

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5120 — 2000

小型电力工程直流系统设计规程

DC System design code for small
electric power project

主编部门：国家电力公司华北电力设计院

批准部门：中华人民共和国国家经济贸易委员会

批准文号：国经贸电力〔2000〕1048号

中国电力出版社

2000 北京

中华人民共和国电力行业标准
小型电力工程直流系统设计规程
DL/T 5120—2000

*

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号 100044 [http://www. cepp. com. cn](http://www.cepp.com.cn))
北京梨园印刷厂印刷

*

2001年3月第一版 2001年3月北京第一次印刷
850毫米×1168毫米 32开本 2.375印张 61千字
印数 0001—5000册

*

书号 155083·256 定价 15.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

前 言

本规程是根据国家经济贸易委员会电力司的电力 [1999] 40 号文“关于确认 1998 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知”中要求，序号 32 制定《小型电力工程直流系统设计规程》的任务而编制的。

本规程的制定以原中华人民共和国电力工业部电技 [1995] 506 号文发布实施的《火力发电厂、变电所直流系统设计技术规定》为原本。本规程适用于单机容量为 25MW 及以下发电厂和 110kV 及以下变（配）电所新建工程直流系统的设计。根据国内外新标准、新技术、新元件、新装置的应用，增加了以下内容：

- a. 阀控式密封铅酸蓄电池；
- b. 高频开关电源装置；
- c. 直流空气开关。

本标准的附录 A~附录 G 都是标准的附录。

本规程由国家电力公司电力规划设计总院提出并归口。

本规程由国家电力公司华北电力设计院负责起草。

本规程主要起草人：陈巩、刘百震、冯家茂。

本规程由国家电力公司电力规划设计总院负责解释。

目 次

前言

1 范围	1
2 引用标准	2
3 术语	3
4 系统选择	5
5 直流电源	6
6 系统接线	10
7 设备选择	13
8 设备布置	17
9 对外专业的要求	18
附录 A (标准的附录) 蓄电池应用曲线及图表	20
附录 B (标准的附录) 直流回路主要设备选择	32
附录 C (标准的附录) 直流负荷统计	36
附录 D (标准的附录) 蓄电池容量选择计算	38
附录 E (标准的附录) 电缆截面选择计算	42
附录 F (标准的附录) 直流电源设备距离	44
附录 G (标准的附录) 本规程用词说明	45
条文说明	47

1 范 围

本规程规定了直流系统选择要求、直流系统接线和设备选择及布置。

本规程适用于单机容量为 25MW 及以下发电厂和 110kV 及以下变电（配电）所新建工程直流系统的设计，对扩建和改建工程可参照执行。

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，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 156—1993 标准电压
- GB/T 13337.1—1991 固定型防酸式铅酸蓄电池技术条件
- GB 50049—1994 小型火力发电厂设计规范
- GB 50217—1994 电力工程电缆设计规范
- GB 50260—1996 电力设施抗震设计规范
- DL/T 637—1997 阀控式密封铅酸蓄电池订货技术条件
- DL/T 5035—1994 火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规定
- DL/T 5044—1995 火力发电厂、变电所直流系统设计技术规定
- DL/T 5103—1999 35kV~110kV 无人值班变电所设计规程

3 术 语

3.0.1 蓄电池组 storage battery

用导体连接两个或多个单体蓄电池用作能源的设备。

3.0.2 防酸式铅酸蓄电池 acid-spray-proof lead-acid batteries

蓄电池槽与蓄电池盖之间应密封，使蓄电池内产生的气体只能从防酸栓排出，电极主要由铅制成，电解液是硫酸溶液的一种蓄电池。

3.0.3 阀控式密封铅酸蓄电池 valve regulated sealed lead-acid batteries

蓄电池正常使用时保持气密和液密状态，当内部气压超过预定值时，安全阀自动开启，释放气体，当内部气压降低后安全阀自动闭合，同时防止外部空气进入蓄电池内部，使其密封。蓄电池在使用寿命期间，正常使用情况下无需补加电解液。

3.0.4 镉镍蓄电池 nickel-cadmium battery

正极活性物质主要由镍制成，负极活性物质主要由镉制成的一种碱性蓄电池。

3.0.5 浮充电 floating charge

在正常运行时，充电装置承担经常负荷，同时向蓄电池组补充充电，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。

3.0.6 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，为使其恢复到规定的范围内而进行的充电，称为均衡充电。

3.0.7 端电池 terminal battery

蓄电池组中基本电池之外的蓄电池。

3.0.8 控制负荷 control load

控制、信号、继电保护、自动装置等直流负荷。

3.0.9 动力负荷 drive load

直流电动机、断路器电磁合闸机构、交流不停电电源装置、事故照明等直流负荷。

3.0.10 冲击负荷 impact load

瞬间或短时加在直流电源的较大负荷。

3.0.11 随机负荷 random load

交流事故停电过程中恢复供电时产生的冲击负荷。

4 系统选择

4.0.1 发电厂、110kV 变电所及其他重要变电所应装设蓄电池组向控制负荷、动力负荷供电。

蓄电池组正常应以全浮充电方式运行。

1 控制负荷包括电气和热工的控制、信号、继电保护、自动装置等负荷。

2 动力负荷包括直流电动机、断路器电磁合闸机构、交流不停电电源装置以及事故照明等负荷。

3 直流负荷应按性质分类

1) 经常性负荷：要求直流电源在各种工况下均应可靠供电的负荷。

2) 事故性负荷：要求直流电源在交流电源事故停电时间内可靠供电的负荷，并按事故初期负荷和事故持续负荷以及随机负荷分类。

4.0.2 直流系统额定电压按下列要求确定：

发电厂宜采用 220V；变电所宜采用 110V，也可采用 220V。

4.0.3 蓄电池组不宜设置端电池。

4.0.4 蓄电池组在正常浮充电运行方式下，直流母线电压应为直流系统额定电压的 105%；其他运行方式下直流系统母线电压不应超出直流用电设备所允许的电压波动范围：

直流母线电压应在直流系统额定电压的 85% ~ 110% 范围内。

4.0.5 允许短时停电的直流负荷，宜采用单独的直流电源设备供电。

5 直流电源

5.1 蓄电池组

5.1.1 蓄电池型式选择。

发电厂及 110kV 变电所宜采用阀控式密封铅酸蓄电池或防酸式铅酸蓄电池。

35kV 及以下变电所宜采用阀控式密封铅酸蓄电池，也可采用高倍率镉镍碱性蓄电池。

5.1.2 蓄电池组数。

对于发电厂，当机组台数为 3 台及以上，且总容量为 100MW 及以上时，宜装设 2 组蓄电池；其他情况下可装设一组蓄电池。

对于 110kV 及以下变电所宜装设 1 组蓄电池，重要的 110kV 变电所也可装设 2 组蓄电池。

5.1.3 单体蓄电池的浮充电压、均衡充电电压及放电末期电压的选择应符合下列规定：

1 防酸式铅酸蓄电池的浮充电压宜取 2.15V ~ 2.17V (GFD 型蓄电池取 2.23V)；均衡充电电压范围为 2.25V ~ 2.35V，宜取 2.30V；放电末期电压宜取 1.80V。

2 阀控式密封铅酸蓄电池的浮充电压宜取 2.23V ~ 2.28V；均衡充电电压范围为 2.30V ~ 2.35V，宜取 2.30V；放电末期电压宜取 1.83V。

3 高倍率隔镍蓄电池的浮充电压宜取 1.36V ~ 1.39V；均衡充电电压宜取 1.47V ~ 1.48V；放电末期电压最低值宜取 1.10V。

5.1.4 蓄电池的负荷统计参见附录 C，应符合下列规定：

1 当装设 2 组蓄电池时，对于控制负荷，每组应按属于该控制室的全部负荷统计；对于直流事故照明负荷，每组应按属于

该控制室的全部负荷的 60%（变电所可按 100%）统计；对于断路器合闸冲击负荷按随机负荷考虑；对于动力负荷和通信远动的事事故负荷，宜平均分配在两组蓄电池上。

2 计算蓄电池容量时，与电力系统连接的发电厂，交流厂用电事故停电时间和变电所全所事故停电时间应按 1h 计算。无人值班变电所宜按 2h 计算。

3 直流油泵计算时间，宜按 0.5h 计算。启动电流宜按 2 倍额定电流计算。负荷系数宜取 0.9。

4 交流不停电电源装置计算时间宜按 1h 计算，无人值班变电所按 2h 计算，负荷系数宜取 0.6。

5 事故初期的冲击负荷，按如下原则统计：

备用电源断路器采用电磁合闸线圈时，应按备用电源实际自投断路器台数计算，其冲击负荷系数宜取 0.5。

低电压、母线保护、低频减负荷等跳闸回路宜按实际数之和计算，其冲击负荷系数宜取 0.6~0.8。

热工及电气控制、保护回路等宜按实际负荷之和计算，其负荷系数宜取 0.6。

6 事故停电时间内电磁合闸冲击负荷，应按断路器最大 1 台合闸电流计算，且应按随机负荷统计，并应与事故初期之外的最大负荷或出现最低电压时的负荷相叠加。

5.1.5 蓄电池容量选择计算条件，应满足全厂（所）事故停电时间内的放电容量；应计及事故初期直流电动机启动电流和其他冲击负荷电流；并应考虑蓄电池组持续放电时间内随机负荷电流的影响。

确定蓄电池容量时，应按最严重的事事故方式校验直流母线电压，其最低值应满足直流负荷的要求。

5.1.6 蓄电池容量选择宜采用下列计算方法并参见附录 D。

1 电压控制法（亦称容量换算法）

1) 按事故放电时间分别统计事故放电容量。

2) 按不同蓄电池型式、不同放电终止电压和放电时间，

确定相应的容量系数 (K_{CC})。

3) 根据事故放电容量计算所需容量。选取与计算容量最大值接近的蓄电池标称容量 (C_{10})。

4) 进行蓄电池端电压水平的计算, 应满足直流系统最低电压的要求。

2 阶梯负荷法 (亦称电流换算法)

1) 按事故放电时间, 分别统计事故放电电流, 确定负荷曲线。

2) 按不同蓄电池型式、不同放电终止电压和放电时间, 确定相应的容量换算系数 (K_C)。

3) 根据事故放电电流, 按事故放电阶段逐段进行容量计算。当有随机负荷 (指末期冲击负荷) 时, 应叠加在第一阶段以外的计算容量最大的放电阶段。

4) 选取与计算容量最大值接近的蓄电池标称容量 (C_{10}), 作为蓄电池的选择容量。

5.1.7 蓄电池个数。

1 铅酸蓄电池的直流系统每组蓄电池个数, 应按正常浮充电运行方式时保证直流母线电压为额定电压的 105% 计算, 并按事故放电末期和充电末期直流母线电压应满足直流负荷的要求校验, 参见附录 B3。

2 隔镍蓄电池的直流系统每组蓄电池个数, 宜按直流母线电压在事故放电末期为额定电压的 90% (高倍率), 即每个蓄电池电压按 1.1V (高倍率) 计算, 并宜考虑持续负荷电流与冲击负荷电流的影响, 但其上限应与接线方式相适应。基本电池个数应按浮充电方式下直流母线电压为额定电压的 105% 计算。

5.2 充电装置

5.2.1 设有 2 组蓄电池的直流系统, 采用晶闸管式充电装置时宜设 3 套同容量的充电装置; 采用高频开关充电装置时宜设 2 套同容量的充电装置。

5.2.2 设有一组蓄电池的直流系统，采用晶闸管式充电装置时宜设 2 套同容量的充电装置；采用高频开关充电装置时宜设 1 套充电装置，经技术经济比较合理时，也可采用 2 套充电装置。

6 系统接线

6.1 接线方式

6.1.1 发电厂、变电所直流母线宜采用单母线或单母线分段接线：

1 设有1组蓄电池的直流系统，宜采用单母线或单母线分段接线。

2 设有2组蓄电池的直流系统应采用单母线分段接线，每段母线接一组蓄电池和1套充电装置。系统接线应考虑在运行切换时不中断供电的要求。

3 蓄电池组宜经保护电器接入母线。

6.1.2 充放电装置的连接方式应符合下列规定：

1 单母线接线的充电设备宜经保护电器接入直流母线或与蓄电池组并联经刀开关切换接于直流母线上。

2 单母线分段接线只有1组蓄电池和1套充电装置时，充电装置经保护电器宜与蓄电池组经保护电器分别接在两个分段上。

两组蓄电池两套充电装置时，蓄电池与充电装置分别经保护电器接在不同分段上。

两组蓄电池三套充电装置时，其中两组蓄电池与充电装置分别经保护电器接在不同分段上，备用充电装置经保护电器与两组蓄电池并联。

3 放电设备宜经保护电器直接与蓄电池并联。

6.1.3 直流系统应采用不接地方式。

6.2 直流屏（柜）配置

6.2.1 直流主屏（柜）应包括充电装置进线、蓄电池组进线、母线分段及放电试验等开断设备。

6.2.2 充电设备屏（柜）宜单独设置。小容量的充电设备可以将2套设在一个屏（柜）内。

6.2.3 直流馈线屏宜将动力馈线和控制馈线分屏设置。当馈线数量较少时也可合并布置在一面屏（柜）上或分别布置在主屏和整流器屏（柜）上。

6.2.4 当直流供电范围较大且有相对集中的独立负荷时，宜设置直流分电屏（柜）或直流电源箱。

6.2.5 当蓄电池采用小容量阀控式密封铅酸蓄电池或镉镍蓄电池时，宜放在屏（柜）内。

6.3 网 络 设 计

6.3.1 供电网络宜采用辐射状供电方式。对事故照明电源箱、断路器合闸机构、直流电动机、UPS电源、通信备用电源等供电，应分别设置馈线。

6.3.2 设置直流分电屏（柜）的直流系统，应从直流馈线屏取得双回供电电源。直流分电屏（柜）对其直流负荷仍应分别设置馈线供电。

6.3.3 对距离直流馈线屏（柜）较远且分散的直流负荷（如断路器合闸等）宜设直流分配电屏（柜）供电，也可采用环状供电方式。两回电源宜从不同的直流母线段引接。环状网络干线引接负荷处两侧应分别设置隔离设施，并适当分段。

6.3.4 控制保护屏（柜）和成套配电装置设置直流电源小母线时，可采用环状供电方式，并适当分段。两回电源线宜从不同的直流母线段引接。

6.3.5 同一安装单位的各直流负荷宜由1组蓄电池直流系统供电。双重化回路宜分别从不同的直流母线段引接。

6.4 保护与监测接线

6.4.1 直流屏（柜）主回路及馈线回路的操作设备宜采用自动开关或刀开关。

6.4.2 直流屏（柜）主回路及馈线回路的保护设备宜采用自动开关或熔断器。

6.4.3 直流系统表计配置应符合下列规定：

1 蓄电池、充电和浮充电装置的输出回路应装设直流电流表。放电试验回路宜有电流表。

2 直流主母线、直流分电屏（柜）、蓄电池和充电装置的输出回路宜装设直流电压表。

3 蓄电池回路可装设浮充电流表。

6.4.4 直流母线应装设过电压和低电压的电压监察装置。电压异常时，应能发出灯光和音响信号。

6.4.5 直流主母线应装设绝缘监察装置。当直流母线绝缘电阻低于规定值时，应能发出灯光和音响信号。绝缘监察装置仪表应能测出正、负极母线对地的电压值及绝缘电阻值。

6.4.6 直流系统应装设蓄电池自动开关跳闸或熔断器熔断、充电装置交流失电、充电装置故障等灯光和音响信号。

直流屏（柜）布置在主环外时，应在主环屏上设置直流系统故障的总信号光字牌和直流母线电压表。

6.4.7 当闪光装置不随中央信号装置配套而在直流系统设置时，应在每段直流母线设一套。

6.5 无人值班变电所的要求

6.5.1 直流充电装置应具备微机自动控制功能。正常以全浮充电方式运行，并具有自动均衡充电、交流电源自动投切等功能。

6.5.2 直流系统应有下列远传量：

1 遥测直流母线电压。

2 遥信直流系统接地、直流母线电压异常、充电装置故障和蓄电池出口的开断设备事故断开等信号。

7 设备选择

7.1 直流电源成套装置的选择

7.1.1 阀控式铅酸蓄电池，容量在 300Ah 及以下的可组成成套装置。

7.1.2 高倍率镉镍碱性蓄电池，容量在 40Ah 及以下的应组成成套装置。

7.1.3 直流电源成套装置宜按蓄电池、充电装置和馈线分别设屏（柜）。

7.2 充电装置选择

7.2.1 蓄电池的充电装置宜选用高频开关整流装置或晶闸管式整流装置，应满足蓄电池充电和浮充电要求。

充电装置应具有稳压、稳流及限流性能，宜采用微机型。具有浮充电、自动均衡充电和手动稳流充电等功能，应为长期连续工作制。

充电装置的交流输入宜为三相制，额定频率为 50Hz，额定电压为 $380V \pm 10\%$ 。小容量充电装置的交流输入可采用单相 $220V \pm 10\%$ 。

充电装置的主要技术参数见表 7.2.1。

表 7.2.1 不同类型充电装置技术参数

参 数	类 别	
	晶 闸 管 型	高 频 开 关 模 块
稳压精度 %	$\leq \pm 1$	$\leq \pm 0.5$
稳流精度 %	$\leq \pm 2$	$\leq \pm 0.5$

续表

参 数	类 别	
	晶 闸 管 型	高 频 开 关 模 块
纹波系数 %	≤ 2	≤ 1
效 率 %	≥ 75	≥ 88
噪 声 dB	< 60	< 55

7.2.2 充电装置的选择（见附录 B2）。

充电装置的额定电流的选择应满足下列条件：

- 1 满足浮充电流要求；
- 2 大于初充电电流；
- 3 大于均衡充电电流。

浮充电的输出电流应按经常负荷电流与蓄电池自放电流之和选择。

7.2.3 充电装置的输出电压调节范围应满足蓄电池放电末期和充电末期电压的要求。

浮充电装置直流侧的长期工作电压对于 220V 和 110V 蓄电池组分别为 230V 和 115V。

7.2.4 高频开关充电装置的谐波干扰、电磁兼容、均流系数、功率因数等指标应符合有关标准。

7.3 直流屏上的设备及导体选择

7.3.1 直流屏和充电装置屏宜采用柜式加强型结构，其防护等级不低于 IP20。

直流屏正面仪表板应能开启，屏后宜开门，前门下部和后门上宜设百叶窗。外形尺寸宜采用 800mm×600mm×2200mm（宽×深×高）。

7.3.2 直流屏主母线宜采用阻燃绝缘铜母线，应按 1h 放电率或充电设备的额定电流计算长期允许载流量，并应进行短路电流热稳定校验和按短时最大负荷校验其温度不超过绝缘体的允许事故过负荷温度。单体蓄电池之间宜采用绝缘软导线连接。

7.3.3 蓄电池出口回路的保护电器的额定电流，应按蓄电池 1h 放电率电流再加大一级选择，并应与直流馈线回路保护电器相配合。

7.3.4 操作电器应按回路额定电压和额定电流选择。

7.3.5 直流馈线的自动开关和熔断器的选择应符合下列规定：

1 额定电压应大于或等于回路的工作电压。

2 对于直流电动机馈线应考虑电动机启动电流；对于控制、信号馈线应按短时最大工作电流选择。

3 电磁型操动机构合闸线圈回路的自动开关或熔断器熔件，可按 0.2~0.3 倍的额定合闸电流选择，但自动开关过载脱扣时间或熔件的熔断时间应大于断路器固有合闸时间。

4 自动开关应选择直流空气开关，其过载保护应满足干线较支线大 2~4 级的要求；依据短路电流计算，还应保证短路时的选择性及可靠动作。

7.4 电 缆

7.4.1 当蓄电池引出线为电缆时，正负极引出线应采用单独电缆。当选用多芯电缆时允许载流量可按同截面单芯电缆计算。电缆截面选择计算参见附录 E。

7.4.2 蓄电池与直流屏之间的联络电缆及动力馈线的电缆截面选择应符合下列规定：

1 蓄电池与直流屏之间的联络电缆长期允许载流量的选择应按蓄电池 1h 放电率电流或事故放电初期 1min 放电电流二者取大者。电压降应不大于计算允许值，宜取额定电压的 1%。

2 直流动力馈线电缆截面应根据最大负荷电流并按直流母线计算的最低电压和用电设备的允许电压选择。

3 直流屏与直流分电屏电缆截面应根据最大负荷电流选择。电压降宜取额定电压的 0.5%。

7.4.3 合闸回路电缆截面的选择应符合下列规定：

1 当蓄电池浮充运行时，应保证最远 1 台断路器可靠合闸所需的电压（合闸网络为环状供电时，应按任一电源侧电缆断开的条件）。

2 当事故放电直流母线电压在最低电压值时，应保证恢复供电的断路器能可靠合闸所需的电压。

7.4.4 由直流屏引出的控制、信号馈线应选择铜芯电缆，其截面不宜小于 4mm^2 。电压降不应超过直流母线额定电压的 5%。

7.4.5 直流电缆的选择和敷设应符合 GB50217 的规定。

8 设备布置

8.0.1 蓄电池组宜布置在电气控制楼底层或电气控制室附近。不同容量、不同电压的蓄电池可以同室布置，但酸性蓄电池和碱性蓄电池不应在同一室内。

8.0.2 直流系统充电装置和直流屏（柜）宜布置在控制室内，也可布置在专用的电源室内。

8.0.3 蓄电池室内应有运行检修通道。通道一侧装设蓄电池时，通道宽度不应小于 800mm；两侧均装设蓄电池时，通道宽度不应小于 1000mm。

8.0.4 直流屏（柜）的布置，应考虑运行维护及调试方便。通道宽度可参见附录 F 确定。

8.0.5 碱性镉镍蓄电池可安装在屏（柜）内，也可在室内成架式排列，应保证蓄电池组的绝缘性能，并便于观察液面，便于维护与检修。

阀控式密封铅酸蓄电池应根据出厂要求，采用立放或卧放方式安装在蓄电池屏（柜）或架上。

9 对外专业的要求

9.1 防酸式铅酸蓄电池室

9.1.1 应为防酸、防火、防爆建筑。入口宜经过套间（或贮藏室），设有贮藏酸、纯水（蒸馏水）及配置电解液器具的场地。蓄电池室和套间的门应装设弹簧锁且向外开启，应采用非燃烧体的实体门。

门的尺寸不应小于 $750\text{mm} \times 1960\text{mm}$ （宽 \times 高）。

窗玻璃应防止阳光直射室内。

9.1.2 蓄电池室应用非燃材料建造，顶棚宜作成平顶，铅酸蓄电池室内的门窗、地面、墙壁、台架均应进行耐酸处理，地面采用易于清洗的面层材料。

9.1.3 蓄电池室内应有良好的通风采暖设施，室温宜保持在 $5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 之间。走廊墙面不得开设通风百叶窗或玻璃采光窗。

采暖设备与蓄电池之间的距离不应小于 750mm 。蓄电池室内的采暖散热器应为焊接的光滑钢管，室内不允许有法兰、丝扣接头和阀门等。

铅酸蓄电池室的通风换气量，应按保证室内含氢量（按体积计）低于 0.7% 、含酸量小于 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 计算。

通风电动机应为防爆式，并应直接连接通风空气过滤器。

9.1.4 蓄电池室应有给水和排水，套间内应砌水池，水池内外及水龙头应做耐酸（碱）处理，管道宜暗敷，管材应采用耐腐蚀材料。

蓄电池室的地面应有 0.5% 左右的排水坡度，并应有泄水孔，污水应进行酸碱中和或稀释后排放。

9.1.5 蓄电池室、调酸室、通风机室应有经常照明，蓄电池室还应有事故照明。蓄电池室内照明灯具应布置在走道上方，照明应采用防爆防腐灯具，地面上最低照度为 20lx 。事故照明最低照

度为 2lx。

蓄电池室内照明线应穿管暗敷，室内不应装设开关、插座。

9.1.6 抗震设防烈度为7度及以上地区，蓄电池组应有抗震加固措施。

9.2 阀控式密封铅酸蓄电池和镉镍蓄电池室

阀控式密封铅酸蓄电池和镉镍蓄电池室应为防火建筑，宜有良好的通风采暖设施，避免日光照射。室温宜保持在 5℃～30℃ 之间。

室内应有经常照明和事故照明。

抗震设防烈度为 7 度及以上地区，应有抗震加固措施。

附录 A (标准的附录)

蓄电池应用曲线及图表

A1 使用说明

1 配合本规程附录 D 蓄电池容量选择计算, 仅列出与本规程的蓄电池选型有关的蓄电池型式的应用曲线和图表。

2 蓄电池制造厂家很多, 但没有专门为电力工程直流系统生产专用蓄电池的统一设计品种, 因而不同的技术设计、不同的极板结构、不同的电解液浓度和不同的设计容量等形成不同的放电特性, 因此蓄电池特性曲线和应用曲线也有较大差别。在综合国内主要生产厂家提供的试验数据的基础上, 提出了本附录的应用曲线和图表, 它们应视为基本可以达到要求的典型曲线。

3 采用典型曲线, 仅供电力工程直流系统初步设计时的蓄电池容量选择计算使用, 待选型订货后, 必须根据供货方提供的曲线和图表进行验算, 重新确定蓄电池容量选择的正确性。

4 蓄电池型式按 2000Ah 及以下防酸式铅酸蓄电池, 2V - 500Ah 及以下贫液阀控式铅酸蓄电池, 2V - 500Ah 及以下胶体阀控式铅酸蓄电池, 12V (6V) - 200Ah 及以下阀控式铅酸蓄电池, 1.2V - 40Ah 及以下高倍率镉镍蓄电池分类。

5 容量换算曲线按 8h (480min) 放电时间绘制, 满足容量计算时的特殊需要。容量选择系数表按常用的 2h (120min) 放电时间编制, 以便于计算时的直接数据使用。冲击曲线按持续放电 1h (60min) 后的冲击绘制, 对于持续放电 0.5h (30min) 和 2h (120min) 的冲击可按持续放电 1h 冲击曲线所查系数 K_{ch} 值分别乘以 0.85 或 1.25 后查冲击曲线 U_{ch} 值。

A2 各类蓄电池应用曲线和图表

1 2000Ah 及以下防酸式铅酸蓄电池, 见图 A1、图 A6 和表 A1。

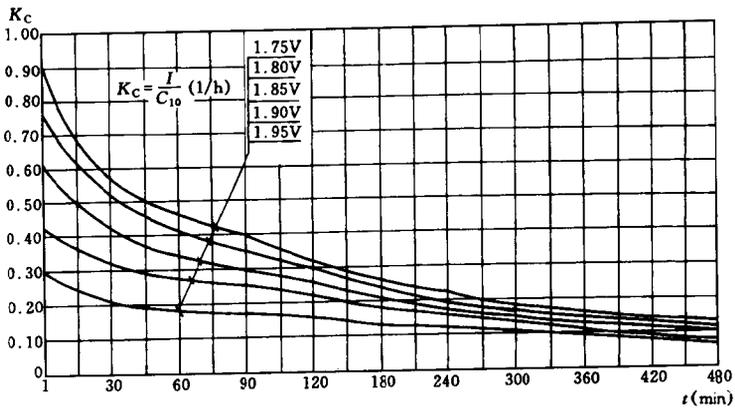


图 A1 2000Ah 及以下防酸式铅酸蓄电池容量换算曲线 (25°C)

表 A1 2000Ah 及以下防酸式铅酸蓄电池容量选择系数

终止电压 V	容量换算 系数	容量 系数	不同放电时间 t (min) 的 K_C 及 K_{CC}							
			5s	1	29	30	59	60	90	120
1.75	K_C		1.01	0.89	0.59	0.58	0.465	0.46	0.38	0.32
	K_{CC}				0.29		0.46	0.57	0.64	
1.80	K_C		0.90	0.74	0.53	0.52	0.416	0.41	0.35	0.30
	K_{CC}				0.26		0.41	0.525	0.60	
1.85	K_C		0.74	0.60	0.42	0.41	0.355	0.34	0.30	0.26
	K_{CC}				0.205		0.34	0.45	0.52	
1.90	K_C		0.52	0.40	0.33	0.32	0.275	0.27	0.25	0.22
	K_{CC}				0.16		0.27	0.375	0.44	
1.95	K_C		0.40	0.30	0.23	0.22	0.200	0.19	0.18	0.16
	K_{CC}				0.11		0.19	0.27	0.32	
	K_C									
	K_{CC}									

注：容量换算系数 $K_C = \frac{I}{C_{10}}$ (1/h)，容量系数 $K_{CC} = \frac{C}{C_{10}} = K_C \cdot t$ (t —放电时间, h)。

2 2V - 500Ah 及以下贫液阀控式铅酸蓄电池, 见图 A2、图 A7 和表 A2。

3 2V - 500Ah 及以下胶体阀控式铅酸蓄电池, 见图 A3、图 A8 和表 A3。

4 12V (6V) - 200Ah 及以下阀控式铅酸蓄电池, 见图 A4、图 A9 和表 A4。

5 1.2V - 40Ah 及以下高倍率镉镍蓄电池, 见图 A5、图 A10 和表 A5。

表 A2 2V - 500Ah 及以下贫液阀控式铅酸蓄电池容量选择系数

终止电压 V	容量换算 系数	容量 系数	不同放电时间 t (min) 的 K_C 及 K_{CC}							
			5s	1	29	30	59	60	90	120
1.75	K_C		1.52	1.50	1.00	0.98	0.61	0.60	0.48	0.38
		K_{CC}				0.49		0.60	0.72	0.76
1.80	K_C		1.42	1.40	0.92	0.90	0.589	0.58	0.46	0.365
		K_{CC}				0.45		0.58	0.69	0.73
1.83	K_C		1.35	1.30	0.82	0.80	0.56	0.55	0.44	0.346
		K_{CC}				0.40		0.55	0.66	0.692
1.85	K_C		1.30	1.225	0.79	0.77	0.55	0.54	0.42	0.342
		K_{CC}				0.385		0.54	0.63	0.684
1.87	K_C		1.25	1.15	0.76	0.74	0.537	0.53	0.40	0.334
		K_{CC}				0.37		0.53	0.60	0.668
1.90	K_C		1.18	1.02	0.68	0.66	0.497	0.49	0.38	0.318
		K_{CC}				0.33		0.49	0.57	0.636

注: 容量换算系数 $K_C = \frac{I}{C_{10}}$ (1/h), 容量系数 $K_{CC} = \frac{C}{C_{10}} = K_C \cdot t$ (t ——放电时间, h)。

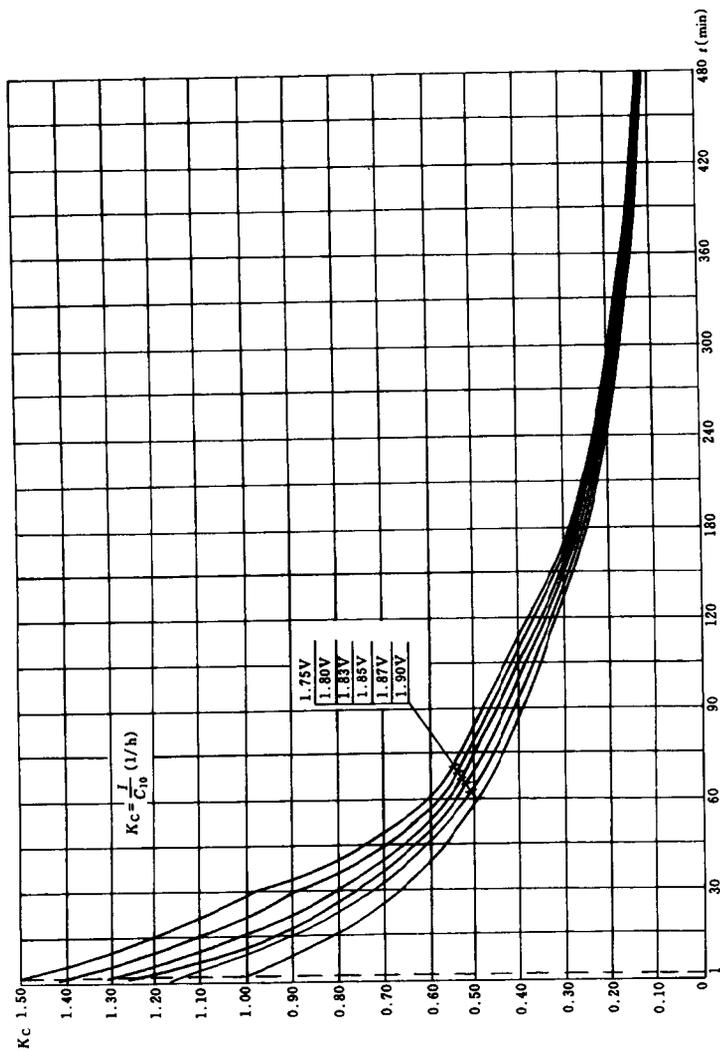


图 A2 2V - 500Ah 及以下贫液阀控式铅酸蓄电池容量换算曲线 (25°C)

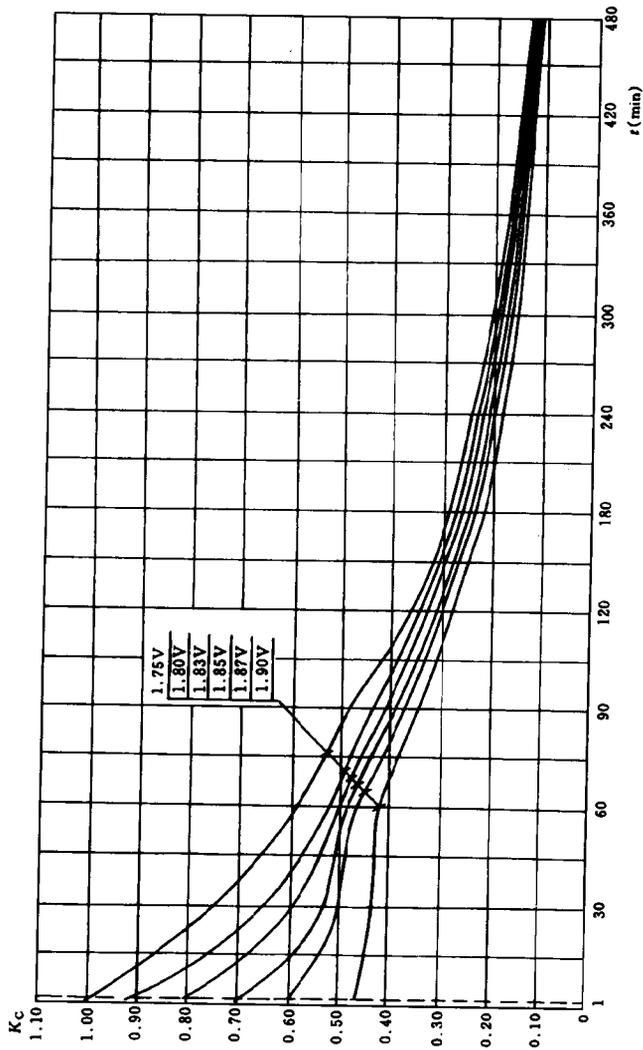


图 A3 2V - 500Ah 及以下胶体阀控式铅酸蓄电池容量换算曲线 (25°C)

表 A3 2V - 500Ah 及以下胶体阀控式铅酸蓄电池容量选择系数

终止电压 V	容量换算 系数	容量 系数	不同放电时间 t (min) 的 K_C 及 K_{CC}							
			5s	1	29	30	59	60	90	120
1.75	K_C		0.96	0.96	0.80	0.75	0.596	0.59	0.48	0.36
		K_{CC}				0.375		0.59	0.72	0.72
1.80	K_C		0.92	0.92	0.66	0.65	0.524	0.52	0.43	0.33
		K_{CC}				0.325		0.52	0.645	0.66
1.83	K_C		0.81	0.81	0.60	0.59	0.504	0.50	0.41	0.32
		K_{CC}				0.295		0.50	0.615	0.64
1.85	K_C		0.70	0.70	0.54	0.53	0.495	0.49	0.39	0.30
		K_{CC}				0.265		0.49	0.585	0.60
1.87	K_C		0.60	0.60	0.51	0.50	0.485	0.48	0.37	0.29
		K_{CC}				0.25		0.48	0.555	0.58
1.90	K_C		0.46	0.46	0.44	0.43	0.425	0.42	0.35	0.28
		K_{CC}				0.215		0.42	0.525	0.56

注:容量换算系数 $K_C = \frac{I}{C_{10}}$ (1/h), 容量系数 $K_{CC} = \frac{C}{C_{10}} = K_C \cdot t$ (t —放电时间, h)。

表 A4 12V (6V) - 200Ah 及以下阀控式铅酸蓄电池容量选择系数

终止电压 V	容量换算 系数	容量 系数	不同放电时间 t (min) 的 K_C 及 K_{CC}							
			5s	1	29	30	59	60	90	120
1.75 (5.25) (10.5)	K_C		3.0	2.8	1.13	1.11	0.662	0.66	0.52	0.39
		K_{CC}				0.555		0.66	0.78	0.78
1.80 (5.40) (10.8)	K_C		2.8	2.5	1.11	1.09	0.644	0.64	0.49	0.38
		K_{CC}				0.545		0.64	0.735	0.76
1.83 (5.49) (10.98)	K_C		2.6	1.82	1.01	0.99	0.604	0.60	0.46	0.36
		K_{CC}				0.495		0.60	0.69	0.72
1.85 (5.55) (11.10)	K_C		2.2	1.62	0.883	0.88	0.582	0.58	0.42	0.35
		K_{CC}				0.44		0.58	0.63	0.70
1.87 (5.61) (11.22)	K_C		1.94	1.43	0.833	0.83	0.572	0.57	0.40	0.34
		K_{CC}				0.415		0.57	0.60	0.68
1.90 (5.7) (11.40)	K_C		1.68	1.40	0.83	0.82	0.552	0.55	0.38	0.33
		K_{CC}				0.41		0.55	0.57	0.66

注:容量换算系数 $K_C = \frac{I}{C_{10}}$ (1/h), 容量系数 $K_{CC} = \frac{C}{C_{10}} = K_C \cdot t$ (t —放电时间, h)。

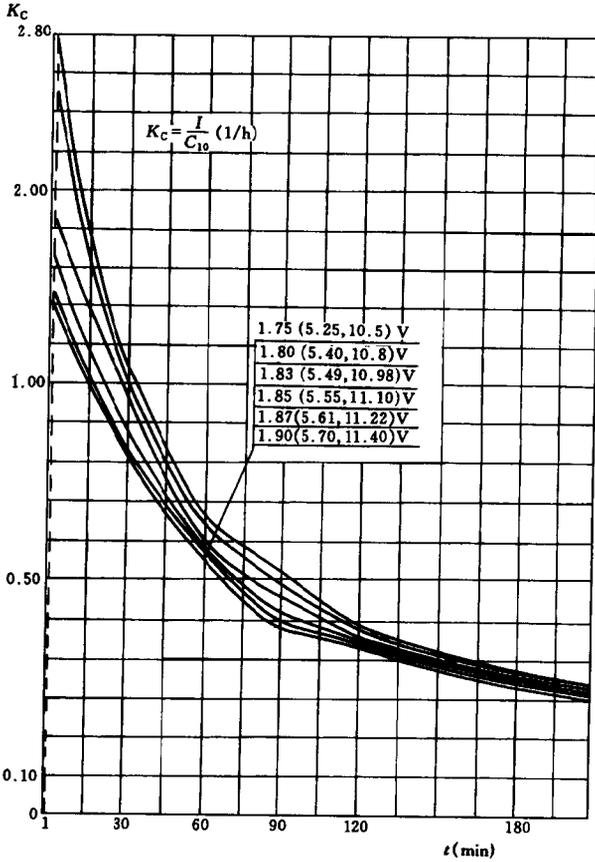


图 A4 12V (6V) - 200Ah 及以下阀控式铅酸蓄
电池容量换算曲线 (25°C)

表 A5 1.2V - 40Ah 及以下高倍率镉镍蓄电池容量选择系数

终止电压 V	容量换算 系数	容量 系数	不同放电时间 t (min) 的 K_C 及 K_{CC}							
			5s	1	29	30	59	60	90	120
1.00	K_C		10.5	9.60	2.64	2.63	1.81	1.80	1.20	0.66
		K_{CC}				1.32		1.80	1.80	1.32
1.05	K_C		9.80	9.00	2.35	2.34	1.70	1.69	1.16	0.65
		K_{CC}				1.17		1.69	1.74	1.30

续表

终止电压 V	容量换算 系数	容量 系数	不同放电时间 t (min) 的 K_C 及 K_{CC}							
			5s	1	29	30	59	60	90	120
1.07	K_C		9.40	8.20	2.25	2.24	1.61	1.60	1.12	0.63
		K_{CC}				1.12		1.60	1.68	1.26
1.10	K_C		8.80	7.60	2.07	2.06	1.50	1.49	1.02	0.61
		K_{CC}				1.03		1.49	1.53	1.22
1.15	K_C		6.50	5.80	1.81	1.80	1.34	1.33	0.92	0.58
		K_{CC}				0.90		1.33	1.38	1.16
1.17	K_C		5.60	5.20	1.54	1.52	1.21	1.20	0.82	0.56
		K_{CC}				0.76		1.20	1.23	1.12

注:容量换算系数 $K_C = \frac{I}{C_5}$ (1/h), 容量系数 $K_{CC} = \frac{C}{C_5} = K_C \cdot t$ (t —放电时间, h)。

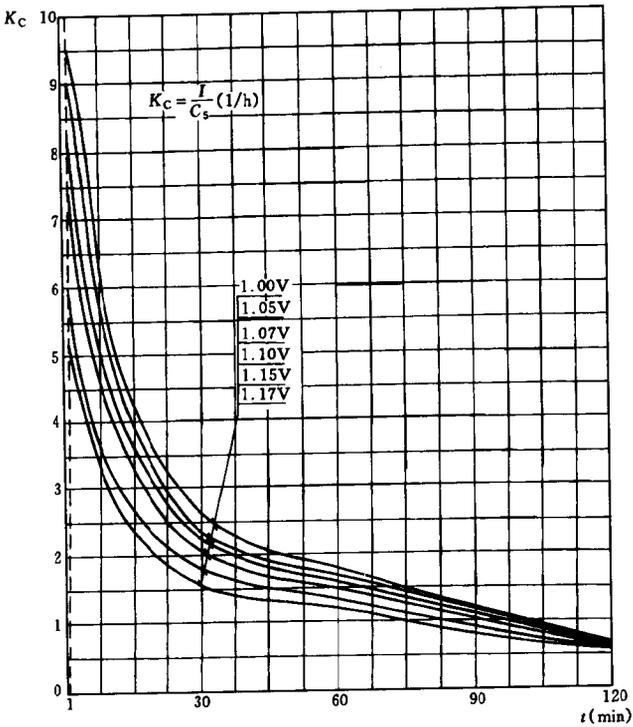


图 A5 1.2V - 40Ah 及以下高倍率镉镍
蓄电池容量换算曲线 (25℃)

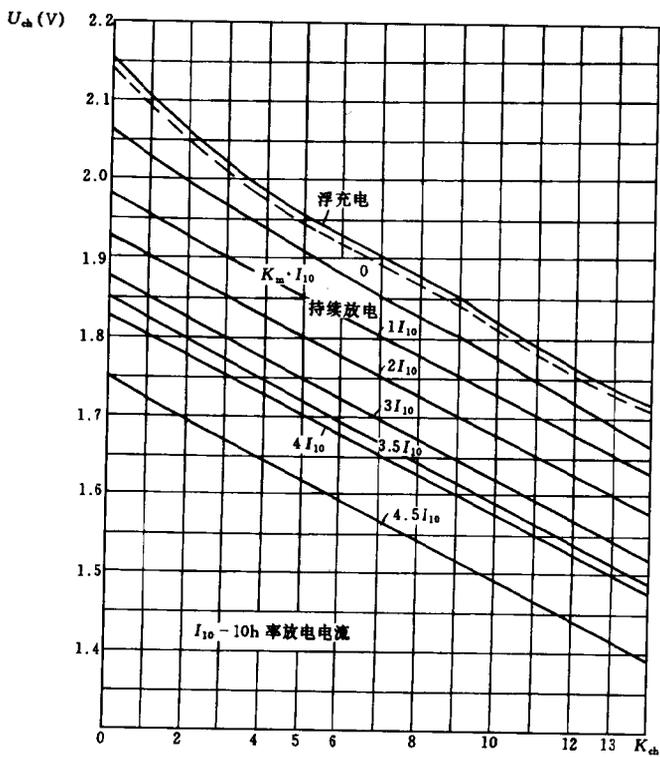


图 A6 1000Ah 及以下防酸式铅酸蓄电池
持续放电 1h 后冲击放电曲线

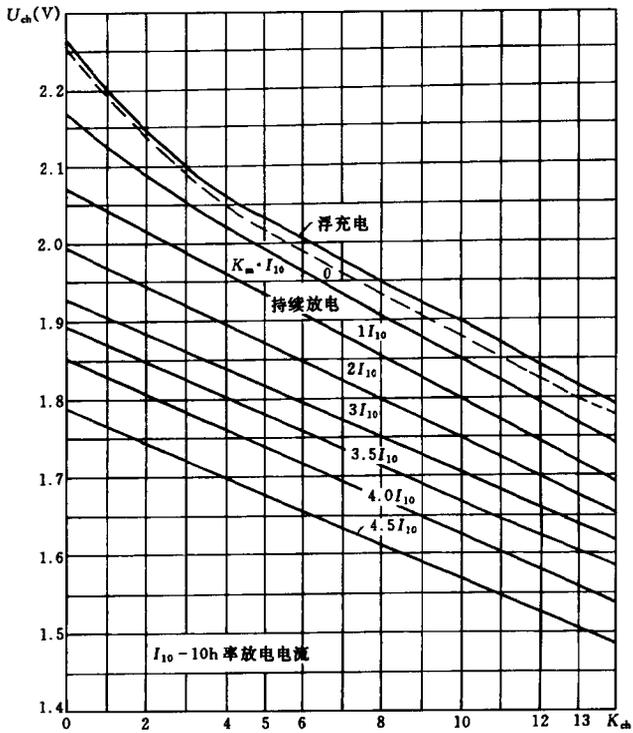


图 A7 2V 贫液阀控式蓄电池持续
放电 1h 后冲击放电曲线

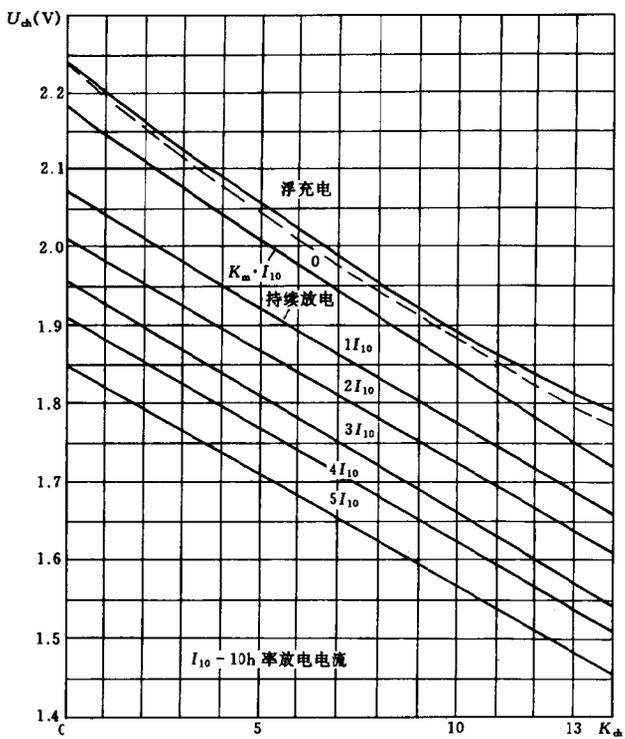


图 A8 2V - 500Ah 及以下胶体阀控式
蓄電池持續放電 1h 後沖擊放電曲線

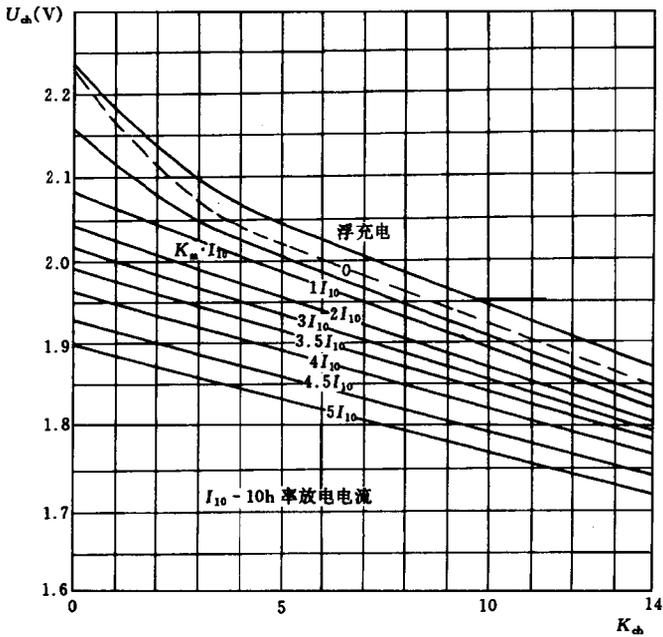


图 A9 12V (6V) 阀控式蓄电池持续放电
1h 后冲击放电曲线

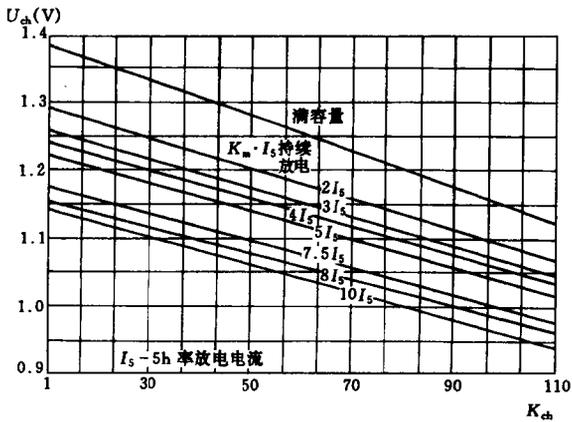


图 A10 1.2V - 40Ah 及以下高倍率镉镍蓄电池持续
放电 1h 后冲击放电曲线

附录 B (标准的附录)

直流回路主要设备选择

B1 蓄电池回路设备选择

表 B1 铅酸蓄电池回路设备选择

蓄电池容量 Ah	100	200	300	400	500	600
熔断器及刀开关额定电流 A	200			400		
自动开关额定电流 A	225		400		630	
电流测量范围 A	200~0~200			300~0 ~300	500~0~500	
主母线铜导体截面 mm ²	50×4			60×6		

表 B2 镉镍蓄电池回路设备选择

蓄电池容量 Ah	10	20	30	50	60	80	100
隔离电器额定电流 A	63			100		160	
保护电器额定电流 A	63			100		125	
电流测量范围 A	30~0~30			100~0~100			

B2 充电装置选择

B2.1 充电装置额定电流选择

1 满足浮充电要求

$$I_c = 0.01I_{10} + I_{jc} \text{ (A)} \quad (\text{B1})$$

2 满足初充电要求

$$\text{铅酸蓄电池: } I_c = (1 \sim 1.25) I_{10} \text{ (A)} \quad (\text{B2})$$

$$\text{高倍率镉镍蓄电池: } I_c = (1 \sim 1.25) I_5 \text{ (A)} \quad (\text{B3})$$

3 满足均衡充电要求

$$\text{铅酸蓄电池: } I_c = (1 \sim 1.25) I_{10} + I_{jc} \text{ (A)} \quad (\text{B4})$$

$$\text{高倍率镉镍蓄电池: } I_c = (1 \sim 1.25) I_5 + I_{jc} \text{ (A)} \quad (\text{B5})$$

式中: I_c ——充电装置额定电流 (A);

I_{jc} ——直流系统的经常负荷电流 (A);

I_{10} (I_5)——蓄电池 10h (5h) 率放电电流 (Ah)。

B2.2 充电装置输出电压选择

$$U_c = nU_{cm} \quad (\text{B6})$$

式中: U_c ——充电装置的额定电压 (V);

n ——蓄电池组单体个数;

U_{cm} ——充电末期单体蓄电池电压 (V) (防酸式铅酸蓄电池为 2.70V, 阀控式铅酸蓄电池为 2.35V~2.4V, 高倍率镉镍蓄电池为 1.70V)。

表 B3 蓄电池充电装置参数选择表

交流 输入	相 数		三相 (单相)	
	额定频率 Hz		50	
	额定电压 V		380 ± 10% (220 ± 10%)	
直流 输出	额定 值	电 压 V	220/230	110/115
		电 流 A	(3) 5 (8) 10 (15) 20 (30) (40) 50 (80) 100	

续表

直流 输出	充电	电 压 V	300 (360)	150 (180)
		电压调节范围 V	180~315 (360)	90~160 (180)
		稳流精度 (%)	—	
		负荷变动范围 (%)	10~100	
	浮充 电	电 压 V	230	115
		电压调节范围 V	220~240	110~120
		稳压精度 (%)	—	
		负荷变动范围 (%)	0~100	
	均衡 充电	电 压 V	246	123
		电压调节范围 V	230~264	115~130
		稳压精度 (%)	—	
		负荷调节范围 (%)	0~100	
	手动调压范围 V		0~315 (360)	0~160 (180)
	纹波系数 (%)		—	
注				
1 括号内为非推荐值。				
2 稳压精度、稳流精度、纹波系数的数值详见表 7.2.1。				

B3 蓄电池组个数选择

浮充电运行时，按直流母线电压为 $1.05U_n$ 来选择，即

$$n = 1.05U_n / U_f \quad (B7)$$

校验均衡充电时，不大于直流母线允许电压最高值，即

$$U_c \leq 1.10U_n / n \quad (B8)$$

校验事故放电末期，不小于直流母线允许电压最低值，即

$$U_m \geq (0.85 \sim 0.875) U_n / n \quad (B9)$$

注：对于断路器合闸线圈的最低电压要求大于等于 85% 时， U_m 应取

$$0.875U_n/n。$$

以上式中： U_n ——直流系统额定电压 (V)；

U_f ——每个蓄电池浮充电压 (V)；

U_c ——每个蓄电池均衡充电电压 (V)；

U_m ——每个蓄电池放电末期电压 (V)；

n ——蓄电池组个数。

附录 C (标准的附录)

直流负荷统计

C1 直流负荷统计分析

表 C1 直流负荷统计分析

序号	负荷名称	负荷系数	经常	事故放电计算时间				备注
				min				
				0~1	1~30	30~60	60~120	
1	信号灯、位置指示器和位置继电器	0.6	√	√	√	√	△	
2	控制室长明灯	1	√	√	√	√	△	
3	控制、保护电源	0.6	√	√	√	√	△	
4	断路器跳闸	0.6		√				按实际统计
5	断路器自投(电磁机构)	0.5		√				按实际统计
6	电动隔离开关合闸	1			√	√	△	
7	电动隔离开关跳闸	1			√	√	△	
8	电源自动切换	1		√				
9	直流油泵	0.8		√	√	√	△	2倍 I_n
10	交流不停电电源	0.6		√	√	△	△	
11	恢复供电合闸	1						按 1 台合闸

注

- 表中“√”表示具有该项负荷时，应予以统计的项目。
- 表中“△”表示在工程采用事故停电时间大于 1h 的蓄电池时需要统计的负荷。

C2 直流负荷统计表见 C2，使用时应注意

- 1 项目完备，不得遗漏。
- 2 负荷计算容量力求准确、合理。
- 3 正确分析事故放电过程，合理选择工作时间。

表 C2 110V (220V) 直流负荷统计表 (按 2h 事故放电)

序号	负荷名称	装置容量 kW	负荷系数或同时率	计算容量 kW	负荷电流 A	经常负荷电流 A	事故放电时间及电流					备注
							A				随机或事故末期	
							持续 min					
							初期 0~1	1~30	30~60	60~120		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13	电流统计 A						$I_1 =$	$I_2 =$	$I_3 =$	$I_4 =$	$I_R =$	
14	容量统计 Ah						$C_{S1} =$	$C_S =$	$C_S =$	$C_S =$		
15	容量累加 Ah						$C_{S0.5} =$	$C_{S1} =$	$C_{S2} =$			

附录 D (标准的附录)

蓄电池容量选择计算

D1 电压控制法 (亦称容量换算法)

D1.1 根据附录 C 表 C1 中的直流负荷分析进行直流负荷统计, 填写在表 C2 中。

D1.2 容量选择计算

满足事故全停电状态下的持续放电容量:

$$C_C = K_K \frac{C_S}{K_{CC}} (\text{Ah}) \quad (\text{D1})$$

根据 C_C 计算值, 选择接近该值的蓄电池标称容量 C_{10} 。

式中: C_C ——蓄电池 10h 放电率计算容量 (Ah);

C_S ——事故全停电状态下持续放电时间为 x 小时的放电容量;

K_K ——可靠系数, 取 1.40;

K_{CC} ——容量系数, 在指定的放电终止电压下, 对应事故放电时间 x 小时, 从附录 A 中的容量系数表中查出。

D1.3 电压水平计算

1 事故放电初期 (1min) 承受冲击放电电流时, 蓄电池所能保持的电压:

$$K_{ch} = 1.10 \times \frac{I_{ch}}{I_{10}} \quad (\text{D2})$$

根据 K_{ch} 值, 由附录 A 中冲击曲线中的“0”曲线, 查出单体电池电压值 U_{ch} , 则:

$$U_D = nU_{ch} \quad (\text{D3})$$

2 任意事故放电阶段末期，承受冲击放电电流时，蓄电池所能保持的电压：

$$K_m = 1.10 \times \frac{C_s}{t \times I_{10}} \quad (D4)$$

$$K_{ch} = 1.10 \times \frac{I_{ch}}{I_{10}} \quad (D5)$$

由附录 A 中所选蓄电池相应的冲击曲线，根据 K_m 值找出对应的曲线，对应 K_{ch} 值，查出单体电池电压值 U_{ch} （当事故放电阶段为 0.5h 或 2h 时，可将上述计算值分别乘以 0.85 或 1.25 后，仍从附录 A 中的 1h 后冲击放电曲线查出单体电池电压值 U_{ch} ），则：

$$U_D = nU_d \quad (D6)$$

式 (D2 至 D6) 中： C_{10} ——蓄电池 10h 放电率标称容量 (Ah)；

C_s —— x 小时事故放电容量；

I_{ch} ——事故放电冲击放电电流值 (A)；

K_{ch} ——事故放电中承受冲击放电时的冲击系数；

K_m ——任意事故放电阶段的 10h 放电率电流倍数；

U_{ch} ——承受冲击放电时的单体电池电压值 (V)；

U_D ——蓄电池组出口端电压值 (V)；

n ——蓄电池组的单体电池个数；

t ——事故放电时间 x 小时；

I_{10} —— C_{10} 折算成 10h 放电率标称电流，即

$$\frac{C_{10}}{10} \text{ (A)};$$

1.10——可靠系数。

D2 阶梯计算法 (亦称电流换算法)

D2.1 计算方法

- 1 按负荷阶梯分段予以计算，取其中计算容量最大者。
- 2 当有随机负荷（指末期冲击负荷）时，随机负荷单独计算所需容量，并叠加在第一阶段以外的计算容量最大的放电阶段，然后与第一阶段选择计算容量比较后取其大者。

D2.2 计算步骤

- 1 直流负荷统计同 D1.1。
- 2 绘制负荷曲线，见图 D1。

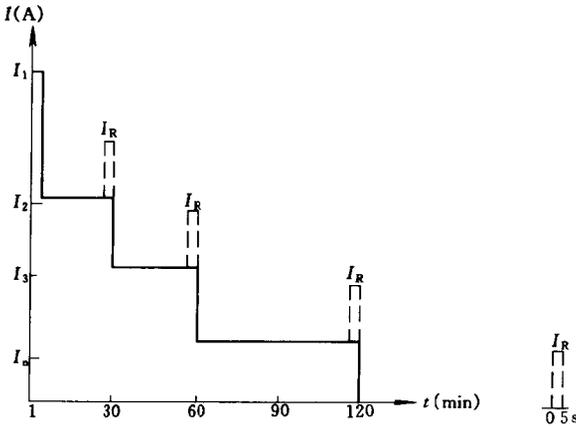


图 D1 负荷曲线

- 3 按照直流母线允许最低电压要求，确定单体蓄电池放电终止电压。计算容量时，根据不同蓄电池型式、终止电压和放电时间，查找附录 A 中容量换算系数 (K_C)。

按第一阶段计算容量

$$C_{C1} = K_K \frac{I_1}{K_C} \quad (D7)$$

按第二阶段计算容量

$$C_{C2} \geq K_K \left[\frac{1}{K_{C1}} I_1 + \frac{1}{K_{C2}} (I_2 - I_1) \right] \quad (D8)$$

按第三阶段计算容量

$$C_{C3} \geq K_K \left[\frac{1}{K_{C1}} I_1 + \frac{1}{K_{C2}} (I_2 - I_1) + \frac{1}{K_{C3}} (I_3 - I_{3-2}) \right] \quad (D9)$$

按第 n 阶段计算容量

$$C_{Cn} \geq K_K \left[\frac{1}{K_{C1}} I_1 + \frac{1}{K_{C2}} (I_2 - I_1) + \dots + \frac{1}{K_{Cn}} (I_n - I_{n-1}) \right] \quad (D10)$$

随机负荷计算容量

$$C_R = \frac{I_R}{K_{CR}} \quad (D11)$$

将 C_R 叠加在 C_{C2} , \dots , $n C_{Cn}$ 上, 然后与 C_{C1} 比较, 取其大者, 即为蓄电池的计算容量。

式中: $C_{C1} \sim C_{Cn}$ ——蓄电池 10h(5h) 放电率各阶段的计算容量(Ah);

C_R ——随机负荷计算容量 (Ah);

$I_1 \sim I_n$ ——各阶段的负荷电流 (A);

I_R ——随机或事故放电末期冲击负荷电流 (A);

K_K ——可靠系数;

K_C ——1min 放电时的容量换算系数 (1/h);

K_{CR} ——随机负荷的容量换算系数 (1/h);

K_{C1} ——各计算阶段中全部放电时间的容量换算系数 (1/h);

K_{C2} ——各计算阶段中除第 1 阶梯时间外放电时间的容量换算系数 (1/h);

K_{C3} ——各计算阶段中除第 1、2 阶梯时间外放电时间的容量换算系数 (1/h);

K_{Cn} ——各计算阶段中最后 1 个阶梯放电时间的容量换算系数 (1/h)。

附录 E (标准的附录)

电缆截面选择计算

E1 电缆截面按长期允许载流量和允许电压降的要求计算。其计算公式如下:

$$S_c = \rho \times 2LI_n / \Delta U \quad (E1)$$

式中: I_n ——回路计算电流 (A);

S_c ——电缆计算截面 (mm^2);

ρ ——电阻系数, 对于铜导体 $\rho = 0.0184\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; 对于铝导体 $\rho = 0.031\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;

L ——电缆长度 (m);

ΔU ——回路允许电压降 (V)。

E2 计算参数

表 E1 不同性质回路的计算电流 (I_n)

回路名称		回路计算电流 I_n A
蓄电池回路		蓄电池 1h 放电率电流或事故放电初期 (1min) 放电电流的大者
充电装置输出回路		1.2 倍充电装置输出额定电流
直流 负荷 馈线	电磁操动机构回路	0.5 倍合闸线圈额定电流
	直流电动机回路	电动机额定电流
	交流不停电电源	额定容量下逆变器输入直流电流
	控制、照明回路	最大持续电流或 0.8 倍计算电流

表 E2 不同回路允许电压降 (ΔU) 参考值

回路名称		允许电压降 ΔU V
蓄电池回路		$\leq 1\% U_n$
充电器输出回路		$\leq 1\% U_n$
直流 负荷 馈线	电磁操动机构回路	$\leq 4\% U_n$
	直流电动机回路	$\leq 9\% U_n$
	交流不停电电源	$\leq 4\% U_n$
	控制、照明回路	$\leq 5\% U_n$
注：严格的说，不同回路允许电压降 (ΔU) 应根据蓄电池容量选择中电压水平计算的结果来确定。		

附录 F (标准的附录)

直流电源设备距离

表 F1 直流电源屏(柜)间距离和通道宽度

距 离 名 称	采 用 尺 寸 mm	
	一 般	最 小
屏正面—屏正面	1800	1400
屏正面—屏背面	1500	1200
屏背面—屏背面	1500	1000
屏正面—墙	1500	1200
屏背面—墙	1200	1000
边屏—墙	1200	800
主要通道	1600~2000	1400

表 F2 防酸及阀控式密封铅酸蓄电池安装距离

距 离 名 称	采 用 尺 寸 mm	
	一 般	最 小
蓄电池前—墙	1500	1200
蓄电池后—墙	1000	800
蓄电池侧—墙	1000	800
主要通道	1600~2000	1400

附录 G (标准的附录)

本规程用词说明

G1 执行本规定条文时，要求严格程度的用词，说明如下，以便执行中区别对待。

G1.1 表示很严格，非这样做不可的用词

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

G1.2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

G1.3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

G1.4 表示有选择，在一定条件下可这样做的用词

采用“可”。

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5120—2000

小型电力工程直流系统设计规程

条文说明

主编部门：国家电力公司华北电力设计院

批准部门：中华人民共和国国家经济贸易委员会

中国电力出版社

2000 北京

制 订 说 明

本规程是根据国家经济贸易委员会电力司的电力〔1999〕40号文“关于确认1998年度电力行业标准、修订计划项目的通知”中要求，序号32制定《小型电力工程直流系统设计规程》的任务编制的。

本规程在编制过程中本应参照现行的有关国家及行业标准的有关内容，但是在送审稿审查会上，经有关专家反复讨论和审查决定，取消不推荐采用的设计内容，如电容储能加合闸整流器的直流系统、中倍率镉镍蓄电池、铅酸蓄电池的端电池和电压调节装置等，详见国家电力公司电力规划设计总院电规自（1999）115号文“关于印发《小型电力工程直流系统设计规范》（送审稿）……审查会会议纪要的通知”。

本规程由国家电力公司华北电力设计院负责主编，在编制过程中，卓乐友、郭亚莉、白忠敏、於崇干、张智忠、王典伟、顾霓鸿、刘润生、干银辉、康健民、武高峰等同志给予了热情的帮助，提出了宝贵的修改意见。有关设计、科研单位以及有关设备制造企业也给予了很好的支持和配合。

鉴于本规程是新编制的，为了便于有关人员在使用过程中能正确理解和执行，将有关条文的来源依据作必要的解释说明。

目 次

制订说明	48
1 范围	50
2 引用标准	51
3 术语	52
4 系统选择	53
5 直流电源	55
6 系统接线	61
7 设备选择	65
8 设备布置	70
9 对外专业的要求	71

1 范 围

区别于 DL/T5044 的适用范围，因此本标准定名为《小型电力工程直流系统设计规程》。小型电力工程的直流系统也是十分重要的，设计更需规范化。在总结我国的建设经验、吸收国内外先进技术的基础上，以安全可靠为基础，考虑经济、安装、运行、维护的要求制定本规程，作为直流系统设计共同遵守的原则。

2 引用标准

根据现行的国家和行业有关标准开列。

3 术 语

列出本规范中主要的术语。

4 系统选择

4.0.1 运行实践证明，蓄电池是比较可靠的直流电源，并有成熟的运行经验，因此发电厂、变电所的直流负荷应首选由蓄电池组供电。

蓄电池应以全浮充电方式运行，即浮充电装置与蓄电池并联连接在母线上。浮充电装置承担经常负荷，同时以不大的电流向蓄电池浮充电，以补偿蓄电池自放电的损失。这种方式可以保证蓄电池组能随时在事故停电时以全容量放电。

按控制负荷与动力负荷分类是考虑不同的要求，便于直流系统设计中蓄电池容量和系统电压的选择。

按负荷性质分类，经常性负荷便于选择充电装置，事故性负荷直接影响蓄电池的容量选择。

4.0.2 直流系统额定电压根据 GB156 规定按 110V 或 220V 选择。

发电厂直流系统宜选用 220V，满足功率较大 供电距离较长的要求。

中小型变电所宜优先采用 110V 直流电源系统。其优点是可以减少蓄电池个数和蓄电池室面积，从而简化安装和维护工作，还可以降低直流系统绝缘水平，减少中间继电器断线和接地故障几率，对二次设备的安全运行有利。规模较大的变电所由于供电距离较长或负荷电流过大时，其电缆截面比 220V 系统要增加较多，采用 110V 或 220V，工程技术上应进行技术经济比较后确定。

4.0.3 无端电池的直流系统其优点是接线简单，蓄电池组各个单体在各种工况下均处于一致的工作状态，因而是均衡的，运行可靠性明显提高。在选择蓄电池容量及个数时应首先考虑满足直流母线电压在各种工况下运行均能在允许范围内波动。一般情况

下是可以做到的（高倍率镉镍蓄电池除外），因此规定蓄电池组不宜设置端电池。

4.0.4 浮充电属正常充电方式，按直流系统额定电压 220V 或 110V 的 105% 基本符合 GB156 标准电压的要求。其他运行方式是指均衡充电、事故放电，运行中要求进行核对性充放电时也应考虑。各种运行方式下，从安全性和可靠性出发应满足用电设备所允许的电压范围的要求。

直流母线电压规定在直流系统额定电压的 85% ~ 110% 范围内，是基于控制、信号和继电保护装置正常允许电压为 80% ~ 110% U_n ；断路器跳闸线圈正常允许电压为 65% ~ 120% U_n ，再综合考虑实际存在的电缆压降的条件以及从安全上留有裕度的条件，故其上限值为 110% U_n ，下限值为 85% U_n 。

4.0.5 允许短时停电的直流负荷，重要性较低，且交流停电时其直流负荷也可以不供电，因而在技术经济比较后，采用单独的硅整流设备供电是合理的。

5 直流电源

5.1 蓄电池组

5.1.1 蓄电池型式选择。

阀控式密封铅酸蓄电池：90年代发展起来的铅酸蓄电池，因具有密封结构，无酸雾排出，运行维护工作量小，已有较多的运行经验，初步完善了技术资料和应用曲线，可以推荐采用。

防酸式铅酸蓄电池：是传统的选择型式，具有丰富的运行维护经验，有完整的技术资料和应用曲线，故仍可以采用。但是运行维护复杂，占地面积大，调酸给排水、环保、通风都比较麻烦，不适合无人值守变电站使用。

在80年代初开始广泛应用高倍率镉镍碱性蓄电池，它具备维护工作量小和内阻小、充放电性能良好等特点，特别是具有很好的大电流放电性能，例如要保持 $1.1V/\text{个}$ 的终止电压，初始以 $0.3s$ 大电流放电时高倍率电池可达 $10C_5 \sim 12C_5$ ，对于中小型变电所的直流电源由于经常负荷和事故持续放电电流均较小，若具有电磁合闸线圈需要承受较大的冲击电流，则选择小容量镉镍碱性蓄电池即可满足上述要求，故也可以采用。

5.1.2 发电厂装设蓄电池组的标准仍遵照 GB50049 中 12.6.2 的规定设计。

110kV 及以下变电所，采用 1 组蓄电池，一般情况下均可以满足其直流负荷的要求，仅在更换整组蓄电池时需要临时采取过渡措施。

110kV 重要变电所是指城乡电网枢纽站、重要负荷站，这类变电所主变压器容量较大，进出线回路多，主设备投资大。继电保护和自动装置复杂，因此直流负荷电流较大，供电网络也很复杂。为保证直流系统的可靠性和灵活性，配备两组蓄电池接成双套直流电源，对整体工程的技术经济比较是合理的。据了解，国

外有些工程按单元配套蓄电池直流电源系统，分别向不同单元负荷供电，以减少蓄电池损坏时的影响范围，提高可靠性。

5.1.3 关于单体蓄电池的浮充电压、均衡充电电压及放电末期电压的选择由综合蓄电池特性来决定，同时考虑满足直流系统母线电压在各种不同状态下能在允许范围内波动。

防酸式铅酸蓄电池根据 GB13337.1 称“涓流充电时单体蓄电池的充电电压，数值为 2.15V~2.25V”。对于 GF 型蓄电池，沈阳蓄电池研究所的研究结果为浮充电压采用 $2.17V \pm 0.01V$ 为好；GFD 型蓄电池规定浮充电压为 2.23V，则电池可不进行均衡充电，若浮充电压低于 2.23V，则每 3 个月需进行一次均衡充电。当满足直流母线电压在浮充电方式运行为 $105\% U_n$ 的要求时，其蓄电池组的个数可达 108~103 个。均衡充电电压范围为 2.25V~2.35V，试验证明这个范围的电压均可以充足蓄电池的容量，只是电压低时充电时间长些，宜取 2.30V 是按每组 105 个蓄电池直流母线电压的允许电压上限值设定的，GFD 型蓄电池规定均衡充电电压为 2.35V~2.4V，实用中必须减少每组蓄电池数量，避免在均衡充电时直流母线电压过高。放电末期电压取 1.80V 保证了蓄电池组选择 104 个可以满足直流母线允许 $85\% U_n$ 的要求。

阀控式密封铅酸蓄电池是贫电解液电池，为保证其容量，其电解液比重比防酸式铅酸蓄电池高，取 $d = 1.30$ ，相应开路电压高达 2.16V~2.18V，浮充电压为 2.23V~2.28V，建议取 2.25V（温度 25℃）。但浮充电压值随环境温度变化而修正，修正值为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 时 3mV，即当温度升高 1°C ，其浮充电压应下降 3mV，反之应增加 3mV。按满足 220V 直流母线电压在浮充方式时应为 $105\% U_n$ 的要求，选择 103 个。均衡充电电压为满足事故放电或长期浮充运行出现个别电池落后时采用，选取 2.30V~2.35V，220V 直流母线电压达到 242.05V，等于 $110\% U_n$ 的 242V 的标准。放电末期取 1.83V 保证了蓄电池组选择 102 个可以满足直流母线允许 $85\% U_n$ 的要求。

高倍率镉镍蓄电池（烧结式）要求浮充电电压为 1.35V ~ 1.40V，浮充电流 1mA/Ah ~ 2mA/Ah，个别电池允许电压在 1.33V~1.42V。电压低不能补偿蓄电池自放电损失，电压高将会产生大量气泡，形成表面爬碱现象。均衡充电电压为 1.50V~1.55V，有些产品要求高达 1.60V。经过在新乡 755 厂的试验和研究，原订标准为某国外产品说明书转抄，是从产品角度提出的，根据电力工程的应用及试验结果可规定，浮充电电压宜取 1.36V~1.39V，均衡充电电压宜取 1.47V~1.48V，充电 8h 可以充满容量，又可以减少气泡和爬碱现象。关于放电末期电压最低值取 1.10V 也是从工程应用角度考虑高倍率镉镍蓄电池能选择小容量（10Ah~40Ah），冲击负荷比例较大，从长期使用和安全角度出发，宜将放电末期电压选择较高为好。

5.1.4 蓄电池负荷统计。

1 当装设 2 组蓄电池时，因控制负荷属经常性负荷，为保证安全，可以允许切换到 1 组蓄电池运行，故应该统计全部负荷。发电厂的事故照明负荷因负荷较大且往往影响蓄电池容量的大小，故按 60% 统计在每 1 组蓄电池上。变电所的事故照明负荷相对于发电厂较小，为安全和简化事故照明切换接线，其每 1 组蓄电池可按 100% 负荷统计。对于电磁合闸机构冲击负荷按随机负荷叠加在最严重的放电阶段。对于动力和远动通信的事故负荷宜由 2 组蓄电池分担，避免蓄电池容量不合理的加大。

2 发电厂、有人值班变电所在全厂（所）事故停电时，据调查 30min 左右即可恢复厂（所）用电，为了保证事故处理的充裕时间，计算蓄电池容量时仍应按 1h 的事故放电负荷计算。

无人值班变电所考虑在事故停电时间内，无法立即处理恢复所用电，增加维修人员前往变电所的路途时间 1h，故 DL/T 5103 中规定“蓄电池的容量按全所事故停电 2h 的放电容量计，其中事故照明负荷按 1h 计”。实际上在事故放电时经常负荷不大的变电所 2h 的事故放电容量不会使蓄电池容量增加太大，事故照明采用维修人员到达现场手投方案，必要时还可在全所停电

2h 时自动退出蓄电池供电回路，2h 蓄电池放电容量是完全可以满足要求的。

3 对于直流润滑油泵供电的计算时间，鉴于汽轮发电机组惰走期间供油量的逐渐减少，按 0.5h 满负荷计算供电量，是可以满足要求的。

4 交流不停电电源装置的负荷计算时间按变电所事故停电时间全过程使用的原则，以提高安全可靠，负荷系数综合考虑装置裕度和实际运行负荷一般不大于 50% 的情况取 0.6。

5 事故初期的冲击负荷的统计原则是全面地考虑这些负荷的存在并发生在事故放电初期。但是由于这些负荷的作用时间参差不齐，有长有短（10ms~200ms 不等），精确统计这些负荷困难较大，因而在统计上不遗漏负荷电流，适当考虑叠加因素，负荷作用时间均考虑在 1min 放电时间内，为了计算方便和偏于安全的要求，分别乘以 0.5 左右的系数。

6 恢复供电时断路器电磁合闸这种较大的冲击负荷，可以发生在事故停电过程中的任何时间。按随机负荷考虑是合适的，叠加在事故放电过程中的严重工况上而不固定在事故放电末期，从偏于安全考虑，合闸计算时间按 5s 计，负荷系数取 1。

5.1.5 蓄电池容量选择计算条件。

蓄电池容量应满足事故停电时间内全过程的放电容量的要求是基本要求。事故放电初期负荷的统计非常重要，若有直流电动机就应考虑电动机的启动电流。各种断路器的跳合闸以及各种装置投入时的冲击电流，往往决定了蓄电池容量的计算结果。事故持续放电时间内叠加的冲击负荷按随机负荷统计，计算蓄电池容量时应叠加在事故放电过程的严重阶段上，并不一定放在事故放电末期，以便于正确计算蓄电池容量。

5.1.6 蓄电池容量选择计算方法。

本规定中蓄电池容量选择计算方法，仍沿用 DL/T 5044 中推荐的方法，但做了如下几点调整：

- 1 电压控制法亦称容量换算法；阶梯负荷法亦称电流换算

法。

2 电压控制法中取消了容量比例系数 (K_{cb}) 和电流比例系数 (K_{lb}) 两个概念词, 以简化蓄电池厂家及设计计算的工作量, 两种计算方法在系数选取时, 可以共用一条曲线, 即:

容量系数 (K_{CC}) = 容量换算系数 (K_C) \times 放电时间 (h)

3 冲击放电曲线是电压控制法必不可少的, 由于本规定中事故停电时间改为 2h, 所以附录中本应列有 3 种冲击放电曲线, 即蓄电池持续放电 0.5h、1h 和 2h 后的冲击放电曲线簇。由于目前各制造厂未提供一套完整的曲线, 本规程只能提供有关厂家的简单试验数据。分析后认为 0.5h 和 2h 的冲击系数 K_{ch} 可分别为 1h 冲击系数 K_{ch} 的 0.85 和 1.25 倍。即:

$$K_{ch0.5} = 0.85K_{ch1.0}; K_{ch2.0} = 1.25K_{ch1.0}$$

4 电压控制法中在进行实际电压水平计算时, 公式前有一个 1.10 的可靠系数, 而不是取容量计算中的 1.40, 其理由是:

- 1) 附录中所附蓄电池厂家的特性曲线及表格中的数据, 均是实测值, 它们全都大于 10h 的标称容量 C_{10} , 但在计算中我们仍取的是标称容量 C_{10} 。
- 2) 冲击放电曲线中, “0” 曲线是在充足电, 断开充电电源, 再静置 8h~15h 以后开始试验而制成的, 实际情况多是在浮充电电源断开后即承受冲击, 其曲线为“虚线”曲线, 它在“0”曲线之上。

5 当有随机负荷 (指末期冲击负荷) 时, 两种计算方法的计算结果可能不一致, 因为, 阶梯负荷法是采用容量叠加方式, 而电压控制法是采用电压校验方式。当用电压控制法计算时, 如果已满足最低允许电压值时, 则不需要再叠加随机负荷所需要的这一部分容量。

5.1.7 蓄电池个数。

高倍率镉镍蓄电池其标称电压为 1.2V, 正常运行浮充电压选 1.36V~1.39V, 事故停电时电压下降较多; 采用高倍率镉镍蓄电池一般选择容量较小, 持续放电电流的比值 (I_5/C_5) 可能

很大，也造成初期放电阶段的电压下降较大。因此应考虑采取调压措施，调压接线方式不同则蓄电池组的个数不同。

高倍率镉镍蓄电池个数，宜按直流母线电压在事故放电末期为额定电压的 90% 来计算，每个电池电压为 1.1V，每组电池需 180 个。若满足浮充电压 1.36V~1.39V 的要求，则每组电池只能选择 169~165 个。二者之差只能依靠调压接线来解决。常用的调压接线是对 180 个电池全浮充给合闸母线供电（母线电压可达 250.2V），经硅降压给控制母线供电（降压范围在 1.48V~20.2V），也有采用三线输出整流器配以硅降压或以基本电池供电，自动投切尾电池的调压接线等。

持续负荷电流与冲击负荷电流的比例大小也影响蓄电池组的个数，小容量蓄电池冲击电流倍数大，则应考虑蓄电池的个数较多为好。

5.2 充电装置

5.2.1 设置整流器的原则是既能保证正常工作又有备用，另外由于小型电力工程的直流系统蓄电池容量选择不大，充电和浮充电时的容量差别也不大，按功能合一宜同容量选择比较合理。

2 组蓄电池的直流系统，每组设 1 套晶闸管式充电装置，共用 1 套备用晶闸管式充电装置。当采用高频开关充电装置时，由于高频开关电源具有模块化冗余配置的原则，正常运行时不可能全部损坏，个别模块损坏除具有报警功能外，充电装置可以继续运行，更换损坏的模块不需停电，因此每组蓄电池分别设置 1 套高频开关充电装置是可行的。

5.2.2 1 组蓄电池的直流系统，采用晶闸管式充电装置是按 1 套工作、1 套备用的原则。采用高频开关充电装置时，因目前是采用大容量模块冗余配置，造价较高，原则上配 1 套就可以了，如对重要变电所或选用个别模块损坏时影响整套装置正常工作的高频开关充电装置时，仍可设置备用充电装置。

6 系统接线

6.1 接线方式

6.1.1 直流系统采用单母线或单母线分段接线，其主要原因是保证直流系统的安全可靠。这种接线简单、清晰、供电范围明确，便于运行维护。

1 1组蓄电池的直流系统，推荐采用单母线接线，如扩建第2组蓄电池时，自成1个单母线接线，两组母线之间只需加一联络刀开关即可。采用单母线分段接线时，推荐蓄电池可接任一分段的接线。

2 两组蓄电池的直流系统，推荐采用单母线分段接线。接线中应考虑避免并联运行和正常切换而不中断供电的要求。

3 蓄电池经保护电器接入母线，是沿用多年的典型接线，主要原因是蓄电池距直流屏母线较远，故装设保护电器。优点是具有明显的断开点对蓄电池组的保护，缺点是直流系统多一级保护，可靠的配合有一定困难，尤其是小容量蓄电池的短路电流较小，不适合多级配合，另外该保护电器必须立即发出信号并及时处理，否则蓄电池将失去浮充电源，一旦出现交流停电时，直流母线也将停电，事故时有发生。如果实现蓄电池距直流屏主母线很近，正负极引线绝对分开，直流主母线实现了阻燃绝缘或者全封闭，蓄电池至主母线是可不经过保护电器的。

6.1.2 充放电装置的连接方式。

充电装置应尽量与蓄电池并接，减少连接导线压降，同时也要考虑充电装置直接接母线临时供电的可能性。公共备用充电设备可以实现对任1组蓄电池充电，也可以在蓄电池退出带负荷运行时进行充电。

1组蓄电池和1套充电设备的单母线分段接线，习惯上将蓄电池和充电设备分别接在两个分段上。有些单位认为没有蓄电池

的母线段上其直流供电可靠性降低了，要求蓄电池可以任意接在不同分段上，提高了直流供电的可靠性。

关于蓄电池放电设备的引接，宜考虑投切方便，还应考虑电流的测量问题。

6.1.3 按惯例采用不接地系统。

6.2 直流屏（柜）配置

为减少主回路电压降，便于维护管理，主屏宜按充电装置屏、馈线屏、分电屏和蓄电池屏（柜）的组屏原则设置。为了减少屏的数量，除蓄电池装在屏（柜）内时需单独设屏（柜）外，其他屏可以适当合并。

6.3 网络设计

推荐辐射状供电方式，减少环状供电方式，同一安装单位的各直流负荷宜由同一组蓄电池供电，以提高可靠性。双重化回路宜由不同直流母线段引接，以提高可靠性。

6.4 保护与监测接线

6.4.1 工程中已大量采用自动开关作为操作设备，可插拔式或抽屉式接线与主电路隔离，也可手动或电动操作，并方便实现机械闭锁，还可以带辅助触点，又能实现与保护设备合一，应该是设计方向。

直流操作设备常用的有 H 系列刀开关，Q 系列刀开关。Q 系列开关是因为该产品具有全封闭式触头灭弧系统，刀型触头和滚动触头相结合，触头系统独特，具有短路容量大、分断能力强、机械和电寿命长等特点，但占有安装空间较大。

6.4.2 以往工程中也有采用自动开关，从选用 DZ-100 空气开关到用 C45N 系列小型空气开关及 T 系列塑壳断路器等交流断路器，仅见到 T 系列开关的直流短路接通与分断能力的试验报告，试验接线按负极为双主触头串接方式，试验结论为“提供数据，

供参考”，其他交流接触器切断直流负荷的实验未见。

北京人民电器厂 1995 年开始研制的 GM 系列直流塑壳断路器，1996 年通过北京电器研究所的型式试验，直流临界能力和额定极限短路分断能力试验。1997 年 1 月通过北京机械局组织的鉴定，已有广泛的使用经验，实现了保护电器和操作电器的合一。

常用的 HR 系列、QS 系列和 SF 系列刀熔开关和 RT₀、RT12、gF、aM、NT 等型熔断器，QS 和 SF 系列刀熔开关，SF 系列刀熔开关具有分析能力高、触头为镀银桥式触点、有可靠的机械连锁、保证在刀开关断开状态下能更换熔断器、熔断器接触良好时才能合上刀开关、外形新颖美观和组装灵活、安装维护方便等特点，但熔断器老化造成定值离散性及不易实现遥信的困难。

6.4.3 直流系统表计配置应强调下列几点：

1 蓄电池输出电流表要考虑蓄电池放电试验回路工作时能指示放电电流，否则应装设专用的放电电流表。

2 关于直流母线电压表，建议采用 0.5 级的具有 $4\frac{1}{2}$ 位精度的数字电压表，否则 1~2 个电池的电压就无法反映。

3 关于浮充电流表，从运行维护的观点出发，大多数人的意见是需要的，装设浮充电流表可监视蓄电池自放电电流的变化，有助于判断蓄电池的运行状况，但是老式利用直流接触器短时打开直流主回路，利用小量程直流电流表测量浮充电流的方法，比较麻烦且安全性不高，必须改进。带正负号的 $4\frac{1}{2}$ 位高精度数字显示直流电流表，当接于蓄电池回路的分流器（0~75mV）上时，可方便地指示出浮充电流或放电电流值。

6.4.4 直流系统应保证在允许的电压范围内运行，故必须设置电压监察装置。为了可靠，宜选用高返回系数的直流电压继电器作为起动元件，如选用 ZDY-11 型或 JY-15 型继电器。

目前除电压监察继电器方案外，尚有微机智能综合监察装置

和组合监察装置具备有直流母线电压监察功能。

6.4.5 直流系统为不接地系统，如一极已接地，若另一极再发生接地将会发生短路接地的现象，有可能发生事故，为此绝缘监察十分重要。大型直流系统均采用微机型直流绝缘监测装置，可以测量全范围的绝缘状况和对地电阻和电压，还可对支路进行巡检，自动定位故障点，但由于造价较高，不宜在小型直流系统中选用。

小型直流系统宜采用直流绝缘监察装置。配备便携式直流系统接地故障探测装置配合使用。

6.4.6 直流系统故障信号应尽量完善。当直流屏不在控制室主环上时，其主屏上仅需要一个总故障信号和一个直流母线电压指示即可。

6.4.7 小型直流系统如需要设置闪光装置时装设。

6.5 无人值班变电所的要求

6.5.1 应选用微机型控制直流电源设备，满足正常运行和事故放电全过程的要求，以提高变电所的自动化和管理水平。

6.5.2 直流母线电压应具有远方传输功能，可以监视直流系统的运行情况。

直流系统信号根据 DL/T 5103 中 6.9.1 信息采集量要求应有直流系统接地信号、直流母线电压异常信号、充电装置故障信号。

蓄电池出口开断设备的事故断开时应能发报警信号，避免只有充电装置工作的不安全情况。

遥调的开发应用目前仍有较大争论，就目前设备制造水平而言，具有微机控制器的充电设备，是可以实现的。但目前的管理水平还不能满足这种要求。

7 设备选择

7.1 直流电源成套装置的选择

小容量的蓄电池可以组成成套装置，便于安装、维护和减少与直流主屏的连接导线。

分屏配置原则是防止酸（碱）的危害。

7.2 充电装置选择

7.2.1 高频开关整流具有体积小、质量轻、技术指标先进、少维护、效率高、个别模块故障时不会影响整套装置的工作等特点，提高了直流系统的可靠性和自动化水平，故受到设计和运行人员的好评，已经得到了广泛的应用。

晶闸管式整流装置有多年的运行经验，具有运行可靠、维护方便、规格齐全等特点，是目前广泛选用的整流装置。

上述充电装置均要求在浮充电时具有稳压性能，防止浮充电压不足，产生落后电池；要求在充电时具有稳流性能，在第一阶段定电流充电时便于调节，按保持稳定的电流而使电压自动逐步上升；同时要求具有限流功能，负荷突增时，可以防止调压上升时间太快以致产生“抢负荷”和“超调”现象，并造成充电装置跳闸。

上述充电装置应满足直流系统的各种运行方式的需要，采用微机型控制器实现对蓄电池的长期浮充电运行，事故放电后或需要时的自动均衡充电。同时也应具有手动控制功能。长期连续工作制也是直流系统的需要。

充电装置的交流输入电压的规定是按充电设备实际上的通用性考虑的。

关于充电装置的主要技术参数的要求是根据目前设备合理的制造水平而规定的标准，不排斥更高的性能参数，但因此而提高

造价是不可取的。

稳压精度的提高是避免蓄电池长期浮充电运行时，不会出现欠充电现象的最好方法，从而保证蓄电池在事故放电时的保持容量。均衡充电时的稳压精度要求可以低于浮充电的要求，但为了避免充电电流的波动太大和防止突破直流母线上限电压也应尽量提高精度。

稳流精度的提高对于蓄电池的初充电和均衡充电的长时间过程是有利的，满足了蓄电池电化学反应的最佳状态。

纹波系数较大，曾发生中央音响信号装置误动作和高频继电器保护误发信号等事故。充电装置与蓄电池并联运行时，浮充电电压波动或偏低时会出现蓄电池的脉动充电放电过程，对蓄电池不利。故规定充电设备纹波系数不大于2%。

7.2.2 充电设备的选择。

1 满足浮充电要求，应按经常负荷电流与蓄电池自放电电流之和选择。关于蓄电池自放电电流，由于不同型式的蓄电池其自放电特性不一样，就是同型式蓄电池，由于电池结构不同，制造工艺的差别和原材料不同，有同一环境温度下的自放电也不同。影响自放电的因素主要是由于电池内的杂质多少和电化学的稳定性，使用环境温度也对自放电有影响。本条文按照常规做法，以 $0.01I_{10}$ 补充电流。直流系统的经常负荷电流决定直流系统的设计，均由充电装置供电。故浮充电流为蓄电池的补充电流和经常负荷电流之和。

2 满足初充电要求，铅酸蓄电池的初充电电流一般为 $(1 \sim 1.25) I_{10}$ ，不会成为选择充电设备的决定条件，但是镉镍蓄电池的初充电流一般为 $(1 \sim 1.25) I_5$ ，若需要快速充电将达 $2.75 I_5$ ，将成为选择条件。

3 满足均衡充电要求，是按照事故放电后的补充充电或定期保证蓄电池的一致性的充电而选择充电设备，除提高补充充电的要求外还应加上经常负荷电流。

7.2.3 充电设备输出电压的调节范围应满足蓄电池组放电末期

时最低电压和充电末期时最高电压的要求。

经计算，铅酸蓄电池 110V 直流系统可选 90V~160V 的输出电压；220V 直流系统可选 180V~315V 的输出电压。关于镉镍蓄电池由于尚不具备固定接线方式，整组蓄电池个数对于 110V 直流系统采用 90 个，220V 直流系统采用 180 个或更多，故电压调节范围对于 110V 选用 100V~165V 的输出电压；220V 选用 200V~330V 的输出电压。

7.2.4 高频开关整流器目前尚没有电磁兼容等的专门行业标准，由于这些参数十分重要，只能按相关的标准执行。

7.3 直流屏上的设备及导体选择

7.3.1 直流屏应和其他屏一样，采用柜式结构，加强型的要求是因为柜内荷重较大，必须满足应有的机械强度。其防护等级应不低于 IP20 级，即要求“能防止手指或长度不大于 80mm 的类似物体触及壳内带电部分、运行部件，能防止直径大于 12mm 的固体异物进入壳内。对外壳进水而引起的有害影响，无专门防护”。

外形尺寸按标准的通用性要求推荐，应满足运行维护方便的要求，内部结构可采用装配式、分隔式、抽屉式等。

7.3.2 直流屏主母线宜采用阻燃绝缘铜母线的要求，早在 1985 年典型设计已制定原则，可是事到如今执行得并不理想，从直流系统安全性的需要出发，避免直流母线短路所带来的严重危害，今后必须严格执行。

关于母线导体截面选择，按 1h 放电率电流或充电设备的额定电流计算长期允许载流量选择最小截面，在满足发热条件和允许电压降的条件下，一般可不校验短路时的动、热稳定。单体蓄电池之间宜采用绝缘软导线连接，以避免硬连接造成振动时出现极柱松动而加大接触电阻。

7.3.3 蓄电池出口回路的保护电器的额定电流应按 1h 放电率电流选择，考虑可靠性应加大一级。同时要满足过载保护的配合

和直流母线短路时蓄电池供给的短路电流能供保护电器可靠动作。

蓄电池出口回路保护电器比馈线保护电器应大 2 级来满足选择性要求。

7.3.4 操作电器是指在直流系统中选用的刀开关、转换开关、刀熔开关等。应按大于回路最大工作电流和工作电压选择额定电流和额定电压。

7.3.5 直流馈线自动开关和熔断器的选择原则如下：

1 额定电压大于或等于回路的工作电压。

2 额定电流选择。

对于直流电动机馈线

$$I_n = K_{ph} I_{qd} \quad (1)$$

式中： I_n ——熔件和自动开关热脱扣器的额定电流 (A)；

I_{qd} ——电动机起动电流 (A)；

K_{ph} ——配合系数，取 0.3~0.35。

对于控制信号回路馈线

$$I_n = K_{ph} I_{qm} \quad (2)$$

式中： I_{qm} ——馈线回路最大工作电流 (A)；

K_{ph} ——配合系数，取 0.65~0.7。

3 电磁型操动机构合闸线圈的馈线回路。

$$I_n = K_{ph} I_{HQ} \quad (3)$$

式中： I_{HQ} ——合闸线圈额定电流 (A)；

K_{ph} ——配合系数，取 0.2~0.3。

根据上述计算结果，校验在合闸电流下其自动开关过载脱扣时间或熔件的熔断时间是否大于断路器固有合闸时间，否则可加大一级选择。

4 直流空气开关具有可靠切断直流回路故障电流的保护功能，现在已广泛采用。从可靠性的要求出发，规定干线较支线大 2~4 级的配合方法，满足了过载保护的配合。但是短路保护的

配合也十分重要，依据短路电流的计算，还应保证短路时的选择性及可靠动作。仅从拉开级差满足过载保护的配合，往往由于短路电流接近或太小，完全采用 10 倍 I_n 整定的瞬时脱扣将会出现误动或拒动的情况。依据短路电流计算，改变瞬时脱扣整定倍数，设计和制造均十分麻烦，可采用具有过载长延时和短路瞬时并具有短路短延时的智能式直流空气开关来实现短路配合。直流系统设计中，从电源经干线支线到负荷，尽量减少保护配合等级，将是设计中应注意的问题。

7.4 电 缆

7.4.1 蓄电池引出线为电缆时，其正负极应采用单独的电缆，这样可以减少正负极间电容值，提高绝缘水平。

7.4.2 不同回路的电缆截面的选择参见附录 E。

7.4.3 合闸回路电缆截面的选择，应考虑环状网络供电时在一侧电源供电至最远端的情况和合闸冲击负荷的随机性质，按严重工况时直流母线电压为最低值时计算，来保证电磁合闸机构的可靠性。

7.4.4 由于控制信号回路供电的重要性，其馈线电缆截面应保证足够的机械强度，一般采用铜芯电缆，为了增加供电可靠性和减少回路压降，规定采用不宜小于 4mm^2 的铜芯电缆。

考虑控制信号馈线较长，在满足运行电压要求的情况下，避免任意增大电缆截面，规定电压降不超过直流母线额定电压的 5%。

7.4.5 直流电缆的选择和敷设应符合 GB 50217 的要求。

重点应考虑不宜合用一根控制电缆的要求，计算机监测系统信号控制电缆的屏蔽选择，控制电缆金属屏蔽的接地方式，电力电缆截面选择的基本要求，电缆防火与阻止延燃的规定等。

对于控制、信号和保护回路电缆及重要的直流动力电缆，如交流不停电电源装置的电源电缆等，宜用铜芯电缆。

8 设备布置

8.0.1 蓄电池组的布置应尽量远离高温和震动的处所，应干燥、明亮、便于气体和酸碱液体排泄，应考虑其安装荷重的需要等。

酸性和碱性蓄电池不应在同一室布置，以免酸雾对碱性蓄电池腐蚀。

8.0.2 充电装置和直流屏（柜）同室布置，宜布置在环境较好的控制室内，而蓄电池专门布置，这主要是指防酸式铅酸蓄电池而言。对于阀控式铅酸蓄电池或碱性镉镍蓄电池应尽量和充电装置以及直流屏（柜）布置在同一室内，这对维护管理，节约联络电缆、减少电缆压降都是有利的。

8.0.3 仅运行检修蓄电池需要而提出通道宽度的最小要求。

8.0.4 参考现行有关规程标准，结合直流电源设备的运行维护特点进行了适当的调整。

8.0.5 碱性镉镍蓄电池需要一定的通风条件，要求能便于观察电解液面和检测单电池电压，便于清扫擦抹。尽量少地占用安装空间，多采用堆积式、品字形多层阶梯形布置、固定式安装或手车式组装方式。

阀控式密封铅酸蓄电池根据出厂要求，多数厂家要求立式安装，少数要求卧式安装。小容量蓄电池宜在屏（柜）内布置，应考虑便于维护、清扫及电压检测的要求。

9 对外专业的要求

9.1 防酸式铅酸蓄电池室

- 9.1.1 对建筑专业的一般要求。
- 9.1.2 对土建专业的要求。可参照全国通用建筑标准设计的电气装置标准图集中的“蓄电池安装”的说明。
- 9.1.3 对采暖通风专业的要求，可参照 DL/T 5035 中 4.2 的规定。
- 9.1.4 对水工专业的要求。
- 9.1.5 对电气照明专业的要求，详见 DLGJ 56。
- 9.1.6 对于蓄电池抗震设防应符合 GB 50260 中 5.7.8 的规定。

9.2 阀控式密封铅酸蓄电池和镉镍蓄电池室

DL/T 637 中的试验条件规定蓄电池的环境温度 $5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，基准温度为 25°C 。生产厂家资料均大于或等于上述环境温度范围值。
