

附件

绿色数据中心先进适用技术产品目录（2019年版）

二〇一九年十月

目 录

1. 能源、资源利用效率提升技术产品.....	1
1.1 高效系统集成技术产品.....	1
1.2 高效制冷/冷却技术产品.....	2
1.3 高效 IT 技术产品.....	11
1.4 高效供配电技术产品.....	13
1.5 高效辅助技术产品.....	14
2. 可再生能源利用、分布式供能和微电网建设技术产品.....	14
3. 废旧设备回收处理、限用物质使用控制技术产品.....	14
4. 绿色运维管理技术产品.....	15

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
1. 能源、资源利用效率提升技术产品								
1.1 高效系统集成技术产品								
1	微模块数据中心技术	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。采用近端制冷，冷热通道隔离；可配合空调末端群控；可支持高频模块化 UPS 配置，智能休眠。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 1.5 以下。	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。	
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。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%。	
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； 3.机柜运行噪音 42dB（A）内。	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	某媒体中心： 选用直膨式制冷方案，年均 PUE=1.4；全年节电量 8.76 万 kW·h；投资回收期 4.2 年，后期选用冷却塔自然冷方案，投资回收期可进一步降为 2 年左右。	

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℃。
5	基于热管技术的模块化数据中心	新建数据中心/在用数据中心改造	基于热管相变技术，集成了微通道相变换热器、高潜热密度相变储能装置及多模式空调联动控制系统等的节能型模块化数据机房。	1. 单机柜散热性能≥10kW； 2. PUE 可至 1.4 以下。	预计 2020 年市场规模将超 2000 亿元。	香江科技股份有限公司	某数据中心： 共 460 个机柜，每个机柜满载发热功率为 5kW，年均 PUE 低至 1.2。年节电费 800 万元，减少碳排 6300 吨。	室外湿球温度高于 35℃（相对湿度 70%）时，本技术产品能耗将增加。
1.2 高效制冷/冷却技术产品								
6	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）：≥4.0； 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、广州市华德工业有限公司	1. 某数据中心： 2017 年 2 月正式投入运行；节能量：104MW·h；节水量：40824m ³ ；补水量：0.8m ³ /h。 2. 某数据中心： 制冷量为 880kW（单冷）采用双系统双压缩机设计，使用 R134a 环保制冷剂，投资回收期：4 年。	不适用于：缺水场合、相对湿度较大地区。

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
7	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	1.某公司机房： 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。 2.宁夏某数据中心： 选用 LSBLX450/R4（BP）机组 3 台，季节综合 COP 可达 14.1，运行费用约为传统冷水机组的 47.6%。 3.香港某数据中心： 总面积约 2 万平米，采用高节能磁悬浮机组制冷，PUE 达到 1.35 以下。	
8	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	1.某数据中心： 总建筑面积 6 平方米。采用 12 台 CVT 系列高效永磁同步变频离心式高水温机组，总装机容量 29534kW。全年综合效率提升 65%，节能 40%以上，年节电量约 900 万 kW·h。 2.陕西某数据中心： 使用 DCLCV1100 冷水机组共 4 台（3 用 1 备），2016 年正式投入使用，年节省电费 170 万元以上。	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
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,降低冷却塔耗能比,同时减少漂水。	1.热力性能 $\geq 100\%$; 2.耗电比 $\leq 0.030\text{kW/h}\cdot\text{m}^3$; 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	湖南某数据中心使用元亨冷却塔,冷却水流量为 $3200\text{m}^3/\text{h}$,每年节省用电26.1万 $\text{kW}\cdot\text{h}$,节约用水约1.1万t。	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): 整机可达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	1.天津某数据中心:应用2套机组,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,投资回收期小于3年。 2.北方某数据中心:应用此机组,经与常规空调对比测试,全年节能率47%。	适用于全年气温有较多时间低于 15°C 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	1.北方某数据中心:全年均可使用新风自然冷源,CLF可以低至0.1。 2.某数据中心:实际运行时间:2014年12月至今;建设规模:占地 2000m^2 ,机柜数量480个;投资额:4000万,比常规方案降低投资20%;投资回收期:缩减至3年左右;节能量:28%;节水量:60%。	

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
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： 占地 200 亩、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。
13	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 年普及率达到 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，投资回收期约 2.95 年。	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。
14	直流变频行级空调	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；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	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%。	

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
15	直流变频模块化机柜级空调*	新建数据中心	抽拉式模块化设计,可像服务器一样内置于机柜,制冷量随负载调节。	1.全年能效比(AEER):4.1; 2.显热比:≥0.9。	预计未来5年市场占有率可达10%-20%。	广东欧科空调制冷有限责任公司	某数据中心: 机房面积360m ² 左右,现有IT负载200kW,使用本产品+冷通道封闭式方案替换原有精密机房空调及普通空调柜机。	环境温度要求: 室内:16-43℃; 室外:-15-48℃。
16	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精密节能控制柜,通过节能控制柜采集室内的温度信号,再由节能控制柜的控制器根据蒸气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%。空调年故障48次降到3次;IT设备进风平均温度从27±2.0℃下降到23±0.5℃。	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。
17	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	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况,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。	与传统风冷式精密空调相比,可节电约12%-25%。	预计未来在老旧风冷数据中心改造中有较大的推广潜力。	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。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kW·h。	需要关注水质和翅片腐蚀以及冬季水管防冻问题。
18	风冷空调室外机潜热过渡冷却节能技术	新建数据中心/在用数据中心改造	通过在风冷空调(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,湿膜中的水蒸发产生相变,吸收空气中的潜热,从而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℃: 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50000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	某数据中心节能改造工程: 项目规模:55台机房精密空调室外机节能改造; 实施周期:1个月; 静态回收期:1.97年。	一般要求室外干球温度≥10℃,且干湿球温差≥2℃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
19	热管冷却技术及空调*	新建数据中心	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。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，可节电约 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、四川斯普信息技术有限公司、浙江盾安人工环境股份有限公司	<p>1.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 7000kW·h/机柜。</p> <p>2.某数据中心节能改造项目： 运行时间：2 年； 项目规模及条件：安装 103 台机柜热管背板系统； 实施周期：1 个月； 静态投资回收期：2.99 年。</p> <p>3.某数据中心改造项目： 安装热管背板空调 30 台，设置 2 台壳管式换热器，单台换热量 150kW。投资年节能量：173974kW·h； 投资回收期：3.2 年。</p>	采用自然冷源节能效果好，但受环境条件限制。
20	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。	<p>1.使用周期：≥10 年；</p> <p>2.相变温度 1-40℃；</p> <p>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。</p>	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，投资额为 1.65 万元/台，投资回收期约半年，年节电 28908kW·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
21	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冷。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 ，夜间利用低谷电价蓄冷，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。	
22	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，可节电约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kW·h，投资回收期约6年。	
23	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kW·h，投资回收期约3年。	

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
24	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: 规模: 约 1800 个 8.8kW 服务器机柜; 运行情况: 2015 年 9 月二期投产, 2017 年 7 月三期投产, 至今服务器业务持续稳定运行, 无故障; 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, 年节约约 350 万 kW·h。	要求机房层高不低于 4.5 米。
25	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。	1. 与普通冷热通道方式相比, 可提高空调出风口温度 3-8℃, 节省能源 15%-20%, 提升机房机柜密度 50%-100%; 2. 与烟囱柜技术相比, 可提高空调出风温度 3-5℃, 节省电费 10%-15%。	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), 改造成本 500 万元, 当年即可回收投资成本。	
26	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, 目前已经运行 2.5 年, 降低能耗 30%以上, 每台风机年节省费用约 7200 元, 1.5 年可回收成本。	适应环境 -40-80℃, 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
27	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 。项目投资额约 1050 万元。节能量约 134tce/a 。	
28	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 DLC 浸没式液冷系统 80kW 产品共三组, IT 设备运行平均负载 33kW 。PUE 累计值 1.1。	
29	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, 由垂直分液器送入机箱, 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。	
30	HBR-2 2A 制冷剂	新建数据中心/在用数据中心改造	四元混合制冷剂, 提高 10%的制冷量, 与 R22 对等, 且提高制冷剂燃点。	1. 节能率达到 $15\%-30\%$; 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 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。	湖北绿冷高科节能技术有限公司	某通信基站节能改造: 2014 年 7 月, 平均节能率 20.7%, 3 年后复测, 2017 年 7 月, 平均节能率 22%。	
31	氟化液冷却液	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 $50-174^{\circ}\text{C}$; 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	某单相浸没液冷数据中心: 服务器总功率约为 2000kW , 2018 年 7 月投入使用, 采用浸没冷却方案, PUE 约为 1.07, 每年可以节约电费数百万元。	

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
1.3 高效 IT 技术产品								
32	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，估算约可实现年节电量 4663 万 kW·h。	
33	温水水冷服务器*	新建数据中心	采用 45℃ 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	某国外数据中心：建设时间 2014 年，进水温度 40-45℃，冷却用水由“free-cooling”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。
34	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被冷却对象的热量传递到冷媒中。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。	
35	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，2016 年 9 月投入运行，服务器已节电约 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。
36	基于 GPU 加速的异构计算技术*	新建数据中心	深度挖掘及调优 GPU/FPGA/AI 加速芯片的异构加速性能，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：43 个机柜规模，86 台服务器，2016 年 5 月投入运行，节电约 35.9 万 kW·h/年。	

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
37	长效大容量光盘库存储技术*	新建数据中心/在用数据中心改造	长效光盘库存储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，具有防黑客、抗电磁干扰、节能环保、无辐射等功能。	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	1.某公司数据中心： 共部署 80 套光盘库存储设备，用于电子影像数据长效存储，提高工作效率 45 倍。可实现节电率约 80%，年节电量约 100 万度。 2.某数据中心： 运行时间：2007 年至今； 数据规模：110TB 级以上，其中冷数据占比高达 85% 以上，节电率 80% 以上。	
38	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。提供适合数据中心应用的存取接口。	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	1.某数据中心： 使用 3 台光盘库，相对于传统磁盘存储方案，年节电 25000kW·h 左右；无需水冷和对环境温湿度的控制。 2.某数据中心： 数据存储容量 1PB，平均工作能耗小于 1kW。在实际运行中，不需要空调就可以保证光盘库系统的正常运行。 3. 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。	

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
1.4 高效供配电技术产品								
39	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；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。	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	1.某数据中心： 项目采用高效模块化 UPS，负载 890kW，效率达到 96%。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 kW·h。 2.某数据中心： 2012 年成功应用 10 余套本产品，UPS 设备整机效率大于 95%。	
40	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%； 4.负载损耗：在 t=75℃（运行温度），13.270kW； 在 t=145℃，16.297kW。	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	某数据中心配电项目： 应用 2 台敞开式立体卷铁芯干式变压器，年节约用电 82726.02kW·h，节省电费 60390 元，减少 CO ₂ 排放量 73.16 吨。	
41	飞轮储能装置	新建数据中心/在用数据中心改造	由飞轮储能电机、机柜、电力电子装置、监控系统、辅助系统等组成。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：≥100kW； 2.放电电压：360-550VDC； 3.放电时间：≥15s（100%负载）； 4.待机充电电压：400-600VDC。	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。	

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
1.5 高效辅助技术产品								
42	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: 项目总投资 25 万元,运行成本(电耗及材料)3.2 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,投资回收期 5 年。	1.需要约 20 平方米空间面积; 2.寒冷地区需采取相应措施。
2. 可再生能源利用、分布式供能和微电网建设技术产品								
43	天然气分布式供能技术*	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、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,实现能源的梯级利用,综合能源利用效率可达 80%以上。	1.可节约电约 20%; 2.消减碳排放约 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	某公司数据中心: 天然气分布式供能项目,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。	
44	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: 建成额定发电功率 0.2MW 分布式光伏发电系统,投资额 157.1 万元,预计投资回收期为 5.5 年。	
3. 废旧设备回收处理、限用物质使用控制技术产品								
45	废旧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,包含动力电池拆解示范线及废旧电池电子产品回收示范线。	需符合当地环保要求。

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. 绿色运维管理技术产品								
46	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，其中所述调度处理包括对分机进行的开启、关闭、预热和迁移操作，实现对集群系统综合调度节能。	可以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。	
47	数据中心能耗监测及运维管理系统	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、华为技术有限公司、深圳市盘古运营服务有限公司	1.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150万元，可实现节电率约29.1%，年节电量约101万kW·h。 2.某数据中心： 总装机量1540柜，单柜密度8kW/柜，40.9%IT负载率，2N供电系统，N+1冷冻水系统。全年PUE降低0.116。 3.某数据中心： 建筑面积为18921平米，共计3196个机柜，平均每年节约电量51.9万余kW·h，平均每年节水2600余吨，投资回收期约3年左右。	

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
48	移动式能效环境集成测量系统	新建数据中心/在用数据中心改造	采用移动式测量平台，短时间内完成机房空间内的温湿度、重要区域的空气流量等数据测量并进行分析，发现机房潜在的环境和制冷系统能耗问题。	1.温度范围：-100-300℃； 2.温度精度：±0.1℃； 3.湿度范围：0-100%； 4.湿度精度：±2%RH； 5.风速范围：0-20m/s； 6.风速精度：±5%； 7.采样频率：64点/s。	预计未来普及率可以提升至50%以上。	中科赛能（北京）科技有限公司	某数据中心： 在2015年4月应用本系统进行测试及改造。总投资15万元左右。在2015年5月至2015年12月期间即节约电能约12.44万kW·h，节省电费10万元左右。	
49	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。	1.内阻检测方式：交流信号注入法； 2.电压检测范围：0-16V DC/精度：±0.02V； 3.温度检测范围：-10-55℃/精度：±1℃； 4.有线通讯接口：RS485； 5.被动均衡单节电池容量：±10%。	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： 投入运行时间2016年8月，采用产品134套，投资约450万元。系统对应UPS额定负载11880kW，优化UPS系统的能源使用效率约1%。运营期累计节省用电104.52万kW·h；节省电费94.068万元。投资成本回收期约5年。	
50	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%； 3.实际建设功率的单位性能产出平均提升10%。	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： 实现机柜服务器功耗密度提升约10%-20%(根据业务负载情况有响应浮动)，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%。	

注*：原第一批、第二批《绿色数据中心先进适用技术产品目录》入选技术产品