

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 724—2021
代替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

Specification of operation and maintenance of battery DC power supply equipment
for electric power system

2021-01-07 发布

2021-07-01 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	1
4 要求	2
5 试验	3
6 运行	8
7 维护	13
附 录 A （资料性附录） 蓄电池异常现象可能原因及处理方法	19
附 录 B （资料性附录） 相控型充电装置故障处理	20
附 录 C （资料性附录） 绝缘监测装置校验仪及使用方法	22
附 录 D （资料性附录） 带电更换蓄电池保安装置及使用方法	24
附 录 E （资料性附录） 蓄电池组运行状态示意图	26
附 录 F （资料性附录） 直流电源应急系统及使用方法	27

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编制。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。

本标准代替 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》。本标准与 DL/T 724-2000 相比，主要变化如下：

- 对2、3章节名称进行了规范，如引用标准改为规范性引用文件、名词术语改为术语和定义等；
- 删除了初充电、三遥功能、电磁兼容等术语和定义；
- 修改了浮充电、均衡充电等术语和定义；
- 对阀控式密封铅酸蓄电池改称为阀控式铅酸蓄电池；
- 对5、6、7章节进行了划分调整和章节名称的修改；
- 删除了防酸蓄电池的相关要求；
- 删除了磁放大充电装置的相关要求；
- 增加了试验的具体方法；
- 增加了蓄电池活化的要求；
- 增加了蓄电池内阻的测试和评判的要求；
- 增加了故障处理原则；
- 删除了原全部提示的附录，将原提示的附录E更名为资料性附录E；
- 增加了资料性附录的附录A～附录D和附录F。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业高压开关设备及直流电源标准化委员会（DL/TC 06）归口并负责解释。

本标准负责起草单位：国网四川省电力公司电力科学研究院，中国电力科学研究院高压所，浙江科畅电子有限公司。

本标准参加起草单位：南方电网有限责任公司，国网四川省电力公司，南方电网深圳供电局有限公司，国网冀北电力有限公司，国网河北省电力公司电力科学研究院，河北创科电子科技有限公司，三峡集团公司溪洛渡电厂，许继电源有限公司，国网浙江省电力公司电力科学研究院，珠海伊托科技有限公司，深圳奥特迅电力设备股份有限公司，山东智洋电气股份有限公司，四川阿海珐电气有限公司，国网江苏省电力公司电力科学研究院，国网重庆市电力公司，国网辽宁省电力公司电力科学研究院，南方电网科学研究院有限责任公司，国网河北省电力公司沧州供电公司，山东泰开自动化有限公司。

本标准主要起草人：李晶，苏少春，顾霓鸿，罗洋，张振乾，王凤仁，王红梅，王典伟，陈曦，罗锦，陈轲娜，赵梦欣，杨忠亮，罗治军，王洪，李秉宇，陈书欣，马建辉，林树胜，陈小明，刘喜泉，童杭伟，张万征，王治宇，熊晓丹，田金虎，赵俊蕾，王业，黄哲忱，徐庆峰，吴志祺，于海斌，向天堂，刘芹，董汉彬。

本标准历次版本发布情况为：

- DL/T 724-2000

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）。

电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程

1 范围

本标准规定了电力系统用蓄电池直流电源装置（包括蓄电池、充电装置、监控装置等）运行与维护的技术要求。

本标准适用于发电厂、变电站、换流站及其他电力工程，并作为专业人员进行运行与维护的依据。

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，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 2900.1 电工术语 基本术语

GB/T 2900.33 电工术语 电力电子技术

GB/T 2900.41 电工术语 原电池和蓄电池

DL/T 459-2017 电力用直流电源设备

DL/T 637 电力用固定型阀控式铅酸蓄电池

DL/T 980 数字多用表检定规程

DL/T 1397.1-2014 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 1397.2-2014 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 1397.3-2014 电力直流电源系统用测试设备通用技术条件 第3部分：充电装置特性测试系统

DL/T 1397.5-2014 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 1397.6-2014 电力直流电源系统用测试设备通用技术条件 第6部分：便携式接地巡测仪

DL/T 1397.7-2014 电力直流电源系统用测试设备通用技术条件 第7部分：蓄电池单体活化仪

DL/T 5044-2014 电力工程直流电源系统设计技术规程

3 术语和定义

GB/T 2900.1、GB/T 2900.33、GB/T 2900.41和 DL/T 1397.1~7-2014确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

恒流充电 constant current charge

充电装置在稳流运行状态，以恒定电流对蓄电池（组）进行的充电。

3.2

恒压充电 constant voltage charge

充电装置在稳压运行状态，以恒定电压对蓄电池（组）进行的充电。

3.3

恒压限流充电 constant-voltage limit current charge

将充电电流限制在预设值及以下的恒压充电。

注：GB/T 2900.41-2008（IEC 60050(482):2003）称改型恒压充电。

3.4

恒流限压充电 constant-current limit voltage charge

充电装置先以恒流充电对蓄电池(组)进行充电,当蓄电池(组)端电压上升到设定的限压值时,充电装置自动转换为恒压限流充电的两阶段充电运行方式。

3.5

均衡充电 equalization charge

为保证蓄电池组中各单只蓄电池荷电状态相同而进行的充电。一般采用定期进行恒流限压充电的运行方式。简称均充电或均充。

注:本标准对蓄电池组的初充电和补充充电也称为均衡充电。

3.6

浮充电 float charge

充电装置和蓄电池组始终连接在直流母线上,充电装置在稳压运行状态下输出电压略高于蓄电池开路电压,以很低的充电率充分补偿蓄电池自放电使其处于满容量备用状态的恒压充电运行方式。简称浮充。

3.7

调压装置 voltage regulation device

为了保证控制母线电压满足系统运行电压水平的一种电压调整装置,也称降压装置。

4 要求

4.1 基本要求

4.1.1 常用的蓄电池主要有:阀控式密封铅酸蓄电池(以下简称阀控蓄电池)、镉镍蓄电池。

注1:镉镍蓄电池在国内电力系统装运量已非常少,且运行维护参数和方法获取困难,故本标准予以保留,但不推荐使用。

注2:防酸隔爆铅酸蓄电池在国内电力系统装运量已非常少,运行维护参数和方法获取方便,故本标准不再涉及。

注3:新型蓄电池(如磷酸铁锂电池、钛酸锂电池等)需积累运行维护经验,故本标准暂未涉及。

4.1.2 蓄电池室(柜)内应设置温度测量显示装置。

4.1.3 蓄电池室(柜)内的蓄电池应按由正极引线开始顺序编号,依次编至最末一只蓄电池。

4.1.4 常用的充电装置主要有:高频开关型和相控型。

4.1.5 当两套绝缘监测装置在直流母线并联或其他运行方式下不能协调工作时,应选择退出一套绝缘监测装置或其他方式,以保证有正确的绝缘监测能力。

4.2 技术参数

4.2.1 蓄电池标称电压

镉镍蓄电池的标称电压:1.2V;

阀控铅酸蓄电池的标称电压:2V、6V、12V;

4.2.2 蓄电池组选用额定容量为:10Ah~3000Ah。

4.2.3 蓄电池组安装处的温度范围不应超过 5℃~30℃，宜保持在 25℃左右。

4.2.4 充电装置的稳流精度、稳压精度、纹波系数、效率、噪声和均流不平衡度应符合表 1 的规定。

表1 充电装置的精度、纹波系数、效率、噪声和均流不平衡度

充电装置整流器		稳流精度 %	稳压精度 %	纹波系数 %	效率 %	噪声 dB(A)	均流不平衡度 %
相控型	相控型 I	±1	±0.5	<0.5	≥70	<55	——
	相控型 II	±2	±1	<1	≥70	<55	——
高频开关型		±1	±0.5	<0.5	≥90	<55*	±5

* 强迫风冷型噪声为≤60 dB (A)

4.2.5 直流母线绝缘:

直流母线的绝缘要求:

- 按 DL/T459-2017 中 5.6.1 条规定的部位，绝缘电阻应不小于 10MΩ;
- 按 DL/T459-2017 中 5.6.2 条规定的部位，应耐受工频电压 2kV，时间 1min.，且无击穿、无闪络等异常现象。

4.2.6 直流电源装置的仪表应按 DL/T 980 等规程或规定进行检验。

4.2.7 直流电源装置的保护及声光报警功能

直流电源装置应具有过流、过压、欠压、交流缺相、直流接地等保护及声光报警的功能。部分报警整定推荐值见表 2。

表2 报警整定值

名 称	整定值	
	直流标称电压为 110V 的直流系统	直流标称电压为 220V 的直流系统
控制母线过电压报警	121V	242V
控制母线欠电压报警	99V	198V
直流接地报警	15k Ω	25k Ω

4.2.8 直流电源装置的就地和远传信息应符合 DL/T 5044-2014 中 5.2.3 的要求。

5 试验

5.1 一般要求

直流电源装置安装完毕后，应按 DL/T 637、DL/T 459 及有关规定完成投运前的交接试验，运行接收单位宜派人参加试验。交接试验不应少于以下所列项目内容，检修后的试验项目可根据具体检修内容在交接试验项目中选取。

5.2 交接试验项目

5.2.1 蓄电池组

蓄电池组的交接试验项目有:

- 蓄电池组的容量测量;
- 蓄电池单体电压值测量;
- 蓄电池内阻值测量;
- 蓄电池组的电缆、连接条电压降测量。

5.2.2 充电装置

充电装置的交接试验项目有：

- a) 稳流精度测试；
- b) 稳压精度测试；
- c) 纹波系数测试；
- d) 限压、限流、过流保护试验；
- e) 并机均流不平衡度测试(如有)。

5.2.3 监控装置

监控装置的交接试验项目有：

- a) 自动转换程序试验；
- b) 监控装置的信号报警试验；
- c) 仪表的误差检测；
- d) 绝缘监测装置的测试；
- e) 三遥功能试验。

5.2.4 其他

其他的交接试验项目有：

- a) 直流母线连续供电试验；
- b) 调压装置试验(如有)；
- c) 交流电源切换试验；
- d) 其他在线监测装置的测试；
- e) 绝缘及耐压试验。

5.3 交接试验要求

5.3.1 蓄电池组容量测量

5.3.1.1 基本要求

蓄电池组容量测量应通过专用的试验放电回路进行。不同种类的蓄电池应采用不同的充放电率。蓄电池容量测量采用恒流放电方法，一般由蓄电池组直接向蓄电池容量放电测试仪或人工放电电阻放电，试验开始记下放电起始时间和每只蓄电池的端电压。

试验期间按照DL/T 1397.2-2014中5.5.4条的要求，测量并记录每只蓄电池的端电压值，试验中放电电流值的变化不应超过设定值的 $\pm 1\%$ ，当蓄电池组中任一只单体蓄电池端电压达到放电终止电压值时，应停止放电。蓄电池组充电应按6.2的要求进行。

试验开始、中间和结束分别测量蓄电池温度和环境温度或蓄电池附近温度。按蓄电池容量放电测试仪显示或以放电电流值、放电时间并依据修正温度人工计算出蓄电池组的容量，试验完成后应绘制出充、放电曲线。

5.3.1.2 阀控蓄电池组

阀控蓄电池组的恒流限压充电电流和恒流放电电流均为 I_{10} （10小时率放电电流）。

新安装的蓄电池组在放电时，只要其中一只蓄电池放到了终止电压值，应停止放电。终止电压应按蓄电池制造厂提供的数值设置，当制造厂未提供时应采用表3所列对应的终止电压值。

新安装的蓄电池组在三次充放电循环之内，若达不到额定容量，应判定此组蓄电池不合格。

表3 阀控蓄电池组的放电终止电压值

单位: V

蓄电池标称电压	2	6	12
放电终止电压值	1.8	5.4	10.8

阀控蓄电池组容量测试的环境温度不在 25℃时, 需要进行容量的温度修正, 将实测蓄电池容量 C_R , 按公式 $C_{10} = C_R / (1 + K_{10} (t - 25))$ 换算成 25℃基准温度时的实际容量 C_{10} , 式中: t —放电时 (蓄电池组) 环境温度; K_{10} —10h 放电率温度系数, 其中 $K_{10} = 0.006/^\circ\text{C}$ 。

5.3.1.3 镉镍蓄电池组

镉镍蓄电池组的恒流充电电流和恒流放电电流均为 I_5 (5小时率放电电流)。

新安装的蓄电池组在放电时, 只要其中任一只单体蓄电池放到了放电终止电压1V, 应停止放电。

新安装的蓄电池组在三次充放电循环之内, 若达不到额定容量, 应判定此组蓄电池不合格。

镉镍蓄电池组容量测试的环境温度在20℃~45℃的温度修正系数是1.0。当超出上述温度范围时, 由厂家提供温度修正系数的数值。

5.3.2 蓄电池单体电压值测量

完成充电后, 在静置状态时逐一测量单体开路电压值; 在浮充状态和放电开始时分别逐一测量一次单体电压值。正常浮充电连续运行 6 个月后, 测量和计算上述不同状态的电压偏差值, 其结果不应超过表 4 中对应值。使用的蓄电池电压巡检装置 (仪) 或电压测量仪器的准确度应符合 DL/T 1397.1-2014 中 5.4.2 条的要求。

表4 阀控蓄电池组的电压偏差值

单位: V

蓄电池标称电压	2	6	12
运行中与平均电压的偏差值	± 0.05	± 0.15	± 0.3
蓄电池间的开路电压最大差值	0.03	0.04	0.06

5.3.3 蓄电池内阻值测量

在新装蓄电池处于完全充电状态, 使用蓄电池内阻测试仪进行测量, 其测量结果应作为该蓄电池评估内阻的原值, 以后宜沿用本次采用的仪器, 使用的蓄电池内阻测试仪应符合 DL/T 1397.5 中第 5 章和第 6 章的要求。

宜在以后的测量结果高出原值30%-50%时, 进行全容量核对性放电试验, 完成蓄电池容量状态的评价。

5.3.4 蓄电池组的电缆、连接条电压降测量

蓄电池组引至直流柜的电缆, 在 $3I_{10}$ 电流下测得的电压降不大于 1%的系统标称电压值。

蓄电池间连接条的测量应按DL/T 637要求的部位和方法, 在 $3I_{10}$ 放电电流测得的电压降不大于8mV。

5.3.5 稳流精度的测试

用充电装置特性测试系统或外接可调电阻箱作为装置的直流负载。在交流输入电压额定值下, 整定被测充电装置的直流输出电流为其额定值的 20%、50%和 100%中一值时, 此时测定的直流电流实测值即为被测充电装置输出电流整定值, 其他点的测量值与其比较。

分别调整交流电源输入电压在其额定值的 120%、100%和 85%三值上变化时, 调节外接电阻值使被测充电装置直流输出电压分别在标称电压值的 90%~120%范围内变化, (一般取三个测试点, 推荐最

小输出电压值、标称电压值、浮充电压值，完成共计 27 点数据测量），测量直流电流输出值。直流输出电流实测值与其整定值的相对误差为装置稳流精度，应符合表 1 中的要求。

使用的充电装置特性测试系统应符合DL/T 1397.3-2014中第5章和第6章的要求。

5.3.6 稳压精度的测试

用充电装置特性测试系统或外接可调电阻箱作为装置的直流负载。在交流输入电压额定值下，调整直流负载电流为额定输出电流的 50%时，调整并确定被测充电装置的输出电压值（一般取三个测试点，推荐最小输出电压值、标称电压值、浮充电压值），此时测定的直流电压实测值即为被测充电装置输出电压整定值，其他点的测量值与其比较。

分别调整交流电源输入电压在其额定值的 120%、100%和 85%三值上变化时，调节外接电阻值使被测充电装置直流输出电流分别在其额定值的 0、20%、50%和 100%四点时，测量直流电压输出值。直流输出电压实测值与其整定值的相对误差为装置稳压精度，应符合表 1 中的要求。

使用的充电装置特性测试系统应符合DL/T 1397.3-2014中第5章和第6章的要求。

5.3.7 纹波系数的测试

在进行充电装置稳压精度测量的同时，采用充电装置特性测试系统或示波表等其他方法测量脉动电压的峰-峰值，其结果应符合表 1 中的要求。

使用的充电装置特性测试系统应符合DL/T 1397.3-2014中第5章和第6章的要求。

5.3.8 限压、限流、过流保护试验

用充电装置特性测试系统或外接可调电阻箱作为装置的直流负载。

充电装置处于恒流工作方式下，调整电阻值使装置的直流输出电压超过限压整定值（一般为均衡充电电压105%以上）时，充电装置应自动转换为恒压工作方式，电压不再上升。

充电装置处于恒压工作方式下，调整电阻值使装置的直流输出电流超过额定值，当输出电流达到限流整定值（一般为额定输出电流 50%~105%）时，输出电压突然下降，直流输出电流应不再上升。

将负载电流快速升至过流保护动作点（一般为额定输出电流 110%以上）或负载电阻突然短路，装置将会突然关闭，即过流保护动作。

试验同时用录波装置记录下限压、限流点和过流保护动作点的波形图。

使用的充电装置特性测试系统应符合DL/T 1397.3-2014中第5章和第6章的要求。

5.3.9 并机均流不平衡度的测试

用充电装置特性测试系统或外接可调电阻箱作为装置的直流负载。装置为多模块并联运行时，调整电阻值使总的负载电流不超过停一模块后，每个模块直流输出电流限定值的总和。轮换关停每个模块，在单个模块承担 50%~100%的输出电流范围内，记录其均分负载电流的实测值。每个模块的实测值同平均值的差与其整定值的相对误差为并机均流不平衡度，应符合表 1 中的要求。

5.3.10 微机控制自动转换程序试验

5.3.10.1 正常充电程序试验

用外接可调电阻箱作为装置的直流负载，模拟蓄电池。设定装置的恒流充电电流值和限压值，调整电阻值使装置处于恒流充电方式。调整电阻值使直流电压逐渐达到限压定值，装置转为恒压充电方式。再次调整电阻值使充电电流值逐渐减小，小到倒计时整定值，装置开始倒计时，倒计时（人为调短倒计时时间）结束，装置自动转为浮充充电方式。试验同时用录波装置记录下自动转换的波形图。

5.3.10.2 长期浮充电程序试验

用外接可调电阻箱作为装置的直流负载，模拟蓄电池。装置为浮充充电方式，人为调短计时整定值，如用 5min 模拟（相隔三个月），计时达到整定值装置自动由浮充充电状态转为正常充电程序。试验同时用录波装置记录下自动转换过程中电流、电压、时间变化的波形图。

5.3.10.3 交流电源中断处理程序试验

装置处于正常浮充充电方式，人为中断交流电源，装置停止工作后，蓄电池组无间隔的向直流母线供电。1min 后恢复交流供电，装置自动转为正常充电程序。试验同时用录波装置记录下自动转换过程中电流、电压、时间变化的波形图。转换过程中直流母线应连续供电，电压波动值不应大于系统标称电压的 10%。

5.3.11 监控装置的信号报警试验

监控装置的信号报警试验方法如下：

- a) 装置空载运行时，对不同电压等级用表 2 所列阻值电阻（ $\geq 50W$ ），分别碰接正负极直流母线造成人工接地现象，应显示其绝缘状况及发出声光报警。
- b) 调整直流母线电压高于或低于报警整定值时，应发出相应的电压过高或过低信号及声光报警。
- c) 装有微机型绝缘监测装置时，对任一支路采用 a) 的方法，其绝缘状况均应显示及报警注。
- d) 蓄电池组熔断器辅助接点信号及其他信号的显示、监测及报警应正常。

注：可结合微机型绝缘监测装置试验时一并进行。

5.3.12 仪表的误差检测

按 DL/T 980 等规定的方法，对安装的仪表进行检验并满足规程及运行要求。

5.3.13 绝缘监测装置的测试

绝缘监测装置的测试采用专用校验仪(见附录C)进行，绝缘监测装置校验仪通过模拟单极接地、双极接地、交窜直、直流互串、蓄电池接地等故障以及加入系统电容和支路电容的影响等，对其运行安全性、监测能力进行测试。

5.3.14 三遥功能试验

三遥功能试验方法如下：

- a) 遥信试验：人为模拟各种故障，应能通过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。
- b) 遥测试验：改变设备运行状态，应能通过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。
- c) 遥控试验：应能通过监控装置通信接口连接的上位计算机对设备进行遥控，例如：开机、关机、充电、浮充电状态的转换等。

5.3.15 直流母线连续供电试验

装置处于正常浮充充电方式，人为中断交流电源，蓄电池组无间隔的向直流母线供电。其中在交流电源中断瞬间，直流（控制）母线电压值不得低于 90%标称电压。试验同时用录波装置记录下自动转换过程中电流、电压、时间变化的波形图。

5.3.16 调压装置试验

调整动力母线电压在90%~120%范围变化，调压装置应能自动保持控制母线电压在产品技术条件要求的范围内。

设有手动调节的应保持动力母线电压不变，手动依次调整调压装置各档位，分别测得控制母线电压的变化值应符合产品技术条件要求。

检查调压装置应具备防止其开路的措施。

5.3.17 交流电源切换试验

充电装置有两路交流输入电源互为备用时，当运行的交流输入异常或消失时，应自动切换到备用交流电源供电。模拟交流输入电源消失或出现低电压、（三相）缺相等电源异常时，测试交流(备用)电源切换装置的动作情况是否正常。

5.3.18 其他在线监测装置的测试

按照在线监测装置相应的技术规范进行。

5.3.19 绝缘及耐压试验

5.3.19.1 绝缘电阻的测量

将电子仪表、自动装置等不宜耐受高电压的设备做好安全措施，按表 5 规定选用对应电压等级的兆欧表测量，其值应不低于 10MΩ。

表5 绝缘电阻测量的电压等级

单位：V

额定绝缘电压 U_i	兆欧表的电压等级
$U_i \leq 63$	250
$63 < U_i \leq 250$	500
$250 < U_i \leq 500$	1000

5.3.19.2 工频耐压试验

所有测试工作完成后，将不宜耐受高电压的设备做好安全措施，对直流母线及各支路施加短时（1min）工频耐受电压，试验电压有效值为2kV。试验中应无闪络、击穿等异常现象。

6 运行

6.1 设备投运

6.1.1 新装或检修后的蓄电池组和直流电源装置在投运前，应进行交接验收。所有交接试验项目应达到技术要求后才能投入试运行，在 72h 试运行中若一切正常，接收单位签字接收后方可转为正常运行。

6.1.2 投运前的资料准备

投运前需要准备以下资料：

- a) 蓄电池和监控装置、绝缘监测装置、蓄电池在线监测装置等自动装置的技术参数资料、使用说明书、合格证、出厂试验报告等随机文件；
- b) 直流电源装置的交接验收报告及运行日志；
- c) 运行维护单位需要的其他需要技术文件。

6.1.3 基本检查

6.1.3.1 检查内容和要求

投运前需要检查内容和要求：

- a) 文件检查：
随机文件齐全。设施和结构及各元器件（特别是直流断路器和熔断器）规格与铭牌和技术文件相符；
- b) 外观检查：
蓄电池壳体应无外伤、变形和渗液现象。极柱与连接片坚固可靠，无氧化锈蚀。装置各面板应无外伤，划痕及松动现象。各指针或数字显示仪表指示正常，并在检定有效期内。其他插接件稳妥且不易误插，插拔灵活，接触可靠。元器件出厂时调整的定位标志不应错位。冷却散热器上的元件无松动；
- c) 接线检查：
充电装置的电源、蓄电池间连接极性及其他连接线正确。蓄电池组与充电装置的连接、电缆敷设等符合设计施工及验收规范的相关规定，接线端子有清晰的编号，强电与弱电回路分开，交流与直流回路分开。
- d) 阀控铅酸蓄电池组中各单只蓄电池开路电压及其之间最大差值应符合表 4 所列对应要求。

6.2 设备运行

6.2.1 直流电源装置试运行期间应加强运行监视和设备巡视，出现异常或故障应立即按运行单位的相关流程或事故预案进行处理。

6.2.2 阀控蓄电池组的运行

6.2.2.1 运行方式及参数设置

蓄电池组的运行方式及参数设置应依据蓄电池生产厂家的技术条件要求进行，蓄电池生产厂家未提供或无产品规定值时可选用括号内的推荐值，并可参考附录E中的阀控蓄电池组运行状态示意图。

- a) 阀控蓄电池组在正常运行中以浮充电方式运行，浮充电电压值宜控制为 $(2.23 \sim 2.28) V \times N$ ，浮充电电流值的正常范围为 $(0.2 \sim 0.5) mA/Ah$ ；
- b) 阀控蓄电池组在初充电或补充充电时以均衡充电方式运行，均衡充电电压值宜控制为 $(2.30 \sim 2.35) V \times N$ 。

6.2.2.2 阀控蓄电池的充电

阀控蓄电池的充电一般分为均衡充电和浮充电两种方式，均衡充电是以恒流限压—恒压（限流）的两段式充电，浮充电是以恒压充电的一段式充电，均衡充电结束后转为浮充电正常运行。

- a) 均衡充电
设定时间（一般为 3~6 个月）将充电装置自动地或手动对蓄电池组进行一次恒流限压—恒压（限流）—浮充电的充电，以避免蓄电池组在浮充电下个别蓄电池长期处于欠充或过充，产生的电压不均匀现象，造成蓄电池容量早衰。

充电过程为：采用 I_{10} 电流进行恒流（限压）充电，当蓄电池组端电压上升到 $(2.30 \sim 2.35)V \times N$ 限压值时，自动或手动转为恒压（限流）充电。在 $(2.30 \sim 2.35)V \times N$ 的恒压充电下，充电电流从 I_{10} 逐渐减小，当充电电流减小至 $0.1I_{10}$ 电流时，充电装置的倒计时开始启动，当整定的倒计时结束时，均衡充电完成。

b) 浮充电

当均衡充电整定的倒计时结束时，充电装置将自动或手动地转为正常的浮充电运行，浮充电电压值宜控制为 $(2.23 \sim 2.28)V \times N$ 。

c) 初充电或补充充电

以均衡充电方式进行。

6.2.3 镉镍蓄电池组的运行

6.2.3.1 运行方式及参数设置

蓄电池组的运行方式及参数设置应依据电池生产厂家的技术条件要求进行，电池生产厂家未提供或无产品规定值时可选用括号内的推荐值，并可参考附录E中的镉镍蓄电池组运行状态示意图。

- a) 镉镍蓄电池组在正常运行中以浮充电方式运行，浮充电电流值的正常范围为 $(0.4 \sim 0.8) \text{ mA/Ah}$ ；
- b) 高倍率镉镍蓄电池浮充电电压值宜控制为 $(1.36 \sim 1.39)V \times N$ 、均衡充电电压宜控制为 $(1.47 \sim 1.48)V \times N$ ；
- c) 中倍率镉镍蓄电池浮充电电压值宜控制为 $(1.42 \sim 1.45)V \times N$ 、均衡充电电压宜控制为 $(1.52 \sim 1.55)V \times N$ 。

注：N为蓄电池组中蓄电池的只数。

6.2.3.2 镉镍蓄电池组的充电

镉镍蓄电池组的充电方式：

a) 正常充电

用 I_5 电流对镉镍蓄电池进行的恒流充电。蓄电池电压值逐渐上升到最高而稳定时，可认为蓄电池充满了容量，一般需要 $5\text{h} \sim 7\text{h}$ 。

b) 快速充电

用 $2.5I_5$ 电流对镉镍蓄电池进行恒流充电 2h 。

c) 浮充电

在长期运行中，按浮充电电压值进行的充电。

不管采用何种充电方式，电解液的温度不得超过 35°C 。

6.2.4 充电装置的运行

6.2.4.1 运行的一般规定

充电装置运行应遵守如下规定：

- a) 直流母线电压值满足 DL/T 5044 的规定；
- b) 直流母线的绝缘状况应保持良好的，对地绝缘电阻不小于表 2 中直流接地报警值的 2 倍。

6.2.4.2 相控型充电装置的启动

相控型充电装置的启动操作：

- a) 对于可“整流—逆变”的装置，应首先决定运行状态。整流运行时将“整流—逆变”转换开关置于“整流”位置，再将运行方式转换开关置于“手动”、“自动稳压”或“自动稳流”其中

一位置。然后将“投、切”转换开关投到“投”位置，时间继电器延时启动交流接触器，将交流电源接入整流变压器。交流接触器触点闭合后，启动整流直流接触器接通直流输出电路。

- b) 装置运行指示灯亮，检查电流、电压表等的指示正常后，装置投入正常整流运行。
- c) 若装置处逆变状态，交流接触器触点闭合后，通过逆变直流接触器的转换将满足逆变运行的要求。装置逆变运行方式的具体操作详见该装置的使用说明或操作手册。

6.2.4.3 相控型充电装置的停机

将“投、切”转换开关投到“切”位置，时间继电器返回。此时交流接触器和直流接触器同时断开，装置退出整流运行状态。装置逆变运行方式的具体操作详见该装置的使用说明或操作手册。

对有“整流—逆变”功能的装置，禁止带负荷进行“整流—逆变”运行状态的切换。若需切换运行状态时，应先将手动给定电位器或自动给定电位器反时针调节到最大值，使装置输出电流为零。将“投、切”转换开关投到“切”位置，装置退出运行。然后用“整流—逆变”转换开关选择所需切换运行的状态后，再重新将“投、切”转换开关投到“投”位置，使装置投入正常运行。

6.2.4.4 高频开关型充电装置的启动

首先应在三相交流电源、柜内交、直流回路对地绝缘电阻满足运行要求时，确认各个主回路开关设备处于断开状态。

合上交流电源进线断路器并检查交流电源是否正常，电源电压应在323V~437V范围内。送入交流电源正常后，合上每个整流模块的开关，观测整流模块面板上的状态指示，模块运行无异常后，合上充电装置直流输出开关，使直流馈电母线带电运行，相应的电压表、电流表显示正确。然后开启系统监控装置、绝缘监测装置等，各装置运行工作及显示数值等一切正常，再合上蓄电池进线开关，充电装置开始对蓄电池组充电。

待检查确认充电装置和蓄电池组工作状态正常后，逐步合上直流馈线各支路开关，开始为直流负载供电，系统即投入运行。

6.2.4.5 高频开关型充电装置的停机

充电装置的正常停机应首先断开直流馈线开关，然后断开整流模块的开关使充电装置无直流输出，再断开交流电源进线开关和蓄电池组进线开关，充电装置退出运行。并可断开各装置电源及各支路开关，完成相应的安全措施。

6.3 监视与操作

6.3.1 蓄电池及蓄电池组的监视

运行人员对运行中的蓄电池，主要监视蓄电池组的端电压值、充（放）电电流值，每只蓄电池的端电压值、运行温度等。

6.3.2 充电装置的监视

运行人员对运行中的装置，主要监视三相交流输入电压是否平衡或缺相，各保护信号是否正常，交流输入电压值、直流输出电压值（极间和极对地）、直流输出电流值等各表计显示是否正确，正对地和负对地的绝缘状态是否良好。

6.3.3 运行中的操作要求

6.3.3.1 监控装置应按设定的周期、放出容量等，自动完成对蓄电池组进行补偿性或维护性的均衡充电后，恢复浮充电运行的操作。不能自动按周期、放出容量等完成浮充电与均衡充电转换的直流电源

装置，应按每隔 3~6 个月的周期、放出 20%及以上容量等情况，手动进行一次“浮充”转“恒流（限压）”转“恒压（限流）”转“浮充”充电方式的转换操作。

6.3.3.2 更换直流断路器或熔断器时，应按现场直流断路器（熔断器）配置一览表的产品型号、额定电压值和额定电流值选择。

6.3.3.3 阀控式密封铅酸蓄电池安放处温度变化较大时，蓄电池浮充电电压值应按温度补偿值进行调整，当蓄电池温度升高时浮充电电压应适当降低，而当蓄电池温度降低时浮充电电压应适当升高。蓄电池浮充电电压值应按制造厂提供的温度补偿值进行调整设置，当制造厂未提供时应以 25℃为基准温度并参照表 6 进行调整。

表6 温度补偿值调整

蓄电池标称电压 V	蓄电池温度每变化1℃时的充电装置浮充电电压补偿值 mV
2	$\pm (3\sim5) \times N$
6	$\pm (9\sim15) \times N$
12	$\pm (18\sim30) \times N$

6.3.3.4 交流电源切换操作后，应检查充电装置状态是否正常，特别是充电电流值和直流母线电压值是否符合当前运行要求。

6.3.4 异常情况的操作规定

6.3.4.1 充电装置发生故障，应及时启动备用充电装置（模块），核对装置运行参数，并根据需要进行调整。同时切除故障充电装置（模块），将其退出运行；

6.3.4.2 监控装置失灵，应及时采取措施，保证直流电源系统的正常运行（如启动手动操作方式进行运行参数等调整，保证充电装置的工作正常）。并将监控装置退出运行，通知检修人员调试修复。

6.3.4.3 交流电源中断时，调压装置自动功能出现异常，应根据母线电压的变化进行手动调压。无级自动调压装置出现工作异常时，应采用备用硅链自动调压，退出无级自动调压装置，通知检修人员修复。

6.3.4.4 当出现直流断路器动作跳闸或者熔断器熔断及报警信号时，运行值班员应尽快找出故障点，分析出故障原因，立即进行处理和恢复运行。

6.3.4.5 当绝缘监测装置发出接地告警或有直流接地现象时，应立即寻找和处理，并禁止在两组蓄电池或直流母线间进行任何并联（合环）操作。

6.3.4.6 若发现其他装置或部件有异常现象，应立即将其隔离或采取适当措施，以确保直流电源装置运行安全。

6.4 设备巡视

6.4.1 巡视检查

投入运行和处于备用状态的蓄电池直流电源装置必须定期进行巡视检查。巡视周期符合运行单位管理规定。

6.4.2 巡视检查项目

巡视检查项目有：

- a) 交流输入的电压值；
- b) 直流输出的电压值和电流值；
- c) 正、负母线对地的绝缘（电压）值；
- d) 蓄电池组及蓄电池的电压；
- e) 蓄电池及室（柜）的温度实测值；
- f) 监控装置信号、指示显示、声响报警等的工作状态和通讯状况正常；
- g) 断路器、刀闸、熔断器等设备完好，状态正常；
- h) 回路载流导体和连接部件（蓄电池极柱）应无松动、发热和腐蚀现象；
- i) 防过电压装置完好，状态正常；
- j) 蓄电池无温度异常、渗液和变形现象；
- k) 蓄电池极柱与安全阀周围无酸雾溢出（结霜现象）；
- l) 蓄电池室排气通风和空气温度调节装置工作状态正常（每月 1 次）；
- m) 蓄电池室门窗关闭严密，房屋无渗、漏水现象。

注：测量电压的仪器精度不得低于 0.2 级。

6.4.3 特殊巡视检查

特殊巡视检查要求：

- a) 新投运的设备应增加巡视检查次数。投运 72 小时后转入正常运行的巡视检查；
- b) 在高温季节、高峰负荷期间和断路器电磁机构动作频繁时应加强巡视检查；
- c) 在雷雨季节有雷电发生后，应进行巡视检查；
- d) 交流中断由蓄电池组供直流负载和特殊用电期间，应进行巡视检查。

6.4.4 特殊巡视检查项目

特殊巡视检查项目有：

- a) 交流输入的电压值；
- b) 直流输出的电压值和电流值；
- c) 蓄电池组及蓄电池的电压、温度及外观；
- d) 正、负母线对地的绝缘（电压）值；
- e) 监控装置信号、指示显示、声响报警等的工作状态和通讯状况正常；
- f) 断路器、刀闸、熔断器等设备完好，状态正常；
- g) 回路载流导体和连接部件（蓄电池极柱）应无松动、发热和腐蚀现象；
- h) 防过电压装置完好，状态正常；
- i) 蓄电池室门窗关闭严密，房屋无渗、漏水现象。

7 维护

7.1 技术档案

7.1.1 发电厂、变电站及其专业班（组）应建立健全直流电源装置的设备台账和运行维护记录等技术文件档案。

7.1.2 技术档案

技术档案包括：

- a) 设备台账主要有设备卡片（含名称、型号、生产厂家、出厂日期、合格证等）、出厂技术文件（技术参数资料、使用说明书、出厂试验报告等）；

- b) 现场运行资料有直流电源系统接线图（网络图）、直流断路器（直流熔断器）配置一览表等；
- c) 运行维护记录主要有交接试验报告（记录）、巡视记录、维护检修或缺陷处理记录、周期性的测试记录等。

7.1.3 直流断路器（直流熔断器）配置一览表应由专人负责，内容包括：回路名称、负荷电流（短时最大）、断路器（熔断器）型式和额定电流等。发生变更或改变时由专责人随即修改一览表。更换时，必须按一览表规定的额定电流更换。

7.1.4 技术档案随蓄电池直流电源装置转移一并移交。

7.2 蓄电池组的维护

7.2.1 安全技术措施

蓄电池组维护的安全技术措施：

- a) 安装和搬运蓄电池时要戴绝缘手套，装卸导电连接片时应使用绝缘工具，防止电池电击危险。
- b) 因蓄电池损坏致使电解液接触到皮肤或衣服，立即用水清洗；溅入眼中，应立即用大量清水冲洗并去医院治疗。
- c) 进入蓄电池室前应首先进行排气通风。胶体式阀控铅酸蓄电池使用初期有氢氧气体逸出，必须进行排气通风。
- d) 蓄电池室起火应使用七氟丙烷、四氯化碳或干沙等灭火，并注意防止蓄电池发生爆炸。
- e) 维护测量蓄电池时，操作者面部不得正对蓄电池顶部，应保持一定角度或距离。
- f) 禁止对蓄电池进行过充或过放。长期处于过充状态会使板栅腐蚀加速，活性物质松动，蓄电池容量失效。放电末期要加强对蓄电池端电压的监视，任一只达到放电终止电压值，应终止放电随即进行补充充电。
- g) 两组蓄电池不采用并联运行的方式。若必须采取短时并联运行方式时，则应调整其浮充电电压值一致或在蓄电池组出口串接入二极管，利用二极管的特性以减少并联过程中产生的环流。

7.2.2 蓄电池组的一般维护

蓄电池组一般维护的要求：

- a) 检查和调整浮充电电压；
- b) 在满足安全的条件下进行清扫，清扫周期由各运行单位在现场（运行）规程中明确；
- c) 采用蓄电池短时（5min~10min）带经常性负荷放电，实测蓄电池单体电压值，每年不少于2次；
- d) 由专业维护人员进行清除极柱爬盐和连接片腐蚀，并涂抹少量凡士林。

7.2.3 运行中的均衡充电

蓄电池组运行中的均衡充电要求：

- a) 每隔三个月至六个月应对蓄电池组进行补偿性或维护性充电。无微机监控装置自动均衡充电的，应手动进行一次均衡充电。
- b) 蓄电池组放出20%以上额定容量时，要自动（手动）进行均衡充电。
- c) 交流电源中断时间超过10min，交流恢复供电时，要自动（手动）进行均衡充电。
- d) 处于备用状态蓄电池（组）应每隔三个月进行一次补偿性的均衡充电。

7.2.4 阀控蓄电池的运行维护

阀控蓄电池运行维护要求：

- a) 阀控蓄电池在运行中电压偏差值及放电终止电压值应符合表3和表4的规定。

- b) 在巡视中应检查蓄电池的单体电压值，连接片有无松动和腐蚀现象，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。
- c) 阀控蓄电池组的环境温度发生较大变化时，宜按6.3.3.3条进行浮充电电压值的调整。
- d) 根据现场实际情况，应定期对阀控蓄电池组作外壳清洁工作。

7.2.5 阀控蓄电池的常见故障及处理

阀控蓄电池异常现象的可能原因及处理方法参见附录 A。

7.2.6 镉镍蓄电池组的运行维护

镉镍蓄电池组运行维护的主要内容和方法：

- a) 镉镍蓄电池液面低
每一个镉镍蓄电池，在侧面都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，液面偏低的，应注入纯蒸馏水，使整组电池液面保持一致。每三年更换一次电解液。
- b) 镉镍蓄电池“爬碱”
维护方法是将蓄电池外壳上的正负极柱头的“爬碱”擦干净，或者更换为不会产生“爬碱”的新型大壳体镉镍蓄电池。
- c) 镉镍蓄电池容量下降，放电电压低
维护方法是更换电解液，更换无法修复的电池，用 I_5 电流进行5h恒流充电后，将充电电流减到 $0.5I_5$ 电流，继续过充电（3~4）h，停止充电（1~2）h后，用 I_5 恒流放电至终止电压，再进行上述方法充电和放电，反复3~5次，电池容量将得到恢复。

7.3 充电装置和监控装置的维护

7.3.1 在满足安全的条件下每月进行一次清洁除尘，各装置的通风口应重点清扫。清扫运行设备时应认真仔细，防止振动、误碰，并使用绝缘工具（毛刷、除尘设备等）。

7.3.2 每半年专业维护人员应至少进行一次专业检查，包括巡视检查项目和以下项目：

- a) 根据装置和蓄电池的状况，调整运行参数；
- b) 检查三遥功能是否正常；
- c) 检查熔断器是否正常。

7.3.3 对于处在备用状态的装置（含充电模块），应每月进行一次带电轮换运行，以保证备用设备处在完好状态；

7.3.4 专项检查和备用带电轮换应进行项目和情况的记录，并归档；

7.3.5 装置出现异常或发生故障时，应进行维护调整或更换。相控型充电装置调整维护可参见附录 B。

7.4 周期性测试

7.4.1 阀控蓄电池的核对性放电

长期浮充电运行方式下，尚无有效的方法判断阀控蓄电池的现有容量，内部是否失水或干裂。只有按照 5.3.1 中蓄电池组的容量测量方法进行核对性放电，才能正确评估蓄电池实际容量，并可能发现蓄电池存在的问题。

阀控蓄电池组容量测试的环境温度不在25℃时，应按5.3.1.2进行容量的温度修正。

7.4.1.1 核对性放电程序：

a) 一组阀控蓄电池

发电厂或变电所中只有一组电池，由于不能退出运行作全容量核对性放电，则可用 7.4.2.3 所列方法放出部分容量进行评估。放电后应立即用 I_{10} 电流进行恒流限压充电—恒压充电—浮充电，必要时可反复放充（2~3）次或对落后蓄电池单独进行活化治疗，进行蓄电池组容量恢复。若有直流电源应急系统作为临时代用，该组阀控蓄电池作全容量核对性放电。若经过 3 次全容量核对性放电蓄电池组容量均达不到额定容量的 80%以上，可认为此组阀控蓄电池使用年限已到，应采取保安措施并及时更换。

在周期性维护容量核对性放电中，当能确定温度修正后的蓄电池放出容量已达到其额定容量的 80%以上时，可在蓄电池达到终止电压前停止放电。

b) 两组阀控蓄电池

发电厂或变电所中若具有两组阀控蓄电池，可先对其中一组蓄电池按照 5.3.1 的容量测量方法进行全容量核对性放电，完成后再对另一组进行全容量核对性放电。当蓄电池组端电压下降到 $1.8V \times N$ 时应立即停止放电，隔（1~2）h 后，再用 I_{10} 电流进行恒流限压充电—恒压充电—浮充电。必要时可反复 2~3 次，蓄电池存在的问题也能查出，容量也能得到恢复。若经过 3 次全容量核对性放充电蓄电池组容量均达不到额定容量的 80%以上，可认为此组阀控蓄电池使用年限已到，应安排更换。

7.4.1.2 阀控蓄电池核对性放电周期

新安装或大修后的阀控蓄电池组，应进行全容量核对性放电试验，以后每 2 年至少进行一次核对性试验，运行了 4 年以后的阀控蓄电池，应每年作一次容量核对性放电试验。

7.4.1.3 其他方法

a) “50%放电”方法

阀控蓄电池“50%放电”的容量核对性放电试验，是在有放电保安措施的状态下进行，在放电前进行内阻测试，无异常后方可进行。放电保安装置的单向逆止作用，使充电装置不再向蓄电池组充电，只向经常性负荷提供电源，蓄电池组处于热备用状态。此时，利用蓄电池容量放电测试仪或外加人工负载对电池组进行在线“50%放电”容量测试，在保证运行安全条件下，完成在线放电测试。

蓄电池组以 I_{10} 电流值预定恒流放电 5h，“50%放电”的终止电压设置为 1.95V。当放电到 5h 未达到 1.95V 放电终止电压的蓄电池组，认为其容量不低于 $80\%C_{10}$ ，恢复充电后继续运行。当放电 5h 内任一只蓄电池达到 1.95V 的终止电压，应立即停止核对性放电试验，恢复充电后采取措施，对该组蓄电池进行全容量核对性放电试验，最终确定蓄电池组是否低于 $80\%C_{10}$ 的容量。

b) 短时放电方法

调整充电装置的浮充电电压略低于 $2.0V \times N$ ，接入蓄电池容量放电测试仪或人工负载调整其恒流放电为 $(I_{10} - I_j)$ 电流值，即放电电流 (I_{10}) 为经常性负荷电流 (I_j) 和测试放电电流之和，一般放电仪测量应取蓄电池出口电流而自动进行调整。恒流放电 20min 后测量蓄电池单体电压，然后断开人工负载，将充电装置输出恢复至调整前的浮充电电压值，确认系统运行正常。对蓄电池组中单体电压异常的蓄电池进行比较分析，必要时应进行单体活化并确定其容量是否满足运行要求。

7.4.2 镉镍蓄电池组的核对性放电

长期浮充电运行方式下，镉镍蓄电池组一般会出现平均放电电压下降（浮充效应）的现象，对于规定的放电终止电压表现出容量减少，浮充电运行约三个月后容量变化达最大。所以投运三个月内的测试

容量不能表明其长期浮充电方式下的正常容量。镉镍蓄电池组的放电能消除浮充效应，但消除的程度取决于放电深度。故按照5.3.1中蓄电池组的容量测量方法进行核对性放电，对维护镉镍蓄电池组的容量和发现蓄电池存在的问题有积极的作用。

镉镍蓄电池组容量测试的环境温度超出20℃~45℃范围时，由厂家提供温度修正系数的数值。

7.4.2.1 核对性放电程序：

a) 一组镉镍蓄电池

发电厂或变电所中只有一组镉镍蓄电池，不能退出运行，不能作全核对性放电，只允许用电流放出额定容量的50%，在放电过程中，每隔0.5h记录蓄电池组端电压值，若蓄电池组端电压值下降到 $1.17V \times N$ ，应停止放电，并及时用 I_5 电流充电。反复2~3次，蓄电池组额定容量可以得到恢复。若有直流电源应急系统作为临时代用，此组镉镍蓄电池就可按照5.3.1的容量测量方法作全容量核对性放电。直流电源应急系统和使用方法见附录F。

b) 两组镉镍蓄电池

发电厂或变电所中若有两组镉镍蓄电池，可先对其中一组蓄电池按照5.3.1的容量测量方法，用 I_5 恒流放电进行全容量核对性放电。当蓄电池组端电压下降到 $1V \times N$ 时应立即停止放电，恢复蓄电池组充电。在放电过程中每隔0.5h记录蓄电池组端电压值，每隔1h时，测一下每个镉镍蓄电池的电压值，若放充三次均达不到蓄电池额定容量的80%以上，可认为此组蓄电池使用年限已到，并安排更换。

7.4.2.2 镉镍蓄电池组核对性放电周期

镉镍蓄电池组在长期浮充电运行中，每年应进行一次容量核对性放电试验。

7.4.3 其他应定期开展的测试项目

7.4.3.1 每年应进行测试的项目

- a) 监控装置的信号报警试验；
- b) 仪表的误差检测；
- c) 交流电源切换试验；
- d) 绝缘监测装置的测试。

注：在绝缘监测装置的测试中，（绝缘监测装置校验仪）不应直接在运行的直流电源系统上模拟故障进行测试。

7.4.3.2 宜按蓄电池组核对性放电测试周期进行的项目

- a) 稳流精度测试；
- b) 稳压精度测试；
- c) 纹波系数测试；
- d) 限流、过流保护试验；
- e) 微机控制自动转换程序试验；
- f) 并机均流不平衡度测试（如有）；
- g) 自动调压装置试验（如有）。

7.5 故障处理原则

7.5.1 直流电源装置发生故障或自动停机后，应立即记录发生时间，并进行特殊巡视和必要的功能检测，检查判断蓄电池组或装置本身有无故障和损坏。

7.5.2 直流电源系统发生短路故障后，应对蓄电池外观、单体电池端电压等进行仔细检查。

7.5.3 直流电源系统发生越级跳闸故障，在恢复送电前，应将拒动断路器脱离系统并保持原状，待查清原因并消除缺陷后方可投入。

7.5.4 装置故障报警后，应立即检查交流电源是否失压、缺相，熔断器是否熔断。需要时启用备用装置或元件，隔离故障装置或元件，按相关要求采取措施防止事故扩大，待进一步查清原因并消除故障。

7.5.5 蓄电池组中个别电池失效，应单独使用蓄电池单体活化仪进行活化治疗。若无法恢复，剔除该电池后蓄电池组仍能满足事故供电，则根据6.2中对应的蓄电池类型，重置充电装置的运行参数，按相关规定要求投运，否则应考虑整组更换。不应替换成不同型号规格的蓄电池接入，或新旧蓄电池混用。使用的蓄电池单体活化仪应符合 DL/T 1397.7-2014 中第5章和第6章的要求。

7.5.6 剔除个别失效蓄电池及调整蓄电池组中单只蓄电池位置时，可采用蓄电池带电更换安保护装置（俗称换电宝）进行带电更换，安保护装置的要求和更换方法参见附录D。

7.5.7 通过测定并剔除失效电池后，可运行蓄电池少于表7所对应的只数时，为保障系统安全应考虑整组更换。

表7 阀控蓄电池组运行保证数量

蓄电池标称电压 V	蓄电池组最少数量 只	
	直流标称电压为220V的直流系统	直流标称电压为110V的直流系统
2	104	52
6	35	18
12	18	9

7.5.8 出现接地故障或接地故障报警时，应按本单位的调度规程或相关要求进行处理。寻找接地故障点一般采用便携式接地巡测仪进行侦测，使用的便携式接地巡测仪应符合 DL/T 1397.6 第5章和第6章的要求。

附录 A (资料性附录)

蓄电池异常现象可能原因及处理方法

A.1 浮充电时蓄电池电压偏差较大

原因：制造过程工艺差，分散性大；存放时间长，又没按规定补充电。

处理方法：质量问题，应更换。存放问题，应按规定进行全充、放循环 2~3 次，使容量恢复，减小电压的偏差值。

A.2 蓄电池鼓胀变形

原因：1) 充电电流大，充电电压超过规定要求；
2) 内部有短路、局部放电等造成温升超标；
3) 安全阀失灵，内部压力超标。

处理方法：1) 进行核对性放电，容量低于 80% 额定容量应更换；
2) 运行中减小充电电流，降低充电电压，检查安全阀是否堵塞。

A.3 运行中浮充电电压正常，放电时电压很快降至终止电压

原因：蓄电池内部电解物质变质、失水干枯。

处理方法：更换蓄电池。

A.4 蓄电池外壳温度过高

原因：1) 充电电流大，充电电压超过规定要求；
2) 内部有短路、局部放电等现象；
3) 螺栓松动，接头发热；
4) 充电装置输出的纹波系数超标。

处理方法：1) 降低充电电流，调整充电电压到规定要求值；
2) 清洁处理发热接头，可靠紧固螺栓（紧固力矩 11.3Nm）；
3) 检查处理充电装置，减小装置直流输出的交流分量，使纹波系数符合规定要求值。

A.5 蓄电池核对性放电时容量低

原因：1) 蓄电池长期欠充电，浮充电压低于规定值，造成极板硫酸盐化；
2) 深度放电频繁；
3) 蓄电池放电后未立即充电，造成极板硫酸盐化。

处理方法：1) 调整浮充电运行时的电压值；
2) 避免深度放电；
3) 进行核对性放电，容量达不到要求时，进行全充、放循环 2~3 次。若仍低于 80% 额定容量，应更换蓄电池组。

附 录 B

（资料性附录）

相控型充电装置故障处理

B.1 主回路故障处理

B.1.1 主回路交、直流回路分闸、信号回路动作有以下四种情况。

- 1) 主回路交流侧电流过负荷，热继电器动作。可手动复位。
- 2) 直流回路电流过负荷，过流继电器动作。可手动复位。
- 3) 直流回路过电压，信号继电器动作。可手动复位。
- 4) 交流电源B相或C相消失或其熔断器熔断，复位与更换熔断器前，应检查晶闸管、硅二极管、整流变压器、快速熔断器等有无故障。

B.1.2 主回路交、直流回路分闸中信号回路电源消失，交流电源A相或其熔断器熔断，更换熔断器前，应检查晶闸管、整流变压器、快速熔断器等有无故障。

B.1.3 装置运行异常，整流电压突然降低

- 1) 快速熔断器熔断。
- 2) 晶闸管损坏。

B.1.4 主回路交、直流合闸后，装置突然停止运行，直流电流降至零。应检查快速熔断器等有无熔断。

B.2 控制回路故障处理

B.2.1 整流运行时，手动调压达不到整定值。

- 1) 断开交流电源，检查运行状态转换开关和运行方式转换开关触点接触是否良好，位置是否正确。
- 2) 把运行状态转换开关置于整流，检查“电源板”触发器电源电压、硅二极管及交流输入相电压。
- 3) 检查触发器的输出脉冲。

B.2.2 整流运行时，自动调节差，输出振荡或无输出。

- 1) 检查直流放大器。若稳定性差，可调节放大器积分电路中的两电位器使其稳定。
- 2) 检查自动给定。观察自动给定电压及波形是否正常。
- 3) 稳压正常，稳流异常。为电流反馈信号回路故障，检查运行方式转换开关触点接触是否良好等。
- 4) 稳流正常，稳压异常。为电压反馈信号回路故障，检查运行方式转换开关触点接触是否良好等。

B.3 故障速查表

表B.1 相控型充电装置故障速查表

故障现象	可能原因	处理方法
直流输出为0V (阻性负载)	①直流输出熔断器熔断 ②插件接触不良或运输损坏 ③控制板熔断器熔断 ④控制板损坏	①查负载是否短路，更换熔断器 ②查插件运输有无损坏，重新插牢 ③查+24V输出外接元件与负极有无短路；更换熔断器 ④更换备板
直流输出电压低	①电源缺相	①查电源

(阻性负载)	②主变压器至整流板或同步相序接错 ③主回路晶闸管或二极管开路或损坏 ④控制板某路无输出	②查相序 ③用小螺丝刀逐只短路各晶闸管门极和阴极,观察短路时输出电压是否降低,不降低则该晶闸管损坏;更换 ④用万用表适当档位,如某路为正常值的0.5倍或0V,则需更换备板
开机熔断器即断	①回路接线错误(输出端短路) ②主回路晶闸管或二极管某只击穿短路	①查线 ②查出短路元件,更换

附录 C

(资料性附录)

绝缘监测装置校验仪及使用方法

C.1 绝缘监测装置校验仪

为了检查直流电源系统绝缘监察装置的绝缘告警和接地选线的性能,防止直流系统绝缘监察装置误报、漏报,影响继电保护等设备的正常运行。通过模拟直流系统正、负极的不同接地故障及分布电容的方式,对绝缘监测装置进行监测能力评估和检测精度调整的测试仪器。能实现绝缘监测装置在线或离线进行测试,并能对便携式接地查找仪进行测试。

C.2 测试方式

C.2.1 在线测试

当直流系统绝缘监测装置无法脱离母线时,用绝缘监测装置校验仪模拟各种接地故障,完成对直流系统绝缘监测装置的评估测试。

C.2.2 离线测试

在直流系统绝缘监察装置脱离母线的状态下,由绝缘监测装置校验仪输出直流母线电压,同时模拟各种接地故障,完成对直流系统绝缘监测装置的评估测试。

C.3 使用方法

C.3.1 测试前的准备

应按现场工作的要求履行相关手续,做好相应的措施,得到运行单位的许可,测试人员方能进入现场开展工作。

C.3.2 测试接线

将绝缘监测装置校验仪接入装设绝缘监测装置的直流系统内,正极、负极和“地”对应连接。

C.3.3 参数设定与测试

依次设置各检测功能项的模拟的数值(如正、负极接地电阻值,接地时间等)。启动测试后,查看绝缘监测装置的显示值,计算测量误差和检测时间,保存测试数据和相关信息。

C.3.4 拆除测试接线,恢复现场

关闭绝缘监测装置校验仪工作电源开关,撤除所有测试连接线,恢复绝缘监测装置到测试前(能即刻投运)的状态。同时应按运行单位现场工作的要求履行完成相关手续后,结束测试工作。

C.4 注意事项

- 1) 绝缘监测装置校验仪不应直接在运行的直流电源系统上模拟故障进行测试;
- 2) 测试前应确认绝缘监测装置校验仪与直流母线的正、负极和系统“地”已对应可靠连接,切勿将极性接反,与“地”接错;
- 3) 当直流系统绝缘监测装置由现场直流电源系统供电时,严禁采用离线测试方式;
- 4) 采用在线测试方式时,严禁进行交流窜入和直流互串的故障模拟测试;

- 5) 采用在线测试方式时，接地电阻模拟值不应设置的过小，以免影响直流系统的运行；
- 6) 当模拟交流窜入前，应确认直流系统绝缘监测装置是否具备该项功能。

附录 D
(资料性附录)
带电更换蓄电池保安装置及使用方法

D.1 带电更换蓄电池保安装置

不需要将蓄电池组脱离直流母线，即可实现更换或踢出单只蓄电池的一种安全保护装置。一般要求带电更换蓄电池保安装置（以下简称装置）正、负极性标识明显，满足事故负荷供电，兼容多种标称电压蓄电池，无需外接电源，简单方便。

D.2 使用方法

D.2.1 更换前的准备

应按现场工作的要求履行相关手续，做好相应的措施，得到运行单位的许可，维护人员方能进入现场开展工作。

D.2.2 更换与测试接线

确定待换蓄电池及其正、负极性，按照装置的使用说明或作业指导书依次操作。

一般将黑色夹子固定在待换电池负极相连的相邻蓄电池正极，红色夹子固定在待换电池正极相连的相邻蓄电池负极，如图 F1 所示。检查无误，将待换电池拆除，换上新的蓄电池，恢复蓄电池连接条。

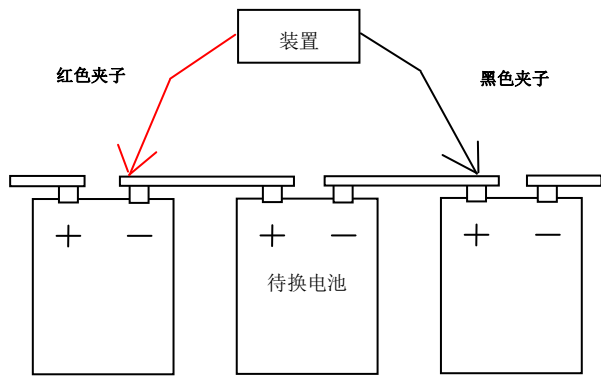


图 D.1 测试接线

当装置带有显示功能时，可按图 D2 所示测试接线和步骤进行。将黑色夹子固定在待换电池负极相连的相邻蓄电池正极，用绿色小夹子连接到待换电池的正极，装置显示该电池电压，表示接线正确。红色夹子固定在待换电池正极相连的相邻蓄电池负极，跨接指示灯点亮后，检查无误，将待换电池拆除，换上新的蓄电池，恢复蓄电池连接条。撤除红色夹子，用绿色小夹子连接到新电池的正极，装置显示新的电池电压。

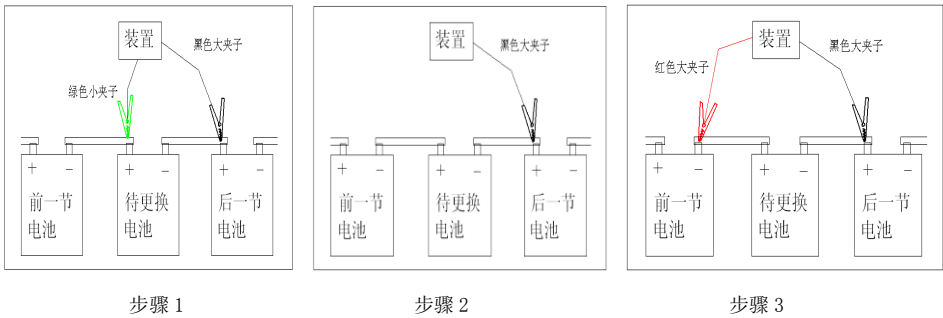


图 D.2 测试接线与测试步骤

D.2.3 拆除测试接线，恢复现场

确认蓄电池连接条接触良好、连接牢固后，取掉黑色夹子和红色夹子（或绿色小夹子），完成带电更换蓄电池。同时应按运行单位现场工作的要求履行完成相关手续后，结束工作。

D.3 注意事项

- 1) 应在蓄电池组处于浮充电状态下，进行带电更换；
- 2) 当蓄电池无法从外观直接确定正、负极时，应采用万用表测量确定出正、负极；
- 3) 装置进行连接线时，正、负极性应按图所示正确连接，切记接反；
- 4) 连接前确保装置红、黑夹子间不存在短路；
- 5) 接线时确保夹子连接牢靠。

附 录 E
(资料性附录)
蓄电池组运行状态示意图

运行状态示意图

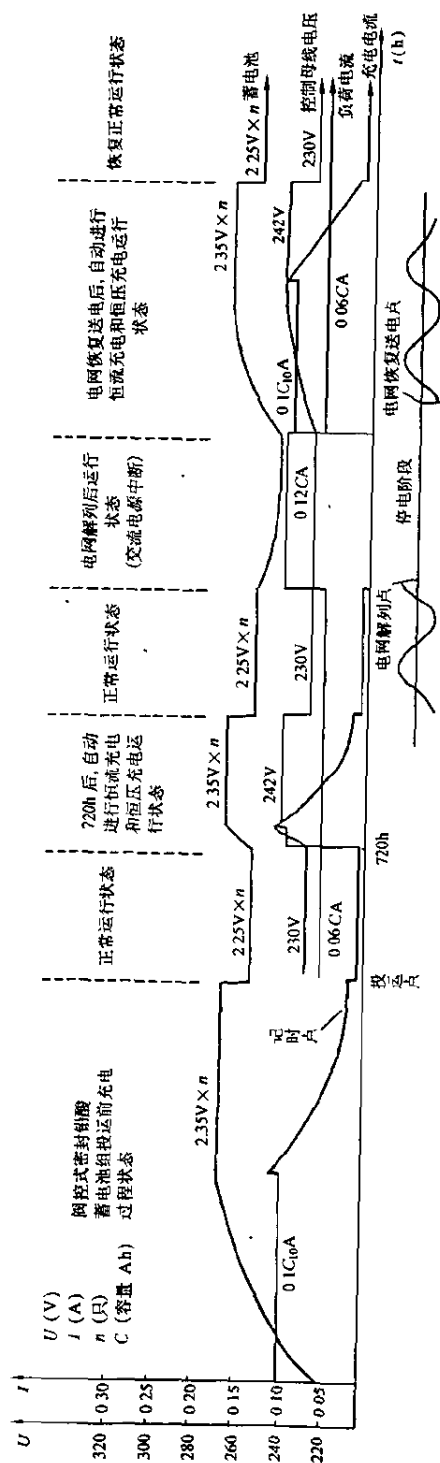


图 E1 阀控式密封铅酸蓄电池运行示波图

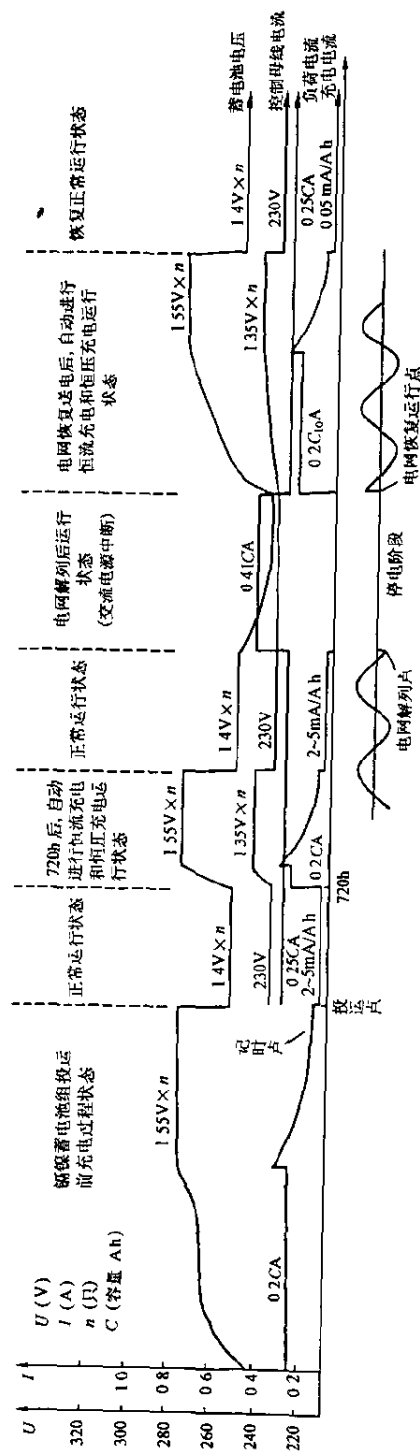


图 E2 镉镍电池运行示波图

附 录 F
(资料性附录)
直流电源应急系统和使用方法

F.1 直流电源应急系统

直流电源应急系统一般由监控单元、充电单元、蓄电池组单元、配电单元组成，具备一定的保护、监测功能。为提高运行安全性，蓄电池组应能直接为直流母线供电，不需要通过任何电压转换装置，蓄电池组容量至少满足事故负荷 1 小时供电需求。主要作为厂站用直流电源设备检修、维护、更换等的临时直流电源，也可充当抗灾抢险的直流应急电源。

F.2 使用方法

F.2.1 测试前的准备

应按现场工作的要求履行相关手续，做好相应的措施，得到运行单位的许可，测试人员方能进入现场开展工作。

F.2.2 测试接线

首先断开直流电源应急系统所有输入、输出开关。确认现场交流电源与直流电源应急系统的交流进线端电源规格要求一致后，接入交流电源。

检查确认直流电源应急系统运输过程无损伤、设备完好，测试确认直流电源应急系统工作运行正常，关闭监控单元和充电单元，断开交流电源进线开关。再使用专用电缆从直流电源应急系统配电单元直流输出端，对应极性可靠地连接到现场直流电源系统直流母线。

F.2.3 参数设定

再次合上交流电源进线开关，启动监控单元和充电单元，依据现场直流电源系统实际工况，按照操作说明进行参数设置。

F.2.4 输出供电

检查确认直流电源应急系统直流输出的极性和电压，完全满足现场要求后，合上配电单元的直流输出开关。确认直流电源应急系统输出正常后，退出现场原充电装置和蓄电池组，由直流电源应急系统提供直流母线的供电。

F.2.5 拆除接线，恢复现场

现场直流电源系统恢复正常供电后，首先依次断开配电单元的直流输出开关，关闭监控单元和充电单元，断开交流电源进线开关。再拆除交流输入电源端、直流输出直流母线端的接线，最后撤除直流电源应急系统端所有接线，清理和恢复现场。同时应按运行单位现场工作的要求履行完成相关手续后，结束测试工作。

F.3 注意事项

- 1) 确认直流电源应急系统的直流供电满足现场直流供电负荷需要；
- 2) 连接直流输出时，必须注意和原直流电源系统的正负极性对应。合配电单元的直流输出开关前，确认直流接线正确无误；
- 3) 拆解原直流电源系统接线时，注意记录或拍照，以保证工作完毕后能正确恢复现场；
- 4) 定期对直流电源应急系统的蓄电池组进行充电维护。