

ICS 29.240.01

F 21

备案号: 69003-2019

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1909 — 2018

—48V 电力通信直流电源系统技术规范

Technical specification for —48V power supply system
of electric communications

2018-12-25 发布

2019-05-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 分类与通用技术要求	3
4.1 分类	3
4.2 基本要求	3
4.3 环境适应性要求	4
4.4 通用技术要求	4
4.5 制造及工艺要求	6
5 AC/DC 电源系统	8
5.1 系统结构	8
5.2 系统整体技术要求	13
5.3 交流配电	15
5.4 高频开关整流器	16
5.5 直流配电	17
5.6 电源监控	17
5.7 蓄电池组	19
5.8 蓄电池维护装置（可选）	19
6 DC/DC 电源系统	22
6.1 系统结构	22
6.2 110V/220V 直流进线	22
6.3 DC/DC 变换	22
6.4 直流配电	23
6.5 电源监控	23
7 运行环境与电磁兼容性	24
7.1 运行环境要求	24
7.2 防雷与接地	24
7.3 电磁兼容性要求	24
8 检验测试方法与规则	25
8.1 检验测试方法	25
8.2 检验规则	33
9 标志、包装、运输和贮存	35
9.1 标志	35
9.2 包装	35
9.3 运输	35
9.4 贮存	36

前 言

本标准根据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国电力系统管理及其信息交换标准化技术委员会（SAC/TC 82）归口。

本标准起草单位：中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司、中国南方电网有限责任公司、国网电力科学研究院有限公司、国家电网公司信息通信分公司、北京天鸿信通科技有限公司。

本标准主要起草人：李昭桦、谢尧、沈文光、黄盛、李扬、严冰融、沈强、张官元、洪丹轲、张斌、陈新南、陈辉煌、黄鑫、刘瑞怡、杨赞光、陈玮、雷通、周鸿喜、贾平。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

—48V 电力通信直流电源系统技术规范

1 范围

本标准规定了室内型—48V 电力通信直流电源系统的分类与通用技术要求、AC/DC 电源系统、DC/DC 电源系统、运行环境与电磁兼容性、检验测试方法与规则、标志、包装、运输和贮存等内容。

本标准适用于电力系统调度机构、发电厂、变电站及其他电力场所的—48V 通信直流电源系统的规划设计、设备研制、工程建设、运行维护等工作。

本标准的 AC/DC 系统特指采用高频开关电源技术实现整流的系统，不含相控式整流装置。

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 2423.1 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 B：高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Db 交变湿热（12h+12h 循环）

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 3873—1983 通信设备产品包装通用技术条件

GB 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第 1 部分：通用要求

GB 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB/T 11287 电气继电器 第 21 部分：量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第 1 篇：振动试验（正弦）

GB/T 13283 工业过程测量和控制用检测仪表和显示仪表精确度等级

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14537 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验

GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4—2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.12—2013 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验

GB/T 18380.12 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 12 部分：单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1kW 预混合型火焰试验方法

GB/T 18663.1 电子设备机械结构 公制系列和英制系列的试验 第 1 部分：机柜、机架、插箱和机箱的气候、机械试验及安全要求

GB/T 19582 （所有部分）基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范

GB/T 19826—2014 电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求

GB 50689 通信局（站）防雷与接地工程设计规范

GB 51194—2016 通信电源设备安装工程设计规范
DL/T 459—2017 电力用直流电源设备
DL/T 724—2000 电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程
DL/T 860 (所有部分) 电力自动化通信网络和系统
DL/T 1074—2007 电力用直流和交流一体化不间断电源系统
DL/T 1397.1 电力直流电源系统用测试设备通用技术条件 第1部分: 蓄电池电压巡检仪
DL/T 1397.2 电力直流电源系统用测试设备通用技术条件 第2部分: 蓄电池容量放电测试仪
DL/T 1397.5 电力直流电源系统用测试设备通用技术条件 第5部分: 蓄电池内阻测试仪
DL/T 5044—2014 电力工程直流电源系统设计技术规程
YD/T 637—2006 通信用直流—直流变换设备
YD/T 731—2018 通信用 48V 整流器
YD/T 944—2007 通信电源设备的防雷技术要求和测试方法
YD/T 1058—2015 通信用高频开关电源系统
YD/T 1363.3 通信局(站)电源、空调及环境集中监控管理系统 第3部分: 前端智能设备协议
YD/T 2344.2—2015 通信用磷酸铁锂电池组 第2部分: 分立式电池组

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

—48V 通信直流电源系统 —48V communication DC power supply system

为电力系统调度机构、发电厂、变电站及其他电力场所内提供直流电压标称值为—48V 的通信电源系统, 该系统正极接地。

3.2

浮充电 floating charge

在高频开关电源设备的直流输出端始终并接着蓄电池和负载, 以恒压充电方式工作。正常运行时, 高频开关电源设备在承担—48V 直流负荷的同时向蓄电池补充充电, 以补充蓄电池的自放电, 使蓄电池以满容量的状态处于备用。

3.3

均衡充电 equalizing charge

为补偿蓄电池组在使用过程中产生电压不均匀现象, 使其恢复到规定的范围内而进行的充电。

[GB/T 19826—2014, 定义 3.7]

3.4

恒流充电 constant current charge

充电时, 充电电流在充电电压范围内维持在恒定值。

[DL/T 459—2017, 定义 3.1.6]

3.5

恒压充电 constant voltage charge

充电时, 充电电压维持在恒定值。

[DL/T 459—2017, 定义 3.1.7]

3.6

限流恒压充电 current content voltage charge

采用限制电流充电, 使电压维持在恒定值。

[DL/T 459—2000, 定义 3.1.8]

3.7

通信用直流变换电源 DC convertor for telecommunication

一种 DC-DC 电源变换装置，其输入与变电站操作电源系统的蓄电池组相连接，输出特性满足通信电源的要求。由于与不接地系统的蓄电池组相连接，所以该装置的输入部分与输出部分是隔离的。简称 DC/DC。

[DL/T 1074—2007，定义 3.4]

3.8

固定型排气式铅酸蓄电池 vented lead-acid storage battery in fixed location

蓄电池由正极板、负极板、电解液、隔板、蓄电池槽、蓄电池盖、防酸帽等组成。蓄电池槽与蓄电池盖之间应密封，使蓄电池内产生的气体不得从防酸帽以外排出。

[DL/T 5044—2014，定义 2.0.2]

3.9

阀控式密封铅酸蓄电池 valve regulated sealed lead acid battery

带有阀的密封蓄电池，蓄电池正常使用时保持气密和液密状态。当内部气压超过预定值时，安全阀自动开启，释放气体。当内部气压降低后安全阀自动闭合使其密封，防止外部空气进入蓄电池内部。蓄电池在使用寿命期间，正常使用情况下无须补加电解液。按电解液的不同，阀控式密封铅酸蓄电池可分为贫液和胶体两种。

3.10

镍镉蓄电池 nickel-cadmium storage battery

含碱性电解液，正极含氧化镍，负极为镉的蓄电池。

[DL/T 5044—2014，定义 2.0.4]

3.11

磷酸铁锂电池 LiFePO₄ battery

用磷酸铁锂作为正极材料的锂离子蓄电池，由电极、电解质、容器、极柱、隔离层组成的基本功能单元。其中，由一个电解液系统构成的磷酸铁锂电池称为单体电池，标称电压为 3.2V。

[YD/T 2344.2—2015，定义 3.1]

3.12

蓄电池维护装置 battery maintenance equipment

具备对蓄电池组中的单体蓄电池进行电压检测、内阻检测、电池温度检测、均衡维护、报警控制、数据采集及通信的一种或多种功能，可在线、离线对蓄电池组及单体蓄电池进行检测、维护的设备。

4 分类与通用技术要求

4.1 分类

4.1.1 按照技术原理分，-48V 电力通信直流电源系统可分为-48V 高频开关电源系统（简称 AC/DC 系统）和-48V 通信用直流变换电源系统（简称 DC/DC 系统）。

4.1.2 按照安装方式分，-48V 电力通信直流电源系统可分为落地式、壁挂式、嵌入式等。

4.2 基本要求

4.2.1 -48V 电力通信直流电源系统应为通信设备负载提供直流电压标称值为-48V 的基础电源。

4.2.2 按满足电压要求选取直流放电回路的导线时，直流放电回路全程压降不应大于 3.2V。

4.2.3 直流电源系统额定容量的条件下，负载的直流输入端子处-48V 电压允许变动范围为：-57V～-40V。

4.2.4 配电柜应根据通信设备负载需求配置容量合理的输出开关。输出开关应能在额定输出容量下，长期不间断运行。

4.2.5 配电柜输出分路的数量配置应满足通信设备负载的接入需求，适度预留远期负荷接入需求，同时考虑输入母线载流量和断路器容量的冗余度。

4.2.6 主路开关容量应与相应分路开关容量相适应。当发生短路故障时，各级保护电器应满足上下级选择性配合的要求，确保电源系统中任意点的故障可以直接由故障点的上一级的保护电器消除。

4.2.7 电源系统的配置应满足可靠性指标的要求，在符合 4.3 的工作环境下平均无故障工作时间 (MTBF) 不应小于 50000h。

4.2.8 单个-48V 通信直流系统最大容量不宜超过 1000A。

4.2.9 电缆长期允许载流量应大于回路最大工作电流。

4.2.10 明敷电缆应选用耐火电缆或采取了规定的耐火防护措施的阻燃电缆。

4.2.11 电缆的选择和敷设应符合 GB 51194—2016 第 9 章的有关规定。

4.3 环境适应性要求

4.3.1 温度

-48V 电力通信直流电源系统应符合下列温度要求：

- a) 工作温度：-10℃～+40℃；
- b) 储运温度：-40℃～+70℃。

4.3.2 相对湿度

-48V 电力通信直流电源系统应符合下列湿度要求：

- a) 工作相对湿度范围：<90% (40℃±2℃)；
- b) 储运相对湿度范围：<95% (40℃±2℃)。

4.3.3 大气压力

大气压力范围为：70kPa～110kPa。

4.3.4 振动

各装置应能承受频率为 10Hz～55Hz、振幅为 0.35mm 的正弦波振动。

4.4 通用技术要求

4.4.1 绝缘电阻

在环境温度为 15℃～35℃，相对湿度不应大于 90%，试验电压为直流 500V 时，交流电路和直流电路对地、交流电路对直流电路的绝缘电阻均不应低于 10MΩ (不含电缆)。

4.4.2 抗电强度

装置的抗电强度应符合下列要求：

- a) 交流输入对地应能承受 50Hz、有效值为 2000V 的正弦交流电压或等效其峰值的 2828V 直流电压 1min 且无击穿或飞弧现象；

- b) 交流输入对直流输出应能承受 50Hz、有效值为 3000V 的正弦交流电压或等效其峰值的 4242V 直流电压 1min 且无击穿或飞弧现象；
- c) 直流输出对地应能承受 50Hz、有效值为 1000V 的正弦交流电压或等效其峰值的 1414V 直流电压 1min 且无击穿或飞弧现象。

4.4.3 冲击耐压

装置的冲击耐压应符合下列要求：

- a) 交流/直流输入对地、交流/直流输入对直流输出应能承受 5kV 的冲击试验电压；直流输出对地应能承受 1kV 的冲击试验电压；
- b) 承受冲击电压后，装置的主要功能应符合标准规定。在试验过程中，允许出现不导致损坏绝缘的闪络，如果出现闪络，则应复查抗电强度指标，抗电强度试验电压为规定值的 75%。

4.4.4 噪声

在额定负载和周围环境噪声不大于 40dB 的条件下，距噪声源水平位置 1m 处测得装置的噪声最大值，自冷型设备不应大于 55dB（A 级），风冷型设备不应大于 60dB（A 级）。

4.4.5 防护等级

设备外壳防护等级不应低于 GB 4208—2017 中 IP 20 的规定。

4.4.6 材料阻燃性能

系统所用印刷电路板（PCB）的阻燃等级应达到 GB 4943.1—2011 中规定的 V-0 要求，绝缘电线的阻燃等级应达到 GB/T 18380.12 中规定的要求，其他绝缘材料的阻燃等级应达到 GB 4943.1—2011 中规定的 V-1 要求。

4.4.7 系统接触电流

系统接触电流不应大于 3.5mA；当接触电流大于 3.5mA 时，接触电流不应超过每相输入电流的 5%，如果负载不平衡，则应采用三个相电流的最大值来进行计算。在大接触电流通路上，内部保护接地导线的截面积不应小于 1.0mm²。

4.4.8 保护功能

4.4.8.1 AC/DC 系统交流输入过、欠电压保护

AC/DC 系统交流输入过、欠电压保护应符合下列要求：

- a) 系统应能监视输入电压的变化，当交流输入电压值过高或过低，可能会影响系统安全工作时，系统应自动关机保护；当输入电压正常后，系统应能自动恢复工作；
- b) 过压保护时的电压不应低于本标准中所规定的“交流输入电压允许变动范围”上限值的 105%，欠压保护时的电压不应高于“交流输入电压允许变动范围”下限值的 95%。

4.4.8.2 DC/DC 系统直流输入过、欠电压保护

DC/DC 系统直流输入过、欠电压保护应符合下列要求：

- a) 当输入过压时，装置应具有过压关机保护功能，当输入欠压时，装置应具有欠压保护功能，输

入恢复正常后，应能自动恢复原工作状态。在双输入条件下，两路输入前端宜分别加装独立的过欠压检测装置。

- b) 过压保护时的电压不应低于 U_n 的 112.5%，欠压保护时的电压不应高于 U_n 的 87.5%，其中 U_n 为变电站操作电源系统的标称电压（110V/220V）。

4.4.8.3 三相交流输入缺相保护

AC/DC 系统整流模块交流输入为三相时，系统应具有缺相保护功能。

4.4.8.4 直流输出过、欠电压保护

系统直流输出电压的过、欠电压值可设定，当系统的直流输出电压值达到其设定值时，应能自动告警。过压时，系统应能自动关机保护；故障排除后，系统可自动或手动恢复。欠压时，系统应能自动保护；故障排除后，系统可自动或手动恢复。

4.4.8.5 直流输出过流及短路保护

系统应有过流与短路的自动保护功能，过流或短路故障排除后，应能自动或人工恢复正常工作状态。

4.4.8.6 熔断器（断路器）保护

系统的交流输入分路应具有断路器保护装置；系统直流输出分路应具有熔断器（或断路器）保护装置；容量大于 630A 的直流输出分路可不设保护装置。

4.4.8.7 温度过高保护

当系统所处的环境温度超过系统保护点时，系统应自动降额输出或停机；当环境温度下降到保护点后，系统应能自动恢复正常输出。

4.4.9 告警性能

系统的告警性能符合下列要求：

- a) 系统在各种保护功能动作的同时，应能自动发出声光告警信号，同时应能通过通信接口将告警信号传送到近端、远端监控设备上，部分告警可通过干接点将告警信号送至机外告警设备，所送的告警信号应能区分故障的类别；
- b) 系统应具有告警记录和查询功能，告警记录可随时刷新；告警信息应能在系统断电后继续保存，且不依赖于系统内部或外部的储能装置；
- c) 应具有重复性告警不阻塞功能，即原已发出的告警信号未消除而人为关断告警声信号期间，又产生新的告警时，系统会再次自动地发出声光告警信号。

4.5 制造及工艺要求

4.5.1 断路器选择

系统选用的断路器应符合下列要求：

- a) 其能耐受的最高电压应大于或等于回路的最高工作电压；
- b) 额定电流应大于回路的最大工作电流；
- c) 分断能力应满足电源系统短路电流的要求。

4.5.2 输出开关要求

交流配电柜、高频开关电源设备、直流配电柜的输出开关配置符合下列要求：

- a) 每个分路输出应有过流保护措施；
- b) 每路开关上方应具备通断指示灯（通电时指示灯亮起，断开时指示灯熄灭）；
- c) 交流配电柜、直流配电柜的输出开关宜采用接线端子方式，接线端子规格与开关容量规格相匹配；
- d) 端子上应有标记标明极性，标记不得标在螺钉上或在接线时可能要拆除的其他零部件上；
- e) 熔断器的输出端宜安装接线用汇流排，避免用户直接从熔断器接线；
- f) 配电接线端宜加装防护罩防止误碰短路；
- g) 配电柜内断路器连接导线应采用铜导线，截面选择见表 1。

表 1 铜导线截面积

序号	开关容量	导线截面
1	6A、10A	不小于 4mm ²
2	16A、20A、25A	不小于 6mm ²
3	32A、40A、50A	不小于 10mm ²
4	63A	不小于 16mm ²
5	80A	不小于 25mm ²
6	100A	不小于 35mm ²
7	其他	在满足额定电流载流量和开关端子接线面积要求的基础上按需选择

4.5.3 机柜内部导线路径在符合安全要求的条件下，应满足布放路由走向合理、距离短、导线顺直、不交叉、便于维护的原则。

4.5.4 柜体工艺

4.5.4.1 配电柜的结构设计应保证操作、运行安全可靠、维修和检查方便，各电气元件动作时产生的热量、电弧、冲击、振动、磁场或电场不得影响其他电器元件的正常工作。

4.5.4.2 落地式机柜外形尺寸的高×宽×深宜为：2260mm×800mm×600mm 或 2260mm×600mm×600mm（其中机柜高度为 2200mm，眉头高度为 60mm），高度公差为±2.5mm，宽度公差为±2mm，深度公差为±1.5mm。壁挂式柜体外形尺寸在满足安全运行前提下根据现场需求确定。嵌入式系统应能安装在 19 英寸或 21 英寸标准机架中，其安装固定方式具有抗震性和防震能力。

4.5.4.3 机柜面板平整，镀层牢固，表面涂覆光滑，所有标记、标牌清晰可辨，无剥落、锈蚀、裂痕、明显变形等不良现象。

4.5.4.4 外表面覆盖层应无眩目反光，表面不得有起泡、裂纹或流痕等缺陷，所有焊接处须均匀牢靠，无裂缝、夹渣。

4.5.4.5 机柜有足够的机械强度和刚度，柜体的机械特性等级不应低于 GB/T 18663.1 中 SL6 的规定，即额定静载荷值 400kg，提吊试验力 6000N，刚度试验力 1000N。

4.5.4.6 落地式机柜应有不少于 4 个安装固定用螺钉孔。机柜梁厚度不宜小于 1.2mm、机柜板材厚度不宜小于 1.0mm（均为实际板材厚度，不含喷涂层）。

4.5.4.7 机柜门应开启灵活，每扇门开启的角度不小于 90°，开启机柜门不应影响机柜内设备的正常运行。

4.5.4.8 机柜门锁可靠，机柜前门宜采用单开门，后门宜采用双开门或插拔门。

4.5.4.9 对于交流配电柜和直流配电柜，机柜前门面板宜使用厚度不小于 4mm 的钢化玻璃。

4.5.4.10 开关标识与接线端子标识要相互对应，机柜内部连接导线宜有走向标识。

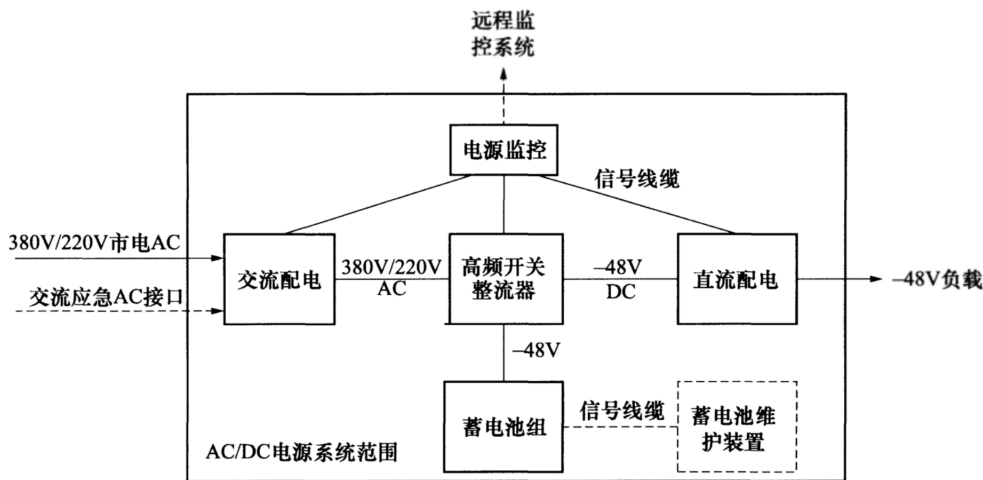
4.5.4.11 柜体的顶、底部宜留有截面不少于 80mm×200mm 电缆进出口，电缆进出口有防止电缆磨损措施。

- 4.5.4.12 机柜应配置总告警指示灯。
- 4.5.4.13 紧固连接应牢固、可靠，紧固件均应具有防腐镀层或涂层，紧固处均应装有防松装置。
- 4.5.5 设备/模块外壳要求
- 4.5.5.1 外表面应无突出异物，平整光滑。
- 4.5.5.2 应具有一定机械强度，牢固可靠。
- 4.5.5.3 表面涂覆层应色泽均匀，无起泡和龟裂。
- 4.5.5.4 面板上的元器件操作灵活应无卡涩，用以说明功能的文字、符号、标志清晰耐久。
- 4.5.6 元器件的要求
- 4.5.6.1 柜内安装的元器件均应有合格证或证明质量合格的文件。
- 4.5.6.2 设备面板配置的测量表计，测量精度不应低于 GB/T 13283 要求的 1 级。
- 4.5.6.3 各带电回路之间以及带电零部件与导电零部件或接地零部件之间的电气间隙和爬电距离应符合 GB/T 3797 的规定。
- 4.5.6.4 机柜内的所有交流、直流母排应进行绝缘保护，并用不同颜色区分交流 A、B、C、N 及直流正负极。接地线应用黄绿双色线，直流正极宜用棕色或者红色，直流负极宜用蓝色或黑色。

5 AC/DC 电源系统

5.1 系统结构

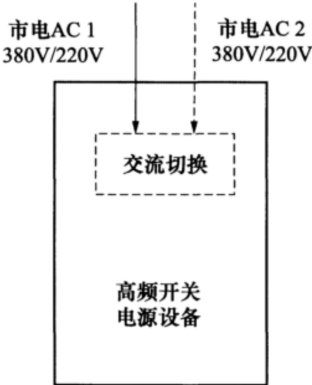
- 5.1.1 将 380V/220V 交流电变换为-48V 直流电的通信电源系统，称为 AC/DC 系统，它由交流配电部分、高频开关整流器、直流配电部分、监控单元和蓄电池组（蓄电池维护装置可选）等组成。
- 5.1.2 独立实现交流配电/直流配电功能的机柜称为交流配电柜/直流配电柜，含有高频开关整流器的机柜称为高频开关电源设备。
- 5.1.3 AC/DC 系统可配置独立的交流配电柜，为高频开关整流器提供交流输入开关；也可集成到高频开关电源设备实现交流配电和整流。
- 5.1.4 AC/DC 系统可配置独立的直流配电柜，为-48V 负载提供直流输入开关；也可在直流输出分路需求不多的情况下，集成到高频开关电源设备实现整流和直流配电。
- 5.1.5 直流配电可采用集中辐射形供电，即由直流配电柜/高频开关电源设备直接向-48V 负载供电；也可采用分层辐射形供电，由直流配电柜向直流列头柜供电，再由直流列头柜向-48V 负载供电。
- 5.1.6 AC/DC 电源系统的功能结构如图 1所示。



注：图中虚线表示可选功能。

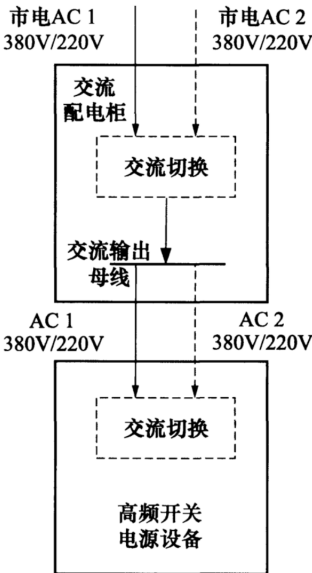
图1 AC/DC 电源系统功能结构图

5.1.7 单电源 AC/DC 系统的交流配电组网典型结构如图 2～图 4 所示。



注：图中虚线表示可选功能，当双交流输入时需要交流切换。

图 2 交流配电组网结构示意图 1（单电源）



注：图中虚线表示可选功能，当双交流输入时需要交流切换。

图 3 交流配电组网结构示意图 2（单电源）

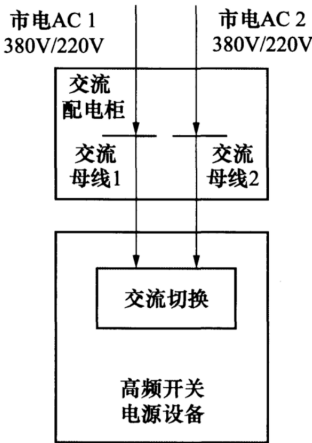
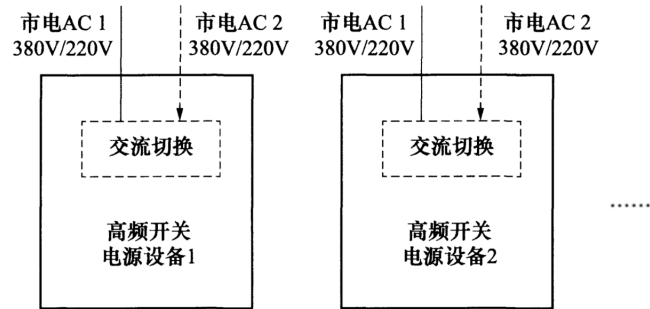


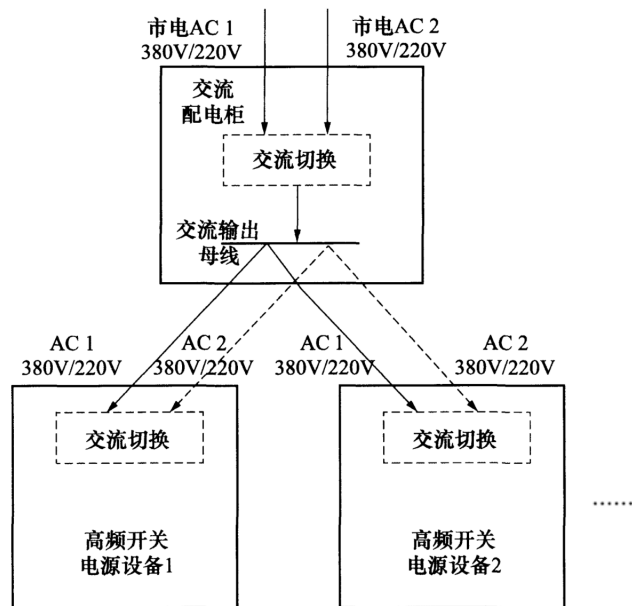
图 4 交流配电组网结构示意图 3（单电源）

5.1.8 多电源 AC/DC 系统的交流配电组网典型结构如图 5～图 8 所示。



注：图中虚线表示可选功能，当双交流输入时需要交流切换。

图 5 交流配电组网结构示意图 1（多电源系统）



注：图中虚线表示可选功能，当双交流输入时需要交流切换。

图 6 交流配电组网结构示意图 2（多电源系统）

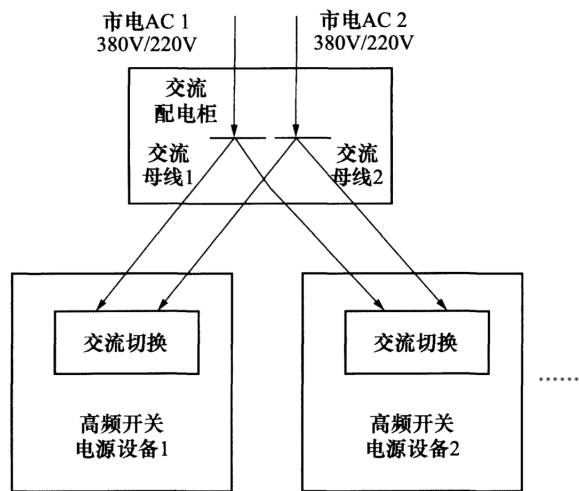
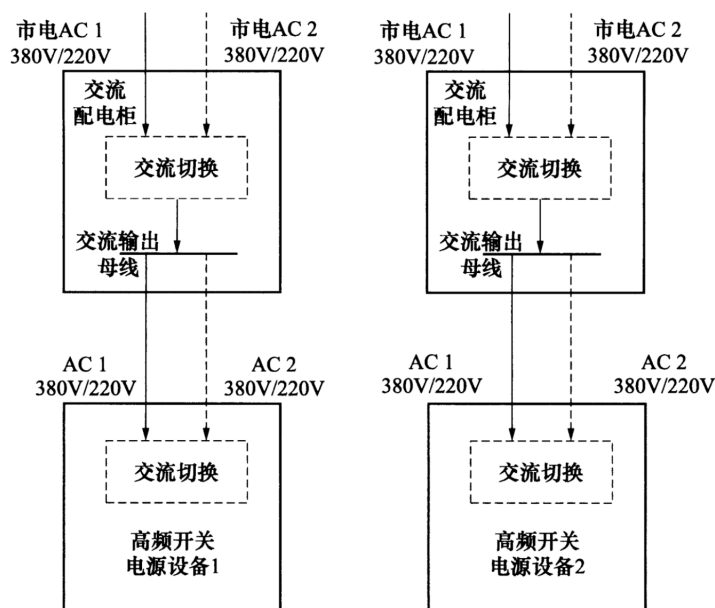


图 7 交流配电组网结构示意图 3（多电源系统）



注：图中虚线表示可选功能，当双交流输入时需要交流切换。

图 8 交流配电组网结构示意图 4（多电源系统）

5.1.9 单电源 AC/DC 系统的直流配电组网典型结构如图 9 和图 10 所示。

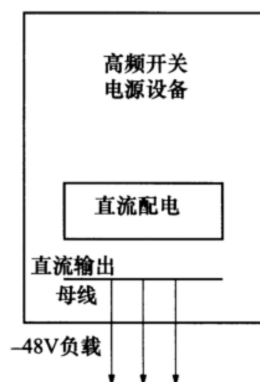
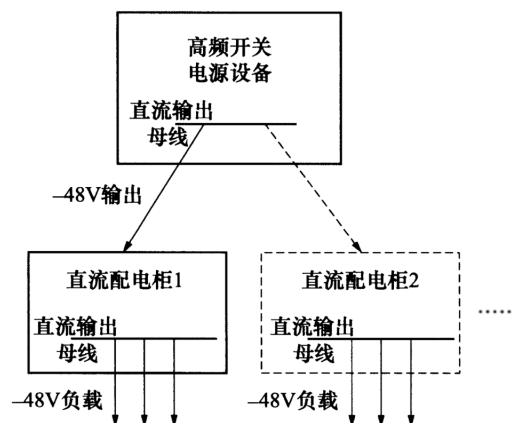


图 9 直流配电组网结构示意图 1（单电源系统）



注：图中虚线表示可选。

图 10 直流配电组网结构示意图 2（单电源系统）

5.1.10 多电源 AC/DC 系统的直流配电组网典型结构如图 11～图 14 所示。

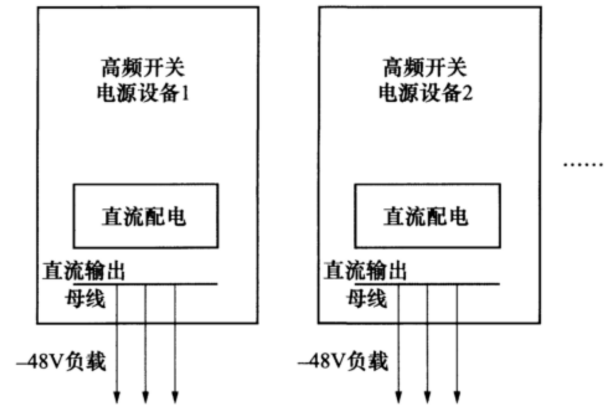
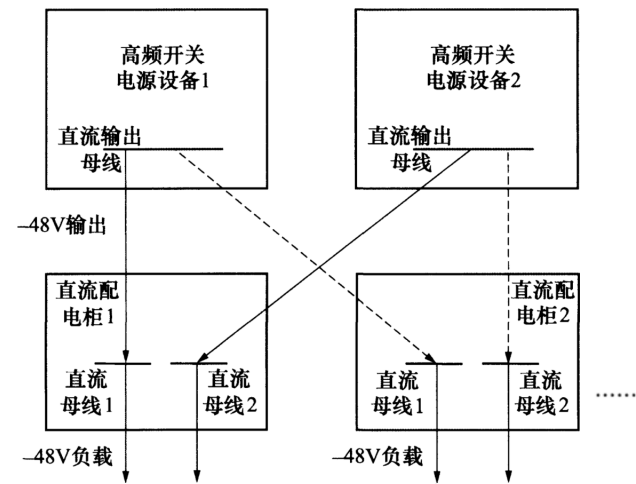
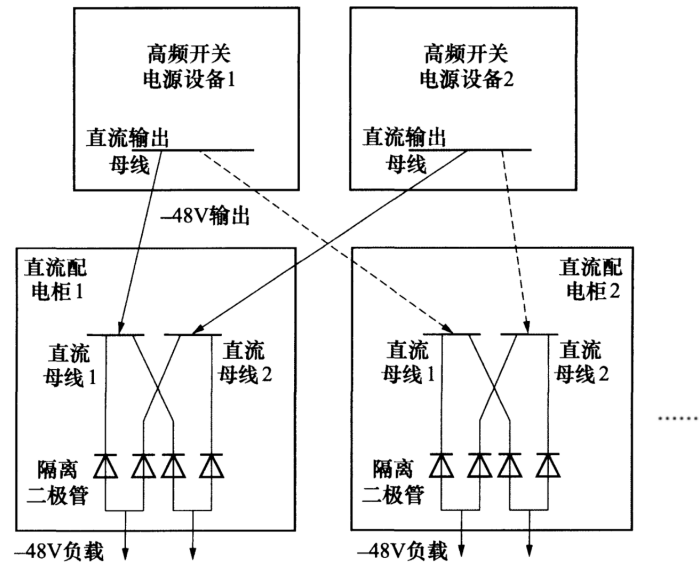


图 11 直流配电组网结构示意图 1（多电源系统）



注：图中虚线表示可选。

图 12 直流配电组网结构示意图 2（多电源系统）



注：图中虚线表示可选。

图 13 直流配电组网结构示意图 3（多电源系统）

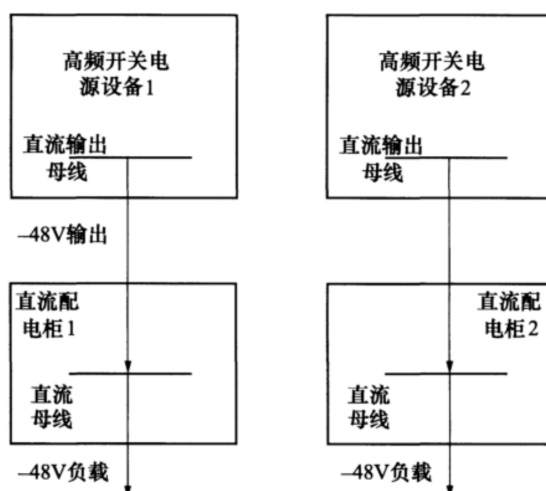


图 14 直流配电组网结构示意图 4 (多电源系统)

5.2 系统整体技术要求

5.2.1 交流输入

5.2.1.1 交流电源输入电压波动范围应符合以下要求：

- a) 220V (单相) 波动范围：187V~264V；
- b) 380V (三相) 波动范围：323V~456V。

5.2.1.2 交流电源频率范围：50Hz (1±2%)。

5.2.1.3 交流输入电压不对称度不应超过 5%。

5.2.1.4 交流输入电压应为正弦波，非正弦含量不超过 10%。

5.2.2 高频开关电源设备

5.2.2.1 高频开关电源设备的交流输入可分为单输入和双输入，其中双输入应具有手动或自动切换功能。手动切换应具有机械联锁装置；自动切换应具有电气和机械联锁装置，任意一路失电自动切换至另一路，并可预置优先路，送电恢复能自动回复至优先路。

5.2.2.2 高频开关电源整流模块应满足 $N+M$ 冗余配置，其中 N 只主用， $N \leq 10$ 时，1 只备用； $N > 10$ 时，每 10 只备用 1 只。整流模块数量不应少于 3 只。主用整流模块总容量应大于负载电流和电池的 10 小时率充电电流之和。

5.2.2.3 整流模块宜采用分组供电方式，不配置模块输入总开关。单组发生故障时，其他分组应能正常运行且能带起所有负载，每组模块（一个或多个模块）配置一个断路器，以避免所有模块共用一个模块总开关而存在单点故障的风险。

5.2.2.4 高频开关电源设备应结合直流配电部分配置相应数量的直流输出熔断器，并预留不少于 1 路做备用。

5.2.2.5 高频开关电源设备应结合蓄电池组数配置相应数量的蓄电池熔断器，蓄电池熔断器不应少于 2 路；根据电池容量来选择拔插式熔断器，拔插刀口具备防弧、灭弧功能。

5.2.2.6 当交流输入失电引起蓄电池组放电，在交流输入恢复后，高频开关电源设备应实行带负载限流恒压对蓄电池组充电，保护-48V 负载。

5.2.3 系统直流输出电压

AC/DC 系统的直流输出电压性能应符合以下要求：

- a) 系统在稳压工作的基础上，应能与蓄电池并联以浮充工作方式和均充工作方式向通信设备供电；
- b) 系统输出电压可调节范围：-57.6V~-43.2V；
- c) 直流输出电压值在其可调范围内应能手动或自动连续可调，当调压装置发生故障时，不应影响-48V 直流母线输出。

5.2.4 系统稳压精度

高频开关电源系统的稳压精度应优于±1%。

5.2.5 系统电话衡重杂音电压

系统直流输出端的电话衡重杂音电压不应大于 2mV。

5.2.6 系统峰—峰值杂音电压

系统直流输出端在 0MHz~20MHz 频带内的峰—峰值杂音电压不应大于 200mV。

5.2.7 并机工作性能

系统并机工作性能应符合以下要求：

- a) 系统中整流模块应能并机工作，并且能按比例均分负载：负载为 50%~100%额定输出电流时，其均流不平衡度不应超过±5%；
- b) 监控单元出现异常时，各整流模块应仍能输出设定电压，且输出电流的不平衡度应优于±10%；
- c) 当某个整流模块出现异常时，不应影响系统的正常工作，应能显示其故障并告警，必要时该整流模块应能退出系统。

5.2.8 限流和限压特性

系统的限流和限压特性应符合以下要求：

- a) 限压特性：高频开关电源设备在恒流充电状态运行时，当输出直流电压超过限压整定值时，应能自动限制其输出电压的增加；
- b) 限流特性：高频开关电源设备在稳压状态下运行时，当蓄电池的充电电流超过蓄电池的限流整定值时，或者当输出直流电流超过高频开关电源设备的总限流整定值时，应能立即进入限流状态，自动限制其输出电流的增加。

5.2.9 效率和功率因数

系统效率应满足表 2 的要求。

表 2 系 统 效 率

单个整流模块输出额定电流 A		≥30			<30		
		1 级	2 级	3 级	1 级	2 级	3 级
效率	50%~100%额定负载	≥94%	≥90%	≥88%	≥90%	≥87%	≥85%
	30%额定负载	≥90%	≥86%	≥82%	≥86%	≥82%	≥78%

当输入额定电压、输出满载时，系统的输入功率因数应满足表 3 的要求。

5.2.10 防雷性能

高频开关电源交流输入端应装有浪涌保护装置，至少能承受电流脉冲（8/20μs、20kA）的冲击。

防雷性能应满足 YD/T 944—2007 第 5 章的要求。

表 3 输入功率因数

		1 级	2 级	3 级
输入功率因数	100%额定负载	≥ 0.99	≥ 0.96	≥ 0.92
	50%额定负载	≥ 0.98	≥ 0.95	≥ 0.90
	30%额定负载	≥ 0.97	≥ 0.90	≥ 0.85

5.2.11 谐波电流

输入电流谐波成分应满足 YD/T 1058—2015 第 4 章的要求。

5.2.12 温升

系统额定工作状态时（交流输入为额定电压，直流输出电压为浮充电压，输出电流为额定电流），在常温条件下，各电器元件和部件的温升不应超过表 4 的规定。

表 4 各电器元件和部件的温升

部 件		温升 ℃
连接外部绝缘导线的线头		70
铜母线的接头	触接处无被覆层	60
	触接处搪锡	65
	触接处镀银或镀镍	70
	铝母线触头（触接处超声波搪锡）	55
熔断器触头	触接处镀锡	55
	触接处镀银或镀镍	80
刀开关触头（紫铜或其合金制品）		50
可能会触及的壳体	金属表面	30
	绝缘表面	40
	塑料绝缘导线表面	20

5.2.13 蓄电池管理功能

蓄电池管理功能应符合以下要求：

- 系统应具备对蓄电池均充充电及浮充充电状态进行手动或自动转换功能；
- 系统在对蓄电池进行充电时，应有限流充电功能，且限流值应根据需要进行调整；
- 系统应根据蓄电池环境温度，对系统的输出电压进行温度补偿或保护；
- 在蓄电池放电及均充时，系统应具备对蓄电池容量进行估算的功能；
- 系统应具备蓄电池单体电压管理功能。

5.3 交流配电

5.3.1 独立交流配电柜应满足以下要求：

- 当具备两路独立交流输入电源时，交流配电柜应配置两路 380V/220V 三相五线或三相四线进线，两路交流输入宜分别设置手动总开关，在交流配电柜的前面板操作，当设置有两个交流配

电柜时，单柜可配置 1 路交流进线；

- b) 交流输入宜采用独立双母线结构；两路交流输入采用自动切换方式时，应采用具有电气和机械联锁的切换装置，采用手动切换装置时，应采用带灭弧装置的双掷刀闸；
- c) 每路交流输出宜配置不少于三个三相交流出线（两个用于高频开关电源设备输入，一个备用），其他开关按需配置；
- d) 当交流配电柜需要时，可配置应急输入接口，满足以下功能要求：
 - 1) 交流配电柜可设置应急输入接口，接入应急发电机；
 - 2) 双输入的配电柜应配置两路 380V/220V 三相五线或三相四线进线，一路接入市电，一路接入应急发电机；
 - 3) 应急输入接口须充分考虑安全措施，保证发电机和输入接口进行电气连接期间，市电突然恢复不会危及人身安全。

5.3.2 高频开关电源设备集成交流配电功能时，应在确保上下级断路器的额定电流满足选择性配合要求的前提下，配置适量的交流输出分路。

5.4 高频开关整流器

5.4.1 直流输出电压可调节范围

5.4.1.1 整流器的直流输出电压可调节范围为 $-57.6\sim-43.2\text{V}$ 。

5.4.1.2 整流器的直流输出电压值在可调节范围内应具有手动或由监控电路（系统监控单元）控制连续可调的功能。

5.4.2 直流输出电压工作方式

整流器在稳压工作的基础上，应能与蓄电池并联以浮充、均充及蓄电池放电测试工作方式向通信设备供电（或应具有该方面的接口）。

5.4.3 源效应

不同交流输入电压情况下的直流输出电压与输出电压整定值的差值不应超过输出电压整定值的 $\pm 0.1\%$ 。

5.4.4 模块稳压精度

不同交流输入电压与负载进行组合，各种情况下的直流输出电压与输出电压整定值的差值不应超过输出电压整定值的 $\pm 0.6\%$ 。

5.4.5 开关机过冲幅度

由于开关机引起直流输出电压变化的最大峰值不应超过直流输出电压整定值的 $\pm 5\%$ 。

5.4.6 整流器效率

整流器的效率应满足 YD/T 731—2018 第 4 章的要求。

5.4.7 整流模块

5.4.7.1 高频开关整流器的模块容量不宜大于 100A。

5.4.7.2 整流模块应支持热插拔，能在线投入或撤出。当某个整流模块出现异常时，更换新的整流模块不应影响系统的正常输出电压。

5.4.7.3 高频开关电源的整流模块其他指标应符合 YD/T 731—2018 第 4 章的要求。

5.5 直流配电

5.5.1 独立直流配电柜应满足以下要求：

- a) 直流输入宜采用隔离开关或熔断器。每路直流输入应配置一个总控制开关，控制开关宜采用手动开关。
- b) 直流配电柜面板应具备电压、电流指示。
- c) 直流配电柜的输入侧宜配置直流防雷保护装置（标称通流容量 $I_n \geq 10\text{kA}$ ）及防雷模块开关。
- d) 直流配电柜应根据-48V 负载供电需求配置容量合理的配电开关；开关宜采用 C 型脱扣曲线的直流微型断路器。
- e) 机柜正面应安装封板，每路开关就近位置应有编号标识，并配有用户标签位。前面板开关及空余地方应当用面板封堵。
- f) 直流配电柜可采用单母线结构、独立双母线结构和双母线带隔离二极管输出结构，要求如下：
 - 1) 单母线结构中，输出母线不宜与其他直流配电柜的母线设置联络器件；
 - 2) 独立双母线结构中，双电源进线应分别来自不同的高频开关电源设备，两段直流母线应独立运行，各自输出至馈线开关端子，不宜设置联络器件；
 - 3) 双母线带隔离二极管输出结构中，双电源进线应分别来自不同的高频开关电源设备，可根据需求选择部分或全部开关，分别从母线 1 和母线 2 取电，经隔离二极管输出至馈线开关端子；如选择部分开关经隔离二极管输出，应在接线端子做好标记加以区分。

5.5.2 隔离二极管的技术指标应符合下列要求：

- a) 二极管的标称电流（最大电流）不小于开关额定电流的 2 倍；
- b) 二极管的反向耐压 $\geq 100\text{V}$ ；
- c) 二极管的正向压降 $\leq 1.0\text{V}$ ，任意两个二极管的压降差异 $\leq 0.4\text{V}$ ；
- d) 二极管的反向泄漏 $\leq 4.0\text{mA}$ 。

5.5.3 直流配电部分电压降应符合下列要求：环境温度为 20°C 条件下，直流配电部分蓄电池端子与机柜内负载端子之间放电回路满载时的电压降不超过 500mV 。

5.5.4 高频开关电源设备集成的直流配电时，应根据-48V 负载供电需求配置容量合理的配电开关；开关宜采用 C 型脱扣曲线的直流微型断路器。

5.6 电源监控

5.6.1 一般要求

5.6.1.1 通信电源监控系统应具有下列基本功能：

- a) 实时监视电源系统工作状态；
- b) 采集和存储系统运行参数；
- c) 设置参数的掉电存储功能。

5.6.1.2 通信接口应满足现场连接要求。系统应具备 RS232 或 RS485/422、IP 等标准通信接口，并提供与通信接口配套使用的通信线缆和各种告警信号输出端子。

5.6.1.3 通信规约应支持 YD/T 1363.3、DL/T 860，GB/T 19582 或其他国标及行标规定的通信规约。

5.6.1.4 应具备本地和远程监控功能，并可通过远程监控平台将本地监控的全部信息及时远传。

5.6.1.5 电源监控系统宜预留不少于 8 个干接点，干接点告警方式应可配置支持断开及闭合两种告警方式。

5.6.1.6 可远程下达命令对被控设备进行控制。

5.6.1.7 监控单元具备故障自检测能力，当监控单元故障时，应能自动切断监控单元并保持通信电源正常对负载供电。

5.6.2 交流配电监视要求

5.6.2.1 监视屏幕应显示每路交流输入的 A、B、C 各相的电压、电流，宜采用不小于 3 英寸的显示屏幕，显示字体不宜小于 4 号字体。

5.6.2.2 任何一路交流输入异常（包括过压、欠压、缺相、失电）均应有告警。任何一路分路开关跳闸宜有告警。

5.6.2.3 具备声光告警，具有消音功能。

5.6.2.4 对产生的告警在监控单元进行确认（复归）操作后，仅屏蔽本机蜂鸣器报警，此告警仍能在监控单元当前告警中显示，且不影响其他新告警产生。

5.6.2.5 双交流输入的交流配电柜监测单元，工作电源宜取自 2 路交流输入。

5.6.3 高频开关电源设备监视要求

5.6.3.1 监测单元至少显示选用的交流输入回路的电压，当高频开关电源为双交流输入时宜具备显示两路输入交流电压能力，对两路交流输入的过压、欠压、缺相故障均有监测、告警、保护措施。

5.6.3.2 监视的信息应包括输入三相交流电压、电流，输出端的直流电压、电流，蓄电池组在线电压、电流，每个模块输出电压、电流（可通过监视系统或仪表来采集）、工作状态（开/关机，限流/不限流）、故障/正常等。

5.6.3.3 故障应具备声光告警。告警信号至少应包括：每一路输入交流缺相、交流失电、交流电压过高或过低、整流模块故障、直流输出电压过高或过低、过流、故障总信号、负载/电池分断告警，过热告警等。

5.6.3.4 监视屏幕应显示交流输入电压，直流输出电压、输出电流、蓄电池放电电流，宜采用不小于 3 英寸的显示屏幕，显示字体不宜小于 4 号字体。

5.6.3.5 监测单元对模块的操作应有校验机制，检测到模块不能正常执行相关指令时，重新触发告警。

5.6.3.6 监测单元应由直流母线供电。

5.6.4 直流配电监视要求

5.6.4.1 监视屏幕应显示输出电压、输出电流，宜采用不小于 3 英寸的显示屏幕，显示字体不宜小于 4 号字体。

5.6.4.2 负载分路宜每路设置跳闸告警（开关在跳闸的时候发出告警信息，正常开关动作不能发出告警信息）。

5.6.4.3 监控单元应由直流母线供电。

5.6.5 远程监控参数

监测系统的远程监控参数应满足以下要求：

a) 交流配电部分。

- 1) 遥测：输入电压、输入电流（可选）、输入频率（可选）；
- 2) 遥信：输入过压/欠压、缺相、输入过流（可选）、频率过高/过低（可选）、断路器/开关状态（可选）。

b) 整流模块部分。

- 1) 遥测：整流模块输出电压，每个整流模块输出电流；
- 2) 遥信：每个整流模块工作状态（开机/关机/休眠，限流/不限流），故障/正常；

- 3) 遥控：开/关机、均/浮充/测试。
- c) 直流配电部分。
- 1) 遥测：输出电压，总负载电流，主要分路电流（可选），蓄电池充、放电电流；
- 2) 遥信：输出电压过压/欠压，蓄电池熔丝状态，均/浮充/测试，主要分路熔丝/开关状态（可选）。

5.7 蓄电池组

5.7.1 蓄电池组的标称电压为-48V。蓄电池组正常应以浮充电方式运行。

5.7.2 蓄电池适用类型包括阀控式密封铅酸蓄电池、固定型排气式铅酸蓄电池、镉镍碱性蓄电池、磷酸铁锂电池等。

5.7.3 -48V 电力通信直流电源系统宜采用阀控式密封铅酸蓄电池，也可采用其他类型蓄电池。铅酸蓄电池宜采用单体为 2V 的蓄电池，在蓄电池安装空间受限时，也可采用 6V 或 12V 组合电池。

5.7.4 阀控式密封铅酸蓄电池在使用前应进行补充充电。补充充电方式及充电电压应按电池说明书规定进行，一般情况下应采用限流恒压充电方式，蓄电池最大充电电流不应大于 $0.2C_{10}$ （10 小时率额定容量），铅酸贫液电池最大补充充电电压不应大于 2.4V/单体，铅酸胶体电池最大补充充电电压不应大于 2.35V/单体。

5.7.5 蓄电池浮充电电压应根据蓄电池说明书的实际标称值选取，当无产品资料时可按表 5 规定选取。

表 5 蓄电池浮充电电压参考

电池种类	浮充电压 (25℃) V/单体
固定型排气式铅酸蓄电池	2.15~2.25
阀控式密封铅酸蓄电池	2.23~2.27 (单体电压)
中倍率镉镍碱性蓄电池	1.42~1.45
高倍率镉镍碱性蓄电池	1.36~1.45
磷酸铁锂电池 (集成式电池组)	3.35~3.40
磷酸铁锂电池 (分立式电池组)	3.40~3.50

5.7.6 单体蓄电池均衡充电电压应根据通信直流电源系统中直流负荷允许的最高电压值和蓄电池的个数确定，但不应超出蓄电池规定的电压允许范围。

5.7.7 每套通信直流电源系统的蓄电池组可单组或多组配置，最多不应超过 4 组，每组蓄电池应有独立的熔断器保护。

5.7.8 不同厂家、不同型号、不同容量、不同时期（出厂日期相差 1 年以上的认为是不同时期）的蓄电池不宜串并联使用。

5.7.9 固定型排气式铅酸蓄电池、阀控式密封铅酸蓄电池、镉镍碱性蓄电池的维护方式参见 DL/T 724—2000 的第 6 章。

5.8 蓄电池维护装置（可选）

5.8.1 一般要求

5.8.1.1 本标准的蓄电池维护装置适用于阀控式密封铅酸蓄电池。

5.8.1.2 每只蓄电池每次测试时间不应大于 3s。

5.8.1.3 内阻检测时，蓄电池容量损失不应大于 $0.005C_{10}$ 。

5.8.1.4 蓄电池单体电压采样输入阻抗不应小于 $10\text{k}\Omega$ 。

5.8.1.5 装置的噪声不应大于 55dB (A 级)。

5.8.1.6 具备连接条电阻测试功能的装置,其测量精度不低于内阻测量精度。

5.8.1.7 检测支路数应满足标称 2V 电池 24 只/组, 12V 电池 4 只组成的蓄电池组检测要求。

5.8.1.8 固定安装在蓄电池室(柜)内的在线式测试装置,应使用蓄电池组整组提供的直流电源。

5.8.1.9 温度传感器应连接在电池壳体 $4/5$ 高度附近处靠近负极柱固定安装。

5.8.1.10 装置应能通过 USB 等接口传输和使用移动储存器件转存数据。

5.8.2 维护装置结构要求

5.8.2.1 蓄电池维护装置的连线或测试应符合下列要求:

- a) 按红、黑两色区分导线的极性,在线耳或线夹等处的极性符号应正确、清晰、不易磨损;
- b) 测试线应采用导电性能良好的材料,导线的引入误差不影响测试的准确度;
- c) 导线粗细均匀、表面无破损,不降低装置的绝缘强度;
- d) 导线线径满足均衡电流要求。

5.8.2.2 装置的金属外壳或框架上应有接地端子以及明显的接地标志。配有可装卸的黄底细黑条专用接地电缆。接地连接处应有防锈、防黏漆措施,应保证装置上所有非带电金属部件可靠接地。

5.8.3 功能要求

5.8.3.1 检测功能

蓄电池维护装置的检测功能应包括以下内容:

- a) 蓄电池内阻;
- b) 连接条电阻(可选);
- c) 蓄电池整组电压;
- d) 单体蓄电池电压;
- e) 蓄电池整组电流;
- f) 蓄电池温度。

5.8.3.2 维护功能

蓄电池维护装置的维护功能应包括以下内容:

- a) 蓄电池电压均衡(自动或手动);
- b) 蓄电池单体活化(自动或手动)。

5.8.3.3 保护与控制功能

蓄电池维护装置的保护与控制功能应包括以下内容:

- a) 具备防测试反接保护及告警功能;
- b) 具备过冲、过放告警功能;
- c) 具备人为中断、暂停与恢复蓄电池测试及维护。

5.8.3.4 显示功能

蓄电池维护装置的显示功能应包括以下内容:

- a) 具备友好的人机对话功能,每步操作均有提示及确认;
- b) 显示内容齐全,包括:蓄电池组整组电压、电流,单体电池电压、内阻及温度等;

- c) 同组蓄电池电压和内阻的最大值、最小值及对应电池编号;
- d) 蓄电池单体电压、内阻柱状图及放电曲线;
- e) 异常、告警等事件信息。

5.8.3.5 记录与报表功能

蓄电池维护装置的记录和报表功能应包括以下内容:

- a) 具备测试数据分析管理功能,按照厂/站名、蓄电池组编号、蓄电池型号与类型、厂家及安装日期等,进行数据分析管理;
- b) 记录启动保护动作的类别和时间;
- c) 装置能全自动测试、记录、计算和判断,并能自动生成测试报告、蓄电池电压、内阻值柱图及变化趋势图;
- d) 测量数据除可直接查询外,应以 Excel 格式(或能方便地转成 Excel 格式)存储至 USB 移动存储器件,达到数据共享并方便地形成用户需要的报告格式;
- e) 存储容量应满足蓄电池维护要求,至少保存 200 条告警记录,保存 50 组蓄电池维护记录数据。

5.8.3.6 通信功能

装置提供 RS232 或 RS485 通信接口实现组网功能,用户需要时可扩展为 TCP/IP 通信接口;通信协议满足 YD/T 1363.3 中相关规定。

5.8.4 测量参数要求

5.8.4.1 检测范围

蓄电池维护装置的检测范围应包括以下内容:

- a) 蓄电池内阻: 2V 蓄电池为 $0\text{m}\Omega\sim 10\text{m}\Omega$, 12V (6V) 蓄电池为 $0\text{m}\Omega\sim 100\text{m}\Omega$;
- b) 蓄电池组电压: $(50\%\sim 130\%) U_B \times N$;
- c) 蓄电池单体电压: $(50\%\sim 130\%) U_B$;
- d) 温度: $-10^\circ\text{C}\sim +80^\circ\text{C}$ 。

注: U_B 为蓄电池单体标称电压, N 为整组蓄电池只数。

5.8.4.2 检测准确度

蓄电池维护装置的检测准确度应满足以下要求:

- a) 蓄电池组内阻: $\leq 5\%$;
- b) 蓄电池电压: 0.2% ;
- c) 蓄电池单体电压: 0.2% ;
- d) 直流电流: 0.1% ;
- e) 温度: $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

5.8.4.3 报警准确度

优于报警整定值 0.5% 。

5.8.5 其他要求

具备蓄电池单体电压监测功能的装置,电压监测部分还应满足 DL/T 1397.1 的相关要求。具备蓄电

池容量放电功能的装置，放电测试部分还应满足 DL/T 1397.2 的相关要求。具备蓄电池内阻测试功能的装置，内阻测试部分还应满足 DL/T 1397.5 的相关要求。

6 DC/DC 电源系统

6.1 系统结构

6.1.1 将变电站内 110V/220V 直流电变换为-48V 直流电的通信电源系统，称为 DC/DC 系统，它由直流进线部分、DC/DC 变换器、直流配电部分、监控单元等组成。DC/DC 系统经过直流变换后的 48V 输出母线正极接地，为通信设备提供-48V 直流电源，它共用变电站操作电源系统的蓄电池组和监控单元。

6.1.2 通信用直流变换电源（DC/DC）根据输入电压可分为两种，即 110V/48V 的 DC/DC 和 220V/48V 的 DC/DC。

6.1.3 DC/DC 系统可以集成到变电站操作电源系统内，也可以独立配置。

6.1.4 DC/DC 电源系统的结构如图 15 所示。

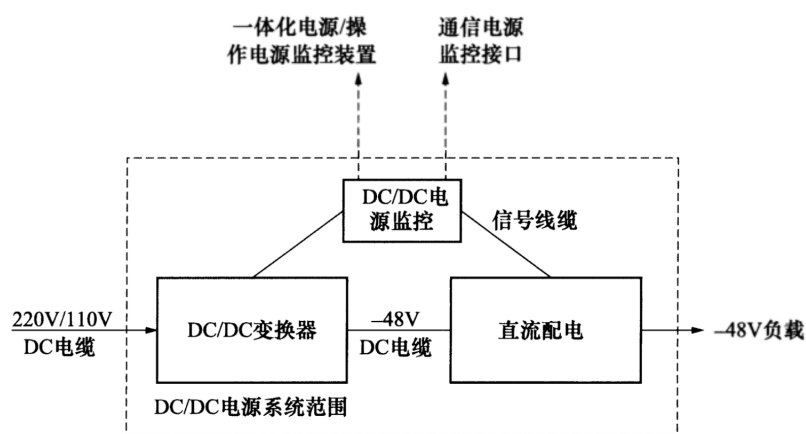


图 15 DC/DC 电源系统结构图

6.2 110V/220V 直流进线

6.2.1 DC/DC 系统的直流输入电压范围为 $(90\% \sim 120\%) U_n$ ，其中 U_n 为变电站操作电源系统的标称电压（110V/220V）。

6.2.2 DC/DC 系统为双重化配置时，110V/220V 直流输入宜采用单母线结构，经直流变换后形成两路独立的 48V 输出；DC/DC 系统为单套配置时，110V/220V 直流输入宜采用独立双母线结构，分别从不同的 110V/220V 直流母线引电。

6.2.3 110V/220V 直流输入应配置直流断路器作为输入总开关。

6.3 DC/DC 变换

6.3.1 DC/DC 系统宜采用双重化配置，变电站操作电源系统中每段直流母线应配置 1 组 DC/DC 变换器，每组 DC/DC 变换器需具备承载全部负载的能力。DC/DC 变换器应满足 $N+1$ 冗余配置，其中 N 只主用，1 只备用。

6.3.2 DC/DC 变换器应支持带电热插拔。当 DC/DC 变换器出现异常时，更换新的变换器不应影响系统的正常输出电压。

6.3.3 DC/DC 变换器的技术参数应满足以下要求：

- 额定输出电压：48V；
- 单个 DC/DC 变换器的额定输出电流不宜大于 50A；

- c) 效率: $\geq 85\%$;
- d) 稳压精度: $\leq 0.6\%$;
- e) 动态电压瞬变范围: $< \pm 5\%$;
- f) 瞬变响应恢复时间: $\leq 200\mu\text{s}$;
- g) 温度系数: $\leq 0.02\%/^{\circ}\text{C}$;
- h) 浪涌电流: $< 150\%$;
- i) 纹波电压峰—峰值: 不超过 200mV ;
- j) 直流母线反灌纹波电压有效值系数不应超过 0.5% ;
- k) 具有输入异常和输出限流保护功能, 故障排除后可自动恢复工作;
- l) 具有输出过电压保护功能, 故障排除后可人工恢复工作;
- m) 杂音电压和其他技术参数应符合 GB/T 19826—2014 第 5 章和 YD/T 637—2006 第 4 章的要求, 还应符合 DL/T 1074—2007 的有关规定;

6.3.4 应具有短路保护功能, 短路排除后自动恢复输出。

6.3.5 应具有过温保护、过电压保护、过电流保护、欠电压报警、过电压报警等保护报警功能。

6.3.6 48V 应采用正极接地、负极加防雷模块方式。

6.3.7 DC/DC 电源的输出对地, 不要求做冲击电压试验。

6.3.8 DC/DC 变换装置在选择时应满足馈线短路时直流断路器的可靠动作, 并具有选择性。

6.3.9 DC/DC 系统的配置应符合 DL/T 5044—2014 中 6.11 的要求, 即:

- a) 总输出电流不宜小于馈线回路中最大直流断路器额定电流的 4 倍;
- b) 宜加装储能电容;
- c) DC/DC 系统的-48V 输出开关宜采用 B 型脱扣曲线的微型断路器。

6.4 直流配电

6.4.1 在直流输出分路需求不多的情况下, DC/DC 系统可不配置独立的直流配电柜, 集成到 DC/DC 变换装置实现直流变换和直流配电。

6.4.2 在直流输出分路需求较多的情况下, DC/DC 系统宜配置独立的直流配电柜。独立直流配电柜宜采用单母线结构, 根据-48V 负载供电需求配置容量合理的配电开关。

6.5 电源监控

6.5.1 DC/DC 系统与变电站操作电源系统总监控单元之间的通信规约遵循变电站操作电源的相关规范, 可采用 DL/T 860、GB/T 19582 或其他国标及行标规定的通信规约。

6.5.2 DC/DC 系统应具有监控功能, 且不依赖总监控单元独立工作。正常工作时, 应与总监控单元通信, 接收和执行监控装置的指令。

6.5.3 监控单元对直流输入的过压、欠压故障均应有监测、告警、保护措施。

6.5.4 监视的信息应包括 110V/220V 直流输入电压、电流, 输出端的直流电压、电流, 每个模块输出电压、电流、工作状态(开/关机, 限流/不限流)、故障/正常等。

6.5.5 监控单元应具备声光告警。告警信号至少应包括: 直流输入失电、直流输入过压或欠压、变换装置异常、直流输出过压或欠压、过流、馈线断路器脱扣和故障总信号等。

6.5.6 监视屏幕应显示直流输入电压, 直流输出电压、输出电流, 宜采用不小于 3 英寸的显示屏幕, 显示字体不宜小于 4 号字体。

6.5.7 监控单元对模块的操作应有校验机制, 发现模块不能正常执行相关指令时, 应重新触发告警。

6.5.8 DC/DC 系统监控单元应有冗余的标准通信接口, 以同一通信规约向变电站操作电源系统总监控单元和通信电源监控单元通信, 将采集信息分别发送到各自的监控单元。

7 运行环境与电磁兼容性

7.1 运行环境要求

7.1.1 -48V 通信直流电源系统对使用场所的要求：

- a) 使用场所不应有超过 GB/T 11287 和 GB/T 14537 规定的严酷等级为 I 级的振动和冲击；
- b) 使用场所不得有爆炸危险介质，周围介质不含有腐蚀金属和破坏绝缘的有害气体及导电介质，不允许充满水蒸气及较严重的霉菌存在；
- c) 使用场所应具有防御雨、雪、沙的设施；
- d) 使用场所任意方向不超过 1.5mT 外磁场感应强度；
- e) 蓄电池组的工作环境应无腐蚀性、爆炸性和破坏绝缘的气体及导电尘埃，并远离高热源。

7.1.2 通信直流电源系统所在机房不应设窗或少设窗，有窗时要采取严密防尘措施，机房的门缝应严密，墙壁、地板、顶棚等凡是与空气接触的表面不应起尘。

7.1.3 容量大于 300Ah 的阀控铅酸蓄电池组宜设立独立的蓄电池室，并具备良好的通风条件。

7.1.4 电源机房及蓄电池室内各孔洞应防火封堵完善。

7.1.5 蓄电池室照明宜采用防爆灯具。

7.1.6 机房应具有防鼠等小动物措施，机房出入口应装设防护挡板，其高度不应低于 50cm，应便于拆卸且表面采用抛光金属等光滑材质。

7.2 防雷与接地

7.2.1 高频开关电源设备交流输入端应装有浪涌保护装置，至少能承受电流脉冲（8/20 μ s、20kA）的冲击。

7.2.2 交流配电柜应具有防雷保护装置：

- a) 与户外低压电力线相连，应符合 YD/T 944—2007 中耐压电流等级 H 型的规定；
- b) 不与户外低压电力线相连，应符合 YD/T 944—2007 中耐压电流等级 M 型的规定；
- c) 内部防雷地线应和保护接地端子就近连接。

7.2.3 通信局（站）的接地系统应采用联合接地的方式。通信直流电源所在系统应采用 TN-S 或 TN-C-S 供电方式。

7.2.4 通信直流电源接地电缆应从接地汇集线上引入。

7.2.5 通信直流电源的正常不带电部分均应接地，严禁做接零保护。

7.2.6 接地电缆中严禁加装开关或熔断器。

7.2.7 通信直流电源系统的接地电缆应完好无断点无绞合点并具有明显的标识，两端连接点应确保电气接触良好，连接点应进行防腐处理。接地电缆应用铜质导体，接地螺栓的直径不应小于 M8，提供的接地点应能连接截面积不小于 35mm² 的线缆。接地电缆应有足够的承载电流的能力，其截面积应根据最大故障电流确定，一般为 20mm²~95mm²。

7.2.8 操作人员有可能触及的，有危险的裸露带电导体，应有明显的警告语或安全标识。

7.2.9 配电单元外壳、所有可触及的金属零部件与接地点之间的电阻不应大于 0.1 Ω 。

7.2.10 防雷和接地性能还应满足 YD/T 944—2007 和 GB 50689 的要求。

7.3 电磁兼容性要求

7.3.1 振铃波抗扰度

设备应能承受 GB/T 17626.12—2013 中规定的试验等级为三级 1MHz 和 100kHz 振铃波抗扰度试验。

7.3.2 静电放电抗扰度

设备应能承受 GB/T 17626.2—2018 中规定的试验等级为三级的静电放电抗扰度试验。

7.3.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

设备应能承受 GB/T 17626.4—2018 中规定的试验等级为三级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。

7.3.4 浪涌（冲击）抗扰度

设备应能承受 GB/T 17626.5—2008 中规定的试验等级为三级的浪涌（冲击）振荡波抗扰度试验。

7.3.5 射频电磁场辐射抗扰度

设备应能承受 GB/T 17626.3—2016 中规定的试验等级为三级的射频电磁场辐射抗扰度试验。

7.3.6 传导骚扰限值

传导骚扰限值应符合 GB 9254—2008 中第 5 章的要求。

8 检验测试方法与规则

8.1 检验测试方法

8.1.1 试验环境条件

试验应在标准大气条件下进行。标准大气条件为：

- 环境温度：15℃～35℃；
- 相对湿度：45%～75%；
- 大气压力：标准大气压力 101.3kPa。

本试验针对落地式电源系统，壁挂式、嵌入式系统可作为可选项执行。本试验针对装置本体，不含电缆部分。

8.1.2 试验前准备

试验前应做好下列准备：

- a) 通电前被测系统应与环境温度平衡；
- b) 按装置规定预热时间，对被测系统进行预热；
- c) 高频开关电源系统按图 16 接好试验电路，直流变换电源系统按图 17 接好试验电路；
- d) 系统的测试一般在输入、输出端，输出非测试端接负载。

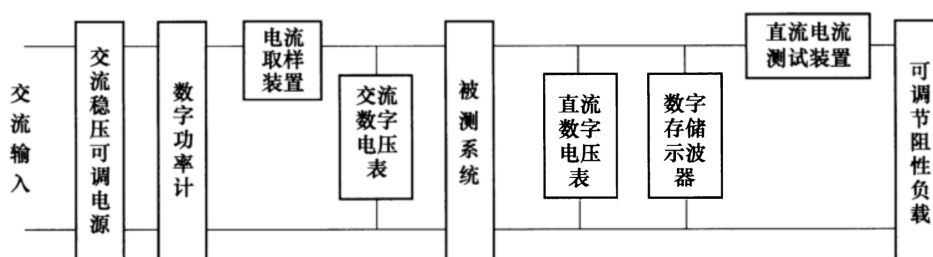


图 16 高频开关电源系统测试基本原理图

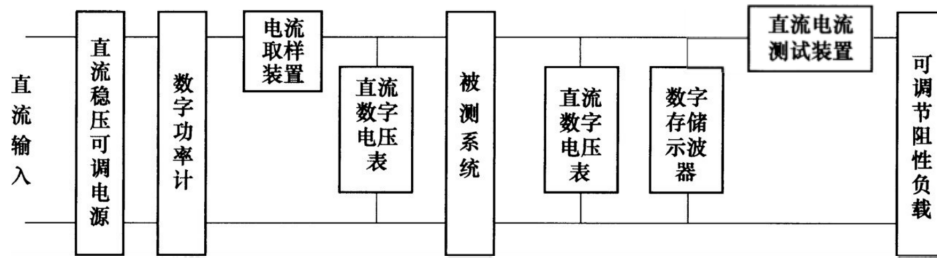


图 17 直流变换电源系统测试基本原理图

8.1.3 外观与结构检查

目视检查系统的外观应符合 4.5.4.3 和 4.5.4.4 的要求。

8.1.4 绝缘电阻试验

用绝缘电阻测试仪以直流 500V 的测试电压，对被测系统的交流/直流输入对地、直流输出对地、交流/直流输入对直流输出进行测试，各独立的电气回路对地、各独立的电气回路之间的绝缘电阻均不低于 10MΩ。

8.1.5 抗电强度试验

试验按以下步骤进行：

- 被测系统须是在进行完绝缘电阻试验并符合要求后才能进行抗电强度的试验。
- 抗电强度试验前应断开跨接在测试点之间的所有防雷/防浪涌装置，且不安装任何整流模块、监控单元等。
- 对被测系统的交流输入对地、直流输出对地、交流输入对直流输出施加 e) 中规定的试验电压。
- 试验电压从小于一半最高幅值处逐步升高，达到规定电压值时持续 1min，漏电流不应大于 30mA。
- 交流/直流输入对地应能承受 50Hz、有效值为 2000V 的正弦交流电压或等效其峰值的 2828V 直流电压 1min 且无击穿或飞弧现象；交流输入对直流输出应能承受 50Hz、有效值为 3000V 的正弦交流电压或等效其峰值的 4242V 直流电压 1min 且无击穿或飞弧现象；直流输出对地应能承受 50Hz、有效值为 1000V 的正弦交流电压或等效其峰值的 1414V 直流电压 1min 且无击穿或飞弧现象。

8.1.6 冲击耐压试验

试验按以下步骤进行：

- 被测系统须是在进行完绝缘电阻和抗电强度试验并符合要求后才能进行冲击耐压的试验。
- 对被测系统的交流/直流输入对地、直流输出对地、交流/直流输入对直流输出施加 e) 中规定的试验电压。
- 将冲击电压加在 e) 所列的试验部位，其他电路和外露的导电部分连在一起接地。按 e) 规定的试验电压，加 3 次正极性和 3 次负极性雷电波的短时冲击电压，每次间隙时间不应小于 5s。
- 承受冲击电压后，系统的主要功能应符合标准规定；在试验过程中，允许出现不导致损坏绝缘的闪络，如果出现闪络，则应复查介质强度，介质强度试验电压为规定值的 75%。
- 交流/直流输入对地、交流/直流输入对直流输出应能承受 5kV 的冲击试验电压；直流输出对地应能承受 1kV 的冲击试验电压。

8.1.7 电气间隙和爬电距离

柜内两带电导体之间、带电导体与裸露的不带电导体之间的电气间隙和爬电距离应符合表 6 的规定。小母线、汇流排或不同极的裸露的带电导体之间，以及裸露的带电导体与未经绝缘的不带电导体之间的电气间隙不应小于 12mm，爬电距离不应小于 20mm。

表 6 电气间隙和爬电距离

额定绝缘电压 U_i	电气间隙 mm	爬电距离 mm
$U_i \leq 63$	3.0	3.0
$63 < U_i \leq 300$	5.0	6.0
$300 < U_i \leq 500$	8.0	10.0
注 1：当主电路与控制电路或辅助电路的额定绝缘电压不一致时，其电气间隙和爬电距离可分别按其额定值选取。 注 2：具有不同额定值主电路或控制电路导电部分之间的电气间隙与爬电距离，按最高额定绝缘电压选取。		

8.1.8 噪声试验

噪声试验按以下步骤进行：

- 按图 16 或图 17 接好试验电路；
- 调节交流/直流输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，调节负载电流为 100%额定值；
- 周围环境噪声不大于 40dB，用声级计在被测系统正面 1m、设备的二分之一高度处进行测量，自冷型设备不应大于 55dB，风冷型设备不应大于 60dB。

8.1.9 防护等级

按照 GB 4208—2017 第 13 章的方法进行。

8.1.10 温升试验

试验按以下步骤进行：

- 用两个或两个以上的热电偶、温度计或点温计或其他等效测量装置，均匀地布置在被试验设备周围，位于被试验设备高度的中点，距离设备 1m 远的地方；
- 被试验设备在额定电压下，通入额定电流，关好柜门，使各发热元件的温度逐渐上升，每半小时测量一次，直至发热稳定（即在 1h 内温升不超过 1℃）；
- 在试验周期的最后 1/4 期间内测量周围空气温度，至少选 3 个以上的点，取其平均值；
- 计算被试验设备的各个部位的温度测量值与环境温度的差值，系统额定工作状态时（交流输入为额定电压，直流输出电压为浮充电压，输出电流为额定电流），常温条件下，各电器元件和部件的温升应符合 5.2.12。

注：测量时应避免受到空气流动、阳光照射和其他热辐射对温度计和热电偶的影响。

8.1.11 AC/DC 系统直流输出特性

8.1.11.1 交流输入电压变动范围试验

试验按以下步骤进行：

- 按图 16 接好试验电路；
- 调节交流输入电压为 110%额定值和 85%额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载电流为额

定值，用示波器验证母线电压瞬间波动不得大于 $-57.6\text{V}\sim-43.2\text{V}$ 。

8.1.11.2 交流输入频率变动范围试验

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 16 接好试验电路；
- b) 调节输入频率 52.5Hz 和 47.5Hz，直流输出电压为出厂整定值，负载电流为额定值，用示波器验证母线电压瞬间波动不得大于 $-57.6\text{V}\sim-43.2\text{V}$ 。

8.1.11.3 交流输入电压波形畸变率试验

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 16 接好试验电路；
- b) 改变输入电压波形畸变率，当畸变率不大于 5%，在直流输出电压为出厂整定值，负载电流为额定值的条件下，用示波器验证母线电压瞬间波动不得大于 $-57.6\text{V}\sim-43.2\text{V}$ 。

8.1.11.4 直流输出电压可调节范围试验

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 16 接好试验电路；
- b) 调节交流输入电压为 85%额定值，调节直流输出电压及负载，观察并记录输出电流达到额定值时的最高输出电压；
- c) 调节交流输入电压为 110%额定值，调节直流输出电压及负载，观察并记录输出电流达到 5%额定值时的最低输出电压；
- d) 直流输出电压的可调节范围应为 $-57.6\text{V}\sim-43.2\text{V}$ 。

8.1.11.5 稳压精度

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 16 接好试验电路；
- b) 启动被测电源系统，调节交流输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载电流为 50%额定值，以此时直流输出电压值作为整定值；
- c) 调节交流输入电压分别为 85%、110%额定值，负载电流分别为 5%、100%额定值，对组合后 4 种状态下的直流输出电压分别进行测量、记录；
- d) 计算出被测 AC/DC 系统在以上各种条件下的稳压精度，要求系统的稳压精度 $\leq \pm 1\%$ 。

8.1.11.6 系统杂音电压试验

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 16 接好试验电路，调节交流输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载电流为额定值；
- b) 在被测系统的直流输出端连接杂音计，用杂音计中电话衡重加权测量模式，选择 600Ω 或 75Ω 输入阻抗，并选择合适量程，读取并记录电话衡重杂音电压，电话衡重杂音电压 $\leq 2\text{mV}$ ；
- c) 连接 20MHz 示波器，选择适当量程，扫描速度低于 0.5s，读取并记录最大峰—峰值，峰—峰值杂音电压 $\leq 200\text{mV}$ 。

8.1.11.7 输入功率因数试验

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 16 接好试验电路，调节交流输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载电流

为额定值；

- b) 用功率分析仪读取输入端的功率因数，功率因数应符合 5.2.9 的要求。

8.1.11.8 输入电流谐波成分

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 16 接好试验电路，调节交流输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载电流为额定值；
- b) 用功率分析仪读取输入端电流的谐波成分，输入电流谐波成分（3 次～39 次 THDA）应符合 5.2.11 的要求。

8.1.11.9 效率试验

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 16 接好试验电路，调节交流输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载电流为额定值；
- b) 用功率分析仪分别读取输入端和输出端的有功功率，计算电源系统的效率，效率应符合 5.2.9 的要求。

8.1.12 DC/DC 系统直流输出特性

8.1.12.1 直流输出电压可调节范围试验

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 17 接好试验电路；
- b) 调节直流输入电压为 85%额定值，调节直流输出电压及负载，观察并记录输出电流达到额定值时的最高输出电压；
- c) 调节直流输入电压为 110%额定值，调节直流输出电压及负载，观察并记录输出电流达到 5%额定值时的最低输出电压；
- d) 直流输出电压的可调节范围应为-57.6V～-43.2V。

8.1.12.2 稳压精度

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 17 接好试验电路；
- b) 启动被测电源系统，调节直流输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载电流为 50%额定值，以此时直流输出电压值作为整定值；
- c) 调节直流输入电压分别为 85%、110%额定值，负载电流分别为 5%、100%额定值，对组合后 4 种状态下的直流输出电压分别进行测量、记录；
- d) 计算出被测整流器在以上各种条件下的稳压精度，要求电源系统的稳压精度不应大于±0.6%。

8.1.12.3 系统杂音电压试验

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 17 接好试验电路，调节直流输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载电流为额定值；
- b) 在被测系统的直流输出端连接杂音计，用杂音计中电话衡重加权测量模式，选择 600Ω 或 75Ω

输入阻抗，并选择合适量程，读取并记录电话衡重杂音电压，电话衡重杂音电压不应大于 2mV；

- c) 连接 20MHz 示波器，选择适当量程，扫描速度低于 0.5s，读取并记录最大峰-峰值，峰-峰值杂音电压不应大于 200mV。

8.1.12.4 效率试验

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 17 接好试验电路，调节直流输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载电流为额定值；
- b) 用功率分析仪分别读取输入端和输出端的有功功率，计算电源系统的效率，效率应符合 6.3.3 的要求。

8.1.13 并机工作性能试验

试验按以下步骤进行：

- a) 被测装置运行在正常工作状态，调节可调负载，使总负载电流为 50%额定值，记录各台被测整流器的电流值，模块输出电流的最大值、最小值与系统全部模块输出电流平均值的偏差不应大于±5%；
- b) 调节可调负载，使总负载电流为 100%额定值，记录各台被测整流器的电流值，模块输出电流的最大值、最小值与系统全部模块输出电流平均值的偏差不应大于±5%；
- c) 将监控单元退出运行，重复步骤 a)、b) 的试验项目，在总负载电流为 50%额定值及 100%额定值时，各整流模块应仍能输出设定电压，且输出电流的不平衡度应优于±10%；
- d) 将单个整流模块退出运行，检查被测装置的运行状态，被测装置应能正常工作并显示当前故障及告警。

8.1.14 输出负载动态响应

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 17 接好试验电路；
- b) 保持被测系统的输入电压为额定值；
- c) 调节被测系统的直流输出电压为额定值；
- d) 突变负载，使负载电流从额定值的 25%→50%→25%和 50%→75%→50%进行阶跃式变化；
- e) 用数字存储示波器的适当量程、扫描时间、存贮模式，分别观察、记录不同突变负载状态时的直流输出电压波形；
- f) 对记录的直流输出电压波形，测量电压超调幅度及响应时间，输出直流电压超调幅度不应超过输出电压整定值的±5%，其响应时间应小于 200μs。

8.1.15 开关机过冲幅度试验

试验按以下步骤进行：

- a) 按图 16 或图 17 接好试验电路；
- b) 调节被测系统的输入电压为额定值，直流输出电压、电流为额定值；
- c) 启动被测系统，用数字存储示波器，记录启动时输出直流电压波形，超出直流输出电压额定值的幅度记为过冲幅度；
- d) 反复三次启动被测系统（相邻两次间隔 2min），测出的过冲幅度不应超过直流输出电压整定值的 10%。

8.1.16 直流输出电流限制或输出功率限制功能试验

试验按以下步骤进行：

- a) 调节被测设备的输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载电流为 50%额定值；
- b) 调节负载电流至限流点或输出功率至恒功率值，检查被测系统当输出电流或输出功率超过限流/限功率整定值时能自动降低输出电压，限制电流不再继续增大。系统直流输出电流的限流范围可在其标称值的 20%~110%之间调整。

8.1.17 保护和报警功能试验

8.1.17.1 交流输入过、欠电压保护

调节电压系统输入电压，使其逐步升高或降低，系统应按 4.4.8.1 要求动作。

8.1.17.2 直流输入过、欠电压保护

调节电压系统输入电压，使其逐步升高或降低，系统应按 4.4.8.2 要求动作。

8.1.17.3 三相交流输入缺相保护

模拟交流输入缺相，系统应按 4.4.8.3 要求动作。

此项测试适用于三相交流输入的 AC/DC 电压系统。

8.1.17.4 直流输出过、欠电压保护

调节直流输出电压，使其逐步升高或降低，系统应按 4.4.8.4 要求动作。

8.1.17.5 直流输出过流及短路保护

调节直流输出电流，使系统进入过流状态，系统应按 4.4.8.5 要求动作。

使直流输出短路，系统应按 4.4.8.5 要求动作。

8.1.17.6 熔断器（或断路器）保护

目视检查输入分路和输出分路是否具有保护装置，如熔断器、断路器、限流电阻等；检查任一熔断器（或断路器）动作时是否告警，系统应按 4.4.8.6 要求动作。

8.1.17.7 温度过高保护

模拟环境温度超过系统设定值，系统应按 4.4.8.7 要求动作。

8.1.17.8 告警性能试验

检查任一保护功能动作时，系统应能发出可见可闻的告警信号，应符合 4.4.9 要求。

8.1.18 监控性能试验

试验按以下步骤进行：

- a) 在遥控开、关机接口上分别送入相应信号时，系统应能进行开机、关机；
- b) 在遥控均充、浮充工作接口上分别送入相应信号时，系统应能进行工作状态切换；
- c) 检查系统的遥测、遥信功能满足 5.6.5 的要求。

8.1.19 通信功能要求

试验按以下步骤进行：

- a) 将装置通信接口与模拟主站相连接，进行通信功能检验；
- b) 遥测功能试验：与通信接口连接的主站应能正确接收到当前运行状态下的参数；
- c) 遥信功能试验：模拟各种故障及动作信号，与装置通信接口连接的主站应能正确接收到各种相应的报警信号及设备运行状态指示信号；
- d) 遥控功能试验：与通信接口连接的主站应能对设备工作状态进行转换操作。

8.1.20 电磁兼容性试验

8.1.20.1 振铃波抗扰度试验

按照 GB/T 17626.12—2013 中第 8 章规定的方法进行。

8.1.20.2 静电放电抗扰度

按照 GB/T 17626.2—2018 中第 8 章规定的方法进行。

8.1.20.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

按照 GB/T 17626.4—2018 中第 8 章规定的方法进行。

8.1.20.4 浪涌（冲击）抗扰度

按照 GB/T 17626.5—2008 中第 8 章规定的方法进行。

8.1.20.5 射频电磁场辐射抗扰度

按照 GB/T 17626.3—2016 中第 8 章规定的方法进行。

8.1.20.6 传导骚扰限值

按 GB 9254—2008 中第 9 章的规定进行。

8.1.21 直流配电部分电压降

从直流配电部分的蓄电池端子到直流配电部分的负载端子之间通过额定电流，测量蓄电池端子至负载端子之间的电压降不超过 500mV。

8.1.22 防雷性能

按 YD/T 944—2007 中第 6 章规定的方法进行。

8.1.23 接地性能

接地性能试验按以下步骤进行：

- a) 被测系统应与输入电路、输出电路、监控设备及所有外部电路完全断开；
- b) 按 GB 4943.1—2011 中 2.6.3.4 规定的方法依次测试外壳、前、后可活动的门（板）及其门（板）的拉手、门锁等外表面可能触及的金属部件与接地点之间的连接电阻值，不应大于 0.1Ω ；
- c) 目测判断接地点能连接 35mm^2 的接地电缆，操作人员有可能触及的，有危险的裸露带电导体，具备明显的警告语或安全标识。

8.1.24 接触电流试验

调节输入电压、负载电流为额定值，直流输出电压为出厂整定值，使用漏电流测试仪测量被测电源系统交流输入电源（相线、零线）对保护接地端的漏电流，不应大于 3.5mA。

8.1.25 材料阻燃性能

试验方法按 YD/T 1058—2015 中 5.35 的规定进行。

8.1.26 环境条件试验

8.1.26.1 低温储存试验

试验方法按 GB/T 2423.1 中“试验 Ab”进行。装置无包装、不通电，按正常位置放置于试验箱内，试验温度为 $-40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，试验持续时间为 2h，试验样品应在标准大气条件下、试验箱内进行恢复直至解冻，样品的恢复时间要足以使其达到稳定，最少为 1h，一般不超过 2h，恢复后的样品，开机应工作正常。

8.1.26.2 低温工作试验

试验方法按 GB/T 2423.1 中“试验 Ad”进行。装置无包装，通电加额定负载，试验温度为 $-5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，试验持续时间为 2h，在试验过程中系统应能正常工作。

8.1.26.3 高温储存试验

试验方法按 GB/T 2423.2 中“试验 Bb”进行。装置无包装、不通电，按正常位置放置于试验箱内，试验温度为 $70^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，试验持续时间为 2h，试验样品应在标准大气条件下、试验箱内进行恢复，样品的恢复时间要足以使其达到稳定，最少为 1h，一般不超过 2h，恢复后的样品，开机应工作正常。

8.1.26.4 高温工作试验

试验方法按 GB/T 2423.2 中“试验 Bd”进行。装置无包装，通电加额定负载，试验温度为 $40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，试验持续时间为 2h，在试验过程中系统应能正常工作。

8.1.26.5 恒定湿热试验

装置应能承受 GB/T 2423.4 规定的交变湿热试验，装置在最高温度为 $+40^{\circ}\text{C}$ 、试验周期为两周期（48h）的条件下，经交变湿热试验，在试验结束前 2h 内，用规定开路电压值的测试仪表，分别测量规定部位的绝缘电阻，不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ，其介质强度为规定试验电压的 75%。

8.1.27 振动或运输试验

将无包装不通电的设备按 GB/T 2423.10 中“试验 Fc”进行试验：频率为 10Hz~55Hz，振幅为 0.35mm，X、Y、Z3 个轴线各扫频循环 20 次。

或按 GB/T 3873—1983 中 A.10 “公路运输试验”的规定进行试验。

振动或运输后检查外观结构，要求机壳不变形，机架要平，垂直度良好，面板间隙均匀，无掉漆、磕碰、划痕现象；无零部件松动，操作机械失灵，插件松动等。

8.2 检验规则

8.2.1 一般要求

装置检验分为出厂试验和型式试验。

8.2.2 出厂试验

每台装置均应进行出厂试验，经质检部门确认后方能出厂，并具有证明装置合格的出厂试验合格证。

出厂试验中有一项性能指标不符合要求，即为不合格，应返修复试。复试再不合格，则不能发给合格证。试验合格后，填写试验记录并发给合格证方能出厂。

8.2.3 型式试验

设备属于下列情况者应进行型式试验：

- a) 新研制或转产的直流电源系统；
- b) 当设计、工艺、材料、主要元器件改变而影响到直流电源柜的性能时；
- c) 停产两年以上再次生产时；
- d) 在正常生产情况下，每三年进行一次型式试验。

装置经型式检验不合格，则该装置应停产，直至查明并消除造成不合格的原因、再次进行型式检验合格后方能恢复生产。

装置进行定型型式检验时，允许对可调的部位进行调整。但应将检验调整情况记录，设计人员应提出相应的分析说明报告，以供鉴定时进行评判。

8.2.4 试验项目

型式试验和出厂试验项目见表 7。

表 7 型式试验和出厂试验

序号	检验项目	型式试验	出厂试验	技术要求	试验方法
1	外观与结构检查	√	√	4.5.4.3, 4.5.4.4	8.1.3
2	绝缘电阻试验	√	√	4.4.1	8.1.4
3	抗电强度试验	√	√	4.4.2	8.1.5
4	冲击耐压试验	√		4.4.3	8.1.6
5	电气间隙和爬电距离	√	√	4.5.6.3	8.1.7
6	噪声试验	√		4.4.4	8.1.8
7	防护等级	√	√	4.4.5	8.1.9
8	温升试验	√		5.2.12	8.1.10
9	AC/DC 系统直流输出特性	√	√	5.2.1, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 5.2.6, 5.2.9, 5.2.11	8.1.11
10	DC/DC 系统直流输出特性	√	√	6.3.3	8.1.12
11	并机工作性能试验	√	√	5.2.7	8.1.13
12	输出负载动态响应	√		6.3.3 的 e), f)	8.1.14
13	开关机过冲幅度	√		5.4.5	8.1.15
14	直流输出电流限制或输出功率限制功能	√	√	5.2.8	8.1.16
15	保护和报警功能试验	√	√	4.4.8, 4.4.9	8.1.17
16	监控性能试验	√	√	5.6.5	8.1.18
17	通信功能要求	√	√	5.6, 6.5	8.1.19

表 7 (续)

序号	检验项目	型式试验	出厂试验	技术要求	试验方法
18	电磁兼容性试验	√		7.3	8.1.20
19	直流配电部分电压降	√		5.5.3	8.1.21
20	防雷性能	√		5.2.10, 7.2.2	8.1.22
21	接地性能	√	√	7.2.7	8.1.23
22	接触电流试验	√		4.4.7	8.1.24
23	材料阻燃性能	√		4.4.6	8.1.25
24	环境条件试验	√		4.3.1, 4.3.2	8.1.26
25	振动或运输试验	√		4.3.4	8.1.27
注：“√”为各种检验需选择项。					

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 每套通信直流电源柜应有铭牌，应装在机柜的明显位置，铭牌上应标明以下内容：

- a) 设备名称。
- b) 型号。
- c) 技术参数：
 - 蓄电池组额定容量 (Ah)；
 - 额定输入电压 (V)；
 - 直流额定电流 (A)；
 - 直流标称电压 (V)。
- d) 质量 (kg)。
- e) 出厂编号。
- f) 制造年月。
- g) 制造厂名。

9.1.2 各种开关、仪表、信号灯、光字牌、母线等，应有相应的文字符号作为标志，并与接线图上的文字符号一致，要求字迹清晰易辨、不褪色、不脱落、布置均匀、便于观察。

9.2 包装

装置包装应防潮、防振，并应符合 GB/T 13384 的规定，装箱资料应有：

- a) 装箱清单；
- b) 出厂试验报告；
- c) 合格证；
- d) 电气原理图和接线图；
- e) 安装使用说明书；
- f) 随机附件及备件清单。

9.3 运输

装置在运输过程中，应有遮篷，不应有剧烈震动、冲击、曝晒雨淋和倾倒放置等。

9.4 贮存

设备在贮存期间，应放在空气流通、温度在（ $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ ）之间，月平均相对湿度不应大于90%，无腐蚀性和爆炸气体的仓库内，在贮存期间不应淋雨、曝晒、凝露和霜冻。与设备成套的蓄电池贮存应符合其装置技术条件规定。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
—48V 电力通信直流电源系统技术规范
DL/T 1909—2018

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京天泽润科贸有限公司印刷

*

2019年12月第一版 2019年12月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 2.5印张 77千字
印数 001—300册

*

统一书号 155198·1641 定价 **38.00** 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社营销中心负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供 **最及时、最准确、最权威** 的电力标准信息



155198.1641