

中华人民共和国电力行业标准

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 724-2000

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

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、微机监控器)运行与维护的技术要求和技术参数,适用于电力系统各部门直流电源的运行和维护。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示的版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应控讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 2900.11-1988 蓄电池名词术语

GB/T 2900.33-993 电工术语 电力电子技术

DL/T 459-2000 电力系统直流电源柜订货技术条件

3 名词术语

名词术语除按引用标准 GB/T 2900.11 及 GB/T 2900.33 中的规定外,再增补以下名词术语:

3.1 初充电 (fist charge)

新的蓄电池在交付使用前,为完全达到荷电状态所进行的第一次充电。初充电的工作程序应参照制造厂家说明书进行。

3.2 恒流充电 (constant voltage charge)

充电电流在充电电压范围内,维持在恒定值的充电。

3.3 均衡充电 (equalizing charge)

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

3.4 恒流限压充电 (constant-current limit voltage charge)

先以恒流方式进行充电，当蓄电池组端电压上升到限压值时，充电装置自动转换为恒压充电，至到充电完毕。

3.5 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性负荷的同时向蓄电池补充充电，以补偿电池的自放电，使蓄电池组以满容量的状态处于备用。

3.6 补充充电 (supplementary charge)

蓄电池在存放中，由于自放电，容量逐渐减少，甚至于损坏，按厂家说明书，需定期进行的充电。

3.7 恒流放电 (constant-current discharge)

蓄电池在放电过程中，放电电流值始终保持恒定不变，直放到规定的终止电压为止。

3.8 容量试验 (蓄电池) [capacity test (battery)]

新安装的蓄电池组,按规定的恒定电流进行充电，将蓄电池充满容量后，按规定的恒定电流进行放电，当其中一个蓄电池放至终止电压时为止。按以下公式进行容量计算：

$$C = I_f t \text{ (Ah)}$$

式中 C 蓄电池组容量，Ah；

I_f 恒定放电电流，A；

t 放电时间，h。

3.9 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恒流放电，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。按 3.8 条计算蓄电池组的实际容量。

3.10 稳流精度 (stabilized current precision)

交流输入电压在额定电压±10%范围内变化、输出电流在 20%~100%额定值的任一数值，充电电压在规定的调整范围内变化时，其稳流精度按以下公式计算：

$$\delta_I = \frac{I_M - I_Z}{I_Z} \times 100\%$$

式中 δ_I 稳流精度；

I_M 输出电流波动极限值；

I_Z 输出电流整定值。

3.11 稳压精度 (stabilized voltage precision)

交流输入电压在额定电压±10%范围内变化，负荷电流在 0-100%额定值变化时，直流输出电压在调整范围内的任一数值时其稳压精度按以下公式计算：

$$\delta_U = \frac{U_M - U_Z}{U_Z} \times 100\%$$

式中 δ_U 稳压精度；

U_M 输出电压波动极限值；

U_Z 输出电压整定值。

3.12 纹波系数 (ripple factor)

充电装置输出的直流电压中，脉动量峰值与谷值之差的一半，与直流输出电压平均值之比。按以下公式计算：

$$\delta = \frac{U_f - U_g}{2U_P} \times 100\%$$

式中 δ 纹波系数；

U_f 直流电压中的脉动峰值；

U_g 直流电压中的脉动谷值；

U_P 直流电压平均值。

3.13 效率 (efficiency)

充电装置的交流额定输入功率与直流输出功率之比。按以下公式计算：

$$\delta = \frac{W_D}{W_A} \times 100\%$$

式中 δ 效率；

W_D 直流输出功率；

W_A 交流输入功率。

3.14 “三遥”功能 (“telemetry、telecontrol、teleindication” functions)

遥信功能、遥测功能、遥控功能的简称。

3.15 均流及均流不平衡度 (equalizing current and unbalance)

采用同型号同参数的高频开关电源模块整流器，以 (N+1) 或 (N+2) 多块并联方式运行，为使每一个模块都能均匀地承担总的负荷电流，称为均流。模块间负荷电流的差异，叫均流不平衡度。按以下公式计算：

$$\beta = \frac{I - I_P}{I_N} \times 100\%$$

式中 β 均流不平衡度；

I 实测模块输出电流的极限值；

I_p N 个工作模块输出电流的平均值；

I_N 模块的额电流值。

3.16 电磁兼容 (electromagnetic compatibility)

设备或系统在电磁环境中，能正常工作，并不对环境中的任何事物产生不允许的电磁骚扰的能力。

3.17 严酷等级 (severity level)

在抗扰性试验中规定的影响电磁量的值。

3.18 共模电压 (common mode voltage)

在每一导体和所规定的参照点之间（往往是大地或机架）出现的相量电压的平均值。

3.19 差模电压 (differential mode voltage)

在规定的一组有效导体中任意两导体之间的电压。

3.20 蓄电池容量符号 (battery capacity symbol)

C_5 5h 率额定容量，Ah；

C_{10} 10h 率额定容量，Ah。

3.21 放电电流符号 (Discharge current symbol)

I_5 5h 率放电电流，数值 $C_5/5$ ，A；

I_{10} 10h 率放电电流，数值 $C_{10}/10$ ，A。

4 基本要求

4.1 本规程的基本目的。

4.1.1 保证发电厂、变电所中直流电源装置有良好的运行状态，从而延长其使用年限；

4.1.2 保证发电厂、变电所中直流母线电压均在合格范围；

4.1.3 保证发电厂、变电所中蓄电池组有合格的放电容量；

4.1.4 保证发电厂、变电所中直流电源装置的供电可靠性；

4.1.5 保证蓄电池运行维护人员的安全。

发电厂、变电所直流电源装置的专职工程师，运行维护人员，局、厂科室、工区、分场等有关工程技术人员，均应熟悉和贯彻执行本规程的有关规定。并制定出本单位直流电源装置现场的运行及维护条例。

4.2 本规程适用于各发电厂和变电所使用的防酸隔爆铅酸蓄电池（以下简称防酸蓄电池）、镉镍蓄电池、

阀控式密封铅酸蓄电池（以下简称阀控蓄电池）及其各种类型的充电装置。

4.3 防酸蓄电池和大容量的阀控蓄电池应安装在专用蓄电池室内，容量较小的镉镍蓄电池（40Ah 及以下）和阀控蓄电池（300Ah 及以下）可安装在柜内，直流电源柜可布置在控制室内，也可布置在专用电源室内。

4.4 防酸蓄电池室的门应向外开，套间内有自来水、下水道和水池。

4.5 防酸蓄电池室附近应有存放硫酸、配件及调制电解液的专用工具的专用房间。若入口处套间较大，也可利用此房间。

4.6 防酸蓄电池室的墙壁、天花板、门、窗框、通风罩、通风管道内外侧、金属结构、支架及其他部分均应涂上防酸漆；蓄电池室的地面应铺设耐酸砖。

4.7 防酸蓄电池室窗户，应安装遮光玻璃或者涂有带色油漆的玻璃，以免阳光直射在蓄电池上。

4.8 防酸蓄电池室的照明，应使用防爆灯、并至少有一个接在事故照明母线上，开关、插座、熔断器应安装在蓄电池室外。室内照明线应采用耐酸绝缘导线。

4.9 防酸蓄电池室应安装抽风机，抽风量的大小与充电电流和电池个数成正比，由以下公式决定：

$$V=0.77 \times I_{ch} \times N$$

式中 V 排风量， m^3/h ；

I_{ch} 最大充电电流值， A ；

N 蓄电池组的电池个数。

除了设置抽风系统外，蓄电池室还应设置自然通风气道。通风气道应是独立管道，不可将通风气道引入烟道或建筑物的总通风系统中。

4.10 防酸蓄电池室若安装暖风设备，应设在蓄电池室外、经风道向室内送风。在室内只允许安装无接缝的或焊接无汽水门的暖气设备。取暖设备与蓄电池的距离应大于 0.75m。蓄电池室应有下水道，地面要有 0.5% 的排水坡度，并应有泄水孔，污水应进行中和或稀释后排放。

4.11 蓄电池室的温度应经常保持在 $5^{\circ}C \sim 35^{\circ}C$ 之间，并保持良限的通风和照明。

4.12 抗压设防烈度大于或等于 7 度的地区，蓄电池组应有抗震加固措施。

4.13 不同类型的蓄电池，不宜放在一个蓄电池室内。

4.14 防酸蓄电池的维护，宜备有下列仪表、用具、备品和资料：

a) 仪表

测量电解液密度用的密度计；

测量电解液温度用的温度计；

测量蓄电池电压用的 41/2 数字万用表，室外用温度计。

测量直流电源中的自动装置、控制板等用的示波器、录波器、真空毫伏表等。

b) 用具:

充电解液用的玻璃缸、漏斗、量杯、搪瓷盆、塑料桶、注射器、手电筒、耐酸手套、耐酸围裙、胶皮靴子等。

c) 备品:

化验合格的蒸馏水;

密度为 1.40g/cm^3 的稀硫酸;

中和硫酸用的碳酸氢钠;

防酸隔爆帽;

适当数量的备用蓄电池。

d) 资料:

蓄电池直流电源装置运行日志;

该蓄电池组制造厂家的技术资料, 型式试验报告;

充电浮电装置的说明书和电气原理图;

自动装置、微机监控装置的使用说明书;

投运前三次充放电循环, 蓄电池组端电压、单体电池电压的记录; 运行中定期均衡充电、定期对性放电的记录。

4.15 镉镍蓄电池维护检修时所需要的仪表、用具、备品和资料与铅酸蓄电池维护检修基本相同, 只是备品中备用的是 3%~5% 硼酸溶液。酸性电解液的密度为 $(1.20 \pm 0.01)\text{g/cm}^3$ 。

4.16 蓄电池组的绝缘电阻:

a) 电压为 220V 的蓄电池组不小于 $200\text{k}\Omega$;

b) 电压为 110V 的蓄电池组不小于 $100\text{k}\Omega$;

c) 电压为 48V 的蓄电池组不小于 $50\text{k}\Omega$;

4.17 新安装的直流电源装置在投运前, 应进行交接验收试验。

5 直流电源装置的基本参数、技术指标、交接验收、运行监视

5.1 基本参数

5.1.1 额定输入交流电压: $(380 \pm 10\%)$ V、 $(220 \pm 10\%)$ V、 $(50 \pm 2\%)$ Hz。

5.1.2 直流标称电压: 220V、110V、48V。

5.1.3 充电装置额定直流输出电流分别为: 5、10、15、20、30、40、50、60、80、100、160、200、250、

315、400A。

5.1.4 蓄电池组选用额定容量为：10Ah~3000Ah。

5.2 技术指标

5.2.1 直流母线绝缘电阻应不小于 $10M\Omega$ ；绝缘强度应受工频 2kV，耐压 1min。

5.2.2 蓄电池组浮充电电压稳定范围：稳定范围电压值为 90%~130%（2V 阀控式蓄电池为 125%）直流标称电压。

5.2.3 蓄电池组充电电压调整范围

电压调整范围为 90%~125%（2V 铜酸式蓄电池）；90%~130%（6V、12V 阀控式蓄电池）；90%~145%（镉镍蓄电池）直流标称电压。

5.2.4 恒流充电时，充电电流调整范围为（20%~100%） I_n 。

5.2.5 恒压运行时，负荷电流调整范围为（0~100%） I_n 。

5.2.6 恒流充电稳流精度范围

- a) 磁放大型充电装置，稳定精度应不大于±（2%~5%）；
- b) 相控型充电装置，稳定精度应不大于±（1%~2%）；
- c) 高频开关模块型充电装置，稳定精度应不大于±（0.5%~1%）。

5.2.7 恒压充电稳压精度范围

- a) 磁放大型充电装置，稳压精度应不大于±（1%~2%）；
- b) 相控型充电装置，稳压精度应不大于±（0.5%~1%）；
- c) 高频开关模块型充电装置，稳压精度应不大于±（0.1%~0.5%）。

5.2.8 直流母线纹波系数范围

- a) 磁放大型充电装置，纹波系数精度应不大于 2%；
- b) 相控型充电装置，纹波系数应不大于（1%~2%）；
- c) 高频开关模块型充电装置，纹波系数应不大于（0.2%~0.5%）。

5.2.9 噪声要求 $\leq 50dB(A)$ ，若装有通风机时应不大于 60dB(A)。

5.2.10 直流电源装置中的自动化装置应具有电磁兼容的能力。

5.2.11 充电装置返回交流电源侧的各次电流谐波，应符合 DL/T 459—2000 的要求。

5.3 交接验收

直流电源装置，当安装完毕后，应作投运前的交接验收试验，运行接收单位应派人参加试验，所试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，接收单位方可签字接收。交接验收试验及要求如下。

5.3.1 绝缘监察及信号报警试验

- a) 直流电源装置在空载运行时，额定电压为 220V，用 25k Ω 电阻；额定电压为 110V，用 7k Ω 电阻；额定电压为 48V，用 1.7k Ω 电阻。分别使直流母线接地，应发出声光报警。
- b) 直流母线电压低于或高于整定值时，应发出低压或过压信号及声光报警。
- c) 充电装置的输出电流为额定电流的 105%~110%时，应具有限流保护功能。
- d) 若装有微机型绝缘监察仪的直流电源装置，任何一支路的绝缘状态或接地都能监测、显示和报警。
- e) 远方信号的显示、监测及报警应正常。

5.3.2 耐压及绝缘试验

- a) 在作耐压试验之前，应将电子仪表、自动装置从直流母线上脱离开，用工频 2kV，对直流母线及各支路，耐压 1min，应不闪络、不击穿。
- b) 直流电源装置的直流母线及各支路，用 1000V 摇表测量，绝缘电阻应不小于 10M Ω 。

5.3.3 蓄电池组容量试验

不同的蓄电池各类具有不同的充电率和放电率。

a) 防酸蓄电池组容量试验。

防酸蓄电池组的恒流充电电流及恒流放电电流均为 I_{10} ，其中一个单体蓄电池放电终止电压到 1.8V 时，应停止放电。在三次充放电循环之内，若达不到额定容量值的 100%，此组蓄电池为不合格。

b) 镉镍蓄电池组容量试验。

镉镍蓄电池组的恒流充电电流和恒流放电电流均为 I_5 ，其中一个单体蓄电池放电终止电压到 1V 时，应停止放电。在三次充放电循环之内，若达不到额定容量值的 100%，此组蓄电池为不合格。

c) 阀控蓄电池组容量试验。

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} ，额定电压为 2V 的蓄电池，放电终止电压为 1.8V；额定电压为 6V 的组合式电池，放电终止电压为 5.25V；额定电压为 12V 的组合蓄电池，放电终止电压为 10.5V。只要其中一个蓄电池放到了终止电压，应停止放电。在三次充放电循环之内，若达不到额定容量值的 100%，此组蓄电池为不合格。

d) 防酸蓄电池、镉镍蓄电池在充放电后，应测电解液的密度并符合技术要求。

5.3.4 充电装置稳流精度范围见 5.2.6 规定

5.3.5 充电装置稳压精度范围见 5.2.7 规定

5.3.6 充电装置纹波系数范围见 5.2.8 规定

5.3.7 直流母线连续供电试验

交流电源突然中断，直流母线应连续供电，电压波动不应大于额定电压的 10%。

5.3.8 微机控制自动转换程序试验

a) 阀控蓄电池的充电程序（恒流→恒压→浮充）

根据蓄电池不同种类，确定不同的充电率进行恒流充电，蓄电池组端电压达到某一整定值时，微机将控制充电装置自动转为恒压充电，当充电电流逐渐减小到某一整定值时，微机将控制充电装置自动转为浮充电运行。

b) 阀控蓄电池的补充充电程序：

微机将按所整定的时间（1个月或者3个月），控制充电装置自动地进行恒流充电→恒压充电→浮充电并进入正常运行，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断地向直流母线供电，交流电源恢复送电时，充电装置将进入恒流充电，再进入恒压充电和浮充电，并转入正常运行。

c) “三遥”功能：

控制中心通过遥信、遥测、遥控接口（RS485、422、232），去了解和控制远方变电所中正在运行的直流电源装置。

遥信内容：直流母线电压过高或过低信号、直流母线接地信号，充电装置故障等信号。

遥测内容：直流母线电压及电流值、蓄电池组电压值，充电电流值等参数。

遥控内容：直流电源装置的开机、停机、充电装置的切换。

5.3.9 验收单位应取得资料

- a) 安装使用说明书、设备出厂试验报告、装箱清单、自动装置说明书、蓄电池充电记录及曲线；
- b) 蓄电池组在投运前交接试验及各项参数测试报告；
- c) 电气原理接线图和二次接线图；
- d) 双方签字的交接验收报告。

5.4 运行监视

5.4.1 绝缘状态监视

运行中的直流母线对地绝缘电阻值应不小于 $10\text{M}\Omega$ 。值班员每天应检查正母线和负母线对地的绝缘值。若有接地现象，应立即寻找和处理。

5.4.2 电压及电流监视

值班员对运行中的直流电源装置，主要监视交流输入电压值、充电装置输出的电压值和电流值，蓄电池组电压值、直流母线电压值、浮充电流值及绝缘电压值等是否正常。

5.4.3 信号报警监视

值班员每日应对直流电源装置上的各种信号灯、声响报警装置进行检查。

5.4.4 自动装置监视

a) 检查自动调压装置是否工作正常，若不正常，启动手动调压装置，退出自动调压装置，通知检修人员修复。

b) 检查微机监控器工作状态是否正常，若不正常应退出运行，通知检修人员调试修复。微机监控器退出运行后，直流电源装置仍能正常工作，运行参数由值班员进行调整。

5.4.5 直流断路器及熔断器监视

a) 在运行中，若直流断路器动作跳闸或者熔断器熔断，应发出报警信号。运行人员应尽快找出事故点，分析出事故原因，立即进行处理和恢复运行。

b) 若需更换直流断路器或熔断器时，应按图纸设计的产品型号、额定电压值和额定电流值选用。

6 蓄电池运行及维护

6.1 防酸蓄电池组的运行及维护

6.1.1 防酸蓄电池组运行方式及监视

a) 防酸蓄电池组在正常运行中均以浮充方式运行，浮充电压值一控制为 $(2.15\sim 2.17) V \times N$ (N 为电池个数)。GFD 防酸蓄电池组浮充电压值可控制到 $2.23 V \times N$ 。

b) 防酸蓄电池组在正常运行中主要监视端电压值、每只单体蓄电池的电压值、蓄电池液面的高度、电解液的比重、蓄电池内部的温度、蓄电池室的温度、浮充电流值的大小。

6.1.2 防酸蓄电池组的充电方式

a) 初充电

按制造厂家的使用说明书进行初充电。

b) 浮充电

防酸蓄电池组完成初充电后，以浮充电的方式投入正常运行，浮充电流的大小，根据具体使用说明书的数据整定，使蓄电池组保持额定容量。

c) 均衡充电

防酸蓄电池组在长期浮充电运行中，个别蓄电池落后，电解液密度下降，电压偏低，采用均衡充电方法，可使蓄电池消除硫化恢复到良好的运行状态。

均衡充电的程序：先用 I_{10} 电流对蓄电池组进行恒流充电，当蓄电池组端电压上升到 $(2.30\sim 2.33) V \times N$ ，将自动或手动转为恒压充电，充电电流减小到 $0.1 I_{10}$ 时，可认为蓄电池组已被充满容量，并自动或手动转为浮充电方式运行。

6.1.3 核对性放电

长期浮充电方式运行的防酸蓄电池，极板表面将逐渐生产硫酸铅结晶体（一般称之为“硫化”），堵塞极板的微孔，阻碍电解液的渗透，从而增大了蓄电池的内电阻，降低了极板中活性物质的作用，蓄电池容量大为下降。核对性放电，可使蓄电池得到活化，容量得到恢复，使用寿命延长，确保发电厂和变电站的安全运行。

核对性放电程序如下：

a) 一组防酸蓄电池

发电厂或变电所只有一组蓄电池组，不能退出运行，也不能作全核对性放电，只允许用 I_{10} 电流放出其额定容量的 50%，在放电过程中，单体蓄电池电压还不能低于 1.9V。放电后，应立即用 I_{10} 电流进行恒流充电，当蓄电池组电压达到 $(2.30\sim 2.33) V \times N$ 时转为恒压充电，当充电电流下降到 $0.1 I_{10}$ 电流时，应转为浮充电运行，反复几次上述放电方式后，可认为蓄电池组得到了活化，容量得到了恢复。

b) 两组防酸蓄电池

发电厂或变电所，若具有两组蓄电池，则一组运行，另一组断开负荷，进行全核对性放电。放电电流为 I_{10} 恒流。当单体电压为电压 1.8V 时，停止放电，放电过程中，记下蓄电池组的端电压，每个蓄电池端电压，电解液密度。若蓄电池组第一次核对性放电，就放出了额定容量，不再放电，充满容量后便可投入运行。若放充三次均达不到额定容量的 80%，可判此组蓄电池使用年限已到，并安排更换。

c) 防酸蓄电池核对性放电周期

新安装或大修中更换过电解液的防酸蓄电池组，第 1 年，每 6 个月进行一次核对性放电；运行 1 年以后的防酸蓄电池组，1~2 年进行一次核对性放电。

6.1.4 运行维护

a) 对防酸蓄电池组，值班员每日应进行巡视，主要检查每只蓄电池的液面高度，看有无漏液，若液面低于下线，应补充蒸馏水，调整电解液的比重在合格范围内。

b) 防酸蓄电池单体电压和电解液比重的测量，发电厂两周测量一次，变电所每月测量一次，按记录表填好测量记录，并记下环境温度。

c) 个别落后的防酸蓄电池，应通过均衡充电方法进行处理，不允许长时间保留在蓄电池组中运行，若处理无效，应更换。

6.1.5 防酸蓄电池故障及处理

a) 防酸蓄电池内部极板短路或断路，应更换蓄电池。

b) 长期浮充电运行中的防酸蓄电池，极板表面逐渐产生白色的硫酸铅结晶体，通常称之为“硫化”，处理方法：将蓄电池组退出运行，先用 I_{10} 电流进行恒流充电，当单体电压上升为 2.5V 时，停充 0.5h，再用 $0.5 I_{10}$ 电流电至冒大气时后，又停 0.5h 后再继续充电，直到电解液沸腾，单体电压上升到 $(2.7\sim 2.8) V$

停止充电(1~2)h后,用 I_{10} 电流进行恒流放电,当单体蓄电池电压下降至1.8V时,终止放电,并静置(1~2)h,再用上述充电程序进行充电和放电,反复几次,极板白斑状的硫酸铅结晶体消失,蓄电池容量将得到恢复。

c) 防酸蓄电池底部沉淀物过多,用吸管清除沉淀物,并补充酸制的标准电解液。

d) 防酸蓄电池极板弯曲,龟裂或肿胀,若容量达不到80%以上,此蓄电池应更换。在运行中防止电解液的温度超过 35°C 。

e) 防酸蓄电池绝缘降低,当绝缘电阻值低于现场规定值时,将会发出接地信号,正对地或负对地均能测到泄漏电压。处理方法:对蓄电池外壳和支架采用酒精清擦,改善蓄电池室外的通风条件,降低湿度,绝缘将会提高。

f) 防酸蓄电池容量下降,更换电解液,用反复充电法,可使蓄电池的容量得到恢复。若进行了三次充电放电,其容量均达不到额定容量的80%以上,此组蓄电池应更换。

g) 防酸蓄电池在日常维护还应做到以下各点:蓄电池必须保持经常清洁,定期擦除蓄电池外部上的硫酸痕迹和灰尘,注意电解液面高度、不能让极板和隔板露出液面,导线的连接必须安全可靠,长期备用搁置的蓄电池,应每月进行一次补充电。

6.2 镉镍蓄电池组的运行及维护

6.2.1 镉镍蓄电池组的运行方式及监视

a) 镉镍蓄电池主要分为两大类:高倍率镉镍蓄电池,瞬间放电电流是蓄电池额定容量的3~6倍;中倍率镉镍蓄电池瞬间放电电流是蓄电池额定容量的1~3倍。

b) 镉镍蓄电池组在正常运行中以浮充方式运行,高倍率镉镍蓄电池浮充电压值宜取 $(1.36\sim 1.39)\text{V}\times N$ 、均衡充电电压宜取 $(1.47\sim 1.48)\text{V}\times N$;中倍率镉镍蓄电池浮充电压值宜取 $(1.42\sim 1.45)\text{V}\times N$ 、均衡充电电压宜取 $(1.52\sim 1.55)\text{V}\times N$,浮充电流值宜取 $(2\sim 5)\text{mA}\times \text{Ah}$ 。

c) 镉镍蓄电池组在运行中,主要监视端电压值,浮充电流值,每只单体蓄电池的电压值、蓄电池液面高度、是否爬碱、电解液的比重,蓄电池内电解液的温度、运行环境温度等。

6.2.2 镉镍蓄电池的充电制度

a) 正常充电

用 I_5 恒流对镉镍蓄电池进行的充电。(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(5~7)h。

b) 快速充电

用 $2.5 I_5$ 恒流对镉镍蓄电池充电2h。

c) 浮充充电

在长期运行中,按浮充电压值和浮充电流进行的充电。

d) 不管采用何种充电方式，电解液的温度不得超过 35℃。

6.2.3 镉镍蓄电池组的放电制度

a) 正常放电

用 I_5 恒流连续放电，当蓄电池组的端电压下降至 $1V \times N$ 时(其中一只镉镍蓄电池电压下降到 0.9V 时)，停止放电，放电时间若大于 5h，说明该蓄电池组具有额定容量。

b) 事故放电

交流电源中断，二次负荷及事故照明负荷全由镉镍蓄电池组供电。若供电时间较长，蓄电池组端电压下降到 $1.1V \times N$ 时，应自动或手动切断镉镍蓄电池组的供电，以免因过放使蓄电池组容量亏损过大，对恢复送电造成困难。

6.2.4 镉镍蓄电池组的核对性放电

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 I_5 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。若有备用蓄电池组作为临时代用，此且镉镍蓄电池就可作全核对性放电。

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进行全核对性放电。用 I_5 恒流放电，终止电压为 $1V \times N$ ，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。

c) 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，每年必须进行一次全核对性的容量试验。

6.2.5 镉镍蓄电池组的运行维护

a) 镉镍蓄蓄电池液面低

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”

维护办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

维护办法是更换电解液，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 $0.5 I_5$ 电流，继续过充电（3~4）h，停止充（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。

6.3 阀控蓄电池组的运行及维护

6.3.1 阀控蓄电池组的运行方式及监视

a) 阀控蓄电池分类

目前主要分贫液式和胶体式两类。

b) 运行方式及监视

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 $(2.23\sim 2.28) V \times N$ 、均衡充电电压值宜控制为 $(2.30\sim 2.35) V \times N$ ，在运行中主要监视蓄电池组的端电压值，浮充电流值，每只蓄电池的电压值、蓄电池组及直流母线的对地电阻值和绝缘状态。

6.3.2 阀控蓄电池的充放电制度

a) 恒流限压充电

采用 I_{10} 电流进行恒流充电，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充电。

b) 恒压充电

在 $(2.30\sim 2.35) V \times N$ 的恒压充电下， I_{10} 充电电流逐渐减小，当充电电流减小至 $0.1 I_{10}$ 电流时，充电装置的倒计时开始起动作，当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) 补充充电

为了弥补运行中因浮充电流调整不当造成了欠充，补偿不了阀控蓄电池自放电和爬电漏电所造成蓄电池容量的亏损，根据需要设定时间（一般为 3 个月）充电装置将自动地或手动进行一次恒流限压充电→恒压充电→浮充电过程，使蓄电池组随时具有满容量，确保运行安全可靠。

6.3.3 阀控蓄电池的核对性放电

长期使用限压限流的浮充电运行方式或只限压不限流的运行方式，无法判断阀控蓄电池的现有容量，内部是否失水或干裂。只有通过核对性放电，才能找出蓄电池存在的问题。

a) 一组阀控蓄电池

发电厂或变电所中只有一组电池，不能退出运行、也不能作全核对性放电、只能用 I_{10} 电流恒流放出额定容量的 50%，在放电过程，蓄电池组端电压不得低于 $2V \times N$ 。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，反复放充（2~3）次，蓄电池组容量可得到恢复，蓄电池存在的缺陷他能找出和

处理。若有备用阀控蓄电池组作临时代用，该组阀控蓄电池可作全核对性放电。

b) 两组蓄电池

发电厂或变电所中若具有两组阀控蓄电池，可先对其中一组阀控蓄电池组进行全核对性放电，用 I_{10} 电流恒流放电，当蓄电池组端电压下降到 $1.8V \times N$ 时，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。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。

c) 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，应进行全核对性放电试验，以后每隔 2~3 年进行一次核对性试验，运行了 6 年以后的阀控蓄电池，应每年作一次核对性放电试验。

6.3.4 阀控蓄电池的运行维护

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 1)的规定。

表 1 阀控蓄电池在运行中电压偏差值及放电终止电压值的规定

阀控式密封铅酸蓄电池	标称电压		
	2	6	12
运行中的电压偏差值	±0.05	±0.15	±0.3
开路电压最大最小电压差值	0.03	0.04	0.06
放电终止电压值	1.80	5.40(1.80×3)	10.80(1.80×6)

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，绝缘电阻是否下降，蓄电池温度是否过高等。

c) 备用搁置的阀控蓄电池，每 3 个月进行一次补充充电。

d) 阀控蓄电池的温度补偿系数受环境温度影响，基准温度为 25℃时，每下降 1℃，单体 2V 阀控蓄电池浮充电电压值应提高 (3~5) mV。

e) 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。

6.3.5 阀控蓄电池的故障及处理

a) 阀控蓄电池壳体异常

造成的原因有：充电电流过大，充电电压超过了 $2.4V \times N$ ，内部有短路或局部放电、温升超标、阀控失灵。处理方法：减小充电电流，降低充电电压，检查安全阀体是否堵死。

b) 运行中浮充电电压正常，但一放电，电压很快下降到终止电压值，原因是蓄电池内部失水干涸、电解物质变质。处理方法是更换蓄电池。

铅酸蓄电池特性测试大纲

G.1 蓄电池参数测试

G.1.1 蓄电池主要技术测试

G.1.1.1 蓄电池的浮充电压和浮充电流值。

G.1.1.2 蓄电池的均充电压和均充电流值。

G.1.1.3 蓄电池的开路电压及电解液比重。

G.1.1.4 蓄电池的极化电压。

G.1.1.5 蓄电池在充足电后静置 48h，测量蓄电池静态端电压的偏差值。

G.1.1.6 蓄电池动态端电压偏差值测试：取蓄电池数量为 104 个。

1. 浮充电压（浮充电时间不小于 48h）为：标准值 $\pm 0.02V$ /个（如：2.15V、2.23V、2.25V）的偏差值，及不同偏差范围（ $\pm 0.005V$ ）电池的数量。

2. 均充电压为 2.28V、2.30V、2.33V、2.35V、2.40V / 个，均充末期电压偏差值，及不同偏差范围（ $\pm 0.005V$ ）蓄电池的数量。

G.1.1.7 温度特性测试：

1. 温度与浮充电压的关系；
2. 温度与容量的关系；
3. 温度与放电容量及终止电压的关系；
4. 温度与电池寿命的关系（通过加速老化试验）。

G.1.1.8 蓄电池单片极板的规格、睿琢极板厚度测试。

G.1.1.9 蓄电池内阻测试（25℃）

1. 单体蓄电池的平均电阻；
2. 蓄电池每 Ah 的平均电阻；
3. 蓄电池连接条的电阻及接触电阻（硬连接和软连接）。

G.1.1.10 蓄电池短路电流测试：

1. 不同容量（极板）单体蓄电池的短路电流；
2. 蓄电池每 Ah 的平均短路电流。

G.1.1.11 蓄电池不同浮充电压与放电容量的关系测试（25℃）

以 6 个蓄电池为一组，共二组，在充足电以后，再分别以标准值 $\pm 0.02\text{V}/\text{个}$ （如 2.15V、2.23V、2.25V / 个）的浮充电压持续浮充不少于一个月，然后测试每个蓄电池的放电容量和终止电压，取每组蓄电池放电容量和终止电压的平均值。

G.1.2 蓄电池充电和放电特性曲线测试

G.1.2.1 蓄电池均衡充电特性曲线：

1. 蓄电池放电深度为 $20\%C_{10}$ 、 $50\%C_{10}$ 、 $80\%C_{10}$ 和 $100\%C_{10}$ 及均充电流为 $1.0I_{10}$ 和 $1.25 I_{10}$ ，在 2.28V/个均充电压时的均衡充电特性曲线；

2. 蓄电池放电深度为 $20\%C_{10}$ 、 $50\%C_{10}$ 、 $80\%C_{10}$ 和 $100\%C_{10}$ 及均充电流为 $1.0I_{10}$ 和 $1.25 I_{10}$ ，在 2.30V/个均充电压时的均衡充电特性曲线；

3. 蓄电池放电深度为 $20\%C_{10}$ 、 $50\%C_{10}$ 、 $80\%C_{10}$ 和 $100\%C_{10}$ 及均充电流为 $1.0I_{10}$ 和 $1.25 I_{10}$ ，在 2.33V/个均充电压时的均衡充电特性曲线；

4. 蓄电池放电深度为 $20\%C_{10}$ 、 $50\%C_{10}$ 、 $80\%C_{10}$ 和 $100\%C_{10}$ 及均充电流为 $1.0I_{10}$ 和 $1.25 I_{10}$ ，在 2.35V/个均充电压时的均衡充电特性曲线；

5. 蓄电池放电深度为 $20\%C_{10}$ 、 $50\%C_{10}$ 、 $80\%C_{10}$ 和 $100\%C_{10}$ 及均充电流为 $1.0I_{10}$ 和 $1.25 I_{10}$ ，在 2.40V/个均充电压时的均衡充电特性曲线；

G.1.2.2 蓄电流充电容量与放电深度、充电电压、电流和时间关系测试（25℃）。

G.1.2.3 蓄电池分别以 $1.0I_{10}$ ~ $10I_{10}$ 放电倍率的放电特性及曲线测试（25℃）。

G.1.2.4 蓄电池放电 5sec、1min，终止电压为 1.75V、1.80V、1.83V、1.85V、1.87V 和 1.90V 时的容量换算系数（Kc）及曲线测试（25℃）。

G.1.2.5 蓄电池分别放电 0.5h、1.0h、1.5h、2.0h、3.0h、4.0h、5.0h、6.0h、7.0h 和 8.0h，终止电压分别为 1.75V、1.80V、1.83V、1.85V、1.87V 的 1.90V 时的容量系数（Kcc）和容量换算系数（Kc）及曲线测试（25℃）。

G.1.2.6 冲击及电特性和曲线测试：

1. 蓄电池在浮充电工况下（浮充电时间不小于 48h）的冲击放电特性和曲线测试（25℃）。

2. 蓄电池在浮充电 48h 后，断开浮充电电源立即冲击放电的冲击放电特性和曲线测试（25℃）。

3. 蓄电池在充足电且静置 15h 后的冲击放电特性和曲线测试（25℃）。

4. 蓄电池分别以 $1.0I_{10}$ ~ $5.0I_{10}$ 放电倍率放电 0.5h、1h 和 2h 后的冲击放电特性和曲线测试（25℃）。

G.1.3 其它

G.1.3.1 蓄电池型谱、外形尺寸及重量。

G.1.3.2 不同容量蓄电池连接条数量。

G.1.3.3 连接条尺寸。

G.2 蓄电池内阻测试及短路电流计算

G.2.1 蓄电池内阻测试

蓄电池内阻测试方法有两种：一次放电法和两次放电法。

1. 一次放电法

将蓄电池充满电，静置 8h 以上，待电压稳定后，测量其开路电压 U_0 。再以电流 $I=10I_{10}\sim 15I_{10}(A)$ 的大电流冲击放电，同时由示波器录制波形，然后测定 $t=0.02、0.2、0.5$ 和 1.0sec 时的冲击放电电流 I_t 和冲击放电电压 U_t ，则蓄电池内阻为：

$$r_b = \frac{U_0 - U_t}{I_t}$$

在蓄电池引出端子上短路，则蓄电池的短路电流：

$$I_{bk} = \frac{U_0}{r_b + r_1}$$

式中： r_1 —蓄电池连接条的电阻。

如果在蓄电池组连接的直流母线上短路，则短路电流：

$$I_k = \frac{nU_0}{N(r_b + r_1) + r_c}$$

式中： n —蓄电池个数；

r_c —蓄电池组端子到直流母线的连接电缆或导线电阻。

2. 两次放电法

对充足电的蓄电池，首先以电流 $I_1=4.0I_{10}\sim 6.0I_{10}(A)$ 放电 20sec 后，测定电压 U_1 （见附图）。放电时间不超过 25sec，立即断开短接回路，静置 2~5min，不再充电。然后再以 $I_2=20I_{10}\sim 40I_{10}$ 的电流放电 5sec 后，测定电压 U_2 ，则蓄电池的内阻：

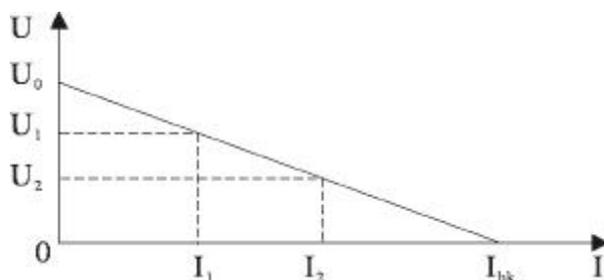
$$r_b = \frac{U_1 - U_2}{I_2 + I_1}$$

由图可知：

$$\frac{I_{bk} - I_1}{U_1} = \frac{I_2 - I_1}{U_1 - U_2}$$

进而求出蓄电池端子上短路时，流过蓄电池的短路电流：

$$I_{\text{bk}} = \frac{U_1 I_2 - U_2 I_1}{U_1 - U_2}$$



G.3 蓄电池放电容量与温度的关系

蓄电池放电容量与温度有关，蓄电池额定容量的基准温度规定为 25℃和 20℃两种。蓄电池的放电容量随温度升高而增大，随温度降低而减小。在基准温度至零度范围内，温度每下降 1℃，其放电容量下降约 1%。

蓄电池在非基准温度时的放电容量可近似地用下式计算：

$$C_t = C_{10}[1 + K_t(t - T)]$$

式中：

C_t —蓄电池非基准温度 (t ℃) 下的放电容量 (Ah)；

C_{10} —蓄电池额定容量 (基准 25℃下的放电容量) (Ah)；

K_t —温度系数；

t —非基准温度；

T —基准温度。