

露点间接蒸发冷却降温产品及标准介绍

澳蓝(福建)实业有限公司
AOLAN (FUJIAN) INDUSTRY CO.,LTD

目录



01

露点间接蒸发冷却技术

02

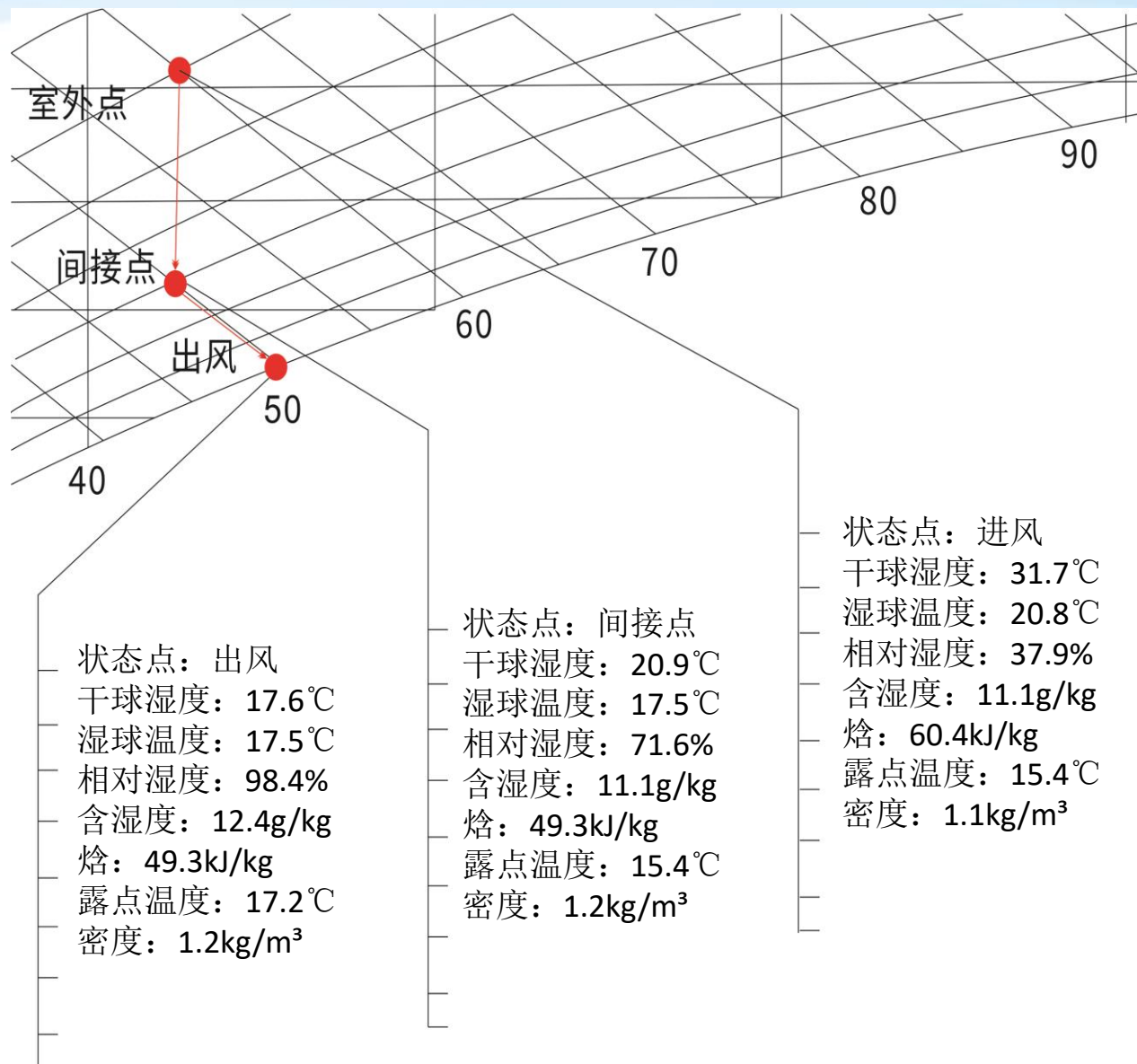
露点间接蒸发冷却产品

03

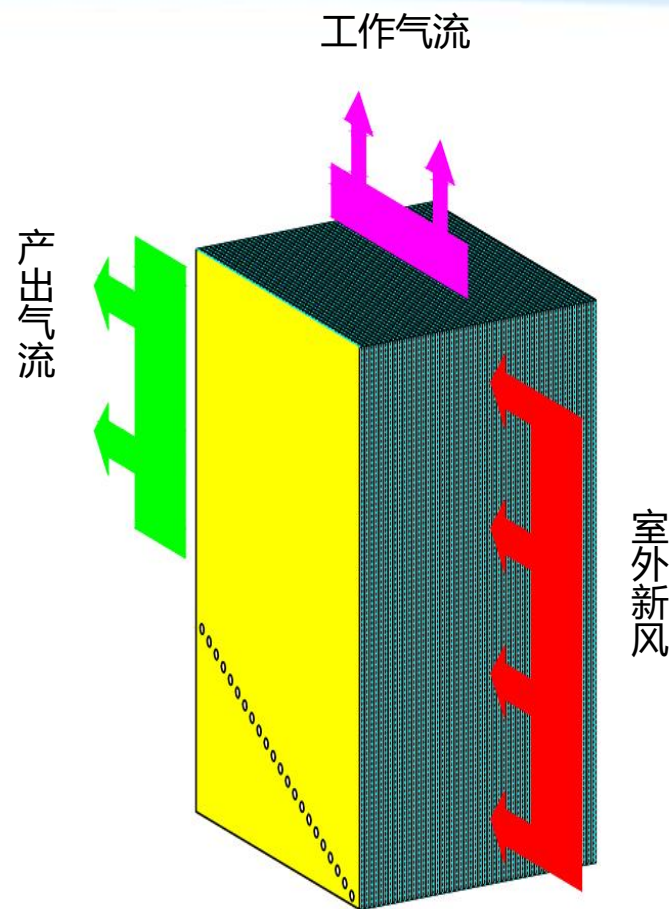
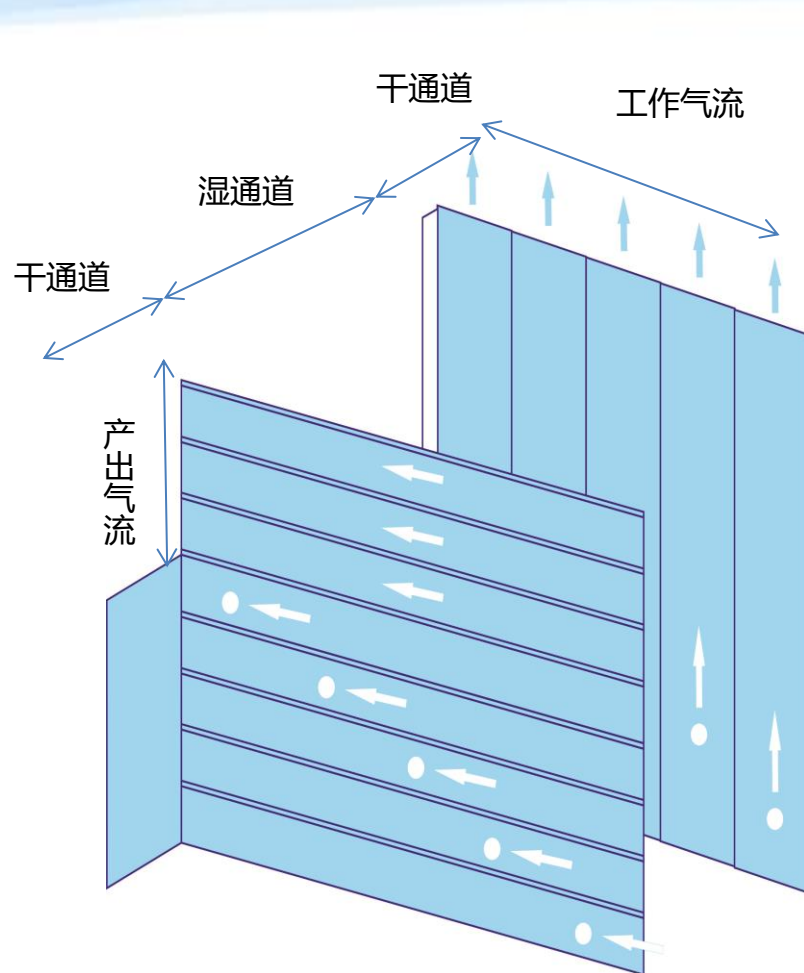
露点间接蒸发冷却标准

基于间接蒸发冷却技术的突破

突破了间接蒸发冷却受湿球温度的限制。露点间接蒸发湿球效率最好接近150%。试验结果认为湿球效率100%经济性比较好，而且再进行直接蒸发冷却，理论上总效率将达到130%



露点间接蒸发芯体示意图



工作气流和产出气流通道分离，产出气流可以不加湿。

目录



01

露点间接蒸发冷却技术

02

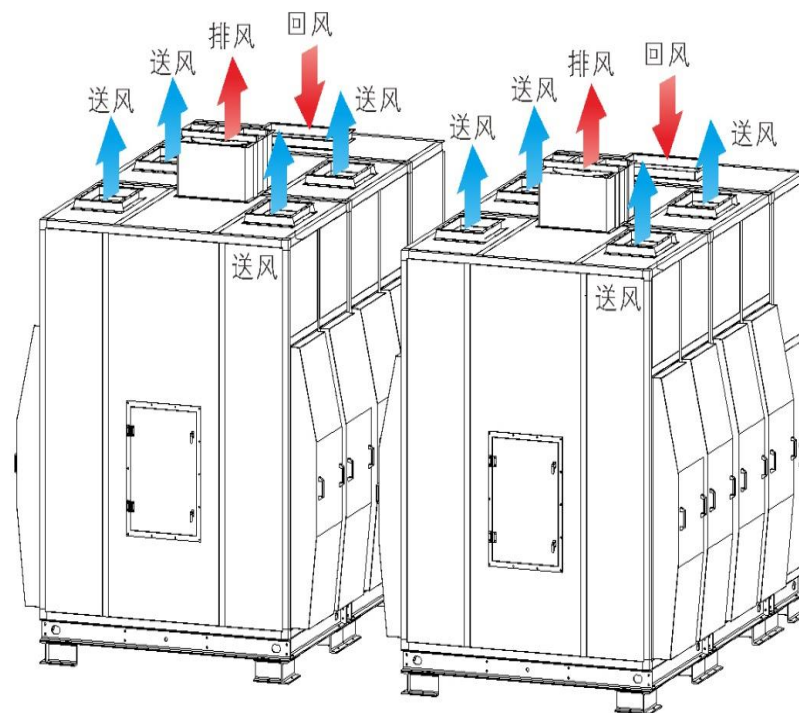
露点间接蒸发冷却产品

03

露点间接蒸发冷却标准

全天候内循环露点间接蒸发空调机组

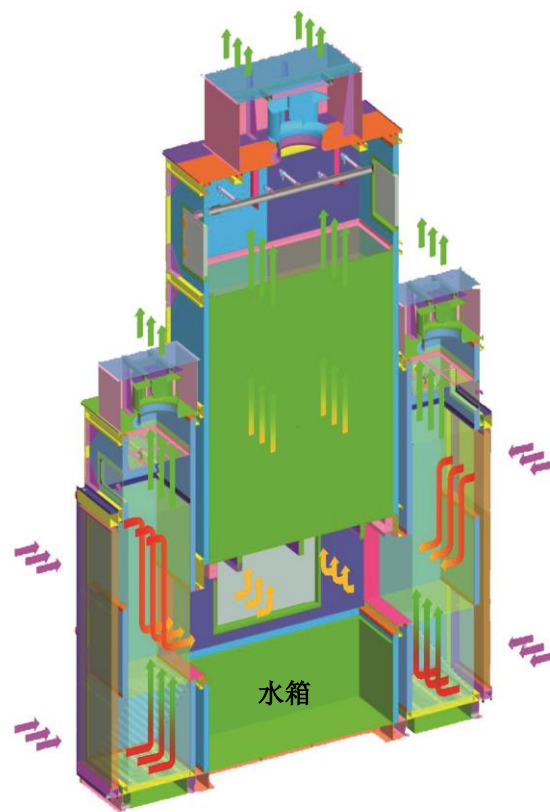
此数据中心用间接蒸发冷却空调机组是联合间接蒸发自然冷却和机械制冷于一体的节能空调机组，内循环系统，在冷却过程中不会引入外界空气的污染物，真正做到让数据中心实现绿色环保。有干模式，湿模式，混合模式，来对应不同室外环境下的室内工况要求。满足数据中心机房所需的环境条件。机组优先选择间接蒸发冷却模式进行冷却，当间接蒸发冷却不能满足需求时，机组会自动启动机械制冷来补充降温。



水蒸发式高温冷水机组

基于水蒸发冷却的高温冷水机组，以空气的干湿球温度为驱动势，利用高温干燥的空气和水之间的热湿交换作用，使水温降低的制冷设备。

首先进入冷水机组的高温干燥空气通过间接蒸发冷却器等湿降温，空气的干球温度和湿球温度被同时降低，然后进入直接蒸发冷却器，在直接蒸发冷却填料表面空气和水进行热质交换，液体水因为失去热量而温度降低，得到高温冷水，供末端使用。



工程案例



公建项目的新风降温



工程案例



高温冷水降温之组合式空调系统



工程案例



湿度受限的生产车间的新风预冷

工程案例



湿度受限的生产车间的降温



某高校实验室

工程案例



电厂集中控制室的降温系统

目录



01

露点间接蒸发冷却技术

02

露点间接蒸发冷却产品

03

露点间接蒸发冷却标准

露点间接蒸发冷却技术标准

基于露点间接蒸发冷却的降温设备，降温幅度更大，更具节能环保潜力。然而，目前，国内外均无专门针对露点蒸发冷却降温设备的相关标准，即基于露点间接蒸发原理的产品及其安装均处于无执行标准的真空期。因此制定关于露点间接蒸发式产品的行业标准显得尤为紧迫和必要，有助于完善我国蒸发冷却产品标准体系，最大限度地发挥蒸发冷却技术优势，规范露点间接蒸发冷却产品的制造生产，满足各行业清洁、高效的制冷需求。

- 《露点蒸发式高温冷水机组》
- 《露点间接蒸发冷却空调机组》

《露点蒸发式高温冷水机组》

一、标准编制进度



- 1、立项：工信部2019年度第三批行业标准制修订项目计划（工信厅科〔2019〕245号文），计划编号2019-1119T-JB。
- 2、一次讨论稿：2020年1月7日，起草工作组在扬州召开了第一次起草工作会议。标准的名称、边界范围、术语和定义以及部分关键技术内容。
- 3、二次讨论稿：2020年9月28日，起草工作组在福州召开了第二次起草工作会议。使用范围、试验工况、典型城市的全年能效和季节能效。
- 4、公示稿：2020年10月至11月，29条征求意见，修改27条。
- 5、送审稿：2020年12月。
- 6、报批稿：

《露点蒸发式高温冷水机组》

二、标准主要内容

范围	水和空气为介质，公共建筑和数据中心冷却降温。蒸发冷凝式
规范性引用文件	13个国家标准，2个行业标准
术语和定义	10个术语和定义，露点、全年能效比、制冷季节能效比
型式与型号	进出水温差、辅冷、载冷剂
技术要求	一般规定（7条）、性能要求（10条性能、4条安全）
试验方法	试验工况、试验仪器、性能试验
检验规则	出厂检验、抽样检验、型式检验、判断定则
标志、包装、运输和贮存	标志、包装、运输和存储
4个附录	型号编写、性能试验方法、全年干湿球温度分布系数、制冷季节湿球温度分布系数

《露点蒸发式高温冷水机组》

三、创新内容

1、试验工况确认

考虑到机组主要应用于西北干燥地区，比如新疆乌鲁木齐，所以将名义制冷工况中的室外机组入口空气状态干球温度确定为**33.5℃**，湿球温度确定为**18.2℃**；
当机组用于数据中心时，冬季将处于干工况下制冷，室外温度低于**0℃**，冷水管中的冷水存在冻结风险，需要切换乙二醇载冷剂运行，为了比较此工况下的运行性能，因此还增加低温工况测试点，即在室外空气干球温度为**0℃**进行性能测试

类型		标准 机型	大温 差型
设计冷水供回温差，℃		5	10
名义 工况	进风干球温度 /℃	33.5	
	进风湿球温度 /℃	18.2	
	进风露点温度 /℃	8.3	
	出水温度 /℃	15.5	
	进水温度 /℃	20.5	25.5
高湿 工况	进风干球温度 /℃	30	
	进风湿球温度 /℃	22.4	
	进风露点温度 /℃	19.1	
	出水温度 /℃	20	
	进水温度 /℃	25	30
低温 工况	进风干球温度 /℃	0	
	进风湿球温度 /℃	—	
	进风露点温度 /℃	—	
	出水温度 /℃	15.5	
	进水温度 /℃	20.5	25.5

《露点蒸发式高温冷水机组》

三、创新内容

2、制冷季节能效比（公建项目应用）

1) 测试工况

名义工况和极端高湿工况均为点工况，只能比较不同机组的性能，不能反映在不同地区（严寒、寒冷、夏热冬冷、夏热冬暖、温和）变工况运行下的综合能效。故增加了“制冷季节能效比”测试工况及其计算方法。

将制冷季节（6-8月份的）气候数据分五个状态点A、B、C、D和E。先根据湿球温度的分布特点确定5个工况点的湿球温度，再将对应每个时段的干球温度进行平均来确定五个测试点工况。

$$SEER=T_a \times EER_a + T_b \times EER_b + T_c \times EER_c + T_d \times EER_d + T_e \times EER_e$$

式中： $EER_a \sim EER_e$ 为在机组在表4所示A~E工况条件下的实测能效比； $T_a \sim T_e$ 为A~E工况下对应的制冷季节湿球温度分布系数

项 目		制冷季节测试工况（用于计算SEER）				
		A	B	C	D	E
严寒地区 （参照乌鲁木齐市）	干球温度 /℃	30.1	27.0	22.9	17.2	10.9
	湿球温度 /℃	20.0	17.0	14.0	11.0	8.0

《露点蒸发式高温冷水机组》

三、创新内容

2、制冷季节能效比（公建项目应用）

2) 湿球温度分布系数

根据不同地区的测试工况中5个状态点的湿球温度，将其区间内制冷季节的气象参数对应的时间累计数的占比作为湿球温度分布系数。

项 目		用于计算制冷季节能效比（SEER）的分布系数				
		T_a	T_b	T_c	T_d	T_e
严寒地区 (参照乌鲁木齐市)	湿球温度区间/℃	≥ 18.5	$\geq 15.5, < 18.5$	$\geq 12.5, < 15.5$	$\geq 9.5, < 12.5$	< 9.5
	湿球温度分布系数 /%	1.27%	25.45%	51.81%	19.07%	2.40%
寒冷地区 (参照北京市)	湿球温度区间/℃	≥ 26	$\geq 22, < 26$	$\geq 18, < 22$	$\geq 14, < 18$	< 14
	湿球温度分布系数 /%	5.80%	39.09%	37.41%	13.67%	4.03%
夏热冬冷地区 (参照上海市)	湿球温度区间/℃	≥ 27.5	$\geq 24.5, < 27.5$	$\geq 21.5, < 24.5$	$\geq 18.5, < 21.5$	< 18.5
	湿球温度分布系数 /%	3.90%	42.84%	30.62%	19.97%	2.67%
夏热冬暖 (参照广州市)	湿球温度区间/℃	≥ 29	$\geq 27, < 29$	$\geq 25, < 27$	$\geq 23, < 25$	< 23
	湿球温度分布系数 /%	1.40%	15.76%	44.48%	33.33%	5.03%
温和地区 (参照贵阳市)	湿球温度区间/℃	≥ 23	$\geq 21, < 23$	$\geq 19, < 21$	$\geq 17, < 19$	< 17
	湿球温度分布系数 /%	0.18%	32.34%	40.13%	21.83%	5.52%

《露点蒸发式高温冷水机组》

三、创新内容

3、全年能效比（数据中心应用）

1) 测试工况

数据中心用露点间接蒸发冷却高温冷水机组全年处于制冷模式下，故将不同地区的全年运行分五个状态点作为测试工况点。其中冬季室外空气干球温度低于10℃以下时，机组处于干工况下运行，蒸发冷却模式停用，故直接采用干球温度5.0和-5.0作为测试工况条件（GB/T 19413）。

根据不同地区全年（干球温度高等于10℃的湿球温度）湿球温度的分布特点，先确定3个工况点的湿球温度，再将对应每个时段的干球温度进行平均来确定3个测试点工况。

$$AEER = Ta \times EERa + Tb \times EERb + Tc \times EERc + Td \times EERd + Te \times EERe$$

式中：EERa~EERe为在机组在表2所示A~E工况条件下的实测能效比；Ta~Te为A~E工况下对应的全年干湿球温度分布系数。

项 目		全年测试工况（用于计算AEER）				
		A	B	C	D	E
严寒地区 （参照乌鲁木齐市）	干球温度 /℃	28.0	20.6	12.8	5.0	-5.0
	湿球温度 /℃	18.0	12.0	6.0	/	/

《露点蒸发式高温冷水机组》

三、创新内容

3、全年能效比（数据中心应用）

2) 干湿球温度分布系数

根据不同地区的测试工况中5个状态点的干湿球温度，将其区间内全年的气象参数对应的时间累计数的占比作为干湿球温度分布系数。

项 目		用于计算全年能效比（AEER）的分布系数				
		湿球温度分布系数			干球温度分布系数	
		T_a	T_b	T_c	T_d	T_e
严寒地区 (参照乌鲁木齐市)	温度区间 /°C	≥ 16	$\geq 8, < 16$	< 8	$\geq 0, < 10$	< 0
	分布系数 /%	4.64%	35.82%	6.70%	16.40%	36.44%
寒冷地区 (参照北京市)	温度区间 /°C	≥ 25	$\geq 15, < 25$	< 15	$\geq 0, < 10$	< 0
	分布系数 /%	3.14%	29.37%	26.02%	23.48%	17.99%
夏热冬冷地区 (参照上海市)	温度区间 /°C	≥ 25	$\geq 15, < 25$	< 15	$\geq 0, < 10$	< 0
	分布系数 /%	10.23%	38.13%	23.94%	26.18%	1.52%
夏热冬暖 (参照广州市)	温度区间 /°C	≥ 24	$\geq 16, < 24$	< 16	$\geq 0, < 10$	< 0
	分布系数 /%	29.94%	38.07%	28.88%	3.11%	0.00%
温和地区 (参照贵阳市)	温度区间 /°C	≥ 19	$\geq 13, < 19$	< 13	$\geq 0, < 10$	< 0
	分布系数 /%	24.45%	30.64%	16.06%	28.21%	0.64%

《露点蒸发式高温冷水机组》

四、征求意见汇总及修改情况

1、征求意见汇总情况

本标准征求意见稿先后收到清华大学、华南理工大学、西安工程大学、大金(中国)投资有限公司、荏原冷热系统(中国)有限公司、联合开利(上海)空调有限公司、华信咨询设计研究院有限公司、重庆通用工业(集团)有限责任公司等十几家单位的修改建议共33条。其中特别感谢李红霞总工、夏春华院长、石文星教授、黄翔教授、刘金平教授及各位专家。

2、征求意见修改情况

修改情况	采纳	部分采纳	暂不采纳
数量	29 (87.9%)	0 (0%)	4 (12.1%)

露点间接蒸发冷却技术标准

基于露点间接蒸发冷却的降温设备，降温幅度更大，更具节能环保潜力。然而，目前，国内外均无专门针对露点蒸发冷却降温设备的相关标准，即基于露点间接蒸发原理的产品及其安装均处于无执行标准的真空期。因此制定关于露点间接蒸发式产品的行业标准显得尤为紧迫和必要，有助于完善我国蒸发冷却产品标准体系，最大限度地发挥蒸发冷却技术优势，规范露点间接蒸发冷却产品的制造生产，满足各行业清洁、高效的制冷需求。

- 《露点蒸发式高温冷水机组》
- 《露点间接蒸发冷却空调机组》

《露点间接蒸发冷却空调机组》

一、标准编制进度



- 1、立项：工信部2019年度第三批行业标准制修订项目计划（工信厅科〔2019〕245号文），计划编号2019-1119T-JB。
- 2、一次讨论稿：2020年1月7日，起草工作组在扬州召开了第一次起草工作会议。标准的名称、边界范围、术语和定义以及部分关键技术内容。
- 3、二次讨论稿：2020年9月28日，起草工作组在福州召开了第二次起草工作会议。使用范围、试验工况、典型城市的全年能效和季节能效。
- 4、公示稿：2020年10月至11月，29条征求意见，修改27条。
- 5、送审稿：2020年12月。
- 6、报批稿：

《露点间接蒸发冷却空调机组》

一、标准主要内容

范围	露点间接蒸发冷却为主要冷却方式，其他冷源作为辅助
规范性引用文件	13个国家标准，3个行业标准
术语和定义	14个术语和定义，露点间接蒸发、一二次空气、露点效率、全年能效比、制冷季节能效比
型式与型号	用途、辅冷
技术要求	一般规定（7条）、性能要求（性能14条、安全7条）
试验方法	试验工况、试验仪器、性能试验方法
检验规则	出厂检验、抽样检验、型式检验、判断定则
标志、包装、运输和贮存	标志、包装、运输和存储
5个附录	型号编写、全新风（回风型）性能试验方法、全年干湿球温度分布系数、制冷季节湿球温度分布系数

《露点间接蒸发冷却空调机组》

三、创新内容

1、露点效率

1) 定义

机组在规定的条件下，一次空气的进、出口空气干球温度差与一次空气进口的干球温度和二次进口空气露点温度差之比，单位为百分比(%)，适用于回风型机组。

机组在规定的条件下，一次空气的进、出口空气干球温度差与二次空气进口的干球温度和露点温度差之比，单位为百分比(%)，适用于全新风型机组。

2) 湿球效率和露点效率的区别

3) 使用露点效率的意义：以露点温度为驱动、数值大小。

4) 露点效率的限值：一二次风量比、芯体结构、进出风空气状态等因素有关。

机组类型	项 目	室外侧			室内侧		露点效率
		空气入口状态			空气入口状态		
		干球温度	湿球温度	露点温度	干球温度	湿球温度	
回风型	蒸发冷却工况 (名义工况)	20.0	14.0	9.8	35.0	21.0	83.33%
	高温凝露工况	35.0	30.0	28.6	35.0	24.0	78.13%
全新风型	名义工况	33.5	18.2	8.3	/	/	60.71%
	高湿工况	30.0	22.4	19.1	/	/	69.72%

《露点间接蒸发冷却空调机组》

三、创新内容

2、能效比

1) 定义

在规定的条件下，机组的制冷量与输入功率的比值，单位为(kW/kW)。

2) 限值

在名义工况下，机组能效比的实测值应不低于明示值的95%,且不低于下表所示的限值。

机组类型	风量 m ³ /h	出口静压 Pa	能效比
回风型	≤ 2000	50	9
	>2000 , ≤ 10000	80	10
	>10000	150	11
全新风型	≤ 2000	50	8
	>2000 , ≤ 10000	80	9
	>10000	150	10

《露点间接蒸发冷却空调机组》

三、创新内容

3、试验工况确认

对于新风型露点间接蒸发冷却空调机组，考虑到机组主要应用于西北干燥地区，比如新疆乌鲁木齐，因此将名义工况新风干湿球温度为33.5℃/18.2℃，高湿工况新风干湿球温度为32.4℃/30℃。

对于回风型露点间接蒸发冷却空调机组，将工况分为蒸发冷却+辅助补冷工况、蒸发冷却工况（名义工况）、干态工况、高温凝露工况和低温凝露工况，其中名义工况的室外侧入口空气干湿球温度分别为20℃/14℃，室内侧入口空气干湿球温度为35℃/21℃；

机组类型	项 目	室外侧			室内侧	
		空气入口状态			空气入口状态	
		干球温度	湿球温度	露点温度	干球温度	湿球温度
回风型	蒸发冷却+辅助补冷工况	35.0	26.0	22.8	35.0	21.0
	蒸发冷却工况（名义工况）	20.0	14.0	9.8	35.0	21.0
	干态工况	10.0	/	/	35.0	21.0
	高温凝露工况	35.0	30.0	28.6	35.0	24.0
	低温凝露工况	-20.0	/	/	35.0	21.0
全新风型	名义工况	33.5	18.2	8.3	/	/
	高湿工况	30.0	22.4	19.1	/	/

《露点蒸发式高温冷水机组》

三、创新内容

4、制冷季节能效比（公建项目应用）

1) 测试工况

名义工况和极端高湿工况均为点工况，只能比较不同机组的性能，不能反映在不同地区（严寒、寒冷、夏热冬冷、夏热冬暖、温和）变工况运行下的综合能效。故增加了“制冷季节能效比”测试工况及其计算方法。

将制冷季节（6-8月份的）气候数据分五个状态点A、B、C、D和E。先根据湿球温度的分布特点确定5个工况点的湿球温度，再将对应每个时段的干球温度进行平均来确定五个测试点工况。

$$SEER=T_a \times EER_a + T_b \times EER_b + T_c \times EER_c + T_d \times EER_d + T_e \times EER_e$$

式中： $EER_a \sim EER_e$ 为在机组在表4所示A~E工况条件下的实测能效比； $T_a \sim T_e$ 为A~E工况下对应的制冷季节湿球温度分布系数

项 目		制冷季节测试工况（用于计算SEER）				
		A	B	C	D	E
严寒地区 （参照乌鲁木齐市）	干球温度 /℃	30.1	27.0	22.9	17.2	10.9
	湿球温度 /℃	20.0	17.0	14.0	11.0	8.0

《露点间接蒸发冷却空调机组》

三、创新内容

4、制冷季节能效比（公建项目应用）

2) 湿球温度分布系数

根据不同地区的测试工况中5个状态点的湿球温度，将其区间内制冷季节的气象参数对应的时间累计数的占比作为湿球温度分布系数。

项 目		用于计算制冷季节能效比（SEER）的分布系数				
		T_a	T_b	T_c	T_d	T_e
严寒地区 (参照乌鲁木齐市)	湿球温度区间/℃	≥ 18.5	$\geq 15.5, < 18.5$	$\geq 12.5, < 15.5$	$\geq 9.5, < 12.5$	< 9.5
	湿球温度分布系数 /%	1.27%	25.45%	51.81%	19.07%	2.40%
寒冷地区 (参照北京市)	湿球温度区间/℃	≥ 26	$\geq 22, < 26$	$\geq 18, < 22$	$\geq 14, < 18$	< 14
	湿球温度分布系数 /%	5.80%	39.09%	37.41%	13.67%	4.03%
夏热冬冷地区 (参照上海市)	湿球温度区间/℃	≥ 27.5	$\geq 24.5, < 27.5$	$\geq 21.5, < 24.5$	$\geq 18.5, < 21.5$	< 18.5
	湿球温度分布系数 /%	3.90%	42.84%	30.62%	19.97%	2.67%
夏热冬暖 (参照广州市)	湿球温度区间/℃	≥ 29	$\geq 27, < 29$	$\geq 25, < 27$	$\geq 23, < 25$	< 23
	湿球温度分布系数 /%	1.40%	15.76%	44.48%	33.33%	5.03%
温和地区 (参照贵阳市)	湿球温度区间/℃	≥ 23	$\geq 21, < 23$	$\geq 19, < 21$	$\geq 17, < 19$	< 17
	湿球温度分布系数 /%	0.18%	32.34%	40.13%	21.83%	5.52%

《露点间接蒸发冷却空调机组》

三、创新内容

5、全年能效比（数据中心应用）

1) 测试工况

数据中心用露点间接蒸发冷却高温冷水机组全年处于制冷模式下，故将不同地区的全年运行分五个状态点作为测试工况点。其中冬季室外空气干球温度低于10℃以下时，机组处于干工况下运行，蒸发冷却模式停用，故直接采用干球温度5.0和-5.0作为测试工况条件（GB/T 19413）。

根据不同地区全年（干球温度高等于10℃的湿球温度）湿球温度的分布特点，先确定3个工况点的湿球温度，再将对应每个时段的干球温度进行平均来确定3个测试点工况。

$$AEER = Ta \times EERa + Tb \times EERb + Tc \times EERc + Td \times EERd + Te \times EERe$$

式中：EERa~EERe为在机组在表2所示A~E工况条件下的实测能效比；Ta~Te为A~E工况下对应的全年干湿球温度分布系数。

项 目		全年测试工况（用于计算AEER）				
		A	B	C	D	E
严寒地区 （参照乌鲁木齐市）	干球温度 /℃	28.0	20.6	12.8	5.0	-5.0
	湿球温度 /℃	18.0	12.0	6.0	/	/

《露点间接蒸发冷却空调机组》

三、创新内容

5、全年能效比（数据中心应用）

2) 干湿球温度分布系数

根据不同地区的测试工况中5个状态点的干湿球温度，将其区间内全年的气象参数对应的时间累计数的占比作为干湿球温度分布系数。

项 目		用于计算全年能效比（AEER）的分布系数				
		湿球温度分布系数			干球温度分布系数	
		T_a	T_b	T_c	T_d	T_e
严寒地区 (参照乌鲁木齐市)	温度区间 /°C	≥ 16	$\geq 8, < 16$	< 8	$\geq 0, < 10$	< 0
	分布系数 /%	4.64%	35.82%	6.70%	16.40%	36.44%
寒冷地区 (参照北京市)	温度区间 /°C	≥ 25	$\geq 15, < 25$	< 15	$\geq 0, < 10$	< 0
	分布系数 /%	3.14%	29.37%	26.02%	23.48%	17.99%
夏热冬冷地区 (参照上海市)	温度区间 /°C	≥ 25	$\geq 15, < 25$	< 15	$\geq 0, < 10$	< 0
	分布系数 /%	10.23%	38.13%	23.94%	26.18%	1.52%
夏热冬暖 (参照广州市)	温度区间 /°C	≥ 24	$\geq 16, < 24$	< 16	$\geq 0, < 10$	< 0
	分布系数 /%	29.94%	38.07%	28.88%	3.11%	0.00%
温和地区 (参照贵阳市)	温度区间 /°C	≥ 19	$\geq 13, < 19$	< 13	$\geq 0, < 10$	< 0
	分布系数 /%	24.45%	30.64%	16.06%	28.21%	0.64%

《露点间接蒸发冷却空调机组》

四、征求意见汇总及修改情况

1、征求意见汇总情况

本标准征求意见稿先后收到清华大学、华南理工大学、西安工程大学、大金(中国)投资有限公司、荏原冷热系统(中国)有限公司、联合开利(上海)空调有限公司、华信咨询设计研究院有限公司、重庆通用工业(集团)有限责任公司等十几家单位的修改建议共49条。其中特别感谢李红霞总工、夏春华院长、石文星教授、黄翔教授、刘金平教授及各位专家。

2、征求意见修改情况

修改情况	采纳	部分采纳	暂不采纳
数量	35 (71.4%)	0 (0%)	14 (28.6%)

谢

谢

！

