

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXXX—XXXX

数据中心冷却液分配单元（CDU）用 板式换热器可靠性试验与运行维护规范

Specification for reliability testing, operation and maintenance of plate heat
exchangers for data center coolant distribution units (CDUs)

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国西部开发促进会 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 1

4 技术要求 2

 4.1 一般要求 2

 4.2 材料与冷却液相容性 2

 4.3 热工与水力性能 2

 4.4 耐压与密封隔离性能 2

 4.5 可靠性要求 2

 4.6 堵塞与冲洗恢复性能 3

5 试验方法 3

 5.1 一般要求 3

 5.2 初始性能试验 3

 5.3 冷却液相容性试验 3

 5.4 耐压与密封隔离试验 3

 5.5 连续运行试验 3

 5.6 热循环试验 3

 5.7 压力循环试验 3

 5.8 堵塞与冲洗恢复试验 4

 5.9 最终检查 4

6 运行维护 4

 6.1 运行监测 4

 6.2 清洗与检修 4

7 记录 4

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。

本文件由中国西部开发促进会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

数据中心冷却液分配单元（CDU）用板式换热器 可靠性试验与运行维护规范

1 范围

本文件规定了数据中心冷却液分配单元（CDU）用板式换热器的技术要求、试验方法、运行维护和记录。

本文件适用于数据中心液冷系统中CDU用可拆卸式、焊接式和钎焊式板式换热器的可靠性评价、检验及运行维护。

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 27698.2 热交换器及传热元件性能测试方法 第2部分：热交换器
- NB/T 47004.1 板式热交换器 第1部分：可拆卸板式热交换器
- NB/T 47004.2 板式热交换器 第2部分：焊接板式热交换器
- NB/T 47045 钎焊板式热交换器
- YD/T 3982 数据中心液冷系统冷却液体技术要求和测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

CDU 用板式换热器 plate heat exchanger for coolant distribution unit

安装于冷却液分配单元（CDU）中，通过相互隔离的板间流道实现设施侧冷却液与IT侧冷却液热量交换的板式换热器。

3.2

设施侧 facility side

板式换热器与数据中心冷源或设施冷却系统连接的一侧。

3.3

IT 侧 IT side

板式换热器与液冷机柜、分液器、冷板等IT设备冷却回路连接的一侧。

3.4

外漏 external leakage

冷却液通过板片、密封件、接口、焊接或钎焊部位等泄漏至板式换热器外部的现象。

3.5

内串漏 internal cross leakage

设施侧与IT侧之间因板片、密封件、焊接或钎焊部位失效而发生冷却液相互迁移的现象。

3.6

额定换热量 rated heat transfer capacity

板式换热器在规定的设施侧和IT侧入口温度、流量及冷却液条件下的换热量。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 板式换热器应满足 CDU 连续换热、设施侧与 IT 侧冷却回路隔离及长期可靠运行的要求。

4.1.2 可拆卸式板式换热器应符合 NB/T 47004.1 的规定，焊接式板式换热器应符合 NB/T 47004.2 的规定，钎焊式板式换热器应符合 NB/T 47045 的规定。

4.1.3 制造商应至少规定下列参数：

- a) 结构型式及主要接液材料；
- b) 设计压力和设计温度；
- c) 额定换热量及其对应工况；
- d) 设施侧和 IT 侧额定流量下的压降；
- e) 适用冷却液类型及允许使用范围。

4.1.4 设施侧和 IT 侧流道应相互隔离，接口应具有清晰、耐久的标识。

4.1.5 预期承受周期性压力或温度变化的板式换热器，应根据实际运行工况进行循环载荷适应性评价。

4.2 材料与冷却液相容性

4.2.1 板片、密封件、焊接或钎焊材料、接口及其他接液材料应与规定的冷却液相容。

4.2.2 存在异种金属接液材料时，不应因电偶腐蚀等作用导致压力边界、流体隔离或换热性能失效。

4.2.3 冷却液应符合 YD/T 3982 的规定。采用乙二醇水溶液或含其他添加剂的冷却液时，应按实际使用的冷却液进行相容性评价。

4.2.4 冷却液相容性试验后，接液材料不应出现腐蚀、裂纹、剥离、异常溶胀等影响使用的劣化。

4.3 热工与水力性能

4.3.1 板式换热器应规定额定换热量及对应的设施侧和 IT 侧入口温度、流量和冷却液条件。

4.3.2 在额定工况下，实测换热量不应低于制造商声明值的 95%。

4.3.3 设施侧和 IT 侧额定流量下的压降不应大于制造商声明值。

4.3.4 完成规定的可靠性试验后，在与初始试验相同的工况下，应符合下列要求：

- a) 换热量不应低于初始值的 95%；
- b) 设施侧和 IT 侧压降均不应大于相应初始值的 110%。

4.4 耐压与密封隔离性能

4.4.1 可拆卸式板式换热器的耐压性能应符合 NB/T 47004.1 的规定，焊接式板式换热器应符合 NB/T 47004.2 的规定，钎焊式板式换热器应符合 NB/T 47045 的规定。

4.4.2 在规定的工作压力和工作温度范围内，板式换热器不应发生外漏。

4.4.3 设施侧与 IT 侧之间不应发生内串漏。

4.4.4 完成规定的可靠性试验后，耐压与密封隔离性能仍应符合 4.4.1~4.4.3 的规定。

4.5 可靠性要求

4.5.1 板式换热器可靠性评价应包括连续运行、热循环和压力循环。

4.5.2 可靠性试验基本考核要求应符合表 1 的规定。

表 1 可靠性试验基本考核要求

项目	要求
连续运行时间	≥1000 h
热循环次数	≥500次
压力循环次数	≥5000次

4.5.3 可靠性试验过程中不应发生外漏、内串漏、板片穿孔或贯穿裂纹、焊接或钎焊连接失效以及影响安全运行的永久变形。

4.5.4 可靠性试验后，热工与水力性能应符合 4.3.4 的规定，耐压与密封隔离性能应符合 4.4 的规定。

4.6 堵塞与冲洗恢复性能

4.6.1 板式换热器流道应与 CDU 的冷却液清洁度和过滤条件相适应。

4.6.2 经堵塞和冲洗恢复试验后，应符合下列要求：

- a) 换热量不应低于初始值的 95%；
- b) 设施侧和 IT 侧压降均不应大于相应初始值的 110%；
- c) 不应发生外漏和内串漏。

5 试验方法

5.1 一般要求

5.1.1 试验样品的结构、材料和制造工艺应与正常生产产品一致。

5.1.2 可靠性试验前后应在相同的冷却液、温度和流量条件下进行性能测试。

5.2 初始性能试验

板式换热器的换热量和压降应按 GB/T 27698.2 的规定进行测试。试验工况应与制造商规定的额定工况一致，至少记录设施侧和 IT 侧的入口温度、出口温度、流量、压降及冷却液状态，测试结果作为可靠性试验后的性能比较基准。

5.3 冷却液相容性试验

5.3.1 试验用冷却液应与制造商规定的实际使用冷却液一致。采用乙二醇水溶液或含添加剂的冷却液时，其浓度应符合实际使用要求。

5.3.2 金属接液材料应进行腐蚀相容性试验。试验后应检查质量变化和腐蚀形貌，不应出现点蚀、缝隙腐蚀、晶间腐蚀或其他影响压力边界及换热性能的腐蚀。

5.3.3 橡胶密封材料应按 GB/T 1690 的规定进行耐冷却液试验。试验后，邵尔 A 硬度变化值的绝对值不应大于 10，拉伸强度下降率不应大于 20%，且不应出现影响密封性能的异常溶胀、收缩、裂纹或其他劣化。

5.4 耐压与密封隔离试验

5.4.1 试验压力和试验方法应分别按 NB/T 47004.1、NB/T 47004.2 或 NB/T 47045 的规定进行。

5.4.2 设施侧和 IT 侧应分别进行单侧试验。一侧加压时，另一侧应保持无压力状态。

5.4.3 试验过程中不应发生渗漏和可见变形，未加压侧不应出现试验介质流出。

5.5 连续运行试验

5.5.1 板式换热器应在额定流量和额定换热工况下连续运行不少于 1000 h。

5.5.2 试验过程中应监测进、出口温度、流量、压降及泄漏情况。

5.5.3 试验后性能应符合 4.3.4 和 4.4 的规定。

5.6 热循环试验

5.6.1 高温工况和低温工况应根据制造商声明的允许工作温度范围及产品实际使用条件确定，温度变化范围应能够代表 CDU 启停、负载变化及冷却液温度变化对板式换热器产生的热作用。

5.6.2 板式换热器由规定的低温工况转换至高温工况，再恢复至低温工况，计为 1 个热循环。

5.6.3 高温和低温阶段应保持至板式换热器进、出口温度达到稳定状态或规定的保持时间后，再进行工况转换。

5.6.4 热循环次数不应少于 500 次。

5.6.5 试验过程中应监测板式换热器的泄漏及异常变形情况，不应发生外漏、内串漏、板片损伤以及密封、焊接或钎焊连接失效。

5.7 压力循环试验

5.7.1 压力应在低压状态与最大允许工作压力之间循环变化，升压和降压过程应平稳。

5.7.2 从最低循环压力升至规定的最高循环压力，再降至最低循环压力，计为 1 个压力循环。

5.7.3 压力循环次数不应少于 5000 次。

5.7.4 试验过程中不应发生外漏、内串漏、异常变形或连接失效。

5.7.5 试验完成后应重新进行耐压与密封隔离试验，结果应符合 4.4 的规定。

5.8 堵塞与冲洗恢复试验

5.8.1 试验颗粒的类型、粒径和浓度应根据 CDU 过滤精度及板式换热器流道尺寸确定。

5.8.2 试验前应测定换热量和设施侧、IT 侧压降。试验过程中应保持规定的冷却液、温度和流量条件，并记录换热量和压降变化。

5.8.3 当试验侧压降较初始值增加 30%及以上，或达到制造商规定的堵塞终止条件时，应停止颗粒投加，并按制造商规定的方法进行冲洗。

5.8.4 冲洗后应在与初始试验相同的工况下重新测定换热量和压降，结果应符合 4.6.2 的规定。

5.9 最终检查

全部可靠性试验完成后，应进行外观、热工与水力性能、耐压及密封隔离性能检查，结果应符合第 4 章的规定。

6 运行维护

6.1 运行监测

6.1.1 板式换热器投入运行后，应建立运行基线，至少包括设施侧和 IT 侧进、出口温度、流量、压降及换热性能参数。

6.1.2 运行过程中应监测换热性能和压降变化，并检查接口、密封部位有无渗漏和腐蚀。

6.1.3 出现下列任一情况时，应进行运行状态检查：

- a) 压降较运行基线上升 20%及以上；
- b) 换热性能较运行基线下降 5%及以上；
- c) 出现渗漏、腐蚀或冷却液状态异常。

6.2 清洗与检修

6.2.1 出现下列任一情况，且排除泵、阀门、过滤器及测量仪表异常后，应进行清洗或检修：

- a) 压降较运行基线上升 30%及以上；
- b) 换热性能较运行基线下降 10%及以上；
- c) 存在明显堵塞或污垢沉积；
- d) 出现持续外漏。

6.2.2 怀疑或确认发生内串漏时，应停止运行并隔离板式换热器。

6.2.3 清洗方式、清洗介质、温度和使用条件应符合制造商的规定，不应对板片、密封件及焊接或钎焊部位造成损伤。

6.2.4 清洗或维修后重新投入运行前，应确认无外漏和内串漏，换热性能和压降满足运行要求。

7 记录

应建立板式换热器运行维护档案，至少包括下列内容：

- a) 产品型号、序列号及主要接液材料；
- b) 初始性能及运行基线；
- c) 冷却液更换、清洗及维修记录；
- d) 板片、密封件等部件更换记录；
- e) 泄漏、腐蚀、堵塞等故障及处置记录；
- f) 维护后复验结果。