

ICS XX. XXX

CCS L XX

团体标准

T/DZJN xx—20XX

单元式蒸发冷却空调机

Unitary evaporative cooling air conditioners

（征求意见稿）

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中国电子节能技术协会 发布

目 次

前 言III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 型式、型号与基本参数 4

 4.1 型式 4

 4.2 型号 4

 4.3 基本参数 4

 4.4 能效等级 6

 4.5 运行模式 6

5 要求 6

 5.1 基本要求 6

 5.2 性能要求 7

 5.3 安全要求 9

 5.4 水质要求 10

6 试验方法 11

 6.1 试验条件 11

 6.2 试验要求 12

 6.3 试验方法 12

7 检验规则 13

 7.1 检验分类 13

 7.2 出厂检验 14

 7.3 抽样检验 14

 7.4 型式检验 14

8 标志、包装、运输和贮存 15

 8.1 标志 15

 8.2 包装 15

 8.3 运输 15

 8.4 储存 15

附 录 A （规范性）单元式蒸发冷却空调机典型应用场景 16

附录 B（规范性）单元式蒸发冷却空调机常见结构原理图	19
参考文献	21

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分会提出。

本文件由中国电子节能技术协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

单元式蒸发冷却空调机

1 范围

本文件规范了单元式蒸发冷却空调机的术语、定义、型式与基本参数、要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存等。

本文件主要适用于工业、商业、户用或其他类似用途的单冷型单元式蒸发冷却空调机。

单元式蒸发冷却空调机除应符合本文件外，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

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 191 包装储运图示标志

GB/T 22939.1-2025 家用和类似用途电器包装 第1部分：通用要求

GB/T 7778 制冷剂编号方法和安全性分类

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB 4706.1-2005 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求

GB/T 9237-2017 制冷系统及热泵 安全与环境要求

GB/T 13306 标牌

GB/T 14294-2008 组合式空调机组

GB/T 17758-2023 单元式空气调节机

GB 25130 单元式空气调节机 安全要求

GB/T 30192-2025 水蒸发冷却空调机组

GB/T 50050-2017 工业循环冷却水处理设计规范

GB 50174 数据中心设计规范

GB 50736-2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范

T/CECS 487-2017 数据中心制冷与空调设计标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

单元式蒸发冷却空调机 unitary evaporative cooling air conditioner

一种将制冷循环核心组件高度集成于箱体内，利用蒸发冷却/冷凝技术对冷凝器进行散热，向房间或区域提供经过处理的空气的设备。它主要包括机械制冷系统、蒸发冷却冷凝装置以及空气循环装置和

/或加热、加湿、净化等装置。

3.2

直接蒸发冷却 direct evaporative cooling; DEC

空气和水直接接触后，利用水蒸发释放潜热降低水温，空气吸收潜热且放出显热而降温的过程。

3.3

蒸发冷凝 evaporative condensation

利用空气强制循环和喷淋（或喷雾、滴淋）水的蒸发将冷却工质凝结热带走，使得制冷剂由气态冷凝为液态的过程称为蒸发冷凝。

3.4

直接喷淋 direct spraying

利用喷嘴将水直接喷淋在冷凝器表面，在其表面形成一层均匀的水膜，依靠水膜与空气接触时蒸发带走冷凝热。

3.5

喷雾冷却 spray cooling

将水加压后再经喷嘴雾化为细雾，通过细雾与空气直接接触后蒸发带走空气中的显热，进而实现冷却过程。

3.6

湿膜预冷 wet film pre-cooling

利用布水器将循环水喷淋在湿膜表面，水在重力作用下沿湿膜表面向下流动形成水膜，当空气穿过湿膜与水膜表面接触发生热湿交换，以达到冷却进口空气和降低循环水温度的作用。

3.7

制冷量 cooling capacity

在规定的试验条件下，单元式蒸发冷却空调机在单位时间内从封闭空间、房间或区域内移除的总热量，包括显热制冷量和潜热制冷量。

注：制冷量的单位为瓦(W)。

3.8

填料 pads

蒸发冷却装置中，在过风阻力可控的前提下，使得水风接触面尽可能大的填充物。

3.9

冷风比 ratio of cooling capacity to air volume

在规定的制冷量试验条件下，单元式蒸发冷却空调机的总制冷量与每小时送风量之比。

注：冷风比的单位为 $W/(m^3/h)$ 。

3.10

耗水量 rated water consumption

机组在运行工况下，单位时间内需要补充水量，单位为 kg/s 或 m^3/h 。

3.11

蒸发速率 evaporation rate

水分子在单位时间、单位面积内由液态蒸发为气态的速度，单位为 $kg/m^2 \cdot s$ 。

3.12

飘水量 drift and blow-out loss water quantity

由于气流裹挟作用带走水滴造成的耗水量，单位为 kg/s 或 m^3/h 。

3.13

排污水量 amount of blowdown

为维持循环水中非水组分的浓缩倍率不致过高而从蒸发冷却循环水系统中排放的水量，单位为 kg/s 或 m^3/h 。

3.14

蒸发式冷凝器 evaporative condenser

利用空气强制循环和喷淋冷却水的蒸发将制冷剂凝结热带走的冷凝器。

3.15

循环泵 circulating pump

在闭合回路系统中，使冷媒循环流动的泵。

3.16

蒸发冷凝循环冷却水系统 circulating cooling water system for evaporative condenser

冷却水经喷淋装置直接与冷凝器接触，通过水的蒸发来冷凝制冷剂的循环冷却水系统。

3.17

能效比 energy efficiency ratio; EER

在规定的试验条件下，单元式蒸发冷却空调机制冷量与总输入功率之比。

注：能效比的值用 W/W 表示。

3.18

综合部分负荷性能系数 integrated part load value (IPLV)

通过某个单一数值表示单元式蒸发冷却空调机组的部分负荷效率指标，它基于机组部分负荷的性能系数值、按照机组在各种负荷下运行时间的加权因素，通过计算获得。

4 型式、型号与基本参数

4.1 型式

4.1.1 按用途分为：

- 舒适型；
- 工艺型(含恒温恒湿型)。

4.1.2 按冷凝器的冷却方式分为：

- 风冷式；
- 水冷式；
- 蒸发冷凝式。

4.1.3 空调按送风型式分为：

- a) 下送风；
- b) 上送风：
 - 直接吹出型；
 - 岗位送风型；
- c) 侧送风；
- d) 水平送风。

4.1.4 按结构型式分为：

- 整体式；
- 分体式。

4.2 型号

单元式蒸发冷却空调机型号的编制由制造商自行确定，但型号中应体现空调机的制冷量、额定功率等参数。

4.3 基本参数

4.3.1 单元式蒸发冷却空调机的试验工况如下：

表 1 空调机试验工况

工况 类型	室内侧入口 空气状态		蒸发冷侧单位制冷量 进水流量和污垢系数		室外侧环境 空气状态	
	干球	湿球	单位制冷量	污垢系数	干球	湿球
	温度/℃	温度/℃	水流量*	m ² ·℃ / kW	温度/℃	温度/℃

			m ³ /(h•kW)			
名义制冷	27	19	0.215	0.044	35	24 ^a
最大负荷 工况	32	23		--	--	29 ^b
低温工况 运行	20	15			--	15.5 ^c
注：应按空调机标称的机外静压进行试验						
*水流量按空调机名义制冷量的明示值来确定						
a 补充水温 30℃；b 补充水温 32℃；c 补充水温 15℃。						

4.3.2 单元式蒸发冷却空调机的部分负荷工况表如下：

表 2 部分负荷工况表

名称	部分负荷效率指标	部分负荷工况要求	进水温度 /℃
室外侧 (蒸发冷却侧)	100%负荷干/湿球温度/℃	35/24	30.0
	75%负荷干/湿球温度/℃	31.5/21.9	26.3
	50%负荷干/湿球温度/℃	28/19.8	22.7
	25%负荷干/湿球温度/℃	24.5/17.6	19.0
室内侧 (蒸发器侧)	干/湿球温度/℃	27/19	--
注：部分负荷工况要求的表内取值为平均干湿球温度。			

4.3.3 单元式蒸发冷却空调机的电源为额定电压 220V 单相或者 380V 三相交流电，额定频率为 50Hz。在设计工况下，不同地区蒸发冷却效率不宜小于表 3 的值。

表 3 不同区域蒸发冷却效率推荐值

区域划分	DEC 效率	IEC 效率
干燥地区 $t_s < 23^{\circ}\text{C}$	80%	60%
中等湿度地区 $23^{\circ}\text{C} \leq t_s < 28^{\circ}\text{C}$	75%	55%
高湿度地区 $t_s \geq 28^{\circ}\text{C}$	65%	50%

注 1：表中湿球温度 t_s 为夏季空气调节室外计算湿球温度；
注 2：表中直接、间接蒸发冷却效率为推荐值。

4.4 能效等级

单元式蒸发冷却空调机能效等级依据性能系数的大小确定可依次分成 1、2、3 三个等级（见表 4），其中 1 级表示能效最高。

表 4 单元式蒸发冷却空调能效等级指标值

类型		能效等级		
		1 级	2 级	3 级
自带冷却塔的水冷单元式蒸发冷却空调机 (IPLV, W/W)	$7000W \leq CC \leq 14000W$	4.00	3.70	3.30
	$CC > 14000W$	4.50	4.30	3.70
蒸发冷单元式空调机 (IPLV, W/W)	$7000W \leq CC \leq 14000W$	4.30	4.00	3.70
	$CC > 14000W$	4.60	4.40	4.20
注：CC—名义制冷量，W。				

4.5 运行模式

如附录 B 中图 5 所示的单元式蒸发冷却空调机组具有三种运行模式：干模式、湿模式、混合模式。机组可根据室外环境温度及制冷系统冷凝温度变化自动进行模式切换。

- a) 干模式：当室外环境温度低于 5℃或制冷系统冷凝温度高于 30℃时，室外风机低转速运行，不开启湿膜水泵和喷淋水泵；
- b) 湿模式：制冷系统冷凝温度高于 38℃时，在干模式基础上开启湿膜水泵，对室外新风进行预冷；
- c) 混合模式：制冷系统冷凝温度高于 40℃时，在湿模式基础上开启喷淋水泵，对蒸发式冷凝器进行喷淋换热。当冷凝温度高于 45℃时，可逐步提高室外风机运行转速。

5 要求

5.1 基本要求

- 5.1.1 空调机应按规定程序批准的图样和技术文件制造。
- 5.1.2 空调机的制冷系统应符合 GB/T 9237-2017 的规定。
- 5.1.3 风机、过滤器、蒸发冷却装置应符合国家现行相关标准的规定。
- 5.1.4 设备应保证后期检修、维护的便捷性。
- 5.1.5 设备及其部件在使用、运输、贮存、销售中不应成为污染源，在使用过程中不应对人体造成危害或对环境造成二次污染。

5.1.6 空调机应选用无毒、无异味且阻燃的保温隔热材料

5.1.7 空调机宜采用利于再生资源回收利用的结构、部件和材料。

5.2 性能要求

5.2.1 外观

空调机的外观符合以下规定：

- a) 黑色金属制件应经过防锈蚀处理；
- b) 电镀件表面应光滑，色泽均匀，无剥落、露底、气泡、明显的花斑和划伤等缺陷；
- c) 涂装件表面应平整光洁，不应有明显的气泡、流痕、皱纹等瑕疵或损伤，也不应有漏涂、底漆外露等情况；
- d) 装饰性塑料件表面无明显划伤，金属焊口位置应平整光滑，无加工毛刺；
- e) 设备外表面所粘贴的各种标识、标牌的位置应明显，粘贴应牢固。

5.2.2 启动运转

机组在额定电压、频率下正常启动和运转，零部件应无松动、杂音和异常发热等现象。

5.2.3 风量、机外静压、输入功率

在试验工况下，风量的实测值不应低于额定值的 95%，机外静压实测值不应低于额定值的 90%，输入功率实测值不应超过额定值的 110%。

5.2.4 额定制冷量

在试验工况下，机组的额定制冷量实测值不应低于额定值的 95%。

5.2.5 额定能效比

在试验工况下，机组的能效比（EER）实测应符合表（单元式蒸发冷却空调机能效等级）的要求，且应不低于机组明示值的 92%。

5.2.6 噪声

单元式蒸发冷却空调机的噪声限值见表 5。如果明示值小于表 5 的限值，测试结果应不大于明示值 +3dB（A）且同时不大于表 5 规定的限值。

表 5 噪声限值

名义制冷量（W）	室内侧 dB（A）		室外侧 dB（A）
	接风管	不接风管	
≤10 000	53	52	62
>10 000 且 ≤14 000	56	55	63
>14 000 且 ≤28 000	68	63	67
>28 000 且 ≤50 000	71	69	
>50 000 且 ≤70 000	74	72	70

> 70 000			73
----------	--	--	----

5.2.7 制冷系统密封性能

- 制冷系统各部分应密封良好，无制冷剂和循环水泄漏；
- 单元式蒸发冷却空调系统检漏时，应在规定的试验压力下，用制冷剂检漏仪在焊缝及连接处进行检查，不得泄露；
- 单元式蒸发冷却空调系统保压时，应充干燥压缩空气、氮气或氢氮混合气（95%氮气+5%氢气）至规定的试验压力，并记录压力表读数，经 24h 以后再检查压力表读数，压力降不应大于试验压力的 1%，当压力降超过规定时应查明原因，消除泄漏，并重新试验，直至合格。

5.2.8 防带水要求

机组在额定风量范围内，空气出风口应无明显水滴吹出。

5.2.9 机组性能要求

单元式蒸发冷却空调机组综合部分负荷性能系数（IPLV）不应低于其 2 级能效等级指标值；实测制冷量应不低于额定值的 95%；实测输入功率不应高于额定功率的 110%；实测 EER 不得低于明示值的 92%。

5.2.10 防腐要求

- 单元式蒸发冷却空调机组安装在室外的设备、管道、阀门附件等应根据工程所在地气候条件采取保温、防腐、隔热、防紫外线及其他必要的保护措施；
- 防腐和绝热材料应符合环保和防火要求，进场检验合格；
- 防腐涂层的涂层应均匀，不应有堆积、漏涂、皱纹、旗袍、掺杂及混色等缺陷；
- 设备、部件、阀门的绝热和防腐涂层不得遮盖铭牌标志和影响部件、阀门的操作功能；经常操作的部位应采用能单独拆卸的绝热结构。

5.2.11 防结垢要求

- 单元式蒸发冷却空调机应采用耐腐蚀材质的喷淋部件及换热表面；
- 蒸发冷却水系统应设计防垢、防菌措施，宜设自动排污与自动补水系统。

5.2.12 海拔高度对设备性能影响

- 单元式蒸发冷却空调设备的性能是对应标准大气压下给出的，当工程项目位于高海拔地区时，应对其性能参数进行修正；
- 当单元式蒸发冷却空调机应用于高海拔地区时，在对系统送风量（体积流量）设计计算时，应根据工程所在实际地点的海拔对送风量进行修正，可按式(1~5)计算；其风管及设备的选型均应在在此基础上计算选用。

$$P_B = 101.325(1 - 2.25577H \times 10^{-5})^{5.2559} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$t_B = 15 - 0.0065H \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\rho_B = 1.2 \times \frac{273.15 + 20}{273.15 + t_B} \times \frac{P_B}{101.325} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$Q = c \times G \times \Delta t \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$L = \frac{G}{\rho_B} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中： P_B ---当地对应海拔下的大气压力（kPa）； H ---当地海拔高度（m）； t_B ---当地对应海拔下的温度（℃）； ρ_B ---当地对应海拔下的空气密度（kg/m）； Q ---冷负荷（kW）； c ---比热容[kJ/(kg·℃)]； G ---送风量（kg/h）； Δt ---送风温差（℃）； L ---送风量（m³/h）。

- c) 在对单元式蒸发冷却空调机内的风机、水泵进行选型时，应根据工程所在实际地点的海拔对功率进行修正，可按下式计算：

$$N = N_0 \times \frac{p_B}{p_{B'}} \times \frac{273.15 + 20}{273.15 + t} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中： N_0 、 $p_{B'}$ ---标准状态或性能表中的功率、大气压（W、kPa）；

N 、 p_B 、 t ---实际工作条件下的功率、大气压、温度（kW、kPa、℃）。

5.3 安全要求

5.3.1 空调机的安全要求除应符合 GB25130 中有关规定外，还应符合以下要求：

- 制冷系统设计应符合 GB/T 9237 的有关规定。
- 应有高压、低压及其他保护器件，压缩机电机应有过热或过载保护器。
- 应采用 GB/T 7778 中安全分类为 A1 或 A1/A1 类的制冷剂。
- 应设有自动和手动控制功能，并配备显示屏和完善的安全报警功能。

5.3.2 绝缘电阻

机组带电部位和可能接地的非带电部位之间的绝缘电阻值不应小于 2MΩ。

5.3.3 电气强度

设备应无击穿或闪络，试验方法及指标应遵循 GB/T 30192-2025 中 6.4.2 的规定。

5.3.4 泄漏电流

泄漏电流的试验方法及指标应遵循 GB/T 30192-2025 中 6.4.3 的规定。

5.3.5 接地电阻

设备应有可靠的接地装置并标识明显，其接地电阻不应大于 0.1Ω。

5.3.6 结构安全

单元式蒸发冷却空调机组应有足够的结构强度，应能承受正常使用中的各种操作且机体应设置适当的防护罩或防护网。

5.3.7 可靠性要求

在常温、常湿下，单元式蒸发冷却空调机出厂前应能连续无故障运行 1440 h，试验期间及结束后，其主要性能（如制冷量、消耗功率等）下降不应超过原指标的 5%，且不应发生任何导致功能失效的故障。

障。

5.3.8 防冻要求

- a) 单元式蒸发冷却空调机组各部件应做好保温措施，当环境温度低于 5℃ 时，室外机水箱中的冷却水应可全部排出，系统可切换成干模式风冷运行；
- b) 当单元式蒸发冷却空调机组采用电伴热防冻措施时，应配套具有超温报警功能及实时状态监测功能的监控设施。

5.3.9 防爆要求

当单元式蒸发冷却空调机组设计用于爆炸性环境时，其防爆性能应符合 GB/T 3836.1 的规定，且安装在易燃易爆区域内的测量元件应采用防爆型。

5.4 水质要求

5.4.1 蒸发式冷凝器循环冷却水系统运行水质标准应符合下表的规定。

表 6 蒸发式冷凝器循环冷却水系统运行水质标准

序号	检测项目	单位	初始运行允许值	正常运行允许值
1	浊度	NTU	≤20	≤20
2	pH 值（25℃）	-	8.0~8.5	8.0~8.5
3	电导率（25℃）	μ S/cm	≥150	≥150
4	钙硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	100~300	100~500
5	总碱度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	100~300	100~500
6	氯离子（Cl ⁻ ）	mg/L	≤250	≤500
<p>注：a) 其他未见指标按《工业循环冷却水处理设计规范》GB/T 50050 执行；</p> <p>b) 初始运行允许值是针对蒸发式冷凝器冷凝排管或箱体板采用热浸镀锌材料的工况；</p> <p>c) 细菌总数不宜大于 1×10⁵CFU / mL；</p> <p>d) 本表只规定了最低允许值，电导率的实际运行数值，应由水处理公司及蒸发式冷凝器生产厂家根据补充水质及实际工况确定。</p>				

5.4.2 单元式蒸发冷却空调设备循环水水质不能满足要求时，应设置水处理设施。

- a) 预防水垢沉积，宜设置电导率控制自动排污措施和水质软化设施；
- b) 预防藻类滋生，宜采取避免阳光直射、定期干燥和清理涉水部件，以及定期化学药剂灭藻处理操作；
- c) 预防腐蚀，应避免水垢和粘泥沉积，宜设置缓蚀措施；
- d) 直接蒸发冷却空调设备开式循环水应采用无挥发性物质的处理设施，不宜采用阻垢剂、缓蚀剂和氧化性杀菌剂处理。

5.4.3 蒸发冷却空调系统水质处理除了防止设备结垢、腐蚀及藻类物质的产生外，还应对已出现结垢的换热器进行清洗，清洗可分为物理清洗和化学清洗。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 空调机应按铭牌上的额定电压和额定频率试验。

6.1.2 空调机所有试验应在制造商规定的额定电压和额定频率下进行，除由于空调机起动或停止的负荷变动外，电压的允差不应超过 $\pm 2\%$ ，频率的允差不应超 $\pm 1\%$ 。

6.1.3 试验用仪器仪表应经计量检验部门检定或校准合格，并在适用的有效期内。

6.1.4 试验时读数的偏差应符合下表的规定。

表 7 试验读数的允许偏差

项目		单次读数与规定 试验工况最大偏差	读数平均值与规定 试验工况的偏差
进口空气状态	干球温度/ $^{\circ}\text{C}$	± 0.3	± 0.2
	出口全压/ Pa	± 0.2	--
风量/ $\% ^a$		± 0.2	± 2.0
电源电压/ $\% ^a$		± 0.2	--
a 指与额定值相差的百分数。			

6.1.5 试验时的各类测量仪器应在计量检定有效期内，其准确度应符合表 8 的规定。

表 8 各类测量仪器的准确度

测量参数	测量仪表/设备	测量项目	仪表 准确度
温/湿度	电阻温度计	空气进出口的干、湿球温度 ($^{\circ}\text{C}$)	0.1
	热电偶	水温 ($^{\circ}\text{C}$)	0.3
压力	微压计及电传感器	空气动压、静压 (Pa)	1.0
	大气压力计	大气压力 (kPa)	0.2
水量	液体流量计	水量 (m^3/h)	0.1
风量	标准喷嘴	风量 (m^3/h)	1.0
风速	风速仪	断面风速 (m/s)	0.25

时间	秒表	时间（s）	0.2
电气特性	功率表、电压表、电流表、频率表、电阻计	电气特性（级）	0.5
噪声	声级计	噪声（dB）	0.5
长度	卷尺、直尺	风速测点位置、喷嘴直径（mm）	1
振动	测振仪	机组振幅（%）	5

6.2 试验要求

- 6.2.1 所有试验应按铭牌上的额定电压和额定频率进行。
- 6.2.2 所有试验(除风量试验以外)，要求保出风静压测试。
- 6.2.3 试验时，应连接所有辅助元件(包括进风百叶窗和工厂制造的管路及附件)，并且符合制造厂安装要求。

6.3 试验方法

6.3.1 外观

目视检查。

6.3.2 启动和运转

设备在额定电下启动，稳定运转 10min，切断电源，停止运转，反复进行 3 次。检查零部件有无松动、杂音和发热等异常现象。

6.3.3 风量、出口全压、输入功率

应按 GB/T 14294-2008 附录 A 或附录 B 规定的试验方法进行试验，并将试验结果换算成标准空气状态下的值。

6.3.4 制冷量

参照 GB/T 17758-2023 附录 A 所规定的方法进行制冷量试验。

6.3.5 额定能效比

在试验工况下，测得的额定制冷量与机组消耗总功率的比值，数值保留小数点后两位。

6.3.6 噪声

噪声应按 GB/T 17758-2023 附录 E 中规定的方法进行试验。

6.3.7 制冷系统密封性能

空调机的制冷系统在正常制冷剂充灌量下，可采用下述灵敏度的制冷剂检漏仪进行检测——当制冷量小于或等于 28000W 时，灵敏度为： $1 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ；——当制冷量大于 28000W 时，灵敏度为： $1 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

6.3.8 防带水性能

在试验工况下，机组连续运行 0.5h，将专用测试水滴飘水的纸张放置在距出风口距离为机组出口面积当量直径的 2.5 倍处，观察纸张上水滴情况。

6.3.9 电气绝缘强度

在机组带电部分和非带电部分之间施加 1500V 的交流电压，开始施加电压不应大于规定值的一半，然后快速升为全值，持续时间 1min；批量试验时，可用 1800V 电压及 1s 时间代替。

6.3.10 泄漏电流

空调机组连续运行满 30min 后停机并断开电源，立即在机组外露金属部件与电源任意一极之间施加 110%的额定电压 5s，测量机组的泄漏电流。

6.3.11 接地电阻

用接地电阻仪测量机组外壳与接地端子之间的电阻。对于额定电流小于等于 25A，或制冷量小于等于 24.36kW 的机组，或接地电阻测试设备能满足 1.5 倍额定电流的条件，接地端子和保护接地电路之间的连接，也可以按 GB 4706.1—2005 中 27.5 的规定方法,进行接地电阻的测试和判定。

6.3.12 可靠性试验

空调机在常温、常湿下通电 21h 再断电 3h，进行不少于 60 个循环试验。

7 检验规则

7.1 检验分类

设备的检验分为出厂检验、抽样检验和型式检验，检验项目表见表 9。

表 9 检验项目

序号	检验项目	检验类别			要求	试验方法
		出厂检验	抽样检验	型式检验		
1	外观	✓	✓	✓	5.2.1	6.3.1
2	标志	✓	✓	✓	8.1	
3	包装	✓	✓	✓	8.2	
4	启动与运转	✓	✓	✓	5.2.2	6.3.2
5	风量、出口全压、输入功率	--	✓	✓	5.2.3	6.3.3
6	额定制冷量	--	✓	✓	5.2.4	6.3.4
7	能效比	--	✓	✓	5.2.5	6.3.5
8	噪声	--	--	✓	5.2.6	6.3.6
9	制冷系统密封性能	✓	✓	✓	5.2.7	6.3.7

10	防带水性能	✓	✓	✓	5.2.8	6.3.8
11	电气强度	✓	✓	✓	5.3.3	6.3.9
12	泄漏电流	--	✓	✓	5.3.4	6.3.10
13	接地电阻	✓	✓	✓	5.3.5	6.3.11
14	可靠性试验	--	--	✓	5.3.7	6.3.12

7.2 出厂检验

7.2.1 每台设备应经制造厂质量检验部门检验合格后方可出厂。

7.2.2 出厂检验应按表 9 的规定逐项进行。

7.3 抽样检验

7.3.1 对于成批生产的机组，应例行抽样检验，抽样时间应均衡分布 1 年中，检验项目见表 9。

7.3.2 抽样方法按 GB/T 2828.1 进行。逐批检验的抽检项目、批量、抽样方案、检查水平及合格质量水平等由制造商自行决定。

7.3.3 抽样数量和判定，按表 10 的规定进行。出厂检验项目中有不合格项，允许采取一次补救措施，再次检验，若检验仍不合格，则该批产品为不合格；返修后应逐台检验合格后方可出厂。

表 10 一次抽样方案

批量 ^a /台	抽样数量/台	合格判定数 ^b /台	不合格判定数 ^c /台
≤50	2	0	1
50~200	3	0	1
>200	5	1	2
<p>a 指一批中同机种、同型号的数量。</p> <p>b 指抽样中允许最大不合格数或不合格数。</p> <p>c 指抽样中不允许最小不合格数或不合格数。</p>			

7.4 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验，检验项目按表 9 的规定。

- 1) 新产品定型鉴定或老产品转厂生产试制产品时；
- 2) 定型产品的结构、制造工艺、材料等更改对产品性能有影响时；
- 3) 停产一年以上再恢复生产时；
- 4) 连续生产时每 4 年进行一次；
- 5) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 6) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

每台空调机应在明显部位固定永久性铭牌，铭牌应符合 GB/T 13306 的规定。铭牌上应标示下列内容：

- a) 制造厂的名称；
- b) 产品型号和名称；
- c) 主要技术性能参数，包括：额定制冷量、制冷剂代号、充注量、能效比、额定电压、最大电流、频率、相数、质量、噪声、制冷量、功率等；
- d) 产品出厂编号、执行标准号；
- e) 生产制造日期。

8.2 包装

8.2.1 设备应按 GB/T 191 和 GB/T 22939.1-2025 的有关规定进行包装。

8.2.2 包装前应进行清洁干燥处理，易锈部件应涂防锈剂。

8.2.3 包装箱中应有产品合格证、装箱单、产品说明等文件。

8.2.4 产品合格证应包括检验结论、检验员章和检验日期。

8.2.5 空调机包装箱上应贴有下列标志：

- a) 制造单位名称；
- b) 产品型号和名称；
- c) 净质量、毛质量；
- d) 外形尺寸；
- e) “小心轻放”、“防倒置”、“防潮”和堆放层数等。

8.3 运输

8.3.1 空调机设备在运输过程中不应碰撞、挤压、抛扔或受到强烈的振动以及雨淋、受潮和曝晒，应有相应的防护措施。

8.3.2 在运输过程中对于最大净质量不超过 50 kg 的空调机设备，可能发生的最大允许倾斜角度不应大于 30°；对于最大净质量超过 50 kg 的机组，可能发生的最大允许倾斜角度不应大于 20°。

8.4 储存

8.4.1 空调机经拆装后仍须继续贮存时应重新包装。

8.4.2 空调机设备应贮存于清洁干燥、通风良好、无腐蚀性及爆炸性气体的库房内，并应有防止产品磕碰的措施。

附 录 A

(规范性)

单元式蒸发冷却空调机典型应用场景

A.1 工业车间应用

A.1.1 在工业领域以下场所内可以广泛采用单元式蒸发冷却空调系统：

- a) 空间高大，空调区较大，且只需对有人员的区域进行通风、降温处理的工业建筑；
- b) 生产工艺过程中产生大量室内显热，但散湿量较小或无散湿量，且需要以降温加湿为主的工厂或高温车间(如炼钢厂、电厂等)；
- c) 在湿度要求较高或湿度无严格限制的生产车间(如烟厂、纺织厂、洗衣房等场所)。

A.1.2 当单元式蒸发冷却空调机应用于工业车间时，应根据厂房面积、热源分布（如设备散热、人员密度）进行通风与负荷匹配，建议采用分区送风设计。

A.1.3 当工作岗位不固定或不集中时，宜采用全面冷却送风的形式，送风风口不得高出人员3.0m，工作人员可自动或手动调节送风量和送风方向。

A.1.4 当工作岗位固定时，宜采用接风管向岗位送风。送风风口不得高出人员3.0m 或采用下送风，距工作岗位宜为1.2m~3.0m，送风速度宜为1.0m/s~20.0m/s，工人应可自动或手动调节送风方向和角度。

A.1.5 在工业建筑中，宜提高通风换气次数，增大室内空气流速，使得蒸发冷却通风空调的等效温度得到改善。

A.1.6 生产过程中产生有害气体的工业车间内，应设置有效的排风系统，在降温的同时可排出有害气体，维持车间内部的空气洁净度，保证工作人员的身体健康。

A.2 商业建筑应用

A.2.1 当单元式蒸发冷却空调机用于商场等商业公共建筑时，考虑到舒适性空调的室内参数与人体对周围环境温度、相对湿度和风速要求等相互关联，根据现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》，规范中可以适当提高空调区域的夏季最大风速。

A.2.2 单元式蒸发冷却空调系统同时保证送风和排风的气流组织，满足室内温湿度的设计要求；宜采用上部排风的方式。

A.2.3 单元式蒸发冷却空调系统的送风量和台数应根据室内外空气设计参数、空调区负荷特性及空调机组空气处理终状态点等经计算确定。

A.2.4 为避免单元式蒸发冷却空调机在运行时对周围环境产生噪声影响，应与周围建筑物保持一定的距离，以保障噪声自然衰减。对周围建筑物产生噪声干扰，应符合国家现行标准《声环境质量标准》GB 3096的要求。

A. 2.5 空调区的新风量应按不小于人员所需新风量，补偿排风和保持空调区空气压力所需新风量之和以及新风除湿所需新风量中的最大值确定。

A. 2.6 新风系统的新风量，宜按所服务空调区或系统的新风量累计值确定。

A. 2.7 空调系统应进行风量平衡计算，空调区内的空气压力应符合标准GB 50736-2012第7.1.5条的规定。人员集中且密闭性较好或过渡季节使用大量新风的空调区，应设置机械排风设施，排风量应适应新风量的变化。

A. 2.8 送风口的出口风速应根据送风方式、送风口类型、安装高度、空调区允许风速和噪声标准等确定。

A. 3 数据中心应用

A. 3.1 数据中心的室外气象参数、室内电子信息设备环境参数等应按照《数据中心制冷与空调设计标准》T/CECS 487-2017的要求选择；机房内其他环境参数应满足《数据中心设计规范》GB 50174的要求。

A. 3.2 在数据中心或通信机房使用单元式蒸发冷却空调机时，应根据当地气象条件、自然资源条件、空气污染条件、机房内温湿度及洁净度要求等选择合适的空调系统。

A. 3.3 设计蒸发冷却空调系统时应满足《数据中心设计规范》GB 50174要求。

A. 3.4 当单元式蒸发冷却空调机应用于通信机房或数据中心时，空调的控制精度及加湿量应达到如下要求：

- a) 当机房空调的回风温度设在 30℃~38℃时，温度控制精度为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 当机房空调相对湿度设定在 40%~60%时，相对湿度控制精度为 $\pm 10\%$ ；
- c) 机房空调实测加湿量应不低于明示值的 95%，且加湿量明示值应为 0.25 kg/h 的整数倍，空调的实测加湿量应大于加湿工况下因制冷运行造成的除湿量。

A. 3.5 机房采用单元式蒸发冷却空调机供冷时，应对室内回风的状态进行实时监测，同时对送风的温度、湿度进行自动控制和调节。

A. 3.6 机房采用全新风供冷或新风与回风混合供冷时，送风状态不满足电子信息设备环境要求时，系统应配置可切换的其他空调系统，实现送排风平衡。

A. 4 轨道交通应用

A. 4.1 对于地铁车站、高铁站台、检票口等场景，由于其空间较大、空调区范围较广人员流动性大、短时间停留等特点，夏季通风室外计算参数应按照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012选取。

A. 4.2 当单元式蒸发冷却空调机用于高铁站台、检票口等半开放空间时，可采用高压喷雾式蒸发冷却空调机或直接蒸发降温冷气机，布置在靠近人可接受的位置。

A. 4. 3 地铁站宜采用蒸发冷却通风空调系统，可采用的蒸发冷却空调机组有：单元式蒸发式冷气机、蒸发式冷风扇、广告牌式直接蒸发冷却空调机组、复合式蒸发冷却通风空调机组、蒸发冷却与机械制冷联合通风空调机组等。

A. 4. 4 地铁站应按蒸发冷却通风空调工艺要求设置进风亭、排风亭和活塞风亭。在满足功能的前提下，根据地面建筑的现状或规划要求，风亭可集中或分散布置，且建筑应满足地铁风亭的技术要求。

附 录 B

(规范性)

单元式蒸发冷却空调机常见结构原理图

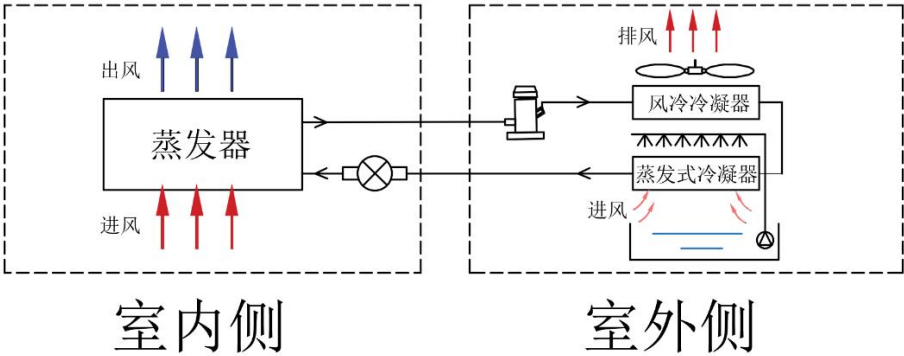


图 B. 1 直接喷淋型单元式空调机原理图

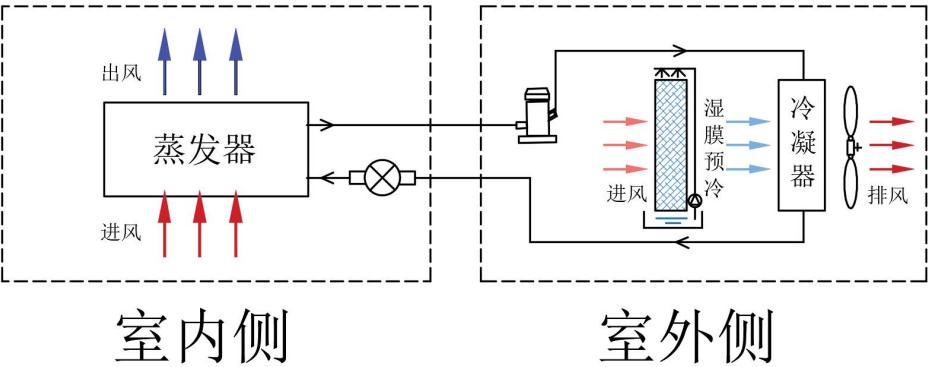


图 B. 2 湿膜预冷型单元式空调机原理图

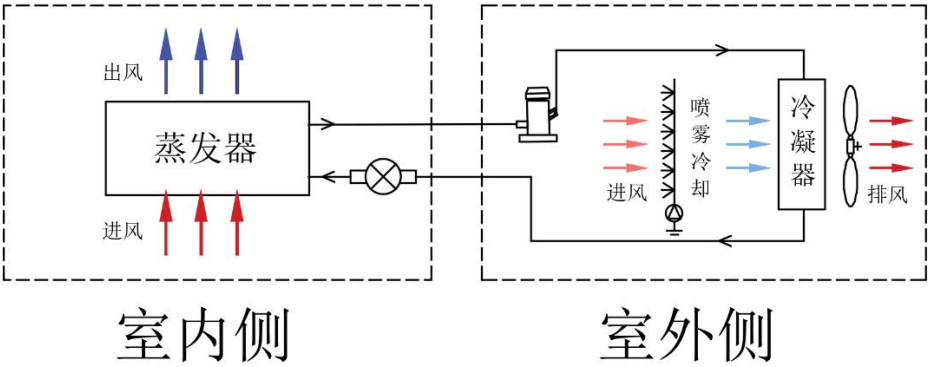


图 B. 3 喷雾冷却型单元式空调机原理图

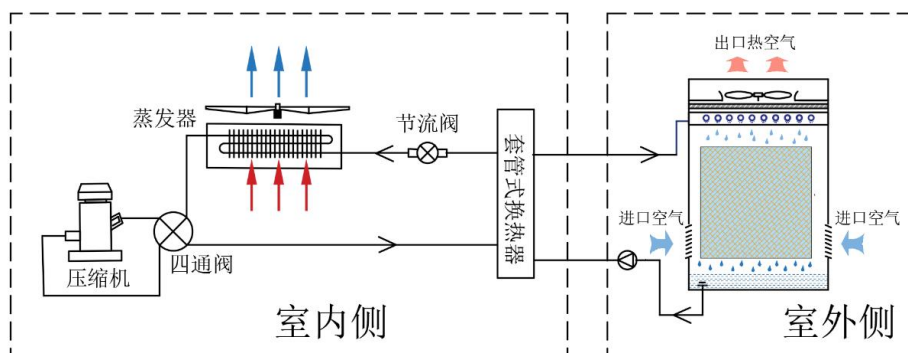


图 B.4 自带冷却塔的水冷单元式空调机原理图

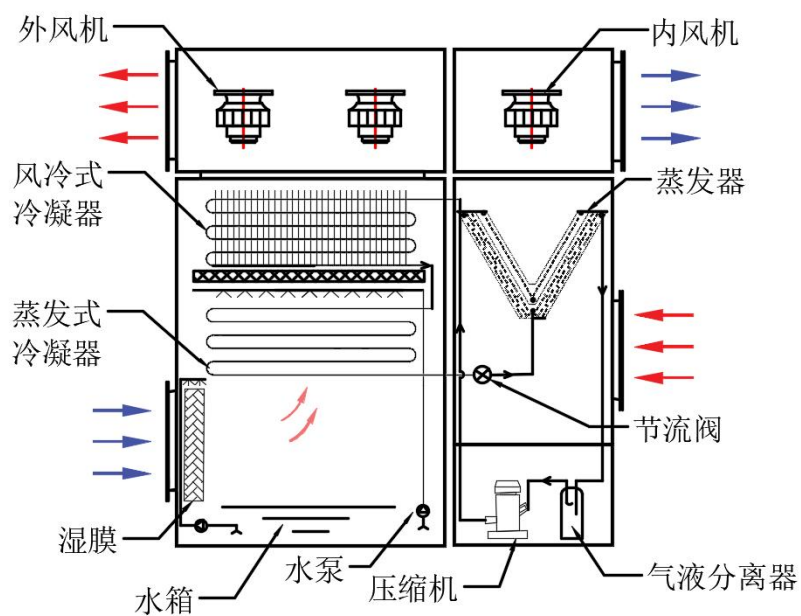


图 B.5 单元式双蒸发冷凝空调机原理图

参考文献

- [1] GB/T 19413-2010 计算机和数据处理机房用单元式空气调节机
 - [2] GB 19576-2019 单元式空气调节机能效限定值及能效等级
 - [3] GB/T 20108-2017 低温单元式空调机
 - [4] GB/T 25860-2010 蒸发式冷气机
 - [5] GB/T 31437-2015 单元式通风空调用空气-空气热交换机组
 - [6] GB/T 39976-2021 蒸发冷却式新风空调设备
 - [7] JB/T 11968-2014 通讯基站用单元式空气调节机
 - [8] JB/T 12322-2015 蒸发式冷气机安装与使用要求
 - [9] XJJ 127-2020 蒸发冷却空调系统工程技术标准
 - [10] T/DZJN 27-2021 数据中心蒸发冷却空调设备
 - [11] T/DZJN 81-2022 数据中心蒸发冷却水质标准
 - [12] T/DZJN 251-2024 数据中心自然蒸发冷却气象参数
-