、桥架设备支吊架等	2. 系统类型、连接方式、安装部位、安装要求、加工工艺、施工工艺等安装信息。
----	-------------------------------------	--

e) BIM 深化软件具有管线综合、参数复核计算、支吊架选型及布置、与厂家产品对应的模型元素库的专业功能。

5.3.4 装配式高效能源站设备族块按下述选择：

- a) 建模设计过程中，应根据实际尺寸进行建模，避免生产、安装阶段出现误差。
- b) 设备族块应进行编码，其编码应具有唯一性。
- c) 对于采用不同 BIM 软件绘制的族模型，应使用开放或兼容的数据格式进行模型数据交换，便于模型整合。
- d) 模型元素及信息中非几何信息至少还应包括设备的性能参数。

5.3.5 对在装配式高效能源站工程项目中的重大危险源或易发生质量问题的部位、节点施工模拟宜提前进行装配仿真。

5.3.6 管道部品部件拆分标准如下：

- a) 能源站管道部品部件拆分应按照系统、部位拆分模型。拆分原则应结合现场施工、支吊架部位和部件的生产要求进行合理拆分。
- b) 拆分后的部品部件应满足工业化生产工艺需求。
- c) 5 支持基于模型的产品族块拆分、工艺设计、虚拟制造、预装配及其性能评价。

5.3.7 模型交付标准如下：

- a) 设计交付物应满足项目 BIM 管理平台的相关要求。
- b) 交付物格式应包括可编辑模型文档、不可编辑模型文档、视频文档、说明文档、图纸电子文档、图片文档。
- c) 交付成果应保证信息的准确性、一致性和完整性。应满足后期成本采购、厂家加工和现场装配的需求。
- d) 交付物格式、版本等要求对各方协同应用有制约作用，应提前明确，避免交付的成果无法使用。

6 工厂化生产

6.1 一般规定

6.1.1 装配式高效能源站部品部件的生产企业应具备符合生产质量保证要求的固定生产场所、设备和人员，应建立或遵循产品相关标准，并具备完善的技术标准体系和安全、质量、环境管理体系及必要的检测手段。

6.1.2 部品部件的生产企业应具备二次深化和工艺设计的能力。

6.1.3 部品部件生产应采用信息化管理技术和自动化生产技术，生产工序应形成流水作业。

6.1.4 部品部件生产前，应具备经批准的生产加工深化设计文件，设计深度应满足生产、运输和安装等要求，并按照工作流程顺序进行编码和标识。

6.1.5 部品部件生产前，应优化标准化部品与定制化部品的系列规格组合，提高标准化部品的应用比例。标准化部品应采用标准模数生产，定制化部品或高度集成部品宜根据设计要求和项目需求采用定制模数生产。

6.1.6 部品部件生产加工前，应复核土建结构及现场安装运输条件。

6.2 材料质量验收标准

6.2.1 所有材料入库时应做到资料齐全有效，应符合建筑工程资料管理规程的相关资料验收要求。

6.2.2 应制定原材料及部件入库质量验收记录表，具备原材料或部件质量检测相关工具或器械。

6.2.3 外观检查：肉眼观察管材及型材内外表面无严重锈蚀，钢管无压扁、弯曲现象，内外壁表面光洁，无毛刺、裂纹，变形等缺陷。

6.2.4 采用千分尺或其他具有相应精度的测量装置测量钢管的管径及壁厚。其极限偏差应符合表 2 的要求。

表 2 管道外径及壁厚极限偏差

钢管外径极限偏差 mm		钢管壁厚极限偏差 mm	
公称外径 D	极限偏差	钢管公称壁厚 L	极限偏差
$D < 60.3$	± 0.5	$L < 3$	± 0.3
$60.3 \leq D < 355.6$	$\pm 1\%D$	$3 \leq L < 12$	$\pm 10\%L$
$D \geq 355.6$	$\pm 5\%D$	$L \geq 12$	$\pm 10\%L - 1.2$

6.2.5 阀门及管路附件入库验收应重点检查阀门的规格、型号、阀体及密封材质、耐温范围、流体类型、数量等与设计图纸工艺是否相符，特殊阀门需要检验报告或专用生产许可证。

6.2.6 阀门及管路附件应进行外观检查，包装良好、外表无磕碰及铸造缺陷，比如：裂纹、缩孔、砂（渣）眼、气孔脊状凸起（多肉）、鼠尾、冷隔、皱折、割疤、结疤、撑疤、焊疤、表面粗糙等。转动阀柄应灵活，开闭到位，阀杆等外露部分应加以保护。

6.2.7 法兰外观检查，锻造表面应平整光滑，不应有锻造伤痕、裂纹、夹层等缺陷。法兰应采用锻造工艺，车床加工而成。

6.2.8 部品部件连接垫片，应根据工艺设计要求选用，不应随意更换其他材质垫片。垫片厚度及宽度应符合设计工艺要求。

6.3 工厂生产

6.3.1 生产工艺流程如下：

原材料验收入库→部品部件加工图纸→切割下料→管道坡口→管口打磨除锈→法兰管道工装平台组对→部品部件焊接→部品部件尺检或探伤→部品部件除锈（部品部件酸洗钝化——镀锌）→油漆喷涂→部品部件编码→产品包装运输。

6.3.2 焊接工艺要求如下：

- 手动焊接、热切割作业、使用自动热切割及自动焊接机械操作人员应持有“特种设备焊接作业资格证”，并在有效期内，经上岗操作培训合格后，方可进行作业。
- 管道部件预制加工前应进行焊接工艺评定，根据评定报告编制焊接工艺指导书或焊接工艺卡。
- 管道部件预制焊接使用的焊条、焊丝材质应与管道材质匹配，选用保护气体正确无误。
- 焊接设备应完好无损，无功能性缺失，焊接时应遵守安全操作规程，严格按焊接工艺指导书或工艺卡进行焊接作业。
- 压力管道应采用单面焊双面成型，对于部品部件厚度 $\geq 10\text{mm}$ ，应采用分层分道焊接。
- 6.3.2.6 压力管道对接焊，其坡口形式应采用“U”型或“V”型坡口，钝边厚度要满足第一层焊缝焊透。厚度 $\leq 3\text{mm}$ 可不开坡口，但管道对焊两管口间距保持 $1.5\text{mm}\sim 2.5\text{mm}$ 为宜；距管口

20mm 内应将油、漆、垢、灰、锈等清理干净，打磨露出金属光泽、管口无裂纹、夹层等缺陷方可焊接。

- g) 6.3.2.7 采用热加工方法加工坡口后，应除去坡口表面的氧化皮、熔渣等影响接头质量的表面层，并应将凹凸不平处打磨平整。管道坡口角度应符合 GB 50236 的规定。
 - h) 6.3.2.8 自动环缝焊接应采用连续焊接，一次成型，焊缝质量应满足 GB 50243 的规定。分层焊接时应将底层焊渣打磨干净后方可进行上层焊接。
 - i) 6.3.2.9 自动焊接应优先选用药芯焊丝进行焊接，以获得更好的力学性能。焊材要求与母材等强匹配，焊缝高度为连接件中较薄板材厚度的 0.8 倍且不小于 5mm。
 - j) 6.3.2.10 管道与法兰装配时，法兰内外面应全部施焊，管道插入法兰深度宜为法兰盘厚度 1/2，最多不超过法兰盘厚度 2/3。
- 6.3.3 部品部件组对工艺：
- a) 标准部品部件的生产宜采用全自动焊接完成，非标准部品部件宜 $\geq 70\%$ 采用全自动焊接。
 - b) 标准部品部件应尽量采用统一尺寸样式，流水线作业模式进行批量化生产。
 - c) 法兰端面应与管道中心线相垂直，可采用法兰弯尺进行偏差值测量，当管道公称直径 $\leq DN300$ 时，允许偏差值为 1mm；当管道公称直径 $> 300mm$ 时，允许偏差值为 2mm；管端插入法兰深度 $\geq 1/2$ 法兰厚度，法兰内侧的焊缝不应凸出法兰密封面。
 - d) 直管段上两对接焊口中心面间的距离，当公称直径大于或等于 150mm 时不应小于 150mm；当公称直径小于 150mm 时不应小于管子外径。
 - e) 法兰组对宜采用专用管道组对工装装配，两端法兰孔位应一致，法兰孔位应垂直中心对称；
 - f) 法兰管道组对时，法兰与管道间隙应均匀一致，法兰管道连接固定点应均匀分布，公称直径 $\leq DN125$ 以内不少于 3 个固定点，公称直径 $> DN125$ 应按周长 120mm 以内设置 1 个连接固定点，每个焊点长度不少于 20mm，以防止焊接变形及点焊焊缝开裂。
 - g) 法兰内径应与管道外径匹配，区分各标准制式对应的不同法兰尺寸，不应混用。
 - h) 管道开三通口加工，应采用专用切割设备精准定位开孔，主管道与支管道切口宜采用相切或骑座模式，主管道开口尺寸应 \geq 支管内径，且支管不应插入主管道内部，管道间隙不应大于 2mm。
 - i) 法兰焊接后应将毛刺及熔渣清理干净，内孔应光滑，法兰应无飞溅物。
 - j) 部品部件仪表部位应预留内丝焊接管箍，开孔应圆滑，尺寸应不小于焊接管箍内径。

6.3.4 撬装集成式高效能源站设备底座外形尺寸误差应 $< \pm 2\%$ ，设备定位中心距误差应小于 2mm，设备安装螺栓孔与中心线误差应小于 2mm，管道的水平偏差和垂直偏差应小于 5mm。

6.3.5 装配式支吊架预制应采用高强度螺栓连接，落地式支架立柱应有焊接加强肋板。满水后支架变形量允许偏差应符合表 3 的规定。

表 3 管道支架变形尺寸允许偏差表

项目		允许偏差
横梁支撑面	标高	± 3 mm
	水平度	L/1000
垂直度		H/1000, 且不大于 10.0 mm

6.3.6 管道部品部件预制加工尺寸允许偏差应符合表 4 规定

表 4 管道部品部件预制加工尺寸允许偏差

项 目	允许偏差
-----	------

管道与弯头组对内壁错边量		不超过壁厚的 20%且不大于 2mm
管道与弯头连接	管道角度偏差	$\pm 0.5^\circ$
法兰密封面与管道中心垂直度	DN<200	0.5 mm
	DN \geq 250	1.0 mm
法兰螺栓孔对称水平度		± 1.0 mm
管道预制长度尺寸偏差		± 2.0 mm

6.3.7 部品部件焊接完毕应根据工艺要求进行外观检查，焊缝无气孔、夹渣、弧坑裂纹、电弧擦伤等缺陷。当设计要求进行无损探伤时，应按设计要求进行射线照射检验或超声波检验等，最少不低于焊口数量 5%无损检测。

6.4 除锈与防腐

6.4.1 管道及部品部件除锈工艺宜采用喷砂除锈或管道除锈机，小型部品部件可采用手持电动工具除锈。

6.4.2 采用喷砂除锈应达到 Sa2.5 级，采用管道除锈机除锈应达到 Sa2 级。部品部件如需镀锌处理，可不进行除锈。

6.4.3 部品部件镀锌处理，应先进行碱洗去除油污，水洗后，再进行酸洗去除表面氧化皮，清水漂洗进行热镀锌处理。

6.4.4 部品部件表面除锈后，应先涂刷一遍环氧红丹防锈底漆，检查合格后，涂刷两道聚氨酯面漆。每道油漆涂刷工序均应等待前一道工序油漆晾干后方可进行。

6.4.5 管道油漆颜色应按不同类型管道进行区分。

6.4.6 对于壁厚 6mm 以上的管道，镀层平均厚度应为 85 μ m；对于壁厚大于 3mm 并小于 6mm 的管道，镀层平均厚度应为 70 μ m。厚度检验可采用涂层测厚仪进行检测。

6.4.7 镀锌层外观应光亮、细致、无流挂，皱皮现象。镀锌层强度可采用弯曲压力机，将样品做 90°~180°弯曲，无裂纹及镀层脱落。也可用重锤敲击检验，并且分批的做盐雾试验和硫酸铜侵蚀试验。

6.5 运输与成品保护

6.5.1 管道及部品部件的运输和储存应提前制定实施方案，实施方案应包括运输时间、次序、堆放场地、运输路线，装车顺序及固定要求、堆放支垫及成品保护措施等项目。

6.5.2 管道部品部件应具备防污染、防雨、防潮、防磕碰的包装措施，所有部件进出口应进行封堵，防止杂物侵入。

6.5.3 部品部件编码应设置在包装明显的位置。每个包装箱应标明产品名称、规格型号、特性、批次、注意事项、配置清单、包装箱外形尺寸、净重、毛重、防雨、请勿重压等内容。

6.5.4 部品部件宜按安装顺序依次装车，先主管道，后支管道，先大型部件，后小型部件的原则。

6.5.5 部品部件装车运输应采用可靠的防平移、倾倒、滚动措施，管道间宜采用三角木进行隔离、固定。

6.5.6 发货前应充分考虑路径及运输货物比重、体积选用合适的运输车辆。

6.5.7 撬装集成式高效能源站运输尺寸及重量应符合《超限运输车辆行驶公路管理规定》要求，不应超高、超宽、超长、超重运输。

6.5.8 散装部品部件应重点考虑货物重心与车厢的承重中心基本一致，装卸车应采用移动式汽车吊，严禁使用人力或自卸车等其他非专业设备装卸车。

7 装配化施工

7.1 一般规定

- 7.1.1 装配施工前应制定相应的装配工艺质量控制方案及安全保障措施。
- 7.1.2 方案应包含：编制依据、编制范围、工程概况、总体布置及工期安排、装配工艺流程、质量控制工艺卡、装配精度控制方案、大型设备（若有）及部品部件运输吊装方案、部品部件及材料进场计划、质量保证措施、工期保证措施及安全管理措施等。
- 7.1.3 施工前应重点核查标高、定位点及设备基础尺寸。
- 7.1.4 撬装集成式高效能源站设备装配应严格按照相关图纸要求进行。
- 7.1.5 装配实施过程中，不应随意处理装配精度偏差，出现尺寸偏差超过工艺设计标准时，应及时查明原因并妥善处理，方可进行后续部品部件的安装。

7.2 现场装配

7.2.1 部品部件现场贮存

- 7.2.1.1 部品部件现场存储应选择具备防雨、防潮、无积水且便于监控的场地。
- 7.2.1.2 部品部件存放应按系统、按编号一次码放排列，按施工进度计划及总体布局，采用先用后入，后用先入的原则，提高作业的连续性，实现一次性作业，减少现场装卸次数，缩短搬运距离。
- 7.2.1.3 部品部件应在装配前方可拆除包装，封口应在连接时方可启封。
- 7.2.1.4 部品部件码放高度不应超过三层，如超过三层需采取防止滚动、倾倒措施。
- 7.2.1.5 不同系统部品部件堆放应在明显位置设置标牌，注明使用部位及系统类别，防止误搬误用。

7.2.2 装配式支吊架安装

- 7.2.2.1 支吊架采用装配式承重支架，应采用现场装配型式，严禁任何形式的现场焊接和钻孔。如需安装抗震支架，装配式承重支架宜与抗震支架合用。
- 7.2.2.2 支吊架采用螺栓装配式连接时，应减少螺栓直接受力且应采用高强度螺栓。
- 7.2.2.3 管道构件 \geq DN300 宜采用落地钢结构支架安装。
- 7.2.2.4 管道安装完毕后应按设计文件逐个核对，确认支、吊架的形式和位置。

7.2.3 部品部件装配

7.2.3.1 现场装配工艺流程：

确定标高定位点→确定水平网络定位线→设备定位→安装中心定位主管→安装支管构件→安装设备连接构件→设备二次精准定位→附属管道安装→压力试验→系统调试。

- 7.2.3.2 装配式高效能源站实施前，应先核对现场各设备基础尺寸及各设备、管道控制点标高。
- 7.2.3.3 水平网络控制线设定应首先确定纵横中心线，然后依次确定主管道平行中心线及法兰端面控制线、水泵中心线及法兰端面控制线、主机进出口法兰端面纵横中心线及其他设备、管道控制线、管道支吊架控制点。
- 7.2.3.4 管道及设备标高应全部以机房完成面为基准进行计算。管道构件安装时，应依据网格定位线逐段核对管段定位精度，及时纠偏处理。
- 7.2.3.5 预制管道应按管道系统号（管号）和顺序号进行安装。安装前应检查管内是否有异物及杂质。
- 7.2.3.6 管道安装时应检查法兰密封面和密封垫片，不应有影响密封性能的划痕，斑点等缺陷。
- 7.2.3.7 法兰连接应与管道同心，应保证螺栓自由穿入，法兰螺孔应跨中，法兰间应保持平行，其偏差应不大于法兰外径的 1.5%，且应不大于 2mm，不应使用强紧螺栓方法消除歪斜。
- 7.2.3.8 法兰连接应使用同一规格螺栓，安装方向应一致，螺栓紧固后应与法兰紧贴，不应有楔缝，需加垫圈时，每个螺栓不能超过 1 个，紧固后螺栓、螺母宜齐平。
- 7.2.3.9 供热或蒸汽管道螺栓在试运行时应按规定进行热紧和冷紧。

7.2.3.10 管道部品部件连接时不应强力对口，不能采用加偏垫或加层等方法来消除接口端面的空隙、偏斜、错口和不同心等缺陷。

7.2.3.11 管道安装前应完成支、吊架的固定和调节找平工作。支、吊架位置应正确，安装应牢固，管子和支撑面接触应良好。

7.2.3.12 管道构件安装有间断时应及时封闭管口。

7.2.4 设备安装

7.2.4.1 与设备连接的管道，宜从主管道侧开始安装，应先安装管支架，避免设备接口部位受力。

7.2.4.2 与设备进出口连接的管道及其支、吊架安装完毕后，应检查连接口的受力状态，方法为拆卸连接口的法兰螺栓，在自由状态下，所有螺栓应能在螺栓孔中顺利通过。

7.2.4.3 设备运输时，与设备接触处位置应采用高强度尼龙带或其他保护隔断措施，受力点应在设备吊装点或其他受力点。

7.2.4.4 设备安装前，其基础的大小、强度、平整度、标高、定位尺寸、排水沟等应该进行交接验收。

7.2.4.5 设备安装应先在底座的基准面上找平找正，先进行初步定位，待管道部件全部安装完毕后，再进行微调，确定标高后精准定位。

7.2.4.6 设备基础的上表面水平坡度应小于 1° ；四周应比机组的边缘各长出100mm。

7.2.4.7 机组与基础间应选用厂家配套的减震装置，宜采用限位方式，防止因设备水平位移所导致的共振问题或隐患。

7.2.4.8 减震器的型号、定位尺寸、选配数量等参数的确定应经过厂家技术人员的精确核算，并得到设计单位确认。

7.2.4.9 在弹簧减震器下部设置水平度调整钢板，便于设备一次就位，机组找平可根据设备的具体外形选定测量基准面，用水平仪测量，机组纵向、横向的水平偏差均应不大于1%。

7.2.4.10 设备与部件应单独设支吊架进行支撑，设备接口不应承受管道、管件以及阀门的重量。

7.2.4.11 设备进出口弯头底部设置底托式落地支架。设备进出口无软接头时，支架应采用与设备减震量一致的减震支架，设备出口有软接头时，底托式支架应具备防冷桥措施。

7.2.5 阀门安装

7.2.5.1 阀门安装前，应检查规格型号是否与设计相符，密封面是否存在划痕、断裂等现象；

7.2.5.2 阀门安装前，应按设计文件核对其型号，并按介质流向，确定其安装方向及连接管道构件法兰型号相符；

7.2.5.3 当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，阀门应在关闭状态下安装；

7.2.5.4 安全阀应在管道压力试验完毕后安装，在投入生产前，应调校压力值直至符合设计文件规定，安全阀经调校后，在工作压力下不应有泄漏。

7.2.5.5 阀体上箭头的指向应与介质流动的方向一致。当有特殊要求时，可不受此规定限制。

7.2.5.6 安装用螺纹连接的小口径调节阀时，应装有可拆卸的活动连接件。

7.2.5.7 执行机构应固定牢固，操作手轮应处在便于操作的位置。

7.2.5.8 执行机构的机械传动应灵活，无松动和卡涩现象。

7.2.5.9 执行机构连杆的长度应能调节，并应保证调节机构在全开到全关的范围内动作灵活、平稳。

7.2.6 仪表及附件安装

- 7.2.6.1 压力（压差）传感器应安装在被测管道的直管段上，且应设置缓冲环和阀门。传感器量程应取可能出现的最大的压力（压差）值的 1.2~1.3 倍。传感器取压口应该靠近管道的底部，但不能位于管道最低端（防止沉淀堵塞），也不能位于管道的最高端（防止气塞）。
- 7.2.6.2 温度传感器安装应深入管道中心部位，传感器的端面应迎着水流的来流方向确保测温真实。传感器量程应取可能出现的最大的温度（温差）值的 1.3~1.5 倍。
- 7.2.6.3 温度传感器安装位置应不影响阀门阀板自由开启，插入深度应大于等于管道半径。
- 7.2.6.4 水流开关垂直安装于水平管道上，一般不建议安装在垂直管道上。如果必须安装，应调整水流开关的弹簧张力，以平衡簧片重力产生的影响，且水流开关应安装在被测管道的直管段上。
- 7.2.6.5 仪表安装应在管道吹扫后，压力试验前进行安装。
- 7.2.6.6 直接安装在设备或管道上的仪表安装完毕，应随同工艺系统一起进行压力试验。
- 7.2.6.7 仪表及电气设备上接线盒的引入口不应朝上，以避免油、水及灰尘进入盒内，当不可避免时，应采取密封措施。
- 7.2.6.8 仪表和电气设备标志牌上的文字及端子编号等应书写清晰、准确。

7.2.7 系统调试

- 7.2.7.1 系统调试目的：通过测试、调整和试运转，使高效能源站各方面性能达到设计要求及符合规范要求。
- 7.2.7.2 调试前应准备好设计图纸和设计说明书，清楚设计意图和设计参数；应准备主要设备产品安装使用说明书，了解各种设备的性能和使用方法。
- 7.2.7.3 检查设备及系统结构是否符合设计要求及符合规范要求。
- 7.2.7.4 检查系统和设备安装质量是否符合设计要求和施工验收规范要求，尤其应检查监测仪表和保养装置是否安装合格。
- 7.2.7.5 检查电源、水源、冷热源及现场清洁情况是否具备调试条件。
- 7.2.7.6 使用的调试仪表应具备合格证明，其精度应经过计量部门校验。
- 7.2.7.7 制定具体的调试时间和进度表格以及调试人员架构表。
- 7.2.7.8 提供调试报告汇报总包、业主及有关单位。
- 7.2.7.9 调试主要项目包括：电气控制设备及线路的检查测试、设备单机在带负荷的情况下对各项参数进行测试与调整。
- 7.2.7.10 设备单机带负荷运转应对循环水泵的扬程/流量测定，及电源/电流的测定。
- 7.2.7.11 制冷主机、锅炉等设备的压力、温度、流量和冷、热量的测试与调整，其各项技术参数应符合设计要求和厂家技术规定；系统带冷、热源的正常联合试运转应不少于 8 h。
- 7.2.7.12 制冷主机、锅炉等设备应由厂家调试，调试方案由厂家提交。

7.2.8 测试

装配式高效能源站能效测定应符合现行国家或地方有关综合能效要求。

7.3 质量验收

- 7.3.1 装配式高效能源站质量验收应符合 GB 50243 的规定。
- 7.3.2 装配式高效能源站验收前，施工方应先进行内部自检验收，自检合格后向监理单位提交正式申请验收报告，监理单位应在接到施工方书面申请验收通知 7 日内组织验收。
- 7.3.3 装配式高效能源站验收应根据国家现行相关质量验收规范要求及本规程主要技术指标为依据。
- 7.3.4 质量验收应包含如下内容：

- a) 设计图纸、施工技术方案及其他技术资料；
- b) 设备及材料入库质量验收记录；
- c) 部品部件出厂验收文件及试验报告；
- d) 管道无损探伤检测记录（按设计要求）；
- e) 阀门严密性试验及强度试验记录；
- f) 装配式构配件生产验收记录表；
- g) 系统压力试验记录表；
- h) 装配式施工质量验收记录表；
- i) 装配式高效能源站观感质量及安全性验收记录表；
- j) 电缆绝缘电阻试验、直流耐压试验、动力设备绝缘电阻试验、接地电阻试验；
- k) 联合试运行调试记录；
- l) 装配式高效能源站能效测试记录。

8 信息化管理

8.1 一般规定

8.1.1 装配式高效能源站信息化管理的应以数字三维技术为基础，集成设计、生产、施工、运维各阶段的动态及静态数据，能够连续反应装配式高效能源站全生命期不同阶段的数据、过程、资源，是对整个工程对象的完整描述。

8.1.2 信息化管理应具有统一性、兼容性、连续性、可操作性。能够支持项目全生命周期建设、运维、管理决策的技术方法。

8.1.3 同一项目应采用数据统一的应用软件系统，保证数据的完整性。

8.1.4 装配式高效能源站的项目建设单位，应按国家有关规定的要求提供包括有装配式施工工程专项的装配式质量保证书。其内容除应按现行有关规定执行外，尚应注明相关装配式部品质量保修范围、保修期限、保修责任、保修承诺、报修及处理要求。

8.1.5 装配式高效能源站的项目建设单位，应按国家有关规定的要求提供包括有装配式施工工程专项的装配式使用说明书，并宜按装配式连接部位和公共部位分别编制。

8.1.6 装配式高效能源站部品部件应由专业人员进行日常运维检查、维修、重置，并形成文字记录，建立完善的运维档案管理制度。

8.1.7 装配式高效能源站宜采用工程协同管理平台，用于实施 BIM 技术、管理各阶段的 BIM 成果和工程数据，实现从策划、设计、建造、运维等工程全生命周期的信息共享、传递、多方协同、可视化管理，最终形成工程的数字化资产，为资产管理和设施设备运维提供基础。

8.1.8 制定平台协同管理制度，定岗定责。进行 BIM 模型及相关信息的录入，并负责模型的深化和维护。

8.1.9 各阶段 BIM 成果交付的文件格式和模型标准，要在项目初期统一要求，保证各参建单位和使用单位的文件互通性。

8.1.10 由建设方或委托 BIM 咨询单位制定 BIM 技术标准和实施方案，各参建单位应严格实施。

8.1.11 确定模型审核审查制度，确定模型应用和 BIM 会议制度，确定 BIM 质量安全管理和进度管理制度。

8.1.12 BIM 工作实施应符合 GB/T 51212、GB/T 51235、GB/T 51269、GB/T 51301 的规定。

8.2 设计阶段

8.2.1 装配式高效能源站应根据不同设计阶段任务要求，形成满足各参与方使用要求的数据信息。

8.2.2 装配式高效能源站在设计阶段宜采用标准部品部件数据库搭建模型。对于设备、阀门等部品部件的信息采集需前置并建立数据库，数据要统一、完整。

8.2.3 设计阶段使用的数据应能满足工厂生产、现场装配、管理运维各阶段的应用要求。

8.2.4 信息模型拆分应符合 GB/T 51301 的规定，模型出图应符合 GB/T 50001 的规定。

8.3 生产阶段

8.3.1 装配式高效能源站部品部件宜采用信息化管理技术和自动化生产技术，生产工序应形成流水作业。

8.3.2 装配式高效能源站部品部件宜采用二维码编码技术，便于信息化的出入库管理、现场装配和平台显示，二维码内容应包含：名称、规格型号、编码、焊接工艺、装配信息、生产商信息、生产日期等。

8.3.3 标准化构件宜采用同一编码，便于现场分拣和构件互换。

8.3.4 装配式高效能源站部品部件生产应采用数字化管理技术实现产品的出入库管理，用于生产进度的管理及成本控制。

8.4 施工阶段

8.4.1 施工阶段信息化管理宜采用智慧工地综合管理平台，完成对项目质量、安全、进度、工序验收资料等上传、更新和维护工作。在线协同和管理参建各方，提升沟通效率。

8.4.2 装配式高效能源站应与其他专业在线协同，深化施工模型，结合现场情况进行设计验证，并通过三维装配仿真建造确定施工工序和进度计划。

8.4.3 信息化管理平台应具备模型轻量化功能，施工单位可使用移动终端登录平台，查看模型指导施工。

8.4.4 施工阶段信息化管理平台应包括但不限于实名制管理、视频监控管理、配电箱管理、设备二维码管理、材料管理、进度管理、质量安全、工序管理、会议办公管理、审批流程管理。

8.5 运维阶段

8.5.1 装配式高效能源站依靠搭建运维平台实现对实施过程中形成的数据进行信息化管理，通过智能化终端设备提取机房系统数据信息，借助数据运维平台，完成数据标准化整合，结合业务需要，完成可视化运维应用。

8.5.2 使用维护宜采用信息化手段，按照竣工 BIM 模型，建立系统部品、设备与管线等的管理档案。当遇地震、火灾等自然灾害时，灾后应对系统进行检查，并视破损程度进行维修或更换。

8.5.3 装配式高效能源站应根据主管路供回水温差、压差、各设备运行状态监测数据及设定值等室内环境参数实现智能运行。

8.5.4 装配式高效能源站应进行不间断能耗检测管理，从设备的运行状态，运行条件，调节匹配等及时优化机组运行负荷，使机组运行在高效负荷段。

参 考 文 献

- [1] GB 19577-2017 冷水机组能效限定值及能效等级
 - [2] GB 50016-2014 建筑设计防火规范
 - [3] GB 50231-2009 机械设备安装工程施工及验收通用规范
 - [4] GB 50235-2010 工业金属管道工程施工规范
 - [5] GB/T 50378-2019 绿色建筑评价标准
 - [6] GB 50411-2019 建筑节能工程施工质量验收标准
 - [7] GB 50683-2011 现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范
 - [8] GB 50736-2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
 - [9] GB 50738-2011 通风与空调工程施工规范
 - [10] GB 50981-2014 建筑机电工程抗震设计规范
 - [11] GB/T 51129-2017 装配式建筑评价标准
 - [12] GB/T 51212-2016 建筑信息模型应用统一标准
 - [13] GB/T 51231-2016 装配式混凝土建筑技术标准
 - [14] GB/T 51232-2016 装配式钢结构建筑技术标准
 - [15] GB/T 51301-2018 建筑信息模型设计交付标准
 - [16] JGJ/T 448-2018 建筑工程设计信息模型制图标准
-