

ICS 29.120.60

K 31

备案号: 15695—2005

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 8456—2005

代替JB/T 8456—1996

低压直流成套开关设备和控制设备

Low-voltage D. C switchgear and controlgear assemblies

2005-03-19 发布

2005-09-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 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 产品分类	4
5 使用条件	4
6 基本参数	4
7 安全要求	6
8 方案	6
9 电气性能	7
10 设计与结构	12
11 试验规范	17
12 包装、贮存与运输	27
附录 A (规范性附录) 适合连接用铜导线的最小和最大截面积	28
附录 B (规范性附录) 在短时电流引起热应力情况下, 保护导体截面积的计算方法	29
附录 C (资料性附录) 试验电路图	30
附录 D (资料性附录) 声学测试仪器	31
附录 E (规范性附录) 背景噪声的修正	31

前 言

本标准代替JB/T 8456—1996《低压直流成套开关设备》。

本标准对GB 7251.1《低压成套开关设备和控制设备 第1部分：型式试验和部分型式试验成套设备》的直流部分加以规定。

本标准与JB/T 8456—1996相比，主要变化如下：

- 根据 GB 7251.1—1997中7.2.1.1内容规定，本标准将外壳防护等级由IP20改为不低于IP30。
- 根据直流设备具有测量、监控、通信等电子装置的特点，因此本标准增加了GB/T 17626电磁兼容标准中主要部分的试验要求。
- 为了对测量、监控、整流、充放电等装置设计规范化，为此本标准规定了各种装置应符合GB/T 3047的尺寸要求。同时也提出对测量、监控、电池检测、绝缘检测等装置电气安全、防护检测的要求，为此本标准引用了GB/T 18216.1的规定。
- 根据电力行业标准DL/T 5120对直流母线采用阻燃绝缘母线的要求，本标准对直流母线作了较详细的规定。因为本标准增加了对直流母线短路时的动、热稳定试验，所以母线的截面较GB 7251.1的规定有所提高。
- 根据GB 7251.1—1997中7.1.2.1内容规定，本标准增加了冲击耐受电压试验。
- 考虑到直流设备主要是由电力半导体装置、电子装置组成，所以本标准根据相关标准增加了电磁兼容、并机不均流度、功率因数测定、过载能力验证、谐波含量验证等试验。

本标准的附录A、附录B和附录E均为规范性附录，附录C、附录D为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国低压成套开关设备和控制设备标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：天津电气传动设计研究所。

本标准参加起草单位：国家电控配电设备质量监督检测中心、浙江三辰电器有限公司、广州珠江电信设备制造有限公司、西门子（中国）有限公司、深圳市新能力科技有限公司、阿城继电器股份有限公司电源系统分公司、无锡斯达电器公司无锡市斯达自控设备厂、上海青辰电器有限公司、安徽鑫龙电器股份有限公司、绵阳高新区电气控制设备厂、威海文隆电池(集团)有限公司文登市有利成套电源设备有限公司、青岛整流器总厂、邯郸市宏海电力电器有限公司、北京华隆机电工程有限公司、上海精成电器成套厂、上海华丰开关厂、北京申电科技有限公司。

本标准主要起草人：徐和平、陈雪梅、詹云、韩东明、胡万里、程正年、宋柏青、丁晓东、张新中、平黎震、杨瑞刚、尹贵君、王树利、郑前进、杨国栋、郭建厂、蔡大昌、程本韶、刘建新、余良。

低压直流成套开关设备和控制设备

1 范围

本标准规定了低压直流成套开关设备和控制设备（以下简称直流设备）的适用范围、术语、产品分类、技术要求、检验、标志、包装、运输与贮存。

本标准适用于户内正常使用条件下直流额定电压不超过 1500V 的直流设备，包括型式试验的成套设备（TTA）和部分型式试验的成套设备（PTTA）。

本标准适用于电力系统、工矿企业、建筑楼宇、交通、通信等电气工程中的直流设备。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2421 电工电子产品环境试验 第 1 部分：总则（GB/T 2421—1999，idt IEC 60068-1：1988）

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 2423.1—2001，idt IEC 60068-2-1：1990）

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 2423.2—2001，idt IEC 60068-2-2：1974）

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 和导则：振动（正弦）（GB/T 2423.10—1995，idt IEC 60068-2-6：1982）

GB/T 2423.22 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 N：温度变化（GB/T 2423.22—2002，IEC 60068-2-14，IDT）

GB/T 3047.1 高度进制为 20mm 的面板 架和柜的基本尺寸系列

GB/T 3047.2 高度进制为 44.45mm 的面板、机架和机柜的基本尺寸系列

GB/T 3047.3 高度进制为 20mm 的插箱、插件的基本尺寸系列

GB/T 3047.4 高度进制为 44.45mm 的插箱、插件的基本尺寸系列

GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级 反射面上方采用包络测量表面的简易法（GB/T 3768—1996，eqv ISO 3746：1995）

GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）（GB 4208—1993，eqv IEC 60529：1989）

GB 4824 工业、科学和医疗（ISM）射频设备电磁骚扰特性的测量方法和限值（GB/T 4824—2001，idt CISPR11：1997）

GB 7251.1—1997 低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分：型式试验和部分型式试验成套设备（idt IEC 60439-1：1992）

GB/T 13337.1 固定型防酸式铅酸蓄电池 技术条件

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验（GB/T 17626.2—1998，idt IEC 61000-4-2：1995）

GB/T 17626.3 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 17626.3—1998，idt IEC 61000-4-3：1995）

GB/T 17626.4 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 17626.4—1998，idt IEC 61000-4-4：1995）

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验（GB/T 17626.5—1999，idt IEC 61000-4-5: 1995）

DL/T 5044 火力发电厂、变电所直流系统设计技术规定

DL/T 5120 小型电力工程直流系统设计规程

JB/T 3085 电力传动控制装置的产品包装与运输规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

充电 charge

蓄电池从外电路接受电能，并转化为化学能的过程。

3.2

初充电 initial charge

使蓄电池达到完全充电状态所进行的初次充电。

3.3

完全充电状态 fully charged state

当蓄电池内所有可利用的有效活性物质都已转成完全充电的状态。

3.4

浮充电 floating charge

为补偿自放电，使蓄电池保持在近似完全充电状态的连续小电流充电。

3.5

均衡充电 equalizing charge

为补偿蓄电池组在使用过程中产生的各单体蓄电池电压不均衡现象，而使所有单体蓄电池达到完全充电状态的一种充电方式。

3.6

恒流充电 constant current charge

在充电过程中，充电电流维持在恒定值的充电。

3.7

核对性放电 check discharge

在正常运行中的蓄电池组，为了检验其实际容量，将蓄电池组脱离运行，以规定的放电电流进行核对性放电，只要其中一个单体蓄电池放到了规定的终止电压，应停止放电。并按下式计算蓄电池组的容量：

$$C=I_r t$$

式中：

C ——蓄电池组容量，单位为 Ah；

I_r ——恒流放电电流，单位为 A；

t ——放电时间，单位为 h。

3.8

蓄电池容量 battery capacity

在规定的条件下，完全充电的蓄电池能够提供的电量。通常用安时（Ah）表示。

3.9

蓄电池终止电压 battery final voltage

认为蓄电池放电终止的规定电压。

3.10

峰值电压纹波因数 peak-ripple factor

充电装置输出的直流电压中，交流分量的峰值与谷值之差（峰-峰值）的二分之一与直流输出电压平均值之比。用 γ_0 表示。

3.11

稳压精度 stabilized voltage precision

交流输入电压在额定电压的85%~110%范围内变化、负载电流在额定值的0~100%变化时，直流输出电压的超调量与整定值之比。用 δ_U 表示。

3.12

稳流精度 stabilized current precision

交流输入电压在额定电压的85%~110%范围内变化、充电电压在规定的调整范围内变化，且充电电流为规定的恒流充电电流时，充电电流的超调量与整定值之比。用 δ_I 表示。

3.13

效率 efficiency

充电装置的直流输出功率与交流输入功率之比。用 η 表示。

3.14

均流不平衡度 equalizing current imbalance level

高频开关整流器在多模块并联方式运行时，各个单体模块间负荷电流的差异。用 β 表示。

3.15

污染等级（环境条件的） pollution degree(of environmental conditions)

根据导电的或吸湿的尘埃，游离气体或盐类和由于吸湿或凝露导致表面介电强度或电阻率下降事件发生的频度而对环境条件作出的分级。

注1：设备或元件的绝缘材料所处的污染等级是与设备或元件所处的宏观环境的污染等级不同的，因为由外壳或内部加热提供了防止吸湿和凝露的保护。

注2：本标准中的污染等级系指微观环境中的污染等级。

3.16

电磁环境 electromagnetic environment

存在于给定场所的所有电磁现象的总和。

注：一般地说，这个总和与时间有关，对它的描述也许要用统计的方法。

3.17

电磁骚扰 electromagnetic disturbance

任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对有生命或无生命物质产生损害作用的电磁现象。

3.18

电磁干扰 electromagnetic interference (EMI)

电磁骚扰引起装置、设备或系统性能的降低。

注：骚扰和干扰分别为原因和结果。

3.19

电磁兼容性 electromagnetic compatibility (EMC)

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

3.20

电磁发射 electromagnetic emission

从源向外发出电磁能的现象。

注：源，通常就是指装置、设备或系统，但是，它还可以例如是人的身体，或者是一件家具。当考虑静电放电现象时，最后被称之为“源”的这两个是很重要的。自然源的例子是雷电。

3.21

场强 field strength

仅适用于远场测量。测量可以是电场分量或磁场分量，可以用 V/m, A/m 或 W/m² 表示并可相互换算。

4 产品分类

4.1 按直流设备的组成分

- 装有蓄电池组的直流设备；
- 装有电容器组的直流设备；
- 蓄电池组与电容器组组合的直流设备；
- 无蓄电池组，也无电容器组的直流设备。

4.2 按母线设置方法分

- 单母线系统；
- 单母线分段系统；
- 双母线系统。

4.3 按控制系统要求分

- 本机监控系统；
- 网络监控系统。

5 使用条件

5.1 正常使用条件

5.1.1 周围空气温度

直流设备周围空气温度不得超过+40℃，而且在 24h 内其平均温度不得超过+35℃。

直流设备周围空气温度的下限为-5℃。

蓄电池组周围空气温度应保持在为+5℃~+35℃。

5.1.2 大气条件

空气清洁，在最高温度为+40℃时，其相对湿度不得超过 50%。在较低温度时，允许有较大的相对湿度。例如：+20℃时相对湿度为 90%，但应考虑到由于温度的变化，有可能会偶然产生适度的凝露。

5.1.3 污染等级

直流设备所处的环境条件污染等级应至少为 3 级，即一般情况下，只有非导电性污染。但是，也应考虑到由于凝露偶然造成的暂时的导电性。

5.1.4 海拔

安装场地的海拔不超过 2000m。

注：对于在高海拔处使用的直流设备，应考虑介电强度的降低和空气冷却效果的减弱。

5.2 特殊使用条件

如存在特殊使用条件，必须遵守适用的特殊要求或在制造厂与用户之间达成的专门协议。

6 基本参数

6.1 交流输入电压范围

直流设备的交流输入电压范围为额定电压的 85%~110%。

6.2 交流输入频率范围

直流设备的交流输入频率范围为额定频率的 98%~102%。

6.3 柜体、插箱、插件基本尺寸

柜体、插箱、插件的基本尺寸应符合 GB/T 3047.1~4 的规定。

6.3.1 柜体外形基本尺寸

柜的宽度 B_2 (mm): 600、800、1000、1200。

柜的高度 H_2 (mm): 1800、2000、2200 (2300)。

柜的深度 D_2 (mm): 600、800、1000、1200。

注: 对于采用台式或箱式结构应参照相关标准。

6.3.2 插箱面板基本尺寸

6.3.2.1 插箱高度进制为 20mm 的面板

插箱外形宽度 B (mm): 240、360、480、520、600、720。

插箱外形高度 H (mm): 179、199、239, $H=n \cdot M-1$, $M=20\text{mm}$, 公差为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

插箱外形深度 D (mm): 140、200、260、320。

6.3.2.2 插箱高度进制为 44.45mm 的面板

6.3.2.2.1 5.08mm 宽度系列尺寸

插箱外形宽度 B (mm): 482.6、609.6、762。

插箱外形高度 H (mm): 177 (4U)、221.5 (5U), $U=44.45\text{mm}$ 。

插箱外形深度 D (mm): 112.24、172.24、232.24、292.24。

注: 必要时, 也允许按 60mm 递增。

6.3.2.2.2 17.2mm 宽度系列尺寸

插箱外形宽度 B (mm): 482.6、609.6、762。

插箱外形高度 H (mm): 177 (4U)、221.5 (5U), $U=44.45\text{mm}$ 。

插箱外形深度 D (mm): 240、300、360。

注: 必要时, 也允许按 60mm 递增。

6.3.3 插件面板基本尺寸

6.3.3.1 插件高度进制为 20mm 的面板

插件主体宽度 b (mm): 80、100、120、160、200。

插件主体高度 h (mm): 180 (9M)、200 (10M)、220 (11M)、240 (12M), $M=20\text{mm}$ 。

插件主体深度 d (mm): 102.5、162.5、222.5、282.5。

注: 必要时, 也允许按 60mm 递增。

6.3.3.2 插件高度进制为 44.45mm 的面板

6.3.3.2.1 5.08mm 宽度系列尺寸

插件主体宽度 b (mm) 按下式取得:

$$b=5.08 \times n$$

式中: n ——1、2、3、…、109。

插件主体高度 h (mm): 177 (4U)、221.5 (5U), $U=44.45\text{mm}$ 。

插件主体深度 d (mm): 100、160、220、280。

注: 必要时, 也允许按 60mm 递增。

6.3.3.2.2 17.2mm 宽度系列尺寸

插件主体宽度 b (mm) 按下式取得:

$$b=(17.2s-\delta)\pm 0.1$$

式中: 当 $s=1\sim 3$ 时, $\delta=0.2$;

当 $s=4\sim 12$ 时, $\delta=0.4$;

当 $s=13\sim 25$ 时, $\delta\geq 0.6$ 。

插件主体高度 h (mm): 178 (4U)、221.5 (5U)。

插件主体深度 d (mm): 178、230、245.7、290、350、410。

注: 必要时, 也允许按 60mm 递增。

6.4 屏面布置

屏面布置应便于观察, 易于操作, 美观合理。在任何情况下, 直流设备的面板上均应装配可直接观察的仪表, 状态显示及报警显示应醒目、直观。

屏面布置一般采用下述规则:

——屏面的上部 (约 1/3 部分) 为仪表区: 显示仪表、指示灯等;

——屏面的中部 (约 1/3 部分) 为插件区: 功率单元、监控单元、操作单元、人机界面等;

——屏面的中下部 (约 1/3 部分的上部) 为输出区: 负荷开关、动力开关等。

如不能满足上述要求可自行安排, 但是应符合第 10 章的规定。

7 安全要求

7.1 直流设备应保证其设备及组成单元、器件都是安全的, 并且在按规定安装和使用时不发生任何危险。

7.2 直流设备必须具备直接接触及间接触电的防护措施。

7.3 直流设备及其组成单元的防触电保护应不低于 I 类设备。【即将能触及的可导电部分与设施固定布线中的保护 (接地) 线相连接。】

7.4 直流设备的安全设计应满足下述规定:

7.4.1 直接安全技术措施

设备本身要设计得没有任何危险和隐患。

7.4.2 间接安全技术措施

如果不可能或不完全可能实现直接安全技术措施时, 应采用特殊安全技术措施。

7.4.3 提示性安全技术措施

如果直接或间接安全技术措施都不能或不能完全达到目的, 必须说明在什么条件下能安全使用设备。

7.4.3.1 如果需要采用某种运输、贮存、安装、定位、接线或投入运行等方式才能预防某些危险的话, 则应对此给予足够的说明。

7.4.3.2 如果为了预防发生危险, 在设备使用和维修中必须注意某些规则时, 则应提供通俗易懂的使用和操作说明书。

7.4.3.3 直流设备使用的安全色标应符合表 1 的要求。

表 1 安全色标

序号	类别	颜色	含义	说明
1	安全色标	红	禁止、停止	传递安全信息, 使人们能迅速发现或分辨安全标志和提醒人们注意, 以防发生事故
2		蓝	指令 必须遵守的规定	
3		黄	警告、注意	
4		绿	提示、安全状态运行	

8 方案

8.1 直流设备功能的确定应根据用途、使用场所及用户协议。

8.2 直流设备一般使用蓄电池组及电容器组作为储能单元。

8.3 蓄电池组正常应以全浮充电方式运行, 充电装置与储能单元并接在直流输出端。

8.4 发电厂、变电所配置的直流设备应能在各种情况下可靠地向控制负荷、动力负荷及事故性负荷供

电。其中：

- a) 控制负荷包括自动控制、通信、继电保护、仪器仪表等；
- b) 动力负荷包括各种泵、断路器电磁合闸机构、交流不间断电源装置、事故照明等；
- c) 事故性负荷是指在交流电源事故停电时间内需要可靠供电的负荷。

8.5 发电厂、变电所的直流设备配置应包括充电及备用充电设备进线主柜、蓄电池组柜、动力馈线柜及控制馈线柜。其中：

- a) 直流设备进线柜应包括各种功能单元，当馈线数量较少时，动力馈线柜及控制馈线柜可与主柜合并布置；
- b) 充电设备进线柜与蓄电池组柜应分柜布置，当设备容量较小时可合并布置，但柜内必须设置蓄电池组室单独放置并应符合 9.2.7 的规定；
- c) 馈线柜宜将动力馈线及控制馈线分柜配置，当馈线数量较少时也可合并布置。

8.6 发电厂、变电所的直流设备宜采用单母线或单母线分段接线，接线方式应附合 DL/T 5044、DL/T 5120 的规定。

- a) 单母线适用于设有一组蓄电池的直流设备；
- b) 单母线分段适用于两组蓄电池的直流设备；
- c) 应根据直流设备的重要程度合理地选择母线方式、蓄电池组数量、充电装置数量。

9 电气性能

9.1 总则

直流设备需采用不接地方式。

直流设备需设置闪光单元时，应在每段直流母线处各设一套。

测量显示仪表应高于直流设备的精度要求。为满足这个要求，直流设备的测量显示仪表应采用高精度数字仪表。电磁指针式仪表可作为系统运行状况的指示性仪表。

9.2 功能单元基本性能

各个功能单元要有相对的完整性，以有利于操作、维修及观察。

9.2.1 充电、整流单元

9.2.1.1 直流设备内的充电及整流单元应采用冗余配置。

9.2.1.2 整流、充电单元应按长期额定工作制设计，其性能指标及安全要求应能满足直流设备的有关规定。

9.2.1.3 整流、充电单元应设有运行参数设定操作键、工作状态、故障状态的指示灯及仪表。

9.2.1.4 整流、充电单元输入与输出之间要有可靠的电气隔离措施，其介电性能均应符合 10.4 的规定。

9.2.1.5 充电装置的电磁兼容性应能满足 9.3.16 的规定。

9.2.1.6 高频开关的充电及稳压整流单元应满足如下要求：

- a) 应设有滤波或功率因数校正电路，并有软启动功能；
- b) 在开路状态下不应出现自激振荡现象；
- c) 单元的安装应为热插拔方式，要求与框架之间有可靠的电气连接、结构配合及良好的接地有效性；
- d) 如直流设备内使用了阀控蓄电池组则应定期运行补充充电程序（如一个月或三个月），定期使充电装置运行于恒流充电到恒压充电再到浮充电，始终保证蓄电池组具有额定容量；交流电源中断，蓄电池组将无时间间隔地向直流母线供电，交流电源恢复送电时，控制程序应使充电装置进入恒流充电，再进入恒压充电和浮充电，并转入正常运行。

9.2.1.7 充电及整流单元（整流器）基本性能应能满足 9.3 的要求。

9.2.2 降压单元

9.2.2.1 为了保证蓄电池组在接近放电终止电压时依然能保证直流馈出母线有足够的输出能力，需要有足够的蓄电池单体，这样就使得蓄电池组的浮充电压过高而不能满足直流馈出母线电压的要求。为此，在蓄电池组与直流馈出母线之间放置降压单元以保证直流输出电压的要求。

9.2.2.2 在直流设备中电池组的降压单元应按长期额定工作制设计，其性能指标、安全要求、可靠性及电磁兼容性应能满足直流设备的有关规定。

9.2.2.3 降压单元的额定电流应满足所在回路最大持续电流及额定冲击电流。

9.2.2.4 应采用硅整流管降压方式及合理的降压电路方案以确保降压单元的可靠性和安全性。

注：不宜采用有源电路及电子开关电路，如采用，必须保证在有源电路及电子开关电路出现故障时蓄电池组与直流馈出母线有可靠的连接。

9.2.2.5 降压单元应具有手动或自动调节输出电压功能。

9.2.2.6 在蓄电池组电压足够高时，降压单元的输出电压调节范围应满足直流母线输出电压的要求。

9.2.2.7 蓄电池组电压过低时应能保证蓄电池组直接向直流母线供电。

9.2.2.8 应采取可靠有效的措施防止调压单元出现内部故障时导致直流母线断电，确保供电的连续性。

9.2.3 监控单元

9.2.3.1 监控单元应能管理直流设备的工作状态。应具有自诊断功能并可完成系统所要求的控制、测量、显示及通信等功能。

9.2.3.2 监控单元其性能指标、安全要求、可靠性及电磁兼容性应能满足本标准的有关规定。

9.2.3.3 监控单元应以可编程序控制器（PLC）、微处理器或工控机为控制核心，并由操作键与显示单元构成方便的人机对话系统，通过操作键与显示单元可以设定和修改运行参数、监视运行状态。

9.2.3.4 监控单元应通过通信接口实现对其他装置的数据采集，并可实现对运行状态及事故状态的记录查看。

9.2.3.5 监控单元具有的功能：对整流及充电单元进行监控，对交流三相电源、直流母线、蓄电池组、母线绝缘电阻、充电（浮充）电流值及电压值等进行监测及声光报警。

9.2.3.6 人机界面的图形（开关、指示灯及指示仪表）、颜色应符合相关标准及本标准的规定。

9.2.3.7 带有蓄电池组后备电源的系统，当三相交流电源接通和关断之后，不影响监控单元的正常运行，当蓄电池组电压下降到终止电压时监控单元要自动关闭，重新自动启动时要有定时延迟时间。监控单元发生故障时不应影响各直流母线的电压输出。

9.2.4 绝缘检测单元

9.2.4.1 绝缘检测单元用于检测各个馈出支路直流母线的绝缘水平。

9.2.4.2 由于直流设备为不接地系统，直流母线的接地现象会引发系统故障。因此，绝缘检测是必需的。大型直流设备应采用绝缘检测单元，绝缘检测应该是实时的。

9.2.4.3 绝缘检测单元的性能指标、安全要求、可靠性及电磁兼容性应能满足本标准的有关规定。

9.2.4.4 绝缘检测单元应能完成对直流主母线、各分支母线（馈出支路）的任一极与零电位（接地零）间绝缘阻值的测量。

9.2.4.5 绝缘检测精度应满足系统的要求。

9.2.5 蓄电池组监测单元

9.2.5.1 蓄电池组的检测应能监测蓄电池组的充放电状态，这可以作为测量周期的一部分自动进行或作为一种个别功能进行。该蓄电池组至少在一个测量周期内应施加额定的负载。

9.2.5.2 蓄电池组监测单元的性能指标、安全要求、可靠性及电磁兼容性应能满足本标准的有关规定。

9.2.5.3 蓄电池组监测单元应能检测蓄电池组的端电压及每只蓄电池（由单体蓄电池组成的标准蓄电池单元）的电压。

9.2.5.4 蓄电池组监测单元应对蓄电池的短路及开路进行有效的判别。

9.2.5.5 蓄电池组监测单元可对蓄电池的内阻或容量有定性的分析。

9.2.5.6 蓄电池组的监测功能应该是实时的，也可由监控单元实现。

9.2.6 放电单元

9.2.6.1 放电单元用于蓄电池组容量、电容器的容量核对及安全性。

9.2.6.2 放电单元其性能指标、安全要求、可靠性及电磁兼容性应能满足本标准的有关规定。

9.2.6.3 放电单元的放电电流应是恒定的。对于非恒流放电单元可采用计算方法进行容量的核对。

9.2.6.4 放电单元宜采用移动式设备。

9.2.7 蓄电池组

9.2.7.1 蓄电池的选择及安装应根据直流设备运行的条件及用户的要求而定。所选择蓄电池组的性能、指标应能满足其相应标准的规定。防酸蓄电池、阀控式密封铅酸蓄电池应满足 GB/T 13337.1 的要求。

应对直流设备加以说明适合采用何种蓄电池可满足直流设备性能的要求，并对蓄电池的形式、种类、电压、数量、容量、充放电曲线（特性）、放电倍率等加以描述。

应对蓄电池的防爆性能、阻燃性能、安全使用及维护条件、储藏及运输有详细的说明，以保证使用和维护时对人体及设备的安全。

容量较小的蓄电池组（镉镍蓄电池高倍率 40Ah 以下或中倍率 100Ah 以下、阀控蓄电池 200Ah 以下）可单独安装在直流设备柜内，如蓄电池组与进线柜、馈线柜合并布置时应隔离措施。大容量蓄电池组应有专用的电池室，并能保证电池室的环境要求及检修、维护条件。

一般蓄电池的使用环境温度应经常保持在 5℃～35℃ 范围内。

阀控密封式蓄电池在使用环境温度为 -10℃～45℃ 的条件下应能正常使用。

蓄电池应可靠固定安装，在抗震设防烈度为 7 度及以上地区也能正常使用。

9.2.7.2 蓄电池组选择的容量应满足交流电网停电时间内全过程的放电容量并应满足负荷的分配要求及负荷的特性要求。

蓄电池组的容量选择应依据不同种类蓄电池具有不同充电率和放电率的特性。

蓄电池组的容量是通过充放电（按蓄电池的额定 Ah 及充电率和放电率）试验获得。蓄电池放电终止电压及充放电电流按蓄电池性能参数的要求设定。

9.2.7.3 允许进行三次充放电循环试验，第三次循环应达到额定容量。若达不到额定容量值的 100%，则此组蓄电池为不合格。

9.2.7.4 当某一蓄电池达不到额定容量的 80%，则认为此蓄电池已失效，应及时更换。

9.2.7.5 直流设备每运行 3～6 个月，充电装置应对蓄电池组进行一次全过程充电。

9.2.7.6 直流设备每运行 1～2 年，须对电池组进行一次核对性放电。当直流设备具有两组及以上蓄电池组时可分别进行全核对性放电；当直流设备仅有一组蓄电池组时不得进行核对性放电。可采用其他措施恢复电池的有效性，但不得使电池容量低于额定容量的 50%，除非直流设备停止运行。

9.2.7.7 可通过监测装置对蓄电池的电压、内阻及容量进行巡回检测，以判定蓄电池的有效性。

9.2.7.8 蓄电池的运行与防护应能满足蓄电池的技术要求。

9.2.7.8.1 防酸蓄电池组

在正常运行中要监视端电压值、单体电池电压值、蓄电池液面高度、电解液比重、蓄电池内部温度、环境温度、浮充电流值。

当蓄电池极板产生硫酸铅结晶时，要对蓄电池进行活化处理，使蓄电池容量得到恢复。

蓄电池组在运行时要防止电解液的温度超过 35℃。

要及时清除蓄电池底部沉淀物，补充配置的标准电解液。

当蓄电池极板发生弯曲、龟裂或肿胀，应及时更换蓄电池。

9.2.7.8.2 镉镍蓄电池组

镉镍蓄电池侧面标有电解液高度的上下刻线，在浮充电运行中液面高度应保持在中线。液面偏低时应注入蒸馏水，使液面高度保持一致。

每三年更换一次电解液。

应使用壳体不产生“爬碱”的蓄电池。

9.2.7.8.3 阀控蓄电池组

阀控蓄电池的容量受环境温度影响，其温度补偿系数：基准温度 25℃时，每下降 1℃，单体 2V 电池浮充电电压应提高 3mV~5mV。

在运行中要监视端电压值、单体电池电压值、腐蚀现象、壳体有无渗漏和变形、极柱与安全阀周围是否有酸雾溢出、蓄电池温度是否过高等。

在运行中，当某一蓄电池浮充电压正常，一旦放电时，电压便跌落到终止电压值，说明此蓄电池已经失效，要及时更换。

当充电电流过大、充电电压过高、内部有短路或局部放电、温升超标、阀控失灵都可能造成蓄电池壳体异常，要检查原因采取解决措施。

9.3 直流设备的性能指标

9.3.1 稳压精度

$-1\% \leq \delta_U \leq 1\%$ （采用晶闸管）；

$-0.5\% \leq \delta_U \leq 0.5\%$ （采用高频开关）。

注：充电装置的输出电压在均充结束进入恒压状态时及转入浮充状态时的稳压精度。

9.3.2 稳流精度

$-1\% \leq \delta_I \leq 1\%$ （采用晶闸管）；

$-0.5\% \leq \delta_I \leq 0.5\%$ （采用高频开关）。

9.3.3 纹波因数

$\gamma_U \leq 1\%$ （采用晶闸管）；

$\gamma_U \leq 0.5\%$ （采用高频开关）。

9.3.4 效率

$\eta \geq 75\%$ （采用晶闸管）；

$\eta \geq 90\%$ （采用高频开关）。

9.3.5 功率因数

$\cos\varphi \geq 0.7$ （晶闸管）；

$\cos\varphi \geq 0.95$ （采用有源功率因数校正电路的高频开关）；

$\cos\varphi \geq 0.90$ （采用无源功率因数校正电路的高频开关）。

9.3.6 均流不平衡度

$-5\% \leq \beta \leq 5\%$ （高频开关整流器并机工作时）。

9.3.7 噪声

风冷直流设备的平均噪声（A 声级）应不大于 60dB，自冷直流设备的平均噪声（A 声级）应不大于 55dB。

9.3.8 保护及报警

直流设备应有可靠的故障报警功能，并在直流设备的输出端子上排上配有对应于故障信号输出的一对端子。在操作盘面上应能观察到相应的报警指示。

9.3.9 绝缘检测

9.3.9.1 直流设备的绝缘检测应满足表 2 的规定。

表 2 绝缘水平整定值

直流设备额定标称电压 V	绝缘监察水平整定值 kΩ
220	25
110	7
48	1.7

额定标称电压高于 220V 的直流设备其绝缘监察水平应由制造厂与用户之间的协议为准。

9.3.9.2 当直流设备输出母线发生接地故障，绝缘监测装置应具备如下功能：

- a) 应指示出接地故障线路号及母线号，如第四条支路的正母线；
- b) 应发出声光报警，且故障信号应从端子上输出。

9.3.10 电压监察

当直流设备交流输入电压出现过电压或欠电压时，直流设备应发出过电压或欠电压的信号及声光报警，且故障信号应从端子上输出。

9.3.11 故障报警

当直流设备出现如下故障时，直流设备应发出声光报警，且故障信号应从端子输出：

- a) 直流断路器自动跳闸或熔断器熔断；
- b) 当直流设备的充电装置充电电流大于规定的充电电流（恒流充电电流为 $0.1C_{10}$ ）105%，且在 3s 内不能恢复为规定的充电电流；
- c) 交流输入电源断相、欠电压和过电压；
- d) 输出短路；
- e) 对于配有可编程控制器（PLC）或微机监控的直流设备，PLC 或微机死机、失调；
- f) 降压装置失效（当降压装置运行时对电压无影响）等。

9.3.12 限流特性

蓄电池组充电电流为恒流充电规定电流值的 105%~110%时，直流设备应在 2s 内将充电电流限制为恒流充电规定电流值，同时不应出现故障报警信号。

9.3.13 事故放电能力

交流电源断电，常规负荷母线以额定电流输出 1h 后，叠加动力负荷母线电流，进行 10 次冲击放电。动力负荷母线电压在冲击放电时不应低于标称电压的 90%。

9.3.14 连续供电能力

直流设备在正常运行时，迅速切断交流电源，常规负荷母线电压不应间断，且电压波动不低于标称电压的 90%。

9.3.15 通信功能

9.3.15.1 直流设备如具有通信功能，应以制造厂与用户之间的协议为依据。

9.3.15.2 通信功能应以数字技术为核心的远程控制及测量。对于接口形式和通信协议应在制造厂与用户之间的协议中明确说明。

9.3.15.3 对于远程控制可用性，用检查和测量的方法确认协议中所说明的性能。

9.3.15.4 对于远程测量可用性，用检查和测量的方法确认协议中所说明的性能。

9.3.16 电磁兼容性(EMC)

应满足 11.2.15 的要求。

9.3.16.1 抗扰性

应满足表 3 的要求。

表 3 抗扰性试验

试验内容	所要求的试验水平	执行标准
1.25/50 μ s、8/20 μ s 浪涌抗扰度试验	2kV（线对地） 1kV（线对线）	GB/T 17626.5
电快速瞬变抗脉冲群抗扰度试验	2kV 对电源 1kV 对输入/输出	GB/T 17626.4
射频电磁场辐射抗扰度试验	10 V/m	GB/T 17626.3
静电放电抗扰度试验	8kV 空气放电	GB/T 17626.2

9.3.16.2 发射干扰

应满足表 4 及表 5 的要求。

表 4 在试验场测试时, 直流设备电源端传导的骚扰电压限值

频段 MHz	准峰值 dB μ V	平均值 dB μ V
0.15~0.5	79	66
0.5~5	73	60
5~30	73	60

表 5 直流设备电源端辐射骚扰限值

频段 MHz	在试验场	在使用现场
	测量距离 30m dB(μ V/m)	测量距离 30m (指设备所在建筑物外, 离外墙距离) dB(μ V/m)
0.5~30	考虑中	考虑中
30~230	30	30
230~1000	37	37

9.3.17 谐波

直流设备在正常运行状态下, 返回交流侧的电流总谐波畸变率 THD_i 应不大于 30%。

9.3.18 额定分散系数 (馈电单元)

直流设备存在若干个主电路时, 直流设备应满足 GB 7251.1—1997 中 4.7 给出的额定分散系数。

9.3.19 过载能力

在额定功率的 110% 情况下, 直流设备至少可正常运行 10min。

10 设计与结构

10.1 基本要求

设计与结构应符合 GB 7251.1—1997 中第 7 章的规定。

10.2 功能单元

直流设备内部的功能单元, 如整流充电、监控、检测、报警及馈出等功能单元应采用插箱式结构且应符合本标准的规定 (不宜采用插箱式结构的电子装置或不宜安放在插箱内的元器件, 如: 隔离变压器、大功率散热器等应有合理的布置)。

- 功能单元的外壳应具有一定的强度, 应能防锈蚀、老化、阻燃和不产生有害气体。
- 功率装置要有足够的冷却方法 (一般为自冷或风冷)。
- 功能单元的安装、接线、接地措施及符号、铭牌等, 均应满足本标准的规定。

10.3 电气间隙与爬电距离

直流设备的电气间隙和爬电距离应符合 GB 7251.1—1997 中 7.1.2.1 的规定。

直流设备的电气间隙和爬电距离应不小于 GB 7251.1—1997 中表 14 及表 16 的规定。

10.4 介电性能

直流设备的介电性能应符合 GB 7251.1—1997 中 7.1.2.3 的规定。

10.5 端子标识

端子的标识应符合表 6 的规定, 其标识应清楚和永久的识别

表6 用字母数字标识与用图形符号标识一些特殊的导线及其接线端子

序号	导线	导线线端的标识	设备接线端子的标识	图形符号
1	交流系统电源导体			
	相线 L1	L1	U	~
	相线 L2	L2	V	~
	相线 L3	L3	W	~
	中性线	N	N	N
2	直流系统电源导体			
	正	L+	C	+
	负	L-	D	-
3	保护导体	PE	PE	
4	保护中性导体	PEN	/	/
5	低噪声接地导体	TE	TE	
6	接机壳、接机架	MM ^a	MM ^a	
7	等电位连接	CC ^a	CC ^a	
^a 只有当这些接线端子或导体的电位与保护导体或接地导体的电位不等时,才采用这些识别标记。				

10.6 外壳及防护等级

当直流设备的可移式或抽出式部件拆除以后,应采用某种措施以保证防护等级。

直流设备的防护结构形式根据使用场合要求确定,特殊使用场合及完全的防护结构形式须有用户协议,但最低必须达到 IP30。

10.7 温升

直流设备的温升应符合表7的规定。

表7 温升限值

直流设备的部件	温升 K
变压器和电抗器绕组(包括与其相接触的绕组骨架和铁心)按其绝缘材料耐热等级分为: ^a	
A级	65
E级	80
B级	85
晶闸管和整流器外壳	65
硅堆外壳	70
电阻元件	200 ^a
导线与端头压接部位	30
用于连接外部绝缘导线用端子	70 ^b
母线上插接式触点处与母线固定连接处	
铜-铜	50
铜镀锌-铜镀锌	60
铝镀锌-铝镀锌	55
铜镀银-铜镀银	80
铝镀锌-铜镀锌	55
操作手柄	
a) 金属的	15 ^c
b) 绝缘材料的	25 ^c
可接近的外壳和覆板	
c) 金属表面	30 ^d
d) 绝缘表面	40 ^d
^a 电器应具有防止与易燃材料接触或人的偶然接触。确定安装位置和提供防护措施以免发生危险是安装者的责任。	
^b 温升极限为 70K 是按常规试验而定的数值。在安装条件下使用或试验的直流设备,由于接线、端子类型、种类、布置与试验(常规)所用的不尽相同,因此端子的温升会不同,这是允许的。	
^c 那些只有在直流设备打开后才能接触到的操作手柄,例如:事故操作手柄、抽出时手柄等,由于不经常操作,故允许有较高的温升。	
^d 除非另有规定,对于正常工作时可接近,但不需接触的外壳和覆板表面,温升可提高,金属表面可提高 25K,绝缘表面可提高 15K。	

当按照 11.2.5 进行验证时, 直流设备的温升不应超过表 7 给出的限值。

10.8 电击防护

10.8.1 对直接接触的防护

对直接接触的防护应满足 GB 7251.1—1997 中 7.4.2 的规定。

10.8.2 对间接接触的防护

对间接接触的防护应满足 GB 7251.1—1997 中 7.4.3 的规定。

金属安装支架、各元器件及电气单元接地点对直流设备总接地点之间电阻值应不大于 $0.1\ \Omega$ 。

保护导体的截面积应符合附录 B 中的规定, 但不应小于 16mm^2 。

10.9 短路保护与短路耐受强度

10.9.1 基本要求

直流设备必须能够耐受最大至额定短时耐受电流所产生电的热应力和电动应力。

交流主母线与进线单元的连接导体、直流主母线与馈出单元的连接导体、单元内的连接导体其安装布置应使其在正常工作条件下不会发生内部短路。该连接导体可以根据每个单元内相关短路电器负载侧衰减后的短路强度来确定。这种导体最好采用刚性导体。

用户订购直流设备时, 应指出安装地点的短路条件。

10.9.2 进线单元(交流进线单元)

进线单元的短路保护电器的整定和选择: 即在直流设备内发生短路时, 应利用进线单元的短路保护电器使其消除, 而不影响其他设备。

由于直流设备的交流进线具有短路保护装置(SCPD), 在进线单元接线端子上应标明预期短路电流的最大允许值。此值不应超过相应的额定值。

如果短路保护装置是一个熔断器或是一个限流断路器, 制造厂应指明 SCPD 的特性(电流额定值、分断能力、截断电流、 I^2t 等)。

10.9.3 直流侧短路保护(短路分断能力)

蓄电池组容量在 1600Ah 以下的直流设备, 短路电流应不低于 20kA 。

蓄电池组容量在 800Ah 以下的直流设备, 短路电流应不低于 10kA 。

蓄电池组容量在 1600Ah 以上的直流设备, 必须进行短路电流计算, 以防止损坏直流设备。

短路电流按下式计算:

$$I = \frac{nU_f}{\frac{nR}{C_{10}} + r}$$

式中:

I ——短路电流, 单位为 A;

R ——蓄电池单位容量内阻, 单位为 $\Omega \cdot \text{Ah}$;

C_{10} ——蓄电池 10h 放电容量, 单位为 Ah;

r ——短路电流计算点之前的连接导线和设备的接触电阻, 单位为 Ω ;

n ——蓄电池组电池个数;

U_f ——单个蓄电池的电压, 单位为 V。

10.9.4 保护电器协调(级差配合)

保护电器的协调(级差配合)应以制造厂与用户之间的协议为依据。制造厂的产品目录中给出的资料可做出这类协议。

由于直流设备要求输出供电的最大连续性, 直流设备的短路保护电器的整定和选择原则是在任何一个输出支路发生短路时, 则安装在该故障支路中的保护器件(断路器、熔断器)动作、切除该故障支路, 而不影响其他支路。

系统的选择性是由调整保护器件的短路短延时动作电流和延迟时间、短路瞬时脱扣电流值及过载电流值予以保证；

短延时的短路电流按下式计算，并应分别考虑直流母线额定电压值的+5%时的上限电流值及-80%的下限电流值：

$$I_{DZ1} = K_g I_n$$

式中：

I_{DZ1} ——短延时的短路电流，单位为 A；

K_g ——整定电流倍数；

I_n ——断路器额定电流，单位为 A。

注： K_g 为整定电流倍数由保护电器制造厂提供。

瞬时脱扣器的电流整定 I_{DZ2} 为：

$$I_{DZ2} = \frac{I_{CW}}{K_k}$$

式中：

I_{CW} ——短路短延时最大耐受电流，单位为 A；

K_k ——可靠系数。

注： K_k 可靠系数由保护电器制造厂提供。

过载反时限脱扣器的电流应按实际工作电流整定。无论脱扣器过载反时限的电流是否可整定，选择保护电器的原则必须能保证直流设备对选择性要求。这些都能够从制造厂产品的样本上查到。

10.10 直流设备内装的电器元件

10.10.1 电器元件的选择

电器元件应符合其相关标准。

电器元件的额定电压（额定绝缘电压、额定冲击耐受电压等）、额定电流、使用寿命、接通和分断能力、短路耐受强度或分断能力等应适合与直流设备的特殊用途。

电器元件的短路耐受强度或分断能力不足以承受安装场合可能出现的短路容量时，应利用限流保护器件（例如：熔断器或断路器）对元件进行保护。为内装的电器元件选择限流保护器件时，为了照顾到协调性，应当考虑到元件制造厂规定的最大允许值。

10.10.2 安装

10.10.2.1 可接近性

安装在同一支架（安装板、安装框架）上的电器元件、单元和外接导线的端子的布置应使其在安装、接线、维修和更换时易于接近，尤其是外部接线端子应位于地面安装基础面上方至少 0.2m，并且端子的安装应使电缆易于与其连接。

必须在设备内进行调整和复位的元件应是易于接近的。

由操作人员观察的指示仪表高于底板基础面 2m。

操作器件，如手柄、按钮等，应安装在易于操作的高度上，即其中心线一般不应高于直流设备基础面 2m。

用于故障的紧急停止按钮应安装在无隔离的操作面板上。

馈出开关不应低于安装基础面的 0.8m。

10.10.2.2 相互作用

控制电路与电源电路应隔离或屏蔽。

熔断器的安装应考虑到正常工作状态下的发热及故障电弧的影响。

对于发热量较大的器件（例如：电阻、散热器等），安装时应考虑其发热对周围器件的影响，必要时需安装通风设备。

10.11 配电要求

10.11.1 导线颜色及标识要求

直流设备中应对导线的颜色做出统一的标定,并可依裸导线(包括母线)或绝缘导线的颜色识别电路。

- 交流三相母线:(L1) A相—黄色;(L2) B相—绿色;(L3) C相—红色;零线或中性线—淡蓝色;安全用的接地线—黄绿双色线。
- 直流母线;正极—棕色、负极—蓝色。
- 整个装置及设备的内部接线一般推荐:黑色。
- 具体标色时,在一根导线上,如遇有两种或两种以上的可标色,视该电路的特定情况,依电路中需要表示的某种含义进行定色。
- 用字母数字标识与用图形符号标识一些特殊的导线,应符合表6规定。

10.11.2 按钮、指示灯颜色要求

直流设备中应对按钮、指示灯颜色做出统一规定,以保证人身安全,便于操作与维修。

- 直流设备按钮可选颜色:红、黄、绿。具体含义见表8。
- 直流设备指示灯可选颜色:红、黄、绿、蓝。具体含义见表9。

表8 按钮的颜色及其含义

颜色	含义	说明	举例
红	紧急情况	在危险状态或在紧急状况时操作	紧急分断、引起紧急分断动作、可用于停止/分断
黄	不正常	在出现不正常状态时操作	干预、为了遏止不正常状态干预、为了使中断的自动化过程重新启动
绿	安全	在安全条件下操作或在正常状态下准备	起动/接通、然而为此用途应优先使用白色

表9 指示灯的颜色及其含义

颜色	含义	说明	举例
红	合闸或告急	合闸供电或需立即采取行动	输出过电压 电池组充电过电流
黄	注意	情况有变化,或即将发生变化	闪光信号
绿	安全	正常或允许进行	系统正常支路输出指示

10.11.3 导线的要求

10.11.3.1 导线的基本要求:

主电路的绝缘导线应采用阻燃绝缘铜母线,控制电路应采用多股绝缘铜导线。

10.11.3.2 母线排列要求

表10 母线排列

类别		垂直排列	水平排列	前后排列
交流	L1 (A相)	上	左	远
	L2 (B相)	中	中	中
	L3 (C相)	下	右	近
	N 中性线	次下	次右	次近
直流	正极	上	左	远
	负极	下	右	近
保护导体 PE		最下	最右	最近

母线的排列应符合表 10 规定。

10.11.3.2.1 母线截面积

表 11 直流馈出线主母线选择表

额定电流 A	铜母线截面积 mm ²	
	最小	最大
≤80	16	25
80	25	35
100	35	50
125	50	70
160	70	95
200	95	120
250	120	150
315	150	200
400	200	250

直流馈出主母线截面积应不小于表 11 中给出的数值。

其他母线截面积见附录 A。

10.11.3.2.2 母线布置

直流设备馈出主母线应有足够的短路耐受强度，其垂直母线尽可能置于柜体内的一侧（靠近电池柜或馈电柜侧）。

当主电路中整流器、熔断器或断路器等与主母线的连接不宜采用母线连接时，应采用多股绝缘铜导线。

10.11.3.3 多股铜导线要求

10.11.3.3.1 控制电路中应采用洁净的多股铜圆绝缘导线，其线芯应无污染或腐蚀，且铜导线截面积应不小于 0.75mm^2 。对于电子线路导线最小截面积不得小于 0.75mm^2 。

10.11.3.3.2 在配线中宜用行线槽的配线方法。行线槽的颜色推荐采用浅灰色、绿色或白色。

控制电路的垂直配线均应位于柜体单侧，即与主电路母线配线相对侧，且置于行线槽中。

用于数据采集、传输的导线均应采用屏蔽导线。

两个连接器件之间的导线不应有中间接头或焊接点，应尽可能在固定的端子上进行接线。

绝缘导线不应支撑在不同电位的裸带电部件和带有尖角的边缘上，应用适当的方法固定绝缘导线。

连接在门上的电器元件和测量仪器上的导线，应该使门的移动不会对导线产生任何机械损伤。

10.11.3.3.3 导线与电器元件出线端的连接均采用防腐铜冷压端头，并外加绝缘热缩套管。在接线端子上均应有与接线图（或表）一致的字母数字符号标志，以方便检修。

端头处符号标志不可在导线上随意滑动。

端头和导线压接部位承受 $10\text{N}/10\text{s}$ 的拉力负荷，端头与导线间不应产生滑动、导线在压接部位断裂或拔出、端头变形等缺陷。

11 试验规范

11.1 试验分类

检验直流设备性能的试验包括：

——出厂试验；

——型式试验。

型式试验和出厂试验项目见表 12。

表 12 型式试验和出厂试验项目

序号	试验项目	条款	型式试验	出厂试验
1	一般检查	11.2.1	√	√
2	介电性能验证	11.2.2		
	工频电压耐受试验	11.2.2.1	√	-
	冲击电压耐受试验	11.2.2.2	√	-
3	电气间隙和爬电距离验证	11.2.3	√	√
4	绝缘电阻测定	11.2.4	√	-
5	温升验证	11.2.5	√	-
6	噪声验证	11.2.6	√	-
7	防护等级验证	11.2.7	√	√
8	功能验证	11.2.8	√	√
9	性能验证	11.2.9		
	基本性能验证	11.2.9.1	√	√
	稳压精度验证	11.2.9.2	√	√
	稳流精度验证	11.2.9.3	√	√
	纹波因数验证	11.2.9.4	√	-
	效率测定	11.2.9.5	√	-
	功率因数测定	11.2.9.6	√	-
谐波含量验证	11.2.9.7	√	-	
10	机械操作验证	11.2.10	√	√
11	并机均流不平衡度验证	11.2.11	√	√
12	事故放电能力验证	11.2.12		
13	连续供电能力验证	11.2.13		
14	接地连续性验证	11.2.14		
15	电磁兼容性验证	11.2.15		
	抗扰性验证	11.2.15.1	√	-
	发射验证	11.2.15.2	√	-
16	短路耐受强度验证	11.2.16	√	-
17	过载能力验证	11.2.17	√	√
18	环境试验的验证	11.2.18	√	-

11.1.1 型式试验

型式试验是用来验证直流设备是否符合本标准的规定。

型式试验应在如下情况进行：

- a) 新产品试制定型时；
- b) 已定型的产品当设计、工艺或关键材料更改有可能影响到产品性能时；
- c) 产品停产五年，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式试验的要求时；
- f) 制造厂或用户认为有必要进行时（本项主要是指已定型的产品，而使用现场对工作性能有更严格的要求时，可以根据协议对该批产品进行全部项目或部分项目的型式试验）。

型式试验有任一项不合格时，应经返修后再对该项目进行复试。若复试仍不合格，则该批产品为不

合格产品。

11.1.2 出厂试验

出厂试验的目的是为了检查直流设备在材料、制造、加工、工艺上的质量和对某些需要调整的电器元件进行电器参数的整定。出厂试验应在每台设备装配完成后进行。

注：在制造厂进行的出厂试验工作，不能免除安装单位在经过运输和安装后进行检查试验的责任。

11.2 试验方法

11.2.1 一般检查

11.2.1.1 直流设备的资料

11.2.1.1.1 铭牌

直流设备应配备一个或多个铭牌，铭牌应坚固、耐久，其位置应该是在设备安装好后易于看到的地方，而且字迹要清楚。

a)、b) 和 c) 中的资料应在铭牌上标出，d) ~ o) 的数据，可以在铭牌上给出，也可以在制造厂的技术文件中给出。

铭牌内容如下：

- a) 制造厂名称或商标；
- b) 产品型号及名称；
- c) 产品制造日期；
- d) 直流设备的设计、制造所执行标准；
- e) 蓄电池组容量；
- f) 额定工作电压；
- g) 额定绝缘电压；
- h) 辅助电路的额定电压；
- i) 每条电路的额定电流；
- j) 防护等级；
- k) 对人身的防护措施；
- l) 使用条件或特殊使用条件（如果不同于 5.1 中给出的正常使用条件）；
- m) 外形尺寸，其顺序为高度、宽度（或长度）、深度；
- n) 重量；
- o) 功能单元的电气连接形式。

11.2.1.1.2 标志

在直流设备内部，应能辨别出单独的电路及其保护器件。

应标明直流设备电气元件的项目，所用的标记应与随同直流设备提供的接线图上的标记一致。

11.2.1.1.3 安装、操作和使用说明书

在制造厂的技术文件应当规定直流设备及设备内电气元件的安装、操作和使用维护条件。

应提供电气原理图、接线图，安装、操作和使用说明书。

11.2.2 介电性能验证

11.2.2.1 工频电压耐受试验

11.2.2.1.1 试验电压施加部位

试验电压应施加于：

- a) 直流设备的所有带电部件与裸露导电部件之间；
- b) 在每个极和为此试验被连接到直流设备相互连接的裸露部件上的所有其他极之间；
- c) 对柜体试验时，其测量、监控、整流（充电）装置需要电脱离。

开始施加试验电压时不应超过本条中给出的 50%，然后在几秒钟之内将试验电压平稳增加至本条

规定的最大值并保持 5s。试验电源应具有足够的容量以在出现允许的漏电流的情况下亦能维持试验电压。此试验电压实际应为正弦波，频率在 45Hz~62Hz 之间。

11.2.2.1.2 试验电压

对于主电路及未包括在 GB 7251.1—1997 的 8.2.2.4.2 中的辅助电路，按 GB 7251.1—1997 中表 10 的规定。

制造厂已指明不适用于主电路供电的辅助电路，按 GB 7251.1—1997 中表 11 的规定。

11.2.2.1.3 试验结果

如果没有击穿或闪络现象，则此项试验可认为通过。

11.2.2.2 冲击电压耐受试验

11.2.2.2.1 基本条件

被试的直流设备应按照制造厂的说明同正常使用时一样完整地安装在它自身的支撑件上或等效的支撑件上。

任何用绝缘材料制作的操作机构和任何无附加外壳的设备的完整非金属外壳应用金属箔覆盖，金属箔连接到框架或安装在金属板上。该金属箔应将可以触及的所有表面全部覆盖住。

11.2.2.2.2 试验电压

试验电压应符合 GB 7251.1—1997 中 7.1.2.3.2 和 7.1.2.3.3 的规定。

对每个极应施加三次 1.2/50 μ s 的冲击电压，间隔时间至少为 1s。

施加工频电压和直流电压，在交流情况下，持续时间为三个周波；或在直流情况下，每极施加 10ms。

11.2.2.2.3 试验电压施加部位

试验电压应施加于：

- a) 直流设备的每个带电部件（包括连接在主电路上的控制电路和辅助电路）和内连的裸露导电部件之间；
- b) 在主电路每个极和其他极之间；
- c) 没有正常连接到主电路上的每个控制电路和辅助电路与以下电路部件之间：
 - 主电路；
 - 其他电路；
 - 裸露导电部件；
 - 外壳或安装板。

试验时整流（充电）装置需要与柜体电脱离。

11.2.2.2.4 试验结果

在试验过程中，不应有破坏性放电。

11.2.3 电气间隙和爬电距离验证

验证电气间隙和爬电距离是否符合 10.3 的规定。

11.2.4 绝缘电阻测定

应用电压至少为 500V 绝缘测量仪器进行绝缘测量。

电路与裸露导电部件之间，每条电路对地标称电压的绝缘电阻应至少为 1000 Ω /V。

11.2.5 温升验证

温升的验证按 GB 7251.1—1997 中 8.2.1 的规定。

直流设备的温升不应超过表 7 的规定，并在其规定的电压范围内应能良好的工作。

11.2.6 噪声验证

噪声源声功率级的测定应符合 GB/T 3768 的规定。

直流设备的平均噪声级不应超过 9.3.7 的规定。

声学测量仪器见附录 D。

背景噪声的修正见附录 E。

11.2.7 防护等级验证

防护等级的验证见 GB 4208。

11.2.8 功能验证

应验证直流设备的通信（数字技术为核心的远程控制及测量）功能，应具有控制、测量、保护、故障报警等。

11.2.8.1 按直流设备的技术条件设定设备的保护及报警值。

11.2.8.2 人为改变直流设备相关参数，以模拟各种状况。

11.2.8.3 试验结果应符合产品技术条件的要求。

11.2.9 性能验证

11.2.9.1 基本性能验证

直流设备在模拟阻性负载运行状态下，使交流输入电压为额定值，输出电压为浮充电压规定值，常规负荷母线电流为额定值。

切除监控系统电源，直流设备应能维持正常的蓄电池浮充电工作及常规负荷母线的电压和电流。

11.2.9.2 稳压精度验证

对具有稳压精度要求的直流设备进行验证。

11.2.9.2.1 试验条件

调压试验装置应能满足直流设备电压及容量的要求，应在模拟阻性负载运行状态下测量其输出电压的变化，负载应能满足直流设备输出条件的要求。在直流设备中可不考虑充电装置向蓄电池组充电过程中对常规负荷母线的的影响，所以规定充电电流为浮充值，试验前调整直流设备的输出电压值至规定的浮充电压值 U_c 。常规负荷母线的输出电流为直流输出额定电流。

试验电路图见图 C.1。

11.2.9.2.2 稳压精度测定

- 将交流输入电压调至 115% 的额定值，负载电流调至 0% 额定值，测得直流设备的输出电压值 U_1 及交流分量有效值（对于高频开关整流器则为交流分量峰值与谷值之差） V_1 。
- 将交流输入电压调至 100% 的额定值，负载电流调至 50% 额定值，测得直流设备的输出电压值 U_2 及交流分量有效值（对于高频开关整流器则为交流分量峰值与谷值之差） V_2 。
- 将交流输入电压调至 90% 的额定值，负载电流调至 100% 额定值，测得直流设备的输出电压值 U_3 及交流分量有效值（对于高频开关整流器则为交流分量峰值与谷值之差） V_3 。
- 将测得的电压值代入稳压精度计算公式计算稳压精度：

$$\delta_{U_i} = \frac{U_i - U_c}{U_c} \times 100\%$$

式中：

δ_{U_i} ——第 i 次稳压精度计算值；

i ——测量次数；

U_i ——第 i 次输出电压值，单位为 V；

U_c ——输出电压规定值，单位为 V。

- 重复上述试验三次，计算出稳压精度值，并以其中最大值作为直流设备的稳压精度。

11.2.9.2.3 试验结果

计算结果应不大于 9.3.1 的规定。

11.2.9.3 稳流精度验证

对有稳流精度参数的直流设备进行验证。

11.2.9.3.1 试验条件

稳流精度的试验应在直流设备处于恒流充电状态或恒流放电状态下进行。调压试验装置应能满足直

流设备电压及容量的要求。应在模拟阻性负载运行状态下测量其输出，负载应能满足直流设备输出条件的要求。负载电流在额定状态下调整为规定恒流值。充电装置带有两部分负载时，常规负荷母线电流不作为稳流精度验证用恒定电流。

试验电路图见图 C.1。

11.2.9.3.2 稳流精度测定

- 将输入电压调至 115% 的额定值并调节负载使输出电压为 90% 的额定值，常规负荷母线电流调至 0% 额定值，测得直流设备的稳流回路输出电流值 I_1 。
- 将输入电压调至 100% 的额定值并调节负载使输出电压为 100% 的额定值，常规负荷母线电流调至 50% 额定值，测得直流设备的稳流回路输出电流值 I_2 。
- 将输入电压调至 90% 的额定值并调节负载使输出电压为浮充电电压规定值，常规负荷母线电流调至 100% 额定值，测得直流设备的稳流回路输出电流值 I_3 。
- 将测得的充电电流值代入稳流精度计算公式计算稳流精度：

$$\delta_{II} = \frac{I_i - I_e}{I_e} \times 100\%$$

式中：

δ_{II} ——第 i 次稳流精度计算值；

i ——测量次数；

I_i ——第 i 次充电电流值，单位为 A；

I_e ——恒流充电电流规定值，单位为 A。

- 重复上述试验三次，计算出稳流精度值，并以其中最大值作为直流设备的稳流精度。

11.2.9.3.3 试验结果

计算结果应不大于 9.3.2 的规定。

11.2.9.4 纹波因数验证

纹波因数试验应在与稳压精度试验相同的试验条件下进行。

11.2.9.4.1 整流器的有效值电压纹波因数测定

试验电路图见图 C.1。

将 11.2.9.2.2 中测得的电压值分别代入纹波因数计算公式计算纹波因数：

$$\gamma_{Ur} = \frac{V_i}{U_i} \times 100\%$$

式中：

γ_{Ur} ——第 i 次纹波因数计算值；

i ——测量次数；

V_i ——若整流器采用晶闸管则为第 i 次直流输出电压的交流分量有效值，单位为 V；

若整流器采用高频开关则为第 i 次直流输出电压的交流分量峰值与谷值之差；

U_i ——第 i 次直流输出电压值，单位为 V。

重复上述试验三次，计算出电压纹波因数，以其中最大值作为晶闸管整流器的有效值电压纹波因数或是高频开关充电装置的峰值电压纹波因数。

11.2.9.4.2 试验结果

计算结果应不大于 9.3.3 的规定。

11.2.9.5 效率测定

11.2.9.5.1 直流设备在模拟阻性负载运行状态下，使交流输入电压为额定值，输出电压为浮充电电压规定值，常规负荷母线电流为额定值。分别测量交流侧输入功率与直流侧的电压、电流值。

11.2.9.5.2 将测量值代入计算公式，计算效率：

$$\eta = \frac{U_o I_o}{P} \times 100\%$$

式中:

η ——直流设备效率;

U_o ——直流设备直流输出电压, 单位为 V;

I_o ——直流设备直流输出电流, 单位为 A;

P ——直流设备交流输入功率, 单位为 W。

11.2.9.5.3 试验结果应符合 9.3.4 的规定。

11.2.9.6 功率因数测定

11.2.9.6.1 直流设备在模拟阻性负载运行状态下, 使交流输入电压为额定值, 输出电压为均衡充电电压规定值, 常规负荷母线电流为额定值。

11.2.9.6.2 用至少 0.5 级的功率因数表测得直流设备的功率因数。

11.2.9.6.3 试验结果应符合 9.3.5 的规定。

11.2.9.7 谐波含量验证

11.2.9.7.1 试验条件

直流设备在模拟阻性负载运行状态下测量谐波含量, 使交流输入电压为额定值, 输出电压为均衡充电电压规定值, 常规负荷母线电流为额定值。

11.2.9.7.2 测量计算方法

测量的谐波次数为 2 次到 19 次, 测量次数不少于五次。每次谐波值取五个接近的实测值的算术平均值。代入下式计算谐波电流含量 I_H :

$$I_H = \sqrt{\sum_{h=2}^{19} (I_h)^2}$$

式中:

I_H ——谐波电流含量 (方均根值);

I_h ——第 h 次谐波电流 (方均根值)。

将 I_H 代入下式计算电流总谐波畸变率 THD_i :

$$THD_i = \frac{I_H}{I_1} \times 100\%$$

式中:

THD_i ——电流总谐波畸变率;

I_H ——谐波电流含量 (方均根值);

I_1 ——基波电流 (方均根值)。

11.2.9.7.3 试验结果

结果应符合 9.3.17 的要求。

11.2.10 机械操作验证

对直流设备的操作开关 (如: 操作手柄、直流断路器等) 循环操作 50 次。

注: 对于抽出式功能单元, 一次操作循环应为从连接位置到分离位置, 然后再回到连接位置。

同时, 应检查与这些动作相关的机械联锁机构的操作。如果器件、联锁机构等的工作条件未受影响, 而且所要求的操作力与试验前一样, 则认为通过了此项试验。

11.2.11 高频开关型直流设备并机均流不平衡度验证

11.2.11.1 直流设备在模拟阻性负载运行状态下, 使交流输入电压为额定值, 输出电压为浮充电压规定值, 常规负荷母线电流为额定值。

11.2.11.2 调整模拟负载，使常规负荷母线电流为额定值的 50%，测量各个单体模块的输出电流及高频开关的总输出电流。

11.2.11.3 将测量值分别代入计算公式：

$$\beta = \frac{\left| I_i - \frac{I_0}{n} \right|}{\frac{I_0}{n}} \cdot 100\%$$

式中：

β ——均流不平衡度；

I_i ——单体模块输出电流，单位为 A；

i ——第 i 块并机模块；

I_0 ——总输出电流，单位为 A；

n ——并机模块数。

11.2.11.4 调整模拟负载，使常规负荷母线电流为额定值的 75%，测量各个单体模块的输出电流及高频开关的总输出电流。按 11.2.11.3 中公式计算 75% 负载时的均流不平衡度 β 。

11.2.11.5 调整模拟负载，使常规负荷母线电流为额定值的 100%，测量各个单体模块的输出电流及高频开关的总输出电流。按 11.2.11.3 中公式计算 100% 负载时的均流不平衡度 β 。

11.2.11.6 取三次均流不平衡度的算术平均值，作为直流设备的并机均流不平衡度。

11.2.11.7 计算结果应符合 9.3.6 的规定。

11.2.12 事故放电能力验证

11.2.12.1 直流设备在切除交流输入电源情况下，按母线额定输出电流放电 1h 后，负荷母线输出额定电流不变，另输出十次动力负荷母线标称的电流，每次输出时间为 500ms、间歇 2s，记录动力负荷母线电流、电压曲线。试验电路图见图 C.2。

11.2.12.2 在输出动力负荷母线电流时，动力负荷母线电压应符合 9.3.13 的规定。

11.2.13 连续供电能力验证

11.2.13.1 直流设备在正常工作情况下，使常规负荷母线输出额定电流，充电装置处于浮充电状态。

11.2.13.2 人为中断直流设备的交流输入电源，至少 20ms 后再次恢复交流输入电源，记录全过程的常规负荷母线电压波形。（中断时间不能过长，以使全过程清楚地反映在波形图上）。

其母线输出电流及响应时间、供电时间应在技术条件中规定。

11.2.13.3 试验结果应符合 9.3.14 的规定。

11.2.14 接地连续性验证

直流设备应按正常工作位置放置，将框架与地绝缘。检查直流设备的裸露导电部位之间及这些部位与设备保护电路之间的电连续性应接触良好、可靠，用微欧计等测量主接地点与保护电路任一点之间的电阻应符合 10.8.2 的规定。

11.2.15 电磁兼容性（EMC）验证

按 GB 7251.1—1997 中 7.10、8.2.8 的规定，对设备的 EMC 进行验证。

若直流设备未装有电子器件或带有电子器件的部分已通过本项试验，则可不做本项试验。

11.2.15.1 抗扰性验证

抗扰性验证应满足表 3 的要求。

11.2.15.1.1 1.25/50 μ s、8/20 μ s 浪涌抗扰度试验

浪涌抗扰度试验是将规定参数的浪涌经过电容耦合网络按线-线或线-地方式加入到直流设备的交流电源的输入端。

浪涌波应在交流电压波的零值和峰值的电压相位处同步加入。

应在直流设备的选定点上分别施加正极性和负极性的浪涌波各五次，其重复率为 1 次/min。

浪涌 1.2/50 μ s-8/20 μ s 2kV (线-地)；

GB/T7626.5 1kV (线-线)。

11.2.15.1.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

电快速瞬变脉冲群抗扰度试验时将规定参数的脉冲群以共模式叠加在直流设备的交流电源输入端、通信输入/输出端和通信端口上。施加时间不少于 1min。严酷等级为 3 级 (典型工业环境)。

对直流设备施加脉冲群特性：

a) 试验电压：2kV (对交流电源输入端)；1kV (对通信输入/输出端和通信端口)；

b) 单个脉冲持续时间：50ns；

c) 单个脉冲上升时间：5ns；

d) 脉冲重复频率：5kHz；

e) 脉冲群持续时间：15ms；

f) 脉冲群周期：300ms；

g) 脉冲极性：正极性、负极性。

11.2.15.1.3 射频电磁场辐射抗扰度试验

射频电磁场辐射抗扰度试验时将直流设备暴露在具有 10V/m 的电磁场中。

试验时将直流设备置于屏蔽室中进行，直流设备应置于高出地面 0.1m 的非导电支撑物上，非导电支撑物应是非导体，而不是绝缘层包裹的金属构架，且将双锥形天线放置在距直流设备 1m 处。

由信号发生器通过天线发射连续波，用 1kHz 的正弦波对信号进行 80% 的幅度调制后，在 80MHz~1000MHz 频率范围内进行扫描测量。扫描速度不应超过 1.5×10^{-3} 十倍频程/s，且直流设备所受场强为 10V/m。

试验通常在发射天线对准直流设备的四个面的每一个侧面进行。

对直流设备的每一侧面有在发射天线的两种极化状态下进行试验，一次在天线垂直极化位置，一次在天线水平极化位置。

在试验中直流设备应运行于额定交流输入，额定常规负荷电流，且充电装置应为均衡充电状态。

11.2.15.1.4 静电放电抗扰度试验

静电放电抗干扰试验是将静电放电电压施加在直流设备通常操作人员可接触到的点和表面上。

主要试验点有：

a) 与地绝缘的金属外壳；

b) 控制面板和人机界面上的点，例如：开关、按键、旋钮、按钮及其他易于接近的区域；

c) 指示器件 (表和指示灯等)、缝隙等。

试验时，将静电放电发生器的放电电极垂直地接近直流设备，直至放电发生，然后移开放电电极，再进行下一次放电。

试验应以单次放电的方式进行。在试验点上施加十次单次放电。

连续单次放电之间的时间间隔建议至少 1s，但为了确定系统是否会发生故障，可能需要较长的时间间隔。

静电放电的特性要求：

a) 试验电压：8kV 空气放电；

b) 放电电流持续时间：30ns；

c) 放电电流上升时间：5ns；

d) 放电电压极性：正极性、负极性。

11.2.15.1.5 试验结果

试验结果应按直流设备的工作情况和技术条件进行如下分类：

- a) 在技术条件内性能正常;
- b) 功能或性能暂时降低或丧失, 但能自动恢复;
- c) 功能或性能暂时降低或丧失, 但需操作者干预或系统复位;
- d) 因设备(元件)或软件损坏或数据丢失而造成不能自行恢复的功能降低或丧失。

试验结束后, 直流设备出现上述分类中 a)、b) 两种现象, 则认为试验合格。如出现包括 c)、d) 两种现象在内的其他现象, 均认为试验不合格。

11.2.15.2 发射验证

发射验证见 9.3.16.2。

按 GB 4824 的规定, 直流设备电源端传导的骚扰电压限值见表 4。

直流设备电源端辐射骚扰限值见表 5。

11.2.16 短路耐受强度验证

短路耐受强度验证见 GB 7251.1—1997 中 8.2.3 的规定。

额定短路耐受电流或额定限制短路电流不超过 10kA 的直流设备可免除此项验证。

11.2.17 过载能力验证

11.2.17.1 直流设备在模拟阻性负载运行状态下, 使交流输入电压为额定值, 输出电压为浮充电压规定值, 常规负荷母线电流为额定值的 110%。

11.2.17.2 试验结果

结果应符合 9.3.19 的规定。

11.2.18 环境试验的验证

直流设备的环境试验应符合 GB/T 2421 的规定。

直流设备在正常使用(环境)条件下其电气性能应符合第 9 章的规定。

直流设备内含有电子元器件的单元(如充电单元、降压单元、监控单元等)应符合 GB/T 2421 的规定。其至少应通过如下试验, 并在直流设备的技术资料中提供试验的相关资料。

11.2.18.1 低温性能试验

应符合 GB/T 2423.1 的规定。

温度: -5°C ;

时间: 4h。

试验结束前测量装置的电气性能, 应能满足要求。

11.2.18.2 高温性能及存放试验

应符合 GB/T 2423.2 的规定。

11.2.18.2.1 高温性能试验

温度: $+40^{\circ}\text{C}$;

时间: 4h。

试验结束前测量装置的电气性能, 应能满足要求。

11.2.18.2.2 高温存放试验

温度: $+70^{\circ}\text{C}$;

时间: 24h。

试验结束取出样品 1h 后, 测量装置的电气性能, 应能满足要求。

推荐功能单元在出厂试验中规定此项试验。

11.2.18.3 温度变化试验

应符合 GB/T 2423.22 的规定。

低温: -40°C ; 时间: 30h;

高温: $+60^{\circ}\text{C}$; 时间: 30h;

循环：5次；

室温恢复时间：3min。

试验结束取出试样后 1h 测量装置的电气性能，应能满足要求。

推荐功能单元在出厂试验中规定此项试验。

11.2.18.4 振动试验

应符合 GB/T 2423.10 的规定。

方向：三个互相垂直的轴向；

振幅：1mm；

频率：25Hz；

周期：10min 或 30min。

12 包装、贮存与运输

12.1 包装

直流设备的包装应符合 JB/T 3085 的规定。直流设备自制造厂发货之日起，应保证至少一年内不致因包装不善而引起直流设备的锈蚀、长霉、损坏及箱体自散或孔漏零件等缺陷。蓄电池应单独包装，具体的包装应按蓄电池标准和说明书要求进行。随同直流设备仪器装箱应有如下资料：

- a) 装箱清单；
- b) 直流设备合格证（产品合格证明书）；
- c) 使用说明书；
- d) 安装图、接线图（表）及相关资料；
- e) 按合同提供备品、备件、附件清单。

12.2 贮存与运输

直流设备在运输过程中应没有剧烈震动、撞击。直流设备不得曝晒和淋雨，应存放在空气流通，周围介质温度在 -25°C ~ $+55^{\circ}\text{C}$ 范围内，无腐蚀性气体的仓库中。

如果运输、贮存和安置时的条件，例如温度和湿度条件与 5.1 中的规定不符时，应由用户与制造厂签订专门的协议。

如果没有其他的规定，温度范围在 -25°C ~ $+55^{\circ}\text{C}$ 之间适用于运输和贮存过程。在短时间内（不超过 24h）可达到 $+70^{\circ}\text{C}$ 。如果超出上述范围，用户应向制造厂提出并协商。

设备在为运行的情况下经受上述高温后，不应遭受任何不可恢复的损坏，然后在规定的条件下应能正常工作。

附录 A
(规范性附录)

适合连接用铜导线的最小和最大截面积

表A.1适用于每个端子上连接一根铜导线。

表 A.1 适合连接用铜导线的最小和最大截面积

额定电流 A	单芯或多芯导线		软导线	
	截面积 mm ²			
	最小	最大	最小	最大
6.3	0.75	1.5	0.5	1.5
8	1	2.5	0.75	2.5
10	1	2.5	0.75	2.5
12.5	1	2.5	0.75	2.5
16	1.5	4	1	4
20	1.5	6	1	4
25	2.5	6	1.5	4
31.5	2.5	10	1.5	6
40	4	16	2.5	10
63	6	25	6	16
80	10	35	10	25
100	16	50	16	35
125	25	70	25	50
160	35	95	35	70
200	50	120	50	95
250	70	150	70	120
315	95	240	95	185

注1: 如果外接导线直接连接在内装电器上, 有关规定中给出的截面积应适用。
注2: 如需要选用表中规定值以外的导体, 应由制造厂和用户签订专门的协议。

附录 B
(规范性附录)

在短时电流引起热应力情况下，保护导体截面积的计算方法

必须承受持续时间大约为 0.2s~5s 电流热应力的保护导体，其截面积应按下述公式计算。

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

式中：

S_p ——保护导体截面积，单位为 mm^2 ；

I ——在阻抗可忽略的故障情况下，流过保护电器的故障电流值（方均根值），单位为 A；

t ——保护电器的分断时间，单位为 s；

注：应考虑到电路阻抗的限流作用和保护器件的限流能力（J）。

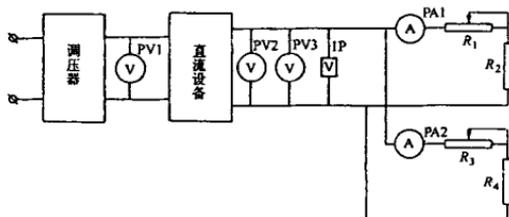
K ——系数，它取决于保护导体、绝缘和其他部分的材质以及起始和终止温度，见表 B.1。

表 B.1 不包括在电缆内的绝缘保护导体的 K 值，或与电缆外皮接触的裸保护导体的 K 值

	保护导体或电缆外套的绝缘		
	聚氯乙烯 (PVC)	乙烯 (XLPE) 丙烯橡胶 (EPR) 裸导体	丁烯橡胶
最终温度	160℃	250℃	220℃
导体材料	K		
铜	143	176	166
铝	95	116	110
钢	52	64	60
注：导体的初始温度假定为 30℃。			

附录 C
(资料性附录)
试验电路图

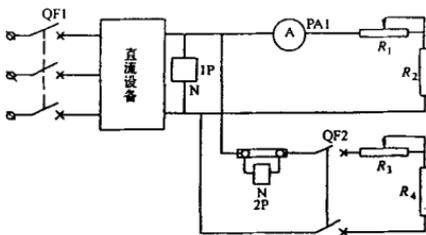
C.1 稳压精度、稳流精度、晶闸管充电装置纹波因数试验电路图



- PV1——0.5级交流电压表(测交流输入电压); PV2——0.5级直流电压表(测直流输出电压); PV3——真空管毫伏表(测直流输出电压的交流分量有效值); IP——示波器(测直流输出电压的交流分量峰值、谷值);
PA1——0.5级直流电流表(测充电电流); PA2——0.5级直流电流表(测常规负荷母线电流);
 R_1 、 R_3 ——滑线变阻器; R_2 ——蓄电池组模拟负载;
 R_4 ——常规负荷模拟负载。

图 C.1

C.2 事故放电能力验证试验电路



- QF1——交流空气断路器; QF2——直流空气断路器; IP——记录仪电压输入端(记录直流电压曲线);
2P——记录仪电流输入端(记录冲击放电的电流曲线); PA1——0.5级直流电流表(测充电电流);
 R_1 、 R_3 ——滑线变阻器; R_2 ——蓄电池组模拟负载; R_4 ——常规负荷模拟负载。

图 C.2

附录 D
(资料性附录)
声学测试仪器

D.1 概述

测试仪器应使用 GB 3785—1983《声级计的电、声性能及测试方法》中规定的 2 型或 2 型以上的声级计, 以及准确度相当的其他测试仪器, 声级计或其他测试仪器与传声器之间最好使用延伸电缆或延伸杆。

D.2 校准

每次测量前后, 需用准确度优于 $\pm 0.5\text{dB}$ 的声级校准器在一个或多个频率上对整个测试系统(包括电缆)进行校准。声级校准器应按 JJG 176—1976《声压级校准器试行鉴定规程》、声级计及其他测试仪器应按 JJG 188—1978《声级计试行鉴定规程》定期鉴定, 以保证测试仪器的准确度。

附录 E
(规范性附录)
背景噪声的修正

当在每个测点上测量 A 声级时, 若与背景噪声的 A 声级之差小于 10dB 时, 则应按表 E.1 所列修正量对所测得的 A 声级加以修正。

表 E.1 背景噪声的修正

设备工作时测得的 A 声级与背景噪声 A 声级之差	应减去的修正值 K_1
3	3
4	2
5	2
6	1
7	1
8	1
9	0.5
10	0.5
>10	0