

ICS 33.040.40
CCS M30

团体标准

T/TAF 324—2026

冷板式液冷柜系统技术要求和测试方法

Technical requirements and test methods of cold plate liquid cooler
system

2026-01-06 发布

2026-01-06 实施

电信终端产业协会 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 缩略语 2

5 总体要求 3

 5.1 冷板式液冷柜系统组成要求 3

 5.2 环境条件 3

 5.3 电气条件 3

 5.4 检测仪表 4

6 技术要求 4

 6.1 外观及标识 4

 6.2 一般检查 5

 6.3 分布式 CDU 二次侧换热性能 5

 6.4 分布式 CDU 最大及最小负荷性能 5

 6.5 泵切换功能（选测） 5

 6.6 漏液告警功能 5

 6.7 补液功能 5

 6.8 双电源切换功能 5

 6.9 管路密封性 5

 6.10 接地电阻 5

 6.11 噪声 6

 6.12 分集液器自动排气功能 6

 6.13 液冷快接头插拔 6

 6.14 分集液器支路流量均匀性 6

 6.15 绝缘电阻 6

 6.16 耐电压 6

 6.17 风液换热器额定性能 6

 6.18 电源模块均分负载性能 6

7 测试方法 6

 7.1 外观及标识 6

 7.2 一般检查 6

 7.3 分布式 CDU 二次侧换热性能 6

 7.4 分布式 CDU 最大及最小负荷性能 8

 7.5 泵切换功能（选测） 8

7.6	漏液功能	8
7.7	补液功能	8
7.8	双电源切换功能	8
7.9	管路密封性	8
7.10	接地电阻	8
7.11	噪声	9
7.12	分集液器自动排气功能	9
7.13	液冷快接头插拔	9
7.14	分集液器支路流量均匀性	9
7.15	绝缘电阻	9
7.16	耐电压	9
7.17	风液换热器额定性能	9
7.18	电源模块均分负载性能	10
参考文献		11



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专利的责任。

本文件由电信终端产业协会（TAF）提出并归口。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、泰尔认证中心有限公司、新华三技术有限公司、浪潮电子信息产业股份有限公司、中兴通讯股份有限公司。

本文件主要起草人：王美玲、胡越男、黄红梅、陈立波、信志涛、李金波、齐园、周英杰、柴佩林、王丙寅、张诚。



冷板式液冷柜系统技术要求和测试方法

1 范围

本文件规定了冷板式液冷柜系统技术要求和测试方法。

本文件适用于数据中心或通信机房用的冷板式液冷柜系统，系统包括机柜本体、供配电组件、分布式冷量分配单元、分集液器、流体连接器、风液换热器等部分，其散热方式可分为风液复合半液冷、风液复合全液冷、全冷板液冷三种散热方式。

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（包括所有的修改版）适用于本文件。

GB 25130—2010 单元式空气调节机 安全要求
GB 50174—2017 数据中心设计规范
YD/T 1058—2015 通信用高频开关电源系统
YD/T 2061—2020 通信机房用恒温恒湿空调系统
YD/T 4675—2024 机架用12V直流不间断电源系统

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

冷板式液冷 cold plate liquid cooling

通过冷板（通常为铜铝等导热金属构成的封闭腔体）将发热器件的热量间接传递给封闭在循环管路中的冷却液体，通过冷却液体将热量带走的一种实现形式。

3.2

冷量分配单元 coolant distribution unit

用来进行液冷电子设备间的冷却液体分配的系统，提供二次侧流量分配、压力控制、物理隔离、防凝露等功能。

3.3

额定换热能力 rated heat transfer capacity

在规定的换热条件下，冷量分配单元出厂标定的换热能力。

3.4

试验压力 test pressure

冷量分配单元出厂测试保压试验所采用的压力。

3.5

试验假负载 dummy load for test

冷量分配单元换热试验采用的模拟IT设备产热的装置。

3.6

冷却工质 coolant

液冷系统循环回路中实现热量交换的流体。

3.7

分集液器 manifold

用于向机柜内各液冷冷板分配冷却工质，通常介于冷量分配单元与冷板之间的冷却工质供回装置。

3.8

一次侧冷却环路 primary cooling loop

将二次侧冷却环路送抵的机房内元件产生的热量排至室外大气环境或通过热回收系统取热单元回收利用，同时实现介质循环的冷却系统。

注：一次侧冷却环路由冷量分配单元、冷却水循环管路、水泵、冷源等构成。其中冷源优选干冷器或者冷却塔等经济冷却装置。

3.9

二次侧冷却环路 secondary cooling loop

将电子信息设备元件的发热量导出并送抵与一次侧冷却环路做热交换的冷却系统。

注：二次侧冷却环路由冷板、冷却工质供回歧管、循环管路、冷量分配单元构成。

3.10

风液换热器 air-liquid heat exchanger

一种安装在机柜背面，通过管内流动的液体与热空气进行热量交换的装置，用于解决节点风冷散热需求。

3.11

供配电组件 power supply and distribution components

主要包含电源框、电源模块和供电母排等。

3.12

供电母排 busbar

安装于机柜背部，介于电源框与节点之间的供电分配装置。

3.13

电源框 powershelf

用于安装电源模块、机柜管理模块的金属壳体，电源框将外输入电经过电源模块转化，输出稳定的直流电源供机柜使用。

3.14

电源模块 (PSU) power supply unit

安装电源框中，为机柜提供稳定、可靠、安全的电源输入的供电模块。

3.15

流体连接器 fluid connector

通常包含插头和插座，且带有流体截断功能的快速插拔组件。一般分为手插和盲插两种形式。盲插流体连接器是能够在有限空间或视线受限的情况下自动对准并连接的流体连接器，手插流体连接器需要通过手动才能实现插入或断开的流体连接器。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CDU：冷量分配单元 (Coolant Distribution Unit)

EER: 能效比 (Energy Efficiency Ration)
PDU: 配电单元 (Power Distribution Unit)

5 总体要求

5.1 冷板式液冷柜系统组成要求

组成冷板式液冷柜系统主要由机柜、分集液器、供配电组件等组成，可选配分布式 CDU 和风液换热器，其使用场景示意图见图 1。各部分设备具体描述和要求如下：

- a) 机柜由顶框、底框、立柱、安装角轨、前门（可选）、后门（可选）、侧板、顶板、底板等组成；
- b) 分集液器通常布置于机柜背面的一侧，对流体进行分配，与流体连接器相连，宜支持机柜满配工况，具备自动排气、漏液检测、防喷溅等功能；
- c) 分布式 CDU（可选）用于实现一二次侧循环系统热量交换、物理隔离等功能的单元，通常包含板式换热器、二次侧循环水泵、定压补水系统、膨胀罐、控制调节阀、温湿度/压力传感器、控制系统等，分布式 CDU 通过独立母排取电，通常布置于机柜下部空间，高度不超过 6U；
- d) 供配电组件集中为机柜内部用电设备提供电力，主要包含电源框、电源模块和供电母排等，输入电压通常为交流或高压直流，输出电压通常为标称 48V 或 12V 直流电，电源框应支持双路供电，单电源框高度宜不超过 4U，宜提供交流 220V 供电插座，单电源模块的额定功率不宜超过 3000W；
- e) 风液换热器与分布式 CDU 可有串联或并联两种运行模式，宜具备漏液监控、出风温度监控功能，同时具备排气功能。

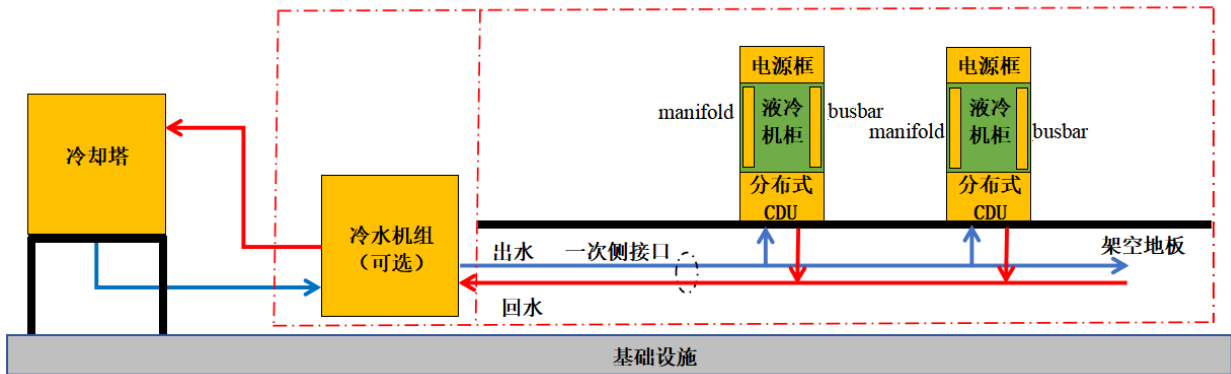


图 1 冷板式液冷柜系统使用场景示意图

5.2 环境条件

冷板式液冷柜系统的使用环境条件如下：

- a) 工作环境应满足 GB 50174 中主机房温度（停机时）和相对湿度（停机时）的环境条件；
- b) 不带液贮存环境温度应满足：-40℃～70℃，短期 5%~95%，无凝露，长期 5%~85%，无凝露；
- c) 海拔高度不宜超过 3000m。

5.3 电气条件

供电电源稳态电压和稳态频率偏移范围应满足GB 50174—2017表A中电子信息设备交流供电电源质量的要求。

5.4 检测仪表

检测仪表包含但不限于表1要求。

表1 检测仪表清单

序号	检测参数	检测仪表	仪表准确度
1	尺寸	钢卷尺、游标卡尺	钢卷尺：≤±2(0.3mm+0.0002L) 游标卡尺：≤±0.02mm
2	温度	热电偶、热电阻	≤±0.2℃
3	流量	流量计	读数的±1%
4	压力	压力表	读数的±1%
5	功率	功率分析仪	0.1级精度
6	时间	电子秒表	测量间隔10s，≤±0.05s 测量间隔10min，≤±0.07s 测量间隔1h，≤±0.10s 测量间隔1d，≤±0.5s
7	噪声	多功能声级计、声压传感器	多功能声级计：1级 声压传感器：±0.5dB
8	厚度	超声波测厚仪	10mm以下：±0.05mm 10mm以上：±(0.005H+0.01) mm
9	角度	数显角度尺	±0.15°
10	接地电阻	接地导通电阻测试仪	±(2%读数+0.003Ω)
11	绝缘电阻	绝缘电阻测试仪	≤±5%
12	耐电压	程控绝缘耐压测试仪	±(2%读数+5V)
13	电压	数字万用表	交流电压：±(1.0%+3d) 直流电压：±(0.15%+2d)
14	电流	钳形表	直流电流：1.6%±6d (40A) 1.5%±5d (600A、1000A)

6 技术要求

6.1 外观及标识

冷板式液冷柜系统的外观及标识要求如下：

- a) 机柜本体柜板平整，无扭曲、变形，表面无擦伤、气泡、流痕、龟裂、起皱等缺陷，金属件无毛刺、无锈蚀；
- b) 设备内各部件安装无明显偏差、松动现象；
- c) 铭牌信息正确，无损伤、字迹清楚；
- d) 分集液器焊缝表面光滑，无毛刺，接头处圆滑，鱼鳞纹均匀一致；
- e) 分布式 CDU 外表面涂覆层光洁，面板标识与图纸描述一致；

- f) 风液换热器的换热翅片无倒伏, 钣金无变形;
- g) 流体连接器无划痕、毛刺, 螺纹无烂牙, 应有明显颜色标识。

6.2 一般检查

冷板式液冷柜系统的一般检查要求如下:

- a) 机柜本体尺寸宜为 600mm 宽*1200mm 深*2200mm 高, 外形尺寸偏差不得超过 $\pm 2\text{mm}$, 外表面对底部基准面的垂直度公差不得超过 $\pm 3\text{mm}$;
- b) 分集液器的尺寸、壁厚和允差符合标称要求, 宜具有防护装置, 防护流体连接器故障喷射、漏液等问题;
- c) 分布式 CDU 的尺寸和允差符合标称要求, 且将分布式 CDU 放入对应的液冷机柜中, 正常运行后, 反复插拔 5 次, 无抽拉不畅、表面磨损刮花等现象, 无异常告警, 插拔无干涉, 无漏液断电等异常情况;
- d) 风液换热器高度、宽度与机柜本体相同, 开启角度不应小于 110° 。

6.3 分布式 CDU 二次侧换热性能

分别测试分布式 CDU 在负载率 25%、50%、75% 及 100% 下的换热性能, 换热性能应满足声称值。

6.4 分布式 CDU 最大及最小负荷性能

分布式 CDU 的最大及最小负荷性能应符合声称值。

6.5 泵切换功能 (选测)

对于配置双循环泵的分布式 CDU, 运行正常后分别通过自动切换、手动切换和故障切换完成主备泵切换动作, 重复 5 次, 应不影响液冷柜系统的正常运行。

6.6 漏液告警功能

当机柜内出现漏液时, 应能检测液体泄漏并发出告警信息。

6.7 补液功能

系统缺液报警后, 应能按照设置自动补液, 补液完成后告警自动消除。

6.8 双电源切换功能

配置双电源供电的冷板式液冷柜系统在主、备电源切换时, 不影响机柜及内部设备的运行状态、无异常告警, 系统保持正常稳定运行。

6.9 管路密封性

系统内分布式 CDU 的一次侧管路和风液换热器应能承受规定的试验压力 (水压), 稳压 10min, 记录保压开始和结束的数值, 压力下降不应大于 0.02MPa , 降至工作压力后, 外观检查应无渗漏。

系统内分布式 CDU 的二次侧管路与分集液器和流体连接器应能承受 $350\text{kPa} \pm 20\text{kPa}$ 的气压, 稳压 10min 后与稳压 1h 后的压降应小于 10kPa 。

6.10 接地电阻

系统接地电阻值应小于 0.1Ω 。

6.11 噪声

系统在额定工况时，A计权声压级应不大于60dB（A）。

6.12 分集液器自动排气功能

排气阀可实现自动排气，有排气声响，无水流出。

6.13 液冷快接头插拔

液冷快接头在插拔过程中应无液体泄漏。

6.14 分集液器支路流量均匀性

分集液器各支路最大流量和最小流量的差值应不大于10%。

6.15 绝缘电阻

断开控制板和电源的连接线，强制闭合所有接触器，绝缘电阻值应不低于2M Ω 。

6.16 耐电压

带电部件与易触及部件之间仅用基本绝缘隔离的，应承受1min，频率为50Hz或60Hz的正弦波电压1250V，试验期间不应出现击穿。

6.17 风液换热器额定性能

风液换热器按照设计要求设置进水流量和进水温度，风侧通过焓差实验室的引流风机设置额定风量和额定进风温度，风液换热器的额定换热量应满足设计要求。

6.18 电源模块均分负载性能

2台及以上电源模块输出并机的均流不平衡度应不大于 $\pm 5\%$ 。

7 测试方法

7.1 外观及标识

采用目视法，目测上述指标是否符合要求。

7.2 一般检查

一般检查方法如下：

- a) 使用尺寸测量仪表测量柜体、分布式CDU的外形尺寸，测试结果应符合要求；
- b) 使用超声波测厚仪或游标卡尺测量分集液器的尺寸、厚度，测试结果应符合要求，厚度测试随机各选取5个测点，测试结果取平均值并记录数据；
- c) 对分布式CDU进行反复插拔5次，结果应符合要求。

7.3 分布式CDU二次侧换热性能

按下图2搭建测试平台，流量计应安装在设备进口或出口的直管段上。安装压差传感器的两个测试点，距离分布式CDU进回液口应不大于1米，高度差应不大于0.3米。

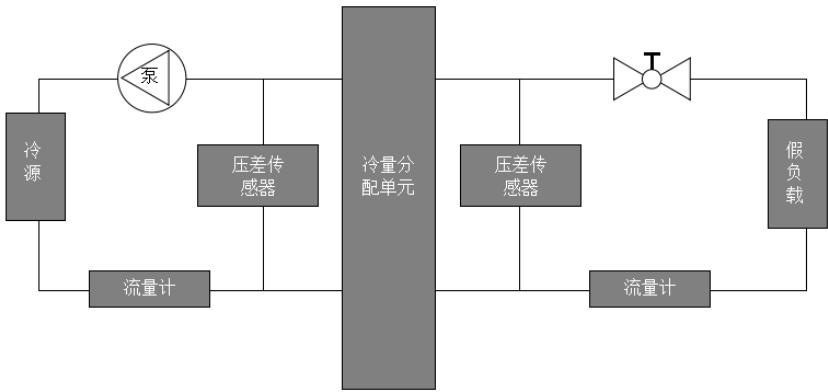


图 2 分布式 CDU 换热性能测试平台搭建示意图

分布式CDU一次侧连接可调冷冻水系统，二次侧连接试验假负载、流量计和阻尼阀等工装，分布式CDU二次侧供回液口分别布置温度传感器，系统充注冷却液且调试完成，具备正常运行条件。

按照额定工况要求，设置一次侧流量、一次侧供液温度，调节阻尼阀和循环水泵转速，使二次侧流量和进出口压差均为额定值，调节试验假负载使二次侧供液温度等于设定值，系统稳定运行时间大于等于1h后，开始测量分布式CDU二次侧流量、供液温度及回液温度，测试时间为60min，间隔10min记录一次测量数据。

设置一次侧供液温度、二次侧供液流量、二次侧供液温度为额定值，调整负载率为上述额定负载率的 25%、50%、75%及 100%，系统稳定运行时间大于等于 1h 后，开始测量分布式 CDU 二次侧流量、供液温度及回液温度，测试时间为 60min，间隔 10min 记录一次测量数据并填入性能测试表，测试表模版见图 3。

序号	二次侧供液温度（℃）	二次侧回液温度（℃）	二次侧流量（L/min）
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

图 3 CDU 二次侧换热性能测试表模版

计算出上述参数平均值，根据下列公式计算分布式CDU二次侧的换热功率：

$$Q_{\text{换热功率}}=1/60000\cdot C\cdot p\cdot Q_{\text{流量}}\cdot (T_2-T_1)$$

式中：

$Q_{\text{换热功率}}$ ——单位kW；

C ——冷却工质比热容，单位kj/(kg*℃)；通过查询冷却工质的物性参数获得，其中温度取（二次侧供液口温度平均值+二次侧回液口温度平均值）/2；

P ——冷却工质密度，单位kg/m³；

$Q_{\text{流量}}$ ——冷却工质的流量，单位L/min；

T_2 ——冷却工质在分布式CDU二次侧回液口处的温度，单位℃；

T_1 ——冷却工质在分布式CDU二次侧供液口处的温度，单位℃。

7.4 分布式 CDU 最大及最小负荷性能

参照7.3的测试方法，使分布式CDU正常运行，按额定工况要求，分别设置一次侧流量、一次侧进水温度，调节阻尼阀和循环水泵转速使二次侧流量和二次侧进出口压差均为额定值，保持阻尼阀开度不变，分别调节循环水泵转速至最大和最小，然后调节热负载功率使二次侧供液温度等于设定值，保持稳定运行时间大于等于1h，测试时间为60min，间隔10min记录一次测量数据，参照7.3中的计算方法分别计算出最大及最小负荷性能。

7.5 泵切换功能（选测）

分别对循环泵进行自动、手动和故障切换，切换结果应符合要求。

7.6 漏液功能

对机柜内所有布设漏液传感器和漏水绳的位置进行检测。

对于漏液传感器，应堵住对应的排水口，向传感器所在的接水盘内缓慢滴入水，直至检测到系统触发对应的漏液告警，然后打开排水口进行排水，对应的漏液告警应能消除。

对于漏水绳，采用润湿纸巾或杯装水对漏水绳进行润湿或淋湿（不少于5个点位），检测系统是否触发对应的漏液告警，然后用干纸巾或毛巾擦干润湿部位，对应的漏液告警应能消除。如漏水绳具有定位功能，还应判断报警漏水点应与实际漏水点保持一致。

7.7 补液功能

模拟系统缺液故障，观察分布式CDU是否有缺液报警并能应能够自动启动补液泵，并按照设置进行补液，补液完成后自动关闭补液泵，告警消失。

7.8 双电源切换功能

设备双路供电情况下满载运行，手动断开一路电源，检查设备监控和报警信息是否正确，目测设备是否能够切换至另一路电源供电且能够恢复切换前的运行状态，是否有异常告警。测试完成以后手动恢复断开的电源使设备双路供电正常运行，观察异常告警是否消除。之后对另一路电源重复上述操作，再次测试上述功能是否满足要求。

7.9 管路密封性

拆除分布式CDU中承压能力不足的传感器和泄压阀等部件，并用堵头堵住。将分布式CDU的一次侧与风液换热器串联或并联后连接至水压试验装置，试验压力根据设备工作压力选取，当工作压力小于或等于1.0MPa时，试验压力为1.5倍工作压力，最低不应小于0.6MPa；当工作压力大于1.0MPa时，试验压力为工作压力加0.5MPa。保压10min后检查其是否满足技术要求。

关闭分集液器顶部排气阀、储液罐排气阀等，打开旁通阀、截止阀等，向分布式CDU的二次侧充注350kPa±20kPa的压缩空气或氮气，分别记录稳压10min后与稳压1h后的数据，压降应小于10kPa。

7.10 接地电阻

从空载电压不超过12V（交流或直流）的电源取电流，且该电流等于被测设备额定电流的1.5倍或25A（两者中取较大者），将测试仪表的端子分别与主接地端子、可接触金属部分（或应接地的导电金属件）连接，让电流在二者间通过，测试时间1min，测量可触及金属部分与主接地点之间电阻，测量值不超过0.1Ω。

7.11 噪声

待设备在额定工况下运行稳定后，测试分布式CDU四个侧面距离设备水平方向1m、高度1.2m处声压级，测试时间为60s。

噪声测点位置距离任何反射物（地面除外）至少1m外测量，距地面高度1.2m。测点位置分别布置于冷板式液冷柜系统的四个侧面，测试记录时间内的等效声级。

对任一测点，在被测设备未工作时与工作后正式测得的A计权声压级之差在10dB(A)以上时，不必修正；差值在3-10dB(A)时，按下表2进行背景噪声的修正；当差值小于3dB(A)时，测量结果无效。测量时，风速应小于6 m/s并应使用风罩。

表2 背景噪声修正表

单位为dB (A)

差值	3	4	5	6	7	8	9	10
修正值	3	2	2	1	1	1	1	1

7.12 分集液器自动排气功能

将自动排气阀安装到测试工装上，必须垂直安装，测试时必须保证其内部浮筒处于垂直状态，以免影响排气。测试时升压至4bar，自动排气阀旋帽拧紧后反方向旋松(1-1.5圈)进行自动排气阀功能测试。测试过程中，要求排气阀可实现自动排气，有排气声响，无水流出。

7.13 液冷快接头插拔

管路内充液至0.3MPa，通过将液冷服务器从机柜上进行插、拔操作或将软管与液冷服务器接头进行5次插、拔操作，间隔10s，检查接头是否即插即通、即拔即断、无滴漏。

7.14 分集液器支路流量均匀性

将分集液器所有支路的进回水分别短接，并接入调节阀用于模拟负载的流阻。在支路中串联流量计，用于该支路流量的测量，需确保串联流量计后该支路整体流阻与其他支路一致。在分集液器主管接入液体，稳定运行1h后读取所有流量仪表的读数，每10min记录一组数据，共记录三组。

按如下公式处理三组数据：

$$A = (\text{单只路最大流量} - \text{单只路最小流量}) / \text{单只路最小流量} \times 100\% \leq 10\%$$

7.15 绝缘电阻

绝缘电阻测试方法参见YD/T 2061—2020中第7.2.4.1条。

7.16 耐电压

耐电压测试方法参见GB 25130—2010中第12.3条。

7.17 风液换热器额定性能

风液换热器进出口连接可调冷冻水系统，并安装到带风洞的焓差实验室，按照设计要求设置进水流量和进水温度，风侧通过焓差实验室的引流风机设置额定风量和额定进风温度，待系统运行稳定1h后，记录性能数据，计算出液冷风液换热器的实测制冷量 q_{tci} 。

$$q_{tci} = Q_{mi} (h_{a1} - h_{a2}) / [V_n (1 + W_n)]$$

式中：

- q_{lci} ——被试机组实测制冷量(W);
- Q_{mi} ——被试机组室内测点的风量 (m^3/s) ;
- h_{a1} ——被试机组室内侧回风空气焓值[J/ (kg (干))];
- h_{a2} ——被试机组室内侧送风空气焓值[J/ (kg (干))];
- V_n ——测点处湿空气比容(m^3/kg);
- W_n ——测点处空气湿度(kg/kg (干))。

7.18 电源模块均分负载性能

直流输出48V的电源模块均分负载性能测试方法参见YD/T 1058—2015中第5.16条; 直流输出12V的电源模块均分负载性能测试方法参见YD/T 4675—2024中第7.5.9条。



参 考 文 献

- [1] GB 50243—2016 通风与空调工程施工质量验收规范
- [2] GB/T 17248.2—2018 声学 机器和设备发射的噪声在一个反射面上方可忽略环境修正的近似自由场测定工作位置和其他指定位置的发射声压级
- [3] YD/T 3980—2021 数据中心冷板式液冷服务器系统技术要求和测试方法
- [4] YD/T 4024—2022 数据中心液冷服务器系统总体技术要求和测试方法
- [5] YD/T 6049—2024 冷板式液冷整机柜服务器技术要求和测试方法
- [6] YD/T 2319—2020 数据设备用网络机柜
- [7] JGJ/T 260—2011 采暖通风与空气调节工程检测技术规程
- [8] T/CESA 1249.2—2023 服务器及存储设备用液冷装置技术规范 第2部分：连接系统
- [9] T/CESA 1249.3—2023 服务器及存储设备用液冷装置技术规范 第3部分：冷量分配单元
- [10] T/CECS 10215—2022 数据中心用机柜通用技术要求



电信终端产业协会团体标准
冷板式液冷柜系统技术要求和测试方法

T/TAF 324—2026

*

版权所有 侵权必究

电信终端产业协会发布
地址：北京市西城区新街口外大街 28 号
电话：010-82052809
电子版发行网址：www.taf.org.cn