

# 国家标准

《数据中心能效限定值及能效等级》

编制说明

（报批稿）

标准起草工作组

2021年2月

# 1 工作简况

## 1.1 任务来源

本标准修订工作列入国家标准化管理委员会 2016 年标准制修订计划，计划编号：20160845-Q-469，计划名称为《数据中心能效限定值及能效等级》，由中国国家标准化管理委员会、国家发展和改革委员会资源节约和环境保护司提出，国家标准化管理委员会归口。

## 1.2 起草工作组

按照国家标准制修订工作的规定和要求，为了更好地完成标准修订工作，成立了由科研单位、数据中心建设运维企业、关键部件生产企业、检测认证机构等组成的标准修订工作组，主要起草单位包括：中国标准化研究院、合肥通用机电产品检测院有限公司、北京光环新网科技股份有限公司、北京万国长安科技有限公司、北京科计通电子有限公司、华为技术有限公司、中国联合网络通信集团有限公司、北京电信规划设计院有限公司、清华大学、上海市能效中心、中国电子节能技术协会、北京领智信通节能技术研究院、北京国信天元质量测评认证中心、深圳市腾讯计算机系统有限公司、联通云数据有限公司、中国信息通信研究院、广东省节能中心、电科云（北京）科技有限公司、联想（北京）有限公司、阿里云计算有限公司、国网信息通信产业集团有限公司、上海邮电设计咨询研究院有限公司、北京信息科技大学、北京尊冠科技有限公司、深圳康普盾科技股份有限公司、贵州省节能监测中心、珠海格力电器股份有限公司、国网信通亿力科技有限责任公司、国网（北京）综合能源规划设计研究院有限公司、英特尔(中国)有限公司、中国建筑标准设计研究院有限公司、湘潭大学、联想（北京）信息技术有限公司、北京光环金网科技有限公司、浪潮电子信息产业股份有限公司、广东美的制冷设备有限公司、中关村现代能源环境服务产业联盟、青岛海尔空调电子有限公司、曙光数据基础设施创新技术（北京）股份有限公司、江苏威诺检测技术有限公司、广东省建筑设计研究院有限公司、上海碳索能源服务股份有限公司、深圳达实智能股份有限公司。

本文件主要起草人：彭妍妍、朱丰雷、尹晓竹、林翎、蔺昊欣、黄群骥、张勇、杨威、方良周、李向东、梁艳、秦宏波、李震、费珍福、韩冬、张冰、李国强、林承楨、刘浩、陈清金、吕天文、张广河、侯震寰、李强、陈海红、刘猛、谢宝刚、蔡红戈、刘永清、焦艳斌、李鹏程、宋金良、马金平、滕然、肖力、杨海波、朱凤涛、李洁、张磊、李勇、黄超、关鑫、杨庭栋、王月、夏玉娟、吴美希、周慧、杨晓平、胡雯、石磊、张健、刘韧、

顾小杰、郭亮、蒋军、张长鲁、贺婷婷、贾峻、高建辉、李崇辉、殷智慧、徐剑波、刘华、吴波、李华、李哲涛、吴晓晖、李清举、徐杰彦、杨宝林、夏宇阳、田婷、张浩、张新起、师光福、王继伟、金建明、易明、曹士彧、白欣璐、徐钿、何鑫、胡晓东、汤江晖、吕枫、王世晓、孙晓钢、潘斌、张智权、周英杰、张立功、李俊山、曹宁。

## 1.3 标准草案的编写

到目前为止，数据中心能效标准的修订工作主要开展以下几方面工作：

### 1.3.1 确定指导思想

2020年3月4日，中共中央政治局常务委员会召开会议，要求加快推进国家规划已明确的重大工程和基础设施建设，加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设进度。数据资源已成为关键生产要素，越来越多的产业需要通过利用物联网、工业互联网、电商等结构或非结构化数据资源来提取有价值信息，海量数据的传输、处理与分析均需依赖数据中心。然而，数据中心的维护运营需要消耗大量的电能。据赛迪2020年发布的报告，2019年我国数据中心数量大约有7.4万个，约占全球数据中心总量的23%，数据中心机架规模达到227万架，在用IDC数据中心数量2213个。呈现大型化、规模化趋势。数据中心耗电量已连续八年以超过12%的速度增长，2019年数据中心能耗约为613亿度电。数据中心的巨大能耗已不容忽略，提升能效、降低能耗已成为数据中心发展的重点关注之一。

为落实国务院《“十三五”节能减排综合工作方案》，推动数据中心的节能减排，国家发改委联合工信部等七部委于2019年6月发布《绿色高效制冷行动方案》，提出“加快制定数据中心能效标准，实施数据中心制冷系统能效提升工程。”2020年12月23日，国家发展改革委、中央网信办等四部委联合发布《关于加快构建全国一体化大数据中心协同创新体系的指导意见》，再次要求“加快制定数据中心能源效率国家标准”，提出“到2025年，大型、超大型数据中心运行电能利用效率降到1.3以下”。

工信部联合国管局、国家能源局于2019年2月发布《关于加强绿色数据中心建设的指导意见》，提出到2022年，数据中心平均能耗基本达到国际先进水平，新建大型、超大型数据中心的电能使用效率值达到1.4以下。各地方近年来也陆续出台了数据中心能源管理要求。如北京市2018年发布《北京市新增产业的禁止和限制目录（京政办发〔2018〕35号）》，要求全市层面禁止新建和扩建互联网数据服务、信息处理和存储支持服务中的数据中心（PUE值在1.4以下的云计算数据中心除外），2020年发布《关于开展北京市2020年能效领跑者试点工作的通知》，开展数据中心行业能效领跑者征集活动。上海市2019年发布《上海市互联网数据中心建设导则（2019版）》，2020年发布《数据中心能源消

耗限额》强制性地方标准，对数据中心能耗提出限制要求。深圳市也于 2019 年发布《深圳市发展和改革委员会关于数据中心节能审查有关事项的通知》，要求数据中心重点用能单位应建设能耗在线监测系统，按要求接入广东省重点用能单位能耗监测平台。

可见，依据《节约能源法》，运用强制性国家标准的措施对数据中心进行能效管理，非常必要且迫切，从国家和地方政策实践看，也具备了充分的标准执行条件。

为了贯彻落实《“十三五”节能减排综合工作方案》，提高数据中心能效水平。结合行业发展特征，提出了我国数据中心能效标准的框架和研究路径；并在国家发改委环资司和国家标准委的指导下，组织行业、企业、科研单位开展研究，确定了适合我国国情、推动产业技术升级、服务于国家节能环保政策需求的标准修订指导思想。

### 1.3.2 开展行业情况和节能技术调研

组建标准起草专家团队，由中国标准化研究院牵头，联合合肥通用机械研究院、光环新网、万国、联通、华为、腾讯、联想、信通院、英特尔、国网信产集团、格力等机构和企业的起草组。标准研制过程中，起草组开展了多次不同范围的内部和行业研讨，其近一年来较为主要的几次研讨会情况如下：

会议时间	参会单位	会议主要讨论内容
2019 年 10 月 31 日	中国标准化研究院、中科院计算所、中国建筑标准设计研究院、中关村现代能源环境服务产业联盟、国网（北京）综合能源规划设计院、中国联通、中国电信、中国移动、光环、阿里巴巴、联想、华为、英特尔、海尔等	介绍了标准制定的目的、背景和初步方案，讨论了数据中心相关标准技术内容、本标准主要能耗评价指标设置、下一步工作计划等内容
2020 年 12 月 10 日	中国标准化研究院、中科院计算所、光环新网	数据中心设计、建设、验收等国内外相关标准体系及技术内容研学
2020 年 4 月 17 日 (线上会议)	中国标准化研究院、中科院计算所、合肥通用机械研究院等	讨论了数据中心能效短期测试法的设计
2020 年 5 月 14 日 (线上会议)	中国标准化研究院、合肥通用机械研究院、万国数据、中国联通、华为、阿里等	讨论了 PUE、EEUE 等指标在业内的应用情况及数据对比
2020 年 5 月 28 日 (线上会议)	中国标准化研究院、合肥通用机械研究院、万国数据、中国联通、光环新网、华为、阿里、腾讯、联想等	对标准的术语定义、能效等级指标值、测试方法等内容的细节进行讨论
2020 年 6 月 10 日 (线上会议)	中国标准化研究院、合肥通用机械研究院、中国联通、光环新网、华为、阿里、腾讯、联想、美国信息产业机构、曙光信息产业有限公司等	对标准的术语定义、能效等级指标值、测试方法等内容进行大范围征求意见和讨论
2020 年 7 月 13 日 (标准征求意见)	标准形成征求意见稿，由全国能标委发函（能标委字【2020】054 号），公开征求意见，为期两个月	

2020年9月25日 (意见汇总讨论)	华为、上海能效中心、合肥通用机电检测院等标准起草组专家	针对征集来的汇总意见逐条讨论并形成回复意见
2020年10月29日	中国标准化研究院、上海能效中心、中国联通、光环新网、华为、上海邮电设计咨询研究院、阿里、腾讯等	讨论了标准评价指标、测试方法、测量设备等内容
2020年11月3日	国家发改委环资司、工信部节能司、中国标准化研究院、中国信通院、中科院计算所、合肥通用机械研究院、中国电子节能协会、中国电子技术标准化研究院、光环新网、腾讯、华为等	邀请主管部门领导听取标准研制进展及数据中心节能降耗领域的有效实践汇报，并对标准内容进一步深入讨论。
2020年12月2日	全国能标委、光环新网、中科院计算所、合肥通用机械研究院、腾讯、清华大学、北京电信规划设计院等	邀请能标委专家为标准技术内容及形式内容把关。

为加强技术交流，标准研制过程中分别对数据中心建设方、使用方、出租方、运维方，以及主要 IT 设备、制冷设备供应商进行了调研，近一年主要调研情况如下：

调研时间	调研单位	行业角色
2019年10月15日	联想集团	数据中心使用方、IT 设备供应商
2019年10月21日	阿里集团	数据中心使用方
2019年10月23日	北京光环新网科技股份有限公司	数据中心建设方、出租方、运维方
2019年10月27日	海尔青岛海尔空调电子有限公司	数据中心制冷设备供应商
2019年10月28日	深圳市英维克科技股份有限公司	数据中心制冷设备供应商
2019年11月13日	英特尔	IT 设备供应商、数据中心使用方
2019年11月20日	中科院计算技术研究所	数据中心技术权威
2019年12月11日	中国联通	数据中心建设方、使用方、出租方
2019年12月25-26日	华为	数据中心建设方、使用方、IT 设备供应商
2020年5月11日	光环新网房山数据中心	数据中心建设方、出租方、运维方
2020年5月18日	万国数据北京1号数据中心	数据中心运维方
2020年10月29日	上海外高桥联想数据中心	数据中心建设方、使用方
2020年12月8日	腾讯光明数据中心	数据中心使用方

为了合理确定我国数据中心能效标准指标，基于市场数据分析、产业技术升级面临的技术障碍、影响标准的相关因素等，组织对云数据中心的能效评估进行了研究，分析如何挑选合适的指标，如何建立有效的数据中心能效评估模型，从而实现大规模云数据中心的能效评估，为数据中心管理者提供理论依据，为标准制修订工作提供技术性支撑。

### 1.3.3 编制标准文本

#### 1.3.3.1 标准讨论稿

根据能效调查数据、实验测试数据，确定了当前我国数据中心的能效水平、等级分布，分析了进一步技术升级的潜力，并与国内外技术专家充分交流意见，对比分析了国际标准的进展情况，明确了我国的评价方法和指标水平；同时，标准研究期间通过多次技术研讨会，研究、提出了标准框架及指标确定方案，依据以下分析，编写了标准讨论稿。

- (1) 数据中心能效水平分布；
- (2) 数据中心国内外相关标准情况；
- (3) 支撑性技术研究分析结果等。

#### 1.3.3.2 征求意见稿

针对标准讨论稿，主要开展了以下论证工作，并修改完成标准征求意见稿。

##### (1) 节能技术方案论证

根据技术支撑研究项目，分组开展了节能技术途径、实验验证、国内外对比等，基于技术分析结果，结合我国节能政策和节能目标、标准现状、产业升级需求等，形成标准讨论稿。同时也与实验室、科研单位、企业进行了互访，对标准不同方案的可行性、优缺点进行了深入交流、对比。

##### (2) 相关方交流汇报

针对生产企业、科研院所、测试机构、行业协会、上下游配套企业等相关方，召开了多次工作组会议、讨论会、技术支撑项目论证会等，在会议中，结合已有的调查结果、实验数据、节能升级路径等，对能效评价方法、指标进行了反复论证、讨论，并充分考权衡我国行业现状、实际运行特征、技术升级发展瓶颈和节能提升步伐等因素。

将标准研究进展和行业面临的主要困难挑战，向国家发改委环资司、国家标准化管理委员会标准管理司等主管部门领导进行汇报，推进形成标准征求意见稿，并于 2020 年 7 月 13 日-9 月 13 日公开征求意见。

#### 1.3.3.3 审定稿

根据公开征求意见期间收集到的意见，对标准内容进行完善，于 2020 年 10 月 29 日、11 月 3 日、12 月 2 日三次，邀请起草组成员、行业专家、标委会专家召开研讨会，现场听取相关领域专家意见，并对各方重点关注的标准内容进行了完善，形成审定稿。

### 1.3.3.4 报批稿

2020年12月19日，由全国能源基础与管理标准化技术委员会组织召开标准审定会，根据会上专家意见对标准进行修改（修改说明见附件1），形成报批稿。

## 2 编制原则、主要技术内容及确定论据

### 2.1 编制原则

本次标准修订遵循以下几个原则：

1) 标准编制过程中严格执行《强制性国家标准管理办法》要求，科学合规开展标准编制工作。起草过程公开、透明，按照便捷有效的原则采取多种方式，广泛听取各方意见。

2) 贯彻我国的节能环保政策要求，落实国家发改委等联合颁布的《绿色高效制冷行动方案》等文件要求。

3) 充分考虑我国数据中心行业的实际情况和发展水平，使标准具有较高的科学性、先进性和可操作性，促进我国新基建领域的节能技术升级和可持续发展。

4) 加快产业升级，与国际先进能效管理水平接轨，促进数据中心行业可持续发展。

5) 规范确立能效要求，推动、引领数据中心节能技术的发展，实现节能减排成效。

a) 1级达到领先水平；

b) 促进落实国家和地方政府对数据中心能效水平的管理；

c) 引导促进能效提升的核心技术和设备的研发与供应。

6) 注重与已发布的相关标准，尤其是相关建筑规范和安全要求要求进行衔接。

7) 按照 GB/T 1.1 《标准化工作导则第一部分：标准的结构和编写规则》的要求和规定编写本标准内容。

### 2.2 主要技术内容及确定依据

标准主要包括范围、规范性引用文件、术语和定义、能效等级、技术要求、测试方法、计算方法以及规范性附录。标准的主要内容包括以下几个方面。

#### 2.2.1 适用范围

根据数据中心行业现状，本标准的适用范围是：“本文件规定了数据中心的能效等级与技术要求、统计范围和方法、测试与计算方法。本文件适用于采用独立配电、空气冷却、电动空调的数据中心建筑单体或模块单元的能效计算和考核，以及新建及改扩建的数据中心的能耗计量。”该范围与数据中心建筑规范的国家标准要求，以及国家发改委、工信部保等部委已发布数据中心能耗要求的文件保持一致，适用于各种类别的数据中心建筑，对

于标准的节能管理成效有较强的基础性保障。考虑到社会执行成本不宜过大，本标准对于标准发布之前已建在用的数据中心不作评价。

本标准将标准适用范围限定为空气（大气）作为空调压缩机冷却的数据中心，是因为水作为空调压缩机冷却的数据中心不能用本文件的公式 1，附录 A 的表 A1 数据为部分城市的大气数据。同等条件的水冷却的数据中心与空气冷却的数据中心没有可比性。同时，将标准适用范围限定为采用电驱动空调设备的数据中心。意即，本标准不适用于采用各种热制冷设备的系统。例如，余热制冷、太阳能制冷等。

本标准不以规模等因素对数据中心进行分类。原因如下：

首先，数据中心的功能类型、信息设备利用率与业务类型和运营策略相关，主要影响其运行时能效水平，本标准主要针对的是新建及改扩建数据中心，其设计时就已考虑了功能类型，智能化技术手段提高设备利用率等，不宜在本标准中再加以规定。

其次，对于数据中心建设按机架规模的分类缺乏国家标准等技术依据，据了解，目前建设部组织编写的《数据中心建设标准》，定义“超大型数据中心是指规模大于等于 3000 个标准机架小于 10000 个标准机架的数据中心”，与《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》内容不一致。

第三，对于数据中心建设规模及不同机架水平对应的能效有差异目前缺乏相关具体研究数据支撑。目前业内通常参考《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》中对数据中心的规模划分界定，即：“超大型数据中心是指规模大于等于 10000 个标准机架的数据中心；大型数据中心是指规模大于等于 3000 个标准机架小于 10000 个标准机架的数据中心；中小型数据中心是指规模小于 3000 个标准机架的数据中心。”但这种划分方法是从物理设备容量角度考虑，对于用能量的考量较模糊，通常以功率 2.5 千瓦为一个标准机架进行用能量换算，与实际运行的差异难以估算，无法在此基础上进行能效评价。

本标准也不对可再生能源、“碳中和”等内容进行规定。原因如下：

本标准为强制性能效标准，评价对象仅限于数据中心的能源利用效率。强制性能效标准的根本目的是规定数据中心的能效准入门槛，即“底线”要求。至于数据中心具体通过何种途径、采用何种技术达到高能效，或者是否采用可再生能源、是否零碳排放非本标准评价内容，本标准不做要求。可针对可再生能源和零碳排放单独制定其他标准，或在本标准基础上出台配套政策，对有利于提高能效、节能减排的新技术进行鼓励。

同时，如果考虑可再生能源和碳排放因素，则仍需大量数据作为支撑提出相关折算系数才能进行测算，以及零碳概念需要有相关标准作为鉴定依据，本标准现阶段还做不到将



这两项因素放入强制性国家标准。

### 2.2.2 规范性引用文件

本标准引用了六项国家标准和一份参考文献，以支撑数据中心的相关测试方法、工况与要求。其中GB /T 32910.3 数据中心 资源利用 第3部分：电能能效要求和测量方法，以及 ISO/IEC 30134-2 Information technology — Data centres — Key performance indicators — Part 2: Power usage effectiveness (PUE) 是本标准对数据中心能效评价方法的主要借鉴依据。

GB/T 19413 计算机和数据处理机房用单元式空气调节机

GB/T 32910.1 数据中心 资源利用 第1部分：术语

GB/T 32910.3 数据中心 资源利用 第3部分：电能能效要求和测量方法

GB 50174 数据中心设计规范

GB 50189 公共建筑节能设计标准

GB 50462 数据中心基础设施施工及验收规范

### 2.2.3 术语与定义

本标准包括数据中心、数据中心总耗电量、数据中心信息设备耗电量、数据中心电能比、数据中心能效限定值等五个术语定义，以及GB /T 32910.1 和 GB /T 32910.3 界定的术语和定义，其中数据中心电能比核心指标评价数据中心能效水平。

### 2.2.4 以“数据中心电能比”为能效评价指标

本次标准依据 ISO 和相关国家标准，确定了能效评价方法思路，并进行优化完善。

我国现有涉及数据中心资源利用、能效评价、节能评价、绿色数据中心评价的国家标准、地方标准、行业标准和规范性文件超过 20 项。从标准体系上看，以《GB/T 2887-2011 计算机场地通用规范》为基础，工信部、住建部等部委组织相关单位，分别制定了《GB 50174-2017 数据中心设计规范》《GB 50462-2015 数据中心基础设施施工及验收规范》《GB/T 51314-2018 数据中心基础设施运行维护标准》等标准，从设计上、施工验收上、运维上等不同方面细化执行 GB/T 2887 标准的具体要求。我国现有涉及数据中心资源能源利用、能效/能耗评价、节能评价、绿色数据中心评价的国家标准、地方标准、行业标准和规范性文件超过 20 项（见附件 2）。

目前国家、行业和地方对于数据中心能耗评价方法主要有以下四种方式：一是电能效率评价（如 PUE 或 EEUE）、二是综合打分法（如绿色数据中心评价）、三是新增能耗限制等减量替代法、四是完成单位工作量的能耗评价（具体情况见附件 3）。考虑到我国数

据中心行业在节能管理上尚未形成统一的标准要求，为保障能效评价更为科学、合理，既负荷实际使用情况又能保障标准落地实施，现行标准结合企业执行困难和相关标准，采用总能耗除以有效能耗（PUE、EEUE）作为能效评价指标。这种评价方式控制了除信息设备之外，数据中心电力消耗的主体来源，是目前业内认知度和政策引用度最高的数据中心用电效率水平评价方法。

数据中心电力消耗构成如图 1 所示，主要分为 IT 设备、制冷设备、供配电系统损耗和其他设施四大部分，每个系统电能消耗比例可做如下分析：以某 3600 机柜、单机柜 4.4kW 的数据中心为例。该数据中心的 IT 负载电力总容量为 15840 kW，实际运行中，空调的总功耗约为 6020.8kW，占 IT 设备功耗的 35%左右，需要利用自然冷源和精细化运维降低空调系统能耗，利用自然冷源的时长取决于数据中心所在地区全年低于 15 度（湿球）的时长；供配电系统电力损耗分为变压器损耗、UPS 损耗和电力线路损耗三个方面，该数据中心实际运行中，变压器损耗占 IT 功耗的 1.90%，UPS 损耗占 IT 功耗的 7.5%，电力线路各个环节产生的总损耗占 IT 功耗的 1%，因此供配电系统电力损耗占 IT 功耗的 10.4%（1.9%+7.5%+1%）；其他辅助设施的电力消耗包括照明功耗（占 IT 功耗的 0.6%）、辅助设备功耗（占 IT 功耗的 0.6%）、变频器功耗（占 IT 功耗的 1.2%）、电源质量治理功耗（占 IT 功耗的 1.9%）等，这些设备的功耗占 IT 设备功耗的 4.4%。因此，在该案例中，

非 IT 设备在 IT 设备功耗的占比为 49.8%，则该数据中心的 PUE =  $\frac{P_{IT}+0.498P_{IT}}{P_{IT}} = 1.498$ 。

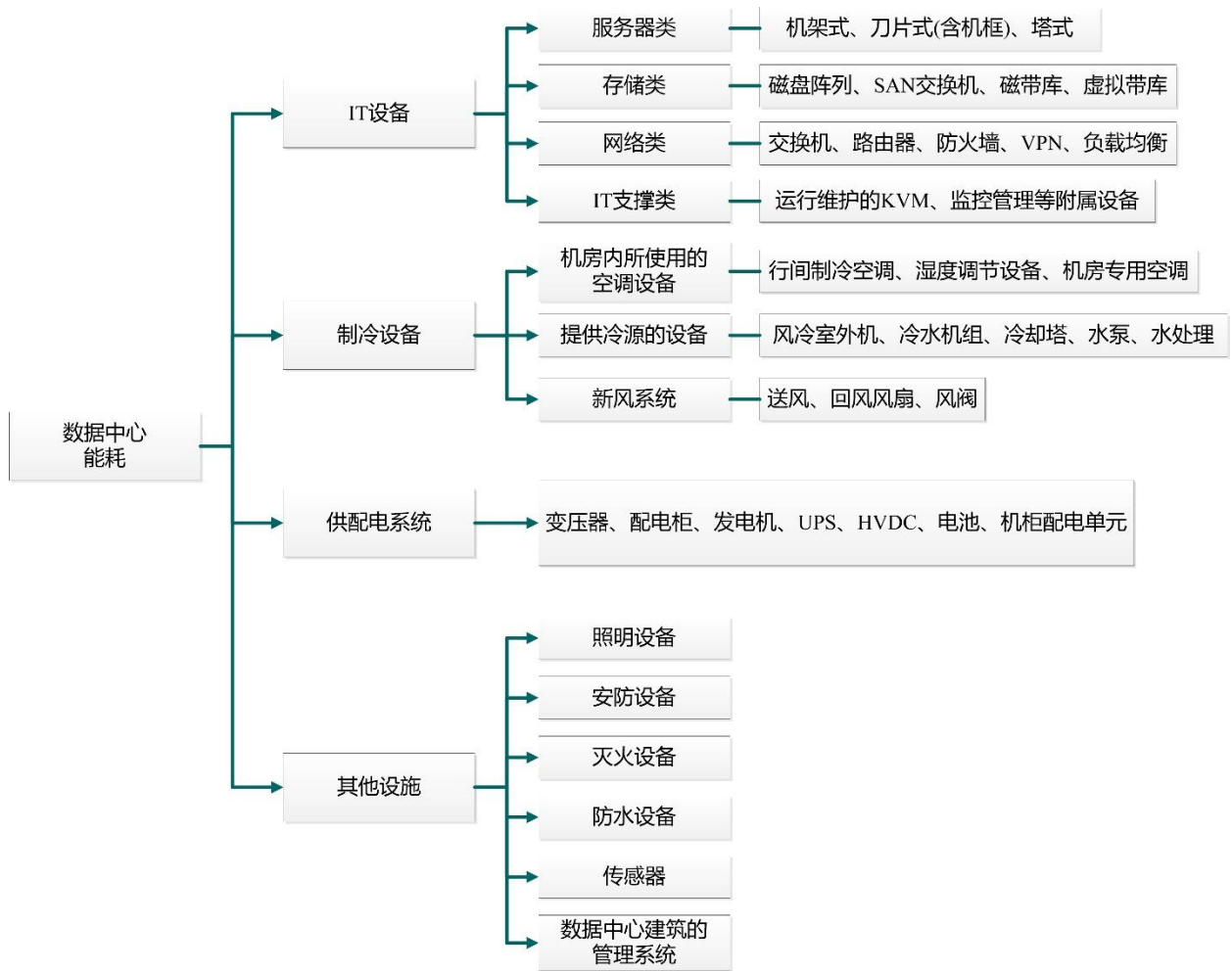


图 1 数据中心能耗设备构成

按照标准应当结合国情采用国际标准的原则，本标准采用ISO/IEC 30134-2的评价思路，以数据中心总能耗与IT设备能耗的比值来评价数据中心的有效电能使用情况。为了避免与“效率极限为1，效率应该是数值越小越优”这一逻辑相违背，本标准将该指标定义为“数据中心电能比”，即统计期内，数据中心在信息设备实际运行负载下，总电能消耗量与信息设备电能消耗量的比值。

### 2.2.5 能效评价指标的确定

对于信息设备和冷却系统是数据中心能耗最主要的两大部分，关乎能效等级划分因素的考虑。

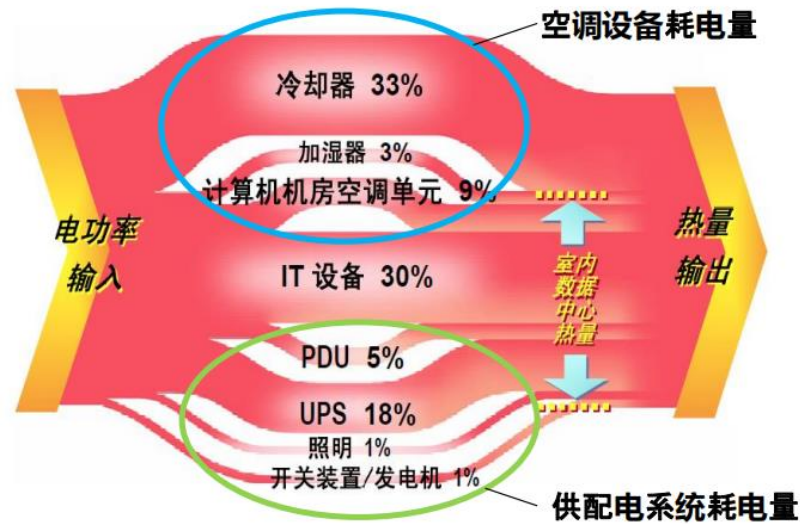


图2 数据中心设备耗电量占比结构图

### 1、对于信息设备负载率作为能效等级划分的考虑。

信息设备能耗与负载率有较大关系，负载率是指数据中心基础环境建成之后，信息设备的上架率，是数据中心运行方可调控的因素。通常初期上架率相对较低，逐步达到设计的满负载，这个时间可能比较短也可以比较长，不同数据中心的使用情况略有差别，第三方数据中心的上架率增长速度较快，自用数据中心上架率增长略慢。尤其是多年前建设的数据中心，节能措施考虑并不充分，可能配电制冷都开机，但是信息设备并没有达到那么多，对于电能比的影响较大。

另一方面，近年来新建数据中心通常都采用模块化的设计理念，将一个大数据中心拆分成多个小的模块单元，当上架率低的时候，有两方面因素可以降低对能效的影响：一是将信息处理任务集中到少量模块单元里面运行，使得对于这些模块单元来讲上架率是很高的，电能比数值也不受影响。二是冷却设备目前基本都是模块化设计、变频控制，供电系统也是各种休眠节能技术应用，这样即使上架率低，冷却、供电系统并不会按照满载去工作。因此运行的电能比和满载情况下的电能比差异不大。而这也是目前数据中心节能方案的主要措施和主流趋势。

综上所述，标准中不单独考虑负载率的影响因子，即使对于未采用模块化的数据中心，也希望引导其向节能运行的方向去努力，尽量提高负载率，减少资源闲置，促进数据中心行业的健康发展。

### 2、对于气候区域作为能效等级划分的考虑。

冷却系统的耗电量与数据中心所处的环境温湿度指标有密切的联系，不同的温湿度环境下，为数据中心机房产生相同的制冷量所需要的耗电量差异较大。对于气候因素，本文

件在第六部分提出电能比实测值，以运用温度分布系数进行耗电量校准值计算的方式予以体现，亦由此不在能效等级进行气候分区划分。

### 3、对于建设等级作为能效等级划分的考虑。

通常业内依据《数据中心设计规范》GB 50174-2017 中的要求，根据数据中心的性质、数据丢失或网络中断在经济或社会上造成的损失或影响程度，将数据中心分为 A、B、C 三个等级，其中 A 级建设等级最高，冗余度最大。据起草组单位中的联通、腾讯、万国、阿里巴巴等数据中心运营方及上海能效中心、广东省节能中心、贵州省节能监测中心反馈，目前适用于本标准实施范畴的，新建数据中心均为 A 级类型，且目前行业内基于对信息安全的绝对保护，新建数据中心已很少有达到 A 级技术要求以下的类型。因此，不需要从建设等级角度再进行能效等级分类。

### 4、能效等级指标的划分

本标准对数据中心能效等级的划分原则为：综合考虑数据中心能效现状、国家及地方政策、节能潜力等因素，在保证能效指标的先进性和合理性的前提下，根据数据中心节能技术发展趋势，充分考虑未来 2~5 年各类用能产品可能达到的能效水平，做到技术上可行，经济上合理，最大限度地促进数据中心电能利用效率的提升和节能技术的进步。依据上述原则，将数据中心能效等级划分为 3 级，1 级表示能效水平最高，2 级为节能评价值，3 级为能效限定值。

#### (1) 数据中心能效现状

起草组收集了 2018 年-2019 年全国 137 个数据中心的全年实际运行能效水平（征集数据函见附件 4，部分数据中心情况见附件 5）。这些数据中心运行时间多为 3 年以上，分别来自北京、上海、广州、贵阳、哈尔滨等 37 个城市和地区，分布于我国东北、华北、东南、华南、华中、西南、西北等地区，所处气候带涵盖了除热带季风气候外的我国所有典型气候类型，使用单位涉及电信、互联网、金融、教育、制造业、公共服务等多个行业的企业和公共机构。本次调研数据中心的配电架构涵盖了市电+UPS、双路 UPS、市电+高压直流、双路高压直流等主流类型，制冷方式包括水冷冷水机组、风冷冷水机组、间接蒸发冷却、风墙、液冷、风冷精密空调等主流类型，调研数据结果具有代表性。经过对数据的统计分析，可得出以下结论：

根据全国 137 个数据中心实测运营数据统计结果显示，最优运行数据中心年平均 PUE 为 1.10，137 个数据中心平均 PUE 为 1.48。全年平均 PUE 低于 1.3 的数据中心占有所有调研数据中心的 10%，全年平均 PUE 为 1.3-1.6 的数据中心占有所有调研数据中心的 62.0%，全

年 PUE 为 1.6 以上的数据中心占有所有调研数据中心的 28.5%。（如图 3 所示）

除此之外，行业内权威机构也有大量关于数据中心能效的报告，据工信部信息通信发展司《全国数据中心应用发展指引（2019）》，全国超大型数据中心平均 PUE 为 1.40，大型数据中心平均 PUE 为 1.54，与前两年比有所提升。全国规划在建超大型、大型数据中心平均设计 PUE 进一步降低，分别为 1.32、1.40。

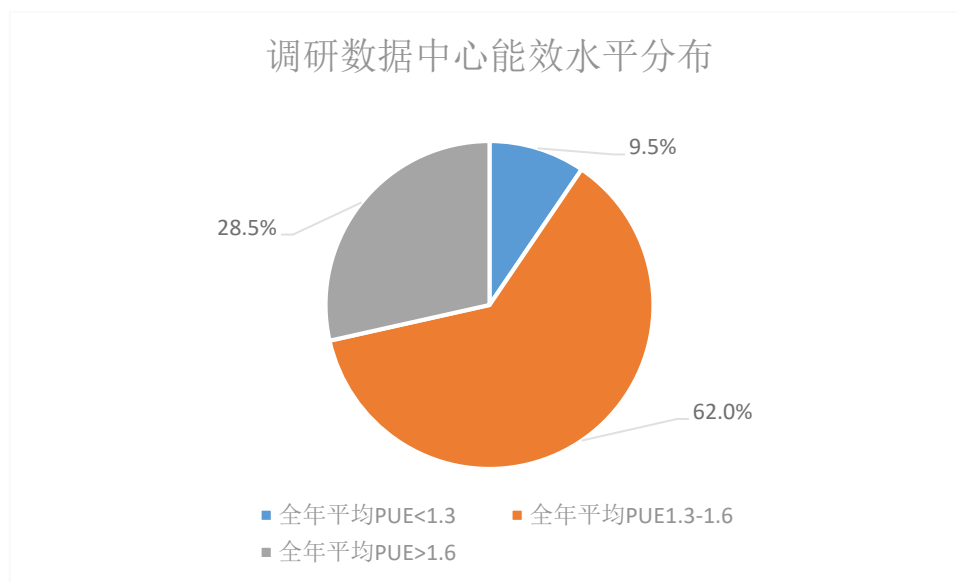


图 3 调研数据中心能效水平分布

## （2）本标准应具有一定引导性和超前性

目前，我国数据中心的节能技术主要针对供配电系统和制冷系统两方面。在供配电系统方面，数据中心采用的节能技术主要有：UPS 模块化设计、锂离子电池技术、高压直流等，新型市电直供系统也在部分代替传统 UPS，组成市电直供 +UPS 双路供电系统、市电直供+ 高压直流双路供电系统、市电主用 +UPS 热备混合供电系统、市电主用 + 高压直流热备混合供电系统等多种更加节能的供配电系统。在制冷系统方面，冷水机组、FREE COOLING、精确送风、氟泵、间接蒸发冷却、液冷技术等技术和产品都是提高数据中心的制冷能效的有效手段，通过利用自然冷源、新型末端制冷、优化气流组织、蓄冷技术、智能化群控管理等，都可以实现数据中心制冷系统的节能，降低空调系统的能耗浪费。典型节能技术见附件 6。

起草组依据实测数据和国家相关标准、部门文件要求，同时充分考虑数据中心节能技术现状及进步潜力，以 10%的能效提升幅度为考量，设定能效等级和限值。经过多次大规模行业研讨、起草组内部专家讨论，以及 4 版讨论稿征求意见，起草组以口头及书面形式广泛向数据中心建设方、出租方、运营方、使用方、IT 设备供应商、制冷设备供应商、数

据中心技术权威等行业企业和技术机构征集数值建议。征集意见结果显示，该能效提升幅度行业可接受，具有可行性。

2020年12月23日，国家发展改革委、中央网信办等四部委联合发布《关于加快构建全国一体化大数据中心协同创新体系的指导意见》，再次要求“加快制定数据中心能源效率国家标准”，提出“到2025年，大型、超大型数据中心运行电能利用效率降到1.3以下”。1.3可理解为5年后的大型、超大型数据中心目标能效限定值，因此，本标准将1.3设为能效等级2级指标值是将国家政策纳入技术法规，推动行业能效提升。

基于上述实测数据、行业意见和国家政策要求，按照标准工作组确定的制订原则和主管部门提出的指导思想，起草组分析确定了能效等级指标、能效限定值指标。具体指标如表1所示。

**表1 数据中心能效等级指标**

指标	能效等级		
	1级	2级	3级
电能比	$\leq 1.25$	$\leq 1.40$	$\leq 1.60$

## 2.2.6 技术要求

### 2.2.6.1 数据中心的能效限定值

数据中心的能效限定值应小于等于其能效等级3级指标值。

### 2.2.6.2 允许偏差

本标准规定的允许偏差包括两个方面，一是数据中心设计值和实测值与标准限定值之间允许的偏差；二是数据中心实测值与设计值之间的允许偏差。标准规定，数据中心电能比的设计值和实测值均符合表1相应等级的规定；数据中心电能比的全年实测值应小于设计值的1.05倍。标准规定实测值与设计值之间的允差，主要是为了支撑强制性标准实施后的监督检查，提升监督检查可操作性。本标准补充提出电能比设计值的计算方法，即数据中心电能比设计值等于总耗电量的规划设计值除以信息设备耗电量的规划设计值。明确设计值的计算方法，有利于界定设计值的定义，也便于新建数据中心在不具备实际运行条件时进行电能比计算。明确测试与计算后电能比的判定要求，也解决了行业中能效水平存在设计值、实测值、运行值等多种命名，而缺乏统一数据口径，导致计算结果不可比的问题。

### 2.2.7 实测值测试方法

本标准采用的数据中心能效测试方法为：测量数据中心在 5 种特征工况点（如表 2 数据中心外侧 A~E 所示）的能效，并与该数据中心所处地区的全年温度分布系数（见标准文本附录 A）进行加权计算，得出数据中心的能效值（如式（1）-（3）所示）。

表2 数据中心能效试验工况

特性工况点		a	b	c	d	e
数据中心内侧	干球温度 °C	18-27				
数据中心外侧	干球温度 °C	35	25	15	5	-5

数据中心电能比设计值按照公式（1）计算

$$R_D = \frac{E_D}{E_{DIT}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $R_D$ ——数据中心电能比设计值，无因次；
- $E_D$ ——总耗电量的规划设计值，单位为千瓦时（kW·h）；
- $E_{DIT}$ ——信息设备耗电量的规划设计值，单位为千瓦时（kW·h）。

总耗电量的校准值按照公式（2）计算

$$E_C = 8760 \times T_a P_a + 8760 \times T_b P_b + 8760 \times T_c P_c + 8760 \times T_d P_d + 8760 \times T_e P_e \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $E_C$ ——总耗电量的校准值，单位为千瓦时（kW·h）。
  - $P_a \sim P_e$ ——在表2中a~e工况条件下测算的数据中心总功率，单位为千瓦（kW）；
  - $T_a \sim T_e$ ——温度分布系数，无因次；具体数值见附录A；
  - 8760——全年小时数，单位为小时（h）。
- 注：温度分布系数 $T_a \sim T_e$ 表示每个特性工况点所代表的温度区间在某地区全年温度分布的时间占比。

信息设备耗电量的校准值按照公式（3）计算

$$E_{CIT} = 8760 \times T_a P_{aIT} + 8760 \times T_b P_{bIT} + 8760 \times T_c P_{cIT} + 8760 \times T_d P_{dIT} + 8760 \times T_e P_{eIT} \dots\dots (3)$$

式中：

- $E_{CIT}$ ——信息设备耗电量的校准值，单位为千瓦时（kW·h）。
- $P_{aIT} \sim P_{eIT}$ ——在表2中a~e工况条件下测算的数据中心信息设备功率，单位为千瓦（kW）；
- $T_a \sim T_e$ ——温度分布系数，无因次；具体数值见附录A；
- 8760——全年小时数，单位为小时（h）。

温度分布系数 $T_a \sim T_e$ 表示每个特性工况点所代表的温度区间在某地区全年温度分布的时间占比。此测算方法总结、借鉴了 ISO/IEC 30134-2:2016、GB /T 32910.3 等标准中的方法、经验，克服了 ISO 标准中规定的 PUE 仅适用于单个数据中心纵向比较的缺陷，也对 GB /T 32910.3



标准中过多系数调整造成结果不准确的问题进行了改善，下面分别对该测试方法设计的必要性、科学性和可行性进行说明：

### 1) 必要性

现有数据中心能效评价框架存在以下问题：

① 根据行业摸底情况，现阶段无论在数据中心建设申请还是投标过程中，数据中心相关方声明的都是各种不同条件下 PUE 的设计值，而非实测值；

② 即使相关方声明实测值，由于现有的国家、地方、行业标准规范和招标文件中，对如何定义、测量、计算 PUE 值没有统一的标准工况和标准测量工具要求，在不同的测量条件下、依据不同测量方法和测量工具得到的 PUE 值实际上不具有可比性；

③ 在未对客观因素（如室外温度）进行标准化处理的情况下，测试不具有可复现性；

④ 现有评价框架下，声明值与实测值之间无法进行一致性核验，导致监管部门无法对数据中心建设方或使用方声明的 PUE 值进行监管，无法形成“声明-评价-核查-监管”的闭环，因此，现有评价框架下的 PUE 无法直接引入国家强制性标准，亦无法直接作为强制性指标约束市场主体。

基于上述问题，设计一套可以横向比较，便于核验监督的标准化、可复现的数据中心能效测算方法，非常必要。

### 2) 科学性

#### ① 本标准对数据中心外侧温度进行了标准化处理

数据中心能效受室外温度影响显著，且室外温度为非主观因素，其对数据中心能效的影响，不受运营策略、配电架构等主观因素的控制。因此，本标准必须针对室外温度这一客观因素进行标准化处理，才能以标准化的测试工况保证测试的可复现性。而对于数据中心建设规模、建设等级、IT 负载、供配电架构、制冷空调系统类型等主观可控可调因素，本测算方法不作标准化规定和处理，由运营方依据实际情况进行平衡优化。本标准在对客观变量进行标准化处理、保证公平性的前提下，鼓励和引导新建集约化、高能效的数据中心。

#### ② 本标准采用特征工况点和温度分布系数加权统计法测算数据中心能效

本标准的测算方法参考空调系统的相关标准编制理念，采用加权统计法，以 5 个特征工况点叠加各地温度分布系数模拟并测算数据中心全年运行的能效，具有科学性。5 个特征工况点分别模拟了全年不同温度下的 5 种特征运行模式，是空调能效标准体系中普遍使用的方法，房间空调器产品、单元式空调、冷水机组等测全年综合能效，都是采用典型工

况法。如房间空调器产品，即是使用了名义制冷、中间制冷、低温制冷、名义制热、中间制热、低温制热等代表性工况点，计算出全年能效。该方法较为成熟，其科学性和准确性已通过多年来在广泛实际应用场景下的实践经验得到验证。本测算方法中的温度分布系数来源于中国气象局气象信息中心气象资料室和清华大学建筑技术科学系编著的《中国建筑热环境分析专用气象数据集》，该数据集以全国 270 个地面气象站从 1971 年到 2003 年共 30 年的实测气象数据为基础。本标准没有涵盖的城市，可参照《中国建筑热环境分析专用气象数据集》中直线距离最近，且海拔差不超过 300 米的城市气象数据，确定该城市的温度分布系数。

该方法已长期用于地铁站空调系统全年能效的测量，与全年实际采集的结果非常接近。本标准的测试和计算方法目前已在多个实际运行数据中心中进行了试验和校验，所测算的能效数据与数据中心实际能效相比，不存在巨大偏差，具有科学性。（具体试验和校验数据见本节 4）实测数验证）

本标准在对数据中心电能比的测试与计算方法基本采纳的前提下，针对存在的问题进行了进一步完善，具体内容如下：

首先，完善了电能比实测值的实测方法和计算内容，采用特征工况与温度分布系数加权统计法进行计算，对原标准版本中特性温度点下独立计算电能比（总能耗除以信息设备能耗）后以温度分布系数加权的方式，修改为先对总能耗和信息设备能耗进行全年模拟气候特征校准后再计算电能比实测值。修改后计算公式所表达的物理逻辑更准确，更能体现由五个特性温度点模拟全年数据中心环境工况这一测算方法的思路。

其次，补充提出电能比设计值的计算方法，即数据中心电能比设计值等于总耗电量的规划设计值除以信息设备耗电量的规划设计值。明确设计值的计算方法，有利于界定设计值的定义，也便于新建数据中心在不具备实际运行条件时进行电能比计算。

第三，明确测试与计算后电能比的判定要求，即设计值和实测值均应满足标准中能效等级的规定，并要求全年实测值应小于设计值的 1.05 倍。由此也解决了行业中能效水平存在设计值、实测值、运行值等多种命名，而缺乏统一数据口径，导致计算结果不可比的问题。

### ③ 本标准规定的测试条件不测量湿球温度

本标准的测试条件仅规定室外干球温度，为尽可能排除湿度影响，增强标准公平性，在计算能效限定值及能效等级时，分城市以其温度分布系数进行校准。对于同一个城市来说，干球温度和湿球温度的变化是同方向的，时间占比也接近。如同在广州，35℃的干

球温度时，相对湿度也都在 75%-90%较高的区间。由于标准并没有把广州与兰州或哈尔滨的气候进行比较，所以本身就不会存在较大偏差。

测算表明，使用干球温度划分区间计算与湿球温度划分区间的结果接近。以从南到北四个典型城市进行如下论证：

干湿球温度的对应关系见表 3，典型城市干湿球温度发生时间占比见表 4。

**表 3 干湿球温度关系表**

干球 35℃	干球 25℃	干球 15℃	干球 5℃	干球-5℃
湿球 25℃	湿球 20℃	湿球 13℃	湿球 3℃	湿球-7℃

**表 4 典型城市干湿球温度发生时间占比表**

城市	干、湿球温度区间发生时间占比%				
广州	干球 35℃	干球 25℃	干球 15℃	干球 5℃	干球-5℃
	12.7	54	28.3	5.1	0
	湿球 25℃	湿球 20℃	湿球 13℃	湿球 3℃	湿球-7℃
	37.2	29.6	28.2	5.0	0
昆明	干球 35℃	干球 25℃	干球 15℃	干球 5℃	干球-5℃
	0	21.9	52.5	23.9	1.7
	湿球 25℃	湿球 20℃	湿球 13℃	湿球 3℃	湿球-7℃
	0	24.3	48	27.3	0.4
北京	干球 35℃	干球 25℃	干球 15℃	干球 5℃	干球-5℃
	7.2	28.1	23.1	21	20.6
	湿球 25℃	湿球 20℃	湿球 13℃	湿球 3℃	湿球-7℃
	8.2	18.9	24.6	25.3	22.9
哈尔滨	干球 35℃	干球 25℃	干球 15℃	干球 5℃	干球-5℃
	2.2	19.1	22.7	18.7	32.1
	湿球 25℃	湿球 20℃	湿球 13℃	湿球 3℃	湿球-7℃
	1.5	15.2	22.6	18.8	41.9

从表中百分比可见，昆明、北京、哈尔滨的干湿球温度占比基本相同（基本 5%以内），影响可以忽略。广州前两个点差异较大，下面重点说明广州前两个点对测试有无影响：

$PUE = (\text{IT 能耗} + \text{空调能耗} + \text{其他能耗}) / \text{IT 能耗} = 1 + \text{空调能耗} / \text{IT 能耗} + \text{其他能耗} / \text{IT 能耗}$

在数据中心供配电架构、IT 负载、运营策略等非空调制冷系统因素都确定的模型下，仅考虑“空调能耗/IT 能耗”为变量的情形，从热平衡角度来说，IT 能耗=空调冷量，则“空调能耗/IT 能耗”可以转化为“空调能耗/空调冷量”即“1/cop”。则问题转化为分析 35℃和 25℃两个点对其综合 COP 的影响。根据经验值，温度每变化 1℃，对 COP 的影响约 2%，假设湿球温度 25℃时的 COP 为 A，那么湿球温度 20℃的 COP 为  $A * 1.02^4 = 1.082A$ ，分别按干湿球两种发生时间占比计算广州地区 35℃和 25℃两个点综合 COP。按干球温度发生时间比例：35℃和 25℃两个点的综合  $COP = A * 12.7\% + 1.082A * 54\% = 0.71A$ ；按湿球温度发生时间比例：前两个点的综合  $COP = A * 37.2\% + 1.082A * 29.6\% = 0.69A$ 。可见对于广州来说，采用干球和湿球温度的发生时间占比，计算结果相同（2%以内）。

另一个不能分开考虑干湿球发生时间占比的重要原因是，大多数数据中心都会综合使用各种冷却方式，此时计算要同时考虑干湿球温度的发生区间时会给测试带来很大难度且没必要。故标准中采用干球温度的发生时间占比来计算数据中心能效科学、准确、合理。

### 3) 可行性

#### ① 本标准采用特性工况法和全年测量法相结合的测试方法

本标准采用特性工况法主要是为了缩短测试周期，以标准化的测试工况保证测试的可复现性，同时使未建有全年监测系统的数据中心也可以形成“标准执行-对标评估-市场监管”的闭环。而对于建有全年监测系统的数据中心，本标准要求其应同时测算特性工况法测算值和全年测算值，且同时满足相应等级要求。经四期实际测试显示，两种测试方法得到的电能比值相对偏差在 3%以内，两种方式互相补充、互相验证，判定方法更加严格、严谨。

#### ② 温度分布系数表中 $T_a \sim T_e$ 为 0 的工况点，无需测量该工况点的用电量

由于本标准数据中心能效测算使用的是加权统计法，故对于温度分布系数表中  $T_a \sim T_e$  为 0 的工况点，则无需测量该工况点的数据中心能效。如：重庆“<0”的工况点  $T_e$  为 0，则在重庆所建数据中心无需测量数据中心外测温度为 -5℃的 e 工况点。

#### ③ 本标准的测试频率要求和工况要求、工况允差之间不存在矛盾

本标准规定了 5 个特征温度工况点，并规定选取稳定在 A~E 工况  $\pm 2^\circ\text{C}$  范围内的试验条件中测量电量数据。同时，本标准规定测试频率为“一年内选择涵盖表 2 所示 A、B、C、D、E 特性工况点的时段，分别连续测量数据中心总电能消耗量和信息设备电能消耗量不

小于 24 小时，多次测试的时间间隔不应大于 10 分钟”，其含义是：选取恰当的时段，连续测试数据中心总用电量和 IT 设备用电量 24 小时，而该 24 小时内必须至少包含 1 个特征工况点，用稳定在特征工况点 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内工况条件下测得的电量数据，计算数据中心能效。而不是要求测试条件满足 24 小时内同时包含 5 个测试工况，也不是要求 24 小时内工况跨度不超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。上述两种误解应特别注意。

之所以对测试频率进行上述规定，是为了进一步统一测试方法，减少主观操作差异对结果造成的影响。

#### 4) 实测数验证

实测验证数据显示本标准中的实测方法与实际运行数据不存在很大差异，具有可操作性。起草组单位在南部、东部和北部地区先后组织了四期，共 30 个数据中心依次方法进行实测操作（表 5-表 8），结果显示运用该标准整套测试和计算方法所得电能比数值，与各数据中心实际运行中自行计算的电能比数值偏差很小，具备可操作性。具体数据如下：

表 5 第一期数据中心电能比实测计算

原表序号	计算值	实测值	绝对误差	相对误差
2	1.41	1.40	-0.0058775	-0.42%
38	2.40	2.38	-0.0157824	-0.66%
69	1.61	1.61	-0.00364889	-0.23%
15	2.03	2.03	-0.003272875	-0.16%
54	1.43	1.42	-0.00717675	-0.51%
66	3.32	3.31	-0.013848	-0.42%
41	1.52	1.52	-0.000558	-0.04%
36	1.67	1.67	-0.0018	-0.11%
75	1.80	1.80	0.00096	0.05%

表 6 第二期数据中心电能比实测计算

sites	计算 PUE	实际 PUE	差值	偏差率	偏差方向
nb1	1.31	1.31	0	0	零偏差
nb2	1.279	1.299	-0.02	-1.54%	负偏差
nh1	1.262	1.281	-0.019	-1.48%	负偏差
nh2	1.209	1.225	-0.016	-1.31%	负偏差
nh3	1.208	1.232	-0.024	-1.95%	负偏差

表 7 第三期数据中心电能比实测计算

sites	开始时间	结束时间	室外温度	总电量	IT电量	系数	效率	总效率计算值	实际值	实际平均值	偏差	PUE偏差率
es1	2020/7/22 15:00:00	2020/7/22 16:00:00	35	7392	5177	0.084	0.470	1.346	1.428	1.335	0.010	0.77%
	2020/7/10 8:00:00	2020/7/10 9:00:00	25	7112	5161	0.341	0.120		1.378			
	2020/11/4 19:00:00	2020/11/4 20:00:00	15	6656	5144	0.288	0.373		1.294			
	2020/1/18 10:00:00	2020/1/18 11:00:00	5	6948	5174	0.266	0.357		1.343			
es2	2020/12/15 3:00:00	2020/12/15 4:00:00	-1	6252	5065	0.021	0.026	1.376	1.234	1.363	0.014	1.00%
	2020/7/22 15:00:00	2020/7/22 16:00:00	35	6800	4700	0.084	0.472		1.447			
	2020/7/10 8:00:00	2020/7/10 9:00:00	25	6500	4700	0.341	0.122		1.383			
	2020/11/4 19:00:00	2020/11/4 20:00:00	15	6500	4800	0.288	0.390		1.354			
es3	2020/1/18 10:00:00	2020/1/18 11:00:00	5	6900	5000	0.266	0.367	1.339	1.380	1.310	0.029	2.19%
	2020/12/15 3:00:00	2020/12/15 4:00:00	-1	6500	5200	0.021	0.026		1.250			
	2020/7/22 15:00:00	2020/7/22 16:00:00	35	8484	6022	0.084	0.500		1.409			
	2020/10/1 15:00:00	2020/10/1 16:00:00	25	9170	6250	0.341	0.118		1.467			
ej1	2020/11/4 19:00:00	2020/11/4 20:00:00	15	7940	6083	0.288	0.376	1.431	1.305	1.433	-0.003	-0.18%
	2020/12/14 16:00:00	2020/12/14 17:00:00	5	7348	6108	0.266	0.320		1.203			
	2020/12/15 3:00:00	2020/12/15 4:00:00	-1	7280	6235	0.021	0.025		1.168			
	2020/7/22 13:00:00	2020/7/22 14:00:00	35	8717	5251	0.084	0.506		1.660			
ej2	2020/7/10 8:00:00	2020/7/10 9:00:00	25	7800	5255	0.341	0.139	1.245	1.484	1.240	0.005	0.44%
	2020/11/4 7:00:00	2020/11/4 8:00:00	15	7780	5360	0.288	0.418		1.451			
	2020/12/15 10:30:00	2020/12/15 11:30:00	5	7016	5490	0.266	0.340		1.278			
	2020/12/15 3:00:00	2020/12/15 4:00:00	2	6844	5294	0.021	0.027		1.293			
	2020/7/22 11:35:00	2020/7/22 12:35:00	35	9087	6838	0.084	0.443	1.245	1.329	1.240	0.005	0.44%
	2020/7/10 8:00:00	2020/7/10 9:00:00	25	8931	6879	0.341	0.112		1.298			
	2020/10/25 8:15:00	2020/10/25 9:15:00	15	8607	6955	0.288	0.356		1.237			
	2020/12/19 2:00:00	2020/12/19 3:00:00	5	8116	6965	0.266	0.310		1.165			
	2020/12/15 3:00:00	2020/12/15 4:00:00	-1	8420	7202	0.021	0.025		1.169			

表 8 第四期数据中心电能比实测计算

原表序号	计算值	实测值	绝对偏差	相对偏差
3	1.55950902	1.56	-0.00049098	-0.0315%
4	1.9099067	1.91	-0.00009330	-0.0049%
52	2.853597833	2.89	-0.03640217	-1.2596%
23	1.6585221	1.65	0.00852210	0.5165%
24	1.50999875	1.51	-0.00000125	-0.0001%
1	1.777798	1.82	-0.04220200	-2.3188%
28	1.627892	1.64	-0.01210800	-0.7383%
121	1.463426	1.47	0.010392	0.7050%

### 2.2.7.1 测量范围

本标准规定了测量实体的范围和所测能源消耗的范围。本标准所指的数据中心也符合 GB 50174 中的相关要求，建筑形态可以是一栋或几栋建筑物，也可以是一栋建筑物的一部分。测量和评价的最小单元应采用独立配电、空气冷却、电动空调的数据中心建筑单体或模块单元。对于几栋建筑物组成的数据中心，应按单体建筑，分开测量和评价。分期建设的数据中心应按已建成可评价最小单元测量。

本文件所统计的耗电量范围包括用于保障本数据中心运行的所有电能消耗量，包括信息设备、空调制冷设备，以及数据中心的其它所有辅助设施的耗电量，而无论其来自市电、备用电源、可再生能源发电、燃气发电及其它单位和设备所供应。

### 2.2.7.2 测量的条件要求和测量设备要求

本标准规定了测量的环境要求和设备要求，主要依据是国家标准《GB 50174 数据中心设计规范》和《GB /T 32910.3 数据中心 资源利用 第 3 部分：电能能效要求和测量方法》。

### 2.2.7.3 测量位置

本标准规定了数据中心电能消耗和温湿度的测量点。为保证测量数据的准确性，本标准将总电能消耗的测量点设在变配电系统前方。室内的温湿度和照度测点位置应按照 GB 50462 中的相关要求选择。数据中心室外的温度测点位置选择距影响制冷系统性能的某种设备的迎风面 1 米的中心点位置，多个迎风面的室外温度为各中心测点的平均值。

## 3 与国际、国外有关法规和标准水平的比对分析

国际上数据中心能耗或能效方面的评价标准和法规主要有 ISO/IEC 30134 系列标准、ANSI/ASHRAE 90.4-2019、美国能源之星 IT 设备和供配电设备评价标准、欧盟数据中心行为规范等。其中，ISO/IEC 30134-2 标准中未对 PUE 的限定值或目标值提出要求；ANSI/ASHRAE 90.4-2019 提出了机械负载（MLC）和电气损耗（ELC）两项量化指标，并提出了对应限值，且明确指出与数据中心测得的全年 PUE 不具有直接可比性；美国能源之星目前暂无针对整个数据中心能耗或能效评价的标准，而是分别针对服务器、存储器、不间断电源、小型网络设备、大型网络设备等 5 类 IT 设备和供配电设备设置了评价标准；欧盟数据中心行为规范项目是一个自愿性项目，根据数据中心利用管理和规划、IT 设备和服务、制冷系统、电力系统、其他数据中心设备、数据中心建筑等维度评价指标重要性设计了一套打分评价体系。

**1. ISO 标准：**目前国际上的数据中心能耗/能效评价指标主要为 PUE，该指标最早由 The Green Grid 绿色网格提出，在 ISO/IEC 30134-2 中有明确定义，PUE 计算公式为： $PUE = E_{DC} / E_{IT}$ ，其中  $E_{DC}$  为数据中心全年总耗电量，单位是 kWh； $E_{IT}$  为数据中心的 IT 设备全年耗电量，单位为 kWh。但由于该标准未气候环境这项对能耗影响的最大客观因素进行设定，同时结合标准的系列内容除 PUE 之外还有多项指标，整体上将数据中心的信息应用和冷却系统等情况综合考虑，因信标准中未对 PUE 的限定值或目标值提出要求，并且强调 PUE 不适用于各个数据中心之间的平行比较，而适用于单个数据中心提升自身运维水平时的纵向比较。

PUE is defined using [Formula \(1\)](#):

$$PUE = \frac{E_{DC}}{E_{IT}}$$

where

$E_{DC}$  is the total data centre energy consumption (annual), in kWh;

$E_{IT}$  is the IT equipment energy consumption (annual), in kWh.

By definition, the calculated PUE is always greater than 1.

除此之外，在 ISO/IEC 30134 系列标准的第三部分至第九部分，提出可再生能源因子（REF）、服务器的 IT 设备能效（ITEEsv）、服务器的 IT 设备利用率（ITEUsv）、能量重用因子（ERF）等指标同为数据中心能效关键评价指标。如：ISO/IEC 制定的 ISO/IEC 30134-4:2017 服务器能效标准中，规定了服务器能效评价的主要指标：服务器能源效率

$$ITEEsv = \frac{\sum_{i=1}^n SMPE_i}{\sum_{i=1}^n SMP O_i}, \text{ 其中, } SMPE_i \text{ 是服务器 } i \text{ 的最大工作输出, } SMP O_i \text{ 是服务器 } i \text{ 的最大能源消耗 (kW)。}$$

服务器能源效率 ITEEsv 的测量工具主要有 SERT、SPECpower\_ssj2008、LINPACK 等。该标准中也未对服务器能效评价指标设定限定值或目标值，且明确指出 ITEEsv 适用于一个给定数据中心的自我提升，而不适用于不同数据中心之间的比较，ITEEsv 不应作为数据中心或单个服务器能效相关强制性规定的设定依据。

**2. ASHRAE 标准：**ASHRAE（美国供暖、制冷与空调工程师学会）是研究建筑系统、能源效率、室内空气质量和制冷等领域标准及相关课题的权威专业组织，在国际上也是数据中心相关技术资料的重要来源之一。ASHRAE 发布的 ANSI/ASHRAE 90.4-2019 标准中，规定了数据中心设计和运营的最低能效限值要求，并考虑了数据中心与其他建筑物相比特有的负载要求。该标准的适用范围是：新建数据中心、数据中心新增系统，以及已有数据中心的改扩建系统，为数据中心的设计、建设和规划提供参考。标准适用于空调功率大于 20 W / ft<sup>2</sup> 且 IT 设备负载大于 10 kW 的数据中心，对新建数据中心的机械和电力系统，以及建成数据中心新引入的机械和电力系统进行了规定。此外，此标准着重于促进数据中心使用可再生能源。该标准是基于数据中心性能的设计标准，明确量化的评价指标主要有机械负载（MLC）和电气损耗（ELC）两项。2019 年新修订的 ANSI/ASHRAE 90.4 标准中删除了所有与 PUE 相关的引用，也没有明确给出 MLC 和 ELC 两项指标与 PUE 的换算和比较关系，而是将上述两项指标的最大允许值作为是否满足标准的主要判断依据。

具体而言，MLC（Mechanical Load Component）为机械负载系数，是制冷设备、泵、风机等设备能耗与 IT 设备能耗的比值；ELC（Electrical Loss Component）为电气损耗系数，



包含了供电设备链中的三大部分（入网点、UPS、IT 设备分配）电损失的总和，需要经过一系列复杂的计算。

ANSI/ASHRAE 90.4-2019 标准中给出的评价指标为“年化 MLC”，其计算方式为 25%、50%、75%及 100%IT 负载下的机械设备能耗之和，除以同样四种 IT 负载下的 IT 设备能耗之和。标准分别针对 IT 设备设计功率在 300kW 以上和以下的系统，根据 ASHRAE 169 标准中列出的气候区域，给出了不同气候区域 MLC 的最大允许值，如图 4 所示。ASHRAE 90.4 标准中明确指出，通过以上方法计算的 MLC 值与数据中心测得的全年 PUE 不具有直接可比性。

ANSI/ASHRAE 90.4-2019 标准中给出的另一项评价指标为“设计 ELC”，根据 UPS、PDU 等电气设备的设计效率，标准分别针对 IT 设备设计功率在 100kW 以上和以下的系统，给出了设计 ELC 的最大允许值，如图 5 所示。

**Table 6.5 Maximum Annualized Mechanical Load Component (Annualized MLC)**

Climate Zones as Listed in ASHRAE Standard 169	HVAC Maximum Annualized MLC for Data Center ITE Design Power > 300 kW	HVAC Maximum Annualized MLC for Data Center ITE Design Power ≤ 300 kW
0A	0.25	0.31
0B	0.28	0.34
1A	0.26	0.31
1B	0.27	0.32
2A	0.23	0.29
3A	0.21	0.27
4A	0.18	0.26
5A	0.16	0.25
6A	0.16	0.24
2B	0.17	0.27
3B	0.17	0.26
4B	0.14	0.24
5B	0.14	0.23
6B	0.14	0.24
3C	0.14	0.23
4C	0.14	0.23
5C	0.14	0.23
7	0.14	0.23
8	0.13	0.22

图 4 ANSI/ASHRAE 90.4-2019 标准中给出的年化 MLC 最大允许值

**Table 8.5 Maximum Design Electrical Loss Component (Design ELC) and ELC Segments Systems (IT Design Load <100 kW)<sup>a</sup>**

UPS Redundancy Configuration	Single-Feed UPS (N, N+1, etc.) or No UPS <sup>b</sup>		Active Dual-Feed UPS (2N, 2N+1, etc.) <sup>c</sup>	
	100% of IT design load segment ELC	50% of IT design load segment ELC	50% of IT design load segment ELC	25% of IT design load segment ELC
Calculation Percentage	100% of IT design load segment ELC	50% of IT design load segment ELC	50% of IT design load segment ELC	25% of IT design load segment ELC
Segments of ELC and Overall ELC	Loss / efficiency	Loss / efficiency	Loss / efficiency	Loss / efficiency
Incoming Electrical Service Segment	15.0% / 85.0%	11.0% / 89.0%	11.0% / 89.0%	10.0% / 90.0%
UPS Segment	8.0% / 92.0%	10.0% / 90.0%	10.0% / 90.0%	13.5% / 86.5%
ITE Distribution Segment	6.0% / 94.0%	4.0% / 96.0%	4.0% / 96.0%	3.0% / 97.0%
Electrical Loss / Efficiency Total	26.5% / 73.5%	23.1% / 76.9%	23.1% / 76.9%	24.5% / 75.5%
ELC	0.265	0.231	0.231	0.245

a. *Informative Note:* Example calculations are shown in Informative Appendix C.

b. *Informative Note:* These columns apply to electrical configurations resulting in a single output feed from the UPS irrespective of the number of UPS modules that may be paralleled prior to the output feed, or the number of branches or subfeeders into which that output feeder may be divided.

c. *Informative Note:* These columns apply to electrical configurations made up of two distinct and electrically separated UPS systems resulting in two distinct and electrically separate output feeds, either of which is capable of independently supporting the total design load. Systems that meet these criteria may be made up of any number of UPS modules that are paralleled prior to each output feed. Cross-ties and/or transfer switches downstream of the independent feeds shall not continually tie the two output sections together.

**Table 8.6 Maximum Design Electrical Loss Component (Design ELC) and ELC Segments Systems (IT Design Load ≥ 100 kW)<sup>a</sup>**

UPS Redundancy Configuration	Single-Feed UPS (N, N+1, etc.) or No UPS <sup>b</sup>		Active Dual-Feed UPS (2N, 2N+1, etc.) <sup>c</sup>	
	100% of IT design load segment ELC	50% of IT design load segment ELC	50% of IT design load segment ELC	25% of IT design load segment ELC
Calculation Percentage	100% of IT design load segment ELC	50% of IT design load segment ELC	50% of IT design load segment ELC	25% of IT design load segment ELC
Segments of ELC and Overall ELC	Loss / efficiency	Loss / efficiency	Loss / efficiency	Loss / efficiency
Incoming Electrical Service Segment	15.0% / 85.0%	11.0% / 89.0%	11.0% / 89.0%	10.0% / 90.0%
UPS Segment	6.5% / 93.5%	8.0% / 92.0%	8.0% / 92.0%	11.0% / 89.0%
ITE Distribution System	5.0% / 95.0%	4.0% / 96.0%	4.0% / 96.0%	3.0% / 97.0%
Electrical Loss / Efficiency Total	24.5% / 75.5%	18.9% / 81.1%	18.9% / 81.1%	22.3%/77.7%
ELC	0.245	0.189	0.189	0.223

a. *Informative Note:* Example calculations are shown in Informative Appendix C.

b. *Informative Note:* These columns apply to electrical configurations resulting in a single output feed from the UPS, irrespective of the number of UPS modules that may be paralleled prior to the output feed, or the number of branches or subfeeders into which that output feeder may be divided.

c. *Informative Note:* These columns apply to electrical configurations made up of two distinct and electrically separated UPS systems resulting in two distinct and electrically separate output feeds, either of which is capable of independently supporting the total design load. Systems that meet these criteria may be made up of any number of UPS modules that are paralleled prior to each output feed. Cross-ties and/or transfer switches downstream of the independent feeds shall not continually tie the two output sections together.

图 5 ANSI/ASHRAE 90.4-2019 标准中给出的设计 ELC 最大允许值

除此之外，该组织发布的另一项标准 ASHRAE127-2012，专门针对计算机和数据处理室（CDPR）一体式空调的评级，建立了一套统一的评价要求。ASHRAE 出版的指导手册《数据处理环境热指南》（“Thermal guidelines for data processing environments”）中根据进出水温度给出了数据中心液冷技术 W1-W5 的分级。

**3. 美国能源之星：**美国能源之星目前暂无针对整个数据中心能耗/能效评价的标准，而是分别针对服务器、存储器、不间断电源、小型网络设备、大型网络设备等 5 类 IT 设备和供配电设备设置了评价标准。项目指出，只要主要 IT 设备和基础设施都采用了能源之星认证产品，就可以认为数据中心整体上能源利用效率较高。

**4. 欧盟数据中心行为规范：**在欧盟主导下，由包括英国计算机协会、AMD、APC、Dell、Fujitsu、Gartner、HP、IBM、Intel 等公司 2008 年首次共同发起的欧盟数据中心行为规范项目是一个自愿性项目，该项目的参与企业一般为数据中心的运营企业，这些企业必须在数据中心能源管理中遵行最佳实践方案对数据中心运维的指标要求；除参与企业外，项目还有背书企业，背书企业一般为供应商、咨询机构、销售商等，为满足行为规范提供

数据中心以外的支持。根据欧盟 2018 年版的数据中心能效行为规范，最佳实践方案的评价指标包括数据中心利用管理和规划、IT 设备和服务、制冷系统、电力系统、其他数据中心设备、数据中心建筑等 6 大块评价指标，行为规范最佳实践方案指南分别为每大块评价指标中的细分指标设定 1-5 分的分值，用于说明达到该项指标后产生的效益和该项指标的重要性，5 分为最高。项目的参与者要加入项目就需要填写数据中心报告表，上报数据中心的运维数据和保证数据中心运维管理达标的措施。最佳实践方案的评价指标引用了 ISO、ASHRAE、美国能源之星等评价标准要求，但针对数据中心的整体能耗/能效评价指标也只涉及 PUE 相关评价指标，且未设定具体数值要求，其他评价指标都是针对具体设备设施或能源管理行为的评价项目。

#### **4 与有关现行法律、行政法规和其他强制性标准的关系，配套推荐性标准的情况**

本标准与现行法律、法规和强制性国家标准的协调一致。

#### **5 重大分歧意见的处理过程及依据**

本标准在制定过程中无重大意见分歧。

#### **6 标准实施日期的建议及依据，包括实施标准所需要的技术改造、成本投入、老旧产品退出市场时间、实施标准可能造成的社会影响等**

##### **6.1 实施日期**

建议本标准从发布日期到实施以一年时间作为过渡。

##### **6.2 市场**

新的能效标准实施后，将对市场产生如下影响：

1) 能效提升无疑将增加建设和运营的成本，且能效基础越高、提升能效的代价也越大，此时成本将有较大幅度的增加。因此，数据中心建设造价将有普遍的成本上升，能效越高、成本上升幅度越大；

2) 随着标准的执行，用户高效节能意识的上升、对数据中心的能效的关注度增强，高耗能低端市场和用户的供应选择将受到一定限制。

#### **7 实施标准的有关政策措施**

本标准是为强制性国家标准，新的能效标准实施后，会对数据中心产品、行业和市场产生一定的引导和冲击，政策层面的支持必不可少。为此，建议如下：

1) 围绕贯彻落实《绿色高效制冷行动方案》等政策措施，对于数据中心行业开展重要节能技术研究提供必要的政策支持。

2) 大力扶持数据中心包括信息化设备、机房制冷设备等核心产品国产化工作；

3) 将能效 2 级以上数据中心纳入各地方政府推动绿色数据中心政策优先支持的范围；

4) 大力支持能效标准和其他相关标准的国际化工作和国际合作；

5) 尽快出台配套的新能效标准下的数据中心能效标识管理办法和实施细则；

6) 加强能效标准实施后数据中心建设和运营过程中能效及能效等级的市场监督；

7) 加强数据中心各相关机构、企业内的标准宣贯工作；

8) 加强对行业和各地管理部门的宣传工作。

## **8 是否需要对外通报的建议及理由**

按照强制性管理规定 对外通报。

## **9 废止现行有关标准的建议**

无

## **10 涉及专利的有关说明**

本标准不涉及专利及著作权等知识产权内容。

## **11 标准所涉及的产品、过程和服务目录**

本标准涉及的产品包括：

计算机和数据处理机房用单元式空气调节机。

## **12 其他应当予以说明的事项**

无

## 附件 1

# 《数据中心能效限定值及能效等级（报批稿）》

## 内容修改说明

根据标准审定会上及会后收集到的专家意见，标准起草组对《数据中心能效限定值及能效等级（审定稿）》进行修改，具体修改内容如下：

1、1 范围，文件规定内容增加“统计范围和方法”、“计算方法”的准确表述，适用范围对数据中心增加“空气冷却、电动空调”的约束条件，建议“采用其他非电空调设备的数据中心可以参照本文件执行。”修改后的内容为：

本文件规定了数据中心的能效等级与技术要求、统计范围和方法、测试与计算方法。本文件适用于采用独立配电、空气冷却、电动空调的数据中心建筑单体或模块单元的能效计算和考核，以及新建及扩建的数据中心的能耗计量。采用其他非电空调设备的数据中心可以参照本文件执行。

2、将 3.4，数据中心能效评价指标的名称改为“数据中心电能比”，定义内容不变。修改后的内容为：

“数据中心电能比 ratio of electricity consumption of data centers ”

3、温度气候因素对电能比的影响在计算公式中体现，能效等级指标不按气候区域划分，“4.1 能效等级”修改如下：

数据中心能效等级分为 3 级，1 级表示能效最高。各能效等级数据中心电能比数值应不大于表 1 的规定。

表1 数据中心能效等级指标

指标	能效等级		
	1 级	2 级	3 级
电能比	1.20	1.30	1.50

4、将审定稿中的“测量范围”准确表述为“5.1 统计范围”，明确列出“空调制冷设备、供配电系统和其他辅助设施”范畴，5.2 新增内容如下：

空调制冷设备包括但不限于：

—机房内所使用的空调设备：行间精密空调、水冷空调末端等机房温度和湿度调节设备等；

—提供冷源的设备：风冷室外机、冷水机组、冷却塔、水泵等；

—新风系统：新风机及送风、回风风扇、风阀等。

供配电系统包括但不限于：

—变压器、配电柜、发电机、UPS、HVDC、电池、机柜配电单元等设备。

其他辅助设施包括但不限于：

—照明设备、安防设备、灭火设备、防水设备、传感器、数据中心建筑的管理系统等。

5、在 6.2.1 耗电量测量点位置中，明确测点 3-5 的用途。增加内容如下：

为数据中心信息设备服务的冷却系统、照明系统及监控系统等辅助建筑及配套设备应做电能计量，其电能测量点应设置于配电系统中相应的各个回路。汇总表示为测点 3、4、5，可用于分析各部分耗电情况。

6、本标准对特性工况法进行了补充。采用特性工况法主要是为了缩短测试周期，以标准化的测试工况保证测试的可复现性，同时使未建有全年监测系统的数据中心也可以形成“标准执行-对标评估-市场监管”的闭环。而对于建有全年监测系统的数据中心，本标准要求其应同时测算特性工况法测算值和全年测算值，且同时满足相应等级要求。经四期实际测试显示，两种测试方法得到的电能比值相对偏差在 3%以内，两种方式互相补充、互相验证，判定方法更加严格、严谨。6.3.2.1 的列项 c) 改为：

c) 对于建有全年耗电量数据监控系统，并配备有与本文件所要求精度相当监测设备的数据中心，应在本文件所要求的测量点测量并记录全年耗电量数据，并监测两个数据中心电能比数值：一是按本文件所要求的数据中心电能比测试工况和测试频率，进行总功率和信息设备功率数据采集，用采集数据按公式（4.1）计算的数据中心电能比特性工况法测算值；二是用全年耗电量数据按公式（4.2）计算的数据中心电能比全年测算值。

7、明确 6.3.1 数据中心电能比设计值的计算公式，并补充附录 B 数据中心电能比特性工况法测算值测量和计算示例。增加内容如下：

数据中心的电能比设计值按照公式（1）计算

$$R_D = \frac{E_D}{E_{DIT}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

RD——数据中心电能比设计值，无因次；

ED——总耗电量的规划设计值，单位为千瓦时（kW·h）；  
 EDIT——信息设备耗电量的规划设计值，单位为千瓦时（kW·h）。

8、改进6.3.2数据中心电能比实测值的实测方法和计算公式表述，修改后的内容如下：

### 6.3.2.2 总耗电量的校准值

总耗电量的校准值按照公式（2）计算

$$E_C = 8760 \times T_a P_a + 8760 \times T_b P_b + 8760 \times T_c P_c + 8760 \times T_d P_d + 8760 \times T_e P_e \dots (2)$$

式中：

$E_C$ ——总耗电量的校准值，单位为千瓦时（kW·h）。  
 $P_a \sim P_e$ ——在表2中a~e工况条件下测算的数据中心总功率，单位为千瓦（kW）；  
 $T_a \sim T_e$ ——温度分布系数，无因次；具体数值见附录A；  
 8760——全年小时数，单位为小时（h）。

### 6.3.2.3 信息设备耗电量的校准值

信息设备耗电量的校准值按照公式（3）计算

$$E_{CIT} = 8760 \times T_a P_{aIT} + 8760 \times T_b P_{bIT} + 8760 \times T_c P_{cIT} + 8760 \times T_d P_{dIT} + 8760 \times T_e P_{eIT} \dots (3)$$

式中：

$E_{CIT}$ ——信息设备耗电量的校准值，单位为千瓦时（kW·h）。  
 $P_{aIT} \sim P_{eIT}$ ——在表2中a~e工况条件下测算的数据中心信息设备功率，单位为千瓦（kW）；  
 $T_a \sim T_e$ ——温度分布系数，无因次；具体数值见附录A；  
 8760——全年小时数，单位为小时（h）。

### 6.3.2.4 电能比实测值

数据中心电能比测算值按照公式（4.1）、公式（4.2）计算

$$R_{M1} = \frac{E_C}{E_{CIT}} \dots (4.1)$$

式中：

$R_{M1}$ ——按5个特性工况点方法测算的数据中心电能比特性工况法测算值，无因次。  
 $E_C$ ——总耗电量的校准值，单位为千瓦时（kW·h）。  
 $E_{CIT}$ ——信息设备耗电量的校准值，单位为千瓦时（kW·h）。

$$R_{M2} = \frac{E}{E_{IT}} \dots (4.2)$$

式中：

$R_{M2}$ ——按全年耗电量测算的数据中心电能比全年测算值，无因次。  
 $E$ ——总耗电量的校准值，单位为千瓦时（kW·h）。  
 $E_{IT}$ ——信息设备耗电量的校准值，单位为千瓦时（kW·h）。

9、附录A补充说明：“本文件没有涵盖的城市可参照《中国建筑热环境分析专用气象数据集》中直线距离最近，且海拔差不超过300米的城市气象数据，确定该城市的温度分布系数。”

## 附件 2

附表 1 我国现有数据中心能效/能耗相关标准及规范性文件

序号	标准号/文号	标准/文件名称	性质	发布单位	评价指标
1	GB/T 32910.3-2016	数据中心 资源利用 第 3 部分：电能能效要求和测量方法	国家推标	原质检总局 标准委	EEUE 修正值, pPUE
2	YD/T 2543-2013	电信互联网数据中心 (IDC) 的能耗测评方法	行业推标	工信部	PUE、pPUE、制冷/供电负载系数、可再生能源使用率 (RER)
3	YD/T 2442-2013	互联网数据中心资源占用、能效及排放技术要求和评测方法	行业推标	工信部	PUE 测量值
4	YD/T 2441-2013	互联网数据中心技术及分级分类标准	行业推标	工信部	PUE 测量值
5	工信部联节 (2019) 24 号	关于加强绿色数据中心建设的指导意见	部委文件	工信部	电能使用效率值达到 1.4 以下
6	工信厅联节函 (2017) 384 号	关于开展国家绿色数据中心试点单位评价工作的通知	部委文件	工业和信息化部、国家机关事务管理局、国家能源局	



序号	标准号/文号	标准/文件名称	性质	发布单位	评价指标
7	建科〔2015〕211号	绿色数据中心建筑评价技术细则	部委规范性文件	住建部办公厅	设计 PUE $\leq$ 2.0、年 EUE $\leq$ 1.8
8		公共机构绿色数据中心建设指南	部委规范性文件	国管局节能司	规定了数据中心选址、空间、分区与设备布置、物理环境要求、UPS、供配电系统、空调系统、建筑装修等方面的要求，主要是节能技术采用和节能管理方面的要求，没有提出量化评价指标
9	T/CIE 049-2018	绿色数据中心评估准则	团体标准	中国电子学会	电能使用效率、节能措施、能源管理制度、水资源利用、资源循环利用、有害物质控制、可再生能源利用、基础设施环境等
10	T/ASC 05-2019	绿色数据中心评价标准	团体标准	中国建筑学会	
11	DB11/T 1638-2019	数据中心能效检测与评价技术导则	地方标准	北京市市监局	PUE 修正值
12	DB11/T 1282-2015	数据中心节能设计规范	地方标准	北京市市监局	EEUE、水资源利用效率（WUE）等
13	DB11/T 1139-2014（已废止）	数据中心能效分级	地方标准	北京市市监局	III 级：1.8<PUE $\leq$ 2.0
14	京政办发	北京市新增产	地方	北京市	禁止新、扩建互联网数据

序号	标准号/文号	标准/文件名称	性质	发布单位	评价指标
	(2018) 35 号	业的禁止和限制目录	规范性文件	政府	服务中的数据中心
15		北京市绿色数据中心评价规范	地方规范性文件	北京市经信局、发改委、城管委	采用评分法，电能使用评价指标总分 30 分，算法为 $30-7.5 \times (EEUE_{\text{修正值}}-1)^2$ $EEUE_{\text{修正值}} > 3$ 或者计算不符合本规范 6.1.3 的要求的，本项不得分。 注：数据中心采用 PUE 时，分值计算为 $30-7.5 \times (PUE_{\text{年度}}-1)^2$
16		上海市互联网数据中心建设导则（2019 版）	地方规范性文件	上海市经信委	PUE 综合：第一年 $\leq 1.4$ ，第二年 $\leq 1.3$ WUE：第一年 $\leq 1.6$ ，第二年 $\leq 1.4$ IDC 绿色等级达到 G5
17	DB31/651-2012（已废止）	数据中心机房单位能源消耗限额	地方标准	上海质监局（原）	数据中心机房单位能耗（DCP）值：限定值：1.8-2.5，准入值 1.6，先进值 1.5；依据 GB50174 设计的 A 级数据中心，其单位能耗（DCP）限定值的修正系数为 0.9。
18	DB 31/652-2012	通信行业单位信息流量能源消耗限额（移动	地方标准	上海市质监局（原）	PUE、单位信息流量能耗限额限定值

序号	标准号/文号	标准/文件名称	性质	发布单位	评价指标
		通信宏基站和数据中心部分)			
19	DB33/T 2157-2018	公共机构绿色数据中心建设与运行规范	地方标准	浙江省质监局(原)	EEUE 修正值 $\leq$ 2.0、其他节能节水等指标打分
20	DB44/T 1560-2015	云计算数据中心能效评估方法	地方标准	广东省市监局	PUE
21	深发改(2019) 414号	深圳市发展和改革委员会关于数据中心节能审查有关事项的通知	地方政策文件	深圳市发改委	在“以高代低、以大代小、以旧代新”等减量替代方式的基础上,对于 PUE 值为 1.35-1.40 (含 1.35) 的数据中心,新增能源消费量可给予实际替代量 10% 及以下的支持;对于 PUE 值为 1.30-1.35 (含 1.30) 的数据中心,新增能源消费量可给予实际替代量 20% 及以下的支持;对于 PUE 值 1.25-1.30 (含 1.25) 的数据中心,新增能源消费量可给予实际替代量 30% 及以下的支持;对于 PUE 值低于 1.25 的数据中心,新增能源消费量可给予实际替代量 40% 以上的支持。

## 附件 3

### 我国数据中心能效、能耗评价方法

#### 一、电能效率评价

PUE、EEUE 等评价指标都是基于总资源除以 IT 消耗资源的思路<sup>[3][4]</sup>。这种思路将 IT 能耗/水耗认为是有效消耗，除 IT 能耗/水耗外的其他资源消耗占比越大，则认为数据中心的效率越低。以 PUE 为例， $PUE = P(\text{Total})/P(\text{IT})$ ，PUE 越小则能效越高。GB/T 32910.3-2016《数据中心 资源利用 第 3 部分：电能能效要求和测量方法》也是基于该思路，但更进一步，在标准中根据数据中心的安全等级、气候环境、IT 设备负荷率、规模、设备上架率等各种因素对电能效率值进行了不同条件下的系数修正和调整。

此类评价指标来源于国际标准 ISO/IEC 30134-2 的评价方法，虽然相关物理量测量简单，业内认知度和依赖度高，但一方面，对数据中心总能耗和 IT 设备能耗没有绝对值的考量和限定，满足不了对数据中心能源消耗总量和强度双控制的要求。另一方面，目前的多种标准规定都是非统一标准条件下的声明值，无法进行核查和监管。由于各类标准、规范、招标文件中对资源效率的测量没有统一的标准工况和标准测量工具要求，在气候、负载等条件不同的情况下，依据不同测量方法得到的资源效率值实际上不具有可比性。只有在实现统一的评价指标和测量方法前提下，通过标准执行或部门和地方规章制度，形成企业资源效率数据的“声明-评价-核查-监管”的闭环，才能达到科学、公平、普适的评价效力。

#### 二、综合打分法

2017 年 7 月，工业和信息化部办公厅、国家机关事务管理局办公室、国家能源局综合司联合发布《关于开展国家绿色数据中心试点单位评价工作的通知》（工信厅节函〔2017〕384 号），开展国家绿色数据中心试点单位评价工作，主要评价各试点单位在先进适用技术推广使用、运维管理体系建设、能效提升、水资源利用、有害物质控制、废弃电器电子产品处理、可再生能源和清洁能源应用等方面工作开展情况。工业和信息化部、国家机关事务管理局、国家能源局组织专家对各试点单位创建情况进行评价，期间抽取部分试点单位进行现场核查，最终确定国家绿色数据中心名单，结果在工业和信息化部网站上进行公示后公布。2019 年 2 月，工业和信息化部、国家机关事务管理局、国家能源局联合发布了《关于加强绿色数据中心建设的指导意见（工信部节〔2019〕24 号）》（以下简称《指导意见》），提出要建立健全绿色数据中心标准评价体系，打造一批绿色数据中心先进典型，形成一批具有创新性的绿色技术产品、解决方案，培育一批第三方节能服务机构。

在上述背景下，不同的主体以多种形式、在多种维度下，依据不同的方法和标准，开展了绿色数据中心的评价工作。由工业和信息化部节能与综合利用司提出，中国电子学会牵头制定和发布了团体标准 T/CIE 049-2018《绿色数据中心评估准则》；由中国建筑科学研究院有限公司起草的团体标准 T/ASC 05-2019《绿色数据中心评价标准》经中国建筑学会批准通过发布实施；由 ODCC（开放数据中心委员会）、中国信通院、绿色网格（TGGC）组织的数据中心绿色分级评估工作已开展第七年。

针对绿色数据中心的评价方法，均以综合打分法为主。以 T/CIE 049-2018《绿色数据中心评估准则》为例，标准设置了电能使用效率（30 分）、节能措施（14 分）、能源管理制度（21 分）、水资源利用（8 分）、资源循环利用（2 分）、有害物质控制（2 分）、可再生能源利用（3 分）、基础设施环境（20 分）等 8 个维度，以及第三方测试（5 分）、有实效的节能技术（5 分）等 2 个加分项，采用按照评分标准直接赋值的方式，将分数累加后进行绿色数据中心等级判定。

综合打分法考虑不同类型数据中心在安全等级、服务对象、主要功能、主要技术运用、工作产出等方面的区别，以及同一数据中心内不同耗能组件的区别，分别针对不同的评价对象设置评价指标和要求、分配分值权重，再根据各项评价要求进行加权打分，通过最终得分确定限定值。

### 三、新增能耗限制，等减量替代法

《深圳市发展和改革委员会关于数据中心节能审查有关事项的通知》（深发改〔2019〕414 号）中采用“以高代低、以大代小、以旧代新”（即以高能效代替低能效、以大规模代替小规模、以新技术代替陈旧技术数据中）等减量替代的方式，促进老旧数据中心（含公共机构数据中心）绿色改造，限制新建数据中心的类型，控制数据中心年综合能源消费新增量，以 PUE 为核心评价指标，仅对 PUE 低于 1.25 的数据中心，新增能源消费量给予实际替代量 40% 以上的支持，对 PUE 高于 1.25 的数据中心，降低对其新增能源消费量实际替代量的支持，即对于 PUE 值为 1.35-1.40（含 1.35）的数据中心，新增能源消费量可给予实际替代量 10% 及以下的支持；对于 PUE 值为 1.30-1.35（含 1.30）的数据中心，新增能源消费量可给予实际替代量 20% 及以下的支持；对于 PUE 值 1.25-1.30（含 1.25）的数据中心，新增能源消费量可给予实际替代量 30% 及以下的支持。以节能评估和审查作为手段，控制新增数据中心能源消耗，推进老旧数据中心绿色改造。

### 四、完成单位工作量的能耗评价

这种思路主要是考察数据中心完成单位工作量所消耗的能量，基本公式为  $\text{Energy Efficiency} = E(t) / L(t)$ ，其中： $L(t)$ 为  $t$  时间内数据中心完成的任务量， $E(t)$ 为  $t$  时间内消耗的能量。这种评价方法与“总能耗除以有效能耗”的评价方法相比，考察的是数据中心单位工作量输出的能源消耗绝对值，更为准确客观。但存在一些技术难点，如：数据中心工作量不易定义和测量、能耗与性能之间的相互关系是非线性的，能耗限额的值不易设定等。可结合服务器能效标准，在未来的标准修订中进行考虑。上海地方标准 DB 31/652-2012《通信行业单位信息流量能源消耗限额（移动通信宏基站和数据中心部分）》中的评价指标“单位信息流量能耗限额限定值”是基于这种思路。

## 公开征集数据中心能效行业数据的的函及调查表

### 全国能源基础与管理标准化技术委员会

能标委字【2020】036号

#### 关于征集《数据中心能效限定值及能效等级》

#### 国家标准行业数据情况的函

各有关单位及专家：

由全国能源基础与管理标准化技术委员会（SAC/TC20）组织制定的《数据中心能效限定值及能效等级》国家标准经过前期调研讨论，已形成初稿。为对标准中核心指标的設置进行验证补充，保证标准的科学性、规范性、时效性，按照《强制性国家标准管理办法》的有关规定，现将《数据中心能效标准行业情况调查表》

（表 1. 核心指标调查表、表 2. 不同负载下用能变化调查表）发给你们，请填写相关表格，并于 2020 年 6 月 5 日前以信函或 Email 形式反馈联系人。

相关数据将严格保密，仅做研究使用。

联系人：彭妍妍、蔺昊欣 电话：010-83436145, 83436130

Email: [linhx@cnis.ac.cn](mailto:linhx@cnis.ac.cn)

地址：北京市海淀区知春路 6 号锦秋国际大厦 A 座 1202 室

邮编：100191

附件：1. 数据中心能效标准行业情况调查表——核心指标调查表

2. 数据中心能效标准行业情况调查表——不同负载下用能变化调查表

全国能源基础与管理标准化技术委员会



## 数据中心能效标准核心指标行业情况调研表

1. 基本情况			
单位名称			
单位性质	金融 <input type="checkbox"/>	政府 <input type="checkbox"/>	企业 <input type="checkbox"/> 教育 <input type="checkbox"/> 医疗 <input type="checkbox"/> 其他： <input type="text"/>
数据中心级别及其占比	A级占 <input type="text"/> %	B级占 <input type="text"/> %	C级占 <input type="text"/> %
数据中心使用方	自用 <input type="checkbox"/>	租用 <input type="checkbox"/>	自用+租用 <input type="checkbox"/>
数据中心配电架构	市电 <input type="checkbox"/>	高压直流 <input type="checkbox"/>	市电+高压直流 <input type="checkbox"/>
主要冷却方式	水冷 <input type="checkbox"/>	风冷 <input type="checkbox"/>	其他： <input type="text"/>
2. 能源、资源使用情况评价			
2.1 电能使用情况评价指标及方法依据			
运维中常用的电能使用情况评价指标（可多选）	PUE <input type="checkbox"/>	EEUE <input type="checkbox"/>	CLF <input type="checkbox"/> PLF <input type="checkbox"/> pPUE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 电费
其他： <input type="text"/>			
电能消耗监测及计算方法依据	ISO/IEC 30134-2 <input type="checkbox"/>	YD/T 2543-2013 <input type="checkbox"/>	GB/T 32910.3-2016 <input type="checkbox"/>
其他： <input type="text"/>			
2.2 本单位数据中心相应维度下电能使用效率指标平均水平			
	维度	PUE	EEUE
数据中心建成年限维度	已建成三年以上		
	已建成三年以内		
	新建		
数据中心所属地区维度	华北地区		
	华东地区		
	华南地区		
	华中地区		
	东北地区		
	西北地区		
	西南地区		
标准机架数维度（个） 注：此处标准机架为换算单位，以功率2.5千瓦为一个标准机架	>10000		
	3000-10000		
	<3000		
信息设备年平均负荷使用率维度	<25%		
	25%-50%		
	50%-75%		
	>75%		
2.3 可再生能源使用情况			
使用的可再生能源类型		可再生能源利用率（REF）	



### 3. 节能技术手段

已使用或在规划的节能技术手段	
----------------	--

## 附件 5

部分地区调研数据中心信息汇总表

序号	类型	投产时间	数据中心 业务范围	可用机架 数	在用机架 数	上架率	实际运 行 PUE	能源形式	业务类型	空调形式	机房等 级 (参考 GB/5017 4-2017)	机房面积 (m <sup>2</sup> )
1	在用	一期: 2017.7 二期: 2018.12	租赁	791	557	70.4%	1.48	分布式	低时延类	水冷空调系统	A	7200
2	在用	2017年5月	租赁、自 用	3981	1596	40.1%	1.47	集中式	/	水冷空调系统	A	33118.55
3	在用	2018年4月	租赁	4596	1841	40.1%	1.65	分布式	低时延类	水冷空调系统	A	9860
4	在用	2008.01	自用	2046	1163	56.8%	1.71	集中式	/	水冷空调系统	A	4456
5	在用	2001	自用	698	386	55.3%	1.77			水冷空调系统、 风冷空调系统	A	3000
6	在用	2010.01	自用	1625	893	55.0%	1.9	集中式	/	水冷	A	4918
7	在用	2020.9	租赁	1096	722	65.9%	1.81	分布式	低时延类	水冷空调系统	A	6000
8	在用	2000.6	租赁	349	110	31.5%	1.80	分布式	低时延类	风冷空调系统	A	1000
9	在用	2010.9	租赁	1103	620	56.2%	1.81	分布式	低时延类	水冷空调系统	A	6000
10	在用	2012.6	租赁	1111	512	46.1%	1.76	分布式	低时延类	水冷空调系统	A	6000
11	在用	2013.6	自用	134	129	96.3%	1.64		低时延类			571
12	在用	2017.7	自用	1544	720	46.6%	1.81	分布式	低时延类	水冷空调系统	A	10000

13	在用	2020.5	租赁	2620	329	12.6%	1.80		低时延类	水冷空调系统	A	15827
14	在用	2020.5	租赁	929	10	1.1%	1.80	集中式	低时延类	水冷空调系统	A	5178
15	在用	2016.5	租赁、自用(5:2)	1931	1622	84.0%	1.47	分布式	边缘计算类	水冷空调系统	A	4115
16	在用	2018.1	租赁	2284	869	38.0%	1.46	集中式	低时延类	水冷空调系统	A	18600
17	在用	2019年	租赁	716	625	87.3%	1.71	集中式	边缘计算类	水冷空调系统	A	3500
18	在用	2007.12	自用	110	107	97.3%	1.98	集中式	边缘计算类	风冷空调系统	B	600
19	在建	2021年4月(首期)	租赁	3600	0		1.43	集中式	边缘计算类	水冷空调系统	A	23169
20	在用	2019年7月	租赁:自用(3:7)	2792	836	29.9%	1.89	集中式	边缘计算类,中时延类	水冷空调系统	A	8404
21	在用	2018.07	租赁	1605	400	24.9%	1.90	集中式	低时延类	水冷空调系统	A	10000
22	在用	2005.11	租赁	1358	708	52.1%	1.40	集中式	中时延类	水冷空调系统	B	555
23	在用	2018.3	租赁:自用=8:1	166	130	78.3%	1.46	集中式	边缘计算类、低时延类	风冷空调系统	B	1079
24	在用	2014	租赁:自用	4600	4336	94.3%	1.50	集中式	低时延类	水冷空调系统	A	43535
25	在用	一期2012年12月 二期2015年12月	租赁	1673	1330	79.5%	1.34	集中式	边缘计算类	水冷空调系统	C	17316
26	在用	2013.12	租赁	2404	2364	98.3%	1.36	集中式	边缘计算类	水冷空调系统	A	29000
27	在用	2015年5月	租赁	2367	2290	96.7%	1.38	集中式	中时延类	水冷空调系统	A	29085
28	在用	2012年	租赁	2463	2435	98.9%	1.52	集中式		水冷空调系统	A	24051.83
29	在用	深圳一:2014.4 深圳二:2016.4	租赁	4382	4382	100.0%	1.38	集中式	边缘计算类	水冷空调系统	A	11283

		深圳三 2016.11										
30	在用	2016.3	租赁	871	754	86.6%	1.40	集中式	边缘计算类	水冷空调系统	A	7700
31	在用	2017年6月	租赁	2240	2000	89.3%	1.26	集中式		水冷空调系统	A	7700
32	在用	2015年4月	自用	2058	1900	92.3%	1.52	集中式	边缘计算类	水冷空调系统、 风冷空调系统	A	21000
33	在用	2011年11月	自用	1298	1154	88.9%	1.35	集中式	低时延类	水冷空调系统、 风冷空调系统	A	12012
34	在用	2015年12月	租赁	2056	1376	66.9%	1.43		边缘计算类	水冷空调系统	A	11545.34
35	在用	2017.11	租赁：自 用 =79%： 21%	1225	842	68.7%	1.93	集中式	低时延类	水冷空调系统	A	30000
36	在用	2010年	租赁，自 用	170	170	100.0%	1.80	集中式	根据客户需求		A	1123.2
37	在用	2002年	租赁，自 用	255	107	42.0%	1.80	集中式	根据客户需求		A	660
38	在用	2006年	租赁，自 用	647	229	35.4%	1.80	集中式	根据客户需求	风冷空调系统	A	1853
39	在用	2019-2024年分批投 产	自用	1976	1500	75.9%	1.32	集中式		水冷空调系统	A	180000
40	在用	2013年9月1日	租赁	122	94	77.0%	1.80	集中式	中时延类	风冷空调系统		675
41	在用	2019年9月	租赁	76	35	46.1%	1.40	分布式	低时延类	风冷空调系统	B	530
42	在用	2010.07	自用	24	16	66.7%	2.00	集中式	低时延类	风冷空调系统	B	170
43	在用	2020年	租赁，自 用	215	53	24.7%	1.60	分布式		风冷空调系统	A	2000

44	在用	2014年	租赁	206	131	63.6%	1.80	集中式	低时延类	风冷空调系统	A	640
45	在用	2017.06	租赁	56	56	100.0%	1.40	集中式	低时延类	风冷空调系统	A	900
46	在用	2017.1	租赁：自用=4:1	142	82	57.7%	1.56		边缘计算类、低时延类	风冷空调系统	A	7100
47	在用	2020年6月	租赁	46	22	47.8%	1.50		低时延类	风冷空调系统	A	600
48	在用	2016.11	租赁	20	13	65.0%	1.88	集中式	低时延类	风冷空调系统	C	66.64
49	在用	2017年1月	租赁75.49%、自用24.50%	163	74	45.4%	1.95	分布式	中时延类	水冷空调系统	A	1698.4
50	在用	2007.08	租赁	81	52	64.2%	1.75	集中式	中时延类	风冷空调系统	C	250
51	在用	2006	/	348	206	59.2%	1.8	/				584
52	在用	2015.12.25	租赁85.2%、自用14.8%	196	74	37.8%	1.9	集中式	低时延类	水冷空调系统	B	900
53	在用	2006.06	租赁99%、自用1%	670	573	85.5%	1.58	集中式	低时延类	水冷空调系统、风冷空调系统	B	3000

## 附件 6

数据中心典型节能技术调研表

序号	技术名称	适用范围	技术原理
1	板管蒸发冷却式空调机组制冷技术	新建数据中心或在用数据中心改造	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 采用平面液膜换热技术,用自主研发的板管蒸发式冷凝器取代传统的盘管型蒸发式冷凝器,可改善流体流动状态,增大流体对冷凝器表面的湿润率及覆盖面积;</li> <li>2. 在各板管式换热片之间设置填料,增加了流体经过的阻力,延长了流体的流程,同时增大了流体的蒸发式面积,提高了流体的蒸发量,充分热交换;</li> <li>3. 将板管蒸发式冷凝器关键技术应用到蒸发式冷凝空调设备中,实现制冷系统的机组化。</li> </ol>
2	HOLDSTORM•AIE 数据中心节能技术系列产品	新建数据中心或在用数据中心改造	通过全封闭冷热通道和分区域负载均衡二维动态控制技术,精确送风、按需送风,提高冷能利用率,达到节能高效的目标;配备智能化集中管控平台,实现精细化运行工况管控、故障风险预警和远端实时监控查询。
3	数据中心单排精准高效制冷系统关键技术	新建数据中心或在用数据中心改造	整体系统采用模块化设计,将供配电系统、UPS 系统、制冷系统、应急通风模块、气流管理、布线、监控管理系统、消防等数据中心基础设备集中在一个或多个封闭式的机柜内,一套机柜即是一个完整的数据中心,具有高效节能、快速交付的特点,采用前后封闭冷热通道系统,可大大提高体型的系统的效能效果。
4	TriIns Water 高效能冷却水循环处理系统	新建数据中心或在用数据中心改造	运用远低于 10 万赫兹的特定频率范围的交变脉冲电磁波,以纯物理的方式处理循环冷却水,解决结垢和腐蚀问题,抑制微生物的滋生繁殖,高效维护实际工况制冷能效,有效降低冷却系统水损。
5	数据中心 AI 能效优化	新建数据中心或在用数据中心改造	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 自动化数据治理工具</li> <li>2. 基于 AI 的数据中心制冷系统模型</li> <li>3. DNN 深度神经网络的动态模型训练</li> <li>4. 基于遗传算法的实时推理方法</li> </ol>
6	智能锂电池 UPS	新建数据中心或在用数据中心改造	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基于模块化架构,超高效模块化 UPS 采用交错并联技术在常用负载率 40%构建最高系统双变换效率 97%;</li> <li>2. 采用智能休眠技术实现轻载双变换效率高达 95%;</li> <li>3. 采用智能锁相技术,实现 ECO 模式提升效率至 99%,同时与双变换模式的切换时间小于 2ms;</li> </ol>

			<p>4. 采用智能自循环技术，实现产品无负载时自动带载循环，减少生产环节和现场调试环节测试负载的耗能。</p> <p>5. 配套锂电池，运用智能 BMS 技术，实现全生命周期 UPS+电池无需更换，相比于铅酸电池绿色环保，节省运维难度。</p>
7	风墙冷却技术	新建数据中心或在用数据中心改造	风墙冷却技术是应用于数据中心的新型制冷技术，通过高效换热器、高性能风机，可支持高温冷冻水，实现在气象适宜的条件下启用自然冷却，显著降低冷冻水机组的运行功耗。
8	微模块数据中心技术	新建数据中心或在用数据中心改造	<p>1. 一体化集成：采用模块化设计，一体化集成方案，主要具备一体化集成、安全可靠、节省机房占地面积、节约能源、安装省时、省力、省心、架构兼容、部署快速灵活和监控完善等特点，是新一代智能微模块数据中心产品的显著特征</p> <p>2. SmartLi inside：锂电入列，解决了传统铅酸电池寿命短、体积大、承重要求高等问题，节省 70%的占地，为 IT 设备提供更多的白空间。三层 BMS 结构，从部件级到系统级全方位保证数据中心的备电系统安全，独创智能均压和主动均流技术，提高系统的可用性，实现备电系统匹配 IT 演进节奏灵活扩容</p> <p>3. 人脸识别技术：华为率先将人脸识别技术应用到数据中心产品中，以超高的识别准确度，助力运维效率的提升，通过微模块管理系统的人脸识别系统，可实现权限分配和无感开门，显著提升运维效率和客户体验</p>
9	数据中心用 DLC 浸没式液冷技术	新建数据中心或在用数据中心改造	数据中心用 DLC 浸没式液冷技术由液冷机柜、液冷主机、冷却塔组成。服务器等电子信息设备放置于定制的液冷机柜中，机柜内注满绝缘的冷却液，直到把所有服务器浸泡完全在冷却液里面。冷却液吸收了服务器的热量后，通过冷却液循环泵，把散热柜内的高温液体经过管路送至热交换器内，经过冷热交换，高温液体变成低温液体，再重新回流至散热柜，继续吸收服务器热量；同时，进入热交换器的水（普通自来水）经过热交换后温度升高，经过管路输送至室外冷却塔中，经过冷却塔往大气散热后，温度降低，再经过水泵（二次冷媒循环泵）送至热交换器，继续吸收热交换器的热量。至此，通过冷却液和水的两个冷热循环，把服务器产生的热量置换到室外大气中去。

