

前 言

根据河南省住房和城乡建设厅《关于印发 2022 年工程建设标准编制计划的通知》（豫建科〔2023〕4 号）的要求，编制组进行了深入的调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见基础上，制定了本标准。

本标准共 9 章 1 个附录。主要内容是：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 系统设计；5 设备与材料；6 施工安装；7 调试与验收；8 运行与维护；9 评价。

本标准由河南省住房和城乡建设厅负责管理，由河南省建筑科学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或建议，请寄送河南省建筑科学研究院有限公司（地址：郑州市金水区丰乐路 4 号，邮编：450053）

主编单位：河南省建筑科学研究院有限公司

参编单位：

编制人员：

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	4
4	系统设计	5
4.1	一般规定	5
4.2	负荷计算	6
4.3	冷源设计与选型	7
4.4	输配系统设计	9
4.5	监测与控制系统	13
4.6	设计方案评价	19
5	设备与材料	21
5.1	一般规定	21
5.2	冷水机组	21
5.3	冷却塔	22
5.4	水泵	22
6	施工安装	24
6.1	一般规定	24
6.2	冷源与辅助设备安装	24
6.3	水系统安装	25
6.4	防腐与绝热	26
6.5	监测与控制系统安装	27
7	调试、调适与验收	28
7.1	一般规定	28
7.2	调试与验收	28

7.3	适调	29
7.4	效果验证	30
8	运行与维护	32
8.1	一般规定	32
8.2	节能运行	32
8.3	系统维护	34
9	运行评价	36
9.1	一般规定	36
9.2	评价方法	37
	本标准用词说明	39
	引用标准名录	40
	附录 A 能效监测系统监测点设置及信号反馈	41
	条文说明	42

1 总 则

1.0.1 为规范高效空调制冷机房建设，提高空调制冷机房系统能源利用效率，做到技术先进、经济合理、安全可靠，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于采用电驱动水冷式冷水机组的新建、扩建和改建建筑的非蓄冷型高效空调制冷机房设计、施工、调适、验收、运行维护和评价。

1.0.3 高效空调制冷机房的设计、施工、调适、验收、运行维护和评价除应符合本标准规定外，尚应符合国家和河南省现行相关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 高效空调制冷机房 high efficiency air conditioning refrigerating station

在满足室内环境设计参数的前提下，冷源系统全年能效比符合本标准的空调制冷机房系统。

2.0.2 冷源系统 cooling source system

由冷水机组、冷却塔、冷却水泵、冷冻水泵为主要设备组成的集中空调冷源侧供冷系统。

2.0.3 高效空调制冷机房性能化设计 performance oriented design for air conditioning refrigerating station

以冷源系统全年能效比为性能目标，利用模拟工具，对冷源设计方案进行逐步优化，最终达到符合性能目标要求的设计过程。

2.0.4 冷源系统能效比 (EER) energy efficiency ratio of cooling source system

冷源系统的制冷量与冷水机组、冷却塔、冷却水泵和冷冻水泵总用电量的比值。

2.0.5 附属设备耗电比 (λ) power consumption ratio of auxiliary equipment (kWh/kWh)

冷却塔、冷却水泵和冷冻水泵用电量总和与冷源系统总用电量的比值。

2.0.6 冷源系统全年能效比 (EER_a) annual energy efficiency ratio of cooling source system

冷源系统全年累计制冷量与冷水机组、冷却塔、冷却水泵和冷冻水泵全年累计用电量的比值。

2.0.7 附属设备全年耗电比(λ_a) annual power consumption ratio of auxiliary equipment

冷源系统附属设备全年累计用电量与冷源系统全年累计用电量的比值。

2.0.8 冷水机组全年性能系数(COP_a) annual coefficient of performance of chiller

冷水机组全年累计制冷量与其累计用电量的比值。

2.0.9 制冷机房调适 commissioning refrigerating station

通过对制冷机房冷源系统的检查、测试、调整、验证、优化等工作，保证制冷机房冷源系统满足设计和使用要求、达到全工况高效运行的程序和方法。

2.1.10 能量平衡系数 measured energy balance coefficient

空调制冷机房系统的总制冷量与压缩机做功之和减去冷却水系统排热的差值，再与冷却水系统排热的比值。

2.1.11 逼近度 degree of approximation

冷却塔出水温度与室外湿球温度的差值。

3 基本规定

3.0.1 高效空调制冷机房系统应以空调制冷机房系统能效为目标，对系统的设计、施工、调适、验收和运行环节进行全过程控制。

3.0.2 高效空调制冷机房系统应根据项目所在地的气候条件和建筑功能，通过采用性能化设计方法、选用高效设备、精细施工、系统调适、监测及优化运行等措施，提升高效空调制冷机房系统全年运行能效。

3.0.3 高效空调制冷机房系统设计应综合考虑施工、调适、验收、运行、维护和评价的要求；

3.0.4 高效空调制冷机房系统设计与施工应选用安全、高效、节能的设备和材料。

3.0.5 高效空调制冷机房系统供冷的建筑应采取建筑节能降碳措施降低建筑供冷需求。

3.0.6 空调系统末端设备的选型、运行和控制策略应与高效空调制冷机房设计方案相匹配，空气处理方案与末端选型在满足室内设计参数要求时，宜有利于制冷机房高效运行。

3.0.7 高效空调制冷机房系统应设置能效检测系统，并宜形成年度的制冷机房系统能效评价报告。

3.0.8 高效空调制冷机房宜根据建筑物负荷特性、运行时间、气候条件等因素，合理利用冷却塔供冷以及冷凝热回收等节能措施。

4 系统设计

4.1 一般规定

4.1.1 高效空调制冷机房设计时，应首先确定冷源系统全年能效比设计目标值，并以该值为约束性指标进行性能化设计。

4.1.2 高效空调制冷机房设计性能指标的确定应符合下列规定：

1 高效空调制冷机房设计性能指标应包括冷源系统全年能效比、附属设备全年耗电比和冷水机组全年性能系数等；

2 冷源系统全年能效比设计值应根据气候特征、建筑功能、负荷特点和建设方需求合理确定；

3 附属设备全年耗电比应根据冷水机组性能和输配系统形式、规模以及相关设计参数，结合类似工程经验确定。

4 冷水机组全年性能系数设计值应按下列公式计算确定：

$$COP_a = \frac{EER_a}{1 - \lambda_a} \quad (4.1.2)$$

式中： COP_a ——冷水机组全年性能系数；

EER_a ——冷源系统全年能效比；

λ_a ——附属设备全年耗电比。

4.1.3 新建机房应进行可行性分析、方案设计；改建和扩建项目应根据既有系统的供冷条件、使用特征等进行方案设计。

4.1.4 高效空调制冷机房设计应根据建筑功能、负荷特点 and 建设需求等因素，通过采用高效设备，优化冷水机组配置、减少输配系统能耗，合理降低冷却塔逼近度以及优化运行控制策略等方式，实现提高空调制冷机房能效比的目标。

4.1.5 高效空调制冷机房性能化设计宜按下列步骤进行：

- 1 建筑负荷计算；
- 2 确定高效空调制冷机房设计性能指标；
- 3 冷源设备选型与性能验证；
- 4 输配系统设计性能验证；
- 5 确定自动控制策略；
- 6 设计评价。

4.1.6 高效空调制冷机房应设置设备监控系统，该系统应能满足高效机房的运行功能、运维管理和能效评价等要求，并应实现设备运行安全、可靠、节能的目标。

4.1.7 高效空调制冷机房设计时，高效空调制冷机房系统运维管理和能效评价的关键传感器安装节点设计应方便定期校准、比对测试、维护、更换等。

4.1.8 高效空调制冷机房宜采用 BIM 设计方式，并宜应用 BIM 技术对进度、质量、成本等管理。

4.1.9 高效空调制冷机房系统深化设计应协同建筑、结构、电气、给排水、智能化等相关专业。

4.2 负荷计算

4.2.1 高效空调制冷机房设计应进行动态负荷计算，并应对负荷占比结构、全年和典型日逐时负荷分布、负荷累积概率分布等特征进行分析。

4.2.2 对于既有空调制冷机房改造工程，高效空调制冷机房冷负荷宜采用实测、运行数据分析结合模拟计算相结合的方法确定。

4.3 冷源设计与选型

4.3.1 冷源设备的选型应以冷水机组全年性能系数设计值为目标，根据建筑全年空调负荷变化规律及不同类型冷水机组的容量范围和能效特点，合理选择冷水机组台数、单机容量、冷水机组类型，并确定全年运行方式。

4.3.2 冷水机组宜按下列步骤选型：

- 1 确定冷水机组总装机容量；
- 2 确定冷水机组单台容量和台数；
- 3 初选冷水机组型号；
- 4 冷水机组全年性能系数设计值验证；
- 5 确定冷水机组型号。

4.3.3 冷水机组的总装机容量，应根据计算的空调系统冷负荷确定，不应另作附加；在设计条件下，当机组的规格不能满足冷负荷要求时，选型机组的总装机容量与冷负荷的比值不应超过1.1。

4.3.4 冷水机组的选型应结合满负荷和部分负荷、运行时间、湿球温度等因素，选用能效等级高且阻力小的蒸发器冷凝器机组，其名义制冷工况和规定性能系数不应低于《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015的规定。

4.3.5 冷水机组台数、容量及类型确定应符合下列规定：

- 1 冷水机组台数及单台制冷量的选择，应符合空调负荷变化规律及部分负荷高效运行调节要求，不宜少于2台；当小型工程仅设置一台时，应选用调节性能及部分负荷性能优良的机组型式；
- 2 冷负荷变化范围较大或制冷季较长且室外空气湿球变化幅度较大时，经技术经济分析宜全部或部分选用变频调速型冷水机组；

3 对于冷水机组台数设置较多的大规模制冷站，可选用台数调节的定频机组；

4 冷水机组类型选择宜按表4.3.4中的制冷量范围，经性能价格综合比较后确定。

表4.3.5水冷式冷水机组选型范围

单机名义工况制冷量（kW）	冷水机组类型
<1758	螺杆式、离心式
≥1758	离心式

4.3.6 冷却水温度较低或中温冷冻水工况运行时宜采用磁悬浮离心机、气悬浮离心机、全变频冷水机组等。

4.3.7 冷水机组冷凝器应采取维持管路清洁的技术措施。

4.3.8 冷却塔宜按下列步骤选型：

- 1 准备选型资料；
- 2 确定冷却水总处理水量；
- 3 确定冷却塔单台容量和台数；
- 4 初选冷却塔型号；
- 5 冷却塔热力性能验证；
- 6 确定冷却塔型号。

4.3.9 冷却塔选型应在保证系统安全运行的基础上，通过合理选择设备容量和控制策略降低冷却塔逼近度，以满足冷水机组选型时确定的冷却水供水温度设定值，并合理降低冷水机组运行期间冷却水供水温度。

4.3.10 冷却塔选型宜符合下列规定：

- 1 应根据实际应用条件选择冷却塔类型；

2 当湿球温度和冷却水进出水温度和冷却塔选型工况不一致时,应根据生产厂家提供的冷却塔性能表,采用插值法、查图法进行修正;

3 在保证布水均匀性及热力性能的前提下,应选用流量调节范围广的冷却塔;

4 宜选用风扇电机变频调节的冷却塔;

5 应采用阻燃型材料制作的冷却塔,并符合防火要求。

4.3.11 选型变流量冷却塔时,在低流量运行时应保证变流量冷却塔布水均匀,填料水膜率高,通过合理增大冷却塔填料换热面积,降低冷却水供水温度。

4.3.12 设计采用并联冷却塔时应降低冷却塔支管阻力,控制冷却塔间水力平衡度。

4.3.13 冷却塔供冷系统设计时宜符合下列规定:

1 根据室外气象条件、建筑负荷特点以及系统形式等因素,通过技术经济性分析确定;

2 开式冷却塔供冷宜采用间接供冷系统形式;

3 有冻结风险的地区,应采取防冻措施。

4.4 输配系统设计

4.4.1 输配系统设计应在保证系统安全稳定运行的前提下采取降阻措施。

4.4.2 高效空调制冷机房输配系统宜采用管网流体分析软件进行设计和优化。

4.4.3 输配系统设计流程宜按下列步骤进行:

1 确定水系统形式;

- 2 管网设计;
- 3 水力平衡设计;
- 4 水泵选型;
- 5 水泵全年能耗计算;
- 6 附属设备全年耗电比预设值验证;
- 7 水系统辅助设施设计。

4.4.4 冷水系统形式宜根据项目规模、建筑特点、系统作用半径、末端设备数量及容量等因素确定。

4.4.5 在保证室内热舒适和经济合理的前提下,输配系统宜采用大温差设计,输配系统采用大温差设计应符合下列规定:

- 1 供水温度和温差值应根据系统规模、系统形式以及设备特点等因素,采用优化分析方法确定;

- 2 宜选用大温差专用机组,包括冷水机组、风机盘管、新风机组以及组合式空调机组等末端设备。

4.4.6 输配系统管径的确定应符合下列规定:

- 1 在方案和初步设计阶段,输配管网宜根据经济比摩阻,初步确定管径;

- 2 施工图设计阶段应以满足附属设备全年耗电预设值为目标对管径进行优化。

4.4.7 降低系统输配能耗宜采用下列技术措施:

- 1 水力平衡优化设计;
- 2 加大供回水温差;
- 3 选择低阻力设备和阀部件;
- 4 管道路由合理布置;
- 5 调整管径降低比摩阻;

- 6 优化最不利环路末端设备阻力；
- 7 选用高效率水泵；
- 8 变流量输配系统科学高效的控制系统方案。

4.4.8 水泵选型应符合下列规定：

1 循环水泵的扬程应通过水力计算确定，并确保水泵工作点在高效区。

2 循环水泵宜选用调速泵，调速水泵电机宜为变频电机。

3 采用定速泵时，宜选取性能曲线为平坦型的水泵；采用调速泵时，宜选取性能曲线为陡降型的水泵，设计工况点宜位于水泵最高效率点的右侧区域。

4 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。

5 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。

4.4.9 水泵采用并联形式布置时应符合下列规定：

1 宜选用相同型号的水泵；

2 水泵应合理配置电机容量，保证在单泵运行工况时电机不过载；

3 应绘制并联水泵总性能曲线和系统特性曲线，并应根据曲线特征确定水泵台数控制切换点。

4.4.10 变流量一级泵系统设计应符合下列规定：

1 水泵宜采用调速泵；

2 应选择允许水流量变化范围和允许流量变化率大、具有减少出水温度波动控制功能的冷水机组；

3 冷水机组蒸发器侧应设置电动调节阀，动作速率应符合冷水机组允许流量变化率要求；

4 在供、回水总管之间应设旁通管和电动旁通调节阀，旁通调节阀的设计流量应结合冷水机组配置和台数控制策略确定；

5 电动旁通调节阀流量特性应为线性，应根据阀门两端压差变化特点选择适宜的阀门调节范围和执行器；

6 冷水机组蒸发器侧应设置流量监测装置，流量监测装置可采用电磁或超声波流量计，也可采用高精度压差传感器。

4.4.11 二级泵系统设计应符合下列规定：

1 冷源侧一级泵和负荷侧二级泵均采用调速泵。

2 应在冷源侧和负荷侧分界处供、回水总管之间设置平衡管；

4.4.12 冷却水系统设计应符合下列规定：

1 冷却水变流量运行时，应确定合理的流量变化范围；

2 应设置合理的水力平衡措施，多台冷却塔并联运行满负荷工况下，各台冷却塔的水流量与设计流量的偏差不应大于10%；

3 设置多台冷却塔时，应以不同冷却塔间集水盘最大液位差作为资用压头确定连通管尺寸，连通管压降应低于最大液位差；

4 应设置避免系统集气影响正常运行的技术措施。

4.4.13 二级泵系统应设置可靠控制措施，保证一级泵环路和二级泵环路流量平衡。

4.5 监测与控制系统

4.5.1 高效空调制冷机房应设置控制系统，控制系统的功能设计应满足现行国家标准《民用建筑电气设计规范》GB51348、《智能建筑设计标准》GB50314对建筑能源监控系统的要求。

4.5.2 高效空调制冷机房控制系统应分级设置，统一调控。

4.5.3 高效空调制冷机房监测与控制系统应根据系统设置，经技术经济比较确定监测与控制的范围和内容。监测与控制设备范围应包括冷水机组、冷却塔、冷却水泵、冷冻水泵、末端设备、补水泵以及水处理设备、电动阀门等附属设备及部件。

4.5.4 监测与控制系统应以系统整体能效为目标，通过选择合适的控制策略，实现系统的高效运行。控制策略应根据冷源系统全年设计能效比、冷源系统形式、设备配置、设备特性、气候以及负荷特点制定。

4.5.5 监测设备、测量仪表以及传感器应具有通用的通信接口，并使用开放的通信协议。

4.5.6 末端设备控制系统宜采用开放的数据接口协议，应与高效机房监控系统采用统一的系统框架结构，并反馈末端实时负载需求。

4.5.7 选用变频冷水机组和变速泵的高效空调制冷机房，宜在靠近谐波源处设置谐波处理设备。

4.5.8 监测与控制系统应具备下列功能：

- 1 设备安全保护功能；
- 2 现场和远程控制、自动启停功能；
- 3 自动调节和节能优化功能；
- 4 能效监测与分析功能；

5 管理功能。

4.5.9 监测与控制系统配置文件应包括下列内容：

- 1 设计说明；
- 2 控制策略说明及控制逻辑图；
- 3 监控原理图；
- 4 监控点表；
- 5 安装大样图；
- 6 制冷机房系统监控设备平面图；
- 7 设备材料表；
- 8 接口文件。

4.5.10 监测与控制系统应实现下列联锁保护功能：

- 1 根据设备故障或水流开关信号关闭冷水机组；
- 2 冷水机组最低冷却水温保护；
- 3 冷水机组最低流量保护；
- 4 冬季冷却塔防冻保护；
- 5 离心机喘振保护；
- 6 水泵电流过载保护。

4.5.11 监测与控制系统应能实现下列远程控制和自动启停功能：

- 1 水泵和冷却塔风机等设备的启停；
- 2 监测和设定冷却塔和冷水机组侧电动阀的开度；
- 3 通过设备自带控制单元实现冷水机组的启停；
- 4 冷水机组、冷却塔、冷却水泵、冷冻水泵，以及阀门的顺序联动启停；
- 5 按照时间表启停冷水机组、冷却塔、冷却水泵以及冷水泵等设备。

4.5.12 监测与控制系统应能实现下列自动调节和节能优化控制功能：

- 1 冷水机组、冷却塔、水泵运行台数和转速的自动调节；
- 2 按照累计运行时间进行被监控设备的轮换；
- 3 冷水供水温度自动重设；
- 4 冷却水供水温度自动重设；
- 5 冷水压差自动重设；
- 6 电动阀门的自动调节；
- 7 当设置冷却塔供冷时，冷水机组供冷、冷却塔供冷、部分冷却塔供冷工况转换。

4.5.13 能效监测系统应监测下列参数，并应以图表等形式展示：

- 1 制冷机房系统总用电量、总供冷量、总冷却热量；
- 2 单台冷水机组用电量、冷水泵、冷却水泵、冷却塔及附属设备用电量；
- 3 冷水系统总流量以及供回水温度；
- 4 冷却水系统总流量以及供回水温度；
- 5 单台冷水机组冷水和冷却水流量；
- 6 单台冷水机组冷水和冷却水供回水温度；
- 7 冷却塔逼近度以及补水量；
- 8 冷却塔附近室外空气干球温度和湿球温度。

4.5.14 能效监测系统应计算下列性能指标的瞬时值、累计值和平均值，并应以图表形式展示：

- 1 冷源系统供冷量；
- 2 冷源系统能效比；
- 3 冷水机组性能系数；

- 4 附属设备耗电比；
- 5 冷源系统全年能效比；
- 6 附属设备全年耗电比；
- 7 冷水机组全年性能系数；
- 8 冷水机组热平衡偏差；
- 9 冷水机组、冷却塔风机、冷却水泵、冷水泵等各类设备分项能耗占比；
- 10 冷却塔逼近度；
- 11 冷却塔免费冷系统供冷量及耗电量。

4.5.15 传感器、信号调节、数据采集和接线系统的选用和设置应考虑其对系统测量精度的影响。

4.5.16 冷源系统全年能效比测量结果的不确定度应在5%以内。

4.5.17 水温度、流量、用电量等传感器的不确定度或最大允许误差应根据给定的冷源系统全年能效比测量不确定度确定。

4.5.18 深化设计阶段，监测与控制系统的测量仪表应符合下列规定：

- 1 应提出监测仪表的测量范围、精度等级等技术要求；
- 2 应明确监测仪器的具体安装位置及安装要求，并满足相关标准要求。

4.5.19 能效监测系统数据采集应具备实时连续采样能力，应以最小不大于1min的采样周期在所有点采集数据，不对控制性能产生不良影响。

4.5.20 能效监测系统数据传输应符合下列规定：

- 1 数据传输应支持实时传输、定时远传、主动推送和按要求随时发送数据等多种方式，数据上传定时周期可根据需求设置；

- 2 应对数据包加密处理，加密方式应安全可靠；
- 3 应具备断网续传功能；
- 4 应具备将数据分别传输给多个服务器的功能，可用于与第三方系统共享数据。

4.5.21 能效监测系统应具备数据存储功能，并应符合下列规定：

- 1 应以统一采样间隔收集和存储采样点的数据，且不应影响控制性能；
- 2 应以一定时间间隔在数据库中存储，且存储间隔不应少于每天一次；
- 3 数据库应允许应用程序在数据库运行时访问数据，数据库不需要关闭可提供对数据读写访问，从数据库中读取数据不应中断趋势数据的连续存储；
- 4 数据存储均应采用数据库文件格式；
- 5 数据均应存储2个制冷周期以上。

4.5.22 设备自动启停控制应符合下列规定：

- 1 当用户编制时间表时，制冷机房设备应按时间表规定开启；当用户未编制时间表时，宜根据室外天气温度和室内典型功能区温度，设置制冷工况识别策略自动控制设备启停；
- 2 当冷源系统连续运行时，应能进行冷水机组、冷却塔、冷却水泵、冷水泵、阀门等设备的顺序启停和连锁控制；
- 3 当冷源系统间歇运行时，制冷工况的启停宜根据时间表并结合最佳启停逻辑确定。

4.5.23 冷水机组、冷却塔、水泵等设备运行台数控制应符合下列规定：

1 冷水机组台数控制宜根据冷水机组效率与负荷曲线确定，应保证冷水机组在不同负荷工况下均处于高效运行区；

2 冷却塔在保证均匀布水、不影响换热效率的情况下，应采用多台塔运行方式，以降低冷却水进水温度和风机运行转速；

3 冷冻与冷却水泵台数，宜在符合流量要求下，根据水泵性能曲线与管网特性曲线确保水泵在不同工况下均处于高效运行区。

4.5.24 冷水机组、冷却塔、冷却水泵和冷水泵等设备变频调速控制应符合下列规定：

1 冷水机组变频调速宜自带控制单元，根据冷水供水温度、负荷率等自动调节；

2 冷却塔风机宜根据冷却水供水温度设定值与实测值偏差采用变频调节；

3 冷水泵宜根据压差变频调节，压差设定值宜根据最不利末端阀门开度、阀门开启率或总负荷结合温度补偿设定，冷水泵变频应满足用户侧最不利环路上换热盘管的制冷需求；

4 冷却水泵宜根据冷却水温差变频调节，冷却水温差设定值宜选取设计温差。

4.5.25 冷水供水温度宜根据负荷需求、末端设备供冷能力等动态设定，降低系统运行能耗。

4.5.26 冷却水供水温度宜根据室外湿球温度变化动态设定，降低系统运行能耗。

4.5.27 设置冷却塔冷源供冷功能时，应制定控制策略保证最大限度利用冷却塔供冷量。

4.5.28 末端系统设计时宜对室内环境、末端设备运行参数、冷冻水供水温度及温差等进行监测，并与空调制冷机房联动控制，实现空调负荷与供冷量匹配，系统高效运行。

4.6 设计方案评价

4.6.1 高效空调制冷机房性能化设计完成后宜进行设计方案评价。

4.6.2 设计方案评价指标应包括冷源系统全年能效比设计值和动态投资回收期。

4.6.3 设计方案应符合下列规定：

- 1 冷源系统全年能效比不应小于设计值；
- 2 动态投资回收期不应大于动态回收期限值。

4.6.4 系统能效评价宜采取下列步骤：

- 1 导入建筑负荷模型；
- 2 建立冷源系统模型；
- 3 输入控制策略；
- 4 输入能源费率；
- 5 模型和模拟结果合理性检查；
- 6 模拟结果分析。

4.6.5 确定动态投资回收期宜采取下列步骤：

- 1 按下式计算机房全生命周期成本计算：

$$LCC = FC + \sum_{j=1}^N \frac{UC_j + MC_j}{(1+d)^j} \quad (4.6.5)$$

式中：LCC—指定时间段内制冷机房系统总成本现值；

FC—设备初投资；

UC_j —j年的运行费用；

MC_j —j年的维保费用；

d —折现率。

- 2 计算常规设计方案的机房系统能耗值；
- 3 计算高效机房设计方案的冷源系统能耗值；
- 4 计算高效机房收益；
- 5 计算动态投资回收期。

5 设备与材料

5.1 一般规定

5.1.1 高效空调制冷机房采用的冷水机组、冷却塔及水泵等设备应符合国家现行相关产品标准的规定。

5.1.2 当高效制冷机房冷源设备技术参数有特殊要求时，应在设计说明中明确技术要求。

5.1.3 冷水机组、冷却塔和水泵的生产厂家应根据设计要求提供设备变工况性能参数。

5.1.4 冷源设备生产厂家应提供性能符合设计要求的工厂检验或第三方检验报告等证明文件。

5.1.5 过滤器、止回阀、平衡阀等部件的生产厂家应提供阻力特性参数。

5.1.6 管道和保温材料应符合国家现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243的规定。

5.1.7 高效空调制冷机房使用的设备与材料应进场验收合格后，方可使用。

5.2 冷水机组

5.2.1 冷水机组应适应低冷却水温度的运行工况。

5.2.2 冷水机组应能适应蒸发器冷水流量和冷凝器冷却水流量的变流量运行。

5.2.3 冷水机组宜采取降低蒸发器和冷凝器压力的措施。

5.2.4 冷水机组采用的制冷剂应符合国家现行有关环保的规定。

5.3 冷却塔

5.3.1 冷却塔类型应根据安装空间、周围环境要求、当地气候特点、冷却水量与水温等条件选取。

5.3.2 冷却塔的冷却能力应符合设计逼近度的要求。

5.3.3 冷却塔应在低流量运行时保证填料表面布水均匀。

5.3.4 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》GB 19761规定的2级及以上的能效值。

5.3.5 冷却塔的耗电比、飘水率应符合国家现行标准《机械通风冷却塔第1部分：中小型开式冷却塔》GB/T7190.1、《机械通风冷却塔第2部分：大型开式冷却塔》GB/T7190.2及《机械通风冷却塔第3部分：闭式冷却塔》GB/T7190.3的有关规定。

5.3.6 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。

5.3.7 冷却塔集水盘应确保开关机时有足够的容积不使冷却水溢出，并应符合现行国家标准《机械通风冷却塔工艺设计规范》GB/T 50392的规定。

5.3.8 多台冷却塔并联设置时，应具有保证冷却塔配管间水力平衡的措施。

5.4 水泵

5.4.1 水泵类型宜根据单台水泵流量、扬程范围确定。

5.4.2 高效空调制冷机房宜选用变频水泵。

5.4.3 高效空调制冷机房选用的冷冻水泵和冷却水泵的效率应不低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB 19762规定的节能评价。

5.4.4 水泵电机效率应满足现行标准《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613规定的2级及以上能效要求。

6 施工安装

6.1 一般规定

6.1.1 冷源设备、附属设备、管路及阀门等产品性能及技术参数应符合设计要求。设备外表面不应有损伤，密封应良好，随机文件和配件应齐全。

6.1.2 设备布置、管网综合等的深化设计及施工安装宜采用BIM技术，并应符合下列规定：

1 应结合设计参数、订货设备参数、现场环境条件、末端负荷需求、系统高效运行要求等进行优化设计；

2 应采取优化管路连接及采用大曲率半径弯头、顺水三通、低阻过滤器等措施降低系统的阻力损失；

3 应明确监测仪表的测量范围、精度等级、安装位置等技术要求及安装要求；

4 宜采用高效绿色节能的数字化加工制作及模块化、装配式施工等建造技术。

6.1.3 高效空调制冷机房系统安装后应及时清理设备、附属设备、管道系统内的焊渣、杂物等，并做好成品保护。

6.2 冷源与辅助设备安装

6.2.1 冷源设备安装前应提前规划设备运输路线。

6.2.2 冷水机组及其他设备安装前准备工作应符合下列规定：

1 机组安装前，应进行设备基础验收并填写验收记录，基础应满足设备承重要求，表面平整；

2 设备到场后，建设单位、监理单位、施工单位及生产厂家应联合对设备开箱验收，并应记录；

3 当设备临时存放时，应采取防潮、防磕碰等措施；冷水机组不应在高温、低温环境下长时间存放；

4 应按暖通、电气、给排水等图纸核对预留孔洞、预埋件标高与位置、设备基础等；

5 设备安装应符合说明书及安装手册要求。

6.2.3 冷源与辅助设备安装应满足《通风与空调工程施工规范》GB50738 的相关规定。

6.3 水系统安装

6.3.1 设备和水箱、分集水器、阀门等附件应进行气密性或严密性试验，并应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243的规定。

6.3.2 过滤器安装前和安装后应及时清理，确认清理干净后应及时记录。

6.3.3 水泵安装应采取防止气蚀的措施。

6.3.4 管道焊接质量和设备阀门附件连接质量，应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243的规定。

6.3.5 上翻管道及机房管道最高点应安装自动排气阀。

6.3.6 管道系统应预留温度、流量、压力等传感器验证的测试位置；管道系统上的温度、流量、压力等传感器安装方式应考虑定期校准和验证要求，并便于读取示值。

6.3.7 管道系统安装完毕，且外观检查合格后，应按设计要求进行水压试验。当设计无要求时，水压试验应按现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243执行。

6.3.8 管道压力试验合格后应进行管路冲洗，并应符合下列规定：

1 应按现行国家标准《通风与空调工程施工规范》GB50738的要求对管路反复冲洗，直至排出水中不带泥沙、铁屑等杂质。水色及透明度与入口目测一致为合格。

2 管路冲洗时应将与设备及不允许冲洗的仪表及管道附件采取加装旁通管等隔离措施。冲洗水质达到要求且持续运行不小于2h后，方可与设备相贯通。

6.4 防腐与绝热

6.4.1 保温层厚度和保温材料的热工性能参数应符合设计要求。

6.4.2 高效空调制冷机房系统设备绝热施工时，不应遮盖设备铭牌，必要时应将铭牌信息标识在绝热层外。

6.4.3 防腐与绝热施工时，应结合系统全过程调适、测试、评价、校准等要求，在管道测试位置预留便于拆卸、复原的保温与保护层。

6.4.4 防腐与绝热施工完成后，应按设计要求或《通风与空调工程施工规范》GB50738规定进行标识，并方便运行管理。

6.4.5 保温施工质量应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243的规定。

6.5 监测与控制系统安装

6.5.1 传感器、执行器的测量及控制精度应符合设计要求。

6.5.2 传感器、执行器安装应符合说明书及设计要求，并应符合下列规定：

1 接线应按接线图和设备说明书进行，配线应整齐，不宜交叉；

2 接线应固定牢靠，端部均应标明编号。

6.5.3 水系统温度传感器、压力传感器、压差传感器、流量计、能量表应安装在水流平稳的直管段，应避开水流死角，且不宜安装在管道焊缝处。

6.5.4 传感器、执行器安装位置应留有足够的检修、维护空间。

6.5.5 监测与控制系统工作电源应符合使用要求，信号系统应采取屏蔽措施，系统运行不应受变频设备运行谐波及电磁辐射的干扰。

7 调试、调适与验收

7.1 一般规定

7.1.1 高效空调制冷机安装完成后，应建立调适团队，并依次进行调试、验收、调适与效果验证。

7.1.2 调适前，应制定详细的调适需求文件和调适方案。（条说：设备性能调适前应制定调适方案，明确调适工况参数、调适方法和判定原则；应记录调适工况、过程和结果；性能调适结果应满足国家现行相关标准的要求和调适需求。）

7.1.3 系统调试、调适所使用的测试仪器应检定、校准合格且在有效期内，精度等级应能满足工程性能测定的要求。

7.1.4 调适工作应包括符合性检查、缺陷检查、自控系统验证、设备和系统性能调适、联合调适等工作，并开展效果验证。

7.1.5 高效空调制冷机房调试及调适完成后，应提供以下资料及成果：

1 编制系统手册，包括设计、施工、调试、验收过程形成的文件和成果；

2 调适工作报告，包括各阶段调适进度报告及调适总报告；配套运行管理措施及检修维护相关资料。

7.2 调试与验收

7.2.1 调试应包括设备单机试运转及调试、系统非设计满负荷条件下的联合试运转及调试。

7.2.2 设备调试应包括冷水机组、循环水泵、冷却塔、相关附属设备及电动执行机构等；设备调试前应确认现场安全防护措施可靠，供电、供水、排水等配套条件符合设计要求。

7.2.3 设备单机试运转及调试应符合现行国家规范《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 的有关规定。

7.2.4 竣工验收前，系统非设计满负荷条件下的联合试运转及调试应符合现行国家规范《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243、建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411 的有关规定。

7.2.5 应根据高效空调制冷机房建设需求书编制验收方案，调适及效果验证工作可在竣工验收完成后进行。

7.2.6 竣工验收应符合现行国家规范《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 的有关规定。

7.3 调适

7.3.1 调适应包括下列内容：

1 冷水机组、冷冻水系统、冷却水系统、冷却塔系统、定压补水系统、末端系统等；

2 与空调系统相关的建筑设备监控系统等。

7.3.2 应结合实际条件及时开展设备性能调适工作，由于季节、业态不饱和、入住率低等原因导致不具备开展调适条件的，应进行记录并协调确认延期开展调适的时间。

7.3.3 调适应在监测与控制系统安装完成后实施，并包括下列内容：

1 监测冷水机组不同负荷率、冷冻水出水温度、冷却水进水温度下的水流量变化影响与冷水机组能效变化，以及各参数相互之间的影响关系，确定每台冷水机组的全工况性能参数曲线；

2 根据冷却塔运行曲线，测试不同冷却水流量、不同负荷率

及不同室外湿球温度下的冷却塔冷却效果及逼近度，并形成冷却塔运行特征的调适报告；

3 确定水泵的实际性能曲线图、单机或并联运行下的高效状态点，完成系统变流量运行时水泵运行特征的调适报告；

4 进行整个供冷周期内不同负荷段运行的主要参数调适与设备运行策略匹配，并找出系统运行的最佳控制参数及调适规律。

7.3.4 冷却水系统和冷冻水系统应进行平衡调适，调适结果应符合国家现行标准和调适需求文件的规定。

7.3.5 联合调适应在设备性能调适完成、自控系统检查并符合要求后实施，并应根据系统形式和功能特点制定联合运行调适专项方案。

7.3.6 调适工作应包含对高效空调制冷机房系统性能进行持续跟踪验证，处理前期遗留及运行过程中产生的问题，对调适结果进行评估，并提出优化运行策略。

7.4 效果验证

7.4.1 调适完成且满足要求后应开展系统效果验证，并应以一个完整供冷季的运行数据作为验证依据，效果验证前应制定验证方案。

7.4.2 高效空调制冷机房建设完成后，应在典型工况下对下列内容进行效果验证：

1 室内温度、相对湿度等参数；

2 系统控制功能；

3 冷源系统全年运行能效比（ EER_a ）、附属设备全年耗电比、冷水机组全年性能系数、冷冻水输送系数、冷却水输送系数、冷

却塔性能、冷水回水温度一致性、冷水和冷却水供回水温差等参数。

7.4.3 效果验证宜基于高效空调制冷机房监测与控制系统的监测数据和记录功能开展。

7.4.4 效果验证结果应符合设计及使用要求，不满足要求的，应进一步诊断分析，并采取整改措施。

8 运行与维护

8.1 一般规定

8.1.1 高效空调制冷机房验收合格后应向运行维护单位正式交付，并应符合下列规定：

1 交付前应编制系统手册，应包括高效空调制冷机房设计、施工、调适、验收过程形成的文件和成果；

2 高效空调制冷机房交付时，应有配套运行管理措施，应对运行管理人员进行培训。

8.1.2 高效空调制冷机房运行阶段宜定期进行管理水平综合评价，必要时进行节能优化或改造；高效空调制冷机房的运行管理应符合现行国家标准《空调通风系统运行管理标准》GB50365 的有关规定。

8.1.3 高效空调制冷机房的设计、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。

8.1.4 高效空调制冷机房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。

8.2 节能运行

8.2.1 冷水机组应根据实际负荷需求和冷水机组部分负荷工况的能效调整机组的运行负荷，输出的制冷量应与负荷需求相匹配。

8.2.2 冷水机组运行过程中，应根据负荷变化合理调整冷水流量及温差。

8.2.3 冷水机组应根据负荷需求调整运行台数及时长，冷水机组不应无需求运转。

8.2.4 冷水机组运行过程中，宜根据负荷变化调整冷水供水温度设定值。

8.2.5 设有多台冷水机组和冷却塔的系統不应出现冷冻水或冷却水通过不运行冷水机组的旁通现象。

8.2.6 冷水机组发生“喘振”现象时，应及时检修并调整冷水机组运行策略。

8.2.7 水泵运行过程中，应定时查看设定频率与反馈频率的一致性。

8.2.8 水泵应根据负荷需求调整运行时间及台数。

8.2.9 高效制冷机房系统冷水系统和冷却水系统的供回水温差宜不小于设计温差的 80%。

8.2.10 当冷却塔多台并联运行时，风机宜采用变风量调节，应有保证冷却塔之间水量均匀分配的措施，提高冷却塔布水效果。

8.2.11 冷却塔多台并联运行且采用风机台数启停控制时，应及时关闭不工作冷却塔的冷却水管路。

8.2.12 冷却塔运行过程中，应定时查看风机设定频率与反馈频率的一致性。

8.2.13 冷却塔运行过程中，应定期检查记录冷却塔布水孔是否堵塞，必要时及时采取措施保障布水均匀性和换热效率。

8.2.14 空调系统中的传感器、执行器应定期进行排查检修，对失效的传感器、执行器应及时更换或增加。

8.2.15 制冷机房系统运行中，可采用冷源系统能效比、冷水机组性能系数、辅助设备耗电比、冷水输送系数、冷却水输送系数、冷却塔能效比等指标衡量制冷机房系统能效水平，并持续改进制冷机房系统运行效果。

8.2.16 制冷机房系统实施节能运行策略应确保室内温湿度满足设计要求。

8.3 系统维护

8.3.1 冷水机组、冷却塔、循环水泵、阀门、过滤器等设备及其部件应定期检查维护保养，并应符合下列规定：

1 冷水机组冷凝温度和冷却水出水温度宜定期记录；当冷凝温度和冷却水出水温度的温差超过一定限值时，应检查冷却水水质并清洗冷凝器。

2 过滤器及换热装置两端压差应定期记录，当压差超过一定限值时应及时清洗或更换。系统监测仪表、温控器、传感器、上位机、监测装置等关键器件，应至少一年进行一次校准和维护。

8.3.2 冷源系统中计量仪表不满足要求时应及时更换。

8.3.3 高效空调制冷机房关键设备宜进行预防性维护。

8.3.4 温度、流量、压力、能源测量仪器等应定期进行下列维护工作：

- 1 检查仪器的产品型号是否和校准证书的型号一致；
- 2 检查仪器是否完好；
- 3 检查仪器数据线连接或网络连接是否正常；
- 4 检查仪器是否正常运行；
- 5 检查正常运行的仪器是否满足节能管理与能效评价要求；

8.3.5 监测系统的维护宜采用以下方式：

- 1 在监测系统对安装设备的数据测量情况和性能进行监测和查询；
- 2 采用制冷机房系统测量能量平衡系数对系统的不确定度

进行验证。在系统运行时间内，应有不小于 80%的时间，制冷机房系统测量能量平衡系数宜在 $\pm 5\%$ 以内；

3 对温度、流量和用电量等监测系统中重要参数采用统一参数多点一致性检测的方式核查，验证监测系统的准确性；

4 每年不少于一次，定期采用高精度的移动式设备对能效监测系统进行校准。

5 当监测系统中测试仪器的测量不满足测量要求时，应及时对相应仪器进行校准或更换。

8.3.6 冷水机组使用和维修时应减少制冷剂的泄漏量，并应采取措施对制冷剂进行回收利用。

9 运行评价

9.1 一般规定

9.1.1 高效空调制冷机房系统能效等级应根据冷源系统全年能效比的大小确定，依次分为 1 级、2 级、3 级 3 个等级，1 级表示能效最高。冷源系统全年能效比不应小于表 9.1.2 中能效等级所对应的指标限值。

表 9.1.2 高效空调制冷机房能效等级

气候 分区	能效等级		
	1 级	2 级	3 级
	(EER _a) kWh/kWh	(EER _a) kWh/kWh	(EER _a) kWh/kWh
寒冷地区	5.5	5.0	4.5
夏热冬冷地区	5.6	5.1	4.6

9.1.2 高效空调制冷机房系统评价指标应包括冷源系统全年能效比、冷水机组全年性能系数、附属设备全年耗电比、冷冻水输送系数、冷却水输送系数和冷却塔性能。

9.1.3 高效空调制冷机房系统评价应安装满足本标准要求的能效监测系统。

9.1.4 高效空调制冷机房系统所服务的供冷空间，其室内环境参数应满足设计要求，有特殊的室内温湿度要求或工艺要求时，应在评价时予以说明。

9.1.5 高效空调制冷机房应定期进行运行效果评价，评价应贯穿系统运行全过程，且应符合下列规定：

- 1 评价应以 1 年（或一个完整制冷季）为周期，以冷源系统

全年能效比作为评价依据；

2 冷源系统全年能效比计算应采用能效监测系统记录的全年运行数据；

3 能效监测系统记录的数据应真实、准确、齐全，不应外推和修正；

4 根据评价结果，应按本规程第 9.1.2 条进行系统能效等级认定。

9.2 评价方法

9.2.1 高效空调制冷机房评价采用资料核查、现场检查和现场测试验证相结合的方法。并按下列流程进行：

- 1 资料核查；
- 2 现场检查；
- 3 系统性能和室内效果测试；
- 4 能效监测系统准确性验证；
- 5 性能评价。

9.2.2 资料核查应包括下列内容：

- 1 设计方案、设计图纸等设计资料；
- 2 冷水机组、水泵、冷却塔等主要设备产品样本、检测报告等设备性能资料；
- 3 设备进场、安装、调适记录等施工调适资料；
- 4 运行监测记录和能耗数据等运行资料。

9.2.3 现场检查应符合下列规定：

- 1 设备性能和系统设置应满足设计要求；
- 2 设备和系统的安装质量应满足国家相关验收规范要求；

3 能效监测系统设置和功能符合本标准相关规定；

4 主要设备和自控系统应运行正常。

9.2.4 高效空调制冷机房性能测试应至少包括下列内容：

1 制冷机房系统的总用电量；

2 冷水机组、冷水泵、冷却水泵和冷却塔用电量；

3 冷水系统总流量及供回水温度；

4 冷却水系统总流量及供回水温度；

5 室外空气干球温度和湿球温度；

6 室内典型空调区温度和湿度。

9.2.5 冷源系统能效比测试结果和能效监测系统之间的偏差不应大于 10%。

9.2.6 系统性能测试时，应同时对空调典型区域的室内温湿度进行测试，测试结果应满足设计要求。

9.2.7 设备系统性能测试方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的相关规定，测试周期应不少于 2 天。

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 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015
- 2 《民用建筑电气设计规范》 GB51348
- 3 《智能建筑设计标准》 GB 50314-2015
- 4 《通风机能效限定值及能效等级》 GB 19761
- 5 《机械通风冷却塔工艺设计规范》 GB/T 50392
- 6 《电动机能效限定值及能效等级》 GB 18613
- 7 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》 GB 19762
- 8 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 9 《通风与空调工程施工规范》 GB50738
- 10 《智能建筑工程质量验收规范》 GB50339
- 11 《电能质量公共电网谐波》 GB/T14549
- 12 《空调通风系统运行管理标准》 GB50365
- 13 《公共建筑节能检测标准》 JGJ/T 177
- 14 《采暖通风与空气调节工程检测技术规程》 JGJ/T260
- 15 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 16 《河南省既有公共建筑节能改造技术标准》 DBJ 41/T290

附录 A 能效监测系统监测点设置及信号反馈

A.0.1 高效空调制冷机房能效监测系统监测点设置及信号反馈要求见表 A.0.1。

表 A.0.1 能效监测系统监测点设置及信号反馈

序号	名称	监控对象		监测点设置及信号反馈
1	冷源	冷水机组	压缩机	运行状态、故障状态、变频反馈、机组功率或耗电量、电流百分比、累计运行时间
			冷凝器	进出水温度、冷却水流量、水流开关、进出口压差、冷凝压力及温度
			蒸发器	进出水温度、冷冻水流量、水流开关、进出口压差、蒸发压力及温度
		板式换热器		一次侧/二次侧进出水温度、压力、流量
2	输配系统	水泵		手自动、运行状态、故障状态、变频反馈、进出口压力、功率或耗电量、累计运行时间
		电动阀门		开关状态、开度指示、故障状态
		水过滤器		前后压差
		分、集水器		温度、压力(或压差)、流量
3	冷却塔	冷却塔		进出水温度、手自动、运行状态、故障状态、变频反馈、风机功率或耗电量、累计运行时间、集水盘液位、补水量、环境干湿球温度

河南省工程建设标准

河南省高效制冷机房系统节能技术标准

DBJ 41/XX—202X

条文说明

目 次

1	总 则	45
3	基本规定	47
4	系统设计	50
4.1	一般规定	50
4.2	负荷计算	53
4.3	冷源设备选择	55
4.4	输配系统设计	60
4.5	监控与控制系统设计	64
4.6	设计评价	67
5	设备与材料	69
5.1	一般规定	69
5.2	冷水机组	70
5.3	冷却塔	71
5.4	水泵	73
5.5	材料	74
6	施工安装	76
6.1	一般规定	76
6.3	水系统安装	76
6.4	防腐与绝热	76
6.5	监测与控制系统安装	76
7	调试与验收	77
7.1	一般规定	77
7.2	调适流程	77

7.4	性能调适	78
7.5	联合运行调适	78
7.6	效果验证	78
8	运行与维护	80
8.1	一般规定	80
8.2	节能运行	80
9	评价	83
9.1	一般规定	83
9.2	评价方法	83

1 总 则

1.0.1 2019 年 6 月国家发展改革委等七部委联合印发了《绿色高效制冷行动方案》，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。空调系统运行能耗占公共建筑总能耗 25%~45%，根据《中国建筑节能年度发展研究报告 2018》研究结果及对我省几十个空调系统运行能效测试，河南省内部分空调制冷机房系统运行 EER2.5~3.5，因此空调制冷机房系统能效具有很大的提升空间，因此发展高效空调制冷机房系统是响应国家政策，提升建筑空调制冷能效的重要突破口。

由于我省跨越寒冷和夏热冬冷两个气候区，空调制冷机房的能耗特性与其它地区存在较大的差异，且机房运行能效普遍较低，故制定本标准。

1.0.2 本标准适用于民用建筑和工业建筑（非工艺制冷）中采用电驱动水冷式冷水机组或热泵作为冷源方案的新建、扩建和改建的非蓄冷型高效空调制冷机房系统设计、施工、调适、验收、运行维护和评价，机组形式主要包括离心式和螺杆式等。

采用蓄冷装置（包括水蓄冷和冰蓄冷）、风冷式冷水机组、溴化锂吸收式冷水机组及带热回收的冷水机组等作为冷源的制冷机房可参照本标准。

既有空调制冷机房系统进行高效空调制冷机房系统节能改造可参照本标准。

1.0.3 本标准针对高效制冷机房系统的特点和要求，主要围绕系统效率提升在技术指标、设计方法、技术措施等方面进行了规定，因此在进行高效制冷机房系统设计、施工、调适、验收、运行维

护和评价时，除应符合本标准要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

3 基本规定

3.0.1 空调制冷机房系统的实际运行能效水平依赖于设计、采购、施工、调试验收和运行的各个环节协同配合，各个环节需要以高效空调机房性能目标为导向，加强全过程各环节控制与协同，才能更好地保证运行效果。

3.0.2 高效制冷机房系统以实际运行效果作为判定依据，需要以制冷机房性能目标为导向，设计、招投标、施工、调适和运行各个阶段协同配合，才能更好地保证建设效果。本标准着眼于高效制冷机房建设的全流程，对系统设计方法、自动控制与监测系统配置、设备与材料相关要求、施工工艺要求、调适管理、运行优化措施以及评价方法等内容进行了详细规定。性能化设计不同于常规采用的“合规设计”，是一种基于目标的闭环设计方法，该方法以制定性能量化指标为约束目标，以节能措施集成与参数优化为基础，以全工况模拟分析为基本手段进行设计，并通过模拟仿真等手段验证，以判定是否满足目标值。

性能化设计方法的核心是以性能目标为导向的定量化设计分析与优化，系统形式和相关设计参数的选取均基于定量分析结果，而不是从规范中直接选取。性能化设计是一个基于目标的迭代分析过程，当采用的技术措施不能满足系统性能目标要求时，需对相关参数或措施重新进行调整直至满足为止；同时随着分析过程的深入，可能发现系统性能目标难以实现或实现起来经济性不合理，此时可对系统性能目标进行调整。高效制冷机房系统设计应以系统能效目标为导向，以“保证室内热舒适度、最小化全寿命周期成本”为原则，根据气候特征、建筑负荷特点以及建筑功能，结合建设方需求，选择适宜的设计方案。区别于传统的规定性的

设计方法，高效制冷机房性能化设计面向机房系统性能指标要求，通过目标分解、依次进行冷源设备选型、水系统设计和控制策略制定工作，同时对各分项指标进行验证，在全寿命周期成本最低的原则下，通过不同组合方案的比选，选取最佳设计方案。

3.0.3 高效空调制冷机房系统设计应综合考虑后续施工、调适、运行、维护和评价等阶段操作、参数比对、系统调适、维修保养等要求，当设计有特殊要求时，应在设计文件中加以说明。

3.0.6 开展高效制冷机房设计确定设计参数和控制策略时应与末端设备相协调，保证其热湿处理能力能够满足室内负荷需求。末端设计宜采取下列措施：

1 高效空调系统应根据使用时间、温湿度要求、内外区等情况合理设置空调分区，优化空气处理方案、气流组织，降低运行能耗；

2 末端选型时宜选用换热高效、水阻力低的末端设备；

3 水系统最不利环路的末端选型时，在满足室内设计参数前提下，宜对末端设备及控制策略进行优化，降低水系统输配运行能耗。

4 末端系统设计时宜对室内环境、末端设备运行参数、冷冻水供水温度及温差等进行监测，并与空调制冷机房联动控制，实现空调负荷与供冷量匹配，系统高效运行。

5 当冷水侧采用大温差供水方式时，应校核风机盘管、空调机组等末端设备的热湿处理能力或者选择大温差专用末端空调设备。

3.0.7 为获得空调制冷机房系统的能效，应设置能效监测系统，同时通过形成年度的制冷机房系统能效分析报告，可促进使用单位关注并持续提高空调制冷机房系统的运行能效，实现节能运行。

4 系统设计

4.1 一般规定

4.1.12 全过程施工应用 BIM 理念可让机房形成的全过程变得可控，并实时与目标设计对比，进行纠偏。

4.1.1 与传统的机房设计方法相比，采用性能化设计方法具有以下优点：以性能目标为导向、以仿真模拟分析进行验证的迭代分析过程可以帮助设计人员对高效制冷机房的设计方案具有更全面、更细致的了解，例如设备性能要求、运行策略以及初投资等，从而可以在设备采购、自控系统设计等环节提出更为明确的需求，有助于高效制冷机房的有效实施。设计阶段以机房全年能效值为目标，进行全工况模拟分析，可使得设计人员充分考虑制冷机房部分负荷运行特性，可保证设计参数与机房实际运行效果更为一致。

性能化设计要求在设计阶段设定机房能效目标，并通过仿真模拟等方式评估各种设计措施对性能目标的影响，有助于业主或设计人员能够更好地理解机房性能指标的影响因素。性能化设计可帮助设计人员根据工程实际特点选取合理的技术措施，有助于提高高效机房设计的合理性，同时有助于激发设计人员对选用新材料、新工艺、新设备的创新动力。

4.1.2 高效空调制冷机房设计性能指标的确定应符合下列规定：

1 受设备制造水平和经济性的限制，制冷机房系统能效目标值的设定并不是越高越好，应根据项目特点进行具体分析，在综合考虑当地气候条件、建筑功能和负荷特点、设备制造水平和经济性等因素基础上确定。

制冷机房系统能效目标值可根据项目进展和设计深度进行调整，例如在项目决策和方案阶段，由于资料不齐全，不具备进行建筑全年逐时负荷计算条件，无法掌握建筑负荷特点，在此阶段制定的能效目标值可能偏保守，在初步设计和施工图阶段，可根据建筑动态负荷计算和系统模拟仿真结果对能效目标值进行动态调整。

2 在制冷机房系统中，冷水机组是输出供冷量的唯一源头，冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔作为附属设备并不直接输出供冷量，其耗电量的大小直接影响制冷机房系统能效。

降低附属设备耗电占比，在相同的制冷机房系统能效下，可降低对冷机的性能要求，从而降低冷机初投资。降低附属设备耗电占比可通过选择高效率的水泵和冷却塔，降低冷却水和冷冻水系统输配阻力，制定水泵和冷却塔优化控制策略等手段实现，但会增加设备、管道及附属部件初投资，因此应综合考虑分析确定合理的附属设备耗电占比。当制冷机房系统设计综合能效 $EER_{ad}=5.0$ ，附属设备综合耗电比预设值 $\lambda_{ap}=20\%$ 时，冷水机组设计综合性能系数 $COP_{ad}=6.3$ ；若附属设备综合耗电比预设值 λ_{ap} 提高至 35% ，则冷水机组设计综合性能系数 (COP_{ad}) 需提高至 7.7 。由此可见，当制冷机房系统设计综合能效比值一定时，附属设备综合耗电比预设值 λ_{ap} 和冷水机组设计综合性能系数 COP_{ad} 成正比关系，冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔这三种附属设备的耗电占比越大，对冷水机组性能要求越高。

4.1.4 制冷机房本身具有复杂、相互耦合和动态变化特性，因此实现系统的优化设计需要建立设备和系统模型，借助仿真软件，对机房系统性能进行动态模拟分析，开展冷源方案比选、设备选

型以及控制策略制定等工作，在确保设计目标实现的同时，将制冷机房的全生命周期成本降至最低。

为实现高效机房建设目标，设计者应根据建筑动态负荷特点、气候特征以及建筑功能，结合建设方项目定位，选取适宜的系统形式和设计参数，在此基础上，根据冷水机组、冷却塔形式和容量的不同组合，确定冷源备选方案，结合不同的控制策略等，将设计方案、设计参数与控制策略输入能耗模拟分析工具，定量分析是否满足预先设定的冷源系统能效目标，根据计算结果，不断进行循环迭代、优化控制策略和设计参数等，最终确定满足能效目标的设计方案。

4.1.5 高效机房系统性能化设计第1步应进行负荷计算和负荷特性分析，第2步应结合负荷特点，确定设计目标值，第3步和第4步依次开展冷源设备选型和水系统设计两项工作，同时应确定相应的全年运行模拟工况，并进行冷水机组设计综合性能系数（ COP_{ad} ）和冷却水供水温度（ T_{cw} ）、附属设备综合耗电比预设值（ λ_{ad} ）等分项设计目标值的模拟验证工作，若不满足以上3项分项目标值的要求，则应对设计技术措施中的相关参数进行优化调整直至满足设定值要求；第5步为确定控制策略，应以第3步和第4步确定的全年运行模拟工况为基础，以制冷机房系统设计综合能效比为对象进行优化，确定最终的制冷机房自动控制策略；第6步为方案评价阶段，在自控策略确定后，对制冷机房系统设计综合能效比（ EER_{ad} ）进行验证，判断是否满足设计值要求，然后对投资回收期（ P_i ）进行分析，评价设计方案的经济性是否合理，若以上2项指标满足要求，则表明高效机房设计方案满足需求，进入第7步的编制高效机房设计报告阶段；若不满足，则应对冷源

设备、水系统设计和自控策略的相关技术措施进行调整并对各项指标进行再次验证直至满足需求为止。

4.1.8 全过程施工应用 BIM 理念可让机房形成的全过程变得可控，并实时与目标设计对比，进行纠偏。

4.1.9 本条规定了高效制冷机房的深化设计及建造是一个多专业多接口的系统工程，应综合统筹。

4.2 负荷计算

4.2.1 动态负荷计算是指通过建立建筑热过程数学模型，采用标准年逐时气象参数，计算建筑的全年逐时负荷值。动态负荷计算一般需要通过专用负荷计算软件实现。动态负荷计算除了可以确定峰值负荷外，更为重要的是可全面掌握建筑的全年逐时负荷分布特征，以便在保证满足规定的室内热舒适标准下，选择合理的冷源方案，制定节能可靠的自动控制策略，实现制冷机房全年的节能优化运行。

气象资料一般指典型气象年参数，可根据《建筑节能气象参数标准》JGJ/T346-2014 附录 D 确定，用于全年逐时冷负荷计算、冷却塔选型、制冷机房系统全年能耗模拟以及控制策略制定等。全年动态负荷计算宜采用计算机模拟软件，软件计算内核的准确性和计算结果的稳定性应满足要求。在完成动态负荷计算，获得全年逐时负荷计算值后，应采用统计分析等方法，通过绘制图表、曲线拟合等手段对负荷特征进行详细分析，为冷源形式确定、设备选型以及自控策略制定提供依据。

负荷占比结构的分析对象主要包括分类负荷、分项负荷和分区负荷。分类负荷是指不同建筑功能区域的负荷，例如酒店建筑

一般由客房、餐厅、厨房以及康娱等功能区域组成，通过分析不同功能区域的负荷比例，可识别影响建筑冷负荷的关键区域，结合考虑不同区域空调系统的同时使用系数，从而有针对性地制定机房运行控制策略。

分项负荷是指根据负荷构成，将其分成的围护结构传热负荷、外窗的日射得热负荷、冷风渗透负荷、内热源形成的冷负荷以及新风负荷。通过分项负荷的分析，可以进一步了解负荷的具体构成及其所占比重以及负荷特点。

分区负荷是指在动态负荷计算的建模过程中，根据工程的建筑设计特点和使用功能划分的不同楼层和平面分区的负荷，可根据分区负荷的特点，对输配系统和风系统的形式划分进行合理优化。

可通过绘制逐时负荷分布曲线的方式对全年和典型日的逐时负荷特征进行分析。全年逐时负荷分布曲线的主要作用是确定峰值负荷和反应负荷变化范围，为确定冷源方案和冷水机组装机容量提供依据，例如具有长时间低负荷的酒店和在温热季节仅白天具有波动较大负荷的办公建筑，全年逐时负荷分布曲线显著不同，制冷机房的冷源方案也会不同；选取不同月份的典型日，绘制逐时负荷分布曲线，对其全天逐时负荷进行分析，可对制冷机房运行策略进行模拟验证，以评估控制策略的合理性。

逐时负荷累积概率分布特征分析，可通过绘制累积概率分布图或拟合逐时负荷概率密度函数的方式，对逐时负荷值或逐时负荷率在 全年范围内的时间分布概率进行统计分析，为确定冷水机组装机容量和机组形式提供依据。

4.3 冷源设计与选型

4.3.2 冷水机组选型流程可采用以下步骤：

第 1 步：准备选型资料：该阶段的主要内容包括建筑负荷特征、室外气象资料、市场主流产品样本、确定系统主要设计参数（例如冷冻水供回水设计温度、冷却水设计供回水温度等）。

第 2 步：确定冷水机组总装机容量。

该阶段的主要内容是根据建筑峰值负荷值确定冷水机组总装机容量。

第 3 步：确定冷水机组容量、台数和负荷调节形式（定频或变频）。

该阶段工作的主要内容是根据建筑逐时负荷分布特征和建筑使用功能划分冷水机组台数和单台容量，例如设置数据中心机房的办公楼，夜间存在冷负荷，可设置基载冷机负责此部分夜间负荷。

第 4 步：初选冷水机组型号。

该阶段工作的主要内容是根据系统设计参数和冷水机组单台容量确定冷水机组选型参数（例如冷冻水设计流量和冷却水设计流量等），并结合市场主流产品性能特点，初步确定冷水机组形式和类型。

第 5 步：冷水机组全年性能系数设计值 COP_a 验证：该阶段工作的主要内容是根据冷水机组厂家提供的性能数据搭建冷水机组仿真模型，并预设冷水机组全年运行模拟工况，对冷水机组全年性能系数 COP_a 进行验证，通过仿真计算冷水机组全年性能系数（ COP_{ai} ），并与冷水机组全年性能系数设计值（ COP_a ）进行比对，若 $COP_{ai} \geq COP_a$ ，则证明冷水机组选型方案满足要求，否则应调

整冷水机组型号和台数并重新对 COP_{ai} 和 COP_a 进行比对直至满足 $COP_{ai} \geq COP_a$ 为止。

4.3.3 目前大部分主流厂家的产品，都可以按照设计冷量的需求来提供冷水机组，但也有一些产品采用的是“系列化或规格化”生产。为了防止冷水机组的装机容量选择过大，本条对总容量进行了限制。对于一般的舒适性建筑而言，本条规定能够满足使用要求。对于某些特定的建筑必须设置备用冷水机组时(例如某些工艺要求必须 24 小时保证供冷的建筑等)，其备用冷水机组的容量不统计在本条规定的装机容量之中。值得注意的是：本条提到的比值不超过 1.1，是一个限制值。设计人员不应理解为选择设备时的“安全系数”。

4.3.5 水冷电动压缩式冷水机组根据压缩机类型，一般可分为往复式、涡旋式、螺杆式和离心式。前三种压缩机为容积型压缩机，第四种为速度型压缩机，往复式冷水机组因能效低已很少使用。高效制冷机房选用的冷水机组一般为螺杆式或离心式冷水机组。螺杆式冷水机组单机制冷量小，运行稳定可靠，通常的应用范围为 350kW~1054kW，常用于低负荷时段的调节机组；离心式冷水机组单机制冷量大，能效高，通常的应用范围 1758kW~10000kW；对于单机制冷量范围在 1054~1758kW 时，离心式和螺杆式机组均可选用，可以通过性能价格比较后，选择合适的机组。目前市场上离心式冷水机组已开始推广使用无油润滑轴承，即磁悬浮离心式冷水机组，磁悬浮机组采用磁轴承、轴承传感器和轴承控制器，运行时轴承悬浮避免了摩擦损失以及压缩机失油故障；磁悬浮机组不必控制油压差，可降低蒸发压力与冷凝压力差，提高冷机在部分负荷及低压力差时的运行能效。磁悬浮机组的容量范围比较

宽泛，最小一般可以做到 350kW，但磁悬浮机组的价格相对较高，需要综合考虑高效制冷机房对冷水机组的能效目标和经济性，确定选择机组的类型。

定频冷水机组和变频冷水机组均具有一定的能量调节范围，定频螺杆机组常用滑阀作为调节机构，滑阀调节输气量可在 10%~100% 的范围内连续调节，50% 以上负荷运行时，功率与输气量近似为正比例关系，50% 以下负荷运行时，性能系数将有所下降。定频离心式冷水机组的能量调节方式有两种，一是通过叶轮入口导流叶片调节，可以在 30%~100% 的负荷区间进行连续调节，但这种调节方式，在负荷低于 50% 时，对压缩机的效率影响较大。另一种调节方式为叶轮入口导流叶片加叶轮出口扩压器宽度可调的双重调节方法，制冷量可以在 10%~100% 范围内连续调节。变频冷水机组通过压缩机加装变频器，采用变频调速的调节方法适应不同工况的变化，通过控制电源的频率和电压，自动调节电机转速，同时配以相关调节装置，达到调节压缩机制冷量的目的，保证压缩机获得更高的部分负荷下的效率。由此可以看出，变频冷水机组比定频机组具有更高部分负荷运行能效，因此，设备选型时应分析建筑的全年动态负荷特性，根据单台冷水机组承担空调负荷的变化规律确定选用定频机组或变频机组。对于承担稳定冷负荷的主机可选用定频机组，对于承担变负荷，并且部分负荷运行时间较长时宜选用变频机组。由于制冷季室外气象参数、内部使用情况的变化，冷水机组的实际运行工况是动态变化的，因此在冷水机组选型时，应以高效制冷机房系统综合能效为目标，充分考虑系统的变负荷特性，结合机组在不同工况下的动态性能，选择合理的冷水机组形式。

4.3.7 由于冷却水系统通常为开式系统，室外灰尘等污物容易进入冷凝器影响冷凝器的换热效率。对冷却水处理、清洗冷凝器可以有效降低冷凝器的污垢热阻，保持冷凝器换热管内壁较高的洁净度，从而降低冷凝端温差(制冷剂冷凝温度与冷却水的离开温度差)和冷凝温度。从运行费用来说，冷凝温度越低，冷水机组的制冷性能系数越大，可减少压缩机的耗电量。冷凝器清洗有物理清洗和化学清洗两种方式。物理清洗可采用在线清洗方式，在线清洗装置主要是清洁球和清洁毛刷两大类产品，在应用中各有特点，使用过程中应保证清洗装置运行稳定、可靠和有效。

4.3.8 在高效机房的设计过程中，降低冷却水供水温度以提升冷水机组性能系数是一项非常有效和常用的节能措施，同时也对冷却塔的热力性能和控制方式提出更高的要求，实践表明，降低冷却水供水温度虽然会增加冷却塔初投资和运行能耗，但可显著降低冷水机组用电量，总体而言降低冷却水供水温度是一项经济性非常高的节能措施。为充分提升冷水机组部分负荷下的性能系数，在冷水机组选型阶段确定全年运行模拟工况时，根据全年室外湿球温度分布特征，选择较低的逼近度（相对于冷却塔标准工况）降低冷却水供水温度。标准工况下，冷却塔逼近度为 4°C ，在设计高效机房时，设计工况下冷却塔逼近度宜取 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ ；在部分负荷工况下，可根据室外湿球温度值并结合冷却塔热力性能，对冷却塔逼近度进行动态调整，因为当环境湿球温度变化时，会引起空气中含湿量的变化，导致冷却塔的散热能力随之变化。同时在实际运行过程中，为保证全年运行工况下冷却水供水温度满足冷水机组要求，需要设置有效的控制策略。

4.3.9 冷却塔选型时应合理选择冷却塔容量和控制策略，降低冷却塔逼近度，设计工况下冷却塔逼近度宜取 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ ；在部分负荷运行时宜采取科学的控制策略，通过多台冷却塔并联增大换热面积，冷却塔风机变频频率等方式，降低全年部分负荷冷却水供水温度。

4.3.10 民用建筑空调冷却循环水系统的冷却塔，一般选用定型产品。目前市场上主要有逆流式冷却塔和横流式冷却塔两大类。横流式冷却塔具有水压压头要求低，可节省冷却水泵能耗；风阻较低，可节省风机电耗；水质要求相对较低，有更广泛的水质适应性；可实现不停机检修或维护；噪音较低；填料容积在相同条件下，比逆流塔大 $15\%\sim 20\%$ 以及占地面积较大等特点。逆流塔具有热交换效率较高，配水设备对气流有阻挡，风阻较大，配水系统维护检修不便利，占地面积较小等特点。冷却塔尺寸受冷负荷、冷幅、逼近度和湿球温度的影响，当这四个参数中的三个保持常数时，冷却塔尺寸和冷负荷成正比，与冷幅、逼近度和湿球温度呈反比。在冷却塔选型中，逼近度和处理水量是最为关键的参数，一般来说，逼近度越低，冷却塔尺寸越大，因此所需成本越高。

4.3.13 对室外湿球温度时间分布特征进行分析，可确定不同湿球温度的全年时间占比，为选择合理的冷却塔逼近度提供参考依据，对于时间分布比重较大的湿球温度区间可选取较低的逼近度以降低冷却水供水温度，从而提升冷水机组能效值；对冷却热负荷时间分布特征进行分析，可根据冷却水供回水设计温差获得冷却水流量分布特征，为确定冷却塔容量提供依据。

4.4 输配系统设计

4.4.1 输配系统进行降阻优化设计，不但可以显著降低输配系统运行能耗，同时也是实现高效机房性能化设计目标的重要保证措施之一。在设计过程中，通过采用选择低阻力设备和阀部件、提高水系统温差设计值、适当扩大管径以及管路优化布置（例如水泵与冷水机组水平对接、斜三通代替直角三通、减少最不利环路翻弯等）等措施，合理降低水系统流速，进而降低水系统输配能耗。输配系统设计完成后宜编制输配系统设计报告。

4.4.2 管网流体分析软件是一种专门针对流体输配管网的动态仿真工具，利用软件建立水系统仿真模型，设定边界条件，可实现管网水力计算、水力平衡设计、水泵选型及能耗计算、系统稳态或瞬态运行工况分析等功能。该类软件的最大特点之一是可模拟并联环路间的水力耦合特性，自动识别系统最不利环路，结合内置的水力平衡调节模块，可快速实现水力平衡设计工作，确定平衡阀选型参数。在高效制冷机房设计过程中，当水系统输配能耗过高导致机房系统能效比无法满足设计值时，可采取相应技术措施降低输配系统能耗，此时借助管网流体软件，可实现不同降阻措施对降低输配能耗的定量分析。

4.4.4 冷水系统形式宜根据项目规模、建筑特点、系统作用半径、末端设备数量及容量等因素确定，并应符合下列规定：

1 冷水供水温度和供回水温差要求一致且各区域管路压力损失相差不大的中小型工程，宜采用变流量一级泵系统；单台水泵功率较大时，经技术经济比较，在确保设备适应性、控制方案和运行管理可靠前提下，空调冷水可采用冷水机组变流量系统，且一级泵应采用调速泵。

2 系统作用半径较大、设计水流阻力较高的大型工程，空调冷水宜采用变流量二级泵系统。当各环路设计水温一致且设计水流阻力接近时，二级泵宜集中设置；当各环路设计水流阻力相差较大或各系统水温或温差要求不同时，宜按区域或系统分别设置二级泵，且二级泵应采用调速泵。

3 冷源设备集中且用户分散的区域供冷空调冷水系统，当二级泵的输送距离较远且各用户管路阻力相差较大，或水温、温差要求不同时，可采用多级泵系统，且二级泵等负荷侧各级泵应采用调速泵。

4 设计温差较大的变流量冷水系统，当建筑冷负荷较大设置多台冷水机组时，可采用冷水机组串联逆流布置形式。

4.4.5 冷输配系统采用大温差设计是优化空调系统各个设备之间的能耗配比，在保证室内舒适度前提下降低空调系统总体能耗的一种技术手段。常规输配系统采用的设计供回水温度一般为：冷冻水 $7^{\circ}\text{C}/12^{\circ}\text{C}$ ，冷却水 $32^{\circ}\text{C}/37^{\circ}\text{C}$ ，设计温差值均为 5°C ；而大温差输配系统的设计温差值明显大于常规系统，例如冷冻水 $6^{\circ}\text{C}/14^{\circ}\text{C}$ ，冷却水 $32^{\circ}\text{C}/40^{\circ}\text{C}$ 等。集中空调系统耗能包括三部分：空调冷热源能耗，空调末端设备能耗，水和空气输送系统能耗。在同一工程中，采用合理的大温差设计措施，可节约输配系统运行费用及系统初投资。例如可降低系统循环水量，相应的减少水泵运行费用；还可减小冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔装机容量，降低管路以及阀部件尺寸，减少防腐保温材料的用量等，从而降低输配系统投资成本；同时由于水管管径减小也会降低空调系统建筑空间占比。虽然输配系统采用大温差设计会降低冷水机组性能和末端设备表冷器制冷能力，但经过项目实践和研究表明，通过确

定合理的设计温差值，可降低空调系统总体能耗，因此近年来大温差输配系统作为一项节能技术得到了积极推广，是设计人员常采取的措施。

输配系统采用大温差设计应符合下列规定：

1 大温差设计可降低水系统输配能耗和初投资，提高冷却塔换热效率，但同时会降低冷水机组在满负荷和部分负荷工况下的性能系数，降低末端换热设备（例如风机盘管、新风机组和空调机组）的制冷量和除湿能力。从空调系统整体而言，冷冻水系统和冷却水系统均存在最佳温差值，使得系统经济性最佳，因此在实际应用中，可以空调系统运行费用最低为目标，选择适当的约束条件，采用优化算法确定输配系统的最佳温差值。在系统规模较大，水系统输配能耗占比较高的应用中（例如区域供冷），或冷冻水供水温度降低的系统中（例如冰蓄冷和低温送风系统），采用大温差设计可取得较为显著的节能效果。在确定水系统大温差设计参数时，还应考虑当前市场相关设备在不同温差下的性能特点和允许的温差变化范围。

2 风机盘管和组合式空调机组等末端设备的标准制冷工况相同：冷冻水进口水温为 7°C ，进出口水温差为 5°C 。根据标准工况生产的末端设备表冷器应用于大温差输配系统中会因工况变化产生不同的换热效果，其水侧流速会随着温差的增大而减小，使水侧热阻增大而使表冷器的总传热系数降低。当水侧流速降至层流时，传热系数下降更为显著，导致表冷器制冷量降低，除湿能力下降。因此常规的风机盘管和组合式空调机组应用于大温差输配系统中，应借助生产厂家选型软件或者相关拟合公式对制冷量、除湿能力以及水阻力等关键性能参数进行修正，以保证在设备选

型过程中，产品性能满足室内热湿负荷需求。

3 为满足输配系统大温差设计需求，部分生产厂家已研发出适用于大温差设计的专用风机盘管和组合式空调机组产品，避免在大温差工况下常规末端设备表冷器出现性能衰减现象，减小设备选型阶段的性能修正工作量，为大温差设计提供了更多的解决方案。在冷水机组选型过程中，可根据温差设计参数，借助生产厂家选型软件通过压缩机、冷凝器、蒸发器和电机的不同组合选择出满足设计需求的冷水大温差机组。

4.4.7 6 水系统最不利环路由于阻力大于其他环路，直接影响水系统水泵选型的扬程大小，在满足最不利环路室内空调效果的基础上，根据项目具体特征，最不利环路远端部分末端设备可选用阻力较低的末端设备或合理增大末端设备型号，同时宜对末端系统控制策略进行优化，降低水系统阻力和运行能耗。

4.4.11 二级泵系统设计应符合下列规定：

1 二级泵系统应进行详细的水力计算，根据计算结果确定平衡管管径，管径过小，可能导致管内流速过高，管路阻力损失过大，影响冷源侧和负荷侧水力解耦性能；过大增加占地面积和施工难度，平衡管的预期设计流量一般指各台冷水机组设计流量的最大值。

2 冷源侧一级泵和负荷侧二级泵采用调速泵，比仅采用台数调节更加节能，且冷源侧一级泵采用调速泵便于冷源侧和负荷侧实现流量平衡，避免平衡管出现混水现象。

4.4.12 冷却水系统设计应符合下列规定：

1 冷却水系统变流量运行需要充分考虑对冷水机组压缩机压比控制、冷却塔换热性能的影响，当冷却水温差设计值较小时，

对应的冷却水设计流量较大，在部分负荷下，冷却水流量允许变化范围大，冷却水进行变流量运行可降低冷却水泵输配能耗；但当冷却水温差设计值较大时，对应的冷却水设计流量较低，此时在部分负荷下，冷却水流量允许变化范围可能较小，此时冷却水进行变流量运行，相对于增加的控制系统成本和操作复杂性而言，其节省的冷却水泵输配能耗可能并不明显。

2 冷却水变流量运行时，最大流量取设计流量，最低流量应取下列值的最大值：冷却塔最低流量；冷水机组冷却水最低流量；冷却水泵最低流量；克服冷却塔塔体扬程所需的流量值。

3 便于系统排气的技术措施主要包括：确定合理的管路流速，以便于气体可随冷却水水流经管路返回冷却塔排出；管路布置应合理，避免集气，例如管段最高点宜低于冷却塔进水接口高度。

4.5 监测与控制系统

4.5.12 在进行冷水机组供冷和冷却塔供冷工况转换时，可采用半自动转换逻辑：系统根据负荷或者室外气象条件进行工况转换识别，并提示操作人员确认。经操作人员确认无误后根据自动控制程序自行切换相关设备运行状态。

4.5.16 在误差分配应考虑测量过程中所有误差组成项的分配问题，可采用等作用原则对制冷机房系统综合能效比测量误差进行分配。等作用原则认为水温度、流量和用电量误差对制冷机房系统综合能效比的误差影响相等，按等作用原则分配误差可能出现不合理情况，这是因为计算出的各个部分误差相等，对于流量等

测量值，要保证它的测量误差不超出允许范围较为容易实现，而对于温度测量值，可能较为困难，若要保证其测量精度，可能需要使用更为昂贵的高精度仪器。

因此应综合考虑当前测量仪表准确度水平和成本等因素，对难以实现测量的误差项适当扩大，对容易实现的误差项尽可能缩小，而其他误差项不予调整。

调整后的误差项，应按照误差合成公式校核制冷机房系统综合能效比实际总误差，若超出给定的允许误差范围，应对误差项重新进行调整直至实际总误差满足要求为止。

4.5.27 在冷却塔供冷控制策略可参考以下：串联式冷却塔间接供冷：在串联模式中，冷冻水回水先经过板式换热器进行降温，自然供冷不足的部分由冷水机组承担；当室外空气湿球温度（ T_{wb} ）低于负荷侧回水温度（ $T_{rn,1}$ ）且有一定温差 ΔT 时，说明可以部分或全部利用冷却塔进行供冷。反之，则说明只能用冷水机组供冷，即冷水机组单独供冷模式。温差 ΔT 与板换的传热效率及冷却塔的效率有关，板换传热效率及冷却塔效率越高， ΔT 可以选取得越小。在采用冷却塔进行供冷时，当板换冷冻水侧的出水温度（ T_{rn2} ）低于负荷侧的供水温度设定（ $T_{sup, set}$ ）时，说明系统可以全部利用冷却塔进行供冷，即冷却塔单独供冷模式，反之，说明冷却塔的供冷量只能部分满足负荷的需求，还需冷水机组进行补充，即联合供冷模式。

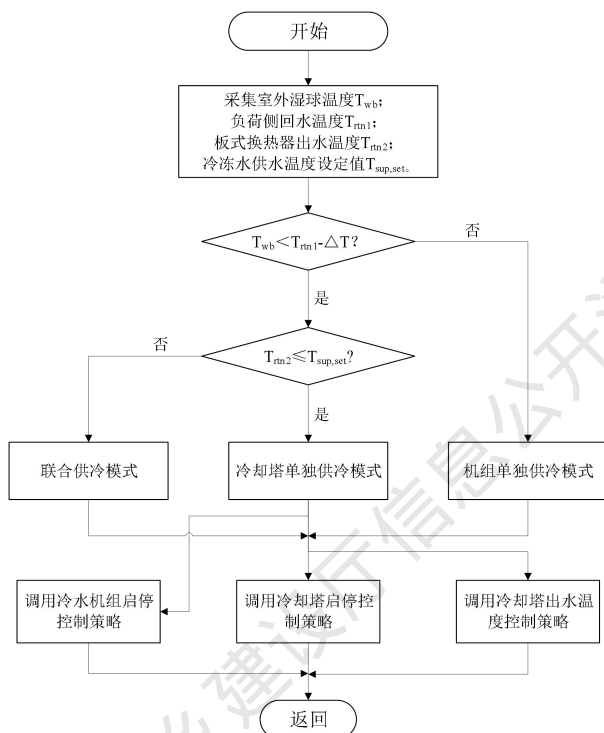


图 4.5.28-1 串联式冷却塔间接供冷

在并联模式中，冷冻水回水进入板式换热器，与来自冷却塔的低温水进行传热降温后作为冷冻水供水直接供给空调末端。反之，冷冻水回水进入冷水机组进行制冷。

当室外气象条件满足自然供冷时，冷冻水回水进入板式换热器，与来自冷却塔的低温水进行传热降温后作为冷冻水供水直接供给空调末端。

当室外空气湿球温度 (T_{wb}) 低于负荷侧回水温度 (T_{rn1}) 且有一定温差 ΔT 时，说明可以部分或全部利用冷却塔进行供冷。反之，则说明只能用冷水机组供冷，即冷水机组单独供冷模式。

并联式系统无法直接根据板换的出水温度进行模式判断，而是通过冷水机组启停以及机组出水温度的控制来调节板换和冷水机组的供冷分配。

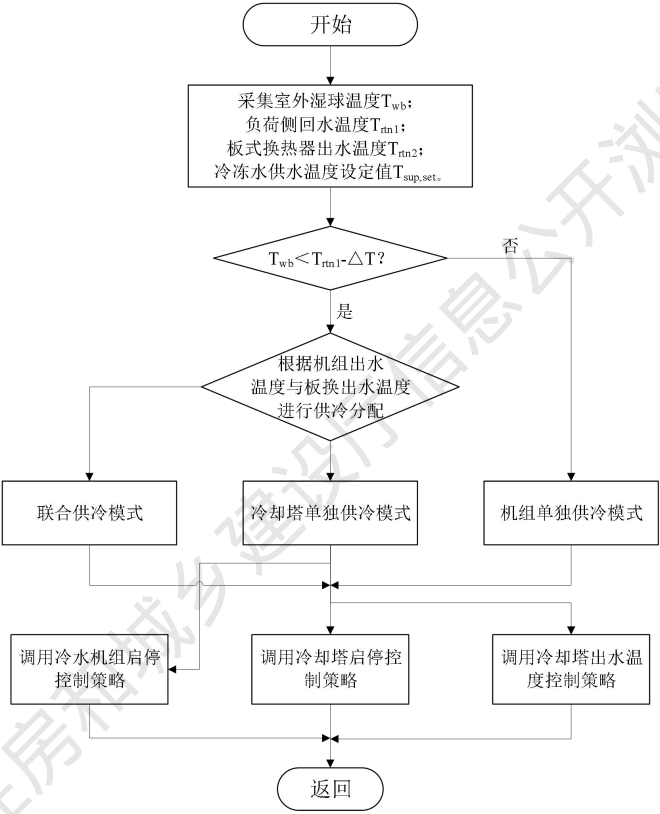


图 4.5.28-2 并联式冷却塔间接供冷

4.6 设计评价

4.6.1 高效机房设计是一种基于目标的性能化设计方法，因此与常规设计流程相比，通过增设方案评审环节以实现设计目标的闭环控制。

4.6.4 进行系统能效评价时，最好选用和建筑动态负荷计算相同的软件，避免出现软件不兼容问题，该类软件有：DOE-2、eQUEST、EnergyPlus，Dest 以及 TRNSYS 等。

模型的检查可以从几个方面入手：（1）检查输入错误；（2）检查输出文件；（3）模拟人员确认理解模拟软件的算法；（4）确认模型能否模拟实际的系统和过程；（5）尽可能提高模型的详细程度。

对于顺序模拟软件，例如 DOE-2、eQUEST，可以对其分步模拟（建筑负荷、系统负荷、设备能耗）输出结果进行检查，例如对于建筑负荷可以通过计算单位建筑面积负荷，核查其是否在合理范围内。对于同步模拟软件（EnergyPlus，Dest），可以输出一些重要节点参数（如冷水机组能效比、冷冻水供水温度），检查其是否在合理范围之内。

5 设备与材料

5.1 一般规定

5.1.1 高效制冷机房系统采用的冷水机组、水泵和冷却塔等都有相应的产品标准，包括：《蒸气压缩循环冷水(热泵)机组 第1部分工业或商业用及类似用途的冷水(热泵)机组》GB/T 18430.1、《离心泵 技术条件 (III 类)》GB/T 5657、《机械通风冷却塔第1部分：中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1-2018 等，采用的设备应保证满足标准要求生产。

5.1.2 根据不同的项目特点，高效制冷机房冷源设备可能会有一些特殊的设计要求，比如蒸发器冷冻水系统设计为大温差、冷水机组蒸发器和冷凝器阻力损失要求低于某一限值等，均应将具体要求列入设备采购技术文件。

5.1.3 制冷季期间受室外气象参数的影响，建筑的冷负荷、冷却塔出水温度均会发生变化，在制冷季的初末期，冷水机组的冷冻水供水温度也可以适当提高，因此在整个制冷季期间冷源设备会涉及到变温度工况、变流量的运行。为优化冷源系统的运行策略，并预测制冷机房整个制冷季的运行能效，需要了解冷源设备的变工况运行参数。

冷水机组制造企业应能提供机组在不同冷冻水出水温度、冷却水进水温度、不同负荷率下、不同流量下的冷水机组的制冷量和输入功率等性能参数，冷水机组的性能参数宜由采用可追溯的 AHRI (The Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute, 美国制冷空调与供暖协会) 认证的软件提供来保证其准确性；高

效制冷机房系统的冷冻水泵、冷却水泵一般均设置为变频运行，因此水泵制造企业也应提供不同频率下水泵的流量扬程曲线、功率曲线、效率曲线等性能数据；对应室外湿球温度以及冷却水流量的变化，冷却塔的出水温度也会相应变化，冷却塔制造企业应能提供冷却塔变冷却水流量、变风量、变湿球温度工况下的冷却水出水温度。此外，设备的变工况性能参数应留存文档资料，为后期优化运行策略做参考。

5.1.4 冷水机组生产厂家提供冷水机组在不同运行工况下的准确性能参数是提升空调制冷机房全年平均能效比的关键因素，是高效空调制冷机房系统性能化设计和控制策略制定的重要参数，标准设备和非标设备生产厂家均应提供性能符合设计要求的工厂检验或第三方检验报告等证明文件。

5.1.7 高效制冷机房系统中使用的冷水机组、水泵、冷却塔等冷源设备，以及管道、绝热材料、过滤器、阀门等在进场时应有产品合格证明和产品性能检验报告，冷水机组、水泵和冷却塔性能应满足设计要求。

5.2 冷水机组

5.2.1 高冷却水温度随室外湿球温度的变化而变化，对于制冷季室外湿球温度较低的地区，以及对于全年制冷，有较长的制冷季初末期的地区，通过降低冷却水温度有利于提高冷水机组的运行能效，因此，在选用冷水机组时宜综合考虑项目所在地气候特征，选用能适应较低冷却水温度和冷却水变化速率的冷水机组。

根据对多家冷水机组制造企业的调研结果，螺杆式冷水机组一般能适应的最低冷却水温度宜为 18℃，离心式冷水机组一般能适应的最低冷却水温度为 15℃。对于电机采用制冷剂冷却技术，

不适应较低冷却水温度工况运行的冷水机组，可在其冷却水系统设置旁通管路或其他措施使冷却水进水温度不致长时间过低，保证冷水机组可以正常启动并连续运行。

5.2.2 高效制冷机房冷冻水、冷却水系统常设计为变流量系统，为了充分发挥变流量系统的节能优势，选用的冷水机组应能适宜较大的变流量运行范围。根据对多家冷水机组制造企业的调研结果，冷冻水可适应最低 50%的额定流量，冷却水可适应最低 60%的额定流量。

5.2.3 冷水机组蒸发器和冷凝器的压力降直接影响着冷冻水泵和冷却水泵的能耗，因此应尽量降低冷水机组两器的压力降。冷水机组的制造企业一般可通过优化换热器管径、数量等方式，实现降低两器阻力的目的。

5.2.4 制冷剂在整个机房系统中承担了冷量提供者的角色，其性能和环境影响因素一直是行业重点关注的目标。不同的制冷剂有不同的理论性能和环境影响。近年来全球变暖效应引发了重大关注，蒙特利尔协议基加利修正案已经生效，建议综合考量不同冷媒的不同维度的性能，优先选用高效率，低环境影响的冷媒。将高效机房系统的直接和间接二氧化碳排放降到最低。

5.3 冷却塔

5.3.1 冷却塔按通风方式分为自然通风冷却塔、机械通风冷却塔、混合通风冷却塔和引射式冷却塔；按冷却方式分为直接蒸发式冷却塔（开式冷却塔）、间接蒸发式冷却塔（闭式冷却塔）和混合冷却式冷却塔；按水与空气的流向分为逆流式冷却塔、横流式冷却塔和混流式冷却塔。逆流塔有引风式和鼓风式两种形式，引风

式逆流塔空气和水逆向流动，换热效率高；换热段为负压，气流的分布较均匀；进出风口的高差较大，不容易形成出风气流的短路；塔体本身对空气形成一定的自然对流作用，可以使得同样冷却水量下的风机容量有所减少；逆流塔平面尺寸较小有利于安装布置。鼓风式逆流塔换热段为正压，气流分布存在不均匀现象；同样冷却风量下的电气安装容量比引风式高；鼓风式逆流塔适合于安装地点通风不良的场所。逆流塔的水噪音大、漂水率高，维护检修难度较横流塔高。

横流塔空气与水交叉流动，换热效率低于逆流塔；换热段为负压，气流的分布较均匀；进出风口的高差小，容易形成出风气流的短路；同样冷却水量下的风机容量略大于逆流塔；单位冷量平面占地面积大于逆流塔；塔体扬程一般小于逆流塔，有利于减少水泵的扬程。横流塔的水噪音低，飘水率低，易于检修维护。

闭式冷却塔冷却水走塔内的冷却盘管，不与室外空气直接接触，有利于保持冷却水的水质；闭式冷却塔含有风机和蒸发水循环泵，电气安装容量大；与开式塔相比，闭式塔的物理尺寸和重量都要大很多，价格也相对较高。闭式塔一般应用于对冷却水水质要求较严格的系统以及冷却塔安装位置低于冷水机组的场所。

高效制冷机房冷却塔应根据项目现场安装条件、周围环境要求等因素选取适宜的冷却塔类型，宜选用塔体扬程较低的横流开式冷却塔。

5.3.2 降低冷却水供水温度可提高冷水机组运行能效，一般通过加大冷却塔容量可获取较低冷却水温度，从而提高冷水机组运行能效，但冷却塔容量放大会增加冷却塔初投资和风机运行能耗，因此应从冷机和冷却塔总能耗以及经济合理性等方面综合分析，

并且应满足设计逼近度的要求为目标，最终确定冷却塔的能力。

5.3.3 高效制冷机房冷却水系统一般设置为变流量系统，因此要求冷却塔在低于额定流量运行时，应保证填料表面能满布水幕，充分利用换热面积，提高冷却塔的换热效率。在低流量下运行如果填料布水不均，在填料的干湿交界处，溶解固体析出沉积在填料上，会导致填料上出现严重的水垢。

冷却塔可以通过配置高效变流量喷头、全联通布水、布水盘设置均流器等措施来保证冷却塔在低于额定流量运行时，仍能实现填料的均匀布水，达到充分换热、有效降低冷却水出水温度的目的。横流为盘式布水，采用变流量高效布水喷头后，一般可实现 30%~100%的额定流量范围运行时，保持将热水均匀地洒布到整个淋水填料上，保证充分利用换热面积进行低耗高效换热。逆流塔为管式布水，采用变流量高效布水喷头后，一般可实现 70%~100%的额定流量范围运行时，保持布水均匀。

5.3.8 多台塔并联运行时，应在管路系统上采取措施，避免分水不平衡影响冷却塔的效率。也可在冷却塔本体采取一定措施，来保证循环水在塔间的均匀分布。

5.4 水泵

5.4.1 空调系统常用的水泵类型有单级单吸清水离心泵、单级双吸清水离心泵和多级清水离心泵。对于单台水泵流量需求在 450m³/h 以下时，宜选用单级单吸清水离心泵。对于单台水泵流量需求在 500m³/h 及以上时，宜选用双吸泵。对于要求为小流量、高扬程的水泵，宜采用多级清水离心泵。

单级单吸离心泵根据电动机与叶轮的连接方式一般可分为直

联泵和长轴泵。直连泵电动机的外伸轴直接与叶轮相连，占地面积较小，但维修困难；长轴泵电动机通过联轴器与叶轮相连，占地面积较大，但便于维修，可以在互不干扰的情况下拆卸电动机或叶轮。单级单吸离心泵根据电动机的安装位置可分为立式泵和卧式泵，立式泵是带有泵送配件的端吸泵，直接插入管道中或像卧式泵一样安装在基座上，可节省大量安装空间，但由于入口配件的原因，立式泵效率低于卧式泵，并且维修困难。卧式泵运行稳定、占地面积大、便于维修。卧式端吸泵一般用在小流量至中等流量的系统，卧式双吸泵用在大流量系统，卧式双吸泵运行稳定效率高，便于维修，但占地面积比单吸泵更大。

5.4.2 普通电机采用变频调速，在低速时容易导致由于冷却量不足造成电机温升升高而烧坏，因此建议采用变频电机，以实现较大的流量调节范围。

5.5 材料

5.5.2 为优化高效制冷机房冷冻水冷却水管路系统设计，降低管路系统的阻力，从而降低水泵扬程，节约水泵能耗，在制冷机房安装空间满足要求的条件下，冷冻水、冷却水管路宜选用低阻型的弯头、三通等构件。常规制冷机房管路系统的设计一般采用 90 度弯头，根据《实用供热空调设计手册》，90 度弯头的局部阻力系数高于 2 个 45 度弯头的组合，因此在机房空间允许的条件下，宜采用 45 度弯头以降低弯头的局部阻力。常规制冷机房管路系统分支管与主管连接一般设计为直角三通，根据《实用供热空调设计手册》，直角三通分支管流向主管的局部阻力系数为 1.5，而斜

管三通分支管流向主管的局部阻力系数为 0.5，因此建议在机房空间允许的条件下，宜采用斜管三通以降低三通的局部阻力。

为优化高效制冷机房冷冻水冷却水管路系统设计，降低水泵扬程，输配系统宜选用低阻力型的阀门、过滤器等辅助配件。根据《实用供热空调设计手册》，相同管径的旋启式止回阀的阻力系数低于升降式止回阀，因此，在水泵出水管宜选用旋启式止回阀。同样，为降低水系统阻力，水泵进水管在满足过滤效果的前提下宜选用低阻型过滤器。

6 施工安装

6.1 一般规定

6.1.2 本条规定了高效制冷机房的设计和建造过程的主要控制因素。BIM 技术应用于深化设计可让机房设计更系统化，对于后期运行维护也大有裨益。设计参数、订货设备参数、现场环境条件、末端负荷需求、能效要求是基于降低运行能耗优化设计关注点。数字化的装配式建造技术可有效保证施工与 BIM 设计的吻合，提高机房工程质量，为机房运行提供基础条件。

6.3 水系统安装

6.3.4 管道及阀门附件连接点也是影响密闭性的重要部位，须满足要求，施工验收规范有明确验收标准。

6.4 防腐与绝热

6.4.1 本保温材料可有效降低能耗散失，需满足设计指标参数。

6.5 智能控制系统安装

6.5.2 本传感器的安装位置直接影响采集数据的准确性，其安装位置应能准确反映被测对象的实际参数。应按设计图纸并严格遵照产品说明书的要求进行安装。

7 调适试与验收

7.1 一般规定

7.1.2 调适需求文件是对项目调适目标进行指标分解、细化的综合文件，包括调适目标、参照标准、时间要求、成果文件要求、安全要求、培训要求、验收要求等；调适方案对项目实施层面的工作进行明确，包括调适工作内容、团队职责、沟通方式、过程文档提交方式、工作流程、步骤、时间计划等。

7.1.4 调适团队宜包括建设单位、调适顾问、机电安装专业承包单位、设计单位、监理单位、机电设备供应商和运行管理单位等。

7.2 调适流程

7.2.7 记录应包含系统信息、位置、时间、结果，操作、见证人员等信息。调适顾问负责调适记录整理、归档，并作为调适报告的依据。

7.2.9 调适过程进度报告是描述调适过程中各项工作的完成情况和成果的文件。调适总报告是描述调适过程和最终调适结果的成果文件。调适进度报告一般包括：高效机房进展概况，参与方、工作完成情况、结果，工作中出现的问题及跟踪情况，尚未解决的问题汇总及影响分析，下一阶段的工作计划。调适总报告一般包括：高效机房概况、调适范围、调适目标、调适周期、各系统调适过程、调适结果、发现的问题及处理、遗留问题及分析、后续建议等。

7.4 性能调适

7.4.3 开展单机试运转前应通过资料核查、现场确认等方式确认前期发现的问题是否整改完成并达标。单机试运转前应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装置符合要求，保证人员及设备安全，另外单机试运行前需要设备厂家，工程总承包单位、机电设备安装专业承包单位，监理单位到场。

7.4.5 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。

7.4.6 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。冷水机组性能调适在典型制冷季进行。

7.5 联合运行调适

7.5.4 控制功能验证包括现场调试和上位机调试，为保证传感器准确、执行器动作正确、控制器功能正常，应在现场进行调试。

7.6 效果验证

7.6.1 验证方案应获得建设单位的认可，确保验证方案的验证结果符合建设单位的要求。同时需同运行管理方进行充分沟通，保证方案实施过程中运行管理方的配合，验证前确保所有设备完成联合运行，调适时发现的问题已解决；评估未解决的问题对现有工作的影响程度，对后续调适工作方案进行适当调整。

7.6.4 验证时应对项目的运行记录进行核查，核查实际运行方式

是否与系统功能相符，对于不相符的情况进行现场复核，提出分析结果和整改意见。核查的运行记录应至少包括运行人员的工作记录、制冷机房监控系统的运行记录。

7.6.5 一般情况下，效果验证局部系统性能等不满足要求是不可避免的，原因可能包括系统低负荷运行导致系统能效低，个别部件故障失灵、控制参数设定不合适等，根据诊断分析原因采取措施。

8 运行与维护

8.1 一般规定

8.1.4 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系统的能耗监测系统开展。

8.2 节能运行

8.2.1 “冷水机组频繁启停”具体表现为冷水机组使用过程中启动、停机过于频繁。造成该故障的可能原因包括：1) 冷水机组启停策略不合理；2) 冷水机组内部出现故障，无法正常启动或停机。建议检查冷水机组运行策略是否合理、检查冷水机组是否存在内部故障，确定冷水机组是否可以正常完成启停动作。冷水机组频繁启停故障会对冷水机组自身造成损坏，造成冷水机组寿命缩短，影响冷水机组正常工作，影响冷水机组运行效果。

8.2.2 冷水机组大流量小温差具体表现为冷冻水供回水温差小于等于设计温差的 80%，且冷冻水流量高于需求流量。可能发生的原因包括：1) 冷冻水出水温度设定过高；2) 水泵转速过高导致水量过大；3) 自动控制策略不合理；4) 末端空调设备无调节手段。针对该故障建议检查传感器是否正常工作、检查控制器接线、检查楼控系统通信是否正常。该故障会严重影响冷机能效水平，影响冷水机组运行效果。

8.2.3 “冷水机组单机运行时间过长”具体表现为原间歇运行的冷水机组，持续运行时间过长，或多台冷水机组未及时切换运行。一般当单机运行的冷水机组连续运行时间超过 24h，认为冷水机组发生运行时间过长。可能发生的原因包括：1) 冷水机组启停控制策略不合适；2) 冷水机组原自动控制被修改为手动控制，且工作人员未及时手动关闭冷水机组；3) 远程控制的冷水机组通讯故障，无法接收控制信号，无法实现正常停机动作。4) 手动控制的冷水机组未按时关机。建议检查冷水机组启停策略是否存在问题、检查冷水机组控制方式或检查传感器是否故障。该问题会造成冷水机组能耗过高、能源严重浪费，同时会影响冷水机组运行效果。

8.2.4 “冷冻水供水温度重置”为机房典型控制策略之一，当冷冻水供水温度设定点在 1h 工作时段内变化小于 1℃，供水温度设定点低于最高设定点，且供回水温温差小于设计温差的 60%，则认为供水温度无重置。可能原因包括：1) 无有效温度重置策略；2) 控制系统故障导致策略无法落实。建议核对具体运行策略的合理性并验证系统控制功能是否正常。冷冻水供水温度无法根据负荷情况进行设定值的调整，会导致系统整体性能降低，运行效果差，同时会造成一定的能源浪费。

8.2.6 “喘振”指冷水机组出现电流不稳定，大幅度波动，同时发出异常的气流噪声的现象。可能发生的原因包括：1) 机组冷凝压力过高；2) 机组蒸发压力过低；3) 机组运行负载较小；4) 压缩机内部存在故障。建议验证冷水机组关键运行参数是否正常、验证机组性能与建筑负荷是否匹配，尽量使负载率在 30%以上、检查压缩机是否存在内部故障。冷水机组喘振会造成机房噪声较大，同时会损坏压缩机。

8.3 系统维护

8.3.2 应定期对高效空调制冷机房系统计量仪表进行校准或采用精度更高的设备进行测量比对，如发现计量仪表功能或精度不满足设计或标准要求，应及时更换（或维修）故障或精度不满足要求的计量仪表。

9 评价

9.1 一般规定

9.1.1 依据制冷机房系统综合能效比的大小确定，依次分为 1、2、3 三个等级，其中 1 级表示能效最高。

9.1.5 在通过评价可为设计目标的实现提供验证依据，形成以能效目标为导向的、贯穿设计、施工、调适和运行全过程的闭环建设体系。同时通过对实际运行效果的评价，也可以及时发现目前系统运行中存在的问题，并通过完善控制策略、优化控制参数等手段实现系统运行能效的持续提升。

9.2 评价方法

9.2.5 根据测试数据，计算评价指标，并与能效监测系统数据进行比对，两者之间的偏差不应大于 10%。本条主要通过比对的方式，对项目能效监测系统的准确性进行验证。