



T/CECS XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

集成式制冷机房应用技术规程

Technical specification for application of integrated refrigeration station

（征求意见稿）

****出版社

中国工程建设标准化协会标准

集成式制冷机房应用技术规程

Technical specification for application of integrated refrigeration station

T/CECS *** -20XX

主编单位：山东省建筑设计研究院有限公司

山东金孚瑞热能科技集团有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX 年××月××日

XXXX 出版社

2023 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022 年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2022] 第 40 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，制定本规程。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程共分 7 章和 1 个附录，主要技术内容包括：总则，术语，基本规定，设计配合，工厂预制，装配施工，调适验收等。

本规程由中国工程建设标准化协会绿色建造专业委员会归口管理，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。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：济南市市中区小纬四路 2 号 邮政编码：250001 电话：0531-87913035 邮箱：cecsjcjf@163.com）。

主 编 单 位：山东省建筑设计研究院有限公司
山东金孚瑞热能科技集团有限公司

参 编 单 位：

主要起草人：

主要审查人：

目次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	4
4	设计	6
4.1	一般规定	6
4.2	设计流程	7
4.3	机房能效等级	9
4.4	主要设备选型	10
4.5	监测与控制	11
5	工厂预制	13
5.1	一般规定	13
5.2	性能要求	13
5.3	电气系统	13
5.4	工厂检验	14
5.5	标志、包装与储运	15
6	装配化施工	17
7	调适与验收	18
7.1	一般规定	18
7.2	调试与验收	18
7.3	综合性能调适与交付	20
8	运行维护	21
附录 A	集成式制冷机房型号表示方法	22
本规程	用词说明	24
引用标准	名录	25
附:	条文说明	26

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements.....	4
4	Design.....	6
4.1	General requirements.....	6
4.2	Design process.....	7
4.3	Energy efficiency level	9
4.4	Main equipment selection.....	10
4.5	Monitoring and control.....	11
5	Factory prefabrication.....	13
5.1	General requirements.....	13
5.2	Performance requirements.....	13
5.3	Electrical system	13
5.4	Factory inspection	14
5.5	Marking, packaging, ptorage and transportation	15
6	Assembly construction	17
7	Adjustment and acceptance.....	18
7.1	General requirements.....	18
7.2	Debugging and acceptance	18
7.3	Comprehensive performance tuning and delivery	20
8	Operation and maintenance.....	21
	Appendix A Appendix A Model representation of integrated refrigeration station.....	22
	Explanation of wording in this specification	24
	List of quoted standards	25
	Addition: Explanation of provisions.....	26

1 总 则

1.0.1 为促进集中空调制冷工程的集成化、工厂化、装配化及高效化，推动集成式制冷机房在工程中的应用，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于民用和工业建筑中，以蒸气压缩循环冷水（热泵）机组为制冷（供热）形式的集成式制冷（热泵）机房的设计、生产、施工、调适及验收，其他制冷形式的集成式制冷、供热机房可参照执行。

1.0.3 集成式制冷机房的应用，除应符合本规程的规定外，尚应符合现行国家和中国工程建设标准化协会标准的有关规定。

2 术 语

2.0.1 集成式制冷机房 integrated refrigeration station

以提高系统能效为原则，优化制冷设备及其控制策略选择，利用计算机辅助设计软件将设备、管道、附件、支架、配电及自控系统进行集成，形成工厂化预制、模块化运输、装配化施工的制冷机房系统。

2.0.2 整装集成式制冷机房 packaged integrated refrigeration station

将冷水机组、水泵等制冷机房相关设备及其管道、水处理、自控系统以及配电、消防、照明、通风等附属设施集成建造在装配式箱体内，以整体设备呈现的集成式制冷机房形式。

2.0.3 组合集成式制冷机房 combined integrated refrigeration station

将冷水机组、水泵等制冷机房设备及其管道、水处理、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 基本集成制冷模块 basic integration refrigeration module

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

2.0.5 功能模块 functionality module

集成式制冷机房工程中，将多个设备通过管道、控制系统等进行组合，集成预制在一个安装底座上、具有某一个或多个功能的结构体。如主机模块、输配泵组模块、水处理补水定压模块等。

2.0.6 主机模块 chiller module

指集成式制冷机房工程中，主机及其进出口阀门、附件、控制系统等。

2.0.7 输配泵组模块 transmission and distribution pumps module

将水泵、过滤器以及具有关断、逆止、流量控制等功能的附件、变频控制器等进行有机集成，形成工厂预制、现场组装、以水力输送为基本功能的预制组装模块。也称一体化输配泵组、泵组模块等。

2.0.8 水处理补水定压模块 water treatment & make-up 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。

2.0.9 冷源系统能效比 energy efficiency ratio of cold source system (EER_s)

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。

2.0.10 冷源系统季节能效比 seasonal energy efficiency ratio of cold source system ($SEER_s$)

制冷季节，冷源系统累计总供冷量 ($W \cdot h$) 与累计消耗电量 ($W \cdot h$) 的比值。

2.0.11 集成率 integration ratio

集成式制冷机房系统工程中，在工厂预制完成的工程量与适用于同一工程的非集成式制冷

机房系统全部工程量的比例。

2.0.12 集成式制冷机房调适 integrated refrigeration station adjustment

集成式制冷机房系统工程安装完成后，通过检查、测试、调整、验证、优化等工作，保证集成式制冷机房满足设计和使用要求，达到设计能效等级的过程。

3 基本规定

3.0.1 集成式制冷机房应以提高机房能效为目标，以集成化设计、工厂化预制、装配化施工为实施手段。

3.0.2 集成式制冷机房应由建设单位、设计单位、施工单位以及系统集成商共同制定能效目标，并在此目标下，按以下分工协作完成：

- 1 设计单位应对设计方案负责，全过程参与集成式制冷机房的实施；
- 2 建设单位为集成式制冷机房的实施主体，提出能效目标需求，对实施方案具有最终决定权；
- 3 施工单位、系统集成商负责具体实施。

3.0.3 设计单位应基于能效目标进行性能化设计，暖通空调系统宜采取以下节能措施：

- 1 应对空调负荷进行精确计算，并宜进行全年能耗模拟；
- 2 应合理确定机房位置，并优先布置于负荷中心；
- 3 宜合理采用变流量输配系统；
- 4 宜合理采用高温水供水系统；
- 5 宜合理采用大温差供水技术；
- 6 应基于水力平衡计算，对管道系统优化设计。

3.0.4 集成式制冷机房设计宜采取以下提高能效的措施：

- 1 高效冷水机组应用；
- 2 高效水泵应用及水泵高效工况点选择；
- 3 高效冷却塔及低逼近度冷却塔选择；
- 4 变频技术应用；
- 5 高温冷水机组应用；
- 6 大温差供水技术应用；
- 7 基于计算机模拟技术的系统集成设计及布局优化；
- 8 大曲率 45° /30° 弯头、顺水三通等低阻管件以及超低阻力止回阀、多功能阀、高效低阻过滤器、扩散弯头过滤器等低阻附件应用；
- 9 管道及设备安装整体工厂模块化预制，现场快速装配；
- 10 基于主机全工况性能的主机负荷优化控制策略；
- 11 完善的自动控制及节能管理系统。

3.0.5 集成式制冷机房的集成率可采用如下公式计算：

$$i_r = \left(1 - \frac{QU_1}{QU_2}\right) \times 100\% \quad (3.0.5)$$

式中： i_r —集成式制冷机房集成率，%；

QU_1 —集成式制冷机房安装工程量合计，以工日定额计算；

QU_2 —适用于同一工程的非集成式制冷机房系统全部工程量合计，以工日定额计算。

3.0.6 集成式制冷机房的集成率不宜低于 80%，宜采用以下提高集成率的措施：

- 1 采用整装集成式制冷机房；
- 2 完善 BIM 设计，提高机房管道预制比例；
- 3 采用预制保温一体化管道系统；
- 4 采用集成支吊架系统。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 应根据建筑设计日负荷及全年负荷变化情况，合理选择总制冷容量、冷水机组形式及数量。

4.1.2 集成式制冷机房系统优先采用整装集成式制冷机房型式，并应符合下列规定：

- 1 除冷负荷较小的场合可采用单套整装集成式制冷机房外，宜采用多套整装集成式制冷机房并联设置的方式，冷水机组宜按同形式、同容量进行选型；
- 2 整装集成式制冷机房中冷水泵、冷却水泵应根据系统要求的保证率设置备用泵；
- 3 设于室外地坪时，设置位置应通风良好、避免污浊气流影响、噪声和排热符合周围环境限制要求等，并应采取防止人员接近的防护措施；
- 4 设于建筑屋面时，除以符合本条第 4 款要求外，尚应符合结构荷载要求；
- 5 设置位置应满足安装及运输需求，具有给水、排水、电力等条件；
- 6 整装集成式制冷机房的布置应具有维护检修空间。

4.1.3 采用组合集成式制冷机房时，应符合下列规定：

- 1 应根据制冷工艺需要，选择不同的功能模块组合，并根据机房平面布局进行合理布置；
- 2 作用半径较大、负荷侧阻力较高造成水泵扬程较高的大型系统可采用二级泵系统；二级泵系统的一级泵可采用定流量控制，也可采用变流量控制；二级泵系统的二级泵采用变频调速控制。
- 3 除符合本条第 3 款规定的条件以外，集成式制冷机房宜采用一级泵系统，并在采取相应控制方案的前提下优先采用冷水机组变流的形式，循环泵宜采用变频调速控制；
- 4 冷却塔风机、冷却水循环泵均宜采用变频控制；
- 5 各功能模块均应具有维护检修空间，主机模块端头应预留拔管空间，上方应预留不小于 1.0m 净距；
- 6 布置组合集成式模块的制冷机房应满足最大集成模块的安装和运输需求。

4.1.4 设计水（地）源热泵系统时，宜采用组合集成式机房布置方案，系统设计应符合下列要求：

- 1 应根据建筑的冷热负荷特性，采取保持地下换热器冷热平衡的措施；
- 2 季节转换阀门宜采用性能可靠的电动阀门，并应考虑在线检修更换需要；
- 3 大型、超大型地源热泵系统，其地源侧循环泵宜采用区域分布式输配泵组模块。

4.1.5 设计空气源热泵系统时，其循环、水处理、补水定压等附属设备及其控制系统宜采用集成式模块化布置方案，系统设计应符合下列要求：

1 仅用于供暖的空气源热泵系统，应根据系统热负荷、当地能源条件，采用平衡点法配置适宜的辅助热源；

2 用于全年供冷供暖的空气源热泵系统，应根据建筑的冷热负荷特性及当地能源条件，采取适宜的复合式冷热源措施；

3 应根据建筑负荷特性，采取模块式空气源热泵机组分组设置、输配泵组模块变频调节等变流量措施。

4.1.6 输配泵组模块的选择应符合下列规定：

1 模块中的各循环泵宜选用相同规格的水泵，并联水泵应基于并联总性能曲线和系统特性曲线，确定水泵台数控制切换点；

2 定流量控制的循环泵，宜选取性能曲线为平坦型的水泵；变流量控制的循环泵，宜选取性能曲线为陡降型的水泵，且设计工况点宜位于水泵最高效率点的右侧区域；

3 宜选取最高效率点处于性能曲线中间位置且高效运行区较广的水泵；

4 选择相同功率电机前提下，水泵宜选择较大叶轮直径的规格；

5 宜绘制系统特性曲线和水泵性能曲线，确定水泵运行工况范围，宜结合系统流量全年分布特征，选取高效运行区与全年分布时间最长流量范围较为一致的水泵。

4.1.7 集成式制冷机房环境控制系统设计应符合以下要求：

1 设于室内的集成式制冷机房，机房温度冬季不宜低于 10℃，夏季不宜高于 35℃；设于室外的整装集成式制冷机房，机房温度冬季不应低于 5℃，夏季不应高于 40℃。

2 机房内相对湿度不应高于 90%；

3 应采取消声、隔声、减振、隔振措施，并满足有关标准要求。

4.1.8 集成式制冷机房的给水、排水、通风、防火、防潮以及消声隔声、抗震设计应符合相关规范要求。

4.2 设计流程

I 方案设计

4.2.1 集成式制冷机房设计前，设计单位应对项目进行以下调查与研究工作的：

1 项目所在地能源条件；

2 建设单位使用及能效需求；

3 空调负荷计算及负荷特性分析；

4 制冷方案比选；

5 制冷设备容量确定；

6 集成式制冷机房的适宜性研究。

4.2.2 设计单位应完成以下设计内容，并将相关资料向系统集成商提供：

- 1 制冷机房及冷却塔位置的确定;
- 2 根据系统作用半径和使用特点确定循环水系统输配方案;
- 3 计算空调循环水、冷却水系统流量及机房外压力损失;
- 4 初选空调冷水循环泵、冷却水循环泵, 其中冷水泵的耗电输冷比应满足有关节能标准要求;
- 5 计算系统工作压力, 确定设备及管道承压等级;
- 6 选择补水、定压及水处理方案, 计算补水泵流量、扬程;
- 7 提出控制要求及运行控制策略;
- 8 确定机房能效目标;
- 9 初选集成式制冷机房方案。

4.2.3 系统集成商应根据设计单位提供的资料, 确定集成式制冷机房技术实施方案, 并向设计单位提供实现能效目标的措施以及模块集成方案、各模块安装及运输尺寸、用电量、用水量等基本数据。

II 深化设计

4.2.4 系统集成商应根据设计单位的要求进行集成式制冷机房的深化设计, 明确集成式制冷机房应达到的能效等级。

4.2.5 设备选型深化设计应满足以下要求:

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

4.2.6 管道系统深化设计应满足以下要求:

- 1 应采用计算机模拟技术进行;
- 2 应优化管道布局, 达到紧凑、流畅与高效的最佳平衡;
- 3 在满足检修需求前提下尽可能减少阀门设置;
- 4 宜采用 30°、45° 弯头或三通、大曲率弯头、顺水三通等低阻部件;
- 5 宜采用低阻高效止回阀、过滤设备等;
- 6 应合理设置传感器、现场显示仪表等。

4.2.7 装配式安装形式应满足以下要求:

- 1 应根据不同安装场合、设备配置, 选择不同装配式框架结构;
- 2 楼层安装时, 宜采用整体支撑架形式。支撑架构造应通过计算确定, 保证安全性;
- 3 大型、振动较大设备, 宜采用独立混凝土基础, 并采取减振、防震措施;
- 4 室外安装时, 宜采用整装集成式机房形式。

4.2.8 控制与监测系统深化设计除应满足本规定第 4.5 节要求外, 尚应满足以下要求:

- 1 应具备能耗分项计量、统计及数据上传功能；
- 2 应以提高系统季节能效比为原则；
- 3 传感器、执行器的设置应满足能效监测及自动控制需要；
- 4 宜配置客户端远程监控程序。

III 设计对接

4.2.9 系统集成商应向设计单位提供将以下深化设计成果：

- 1 基于 BIM 及计算机三维仿真技术的平面、立面、轴侧图等工艺设计图纸；
- 2 设备运输及运行重量、用电量、用水量、BAS 接口等相关专业配合资料；
- 3 深化设计施工说明、设备材料表等。

4.2.10 设计单位应对系统集成商提供的资料进行审核，设计资料应符合有关规定。

4.2.11 设计单位各专业应完成以下设计配合内容：

- 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；
- 6 暖通专业除完成集成式机房相关设计内容，尚应采取措施满足机房环境及有关规范规定的其他要求。

4.3 机房能效等级

4.3.1 水冷集成式制冷机房宜在设计、预制阶段确定能效等级，能效等级分成 1、2、3 三个等级，1 级表示能效最高。

4.3.2 集成式制冷机房基本集成模块能效等级可采用表 4.3.1-1、表 4.3.2-2 两组指标之一进行确定。

表 4.3.2-1 依据冷源系统能效比（ EER_s ）确定的能效等级指标

名义制冷量 CC kW	等级		
	1	2	3
	EER_s (W/W)	EER_s (W/W)	EER_s (W/W)
$CC \leq 528$	4.4	4.2	4.0
$528 < CC \leq 1163$	4.5	4.3	4.2
$1163 < CC \leq 2110$	4.6	4.4	4.3

$CC > 2110$	4.8	4.5	4.4
-------------	-----	-----	-----

表 4.3.2-2 依据冷源系统季节能效比（ $SEER_s$ ）确定的能效等级指标

名义制冷量 CC (kW)	等级		
	1	2	3
	$SEER_s$ (kWh/kWh)	$SEER_s$ (kWh/kWh)	$SEER_s$ (kWh/kWh)
$CC \leq 528$	5.0	4.6	4.2
$528 < CC \leq 1163$	5.2	4.8	4.3
$1163 < CC \leq 2110$	5.4	5.0	4.4
$CC > 2110$	5.6	5.2	4.5

4.3.3 由基本集成模块组合而成的集成式制冷机房，其机房能效可根据各基本集成模块的能效值经名义制冷量加权平均后确定，采用功能模块组合的集成式制冷机房可按基本集成模块进行虚拟搭建后参照上述办法确定机房能效。

4.3.4 3 级能效集成式制冷机房应同时满足本规程表 4.3.2-1、表 4.3.2-2 中能效等级 3 级所对应的指标值；1 级或 2 级能效集成式制冷机房可满足表 4.3.2-1、表 4.3.2-2 之一中能效等级 1 级或 2 级所对应的指标值。

4.3.5 水冷集成式制冷机房能效标称值、实测值均不应低于 3 级能效。

4.3.6 集成式水（地）源热泵机房可按夏季制冷工况采用水冷系统的方式确定机房能效等级。

4.4 主要设备选型

4.4.1 冷水机组的能效应符合现行国家节能标准相关规定，满足集成式制冷机房能效等级要求，宜采用以下提高能效的措施：

- 1 宜具有适应低冷却水温度运行的能力；
- 2 蒸发器、冷凝器均宜具有较高的可变流量运行范围、较大的可变流量速率；
- 3 蒸发器、冷凝器均宜具有较小的阻力；
- 4 当定型设备不能满足集成式制冷机房能效等级要求、由制造商提供的定制机型应具有符合国家相关规定的检验报告。

4.4.2 水（地）源热泵机组的能效不应低于现行国家标准《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》GB 30721 规定的节能评价价值。

4.4.3 采用空气源热泵机组时，冬季设计工况下机组制热性能系数、夏季名义工况下的制冷性能系数均应满足现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的要求。

4.4.4 水泵宜配置变频专用电机，电机效率不宜低于现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613 中能效等级 2 级要求，水泵能效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值》GB 19762 中规定的节能评价值要求。

4.4.5 冷却塔的能效等级不宜低于现行国家标准《机械通风冷却塔 第 1 部分：中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1 中规定的能效等级 2 级要求，并应满足下列要求：

- 1 宜按低逼近度进行选型；
- 2 冷却塔的构造应满足低流量时布水均匀要求；
- 3 冷却塔应选用热力性能好、刚度好、耐腐蚀、抗老化、具有阻燃性能的填料；
- 4 冷却塔风机效率不应低于现行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》GB19761 规定的 2 级及以上的能效值；
- 5 冷却塔风机电机宜采用变频电机，电机效率不宜低于现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB18613 规定的 2 级；
- 6 冷却塔集水盘容积应确保开关机时有足够的容积不使冷却水溢出。

4.4.6 应采取措施保证冷水、冷却水水质。采用水冷管壳式冷凝器的冷水机组，宜设置自动在线清洗装置。

4.4.7 定压装置优先选择具有自动排气、补水功能的闭式常压定压装置。

4.4.8 除污器应选择具有连续排污、自动反洗、排气功能的低阻设备，其他附件应选择低阻高效产品，其性能和技术参数应满足设计及有关标准要求。

4.5 监测与控制

4.5.1 整装集成式制冷机房应按无人值守机房进行监测与控制系统设计，组合集成式制冷机房应按无人值守机房进行监测与控制系统设计。

4.5.2 集成式制冷机房的监控系统应具有监测及显示、安全保护、就地和远程控制、数据储存等功能，符合现行国家标准《中央空调水系统节能控制装置技术规范》GB/T 26759 的要求，监控范围应包括冷水机组、冷却塔、冷却水泵、冷水泵、补水泵以及水处理设备、电动阀门等附属设备及部件。

4.5.3 集成式制冷机房应能就地控制，并具备下列功能：

- 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、频率控制；
- 3 冷却塔的启停、切换、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。

4.5.4 集成式制冷机房应配备完善的自控系统，实现除末端设备外的整个制冷系统的节能控制，并应具备以下功能：

- 1 冷水系统变流量运行控制功能;
- 2 冷水出水温度重设定功能;
- 3 冷却水泵宜具备变流量控制功能;
- 4 冷却塔宜具备风机转速调节、出水温度调节功能;
- 5 应具备能效监测及数据统计查询功能;
- 6 应具备多设备群控功能, 根据需求侧负荷特性实现自动加减载;
- 7 应具备多设备均衡运行时间的功能。

4.5.5 自控系统应具有优化运行功能, 可根据需求侧用能特性及运行历史数据, 预测未来短期和长期用能负荷, 以系统综合能效最高或系统运行费用最低等为优化目标, 优化控制策略。

4.5.6 自控系统应采用标准化通信协议组网, 具有与建筑 BAS 系统连接功能。

4.5.7 集成式制冷机房应设置综合能源管理系统平台, 并宜具有下列功能:

- 1 轮询方式监测、显示运行参数和设备状态, 即时查询实时数据, 记录和存储一年半以上的所有运行及相关数据;
- 2 对整个系统进行远程操作, 对指定设备进行启、停;
- 3 设置、修改控制算法、控制器、群控系统、连锁保护、均衡调节系统的参数;
- 4 应根据预定的时间表, 或依据节能控制程序自动进行系统或设备的启停;
- 5 参数超限报警、事故报警及掉电报警的记录和恢复功能; 联动、联锁等保护功能;
- 6 参数列表、故障列表、曲线图、运行日志及多种报表自动生成的功能;
- 7 各系统的电、燃料、热(冷)、水的能源消耗记录、分析、管理的功能;
- 8 采用 Web 服务器/浏览器的方式对外开放;
- 9 应设立操作者权限控制等安全机制;
- 10 设置可与其他弱电系统数据共享的集成接口功能。

4.5.8 集成式制冷机房的能源输入端及输出端均应设置相应的计量装置, 并应符合下列规定:

- 1 能源输入端应对燃料消耗量、用电量、用水量、用热量等分别计量;
- 2 应对制冷主机、循环泵、冷却塔的耗电量分别计量;
- 3 能源输出端应对负荷侧总冷(热)量实施计量, 宜对冷却侧实施计量;
- 4 负荷侧应根据建筑区域、产权单位或用途分项计量;
- 5 计量装置应具有远传功能。

5 工厂预制

5.1 一般规定

- 5.1.1 集成式制冷机房应由具备深化设计能力和生产加工能力的企业进行系统集成建造。
- 5.1.2 集成式制冷机房应按便于装配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，表面不应有损伤、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、接线图、设备及阀部件合格证等资料。

5.2 性能要求

- 5.2.1 集成式制冷机房名义工况下的能效等级应符合设计要求。
- 5.2.2 集成式制冷机房名义工况下的供冷量与铭牌偏差不应大于 $\pm 5\%$ 。
- 5.2.3 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。
- 5.2.4 支撑架应安全、稳固，水泵等振动设备应采取减振措施。
- 5.2.5 应根据系统工作压力合理选择管道材质及壁厚，并进行防腐、防锈、绝热及防护处理。
- 5.2.6 整装集成式制冷机房应具备防水、防冻、防火、通风、降温、照明等功能，围护箱体应具有足够的强度，并采取消声、绝热及防雷措施。箱体内应根据制冷剂的种类特性，设置制冷剂泄露检测及报警装置，并与事故通风系统连锁，探测器应安装在制冷剂最易泄露的部位，制冷剂安全阀泄压管应接至安全处。

5.3 电气系统

- 5.3.1 集成式制冷机房各模块的安全要求应符合现行国家标准《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组 安全要求》GB 25131 的规定，电气控制设备应符合《低压成套开关设备和控制设备第 1 部分：总则》GB 7251.1 及《电气控制设备》GB/T 3797 的要求。
- 5.3.2 电气系统保护电器应具备过热、过流、短路保护功能，同时在电源缺相、错相、过压、欠压时，应能切断被保护电路。
- 5.3.3 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。

5.3.4 带电部分和非带电部分之间，以及供电电路导线和保护连接电路之间的绝缘电阻不应小于 $1\text{M}\Omega$ 。

5.3.5 选用变频冷水机组和变频水泵时，应采取谐波治理措施。

5.3.6 设于室外的电气设备防护等级不应低于 IP65，设于室外箱体内的整装集成式制冷机房电气设备防护等级不应低于 IP55，其他设备防护等级不应低于 IP30。

5.3.7 传感器选择应符合下列要求：

- 1 流量传感器宜采用超声波式或电磁式，根据系统运行介质及压力合理选择内衬材料，量程宜为测点最大工作流量的 1.2~1.3 倍，精度宜采用 $\pm 0.5\% \sim 1.0\%$ F.S，防护等级应不低于 IP65，预制或安装时应预留相应直管段；
- 2 压力传感器宜采用不锈钢外壳，最大工作压力不宜超过仪表量程的 $3/4$ ，最小工作压力不宜低于满量程的 $1/3$ ，精度宜采用 $\pm 0.5\% \sim 1.0\%$ F.S，防护等级应不低于 IP65；
- 3 温度传感器宜采用 PT100、三线制，根据管径合理匹配探针长度，允许误差宜为 $\pm 0.1^\circ\text{C} \sim 0.3^\circ\text{C}$ ，预制或安装时应采用顺向误差，温差测量时，应配对安装；
- 4 传感器输入电源应采用 DC24V，输出信号宜采用 DC4~20mA/0~10V。

5.3.8 电动阀执行器选择与安装应符合下列要求：

- 1 电动开关阀执行器宜采用 AC220V 电源、无源干接点回馈；
- 2 电动调节阀执行器宜采用 AC220V 电源、4-20mA/0-10V 指令及回馈；
- 3 电动阀宜安装在水平管段，且与管道垂直；
- 4 电动阀前后应有长度不小于 10 倍管道直径的直管段。

5.4 工厂检验

5.4.1 集成式制冷机房系统集成商宜在工厂搭建测试平台，各模块出厂前应按设计进行系统搭建，并进行相关试验，当主机直接供货至施工现场是，主机模块可采用模拟设备代替。检验检测用仪器、仪表应在有效检定期内，并附有检定合格证。

5.4.2 应进行严密性试验，并应采用水压试验，试验压力不应低于主机额定工作压力的 1.25 倍，切不低于设计要求的系统试验压力。

5.4.3 应进行运转试验，主机出厂前已进行运转试验时不需重复试验，运转试验应无漏水、停机溢水现象，水泵无气蚀。

5.4.4 应进行设备控制试验，试验通过系统控制柜或监控平台进行，并应满足以下要求：

- 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。

5.4.5 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。

5.4.6 各模块完成检验，包装前应进行外观检测，并应符合下列要求：

- 1 设备外表应光洁，不应有油污和锈蚀；
- 2 设备、材料的表面不应有皱纹和其他损伤；
- 3 标识、标牌正确、完整。

5.5 标志、包装与储运

5.5.1 集成式制冷机房各模块应在明显的设置永久性标牌，标牌应标示出以下内容：

- 1 产品名称和标记，附录A给出了集成式制冷机房型号表示方法示例；
- 2 主要技术性能；
- 3 外形尺寸（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 储运环境条件。

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 模块包装前，水系统外接接头应在干燥后用可拆卸螺栓或堵头堵住，法兰孔用盲板封盖。

5.5.6 模块应储存在温度为 $-15^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $\leq 90\%$ ，大气压力为 $50\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ ，无腐蚀气体和通风良好的室内。

5.5.7 模块运输应满足以下要求：

- 1 包装好的产品允许公路、航空、铁路或海运运输；
- 2 运输过程中应防止冲击、剧烈振动和潮湿；
- 3 正常运输环境温度宜为 $-15^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不宜大于 90% ，大气压力宜为 $50\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

6 装配化施工

6.0.1 集成式制冷机房应采用现场装配化施工方式，施工单位应具有相应施工资质，施工人员应进行相应的专业技术培训。

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，设备基础施工已完成，给水、排水、电源等具备接驳条件，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、楼板等的荷载应满足设备运行需要；
- 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 冷水机组、分集水器等重型设备应设置独立的混凝土基础；
- 4 管道及其附件宜采用悬挂式整体支架安装；
- 5 室外安装的整装集成式制冷机房，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；
- 7 设备的混凝土基础必须进行质量交接验收，合格后方可安装。

6.0.4 集成式制冷机房现场装配宜按下列顺序进行：

- 1 冷水机组、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模块安装；
- 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、传感器等附件安装；
- 6 强弱电系统、控制系统安装。

6.0.5 设备的搬运和吊装必须符合产品说明书的有关规定，并应做好设备的保护工作，防止因搬运或吊装造成设备损伤。

6.0.6 集成式制冷机房安装后应进行两次水压试验，第一次为机房试压，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 1.25 倍；第二次为系统试压，在空调末端系统安装完成并与机房接驳后进行，试验压力按设计要求。

6.0.7 集成式制冷机房的安装尚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 和《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 的有关规定。

7 调适与验收

7.1 一般规定

7.1.1 集成式制冷机房分部工程的调适与验收包括装配施工阶段的分部工程调试与竣工验收、综合性能调适与交付验收。

7.1.2 集成式制冷机房调适宜由系统集成商负责实施，建设单位、设计单位、监理单位和运行管理单位应全程配合。

7.1.3 调适仪表准确度和精度等级应符合设计要求，且应具有在有效期内的检定、校准或检测证书。

7.2 调试与验收

I 现场核查

7.2.1 集成式制冷机房分部工程调试与验收应按以下程序进行现场核查：

1 设计资料、设备资料和施工过程资料的核查；

2 现场符合性核查，包括设备安装位置、型号和铭牌参数符合性；系统形式、管路走向、管道材质、管径规格、管道坡度、保温做法等符合性；阀门、传感器、执行器等附件规格符合性；

3 现场施工缺陷检查应包括重点设备检查以及调节阀行程受阻、部件未留检修空间、温控器安装位置不当等系统管路的安装缺陷检查；

4 自控系统资料核查，应包括设计说明、设备材料表、系统图、控制逻辑说明、监控原理图、监控点表、平面图、安装大样图、监控机房、控制器箱内设备布置和配线连接图、接口文件等；

5 自控系统现场检查，包括自控系统施工质量核查；传感器安装位置核查；电动开关阀、调节阀执行器安装位置、安装方向核查；控制器、模块安装位置、主备用电源线接线核查；标识核查等。

7.2.2 核查资料应完善，符合设计要求，施工安装无明显质量缺陷，电气系统、控制系统、设备安全性、供电稳定性等符合要求。

II 单机试运转

7.2.3 设备单机试运转前，应具备下列条件：

1 现场核查发现的问题已整改完成；

2 设备及管路冲洗、严密性试验已完成且符合要求；

- 3 相关阀门状态正确;
- 4 电气系统和设备安全性、供电稳定性符合单机试运转要求。

7.2.4 设备单机试运转应符合下列规定:

- 1 设备应运行平稳、无异常振动和噪声,循环水泵、冷却塔风机等应转向正确;
- 2 应监测电流、电压等电参数,且应正常;
- 3 设备及设备与管路连接应无渗漏。

III 设备性能调适

7.2.5 集成式制冷机房应结合实际条件进行设备性能调适工作。由于季节、入住率低等原因导致设备部分性能或全部性能调适不具备开展调适条件的,应进行记录并协调确认延期开展性能调适的时间。

7.2.6 水泵性能调适参数应包括流量、扬程、效率,应记录转速、电压、电流、功率因数、输入功率、噪声等参数。

7.2.7 冷却塔性能调适参数应包括冷却水流量、冷却塔进出水温度、冷却塔风机风量,应记录转速、电压、电流、功率因数输入功率、噪声等参数。

7.2.8 冷水机组性能调适应在典型夏季工况下进行,机组负荷不宜小于其额定负荷的 80%,性能调适参数应包括机组的进出口水温、流量,应计算机组供冷量、能效系数,应记录机组蒸发器和冷凝器压降、输入电压、电流、功率因数、功率等参数。

7.2.9 采用变频器调速的机组或水泵应测试其谐波干扰程度。

IV 联合运行调适

7.2.10 设备性能调适完成,自控系统检查并符合要求后,应进行系统联合运行调适。

7.2.11 联合运行调适应包括下列内容:

- 1 现场控制设备单点调试;
- 2 受控设备单机调试验证;
- 3 系统联合运行与调适。

7.2.12 应对集成式制冷机房的监控内容、自控功能进行验证,并应符合设计要求。

7.2.13 应对冷源系统能效比(EERS)进行检测,并应符合下列要求:

- 1 检测可通过经验证的监测系统,监测系统应对冷冻水供回水温度、冷冻水循环水量、机组耗电量、水泵耗电量、冷却塔风机耗电量等参数进行同步测量和存储;
- 2 检测应在夏季典型工况进行,当气候条件不满足时,经建设单位同意可延期进行;
- 3 检测时,单台冷水机组负荷不宜小于其设计负荷的 75%,冷水出水温度宜在 6℃~8℃之间,冷却水进口温度宜在 29℃~32℃之间;
- 4 检测时,室内参数应满足设计要求;
- 5 检测历时不应小于 60min,取平均值作为检测值。

V 竣工验收

7.2.14 集成式制冷机房分部工程完成设备性能调适和联合运行调适后，可进行分部工程竣工验收。

7.2.15 竣工验收应由建设单位组织，设计、施工、监理、系统集成商等单位参加。

7.2.16 竣工验收前应提交下列调适资料，提交的资料均满足要求，则验收通过。

- 1 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；
- 2 各功能模块出厂合格证明及进场检验报告；
- 3 传感器、计量仪表的标定证书或准确性验证报告
- 4 管道系统压力试验记录；
- 5 隐蔽工程记录；
- 6 设备单机试运转记录；
- 7 分部(子分部)工程质量验收记录；
- 8 观感质量综合检查记录；
- 9 安全和功能检验资料的核查记录；
- 10 冷源系统能效比（ EER_s ）监测记录，经建设单位同意延期时可在交付阶段提供。

7.3 综合性能调适与交付

7.3.1 联合运行调适完成并满足要求后，应开展系统综合性能调适，集成式制冷机房的综合性能调适宜由系统集成商负责实施。

7.3.2 综合性能调适宜基于监控系统的监测和记录功能开展，包括系统控制功能验证、冷源系统能效比（ $EERS$ ）、冷源系统季节能效比（ $SEERS$ ）及设计任务书或合同约定的其他性能指标的验证。

7.3.3 冷源系统能效比（ $EERS$ ）验证宜连续进行至少两个制冷季，每个制冷季进行三次以上验证，验证过程应符合本规程第 7.2.13 条要求。

7.3.4 冷源系统季节能效比（ $SEERS$ ）验证应采用监测系统连续监测完整的制冷季，且应进行连续进行两个制冷季。

7.3.5 综合性能调适结果应符合设计任务书或合同要求；对于不满足要求的，应进一步诊断分析，并采取整改措施。

7.3.6 集成式制冷机房综合性能调适合格，系统集成商应向运行维护单位正式交付，交付验收应符合下列规定：

- 1 交付前应编制系统应用手册，应包括机房设计、施工调适、验收过程形成的文件和成果；
- 2 机房交付时，应有配套运行管理措施，并应对运行管理人员进行培训。

8 运行维护

8.0.1 集成式制冷机房的设计、施工、调适、竣工、检修及运行管理记录等技术资料应齐全，并应电子化归档，必备文件档案应包括下列文件：

- 1 集成式制冷机房采购合同；
- 2 集成式制冷机房设备明细表；
- 3 集成式制冷机房各模块及主要材料和设备出厂合格证明，进场检（试）验报告；
- 4 仪器仪表的出厂合格证明、使用说明书和最近一次的校正记录；
- 5 含 BIM 模型的深化图纸；
- 6 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；
- 7 改造工程中土建加固、改造相关资料；
- 8 现场装配施工记录；
- 9 管道冲洗和试验记录；
- 10 设备单机试运转记录；
- 11 无负荷联合试运转与调试记录。

8.0.2 运行期间应定期对主要设备的实际运行能效以及控制策略和关键控制参数设置的合理性进行分析评价。

8.0.3 冷水机组、冷却塔、循环水泵、阀门、过滤器等设备及部件应定期维护，并应符合下列规定：

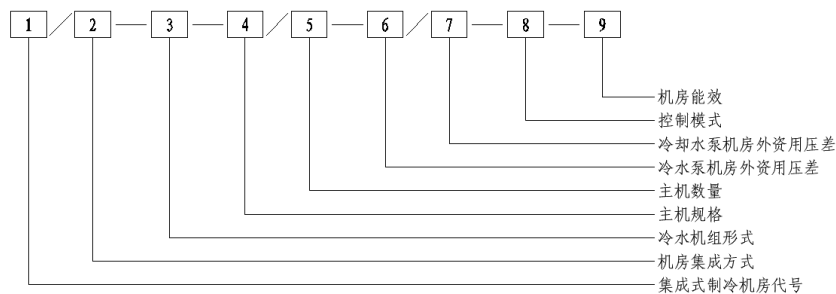
- 1 宜对冷水机组冷凝温度和冷却水出水温度进行监测，当两个温度差超过一定限值时，应检查冷却水水质并清洗冷凝器。
- 2 过滤器两端的压差应定期检查，当压差超过一定限值时应及时清洗过滤器。

8.0.4 空调自控设备和控制系统应定期检查、维护和检修，定期校验、维护传感器和控制设备，失效或缺少的计量仪表应及时更换或增设。

8.0.5 集成式制冷机房的运行管理尚应符合现行国家标准《空调通风系统运行管理标准》GB 50365 的规定。

附录 A 集成式制冷机房型号表示方法

A.0.1 集成式制冷机房型号宜由机房集成方式、冷水机组形式、冷水机组规格及数量、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、能效等级等组成。如下图所示：



各代号含义如下：

1. 集成式制冷机房代号。

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. 主机规格，按以 3516W (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. 冷水泵机房外资用压差，一级泵系统按 mH_2O 的整数值表示。二级泵系统另行注明。

7. 冷却水泵机房外资用压差按 mH_2O 的整数值表示。

8. 机房控制模式代号表示如下：

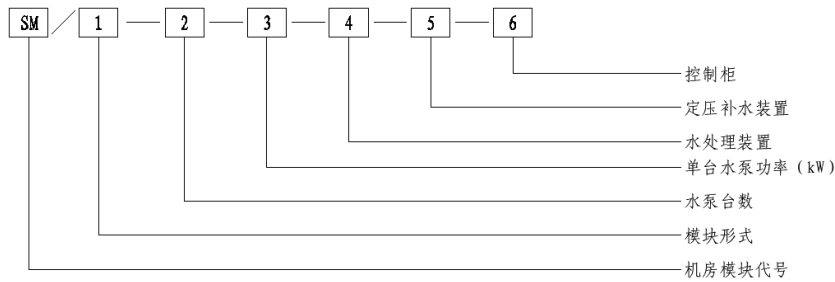
- 1) 主机、水泵、冷却塔均变频—01;
- 2) 水泵、冷却塔变频，主机定频—02;
- 3) 主机、水泵、冷却塔均定频—03。

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、水处理补水定压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，如下图所示：



各代号含义如下：

1. 模块形式代号：

箱式模块—X，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：

全自动软水器—RS；

全自动加药装置—JY；

电子水处理装置—CG；

物化全程水处理装置—QC。

5. 定压补水装置代号：

气压罐定压补水装置—QB；

变频定压补水装置—PB；

定压补水真空脱气—DT。

6. 控制柜代号：

自动化控制柜—S1；

智能化控制柜—S2；

智慧云控制柜—S3。

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 条文中指明应按其他有关规程执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015
- 2 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 3 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
- 4 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274
- 5 《空调通风系统运行管理标准》GB 50365
- 6 《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》GB 30721
- 7 《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组性能试验方法》GB/T 10870
- 8 《机械通风冷却塔 第1部分：中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1
- 9 《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 安全要求》GB 25131
- 10 《中央空调水系统节能控制装置技术规范》GB/T 26759
- 11 《低压成套开关设备和控制设备第1部分：总则》GB 7251.1
- 12 《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613
- 13 《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB 19577
- 14 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762
- 15 《包装储运图示标志》GB/T 191
- 16 《电气控制设备》GB/T 3797
- 17 《工业产品使用说明书 总则》GB/T 9969
- 18 《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
- 19 《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177



T/CECS XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

集成式制冷机房应用技术规程

条文说明

目次

1	总 则	28
2	术 语	30
3	基本规定	32
4	设计	36
4.1	一般规定	36
4.2	设计流程	39
4.3	机房能效	44
4.4	主要设备选型	45
4.5	监测与控制	47
5	工厂预制	49
5.1	一般规定	49
5.2	性能要求	49
5.3	电气系统	49
5.4	工厂检验	50
5.5	标志、包装与储运	50
6	装配化施工	51
7	调适与验收	52
7.1	一般规定	52
7.2	分部工程调试与验收	52
7.3	综合性能调适与交付	54
8	运行维护	55
附录 A	集成式制冷机房型号表示方法	56

1 总 则

1.0.1 本条规定了制定本规程的目的。

2019年6月，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。

集中空调系统在民用和工业建筑中应用已较为广泛，作为集中空调系统的冷源，制冷机房无论是从设备初投资，还是从运行能耗，均占据集中空调系统的较大比重，制冷机房运行效果的优劣，直接影响了整个空调系统的使用效果。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；水泵扬程偏高，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、振动增加等问题。

(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予以弥补，系统以大流量、小温差的不节能状态运行。

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。

空调制冷工程集成化、工厂化、装配化是一种有效控制工程质量的手段,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。

集成式制冷机房有助于提升制冷系统的能效。制定本规程的目的,就在于推动集成式制冷机房在工程中的应用。

1.0.2 本条规定了本规程的适用范围。

空调制冷形式较多,如从制冷机理上,可分为蒸气压缩循环制冷、吸收式制冷、吸附式制冷等;从能量利用角度,可分为单冷式、热泵式等;从排热方式上,可分为水冷式、风冷式等。本规程以当前集成式制冷机房应用较多的水冷蒸气压缩循环制冷,即设置冷却塔的水冷冷水机组作为的冷源作为主要应用对象,其他形式,如空气源热泵、水(地源)热泵可参照本规程的方法执行。

1.0.3 本条规定了在执行本规程同时,尚应满足相关标准要求。

本规程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,故设计时尚应符合现行国家和中国工程建设标准化协会标准的有关规定。

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。

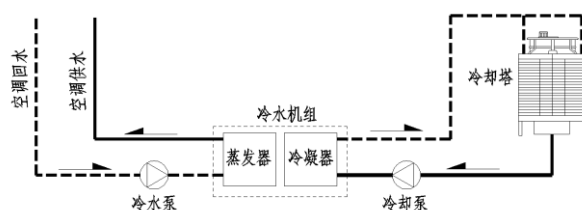
第二，集成优化可采用多种手段，包括设备及控制策略的配置优化、管道系统的流程优化、自控系统优化等。

第三，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，以模块化形式运至安装现场，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 整装集成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，并加设围护箱体，箱内内设置配电、消防、照明、通风等附属设施，可直接在室外安装，具有防护、隔声、保温、美观等效果。一般来说，整装集成式制冷机房适用于中小型建筑或系统。当有合适的条件时，也可将冷却塔与机房进行集成。

2.0.3 组合集成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，工厂加工时，分别按模块进行集成，并以模块的形式运至现场，现场对各模块进行装配组合。适用于各种规模的建筑和系统，一般适合于建筑物内部机房安装。

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，将单台冷水机组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。如图（1）所示。



图（1）集成式制冷机房基本模块原理图

2.0.5~2.0.8 集成式制冷机房中，以工厂预制的各种模块作为构成集成式制冷机房的结构形式，主机模块、输配泵组模块、水处理补水定压模块，都是集成式制冷机房完成一定功能的预制模块，可以根据设计需要进行多种功能的组合。

2.0.9 冷源系统能效比(EER_s)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)：用来评价冷水机组名义工况下的制冷效率；

综合部分负荷制冷性能系数 ($IPLV$)：用来评价冷水机组部分负荷性能；

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

本规程所定义的 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 按式 (1) 计算确定:

$$EER_s = \frac{\Sigma Q_c}{\Sigma E_{CH} + \Sigma E_{CHP} + \Sigma E_{CTP} + \Sigma E_{CT}} \quad (1)$$

式中 EER_s ——制冷机房系统设计能效比;

Q_c ——冷水机组制冷量, kW;

E_{CH} ——冷水机组耗电量, kW;

E_{CHP} ——冷水泵耗电量, kW;

E_{CTP} ——冷却水泵耗电量, kW;

E_{CT} ——冷却塔耗电量, kW。

2.0.10 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。本规程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。

2.0.11 集成式制冷机房的集成率是指在集成式制冷机房的建设过程中, 采用预制、模块化、标准化的方式进行组装和安装的比例。

2.0.12 集成式制冷机房调适是为了区别传统意义上的“调试”而定义的概念, 强调了制冷机房能效验证和优化过程。

3 基本规定

3.0.1 本条规定了集成式制冷机房的总体目标和实施手段。

应用集成式制冷机房的目的是提高机房整体能效，部分工程将工厂预制、装配施工作为集成式制冷机房的唯一要求，是一种本末倒置的做法。

3.0.2 本条规定了集成式制冷机房各相关责任主体的分工。

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，各相关单位应为此目标，共同努力，相互配合。

住房和城乡建设部建质[2014]124号文件“住房和城乡建设部关于印发《建筑工程五方责任主体项目负责人质量终身责任追究暂行办法》的通知”指出，建设单位项目负责人对工程质量承担全面责任，设计单位项目负责人应当保证勘察设计文件符合法律法规和工程建设强制性标准的要求，对因设计导致的工程质量事故或质量问题承担责任。

国办发〔2019〕11号文件，“国务院办公厅关于全面开展工程建设项目审批制度改革的实施意见”指出：“加快探索取消施工图审查（或缩小审查范围）、实行告知承诺制和设计人员终身责任制”。

由于集成式制冷机房的工厂预制化特点，系统集成商承担了更多的设备选型与设计深化工作，表面上降低了对设计单位的要求，但上述政府文件均对设计单位需要承担的责任提出了明确的要求，因此，设计单位务必要重视集成式制冷机房应用，要主动参与集成式制冷机房实施的全过程。

系统集成商无论是与建设单位直接签订合同，还是与施工总承包单位签订合同，建设单位、施工单位都应主动积极配合。

3.0.3 本条规定了设计单位对整体暖通空调系统总体节能措施要求。

对于整个暖通空调系统的设计，设计人应树立整体能效概念，基于系统能效目标展开设计，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采取措施，为提高机房能效提供系统上的保证。

3.0.4 本条文列出了集成式制冷机房设计可供采用的各种提高能效的措施：

（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 $IPLV$ 。国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577—2015 分别根据 COP 、 $IPLV$ 值，将冷水机组分为三个等级。目前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《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613 中节能评价值及以上要求；二是选择自身效率高的水泵设备，水泵效率达到现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 中节能评价值及以上要求。

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区范围；
- 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 $\leq 0.032 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{h})$ 。

冷却塔出水温度与湿球温度的差值，称为冷却塔的逼近度，通常逼近度不低于 3°C 。逼近度越小，冷却水出水温度越低，制冷效率越高，但同时冷却塔换热面积越大，冷却塔成本越高，需综合考虑确定。一般来说，由于冷却塔在整个制冷系统中的成本较低，适当加大冷却塔换热面积，有助于减小逼近度，获得更高的制冷效率。

(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) 高温冷水机组

对于电机驱动的蒸汽压缩式制冷系统，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，可以大大提高冷水机组效率。

(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) 基于计算机模拟技术的系统集成设计及布局优化

建筑信息模型(Building Information Modeling, 简称 BIM)常用的软件为欧特克公司的 Revit, 主要用于建筑物内与相关专业的协调设计。集成机房的优化设计常利用 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) 低阻高效附属设备及附件应用

止回阀是机房系统中局部阻力较大的附件, 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、旋启式的密封性好, 流体阻力大。空调供暖系统常用微阻缓闭蝶式止回阀。当采用主机-水泵-冷却塔一一对应设置, 可通过自动控制管道中的电动阀启闭代替止回阀作用, 降低系统阻力。

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置, 主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) 完善自动控制及节能管理系统

完善的自动控制及节能管理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。

3.0.5 本条给出了集成式制冷机房集成率计算公式。

在集成式制冷机房建设中, 集成率的计算一种方式可以通过统计预制模块的数量、利用率以及使用预装、工厂化生产方式的比例来计算, 该方式中利用率的判定难以准确量化, 有的资料或标准采用了打分方式, 无法排除人为因素的干扰。

从现场安装的角度来说, 集成式制冷机房以工厂预制的方式生产, 减少了现场安装工作量, 因此采用安装工日定额的方式反映集成式制冷机房的集成率是一种较为科学合理的方式。

3.0.6 本条给出了提高集成式制冷机房集成率的措施。

1 整装集成式制冷机房全部的制冷主机及其附属设备均在工厂完成, 现场只要完成设备基础、接驳水电即可运转, 是一种集成率最高的方式。

2 通过 BIM 设计, 不仅要完成制冷工艺本身的管道, 还应对建筑构件、机房内的其他水电通风管道进行有机综合, 提前进行工厂预制, 减少现场施工工作量。

3 预制保温一体化管道系统，保温效果好，减少了现场工作量。

4 集成支吊架系统，包括了集成模块采用的悬挂系统以及现场管道综合的支吊架，在 BIM 综合的基础上，采用集成支吊架系统，既提高了机房的美观度，又降低了现场工作量。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 本条规定了集成式制冷机房中制冷容量、冷水机组选择的基本原则。

制冷总容量应根据建筑设计日的峰值负荷确定，且不应另做附加。

冷水机组的形式包括压缩机的形式，如螺杆、离心等，选择依据主要根据不同压缩机形成的冷水机组的常用冷量范围确定；是否变频，根据系统调节方式，全年负荷变化特征、投资运行的经济性等；冷却方式指风冷、水冷、蒸发冷却等，根据冷却条件确定。

4.1.2 本条规定了整装集成式制冷机房的选择应用要点。

1 一般一套整装集成式制冷机房即为一组基本集成模块，对应配置一台冷水机组、一冷水泵、冷却泵、冷却塔，其负荷调节能力较小，不具备设备备用线，因此规定除冷负荷较小的场合可采用单套整装集成式制冷机房外，宜采用多套整装集成式制冷机房并联设置的方式。多套整装集成式制冷机房，其冷水机组宜按同形式、同容量进行选型，是为了外观一致，相互备用性较好。当然，确有需要，也可以按不同形式、不同容量冷水机组进行搭配使用。

2 对于部分保证率要求较高的场合，如大多数的数据机房，整装集成式制冷机房中冷水泵、冷却水泵设置备用泵。如整装集成式制冷机房本身即按 $n+1$ 的方式进行了设置，则每套整装集成式制冷机房内也可不设备用泵。

3 设于室外地坪时，一般会将冷却塔与制冷设备集成布置，因此应做到通风良好、避免污浊气流影响，同时冷水机组、水泵、冷却塔均属于噪声源，除了相关设备采用低噪声设备，做好整装机房壳体的消声、隔声、隔振外，设置位置应远离噪声敏感区域，如住宅楼、宾馆客房、办公区等，冷却塔排热也应符合周围环境限制要求等。防止人员接近，可采取设置栅栏、绿化、警示标志等。

4 集成式制冷机房整体重量较大，设于建筑屋面时，应符合结构荷载要求，需结构专业提前计算采取相应措施。

5 重点考虑整个运输通道的尺寸、沿途地面承载能力等。

6 整装集成式制冷机房的布置应具有维护检修空间。

4.1.3 本条规定了组合集成式制冷机房的选择应用要点。

1 组合集成式制冷机房，一般设于室内机房中，通过不同功能模块的组合实现制冷需求。制冷工艺选择时，可能会采用不同的主机形式，主机与水泵的不同组合方式（先并后串

或先串后并)、一级泵或二级泵等,设计时,应根据相关需求,结合机房平面布局进行合理布置。

2 作用半径较大、负荷侧阻力较高造成水泵扬程较高的大型系统,采用二级泵系统,可以降低水泵电机容量,便于调节与控制,此时才能显示出二级泵的节能性。仅仅是不同支路使用功能、使用时间不同并非是采用二级泵的必要条件。当某一个支路的长度显著高于其他支路时,宜采用针对该支路的二级泵或多级泵,其二级泵或多级泵宜在靠近其负荷区域设置。一般认为,二级泵系统的一级泵宜采用定流量控制,构成主机定流量、负荷侧变流量的二级泵系统,随着主机调节能力的提升以及控制技术的进步,可以同时采用主机与负荷侧均变流量控制的控制方式。

3 目前的冷水机组,均具有一定程度的蒸发器可变流量功能,因此,除符合本条第3款规定的条件以外,集成式制冷机房均宜采用主机变流量的一级泵系统。

4 一般认为,冷却水系统采用定流量控制有利于主机运行的稳定,考虑到全时负荷调节的需与,在夏初秋末,冷却水温度较低时,适当降低冷却水流量不影响主机能效。

4.1.4 本条规定了水(地)源热泵系统组合集成式制冷机房的选择应用要点。

水(地)源热泵系统由于需要进行冬夏季转换,一般采用水侧设置8个转换阀门的的机位转换方式,难以采用机泵一一对应的方式,因此,宜采用组合集成式制冷机房形式,将负荷侧循环泵和地源侧循环泵分别设计为水力模块。

1 对于地埋管式的地源热泵系统,夏季通过地下换热器排热,冬季通过地下换热器吸热,不同建筑的冷热负荷特性不同,可能会造成地下岩土累计取放热量的失衡,长期的失衡将降低地源热泵制冷或制热效率,严重时系统无法正常运行,因此应综合考虑建筑负荷特性与岩土热物性,采取保持地下换热器冷热平衡的措施,如采取设置辅助散热或辅助供热措施,构建复合式地源热泵系统。

2 季节转换阀门每年动作两次,容易因水质等因素堵塞、卡死等造成关闭不严,工程实践证明,球阀、半球阀的关闭性能较好。为达到在线检修更换需要,可采用电动阀前后应设置关断阀,并设置手动旁通阀措施。

3 大型、超大型地源热泵系统,其地源侧埋管数量常达数千眼,垂直埋管孔宜分区域布置,按区域分布式设置地源循环泵,并采用具有远程变频控制的输配泵组模块方式。

4.1.5 本条规定了空气源热泵系统采用集成式制冷机房的选择应用要点。

空气源热泵系统没有冷却水系统,热泵机组室外露天设置,其负荷侧循环泵及其水处理、补水定压、控制系统可以采用集成式模块,提高系统集成率。

1 空气源热泵仅用于供暖时,为降低造价、提高供暖可靠性,宜设置辅助供热。辅助供热的形式要根据当地能源条件选择,一般可选择燃气或电辅助锅炉等;辅助供热的容量,应计算热泵机组的平衡点,即某室外空气温度下,热泵机组的实际供热量与系统需热量相等,该工况下的需热量与供热量之差即为辅助热源热量。

2 利用空气源热泵冬季供暖、夏季供冷时，由于空气源热泵机组供冷时的效率远低于水冷机组，应综合考虑冷却系统能耗、建筑冷热负荷特性及当地能源条件，采取复合式供冷供热方案。如冬季采用燃气或电蓄热系统作为辅助供热措施，夏季采用水冷系统作为辅助供冷（或主供冷）冷源。

3 供暖空调的末端随着室外温度与室内热湿负荷变化，要求冷热源的供冷供热能力也应随时调整，水流量的变化需要具体分析。空气源热泵仅用于供暖时，当散热器设置了自力式恒温阀、地暖设置了自动分室控温或户温控制措施、风机盘管设置了电动二通阀时，水流量比如是随时变化的，实际工程以散热器和地暖为主的供暖系统，其流量变化缓慢，采用热泵机组分组设置、水泵分组启动即可满足需要。对于冷热兼供或者采用风机盘管供暖时，最好应做到循环泵的变频调速控制。

4.1.6 本条规定了输配泵组模块的选择应用要点。

1 并联水泵选用相同规格，便于相互备用，安装美观，同时避免大小泵搭配时，小泵效率下降明显，出现“大泵吃小泵”的情况。

2 水泵性能曲线(即 Q-H 曲线)的大致可分为平坦型、陡降型、驼峰型三种。具有平坦型 QH 曲线的水泵，当流量变动很大时能保持基本恒定的扬程。陡降型曲线的水泵则相反，当流量变化时，扬程的变化相对较大；至于驼峰型曲线的水泵，当流量自零逐渐增加时，相应的扬程最初上升，达到最高值后开始下降。具有驼峰性能的水泵在一定的运行条件下可能出现不稳定工作的情况，是应当避免的。

对于末端装置设置电动二通调节阀、水泵采用定流量控制的闭式空调水系统，选用平坦型水泵可减小低流量运行工况下系统压力波动范围，有利于提高系统稳定性。

对于水泵采用变频控制的变流量空调水系统，选用陡降型，节能效果明显。

3 水泵的高效运行区是指性能曲线中代表水泵内部各种能量损失(主要包括容积损失、沿程和局部阻力损失和撞击损失)之和最低的区域，可通过水泵性能曲线确定，一般将水泵最高效率值对应流量的 85%~105%范围称为高效运行区，考虑到水泵型号规格限制和实际运行调节范围，可将高效运行区扩大至水泵最高效率值对应流量的 66%~115%。

4 一般情况下，水泵的叶轮直径越大，水泵效率越高，因此选取变速泵时，宜在电机和变频器容量不增大的前提下，选取同系列中叶轮直径较大的水泵；

5 以系统设计流量和压降作为水泵最高效率点的水泵选型方法，并不一定能保证水泵运行能耗最低，因为在实际运行过程中，系统处于设计负荷工况下的运行时间往往很短，即水泵全年的运行效率大部分时间低于最高值。因此在水泵选型过程中，宜首先根据负荷特点分析系统流量分布特征，根据分布时间最长的流量区间进行水泵选型，尽量使水泵高效运行区与该流量区间保持一致，一般情况下选择在最高效率点的右侧区域，可保证水泵在全年处于高效运行工况的时间最长。

4.1.7 本条规定了集成式制冷机房环境控制要点。

集成式制冷机房环境控制系统指机房内的温湿度保证措施、与集成式制冷机房平时、事故、

火灾、地震等各种情况下使用所应采取的措施。。

1~2 集成式制冷机房将配电、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使用需要。设有彩钢板、夹芯板等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要求。如冬季加强保温、夏季加强通风等

3 根据机房设备的噪声、振动及周围环境要求，进行相应的消声、隔声、减振、隔振设计，满足机房内外环保要求。

4.1.8 本条规定了集成式制冷机房相关常规设计内容要点。

给水系统为制冷系统提供补水水源；排水系统为空调系统泄水提供排水出口；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。

电制冷机房应根据制冷剂种类设置制冷剂泄漏监测系统及相应的事故排风系统，按制冷剂的种类确定事故排风口的高度，设于地下的制冷机房，当泄漏气体密度大于空气时排风口应上、下分别设置。排风系统宜独立设置且应直接排向室外。

制冷机房尚应根据有关抗震设计规范，进行相应的机电系统抗震设计。

4.2 设计流程

I 方案设计

4.2.1 本条规定了设计单位应进行的前期设计工作：

- 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，为项目冷热源方案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	•使用需求 •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	•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
投资情况	•资金来源（是否政府投资等） •投资方式 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
全寿命期费用	用户对一次投资和全寿命成本的考虑
自动控制	- 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	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	- 物业管理模式 - 运行维护人员能力及需求
美观要求	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
噪声要求	- 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
机房面积	冷热源机房占地面积要求
设备采购	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	- 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 进行负荷计算，方案、初步设计阶段可按表 2 进行估算。同时，尚应对负荷特性进行分析，如负荷组成情况、使用时间差异、全年负荷变化情况。

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，选取适当的同時使用系数。

4 本表适用于寒冷地区、夏热冬冷地区，其他地区根据情况酌情调整。

4 根据上述调研与计算分析，应对可行的至少 3 个制冷方案进行技术经济分析。

5 根据技术经济分析比较，确定最终采用的制冷方案，确定制冷设备总容量及设备台数、单台设备容量。

6 对项目是否适合采用集成式制冷机房进行研究。影响集成式制冷机房适宜性的因素有室内机房的位置、面积、安装通道等，设于室外的位置、景观、环保要求等，另外项目采购方式、运维需求等均需要综合考虑。

4.2.2 本条规定了设计单位向系统集成商提供深化设计所需资料内容。

1 制冷机房及冷却塔位置。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、减振措施。冷却塔设置位置影响冷却效果，有时也影响到集成模块的设置方案。

2 水系统输配方案，指冷水循环泵采用一级泵、二级泵或多级泵布置方案。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，会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，以方便系统集成商进行水泵配置。

4 空调冷水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，机房内系统阻力损失应由系统集成商提供，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 系统工作压力根据系统静压、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，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进一步校核。

6 补水、定压、水处理方案应由设计师确定。

7 提出自控要求。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，设计师应提前予以明确。

8 机房能效目标需提前确定，以便于所有设备的配置。

9 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），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 本条规定了系统集成商应向设计单位提供的方案设计需要的资料。

有条件时，系统集成商自设计策划阶段就可介入设计工作，同建设单位、设计单位一起共同制定系统能效目标，方案、初步设计阶段，根据设计单位提供的资料，确定集成式制冷机房技术方案，并向设计单位提供实现能效目标的措施以及模块集成方案、各模块安装及运输尺寸、用电量、用水量等基本数据，用来协助设计单位向各相关专业配合提资。

II 深化设计

4.2.4 本条规定了系统集成商工作的基本原则。

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。深化设计应根据设计要求进行，原则上不能超出设计方案的内容。

4.2.5 本条规定了系统集成商深化设计工作应遵循的主要原则。

1 在制冷机房系统中，冷水机组的能耗占主要部分，不同的机房能效标准对冷水机组的能效要求不同，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。在确定集成式制冷机房主机台数、容量配置以及是否采用变频控制或变频主机的台数时，应分析机房系统负担的空调区域的全年逐时负荷特性，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性能曲线陡直的水泵，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。水泵采用并联形式布置时，宜选用相同型号的水泵；水泵应合理配置电机容量，保证在单泵运行工况电机不过载；应绘制并联水泵总性能曲线和系统特性曲线，根据曲线特征确定水泵台数控制切换点；不宜采用定速水泵和变速水泵并联的布置形式。

末端设置电动两通阀的闭式空调水系统，均应设置变速泵，水泵设计工况点宜位于水泵高效率点的右侧区域；变频水泵在不增大电机和变频器容量的前提下，宜选择较大的叶轮直径；变频水泵宜采用专用变频电机。

应进行准确的水系统水力计算，绘制系统特性曲线和水泵性能曲线，确定水泵运行工况范围；结合系统流量全年分布特征，选取高效运行区与全年分布时间最长流量范围较为一致的水泵。

4 在冷水供水温度保持不变的情况下，降低冷却水供水温度（即冷却塔出水温度），可提高冷水机组性能系数，根据相关研究，冷却水供水温度每降低 1°C ，冷水机组性能系数可提高 $2\%\sim 3\%$ 。因此在高能效集成式制冷机房设计中，降低冷却水供水温度是提升系统能效的重要节能措施。在设计工况下，选择较低的冷却塔逼近度，降低冷却塔出水温度；在运行工况下，通过空调系统全年负荷特性与室外湿球温度逐时值分析，对出水温度进行动态设定，当室外湿球温度降低时，冷却水供水温度设定值相应降低，并通过控制冷却塔开启台数或风机转速等措施满足设定值要求。

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。

4.2.6 管道系统用来连接制冷机房冷水机组、水泵及所有附属设备、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，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。BIM 技术常用于与建筑的结合构建整个建筑或机电系统模型，强调信息的完整性。SolidWorks 等三维计算机辅助设计软件，更注重零件设计、装配设计等。

2 管道流程布局优化。集成式机房为了达到紧凑效果，部分时候要违背低阻设计的原则。要充分利用计算模拟优化流程，尽量避免管道不必要的来回折返，在紧凑、流畅与高效之间实现平衡。

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

4 为实现机房的自控与能源监测，需设置若干流量、温度、压力等传感器，传感器位置需满足相应要求，如直管段长度等，现场显示的仪表设置位置需便于查看。

4.2.7 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，选择不同的安装形式。

4.2.8 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。本条针对自控系统的深化设计，提出了原则性要求。

III 设计对接

4.2.9 本条规定了系统集成商完成深化设计后，应向设计单位提供的深化设计成果。

系统集成商作为集成式制冷机房实施中重要的环节，承担着集成式制冷机房的深化设计工作，大部分的系统集成商不具备设计资质，深化后的设计资料应提供给原设计单位审核。即使系统集成商具备设计资质，并受甲方委托对制冷机房的深化图纸单独出图，也应该将深化设计资料提供给原设计单位进行审核。

4.2.10 本条规定了设计单位对系统集成商深化设计成果的审核要求。

原设计单位应对系统集成商提供的深化设计资料进行审核，一方面审核集成式制冷机房的能效是否满足设计要求，另一方面审核深化设计与原设计的符合性。设计资料的深度、表达应符合设计出图有关规定。

4.2.11 本条规定了设计单位相关专业配合设计内容。

这些要求，应由进行集成式制冷机房的主专业提出，其他专业进行配合设计。大部分设计院，制冷机房的主专业为暖通专业，部分设计院为动力专业。

4.3 机房能效

4.3.1 本条规定了水力集成式制冷机房能效等级分级方法。

集成式制冷机房作为一种集成化、预制化产品，介于整机设备与组装系统之间，在设计、加工完毕出厂时宜对其能效进行评估，便于对其设备配置水平进行衡量，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中，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；二是在设计工况下，基于具体工程的全时负荷模拟判定。作为集成式制冷机房，本规程给出了一个更为普遍、在设计阶段通过理论计算即可进行判定的方法，为设计系统集成商提供了确定主机及附属设备配置的依据。

4.3.2 明确了集成式制冷机房基本集成模块的能效等级指标。

基本集成模块是由一一对应的单台冷水机组、一级冷水泵、冷却水泵、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。

基本集成模块的能效等级的确定，参考了冷水机组的能效等级确定方法。基本集成模块的跟踪空调负荷的特性主要依赖于冷水机组的工作特性，采用单台冷水机组能效的确定方法可以大致确定基本集成模块的能效。

表 3.2.2-1 为基于名义工况下的系统能效比 (EER_s) 确定的三级能效指标，对应于《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577—2015 中以 COP 划分的冷水机组 1、2、3 级的能效等级。

表 3.2.2-2 为基于名义工况的季节能效比 ($SEER_s$) 确定的三级能效指标，对应于《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577—2015 中以 $IPLV$ 划分的冷水机组 1、2、3 级的能效等级。

本规程 EER_s 、 $SEER_s$ 的确定方法，采用大量主机选型，结合工程经验及理论推导的方法，机房附属设备配置以及空调输配水系统均为常规做法。

首先对市场上主流的几个厂家，针对不同冷水机组类型、制冷量范围、能效等级，分别进行名义工况下的选型，同时进行冷水泵、冷却水泵、冷却塔选型，据此计算名义工况的系统能效比 EER_s 。

同时，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，计算出主机名义工况下的制冷季节能效比 ($SEER_s$)。

名义工况制冷季节能效比 $SEER_s$ 按下式计算：

$$SEER_s = 2.3\% \times A + 41.5\% \times B + 46.1\% \times C + 10.1\% \times D \quad (2)$$

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

对计算得到的 EER_s 、 $SEER_s$ 值，按冷水机组形式、冷量范围分别进行汇总，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。

4.3.3 本条规定了集成式制冷机房能效确定方法。

由基本集成模块组合而成的集成式制冷机房，其机房能效根据各基本集成模块的能效值经

名义制冷量加权平均后确定。对于非基本集成模块组合而成的集成式制冷机房，如采用泵组模块与冷水机组先并后串连接的机房系统，考虑到这种系统在部分负荷下的调节性更好，能效值不低于基本集成模块的能效，因此，可以参照基本集成模块确定。

4.3.4 本条规定了集成式制冷机房能效等级确定方法。

参考《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577—2015 的规定，集成式制冷机房的 3 级能效，其 EER_s 、 $SEER_s$ 应同时大于或等于相应能效等级指标 3 级指标值。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。

4.3.5 本条规定了集成式制冷机房能效最低要求。

3 级能效为集成式制冷机房的最低能效标准，集成式制冷机房能效标称值、实测值均不应低于 3 级能效。

4.3.6 本条规定了集成式水地源热泵机房能效等级确定方法。

根据《水(地)源热泵机组能效限定值及能效等级国家标准》GB 30721-2014，水（地）源热泵机组的能效等级采用全年综合性能系数（ACOP），作为机房工程来说，夏季制冷工况的高效运行一定程度上也可以表征了全年的能效。

4.4 主要设备选型

4.4.1 本条规定了冷水机组的能效要求。

对于机房能效目标分别为 1、2、3 级的集成式制冷机房，为保证能效目标的实现，所选用的冷水机组能效等级，分别不应低于 1、2、3 级。同时，现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 和各地节能设计标准均对冷水机组能效限值进行了规定，地方标准的能效标准一般要高于国家标准，设备选型时均应遵守。

4.4.2 本条规定了水（地）源热泵机组的能效要求。

4.4.3 本条规定了空气源热泵机组的能效要求。

4.4.4 本条规定了水泵选择要求。

变频专用电机通过设置专用散热风扇，加大了电机的散热能力，可获得更宽广的变速范围，节能性更好。

现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613、《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 分别对电机和水泵能效进行了限定，本规程给出了相应的能效要求。

4.4.5 本条规定了冷却塔选型要求。

在冷却塔选型中，逼近度是冷却水出水温度与当地湿球温度的差值，一般来说，逼近度越低，冷却塔尺寸越大，因此所需成本越高，冷却塔厂家一般承诺可达到的最低逼近度为 2.8℃。

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。冷却塔按能效比划分为 5 级，本规程规定不低于 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 $\leq 0.032\text{kW}/(\text{m}^3/\text{h})$ 。

4.4.6 本条规定了水质保证要求。

一般集中空调系统采用两管制系统，夏季冷水、冬季热水共用一套循环系统，目前设计采用多全自动软水器对系统补水进行处理。除此之外，尚应关注循环水系统的防锈、防腐问题，通常通过加药处理。

冷却水系统一般采用开式系统居多，冷却水与空气直接接触，造成水质不稳定，易产生和积累大量水垢、污垢、微生物等，使冷却塔和冷凝器的传热效率降低，水流阻力增加，卫生环境恶化，对设备造成腐蚀。因此，冷却水系统的水质处理更为重要，目前有化学加药处理、物理处理以及物化结合处理方式等。实践证明，水冷管壳式冷凝器设置自动在线清洗装置，可以有效降低冷凝器的污垢热阻，保持冷凝器换热管内壁洁净，降低冷凝端温差(制冷剂冷凝温度与冷却水的离开温度差)和冷凝温度，具有较好的节能效果。

4.4.7 本条规定了定压补水装置选择原则。

闭式空调系统必须设置定压装置，高位膨胀水箱具有定压简单、可靠、稳定、节能等优点，在《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 中为推荐采用技术。但高位膨胀水箱难以解决氧腐蚀问题，本规程推荐采用具有自动排气、补水功能的闭式常压定压装置。自动排气功能，可自动排除系统中的不凝性气体，提高换热设备的换热效率，改善水力状况；自动补水与常压定压功能，定压精度高，系统压力波动小，系统运行安全稳定。

4.4.8 本条规定了除污器等附件选择原则。

过滤除污设备是制冷机房内保护主机、换热设备、水泵等的重要的附属设备，也是局部阻力较高的设备，除污器选择具有连续排污、自动反洗、排气功能的低阻设备，对于维持除污器的长期、高效运行具有重要作用。

其他低阻附件主要包括止回阀、关断阀、调节阀等，在满足设计要求的功能前提下，均应选择低阻结构，以降低系统阻力，提高系统能效。

4.5 监测与控制

4.5.1 本条规定了集成式制冷机房总体监控原则。

整装集成式制冷机房一般设于室外，因此应按无人值守进行监控系统设计。

4.5.2 本条规定了集成式制冷机房基本的监控内容。

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，不过是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、高效节能优势

4.5.3 本条规定了集成式制冷机房就地控制功能要求，就地控制应具备：

- 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。

4.5.4 本条规定了集成式制冷机房自动控制基本功能要求。

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，为主机变流量一级泵的应用创造了条件。

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

- 1 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。

2 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。

3 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。

4 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。

5 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。

4.5.5 本条规定了集成式制冷机房自控系统应具有优化运行功能。

4.5.6 本条规定了集成式制冷机房与 BAS 对接的要求。

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。

4.5.7 本条规定了集成式制冷机房应综合能源管理系统平台具体功能要求。

4.5.8 本条规定了集成式制冷机房的能源输入端及输出端计量要求。

5 工厂预制

5.1 一般规定

5.1.1 集成式制冷机房的工厂预制是一种兼具设计深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深化的技术人员，及管道焊接、强弱电装配、自控编程及调试等相关专业技能人员。

5.1.2 集成式制冷机房的工厂预制应充分考虑现场装配施工方便，如设备底座尺寸一般控制在 5000mm×2500mm 以内，门式支架宽度不大于 3000mm，直管段长度不应大于 6000mm，各段管路应有调节段。

5.2 性能要求

5.2.1 对集成式制冷机房能效等级的要求，能效等级按本规程 4.3 节有关规定判定。

5.2.2 集成式制冷机房铭牌值应按所选冷水机组的名义工况制冷量数值标注，偏差不应太大。制冷量偏小可能造成不满足设计负荷需要，偏大也会造成成本增加、控制难度加大。

5.2.3 集成式制冷机房的严密性要求，主要为了控制管道之间、管道与设备之间连接的质量。

5.2.4 支撑架需要集成商进行专门的结构设计，保证安全、稳固要求。水泵应根据功率、振动大小采取合适的减振措施。

5.2.5 对管道要求，机房管材一般采用碳钢，镀锌钢管、无缝钢管、螺旋焊钢管等，防腐要求高时，无缝钢管、焊接钢管焊接完毕应进行二次镀锌处理。

5.2.6 整装集成式制冷机房一般设于室外，故提出了更高的防护要求。

5.3 电气系统

5.3.1 谐波治理要求。变频器是高效制冷机房不可缺少的设备。由于逆变电路的开关特性，变频器对其供电电源形成了一个典型的非线性负载。当电流流经负载时，与所加的电压不呈线性关系，就形成非正弦电流，从而产生谐波。谐波的存在影响传感器及控制系统的正常运行，需要采取相应的治理措施。

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 1.25 倍，这与一般主机设备厂家厂内试验压力相同。试验应采用专用加压设备，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 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。

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及人员的能力提出的要求。从事金属管道焊接的企业，应具有相应项目的焊接工艺评定，焊工应持有相应类别焊接的焊工合格证书。

6.0.5 设备的搬运和吊装，具有较大的危险性，必须加以重视，本条是为了保证安全施工所做出的规定。

6.0.6 冷水机组模块主要是冷水机组，其安装、试验、试运转及验收还应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 有关条文的规定。

6.0.7 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，故仍需进行为严格的严密性试验。试压按机房区域试压与系统试压两部分分别进行。

7 调适与验收

7.1 一般规定

7.1.1 本条规定了集成式制冷机房系统调适与验收的阶段划分。

普通空调制冷工程，通常仅进行第一阶段的工作，即制冷机房的调试与分部分项验收。集成式制冷机房工程为了配合整个项目的竣工，应首先进行该阶段的调试工作，项目竣工后，尚需要按设计任务书或合同进行综合性能调适，满足合同要求的能效指标与能效等级方可进行交付。

“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。

7.1.2 本条规定了集成式制冷机房整体调适的实施及配合单位。

对于集成式制冷机房工程，系统集成商承担了系统深化、供货、安装（或指导安装）等全项目周期工作，一般情况下，建设单位也会与系统集成商约定系统应实现的能效指标，因此，由其负责系统运转调试与性能调适工作是比较合适的，其他相关单位应给予配合。

7.1.3 本条规定了调适仪表的准确度和精度。

在系统能效测定过程中，要读取系统中的水温、流量等数据，相关仪表应经过第三方检定，准确度和精度应符合要求。

7.2 分部工程调试与验收

I 现场核查

7.2.1 本条规定了制冷机房分部工程现场核查项目，核查内容与国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 一致。

7.2.2 本条规定了核查项目应达到的标准。

II 单机试运转

7.2.3 本条规定了单机试运转前，系统应完成的工作。

在开展单机试运转前，对前期通过资料核查、现场核查等方式发现的问题整改情况进行确认。查看水压试验记录，试压、冲洗已完成，且符合验收标准要求；检查电气系统安装情况，确保供电稳定、相关设备的安全保护符合要求。

7.2.4 本条规定了单机试运转应达到的标准。

III 设备性能调适

7.2.5 设备性能受室外气候参数、室内建筑负荷、现场测试条件等诸多因素的影响，导致设备性能调适过程中的性能测试工况可能会与产品标准要求工况存在偏差，因此在调适方案中应根据现场的实际情况予以明确。

当性能调适阶段处在过渡季，不具备制冷性能调适条件时，可开展部分性能测试，如水泵水流量、功率、效率，冷却塔风量等方面的调适。冷水机组性能调适应在典型制冷季进行，经建设单位同意，进行延期调适。

7.2.9 采用变频调速的冷水机组和变频泵一般功率均较大，产生的谐波不容忽视，如果设计时已配置了治理装置，则需要按照谐波干扰的大小对该装置进行调试并投入运行；如果设计时未设置治理装置，则需要分析各次谐波的大小，确定增加的谐波治理方案，并选择合适的治理装置。

IV 联合运行调适

7.2.10 本条规定了集成式制冷机房冷源系统能效比（ EER_S ）检测的相关要求。

冷源系统能效比（ EER_S ）是表征集成式制冷机房能效等级的指标之一，其数据可直接通过经验证的监控系统读取。原则上，冷源系统能效比（ EER_S ）应在系统名义工况下进行测试，但实际工程中的测试工况很难与名义工况一致，故本条规定了一定的条件，包括室外气象参数、冷水及冷却水温度、室内参数等。

V 竣工验收

7.2.11 集成式制冷机房完成全部性能调适工作需要至少两个制冷季，而整体工程竣工验收不可能等调适工作全部结束，因此可在完成设备性能调适和联合运行调适后，进行分部工程验收，分部工程验收合格，整个工程项目即可报竣。

7.2.13 冷源系统能效比（ $EERS$ ）的测定，当具备条件时，可在分部工程验收时进行，当条件不具备时，可延期进行，在交付阶段提供。

7.3 综合性能调适与交付

7.3.1 综合性能调适工作的作用基本等同于国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 中 13 章“综合效能的测定与调整”，但 GB 50243 并未对制冷工程提出具体要求。

综合性能调适可以在分部工程竣工验收前即开始进行，也可以在分部工程竣工验收后再开始进行。当分部工程竣工，整体工程也可能已经报竣，施工单位、监理单位可能已经撤场。同时，考虑能效一般是建设单位与系统集成商的约定，故本规程提出综合性能调适由系统集成商负责实施。

7.3.2 本条明确了综合性能调适的方法和具体内容要求。

集成式制冷机房进行综合性能调适作用有两个，一是系统控制功能的验证，机房自控系统针对负荷调节、流量调节、节能管理等进行了许多控制策略设定，这些控制策略需要随着制冷系统的运行逐步得到验证，不满足设计要求的需要加以调整。二是用来检测机房的冷源系统能效比（ EER_S ）、冷源系统季节能效比（ $SEER_S$ ），由于机房自控系统具备能耗数据监测功能，通过监控平台直接读取相关数据。

7.3.3 本规程第 7.2.13 条规定了冷源系统能效比（EERS）测定的具体方法，分部工程调试阶段，一般很难实现连续两个制冷季的检测，建筑运行初期，考虑入住率、试运行等因素，此时检测数据很难代表系统的典型特性。为了数据的准确性，建筑正常运行后，应再次进行冷源系统能效比（EERS）验证，并希望该验证连续进行至少两个制冷季。

7.3.4 冷源系统季节能效比（SEERS）的定义就是制冷季节冷源系统累计总供冷量与累计耗电量的比值，因此冷源系统季节能效比（SEERS）必须通过对整个制冷季的长期监测获取，也只有配置了监测系统时才有可能获得该数据。

7.3.5 综合性能调适结果，主要是冷源系统能效比（EERS）和冷源系统季节能效比（SEERS），应与设计任务书或合同进行对照，当不满足要求是，应诊断分析原因，采取整改措施，直至满足要求。

8 运行维护

8.0.1 本条是对集成式制冷机房工程归档资料的要求。

与普通工程相比，集成式制冷机房归档资料中应增加能效等级相关资料、BIM 模型。

8.0.2 在系统实际运行过程中，由于设计缺陷、使用功能、使用强度等变化或设备性能衰减等原因，可能造成设备和系统的实际运行能效的降低，因此需要定期对主要设备能效以及控制策略和关键控制参数设置的合理性进行分析和评价。分析和评价工作应主要基于能效监测系统开展。

8.0.3 当冷却水水质变差，将造成冷凝器内壁污垢附着，增加了冷凝器换热温差，表现在冷凝温度和冷却水之间的温差异常，设置冷凝器在线清洗可有效解决类似问题。

过滤器压差增大，将造成系统能耗加大，严重时影响供冷效果，故应及时处理。

8.0.4 集成式制冷机房一般其监控系统较为完善，节能管理控制系统依赖于相关的传感器、控制器、执行器的良好运行，日常运行应定期检查、维护和检修，定期校验、维护传感器和控制设备，失效或缺少的计量仪表应及时更换或增设。

8.0.5 国家标准《空调通风系统运行管理标准》GB 50365-2019 对空调通风系统的运行管理给出了详细的规定，本规程未述及的内容可参照该标准执行。

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为 20mH₂O、冷却水系统资用压差为 15mH₂O，全变频控制模式，机房能效等级为 1 级，此集成式制冷机房标记为：

***-C-500/2-20/15-01-01

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为 20mH₂O、冷却水系统资用压差为 15mH₂O，采用水泵与冷却塔变频、主机定频控制模式，机房能效等级为 2 级，此集成式制冷机房标记为：

***/M-C-500/3-20/15-02-02

A.0.2 本条给出了集成式制冷机房输配泵组模块、水处理补水定压模块的型号表示方法。