

T/CAICI

中国通信企业协会团体标准

T/CAICI XXXX—XXXX

基于 AI 的数据中心绿色节能等级评估技术规范

Technical specification on AI-based green energy-saving grade assessment
evaluation for data centers

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国通信企业协会 发布

目 次

前 言 III

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 4

 3.1 电能利用效率 Power Usage Effectiveness 4

 3.2 水资源利用效率 Water Usage Effectiveness 4

 3.3 制冷负载系数 Cooling Load Factor 4

 3.4 供电负载系数 Power Load Factor 4

 3.5 数据中心基础设施管理系统 Data Center Infrastructure Management 4

 3.6 智算中心 Artificial Intelligence Data Center 4

 3.7 液冷系统 Liquid Cooling System 4

 3.8 冷板式液冷 Cold Plate Liquid Cooling 5

 3.9 浸没式液冷 Immersion Liquid Cooling 5

 3.10 冷量分配单元 Coolant Distribution Unit 5

4 缩略语 5

5 评估方式与等级划分 5

6 能耗与环境监测指标 6

 6.1 能耗与水资源计量——55 分 6

 6.1.1 IT 设备用电计量——20 分（分档取最高） 6

 6.1.2 制冷设备用电计量——20 分（按主导制冷系统取） 6

 6.1.3 液冷系统用电计量——5 分（液冷机房适用） 7

 6.1.4 供配电设备损耗计量——3 分 7

 6.1.5 用水计量——4 分 7

 6.1.6 能效分析与报表——3 分 7

 6.2 环境与安全监测——35 分 7

 6.2.1 温湿度监测——20 分 7

 6.2.2 液冷区漏液监测——10 分（液冷机房适用） 8

 6.2.3 露点监测——5 分（冷板式液冷机房适用） 8

 6.3 数据质量与接口——10 分 8

 6.3.1 数据质量——4 分 8

 6.3.2 历史数据存储与点表交付——3 分 8

 6.3.3 接口开放能力——3 分 8

7 设备调控精细度 8

 7.1 IT 设备——50 分 8

 7.1.1 服务器设备——40 分 9

 7.1.2 网络（运力）设备——10 分 9

 7.2 制冷系统——50 分 9

 7.2.1 冷冻水系统——50 分 10

- 7.2.2 风冷系统——50 分..... 11
 - 7.2.3 冷板式液冷系统——50 分..... 11
 - 7.2.4 浸没式液冷系统——50 分..... 12
 - 7.2.5 多制冷系统并存计分规则 12
 - 7.2.6 设备静态属性交付 12
- 8 安全保障 12
 - 8.1 执行边界与权限——20 分..... 13
 - 8.2 分阶段验证与人工审核——25 分..... 13
 - 8.3 回退与异常处置——20 分..... 13
 - 8.4 运维保障——10 分..... 14
 - 8.5 数据与网络安全——15 分..... 14
 - 8.6 液冷安全约束——10 分..... 14

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。

本文件由中国通信企业协会标准化管理委员会提出并归口。

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。

本文件起草单位：中国电信股份有限公司研究院、华为技术有限公司、深圳日海新能源科技有限公司、新华三技术有限公司、北京英沣特能源技术有限公司、四川通信科研规划设计有限责任公司

本文件主要起草人：孟维业、贾丹、李春芳、刘浩然、梁宇栋、王长周、蒋磊、邹元霖、邱泽华
本文件为中国通信企业协会首次发布。

基于 AI 的数据中心绿色节能等级评估技术规范

1 范围

本文件确立了面向AI节能应用的数据中心绿色节能等级评估框架，规定了数据采集与计量、环境监测、设备调控精细度、安全保障的评分要求，描述了评分取值规则、评估程序及等级划分方法。

本文件适用于新建、改扩建及在运的通用数据中心和智算中心，覆盖风冷、水冷、液冷及混合制冷等制冷形式，可用于数据中心规划、设计、建设、改造、运维各阶段的自我评估和第三方评估。

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 50174-2017 数据中心设计规范
- GB/T 48023-2026 数据中心冷板式液冷系统技术规范
- GB 40879-2021 数据中心能效限定值及能效等级
- GB/T 44989-2024 绿色数据中心评价
- GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 电能利用效率 Power Usage Effectiveness

表征数据中心电能利用效率的指标，其数值为数据中心内所有用电设备消耗的总电能与所有IT设备消耗的总电能之比。

3.2 水资源利用效率 Water Usage Effectiveness

表征数据中心水资源利用效率的指标，其数值为数据中心年用水资源消耗量与IT设备年耗电量之比，单位为L/kW·h。

3.3 制冷负载系数 Cooling Load Factor

定义为数据中心制冷设备耗电与IT设备耗电的比值。

3.4 供电负载系数 Power Load Factor

定义为数据中心供配电系统耗电与IT设备耗电的比值。

3.5 数据中心基础设施管理系统 Data Center Infrastructure Management

数据中心基础设施管理系统通过持续收集数据中心的资产、资源信息，以及各种设备的运行状态，分析、整合和提炼有用数据，帮助数据中心运行维护人员管理数据中心，并优化数据中心的性能。

3.6 智算中心 Artificial Intelligence Data Center

面向人工智能计算需求建设，以高性能计算、存储设备为主体提供算力服务的数据中心。

3.7 液冷系统 Liquid Cooling System

以液体为工作介质带走IT设备热量的冷却系统，主要包括冷板式和浸没式等形式。

3.8 冷板式液冷 Cold Plate Liquid Cooling

通过贴合于IT设备发热部件的冷板与冷却液间接换热，经冷量分配单元和管网将热量输送至一次侧冷源散热的液冷方式。

3.9 浸没式液冷 Immersion Liquid Cooling

将IT设备浸没于介电冷却液中直接换热的液冷方式，分为单相浸没与相变浸没。

3.10 冷量分配单元 Coolant Distribution Unit

连接一次侧与二次侧环路，实现热量交换、冷却液循环驱动、流量分配与温度控制的成套装置。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件：

- AI 人工智能 Artificial Intelligence
- AIDC 人工智能数据中心 Artificial Intelligence Data Center
- CDU 冷量分配单元 Coolant Distribution Unit
- CLF 制冷负载系数 Cooling Load Factor
- CPU 中央处理器 Central Processing Unit
- DCIM 数据中心基础设施管理系统 Data Center Infrastructure Management
- GPU 图形处理器 Graphics Processing Unit
- HVDC 高压直流电 High Voltage Direct Current
- IT 信息技术 Information Technology
- LDS 漏液检测 Leak Detection System
- PLF 供电负载系数 Power Load Factor
- PUE 电能利用效率 Power Usage Effectiveness
- UPS 不间断电源 Uninterruptible Power Supply
- WUE 水资源利用效率 Water Usage Effectiveness

5 评估方式与等级划分

5.1 基于 AI 的数据中心绿色节能等级评估指标体系由能耗与环境监测、设备调控精细度和安全保障三类指标组成。

5.2 基于 AI 的数据中心绿色节能等级评估按总得分确定等级，总得分为相应类别指标的评分项得分经加权计算后的得分之和。

5.3 基于 AI 的数据中心绿色节能等级评估的总得分按式(1)进行计算,评价指标体系类指标评分项的权重 $\omega_1\sim\omega_3$ 按表 5-1 取值。

$$Q = \omega_1Q_1 + \omega_2Q_2 + \omega_3Q_3 \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

- Q ——评估总得分；
- ω_1 ——能耗与环境监测指标的权重系数；
- ω_2 ——设备调控精细度指标的权重系数；
- ω_3 ——安全保障指标的权重系数；
- Q_1 ——能耗与环境监测指标的得分；
- Q_2 ——设备调控精细度指标的得分；
- Q_3 ——安全保障指标的得分；

表 5-1 各评估维度的权重系数

权重系数	ω_1	ω_2	ω_3
权重取值	0.2	0.5	0.3

5.4 评价指标体系三类指标得分的最高分均为 100 分。

5.5 评价等级分为 L1 至 L5 五个等级。各等级对应的总得分如表 5-2 所示。

表 5-2 各评估等级对应的评分

星级	L1	L2	L3	L4	L5
总得分Q	[0, 50)	[50, 60)	[60, 70)	[70, 80)	[80, 100)

5.6 评估程序如下：a) 评估申请：由数据中心所有者或运维方向评估机构提交评估申请及自评材料；

b) 文件审查：评估机构审查计量点表、系统图纸、点表与数据字典、接口权限划分协议等文件；c)

现场核查：按评分依据逐项核查采集与调控条件的实际部署情况；d) 评分与报告：按第 6 章～第 8 章

评分依据逐项评分，按式(1)计算总得分并确定等级，出具评估报告；e) 结果应用：评估报告可用于

数据中心建设改造决策、AI 节能系统选型部署及节能成效评估。

6 能耗与环境监测指标

能耗与环境监测指标总分100分，由能耗与水资源计量（55分）、环境与安全监测（35分）、数据质量与接口（10分）三部分组成。

计分规则如下：

a) 对同一评估对象按就绪程度分档设置的评分项，按满足的最高档计分，不累加；

b) 数据中心同时部署多套制冷系统（风冷、水冷、液冷等）时，按各系统实际承担的设计冷负荷占比加权计分；

c) 评估对象不含某类系统时（如不含液冷系统），相应子项不计入分母，实际得分按适用项归一化折算至百分制；

d) 各评分项的具体分值见各评分依据表。

6.1 能耗与水资源计量——55 分

6.1.1 IT 设备用电计量——20 分（分档取最高）

表 6-1 IT 设备用电计量评分依据

档位	具体要求	分值
机架级	每个机房内，单个机架IT负载可测，包括工作电流、工作电压、有功功率和累计用电量等，采集周期 ≤ 1 小时。高密度机架（ $\geq 20\text{kW}/\text{柜}$ ）宜达到 ≤ 15 分钟。	20
列级	每个机房内，单列机柜IT负载可测，包括工作电流、工作电压、有功功率和累计用电量等，采集周期 ≤ 1 小时。	15
机房级	单机房IT设备总用电量可测，采集周期 ≤ 1 小时。	5

6.1.2 制冷设备用电计量——20 分（按主导制冷系统取）

场景 1：水冷系统

表 6-2 水冷系统用电计量评分依据

计量对象	具体要求	分值
冷源分项计量	冷水机组、冷却塔、冷冻水泵、冷却水泵用电量分别可测，采集周期 ≤ 1 小时。	12
末端空调计量	单机房、单辅助房间（变配电室、电池室、运营商接入间）内每台空调用电量可测，采集周期 ≤ 1 小时。	8

场景 2：风冷系统

表 6-3 风冷系统用电计量评分依据

计量对象	具体要求	分值
机组计量	单机房、单辅助房间（变配电室、电池室、运营商接入间）内每台空调用电量可测，采集周期≤1小时。	20

注：同一数据中心同时部署水冷与风冷系统时，按各系统设计冷负荷占比加权计分。

6.1.3 液冷系统用电计量——5分（液冷机房适用）

表 6-4 液冷系统用电计量评分依据

计量对象	具体要求	分值
液冷设备用电量	液冷系统总用电量（含CDU、干冷器、液冷专用冷源、冷却液处理设施等）分项可测，采集周期≤1小时。	3
风液分列计量	风液混合机房，液冷IT设备与风冷IT设备用电分列计量，制冷能耗按液冷侧与风冷侧分项归集，液冷散热量占比（或液冷机架功率占比）可计算。	2

注：非液冷机房本项不适用，按计分规则 c)归一化处理。

6.1.4 供配电设备损耗计量——3分

表 6-5 供配电设备损耗计量评分依据

计量对象	具体要求	分值
供配电损耗	配电回路中供配电系统自身损耗用电量（变压器、UPS/HVDC）可测，采集周期≤1小时，用于PLF的计算。	3

6.1.5 用水计量——4分

表 6-6 用水计量评分依据

计量对象	具体要求	分值
冷却水补水计量	冷却塔补水量单独计量，采集周期≤1天。用于WUE的计算，计算口径不应包含生活用水。	3
加湿用水计量	加湿用水量单独计量，采集周期≤1天。	1

6.1.6 能效分析与报表——3分

表 6-7 能效分析评分依据

评估项	具体要求	分值
能效分析与报表	基于分项计量数据自动生成PUE、WUE、CLF、PLF日/月/年报表，连续12个月数据可查，支持按GB 40879—2021规定的统计范围与计算方法出数，并对各种节能措施的节能成效提供评估数据支撑。	3

6.2 环境与安全监测——35分

6.2.1 温湿度监测——20分

表 6-8 温湿度监测评分依据

监测对象	具体要求	分值
室内温湿度	机房内至少采集4个温湿度测点，采集周期≤5分钟。	4
室外温湿度	数据中心室外至少采集1个温湿度测点，采集周期≤5分钟。	4
通道温湿度（密集档）	未封闭通道：每个通道内每隔3台机柜安装1个温湿度测点；冷/热通道封闭：每个通道至少采集3个温湿度测点。采集周期均≤5分钟。	8
通道温湿度（基础档）	每个通道采集1~2个温湿度测点，采集周期≤5分钟。	3
机架进风温度	每列代表性机架（首、中、尾）设进风温度测点（服务器进风口高度），采集周期≤5分钟。高密度机柜区（≥20kW/柜）宜每机柜设1点。	4

注 1：通道温湿度密集档与基础档按就绪程度取最高档，不累加。

注 2：液冷机架仍应保留风冷区域的通道温湿度测点。

6.2.2 液冷区漏液监测——10 分（液冷机房适用）

表 6-9 液冷区漏液监测评分依据

监测对象	具体要求	分值
漏液检测基础项	液冷区机架分液单元及主要管路区域漏液检测全覆盖，告警上传动环系统，采集周期≤1分钟。	7
漏液检测加分项	具备漏液定位功能、分级告警与联动隔离（关断阀/切换阀）。浸没式槽体外围设漏液与环境监测。	3

注：非液冷机房本项不适用，按计分规则 c)归一化处理。

6.2.3 露点监测——5 分（冷板式液冷机房适用）

表 6-10 露点监测评分依据

监测对象	具体要求	分值
露点监测	机房具备露点监测能力（或可由温湿度数据计算获得），作为冷板式液冷供液温度约束（防结露）的输入，并与供液温度设定值形成联动约束。	5

注：非冷板式液冷机房本项不适用，按计分规则 c)归一化处理。

6.3 数据质量与接口——10 分

6.3.1 数据质量——4 分

表 6-11 数据质量评分依据

评估项	具体要求	分值
采集周期与数据质量	安全类遥测（漏液、结露、温度越限）采集周期≤1分钟；控制回路相关遥测≤5分钟；计量类≤1小时；环境类≤5分钟。关键计量点位数据完整率≥99%，监测系统时钟同步偏差≤1分钟。	4

6.3.2 历史数据存储与点表交付——3 分

表 6-12 历史数据与点表交付评分依据

评估项	具体要求	分值
历史数据与点表	关键点位历史数据存储不少于1年。竣工点表与数据字典（含点位语义、计量单位、量程、精度）电子化交付。	3

6.3.3 接口开放能力——3 分

表 6-13 接口开放能力评分依据

评估项	具体要求	分值
接口开放	支持Modbus TCP、BACnet/IP、SNMP、OPC UA、RESTful等至少一种工业协议或北向API；提供实时数据订阅与历史数据批量导出；支持按白名单向第三方AI节能系统开放只读及限定遥控点位；具备接口鉴权、操作日志与审计功能。	3

7 设备调控精细度

7.1 IT 设备——50 分

IT 设备采控指标用于评估 IT 设备侧支撑 AI 节能应用所需的数据采集、远程调控、接口对接与静态属性交付条件。IT 设备所采集的功耗、温度、风扇转速、负载利用率等数据，应纳入数据中心统一监测与采集体系，采集周期按第 6.3 条数据质量要求执行，并与制冷系统采控数据实现统一时间基准。

7.1.1 服务器设备——40 分

服务器设备采控指标聚焦 AI 节能场景下服务器的可观测性与可调控性，按遥测基础项、遥测加分项、可控项、接口对接项、静态属性交付五个维度评分，具体要求见表 7-1。

表 7-1 服务器设备采控指标评分依据

维度	评分项	具体要求	分值
遥测基础项	节点功耗遥测	服务器整机功耗可测，支持IPMI、BMC、Redfish等标准接口，节点级采集周期≤1分钟	6
遥测基础项	节点温度遥测	CPU、GPU、内存等关键发热部件温度可测，温度越限告警可上传，采集周期≤1分钟	6
遥测基础项	服务器风扇遥测	服务器风扇转速、风扇占空比（%）可读，采集周期≤1分钟	4
遥测加分项	机架级功率聚合	机架PDU相级功率、整架功率可聚合，采集周期≤15分钟；高密度机架（≥20kW/柜）宜≤5分钟	4
可控项	风扇转速策略	服务器风扇转速上、下限可由策略接口（BMC/固件）配置，支持风液联合寻优场景	4
可控项	电源管理接口	支持远程电源管理策略：CPU频率（P-state）、功耗上限（power capping）可远程配置	4
接口对接项	GPU/加速卡遥测	GPU节点功耗、温度、结温可测，支持DCGM、Redfish等标准接口，采集周期≤1分钟	6
接口对接项	负载与任务联动	与算力调度、云管理平台对接，可获取任务负载、资源利用率数据，支撑“任务一功耗”关联建模	4
静态属性交付	静态属性交付	服务器额定功耗、TDP、功耗特性曲线、支持的遥测与控制协议清单等随工程资料或数据接口交付	2
合计			40

注 1：不含 GPU 服务器或未承载 GPU 算力业务的机房，本表“接口对接项”两项（GPU/加速卡遥测 6 分、负载与任务联动 4 分，共 10 分）不适用，按适用项归一化折算。

注 2：遥测采集周期与第 6.3 条数据质量要求一致：安全类遥测（温度越限、结温）≤1 分钟，控制回路相关遥测≤5 分钟，计量类≤1 小时。

7.1.2 网络（运力）设备——10 分

网络设备采控指标聚焦网络设备对 AI 节能部署的数据支撑能力，按遥测基础项、可控项、静态属性交付三个维度评分，具体见表 7-2。

表 7-2 网络（运力）设备采控指标评分依据

维度	评分项	具体要求	分值
遥测基础项	设备功耗遥测	交换机/路由器整机功耗可测，支持SNMP、sFlow、NetFlow等标准协议，采集周期≤15分钟	3
遥测基础项	端口与流量遥测	端口速率、端口利用率、链路带宽利用率可测，采集周期≤5分钟	2
可控项	端口能效策略	支持端口快速睡眠/唤醒（IEEE 802.3az EEE）与端口速率自适应，可远程配置	3
可控项	流量调度接口	支持流量工程/路由策略下发接口，供AI节能对网络能耗进行联合优化	1
静态属性交付	静态属性交付	设备额定功耗、端口数量、支持的遥测与能效协议等随交付资料提供	1
合计			10

7.2 制冷系统——50 分

制冷系统采控指标用于评估数据中心制冷系统支撑 AI 节能应用所需的数据采集、参数可调控、接口与静态属性交付条件。制冷系统分为冷冻水系统、风冷系统、冷板式液冷系统、浸没式液冷系统四类，每类系统评分满分均为 50 分。

计分规则如下：

a) 数据中心同时部署多类制冷系统时，制冷系统维度得分按式（7-1）计算：

$$Q_{\text{制冷}} = \sum (Q_i \times \eta_i) \dots\dots\dots (7-1)$$

式中：Q_i——第 i 类制冷系统评分值；

η_i——第 i 类系统承担的设计冷负荷（或设计散热功率）占全部制冷系统设计冷负荷（散热功率）的比例，Σ η_i=1。

b) 同一机房内多套同类系统，可按就绪程度最低的系统计分（短板原则），或按各套系统冷负荷加权计分，两种方式由评估机构在评分表中注明。

c) 参数类别定义：遥测基础项为 AI 节能运行必需的基本采集参数；遥测加分项为更精细的采集扩展；AI 可调参数为允许经 AI 节能系统下发调节的连续量参数（限安全区间内）；群控联动确认为核查 AI 与动环/群控系统接口权限划分协议；设备静态属性交付按 7.2.6 执行。

7.2.1 冷冻水系统——50 分

冷冻水系统评分由冷源（40 分）与末端空调（10 分）组成。

表 7-3 冷冻水系统冷源采控指标评分表

设备	参数类别	参数要求	分值
冷水机组	遥测基础项	开/关机状态、蒸发温度、冷凝温度、冷冻水出水温度、冷冻水回水温度、冷冻水流量、运行功率	6
冷水机组	遥测加分项	运行负载率、冷却水出水温度、冷却水回水温度、冷却水流量、（风冷式）进口空气干球温度/湿度、（蒸发式）用水量	3
冷水机组	AI可调参数	冷冻水出水温度设定值（限定安全区间内），调节步长/速率限值可配置（增强）	5
冷水机组	群控联动确认	机组启停、加减机、轮换策略权限归群控，核查AI与群控权限协议	2
冷水机组	设备静态属性	额定制冷量、允许出水温度范围、负荷调节范围、效率曲线（并入7.2.6）	2
冷却塔	遥测基础项	运行数量、风机运行状态、风机运行频率、进口空气湿球温度、冷却水进水/出水温度、冷却水流量、逼近度	4
冷却塔	遥测加分项	用水量（补水量）、多机台运行数量与次序	2
冷却塔	AI可调参数	冷却水出水温度设定值（或逼近度设定值）、风机频率	2
冷却塔	群控联动确认	风机启停、加减机权限归群控	1
水泵	遥测基础项	运行数量、启停状态、运行频率、运行功率、供/回水压力	3
水泵	遥测加分项	冷冻泵供回水压差、冷却泵供回水温差	2
水泵	AI可调参数	运行频率目标值、压差设定值（冷冻泵）、温差设定值（冷却泵）	3
水泵	群控联动确认	泵启停、运行数量与切换权限归群控	1
板式换热器	遥测基础项	运行状态、自然冷却切换温度设定值、一次侧/二次侧进出口温度	2
板式换热器	AI可调参数	自然冷却切换温度设定值（可在线优化）	1
板式换热器	遥测加分项	自然冷却切换过程水温、流量连续记录	1
小计			40

表 7-4 冷冻水系统末端空调采控指标评分表

参数类型	参数要求	分值
遥测基础项	开/关机、温度控制模式、送/回风温度设定值、湿度设定值、回风温度、供/回水温度、风机转速、风机运行频率	5
遥测加分项	水阀开度、水阀开度设定值、送回风压差、冷冻水流量、供回水压差	2
AI可调参数	送/回风温度设定值、风机转速（或频率）目标值、水阀开度设定值、风机转速上/下限策略	3
群控联动确认	空调启停、备用切换权限归群控	—
设备静态属性	额定风量、最小风量（转速下限）、风机频率上/下限、水阀最大行程（并入7.2.6）	—

7.2.2 风冷系统——50 分

表 7-5 风冷系统采控指标评分表（50 分）

参数类型	参数要求	分值
遥测基础项	开/关机、温度控制模式、送/回风温度设定值、湿度设定值、回风温度、风机实时转速、风机频率	25
遥测加分项	压缩机启停、压缩机运行数量、压缩机运行负载率、送/回风压差、室外进出风压差、室外温湿度	15
AI可调参数	送/回风温度设定值、风机转速（或频率）目标值、风机转速上/下限策略	8
群控联动确认	机组启停、加减机管理权限归群控	2
设备静态属性	额定风量、最小风量、风机频率范围、名义制冷量（并入7.2.6）	—

7.2.3 冷板式液冷系统——50 分

冷板式液冷系统评分由冷量分配单元（CDU，15 分）、一次侧冷源（15 分）、机架分液单元与 IT 侧（20 分）三部分组成。

表 7-6 冷板式液冷系统——冷量分配单元（CDU）采控指标（15 分）

参数类型	参数要求	分值
遥测基础项	一次侧供/回水温度、二次侧供/回液温度、二次侧供液温度设定值（回读）、循环泵运行状态与频率、循环泵功率、板式换热器进出口温度、二次侧流量、漏液监测告警状态、冷却液供回液压差、冷却液液位	8
遥测加分项	一次侧流量、冷却液电导率与pH、过滤器前后压差、CDU整机用电量单独计量、漏液定位信息	3
AI可调参数	二次侧供液温度设定值、二次侧循环泵频率	3
群控联动确认	循环泵启停/备用切换、维护旁路切换、与一次侧冷源联动启停	1
设备静态属性	换热特性曲线、泵特性曲线、设计供液温度范围、最大/最小允许流量、冷却液类型与设计浓度（并入7.2.6）	—

表 7-7 冷板式液冷系统——一次侧冷源采控指标（15 分）

参数类型	参数要求	分值
遥测基础项	出水/出液温度、进水温度、风机运行状态与频率、风机功率、环境温湿度（干冷器进风侧）	8
遥测加分项	用水量（湿式/蒸发冷却型）、多机台运行数量与次序、变频器状态	2
AI可调参数	出水温度设定值、风机频率（或排热目标设定）	3
群控联动确认	机组启停与台数、干湿模式切换、冬季防冻策略	2
设备静态属性	变频范围、风机特性曲线、干湿切换阈值、防冻参数（并入7.2.6）	—

表 7-8 冷板式液冷系统——机架分液单元与 IT 侧采控指标（20 分）

参数类型	参数要求	分值
遥测基础项	机架供液/回液温度、机架漏液检测状态	8
遥测加分项	机架供回液压差、关键节点进出液温差、服务器风扇转速（经BMC读取）、GPU/加速卡温度	7

与功耗遥测		
AI可调参数	服务器风扇转速策略（经BMC/固件策略接口，风液联合寻优场景）	5
群控联动确认	分液支路阀启闭由群控管理	—
设备静态属性	冷板规格与设计流量、分液器支路设计、快速接头规格（并入7.2.6）	—

7.2.4 浸没式液冷系统——50 分

浸没式液冷系统采控指标按槽体循环（20 分）、外冷源（15 分）、相变冷凝（15 分，如适用）三部分评分。

表 7-9 浸没式液冷系统采控指标评分表（50 分）

部件	参数类型	参数要求	分值
槽体循环	遥测基础项	冷却液进/出口温度、槽内典型测点液温、循环泵运行状态与频率、槽体液位、（单相）过滤器压差	10
槽体循环	遥测加分项	冷却液流量、槽内多点温度分布、泵进出口压力、冷却液品质（水分、颗粒、介电参数）	6
槽体循环	AI可调参数	供液温度设定值、循环泵频率	4
外冷源	遥测基础项	干冷器/冷却塔/冷水机组全套参数（同7.2.3一次侧冷源）	8
外冷源	AI可调参数	外冷源风机频率类参数、出水温度设定值	5
外冷源	群控联动确认	机组启停、干湿模式切换	2
相变冷凝（如适用）	遥测基础项	冷凝器运行状态、槽压、冷凝液温度	5
相变冷凝（如适用）	遥测加分项	冷却液蒸气浓度监测、冷凝效率	4
相变冷凝（如适用）	AI可调参数	冷凝器风机频率	3
相变冷凝（如适用）	群控联动确认	冷凝机组启停、应急排液	3
设备静态属性	—	冷却液类型与物性（燃点、GWP、介电强度）、设计浸没功率密度、槽体换热能力（并入7.2.6）	—

7.2.5 多制冷系统并存计分规则

数据中心同时部署多类制冷系统（如冷冻水+风冷、液冷+风冷/冷冻水等风液混合场景）时，按式（7-1）加权计分。示例：某机房冷板式液冷承担设计散热负荷占比 60%、冷冻水系统承担 40%，则制冷系统得分=液冷系统评分×0.6+冷冻水系统评分×0.4。

7.2.6 设备静态属性交付

制冷与配电设备应将下列静态属性随工程竣工资料电子化交付，并宜通过数据接口支持读取：

- a) 末端空调与风冷机组：额定风量与转速、最小风量（转速下限）、风机频率上/下限、水阀最大行程与流量特性；
- b) 冷水机组：额定制冷量、允许出水温度范围、负荷调节范围；
- c) 水泵：额定流量与扬程、变频范围、特性曲线；
- d) 冷却塔：额定水温差与逼近度设计值、风机频率范围；
- e) 液冷系统：CDU 换热特性曲线、设计供液温度范围、最大/最小允许流量、冷却液类型与物性、冷板规格与设计流量、槽体换热能力曲线。

上述静态属性应纳入点表与数据字典，作为 AI 节能系统参数寻优边界条件的输入。

8 安全保障

AI 节能系统在数据中心部署运行过程中，必须保障机房环境安全、IT 设备运行安全和用户服务质量。安全保障指标用于评估数据中心为 AI 节能系统运行所预设的安全防护条件和管理机制的完备程度，满分 100 分。

安全保障指标的评分对象不是 AI 节能系统自身的功能实现程度，而是数据中心基础设施侧为支撑 AI 节能安全运行所提供的条件保障——包括权限边界接口、验证流程机制、回退容错通道、运维保障体系、数据安全合规和液冷专项约束六个方面。满足条件越多，得分越高。

8.1 执行边界与权限——20 分

本节评估 AI 节能系统的调控边界与权限划分条件。

表 8-1 执行边界与权限评分依据

评分项	具体要求	分值
调控白名单与限幅	AI 节能系统仅可经授权参数白名单下发调节指令。白名单内容应明确可调参数名称、设备对象、调节上下限、单次调节步长和调节频次上限，且上述约束值锁定于系统层，AI 系统不可自行修改。	10
权限边界协议	调控对象限定于温度设定值、频率、开度、压差等连续参数。设备启停、加减速、轮换与安全联锁逻辑的权限保留于动环/群控系统，AI 不直接接触。应核查 AI 节能系统与动环/群控系统的接口权限划分协议，确认权限边界清晰、无重叠。	10

8.2 分阶段验证与人工审核——25 分

本节评估 AI 节能系统从部署到常态化运行的分阶段验证机制条件。

表 8-2 分阶段验证与人工审核评分依据

评分项	具体要求	分值
影子模式与分阶段放开	AI 节能系统应经历“影子模式→有限点试点→分系统放开→常态化运行”四个阶段。影子模式运行不少于 30 天，期间 AI 仅输出优化建议而不实际下发指令，输出建议与人工策略偏差分析合格后方可进入下一阶段。分系统放开和常态化运行各设准入判据与退出判据，每阶段均保留评估记录。新增设备对象或新版模型上线时，应重新从影子模式开始执行分阶段流程。	15
灰度回缩与审核记录	灰度放开的范围可逐级扩大，亦可逐级回缩。每次放开或回缩应记录决策依据、影响范围和验证结论。放开至下一阶段前应经运维专家审核确认无安全风险。	5
服务质量约束	AI 节能模型训练与节能指令推理应以环境安全要求和用户服务质量要求作为约束条件，包括但不限于：IT 设备进风温度不超限、CPU/GPU 温度不超限、机房温湿度符合 GB 50174-2017 要求、智算任务 SLA 不受影响。约束条件应量化为可监控的阈值。	5

8.3 回退与异常处置——20 分

本节评估 AI 节能系统异常工况下的回退容错与指令安全条件。

表 8-3 回退与异常处置评分依据

评分项	具体要求	分值
参数留存与一键回退	AI 节能系统应自动留存设备初始参数和全部历史调控策略。在出现异常情况时，可一键回退至初始状态或上一个正常运行态。回退操作应触发全量告警通知，且回退后应对所控设备的运行参数进行回读确认，确保设备实际恢复至目标状态。	10
指令通道安全	AI 节能指令下发通道应具备心跳监测机制，通道超时或中断时自动暂停指令下发。AI 指令与群控/本控指令发生冲突时，群控/本控优先。节能指令下发后应进行回读确认，确认失败时自动重试或挂起。指令下发与回读全过程应记录操作日	10

志。

8.4 运维保障——10 分

本节评估数据中心为 AI 节能系统运行所配置的运维支撑团队与应急响应条件。

表 8-4 运维保障评分依据

评分项	具体要求	分值
分级响应与人工接管	数据中心现场应设置支撑运维团队，按故障等级分级响应：一般故障4小时内到场处置，重大故障1小时内到场并启动回退预案。应具备人工接管通道，运维人员可随时切换至群控自主运行模式或手动调控模式。应制定AI节能系统异常应急预案并定期演练（建议每年不少于1次），保留演练记录。	10

8.5 数据与网络安全——15 分

本节评估 AI 节能系统在数据采集、指令下发与数据共享过程中的信息安全保障条件。

表 8-5 数据与网络安全评分依据

评分项	具体要求	分值
等保合规与接口安全	AI节能系统的部署与数据共享应满足其网络环境的网络安全等级保护要求（GB/T 22239-2019）。AI节能系统与数据中心监测/群控系统之间的接口应具备身份鉴权、访问控制、操作日志与审计功能。AI节能系统获取的运行数据应在授权域内流转，不得违规外传。支持AI节能系统本地化部署（数据不出企业域），本地化部署可作为增强能力在加分项中体现。	15

8.6 液冷安全约束——10 分

本节评估液冷系统机房为 AI 节能调控所预设的液冷特有安全保障条件。风冷与冷冻水系统机房本节不适用，按计分规则归一化处理。

表 8-6 液冷安全约束评分依据

评分项	具体要求	分值
供液温度约束与漏液联动	冷板式液冷：供液温度应不低于机房空气露点加露点裕量（建议不小于2K），AI调温指令不得突破该约束，且约束值锁定于系统层。漏液检测应实现分级告警与联动隔离（关断阀/切换阀），冷却液品质应实现在线或周期监测（电导率、pH、颗粒度）。浸没式液冷（相变）：应监测冷却液蒸气浓度，冷凝失效时自动处置，并制定应急排液预案。	10

注 1：非液冷机房本节不适用，按第 6 章计分规则 c) 归一化处理。