

## 附件

## 绿色数据中心先进适用技术目录（第一批）

| 序号       | 技术名称          | 适用范围         | 技术原理   | 主要节能减排指标                  | 技术应用现状和推广前景                                  | 技术提供方         | 应用实例   | 备注  |
|----------|---------------|--------------|--|---------------------------|--|---------------|--|---|
| 一、制冷/冷却类 |               |              |  |                           |  |               |  |   |
| 1        | 热管背板冷却技术      | 新建中高功率密度数据中心 | 热管背板冷却技术是利用工质相变实现热量快速传递的一项传热技术,该技术采用“自然冷源”或“自然冷源+强制制冷”的方式,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。热管背板冷却技术可实现数据中心机柜级按需供冷和低能耗供冷,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。                   | 与传统精密空调系统相比,空调系统可节电约 30%。 | 目前年用量约 1 万套/年;未来 5 年热管背板冷却技术的应用规模将超过 5 万套/年。 | 北京纳源丰科技发展有限公司 | 某公司数据中心采用热管背板冷却技术建设 29 个模块机房,应用 IT 机柜超过 3000 台。该项目总投资额约 6000 万元,可实现年节电量约 7000 度/机柜。                                  | 采用自然冷源节能效果好,但受环境条件限制;采用自然冷源+强制冷源适用范围更广,但节能效果不及自然冷源。 |
| 2        | 水平送风 AHU 冷却技术 | 新建数据中心       | 水平送风 AHU 冷却技术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。该技术设备可根据使用需求按照功能段进行搭配,并极大的优化了内部结构,降低局部风速;该技术改变了空气流动方向,减少了约 50%的气流转向,大幅降低了空气流动阻力,减少了风机电能消耗。同时,由于取消了架空地板设置,该技术的应用可大幅提高数据中心业务区域的承重能力,支持大重量机柜的运输,也消除了传统方式架空地板下的卫生死角和火灾隐患。 | 与传统精密空调相比,可节电约 20%。       | 目前应用率约 3%-5%;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  | 某公司数据中心约 600 台机架采用水平送风 AHU 技术,PUE 为 1.21。该项目空调系统总投资约 3500 万,与 PUE 为 1.50 的数据中心相比,10 万台服务器可实现年节电量约 0.5 亿度,投资回收期约 6 年。 | 无   |

| 序号 | 技术名称                   | 适用范围                             | 技术原理  | 主要节能减排指标                             | 技术应用现状和推广前景                          | 技术提供方          | 应用实例   | 备注                     |
|----|------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------|--|------------------------|
| 3  | 空调室外机雾化冷却节能技术          | 风冷空调室外机受高温环境影响不能正常运行或降低空调运行效率的场景 | 空调室外机雾化冷却节能技术由雾化器、水处理器和智能监控配合实现。雾化器的高速旋转可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。同时，智能监控收集空调和冷凝器的工作，可控制雾化器动态调整雾化水量，从而使空调和冷凝器工作在设定的高效区间。该技术增加了冷却侧的散热效率，提高了空调的能效比，减少了空调压缩机的负载。同时有效解决了空调在夏季极端高温时出现的“高压保护”现象，保障设备安全运行。 | 与传统风冷式精密空调相比，可节约电约12%-25%。           | 目前应用率大约10%；未来在老旧风冷数据中心改造中有一定的推广潜力。   | 天来节能科技（上海）有限公司 | 某公司机房安装268套空调雾化节能冷却技术设备。该项目总投资额约120万元，部分机房空调抽样测试显示可实现节能率约16.93%，年节电量约93万度。 | 需要关注水质和翅片腐蚀以及冬季水管防冻问题。 |
| 4  | 直流变频行级空调技术             | 中小型数据中心                          | 直流变频行级空调技术将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；架构设计采用抽屉式设计理念，支持压缩机免动火维护，可从底部滑轨快速抽出更换，强电盒抽拉式维护，弱电模块插拔式维护，实现模块快速更换，提高效率且节省成本。    | 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约电约55%。 | 目前应用率约20%；未来3-5年市场占有率可达约40%。         | 华为技术有限公司       | 某公司机房采用直流变频行级空调技术。该项目总投资额约200万元，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%。              | 无                      |
| 5  | 低压比优化设计磁悬浮离心式压缩机智能控制技术 | 新建数据中心                           | 低压比优化设计磁悬浮离心式压缩机智能控制技术充分发挥变频离心式压缩机的特性，通过实时计算制冷剂流量和当前压比来选择合理转速，实现机组制冷量与系统负荷的精确匹配，降低了系统能耗。该技术还可提升冷水机组能效，全年综合部分负荷能效（IPLV）可达14以上。在传统含油制冷系统低环境温度无法降低压缩比继续运行时，基于该技术的磁悬浮冷水机组仍可正常运转，扩大了冷水机组的应用范围，使冷却系统在制冷工况与                    | 与变频离心机及螺杆机组相比，空调系统可节约电约10%-15%。      | 目前应用率不到1%；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     | 某公司IDC采用2台低压比优化设计智能控制磁悬浮空调。该项目总投资额94万元，可实现节电率约45%，投资回收期约2.3年。              | 无                      |

| 序号            | 技术名称               | 适用范围          | 技术原理  | 主要节能减排指标  | 技术应用现状和推广前景                      | 技术提供方        | 应用实例  | 备注              |
|---------------|--------------------|---------------|---|---|----------------------------------|--------------|---|-----------------|
|               |                    |               | 自由冷却工况之间自如转换。该技术还能对喘振、阻塞、电力故障、冷却等异常情况作出响应，确保机组可靠、稳定运转。此外，由于磁悬浮冷水机组不需要润滑油，冷水机组常规保养中必需的更换冷冻油等工作内容可以省却，也无需进油路检测和修理，降低了运维成本。  |   |                                  |              |   |                 |
| 6             | 全密闭动态均衡送风供冷节能技术    | 存在局部过热问题的数据中心 | 全密闭动态均衡送风供冷节能技术在机柜前后门全密闭冷热隔离供冷的基础上，在模组机柜内采用二维动态平衡变风量导流送风技术、气流组织静电消除技术和反向控制节能技术等解决中高密度机架的局部过热问题。通过控制模型计算并控制送风和回风，实现区域差异化动态均衡送风供冷。机柜内垂直方向保持恒压，水平方向分上、中、下三个区域按需送风。同时，通过末端冷量需求精准控制前端冷源供给量。该技术具有节能率高、建设投资成本低、安全运行指标高、运维管理成本低等特点。   | 存在局部过热或功率密度极度不均的情况下，与冷热通道隔离或微模块技术相比，空调系统可节约电约35%-40%。                   | 目前应用率约1%；未来5年市场占有率可达15%。         | 广州汇安科技有限公司   | 某单位数据中心采用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。该项目总投资额73万元，可实现节电率约35%，年节电量约24万度，投资回收期约3年。      | 无               |
| <b>二、供配电类</b> |                    |               |   |   |                                  |              |   |                 |
| 7             | 通信用240V/336V直流供电技术 | 各类数据中心        | 通信用240V/336V直流供电技术，也称高压直流(HVDC)技术，是数据中心一种新型的不间断电源技术。其系统包括交流部分、整流部分和直流配电部分。系统监控可采用分散控制、集中管理的监控模式。系统功率因数达到0.99，输入功率转化无需零线，转化稳定高效；系统实时监控，经济模式运行，可将不运行的整流模块关机，当运行模块无法承担负载的时候，开启整流模块，提高系统运行的经济性和可靠性；整流模块效率达到95%，整流模块的并机均流为软件均流，不依赖监控和其他辅助方式；该技术具备多种自保护程序，如过压关机，限流功能等，保护整流模块自身运行的稳定性和可靠性。 | 依照客户负载上架率，节能效率不同。上架率50%以下，可节约电约10%-20%；上架率50%以上，可节约电约10%；服务器可节约电约1%-2%。 | 目前年装机容量约180万安培；未来3-5年将以50%的速度增长。 | 杭州中恒电气股份有限公司 | 某产业园部署38套通信用240V/336V直流供电系统，其中2套安装容量600A，36套安装容量1200A。该项目总投资额约1300万，目前负载率为20%，整体节电率约21.3%，服务器节电约2%。 | 需要考虑部分服务器的兼容问题。 |

| 序号 | 技术名称       | 适用范围            | 技术原理  | 主要节能减排指标                        | 技术应用现状和推广前景   | 技术提供方      | 应用实例   | 备注 |
|----|------------|-----------------|---|---------------------------------|---|------------|--|----|
| 8  | 天然气分布式供能技术 | 大型或超大型数据中心      | 天然气分布式供能技术以天然气为主要燃料带动燃气轮机、微燃机或内燃机发电机等燃气发电设备运行，产生的电力供应用户的电力需求，发电后排出的余热通过余热回收利用设备(余热锅炉或者双效溴化锂机组等)向用户供热、供冷。该技术提高了一次能源利用率，实现了能源的梯级利用，综合能源利用效率可达80%以上。与传统集中式供能方式相比，天然气分布式能源具有能效高、清洁环保、安全性好、削峰填谷、部分地区经济效益好等优点。  | 可节约电约20%，消减碳排放约50%。             | 目前全国已建设3个天然气三联供数据中心，在建天然气2个三联供数据中心；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 | 某公司数据中心采用天然气分布式供能技术建设天然气分布式供能项目，包含配套设施、辅助设施及环保项目的降噪设施和脱硝设施等。该项目总投资额约6500万元，可实现年节约标煤量6582.38吨，年碳排放消减量1.76万吨，投资回收期6.47年。 | 无  |
| 9  | 高效模块化UPS技术 | 具有高可靠性供电需求的数据中心 | 高效模块化UPS技术中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；所有功能单元，如功率单元，监控单元、旁路单元均支持在线更换，最大限度保障业务的连续性和可用度。该技术采用轻载高效设计，在系统负载大于20%情况下，系统效率应该大于95%；系统负载大于40%情况下，系统效率应该大于96%，匹配数据中心最常用的工作点。该技术支持数字化检测功能，以模块化UPS为核心，可以对上下级配电、电池系统做到智能监控，可在线检测电池与配电运行状态，预防电池与配电故障。同时，系统可运行于ECO模式，达到99%效率，并可在10ms内可靠切换回双变换模式。 | 低负载率情况下，与传统工频UPS相比，可节约电约5%-10%。 | 该技术已经在互联网、运营商行业大规模应用，并开始在金融、政府、医疗教育等行业快速推广，预计未来5年市场占有率可达约50%。 | 华为技术有限公司   | 某单位数据中心项目采用高效模块化UPS，负载890kW，效率达到96%。该项目总投资额约1500万，相比传统工频UPS可实现节电率约5%，年节电量约39万度。  | 无  |

| 序号    | 技术名称      | 适用范围               | 技术原理  | 主要节能减排指标            | 技术应用现状和推广前景   | 技术提供方            | 应用实例   | 备注 |
|-------|-----------|--------------------|---|---------------------|---|------------------|--|----|
| 三、IT类 |           |                    |   |                     |   |                  |  |    |
| 10    | 长效光盘库存储技术 | 海量温、冷数据长期高效存储的数据中心 | 长效存储光盘库技术由光盘库存储设备和光盘库管理服务器和软件配合实现。该技术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，能够在单体内容纳和存取万张光盘，并通过机电一体化调度技术实现自动存取光盘，同时支持万兆以太网和 FC 网络。在库体基础之上，构造磁光电融合存储和虚拟化机制，隐藏机械延迟和光盘 WORM 存取模式，使其可作为通用存储设备应用于数据中心。该技术可实现高达 19N 的数据可靠性和 50 年的长效数据存储，长期保存数据无需数据迁移；非存取时无能耗，存取时能耗较低，1PB 以上单库功耗低于 1 千瓦；对保存环境没有特殊要求，无需恒温恒湿（减少制冷散热功耗）。 | 存储设备可节约电约 80%。      | 该技术已经在金融与档案行业广泛应用，预计未来 5 年档案行业市场占有率可达 50%，金融行业可达 60%。       | 华录光存储研究院（大连）有限公司 | 某公司数据中心共部署 80 套长效光盘库存储设备，用于海量电子影像数据长效存储，提高工作效率 45 倍。该项目总投资约 1200 万元，可实现节电率约 80%，年节电量约 100 万度。              | 无  |
| 11    | 整机柜服务器技术  | 具有整机柜交付需求的大型数据中心   | 整机柜服务器技术采用模块化设计，集中电源进行供电，集中风扇墙进行集中散热，集中的管理模块进行智能管理。整机柜设计技术在技术上实现了对传统服务器设计的突破，具有高收益、交付时间短等特点。模块化设计更有利于大规模数据中心运维，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。通过采用集中供电和集中散热的方式，散热效能提升 70%，整体系统效能提升 20%。一体化集成设计交付效率提升，交付能力可以实现 1 万台以上。  | 整体系统能效可提高约 10%-20%。 | 目前国内整机柜服务器部署规模已经超过 6000 台，覆盖服务器规模超过 15 万台，预计潜在普及率为 40%-50%。 | 北京百度网讯科技有限公司     | 某公司数据中心采用 1200 台整机柜服务器，可容纳约 40000 台服务器。该项目总投资额约 12 亿元，实现服务器累计节电 2915 万度；数据中心 PUE 按 1.6 估算，可实现年节电量 4663 万度。 | 无  |

| 序号 | 技术名称       | 适用范围                  | 技术原理   | 主要节能减排指标   | 技术应用现状和推广前景                    | 技术提供方          | 应用实例   | 备注 |
|----|------------|-----------------------|--|--|--------------------------------|----------------|--|----|
| 12 | 软件定义数据中心技术 | IT 基础设施为 x86 服务器的数据中心 | 软件定义数据中心技术采用计算虚拟化、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。该技术可降低数据中心 IT 资源的运维难度和运维成本，降低数据中心对大型、专有硬件的依赖，节约硬件成本。同时，能大大提高 IT 资源的使用率。   | 与传统数据中心 IT 系统建设模式（高端服务器+集中式存储+高端网络设备）相比，IT 系统可节约投资约 30%。 | 目前应用率不足 10%；未来 5 年市场占有率可达 50%。 | 北京优帆科技有限公司     | 某银行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，提升 IT 系统能效、降低运维复杂度、保证业务连续性与创新能力。该项目总投资额约 120 万，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%。 | 无  |
| 13 | 冷板式液冷服务器技术 | 中高密度数据中心              | 冷板式液冷服务器技术利用工作流体作为中间热量传输的媒介，将热量由热区传递到远处再进行冷却。在该技术中，工作液体与被冷却对象分离，工作液体不与电子器件直接接触，而是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。该技术将冷却剂直接导向热源，同时由于液体比空气的比热大，散热速度远远大于空气，因此制冷效率远高于风冷散热，每单位体积所传输的热量即散热效率高达 3500 倍。该技术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。 | 与同等配置的风冷服务器相比，服务器可节电 46.8%，噪音可降至 45dB。                   | 目前应用率不足 1%；未来 5 年市场占有率可达 10%。  | 曙光信息产业（北京）有限公司 | 某单位使用曙光 TC4600E-LP 冷板式液冷服务器。该项目投资额约 6000 万，与传统风冷服务器相比，可实现服务器设备节电率约 45%，年节电量 275.6 万度。  | 无  |

| 序号            | 技术名称        | 适用范围   | 技术原理   | 主要节能减排指标                            | 技术应用现状和推广前景                    | 技术提供方      | 应用实例   | 备注 |
|---------------|-------------|--------|--|-------------------------------------|--------------------------------|------------|--|----|
| <b>四、模块化类</b> |             |        |  |                                     |                                |            |  |    |
| 14            | 智能微模块数据中心技术 | 各类数据中心 | 智能微模块数据中心技术集成了数据中心的部件：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。该技术采用近端制冷，送风距离短，冷热通道隔离，冷量利用率高，可采用高回风温度，实现有效的气流管理；该技术可配合空调末端群控，避免竞争运行；通过双盘管设计，轻载除湿不需启动加热，可提升效率和可靠性；空调可采用直流变频技术实现按需制冷，采用 EC 风机实现转速无级调整；该技术支持高频模块化 UPS 配置，智能休眠，低载高效（20%负载条件下，效率须大于 95%），实现供配电节能。采用该技术界面清晰，建设简单，可根据 IT 分期部署按需投资；工厂预制保证现场交付质量与进度。 | 与传统数据中心相比，可节约电约 15%，PUE 可达到 1.5 以下。 | 目前应用率约 10%；未来 5 年市场占有率可达约 30%。 | 华为技术有限公司   | 某单位采用智能微模块数据中心技术，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。该项目总投资额约 1000 万元，可实现 PUE 约 1.5。                  | 无  |
| 15            | 积木式数据中心技术   | 新建数据中心 | 积木式数据中心技术采用 ISO 标准 40 英尺和 20 英尺集装箱高箱安装、配置和运行数据中心，包含 IT 箱、配电箱、制冷箱、办公箱等，可实现工厂预制化和多个集装箱并箱，快速部署安装，可扩容性强。该技术可支持太阳能光伏+市电直供电源方案，白天太阳能光伏供电，晚上高压直流供电，采用服务器电源模块交直流压差控制提高了供电运行效率；支持母线槽配电，取消配电柜，充分利用集装箱空间，减少输配电损耗；支持间接和两相蒸发自然冷却。   | 与传统数据中心相比，可节约电约 50%，PUE 最低可达到 1.1。  | 目前应用率不足 1%；未来 5 年市场占有率可达约 5%。  | 中兴通讯股份有限公司 | 某公司采用积木式数据中心技术（含 IT 箱和运维箱）实现移动部署，可视化整体管控及智能资产管理并充分利用清洁能源。该项目总投资额约 2000 万，可实现日电度 pPUE 为 1.0955。 | 无  |

| 序号             | 技术名称              | 适用范围                              | 技术原理   | 主要节能减排指标                                   | 技术应用现状和推广前景                                  | 技术提供方         | 应用实例   | 备注 |
|----------------|-------------------|-----------------------------------|--|--|--|---------------|--|----|
| <b>五、运维管理类</b> |                   |                                   |  |  |  |               |  |    |
| 16             | 数据中心能耗监测及智能节能控制技术 | 具备安装计量和控制设备的环境，开放相关设备通信接口及协议的数据中心 | 数据中心能耗监测及智能节能控制技术通过各类计量仪器和软件获取前端基础设施和 IT 设备的耗能信息与相关信息，将数据分析整理成系统级和设备级能效指标，并进行同比、环比等分析。同时，系统通过采集 IT 设备实际进风温度信息，自动联动控制对应的空调工作状态，使冷热负荷处于一个较及时匹配的动态平衡上。使机房区域的温度更稳定，减少了由于机房温度波动变化引起的空调之间竞争运行，有效减少加湿、电加热补偿运行次数，优化空调运行工况，降低无效能耗的输出，同时减少热点发生机率。该技术可定期核对设备能效指标，找出能耗异常设备，发布节能任务驱动人工节能。 | 与常规能效管理系统下的数据中心相比，可节电（含 IT 设备能耗）约 10%-35%。 | 目前应用率不足 10%；未来 5 年大型数据市场中市场占有率可达约 30%。       | 深圳市共济科技股份有限公司 | 某单位机房分采用能耗监测及智能节能控制技术将能效管理精细化到每一台设备。该项目总投资额约 150 万，可实现节电率约 29.1%，年节电量约 101 万度。 | 无  |
| 17             | 能源管理自动化技术         | 具备安装计量和控制设备的环境，开放相关设备通信接口及协议的数据中心 | 能源管理自动化技术统一连通、梳理数据中心相关能效数据并与电力监测系统相结合，统筹分析提出定制化节能解决方案，并参与自动化系统的控制，从而实现节能。如制冷机组的节能控制方面，通过建筑自动化系统（BAS）统计机电设备（冷冻水泵、冷却水泵、冷冻机、冷却塔）的总运行时间及单次连续运行时间，参考配电自动化监测的机电设备的耗能情况，与能效比（COP）参数共同参与启动顺序计算，防止单台设备连续运行时间过长。依据 COP 参数及连续运行时间计算出设备组的启动顺序，并赋予每组一个唯一的启动顺序，实现制冷单元的最优、最节能的运行方式和启动顺序。    | 与传统依靠人员管理的制冷机组相比，可节约电约 15%-25%。            | 数据中心能耗系统实际产生价值均不理想；未来 5 年内，对于能耗与自控的结合需求率非常高。 | 珠海派诺科技股份有限公司  | 某公司采用能源管理自动化技术。按 4 台制冷机、4 台冷冻水泵、4 台冷却水泵，4 台冷却塔计算，总投资额 41.2 万，可实现年节电量约 157 万度。  | 无  |