

ICS 27.200

CCS P 45/49

团体标准

T/DZJN 89—2022

数据中心氟泵空调技术标准

Technical standard for refrigerant pump assisted
air conditioner of data centers

2022 - 05 - 10 发布

2022 - 06 - 10 实施

中国电子节能技术协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 数据中心氟泵空调设备	3
4.1 一般规定	3
4.2 风冷式氟泵空调	5
4.3 蒸发冷凝式氟泵空调	5
5 数据中心氟泵空调系统设计	5
5.1 一般规定	5
5.2 气流组织	6
5.3 系统设计	6
5.4 绝热保温	7
5.5 消声与隔振	7
6 能效评价	8
6.1 氟泵空调全年能效比 (RP-AEER) 试验工况	8
6.2 氟泵空调全年能效比 (RP-AEER) 测试	8
6.3 氟泵空调全年能效比 (RP-AEER) 计算	8
7 施工安装	9
7.1 一般规定	9
7.2 室内机安装	9
7.3 室外机安装	9
7.4 管道、管件的安装	10
8 调试验收	11
8.1 一般规定	11
8.2 调试	11
8.3 竣工验收	12
9 运行维护	13
9.1 一般规定	13
9.2 定期维护	13
附录 A	16

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电子节能技术协会数据中心节能技术委员会提出。

本文件由中国电子节能技术协会归口。

本文件主要起草单位：深圳市艾特网能技术有限公司、北京电信规划设计院有限公司、北京工业大学。

本文件参与起草单位：中国电子节能技术协会数据中心节能技术委员会、西安工程大学、中国建筑设计研究院有限公司、中通服咨询设计研究院有限公司、天津商业大学、广东海悟科技有限公司、广东申菱环境系统股份有限公司、维谛技术有限公司、上海海立电器有限公司、依米康科技集团股份有限公司、国通（北京）电信工程有限公司、中国计量科学研究院、中国建筑标准设计研究院有限公司、中国移动通信集团设计院有限公司、中国中元国际工程有限公司、中国建筑科学研究院有限公司、北京领智信通节能技术研究院。

本文件主要起草人：贾峻、周峰、杜华锐、任冰、黄翔、吕天文、劳逸民、王桂坤、何为、胡睿、吴金河、黄华镜、周易、李猛、吴晓东、李准、吴晓晖、温晓军、罗海亮、张瑾、黄生云、赵春晓、田振武。

数据中心氟泵空调技术标准

1 范围

本文件规定了数据中心氟泵空调的工程设计、设备制造、施工及验收、运行维护、能效评价的技术要求。

本文件适用于新建、改建和扩建的数据中心内应用的氟泵空调。

数据中心氟泵空调的工程设计、设备制造、施工及验收、运行维护，除应符合本文件外，尚应符合国家现行有关规范、文件的规定。

2 规范性引用文件

下列引用文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 4272 设备及管道绝热技术通则
- GB/T 8175 设备及管道绝热设计导则
- GB 17758-2010 单元式空气调节机
- GB/T 18837 多联式空调（热泵）机组
- GB/T 19413 计算机和数据处理机房用单元式空气调节机
- GB 19576 单元式空气调节机能效限定值及能效等级
- GB 25130 单元式空调机安全要求
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50174 数据中心设计规范
- GB 50242 建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范
- GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范
- GB 50274 制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范
- GB/T 50328 建设工程文件归档规范
- GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50738 通风与空调工程施工规范
- GB 50981 建筑机电工程抗震设计规范
- GB 51348 民用建筑电气设计标准
- GB/T 51410 建筑防火封堵应用技术标准
- T/DZJN 81 数据中心蒸发冷却水质标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

氟泵空调 refrigerant pump assisted air conditioner

一种在部分条件下可采用氟泵装置驱动制冷剂循环,从而实现外部自然冷源利用的计算机和数据处理机房用单元式空调机组。

3.2

氟泵 refrigerant pump

一种专门用于输送非气态制冷剂的泵装置。

3.3

压缩机驱动模式 compressor driving mode

外部冷源温度高于机房内环境温度或大于设定值时,开启压缩机并关闭氟泵。制冷剂在冷凝器释放热量并冷凝成液态后,经节流元件进入室内蒸发器,制冷剂吸收室内热量蒸发成气态进入压缩机,压缩成为过热蒸气后再次进入室外冷凝器,放出热量,完成一个制冷循环。

3.4

氟泵驱动模式 refrigerant pump driving mode

外部冷源温度低于机房内环境温度且不大于设定值时,开启氟泵并关闭压缩机。制冷剂在冷凝器释放热量并冷凝成液态后,由氟泵装置驱动输送至室内蒸发器,制冷剂吸收室内热量蒸发成气态或气液两相态再次进入冷凝器,放出热量,完成一个冷却循环。

3.5

蒸发冷凝式 evaporative condensation

利用空气强制循环和喷淋(或喷雾)冷却水蒸发将制冷剂凝结热带走,此种冷凝方式称为蒸发冷凝式。

3.6

多联式氟泵空调系统 multi-connected refrigerant pump assisted air conditioner

一台或多台氟泵空调室外机连接多台型式、容量不同或相同的直接蒸发式室内机的制冷循环系统。

3.7

单元式氟泵空调系统 unitary refrigerant pump assisted air conditioner

一台(套)氟泵空调室外机连接一台直接蒸发式室内机的制冷循环系统。

3.8

制冷量 cooling capacity

在规定的制冷量试验条件下，单位时间内氟泵空调机组从机房中除去的热量总和，单位为(W)。制冷量等于显热量和潜热量之和。

3.9

制冷消耗功率 cooling input power

在规定的制冷量试验条件下，氟泵空调机组所消耗的总电功率，单位为(W)。

3.10

能效比 (EER) energy efficiency ratio

在规定的制冷量试验条件下，氟泵空调机组的制冷量与消耗的总电功率之比，单位 W/W。

3.11

氟泵空调全年能效比 (RP-AEER) annual energy efficiency ratio of refrigerant pump assisted air conditioner

氟泵空调进行全年制冷时基于全年温度分布系数的加权平均能效比，单位 W/W。

4 数据中心氟泵空调设备**4.1 一般规定**

4.1.1 氟泵空调除应符合本文件的规定外，尚应符合 GB/T 19413、GB 19576、GB 25130 等国家现行文件的相关规定。

4.1.2 氟泵空调形式

- a) 按冷凝器冷却方式分为风冷式、水冷式和蒸发冷凝式；
- b) 按空调系统架构分为单元式和多联式。

4.1.3 氟泵空调应根据室内负荷、室外气象参数的变化自动切换运行模式，以降低能耗。氟泵空调的运行模式可根据产品性能确定，但应包括压缩机驱动模式和氟泵制冷循环模式。运行模式之间应具备自动和手动切换的功能。

4.1.4 氟泵空调的制冷系统、空气循环系统宜采用按需变容量调节设计。

4.1.5 氟泵空调性能系数不应低于 GB 19576 规定的 3 级能效限定值，全年能效比(AEER)不应低于 GB/T 19413 规定的限值。

4.1.6 氟泵空调应能全年连续制冷运行。

4.1.7 氟泵空调在氟泵驱动模式试验工况下的制冷量不应小于机组额定制冷量。氟泵驱动模式试验工况应符合表 1 的规定。

表 1 氟泵驱动模式下制冷试验工况

室内侧		室外侧			
空气入口状态		风冷冷凝式	蒸发冷凝式	水冷冷凝式	
干球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	干球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	进水温度 (°C)	出水温度 (°C)
35	21	5	10	10	15

注：机房空调制冷量的测试方法见 GB/T 17758-2010 附录 A。

- 4.1.8 氟泵空调进入氟泵驱动模式的室外侧温度不应低于表 1 工况，且应尽量提高。
- 4.1.9 氟泵空调在下列条件下应能正常工作：
- 风冷式氟泵空调、蒸发冷凝式氟泵空调室外冷凝器环境温度为 $-35^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ；
 - 水冷式氟泵空调冷凝器进水温度为 $7^{\circ}\text{C}\sim 34^{\circ}\text{C}$ 。
- 4.1.10 氟泵空调的电气设备在下列条件下应能正常工作：
- 在单相 220V 或三相 380V、50Hz 时，输入交流电源电压的波动范围为额定电压的 90%~110%；
 - 室外环境温度为 $-35^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 时；
 - 电气设备应能在海拔高度 1000m 以下正常工作。当海拔高度超过 1000m 时，制造厂需与用户根据协议增加相关措施。
- 4.1.11 氟泵空调的控制应满足以下要求：
- 氟泵空调应具备送风温度控制和回风温度控制，并可根据用户需求选择。回风温度设在 $26^{\circ}\text{C}\sim 42^{\circ}\text{C}$ 或送风温度设在 $14^{\circ}\text{C}\sim 27^{\circ}\text{C}$ 时，温度控制精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；
 - 氟泵空调在运行模式自动切换中，应采取避免受外界冷源波动影响而频繁切换运行模式的措施；
 - 氟泵空调在运行模式切换过程中，应避免对机组的持续供冷造成影响；
 - 氟泵宜采用变频控制。
- 4.1.12 氟泵空调的安全要求除应符合 GB 19413 的有关规定外，还应符合以下要求：
- 制冷系统
储液器装置应设有自动泄压阀和液位指示器。
 - 电气控制和安全保护
氟泵系统应设置扬程过低或过高报警功能；
氟泵驱动模式下应设置蒸发器防冻保护措施及报警功能；
压缩机、风机、氟泵电机应有过热或过载保护器。
 - 压缩机驱动模式和氟泵驱动模式共用制冷剂管道系统时，应采取避免运行模式切换损坏系统部件的技术措施。
- 4.1.13 氟泵空调室内风机宜采用变风量风机，风机风量可随负荷自动调节，以降低能耗。
- 4.1.14 氟泵空调采用集中冷凝器时，宜采用氟泵装置与冷凝器一体化的设置方式。

4.1.15 氟泵空调应具备监测、控制功能，内容应包括参数检测、参数与机组运行状态显示、自动调节与控制、运行模式切换与自动保护等。

4.1.16 氟泵空调应具备通信接口，通信协议应满足监控系统要求，宜采用 TCP/IP、Modbus 等国际通用文件。

4.1.17 氟泵空调宜对以下参数进行监测、显示：

- a) 室内外空气温度、相对湿度；
- b) 压缩机、风机、氟泵等部件的运行状态、容量输出状态；
- c) 氟泵空调配置水泵、加热器、加湿器等部件时，部件的运行状态、容量输出状态；
- d) 介质的进出口温度、压力；
- e) 空气过滤器压差或脏堵状态；
- f) 制冷剂泄漏状态；
- g) 蒸发冷凝式补水装置运行状态；
- h) 蒸发冷凝式喷淋水水位。

4.2 风冷式氟泵空调

4.2.1 风冷式氟泵空调宜采用无极变频调速室外风机，且氟泵驱动模式下应具备蒸发器防冻保护功能。

4.2.2 风冷式氟泵空调宜采用模块化集中式风冷冷凝器。

4.3 蒸发冷凝式氟泵空调

4.3.1 蒸发冷凝式氟泵空调在环境温度 5℃以下时，系统中的蒸发冷却用水应可全部排出，空调冷却方式应由蒸发冷凝式自动切换为风冷式。

4.3.2 蒸发式冷凝器应符合以下规定：

- a) 需充分考虑项目所在地水质、环境对其产生的影响，在蒸发式冷凝器设计计算时应根据设备的结构及材质考虑必要的污垢系数；
- b) 蒸发式冷凝器的类型、构造、材质应与氟泵空调系统的使用要求相适应；
- c) 应效率高、结构紧凑、使用寿命长、便于维护；
- d) 应充分考虑防结垢措施，且应定期对其进行除垢清洗；
- e) 宜在排风口处设置挡水板；
- f) 宜设计成模块化的产品；
- g) 寒冷和严寒地区的蒸发式冷凝器应有防冻措施。

4.3.3 蒸发冷凝式氟泵空调循环冷却水水质、补充水水质应符合氟泵空调产品技术要求。氟泵空调产品未提出要求时，可按照 T/DZJN 81 有关水质要求执行。

5 数据中心氟泵空调系统设计

5.1 一般规定

5.1.1 数据中心氟泵空调系统设计除应符合本文件的规定外，尚应符合 GB 50019、GB 50736、GB 50174、GB 51348、GB 50057、GB 50054 等国家现行文件的相关规定。

5.1.2 数据中心氟泵空调系统应满足电子信息设备对运行环境的要求。

5.1.3 数据中心采用氟泵空调系统时，应根据气象条件、自然资源、机房等级、环保、节能等要求，通过技术经济比较确定系统形式。

5.1.4 采用水冷式氟泵空调系统的数据中心全年应有可靠的冷却水供给。数据中心宜设置独立的冷却水系统。

5.1.5 空调系统室外安装区域宜设置照明，可安装视频监控系统。

5.2 气流组织

5.2.1 数据中心的气流组织形式应满足房间内设备的冷却要求，应符合 GB 50174 的相关规定。

5.2.2 氟泵空调室内设备的布置应满足工艺设备气流组织的要求。工艺设备采用可划分冷、热通道的布置方式时，通道宜采取封闭措施。建议采用热通道封闭方式。

5.3 系统设计

5.3.1 多联式氟泵空调系统设计应符合下列要求：

- a) 管路设计应保障系统安全可靠。A 级数据中心的管路设计应避免单点故障，可采用环管或双管设计；
- b) 多联式氟泵空调系统的制冷剂管路应设置电动或手动关断阀门，阀门设置应避免单点故障对空调系统供冷的影响；
- c) 多联式氟泵空调系统制冷剂管道宜设置冷媒泄漏传感器；
- d) 一套多联式氟泵空调系统宜服务于同一房间；
- e) A 级、B 级数据中心的冷源设备、末端设备应根据数据中心等级要求分别设置备份设备。

5.3.2 采用蒸发冷凝式氟泵空调的数据中心，补水系统设计应符合下列要求：

- a) 应根据设备选型设置补水储存装置。蒸发冷凝式氟泵空调在风冷模式下的制冷量达到额定制冷量时，可不设置补水储存装置，否则应设置补水储存装置；
- b) 设置补水储存装置时，储存时间不应低于当地补水恢复供水时间。当不能确定当地补水恢复供水的时间时，A 级数据中心可按 12h 储水；
- c) 补水系统应满足设计工况下最大小时耗水量；
- d) 补水系统管道设计应保证数据中心空调连续可靠运行。应设置补水储存装置的 A 级数据中心，补水管道系统应设置为环管或双路供水；
- e) 补充水水源可采用地下水、地表水和再生水，水质应符合本文件 4.3.3 的规定。

5.3.3 寒冷、严寒地区采用蒸发冷凝式氟泵空调时，应采取措施保证室外补水、排水管道不冻结。

5.3.4 氟泵空调系统室内机与室外机之间的最大管长和最大高差，应符合空调产品技术要求，并应尽量减小空调室内机和室外机之间的水平及垂直距离，减少弯头等阻力部件。

5.3.5 氟泵空调室内机布置在机房内时，室内机应设置漏水自动报警系统，且报警系统直接接入机房监控系统。

- 5.3.6 氟泵空调的安装、维护空间应符合空调产品技术要求，并应考虑设备搬运通道。
- 5.3.7 氟泵装置宜布置在冷凝器附近，氟泵装置安装位置应符合空调产品技术要求。
- 5.3.8 氟泵空调风冷式冷凝器、蒸发式冷凝器设置应符合下列要求：
- 冷凝器的间距应满足散热要求，应确保进风、排风通畅，在排出空气与吸入空气之间不发生明显的气流短路；
 - 应避免布置在受污浊气流影响的区域；
 - 噪声和排热应满足周围环境要求；
 - 室外机的维护和更换应便利；
 - 蒸发冷凝式氟泵空调室外机安装场所应有排水设施。
- 5.3.9 设备选型时，室外空气参数宜符合下列要求：
- 蒸发冷凝式氟泵空调在蒸发冷凝模式下的制冷量需达到额定制冷量时，蒸发式冷凝器宜按最高湿球温度选型，统计年份宜为 10 年~30 年；
 - 选择风冷式氟泵空调时，冷凝器宜按最高干球温度选型，统计年份宜为 10 年~30 年；
 - 冬季干球温度宜采用极端最低干球温度，统计年份宜为 10 年~30 年。

5.4 绝热保温

5.4.1 下列设备、管道及其附件等均应采取绝热措施：

- 可能导致冷热量损失的部位；
- 有防止外壁、外表面产生冷凝水要求的部位。

5.4.2 设备和管道的绝热，应符合下列规定：

- 保冷层的外表面不应产生冷凝水；
- 管道和支架之间，管道穿墙、穿楼板处均应采取防止“冷桥”、“热桥”的措施；
- 宜采用闭孔绝热材料。采用非闭孔绝热材料时，冷表面应设隔汽层和保护层；
- 室外管道的绝热层外应敷设硬质保护层。

5.4.3 设备和管道的保温材料的主要技术性能应按 GB/T 4272、GB/T 8175 的要求确定，并应优先采用导热系数小、湿阻因子大、吸水率低、密度小、综合经济效益高的材料；绝热材料应采用不燃或难燃材料。

5.4.4 设备和管道的绝热层厚度，应按 GB/T 4272、GB/T 8175 的要求确定，凝结水管应防止表面凝露。

5.5 消声与隔振

5.5.1 氟泵空调系统产生的噪声、振动，传播至使用房间、周围环境的噪声级和振动级，均应符合国家现行有关文件的规定。

5.5.2 氟泵空调系统室外装置的安装位置不宜靠近对声环境、振动要求较高的区域。当其噪声及振动不能满足国家现行有关文件的规定时，应采取降噪及减振措施。

5.5.3 氟泵空调系统其他设备的振动，当自然衰减不能达到国家现行有关文件的规定时，应设置隔振器或采取其他隔振措施。

5.5.4 消声设备及隔振装置的选择应符合 GB 50019、GB 50736 的有关规定。

6 能效评价

6.1 氟泵空调全年能效比 (RP-AEER) 试验工况

氟泵空调全年能效比 (RP-AEER) 的试验工况见表 2。

表 2 氟泵空调全年能效比 (RP-AEER) 试验工况

项目		全年制冷工况 (用于计算 FAEER)						
		A	B	C	D	E	F	
室内侧 工况	干球温度 (°C)	35	35	35	35	35	35	
	湿球温度 (°C)	21	21	21	21	21	21	
室外侧 工况	风冷式	入口干球温度 (°C)	35	25	15	5	-5	-10
		蒸发冷凝式	入口温度 (°C)	30 (湿球温度)	20 (湿球温度)	10 (湿球温度)	0 (湿球温度)	-5 (干球温度)
	水冷式	冷却水进口温度 (°C)	30	25	18	10	10	10
		冷却水出口温度 (°C)	35	出口温度由机组内置阀门控制				

6.2 氟泵空调全年能效比 (RP-AEER) 测试

6.2.1 氟泵空调在表 2 规定的工况下, 测试 A、B、C、D、E、F 六个工况点的制冷性能, 包括制冷量、制冷消耗功率和能效比 (EER)。

6.2.2 确定每个工况点所代表的温度区间在全年温度分布比例, 即温度分布系数 T_a 、 T_b 、 T_c 、 T_d 、 T_e 、 T_f 。全国部分城市的温度分布系数, 见附录 A。

6.2.3 氟泵空调能效比 (EER) 测试工况按表 2 进行, 单元式氟泵空调测试方法按 GB/T 19413 进行, 多联式氟泵空调测试方法按 GB/T 18837 进行。

6.3 氟泵空调全年能效比 (RP-AEER) 计算

氟泵空调的全年能效比 (RP-AEER) 按式 (1) 计算:

$$RP-AEER = T_a \times EER_a + T_b \times EER_b + T_c \times EER_c + T_d \times EER_d + T_e \times EER_e + T_f \times EER_f \dots \dots \dots (1)$$

式中:

RP-AEER ----- 氟泵空调的全年能效比;

$EER_a \sim EER_f$ ----- 在表 2 中 A~F 工况条件下的能效比;

$T_a \sim T_f$ ----- A~F 工况温度分布系数, 其数值按附录 A 的规定。

示例：

一台风冷式氟泵空调测试的各工况点 EER 值如下：

工况点	A	B	C	D	E	F
EER	3.4	4.63	6.13	9.77	14.71	16.25

以北京地区为例，则该风冷式氟泵空调的全年能效比：

$$\begin{aligned} \text{RP-AEER} &= 3.4 \times 7.2\% + 4.63 \times 28.1\% + 6.13 \times 23.1\% + 9.77 \times 21\% + 14.71 \times 18.2\% + 16.25 \times 2.4\% \\ &= 8.08 \end{aligned}$$

7 施工安装

7.1 一般规定

7.1.1 数据中心氟泵空调系统安装除应符合本文件的规定外，尚应符合 GB 50243、GB 50274、GB 50738、GB 50981、GB 50300、GB 50303 等国家现行文件的相关规定及空调产品技术要求。

7.1.2 氟泵空调机组应进行系统管路吹污、气密性试验、真空试验和充注制冷剂检漏试验，技术数据应符合产品技术文件和国家现行文件的有关规定。

7.1.3 氟泵空调安装应符合设备技术文件的要求，水平度或垂直度允许偏差不大于 1‰。

7.1.4 制冷系统的管道、管件和阀门的类别、材质、管径、壁厚及工作压力等应符合空调产品技术要求。

7.1.5 管道与机组连接应在管道吹扫、清洁合格后进行。

7.1.6 电气系统安装应符合 GB 50303 的有关规定。

7.2 室内机安装

7.2.1 应根据设计要求并对照现场实况，确定设备的排列、安装位置及方向。设备安装位置的允许偏差不大于 10mm。

7.2.2 设备应排列整齐、机面平直。

7.2.3 机组正面、两侧与背面所需保留的维护空间应满足空调产品技术要求。维护空间应不小于 0.6m。

7.2.4 机组安装底座应确保机组固定平稳、牢靠。安装在抗震设防烈度为 6 度及 6 度以上地区的氟泵空调机组应设限位器固定。

7.3 室外机安装

7.3.1 室外机安装位置应安全且易于维护。

7.3.2 室外机安装位置应具备良好的通风条件，与周边障碍物的距离应符合空调产品技术要求。

7.3.3 室外机应安装在足够强度的底座上。底座水平度应符合氟泵空调产品安装要求，氟泵空调产品无特殊要求时应符合相关施工规范要求。

7.3.4 室外机应与底座固定，并采取减振与防止紧固螺栓松动的措施。安装在抗震设防烈度为 6 度及 6 度以上地区的室外机应设限位器固定。

7.3.5 室外机安装在屋面时，屋面承重应符合室外机要求，并需采取措施防止破坏屋面防水层。

7.3.6 室外机组应可靠接地，并应采取防雷保护措施。

7.4 管道、管件的安装

7.4.1 在活动地板下布置的管道，管道走向与气流方向宜平行，以减小管道对空调送风气流的影响。

7.4.2 制冷剂管道应尽量减少弯头，以最短的距离连接。

7.4.3 制冷剂管道系统应按产品要求进行强度、气密性及真空试验，且应试验合格。

7.4.4 制冷剂液管不应向上装成“Ω”形；除特殊回油管外，气管不应向下装成“U”形。

7.4.5 制冷剂管道坡度、坡向应符合空调产品技术要求。当无要求时，应符合表 3 的规定。

表 3 制冷剂管道坡度、坡向

管道名称	坡向	坡度
压缩机吸气水平管	压缩机	$\geq 10\text{‰}$
压缩机排气水平管	油分离器	$\geq 10\text{‰}$
冷凝器水平供液管	贮液器	$1\text{‰} \sim 3\text{‰}$
油分离器至冷凝器水平管	油分离器	$3\text{‰} \sim 5\text{‰}$

7.4.6 制冷剂管道弯管的弯曲半径不应小于 3.5 倍管道直径，最大外径与最小外径之差不应大于 8% 的管道直径，且不应使用焊接弯管及皱褶弯管。

7.4.7 铜管切口应平整，不应有毛刺、凹凸等缺陷，切口允许倾斜偏差应为管径的 1%；管扩口应保持同心，不应有开裂及皱褶，并应有良好的密封面。

7.4.8 成排制冷剂管道安装应排列整齐。

7.4.9 室外管道穿墙孔的处理：墙孔应向室外倾斜；管道焊缝不应置于墙孔内；管道穿越墙体或楼板处，应加装钢制套管；安装完毕，穿墙或楼板孔洞需密封，穿越防火隔墙、楼板和防火墙处的孔隙应采用防火封堵材料封堵，防火封堵应符合 GB/T 51410 的规定。

7.4.10 氟泵空调机组应依据空调产品技术要求确定管道延长组件的安装。

7.4.11 制冷剂管道阀门安装应符合 GB 50243 的相关规定。

7.4.12 空调排水的排放应畅通。排水管坡度、坡向应符合设计要求或产品要求。

7.4.13 多联式氟泵空调系统制冷剂管路的阀门应满足所选用制冷剂的使用要求。

7.4.14 制冷剂管道、水管道应采取绝热措施，并符合设计文件和空调产品技术要求。

7.4.15 保温管道穿过墙体或楼板时，应对穿越部分的管道采取绝热措施。

7.4.16 蒸发冷凝式氟泵空调水系统的管道与设备安装应符合 GB 50243 和 GB 50242 的有关规定。

8 调试验收

8.1 一般规定

8.1.1 机组调试验收除应符合本文件的规定外，尚应符合 GB 50242、GB 50243、GB 50274、GB 50738、GB 50981 的相关规定及空调产品技术要求。

8.1.2 机组调试前，应编制调试方案，并应报送监理单位或业主审核；试运行与调试应做好记录，调试结束后应提供完整的调试资料和报告。

8.1.3 机组调试所使用的测试仪器和仪表的精度等级应满足测试的要求。

8.2 调试

8.2.1 机组调试应在安装合格后进行。先进行空调系统设备单机调试，单机调试完毕后应根据设计指标进行联合试运转及系统调试。

8.2.2 机组调试前应先对系统管路进行检查，确保管路、阀件的规格和安装方式满足相关要求，对系统管路进行检漏；系统管路在充注制冷剂前，须进行抽真空。

8.2.3 蒸发冷凝式氟泵空调系统应对蒸发用水管路进行分段水压测试，试压压力不低于设计压力的 1.5 倍，试压后应进行冲洗，避免杂质、杂物进入冷凝器内部。

8.2.4 对机组的辅助部件及电缆进行检查，确保电缆线径、等级符合相关规范，电缆连接正确、可靠。

8.2.5 调试内容包括：温度、相对湿度、风量、风压、冗余备份功能的调试，满足设计参数要求。

8.2.6 机组单机运行及调试应符合下列规定：

- a) 风机叶轮旋转应方向正确、运转平稳、无异常振动与声响，电机运行电流应在产品规定值范围内；
- b) 压缩机运行平稳、无异常振动与声响，压缩机吸排气压力和温度及电机运行电流等在产品规定值范围内；
- c) 压缩机系统排气过热度、吸气过热度、阀前过冷度等达到系统稳定运行的要求；机组能够做到温度和压力稳定在产品允许范围内。氟泵运行平稳、无异常振动与声响，氟泵进出口压力、扬程、电机运行电流等应在产品规定值范围内；
- d) 氟泵扬程在产品规定值范围内，氟泵无气蚀现象；
- e) 机组各项功能应能正常运行、相关保护功能正常且无告警；
- f) 机组应能顺畅的给水、排水及排污，相应水阀的操作应灵活、可靠，信号输出应准确；
- g) 机组的送风口应无明显的凝水、吹水现象。

8.2.7 系统联合运转及调试应符合下列规定：

- a) 多台机组之间应能正常通信，冗余备份、节能运行等群控功能应符合设计要求，动作应正确，响应应及时，且无异常现象；
- b) 群控具有告警主备切换、高温启备件功能；
- c) 氟泵空调各种运行模式均应工作正常；
- d) 房间内空气的温湿度、噪声应符合设计要求。

8.3 竣工验收

8.3.1 工程竣工验收，应符合现行国家文件中的有关规定。其中，各部分的质量验收均应合格，质量控制资料、有关安全和功能的检测资料应完整。

8.3.2 交接验收应由施工单位、建设单位或监理单位共同进行，并应在验收记录上签字。

8.3.3 竣工验收整理的归档及移交文件应符合 GB/T 50328 的有关规定。

8.3.4 工程竣工验收感官质量检查应符合下列规定：

表 4 工程竣工验收感官质量检查要求

序号	检查项目	合格判据
1	机组外观脏污、破损或变形	“有”为不合格，需处理，“无”为合格。
2	机组运行时异常噪音	机组运行时发出的声响，无特别的、异于平常的声响为合格，否则为不合格。
3	风帽及风管与机组连接牢固（上送风）	风帽与机组现场安装牢固；风管固定牢固为合格，否则为不合格。
4	机组控制板显示正常	观察机组控制显示器，控制菜单各部分设置正确，图形、数据显示应清晰，无明显的显示错误为合格，否则为不合格。
5	底座、支架固定牢固；机组装有减震胶垫	检查机组与安装底座接缝处应垫有橡胶垫，并且要求机组和胶垫接触紧密为合格，否则为不合格。
6	供电线缆是否满足要求	检测供电线缆的使用是否满足产品使用手册要求，满足要求为合格，不满足要求为不合格。
7	电缆为整根，之间无断开连接	电缆无续接为合格，否则为不合格。
8	电缆走向横平竖直	电缆走向横平竖直为合格，否则为不合格。
9	绝缘层无破损	绝缘层无破损为合格，否则为不合格。
10	电源和控制线分别走线	电源和控制线分别走线为合格，否则为不合格。
11	进、排水管安装良好，无渗漏	检查进、排水管无渗漏为合格，否则为不合格。
12	进水管阀门完好无渗漏	进出水管阀门无渗漏为合格，否则为不合格。

8.3.5 工程竣工验收资料应包括下列文件：

- a) 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；
- b) 主要材料、设备、成品、半成品和仪表的出厂合格证及进场检（试）验报告；
- c) 隐蔽工程检查验收记录；
- d) 设备单机试运转记录；
- e) 系统无负荷联合试运转记录；
- f) 观感质量检查记录；
- g) 安全和功能检验资料的核查记录。

9 运行维护

9.1 一般规定

9.1.1 机组调试验收后，应编制运行维护方案，并应报送监理单位或业主审核；运行维护过程应做好记录，应定期提供完整的运维资料和报告。

9.1.2 机组运行维护所使用的测试仪器和仪表的精度等级应满足要求。

9.1.3 蒸发冷凝式氟泵空调系统对水质的监测应符合下列要求：

- a) 蒸发冷却循环水系统应定期对循环水的水质进行化验分析。
- b) 水质监测参数宜根据蒸发冷却空调系统使用性质确定，水质监测参数包含以下内容：
 - pH 值；
 - 浊度；
 - 电导率（25℃）；
 - 总硬度（以 CaCO_3 计）；
 - 总碱度（以 CaCO_3 计）；
 - Cl^- （以 Cl^- 计）；
 - 总铁；
 - SO_4^{2-} （以 SO_4^{2-} 计）；
 - 氨氮；
 - COD。

9.2 定期维护

9.2.1 日常维护

为了保障空调正常运行，氟泵空调应按空调产品要求进行日常维护。氟泵空调产品无要求时，日常维护对象应根据氟泵空调产品形式确定，各项维护应包括表 5 所规定内容。

表 5 氟泵空调日常维护内容

序号	维护对象	维护内容
1	过滤网	1. 检查过滤网是否有破损、堵塞 2. 检查过滤网堵塞开关 3. 清洁过滤网
2	风机部分	风机叶轮有无变形
3	压缩机部分	1. 检查有无泄漏 2. 聆听运行声音、观察运行震动情况
4	氟泵部分	1. 检查有无泄漏 2. 观察泵运行噪音和震动情况 3. 测量泵进出口扬程的运行范围 4. 观察泵是否有气蚀

表 5 氟泵空调日常维护内容（续）

序号	维护对象	维护内容
5	风冷式冷凝器	1. 冷凝器翅片的清洁度 2. 风机安装底座是否牢固 3. 风机减震垫是否出现老化或破损 4. 防雷板是否仍有效（如果有防雷板）
6	蒸发冷水循环部分	1. 检查有无漏水现象 2. 观察水泵运行噪音和震动情况 3. 观察水喷淋是否均匀分布
7	制冷循环系统	1. 检查吸气压力和吸气过热度 2. 检查排气压力和冷凝过冷度 3. 检查制冷剂管路 4. 检查系统含水分情况（通过视液镜观察） 5. 检查膨胀阀 6. 检查液路旁通阀（水冷系统）
8	加热系统	1. 检查再热系统元件的运行 2. 检查元件受腐蚀情况
9	加湿器	1. 检查排水有无堵塞 2. 检查矿物质沉积物 3. 检查关键部件，如电极（电机加湿器）、灯管（红外加湿器）、湿膜（湿膜加湿器）等

9.2.2 年度维护

为了保障空调正常运行，氟泵空调应按空调产品要求进行年度维护。氟泵空调产品无要求时，年度维护工作应包括表 6 所规定内容。

表 6 氟泵空调年度维护内容

序号	维护对象	维护内容
1	过滤网	1. 检查过滤网是否有破损、堵塞 2. 检查过滤网堵塞开关 3. 清洁过滤网
2	风机部分	1. 风机叶轮有无变形 2. 轴承有无磨损 3. 检查并紧固电路接头
3	压缩机部分	1. 检查有无泄漏 2. 聆听运行声音、观察运行震动情况 3. 检查并紧固电路接头

表 6 氟泵空调年度维护内容（续）

序号	维护对象	维护内容
4	氟泵部分	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查有无泄漏 2. 观察泵运行噪音和震动情况 3. 测量泵进出口扬程的运行范围 4. 观察泵是否有气蚀
5	风冷式冷凝器	<ol style="list-style-type: none"> 1. 冷凝器翅片的清洁度 2. 风机安装底座是否牢固 3. 风机减震垫是否出现老化或破损 4. 防雷板是否仍有效（如果有防雷板） 5. 转速控制器电压调节功能 6. 温度开关处在规定的设定值 7. 制冷剂管路有适当支撑 8. 检查并紧固电路接头
6	蒸发冷水循环部分	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查有无漏水现象 2. 观察水泵运行噪音和震动情况 3. 观察水喷淋是否均匀分布 4. 检查管道、阀门等锈蚀情况，必要时进行重新防锈处理或更换
7	制冷循环系统	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查吸气压力和吸气过热度 2. 检查排气压力和冷凝过冷度 3. 检查制冷剂管路 4. 检查系统含水分情况（通过视液镜观察） 5. 检查热力膨胀阀 6. 检查液路旁通阀（水冷系统） 7. 检查是否需要添加制冷剂（通过视液镜观察）
8	加热系统	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查再热系统元件的运行 2. 检查元件受腐蚀情况 3. 检查并紧固电路接头
9	加湿器	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查排水有无堵塞 2. 检查加湿器注水阀、排水阀 3. 检查矿物质沉积物 4. 检查水质 5. 检查关键部件，如电极（电机加湿器）、灯管（红外加湿器）、湿膜（湿膜加湿器）等
10	电气控制部分	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查保险丝和空开 2. 检查并紧固电路接头 3. 检查控制程序 4. 检查接触器的吸合情况

附录 A

(资料性)

部分城市温度分布系数

温度分布系数是当地干、湿球温度在所设区间的小时数占全年小时数的百分比。部分城市的风冷式氟泵空调温度分布系数如表 A.1，蒸发冷凝式氟泵空调温度分布系数如表 A.2。

表 A.1 风冷式氟泵空调温度分布系数

温度分布系数	T_a	T_b	T_c	T_d	T_e	T_f
城市	温度区间 (°C)					
	≥ 30	$\geq 20, < 30$	$\geq 10, < 20$	$\geq 0, < 10$	$\geq -8, < 0$	< -8
兰州	3.3%	20.5%	30.1%	25.7%	16.6%	3.8%
贵阳	0.8%	33.1%	37.3%	28.2%	0.6%	0.0%
石家庄	9.3%	27.2%	24.5%	24.9%	13.5%	0.6%
哈尔滨	2.2%	19.1%	22.7%	18.7%	9.1%	28.2%
长春	0.6%	19.0%	24.8%	18.5%	13.3%	23.8%
沈阳	4.0%	22.2%	23.5%	21.6%	14.5%	14.2%
呼和浩特	3.6%	19.8%	26.0%	18.5%	13.7%	18.4%
西宁	0.7%	8.6%	29.5%	28.7%	20.9%	11.6%
银川	1.6%	20.9%	28.1%	22.7%	13.7%	13.0%
太原	1.4%	23.9%	28.2%	26.0%	16.3%	4.2%
成都	3.7%	33.0%	39.4%	23.5%	0.4%	0.0%
拉萨	0.0%	8.6%	41.2%	34.5%	14.1%	1.6%
乌鲁木齐	4.0%	22.8%	22.4%	17.1%	13.5%	20.2%
昆明	0.0%	21.9%	52.5%	23.9%	1.7%	0.0%
合肥	8.1%	34.3%	27.3%	28.0%	2.3%	0.0%
北京	7.2%	28.1%	23.1%	21.0%	18.2%	2.4%
福州	8.7%	44.7%	36.2%	10.4%	0.0%	0.0%
广州	12.7%	53.9%	28.3%	5.1%	0.0%	0.0%
桂林	7.0%	42.7%	32.4%	17.9%	0.0%	0.0%
南宁	12.3%	54.4%	29.0%	4.3%	0.0%	0.0%
海口	12.8%	63.2%	22.4%	1.6%	0.0%	0.0%
郑州	6.9%	29.6%	25.5%	23.0%	14.9%	0.1%
武汉	12.8%	33.1%	27.8%	25.0%	1.3%	0.0%
长沙	11.5%	33.3%	27.1%	26.2%	1.9%	0.0%
南京	7.7%	29.9%	26.9%	27.6%	7.9%	0.0%
南昌	12.9%	34.9%	27.3%	24.1%	0.8%	0.0%

表 A.1 风冷式氟泵空调温度分布系数（续）

温度分布系数	T_a	T_b	T_c	T_d	T_e	T_f
城市	温度区间（°C）					
	≥ 30	$\geq 20, < 30$	$\geq 10, < 20$	$\geq 0, < 10$	$\geq -8, < 0$	< -8
济南	10.8%	28.4%	24.8%	27.0%	8.6%	0.4%
西安	5.9%	27.8%	28.8%	26.7%	10.8%	0.0%
天津	6.6%	27.0%	24.6%	23.8%	16.0%	2.0%
上海	8.4%	34.1%	28.8%	26.6%	2.1%	0.0%
杭州	6.0%	37.3%	28.8%	26.6%	1.3%	0.0%
重庆	9.4%	32.4%	40.5%	17.7%	0.0%	0.0%

注：数据来源于中国气象局气象信息中心气象资料室和清华大学建筑技术科学系编著的《中国建筑热环境分析专用气象数据集》。该数据集以全国 270 个地面气象站从 1971 年到 2003 年共 30 年的实测气象数据为基础。

表 A.2 蒸发冷凝式氟泵空调温度分布系数

温度分布系数	T_a	T_b	T_c	T_d	T_e	T_f
城市	温度区间（°C）					
	≥ 25 (湿球温度)	< 25 (湿球温度), ≥ 15 (湿球温度)	< 15 (湿球温度), ≥ 5 (湿球温度)	≥ 0 (湿球温度), < 5 (湿球温度)	≥ -8 (干球温度), < 0 (湿球温度)	< -8 (干球温度)
兰州	0.0%	16.3%	37.7%	15.7%	26.5%	3.8%
贵阳	0.0%	45.9%	40.0%	12.4%	1.7%	0.0%
石家庄	2.5%	33.8%	25.3%	13.0%	24.8%	0.6%
哈尔滨	0.2%	20.7%	24.5%	9.8%	16.6%	28.2%
长春	0.0%	21.9%	26.3%	8.6%	19.4%	23.8%
沈阳	0.8%	27.1%	25.1%	12.1%	20.7%	14.2%
呼和浩特	0.0%	17.1%	28.5%	10.4%	25.6%	18.4%
西宁	0.0%	3.4%	39.2%	16.4%	29.4%	11.6%
银川	0.0%	21.2%	29.6%	13.9%	22.3%	13.0%
太原	0.1%	25.2%	29.2%	14.7%	26.6%	4.2%
成都	2.7%	47.4%	39.0%	10.7%	0.2%	0.0%
拉萨	0.0%	0.1%	39.8%	20.2%	38.3%	1.6%

表 A.2 蒸发冷凝式氟泵空调温度分布系数（续）

温度分布系数	T_a	T_b	T_c	T_d	T_e	T_f
城市	温度区间 (°C)					
	≥ 25 (湿球温度)	< 25 (湿球温度), ≥ 15 (湿球温度)	< 15 (湿球温度), ≥ 5 (湿球温度)	≥ 0 (湿球温度), < 5 (湿球温度)	≥ -8 (干球温度), < 0 (湿球温度)	< -8 (干球温度)
乌鲁木齐	0.0%	10.0%	39.6%	11.5%	18.7%	20.2%
昆明	0.0%	35.1%	54.5%	9.2%	1.2%	0.0%
合肥	10.9%	38.3%	26.2%	17.9%	6.7%	0.0%
北京	3.1%	29.3%	26.1%	13.5%	25.6%	2.4%
福州	13.0%	51.1%	33.5%	2.4%	0.0%	0.0%
广州	19.8%	51.0%	28.9%	0.3%	0.0%	0.0%
桂林	10.0%	46.4%	34.4%	9.2%	0.0%	0.0%
南宁	21.8%	53.5%	24.3%	0.4%	0.0%	0.0%
海口	33.4%	59.3%	7.3%	0.0%	0.0%	0.0%
郑州	4.9%	36.4%	25.1%	18.2%	15.3%	0.1%
武汉	12.5%	39.2%	28.4%	16.5%	3.4%	0.0%
长沙	11.1%	39.9%	35.1%	12.6%	1.3%	0.0%
南京	11.8%	32.5%	29.8%	18.9%	7.0%	0.0%
南昌	13.6%	40.4%	31.4%	12.8%	1.8%	0.0%
济南	4.8%	33.1%	26.5%	18.0%	17.2%	0.4%
西安	1.2%	38.7%	27.8%	14.3%	18.0%	0.0%
天津	3.1%	32.7%	25.8%	13.0%	23.4%	2.0%
上海	10.0%	38.2%	34.4%	13.8%	3.6%	0.0%
杭州	10.5%	40.8%	30.1%	15.0%	3.6%	0.0%
重庆	7.9%	47.8%	43.1%	1.2%	0.0%	0.0%

注：数据来源于中国气象局气象信息中心气象资料室和清华大学建筑技术科学系编著的《中国建筑热环境分析专用气象数据集》。该数据集以全国 270 个地面气象站从 1971 年到 2003 年共 30 年的实测气象数据为基础。