

ICS 91.140

山东土木建筑学会标准

P48

T/SDCEAS 1000X—2021

集成式制冷机房应用技术标准

Technical standard for application of integrated
refrigeration room

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

山东土木建筑学会

发布

山东土木建筑学会标准

集成式制冷机房应用技术标准

**Technical standard for application of integrated
refrigeration station**

主编单位：山东省建筑设计研究院有限公司

批准部门：山东土木建筑学会

实施日期：2021 年 月 日

前 言

根据鲁土建学字〔2020〕11号的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本标准。

本标准主要内容为：总则、术语、基本规定、设计、工厂预制、装配施工及调适。

本标准不涉及专利。

本标准由山东土木建筑学会负责管理，由山东省建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请反馈至山东省建筑设计研究院有限公司（地址：山东省济南市市中区小纬四路2号；邮政编码：250001，电话：0531-87913035，邮箱：lxd7631@sdad.cn）。

主 编 单 位：山东省建筑设计研究院有限公司

参 编 单 位：同圆设计集团有限公司

山东金孚瑞热能科技集团有限公司

山东大卫国际建筑设计有限公司

麦克维尔中央空调有限公司济南分公司

中建八局第二建设有限公司

深圳市得益节能科技股份有限公司

主要起草人员：李向东 于晓明 李 刚 宋智勇

马剑云 王奎之 章明友 姜长川

卢 翠 许伟忠 胡 杰 陈 淼

主要审查人员：

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
	3.1 一般规定	4
	3.2 能效评价	5
	3.3 设备性能	6
	3.4 控制系统	7
	3.5 电气系统	7
4	设计	9
	4.1 一般规定	9
	4.2 设计配合	9
	4.3 设计深化	10
5	工厂预制	12
	5.1 一般要求	12
	5.2 性能控制	12
	5.3 电气安全	12
	5.4 工厂检验	13
	5.5 标志、包装与储运	14
6	装配施工	16
7	调适	18
	附录 A 集成式制冷机房型号表示方法	20

本标准用词说明	23
引用标准名录	24
附：条文说明	25

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	4
3.1	General requirements	4
3.2	Energy efficiency evaluation	5
3.3	Equipment performance	6
3.4	Control system	7
3.5	Electrical system	7
4	Design	9
4.1	General provisions	9
4.2	Design cooperation	9
4.3	Design deepening	10
5	Factory prefabrication	12
5.1	General requirements	12
5.2	Performance control	12
5.3	Electrical safety	12
5.4	Factory inspection	13
5.5	Marking, packaging, storage and transportation	14
6	Assembly construction	16
7	Adjustment	18
	Appendix A Model representation of integrated refrigerator room	20
	Explanation of wording in this standard.....	23
	List of quoted standards	24
	Addition: explanation of provisions	25

1 总则

1.0.1 为落实国家七部委联合印发的《绿色高效制冷行动方案》的要求，推动集成式制冷机房在工程中的应用，做到制冷机房工程的装配式、集成化及高效节能，促进集成式制冷机房的发展，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于民用建筑舒适性集中空调系统中集成式制冷机房的设计、工厂预制、装配施工及调适，工业建筑及工艺性集中空调可参照执行。

1.0.3 集成式制冷机房的应用，除应符合本标准，尚应符合现行国家有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 集成式制冷机房 integrated refrigeration room

以制冷机房工程设计方案为基础，系统集成商基于系统能效最优原则对相关设备及控制策略进行优化配置，同时利用三维辅助设计软件对管道系统进行优化设计，将制冷机房内的设备、管道、自控系统进行有机集成，形成工厂预制、整体供货、现场装配的制冷机房系统。

2.0.2 整装式制冷机房 packaged refrigeration room

由系统集成商将冷水机组、水泵等制冷机房相关设备及其管道、水处理系统、自控系统进行集成，并采用彩钢板、夹芯板等材料做成围护箱体，以整体设备呈现的集成式制冷机房形式，具有防护、隔声、保温、美观等效果。当有合适的条件时，也可将冷却塔与整装式机房进行集成。

2.0.3 组合式制冷机房 combined refrigeration room

由系统集成商将冷水机组、水泵等制冷机房设备及其管道、水处理系统、自控系统分别进行模块化集成，现场对各功能模块进行组合的制冷机房形式。

2.0.4 基本集成模块 basic integration module

由一一对应的单台冷水机组、冷水循环泵、冷却水循环泵、冷却塔组成、能够独立完成制冷功能的机房集成模块。

2.0.5 集成式输配泵组模块 integrated transmission and distribution module

将水泵、水处理装置、过滤器以及具有关断、逆止、流量测定等功能的附件、变频控制器等进行有机集成，形成工厂预制、现场组装的功能模块，与冷水机组模块、水处理补水定压模块等共同组成集成式制冷机房系统。简称泵组模块。

2.0.6 水处理补水定压模块 make-up softened water & pressure

stability module

将软水器、软化水箱、补水排气定压装置等有机集成，形成工厂预制、现场组装的功能模块，与主机模块、泵组模块等共同组成集成式制冷机房系统。

2.0.7 冷源系统能效比 energy efficiency ratio of chiller plant system (EERs)

在规定条件下，制冷机房系统总制冷量（W）与冷水机组、冷水泵、冷却水泵和冷却塔总输入能量（W）之和的比值。

2.0.8 冷源系统季节能效比 seasonal energy efficiency ratio of cold source system (SEERs)

制冷季节，冷源系统累计总供冷量（kWh）与累计消耗电量（kWh）的比值。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 集成式制冷机房应以提高机房整体能效为根本目标，以工厂化预制、现场快速安装为实施手段。

3.1.2 集成式制冷机房实施，应由建设单位、设计单位、系统集成商共同制定能效目标，建设单位牵头协调，设计单位配合，系统集成商全面实施。

3.1.3 集成式制冷机房的集成商应综合运用多项技术，将制冷主机、水泵、冷却塔等制冷机房相关设备及其管道系统、控制系统融为一体，提供整体式预制、集成化装配、高度自控、高效运行的机房系统。

3.1.4 集成式制冷机房宜采用且不限于以下技术：

1. 高效冷水机组、水泵、冷却塔应用；
2. 水泵高效工况点选型；
3. 变频技术；
4. 高出水温度、大温差供水技术；
5. 基于 BIM 及三维仿真技术的系统集成设计及布局优化；
6. 超低阻力止回阀、多功能阀、高效低阻过滤器，扩散弯头过滤器等低阻高效附属设备应用；
7. 管道及设备安装整体工厂模块化预制，现场快速装配；
8. 基于主机全工况性能的主机负荷优化控制策略；
9. 完善的自控系统，具有主机群控、设备联动、水泵及冷却塔风机变频、水温控制、能量优化等多种控制功能，实现无人值守、高效节能等效果。

3.1.5 集成式制冷机房应符合下列环境要求：

1. 环境温度应为 5℃~40℃，湿度不应高于 90%；
2. 设于建筑物内的集成式制冷机房系统，应满足现行国家标准《建

筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 等的防火、防排烟要求，同时尚应满足现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 对平时通风、事故通风等相关要求；

3. 设有彩钢板、夹芯板等外围护结构的整装式集成制冷机房，应采取确保机房内温湿度符合使用要求的措施；

4. 设于建筑物内的制冷机房，应采取消声减振措施；设于室外的整装式集成制冷机房，应根据环境对噪声的要求，采取消声隔声措施。

3.1.6 集成式制冷机房设计应符合下列要求：

1. 建筑专业应确认机房位置、设备运输及安装通道；
2. 结构专业应复核机房设备运行与运输通道荷载；
3. 给排水专业应提供补水、机房地面排水及设备泄水的排水设施；
4. 强电专业应提供配电系统；
5. 弱电专业应提供 BAS 接口。

3.2 能效评价

3.2.1 集成式制冷机房能效等级根据基本集成模块的等效等级确定。

3.2.2 基本集成模块的等效等级根据主机名义工况对应的冷源系统能效比 (EER_s)、冷源系统季节能效比 ($SEER_s$) 的大小确定，分别分成三个等级，其中 1 级表示能效最高。

表 3.2.2-1 能效等级指标（一）

主机类型	名义制冷量 (CC) kW	等级		
		1	2	3
		(EER_s) W/W	(EER_s) W/W	(EER_s) W/W
螺杆式	$CC \leq 528$	4.3	4.1	3.6
	$528 < CC \leq 1163$	4.4	4.1	3.9
	$CC > 1163$	4.5	4.2	4.1

离心式	$CC \leq 1163$	4.5	4.2	3.9
	$1163 < CC \leq 2110$	4.6	4.4	4.1
	$CC > 2110$	4.7	4.5	4.2

表 3.2.2-2 能效等级指标（二）

主机类型	名义制冷量 (CC) kW	等级		
		1	2	3
		($SEER_s$) kWh/kWh	($SEER_s$) kWh/kWh	($SEER_s$) kWh/kWh
螺杆式	$CC \leq 528$	5.3	4.6	4.2
	$528 < CC \leq 1163$	5.4	4.8	4.3
	$CC > 1163$	5.5	5.0	4.4
离心式	$CC \leq 1163$	5.5	4.6	4.3
	$1163 < CC \leq 2110$	5.5	4.8	4.4
	$CC > 2110$	5.5	5.2	4.5

3.2.3 集成式制冷机房应同时大于或等于能效等级指标（一）、能效等级指标（二）中的能效等级 3 级所对应的指标值。

3.2.4 集成式制冷机房的 1 级能效、2 级能效，至少应到达能效等级指标（一）、能效等级指标（二）中的相应等效等级的其中一项指标值。

3.3 设备性能

3.3.1 冷水机组的能效应与集成机房能效目标相一致，电驱动冷水机组能效等级应满足现行国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB19577 中能效限定值要求。水（地）源热泵机组能效等级应满足现行国家标准《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级国家标准》GB

30721 中能效限定值要求。

3.3.2 循环水泵能效等级不宜低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB19762 中规定的节能评价要求。

3.3.3 冷却塔能效等级不宜低于国家标准《机械通风冷却塔》GB/T7190 中规定的能效等级 3 级。

3.3.4 附属设备、管件、阀门等应选择低阻高效产品，其性能和技术参数应符合设计要求。

3.4 控制系统

3.4.1 集成式制冷机房应具备就地控制功能，并可实现下列功能：

- 1 主机启停、切换、冷水出水温度设定；
- 2 冷水泵、冷却水泵的启停、切换及频率控制；
- 3 冷却塔的启停、切换及风机频率控制；
- 4 一键启停，可按照程序实现机房内设备及附件的顺序启停。

3.4.2 集成式制冷机房应配备完善的自控系统，实现运行过程中无人值守控制要求。

3.4.3 自控系统应实现对整个制冷系统的节能控制（末端除外），并符合下列要求：

- 1 应具备冷水系统变流量运行控制功能；
- 2 应具备冷水出水温度重设功能；
- 3 宜具备冷却水变流量运行控制功能；
- 4 冷却塔宜具备风机转速调节、出水温度调节的功能；
- 5 宜具备能效监测及数据统计查询功能；
- 6 应具备多设备自动加减载及自动匹配运行控制功能。

3.4.4 自控系统应采用标准化通信协议组网。

3.4.5 自控系统应具有监测及显示功能，具有数据储存与处理及报警功能，具备“远程控制”和“就地控制”模式。应满足现行国家标准

《中央空调水系统节能控制装置技术规范》GB/T 26759 的要求。

3.5 电气系统

3.5.1 集成式制冷机房的电气系统应符合现行国家标准《低压成套开关设备和控制设备第1部分：总则》GB 7251.1、《电气控制设备》GB/T 3797 的要求。

3.5.2 配电箱（柜）应通过 CCC 认证。

3.5.3 配电箱（柜）的功能应满足各设备及系统的配电需求，并预留接地端子。

3.5.4 电气系统应具备过热、过流、短路保护功能，同时在电源缺相、错相、过压、欠压时，应能切断电路。

3.5.5 配电箱（柜）内应预留弱电监控端子，包括启停、手自动转换状态、故障状态、运行状态等。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 设计单位应会同建设单位、系统集成商共同制定系统能效目标。

4.1.2 暖通空调系统设计应基于制冷机房系统能效进行目标化设计，宜采取且不限于以下措施：

- 1 对空调负荷的精确计算及全年能耗模拟；
- 2 合理确定机房位置，并优先布置于负荷中心；
- 3 合理采用一级泵变流量、二级泵或多级泵系统；
- 4 合理采用大温差供水技术；
- 5 基于水力平衡计算的管道系统优化设计；
- 6 采取合适的水力平衡调节措施。

4.2 设计配合

4.2.1 设计单位应对项目进行研究，确定制冷方案，研究内容至少包括以下内容：

- 1 项目所在地能源条件；
- 2 建设单位需求；
- 3 制冷方案比选；
- 4 制冷机房及冷却塔位置确定；
- 5 制冷设备容量确定。

4.2.2 设计单位应向系统集成商提供以下深化设计所需资料：

- 1 机房设置位置；
- 2 根据系统作用半径确定循环水输配系统方案；
- 3 计算并提供机房外空调循环水、冷却水系统阻力损失；
- 4 初选空调冷水循环泵，循环水泵的耗电输冷比应满足现行国家及地方节能标准要求；

- 5 计算并确定系统工作压力；
- 6 选择补水、定压及水处理方案，计算补水泵流量、扬程；
- 7 提出自控要求；
- 8 初选集成式制冷机房方案。

4.2.3 系统集成商应向设计单位提供以下资料：

- 1 方案、初步设计阶段，提供模块组合方案、各模块外形尺寸、用电量、用水量等基本数据；
- 2 施工图阶段，应提供基于 BIM 及三维仿真软件设计的平面、立面、轴侧图及设备基础图、设备材料表、用电量、用水量、与 BAS 系统的接口等详细数据。

4.3 设计深化

4.3.1 系统集成商负责集成式制冷机房的深化设计。

4.3.2 设备选型深化设计应遵循以下原则：

- 1 应根据机房系统的能效标准进行设备配置与优化；
- 2 应根据对负荷特性的分析，确定主机台数、容量及控制方式等；
- 3 应分析系统水力特性，进行高效循环泵的选择；
- 4 应根据当地干湿球温度、基于制冷系统整体能效提升进行冷却塔选型；
- 5 应根据系统水质情况，进行水处理设备的选择。

4.3.3 管道系统深化设计应遵循以下原则：

- 1 应采用三维计算机辅助设计软件进行；
- 2 应优化管道流程，达到紧凑、流畅与高效的最佳平衡；
- 3 在满足检修前提下尽可能减少阀门设置；
- 4 宜采用 45° 弯头、三通代替 90° 弯头、三通；
- 5 宜采用低阻高效止回阀、过滤设备等。

4.3.4 装配式框架设计应遵循以下原则：

- 1 应根据不同安装场合、设备配置，选择不同装配式框架；

- 2 楼层安装时，宜采用整体悬挂式支撑；
- 3 大型、振动较大设备，可采用独立混凝土基础；
- 4 室外安装时，宜采用整装式集成机房形式。

4.3.5 自控系统深化设计应遵循以下原则：

- 1 自控系统的设置，应以提高系统季节能效比为原则；
- 2 系统集成商应获取主机全负荷性能数据，获得主机控制权限；
- 3 系统集成商应获取水泵全性能数据曲线；
- 4 自控系统宜配置移动端远程监控功能。

5 工厂预制

5.1 一般要求

- 5.1.1 集成式制冷机房应由具备设计优化能力、拥有相关生产加工资质及生产加工能力的企业进行系统集成。
- 5.1.2 集成式制冷机房应按装配式的方式进行工厂预制生产。
- 5.1.3 集成式制冷机房的设备及材料应保护完好，表面不应有皱纹和其他损伤、不应有油污及影响性能的锈蚀。
- 5.1.4 集成式制冷机房应提供产品使用说明书、合格证、接线图及各主要设备合格证和检测报告等资料。

5.2 性能控制

- 5.2.1 集成式制冷机房应满足严密性要求，各水路及部件连接处应无松动、变形和渗漏。
- 5.2.2 集成式制冷机房名义工况下的供冷量与铭牌偏差应不超过±5%。
- 5.2.3 集成式制冷机房名义工况下的能效等级应符合设计要求，且不应低于本标准3级能效要求。

5.3 电气安全

- 5.3.1 集成式制冷机房相关设备带电部位和非带电部位之间，以及供电电路导线和保护连接电路之间的绝缘电阻应不小于 $1M\Omega$ 。
- 5.3.2 集成式制冷机房相关设备的工频耐受电压和冲击耐受电压性能、强度应符合现行国家标准《电气控制设备》GB/T3797中的有关规定。在工频耐受电压试验中，相关设备带电部位与非带电导体之间应无击穿或闪络；在冲击耐受电压试验过程中，应无破坏性放电现象发生。
- 5.3.3 集成式制冷机房相关设备应具备抗电磁干扰的能力，在电磁环

境中应能正常运行，并满足现行国家标准《测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求》GB/T 18268.1的有关规定。

5.4 工厂检验

5.4.1 集成式制冷机房出厂前，应在连接所有系统设备（含试验台模拟末端设备）后进行相关试验，测量用仪器、仪表，应在有效检定周期内，并附有检定合格证。

5.4.2 冷水、冷却水严密性试验压力不应低于主机额定工作压力的1.5倍。试验采用专用加压设备，试验液体为温度不低于5℃的洁净水。升压过程应缓慢进行，达到试验压力后，保压30min，观察压力表读数，并观察是否有变形、松动、渗漏现象。

5.4.3 集成式制冷机房供冷量检测应符合下列要求：

1 供冷量测量应采用液体载冷剂法，并应符合现行国家标准《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组性能试验方法》GB/T 10870的有关规定；

2 供冷量检测时，冷水（热泵）机组应运行正常，运行负荷不宜小于其额定负荷的80%，并处于稳定状态；冷水出水温度应在6℃~9℃之间；冷却水进水温度应在29℃~32℃之间；

3 供冷量数据可通过试验台监测系统直接读取。

5.4.4 冷水（热泵）机组、冷水泵、冷却水泵、冷却塔风机的输入功率应在电动机输入线端同时测量，输入功率的测量应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ 177的有关规定，各设备输入功率数据可通过试验台监测系统直接读取。

5.4.5 集成式制冷机房系统能效比（*EER*）应可通过试验台监测系统直接读取。

5.4.6 集成式制冷机房应在系统控制柜或监控平台上进行设备控制试验，并满足以下要求：

1 分别进行“就地控制”和“自动控制”试验，对冷水（热泵）机

组、冷水泵、冷却水泵、冷却塔、水处理装置等设备的参数设置及动作执行情况进行验证；

2 进行一键启停功能测试。

5.4.7 集成式制冷机房应进行以下电气安全测试：

1 使用多功能测试仪施加不小于 500V 的直流电压进行绝缘电阻测量；

2 按照现行国家标准《低压成套开关设备和控制设备第 1 部分：总则》GB/T 7251.1 的规定进行耐电压强度测试；

3 按照现行国家标准《测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第 1 部分：通用要求》GB/T 18268.1 中规定的相关试验方法进行电磁兼容性测试。

5.5 标志、包装与储运

5.5.1 集成式制冷机房各设备应在明显的部位固定标牌，标牌应标示出以下内容：

- 1 产品名称和标记；
- 2 主要技术性能；
- 3 外型尺寸（长×宽×高）；
- 4 出厂编号；
- 5 产品生产日期（年、月）；
- 6 制造单位名称。

5.5.2 集成式制冷机房各设备的包装箱上应有下列标志：

- 1 制造单位名称和地址；
- 2 产品名称、型号、数量；
- 3 净重、毛重；
- 4 体积（长×宽×高）；

5 “小心轻放”、“向上”等字样和标志，标志图形应符合现行国家标准《包装储运图示标志》GB/T 191 的有关规定，箱上的标志和字样应保证不因历时较久而模糊不清；

6 出厂编号、日期;

7 贮运环境条件。

5.5.3 各设备应有检验合格证,且检验合格证上应有下列标志:

1 制造单位名称;

2 产品型号、名称;

3 检验日期;

4 检验者代号。

5.5.4 集成式制冷机房出厂时附带使用说明书,使用说明书应符合现行国家标准《工业产品使用说明书 总则》GB/T 9969 的相关要求,并应有如下内容:

1 产品名称、型号、规格;

2 生产企业名称、注册地址、生产地址、联系方式及售后服务单位;

3 产品标准编号;

4 产品的性能、主要结构、适用范围;

5 安装和使用说明或者图示;

6 产品维护和保养方法,特殊储存条件、方法;

7 产品标准中规定的应当在说明书中标明的其他内容。

5.5.5 集成式制冷机房的集成模块、设备等应贮存在温度为 $-15^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $\leq 90\%$,大气压 $50\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$,无腐蚀气体和通风良好的室内。

5.5.6 集成式制冷机房产品的运输应满足以下要求:

1 包装好的产品允许公路、航空或铁路自带运输;

2 运输过程中应防止冲击,剧烈振动和潮湿;

3 正常运输环境温度 $-15^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$,相对湿度不大于 90% ,大气压力 $50\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

6 装配化施工

6.0.1 现场装配化施工应由具有乙级及以上机电设备安装工程专业承包资质的单位进行。

6.0.2 集成式制冷机房安装前，机房区域应做好地面找平、防水，设备基础施工完成，给水、排水、电源等已具备接驳条件，机房荷载满足要求。

6.0.3 集成式制冷机房的设备基础施工应符合以下要求：

- 1 放置设备的地面、楼板等应满足设备运转荷载需要；
- 2 泵组模块和水处理定压补水模块等工厂预制模块可直接放置在机房地面上，也可设置在混凝土基础上；
- 3 主机、分集水器等辅助设备应设置独立的混凝土基础；
- 4 管道及其附件宜通过悬挂式整体支架进行安装；
- 5 室外安装的整装式制冷机房，应设置高出地面完成面不少于300mm 的整体或条形混凝土基础，基础应采取防止不均匀沉降的措施；
- 6 机房地面及基础平整度应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的相关要求。

6.0.4 集成式制冷机房现场装配宜按下列顺序进行：

- 1 主机模块、冷却塔等大型设备安装；
- 2 泵组模块、水处理定压补水模块等整体式设备安装；
- 3 分集水器等辅助设备安装；
- 4 支撑架装配；
- 5 管道、管件、阀件、传感器等装配；
- 6 强弱电系统、控制系统装配。

6.0.5 集成式制冷机房安装后，应进行至少两次水压试验，第一次在机房组装完毕后进行，试验压力不小于主机额定工作压力的1.5倍；第二次在末端系统安装完成、并与机房接驳后进行，试验压力为施工图纸要求的系统试验压力，图纸无要求时，按现行国家标准《通风与

空调工程施工质量验收规范》GB 50243 相关要求执行。试验方法按现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 相关要求
进行。

7 调适

7.0.1 集成式制冷机房应进行系统调适，确保能效达到设计目标。

7.0.2 集成式制冷机房系统调适开始前应至少完成以下工作：

- 1 相关设备及管路冲洗、严密性试验已完成且符合要求；
- 2 现场核查完毕，设备安装符合设计要求、施工质量无明显缺陷；
- 3 空调水系统已进行水力平衡初步调试；
- 4 相关电气系统和设备安全性、供电稳定性符合要求。

7.0.3 集成式制冷机房及末端系统整体安装完成后，应进行系统调试，系统调试应包括下列项目：

- 1 设备单机试运转及调试；
- 2 系统无负荷下的联合试运转；
- 3 在系统控制柜或者监控平台上对自动运行基础功能进行验证。

7.0.4 集成式制冷机房性能调适在系统调试完成后进行，性能调适应符合下列要求：

1 调适前应制定详细的调适方案，明确调适的工况参数、调适方法和判定原则；

2 水泵性能调适应包含水泵流量、扬程、转速、噪声等参数；

3 冷却塔性能调适应包含冷却水流量、冷却塔进出水温度、冷却塔风量、转速、输入功率等参数；

4 电制冷冷水（热泵）机组性能调适应在夏季典型工况进行，机组负荷不宜小于其额定负荷 80%，性能调适参数应包含机组的进、出口水温、流量、供冷量、输入功率、制冷性能系数等参数。

7.0.5 集成式制冷机房应进行自控系统调适，调适内容应包括以下项目：

- 1 各设备启停连锁控制功能和报警功能；
- 2 冷水（热泵）机组台数、加减载控制功能；
- 3 冷冻水、冷却水温度或压力控制功能；

4 冷水（热泵）机组和冷冻水泵、冷却塔、冷却水泵等联合运行控制功能；

5 冷却塔台数、加减速控制功能；

6 一级泵系统中，水泵台数及变频调节、旁通调节阀控制功能；

7 二级泵及多级泵系统中，负荷侧各级水泵变流量控制功能等。

7.0.6 建筑投入使用后，应对集成式制冷机房进行季节性验证，并符合以下要求：

1 季节性验证应通过集成式制冷机房监测系统数据进行；

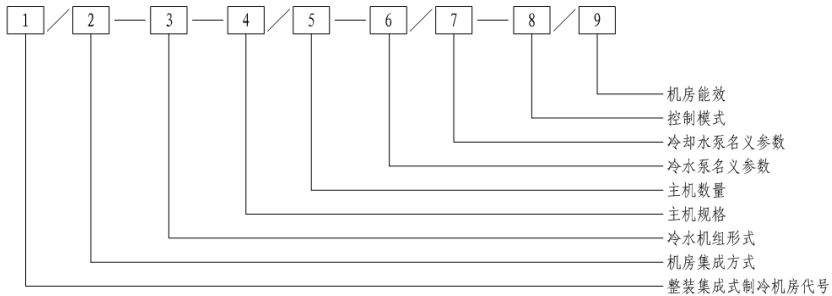
2 应对集成式制冷机房的系统季节能效比（*SEER_s*）进行检测；

3 检测周期宜与系统供冷周期同步，数据采集时间间隔不宜大于60min/次；

4 季节性验证应至少包括两个供冷周期，供冷期间建筑投入使用的空调面积不宜低于设计工况的75%。

附录 A 集成式制冷机房型号表示方法

A.0.1 集成式制冷机房标记由机房集成方式、冷水机组形式、主机规格及数量、机房外冷水及冷却水系统资用压差(单位为 mH_2O)、机房控制模式、能效等级及执行标准组成。如下图：



各代号含义如下：

1. 整装集成式制冷机房代号，由集成商或施工图编制。
2. 机房集成方式代号表示如下：
 - 1) 基本集成模块形式-省略(含/);
 - 2) 模块化组合形式-M;
 - 3) 整装式机房-Z。
3. 冷水机组形式代号表示如下：
 - 1) 螺杆式冷水机组-S;
 - 2) 离心式冷水机组-C;
 - 3) 磁悬浮冷水机组-MC;
 - 4) (螺杆式)地源热泵机组-G(S)。
4. 主机规格,按以冷吨(RT)为单位的单台主机制冷量取整到十位数表示。
5. 主机数量。
6. 冷水泵名义参数
 - 1) 一级泵系统的冷水泵按机房外资用压差的整数值表示,单位

mH₂O;

2) 二级泵系统分别按一级泵、二级泵扬程的整数值表示, 单位 mH₂O。

7. 冷却水泵名义参数按机房外资用压差的整数值表示, 单位 mH₂O

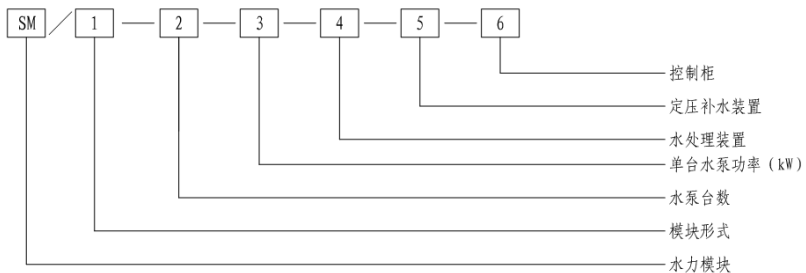
8. 机房控制模式代号表示如下:

- 1) 主机、水泵、冷却塔均变频-01;
- 2) 水泵、冷却塔变频, 主机定频-02;
- 3) 主机、水泵、冷却塔均定频-03。

9. 机房能效代号:

- 1) 1 级能效-01;
- 2) 2 级能效-02;
- 3) 3 级能效-03。

A.0.2 输配泵组模块型号由模块形式、水泵台数及单台水泵功率、水处理装置形式、定压补水装置及控制系统形式组成, 如下图:



各代号含义如下:

1. 模块形式代号:

X—箱式水力模块, 非箱式略。

2. 水泵台数。

3. 单台水泵功率 (kW)。

4. 水处理装置代号:

RS-全自动软水器；
JY-全自动加药装置；
CG-电子水处理装置；
QC-物化全程水处理装置。

5. 定压补水装置代号：

QB-气压罐定压补水装置；
PB-变频定压补水装置；
DT-定压补水真空脱气。

6. 控制柜代号：

S1-自动化控制柜；
S2-智能化控制柜；
S3-智慧云控制柜。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 2 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 3 《冷水机组能效限定值及能源效率等级》 GB 19577
- 4 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》 GB 19762
- 5 《中央空调水系统节能控制装置技术规范》 GB/T 26759
- 6 《水(地)源热泵机组能效限定值及能效等级国家标准》 GB 30721
- 7 《包装储运图示标志》 GB/T 191
- 8 《电气控制设备》 GB/T 3797
- 9 《低压成套开关设备和控制设备第1部分：总则》 GB 7251.1
- 10 《机械通风冷却塔 第1部分：中小型开式冷却塔》 GB/T 7190.1
- 11 《工业产品使用说明书 总则》 GB/T 9969
- 12 《蒸气压缩循环冷水(热泵)机组性能试验方法》 GB/T 10870
- 13 《测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求》 GB/T 18268.1
- 14 《公共建筑节能检测标准》 JGJ/T 177

山东土木建筑学会标准

集成式制冷机房应用技术标准

**Technical standard for application of integrated
refrigeration room**

条文说明

目 次

1	总则	27
2	术语	30
3	基本规定	32
	3.1 一般规定	32
	3.2 能效评价	35
	3.3 设备性能	37
	3.4 控制系统	38
	3.5 电气系统	40
4	设计	41
	4.1 一般规定	41
	4.2 设计配合	41
	4.3 设计深化	46
5	工厂预制	48
	5.1 一般要求	48
	5.2 性能控制	48
	5.3 电气安全	48
	5.4 工厂检验	48
	5.5 标志、包装与储运	49
6	装配施工	50
7	调适	51
	附录 A 集成式制冷机房型号表示方法	52

1 总 则

1.0.1 本条规定了制定本标准的目的。

2019年6月，国家发展改革委、工业和信息化部、财政部、生态环境部、住房城乡建设部、市场监管总局、国管局等国家七部委联合发布了“关于印发《绿色高效制冷行动方案》的通知”，通知提出，到2030年，大型公共建筑制冷能效提升30%，制冷总体能效水平提升25%以上，绿色高效制冷产品市场占有率提高40%以上，实现年节电4000亿千瓦时左右。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。

民用建筑量大面广，但常规制冷机房普遍存在整体能耗较高的问题。分析原因如下：

(1) 受设计人水平、项目来源、设计工期等各种条件制约，制冷机房设计水平参差不齐，表现为：

1) 计算过程不严谨，甚至根本不进行计算。主机规格偏大，普遍存在“大马拉小车”现象；水泵扬程偏大，工况点偏离最高效率点；系统水力平衡计算不够，调节手段缺乏或设置不合理。

2) 系统方案不合理，与项目特点不匹配。如一、二级泵的选择、水泵是“吸入式还是压出式”的设置、旁通阀的设置等。

3) 设备布置不合理，流程混乱等。

(2) 设备采购存在如下问题：

1) 重投资，轻质量。片面低价中标，难以保证质量。

2) 重主机，轻辅机。

3) 重设备，轻服务。

(3) 安装队伍水平差别较大，造成管道施工不规范、局部阻力增加；保温不佳；噪声、震动增加等问题。

(4) 一般是设计院暖通专业进行机房工艺设计，向自控专业提出控制要求，由控制专业进行自控设计，由弱电集成商进行深化设计及实施。自控系统通常存在的问题有：

1) 设计不到位，暖通设计人员对控制流程不熟悉，控制要求提资不准确、不全面甚至错误。

2) 实施环节较多，各环节缺乏有效的沟通。控制专业、弱电集成商根据自己的理解进行机房自控设计与实施，与暖通专业缺乏有效的沟通。

3) 调试环节跟不上，没有调试到位。

4) 运维人员素质跟不上，对自控系统了解不足，执行器、传感器、控制器任一环节出现故障，不能及时解决，造成自控系统失效。

(5) 调试与调适不到位，调试一般由安装单位负责，存在的问题有：

1) 调试人员不专业，有些只是简单的开机试车。

2) 水力平衡调试不完善，水力失调明显，只能采取加大水泵流量、系统以大流量、小温差运行。

3) 调适是一个长期的过程，各种设备控制策略需要与系统进行多个空调周期的磨合，才能达到较为理想的状况，实际工程中这一环节普遍缺失。

(6) 运行维护不良，表现在：

1) 运维人员不专业，有些只是按时间开机、关机；

2) 一般主机维保尚能做到，但是水泵、冷却塔、水处理等附属设备重视不够。

与常规制冷机房相比，集成式制冷机房具有如下优势：

(1) 高度集成，简化建设程序

以工厂预制、现场装配为主要形式，高度集成了设备、管道、自控系统，由唯一的集成供应商代替了原来设计、采购、安装、调试等多环节建设程序，责任清晰，实施简单。

(2) 模块化设计，灵活组合

主机、辅机常常采用模块化设计，既可满足不同建筑、不同冷量规模需要，也可满足项目分期建设、分期实施的需要。

(3) 紧凑集约，减少机房占地面积

利用三维模拟技术，优化设备及管道布置，采用紧凑式框架结构进行组合，最大限度减少机房占地面积。

(4) 即插即用，迅速快捷

将复杂的机房系统设备化，现场仅需要简单的组装，接驳水、电，即可运行，达到即插即用效果，大大节省现场安装时间。

(5) 高度自控，降低调试运维难度

集成式制冷机房均是机电一体化设计，对自控系统的传感器、控制器、控制过程等均进行了最佳匹配，在工厂完成了绝大部分联动调试，可以实现无人值守自动运行。

(6) 高效低耗，社会经济效益俱佳

集成式制冷机房大幅度提高机房能效，降低用户运行费用，提高系统经济性，为节能减排做出贡献。

1.0.3 本条规定了在执行本标准同时，尚应满足相关标准要求。

本标准重点在于对集成式制冷机房的应用，并未涵盖通常建筑物所应有的全部功能和性能要求，故设计时尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 明确了集成式制冷机房的定义，该定义中有如下几个要点：

首先，集成式制冷机房以工程设计方案为基础，也就是说，系统集成商要在设计单位基本设计方案的基础上进行相关的优化、集成等相关工作。

第二，集成优化的基本原则为系统能效最优，不能为集成而集成，集成式制冷机房不是简单的管道、设备预制。

第三，集成优化可采用多种手段，包括设备及控制策略的配置优化、管道系统的流程优化、自控系统优化等。

第四，集成式制冷机房具有整体性。机房系统的设备、管道、自控系统进行有机集成设计后，在工厂内将所有部件预制完成，以产品形式运至安装现场，现场仅需进行简单的装配即可实现机房系统的所有功能。

2.0.2 整装式制冷机房是集成式制冷机房的一种形式。机房系统的全部设备、管道、控制等高度集成为一个整体设备，适用于中小型建筑或系统。

2.0.3 组合式制冷机房是集成式制冷机房的一种形式。机房系统拆分为不同功能模块，现场进行组合，适用于各种规模的建筑和系统。

2.0.4 在制冷机房系统中，一级泵系统是最常见、也是最基本的系统形式，应用集成式制冷机房时，将单台主机及其对应的辅机进行集成，构成一个相对独立的功能模块，多个模块组合即可组成较为复杂的机房系统。这种模块，称为基本集成模块。

2.0.5 集成式输配泵组模块也称一体化输配泵组、泵组模块等，是以水力输送为基本功能的预制组装模块，根据功能可分为冷水循环泵组、冷却水循环泵组等，在复杂的机房系统中，与其他功能模块灵活组合。

2.0.7 冷源系统能效比是评价制冷机房效率的主要指标。在国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015中，评价空调系统效率的指标有：

制冷性能系数（COP）：用来评价制冷机组名义工况下的制冷效率；

综合部分负荷制冷性能系数（IPLV）：用来评价制冷机组部分负荷性能；

冷源系统综合性能系数（SCOP）：制冷机房系统总制冷量与制冷机、冷却水泵和冷却塔总输入能量之和的比值。

本标准所定义的 EER_s ，与 SCOP 对比，增加了负荷侧循环泵能耗。同时，与 SCOP 仅适用于冷却塔作为散热设备的制冷系统不同， EER_s 适用于所有制冷系统。 EER_s 对应的工况，可以是名义工况，也可以是不同的应用工况。

对于电机驱动水冷式蒸气压缩式制冷机房，设计工况下， EER_s 按下式计算确定：

$$EER_s = \frac{\sum Q_c}{\sum E_{CH} + \sum E_{CHP} + \sum E_{CTP} + \sum E_{CT}} \quad (2.0.7)$$

式中 EER_s ——制冷机房系统设计能效比；

Q_c ——制冷设备制冷量，kW；

E_{CH} ——制冷主机耗电量，kW；

E_{CHP} ——冷水循环泵耗电量，kW；

E_{CTP} ——冷却水循环泵耗电量，kW；

E_{CT} ——冷却塔耗电量，kW。

2.0.8 对于特定的制冷系统， EER_s 仅表示某个工况点的系统能效，无法表示该系统在全年气象条件变化、空调系统负荷变化后的系统总能效。本标准引入冷源系统季节能效比 $SEER_s$ 用来表示该能效值。 $SEER_s$ 既可以是对应于设计工况下的理论计算值，也可以是系统实测值。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 应用集成式制冷机房的主要目的是为提高机房整体能效，工厂预制、现场装配是实现这一目的的手段。部分工程将工厂预制作作为集成式制冷机房的唯一要求，是一种本末倒置的做法。

3.1.2 基于提高机房整体能效的目的，实施集成式制冷机房时，应提出机房的能效目标，各相关单位为达此目标，共同努力，相互配合。

3.1.3 在实施高效集成制冷机房的过程中，系统集成商的作用较大，要在理解设计意图的基础上，综合运用各种手段，实现预定目标。

3.1.4 本条文列出了集成式制冷机房可能采用的各种技术：

(1) 高效冷水机组

典型制冷机房主机能耗占机房系统能耗的 80%左右，因此，高效制冷机房首先应采用高效主机。表征主机效率的指标有两个，名义工况性能系数 COP 和综合部分负荷性能系数 $IPLV$ ，GB 19577—2015《冷水机组能效限定值及能效等级》分别根据 COP 、 $IPLV$ 值，将冷水机组分为三个等级。目前在我国销售的主流品牌冷水机组，各种等级均有，部分产品可以同时达到 COP 值、 $IPLV$ 值 1 级能效标准，通常称为双一级能效产品。

(2) 高效水泵

水泵效率指水泵的有效功率(即水泵输出功率)和水泵轴功率(即水泵输入功率)之比，是衡量水泵工作效能高低的一项技术经济指标。高效水泵的选择包括两个方面，一是选择高效水泵电动机，电动机效率达到现行国家标准《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》GB 18613 中节能评价价值及以上要求；二是选择自身效率高的水泵设备，水泵效率达到 GB 19762-2007《清水离心泵能效限定值及节能评价价值》节能评价价值及以上要求。

空调制冷系统的冷水泵、冷却水泵通常为大流量、低扬程水泵，高效机房的系统阻力更低，扬程更小，水泵选择时应注意：

1) 应进行准确的水力计算，正确选择水泵扬程，避免片面放大裕量系数；

2) 对水泵选型进行多方案比较，确保水泵额定工作点处于高效工作范围；

3) 必要时，要求水泵厂家进行水泵叶轮切削处理；

4) 大流量宜选择双吸泵。

(3) 高效冷却塔

表征冷却塔能效的指标主要为耗电比，即冷却塔风机输入功率与标准冷却水流量的比值 ($\text{KW}/(\text{m}^3/\text{h})$)。国家标准《机械通风冷却塔 第1部分：中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1-2018 中，按耗电比将冷却塔分为1级~5级。在集中空调常用工况，即进出水温度为 $37/32^\circ\text{C}$ 、湿球温度为 28°C 、干球温度为 31.5°C 下，集成式制冷机房所选择的冷却塔能效等级不宜低于3级，即耗电比 $\leq 0.032 \text{ KW}/(\text{m}^3/\text{h})$ 。

(4) 变频技术

包括冷水机组变频、水泵变频、冷却塔风机变频等。

根据现行规范，空调供暖冷热源、输配系统、末端系统的设计容量，所依据的室外计算温湿度参数为基于一定不保证时间的设计日条件，室内热扰（人员密度、照明、电气设备）取值一般为相关区域的最大值。实际上，室外气象条件是随时变化的，室内大部分的热扰也是变化的，所以空调供暖负荷是动态变化的，满负荷的概率较低。充分利用变频技术，可以更好地适应空调系统部分负荷的调节需求，提高系统整体效率。

(5) 高出水温度冷水机组

对于电机驱动的蒸气压缩式制冷系统，理论上出水温度每提高 1°C ，制冷效率可以提高 3%。通过采用温湿度独立控制系统等相关技术，采用高温冷水处理室内显热负荷，可以大大提高制冷机组效率。

(6) 大温差供水

实际工程表明,输配系统能耗在空调供暖系统的全年运行能耗中的占比较大,采用大温差供水系统,降低循环水流量,可以有效降低输配系统能耗。

(7) 基于 BIM、三维建模技术的系统集成设计及布局优化

BIM 技术更多应用于建筑物内与相关专业协调设计,利用 inventor、solidworks 等三维建模软件,可以对集成式制冷机房的管道、管件及设备布置进行优化设计。

(8) 低阻高效附属设备应用

常见的止回阀按结构形式分为升降式、旋启式和蝶式三种形式,其中升降式、旋启式密封性好,流体阻力大,不宜用于空调供暖系统。

过滤器是机房系统中局部阻力较大的设备,应选用合适的过滤精度,宜不同精度的过滤器搭配设置,主干管宜设置具有较高精度的罐式过滤器,系统冲洗阶段宜将其旁通,为保护主机、水泵设置的 Y 型过滤器,当系统冲洗完毕,宜将滤芯抽出。

部分厂家提供的多功能阀具有关断、止回、流量测定等多种功能,阻力低、安装尺寸小。

扩散弯头过滤器用于水泵吸入口,具备过滤、代替直角弯头、降低涡流损失等功能。

低阻高效附属设备是集成式制冷机房提高系统能效的重要措施。有些厂家开发了具有超低阻力的止回装置、过滤装置代替普通止回阀、过滤器,可以显著降低机房阻力,节能效果显著。

(9) 模块化预制,现场快速装配

工厂化预制,解决了现场安装的随意性,消除了不可控因素,既提高了安装质量,使得机房整齐、美观,又使得机房管路系统阻力可控,便于水泵扬程的精确配置,最终实现节能的目的。

(10) 基于主机全工况性能的主机负荷优化控制策略

主机全工况性能,既包括主机额定工况的性能,又包括主机部分负

荷的变工况性能，应在上述全工况性能下，实现机房整体性能的优化控制。

(11) 完善的自控系统

完善的自控系统是实现基于主机全工况性能的主机负荷优化控制的手段，一般来说，自控系统应具有主机群控、设备联动、水泵及冷却塔风机变频、水温控制、能量优化等多种控制功能，实现无人值守、高效节能。

3.1.5 本条是对集成式制冷机房安装环境提出的要求：

(1) 集成式制冷机房，一般是将配电、控制设备与制冷、循环设备等集成为机电一体化的成套设备，其安装环境要考虑强弱电设备的安装需要。

(2) 设于建筑物制冷机房内的集成式制冷机房系统，应满足建筑内防火、防排烟及通风、事故通风等要求。

(3) 设有彩钢板、夹芯板等外围护结构的整装式集成制冷机房，一般作为整体设备在室外安装，其环境恶劣，应确保集成机房内的温湿度满足条款 1 的要求。如冬季加强保温、夏季加强通风等。

(4) 本款主要对整装机房提出了消声减振的要求，防止机房噪声、震动对周围环境产生不利影响。

3.1.6 对相关专业配合提出的要求。这些要求，应由进行集成式制冷机房的主专业（暖通或动力）提出，相关专业进行配合设计。

3.2 能效评价

3.2.1 明确了集成式制冷机房以基本集成模块的等效等级进行能效评价。

集成式制冷机房作为整体式机房系统，在设计、组装、出厂时应对其设计能效进行评价，以判断该机房系统的整体能效水平，并对将来的

实际运行能效进行一定程度的预测。

目前国内相关的行业或地方类似标准,对制冷机房能效的判断一是在运行工况下、基于实际测试数据的判定;二是虽然是在设计工况下,但是为基于具体工程的全时负荷模拟的判定。作为集成式制冷机房,本标准给出了一个更为普遍、在方案阶段通过简单计算即可进行判定的方法,也为系统集成商提供了确定主机及附属设备配置的依据。

基本集成模块是由一一对应的单台冷水机组、冷水循环泵、冷却水循环泵、冷却塔组成、能够独立完成制冷功能的机房集成模块。对于集成机房来说,基本集成模块是最能体现集成机房特点、也是集成机房最为常见的应用方式。将其作为一个整体设备,考察其名义工况能效、年均设计能效,具有与考察主机类似的意义。

3.2.2 基本集成模块的等效等级的确定,参考了冷水机组的能效等级确定方法。单个基本集成模块的工作特性与单台冷水机组的工作特性类似,通过考察单台冷水机组能效的方法进行基本集成模块的能效确定,可以在一定程度上代表了整个机房系统的能效。

其中,表 3.2.2-1 为基于名义工况的系统能效比 (EER_s)。该值采用基于国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB19577—2015 中以 COP 划分的能效等级 1、2、3 级的主机、常规机房附属设备及空调循环水系统设计经过理论计算得出的数值。

表 3.2.2-2 为基于全年制冷工况的年均设计能效比。该值采用基于 GB19577—2015 中以 IPLV 划分的能效等级 1、2、3 级的主机、常规机房附属设备及空调循环水系统设计经过理论计算得出的数值。

本标准采用实际主机选型结合工程经验设计优化、经理论推导的方法确定 EER_s 、 $SEER_s$ 。

首先对市场上主流的几个主机厂家产品,针对不同主机类型、制冷量范围、能效等级,分别进行名义工况下的工程选型,同时进行冷水泵、冷却泵、冷却塔工程选型,据此计算名义工况的系统能效比 EER_s 。

根据主机选型,得到 IPLV 对应不同负荷率 (100%、75%、50%、

25%)下的主机冷量,根据设定的运行策略(主要为是否采用变频控制),计算各负荷率下主机、水泵、冷却塔输入功率,得到相应负荷率下的系统能效比,参考 IPLV 计算公式,可以计算出设计状态、主机名义工况下的制冷季节能效比 $SEER_s$ 。

将同一类型主机、同一冷量范围的不同厂家的计算值汇总,取其最大值并考虑市场一般情况设定为 1 级能效,取其最小值并考虑市场一般情况设定为 3 级能效,取其平均值并考虑市场一般情况设定为 2 级能效。

设计名义工况制冷季节能效比 $SEER_s$ 按下式计算:

$$SEER_s = 2.3\% \times A + 41.5\% \times B + 46.1\% \times C + 10.1\% \times D$$

式中: A 、 B 、 C 、 D —分别为 100%、75%、50%、25%负荷率下机房系统能效比

3.2.3~3.2.4 参考 GB 19577-2015 的规定,集成式制冷机房的 3 级能效,其 EER_s 、 $SEER_s$ 应同时大于或等于能效等级指标(一)、能效等级指标(二)中的能效等级 3 级所对应的指标值。1 级能效、2 级能效,可满足相应等效等级的其中一项指标值。

3.3 设备性能

3.3.1 规定了冷水机组的能效要求。水(地)源热泵机组的能效判定指标与普通水冷机组不同,故特别指出。

3.3.2 输配系统能耗的降低依赖于两个方面,一是管路系统的低摩阻设计,二是循环水泵的设备选型。在循环水泵选型中,又要注意两点,一是尽可能选择高效水泵,二是循环水泵的工作点位于高效区间。

国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762-2007 规定了泵的能效限定值和节能评价值,集成式制冷机房宜选用达到节能评价值的水泵。

3.3.3 与集中空调系统相关的冷却塔标准有《机械通风冷却塔 第1部分:

中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1-2018、《机械通风冷却塔 第2部分：大型开式冷却塔》GB/T 7190.2-2018、《机械通风冷却塔 第3部分：闭式冷却塔》GB/T 7190.3-2019；分别适用于单塔冷却水量小于1000 m³/h的中小型开式逆流、横流机械通风冷却塔，单塔冷却水量不小于1000 m³/h的大型开式逆流、横流机械通风冷却塔，单塔冷却水量不小于500 m³/h的闭式冷却塔，每个标准规定了冷却塔的产品分类和标记、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及其他等；

表征冷却塔性能的指标有冷却能力，即进出塔水温差与标准工况条件下冷却塔水温差的比值或冷却塔标准冷却水流量与名义冷却水流量的比值，此值不小于95%；飘水率，此值不应大于0.01%；能效（耗电比），即冷却塔风机驱动电动机的输入有功功率（kW）与标准冷却水流量（m³/h）的比值。冷却塔能效分为5级，本标准规定不低于3级，即在标准工况（进出水温度37/32℃、湿球温度28℃、干球温度31.5℃）下，耗电比小于等于0.032kWh/（m³/h）。

3.3.4 低阻高效的附属设备主要包括：止回阀、过滤器、关断阀、调节阀等，在满足设计要求的功能前提下，应选择低阻结构，降低系统阻力。

3.4 控制系统

3.4.1 本条规定了集成式制冷机房就地控制功能要求。

3.4.2 自控系统是集成式制冷机房重要的组成部分，从某种意义上来说，集成了完善自控系统的预制装配式机房，才是真正意义上的集成式制冷机房，否则如果只是将设备、管道进行工厂化预制，不过施工安装的形式上的一点改进而已，无法体现集成式制冷机房的机电一体化、高效性、节能性。

3.4.3 本条规定了集成式制冷机房自控设计的主要内容。

1 冷水系统变流量控制是空调冷水系统基本控制要求。对于空调末端来说，无论是风机盘管还是空气处理机组，水路均设有电动二通

断阀或电动二通调节阀,随着负荷变化,空调水系统流量是随时变化的,因此,冷源侧循环泵必须满足负荷侧流量变化需要。

冷源侧空调水系统常见的可分为一级泵系统、二级泵系统,其中一级泵系统又分为主机可变流量的一级泵系统、主机恒定流量的一级泵系统。不同的系统形式应采用不同的控制方式及控制策略。

常规制冷机房主机定流量的一级泵系统应用普遍,主机、水泵采用一一对应、先串后并的连接方式,控制方式为台数调节,分集水器间设置电动旁通阀及压差传感器,通过压差控制器控制旁通阀开度,实现负荷侧变流量、主机定流量的不同流量调节需求。该控制方式简单,压差控制器为成品 DDC 控制器,易于在普通制冷机房系统中实现。但该控制方式节能效果有限,控制系统的调试需要专业人员进行,而实际上,一般机房安装人员不具备调试能力,或者虽然初调试尚可,但随着系统运行,控制系统一旦故障,再次调试的可能性极低,造成绝大部分实际工程,压差控制系统形同虚设,机房系统转为纯手动控制。

随着冷水机组技术的逐步发展,当前的冷水机组(主要指电制冷机组)均可实现一定程度的蒸发器、冷凝器可变流量运行,为主机变流量的一级泵的应用创造了条件。

在集成时制冷机房系统中,依靠其机电一体化的设计思路,通过完善的自控系统,均采用主机可变流量的一级泵系统,实现主机、水泵的同步变流量调节。

2 一般冷水系统采用 7℃ 额定出水温度,冷水机组设定好出水温度,通过检测回水温度,进行压缩机的加载或卸载,调节输出冷量。

实际上,空调负荷随着室外气象参数的变化而随时变化,绝大部分,空调负荷处于部分负荷状态,不需要空调系统保持 7℃ 供水,此时控制系统应具备出水温度根据室外参数再设定功能,部分负荷时,提高出水温度,以降低机组能耗。

3 部分负荷时降低冷却水流量,可节约冷却水泵能耗,但另一方面,

冷却水流量降低,可能造成冷凝器出水温度升高,反而不利于主机节能。应通过控制系统,在冷却水流量与温度之间,寻找一个最佳平衡点,实现整个系统的节能。

4 冷却水温度、湿球温度、冷却塔风机转速及能耗、主机能耗是相互关联的几个参数,应以综合能耗最低作为控制目标。

5 能效监测功能,是可视化检验机房能效的有效手段,并有利于分析能耗薄弱点,有针对性采取措施进行调节、改善。

6 一个制冷系统通常选择多台冷水机组,多台设备之间的群控,是表征机房整体自控水平、降低整体能耗的重要措施。

3.4.4 集成式制冷机房的自控系统是一个完整的控制系统,实现与BAS 对接后,可通过 BAS 的上位机电脑进行远程操控。

3.4.5 自控系统应具有监测及显示功能,属于常规要求。

3.5 电气系统

3.5.1~3.5.5 集成式制冷机房的电气系统要求。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 采用集成式制冷机房的的目的之一是实现系统的高效运行，因此，系统设计实施前就应制定一个合理的、节能良好的能效目标，并针对该目标，各方共同努力。予以实现。

4.1.2 制定了系统能效的暖通空调系统设计，应基于该目标展开，从负荷计算、机房位置确定、水系统形式、大温差、水力平衡等多个方面，保证系统的高效、节能。

4.2 设计配合

4.2.1 设计单位前期设计应进行的工作：

1 落实项目所在地具备的近期及远期有关水、电、气、热的接入条件及相关能源价格，为项目选择冷热源方案进行技术经济比较提供条件。

2 工程设计前应同用户进行充分沟通，掌握用户的需求，表 1 列出了部分考察内容供参考。

表 1 工程项目用户需求考察内容

项目	用户需求
使用条件	<ul style="list-style-type: none">• 工艺过程• 室内设计参数要求，如温度、湿度、洁净度、风速等• 室内空气处理末端要求，如辐射式还是对流式、温湿度联合控制还是独立控制等

节能及环保目标	<ul style="list-style-type: none"> • 采用的节能标准（常规节能建筑、超低能耗建筑等） • 绿色建筑等级及采用的评价标准（国标绿建认证、国外标准（如 LEED）认证等） • 其他认证要求，如 WELL(健康建筑标准)、PHI（德国被动房研究所）等
集成设计	<ul style="list-style-type: none"> • 与建筑结构、服务和设施一体化设计
投资情况	<ul style="list-style-type: none"> • 资金来源（是否政府投资等） • 投资方式 <ol style="list-style-type: none"> 1) 工程总承包（EPC）模式 2) 项目管理承包（PMC）模式 3) 设计—建造（DB）模式 4) 建造—运营—移交（BOT）模式 5) 合同能源管理（EPC）模式等
全寿命费用	<ul style="list-style-type: none"> • 用户对一次投资和全寿命成本的考虑
自动控制	<ul style="list-style-type: none"> • 一般控制还是全面自控需求 • 用户对自控系统掌握及操作、维护的能力及意愿
可靠性	<ul style="list-style-type: none"> • 系统及设备备用性如数据机房，必须考虑设备及系统的备用
运行维护	<ul style="list-style-type: none"> • 物业管理模式 • 运行维护人员能力及需求
美观要求	<ul style="list-style-type: none"> • 地面或屋面布置设备（如冷却塔、室外机、风机等）的限制性要求 • 建筑立面开窗、设置百叶风口的限制要求 • 室内装饰方面的限制要求

噪声要求	<ul style="list-style-type: none"> • 特殊静音房间的设置位置及噪声限制 • 产生噪声的机房的位置 • 产生噪声设备（如冷却塔、室外机、风机等）对周围环境的影响 • 国家、行业及地方法规要求
安全性	<ul style="list-style-type: none"> • 对开口的大小和位置的限制如银行金库、医院直线加速器机房对穿墙风管尺寸及做法的限制等
机房面积	<ul style="list-style-type: none"> • 冷热源机房占地面积要求
设备采购	<ul style="list-style-type: none"> • 可供选择的生产厂家数量、设备采购的方便性、订货周期长短等
未来需求	<ul style="list-style-type: none"> • 对未来变化的适应性 • 对建筑功能调整的灵活性 • 适度的冗余

3 在上述两项工作基础上，应就可行的不少于 3 个方案进行技术经济比较，确定最佳冷热源方案，如制冷方式（电制冷/非电制冷）、供热方式（市政供热/热泵供热/锅炉供热等）、冷却方式（水冷/风冷）等。

4 与土建专业共同确定制冷机房和冷却塔位置。

5 进行冷热负荷计算，确定冷热源规模，进行初步制冷主机选型。方案、初步设计阶段可按表 2 进行估算。

表 2 冷热负荷估算指标

建筑物	冷负荷指标 (W/m^2)	热负荷指标 (W/m^2)
住宅、公寓	50~70	40~60
客房	70~90	50~80

西餐厅	100~150	80~120
中餐厅	150~250	80~120
火锅餐厅	250~350	80~120
办公、写字楼	80~100	60~80
商场、超市	120~180	70~100
门诊楼	80~140	70~100
病房楼	70~110	60~90

注：

(1) 此表用于冷热源容量选择；

(2) 根据建筑规模、保温条件、新建或改造等条件选择适当数值。如新建节能建筑、空调面积较大，宜取下限值，否则，可适当予以放大。

(3) 当不同功能共用冷热源时，可根据相应面积分别计算，根据同时使用情况，选取适当的同时使用系数。

(4) 本表适用于寒冷地区、夏热冬冷地区，其他地区根据情况自行调整。

4.2.2 设计单位应向系统集成商提供深化设计所需资料内容：

1 制冷机房位置。集成制冷机房可以与常规机房一样设于建筑内，也可以设于建筑外。设于建筑内时，应首先根据负荷计算结果，确定集成制冷机房规模，选择合适的模块组合方式，在预留的机房内进行初步布置，如预留机房条件不满足，应由建筑专业进行调整或重新选择集成制冷机房方案；设于建筑外时，一般采用整装式集成制冷机房方式，应落实环境条件，向系统集成商提出室外安装的要求，必要时采取其他隔声、减震措施。

2 循环泵布置方案。采用二级泵的充要条件是水系统管路规模，最不利管路过长，造成循环泵扬程过大，能耗偏高，一般以 500m 作为一级泵的正常应用范围。

3 集成式制冷机房外的循环水、冷却水系统阻力损失应由空调系统设计人员经计算提供，以方便系统集成商选配水泵。

4 空调冷水循环泵的流量根据设计负荷、系统供回水温差经计算确定，扬程即为整个水系统阻力损失，机房内阻力损失应有系统集成商提供，方案阶段，设计人可依据经验进行估算，初选循环泵型号规格。

5 系统工作压力跟系统静压、定压点位置、循环泵扬程确定，严格来说，应在机房系统设计完毕才能进行准确计算，但为便于系统集成商选配设备，系统设计师可基于常规做法，对系统工作压力进行初步计算，待机房深化设计完成后可进一步校核。

6 补水、定压、水处理方案应由系统设计师确定。

7 确定自控方案。集成式制冷机房一般均集成完善的自控系统，所选的自控方案对于一般项目也应是最佳的方式，当项目有特殊要求时，应提前予以明确。

8 方案、初步设计阶段，可以根据上述条件，通过相关标准图集（或厂家定型产品扬程），初选集成式制冷机房方案，施工图阶段需要与系统集成商配合，进行准确的施工图纸设计。

4.2.3 系统集成商应向设计单位提供如下资料内容：

有条件时，系统集成商应尽早介入设计工作，如前所述，设计策划阶段应会同建设单位、设计单位共同制定系统能效目标，方案、初步设计阶段，协助设计单位共同确定机房位置、模块组合方案，提供模块外形尺寸，及相关专业需要的设计资料。

施工图阶段，应提供详细的设计资料，便于完善施工图设计。

4.3 设计深化

4.3.1 集成式制冷机房综合了设备选择、管道集成与预制、机电一体的自动控制软硬件等，普通暖通设计人员难以独立完成，一般应由系统集成商进行深化设计。

4.3.2 设备集成与优化设计是集成式制冷机房深化设计的主要内容，本条列出来遵循的主要原则。

1 在制冷机房系统中，制冷主机的能耗占主要部分，不同的机房能效标准，对制冷主机的能效要求不同，其他附属设备也应相应根据整体机房能效要求进行配置与优化。

2 空调系统的负荷特性跟建筑使用性质、建筑围护结构特性、建筑具体的使用要求等相关，单体建筑的负荷特性与建筑群的负荷特性也会表现出明显差别。在对集成式制冷机房主机台上、容量匹配以及是否采用变频控制或变频主机的台数设置等方面，应分析机房系统负担的空调区域的负荷特性，根据负荷特性的不同进行合理匹配。

3 一般来说，变频控制的循环泵应选择流量扬程曲线陡直的水泵，对于一级泵系统及二级泵系统的一级泵，水泵台数与主机台数匹配，对于二级泵系统的二级泵，水泵台数与主机台数无关。不同的水泵配置、水泵台数选择应根据工程具体情况分析确定。

4 冷却塔的选择，与当地湿球温度密切相关。冷却塔容量适当放大，有利于降低冷却水出水温度，提高冷水机组效率；对低湿球温度地区，应充分利用低湿球温度的特点，降低冷却塔投资。

5 水处理设备的类型、处理方式应根据当地不同的水质情况分析确定，不宜千篇一律。

4.3.3 管道系统用来连接制冷机房主机及所有附属设备、使其按设计要求构造为一个有机整体。本条列出了管道系统深化设计应遵循的原则。

1 为实现机房管道的预制化、集成化，对管道系统进行优化，集成机房设计应借助于各种三维计算机辅助设计软件进行。与通常的

BIM (Building Information Modeling, 建筑信息模型) 技术相比, 二者都是通过建立虚拟的三维模型, 利用数字化技术进行设计的优化。BIM 技术更强调与建筑的结合、信息的完整性, 集成机房常用到三维计算机辅助设计软件, 更注重零件设计、装配设计, 如 SolidWorks 软件。

2 管道流程优化, 应避免管道不必要的来回折返, 增加阻力, 且不美观。

3 阀门的数量、弯头、三通形式、低阻止回阀、过滤器的采用, 其目的都是为了降低系统阻力, 减少循环泵能耗。

4.3.4 集成式制冷机房中, 框架是用于悬挂、支撑管道及其附件、固定设备的部件, 应根据安装场合的不同, 选择不同的框架形式。

4.3.5 自控系统是集成式制冷机房的核心及灵魂, 通过自控系统在机房系统中的高度集成, 实现机电一体化、高度智能化, 真正体现集成机房的优点。本条对自控系统的深化设计, 提出了原则性要求。

5 工厂预制

5.1 一般要求

5.1.1 集成式制冷机房的工厂预制是一种兼具设计优化与生产加工特点的工作，因此，系统集成商应有一定数量的能够进行设计优化技术研发人员、应具备管道焊接、压力容器制造等相关资质、具备大型管道加工能力等。

5.1.2 集成式制冷机房的工厂预制应可以方便的在现场进行装配化施工，避免二次焊接等现场工作。

5.1.3 对集成式制冷机房产品的保护要求。

5.1.4 集成式制冷机房提供的资料要求。

5.2 性能控制

5.2.1 集成式制冷机房的严密性通过严密性试验进行验证。

5.2.2 对集成式制冷机房名义供冷量与铭牌偏差的要求。

5.2.3 对集成式制冷机房能效等级的要求。

5.3 电气安全

5.3.1~5.3.3 集成式制冷机房电气安全的要求。

5.4 工厂检验

5.4.1 工厂检验进行相关试验用的仪器、仪表，应在有效检定周期内。

5.4.2 工厂内进行压力试验，应取较高标准，不低于主机额定工作压力的 1.5 倍，这与一般主机设备厂家厂内试验压力相同。

5.4.3 液体载冷剂法冷量测量，即分别对冷源系统的进出口温度和载冷剂流量进行检测，根据进出口温差和流量计算出系统冷量。在系统冷量检测过程中，为了保证检测过程的准确性，应同时对冷却侧的参数进行检测，以保证检测过程中系统热平衡偏差应小于 10%。

供冷量检测的工况要求，基于以下因素：冷水机组在负荷 80%以上时，冷水机组性能系数（COP）变化相对较小；当冷水出水温度以 7℃ 为基准时，冷水出水温度为 (6~9)℃ 之间，冷水机组的性能 (COP) 变化在 -2%~4%；当冷却水进水温度以 32℃ 为基准时，冷却水进水温度为 (29~32)℃ 之间，冷水机组的性能 (COP) 变化在 0~8%。该现场检测工况满足或相对优于机组额定工况。

冷水(热泵)机组检测只针对采用冷却塔冷却的水冷式系统。对于地源热泵系统，由于其机组铭牌参数与其实际运行工况差距很大，检测工况很难达到，因此，本标准不包括地源热泵机组的检测。

5.4.4~5.4.5 系统集成商应在工厂搭建试验台，试验台监测系统具备供冷量、输入功率测量功能，并可直接读取上述数据及系统能效比。

5.4.6 本条规定了集成式制冷机房应进行的设备控制功能试验，这些功能可以在系统控制柜上实现，工厂测试时，也可以在工厂搭建的监控平台上实现。

5.4.7 本条规定了集成式制冷机房电气安全测试的内容。

5.5 标志、包装与储运

5.5.1~5.5.6 规定了集成式制冷机房工厂预制环节中，设备标志、包装、储存、运输的要求。

6 装配化施工

- 6.0.1** 本条是对集成式制冷机房施工队伍的资质提出的要求。
- 6.0.2** 本条是对集成式制冷机房设备安装前，对机房条件提出的要求。
- 6.0.3** 本条是对集成式制冷机房设备基础施工的要求。
- 6.0.4** 本条是对集成式制冷机房装配顺序的建议。
- 6.0.5** 集成式制冷机房作为系统集成商整体配套出厂设备，其在工厂预制过程中，已经进行过严密性试验，但进入施工现场后，需要进行二次装配，故仍需进行更为严格的严密性试验。严密性试验合格，与整个集中空调系统对接，然后再按施工图纸的要求进行压力试验。

7 调适

7.0.1 “调适”与传统“调试”之间的区别主要体现在：

第一，目标不同：“调试”是保证单一设备和系统满足设计和规范要求；“调适”是保证机电系统的整体性能和实际效果满足设计和使用要求。

第二，侧重点不同：“调试”主要侧重于设备性能和系统的平衡性调试；“调适”主要侧重于系统整体性能和控制功能的验证。

第三，实施主体不同：“调试”主要由各设备厂家配合施工安装单位负责组织实施；“调适”由建设(业主)单位、设计单位、施工安装单位、设备和系统供应商，以及必要时甲方聘请的调适顾问共同组建的调适团队负责实施。

第四，实施周期不同：“调试”主要在竣工验收之前实施；“调适”除了竣工验收之前的工作外还包括竣工交付过程中的物业移交培训和建筑使用后的季节性验证调适。

7.0.2 集成式制冷机房系统调适前，集中空调的末端系统应安装完毕，并进行了初步的水力平衡调试，随着机房系统调试过程的展开，空调系统主要是水系统的水力平衡需要进一步完善。

7.0.3 集成式制冷机房对系统调试的要求。

7.0.4 集成式制冷机房对系统性能调适的要求。

7.0.5 集成式制冷机房对自控系统调适的要求。

7.0.6 集成式制冷机房对季节性验证的要求，主要用来检测机房的系统季节能效比。

附录 A 集成式制冷机房型号表示方法

A.0.1 本条给出了集成式制冷机房的型号表示形式，集成式制冷机房型号由机房集成方式、冷水机组形式、主机规格及数量、机房外冷水及冷却水系统资用压差、机房控制模式、能效等级及执行标准组成。示例：

某企业生产的集成式制冷机房，采用基本集成模块组合方式，主机采用 2 台名义制冷量 500RT 的离心式冷水机组，机房外冷水系统资用压差 20mH₂O、冷却水系统资用压差 15mH₂O，全变频控制模式、机房能效等级 1 级、执行本标准的集成式制冷机房标记为：

***-C-500/2-20/15-A-1/####

某企业生产的集成式制冷机房，采用模块化组合方式，主机采用 3 台名义制冷量 500RT 的离心式冷水机组，机房外冷水系统资用压差 20mH₂O、冷却水系统资用压差 15mH₂O，水泵、冷却塔变频、主机定频控制模式、机房能效等级 2 级、执行本标准的集成式制冷机房标记为：

***/M-C-500/3-20/15-P-2/####

A.0.2 本条给出了集成式制冷机房输配泵组模块的型号表示方法。