

ICS 29.020

M 41

团 体 标 准

T/DZJN 16—2020

数据中心市电直供技术规范

Technical Specification For Supply Of Grid Power Of Data Centers

2020-11-24 发布

2020-12-01 实施

中国电子节能技术协会 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	3
4 总则.....	5
5 基本规定.....	5
6 市电直供架构及工作模式.....	5
6.1 双路供电市电直供架构.....	5
6.2 ICT 设备内部 PSU 不同配置的市电直供架构.....	6
6.3 市电-不间断电源工作模式.....	8
7 市电直供对 ICT 设备的要求.....	8
7.1 市电直供对 ICT 设备 PSU 的要求.....	8
7.2 ICT 设备 PSU 工作模式.....	10
8 市电直供对不间断电源设备的要求.....	10
8.1 对交流 UPS 设备的功能要求.....	10
8.2 UPS ECO 功能要求.....	11
9 市电直供对高压直流设备的要求.....	11
9.1 高压直流设备负载响应要求.....	11
9.2 休眠功能要求.....	12
10 空调及其他设备市电直供要求.....	12
10.1 空调及其他设备市电直供范围.....	12
10.2 选型和设备配置要求.....	13
11 配电要求.....	13
11.1 对配电系统的要求.....	13
11.2 对设备及元器件的要求.....	14
12 电能质量治理.....	14
12.1 电能质量治理总体要求.....	14
12.2 设备选型要求.....	15
13 绝缘配合.....	15
13.1 绝缘配合原则.....	15
13.2 SPD 的保护水平和选用原则.....	16
13.3 户外场景数据中心浪涌保护的的特殊要求。.....	16
13.4 TVSS 的选用原则.....	17

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电子节能技术协会数据中心节能技术委员会提出。

本标准由中国电子节能技术协会归口。

本标准主要起草单位：中国电子节能技术协会数据中心节能技术委员会、国网思极紫光（青岛）云数科技有限公司、工业和信息化部电子第五研究所计量检测中心、上海东捷建设（集团）有限公司、上海电力大学电气工程学院、广东省电信规划设计院有限公司、中元国际（上海）工程设计研究院有限公司、中国电信股份有限公司研究院、中国建筑技术集团有限公司、中国移动通信集团有限公司总部、中国联合网络通信有限公司研究院、中城建（北京）建筑设计有限公司、中通服咨询设计研究院有限公司、双登集团股份有限公司、北京北元电器有限公司、华信咨询设计研究院有限公司、安士缔（中国）电气设备有限公司、依米康科技集团股份有限公司、威胜电气有限公司、科华恒盛股份有限公司、信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司、胜业电气股份有限公司、浙江佳贝思绿色能源有限公司、浙江南都电源动力股份有限公司、联通云数据有限公司。

本标准主要起草人：彭广香、吕天文、张广明、王龙刚、王惠东、王景、王新芳、叶向阳、伍盛达、任凯、刘郑海、杜文忠、杜丽娜、李立忠、李春林、肖波、陈渊、林艺成、林顺富、周丹、闻人红雁、黄水庚、韩冠军、温晓军、楼志强、赖世能、蔡洪波、谭玲。

数据中心市电直供技术规范

1 范围

本标准规定了数据中心的市电直供系统架构，及对ICT设备、不间断电源设备、高压直流设备、空调及其他设备市电直供的要求，以及配电系统及设备、电能质量治理、绝缘配合等的要求。

本标准适用于新建数据中心市电直供技术应用，改建和扩建数据中心可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 11032 交流无间隙金属氧化物避雷器

GB/T 14549 电能质量公用电网谐波

GB/T 18802.1 低压配电系统的电涌保护器（SPD） 第1部分_性能要求和试验方法

GB/T 18802.21 低压电涌保护器 第21部分_电信和信号网络的电涌保护器（SPD）——性能要求和试验方法

GB/T 24337 电能质量 公用电网间谐波

GB 50052 供配电系统设计规范

GB 50174 数据中心设计规范

3 术语和定义

3.1

数据中心 data center

为集中放置的电子信息技术设备提供运行环境的建筑场所，可以是一栋或几栋建筑物，也可以是一栋建筑物的一部分，包括主机房、辅助区、支持区和行政管理区等。

3.2

绿色数据中心 green data center

在全生命周期内，最大限度地节约资源、保护环境、减少污染，为电子信息技术设备运行提供安全、可靠、适用和高效使用空间的数据中心。

3.3

信息系统 information system

由计算机、通信设备、处理设备、控制设备及其相关的配套设施构成，按照一定的应用目的和规则，对信息进行采集、加工、存储、传输、检索等处理的人机系统。

3.4

信息通信技术 information communications technology (ICT)

是信息技术与通信技术相融合而形成的一个新的概念和新的技术领域。

3.5

市电 grid power

由公共电网供给的交流电力资源。常用电压等级主要有220kV、110kV、35kV、20kV、10kV、220V/380V，其频率为50Hz。

3.6

不间断电源 uninterruptible power supply

由变流器、开关和储能装置（如蓄电池）组合构成的，在输入电源故障时维持负载电力连续性的电源设备，包括UPS和直流电源（本技术规范中UPS特指交流不间断电源设备）。

3.7

自动转换开关电器 automatic transfer switching equipment (ATSE)

常用电源被监测到出现偏差时，能自行动作的转换开关。PC级自动转换开关是指能够接通和承载，但不用于分断短路电流的自动转换开关电器；CB级自动转换开关是指能够接通和承载并分断短路电流的，配备过电流脱扣器的自动转换开关电器。

3.8

市电直供 commercial power mains supplying

数据中心ICT设备和重要辅助设施一般采用单路或双路不间断电源系统供电，市电直供是指在满足供电可用性前提下将为ICT设备和重要辅助设施的不间断电源系统替换为市电（或备用）电源的供电方式。在市电正常时，由市电承担部分或全部负荷。

市电直供一般有三种供电状态：

- a) 市电 100%供电，负载由市电供电，不间断电源系统处于备用状态（如有）；
- b) 市电和不间断电源混合供电，负载由市电和不间断电源共同供电，各承担一部分负载；
- c) 市电供电质量不满足通信设备供电要求或存在风险时，由不间断电源系统供电（含电池放电状态）。

3.9

经济运行模式 economic mode (ECO)

指当市电质量能满足通信设备供电要求时，UPS由静态旁路直接给通信设备供电，同时主路通过整流器或逆变器为电池充电；当旁路电源不满足通信设备供电要求或存在风险时，UPS自动切换到主路或电池逆变器供电状态；当旁路电源恢复正常后（在允许范围内），UPS自动地恢复到由静态旁路直接给通信设备供电状态。

3.10

供电电源模块 power supply unit (PSU)

是指ICT设备的供电电源模块，将输入电源转换为符合ICT设备供电要求的电源。

3.11

集中式 PSU

ICT设备无内置PSU，机柜内安装一套嵌入式变换设备将输入电源转换为机柜内全部ICT设备所需的供电电源，集中式PSU通常由多个PSU并联组成。

3.12

浪涌保护器 surge protective device (SPD)

用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件，又称电涌保护器。

3.13

瞬态浪涌抑制器 transient voltage surge suppressor (TVSS)

通过抑制瞬态电压以及泄放电涌电流来保护设备的一种装置。

3.14

静止无功发生器 static var generator (SVG)

一种基于大功率逆变器的无功补偿装置。

4 总则

4.1 为了规范和推广数据中心市电直供技术的应用，提高数据中心能效水平，保证市电直供技术安全可靠、技术合理制定本规范。

4.2 设计和建设市电直供技术除应符合本技术规范的要求以外，还应符合相关国家标准和行业标准的要求。

5 基本规定

5.1 数据中心市电直供技术的设计和应用的建设和应用的建设应遵循国家、行业现行标准。

5.2 各等级数据中心在满足 GB 50174 中 3.2.2 条的前提下均可以采用市电直供。

5.3 设备或线路维护时，采用市电直供技术的供电系统应可以保证后端用电设备正常运行要求。

5.4 市电直供供电架构应满足后端用电设备正常运行的要求。

5.5 数据中心的接入处功率因数和谐波含量应符合当地供电部门的要求。

5.6 采用市电直供供电架构的数据中心应采取措施避免容性负载对发电机组供电产生不利影响，必要时可配置 SVG 对容性负载进行补偿。

6 市电直供架构及工作模式

6.1 双路供电市电直供架构

6.1.1 一级负荷中特别重要的用电设备可采用两路市电回路加一路不间断电源供电回路的供电方式，供电架构参见图 1；其他一级负荷可采用一路市电加一路不间断电源供电回路的供电方式，供电架构参见图 2。

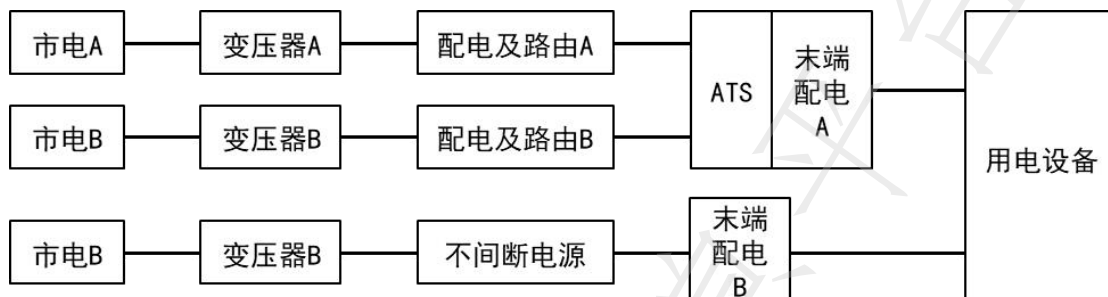


图 1 数据中心一级负荷中特别重要的用电设备供电架构

6.1.2 二级负荷可采用一路市电加一路不间断电源供电回路的供电方式，供电架构参见图 2。



图 2 数据中心一级用负荷供电架构图

6.2 ICT 设备内部 PSU 不同配置的市电直供架构

6.2.1 ICT 设备 PSU 输入电源为双路交流时，可采用一路市电加一路 UPS 电源供电的方式。UPS 应可以承担后端全部 ICT 设备负荷，模块化 UPS 功率模块宜采用 n+1 备用，当市电停电时，供电架构参见图 3。

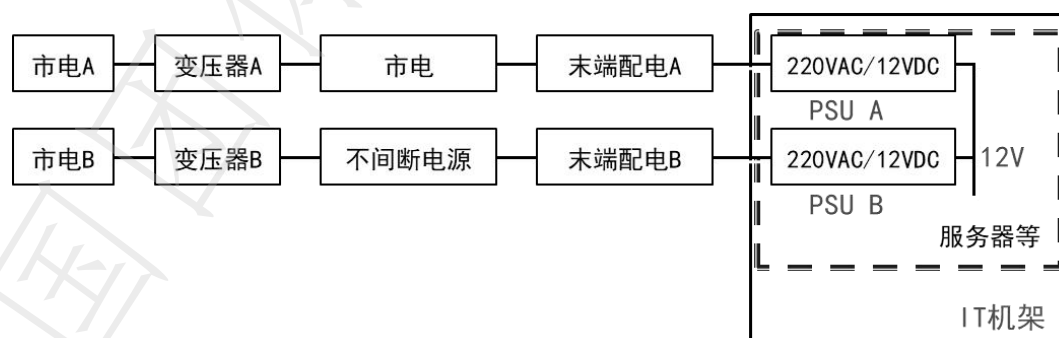


图 3 双路交流 PSU ICT 设备供电架构图

6.2.2 ICT 设备 PSU 输入电源为一交流输入加一路直流输入时，直流输入宜选择高压直流供电（240V 直流或 336V 直流）；一路市电加一路不间断电源供电模式中的不间断电源宜采用高压直流电源。高压直流电源系统整流模块宜采用 n+1 备用，当市电停电时，直流电源应可以承担后端全部 ICT 设备负荷和电池充电负荷，供电架构参见图 4。

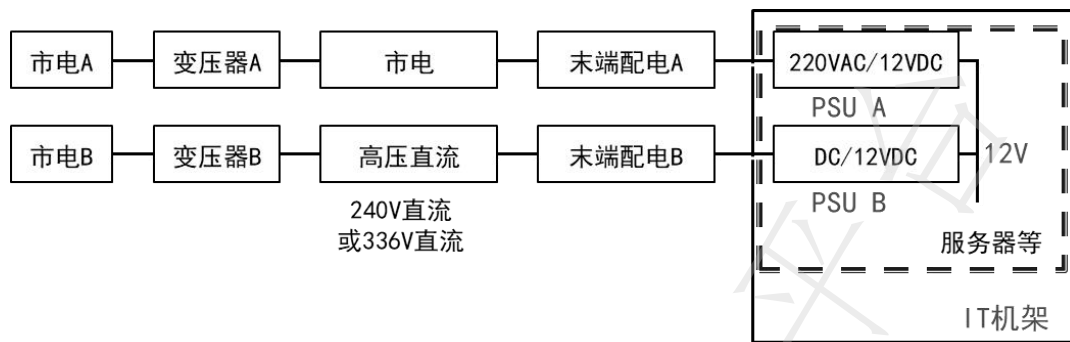


图4 交流加直流 240V 直流或 336V 直流 ICT 设备供电架构图

6.2.3 ICT 设备采用 12V 直流电源供电时，宜在 ICT 设备机架中安装嵌入式电源采用集中式 PSU 供电。集中式 PSU 的交流 220V/12V 电源模块或直流 336V/12V 电源模块（或 240V/12V 电源模块）可均按 n 配置，不配置备用电源模块，供电架构参见图 5。

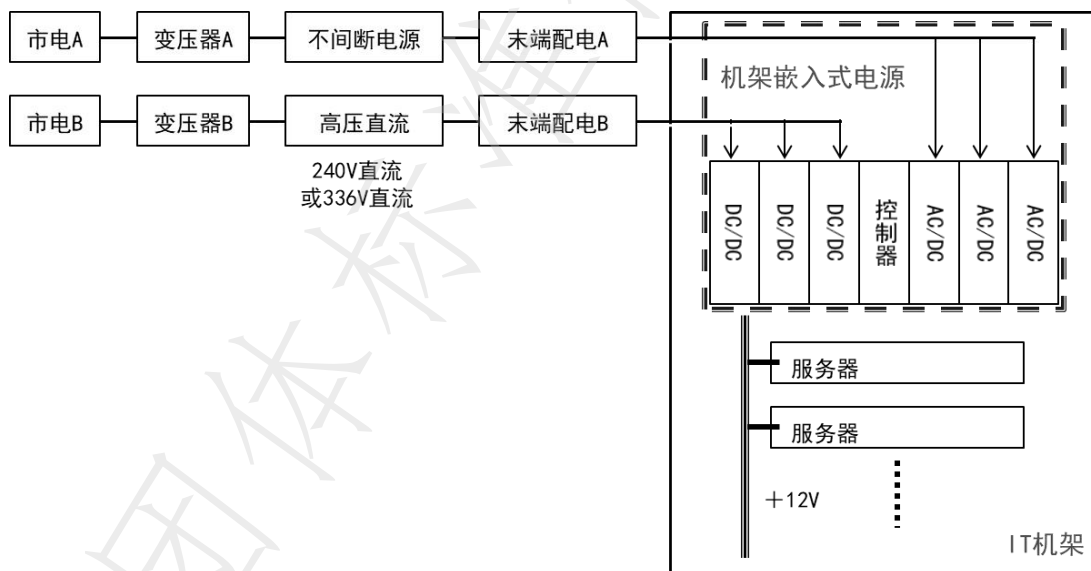


图5 12V 供电 ICT 机柜的供电架构图

6.2.4 单路 PSU 可以采用双输入方式，一路输入市电供电回路，另一路接入直流供电回路，平时由市电供电，市电中断时由高压直流电源系统供电，供电架构参见图 6。

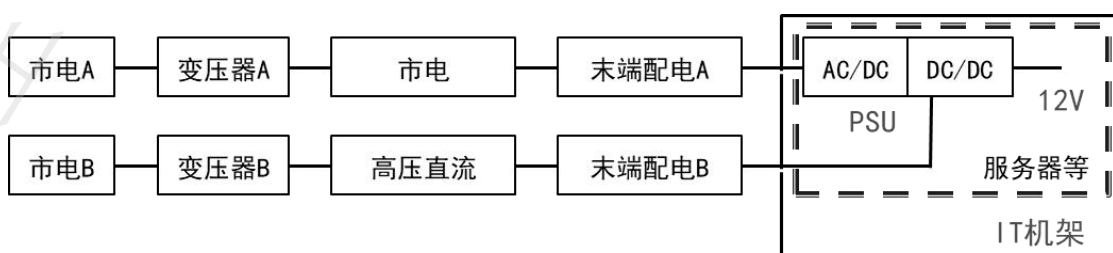


图 6 ICT 单 PSU 双输入市电直供架构图

6.2.5 单路 PSU 也可以采用双路交流供电，通过 STS 切换后给 ICT 设备供电，供电架构参见图 7。

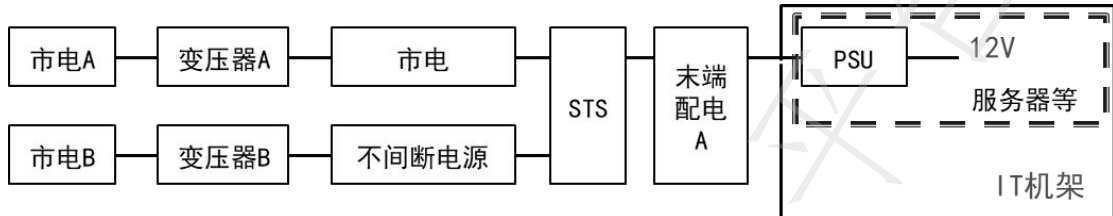


图 7 ICT 单 PSU 单路输入市电直供架构图

6.3 市电-不间断电源工作模式

6.3.1 服务器 PSU 支持市电优先供电时，宜优先采用市电 100% 带载的市电直供模式。

- 服务器支持双路独立电源输入，在两回路供电电源在正常输入范围时，PSU 可选择其中某一路供电回路承担全部负荷或设定其承担负荷的比例。
- 市电供电回路供电异常时，PSU 输出电压质量应满足 IT 设备供电要求。

6.3.2 不间断电源在市电供电回路中断时，对后端全部用电设备负荷应具备持续带载能力，带载响应能力应满足要求，且由市电供电模式转至不间断电源模式的过程中应保障后端负载正常运行。

7 市电直供对 ICT 设备的要求

7.1 市电直供对 ICT 设备 PSU 的要求

7.1.1 效率

PSU 最佳效率区间效率值宜不低于 94%。

采用市电和不间断电源共同带载，均分负载工作模式时，PSU 最佳效率区间的负载率宜为 25%~40%。

7.1.2 PSU 工作模式

ICT 设备配置两个 PSU 时，宜支持其中一个 PSU 主用，另一个 PSU 备用的工作模式。

7.1.3 采用市电 100% 带载工作模式时，PSU 最佳效率区间的负载率宜为 50%~80%。不同负载率时交流 PSU 的输入功率因数应满足表 1 的要求。

表 1 输入功率因数要求表

负载率	功率因数
-----	------

表 1 续 输入功率因数要求表

负载率	功率因数
100%	≥ 0.99
50%	≥ 0.98
30%	≥ 0.95

7.1.4 输入电流总谐波失真度

不同负载率时输入电流总谐波失真度应满足表2的要求。

表 2 输入电流总谐波失真度要求表

负载率	输入电流总谐波失真度 THDi
100%	$\leq 5\%$
50%	$\leq 8\%$
30%	$\leq 10\%$

7.1.5 电压中断要求

当供电系统出现如表3中电压中断时电源模块模块应正常工作。

表 3 电源模块电压中断时要求

测试条件			要求
电压	供电系统	持续时间	
输入整定值到 0V; 0V 恢复到整定值	低阻抗 (如短路)	12 ms	模块应正常工作
输入整定值到 0V; 0V 恢复到整定值	高阻抗 (如开路)	1 s	可暂时性出现功能退化现象, 但应能够自动恢复

7.1.6 输入电压畸变率不大于 10%时, PSU 应正常工作。

7.1.7 冲击电压

产品直流电路对地(即金属框架)之间, 直流电路线对线之间, 应能承受标准冲击全波(1.2/50 μ s)的短时冲击电压 1500V, 承受冲击电压后, 产品的主要功能应符合标准规定。当承受冲击全波(1.2/50 μ s)的短时冲击电压 2500V 时, 可出现短时的暂时功能退化现象, 但试验后应自动恢复正常。

7.1.8 输入过压保护

当输入电压值过高时，电源模块应具有过电压关机保护的功能并告警，交流 PSU 输入过压保护电压的默认值为 264V，电压恢复正常后(电压回差 $\geq 10V$)，应能自动恢复工作。

可长期承受的最大输入电压不宜低于 286V。

7.1.9 抗电强度

模块输入电路对地应能承受 50Hz，有效值为 2000V 电压（漏电流 $\leq 30mA$ ）或等效其峰值为 2828V 直流电压 1min，且应无击穿和无飞弧现象。

模块输入电路对输出电路应能承受 50Hz，有效值为 2000V 电压（漏电流 $\leq 30mA$ ）或等效其峰值为 2828V 直流电压 1min，且应无击穿和无飞弧现象。

模块输出电路对地应能承受 50Hz，有效值为 500V 电压（漏电流 $\leq 30mA$ ）或等效其峰值为 707V 直流电压 1min，且应无击穿和无飞弧现象。

7.2 ICT 设备 PSU 工作模式

7.2.1 ICT 由双路 PSU 供电时，直流输出侧应并联为后端负载供电。

7.2.2 ICT 由双路 PSU 供电时，任何一个 PSU 在输入电源由整定值突降到 0V、输入电源由 0V 恢复到整定值时，其输出电压暂态变化峰值不大于 5%且不能影响 ICT 设备正常工作。

7.2.3 ICT 由双路 PSU 供电时，宜采用市电供电 PSU100%带载模式，热备用状态 PSU 接入不间断电源。

8 市电直供对不间断电源设备的要求

8.1 对交流 UPS 设备的功能要求

8.1.1 UPS 输出电流从 0 突加至额定值、从额定值突减至 0 时，输出电压瞬变范围应 $\leq 5\%$ ，电压瞬变响应恢复时间应 $\leq 20ms$ 。

8.1.2 UPS 由市电供电到电池放电工作模式、由电池放电到市电供电工作模式切换时间应为 0ms。

8.1.3 UPS 由旁路到逆变工作模式、由逆变到旁路工作模式切换时间应不大于 2ms。

8.1.4 UPS 由逆变到 ECO 工作模式、由 ECO 到逆变工作模式切换时间不大于 2ms。

8.1.5 当市电直供采用市电加 UPS 架构时，UPS 应为热备用，热备用容量应满足其后端全部用电负荷带载要求且可承受其启动冲击。

8.1.6 并联 UPS 系统采用市电直供或 ECO 运行模式时，宜采用集中旁路。

8.1.7 模块化 UPS 宜采用集中旁路。

8.2 UPS ECO 功能要求

8.2.1 2N UPS 供电系统中的 UPS 可采用 ECO 供电方式。

8.2.2 UPS 接入发电机组供电状态信号，在发电机组启动后 UPS 优先切换到双变换工作状态。

8.2.3 UPS 具备市电电源质量判别，当市电直供电源质量符合用电设备的要求时，采用 ECO 供电模式；当市电电源质量超出用电设备的要求，但符合 UPS 对输入电源质量的要求时，采用双变换工作模式；当市电电源质量不符合 UPS 对输入电源的要求和市电中断时，UPS 转入电池逆变模式。

8.2.4 ECO 模式应具有自动开启和手动开启两种模式。当市电供电状态满足以下条件时，允许 UPS 工作在 ECO 模式：

- a) 电压幅值允许变化范围为额定值的 85%~110%；
- b) 电压频率允许变化范围为额定值的 $\pm 5\%$ ；
- c) 三相交流电压的不平衡度不大于 10%；
- d) 三相交流电压的相位偏差不大于 5° ；
- e) 电压谐波不大于 5%。

注：当用户提出要求，并与制造厂协商后可以变更上列数值。

当不对称度、相位偏差和电压谐波超出上列允差而电压幅值和频率在允差范围内时，UPS 应工作在市电整流逆变模式下。

8.2.5 当 UPS 工作在 ECO 模式时，UPS 的逆变器应可以对旁路的谐波和功率因数进行补偿，补偿后谐波总含量不高于 5%、功率因数不应为超前。

9 市电直供对高压直流设备的要求

9.1 高压直流设备负载响应要求

9.1.1 负载突变的输出特性

负载的阶跃变化（突变）时，高压直流供电模块的输出特性应满足 ICT 设备的供电要求。若 ICT 设备尚未明确时，直流输出电压变化后的恢复时间应不大于 200 μ s，其超调量应不超过输出电压整定值的 $\pm 5\%$ 。

9.1.2 市电供电回路异常，需要由高压直流电源系统供电时，整流模块应顺序启动，系统应在 10s 内具备额定功率带载能力。

9.2 休眠功能要求

9.2.1 模块自动休眠功能：系统宜具有高压整流模块休眠工作模式，出厂设置可默认为关闭。

9.2.2 模块休眠轮巡工作时应先开启需要进入工作状态的休眠模块至工作正常后关闭进入休眠状态的模块。

9.2.3 自动轮换时开启连续休眠时间最长的模块，关断连续工作时间最长的模块。

9.2.4 用电设备采用市电加高压直流电源供电时，高压直流整流模块可以进行休眠，但应具有唤醒功能，且从市电供电回路中断至全部整流模块额定容量输出时间不大于 30s。

9.2.5 高压直流电源采用休眠功能时，整流模块应进行轮巡。

9.2.6 根据实际负载的变化，自动对冗余模块进行软关断或开启，使运行的整流模块工作在电源转换高效率点。

9.2.7 市电中断、市电缺相、蓄电池为离线或异常状态时，系统应自动进行“非节能”运行工作，确保系统安全供电。

10 空调及其他设备市电直供要求

10.1 空调及其他设备市电直供范围

10.1.1 按照《数据中心设计规范》GB 50174-2017 要求，根据数据中心的适用性质、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可确定为 A、B、C 级，冷冻水系统空调设备分类及供电电源应根据数据中心的不同级别做相应的配置。

10.1.2 根据系统连续运行要求和设备技术特点，市电和不间断电源供电范围建议如表 5 所示。

表 4 机电配套市电和不间断电源供电范围

序号	供电设备	运行方式
1	空调末端	市电加不间断电源供电
2	冷冻水一二级泵系统的二次泵	市电加不间断电源供电
3	冷冻水一二级泵系统的一次泵	市电供电
4	冷冻水一级泵系统的泵	市电加不间断电源供电，正常时市电供电
5	冷机控制器	不间断电源单路或双路供电
6	空调自控系统	不间断电源双路供电
7	电力监控系统	不间断电源双路供电
8	动环监控系统	不间断电源双路供电
9	监控室设备及大屏	不间断电源供电
10	门禁、视频及安防	不间断电源供电

10.1.3 数据中心冷水系统中冷却水水泵、集中散热器采用市电供电，并根据是否具备自然冷却考虑不间断电源支持。

10.1.4 空调风机可采用逆变器供电，平时工作在旁路模式；当市电停电时，应在 4ms 内切换到直流系统或电池供电模式。

10.2 选型和设备配置要求

10.2.1 电动机类负载前配电设备应可承受电机启停的最大冲击电流。

10.2.2 机电设备中启停冲击电流、操作过电压、启动过电压较高时，应提供具体参数并与线路中设备的做好绝缘配合。

10.2.3 空调设备市电直供时谐波处理参照本规范 11 电能质量治理的相关要求进行谐波处理。

11 配电要求

11.1 对配电系统的要求

11.1.1 数据中心用电负荷等级及供电要求应根据数据中心的等级，按照《数据中心设计规范》GB 50174 附录 A 执行，并应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的有关规定。

11.1.2 市电供电回路配电不应超过 3 级，特别重要的负荷宜为 2 级。

11.1.3 市电供电回路应具备防浪涌冲击保护，需考虑各级防浪涌冲击、ICT 设备电压耐受之间的配合；SPD 不能满足浪涌冲击和过电压要求时，可选用 TVSS。

11.1.4 ICT 设备由一路市电加一路不间断电源配电时，市电供电配电和不间断电源配电回路宜取自不同母线段；具备双重电源的市电进线时，ICT 设备的电源宜分别取自双重电源的不同母线段。

11.1.5 ICT 设备市电直供配电系统应采用 TN-S 系统。

11.2 对设备及元器件的要求

11.2.1 市电直供低压配电柜宜采用抽屉式柜体或固定式柜体插拔式开关，实现快速更换。

11.2.2 ICT 设备的市电配电回路应具备防浪涌冲击保护，需考虑各级浪涌冲击保护装置、ICT 设备电压耐冲击电压之间的配合；浪涌保护器 SPD 不能满足浪涌冲击和过电压保护要求时，可选用瞬态浪涌抑制器 TVSS。

11.2.3 配电设备额定冲击耐受电压应满足表 4 要求。

表 5 配电设备额定冲击耐受电压要求

序号	设备/元件	额定冲击耐受电压 (Uimp)
1	低压成套设备	≥8kV
2	框架断路器	≥8kV
3	塑壳断路器	≥6kV
4	微型断路器	≥4kV

12 电能质量治理

12.1 电能质量治理总体要求

12.1.1 应保证市电直供架构的输入功率因素和谐波含量满足机电系统正常运行要求和电力部门的管理规定，当超出要求时应配置功率因数补偿和谐波治理装置。

12.1.2 电能质量治理宜采用本地就近治理原则，当需要进行电能质量治理的用电设备较集中时在二级配电设备进行。

12.1.3 数据中心入口处出现超前功率因数低于 0.95 时，应进行补偿。

12.1.4 负载为容性时，功率因数补偿装置宜选择静止型动态无功补偿装置（SVG）。

12.1.5 低压供电系统宜采用分段补偿方式，其容量应根据实际补偿容量和负载特性进行配置，采用 SVG 时宜采用模块化设计，并符合供电部门相关规定。

12.1.6 当采用电容器补偿方式时，电容器前应根据负载的谐波特性串接与之匹配的电抗器，每台变压器的补偿容量应根据实际补偿容量和负载特性进行配置，并符合当地供电部门相关规定计算。

12.1.7 配电系统中的谐波电压和在公共连接点注入的谐波电流允许限值应符合现行国家标准《电能质量 公用电网谐波》（GB/T 14549）、《电能质量 公用电网间谐波》（GB/T 24337）的规定，不满足规定的应进行治理。

12.2 设备选型要求

12.2.1 动态响应时间：当电网谐波电流发生阶跃变化时，补偿设备动态响应时间应不大于 20ms。

12.2.2 SVG 的有功功率应不大于其输出额定容量时的视在功率值的 3%。

12.2.3 补偿设备宜具有模块化结构，由功率模块和监控模块组成并联冗余工作系统，并联系统的监控模块、任意一个或数个功率模块故障时，故障模块应自动退出运行，其他模块仍可正常工作并能输出额定功率。

12.2.4 组成并联工作系统的各功率模块输出电流不均衡度不大于 5%。

12.2.5 功率模块和监控模块应具有热插拔功能，宜为先关闭模块再进行插拔。

13 绝缘配合

13.1 绝缘配合原则

13.1.1 应根据 ICT 设备的耐浪涌冲击特性及可能影响绝缘特性的因数，考虑采用的浪涌冲击保护措施，从安全运行和技术经济性两方面确定设备的绝缘水平。

13.1.2 采用市电直供的 ICT 设备需要满足机房过电压要求，包括：暂时过电压，瞬时过电压，操作过电压，雷电过电压，功能过电压。

13.1.3 机房内过电压应重点关注雷电过电压以及大型电动机和水泵的启、停在供电系统中产生的工作浪涌。

13.1.4 对受 SPD 保护的设备，其额定浪涌冲击耐受电压由 SPD 的浪涌冲击保护水平乘以配合因数 K 计算选定。

13.1.5 对于电力线路，配合因数 $K \geq 1.3$ ；对于电子设备和系统，配合因数 $K \geq 1.5$ 。

13.1.6 直接由低压电网供电的设备的浪涌冲击耐受能力：

- a) 使用在配电系统和配电电源端的设备，对应于三相电源的电压 220V/380V，其冲击耐受电压为 6kV。
- b) 当低压电网具有很好的限制暂态过电压措施如完善的分级 SPD 保护时，ICT 设备冲击耐受电压应不低于 1.5kV，否则应达到 2.5kV 冲击耐受电压。

13.2 SPD 的保护水平和选用原则

13.2.1 ICT 设备避雷器保护水平对应 SPD 标称放电电流下的残压，其要求应根据 GB/T 11032-2010 确定。

13.2.2 SPD 保护水平对应 SPD 的限制电压，对于低压配电系统的 SPD，应按 GB/T 18802.1-2002 方法进行试验，并取各类试验中的最大值，对于电信和信号网络的 SPD，应按 GB/T 18802.21-2004 的试验方法确定。

13.2.3 ICT 设备应考虑瞬态高压浪涌 (μs 级尖峰脉冲) 耐受能力，考虑下述三种形式瞬态高压浪涌：

- a) 产生于配电线路上
主要产生于电网上的直击雷；感应雷透过感应方式耦合到电子设备的电源线，控制讯号线或通讯线，其冲击电流可高达 100kA 以上，峰值电压 12kV~100kV。
- b) 供电系统中产生的工作浪涌
大型电动机及水泵的启、停；电焊机的运行；补偿调整电容系统的调节等均会产生电涌冲击，冲击电流可高达 20kA 以上，峰值电压最高达 6kV。
- c) 产生于内部末端负载间的瞬态浪涌
复印机运行；激光打印机开启；继电器、开关、电磁阀、变频调速器引起的线路间干扰；末端负载过流短路故障；静电放电等，峰值电压可达 5000V。

13.3 户外场景数据中心浪涌保护的特别要求。

13.3.1 对布置在室外的箱式数据中心，应置于接闪器保护区域内。

13.3.2 布置在室外的箱式数据中心禁止架空引入线路。

13.3.3 布置在室外的箱式数据中心宜配置 TVSS 对 ICT 和配套机电设备进行保护。

13.4 TVSS 的选用原则

13.4.1 市电供电回路应具备防浪涌冲击保护，应考虑各级防浪涌冲击、ICT 设备电压耐受之间的配合；SPD 不能满足浪涌冲击和过电压要求时，可选用 TVSS。

13.4.2 雷击频繁且冲击电流较大地区，可以在服务器机架侧或列头柜安装 TVSS，以抑制冲击电压（300kA 以上残压 800V）。

13.4.3 高可靠性要求的 IDC 等高端应用场所可选择 TVSS 进行浪涌冲击保护。
