



开放数据中心委员会
Open Data Center Committee

[编号 ODCC-2022-02009]

间接蒸发冷空调标准化技术规范

开放数据中心标准推进委员会

2022-09 发布

前言

本规范的主要内容：根据目前中国各地区数据中心对间接蒸发冷空调的需求，对产品的原理，组成，以及相应系统的规格进行了标准化定义，以满足数据中心行业对间接蒸发冷空调的设计需求。

本规范共含 7 个主要章节，主要技术内容有：性能要求，配置要求，电气系统要求，控制及弱电要求，实施交付要求，测试验证要求与运营维保要求。

本规范由腾讯 TEG IDC 平台部负责管理和具体技术内容的解释，本规范在执行过程中，请各单位结合现场实践，总结经验，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建议寄至 tianqingwu@tencent.com。以供今后修订时参考。

本规范感谢以下起草单位（排名不分先后）：

腾讯科技（深圳）有限公司，中国信息通信研究院（云大所数据中心团队）、京东科技信息技术有限公司，深圳市英维克科技股份有限公司，中兴通讯股份有限公司，广东美的暖通设备有限公司

起草人（排名不分先后）：

周海涛，林志勇，曾宪龙，吴天青，李鼎谦，易平，肖香见，刘灵丰，梅方义，吴美希，宫伟文，张佳斌，袁学华，王强，梁飞，刘子龙，陈华，李得利，王前方，蒋钢，卫鹏云

目录

前言	I
引言	1
一、 范围	2
二、 规范性引用文件	2
三、 术语、定义和缩略语	4
四、 整体性能要求	5
(一) 主要技术要求	5
(二) 关键技术参数表	8
五、 主要配置要求	10
(一) 换热芯体	10
(二) 风机	12
(三) 空气过滤器	13
(四) 喷淋系统	14
(五) DX 辅助制冷	15
(六) 箱体结构	16
六、 电气系统要求	19
(一) 供电架构	19
(二) 配置要求	21
七、 控制及弱电要求	22
(一) 基本要求	22
(二) 接口要求	24

(三) 控制器参数要求	25
(四) 控制系统供电要求	26
(五) 控制器告警策略要求	27
(六) 控制器告警响应时间要求	28
八、 间接蒸发冷空调的实施交付要求	28
九、 测试验证要求	30
(一) 厂验测试要求	30
(二) 机组自动运行测试要求	31
十、 运营维保要求	33
(一) 预防性维护保养要求	33

www.ODCC.org.cn

引言

近年来，由于 5G、云计算、人工智能、大数据等技术的蓬勃发展，数据中心迎来持续高速发展的浪潮。2020 年 3 月 4 日，中共中央政治局常务委员会召开会议，明确强调了加快 5G 网络、数据中心等新型基础设施建设进度。数据中心作为“新基建”的重要组成部分得到了广泛的关注，全国各地大大加快了数据中心投资建设的步伐。

2019 年 2 月，工信部等三部门发布《关于加强绿色数据中心建设的指导意见》。文件指出到 2022 年，数据中心平均能耗基本达到国际先进水平，新建大型、超大型数据中心 PUE 值达到 1.4 以下。各地政府也逐年对当地新建数据中心提出了更严格的能效要求。

在高效散热的驱动下，数据中心行业内开始创新性的采用间接蒸发冷技术作为主要的节能手段。间接蒸发冷机组可以利用高效换热芯体隔绝室内外空气进行换热，能在保证室内空气质量的前提下充分利用自然冷源。其紧凑的产品形式也确保了其与模块化数据中心结合，实现高效、快速交付的潜力。

从 2015 年至今，间接蒸发冷空调技术不断地发展和完善，涌现出了不少优秀的产品。其在数据中心行业中的比重也逐年增加，通过实际案例彰显了极简产品化、快速部署，高可用性，质量可靠和超低 TCO 等优势。

本规范提出了间接蒸发冷空调产品性能，器件配置，电气系统，控制及弱电系统，质量管理，测试验证等方面的技术标准，能帮助指导相关产品与相应数据中心基础设施的实现与标准化。

一、范围

本规范提出了间接蒸发冷空调产品性能，器件配置，电气系统，控制及弱电系统，测试验证等方面的标准化技术标准，

本测试规范适用于在数据中心整体架构设计，间接蒸发冷空调产品开发、选型和运营时参考，涵盖了数据中心与间接蒸发冷空调产品各阶段的相关信息。

腾讯从 2015 年起在贵阳筹建了西部实验室，开始进行间接蒸发制冷技术产品化的落地验证。这项举措不仅仅推动了腾讯数据中心产品化的进程，同时也拉开了国内数据中心间接蒸发制冷技术应用的序幕，催生了国内间接蒸发冷却产品的产业生态。后续腾讯在光明和重庆项目中落地了 T-block 模块化数据中心的规模应用，腾讯的间接蒸发制冷产品在国内率先进入到了大规模部署阶段。

2020 年开始，腾讯第四代 T-block 大园区在全国遍地开花。以此为契机，腾讯也在间接蒸发冷产品的应用上积累了大量的运营数据和维护经验。本规范中融入了大量腾讯数据中心使用间接蒸发冷空调的实践经验。业界同仁在进行间接蒸发冷空调相关产品和数据中心架构的开发和建设时可以从本规范获得有益的信息。

如果对本规范有疑问和建议，欢迎大家给与反馈与指正。希望能共同探讨，使得本规范和间接蒸发冷技术更加完善，为行业提供标准化，优异的制冷解决方案。

二、规范性引用文件

1. 所有设备和材料，必须符合下列各机关所发出最新的法定职责、条例、规范、规格、标准和施工准则。所有中央和当地政府及机关包括但不限于以下的单位：

- 消防局
- 供电局
- 规划局

- 环保局
- 卫生防疫局
- 自来水公司
- 燃气公司
- 邮电局
- 劳动局
- 交通局
- 质量检查站

2. 当上述标准或当地部门的特别要求, 与本技术规格书的规定, 在技术要求上发生冲突时, 应遵从相关要求中最高的准则。
3. 下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。

《数据中心设计规范》GB50174

《供配电系统设计规范》GB50052

《低压配电设计规范》GB50054

《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343

《20kV 及以下变电所设计规范》GB50053

《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062

《电力工程电缆设计标准》GB50217

《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981

《综合布线系统工程设计规范》GB50311

《建筑设计防火规范》GB50016

《建筑内部装修设计防火规范》GB50222

《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084

《气体灭火系统设计规范》GB50370

《火灾自动报警系统设计规范》GB50116

《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251

《建筑给水排水设计标准》GB50015

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019

《工业企业噪声控制设计规范》GB/T50087

《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348

《公共建筑节能设计标准》GB50189

《钢结构设计标准》GB50017

《固定式钢梯及平台安全要求》GB4053. 1-3

《视频安防监控系统工程设计规范》GB50395

《数据中心基础设施施工及验收规范》GB50462

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242

《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300

三、术语、定义和缩略语

1. 模块化数据中心：一种深度定制的可集群部署、一体交付、超高效率的整体产品化数据中心。物理上分为多个功能方仓），每种类型的方仓实现特

定的数据中心功能。模块化数据中心方仓须便于快速运输，多个模块化方仓按照预定的设计规格可在数据中心现场快速拼装就位，形成一个完整的超大型数据中心。

2. AHU：本文档中 AHU 指间接蒸发冷却 AHU 机组。
3. 技术规格书：指本技术规格书。
4. 图纸：与本技术要求有关的图纸。
5. 供给或提供：指供应、安装、联接和完成指定的工作以达至安全和正确的运行,但技术要求内另有规定者除外。
6. 安装：指相关组件的装配、连接、测试和系统调试。
7. 供应：指有关组件的购备和运送。
8. 类似或相等：指材料数量、重量、大小、设计和效能均相等的指定产品。
9. 月：“月”一词应作一个公历月解释。
10. 日：“日”一词应作一个公历日解释。
11. 国家规范：本合同文件中所指的国家规范是指中华人民共和国及项目所在地颁布的最新规范，包括与其有关的任何修订。
12. 政府/当局：指监控交付建设全过程，例如审批图纸、发出施工许可证、进行现场视察及质量检查以确保符合国家标准、进行竣工验收、发出建筑物的使用所必需的证书等的有关部门/权力机构,包括政府部门/权力机构。
13. 环境条件：本技术规范内所述的仪器和设备的设计、制造、安装、试验和调试,必须适合设备交付地的气候情况。除本技术要求特别指定外,各有关的设备须于交付地的室外环境按其规格运行,设备的规格试验亦应按下列的条件进行。项目所提供的设备及工程,应按更恶劣的环境条件作为规格选定。所有设备有可能需要在超出以上恶劣环境条件的状况下正常运行。
14. 产品：指已经完成全部生产过程并已质量检测合乎国家标准和技术规范,按照合同规定移交甲方的设备；其中需要有附件、配件的设备，必须待附件与配件装配齐全，检验合格且合乎国家标准和技术规范。

四、整体性能要求

（一）主要技术要求

1. 数据中心间接蒸发冷却 AHU 采用间接换热芯体（绝热蒸发）+DX 辅助制冷方案。可大规模应用于多个模块化数据中心，即模块化数据中心中的空调方仓模块。该设备应满足数据机房高热湿比、24 小时×365 天不间断运行、高可靠、高安全性的要求，整机室外连续运行寿命不少于 12 年，换热芯体连续运行寿命不少于 15 年。换热芯体需要能够保证其性能（换热效率）在 3 年内下降不超过 5%。生命周期寿命中衰减不高于 10%。
2. 制冷量及风量技术要求（注：以下主要技术参数仅为建议示例，用户可以按照自需求定制制冷量、尺寸、工况和性能指标等参数）：设计气象参数按照 [中国建筑热环境分析专用气象数据集]（中国建筑工业出版社）选取近 20 年极端湿球温度的较大值，设计时需要按照此数据进行计算最不利工况下机组性能参数。AHU 统一版本规格，需同时满足在用户数据中心不同地区的使用需求。一次空气（内循环）进出风温度 $22^{\circ}\text{C}/33^{\circ}\text{C}$ （从设备节能考虑，建议用户在满足工艺要求的情况下考虑提高送、回温度），单台 AHU 额定净显冷量不低于 260kW（除去空调内风机的热量进行计算）。机组内循环额定风量不低于 $71000\text{m}^3/\text{h}$ ，内循环机外余压不低于 150Pa（机组要求的 150pa 内循环的余压不应包括机组到机房连接风管的阻力，此段阻力应综合包括在机组内部阻力中。）。机组外循环额定风量需匹配机组的设计制冷量需求与能效比要求，外循环机外余压不低于 100Pa。在室内侧和室外侧循环的设计额定风量下，每张滤网的设计风量不得超过所选滤网的出厂标称额定风量；且同时满足在设计的额定循环风量下，室外侧以及室内侧进风过滤器的迎风面实测风速应小于 3m/s 。针对高海拔地区，需要考虑由于海拔引起的制冷量和能效修正。
3. 自然冷却技术要求：为获得更长时间的自然冷却工况（不开启压缩机制冷），AHU 应足额的配置间接换热芯体，芯体室内外侧的迎风面风速应小于 3m/s 。
4. DX 补冷技术要求：AHU 配置全变频压缩机，实现 DX 系统不同负载连续高效供冷。AHU 仓内蒸发器设计合理，蒸发器不同位置的出风温度应尽量均匀，机组送风口的最大温度差值不应超过 2°C 。DX 补充制冷量不应小于项目交付地补冷需求量，DX 补冷量按照 $[260\text{kW} + \text{室内侧风机功耗} - \text{典型小时中最大湿球温度时的换热量}]$ 来计算。该补冷量对应，项目所在地最恶劣的室外湿球

温度、室内回风干/湿球温度 33/18.7℃，额定风量时室内出风干球温度不高于 22℃的工况来配置压缩机系统。在满足上述要求前提下，单台空调方仓的补充 DX 制冷量不应小于 240kW。

5. 连续性工作技术要求：机组具备记忆功能，运行数据、设定参数重启后不得丢失。空调机组控制器优先采用 PLC，控制器在故障情况下因保证有风机和压缩机会停机和风机不停机、压缩机停机两种模式并支持运营人员后期手动切换模式。
 - 控制器由单独的逆变器供电，市电中断时不应掉电。
 - 室内和室外侧风机均由 UPS 或 HVDC 逆变器供电，市电中断后复电应自动运行到风机本身的最大转速，且市电中断失速到恢复 100%转速时间不应超过 10s。机组内某一台或多台风机故障时，不允许机组自动停机，其他风机按照控制目标自动提高转速，以满足制冷需求。
 - 当市电中断后，柴发系统 30s 内完成并机给到压缩机供电，（按照逻辑判断需要压缩机工作提供冷量时）压缩机来电自启动到恢复压缩机系统 80%供冷的时间不应超过 30s（应急模式下）。同时，设计时应考虑当市电失电，柴发故障情况下，且在上述城市最极端湿热天气时，室内温度的变化趋势，及应对策略。
 - 根据应用场景需求，可考虑对 AHU 内部一台或多台压缩机采用 UPS 或者 HVDC 逆变器供电，以满足市电中断后机房内部的最大温升限制。
6. 噪声控制要求：AHU 机组室内侧和室外侧噪音不应大于 80dB（距离空调 1 米处）。
7. COP 与 CLF 要求：干工况下，当室外环境干球温度 10℃、室内送风温度 22℃、室内回风干/湿球温度 33/18.7℃下，机组提供 260kW 净冷量时，单机 COP 不得低于 7.5。湿工况下，当室外环境干球温度 18℃、湿球 16.0℃，室内送风温度 22℃、室内回风干/湿球温度 33/18.7℃下，机组提供 260kW 净冷量时，单机 COP 不得低于 6.9。混合工况下机组提供 260kW 净冷量时，最恶劣气候情况运行 COP 不得低于 3.1（室外环境取清远最恶劣湿球工况（湿球 30.6℃，干球 33.1℃）、室内送风温度 22℃、室内回风干/湿球温

度 33/18.7℃)，在室外环境温度取 33 度干球时（芯体无换热），需满足无喷淋 DX 运行 COP 不得低于 2.4。

8. 控制要求：机组具备全自动控制模式和部件手动调试模式（可以远程控制模式切换）。

- 全自动控制为机组根据设置值实现所有组件的自动化运行；
- 部件手动调试模式为解决因某些原因（比如传感器失灵）导致的部分组件自动化功能失效时的手动控制。其需要实现的功能有：风机，水泵，压缩机，电子膨胀阀，管道电磁阀，电动阀（需要有单独的开关状态反馈点信号）等涉及电动开关的手动信号启停；风机，水泵，压缩机等涉及频率，开度调节的手动频率给定；其与全手动控制的差别在于手/自动信号可精细到组件级别。即每个组件的启停（开关）和频率（开度）给定均能实现手动信号给定或自动信号给定。除了手动控制的组件参数外，其他参数均应实现自动化控制。手动控制需要设置工程师权限。
- 机组需要有本地单部件可以手动控制启停的功能，且使用此功能需要有密码保护。

（二）关键技术参数表

在 4.1 节所述的主要技术要求基础上，AHU 关键技术参数包括不限于下表所述，设计提供的 AHU 应满足或优于该要求。

序号	参数说明	要求值	备注
1	整机寿命	整机寿命≥12 年 芯体寿命≥15 年 换热芯体需要能够保证其性能（换热效率）在 3 年内下降不超过 5%。生命周期寿命中衰减不高于	24 小时×365 天不间断运行

		10%。	
2	机组尺寸	机组长度 $\leq 8000\text{mm}$ 机组宽度 $\leq 3500\text{mm}$ 高度 $\leq 6500\text{mm}$	含风管和空调支柱安装后的最大尺寸。（对于多层布置方案，建议设备高度适度降低）
3	机组重量	不含水重量 $\leq 10000\text{kg}$ 含水重量 $\leq 115000\text{kg}$	含水重量为水箱及水管最大水位时
4	额定净显冷量	$\geq 260\text{kW}$	内循环进出风温度 22°C / 33°C
5	内循环额定风量	$\geq 71000\text{m}^3/\text{h}$	
6	外循环额定风量	-	需要满足能匹配整机性能并提供证明
7	室内风机数量	N 配置，5%余量	现场提供不少于两台备件用于更换（每 36 台机组）
8	室外风机数量	N 配置，5%余量	现场提供不少于两台备件用于更换 （每 36 台机组）
9	内循环机外余压	$\geq 150\text{Pa}$	
10	外循环机外余压	$\geq 100\text{Pa}$	
11	室内、外进风过滤器 迎风面风速	应 $\leq 3\text{m/s}$	
12	换热芯体室内外 迎风面风速	应 $\leq 3\text{m/s}$	
13	压缩机数量	2 - 4 台	100%变频
14	DX 补冷量	$\geq 240\text{kW}$	同时满足清远、仪征、天津、南京、重庆、怀来、贵安地区实际最大需求
15	室外 10 度干工况整机 COP	≥ 7.5	按前述指定工况计算（单机 组 提 供 260kW 制 冷

			量)，瞬时值
16	室外 16 度湿工况整机 COP	≥ 6.9	按前述指定工况计算（单机组提供 260kW 制冷量），瞬时值
17	混合模式整机 COP(清远最恶劣湿球工况)	≥ 3.1	按前述指定工况计算（单机组提供 260kW 制冷量），瞬时值
18	纯 DX 整机 COP(33 度干球)	≥ 2.4	不开喷淋，单机组提供 240kW 制冷量，瞬时值
19	变频器环境温度	$\leq 45^{\circ}\text{C}$	建议安装在冷通道内，其他地方需提供耐受温度证明材料和维护保障
20	100%自然冷开启温度	控制逻辑自动控制	干工况，无喷淋，无 DX 制冷
21	对应的芯体换热温差	控制逻辑自动控制	湿工况，喷淋，无 DX 制冷
22	100%自然冷开启温度	控制逻辑自动控制	
23	对应的芯体换热温差	控制逻辑自动控制	
24	风机 0 至 100%转速时间	$\leq 10\text{s}$	风机供电中断后，恢复供电时要求快速启动（测试）
25	DX 系统 0 至 80%供冷时间	$\leq 30\text{s}$ （仅双路市电掉电情况下使用此应急模式）	按前述指定工况计算（单台 260kW 制冷量），瞬时值，最恶劣湿球情况
26	机组室内侧噪声	$\leq 80\text{dB}$	距离空调 1 米处
27	机组室外侧噪声	$\leq 80\text{dB}$	距离空调 1 米处
28	内/外循环风道最大风速值	-	需要能保证合理的风阻值并提供证明

五、主要配置要求

（一）换热芯体

1. 换热芯体需采用金属材质或者高分子材质的板式交叉流换热器。换热芯体质保期限应为 15 年。
2. 机组样机测试所使用的测试实验室需通过 CNAS 认证。
3. 芯体承压能力不小于 1200Pa，盐雾实验等级不低于 AASS 500h，金属式芯体必须附有防腐蚀环氧涂层。换热芯体的运输、安装等环节必须采取必要的防磕碰措施，运营期间应考虑对其设备进行不少于每季度一次换热芯体除垢清洗，除垢范围为换热芯体、喷嘴、挡水板等装置。设计时需有明确的除垢方案，并考虑除垢剂对机组以及换热芯体的影响。
4. 换热芯体泄漏率应不大于 0.5%（1200Pa 情况下），机组应设置检测含湿量等措施，自动判断漏风情况。
5. 间接蒸发冷却 AHU 的芯体应满足可维护、可检修、可更换的要求，设计时需提供明确的芯体维护和更换方案，如果更换方案需要拆卸冷媒管道，要求提前考虑保证冷媒管道安全的措施。芯体维护可以考虑回厂/吊至空地维护和更换的方式，但需要进行维护时间和现场连续运行的详细考虑或验证。
6. 需考虑换热芯体防凝露、防结冰的措施及相应的控制逻辑。极端情况下换热芯体不应出现冰堵现象，凝露水不得随风管送入机房。出于防冻的考虑，芯体的冷凝水可考虑先引到室内再排走，
7. AHU 内需配备的传感器配置可考虑：机组室外侧进风温湿度（室外循环滤网后） $\times 2$ 、换热芯体室外侧进风温湿度（室外侧空空换热器入口前） $\times 2$ 、换热芯体室外侧出风温湿度（室外侧空空换热器出口后） $\times 2$ 、换热芯体室内侧回风温湿度（室内侧滤网与空空换热器之间） $\times 2$ 、换热芯体室内侧送风温湿度（室内侧空空换热器出口） $\times 2$ 、室内侧送风温湿度（室内侧盘管出口（应该放在防火阀靠近机房侧）） $\times 2$ 、室内冷通道温湿度 $\times 2$ 、室内热通道温湿度 $\times 2$ 、压缩机高压压力 $\times N$ （与 N 台压缩机数量对应）、压缩机低压压力 $\times N$ （与压缩机数量对应）、电导率传感器 $\times 1$ （电导率数据需要有告警功能）、室内冷热通道风速型压差传感器 $\times 2$ （放在第一个机柜和最后一个机柜对应的侧顶板处）、水箱液位计 $\times 1$ 。在机组顶部和底部设计烟感和漏水传感器以及其他有必要设计的传感器。传感器支持更换且相应的施工与线缆由空调厂家提供。传感器安装位置需能反映该区域的真实情况。每批 AHU

- 的温湿度传感器和压力传感器应按需准备备机。
8. 换热芯体附近可能出现冷凝水的位置均应采用 304 不锈钢材质。
 9. 换热芯体的阻力要求：额定工况下，内循环阻力选型不大于 350Pa，外循环阻力不大于 500Pa。
 10. 芯体的迎风面宜设计成与室内回风的方向垂直，芯体片间距宜 $\geq 7.5\text{mm}$ ，且额定风量下芯体换热效率需要满足前述的干模式和湿模式要求。
 11. 在系统核心器件（换热芯体与压缩机）的选型上，宜通过建立机组能效模型，进行换热芯体片间距，DX 补冷，送风机功耗之间的全年能效最优平衡设计。
 12. 换热芯体的选型应满足在以下水质条件下，可持续正常工作，不应结垢影响使用寿命，对芯体不造成损坏。

喷淋蒸发循环水水质要求（要求定期检查）		
喷淋循环水质参数	单位	限值
pH		6.5~8
电导率	$\mu\text{S}/\text{cm}$	<1300
总溶解固体浓度 TDS	mg/l	<850
总悬浮固体	mg/l	<20
总硬度，按 CaCO_3 标定	mg/l	<100
氯化物	mg/l	<120
硫酸盐	mg/l	<150
铜	mg/l	<0.1
总碱度，按 CaCO_3 标定	mg/l	<100

（二）风机

1. AHU 应采用高效、节能、低噪声型的电子换向无极调速技术的 EC 直流风机，电机和扇叶直联一体驱动，无级调速。EC 风机在出风口均匀布放，可自动调节风扇转速，同时支持手动调速模式；室内外出风口具有安全防护罩，且便于拆卸，不得影响对风机的维护。

2. 风机矩阵应由多个风机构成，风机安装在气流通路上应保证任意截断面上具有统一的流量和流速，所有风机应在指定的风压和转速工况下提供设计风量。室内外风机需要具备通讯功能，可实施反馈风机的工作状态。考虑到实际上架服务器的工况不确定性，AHU 室内、外侧风机需按 N 配置，满足支持的最大风量不低于额定风量（机组各工况满足冷量运行的最大风量， $\geq 71000\text{m}^3/\text{h}$ ）的 105%，并在现场每类风机预留超过 2 台风机用来快速更换。
3. EC 风机都可单独开启、维修、更换。室内侧风机支持安装挡风板（每 9 台 AHU 配备 2 个挡风板），挡风板应为金属材质，且具有一定的强度，保证安装后不变形。当有风机故障时，采用人工安装挡风板/自动风阀防止气流短路。室内侧风机支持风机与室内配备防火风阀联动，机组停机时会关闭风阀，防止气流短路。风阀关闭后，漏风率小于 3%。
4. 暴露在气流中的风机，其所有金属表面要做防腐处理。固定风机用的螺栓、螺母、垫圈均应有镀锌防锈处理，所有螺栓的强度等级需为 8.8 级以上。室外侧风机外应配备防护网，同时与风机相关的线缆、端子等部件符合防尘防水等级要求。
5. 在操作风机前，须彻底清洁整个系统。风管清洁干净、装妥过滤网、轴承加脂、及风机试转前，不得以任何目的，作暂时或永久性运转。设计时应根据项目情况复核不出现潜冷的最小风量，并将该数据作为最小运行风量调控依据。
6. AHU 单个风机故障时具备报警功能。整机需要配置内外循环气流丢失报警功能。

（三）空气过滤器

1. AHU 室内回风侧设置不低于 G4 等级的初效过滤器，室外进风侧设置不低于 G2 等级过滤网。两种过滤器均应为免工具拆装，便于清洗和更换。
2. 室内侧 G4 过滤器应包括完整的框架和过滤器组件，初阻力不大于 50Pa。室内进风滤网迎风面风速不应大于 3m/s，如超过该值，需联合滤网厂家一同评估产品的可靠性。框架的接头和壳体的连接处应密封紧密。保证边框处无漏风现象，与机组连接的框架应采用金属铝框架。过滤器设便于运营观察

- 的压差计，供过滤器更换。G4 过滤器必须为滤芯可拆卸式类型，过滤器本体的金属外框（材质为不锈钢）可重复使用，过滤器更换只需更换滤芯即可。金属边框需要安装防划手保护胶条，防止更换滤芯过程中划伤人手。
3. 室外侧 G2 滤网框架及滤网均为金属结构，框架及滤网材质为不锈钢或铝。应具备遮光性，抑制藻类生长。室外进风滤网迎风面风速应不应大于 3m/s，如超过该值，需联合滤网厂家一同评估产品的可靠性。AHU 外循环进风百叶应按需求设置易拆卸，易清洗的防虫网（18 目）或防柳絮滤网（18 目）。
 4. AHU 应考虑过滤器恒定气流管理功能，即当过滤网堵塞阻力升高，风机转速可自动提高来克服额外阻力降，保证恒定风量和冷量。
 5. 过滤器支架在滤网的风向方向需要留有支撑折边，折边上粘贴密封条，滤网靠风力压紧在折边上，保证密封效果。
 6. AHU 内外循环过滤器需要有滤网阻力检测及滤网阻力压差过大报警功能。

（四）喷淋系统

1. 为实现最佳的喷淋换热效果，喷淋宜采用由上往下喷淋芯体的方式，需考虑额定风量下的飘水情况和芯体浸润情况说明以及喷淋系统可靠性。接触到喷淋水的器件需具有相应的防腐设计。
2. 补充水和循环水水质在满足《GB 29044T-2012 采暖空调系统水质》间接蒸发式的补充水和循环水指标的前提下，应满足 AHU 长期正常运行的要求。设计时需明确 AHU 具体用水条件，包含：供水压力、流量、管径、水质（电导率、PH 值、硬度）等要求。
3. 喷淋系统采用免维护不易结垢的喷头，均匀分布，形成连续的喷水区域能覆盖芯体，布洒到换热芯体的所有翅片上。喷淋喷头位置预留观察窗，能清晰观察喷头的工作状态。
4. 采用的不锈钢水泵且需保证排水补水后水泵可以直接启动不会进气。在水泵出口设置水压传感器，并设置水压过高过低报警，用于判断喷嘴是否堵塞或者水泵是否空转等故障，水泵的管路排气设计应合理。
5. 喷淋水管路应做保温处理，冬季管路里的水可以排空。水系统最低点设泄水口，必须确保必要时可以将循环系统中的水全部放空。管路补水和排水接口

宜采用内陷式易操作设计，接口处设置手动阀。需合理配置阀门、表计等阀件，便于维护。

6. 空调内设置不锈钢材质水箱，喷淋水可循环使用，支持手动设定排空时间周期和补水，或者根据水质监测指标自动触发接水盘内水的排空和补水，喷淋功能长期关闭时也应自动排空水箱。每台 AHU 至少设置 1 组电导率传感器（精度于 2%，分辨率 0.1% 以内），实时检测水质变化情况。。
7. AHU 的喷嘴、水箱或水盘及周边的挡水板、立柱及其他辅助结构件材质应为 304 不锈钢。水系统管路应采用 304 不锈钢或 PPR 管。
8. 所有组件均需考虑维护便利性。包括喷嘴，水泵，阀门等。

（五）DX 辅助制冷

1. 设计中单机组可考虑采用 2-4 台变频压缩机。为实现 DX 系统不同负载高效连续供冷。当市电中断后恢复供电开始计时，DX 系统应急启动从 0 至 80% 供冷时间不应超过 30s（应急模式下），仅双路市电掉电情况下使用此应急模式，单路市电掉电按原有正常逻辑软起动。
2. DX 系统带压运输，出厂充 2 bar 氮气，在设备进场、安装之前、安装之后充制冷剂前对压力表进行观察并记录，当发现压力不足 2 bar 时，对系统进行保压测试。也可以考虑带冷媒运输的方式，但需要准备运输后的泄露情况检测方案。
3. 蒸发器应优先采用优质无缝紫铜管穿亲水涂层铝翅片结构，冷凝器优先采用优质无缝紫铜管穿防腐涂层铝翅片结构，盘管通过机械胀管技术成型。表冷盘管的换热无缝铜管使用外径不小于 7mm、壁厚使用无缝铜管，需与外径选型合理匹配并提供压力测试证明，翅片厚度不小于 0.095mm。盘管设计、安装应使空气与冷媒成逆向交叉流动，即使冷媒入口处于出风侧，冷媒出口处于进风侧，以便得到较好的换热效果。冷凝器、蒸发器需在工厂进行压力测试，测试压力不低于最大工作压力的 1.5 倍。
4. DX 系统需有防压缩机液击的设计或逻辑控制。
5. 室外冷凝器按室外环境温度 40 度选取，保证足够的散热量需求。室外冷凝器应具有良好的刚性和防腐性能的耐腐蚀的金属外壳结构，适应多种环境条

- 件。风冷冷凝器的风机电机、压力控制器等应有良好的防水性能，不低于 IP55。机组在结构上需保证冷凝器清洗的可操作空间。
6. 制冷剂膨胀阀采用高效快速的电子膨胀阀，电子膨胀阀的选型需满足对应压缩机最大和最小负载时都具有有效的控制开度。
 7. 压缩机变频器安装环境温度要求小于 45°C ，建议安装在冷通道，如果安装在其他地方需提供其耐受温度证明材料和维护的保障措施。
 8. 冷凝器需要留有从迎风侧清洗的空间，并充分考虑维护操作的便利性。
 9. 可考虑将压缩机补冷系统的蒸发器设计为交叉布置方式（如下图的右侧），使机械制冷单系统的迎风面积就达到内循环截面的 50%，双系统迎风面积达到内循环截面的 100%，换热面积较传统方案提升 2 倍。



（六）箱体结构

1. 设备最大安装尺寸（含风管与水泥支柱）应满足：8000mm 长×3500 mm 宽×6500mm 高。设备最大运行重量（含水箱最大水量）：115000 kg。设备最大噪声值（距离机组 1 米）：80 dB。
2. 密封性：AHU 机组内部静压保持 1000Pa 时，机组漏风率实测值应不大于 1%。
（机组在出厂前可考虑以 9：1 的比例进行抽测并随产品提供报告）
3. 机组的整体漏风率需要进行样机测试（包括淋水测试）。机组内的芯体也需进行检漏，可考虑使用带压 1000pa 的风法检漏，芯体样品漏风率测试可参考《GB/T14294-93 组合式空调机组》-附录 C。

4. 保温性：无论是框梁还是侧板，凡是同时接触机组内外空气的连接处均应采取“防冷桥”措施。箱体整体导热系数不大于 $0.02\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，侧板保温热阻不小于 $0.68\text{m}^2\cdot\text{K/W}$ ，确保空调机组在设备交付地极端工况条件下运行时所有外表面无结露现象出现。另外，机组在运行环境（例如 $-40^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ ）的温湿度情况下，不允许箱壁出现冷凝。低温时需考虑内循环防冷凝结冰设计。为避免空调机组外壳结露，空调机组的内循环各面与结构须进行保温的核算。
5. 布局合理：箱体结构应充分考虑后期的各种维护场景。风机、换热芯体、水泵、过滤器、盘管、压缩机、喷嘴及其它组件等，必须作适当的安排及定位，以利修理、保养及更换。设备应支持在线维护，日常保养和维修更换工作（除更换风机、换热芯体、表冷/冷凝器器、关键电气元件等重大维修工作外）不应导致整个设备停机。箱体内外的维修通道需要考虑人员行走的便利性，配置合适的爬梯，楼梯，抓手，走道，围栏，检修门，检修窗等安全防护措施。
6. 强度要求：AHU 机组的箱体应具有足够的机械强度，以适应大风量的特性。无论风机启、停过程或是调节过程，空调机组的箱体均不能有任何变形现象。箱体在启动与运行时变形 $\leq 2\text{mm/m}$ 。箱体应采用可拆装的板框式结构，框梁（骨架）采用高强度铝合金型材或喷涂户外粉的钢骨架，壁厚应不小于 2.5mm ，以保证足够强度（提供计算说明）。侧板应采用可拆装的板铝材一体发泡板，连接方式采用螺栓螺母紧固件连接（非易滑牙螺钉连接），板铝材一体发泡板采用高强度铝合金型材与内外钢板及断冷桥 PVC 型材形成整体发泡工艺，确保空调机组外壁不允许结露，其中铝型材壁厚应不小于 2.5mm ，以保证足够强度。总厚度不小于 50mm ，难燃聚氨酯发泡保温材料（发泡密度不小于 50kg/m^3 ），所有保温材料均必须符合防火 A 级或 B1 标准。侧板的外面板采用厚度不小于 1.0mm 的覆铝锌板，内面板采用厚度不小于 0.5mm 的镀锌钢板。出厂时侧板的外面板应覆保护膜，以防运输和现场组装时表面被划伤。箱体内面板应平整、光滑、无积灰死角。箱体外面板应美观大方，无明显划伤、锈斑和压痕，表面光洁，喷涂层均匀，色调一致、无流痕、气泡和剥落。
7. 抗震要求：箱体结构及设备安装固定应考虑设备交付地的抗震要求，设计时

应根据有关要求及标准对其负责的设备装置作出适当的抗震保护。在交付地的地震烈度条件下，设备能保证它的结构完整性和连续运行。设计时需要进行单台风机的振动测试并提供测试报告，机组整体方案需要进行 FEA 频谱分析，避免机组出现共振等震动和承重问题。

8. 抗腐蚀：AHU 箱体以及其它维护结构为避免腐蚀，须使用适当的耐腐蚀材料或经耐腐蚀处理的钢材以及装配方法，包括对不同金属紧邻装配时使之隔离，以避免因电位差所产生的腐蚀。保温材料与气流接触的地方，需加覆铝箔，以保护保温材的表面免于腐蚀或剥蚀。
9. 防尘防水：AHU 机组顶部应考虑自排雨雪设计，严禁出现长时间积水积雪现象。机组中暴露在户外的螺钉螺母须采用不锈钢材质。机组中暴露在户外的部件，如室外风机、水泵、阀门及执行器、传感器、风阀执行器等部件及连接线缆防尘防水等级要求至少达到 IP55。
10. 安全要求：设备需符合相关规范的要求同时满足当地消防局的要求。对于转动部件、凸出的固定螺丝钉及键及其它旋转体应提供适当的保护措施，以保护人员接近的安全。
11. 箱体运输：机组优先实现整体运输方案。如果采用上下层拼接的方式，则上下两层必须在工厂内完成多有组件的安装（包含零部件就位、强弱电缆及传感器的安装），现场快速拼接。上下两层的强、弱电缆要求采用快速对插的方式，不允许交付现场进行机组内部的相关强弱线缆施工，对接插头必须考虑防呆设计及防脱扣设计，设计时需要给出具体的实施方案，并提供对接插头的图纸及实物照片。上下两层的拼接要求采用必要的密封措施，防止漏水、漏气现象发生。
12. 箱体就位：AHU 箱体应配齐安装底槽钢和橡胶减振垫，槽钢表面进行热镀锌防腐处理，镀锌层厚度不小于 $50\ \mu\text{m}$ 。橡胶减振垫采用厚度不低于 15mm 的工业橡胶板。设计时应输出机组安装混凝土基础和水管连接图。
13. 箱体检修门：检修门的配置数量、位置应保证检修人员能接触到机组内的各部件，包括风机、换热芯体、盘管、空气过滤器、压缩机等部件。检修门应带锁。检修门须有适当大小，让从事维修者能携带工具进出，以及更换组件。正压段检修门需要采用安全把手，经小幅度开启泄压后才能完全打开检修门，

防止安全事故发生。检修门的材质、框架、强度等要求与本技术规格书箱体结构要求的内容相同。机组内配备必要的维护爬梯。机组内部设备、传感器等部件布置位置合理，尽量减少突出布置，防止人员磕碰损伤线缆及设备。机组每个维修功能段增设 LED 照明设备，方便检修，照明电源设独立空开，机组停机时照明不受影响，IP55 以上级别。

14. 设备铭牌：应包括但不限于设备重量级尺寸、冷量、风量、机外余压、电流、电压、电功率；按设计使用工况进行标注，铭牌应牢固、显著及方便查看。铭牌设计需便于运维使用。
15. 设备接口：AHU 机组箱体结构上应设置统一且独立的送回风接口、供电接口、对外水管接口以及通讯接口，并配有明确的位置标识。
16. 气流组织要求：AHU 内外循环时，需要考虑进排风通道的气流流向，不应存在气流短路现象，气流组织冷热风回流现象需要通过 CFD 仿真方式衡量其影响。如果有发现冷热风短路的现象，则需要增加排风挡板等方案进行优化，并将对室外进风温度的预计影响值带入前述能效及制冷量的计算中形成报告，进行综合评估。需要考虑局部气流流速，在有风阀，滤网等组件的位置，流速不得高于组件的安全风速值，尽量降低局部风阻。
17. 设计时需要提前考虑机组水泥支墩、连接风管和维护平台的详细技术设计方案，满足运营安全，可靠，便利的要求。风管的设计方案需要满足送风均匀性，风管连接到机房处需满足送风风速差异小于 2m/s 。
18. 机组的送回风腔如采用分体式的结构则需要在工厂预制，不建议现场临时施工，
19. 机组的排水系统需要满足数据中心架构中的排污对接需求。

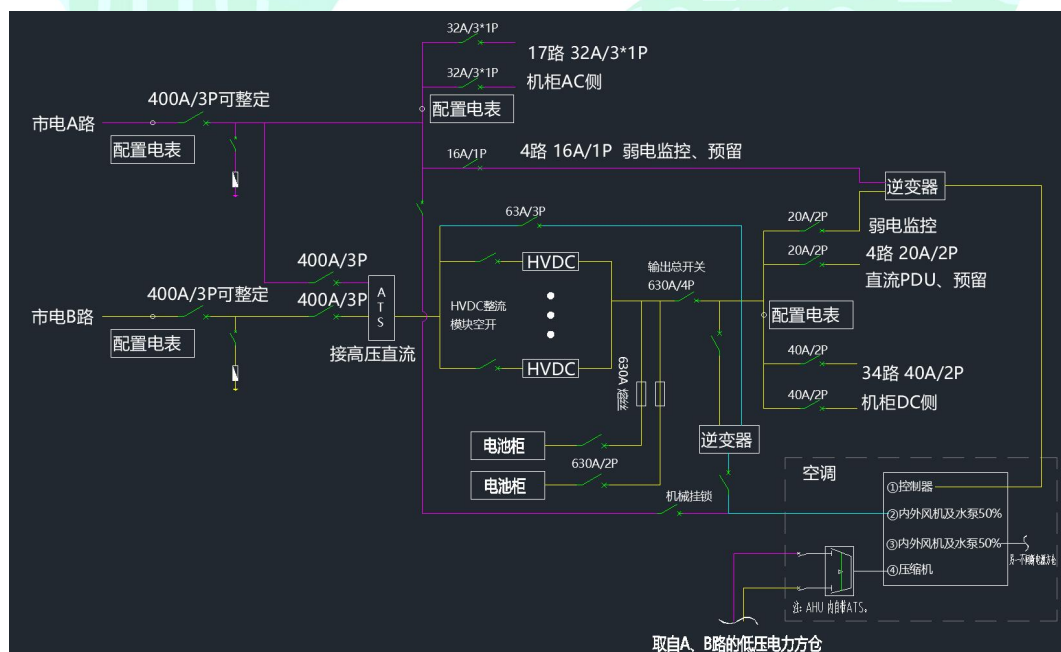
六、电气系统要求

（一）供电架构

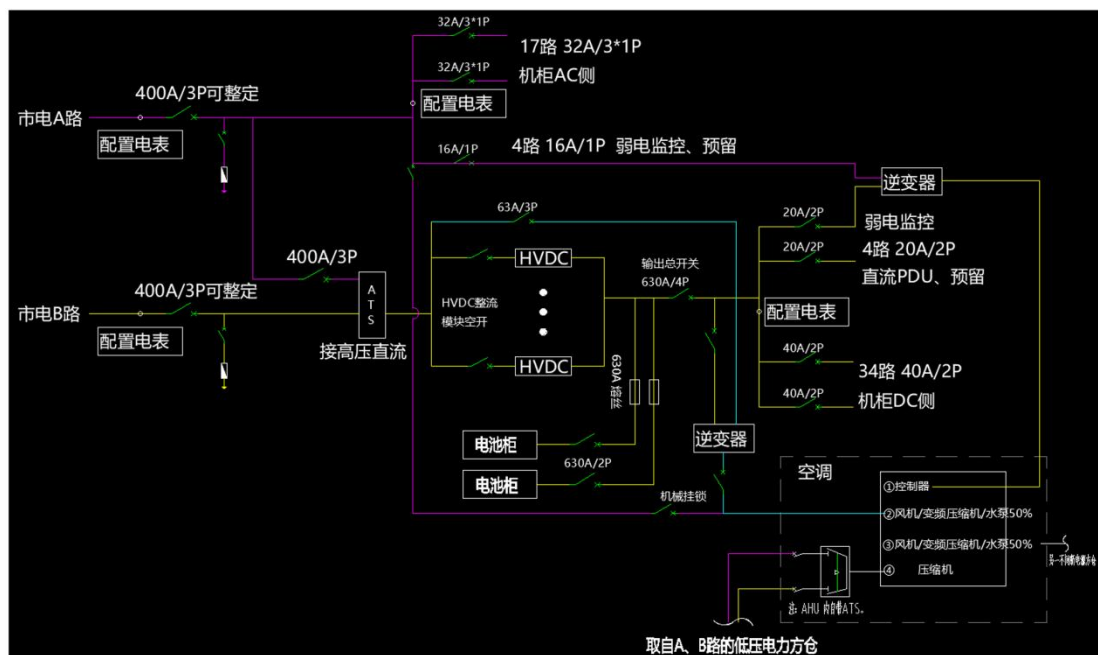
AHU 的供配电方案，如下图所示，采用标准化的 5 路供电架构。分别为：

- ① 由模块化数据中心不间断电源方仓的弱电监控用逆变器供电至 AHU 控制器；

- ② 由模块化数据中心不间断电源方仓的空调用逆变器（该逆变器在 210V 时的输出功率能满足所配置的空调满负载需求，线缆与该功率匹配）供电至 AHU 的 50% 风机及水泵；
- ③ 由模块化数据中心同组的另一个不间断电源方仓的空调用逆变器供电至 AHU 的 50% 风机及水泵；
- ④ 由模块化数据中心的 A 路低压电力方仓的低压馈线柜供电至 AHU 压缩机前 ATS 的 A 路；
- ⑤ 由模块化数据中心的 B 路低压电力方仓的低压馈线柜供电至 AHU 压缩机前 ATS 的 B 路。



设计中还可以考虑用不间断电源为一路或多路压缩机进行备电，提升机组的连续制冷能力。为实现此功能，机组仍然可以依照 5 路供电设计，部分压缩机移到与风机统一回路，此时供电方案可参考下图。设计时需充分考虑不间断电源路线的前端设容量是否满足设备的满负荷运行，如有风险可考虑对风机和压缩机进行转速限制。



(二) 配置要求

1. 每台 AHU 配置独立的控制柜，镶嵌在机组外侧，不允许独立于机组外设置或设置在机组内部，控制柜的位置和高度应考虑实际走道的实际情况。控制柜的安装高度需要结合具体项目要求，加上安装立柱高度后，控制柜内的操作屏（中心线）离操作平台高度为 1.5m -1.6m 之间。
2. AHU 控制柜内开关应分组布局，强电电源、开关与弱电设备分块布置，强电区域设置绝缘板，便于在线维护。标识清晰，能准确的识别出接线的来源，每个空气开关旁边设置显著的标签，标明所控设备类型及编号。并且通过颜色区分 AB 路。ATS 采用 PC 级一体化结构的产品，具备自投自复功能，带操作手柄，延时投切时间 0~120S 可调。AHU 外接进线进入 ATS 前，应配置断路器，不允许外接线直接接在 ATS 上。
3. 控制柜设计因考虑人员维护的便利性和恶劣气候环境下的维护需求。控制柜进出线位置合理，防尘防水等级不小于 IP 55，进出线使用必要措施封堵，控制屏可在支持在雨雪天气操作。控制柜应提供必要的冷却装置，确保设备不超温运行。

4. 各电源回路开关容量 63A 以上要求采用塑壳开关，配置热磁脱扣器，参数可整定。63A 及以下配置微型断路器，D 型脱扣曲线。各电源进线需配置 II 级保护的浪涌抑制器 (8/20 μ s 40KA)。
5. 机组内需要配备不少于 3 个智能电表，实时计量 AHU 内设备电力状况。电表应采用多回路表，厂家需实现整机功耗，整机电量、室内侧各台风机功耗和电量、室外侧各台风机功耗和电量、压缩机功耗的测量和计算（数据来源于电表）。水泵功耗、各台风机、压缩机功耗数据可以来源于设备本身的协议读取。
6. 控制柜内线缆均压接线鼻子，禁止线头裸露。控制柜内全部设备采用螺丝或者卡扣安装，禁止挂接或者粘贴安装。
7. 控制柜需在显著的位置设置告警指示灯，无需操作屏幕就可以方便观察是否有告警发生。
8. AHU 及其控制柜应按照相关国标，进行可靠的接地保护。
9. 设计时应考虑机组谐波测试数据，与数据中心的设计进行校核。产品交付前需要进行 AHU 机组+逆变器的带载测试获得所需的各项配电参数报告。
10. AHU 的等电位要求：在设备平台新增 1 条不小于 40mm \times 4mm 镀锌扁钢，镀锌扁钢两个端点和建筑的接地点连接，AHU 设备通过 2 点与不小于 25mm \times 4mm 镀锌扁钢和 40mm \times 4mm 镀锌扁钢连接，以实现 AHU 设备的等电位连接。

七、控制及弱电要求

（一）基本要求

1. 每台 AHU 可考虑在对应的冷热通道各预留 2 个靠近 IT 机柜进出风的温湿度传感器和 2 个压差（风速）控制传感器，作为可选的控制信号。冷通道温度传感器用于控制对应的 AHU 送风温度，同一房间内的压差（风速）传感器的加权平均值用于统一控制 AHU 内循环风机的转速。
2. AHU 需配置不低于 9 英寸的主控屏幕，展示空调的关键参数和用于本地控制交互。屏幕需要具有良好的清晰度和抗光性，确保在白天也能清晰可见。显

示屏的工作温度参数范围需确保在机组所用场地最低环境温度下能正常从停机状态开机，否则需配备加热措施。

3. AHU 的各项主要监控数据均应通过汇聚交换机接入数据采集平台，并且可实现远程的参数下发控制。监控数据包括不限于：①室外侧风机转速、转速百分比及功耗；②室内侧风机转速、转速百分比及功耗；③室外侧进风温湿度；④室内侧出风温湿度、回风温湿度；⑤室内侧及室外侧滤网前后压差；⑥压缩机运行频率，功率，制冷需求百分比，电子膨胀阀开度；⑦蒸发器、冷凝器的温度及压力；⑧目前机组设定值的状态；⑨目前机组的报警状态及报警设置值等。
4. AHU 的控制屏处，需设置物理旋钮开关，并以清晰的丝印或金属铭牌标明本地和远控 2 个状态。旋钮开关的默认位置为本地，空调平时运行默认处于本地状态，不接受任何远程的控制命令。本地模式下，空调可在本地实现群控组网运行、单机自动运行，并且支持调测模式（单部件手动），操作人员可以通过空调面板上的液晶屏进行相关参数的下发和控制。当旋钮旋转到远程时，用户可以通过远程下发命令，进行远程操作和控制，并将空调脱离出群控状态，可修改所有设定值、边界条件及控制空调的模式切换、制冷量输出等功能。
5. AHU 需要开放调试模式，让用户在某个部件，比如单台压缩机损坏、或者单台风机损坏的情况下，可以将相关损坏部件屏蔽，并脱离该台空调的自控范畴，不影响空调的连续制冷运行。
6. 同一模块化数据中心房间内多台 AHU 需可实现组网运行，具备主备故障切换功能，内风机转速统一控制功能，任何一台 AHU 可设置为主机控制，主机故障后，不影响组网运行。
7. 根据当地用水量设计水处理方仓的系统及在线水质监测系统，能有效抑制水垢的形成，并具有一定杀菌作用，提供详细的水处理方案。水处理方仓的各项主要监控数据均应通过汇聚交换机接入线上平台，并且可实现远程的参数下发控制。监控数据包括不限于：①市政进水量，②水处理产水量、③水箱出水流量、④水泵功耗，⑤水箱水位、⑥水温及水质参数，水阀开度等。

8. 配置带式水浸，敷设范围要求覆盖机组喷淋管路由、排水路由等其他可能发生漏水的区域。
9. AHU 进水管路需要安装水表统计本机组耗水量；需安装压力传感器，能监测到机组进水停水及低水压状态。
10. 机组可通过优化的控制逻辑实现产品能效提升，主要关注点如下图所示



11. 设计时可以考虑通过节能调优平台接入 AHU 与温/湿度场信息，进行实时分析并调控制冷系统高效运行，并使用 AI 学习的方式提供调优策略。
12. 间接蒸发冷机组在干模式、湿模式和混合模式相互切换和运行的过程中，宜使用创新的控制模式让机组依据外部环境条件和机房负荷动态自适应切换运行模式，使风机，水泵，压缩机的制冷量能够在总体最佳能效点衔接切换。同时在机械制冷模式下，采用区间扰动寻优算法使得风机与压缩机的总功率处于最优点。
13. 设计中也可以通过压缩机启停的控制策略优化机组模式切换时的送风温度稳定性。例如可在压缩机系统的启停过程中采用前馈技术，预先判定了混合模式切换中会引起的制冷量变化量，从而提前对机组加减载后的机组频率进行预设，解决机组自动运行中送风温度较大波动的问题。

（二）接口要求

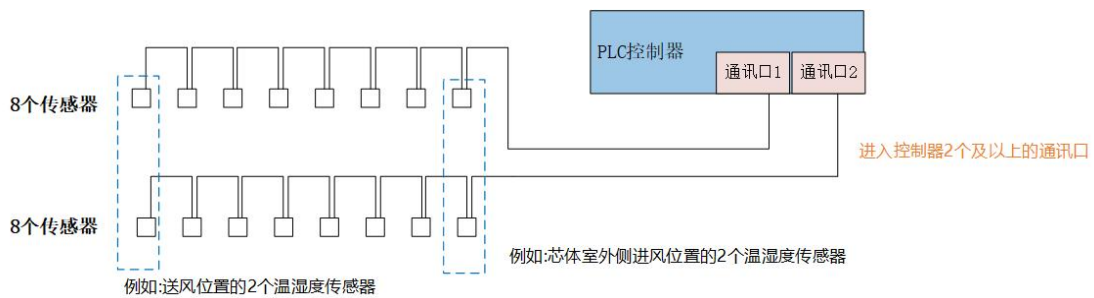
1. AHU 应满足数据中心设计的南、北向规范。按照用户的北向接口要求开放相关测点，并根据北向接口的点位要求，配置独立且足够的漏水传感器、温湿度传感器、压差传感器、电量仪等相关软硬件设备。
2. AHU 需根据用户北向接口协议的要求设计。不但实现其内对关键数据的上报，

还需要实现对关键参数的控制，包括空调启停，MAX 模式，各模式切换控制，风机控制、制冷量控制以及各种设定点位（温度设定，模式切换边界条件设定、告警阈值设定等）。

3. AHU 的北向接口需要基于 RJ45 接口的以太网提供 SNMP 协议。并支持不少于 3 个上位机客户端同时对 AHU 发起数据采集指令，AHU 要能正常响应多个上位机的采集请求，不能出现卡死、通信闪断甚至中断等情况。当空调数据发生变化时（如烟感告警），上位机可以在 10S 内获取到数据更新。
4. AHU 机组需要基于用户自定义 OID 或寄存器要求，同北向接口一起，输出用于空调属性识别的监控内容，包括空调的厂家编码、设备类别编码、出厂年月等新的 SNMP 点位要求。
5. 为确保安全，空调的控制命令需要支持 IP/MAC 地址绑定功能，用户可以在本地液晶屏上进行运行的 MAC/IP 地址设置，且支持绑定的地址数不少于 5 组。只有在允许范围内 IP/MAC 地址的上位机，才能对空调发起控制命令。
6. AHU 机组需要支持预制和控制时的特征码修改功能，比如将预制时发送的预制码 0X81 更改为其他内容。

（三）控制器参数要求

1. 空调机组控制器可考虑使用 PLC/DDC 控制器。为保证控制系统性能、可靠性及稳定性，主控制器 CPU 主频应大于 100MHz，防护等级在 IP20 及以上。
2. 控制器采样精度要求：模拟量 AD 采样位数 $\geq 12\text{bit}$ ，采样精度误差 $< 1\%$ 。
3. 温湿度传感器：为避免单个传感器失效或者通讯线缆故障导致所有传感器采集信号丢失，AHU 机组内的温湿度传感器应优先采用硬接线方式接入控制器，信号方式应采用 4~20mA 电流方式。（考虑到布线距离，机组外的温湿度传感器可以通过协议方式接入）。如果采用协议方式，则必须保证同一监测位置的 2 个传感器，接入控制器不同的通讯口（一组通讯中断，不影响另外一组数据的正常采集），参考架构如下图所示：

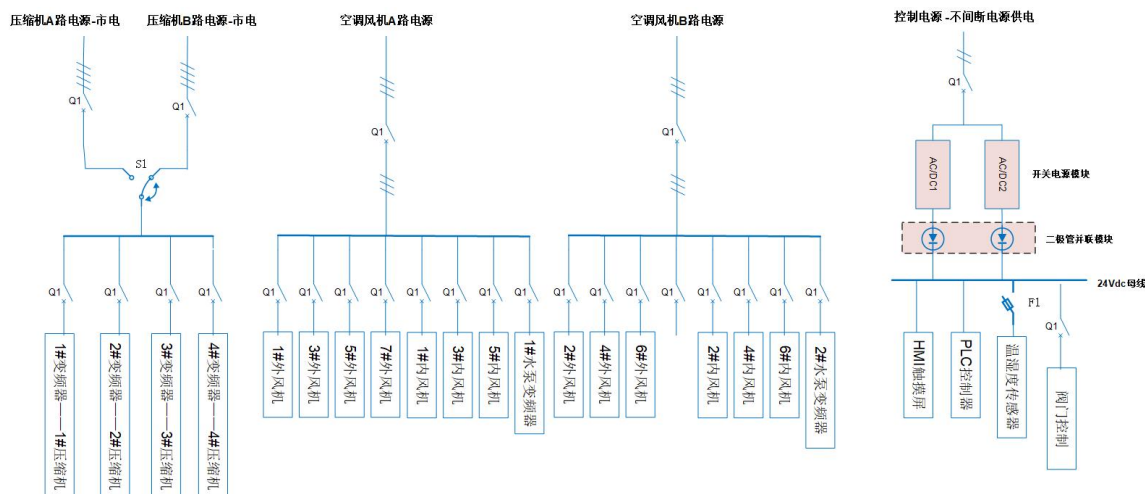


4. 控制器参考架构如下，



(四) 控制系统供电要求

1. 如果控制器和传感器采用 24VDC 或者 24V 供电，则进线不间断电源 220Vac 到控制系统 24V 母线的转换，转换电源不应存在单点故障。应采用双电源并联供电的方式（如果 AC/DC 模块输出不可以直接并联，则应采用并联二极管模块）。
2. 阀门电源，传感器电源供电与 24V 母线之间，应加保险或者断路器，避免故障器件拉垮 24V 母线，PLC 和 HMI 触摸屏需要考虑在线维护和更换。
3. 从 5 路电源进线，到控制系统内部的供电参考架构如下：



4. 北向异常断电告警和电源 1, 2, 3, 4 分别对应中 4.1 章节供电架构的 5 路电源进线。1, 2 为两路风机电源, 3, 4 为两路压缩机电源。异常电源告警对应控制器供电电源。

异常断电告警为控制器电源中断告警, 控制器电源中断时, 通讯会中断, 此时控制器需记录异常断电状态, 等复电通讯恢复时, 再把这个告警信息上报给北向。

(五) 控制器告警策略要求

为避免在 HMI 显示或者给上位系统推送大量告警, 因此在控制器中需要有相应的告警策略, 只上报重要、紧急的告警, 屏蔽掉闪告、误告、机组维护检修等产生的无效告警。

1. 对同一个事件引起的多个告警进行过滤, 只显示或者上报由根因导致的告警, 由根因产生的派生告警需要进行过滤屏蔽。例如: 比如外部供电中断会带来传感器故障、传感器离线、变频器欠压, 变频器缺相等一系列告警, 在控制器中需要做过滤处理, 只上报外部供电中断。

2. 维护活动告警屏蔽。当机组处于维护模式时, 可以对机组进行日常维护作业。可以手动开启喷淋, 排空集水盘, 启动和停止喷淋水泵等。在维护

模式下，需要屏蔽正常维护作业活动可能产生的告警，例如高低液位告警，阀状态告警，水泵变频器告警，喷头阻塞告警等。

3. 告警延时处理。对告警持续时间低于设置延时时间的告警予以屏蔽。例如：对温湿度、压力等与时间积累有关的模拟量，设置持续时间 $<1\text{s}$ 的告警自动清除，利用该延时，也可屏蔽掉一些闪断引起的告警。

4. 对告警阈值要设置死区和回差，避免某一告警在阈值附近来回闪动报警。例如温度告警阈值为 30°C ，传感器采集值在 30.0°C 和 30.2°C 之间来回跳动，产生大量报警。

5. 逻辑预判告警屏蔽。例如：正常排污触发的低液位告警，防冻模式停风机产生的告警，属于正常逻辑功能，不需要上报告警。类似的其它具体场景，需要具体分析。

（六）控制器告警响应时间要求

设计时应考虑可靠性，限制好每个控制器串口所带智能设备的数量，实现控制器告警快速上报，并平衡好快速响应与误告警的要求。

如果是提示类告警，1. 通讯中断类告警，要求上报北向时间 $<12\text{s}$ ；2. 模拟量判断告警量需要设置回差，要求上报北向时间 $<5\text{s}$ ；3. 数字量上报告警，要求上报北向时间 $<5\text{s}$ 。

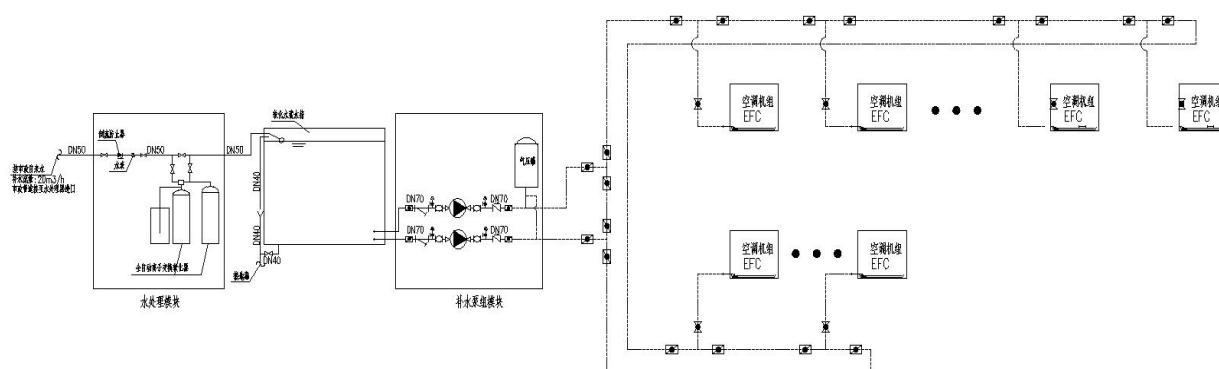
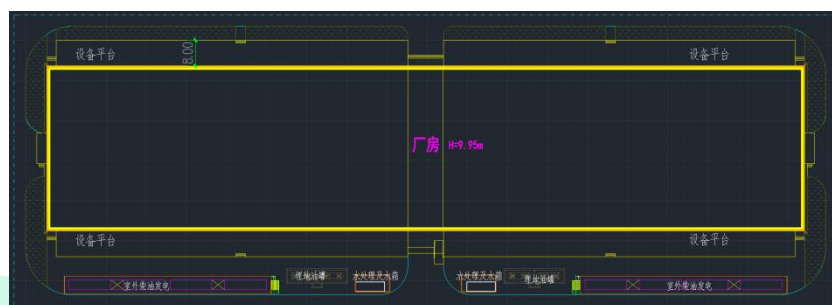
如果告警会产生机组联动动作，可以按照机组本身告警延时及逻辑动作，将北向告警与机组联动动作分开，建议告警上报北向时间 $<10\text{s}$ 。

八、间接蒸发冷空调的实施交付要求

1. 产品设计时应结合数据中心关于水处理方仓的技术要求，进行必要的产品设计以及现场配合工作。

■ 数据中心应基提供一整套功能齐备水处理系统，包括但不限于 AHU 所需的

水处理方仓、蓄水箱、相关的给排水管路、检修照明以及其它配套的设备。水泵及阀门应有备份冗余。水处理设备应模块化产品化；水处理模块、补水动力模块以及蓄水箱模块应满足性能匹配、快速接驳、外形美观协调等特性。



- 水处理设备设置维修旁路。水处理至空调方仓的供水系统应满足在线检修功能，无单点故障；采用全自动补水系统。供水管采用高密度聚乙烯管+铝板保护壳的形式，应结合建筑及构筑物情况，进行路由设计及美化。水箱及水处理单元应用金属装饰板整体进行外观设计。
- 水处理方仓需满足空调设备的用水要求。水处理系统应提供开放接口及

协议，并应配合 BA 或 BMS 的编程、实施、调试等各项工作，可以实现对设备运行状态实时监控、远程故障诊断，保障设备的可靠稳定运行。

水处理方仓应考虑水处理耗材（比如工业用盐等）的存放和操作空间。

- 空调补水设备应满足冗余架构，正常运行时的补水产水量不得低于 AHU 产品最大耗水量的 1.1 倍。在补水中断的情况下，软水蓄水箱有效蓄水量应满足全年任何时候 12 小时的蒸发耗水量。水箱箱体采用 SUS304 或更优材质制作而成，箱体配有液位控制器，可无级监测水位，同时设高、中、低三个液位控制点，可以根据季节设定蓄水量。
- 水处理方仓满足市政供水压力 0.2Mpa 及以上时的使用要求。水箱的溢流管、排污管、通气管应采用无缝管件，并应符合 GB/T12459 的规定，要求为 SUS304 不锈钢或以上等级不锈钢。溢流管、排污管、通气管管口应设不锈钢防虫网罩。不锈钢水箱包括不锈钢制爬梯、水箱盖、底座支承等。
- 补水动力装置应设置为模块形式，设备满足冗余架构。水泵采用全变频控制，水泵设计为自动启停，间歇运行；应考虑在系统小流量时，补水系统的节能措施及延长使用寿命的措施。常用泵和备用泵应设置切换功能，防止备用泵长期停用锈蚀。

2. 间接蒸发冷空调的内循环需要与对应送风阀和回风阀联动（包括开关控制和状态反馈，风阀可与防火风阀合用），风阀的供电和控制由机组提供，控制电源是 24V，设计时需要在空调中针对风阀供电预留足够的功率。在空调停机时，其送回风阀门处于关闭状态，以确保在某台空调检修时其他空调冷空气不得进入此空调造成短路。风阀的开闭情况需要输出反馈信号。

九、测试验证要求

（一）厂验测试要求

1. 批量供货时建议提供机组样机，在焓差实验室（通过了 CNAS 认证）进行性能测试，测试流程需要覆盖所有关键参数表内所列参数。测试建议有第三方机构参与并出具报告。后续实际生产的机组与样机的生产工厂和方案要求相

同。

2. 在批量交付空调产品前应完成厂验问题（包含逻辑和北向问题）的整改，在实际交付的批量产品生产后，甲方可以保留抽查产品进行测试（包括焓差测试等）的权
3. 生产空调前建议进行换热芯体的样机测试，提供测试认证报告（包括不限于尺寸、重量、换热量、泄露率、水质要求等），测试内容需要覆盖所有关键参数表内所列参数。提交换热芯体的软件选型报告。
4. 间接蒸发冷空调样机的厂验测试建议包含目视检查，功能测试，控制逻辑测试，辅助功能测试，报警功能测试，焓差性能测试，漏风率测试，淋水测试，运输测试，安规测试，电能制冷测试，防护等级测试，机组排水测试等部分，测试详情可参考 ODCC2022 年发布的《数据中心间接蒸发空调测试标准》。
5. 空调样机建议进行运输测试。运输测试时需要将机组按实际运输的方式装车，在三级道路路段完成用户要求距离的测试（建议不低于 200km），尽可能满足此路段平均速度在 35km/h~40km/h 之间。测试后需要考察机组的漏风率和防水性的情况，且需满足（1）机组框架、外壳不应出现影响外观和使用性能的变形；（2）机组外观不应出现撕裂破损现象；（3）各连接件不应出现松脱或者偏移现象，固定螺钉应无松脱、掉落现象；（4）各元件应安装牢固，无松脱现象；（5）管路应无明显弯曲变形现象；（6）包装应无明显变形、破裂；（7）机组能正常开机运行无告警。
6. 机组测试时建议进行排水功能的测试。具体操作是对机组内各可能积水部位进行人为注水，并对冷凝水排水、喷淋系统排水的速率和积水情况进行目视检视。此外也可考虑对机组顶部、换热芯体、冷凝器进行淋水，来检查外循环腔体的排水速率和积水情况。

（二）机组自动运行测试要求

机组建议在焓差室进行自动运行的逻辑与性能测试，测试方法如下：

焓差实验室逻辑测试用于检验机组在自动模式下，带载切换及工况切换时的控制精度和机组运行稳定性，要求送风温度波动低于 1.5℃。

测试准备条件：

1. AHU 机组处于自动运行模式。内循环送风温度由 AHU 控制，控制温度设定值为 22℃。AHU 内风机设置在固定额定转速下（可随负载率调节），
2. 焓差实验室回风温度控制点在干球 33℃，（湿球参照之前焓差测试设定）（控制精度为±1℃）
3. 机组 CFC PID 参数记录：P： I： D：
4. 环境温度变化，机组自动运行工况切换的稳定性测试与性能测试

序号	测试项目	测试操作内容	测试结果参考
1	干工况测试	焓差实验室控制室外环境干球温度设定为 9℃（可调），（湿球不要求）	机组第一次启动完成后进入干模式
2	干工况切湿工况	焓差实验室控制每 10min 升高 1℃干球温度，当干球温度在切换温度时，机组应开启喷淋，进入湿模式	机组进入湿模式，此时外风机转速稳定，不应太大波动
3	湿工况切混合工况	焓差实验室设定湿球温度在 14℃（可调），然后以 1℃/10min 升高，当湿球温度在切换温度时时，机组进入混合模式	机组进入混合模式，记录送风温度变化曲线、外风机转速变化曲线、压缩机频率变化曲线
4	混合模式下压缩机加机	焓差实验室设定湿球温度在 19℃（可调），然后以 1℃/10min 升高，直到升高到 22℃（可调），	记录送风温度变化曲线、外风机转速变化曲线、压缩机频率变化曲线和压缩机运行台数。
5	混合模式下压缩机减机	焓差实验室设定湿球温度以 1℃/10min 降低，直到 18℃（可调），	记录送风温度变化曲线、外风机转速变化曲线、压缩机频率变化曲线和压缩机运行台数。
6	混合模式切湿模式	焓差实验室设定湿球温度以 1℃/10min 降低，直到 16℃（可调），	机组由混合模式切换到湿模式。记录送风温度变化曲

			线、外风机转速变化曲线
7	湿模式切干模式	焓差实验室设定干球温度以 1℃/10min 降低，直到 7℃（可调），	记录送风温度变化曲线、外风机转速变化曲线

5. 数据记录：260KW（或其他关注的）制冷量：

	测试项	温度	机组功率 KW	COP
1	干切湿温度点	干球：记录切换点	切换前：	
			切换后：	
2	湿切混合工况	湿球：记录切换点	切换前：	
			切换后：	

6. 焓差测试 vs 自动运行工况点能效对比数据：260KW（或其他关注的）制冷量

	工况点	焓差测试 COP	自动运行 COP
1	干工况 10° 干球	**	**（
2	湿球工况 16 湿球	**	**
3	混合工况 18 湿球	**	**
4	混合工况 30. 湿球	**	**
5	其余关注点（可用于计算或验证全年能效水平）		

十、运营维保要求

（一）预防性维护保养要求

1. AHU 设备的所有硬件、软件系统及辅助设施需有预防性维护保养服务，以确保 AHU 运行在最佳状态。预防性维护保养服务保养频次为不少于每季度一次
2. 开展不少于每季度的预防性维护保养工作，包括但不限于以下工作要求：

1) 配电系统

- 供电断路器—检查
- 接触器—检查
- 线缆紧固—检查、发热测试
- ATS—切换测试
- 电源电压—检测、记录
- 接地有效性—检查
- 变频器—调频测试

2) 控制系统

- 系统控制功能—各模式运行测试
- 各部件控制—测试
- 参数设置—检查、调节功能测试
- 变频器—测试、记录
- 传感器—检查、校准
- 报警功能—测试（逻辑要求的所有报警功能）
- 系统时间—检查、校准
- 智能仪表—检查、校准

3) 内外风机

- 风机运行转速、电流—测试、记录
- 最大转速运行噪音—测试、记录
- 风机固定—检查
- 风机边缘密封性—检查
- 风机接线—检查
- 电动风阀—测试、记录

4) 压缩机及制冷管路

- 制冷管路—检查泄漏情况
- 管路保温—检查、修复
- 压缩机高压压力—测试、记录
- 压缩机低压压力—测试、记录
- 压缩机运行频率、电流—测试、记录
- 干燥过滤器气泡—检查
- 干燥过滤器温差—检查
- 膨胀阀过热度—测试、记录
- 膨胀阀外观—检查

5) 喷淋系统

- 喷淋泵—检查、运行测试、记录
- 喷淋泵运行电流—检查、修复
- 水盘漏水情况—检查
- 管路泄漏情况—检查
- 水盘清洁情况—检查、清洗（不少于每季度一次）
- 自动排污功能—测试、记录
- 自动补水功能—测试、记录
- 喷头堵塞情况—检查、测试

6) 换热芯体

- 芯体外观—检查
- 清洁情况—检查、清洗（若脏堵则开展，且每年最少一次）
- 泄漏情况—检查

7) 蒸发器/冷凝器

- 两器翅片损坏情况—检查
- 蒸发器清洁—检查
- 冷凝器—检查、清洗（若脏堵则开展，且每年最少一次）

8) 过滤网

- 滤网安装固定一检查
- 内循环滤网清洁度一检查、更换（若脏堵则更换，且每年最少一次）
- 内循环滤网清洁度一检查、更换（若脏堵则更换，且每年最少两次）

9) 其他

- 结构保温一检查
- 冷凝水排水一检查、疏通

www.ODCC.org.cn



ODCC服务号



ODCC订阅号