重庆市工程建设标准

高效冷热源系统技术标准

Technical standard for high efficient heating and cooling source system

DBJ50/T-541-2026

主编单位：重庆大学
中煤科工重庆设计研究院（集团）有限公司
批准部门：重庆市住房和城乡建设委员会
施行日期：2026年6月1日

2026 重庆

重庆工程建设

重庆工程建设

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标〔2026〕3 号

重庆市住房和城乡建设委员会
关于发布《高效冷热源系统技术标准》的通知

各区县（自治县）住房城乡建委，重庆高新区建设局，万盛经开区住房城乡建设局、双桥经开区建设局、经开区生态环境建管局，有关单位：

现批准《高效冷热源系统技术标准》为我市工程建设地方标准，编号为 DBJ50/T-541-2026，自 2026 年 6 月 1 日起施行。标准文本可在标准备案后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理，重庆大学和中煤科工重庆设计研究院（集团）有限公司负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2026 年 2 月 5 日

重庆工程建设

重庆工程建设

前　言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达2023年度重庆市工程建设标准设计制订修订项目立项计划的通知》(渝建标〔2023〕31号)的要求，为给冷热源系统工程设计、施工、运行管理等人员提供明确的技术指导，确保设备的高效运行，保障系统在全寿命周期内的高效稳定运行，针对重庆的气候、地理特点，依据国家、行业和地方标准，立足重庆市冷热源系统现状，充分结合本地实际，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要内容是：总则；术语；基本规定；设备性能；系统设计；施工与运维管理；系统评价。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理，重庆大学和中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司负责具体技术内容的解释。在本标准执行过程中，请各单位注意收集资料，总结经验，并将有关意见和建议反馈至重庆大学(地址：重庆市沙坪坝区沙正街174号，邮编：400045，电话：023-65128079，传真：023-65128081)、中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司(地址：重庆市渝中区长江二路179号，邮编：400016，电话：023-68720177，传真：023-68811613。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人、审查专家：

主 编 单 位：重庆大学

中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司

参 编 单 位：重庆市设计院有限公司

高驰国际设计有限公司

中机中联工程有限公司

中建科工集团有限公司

重庆美的通用制冷设备有限公司

基准方中建筑设计股份有限公司

重庆大学建筑规划设计研究总院有限公司

重庆源道建筑规划设计有限公司

国网重庆综合能源服务有限公司

珠海格力电器股份有限公司

青岛海尔空调电子有限公司

重庆建筑工程职业学院

重庆合创机电设备工程有限公司

重庆市沙坪坝区房屋征收中心

渝建实业集团股份有限公司

主要起草人：丁　勇　李智军　孙爱民　闫兴旺　吴蔚兰

李　晓　戴辉自　李　全　苏莹莹　肖　江

陈改芳　欧武丙　丁　豪　张东林　廖　了

龚毓恬　曹　勇　谷广普　孔　健　罗　庆

韩时雨　彭越源　陈　熙　穆伟杰　赵忠梁

袁梦薇　陶继仲　周铁程　毛　进　万耀泽

胡文鼎　刘　波　崔战奎　彭同哲　陈　华

姚　铮　程惠文　杨海峰　梅　祥　李　军

高会峰　刘曼琳　陈旭峰　刘清伟

审 查 专 家：谭　平　王卫民　陈金华　龚　平　刘　炜

王继永　魏　嘉

重庆工程建设

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　性能化设计 …… 4
4　设备性能 …… 6
4.1　冷热源机组性能要求 …… 6
4.2　水泵性能要求 …… 8
4.3　冷却塔性能要求 …… 8
5　系统设计 …… 10
5.1　冷热负荷计算 …… 10
5.2　冷热源设备匹配 …… 10
5.3　监测系统设计 …… 11
5.4　运行策略 …… 14
6　施工与运维管理 …… 15
6.1　施工与调试 …… 15
6.2　调适与运行 …… 15
6.3　管理与维护 …… 16
7　系统评价 …… 17
附录A　热源系统名义设计工况能效比计算方法 …… 18
本标准用词说明 …… 19
引用标准名录 …… 20
条文说明 …… 23

重庆工程建设

重庆工程建设

Contents

1 General provisions ····· 1
2 Terms ····· 2
3 Basic requirements ····· 4
3.1 Generral requirements ····· 4
3.2 Performance-based design ····· 4
4 Equipment performance ····· 6
4.1 Performance requirements for heating and cooling source units ····· 6
4.2 Performance requirements for pump ····· 8
4.3 Performance requirements for cooling tower ····· 8
5 System design ····· 10
5.1 Calculation of heat and cold loads ····· 10
5.2 Matching of heating and cooling sources equipment ····· 10
5.3 Monitoring system design ····· 11
5.4 Operation strategies ····· 14
6 Construction and maintenance management ····· 15
6.1 Construction and commissioning ····· 15
6.2 Performance commissioning and operation ····· 15
6.3 Management and maintenance ····· 16
7 System evaluation ····· 17
Appendix A Computing method for heating energy efficiency ratio at nominal design condition ····· 18

Explanation of Wording in this standard ····· 19
List of quoted standards ····· 20
Explanation of provisions ····· 23

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家有关绿色高效空调系统的政策方针，提升建筑空调冷热源系统能效水平，规范冷热源系统的合理构建，编制本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市民用建筑和工业建筑(非工艺制冷、制热)中新建和改造的集中空调冷热源系统的设计、施工与运维管理及系统评价。

1.0.3 高效冷热源系统的技术要求除应符合本标准规定外，尚应符合国家和重庆市现行有关标准的规定。

重庆工程建设

2 术 语

2.0.1 高效冷热源系统 efficient cold and heat source system

满足建筑空调动态负荷需求，综合考虑冷热源机组、输配系统、运行策略匹配，实现系统高能效运行的空调冷热源系统。

2.0.2 高效冷热源系统性能化设计 performance oriented design for efficient cold and heat source system

以冷热源系统全年高能效运行为目标，通过负荷分析、设备匹配、管网优化、动态调适，对冷热源系统进行优化的设计过程。

2.0.3 名义工况 nominal condition

用于设备性能检测的单组或多组规定的试验条件，通常规定在有关标准、产品铭牌或样本上。

2.0.4 全年设计能效比 annual design energy efficiency ratio

在设计工况下，暖通空调系统在全年运行期间，提供的冷量（或热量）与消耗的能量之比。

2.0.5 冷源系统名义设计工况能效比 cooling energy efficiency ratio at nominal design condition

在规定的标准设计工况条件下，冷源设备运行时向室内提供的冷量总和与消耗的能量总和之比。

2.0.6 热源系统名义设计工况能效比 heating energy efficiency ratio at nominal design condition

在规定的标准设计工况条件下，热源设备进行制热运行时向室内提供的热量总和与消耗的能量总和之比。

2.0.7 逼近度 approach temperature

在高效冷热源系统的冷却设备运行过程中，设备出口流体温度与室外空气湿球温度之间的差值。

2.0.8 调适 performance commissioning

系统调试合格后，结合实际工况通过测试、调整与优化，确保冷热源系统及设备性能符合设计要求、能效达标并稳定运行的精细化管理过程。

重庆工程建设

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 高效冷热源系统的设计应根据重庆气候条件和建筑功能，在保证室内热环境的前提下，采用性能化设计方法。

3.1.2 高效冷热源系统设计前应对建筑物的空调冷热负荷需求、使用时间、使用要求等空调系统的运行特点进行分析。

3.1.3 高效冷热源系统中的冷水机组、锅炉、热泵机组、冷却塔和水泵等设备应根据设计要求提供设备变工况性能参数及阻力特性参数。

3.1.4 高效冷热源系统应具备系统性能参数和能耗数据监测系统，宜设置智能化动态调控系统。

3.1.5 高效冷热源系统在使用前应完成设备性能调试，并结合系统使用，开展联合运行调适。

3.1.6 高效冷热源系统评价应在工程竣工验收，且至少运行一个完整的供冷、供热周期后进行。

3.2 性能化设计

3.2.1 高效冷热源系统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、负荷累计概率分布等特征进行分析。

3.2.2 冷热源机组数量、类型、容量设计应结合负荷分布特征进行匹配，并给出运行调控策略。

3.2.3 输配系统及配套设备设计应能保证在负荷需求变动时，

处于高效区间运行。

3.2.4 空调末端设备的容量选择和调控策略应能满足房间负荷变动下的调节要求。

3.2.5 高效冷热源系统设计宜根据负荷特性、设备特性、调控策略开展全过程 BIM 设计与运行管理，并构建智能化平台。

3.2.6 高效冷热源系统的水系统管路设计，应保障管网自身水力平衡。

3.2.7 高效冷热源系统的制冷剂系统管路设计，应根据制冷剂状态分段，按照管路允许压力降和流速要求合理确定。

重庆工程建设

4 设备性能

4.1 冷热源机组性能要求

4.1.1 蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组的能效指标应符合下列规定：

1 定频蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组的能效指标应不低于表 4.1.1-1 的数值；

2 变频蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组的能效指标应不低于表 4.1.1-2 的数值。

表 4.1.1-1 定频蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组的能效指标

主机类型	名义额定制冷量 *CC* kW	性能系数 *COP* W/W	综合部分负荷性能系数 *IPLV/CSPF*
水冷	*CC*≤300	5.40	6.42
	300<*CC*≤528	5.90	6.00
	528<*CC*≤1163	6.40	6.37
	1163<*CC*≤2110	6.50	6.80
	CC>2110	6.60	6.70
风冷	*CC*≤50	3.12	3.46
	CC>50	3.40	3.73
蒸发冷却式	*CC*≤300	4.00	5.00
	CC>300	4.60	5.40

重庆工程建设

表 4.1.1-2　变频蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组的能效指标

主机类型	名义额定制冷量 *CC* kW	性能系数 *COP* W/W	综合部分负荷性能系数 *IPLV/CSPF*
水冷	*CC*≤300	5.30	6.35
	300<*CC*≤528	5.80	7.80
	528<*CC*≤1163	6.20	8.10
	1163<*CC*≤2110	6.40	8.50
	CC>2110	6.50	9.10
风冷	*CC*≤50	3.12	4.50
	CC>50	3.40	4.30
蒸发冷却式	*CC*≤300	4.00	5.40
	CC>300	4.60	5.80

4.1.2　多联式空调(热泵)机组的能效指标不应低于表 4.1.2 的数值。

表 4.1.2　多联式空调(热泵)机组的能效指标

主机类型		名义额定制冷量 *CC* kW	能效指标	
多联式空调(热泵)机组	水冷	*CC*≤28	制冷综合部分负荷性能系数 *IPLV*	7.00
		28<*CC*≤84		6.80
		CC>84		6.60
	风冷	*CC*≤14	全年性能系数 *APF*	5.20
		14<*CC*≤28		4.80
		28<*CC*≤50		4.54
		50<*CC*≤68		4.32
		CC>68		4.10

4.1.3　采用溴化锂吸收式冷(温)水机组时,其能效指标不应低

于表 4.1.3 的数值。

表 4.1.3　溴化锂吸收式冷(温)水机组能效等级指标

机组类型		单位制冷量加热源耗量 *COP*
产品标准	型式	
GB/T 18431	饱和蒸汽压力 0.4MPa	1.19
	饱和蒸汽压力 0.6MPa	1.11
	饱和蒸汽压力 0.8MPa	1.09
GB/T 18362	直燃式机组	1.30

4.1.4　采用锅炉时,在名义工况与规定条件下热效率不应低于表 4.1.4 的数值。

表 4.1.4　燃气锅炉、燃生物质锅炉名义工况下的热效率(%)

锅炉类型	额定参数	额定热效率(%)
燃气锅炉	—	94
燃生物质锅炉	锅炉额定蒸发量 $D \leqslant 10$t/h 或额定热功率 $Q \leqslant 7$MW	80
	锅炉额定蒸发量 $D > 10$t/h 或额定热功率 $Q > 7$MW	86

4.2　水泵性能要求

4.2.1　空调冷热水泵与冷却水泵应采用变频水泵。

4.2.2　水泵应选用高效型,其工作点效率不宜小于 80%,且不应小于 70%。

4.2.3　水泵及其变频电机的效率应达到 2 级及以上能效等级。

4.3　冷却塔性能要求

4.3.1　冷却塔选型应满足系统动态运行需求,降低部分负荷使

用能耗，在满足冷水机组冷却水温度要求情况下，满足冷却塔运行逼近度不高于3℃。

4.3.2 冷却塔在满足使用要求的前提下，应选用高效能设备，宜采用变频风机、变流量、低压降、低阻力、均匀布水等措施，还应符合下列规定：

1 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；

2 冷却塔能效不应低于现行国家标准《机械通风冷却塔 第1部分：中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1《机械通风冷却塔 第2部分：大型开式冷却塔》GB/T 7190.2《机械通风冷却塔 第3部分：闭式冷却塔》GB/T 7190.3 中规定的2级及以上的能效值；

3 冷却塔漂水率依据冷却塔类型，不宜高于现行国家标准《机械通风冷却塔 第1部分：中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1《机械通风冷却塔 第2部分：大型开式冷却塔》GB/T 7190.2《机械通风冷却塔 第3部分：闭式冷却塔》GB/T 7190.3 的规定。

重庆工程建设

5 系统设计

5.1 冷热负荷计算

5.1.1 高效冷热源系统设计，应根据不同类型建筑，进行动态负荷计算，并对负荷组成、分区负荷占比、全年和典型日逐时负荷分布、负荷累计概率分布等特征进行分析，形成可供系统设计使用的负荷分布特征区间。

5.1.2 对于更新改造工程，当负荷计算缺失基础数据时，应根据项目实际情况采用节能数据试算、实测等方式确定。

5.2 冷热源设备匹配

5.2.1 基于建筑动态负荷特征的冷热源机组高效匹配方法可分为5个步骤：

1 运行期逐时负荷计算；

2 运行期负荷特征分析；

3 主机高效区的确定；

4 机组配置比选；

5 制定调控策略。

5.2.2 高效冷热源系统机组选择时，应保证机组在对应运行状态下处于高能效运行。

5.2.3 冷热源系统采用多类型机组耦合时，应结合空调冷热负荷分布特征，分别进行夏季和冬季设备匹配，合理选择机组的台数、单机容量、机组类型，确定机组全年的运行策略。

5.2.4 集中空调水系统设计应进行水力平衡计算，满足管网系

统低阻力和水力平衡的要求。

5.2.5 冷热源系统水泵选型设计，应符合下列规定：

1 根据负荷变化调节需求，确定管网综合阻力系数变化范围，确定管网特性曲线变化范围；

2 合理选择水泵，确定负荷调控状态下的水泵性能曲线与管网特性曲线变化，确定水泵高效运行区间；

3 匹配水泵高效运行区间与管网特性曲线变化范围，合理确定水泵数量和调节状态，使水泵处于高效区运行。

5.2.6 系统末端设备的类型、容量及数量的选择，应结合区域负荷特性确定，满足不同场景下动态负荷的调节需求。

5.3 监测系统设计

5.3.1 高效冷热源系统宜搭建智能化动态调控平台，通过室外气象参数、室内环境状态传感器，智能预测系统负荷；实时监测空调系统末端负荷需求，通过对末端设备、输配系统和冷热源设备的耦合调节，实现运行设备的最优组合，实现冷热源及空调系统的动态调控。

5.3.2 对冷水（热泵）机组，应对下列参数进行自动监测与控制：

1 蒸发器进、出口温度及压力；

2 冷凝器进、出口温度及压力；

3 蒸发器、冷凝器的水流量；

4 制冷剂蒸发压力及温度；

5 制冷剂冷凝压力及温度；

6 压缩机运行功率、电流、电压；

7 蒸发器和冷凝器侧的流量开关状态；

8 机组启停和故障状态；

9 机组报警状态。

5.3.3 对多联式空调（热泵）机组，应对下列参数进行自动监测

与控制：

1 室外机进、出风温度及环境干、湿球温度；

2 各室内机进、出风温度；

3 室外机压缩机排气压力、吸气压力及温度；

4 制冷剂蒸发压力及温度、冷凝压力及温度；

5 压缩机运行功率、电流、电压；

6 室内机、室外机启停和故障状态；

7 电子膨胀阀开度；

8 机组报警状态。

5.3.4 对溴化锂吸收式冷(温)水机组，应对下列参数进行自动监测与控制：

1 冷(温)水进、出口温度及压力；

2 冷却水进、出口温度及压力；

3 冷(温)水、冷却水流量；

4 发生器、吸收器、蒸发器、冷凝器侧溶液温度；

5 蒸汽型机组：蒸汽进汽压力、温度及流量；

6 直燃型机组：燃气进气管压力、流量及燃烧器运行状态；

7 溶液泵、冷剂泵运行电流、电压及功率；

8 溶液泵、冷剂泵运行状态；

9 机组启停和故障状态；

10 直燃型机组排烟温度；

11 机组报警状态。

5.3.5 对燃气热水锅炉(机组)，应对下列参数进行自动监测与控制：

1 锅炉(机组)压力；

2 烟气节能器总进出口水温；

3 执行器状态；

4 锅炉(机组)出回水温度；

5 水流量调节；

6 故障反馈信号；

7 运行反馈信号。

5.3.6 对水(地)源热泵机组，应对下列参数进行自动监测与控制：

1 水(地)源侧进、出口温度及压力；

2 用户侧进、出水温度及压力；

3 水源(地)侧、用户侧水流量；

4 压缩机排气压力、吸气压力及温度；

5 制冷剂蒸发压力及温度、冷凝压力及温度；

6 压缩机运行功率、电流、电压；

7 水(地)源循环泵、用户侧循环泵运行状态、电流、电压及功率；

8 机组启停和故障状态；

9 水源侧水质监测；

10 机组报警状态。

5.3.7 对冷却塔，应对下列参数进行自动监测与控制：

1 冷却水进、出塔水温；

2 环境干、湿球温度；

3 集水盘液位；

4 风机变频器的频率或档位；

5 冷却塔风机电流、电压及功率；

6 风机的运行状态、手/自动状态和故障报警。

5.3.8 对冷冻水泵、冷却水泵和热水泵，应对下列参数进行自动监测与控制：

1 水泵的运行状态、手/自动状态和故障报警；

2 水泵频率；

3 水泵电流、电压及功率；

4 水泵的进出口压力。

5.3.9 传感器、执行器应具有专业的标定证书或检测报告，并应在检测合格有效期内使用。

5.3.10 为适应系统自动调控需求，管路系统管理阀门应采用电动阀门，并联动监测系统实现开度监测、联合控制和调节。

5.4 运行策略

5.4.1 应根据建筑物负荷动态分布和设备匹配对应关系，制定动态调控运行策略，使系统运行状态满足设计高效范围。

5.4.2 应根据建筑物负荷特性、运行时间、气候条件等因素，合理设置冷却塔免费供冷以及冷凝热回收等节能措施。

5.4.3 管网阻抗处于动态变化中的空调水系统宜采用定压调节为主、定温调节为辅的方式。

5.4.4 管网阻抗处于相对恒定的空调水系统宜采用定温调节为主、定压调节为辅的方式。

重庆工程建设

6 施工与运维管理

6.1 施工与调试

6.1.1 高效冷热源系统的施工应严格遵照设计进行，并留存隐蔽工程和施工过程的影像资料。当出现重大设计变更时，应对影响系统高效性能的变化因素进行专项论证。

6.1.2 高效冷热源系统施工前，宜基于3.2.5条全过程BIM设计成果进行深化设计。

6.1.3 高效冷热源系统的冷源、热源、输配、补水定压、水处理、配电及控制等全部或部分功能组件宜以模块形式在工厂制造，并在工程现场装配式组装建造。

6.1.4 高效冷热源系统的模块化组件在运输过程中，应采取防护措施。

6.1.5 施工完毕后，应分别对主机、冷冻水（热水）泵、冷却水泵及冷却塔进行调试。

6.2 调适与运行

6.2.1 高效冷热源系统应基于设计要求，通过调适确保主要用能设备和系统的性能在实际运行工况下达到设定范围。

6.2.2 冷热源系统调适应保障冷热水机组及系统在设定的能效区间运行。

6.2.3 水泵调适应满足系统运行要求，并保证工作在高效区。

6.2.4 冷却塔调适应保障冷水机组及系统在设定的能效区间运行。

6.2.5 其他用能系统应根据需求进行适应性调适。

6.2.6 高效冷热源系统应建立智慧管理平台，保障系统智能采集、自动调控、科学管理。

6.3 管理与维护

6.3.1 高效冷热源系统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，应包括高效冷热源系统设计、施工、调适、验收过程形成的文件和成果；

2 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。培训宜由顾问单位负责组织实施，设计单位、施工单位、调适单位、设备供应商和自控承包商参加。

6.3.2 运行维护单位应建立高效冷热源系统运行管理、维护检修管理、安全管理等规章制度，运行维护作业需采用工作票管理。

6.3.3 运维人员应经培训、考核，并按规定取得相应级别的操作证后方可上岗操作。运维操作应按照系统集成商和产品制造厂提供的使用说明、操作规程以及设计文件的规定进行。

6.3.4 运行维护单位应每 6 个月不少于 1 次对冷热源系统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评估与分析，根据评估结果进行持续提升运行能效。

6.3.5 应编制年度维护保养计划，并对计划的实施情况进行有效监管。保修期满的设备应采取措施确保维护保养服务的连续性。

7 系统评价

7.0.1 高效冷热源系统设计阶段应进行名义工况能效评价，宜进行全年能效评价，评价报告由施工图设计单位出具。

7.0.2 高效冷热源系统设计阶段的能效评价应包括下列内容：

1 系统负荷分析；

2 设备性能匹配；

3 管路设计计算；

4 运行管理策略。

7.0.3 高效冷源系统的设计能效等级按表 7.0.3 进行划分。

表 7.0.3-1 高效冷源系统能效等级

高效冷源系统能效等级	高效冷源系统能效比限值 *EER*(W/W)
1 级	6.5
2 级	6.0
3 级	5.5

7.0.4 当热源设备为燃气锅炉或燃气热水机组时，热源系统名义设计工况能效比 HER_d 和全年设计能效比 HER_{ad} 不应低于 2.70。

附录A　热源系统名义设计工况能效比计算方法

A.0.1　热源系统名义设计工况能效比按下式计算：

$$HER_d = Q_d / \sum N_d$$

式中：HER_d——热源系统名义设计工况能效比(kW/kW)；

Q_d——名义设计工况下热源系统制热机组总制热量(kW)；

$\sum N_d$——名义设计工况下热源系统各耗能设备的输入功率之和(kW)，含制热机组、一级泵、二级泵；制热机组燃气耗量应折算成用电量后计入。

A.0.2　燃气热源系统名义设计工况能效比按下式计算：

$$HER_d = Q_d / (W_g * q_1 / q_2 + \sum N_d)$$

式中：HER_d——燃气热源系统名义设计工况能效比(kW/kW)；

Q_d——名义设计工况下燃气系统制热机组总制热量(kW)；

W_g——名义设计工况下燃气系统总耗气量(m^3/h)；

q_1——天然气与标煤折算系数，按《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 附录C.0.7条，取1.21kgce/m^3；

q_2——综合发电煤耗，按《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 附录C.0.7条，取0.33kgce/kWh；

$\sum N_d$——名义设计工况下，热源系统除燃气制热机组外用电设备总输入功率(kW)。

本标准用词说明

1 为了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时，写法为：“应符合……的规定（或要求）”或“应按……执行”。

重庆工程建设

引用标准名录

1.《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613

2.《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577

3.《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761

4.《离心泵能效限定值及能效等级》GB 19762

5.《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50234

6.《空调通风系统运行管理标准》GB 50365

7.《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736

8.《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015

9.《建筑环境通用规范》GB 55016

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.《机械通风冷却塔 第2部分:大型开式冷却塔》GB/T 7190.2

12.《机械通风冷却塔 第3部分:闭式冷却塔》GB/T 7190.3

13.《空气调节系统经济运行》GB/T 17981

14.《直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组》GB/T 18362

15.《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

16.《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431

17.《水(地)源热泵机组》GB/T 19409

18.《供暖通风与空气调节术语标准》GB/T 50155

19.《绿色建筑评价标准》GB/T 50378

20.《既有建筑绿色改造评价标准》GB/T 51141

21.《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350

22.《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ/T 334
23.《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346
24.《公共建筑能源管理技术规程》T/CABEE 003
25.《高效空调制冷机房智能控制系统技术规程》T/CECS 1544

重庆工程建设

重庆工程建设

重庆市工程建设标准

高效冷热源系统技术标准

DBJ50/T-541-2026

条文说明

重庆工程建设

2026 重 庆

重庆工程建设

目　次

1　总则 …… 27
3　基本规定 …… 29
3.1　一般规定 …… 29
3.2　性能化设计 …… 31
4　设备性能 …… 34
4.1　冷热源机组性能要求 …… 34
4.2　水泵性能要求 …… 34
4.3　冷却塔性能要求 …… 35
5　系统设计 …… 37
5.1　冷热负荷计算 …… 37
5.2　冷热源设备匹配 …… 38
5.3　监测系统设计 …… 40
5.4　运行策略 …… 41
6　施工与运维管理 …… 44
6.1　施工与调试 …… 44
6.2　调适与运行 …… 46
6.3　管理与维护 …… 47
7　系统评价 …… 51

重庆工程建设

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 2019 年 6 月，国家发展改革委、工业和信息化部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，对制冷机房能效水平提升提出了明确要求。2024 年 3 月，国务院印发《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》，提出大力推动生产设备、用能设备、发输配电设备等更新和技术改造，加快推广能效达到先进水平和节能水平的用能设备，分行业分领域实施节能降碳改造。同时，重庆市《关于推动城乡建设绿色发展的实施意见》明确全市城镇新建民用建筑全面执行绿色建筑标准，高效冷热源系统是满足绿色建筑能源利用要求的关键支撑。

但是，当前的基础标准仅对能效进行了节能的底线规定，各方面尚未明确“高效”的指向要求。同时，目前已有的和在编的高效机房（系统）标准，主要针对单一制冷，对于重庆的气候、负荷特点的对应性不足，对重庆在开展空调高效冷热源系统设计、运管方面，尚不能起到有效指导。因此为了推动空调高效冷热源系统在重庆的发展，实际指导和规范重庆建筑空调冷热源系统的高效构建，切实提升冷热源系统运行时的制冷和供暖能效，编制本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市民用建筑和工业建筑中采用非蓄冷蓄热型的、新建和改造的集中冷热源系统（非工艺制冷、制热）设计、施工与运维管理，其他类型的建筑的新建与局部改造可参照执行。

1.0.3 本标准针对空调高效冷热源系统的特点和要求，主要围绕系统效率提升在设计思路、技术指标、技术措施等方面进行了

专门规定，而对于空调系统本应遵循的相关标准的技术要求没有再进行重复，因此在进行高效冷热源系统设计时，除应符合本标准规定外，尚应符合国家和重庆市现行有关标准的规定，包括但不限于如现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577、《空调通风系统运行管理标准》GB 50365、《空气调节系统经济运行》GB/T 17981、《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、《机械通风冷却塔 第1部分：中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1等相关标准。

重庆工程建设

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 空调冷热源系统的高效运行，是系统高效设计的最终目的。而冷热源系统的运行状态，受到室外、室内状态的耦合影响，而保证室内环境舒适需求是设备系统存在的首要目的，因此，空调冷热源系统的运行，首先应该满足室内热环境的需求。在此基础上，应结合建筑不同功能需求，依据室内外气候环境状态的动态变化，合理确定满足不同状态时的冷热源系统实际状态，并以此为导向，选择高效能设备、进行管网设计匹配以降低输配系统能耗、优化空调系统运行策略，实现设备、管网与运行调控的协同匹配，最终实现冷热源系统的高效运行。

3.1.2 高效冷热源系统的核心在于系统能够响应实际状态下的动态变化，因此，充分了解系统所服务的建筑的实际需求和客观运行状态，对于合理确定系统配置和设定动态调控策略具有重要基础支撑作用。

对于需要分步实施、分期建设的冷热源站，应对分期负荷特点进行研究，针对性地进行设备配置，并可利用数字模拟仿真技术分析系统高效运行状态。

3.1.3 受室外气象参数的影响，供冷季期间建筑的冷负荷、冷却塔出水温度会发生变化，供热季期间建筑供热需求、热泵供热能力亦会发生变化，因此在整个制冷制热期间冷热源设备均会涉及变温度、变流量工况的运行。为优化冷源与热源系统的运行策略，并预测整个冷源与热源系统的全年运行能效，需要确定冷热源设备的变工况运行参数。

冷热源主机设备制造企业应提供机组在不同冷(热)水出水温度、冷却水进水温度、不同负荷率和不同流量下的冷(热)源主机的制冷(热)量和输入功率等性能参数,并保证其准确性。高效冷热源系统的冷水泵、冷却水泵、热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,对于联合运行的水泵还应提供联合水泵的流量扬程曲线,以及水泵联合运行时的变工况性能参数。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的制定提供依据。

当冷热源设备有明确定制要求时,制造商应提供定制性能符合设计要求的出厂检验或第三方检验报告等证明文件。

同时,冷热源系统中设备和附件的阻力特性参数,对循环水泵的选型至关重要。在满足设计要求的同时,为降低输配系统的能耗,应选用低阻力的设备和附件。

3.1.4 为了保证高效冷热源系统的运行状态,同时做到对运行状态的实时掌控,应对反映系统运行状态和运行能效水平的关键参数进行监测,包括但不限于系统及设备的流量、水温、压力、能耗等参数,并推荐基于监测参数,采用智能化手段进行对标分析,由此形成相应调控策略,保证系统始终保持在设计要求的高能效水平。

3.1.5 目前我国机电系统建设主要采用的是以各种施工验收标准为依据的验收机制,主要由施工单位根据国家相关施工验收标准的要求,在竣工阶段前进行建筑机电系统调试工作,调试工作的重点是保证施工质量和主要设备的正常启动运转,而设备与系统的实际性能、不同设备和系统之间的匹配性以及调控功能的验证往往被忽视,使得目前我国机电系统的实际运行能效和设计预

期存在较大差异。

调适指的是系统调试合格、投入运行后，结合实际工况开展的精细化优化与性能提升工作，随着我国对建筑空调系统实际运行效果和能效要求的不断提高，调适技术已经在我国得到快速发展。高效冷热源系统调适不仅是提高冷热源及整个空调系统实际运行能效的重要手段，也是节约建筑能耗、保证工程质量、提升建筑品质的重要手段。

3.1.6 高效冷热源系统的评价以实际运行效果为导向，以实际运行数据为基础，因此要求参评冷热源系统应至少稳定运行一个完整的供冷、供热周期，其制冷（热）效果应满足建筑内大部分末端空调房间热舒适度需求。参评的空调冷热源系统应为整个系统，不得从整个系统中剔除部分设备后参与评价。

3.2 性能化设计

3.2.1 高效冷热源系统设计需基于逐时动态负荷模拟技术，综合分析负荷构成和时间分布特性，重点研究全年运行周期及典型工况下的逐时负荷波动规律，并通过构建负荷累计频率分布曲线进行系统性评估，以揭示负荷概率分布特征并指导系统优化。

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，选择合理的冷热源方案，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。

负荷占比结构需分解围护结构传热、新风负荷、设备运行等组分贡献度，结合建筑使用功能建立负荷动态关联模型，分析对象主要包括分类负荷、分项负荷和分区负荷。设计中应根据全年逐时冷热负荷的分布，结合数理统计原理，合理确定负荷分布结构，从而为后续设备匹配和运行调控策略提供基础数据支撑。

3.2.2 冷热源机组作为高效冷热源系统的主要设备和能耗对

象，也是系统设计的主要对象，因此，也是应重点匹配负荷分布特征的设备。在设计时，应根据负荷分布特征，充分结合设备性能特征，合理采用设备数量调节、性能调节等措施，使运行冷热源机组始终处于高效区间。

3.2.3 作为动态运行状态下主要的可调控设备，输配系统的能源消耗一直是节能改造的重点对象，因此，对于高效系统的设计，首先做好合理配置，是确保后期可实现高效调控的前提。

高效冷热源系统设计时的能效模拟所采用的控制策略应实现冷热源侧与负荷侧的协同，实现按需供能；应以空调系统整体高效为原则，避免冷热源系统、输配系统、末端设备各部分分别设定孤立的控制目标的情况。

3.2.4 末端设备是冷热源系统能量传递的终端，直接对应热环境需求。在系统全流程动态运行中，末端设备需实时感知负荷变动并快速响应，通过精准调控将负荷需求反馈至输配系统及冷热源主机，形成全环节的协同联动机制，保障整个冷热源系统的动态适配性。

3.2.5 基于高效冷热源系统设计的核心要素——动态响应，其除了在设计阶段做好配置外，更重要的能够在运行阶段实现调控，因此，需要实现从设计到运行全流程的信息传递，从而实现包括动态预测、策略响应、智能调控等的需求。

设计阶段需搭建包含冷热源机组、输配管网、监测系统等核心要素的 BIM 模型，明确模型交付标准，确保模型可直接用于施工阶段的深化设计。智能化平台可根据累计数据情况，适时集成机器学习模块，基于历史数据提供最优化的运行策略。

3.2.6 管路系统是高效冷热源系统的重要组成部分，也是暖通空调设计的核心内容之一。设计的根本宗旨是通过合理的管网配置，最大限度实现管网自身水力平衡，因此宜以管网自身水力平衡为主要措施，减少采用增设阀门等额外阻力的设计调控措施。

当前系统中大量采用的平衡阀等设备，核心原理是通过设置

局部大阻力实现管网阻力均衡，本质是人为增加管网阻抗，会产生额外能源消耗，不应作为性能化设计的主要手段。管网设计应优先通过优化管径选择、合理布置管道路径等方式，使并联环路之间压力损失相对差额控制在合理范围，从源头实现水力平衡，降低系统运行能耗。

3.2.7 变制冷剂流量系统在大量的系统中被采用，但大量的系统并没有进行科学的制冷剂管路设计，这可能造成系统流量不足、能源浪费等多种现象。而制冷剂管路与冷热水管路不同的是，制冷剂管路中的制冷剂状态随着其在系统流动的位置不同，处于不同的状态，为了保证制冷剂能够在设定的位置达到要求的状态，以及为了保证机组正常运行能够满足的回油等要求，对于制冷剂管路的计算应进行科学的设计计算，不应简单根据所连接的末端设备配管予以简单确定。

重庆工程建设

4 设备性能

4.1 冷热源机组性能要求

4.1.1 水冷和蒸发冷却式机组采用 IPLV 指标评价，风冷机组采用 CSPF 指标评价。

4.1.3 执行 GB/T 18431 机组的能效指标为单位制冷量加热源耗量，执行 GB/T 18362 机组的能效指标为 COP。

4.1.4 本标准立足高性能设备要求与绿色化定位，在综合了现行相关规范标准要求的基础上，结合对国内主要设备生产厂家的调研，并基于国家标准的设备类别，确定了高性能设备的性能参数。

4.2 水泵性能要求

4.2.1 空调冷热水泵、冷却水泵宜采用变频离心水泵，配置的变频专用电机应优先采用永磁同步电机。变频冷冻水泵可大范围调节流量，但不得低于冷水机组最小流量要求。

根据当前研究，为适应负荷变化，水泵可在 50%～90%的负荷范围内，通过调节变频电动机，实现变频运行，以降低运行能耗，达到动态调节的目的。但应注意，根据当前研究，当负荷率低于 50%时，水泵的效率将大幅下降，此时不应只依靠水泵变频，而应联合数量调配，实现整体高效的要求。

4.2.2 本条参照目前常用的多种类型水泵（离心泵、轴流泵、混流泵），根据水泵运行效率曲线，当工作效率点处于 70%～80%范围时，水泵处于高效运行区间。

4.3 冷却塔性能要求

4.3.1 冷却塔是空调系统的主要设备之一，冷却塔冷却能力直接影响空调机组制冷能耗。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，冷却水温度适当降低，可降低冷却塔运行能耗，同时提升冷水机组能效。冷却水供水温度受室外气象参数、冷却塔热性能、控制方式、经济性、建筑布局条件限制等影响，无法实现无限降低。逼近度越低，冷却塔设备尺寸越大，初期投资成本也会相应显著增加。

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，选取低于标准工况的逼近度，从而降低冷却水供水温度。以重庆地区为例，可结合当地空调计算室外湿球温度，选取适宜的逼近度开展冷却塔选型工作。

若冷却塔放置位置通风散热效果不良或冷却塔周围设置消声百叶等降噪措施且影响冷却塔散热时，需考虑进风返混引起的进风湿球温度升高的影响，进一步修订选型湿球温度取值。

4.3.2 为提高冷却塔运行效率，一般从冷却塔的结构设计、运行工况监测调节、水质管理入手，实现低压降、低阻力运行。

冷却塔的外形设计成流线型可以减弱气流分离现象，有效减少空气流动的阻力；进风口的面积和形状要根据冷却塔的风量需求进行合理设计，可在冷却塔内部安装导流板、导流檐等装置，避免气流紊乱和局部涡流的产生有效降低阻力；在冷却塔的循环水管道系统中，要减少冷却水管道的长度和弯头数量，并选用阻力系数小的阀门和管件，以降低水流阻力。

实际运行过程中，应在冷却塔的进风口、出风口、管道等关键位置安装压力监测装置，实时监测压力变化，合理调节冷却塔的运行参数，避免在过度通风或者过度供水的情况下运行，进而实

现低压降、低阻力运行。

冷却塔在 30%～100%冷却水变流量供水工况下，塔组填料应能布水均匀，水膜率高，可充分利用所有冷却塔填料的换热面积，获取尽可能温度低的冷却水。

重庆工程建设

5 系统设计

5.1 冷热负荷计算

5.1.1 空调冷热源形式选择、主机容量匹配、末端设备选型及系统运行策略制定等核心设计内容，均以建筑冷热负荷为基础依据，因此高效冷热源系统设计必须开展动态负荷计算与特征分析，为系统高效构建提供技术支撑。

动态负荷计算是指通过建立建筑热工模型，采用标准年逐时气象参数（气象资料可依据行业标准《建筑节能气象参数标准》确定或采用气象局提供的近几年实测资料），计算建筑逐时冷热负荷值的过程，逐时逐项负荷计算是空调系统节能设计的必要技术手段，可全面掌握建筑负荷的动态变化规律。

基于动态负荷计算结果，应重点开展下列特征分析：

1 负荷组成分析：明确围护结构传热、太阳辐射热量、人体散热量、照明散热量、渗透空气带入热量、设备散热量等分项负荷的占比情况。不同功能建筑的负荷组成差异显著，例如重庆地区地下超市以人体散热、照明散热、食品物料散热等内负荷为主，系统设计可侧重冷源高效策略；内、外区界限明显的大中型建筑，内区冬季仍可能存在供冷需求，可优先选用水环热泵或复合冷热源系统；

2 分区负荷占比分析：针对大型产业园区、公共建筑、超高层建筑等负荷侧系统复杂、阻力较大的项目，结合建筑设计特点和使用功能划分负荷区域，为空调水系统、风系统的合理划分及水力平衡设计提供依据；

3 时间分布特征分析：通过统计分析或计算机软件建立性

能化分析模型，重点研究全年 8760 小时逐时负荷分布、典型日负荷波动规律及负荷累计概率分布，结合冷热源机组、水泵、冷却塔等设备的高能效运行区间特性，为设备类型选择、容量匹配、台数搭配及运行调控策略制定提供基础数据支撑。

5.1.2 对于更新改造的建筑，由于图纸档案保存久远无法获取相应围护结构参数时，可根据项目修建年份围护结构节能数据，结合对项目实际情况的调研，并应同时对更新改造项目的运行特征、更新改造目的等进行充分了解，以此作为计算依据，开展相关分析。

5.2 冷热源设备匹配

5.2.1 **1** 建立建筑模型，进行运行期逐时负荷计算，获得负荷分布曲线；

2 根据负荷计算数据，分析运行期负荷率时间分布。系统工作时各时刻冷负荷占设计冷负荷的百分比，定义为负荷率，宜从 0～10%到 90%～100%统计共 10 个负荷率区间的时间占比；

3 根据产品样本提供的主机性能曲线，确定机组的高效区；

4 制定机组类型和容量配置比选方案，根据建筑负荷时间分布特征计算不同配置方案的运行能耗，比较各方案的运行能耗，从而选取合适的机组类型和容量配置；

5 根据机组的高效区负荷率限值，制定合适的机组启停策略。

5.2.2 不同类型、不同机头的冷源机组，高效区间均有差异，设计时应根据产品特性曲线进行高效区间机组的选择。以单机头为基础，对于螺杆机，建议定频螺杆机的高能效负载率为 80%～100%，变频螺杆机的高能效负载率为 40%～60%；对于离心机，建议定频离心机的高能效负载率为 80%～95%；变频离心机的高能效负载率为 70%～90%。多机头参数以实际为准。目前冷机机组更新换代及新机组的更迭较快，以上区间范围仅为参考，以

产品实际性能进行系统设计。

高效冷热源系统冷热源设备用能、能效的选取，应满足其他现行国家标准要求。高效冷热源系统机组选型，应根据全年和典型日逐时负荷分布、累积负荷分布特征，通过机组台数、容量、类型及不同的机组搭配形式，经高效匹配分析比较后确定机组选型，使得所选机组均处于高效运行区间。

1 当负荷分布集中在50%～100%负荷段时，根据空调系统冷负荷值，选取对应高效运行区间机组，在此区间段，侧重于大型冷水机组的高效运行或通过台数控制实现机组的高效运行区间；

2 当负荷分布集中在25%～50%负荷段时，根据空调系统冷负荷值，选取对应高效运行区间机组，在此区间段，侧重于大、中、小冷水机组的搭配选型，使得机组在高效运行区间；

3 当负荷分布集中在0%～25%负荷段时，根据空调系统冷负荷值，选取对应高效运行区间机组，在此区间段，侧重于小型机组选用调节性能及部分负荷性能优良的机组形式；

4 对于大规模制冷站、间歇性运行的大型场馆等，根据负荷特性分析，可选用与之相匹配的单个定频机组容量，通过台数调节实现节能；

5 对于变频机组，应考虑其在运行负荷变化范围内，维持高效运行。

5.2.3 由于机组冬夏季供热和供冷能力不同，与此同时，重庆地区大量建筑也呈现冬夏冷热负荷相差较大、负荷波动较大的现象，因此，若冬夏采用同一匹配方案，易造成机组在极端工况下低效运行或供能不足，需结合夏冬负荷特征分别开展设备匹配，确保不同季节机组均处于高效运行区间。

机组容量配比应遵循能量梯级利用原则，优先采用可再生能源机组承担基础负荷，常规机组承担峰值负荷；蓄能型耦合系统应优化充放能时序，低谷电价时段完成充能，高峰时段优先释能。

5.2.4 空调水系统管网设计应根据流体力学理论，结合管路中

流体流动状态，确定管网流动雷诺数和综合阻力系数，通过经济技术比较确定管网的计算比摩阻。空调水系统布置和选择管径时，应以采取措施降低系统阻力的方式开展，如：优化管网布局，减少管路长度和转弯、采用顺水弯头和三通，适当降低管网流速、使用阻力小的设备、阀门和配件等。不应采用通过额外配置阻力平衡管路的做法。

5.2.5 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，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。

5.2.6 在末端设备选型时，应针对不同朝向、不同的使用时间、不同功能需求（人员设备负荷，室内温湿度要求）的区域，根据末端动态负荷的调节需求进行数量、容量的选择。对于西向房间、大面积玻璃幕墙区域、顶层采光顶等太阳辐射负荷突出的区域，应通过负荷特性分析优化末端容量配置；对于同一风系统内负荷波动大、低负荷运行时间长且需分区控温的场景，宜采用变风量末端装置。

通过类型适配、容量精准匹配及数量合理布局，确保末端设备在全负荷区间均能高效响应调节需求，为冷热源设备与负荷的动态匹配提供终端保障。

5.3 监测系统设计

5.3.1 系统高效的关键是能够在运行过程中根据来自室内外的多种变化参数，做出对应的调节控制响应，从而维持系统设备的

高效运转。因此，智能化调控平台的构建是实现这一复杂过程的有效方法。为了能够满足动态调控的需求，智能化调控平台应该具备对于室内外相关影响系统运行的相关参数、系统运行本身存在的变化参数，以及与这些参数存在关联而产生调控需求的相关系统控制参数进行实时数据采集，并通过系统对标运算，针对策略做出相关调节控制。本条仅对智能化调控系统进行了整体要求，具体内容需要有暖通空调设计人员、运行管理人员、智能化工程师共同联合完成。

5.3.9 传测量及控制精度应符合下列要求：

1 温度传感器精度不低于±0.1℃；

2 冷水机组、冷冻泵、冷却泵和冷却塔等设备宜采用电子电流表进行测量，其精度不低于±0.5%，管道流量计测量精度不低于±1%；

3 压力传感器精度不低于±0.5%FS。

5.3.10 近年来，随着一体式冷水机组的出现和接管技术的升级，很多机组和水泵之间均采用泵机直连的形式，该连接形式相关干扰少，水流量变化小，水力稳定性好，此种连接形式下，机组侧的电动开关阀可以取消设置。

5.4 运行策略

5.4.1 高效冷热源系统的实际运行，应根据系统承担的负荷分布和前期设计确立的设备匹配关系，制定出能够响应负荷和设备特性的运行调控策略，从而真正实现设计时考虑的动态匹配关系。

鼓励系统采用具有智能化数据采集分析和调控功能的平台系统，根据常年累计数据情况的分析，采用集成机器学习等智能化分析手段，基于历史数据提供最优化的运行策略。但应注意基于历史数据的分析策略，需建立在大量数据基础之上，而且可能会存在与实际状态不吻合的预测结果，运维管理人员需结合实际

工况，对由此生成的调控策略进行实时把控。

5.4.2 当室外气候状态满足去除余热余湿需求时，应充分利用自然条件实现高效供冷，但此时应进行热湿处理过程分析，确保能满足室内热环境需求。冷却塔免费供冷通过冬季和过渡季的自然降温替代制冷主机运行，核心优势体现在能源节约、设备保护及经济性提升三方面，与重庆地区气候特征高度适配。在配置时要优先评估建筑冬季和过渡季冷负荷需求，不盲目配置。

冷凝热回收优先用于建筑生活热水制备和冬季新风加热，以减少热源能耗，当热回收需求与制冷需求冲突时，优先满足制冷工况。

5.4.3 空调系统管网阻抗随着季节以及昼夜转换处于动态变化中，根据流体力学原理，只要保持两点间的压差不变，就可以避免流量调节过程中各因素的相互干扰，故处于动态变化中的空调水系统宜采用定压差为主的技术。

定压调节主要由压力或压差传感器、变频控制器（PLC 或 DDC 控制器）、冷冻水泵及管路等组成，它要求空调系统末端装置必须设置能随负荷变化而调节流量的二通阀。

定压调节存在着两种控制方式：

1 供回水干管压差控制

此控制方法的原理是：将压差传感器设在供回水干管间，在控制系统上位机有可设定冷冻系统供水压力或供回水压差的端口，可设定冷冻系统供水压力或供回水压差，根据冷热水循环泵前后的集水器和分水器的静压差，控制冷热水循环泵的转速，使此静压差始终稳定在设定值附近。

2 最不利环路末端压差控制

此控制方法的原理是：将压差传感器设在末端支路两端，根据空调水系统中处于最不利环路中空调设备前后的静压差，控制冷热水循环泵的转速，使此静压差始终稳定在设定值附近。

5.4.4 当管网阻抗相对恒定时，根据流体力学的原理，水系统中

的流量与水泵的扬程之间存在稳定的关系，此时采用定温调节，可以使得管网运行环境稳定，有利于延长设备使用寿命。

定温调节主要由温度传感器、变频控制器（PLC 或 DDC 控制器）、冷冻水泵及管路等组成，它要求空调系统末端装置必须设置能随负荷变化而调节流量的二通阀。

定温调节控制方法的原理是：将温度传感器设置在供回水干管两侧，将供、回水温差与设定温差进行比较，控制器根据偏差值控制水泵频率，当供回水温差小于设定值时，系统将降低水泵转速、减小流量以提高温差；当供回水温差等于设定值时，水泵保持原有运行方式；当供回水温差大于设定值时，系统将提高水泵转速、增大流量以降低温差。

重庆工程建设

6 施工与运维管理

6.1 施工与调试

6.1.1 为确保高效冷热源系统的性能，施工过程应严格按图施工，原则上不应进行设计变更。本条文所述的重大设计变更，是指会对系统高效运行性能、节能效果、安全稳定性产生显著影响的设计调整。当出现上述变更时，必须对其造成的影响开展专项论证。同时，施工过程中也应尽可能减少施工工艺可能带来的影响系统能效的做法，高效冷热源系统的施工，应满足包括但不限于以下的要求：

1 主机接口与水泵接口标高应保持水平，直进直出，减少翻弯；水泵入口应采用上平式偏心大小头，以防止气蚀的产生；

2 过滤器在安装前和安装后应及时清理，应采用篮式、角式等过滤器或全自动高效反冲洗的低阻力过滤器。止回阀应采用缓闭式、旋启式等止回阀；

3 管路施工中，上翻管道及机房管道最高点应安装自动排气阀；管路弯头应采用135°低阻力弯头，成品顺水三通，90°弯头弯曲半径不小于1.5D；管路系统应预留温度、流量等传感器验证的测试位置；

4 冷冻与冷却水系统宜安装自动脱气脱氧装置，减少气阻、气蚀。冷却水系统需要配置自动加药设备，并储备足够的药剂。

6.1.2 有着信息完备性、信息关联性、信息一致性、可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性多种特点的BIM技术可通过建模及通过深化模型进行施工方案优化，施工前模拟和工程量计算等使用功能，从而完成施工前准备事项，优化施工工序，减少施工误

差与施工碰撞，而且由于施工前已完成图纸深化，在施工中因图纸问题引起的设计变更可以在事前解决，大大缩短因变更而造成的停工时间。因此，本条推荐高效冷热源系统施工前采用BIM技术进行深化设计。深化设计不得偏离设计阶段BIM模型的核心技术要求，若因施工条件需调整关键参数，应按要求开展专项论证，并同步更新设计阶段BIM模型及智能化平台数据。

6.1.3 高效冷热源系统的各功能模块在工厂制造，各主要设备与附件模块化集成，有利于性能匹配，便于检测与调适。安装现场以模块组装方式集成建造，有利于实现节材、降低施工过程碳排放，并改善施工现场环境、提高施工效率。

6.1.4 模块化组件在运输过程中，应根据组件的结构特性、材质及尺寸，采取针对性防护措施：

1 对于主机、水泵等重型设备模块，应设置刚性支撑与缓冲垫层，防止运输颠簸导致的设备位移或部件松动；

2 对于管路、阀组等易形变组件，应采用定型支架固定，避免外力挤压造成管路变形；

3 对于控制模块、传感器等精密元件，需进行防潮、防震包装，并采取防碰撞防护；

4 运输过程中应规范装卸操作，避免野蛮搬运，确保模块化组件到场后保持完好状态。

6.1.5 高效冷热源系统在使用前完成设备性能调试，是系统联合运行调适的前提。设备性能调试包括且不限于：

主机调试：根据最佳部分负荷率电子表格或曲线，对应冷却水的进水温度及冷冻水出水温度设定值确定机组的最佳负荷值，也可以根据冷却水进水温度与冷冻水出水设定值计算确定最佳负荷值。根据末端负荷实测需求，计算需要投入的机组规格和台数，实现最优台数控制。

冷冻水（热水）泵调试：根据实测末端冷冻水（热水）流量需求、最不利环路的压差变化和冷冻水（热水）进出水温差变化，精

确控制流量分配和水泵的运行频率，确保冷冻水（热水）的供回水温差大于或等于设计值。

冷却水泵调试：根据实测水流量需求和冷却水进出水温差变化精确控制冷水主机并联回路的动态压力平衡和水泵运行频率，确保冷却水的供回水温差大于或等于设计值。

冷却塔调试：根据出水温度与室外湿球温度的差值变化分别控制风机的运行频率，确保冷幅和逼近度在合理水平。

6.2 调适与运行

6.2.1 通过对冷热源系统的检查、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，称为调适。通过科学的调适，建筑冷热源系统可以提高能源效率、降低能耗与维护成本，也可验证冷热源系统是否达到了设计预期的性能指标，确保系统能够满足建筑的实际需求，调适过程中会采集大量的运行数据，这些数据可以为后续的智能化管理提供基础。

6.2.2 冷热水机组调适应考虑：

1 在接近额定工况下，冷热水机组的实测运行功率、电流、电压，是否过载，系统运行是否安全平稳；

2 在接近额定负荷工况下，冷热水机组的实际制冷量、性能系数 COP 是否达到样本的标称值；

3 在接近额定工况下，冷热水机组的蒸发器和冷凝器趋近温差是否合理；

4 校验冷热水机组的温度、冷量、热量、功率等传感器准确性；

5 检查冷热水机组是否存在不正常噪音，是否存在三相不平衡，电机温度是否异常。

6.2.3 水泵调适要点：

1 通过测试水泵进出口压力，计算水泵扬程，测试水泵运行

流量和功率，确定水泵实际工作点；

2 通过实际工作点与水泵性能曲线、设计工作点对比，判断其是否工作在设备样本性能曲线上，是否工作在高效区；

3 结合管网的阻力特性曲线和水泵的工作特性曲线，考核二者是否匹配；

4 如果上述三个方面出现不合理情况导致流体输送能耗明显过高，应对水泵和管网系统进行总体调整。调整工作包括阀门的开度、电机电力输入频率，甚至更换水泵等。

6.2.4 冷却塔调适要点：

1 通过测试冷却塔风机功率，冷却塔水流量，进、出水温度，以及冷却塔进、出风的温湿度、冷却塔补水量和冷却塔周边环境温湿度，分析评估冷却塔冷却性能；

2 判断冷却塔换热效率是否合理，风水比是否合理，是否存在循环风短路现象。

6.2.5 调节内容应包括但不限于供暖系统、通风系统、空调系统、给水系统、排水系统、热水系统、控制系统、信息系统、监测系统等。调节目的为确保各系统实现不同负荷工况运行和用户实际使用功能的要求。

6.2.6 智慧管理平台应包括但不限于物联应用平台、设备控制平台、设备设施运维管理平台、能源运营精细化管理平台、数据管理平台、应急预警管理平台、统一门户管理平台、终端智慧供应平台等。其中，物联应用平台负责对接传感器、执行器等终端设备，保障数据采集的实时性与准确性；设备控制平台实现调适策略与运行指令的自动下发；能源运营精细化管理平台聚焦能效监测与优化，为调适效果验证和运行能效提升提供数据支撑。

6.3 管理与维护

6.3.1 运维管理单位宜采取全生命期的管理理念实施运维管

理，运维管理人员宜在设计阶段开始介入项目的技术规划，应全程参与项目的调试、验收、交付与调适。关于设计、施工、调适、竣工、检修及运行管理记录等技术资料应收集齐全，并电子化归档。培训内容基于系统手册及操作指南确定，结合物业管理单位的需求确定培训内容、深度、形式及次数。

6.3.2 工作票管理是指针对设备检修、维护、试验等需要进行的工作，通过工作票的形式，对工作任务、工作范围、工作时间、工作负责人、安全措施等关键信息进行记录和管控的一种管理模式。

工作票管理能够为安全监督提供了清晰的标准和依据，管理人员可以根据工作票检查工作是否符合要求，其规定了工作的标准操作流程，能够有效防止工作人员因疏忽或不熟悉设备而产生误操作，同时在发生事故或问题时，工作票可以作为追溯责任的重要依据。

6.3.3 制冷证，全称制冷与空调作业证，分为制冷与空调设备运行操作作业证与制冷与空调作业设备安装修理作业两个操作项目，属于特种作业。

暖通空调运维人员的作业种类主要有特种设备安全管理(A)、锅炉作业(G)、压力容器作业(R)、安全附件维修作业(F)。

6.3.4 运行维护单位应将冷热源系统设备的运行安全放在首要位置，安全防护装置的工作状态应定期检查。例如：当制冷机组采用对人体有害的制冷剂时，定期检查、检测和维护制冷剂泄漏报警装置及应急通风系统，确保泄漏报警装置及应急通风系统的各项功能正常有效。冷热源的燃油、燃气管道系统的防静电接地装置定期检查、维护、试验，确保防静电接地装置功能正常有效。压缩式制冷机组的安全阀、压力表、温度计、液压计等装置，及高低压保护、低温防冻保护、电机过流保护、排气温度保护、油压差保护等安全保护装置应齐全，并应定期校验。压缩式制冷设备的冷冻油油标应清晰醒目，油位应正常，油质应符合设备要求。

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。例如：冷水机组频繁启停时，应检查启停逻辑并调整。冷水机组出水温度宜根据室外气象参数和除湿负荷的变化进行设定。多台并联运行的同类设备，应根据实际负荷情况，自动或手动调整运行台数，输出的总容量应与需求相匹配。具备调速功能的设备输出能力宜自动随控制参数的变化而变化。

冷热源系统中关键设备的状态，直接影响系统的正常运行，宜进行预防性维护；主要包括：冷水机组、燃气锅炉、燃气热水机组、热泵机组、冷却塔、循环水泵等。

6.3.5 建立健全对系统定期维护保养和计划维修制度，需要大中修和节能技术改造的设施设备，应制定专项方案。在实际操作过程中，很多运行维护单位对保修期满的设备没有及时采取应对措施，导致两个维保周期间出现空白期。需要延续维护保养服务的，要及时购买。

冷水机组、燃气锅炉、燃气热水机组、热泵机组、冷却塔、循环水泵、阀门、过滤器等设备及阀部件应定期维护，并应符合下列规定：

1 冷水机组（热泵）的蒸发温度和冷冻水出水温度宜每 1h 自动记录一次；当两个温度差超过一定限值时，应检查冷冻水水质并清洗蒸发器；

2 冷水机组（热泵）的冷凝温度和冷却水出水温度宜每 1h 自动记录一次；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；

3 冷却塔风机运行电流宜每小时检测一次，当最大运行电流与电机额定电流存在较大偏差时，需检查皮带松紧度；

4 燃气锅炉、燃气热水机组的容器内部压力、燃料供应压力以及尾气管排放压力应每 1h 自动记录一次；当压力值出现异常

时，应立即联动报警、关闭燃气锅炉供热系统，及时安排专业人员进行故障排查、检修；

5 过滤器两端的压差应每天自动记录一次，当压差超过一定限值时应及时清洗过滤器。系统监测仪表、温控器、传感器、上位机、监测装置等关键器件，应每年进行一次校准和维护。

重庆工程建设

7 系统评价

7.0.1 **1** 高效冷热源系统的能效评价分为设计阶段评价和运行阶段评价，其中设计阶段评价是运行阶段评价的基础和保障，核心包括名义工况能效评价和全年能效评价两类。设计阶段的名义工况能效评价，基于规定的名义工况参数开展；全年能效评价则需结合全年气象条件、负荷特性变化，通过模拟计算得出设计全年能效比 EER_{ad}。由于设计全年能效计算较为复杂、工作量较大，本条明确设计阶段应完成名义工况能效评价，宜完成全年能效评价，相关评价报告均由施工图设计单位出具；

2 运行阶段能效评价应重点核查系统实际能效是否达到设计要求，该评价宜在工程竣工验收且系统稳定运行 1 年后开展，应由独立第三方机构开展；

3 为了提高评价的全面性、系统性、实用性，引导设计和管理去研究冷热源系统整体性措施，提高冷热源系统整体运行能效水平，本标准明确了冷热源系统名义设计工况和全年系统能效比的评价指标、方法和要求。设计阶段出具的能效评价报告，可作为后续运行阶段评价、高效冷热源系统认证或高星级绿色建筑认证的基础依据。

7.0.2 高效冷热源系统设计阶段的性能评价，应遵循系统设计全过程管控的理念，因此，设计阶段的评价内容也应包括本标准中涉及到高效冷热源系统的设计要求的主要内容。评价时，应针对各评价内容在设计过程中的体现，依据本标准的技术要求，进行符合性判定，满足本标准相关技术要求的，认定为达到要求。

7.0.3 高效冷源系统的评价，在满足 7.0.2 条的要求下，为了明确系统高性能的等级划分，本标准参照相关标准设定了等级划分。

1 行业内通常将冷源系统全年运行平均能效比(EERa)不小于5.0作为高效系统的评价指标,其来源于美国采暖、制冷和空调工程师学会(ASHRAE)发布的中央冷水机组监测指南,该指南给出了冷水机房全年平均能效分级,如图7.1所示。

中国工程建设标准化协会标准《高效制冷机房技术规程》T/CECS 1012参照ASHRAE guideline 22-2012制定的高效机房能效等级分级如表7-1所示。

国内高效制冷机房经过10多年的建设和发展,冷水机房全年综合能效已有了较大幅度的提升。结合近年来全国夏热冬冷地区及重庆市已建公共建筑空调系统案例,已有多个项目的制冷机房系统全年平均运行能效比达到6.0,最高达到了7.12。随着科技的进步和发展,以及人工智能和AI技术在高效冷源系统设计、运行中的应用,高效冷源系统的设计和运行能效比必将越来越高。因此将高效冷源系统的设计能效比在美国ASHRAE guideline 22-2012、《高效制冷机房技术规程》T/CECS 1012-2022的基础上提高8%~10%是合理可行的,本条将6.5作为1级能效、6.0作为2级能效、5.5作为3级能效的设计目标值。

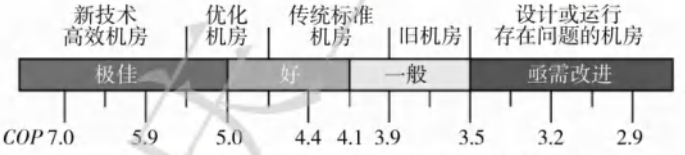

图7.1 美国ASHRAE高效机房能效指标

2 高效冷源系统的设计能效比可依据《高效空调制冷机房评价标准》T/CECS 1100的规定进行计算。计算时,冷冻水泵、热水泵应包含一级泵和二级泵,可不含用户换热器后的二次循环泵。

表7-1 高效机房能效等级

能效等级	1级	2级	3级
EER_a(W/W)	6.0	5.5	5.0

7.0.4 **1** 现有节能技术标准只对燃气锅炉或燃气热水机组的热效率规定了最低限值，因此高效热源系统的设计能效比要求不得低于最小限值，不作等级划分。通过对重庆市场上额定热效率不低于94%的一线品牌燃气热水锅炉（机组）在不同应用场景下的空调热水供暖系统进行统计分析，将2.70作为热源系统设计能效比的最小限值是合适的。随着锅炉热效率的提升、热水泵扬程和电耗的降低、智能控制系统的应用，热源系统的能效比还有较大的提升空间。燃气热源系统设计能效比的计算方法参见附录A；

2 当热源系统热源机组为燃气锅炉或燃气热水机组时，热源系统能效按燃气锅炉或燃气热水机组的独立空调供暖工况进行计算评价，不按空调供暖与卫生热水联合运行工况，也不考虑热回收。当热源系统热源机组为热泵机组时（包括风冷热泵机组、水源或地源热泵机组等），只对热泵机组作为冷源系统进行设计能效评价。

重庆工程建设