

电力系统直流电源柜订货技术条件

Specifications of D.supply cabinet in power system

前言

本标准是根据我国电力工业的发展现状，对 DL/T459-1992《镉镍蓄电池直流屏(柜)订货技术条件》进行修订。修订后的标准名称为《电力系统直流电源柜订货技术条件》。

本标准在对 DL/T459-1992 修订时，保留了仍适用电力系统直流电源柜要求的内容，修改了部分条款。因新技术、新元件、新装置的引入，根据它们的特性，增加了新的内容。增加内容如下：

- a. 阀控式密封铅酸蓄电池的技术要求及试验；
- b. 高频开关电源充电浮充电装置的技术要求及试验；
- c. 微机控制器的技术要求及自动转换程序试验；
- d. 抗高频干扰试验；
- e. 静电放电干扰度试验；
- f. 谐波测量测试；
- g. 三遥功能试验。

自本标准实施之日起，代替 DL/T459-1992。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由电力行业高压开关设备标准化技术委员会提出并归口。

本标准负责起草单位：中国电力科学研究高压开关研究所和四川电力试验研究院。参加起草单位：国家电力规划设计总院、华北电力设计院、河北省电力工业局、北京电力工业局、北京供电局、龙源电气公司、大连旅顺电力电子有限公司、北京长河机电有限公司、深圳奥特迅电力设备有限公司、上海凯华电源成套设备厂、珠海泰坦电气系统有限公司、长沙光超电子有限公司、沈阳东北蓄电池股份有限公司、江苏双登电源有限公司、山东文隆电池有限公司。

本标准主要起草人：李嘉、王典伟、顾霓鸿。

本标准委托电力行业高压开关设备标准化技术委员会负责解释。

1 范围

本标准规定了直流电源柜的订货技术要求、试验方法、包装及贮运条件。
本标准适用于发电厂、变电所及其他电力工程对直流电源柜的选择和订货。

2 引用标准

GB/T2900.1-1993 电工术语基本术语
GB/T2900.11-1988 电工术语蓄电池名词术语
GB/T2900.32-1994 电工术语电力半导体器件
GB/T2900.33-1993 电工术语电力电子技术
GB/T3859.1-1993 半导体变流器基本要求的规定
GB/T3859.2-1993 半导体变流器应用导则
GB4208-1993 外壳防护等级
GB/T9368-1988 镉镍碱性蓄电池
GB/T13384-1992 机电产品包装通用技术条件
GB/T17626.2-1998 电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验
GB/T17626.12-1998 电磁兼容试验和测量技术振荡波抗扰度试验
DL/T637-1997 阀控式密封铅酸蓄电池订货技术条件

3 术语

本标准采用的名词术语除应按 GB/T2900.1、GB/T2900.11、GB/T2900.32、GB/T2900.33、GB/T3859.1~3859.2 标准的规定外，又增补以下名词术语。

3.1 充电 charge

充电装置用不同的方式对蓄电池进行充电。

3.2 浮充电 floating charge

在充电装置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，充电装置在承担经常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 恒流充电 constant current charge

充电电流在充电电压范围内维持在恒定值的充电。

3.4 恒压充电 constant voltage charge

充电电压维持在恒定值的充电

3.5 限流恒压充电 current content voltage charge

采用限制电流，电压维持在恒定值的充电。

3.6 直流标称电压 direct nominal voltage

用直流系统中受电设备的直流额定电压表示。

3.7 直流额定电压 direct rated voltage

用供电设备的直流额定电压表示。

3.8 直流额定电流 direct rated current

用充电装置直流额定电流表示。

3.9 纹波系数 ripple factor

脉动直流电量的峰值与谷值之差(或称峰-峰值)的一半，与直流电量平均值之比。

3.10 电磁兼容性(EMC)electromagnetic compatibility

设备或系统在其电磁环境中能正常工作，且不对该环境的任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

3.11 电磁骚扰 electromagnetic disturbance

任何有可能引起装置、设备或系统性能降低或对有生命无生命物质产生损坏作用的电磁现象。

3.12 共模电压 common mode voltage

在每个导体与规定参考点之间(通常是地或机壳)的相电压的平均值。

3.13 差模电压 differential mode voltage

一组规定的带电导体中任意两导体之间的电压。

3.14 蓄电池容量符号 battery capacity symbol

C5--5h 率额定容量, Ah;

C10--10h 率额定容量, Ah。

3.15 放电电流符号 discharge current symbol

I5--5h 率放电电流, 数值 C5/5, A;

I10--10h 率放电电流, 数值 C10/10, A。

4 型号与基本参数

4.1 型号

型号含义如图 1 所示。



4.2 基本参数

4.2.1 额定输入电压

单相: 220V;

三相: 380V。

4.2.2 额定输入频率

50Hz。

4.2.3 直流额定电压

50、115、230V。

4.2.4 直流标称电压

48、110、220V。

4.2.5 充电装置输出直流额定电流

5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 80

4.2.6 蓄电池的额定容量:

(10~3000)Ah。

4.2.7 设备负载等级

负载等级为一级(即连续输出额定电流)

4.2.8 稳流精度

±1%、±2%。

4.2.9 稳压精度

±0.5%、±1%。

4.2.10 纹波系数

0.5%、1%。

5 通用技术要求

5.1 正常使用的环境条件

5.1.1 海拔不超过 1000m。

5.1.2 设备运行期间周围空气温度不高于 40℃，不低于 -51.2℃、-10℃。

5.1.3 日平均相对湿度不大于 95%，月平均相对湿度不大于 90%。

5.1.4 安装使用地点无强烈振动和冲击，无强电磁干扰，外磁场感应强度均不得超过 0.5mT。

5.1.5 安装垂直倾斜度不超过 5%。

5.1.6 使用地点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，不允许有霉菌存在。

5.2 正常使用的电气条件

5.2.1 频率变化范围不超过±2%。

5.2.2 交流输入电压波动范围不超过 -10%~+15%。

5.2.3 交流输入电压不对称度不超过 5%。

5.2.4 交流输入电压应为正弦波，非正弦含量不超过 10%。

5.3 结构与元器件的要求

5.3.1 结构要求

5.3.1.1 柜体外形尺寸(柜体外形尺寸是指柜体框架尺寸)应采用以下两种之一，根据需要，柜的宽度和深度可取括号中的调整值。

2200mm×800(1000、1200)mm×600(800)mm(优选值)(高×宽×深)；

2300mm×800(1000、1200)mm×550(800)mm；

高度公差为±2.5mm，宽度公差为 0-2mm，深度公差为±1.5mm。

5.3.1.2 柜体应设有保护接地，接地处应有防锈措施和明显标志。门应开闭灵活，开启角不小于 90°，门锁可靠。

5.3.1.3 紧固连接应牢固、可靠，所有紧固件均具有防腐镀层或涂层，紧固连接应有防松措施。

5.3.1.4 元件和端子应排列整齐、层次分明、不重叠，便于维护拆装。长期带电发热元件的安装位置应在柜内上方。

5.3.2 元器件的要求

5.3.2.1 柜内安装的元器件均应有产品合格证或证明质量合格的文件。不得选用淘汰的、落后的元器件。

5.3.2.2 导线、导线颜色、指示灯、按钮、行线槽、涂漆，均应符合国家或行业现行有关标准的规定。

5.3.2.3 设备面板配置的测量表计，其量程应在测量范围内，测量最大值应在满量程 85%以上。指针式仪表精度应不低于 1.5 级，数字表应采用四位半表。

5.3.2.4 直流空气断路器、熔断器应具有安一秒特性曲线，上下级应大于 2 级的配合级差。

5.3.2.5 重要位置的熔断器、断路器应装有辅助报警触点，如蓄电池组、交流进线处等。

5.3.2.6 馈线开关应并接在直流汇流母线上，以便于维护、更换。

5.3.2.7 同类元器件的接插件应具有通用性和互换性，应接触可靠、插拔方便。插接件的接触电阻、插拔力，允许电流及寿命，均应符合有关国家及行业现行标准要求。

5.4 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最小距离，均应符合表 1 规定的最小电气间隙和爬电距离的要求。

表 1 电气间隙和爬电距离

额定绝缘电压 U_i 额定工作电压交流均方根值或直流 V	额定电流 63A		额定电流 63A	
	电气间隙 mm	爬电距离 mm	电气间隙 mm	爬电距离 mm
60	3.0	5.0	3.0	5.0
60< U_i 300< td>	5.0	6.0	6.0	8.0
300< U_i 600< td>	8.0	12.0	10.0	12.0
注：小母线汇流排或不同极的裸露带电的导体之间，以及裸露带电导体与未经绝缘的不带电导体之间的电气间隙不小于 12mm，爬电距离不小于 20mm				

5.5 电气绝缘性能

5.5.1 绝缘电阻

柜内直流汇流排和电压小母线，在断开所有其他连接支路时，对地的绝缘电阻应不小于 $10M\Omega$ 。

5.5.2 工频耐压

柜内各带电回路，按其工作电压应能承受表 2 所规定历时 1min 的工频耐压的试验，试验过程中应无绝缘击穿和闪络现象。

5.5.3 试验部位

- a) 非电连接的各带电电路之间；
- b) 各独立带电电路与地(金属框架)之间；
- c) 柜内直流汇流排和电压小母线，在断开所有其他连接支路时对地之间。

5.5.4 冲击耐压

柜内各带电电路对地(金属框架)之间，按其工作电压应能承受表 2 所规定标准雷电波的短时冲击电压的试验。试验过程中应无击穿放电。

表 2 绝缘试验的试验等级

额定绝缘电压 U_i 额定工作电压交流均方根值或直流 V	工频电压 KV	冲击电压 KV	额定绝缘电压 U_i 额定工作电压交流均方根值或直流 V	工频电压 KV	冲击电压 KV
60	1.0	1	300< U 500< td>	2.5	12
60< U_i 300< td>	2.0	5			

5.6 防护等级

柜体外壳防护等级应不低于 GB4208-1993 中 IP20 的规定。

5.7 噪声

在正常运行时，自冷式设备的噪声应不大于 55dB(A)，风冷式设备的噪声平均值应不大于 60dB(A)。

5.8 温升

充电浮充电装置及各发热元器件，在额定负载下长期运行时，其各部位的温升均不得超过表 3 的规定。

表 3 设备各部件的极限温升

部件或器件	极限温升 K	部件或器件	极限温升 K
整流管外壳	70	整流变压器、电抗器 B 级绝缘绕组	80
晶闸管外壳	55	铁芯表面	不损伤相接触的绝缘零件
降压硅堆外壳	85		

电阻发热元件	25(距外表 30mm 处)	母线连接处 铜与铜 铜搪锡—铜搪锡	50 60
与半导体器件的连接处	55		
与半导体器件连接的塑料绝缘线	25		

5.9 蓄电池组容量

蓄电池组按表 4 规定的放电电流进行容量试验。蓄电池组允许进行三次充放电循环，第三次循环应达到额定容量，放电终止电压应符合表 4 的规定。

表 4 蓄电池放电终止电压与充放电电流

电池类别	标称电压 V	放电终止电压 V	额定容量 Ah	充放电电流 A
固定型防酸式铅酸蓄电池	2	1.8	C_{10}	I_{10}
阀控式密封铅酸蓄电池	2	1.8	C_{10}	I_{10}
	6	5.25(1.75×3)	C_{10}	I_{10}
	12	10.5(1.75×6)	C_{10}	I_{10}
镉镍碱性蓄电池	1.2	1.0	C_5	I_5

5.10 事故放电能力

蓄电池组按规定的事事故放电电流放电 1h 后，叠加规定的冲击电流，进行 10 次冲击放电。冲击放电时间为 500ms，两次之间间隔时间为 2s，在 10 次冲击放电的时间内，直流(动力)母线上的电压不得低于直流标称电压的 90%。

5.11 负荷能力

设备在正常浮充电状态下运行，当提供冲击负荷时，要求其直流母线上电压不得低于直流标称电压的 90%。

5.12 连续供电

设备在正常运行时，交流电源突然中断，直流母线应连续供电，其直流(控制)母线电压瞬间波动不得低于直流标称电压的 90%。

5.13 电压调整功能

设备内的调压装置应具有手动调压功能和自动调压功能。采用无级自动调压装置的设备，应有备用调压装置。当备用调压装置投入运行时，直流(控制)母线应连续供电。

5.14 充电浮充电装置的技术性能

5.14.1 设备应有充电(恒流、限流恒压充电)，浮充电及自动转换的功能，并具有软启动特性。

5.14.2 相控型、高频开关电源型充电浮充电装置主要技术参数应达到表 5 中的规定。

表 5 充电装置的精度及纹波系统允许值

项目名称	充电浮充电装置类别		
	相控型		高频开关电源型
稳压精度	±0.5%	±1%	±0.5%
稳流精度	±1%	±2%	±1%
纹波系数	1%	1%	0.5%
注： 、 表示充电浮充电装置的精度分类			

5.14.3 高频开关电源模块并机均流要求

多台高频开关电源模块并机工作时，其均流不平衡度应不大于±5%。

5.14.4 限压及限流特性

充电浮充电装置以稳流充电方式运行，当充电电压达到限压整定值时，设备应能自动限制电压，自动转换为恒压充电运行。充电浮充电装置以稳压充电方式运行，若输出电流超过限流的整定值，设备能自动限制电流，并自动降低输出电压，输出电流将会立即降至整定值以下。

5.15 效率

相控型充电装置的效率应不小于 70%，高频开关电源型充电装置的效率应不小于 90%。

5.16 保护及报警功能要求

5.16.1 绝缘监察要求

5.16.1.1 设备的绝缘监察装置绝缘监察水平应满足表 6 的规定。

表 6 绝缘水平整定值

输出电压 V	普通绝缘监察装置 K \bar{U}	输出电压 V	普通绝缘监察装置 K \bar{U}
220	25	48	1.7
110	7		

5.16.1.2 当设备直流系统发生接地故障(正接地、负接地或正负同时接地)其绝缘水平下降到低于表 6 规定值时，应满足以下要求：

- a) 设备的绝缘监察应可靠动作；
- b) 能直读接地的极性；
- c) 设备应发出灯光信号并具有远方信号触点以便引接屏(柜)的端子。

5.16.2 电压监察要求

设备内的过压继电器电压返回系数应不小于 0.95，欠压继电器电压返回系数应不大于 1.05。当直流母线电压高于或低于规定值时应满足以下要求：

- a) 设备的电压监察应可靠动作；
- b) 设备应发出灯光信号，并具有远方信号触点以便引接屏(柜)的端子；
- c) 设备的电压监察装置应配有仪表并具有直读功能。

5.16.3 闪光报警要求

当用户需要时，设备可设置完善的闪光信号装置和相应的试验按钮。

5.16.4 故障报警要求

当交流电源失压(包括断相)、充电浮充电装置故障或蓄电池组熔断器熔断时报警信号。

5.17 微机监控装置的要求

5.17.1 控制程序

监控装置应具有充电、长期运行、交流中断的控制程序(示意图见附录 A)。

5.17.2 显示及报警功能

5.17.2.1 监控装置应能显示控制母线电压、动力母线电压、充电电压、蓄电池组电压、充电浮充电装置输出电流等参数。

5.17.2.2 监控装置应能对其参数进行设定、修改。若发现下列状态：交流电压异常、充电浮充电装置故障、母线电压异常、蓄电池电压异常、母线接地等，应能发出相应信号及声光报警。其保护及报警功能应符合 5.16 的规定。

5.17.3 三遥功能

监控装置内应设有通信接口，实现对设备的遥信、遥测及遥控。

5.18 电磁兼容性(抗扰度)

5.18.1 振荡波抗扰度要求

装有微机监控装置或高频开关电源的设备应能承受 GB17626.12 中规定的试验严酷等级为三级的振荡波抗扰度试验。

5.18.2 静电放电抗扰度

装有微机监控装置或高频开关电源的设备应能承受 GB/T17626.2 中规定的试验严酷等级为三级的静电放电抗扰度试验。

5.19 谐波电流

装有高频开关电源的设备，交流输入端谐波电流含有率应不大于 30%。

6 检验与试验

设备检验分出厂试验和型式试验。

6.1 出厂试验

出厂设备应逐台进行出厂试验，试验合格后方可给予出厂试验合格证。

6.2 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柜；
- 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) 停产二年以上再次生产时；
- d) 在正常生产情况下，每三年进行一次型式试验。

6.3 试验项目

型式试验与出厂试验项目见表 7。

序号	试验项目	通用型直流电源柜		微机型直流电源柜	
		型式试验	出厂试验	型式试验	出厂试验
1	一般检查	√	√	√	√
2	电气绝缘性能试验				
	绝缘电阻测量	√	√	√	√
	工频耐压试验	√	√	√	√
	冲击耐压试验	√	—	√	—
3	防护等级试验	√	—	√	—
4	噪声试验	√	—	√	—
5	温升试验	√	—	√	—
6	蓄电池组容量试验	√	√	√	√
7	事故放电能力试验	√	—	√	—
8	负荷能力试验	√	—	√	—
9	连续供电试验	√	—	√	—
10	电压调整功能试验	√	√	√	√
11	稳流精度试验	√	√	√	√
12	稳压精度试验	√	√	√	√
13	纹波系数试验	√	√	√	√
14	并机均流试验	—	—	√	√
15	限流及限压特性试验	√	√	√	√
16	效率试验	√	—	√	—
17	保护及报警功能试验	√	√	√	√
18	控制程序试验 ^{*)}	—	—	√	√
19	显示及检测功能试验	—	—	√	√

20	三遥功能试验	—	—	√	√
21	电磁兼容性(抗扰度)试验				
	振荡波抗扰度试验	—	—	√	—
	静电放电抗扰度试验	—	—	√	—
22	谐波电流测量	—	—	√	—
*)有此功能时进行					

6.4 试验方法

6.4.1 一般检查

6.4.1.1 柜体结构及安装、外形尺寸、保护接地的检查结果应符合 5.3.1 的规定。

6.4.1.2 元器件应符合 5.3.2 的规定。

6.4.1.3 导线、导线颜色、指示灯、按钮、行线槽、涂漆等应符合 5.3.2.2 的规定。

6.4.1.4 电气间隙、爬电距离的检查结果应符合 5.4 的规定。

6.4.2 电气绝缘性能试验

6.4.2.1 绝缘电阻测量

用 1000V 兆欧表测量被测部位，绝缘电阻测试结果应符 5.5.1 的规定。

6.4.2.2 工频耐压试验

用工频耐压试验装置，对 5.5.2 所列的试验部位，按表 2 规定的试验电压，施加试验电压 1min，应无闪络和击穿。

6.4.2.3 冲击耐压试验

将冲击电压加在 5.5.3 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。按表 2 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，每次间隙时间不小于 5s。试验后设备应符合 5.5.3 的规定。

6.4.3 防护等级试验

试验方法按 GB4208-93 中 12.1 规定进行。

6.4.4 噪声试验

将设备在额定负载和周围环境噪声不大于 40dB 的条件下运行时，距柜外围前、后、左、右各 1m 处，离地面高度(1~1.5)m 处，测得噪声值应符合 5.7 的规定。

6.4.5 温升试验

设备在额定输入电压、额定负载、浮充电工作状态下连续运行时，调压装置中硅元件全部投入，调压装置通过的电流为其额定电流，关好柜门，使各发热元件的温度逐渐上升，当温度趋于稳定时，测得各发热元件的温升不得超过表 3 的规定。发热元件不得因其温度升高影响周围元器件的正常工作。

6.4.6 蓄电池组容量试验

a) 为简化试验工作量，统一考虑严酷度，对进行型式试验蓄电池组的蓄电池数量，做以下规定，见表 8。

表 8 蓄电池组的蓄电池数量 只

单只蓄电池标称电压 V		蓄电池组的蓄电池数量*)
镉镍碱性蓄电池	1.2	184
	2	104
阀控式密封 铅酸蓄电池	6	36
	12	18
*)指直流标称电压 220V 的蓄电池组		

b)将设备中蓄电池充至满容量后，充电浮充电装置停止工作。

1)镉镍蓄电池按 GB/T9368 规定的试验方法进行容量试验；

2)阀控式密封铅酸蓄电池按 DL/T637 标准规定的试验方法进行容量试验。

c)以蓄电池组中首只放电到终止电压的蓄电池的放电时间来计算蓄电池组容量，其值折算到 25℃时，应符合 5.9 的规定。

6.4.7 事故放电能力试验

a)为简化试验工作量，统一考核严酷度，对 220V 电压等级设备的事事故放电电流、冲击电流做以下规定，见表 9。

表 9 事故放电电流及冲击电流值

电池类别	标称电压 V	电池容量 Ah	事故放电时间 h	事故放电电流 A	冲击电流 A
镉镍碱性蓄电池	1.2	20	1	$2.5 I_5$	$22.5 I_5$
		40			
		100~500	1	$2.5 I_5$	$7.5 I_5$
阀控式密封铅酸蓄电池	2	≥ 200	1	$1 I_{10}$	$8 I_{10}$
	6	≤ 100	1	$2 I_{10}$	$16 I_{10}$
	12	≤ 100	1	$2 I_{10}$	$16 I_{10}$

b)将设备中蓄电池组充至满容量，按表 9 规定的事事故电流放电 1h，在此电流不停止的情况下，叠加表 9 规定中的冲击电流，进行 10 次，冲击放电。冲击放电时间为 500ms，每二次时间间隔为 2s，录出事事故放电波形，测得直流(动力)母线在冲击放电时的电压值应符合 5.10 的规定。

6.4.8 负荷能力试验

将设备中蓄电池组充至满容量，投入到浮充电状态下运行，控制母线带经常性负荷电流，按表 9 规定的冲击电流，冲击时间为 500ms，进行一次冲击放电，录出各直流母线电压、冲击电流的示波图，要求在冲击放电时，直流(控制)母线电压值应符合 5.11 的规定。

6.4.9 连续供电试验

设备在浮充电状态下运行时，人为中断交流电源，在(500~1000)ms 以内交流电源恢复供电，录出交流电源中断和恢复供电全过程的示波图。要求交流电源中断后，直流母线连续供电，直流母线电压波动值应符合 5.12 的规定。

6.4.10 电压调整功能试验

在装有硅链调压或其他调压装置的直流电源柜中，均应作手动调压和自动调压试验。

a)手动调压试验。动力母线电压值不变，每次手动调压一档，控制母线电压变化一次，直至调整到控制母线电压与动力母线电压相等为止，也可反向进行试验，其测试结果应符合 5.13 条的规定。

b)自动调压试验。控制母线电压为整定值，将动力母线电压从最大值连续下降时，自动调压装置始终使控制母线上的电压保持在整定值。动力母线电压从最小值逐渐上升到最大值时，自动调压装置也能使控制母线上的电压保持在整定值。其测试结果应符合 5.13 条的规定。

c)无级调压装置。设备在浮充电状态下运行，人为模拟无级调压装置故障，使备用调压装置自动投入、录出直流(控制)母线电压、电流波形，其测试结果应符合 5.13 的规定。

6.4.11 稳流精度试验

6.4.11.1 充电(稳流)电压的调节范围

充电浮充电装置的充电电压调节范围应符合表 10 的规定。

表 10 充电电压及浮充电电压的调节范围 V

蓄电池种类	调节范围	
	充电电压	浮充电电压

镉镍碱性蓄电池	1.2	(90%-145%)U	(90%-130%)U
阀控式密封 铅酸蓄电池	2	(90%-125%)U	(90%-125%)U
	6、12	(90%-130%)U	(90%-130%)U
注：U--直流标称电压			

6.4.11.2 稳流精度试验

充电浮充电装置在充电(稳流)状态下,交流输入电压在其额定值的+15%、-10%的范围内变化,输出电压在充电电压调节范围内变化,输出电流在其额定值 20%~100%范围内的任一数值上保持稳定,其稳流精度,均应符合 5.14.2 中表 5 的规定。

$$\delta I = (I_m - I_z / I_z) \times 100\% \quad (1)$$

式中: δI --稳流精度; I_m --输出电流波动极限值; I_z --输出电流整定值。

6.4.12 稳压精度试验

6.4.12.1 浮充电电压调节范围

充电浮充电装置的浮充电电压调节范围应符合 6.14.12 中表 10 的规定。

6.4.12.2 稳压精度试验

充电浮充电装置在浮充电(稳压)状态下,交流输入电压在其额定值的+15%、-10%的范围内变化,输出电流在其额定值的 0%~100%范围内变化,输出电压在其浮充电电压调节范围内的任一数值上保持稳定,其稳压精度均应符合 5.14.2 中表 5 的规定。稳压精度用以下公式计算。

$$\Delta u = (U_m - U_z) / U_z \times 100\% \quad (2)$$

式中: δU --稳压精度; U_m --输出电压波动极限值; U_z --输出电压整定值。

6.4.13 纹波系数试验

充电浮充电装置在浮充电(稳压)状态下,交流输入电压在其额定值的+15%、-10%的范围内变化,输出电流在其额定值的 0%~100%范围内变化,输出电压在浮充电电压调节范围内任一数值上,测得电阻性负载两端的纹波系数均应符合 5.14.2 中表 5 的规定。纹波系数用以下公式计算:

$$\delta = (U_f - U_q / 2U_p) \times 100\% \quad (3)$$

式中: δ --纹波系数; U_f --直流电压脉动峰值; U_q --直流电压脉动谷值; U_p --直流电压平均值。

6.4.14 高频开关电源模块并机均流试验

6.4.14.1 将设备所有模块的输出电压均整定在浮充电电压调节范围内同一数值上所有模块全部投入,在浮充电(稳压)状态下运行。设模块总数为 $n+1$,模块输出额定电流 I_e 。

6.4.14.2 调整负载,使设备输出电流为 50%额定值 [$50\% \times I_e(n+1)$]。测量各模块输出电流,并计算其均流不平衡度。调整负载,使设备输出电流为额定值 $I_e(n+1)$,测量各模块输出电流,并计算其均流不平衡度,其值应符合 5.14.3 的规定。用以下计算公式计算:

$$\text{均流不平衡度} = (\text{模块输出电流极限值} - \text{模块输出电流平均值} / \text{模块的额定电流值}) \times 100\% \quad (4)$$

6.4.14.3 当设备输出电流为 nI_e 时,将一模块退出运行,测量其余各模块的输出电流。并计算其均流不平衡度。其值应符合 5.14.3 的要求。

6.4.15 限流及限压特性试验

充电装置在浮充电(稳压)状态下运行,改变负载,使输出电流逐渐上升而超过限流整定值,充电浮充电装置将自动地降低直流输出电压值,从而使充电电流下降至整定值以下,达到限流和保护设备的目的,限流的调整范围为额定输出电流 50%~110%中任一数值。

充电装置在(恒流)充电状态下运行,当直流输出电压超过限压整定值时,应能自动转换恒压充电方式运行,达到限压保护的的目的。限压的调整范围为额定电压 105%至充电电压上限值(见表 10)中任一数值。

6.4.16 效率试验

设备在输入为额定输入电压，输出为直流额定电流(电阻性负载)、直流输出电压为浮充电电压调节范围上限值运行时，记下交流输入功率表的读数、直流输出的电流值和电压值，并算出直流输出功率。其值应符合 5.15 的规定。效率按下公式计算：

$$\eta = W_z / W_j \times 100\% \quad (5)$$

式中：V--效率；WZ--直流输出功率；Wj--交流输入功率。

高频开关电源效率可接单模块进行。

6.4.17 保护及报警功能试验

6.4.17.1 按产品技术条件设定设备的保护及报警动作值。

6.4.17.2 调整所需参数值，人为模拟各种故障，设备的保护和报警动作值及保护和报警动作方式，应符合 5.16 的规定。

6.4.18 监控装置控制程序试验

参照附录 A 设定监控装置的充电电流、充电电流最小值、充电电压、浮充电压、浮充倒计时时间(为缩短试验时间，可用(3~5)min 模拟代替)、浮充倒计时起点电流。

6.4.18.1 充电程序

通过人为调整负荷，模拟充电装置由恒流充电状态自动转换至恒压充电状态(限流恒压充电)，充电电流下降到最小值时，再自动转换浮充电状态。

6.4.18.2 长期运行程序试验

装置在正常浮充电状态时，浮充倒计时时间达到整定值时 6.4.18.1 中的过程。

6.4.18.3 交流中断程序试验

a)按 6.4.9 方法试验；

b)交流电源恢复后充电装置进入充电程序。

6.4.19 监控装置显示及检测功能试验

6.4.19.1 根据 5.17.2 的要求，对设备运行参数进行显示。实际值应与设定值、测量值符合产品技术条件规定。

6.4.19.2 人为模拟故障，装置应发信号报警动作值与设定值应符合产品技术条件规定。

6.4.20 三遥功能试验

6.4.20.1 遥信试验

人为模拟各种故障，应能通过与监控装置通信接口连接的上位计算机收到各种报警信号及设备运行状态指示信号。

6.4.20.2 遥测试验

改变设备运行状态，应能通过与监控装置通信接口连接的上位计算机收到装置发出当前运行状态下的数据。

6.4.20.3 遥控试验

应能通过与监控装置通信接口连接的上位计算机对设备进行开机、关机、充电、浮充电状态的转换。

6.4.21 电磁兼容性(抗扰度)试验

6.4.21.1 振荡波抗扰度试验

设备在正常状态下运行，分别输入频率为 1MHz 和 100kHz 的衰减振荡波，第一个半波电压幅值为 2500V 进行历时 2s 的共模试验及 1000V 历时 2s 的差模试验。在共模和差模试验中，设备能正常运行或试验结束后，设备能恢复正常运行。

试验部位：

a)各独立的电路与地之间--共模试验；

b)同一电路的端子之间--差模试验。

6.4.21.2 静电放电抗扰度试验

设备在正常状态下运行，对设备的面板上，正常工作易于接触的按钮、旋钮，开关手柄等采用接触放电法施加 6kV 试验电压，试验以单次放电进行，每一试验点，应以试验电压的正极和负极分别重复进行 10 次，时间间隔应为 1s。试验中设备能正常运行，或试验结束后设备能恢复正常运行。

6.4.22 谐波电流测量

设备在正常状态下运行，使输出电流为设备的额定电流，用谐波分析仪测量交流输入侧充电装置在运行中返回交流电网中的各次谐波电流，要求第 2 次至第 19 次的谐波电流含有率(%)符合 5.19 中的规定。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

7.1.1 每套直流电源柜必须有铭牌，在柜的明显位置，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

7.1.2 直流电源柜里的各种开关、仪表、信号灯、光字牌、动力母线、控制母线等，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。

7.2 包装

直流电源柜的包装应符合 GB/T13384 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

7.3 运输

设备在运输过程中，不应有剧烈振动冲击和倾倒放置等。

7.4 贮存

设备在贮存期间，应放在空气流通、温度在 $(-25\sim 55)^{\circ}\text{C}$ 之间，月平均相对湿度不大于 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产品技术条件规定。

附录 A (提示的附录)
运行状态示意图

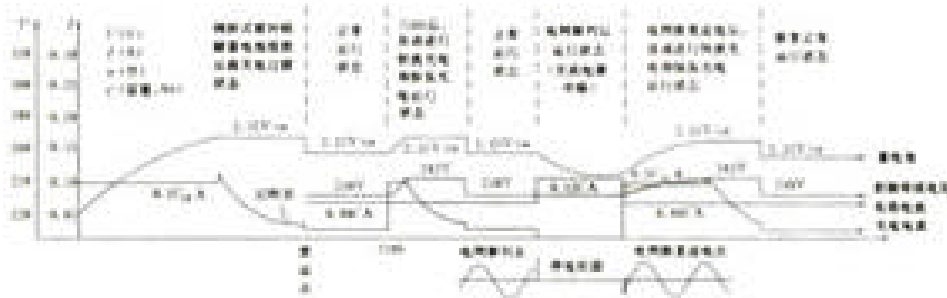


图 A1 模块化设计直流电源运行示意图

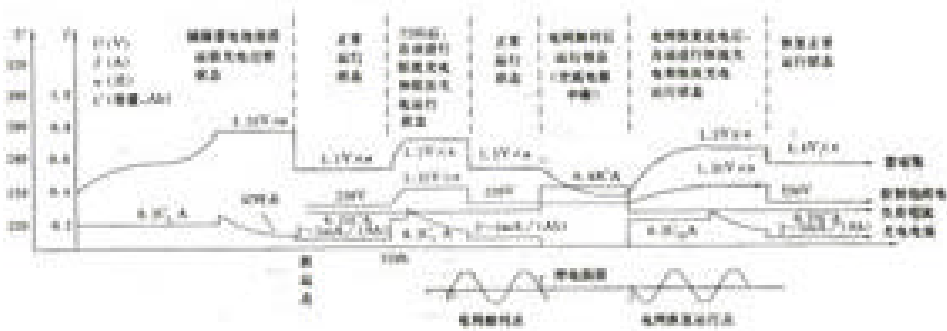


图 A2 模块化电源运行示意图