

附件 3

国家绿色数据中心先进适用技术产品目录（2020）

（征求意见稿）

二〇二〇年 月

目 录

| | |
|--------------------------------|----|
| 一、能源、资源利用效率提升技术产品..... | 1 |
| (一) 高效系统集成技术产品..... | 1 |
| (二) 高效制冷/冷却技术产品..... | 2 |
| (三) 高效 IT 技术产品..... | 9 |
| (四) 高效供配电技术产品..... | 11 |
| (五) 高效辅助技术产品..... | 13 |
| 二、可再生能源利用、分布式供能和微电网建设技术产品..... | 13 |
| 三、废旧设备回收处理、限用物质使用控制技术产品..... | 14 |
| 四、绿色运维管理技术产品..... | 14 |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|-------------------|----------------|---------------------|--|---|--|--|--|--|
| 一、能源、资源利用效率提升技术产品 | | | | | | | | |
| (一) 高效系统集成技术产品 | | | | | | | | |
| 1 | 预制式微模块集成技术及产品 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 在模块内集成了机架系统、供配电系统、监控管理系统、制冷系统、综合布线系统、防雷接地系统和消防系统等数据中心各核心部件。可通过工厂预制保证现场交付质量与进度。具有界面清晰，建设简单特点，可根据需求分期部署。 | 与传统数据中心相比： 1.可节电约 15%； 2.PUE 可达到 1.3 以下。 | 未来 5 年市场占有率可达约 30%。 | 华为技术有限公司、深圳市艾特网能技术有限公司、维谛技术有限公司、长沙麦融高科技股份有限公司、科华恒盛股份有限公司、广州南盾通讯设备有限公司、香江科技股份有限公司 | 某数据中心： 采用智能微模块，工厂预制，快速部署，采用行级近端制冷技术提高机柜功率密度。可实现 PUE 约 1.3。 | 技术产品提供方所列企业均为具有独立知识产权、可独自提供该类技术产品的企业，其产品具体功能及性能参数各有特点，排名不分先后。下同。 |
| 2 | 软件定义数据中心技术 | 新建数据中心 | 采用计算虚拟化、分布式存储、网络功能虚拟化和智能运维等先进技术，使用 x86 服务器构建软件定义的计算、存储和网络资源池，赋予数据中心快速交付和弹性调度 IT 资源的能力，并能统一管理硬件和虚拟化资源，显著提高 IT 资源的使用率。 | 与传统数据中心相比，IT 系统可节约投资约 30%。 | 未来 5 年市场占有率可达 50%。 | 北京优帆科技有限公司 | 某数据中心： 采用软件定义的数据中心技术，建设具备弹性及快速扩展能力的基础设施交付与管理平台。可实现服务器资源效率提升约 70%，机房物理空间资源节约约 67%。 | |
| 3 | 微型浸没液冷边缘计算数据中心 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 微型液冷边缘计算数据中心由微型液冷机柜、热交换器、二次冷却设备、电子信息设备、硬件资源管理平台等组成。IT 设备完全浸没在注满冷却液的液冷机柜中，通过冷却液直接散热，冷却液再通过小功率变频循环泵驱动，循环到板式换热器与制冷系统进行冷量交换。 | 1.系统年均 PUE 最低可至 1.1； 2.单机柜 IT 可用空间 13-42 U，可用 IT 功率密度 5-50 kW。 | 预测到 2024 年，将会有约 18 亿 kW 以上的 IT 设施应用在微型液冷边缘数据中心中。 | 深圳绿色云图科技有限公司 | 某数据中心： 选用直膨式制冷方案，年均 PUE=1.4；全年节电量 8.76 万 kW·h。 | |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|------------------------|--------------|---------------------|--|---|--|--|--|---------------------|
| 4 | 喷淋液冷边缘计算工作站 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 整个系统主要由冷却塔、冷水机组、液冷 CDU、液冷喷淋机柜构成。工作过程为：低温冷却液送入服务器精准喷淋芯片等发热单元带走热量；喷淋后的高温冷却液返回液冷 CDU 与冷却水换热处理为低温冷却液后再次进入服务器喷淋；冷却液全程无相变。 | 1. PUE 值可低至 1.07； 2. 单机架功率集成可达 50kW 以上； 3. 2U 标准机架式喷淋液冷服务器功率密度可达 2kW 以上。 | 预测未来 5 年喷淋液冷机架数量为 17.2 万架，年节约用电 234 亿 kW·h 以上。 | 广东合一新材料研究院有限公司 | 某数据中心： 整体电功率达到 120kW。机房室外设备采用集装箱式整机模块，数据中心整体 PUE 值降低至 1.07。 | 系统工作环境温度 -20-48℃。 |
| (二) 高效制冷/冷却技术产品 | | | | | | | | |
| 5 | 蒸发冷却式冷水机组 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 蒸发冷却和闭式冷却水塔相结合的方式，充分利用空气流动及水的蒸发潜热冷却压缩机制冷剂，实现对自然冷源的充分利用。 | 1. 能效比 (COP) : ≥ 15 ； 2. 与传统的水冷式冷水机组相比，可以节电 15% 以上，节水 50% 以上； 3. 与风冷式冷水机组相比，节能 35% 以上。 | 预计未来 5 年其市场容量将达到 30 亿元。 | 广东申菱环境系统股份有限公司、新疆华奕新能源科技有限公司、深圳易信科技股份有限公司、广州市华德工业有限公司 | 某数据中心： 节能量：104MW·h； 节水量：40824m ³ ； 补水量：0.8m ³ /h。 | 不适用于：缺水场合、相对湿度较大地区。 |
| 6 | 磁悬浮变频离心式冷水机组 | 新建数据中心 | 磁悬浮压缩机采用电机直接驱动转子，电子转轴和叶轮组件通过数字控制的磁轴承在旋转过程中悬浮运转，在不产生磨损且完全无油运行情况下实现制冷功能。 | 与常规离心机组及螺杆机组相比，空调系统可节电约 10%-15%。 | 未来 5 年随规模增加和价格下降，市场占有率可大幅提高。 | 苏州必信空调有限公司、青岛海尔空调电子有限公司、克莱门特捷联制冷设备（上海）有限公司、南京佳力图机房环境技术股份有限公司 | 某数据中心： 季节综合 COP 可高于 14，运行费用约为传统冷水机组的 47.6%。 | |
| 7 | 变频离心式冷水机组 | 新建数据中心 | 针对数据中心空调系统需求，依据数据中心高温出水工况优化设计，结合数字变频技术，可实现较高的 COP 及 IPLV。 | 与普通、定频离心式冷水机组相比，可节电约 20%。 | 预计未来五年内国内市场总额将达到 900 台（套）。 | 珠海格力电器股份有限公司、顿汉布什（中国）工业有限公司 | 某数据中心： 总建筑面积 6 平方米。 总装机容量约 3 万 kW。 全年综合效率提升 65%，节能 40% 以上，年节电量约 900 万 kW·h。 | 在严寒地区使用可能导致产品性能衰减。 |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|----|-------------------|---------------------|--|--|----------------------|---|--|-----------------------|
| 8 | 集成自然冷却功能的风冷螺杆冷水机组 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 风冷螺杆冷水机组集成自然冷却功能，具有压缩机制冷、完全自然冷却制冷、压缩机制冷+自然冷却制冷三种运行方式。 | 1.综合能效：大于6.0； 2.与常规风冷螺杆冷水机组相比，节能36%以上。 | 预计未来五年市场容量将达到30亿元。 | 顿汉布什（中国）工业有限公司 | 某数据中心： 安装自然冷却风冷全封闭螺杆冷水机组4台（3用1备），年节省电力约200万kW·h。 | |
| 9 | 节能节水型冷却塔 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 在传统横流式冷却塔的基础上，应用低气水比技术路线，降低冷却塔耗能耗比，同时减少漂水。 | 1.热力性能：≥100%； 2.耗电比： ≤0.030kW/h·m ³ ； 3.漂水率：0.000092%。 | 预计未来5年市场规模将增长至6亿元/年。 | 湖南元亨科技股份有限公司 | 某数据中心 冷却水流量3200m ³ /h， 每年节省用电26.1万kW·h， 节约用水约1.1万吨。 | 缺水地区不适宜使用。 |
| 10 | 氟泵多联循环自然冷却技术及机组 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 低温季节，压缩机停止运行，制冷剂通过制冷剂泵在室外和室内进行循环，将冷量带入室内；过渡季节压缩机与制冷剂泵一起使用，最大限度地利用自然冷源；在高温季节，开启压缩机制冷模式。 | 全年能效比（AEER）： 整机可大于8.5。 | 预计未来5年应用规模将超过2万套/年。 | 深圳市艾特网能技术有限公司、深圳市英维克科技股份有限公司、广东省海悟科技有限公司、依米康科技集团股份有限公司、维谛技术有限公司 | 某数据中心： 总制冷量70kW， 相对于传统风冷型机房空调 满负荷运行下节电达 36.6%以上。 | 适用于全年气温有较多时间低于15℃的地区。 |
| 11 | 间接蒸发冷却技术及机组 | 新建数据中心 | 利用湿球温度低于干球温度的原理，通过非直接接触式换热器将通过加湿预冷的室外空气的冷量传递给数据中心内部较高温度的回风，实现风冷和蒸发冷却相结合，从自然环境中获取冷量的目的。 | 年综合能效比可大于15。 | 预计未来5年市场份额达到10%-20%。 | 深圳市英维克科技股份有限公司、深圳易信科技股份有限公司、依米康科技集团股份有限公司、华为技术有限公司 | 某数据中心： 建设规模：占地 2000m ² ； 机柜数量480个； 节能量：28%； 节水量：60%。 | |
| 12 | 风墙新风冷却技术 | 新建数据中心 | 将室外自然新风经过处理以后引入机房内，对设备进行冷却降温。 | 与传统精密空调系统相比，系统可节电约60%。 | 预计未来5年市场份额达到10%-20%。 | 深圳市英维克科技股份有限公司 | 北方某数据中心： 建设容量10万台服务器。 充分利用自然冷源， 配合高效供电系统， 可实现PUE低至1.1。 | 适用于空气质量相对较好的区域。 |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|----|-------------|-------------------|---|---|------------------------------|-------------------------------------|---|--|
| 13 | 模块化集成冷源站 | 新建数据中心 | 以集装箱为载体，将冷水机组、冷却水泵和冷冻水泵等系统进行集成，通过工厂预制的方式，做成不同冷量的模块化集成冷源站。各冷源站模块之间相互独立，可以实现灵活部署。 | 1.PUE 值可降低至 1.24; 2.整体能效运行效率可达 0.65kW/Ton。 | 预计未来 5 年，集成冷源站市场规模约 50 亿元。 | 南京佳力图机房环境技术股份有限公司 | 某高性能计算中心： 采用模块化集成冷源站冷站 2 套，制冷量 130RT，节能约 50%。 | |
| 14 | 模块化机房空调 | 新建数据中心 / 在用数据中心改造 | 采用多维度回风换热技术、模块化组合技术、匹配负荷动态变化控制技术，实现机组噪音降低、风机数量减少，提升能效。 | 1.全年能效比（AEER）：4.48； 2.机组占地面积减小 10%。 | 预计未来 5 年普及率可达 10%-20%。 | 珠海格力电器股份有限公司 | 广东某数据中心： 采用 30-100kW 冷量机房空调 83 台。运行可节省电量 288.5 万 kW·h。 | 强磁场、高盐碱、高酸性以及电压极不稳定场合不适宜使用；海拔超 1000 m 需降额使用。 |
| 15 | 直流变频行级/列间空调 | 新建数据中心 / 在用数据中心改造 | 空调部署在机柜排中，紧靠热源安装，动态匹配数据中心负载需求，是中高密度数据中心的一种高效散热方案。该技术采用永磁同步变频压缩机、EC 直流无刷风机、电子膨胀阀等关键节能器件，实现低载高效；行级应用可以实现接近 100%的显热比，节省了湿负荷对能源的浪费。 | 与传统方案相比，部分低负载条件下相比传统定频房间级空调可节电约 55%。 | 预计未来 3-5 年市场占有率可达约 40%。 | 华为技术有限公司、依米康科技集团股份有限公司 | 某数据中心： 采用直流变频行级空调技术。与传统房间级下送风方案相比，部分负载可实现节电率约 55%。 | |
| 16 | 制冷系统智能控制系统 | 新建数据中心 / 在用数据中心改造 | 通过各类数字技术采集制冷系统各部分运行参数，利用智能技术对数据进行分析诊断，结合制冷需求给出最优控制算法，使制冷系统综合能效最高。 | 系统节能率 15%~50%。 | 预计未来 5 年大型数据中心市场推广率可达 30%以上。 | 华为技术有限公司、北京嘉禾科瑞科技有限公司、福建佰时德能源科技有限公司 | 某数据中心： 建筑面积：20000 m ² ； 机柜数量：1500 个； 年节约用电量：275 万 kW·h。 | |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|----|-----------------|-----------------|---|--|--|--|---|--|
| 17 | 精密空调调速节能控制柜 | 在用数据中心改造 | 在精密空调压缩机、室内风机供电前端增加节能控制柜，节能控制柜采集室内的温度信号，根据蒸汽压缩式制冷理论循环热力计算结果输出相应控制信号控制压缩机、室内风机工作频率，进而达到降低能耗的目的。 | 精密空调应用后： 1.整体(包括压缩机和风机)年节能率可达30%； 2.空调实际制冷效率可提升到3.36以上。 | 预计未来5年市场占有率可达25%，实现年节电量2.2亿kW·h/年。 | 深圳市共济科技股份有限公司 | 某数据中心： 额定制冷量1MW，共安装10台空调节能控制柜。改造后日均节能量1331.2kW·h，节能率21.6%。 | 适用于直膨式定频空调；不适用于冷冻水型空调及变频空调。 |
| 18 | 空调室外机雾化冷却节能技术 | 新建数据中心/在用数据中心改造 | 雾化器将水雾挥洒并覆盖在空调冷凝器进风侧的平行面，通过水雾的蒸发冷却降低冷凝器进风侧空气的温度，并实现智能控制。 | 与传统风冷式精密空调相比，可节约12%-25%。 | 预计未来在老旧风冷数据中心改造中较大的推广潜力。 | 天来节能科技(上海)有限公司 | 某数据中心： 安装268套空调雾化节能冷却技术设备。节能率约16.93%，年节电量约93万kW·h。 | 需要关注水质和翅片腐蚀以及冬季水管防冻问题。 |
| 19 | 风冷空调室外机湿膜冷却节能技术 | 新建数据中心/在用数据中心改造 | 在风冷空调(或热管)的室外冷凝器进风口增加一个湿膜过滤装置，空气经过湿膜时，通过湿膜中的水蒸发冷却降低冷凝器的进风温度。 | 室外机冷凝器的冷凝温度每降低1°C： 1.相应主机电流会降低2%； 2.产冷量提高1%； 3.综合计算可节能3%。 | 预计在未来5年内实现推广量5万台，可形成节碳量167000tce/a，CO ₂ 减排量416500t/a。 | 四川斯普信信息技术有限公司 | 某数据中心： 项目规模：55台机房精密空调室外机节能改造； 节能率：≥3%。 | 一般要求室外干球温度≥10°C，且干湿球温差≥2°C以上。 |
| 20 | 热管冷却技术及空调 | 新建数据中心 | 通过小温差驱动热管系统内部工质形成自适应的动态气液相变循环，把数据中心内IT设备的热量带到室外，实现室内外无动力、自适应平衡的冷量传输。具体实现有热管背板、热管列间空调等形式，具有系统安全性高、空间利用率高、换热效率高、可扩展性强、末端PUE值低、可维护性好等特点。 | 与传统空调系统相比，可节约30%。 | 未来5年热管背板冷却技术的应用规模预计将超过5万套/年。 | 北京纳源丰科技发展有限公司、四川斯普信信息技术有限公司、浙江盾安人工环境股份有限公司、南京佳力图机房环境技术股份有限公司 | 某数据中心： 机柜数量约3000台。采用热管冷却技术可实现年节电量约7000kW·h/机柜。 | 1.采用自然冷源节能效果好，但受环境条件限制。 2.采用重力式热管空调，要求DCU底部距机组顶部距离大于1m，且不得有回管路。 |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|----|---------------|-----------------|--|--|---------------------------------|------------------------------|---|-----------------------|
| 21 | 复合冷源热管冷却技术及空调 | 新建数据中心/在用数据中心改造 | 在热管冷却技术基础上，冷源端集成强制风冷、蒸发冷却、氟泵、压缩机等制冷方式，以进一步增强热管技术的适用性和节能性。 | 年综合能效比(COP) > 6.0。 | 预计未来5年应用规模将超过1万套/年。 | 北京纳源丰科技发展有限公司、深圳市英维克科技股份有限公司 | 某数据中心：机房建设面积500㎡，机架数104架，节能量92万度/年。 | 需保障热管系统利用重力循环驱动所需高度差。 |
| 22 | 无机相变储能材料蓄冷技术 | 新建数据中心/在用数据中心改造 | 利用相变潜热远高于显热的特点被动存储和释放能量。 | 1.使用周期：≥10年； 2.相变温度1-40℃； 3.可以通过并联的方式，形成超过2000kW的备冷能力；无需热备或管路开关的切换，零秒启动。 | 预计未来应用迅猛发展。 | 北京中瑞森新能源科技有限公司 | 某数据中心：2015年12月建设，年节电28908kW·h。 | |
| 23 | 水蓄冷技术 | 新建数据中心/在用数据中心改造 | 利用数据中心峰谷电价差，在夜间电价低谷时段启动备用主机给蓄冷设备蓄冷，白天电价高峰时段释放冷量。当发生停电事故时，蓄冷设备切换为释冷模式，与二次循环泵，循环水管路及末端空调机组成应急冷系统为数据机房供冷。 | 1.蓄冷密度：7-11.6kW/m ³ ； 2.放冷速度、大小可依需冷负荷而定； 3.可即需即供，无时间延迟。 | 预计未来5年在大型数据中心应用领域平均以100%的年增速增长。 | 北京英沣特能源技术有限公司 | 某数据中心：空调冷负荷为21500kW。在室外设水蓄冷罐，体积约5000m ³ ，夜间利用电价蓄冷，白天电峰价时放冷。蓄冷罐可同时满足连续供冷和冷却水蓄水要求。整个系统PUE能达到1.5以内。 | |
| 24 | 水平送风AHU冷却技术 | 新建数据中心 | 将空调设备机房与数据中心机房同层设置，冷却空气通过中间隔墙直接送入机房对服务器进行冷却。通过改变空气流动方向，减少约50%的气流转向，降低空气流动阻力，减少了风机电能消耗，并可取消架空地板设置。 | 与传统精密空调相比，可节约20%。 | 预计未来5年市场占有率可达10%-20%。 | 北京百度网讯科技有限公司 | 某数据中心：约600台机架采用水平送风AHU技术，PUE为1.21。 | |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|----|-----------------|-----------------|--|---|--|-----------------|---|--------------------|
| 25 | 全密闭动态均衡送风供冷节能技术 | 在用数据中心改造 | 在机柜前后门全密闭冷热隔离供冷的基础上，机柜内垂直方向保持恒压，水平方向分上、中、下三个区域分别通过控制模型计算控制送风和回风，通过末端冷量需求精准控制前端冷源供给量，实现区域差异化动态均衡送风供冷。 | 与简单冷热通道隔离相比，空调系统可节电约35%-40%。 | 预计未来5年市场占有率可达15%。 | 广州汇安科技有限公司 | 某数据中心： 采用8套全密闭动态均衡送风供冷节能单元（16个42U机架），IT设备设计总功率为60kW。可实现节电率约35%，年节电量约24万kW·h。 | |
| 26 | 顶置自然对流零功耗冷却技术 | 新建数据中心/在用数据中心改造 | 顶置冷却单元OCU由表冷器以及辅助结构件构成，表冷器布置在服务器机柜上方，利用热压效应实现自然对流冷却。并通过动态冷却控制方案，实现冷量按IT设备所需进行供给。 | 顶置冷却单元OCU采用无风扇冷却设计，无机械运动部件，实现空调末端“零功耗”。 | 预计未来在中高功率密度服务器，同一单元内功率密度比较接近的数据中心均可推广应用。 | 北京百度网讯科技有限公司 | 某数据中心： 1. 规模：约1800个8.8kW服务器机柜； 2. 节能量：对比传统精密空调方案，IT负荷平均约4000kW，PUE降低约0.1。 | 要求机房层高不低于4.5米。 |
| 27 | 机柜/热通道气流自适应优化技术 | 新建数据中心/在用数据中心改造 | 以计算机控制技术为基础对服务器机柜或封闭热通道内的温度，压力等进行测量，控制风机的运行，优化气流组织，使服务器在任何负荷都能在适当温度的状况下正常工作。 | 与普通冷热通道方式相比，可提高空调出风口温度3°C-8°C，节省能源15%-20%，提升机房机柜密度50%-100%。 | 预计未来5年可改造20万台机柜，新安装5万台机柜。 | 北京思博康科技有限公司 | 某数据中心： 改造后IT设备的总功率由原来的139.6kW，增加到405kW(未增加机房空调，5备1用)。 | |
| 28 | 节能高效通风冷却系统 | 新建数据中心/在用数据中心改造 | 通过叶片及叶轮基于空气动力学的优化，以及高效电机、智能调整转速技术的应用，使风机实现节能降噪，并可根据制冷量需求实现智能控制转速。 | 1. 通风机效率高于国家1级能效； 2. 比A声级≤35.0dB。 | 预计未来5年其市场容量将达到50亿元，未来5年市场占有率可达50%。 | 威海克莱特菲尔风机股份有限公司 | 某数据中心： 项目配套节能高效轴流风机，降低能耗30%以上。 | 适应环境-40-80°C，湿度不限。 |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|----|----------------|---------------------|--|---|--|-------------------|--|---------------|
| 29 | 一体式智能变频泵 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 通过对变频器的二次开发，内置水泵特性曲线，实现根据负荷变化自动调节水泵频率。 | 1. 频率变化范围 15Hz-60Hz; 2. 节能（电机功耗减少）70%以上。 | 预计未来 5 年市场占有率可达 50%。 | 艾蒙斯特朗流体系统（上海）有限公司 | 某数据中心： 实际流量为设计流量的 54%时，实际功耗为设计功耗的 36%，满足 ASHRAE 的节能要求。 | |
| 30 | 数据中心液/气双通道冷却技术 | 新建数据中心 | 根据数据中心服务器的热场特征，采用液/气双通道制冷路线：高热流密度元器件（例如 CPU）采用“接触式”液冷通道制冷；低热流密度元器件（例如主板等）采用“非接触式”气冷通道散热。 | 1. 数据中心 PUE: ≤ 1.2 ; 2. 服务器 CPU 满负荷条件下工作温度：低于 60°C; 3. 单机架装机容量： $\geq 25\text{kW}$ 。 | 预计未来 5 年普及率能达到 10% 以上，并且每年以不低于 10% 的增长率获得推广应用。 | 广东申菱环境系统股份有限公司 | 某数据中心： 采用 14 台液冷系统业务机架，装机容量 93kW。项目节能量约每年 134 吨标准煤。 | |
| 31 | 数据中心用单相浸没式液冷技术 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 将 IT 设备完全浸没在冷却液中，通过冷却液循环进行直接散热，无需风扇。 | 1. 制冷/供电负载系数（CLF）为 0.05-0.1; 2. 可实现静音数据中心。 | 预计我国未来应用前景广阔。 | 深圳绿色云图科技有限公司 | 某数据中心： 应用 80kW 产品共三组，IT 设备运行平均负载 33kW。PUE 累计值 1.1。 | |
| 32 | 冷板式液冷服务器散热系统 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 由 CDM 中输出制冷剂，由竖直分液器送入机箱，由水平分液器送入服务器中。通过液冷板等高效热传导部件，将被冷却对象的热量传递到冷媒中。 | 1. 风扇功耗降低 60%-70%，空调系统降低 80%（北方地区）; 2. PUE 值低于 1.2。 | 预计未来 5 年内，使用率可以提高至 15%。 | 曙光节能技术（北京）股份有限公司 | 某数据中心： 机房总功率超过 700kW， 主要设备包括 36 个机柜、18 台液冷分配模块等。实测平均 PUE 为 1.17。 | |
| 33 | R-550 制冷剂 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 四元混合制冷剂，凝固点低，蒸发潜热大，单位时间内降温速度快。 | 1. 节能率达到 25%-35%; 2. 在大气中生存年限 0-3 年，温室效应指数为 0-3 之间，不破坏臭氧层，也不会造成温室效应。 | 通信机房和通信基站节能数据，按 25% 节能率计算，年可总节电约 60 亿 kW·h。 | 湖北绿冷高科节能技术有限公司 | 某数据中心： 节能改造后平均节能率 28%。 | 原 HBR-22A 制冷剂 |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|-----------------------|-----------|---------------------|--|---|---------------------------------|----------------|--|----|
| 34 | 氟化冷却液 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 可广泛实现物质兼容，具有良好的介电常数和强度，可实现电性能绝缘性，具有完备的毒性数据、完善的职业接触指导，可用于浸没液冷系统对 IT 设备进行冷却。 | 1. 产品沸点可选范围 34-174°C； 2. 不含 nPB、HAP、三氯乙烯和全氯乙烯等受限物质及 26 种电子设备常见的有害物质； 3. 臭氧消耗潜能值 (ODP) 为零。 | 预计 5 年后，将有超过 10% 的数据中心采用浸没冷却技术。 | 3M 中国有限公司 | 某数据中心： 服务器总功率约为 2000kW， PUE 约为 1.07。 | |
| 35 | 湿膜加（除）湿机 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 加湿方式为：输送机房相对干燥、高温的空气通过湿膜加湿、降温。除湿方式为：输送机房相对湿润的空气通过冷凝器液化除湿。智能控制器实现对湿度的控制。并对水进行循环利用。 | 相比常规红外恒湿机、电极恒湿机，节能率 80% 以上。 | 预计在未来 5 年内可推广 10000 台。 | 四川斯普信信息技术有限公司 | 某数据中心： 应用湿膜加除湿机（10kg/h 加湿量）4 台，项目年节能量 6.36 万 kW·h。 | |
| 36 | 自加湿机房精密空调 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 根据环境湿度，控制布水器将净水从精密空调蒸发器（或表冷器）的翅片顶部均匀流下，在翅片表面形成水膜。不饱和空气从翅片间穿过时，达到加湿效果。此外还具备飘水监测功能、冲洗功能。 | 相比同等加湿量的电极式加湿器，加湿所需能耗仅为其 1.1%。 | 预计五年内可推广 7500 台。 | 河南晶锐冷却技术股份有限公司 | 某数据中心： 采用加湿量为 5kg/h 的自加湿精密空调 3 台，年节约电能约 6000kW·h。 | |
| (三) 高效 IT 技术产品 | | | | | | | | |
| 37 | 整机柜服务器技术 | 新建数据中心 | 以机柜为单位采用模块化设计，集中电源进行供电，集中风扇墙进行集中散热，集中管理模块进行智能管理。模块化设计更有利于大规模数据中心交付和运维，所有服务器节点、电源、风扇和管理模块等都可以单独进行维护，无需停机。 | 散热效能提升 70%，整体系统能效可提高约 10%-20%。 | 预计潜在普及率为 40%-50%。 | 北京百度网讯科技有限公司 | 某数据中心： 采用 1200 台整机柜服务器，可容纳约 4 万台服务器。估算约可实现年节电量 4663 万 kW·h。 | |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|----|----------------------|-------------------|--|--|------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|
| 38 | 温水水冷服务器 | 新建数据中心 | 采用 45°C 的温水作为 IT 设备制冷的冷媒工质，采用间接式液冷方式对计算机服务器进行冷却。在大多数地区可直接采用自然冷源，大规模应用下可进行热回收。 | PUE 可低于 1.1。 | 预计未来 5 年内国内的水冷服务器市场规模将成倍数增长。 | 联想(北京)信息技术有限公司 | 某数据中心： 进水温度 40-45°C，冷却用水由自然冷却系统提供，系统 PUE 值为 1.1。 | 节能效果与所在地区年温度变化曲线有关。 |
| 39 | 冷板式液冷服务器 | 新建数据中心 | 利用液体作为中间热量传输的媒介，通过液冷板等高效热传导部件将芯片热量传递到冷媒中。可有效解决中高密度服务器的散热问题，降低冷却系统能耗且降低噪声。 | 1.与同等配置的风冷服务器相比，服务器可节电 46.8%； 2.噪音可降至 45dB。 | 预计未来 5 年市场占有率可达 10%。 | 曙光信息产业（北京）有限公司 | 某数据中心： 与传统风冷服务器相比，节电率约 45%，年节电量 275.6 万 kW·h。 | |
| 40 | 基于 ARM64 位架构低功耗服务器技术 | 新建数据中心 | 基于 ARM64 位架构进行定制化设计，利用其单颗 CPU 的多核低成本优势，与业务应用环境充分结合，设计开发双路服务器。 | 同性能需求配置下，单节点功耗节省 40W，实现 TCO 收益提升 35%。 | 预计潜在普及率 10%以上。 | 北京百度网讯科技有限公司 | 某数据中心： 应用 100 台服务器，服务器年节电约 3.7 万 kW·h。 | 需满足储存温度、运行环境温度、海拔、相对湿度等运行环境要求。 |
| 41 | 基于 GPU 加速的异构计算技术 | 新建数据中心 | 基于高速总线互联架构将计算解耦，将 GPU/FPGA/AI 加速卡池化设计，实现 1 机单卡，1 机多卡，多机单卡和多机多卡灵活资源配置。 | 对比传统 GPU 服务器，功耗降低 7%以上，TCO 优化 5%以上。 | 预计未来潜在普及率 10%以上。 | 北京百度网讯科技有限公司 | 某数据中心： 应用 43 个机柜，年节电约 35.9 万 kW·h。 | |
| 42 | 长效大容量光盘库存存储技术 | 新建数据中心 / 在用数据中心改造 | 充分利用蓝光光盘可靠长效存储的特点构造高密度光盘库库体，并通过机电一体化调度技术对光盘进行科学智能化管理，实现海量信息数据的长期安全存储、快速调阅查询和专业归档管理以及智能化离线管理。 | 存储设备可节电约 80%。 | 预计未来几年存储装机容量将保持 40%以上的增长速度。 | 华录光存储研究院(大连)有限公司、深圳市爱思拓信息存储技术有限公司 | 某数据中心： 1.运行时间：2007 年至今； 2.数据规模：110TB 级以上，其中冷数据占比高达 85%以上； 3.节电率：80%以上。 | |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|---------------------|---------------------|-------------------|---|---|----------------------------|---|---|--|
| 43 | 磁光电融合存储技术 | 新建数据中心 | 结合蓝光光盘和硬盘存储各自特点，采用磁光电多级存储融合和全光盘库虚拟化存储机制，将固态存储（电）、硬盘（磁）、光存储（光）有机结合组成一个存储系统，分别对应热、温、冷数据的存储。 | 存储设备可节电约 80%。 | 预计未来 5 年，国内市场需求量超过 200 亿元。 | 武汉光忆科技有限公司、武汉光谷高清科技发展有限公司、广东绿源巢信息科技有限公司 | 某数据中心：建筑面积 310 平方米。数据存储容量 60PB，每年实际耗电量 5.2 万 kW·h，节电约 26 万 kW·h 左右。 | |
| （四）高效供配电技术产品 | | | | | | | | |
| 44 | 高效不间断电源（UPS） | 新建数据中心 / 在用数据中心改造 | 在电网供电正常时，去除电网中的高频干扰，并将交流电转换为平滑直流电，之后分为两路，一路进入充电器对蓄电池充电，另一路供给逆变器，将直流电转换成 220V/50Hz 的交流电供负载使用。当发生市电中断时，蓄电池放电把能量输送到逆变器，再由逆变器把直流电变成交流电，供负载使用。 | 最高效率点 96.5%。 | 预计我国未来应用前景广阔。 | 伊顿电源（上海）有限公司 | 某数据中心：整机效率高达 96% 以上，帮助实现年均 PUE 1.25(最低可达 1.13)。 | |
| 45 | 模块化不间断电源（UPS） | 新建数据中心 / 在用数据中心改造 | UPS 各个功能单元采用模块化设计，整机具有数字化、智能化等特点，可实现网络化管理。 | 整机系统效率可达 95% 以上。 | 预计未来 5 年市场占有率可达约 50%。 | 华为技术有限公司、先控捷联电气股份有限公司、施耐德电气信息技术（中国）有限公司 | 某数据中心：负载 890kW，效率达到 96%。相比传统工频 UPS 可节电约 5%，年节电约 39 万 kW·h。 | |
| 46 | 10kV 交流输入的直流不间断电源系统 | 新建数据中心 | 将原有配电链路中的中压隔离柜、变压器柜、低压配电柜组、HVDC 柜四类设备优化整合为一套电源，在电路拓扑上将模块五个变换环节优化为两个环节。从而简化配电链路，提高了供电效率。 | 10%-100% 负载下模块效率 > 97%，模块最高效率 > 98%；整机最高效率 > 97.5%。 | 预计未来 5 年应用比例可达 30% 左右。 | 阿里云计算有限公司 | 某数据中心：建筑面积 2 万平米，外市电容量 25MW，共采用 1.8MW 电源 8 台，年节电约 443 万 kW·h。 | 1.机房最小颗粒度电力容量 > 500kW； 2.具备 10kV 外市电进线。 |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|----|-------------------------|---------------------|--|---|---|---------------------------|--|---|
| 47 | 信息处理及通信设备用直流直供电系统 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 通过整流模块将三相交流电转换为 240V 直流电，并通过外接电池实现交流异常或设备故障情况下的不间断供电。通过监控模块采集交流配电单元、直流配电单元、整流模块的状态信息，提升供电系统的安全性及智能化水平。 | 峰值效率 $\geq 96.5\%$ 。 | 预计未来 5 年内国内市场需求约 50 亿元。 | 中兴通讯股份有限公司、 科华恒盛股份有限公司 | 某数据中心： 在负载率为 71.4% 时仍维持 95.5% 的高效率。 与采用传统 UPS 并联技术方案相比节省用电约 10.5%。 | 1.工作温度范围： -10℃~+50℃； 2.海拔高度： $\leq 2000\text{m}$ ，2000m 以上降额输出。 |
| 48 | SGB13 型敞开式立体卷铁芯干式变压器 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 铁芯由三个完全相同的矩形单框拼合而成，拼合后的铁芯的三个心柱呈等边三角形立体排列。磁力线与铁芯材料易磁化方向完全一致，三相磁路无接缝。 | 1.容量：2500kVA； 2.空载损耗：2.438kW； 3.空载电流：0.13%。 | 每年推广 1 万台，一年可减少燃烧标准煤 18.1 万吨，减少二氧化碳排放量 47.9 万吨。 | 海鸿电气有限公司 | 某数据中心： 应用 2 台敞开式立体卷铁芯干式变压器，年节约用电 8 万 kW·h。 | |
| 49 | SCB13-NX1 智能型环氧浇注式干式变压器 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 铁芯叠片型式为 45° 全斜接缝七级步进搭接；低压线圈采用箔绕技术，绕组在短路情况下实现零轴向短路应力；高压线圈采用树脂绝缘体系满足能效 1 级负载损耗要求；温控及监测系统可实时预估出干式变压器的老化速率及绝缘剩余寿命。 | 《三相配电变压器能效限定值及能效等级》(GB 20052-2013) 能效 1 级。 | 预计我国未来应用前景广阔。 | 施耐德电气(中国)有限公司 | 某数据中心： 应用 24 台环氧浇注干式变压器，同常规应用的干变相比，年节约用电约 48 万 kW·h。 | |
| 50 | 智能配电监测系统 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 通过对配电系统的电气设备运行参数的信息监测采集，提供能耗数据，设备效率和老化分析，实现对数据中心配电基础设施的智能管理。 | 可用度 $> 99.99\%$ 。 | 预计我国未来应用前景广阔。 | 施耐德电气(中国)有限公司 | 某数据中心： 分三期投入运行，实现节能 4%，减少运维人员需求 10%。 | |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|-----------------------------------|-------------------|---------------------|--|--|---------------------------------------|---------------------|---|--|
| 51 | 飞轮储能装置 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 从外部输入的电能驱动电动机带动飞轮旋转储存动能；当外部负载需要能量时，旋转的飞轮带动发电机发电，再通过电力电子变换装置变成负载所需要的各种频率、电压等级的电能，以满足不同的需求。 | 1.输出功率： $\geq 100\text{kW}$ ； 2.放电电压： $360\text{-}550\text{VDC}$ ； 3.放电时间： $\geq 15\text{s}$ （100%负载）； 4.待机充电电压： $400\text{-}600\text{VDC}$ 。 | 市场对于UPS不间断电源的需求，预计2023年新增市场规模将达100亿元。 | 二重德阳储能科技有限公司 | 某数据中心： 应用100kW飞轮储能产品已连续稳定运行18个月。 | |
| （五） 高效辅助技术产品 | | | | | | | | |
| 52 | 电化学法循环冷却水处理技术 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 以电化学技术为核心，通过在水体中发生系列电解反应，达到降低水体硬度，杀菌灭藻和防止腐蚀的作用。 | 1.节省药剂：100%； 2.节约用水：30%-70%； 3.减少排污：80%-100%； 4.提高能效：1%-3%。 | 可广泛用于数据中心冷却水处理。 | 北京中睿水研环保科技有限公司 | 某节水技改项目： 项目投资25万元，年减少药剂使用、清洗维护、用水及排污等支出合计9万元。 | 1.需要约20平方米空间面积； 2.寒冷地区需采取相应措施。 |
| 53 | 交变脉冲电磁波法循环冷却水处理技术 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 运用远低于10万赫兹的特定频率范围的交变脉冲电磁波，激励水分子产生共振，以纯物理方式解决结垢和腐蚀问题，抑制微生物滋生繁殖。 | 1.节省药剂：100%； 2.浓缩倍率： ≥ 6 ； 3.节约用水： $>30\%$ 。 | 可广泛用于数据中心冷却水处理。 | 上海莫秋环境技术有限公司 | 某数据中心： 浓缩倍数从改造前约3倍提升到改造后的约6倍，年节水约2万吨。 | 1.补充水硅酸（以 SiO_2 计） $\leq 60\text{mg/L}$ 。 2.寒冷地区需采取相应保温措施。 |
| 二、 可再生能源利用、分布式供能和微电网建设技术产品 | | | | | | | | |
| 54 | 燃气分布式供能技术及集成成套装置 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 以天然气为主要燃料带动燃气轮机、内燃机等燃气发电设备运行，产生的电力直接供用户使用，发电后排出的余热通过余热回收利用设备（溴化锂机组、烟气换热器、余热锅炉等）向用户供热、供冷，实现能源的梯级利用。 | 1.综合能源利用效率可达80%以上； 2.碳排放减少约50%。 | 预计未来随着分布式能源的不断推广，规模将进一步扩大。 | 江苏凤凰数据有限公司、远大空调有限公司 | 某数据中心： 天然气分布式供能项目，可实现年节约标煤量6582.38吨，年碳排放消减量1.76万吨。 | |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|---|--|--|----------------|--|------------|
| 55 | 分布式光伏并网发电技术 | 新建数据中心/在用数据中心改造 | 将太阳能组件产生的直流电经过并网逆变器转换成与市电同频率、同相位的正弦波电流，直接接入公共电网。 | 1.并网逆变器最大效率：98.9%； 2.总谐波失真：≤3%； 3.并网逆变器防护等级：IP65。 | 随着光伏系统建设成本尤其是组件价格的进一步下降，预计未来5年的推广前景进一步向好。 | 易事特集团股份有限公司 | 某数据中心： 建成0.2MW分布式光伏发电系统，满足办公用电需求。 | |
| 三、废旧设备回收处理、限用物质使用控制技术产品 | | | | | | | | |
| 56 | 废旧锂离子电池无害化处理技术 | 新建数据中心/在用数据中心改造 | 本技术以废旧二次电池为主要原料，采用高温焙烧、物理分选、湿法冶金等联合工艺，回收废旧二次电池中的有价元素。 | 1.钴回收率：97.90%； 2.镍回收率：98.46%。 | 预计2020年需要回收的电池量达到136亿元，2023年将超过300亿元。 | 赣州市豪鹏科技有限公司 | 已建成年回收8000吨废旧电池回收基地；拥有江西省首个废旧电池回收工程示范中心。 | 需符合当地环保要求。 |
| 57 | 废旧铅蓄电池高效利用处理技术 | 新建数据中心/在用数据中心改造 | 通过全自动精细破碎分选系统、热分解与交互反应、低温熔铸新工艺及成套设备等联合工艺，对废铅蓄电池的各部分进行回收再利用。生产过程产生的废水分质分类处理达标进行回用。 | 1.处理产能10-100万吨； 2.一次粗铅产出率达到70%以上。 | 铅酸蓄电池年报废量则达到500万吨，目前数据中心使用的铅酸电池约占整个铅酸电池消费的10%。 | 安徽华铂再生资源科技有限公司 | 项目年处理废旧铅蓄电池60万吨，铅蓄电池综合利用率超过99.9%。 | 需符合当地环保要求。 |
| 四、绿色运维管理技术产品 | | | | | | | | |
| 58 | 集群系统综合调度节能方法及装置 | 新建数据中心/在用数据中心改造 | 获取集群系统中每个分机的负载数据和环境数据，监控分机的运行状况数据；动态刷新所述调度表；按照利用率优先级从高到低的顺序依次向带有超临界标识的并且是低于预设利用率优先级的分机发送调度请求，实现对集群系统综合调度节能。 | 可为集群计算机系统提供： 1.分机智能错峰关闭； 2.开机预热加速； 3.过热耗电保护等功能。 | 主要适用于各单位自用和大型租赁式数据中心、超级计算机中心等。投资仅需机房数据中心投入的10%；投资回收期为5年。 | 珠海国芯云科技有限公司 | 某机房： 拥有云化服务器37台，本地电脑110台，3年节省总成本28.2万元。 | |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|----|-----------------------|---------------------|---|---|--|--|---|----|
| 59 | 数据中心能耗监测及智能运维管理系统 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 通过对数据中心基础设施动力环境及 IT 基础架构的全面监控及分析，制定出最优策略对各系统进行实时控制，实现数据中心能效最优。 | 与常规数据中心相比，节电可达 30%以上。 | 预计未来 5 年大型数据中心中市场占有率可达约 30%。 | 中兴通讯股份有限公司、深圳市共济科技股份有限公司、深圳市盘古运营服务有限公司 | 某数据中心： 建筑面积 18921 平米，机柜数量 3196 个，平均每年节约电量 51.9 万余 kW·h，平均每年节水 2600 余吨。 | |
| 60 | 机房环境参数测量分析及 AI 节能优化技术 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 采用可移动便携式测量平台或机器人搭载传感器，短时间内完成机房空间内的温湿度和空气流量等环境参数测量，通过气流模型形成温度云图进行热点分析和室内气流能效优化，另结合动环监控系统以及 BA 系统的历史数据，通过机器学习模型训练，优化数据中心节能运维管理。 | 1.提高测试效率 100%以上； 2.指导数据中心提高能效利用率 10%以上。 | 预计未来普及率可以提升 50%以上。 | 中科赛能（北京）科技有限公司、上海允登信息科技有限公司 | 某数据中心： 应用该技术进行测量分析及改造后，仅半年时间即节约电能约 19.31 万 kW·h。 | |
| 61 | 数据中心后备储能管理系统 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 由单体电池采集模块、电池监控主机、电池集中监控软件组成。单体电池采集模块通过有线的方式与电池监控主机进行信息交互，通过电池集中监控软件对所有蓄电池进行统一监控管理。 | 优化 UPS 系统的能源使用效率约 1%以上。 | 预计未来 5 年新建数据中心需要系统 120 万套，旧数据中心改造市场需求保守估计约 100 万套。 | 厦门科华恒盛股份有限公司 | 某数据中心： 采用产品 134 套，系统对应 UPS 额定负载 11880kW，优化 UPS 系统的能源使用效率约 1%。 | |
| 62 | 数据中心峰值功耗动态管控技术 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 将数据中心服务器以及机柜层面的功耗感知能力融合到云操作系统的资源调度系统，在机柜层面或者是数据中心层面实现了机柜部署功耗能力的池化管理以及按需智能分配。 | 1.提升机柜服务器平均上架率约 20%，最高可至 30%； 2.数据中心实际建设功率平均利用率提高 20%。 | 预计综合提高服务器上架率约 25%。 | 英特尔中国有限公司 | 某数据中心： 数据中心实际建设功率平均利用率提高约 20%，实际建设功率的单位性能产出平均提升约 10%。 | |

| 序号 | 名称 | 适用范围 | 技术原理 | 主要节能减排指标 | 技术产品应用现状和推广前景 | 技术产品提供方 | 应用实例 | 备注 |
|----|-----------|---------------------|--|---|-------------------------------|---------------|---|----------------------------|
| 63 | 智能机器人巡检系统 | 新建数据中心 /在用数据中心改造 | 沿自主规划的导航路线对设备进行巡检，通过搭载视频设备和各类传感器实现室内设备智能巡检和监控，也可以人工操作，获取需要监测设备的重要信息。 | 1.可替代运维人员 7×24 小时全时巡检； 2.大量减少机房人员进出频次。 | 预计未来五年国内室内机器人年需求量不低于 10000 台。 | 深圳市赛为智能股份有限公司 | 某电力机房： 利用机器人巡检系统进行定期巡检，可以远程实时查看巡检结果，查看机房内实时情况。 | 不适用于易燃易爆环境；使用环境温度 15℃～55℃。 |