

中华人民共和国水利行业标准

SL 311—2004

替代SDJ 5—85

水利水电工程高压配电装置设计规范

Hydraulic and hydroelectric engineering design code
for high voltage electrical installation

2004-12-08 发布

2005-02-01 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布《水利水电工程高压配电装置
设计规范》SL 311—2004 的通知

水国科 [2004] 593 号

部直属各单位，各省、自治区、直辖市水利（水务）厅（局），各计划单列市水利（水务）局，新疆生产建设兵团水利局：

经审查，批准《水利水电工程高压配电装置设计规范》为水利行业标准，并于发布。标准编号为 SL 311—2004，代替《高压配电装置设计技术规程》SDJ 5—85。

本标准自 2005 年 2 月 1 日起实施。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

二〇〇四年十二月八日

前 言

原《高压配电装置设计技术规程》(SDJ 5—85)是基于20世纪80年代的电气设备制造水平和国家能源政策修订的,随着科学技术和电气设备的更新换代,原规程中部分内容已不能满足发展的要求,需对该规程进行修订。根据水利部水利水电规划设计管理局水总局科[2001]1号“关于下达2001年度水利水电勘测设计技术标准制定、修订项目计划及主编单位的通知”,修订《高压配电装置设计技术规程》(SDJ 5—85),将标准名称改为《水利水电工程高压配电装置设计规范》。

本标准共8章7节101条和5个附录,主要技术内容包括:

- 环境条件;
- 导体和电器的选择;
- 配电装置的类型与布置;
- 进出线及联络线;
- 配电装置防火;
- 对建筑物及构筑物的要求;
- 环境保护。

本次修订的主要内容有:

- 改变了标准封面的标识和名称;
- 增加了总则的基本信息,改变了适用范围;
- 增加了引用标准;
- 增加了环境条件的要求;
- 导体和电器的选择中由导体和电器选择的一般规定改为一般规定、导体的选择和电器的选择三节编写;
- 配电装置的类型与布置中将型式选择分为型式、布置两节编写;取消了防火及蓄油设施一节;将对建筑物及构筑物的要求另列章节编写;

- 增加了进出线及联络线；
- 增加了配电装置防火；
- 增加了环境保护的要求；
- 附录中取消了导体的经济电流密度、采用降低绝缘水平的设备时配电装置的安全净距，增加了线路和发电厂、变电所污秽分级标准，增加了高压输变电设备的绝缘水平；
- 改变了标准用词说明。

本标准中的强制性条款有：3.1.11、4.1.1、4.1.2、4.1.3、4.1.4、4.1.5、4.3.5、7.0.1第1款和第3款。

本标准所替代标准的历次版本为：

——SDJ 5—85

本标准批准部门：**中华人民共和国水利部**

本标准主持机构：**水利部水利水电规划设计管理局**

本标准解释单位：**水利部水利水电规划设计总院**

本标准主编单位：**黄河勘测规划设计有限公司**

本标准出版、发行单位：**中国水利水电出版社**

本标准主要起草人：**夏富军 郭志 马跃生 谈晖
孙国强 王庆明 李国范 赵晓飞
杨昌谦**

本标准审查会议技术负责人：**石凤翔**

本标准体例格式审查人：**陈昊**

目 次

1 总则	1
2 环境条件	3
3 导体和电器的选择	5
3.1 一般规定	5
3.2 导体的选择	7
3.3 电器的选择	8
4 配电装置的类型与布置	10
4.1 安全净距	10
4.2 型式	15
4.3 布置	16
4.4 通道与围栏	17
5 进出线及联络线	21
6 配电装置防火	23
7 对建筑物及构筑物的要求	24
8 环境保护	27
附录 A 线路和发电厂、变电所污秽分级标准	28
附录 B 裸导体的长期允许载流量	30
附录 C 裸导体载流量在不同海拔及环境温度下的综合校正 系数	37
附录 D 高压输变电设备的绝缘水平	38
附录 E 海拔大于 1000m 时, A 值的修正	43
标准用词说明	44
条文说明	45

1 总 则

1.0.1 为使水利水电工程高压配电装置(以下简称配电装置)的设计,执行我国的技术经济政策,做到安全可靠、技术先进、维修方便和经济合理,修订本标准。

1.0.2 本标准适用于新建水利水电工程系统标称电压为3~500kV 配电装置的设计,扩建和改建工程的配电装置设计可参照执行。

1.0.3 配电装置的设计应根据电力系统条件、自然环境条件和运行、安装维修等要求,合理地选用设备和确定布置方案,坚持节约用地的原则,积极慎重地采用行之有效的新技术、新设备、新布置和新材料。

1.0.4 配电装置设计应根据工程特点、规模和发展规划,做到远期、近期结合,以近期为主,并适当考虑扩建的可能。

1.0.5 下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文,在本标准出版时,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。

《高压输变电设备的绝缘配合》(GB 311.1)

《城市区域环境噪声标准》(GB 3096)

《电磁辐射防护规定》(GB 8702)

《环境电磁波卫生标准》(GB 9175)

《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》(GB/T 11022)

《工业企业厂界噪声标准》(GB 12348)

《高压交流架空送电线无线电干扰限值》(GB 15707)

《66kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061)

《电力设施抗震设计规范》(GB 50260)

《水利水电工程设计防火规范》(SDJ 278)

《水力发电厂过电压保护和绝缘配合设计技术导则》(DL/T 5090)

《110~500kV 架空送电线路设计技术规程》(DL/T 5092)

1.0.6 配电装置的设计除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 环境条件

2.0.1 选择裸导体和电器使用的环境温度（周围空气温度）按表 2.0.1 规定确定。

表 2.0.1 选择裸导体和电器的环境温度

类别	安装场所	环境温度	
		最高	最低
裸导体	屋外	最热月平均最高温度	
	屋内	该处通风设计温度	
电器	屋外	年最高温度	年最低温度
	电抗器室、变压器室、母线室（洞）	该处通风设计最高排风温度	
	屋内其他位置	该处通风设计温度	

注 1：年最高（或最低）温度为一年中所测得的最高（或最低）温度的多年平均值。
注 2：最热月平均最高温度为最热月每日最高温度的月平均值，取多年平均值。
注 3：选择屋内裸导体及其他电器的环境温度，若该处无通风设计温度资料时，可取最热月平均最高温度加 5℃。

2.0.2 对环境温度高于 40℃ 处的电器，其外绝缘在干燥状态下的试验电压应取其额定耐受电压乘以温度校正系数，温度校正系数应符合 GB 311.1 的规定。

2.0.3 屋外配电装置中的电气设备和绝缘子，应根据当地污秽等级（见附录 A）采取相应的外绝缘标准及其他防尘、防腐等措施，并应便于清扫。

2.0.4 选择导体和电器在使用环境下的相对湿度，应采用当地湿度最高月份的平均相对湿度。对湿度较高的场所，应采用该处实际相对湿度。在湿热带地区应采用湿热带型电器产品，在亚湿热带地区可采用普通电器产品，但应根据当地运行经验采取防潮、防

水、防锈、防霉及防虫害等防护措施。

2.0.5 环境温度低于电气设备及其附属设备（仪表、继电器和控制保护装置）最低允许温度时，应装设加热装置或采取保温措施。

在积雪、覆冰严重地区，应采取防止冰雪引起事故的措施。

隔离开关的破冰厚度，应大于安装场所最大覆冰厚度。

2.0.6 设计屋外配电装置及选择导体和电器时的最大风速，330kV 及以下电器可采用离地 10m 高，30 年一遇，10min 平均最大风速；500kV 电器宜采用离地 10m 高，50 年一遇，10min 平均最大风速。设计最大风速超过 35m/s 的地区，在屋外配电装置的布置中，宜采取降低电气设备的安装高度、加强设备与基础的固定等措施。

2.0.7 配电装置的抗震设计应符合 GB 50260 的规定。

2.0.8 海拔超过 1000m 的地区，配电装置应选择适用于该海拔的电器、电瓷产品。

对于安装在海拔高于 1000m 处的设备，外绝缘在标准参考大气条件下的绝缘水平应将使用场所要求的绝缘耐受电压乘以系数 K_0 来决定。系数 K_0 的取值应符合 GB/T 11022 的规定。

3 导体和电器的选择

3.1 一般规定

3.1.1 导体、电器的选择，应满足在当地环境条件下正常运行、维修、短路和过电压状态的安全要求。

3.1.2 设计选用的导体和电器的最高电压不得低于该回路的最高运行电压，其长期允许电流不得小于该回路的可能最大持续工作电流。屋外导体和电器应考虑日照对其载流量的影响。

3.1.3 验算导体和电器额定峰值耐受电流、额定短时耐受电流以及电器开断电流所用的短路电流，应按本工程的设计规划容量计算，并应考虑电力系统中期发展规划（中期发展规划可为本期工程建成后5~15年）。

确定短路电流时，应按可能发生最大短路电流的正常接线方式计算。一般可按三相短路验算，同时要考虑直流分量的影响。当单相、两相接地短路电流大于三相短路电流时，应按严重情况验算。

3.1.4 验算导体短路热效应的计算时间，宜采用主保护动作时间加相应的断路器全分闸时间。当主保护有死区时，应采用对该死区起作用的后备保护动作时间，并应采用相应的短路电流值。

验算电器短路热效应的计算时间，宜采用后备保护动作时间加相应的断路器全分闸时间。

3.1.5 用高压限流熔断器保护的导体和电器，可根据限流熔断器的特性验算其额定峰值耐受电流和额定短时耐受电流；用高压熔断器保护的电压互感器回路，可不验算其额定峰值耐受电流和额定短时耐受电流。

3.1.6 导体宜选用铝、铝合金或铜材料。

3.1.7 裸导体的正常最高工作温度应不大于70℃，在计及日照影响时，钢芯铝线及管形导体宜不大于80℃。

特种耐热导体的最高工作温度可根据制造厂提供的数据选择使用，但要考虑高温导体对连接设备的影响，并采取防护措施。

3.1.8 验算额定短时耐受电流时，裸导体的最高允许温度，硬铝及铝锰合金可取 200℃，硬铜可取 300℃，短路前的导体温度应采用额定负荷下的工作温度。

3.1.9 在按回路正常工作电流选择裸导体截面时，导体的长期允许载流量应按所在地区的海拔及环境温度进行修正。

裸导体的长期允许载流量及其修正系数可按附录 B 和附录 C 执行。

导体采用多导体结构时，应计及邻近效应和热屏蔽对载流量的影响。

3.1.10 除配电装置的汇流母线外，较长导体的截面也可按经济电流密度选择。当无合适规格导体时，导体截面积可按经济电流密度计算截面的相邻下一档选取。

3.1.11 在正常运行和短路时，电器引线的最大作用力应不大于电器端子允许的荷载。屋外配电装置的导体、套管、绝缘子和金具，应根据当地气象条件和不同受力状态进行力学计算。其安全系数应不小于表 3.1.11 的规定。

表 3.1.11 导体和绝缘子的安全系数

类 别	荷载长期作用时	荷载短时作用时
套管、支持绝缘子及其金具	2.5	1.67
悬式绝缘子 ^a 及其金具	4	2.5
软导体	4	2.5
硬导体 ^b	2.0	1.67

a: 悬式绝缘子的安全系数对应于 1h 机电试验荷载。
b: 硬导体的安全系数对应于破坏应力，若对应于屈服点应力，其安全系数应分别改为 1.6 和 1.4。

3.1.12 配电装置的绝缘水平应满足 DL/T 5090 及附录 D 的规定。

3.1.13 电压为 110kV 及以上的电器及金具，在 1.1 倍最高工作相电压下，晴天夜晚不应出现可见电晕，110kV 及以上导体的电晕临界电压应大于导体安装处的最高工作电压。

3.2 导体的选择

3.2.1 220kV 及以下软导线宜选用钢芯铝绞线；330kV 软导线宜选用扩径空芯导线；500kV 软导线宜选用特轻型铝合金或扩径空芯分裂导线。

3.2.2 在空气含盐量较大的沿海地区或周围气体对铝有明显腐蚀的场所，宜选用防腐型铝绞线或铜绞线。

3.2.3 架空地线应满足机械使用条件要求，可选用镀锌钢绞线或复合型绞线。

3.2.4 硬导体可选用矩形、双槽形和圆管形。20kV 及以下回路的正常工作电流在 4000A 及以下时，宜选用矩形导体；在 4000~8000A 时，宜选用双槽形导体或管形导体。

66kV 及以下配电装置硬导体可采用矩形导体，也可采用管形导体。

110kV 及以上配电装置硬导体宜采用管形导体。

3.2.5 硬导体的设计应考虑不均匀沉陷、温度变化和振动等因素的影响。

3.2.6 额定电流为 4000A 及以上的发电机主回路可采用离相封闭母线，其分支回路也应采用离相封闭母线。回路额定电流为 5000A 以下时，可采用共箱封闭母线。

3.2.7 离相封闭母线冷却方式宜采用自然冷却。额定电流为 26000A 以上时可采用强迫通风冷却。

3.2.8 布置在地下洞室、潮湿等场所的离相封闭母线宜采取防潮措施。

3.2.9 10kV 及以下电缆可选用铜芯或铝芯。35kV 及以上电缆宜采用铜芯。

3.2.10 电缆型式应根据工程环境条件及敷设条件、运行维护经

验、防火及环保等要求选择，220kV 及以上的电缆型式尚应通过技术经济比较选用。

3.3 电器的选择

3.3.1 对担负调峰任务的水轮发电机组、蓄能机组和并联电容器组等需要频繁操作的回路，应选用适合频繁操作的断路器。

3.3.2 35kV 及以下电压等级的断路器，宜选用真空断路器或 SF₆ 断路器。发电机断路器灭弧及绝缘介质宜选用 SF₆ 或真空。66kV 及以上电压等级的断路器宜选用 SF₆ 断路器。

3.3.3 隔离开关应根据正常运行条件和短路故障条件的要求选择。

3.3.4 负荷开关可选用 SF₆、真空或压气式负荷开关。在污秽程度较高的地方宜采用全封闭 SF₆ 负荷开关。

3.3.5 交流金属封闭开关设备（简称开关柜）应具有五防功能和带电显示装置。

3.3.6 3~35kV 屋内配电装置的电流互感器，宜选用树脂浇注绝缘结构；66kV 及以上配电装置的电流互感器，根据安装使用条件及产品制造水平，可采用油浸式、SF₆ 气体绝缘或树脂浇注式的独立式电流互感器；在有条件时（如回路中有变压器套管、断路器套管或穿墙套管等）宜采用套管式电流互感器。

3.3.7 屋内配电装置宜采用树脂浇注绝缘结构的电磁式电压互感器；屋外配电装置宜采用油浸绝缘结构或 SF₆ 气体绝缘的电磁式电压互感器或电容式电压互感器。

3.3.8 高压熔断器的额定开断电流应大于回路中可能出现的最大预期短路电流周期分量有效值。

3.3.9 高压并联电抗器可采用单相式或三相式。当采用三相式时应采用三相五柱式，并结合设备制造、运输条件及场地布置综合考虑。

3.3.10 并联电容器装置宜装设的主变压器的低压侧或主要负荷侧。

并联电容器装设时应分组，并能根据需要成组投入和退出运行。电容补偿装置宜采用成套设备。

3.3.11 过电压保护宜选用金属氧化物避雷器；对采用 66kV 及以下的真空断路器，宜根据被操作的容性或感性负载，选用金属氧化物避雷器或阻容吸收器。

3.3.12 装设在屋外的消弧线圈宜选用油浸式；装设在屋内的消弧线圈宜选用干式；在电容电流变化较大的场所，宜选用自动跟踪动态补偿式消弧线圈。

3.3.13 发电机中性点接地变压器宜选用干式变压器。

3.3.14 3~6kV 屋外支柱绝缘子和穿墙套管，可采用提高两级电压的产品；10~20kV 屋外支柱绝缘子和穿墙套管，可采用高一级电压的产品。

4 配电装置的型式与布置

4.1 安全净距

4.1.1 屋外配电装置的安全净距应不小于表 4.1.1 的规定, 并按图 4.1.1-1、图 4.1.1-2 和图 4.1.1-3 校验。

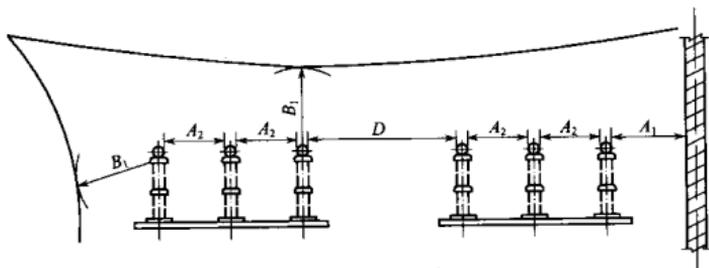


图 4.1.1-1 屋外 A_1 、 A_2 、 B_1 、 D 值校验图

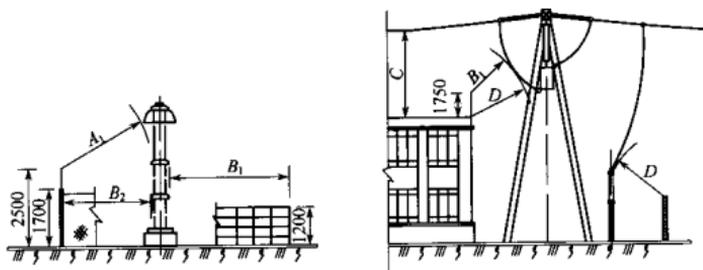


图 4.1.1-2 屋外 A_1 、 B_1 、 B_2 、 C 、 D 值校验图

当电气设备外绝缘体最低部位距地面小于 2.5m 时, 应装设固定遮栏。

表 4.1.1 屋外配电装置的安全净距

单位: mm

符号	适用范围	图号	系统标称电压 (kV)							
			3~10	15~20	35	66	110J	220J	330J	500J
A ₁	带电部分至接地部分之间	4.1.1-1、 4.1.1-2	200	300	400	650	900	1800	2500	3800 ^c
	网状遮栏向上延伸线距地 2.5m 处与遮栏上方带电部分之间		200	300	400	650	900	1800	2500	3800 ^c
A ₂	不同相的带电部分之间	4.1.1-1、 4.1.1-3	200	300	400	650	1000	2000	2800	4300
	断路器和隔离开关的断口两侧引线带电部分之间	4.1.1-1、 4.1.1-2、 4.1.1-3	950	1050	1150	1400	1650 ^b	2550 ^b	3250 ^b	4550 ^b
B ₁	交叉的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间	4.1.1-1、 4.1.1-2、 4.1.1-3	300	400	500	750	1000	1900	2600	3900
	栅状遮栏至绝缘体和带电部分之间 ^a		2700	2800	2900	3100	3400	4300	5000	7500
B ₂	带电作业时带电部分至接地部分之间 ^b	4.1.1-1-1、 4.1.1-1-2	2200	2300	2400	2600	2900	3800	4500	5800
	网状遮栏至带电部分之间	4.1.1-1-1、 4.1.1-1-2	2200	2300	2400	2600	2900	3800	4500	5800
C	无遮栏裸导体至地面之间	4.1.1-2、 4.1.1-3	2700	2800	2900	3100	3400	4300	5000	7500
	无遮栏裸导体至建筑物、构筑物顶部之间	4.1.1-2、 4.1.1-3	2700	2800	2900	3100	3400	4300	5000	7500
D	平行的不同时间停电检修的无遮栏带电部分之间	4.1.1-1、 4.1.1-2	2200	2300	2400	2600	2900	3800	4500	5800
	带电部分与建筑物、构筑物的边沿部分之间		2200	2300	2400	2600	2900	3800	4500	5800

注 1: 110J、220J、330J、500J 系指中性点直接接地电网。

注 2: 海拔超过 1000m 时, A 值应按附录 E 进行修正。

注 3: 本表所列各值不适用于制造厂的产品设计。

a: 对于 220kV 及以上电压, 可按绝缘体电位的实际分布, 采用相应的 B₁ 值进行校验。此时, 允许栅状遮栏与绝缘体的距离小于 B₁ 值, 当天给定的分布电位时, 可按线性分布计算。校验 500kV 相间通道的安全净距, 亦可用此原则。b: 带电作业时, 不同相或交叉的不同回路带电部分之间, 其 B₁ 值可取 A₂+750mm。c: 500kV 的 A₁ 值, 双分裂导线至接地部分之间可取 3500mm。

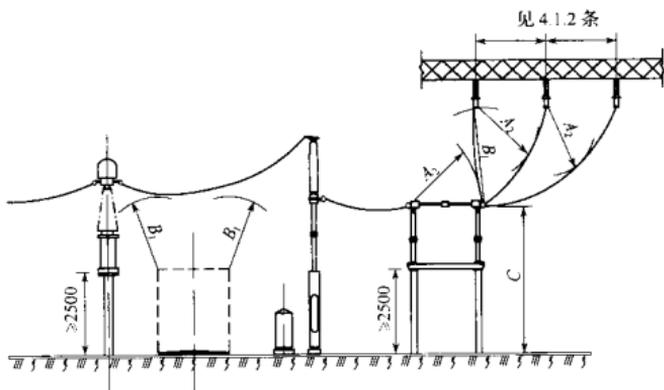


图 4.1.1-3 屋外 A_2 、 B_1 、 C 值校验图

4.1.2 屋外配电装置使用软导线时,在不同条件下,带电部分至接地部分和不同相带电部分之间的安全净距,应根据表 4.1.2 进行校验,并应采用其中最大数值。

表 4.1.2 不同条件下的计算风速和安全净距 单位: mm

条件	校验条件	计算风速 (m/s)	A 值	系统标称电压 (kV)					
				35	66	110J	220J	330J	500J
雷电过电压	雷电过电压和风偏	10	A_1	400	650	900	1800	2400	3200
			A_2	400	650	1000	2000	2600	3600
操作过电压	操作过电压和风偏	最大设计风速的 50%	A_1	400	650	900	1800	2500	3500
			A_2	400	650	1000	2000	2800	4300
最高工作电压	最高工作电压、短路和 10m/s 风速时的风偏		A_1	150	300	300	600	1100	1600
	A_2		150	300	500	900	1700	2400	

注:在气象条件恶劣(如最大设计风速为 35m/s 及以上,以及雷暴时风速较大的地区),校验雷电过电压时的安全净距,其计算风速采用 15m/s。

表 4.1.3 屋内配电装置的安全净距

单位: mm

符号	适应范围	图号	系统标称电压 (kV)										
			3	6	10	15	20	35	66	110J	220J		
A ₁	带电部分至接地点之间	4.1.3-1	75	100	125	150	180	300	550	850	1800		
	网状和板状遮栏向上延伸线距地 2.3m 处与遮栏上方带电部分之间												
A ₂	不同相的带电部分之间	4.1.3-1	75	100	125	150	180	300	550	900	2000		
	断路器和隔离开关的断口两侧引线带电部分之间												
B ₁	栅状遮栏至带电部分之间	4.1.3-1、 4.1.3-2	825	850	875	900	930	1050	1300	1600	2550		
	交叉的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间												
B ₂	网状遮栏至带电部分之间 ^a	4.1.3-1	175	200	225	250	280	400	650	950	1900		
C	无遮栏裸导体至地(楼)面之间	4.1.3-1	2500	2500	2500	2500	2500	2600	2850	3150	4100		
D	平行的不同停电检修的无遮栏裸导体之间	4.1.3-1	1875	1900	1925	1950	1980	2100	2350	2650	3600		
E	通向屋外的出线套管至屋外通道的路面 ^b	4.1.3-2	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4500	5000	5500		

注 1: 110J、220J 系指中性点有效接地电网。

注 2: 海拔超过 1000m 时, A 值应按附录 E 进行修正。

注 3: 本表所列各值不适用于制造厂的产品设计。

a: 当为板状遮栏时, 其 B₁ 值可取 A₁ - 30mm。

b: 通向屋外配电装置的出线套管至屋外地面的距离, 不应小于表 4.1.1 中所列屋外部分之 C 值。

4.1.3 屋内配电装置的安全净距不应小于表 4.1.3 的规定, 并按图 4.1.3-1 和图 4.1.3-2 校验。

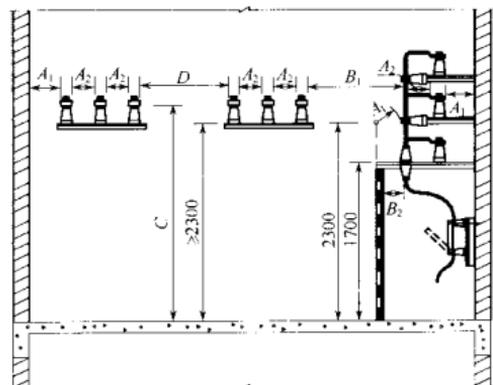


图 4.1.3-1 屋内 A_1 、 A_2 、 B_1 、 B_2 、 C 、 D 值校验图

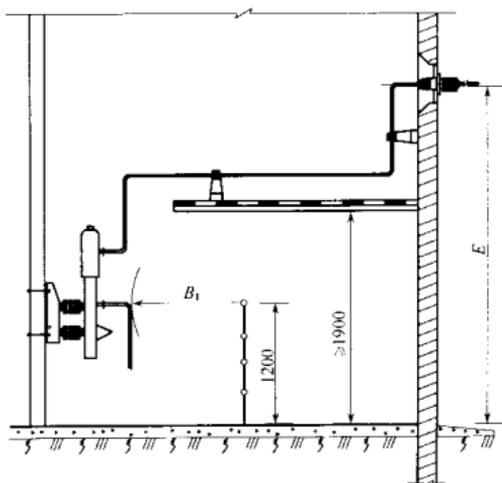


图 4.1.3-2 屋内 B_1 、 E 值校验图

当电气设备外绝缘体最低部位距地面小于 2.3m 时，应装设固定遮栏。

4.1.4 配电装置中相邻带电部分的系统标称电压不同时，应按较高的系统标称电压确定其安全净距。

4.1.5 屋外配电装置带电部分的上面或下面，不应有照明、通信和信号线路架空跨越或穿过；屋内配电装置裸露带电部分的上面不应有明敷的照明或动力线路跨越。

4.2 型 式

4.2.1 配电装置型式的选择，应根据枢纽布置及进出线方式，因地制宜考虑所在地区的地理情况及环境条件，与相应水利水电工程总体布置协调配合；配电装置型式应通过技术经济比较确定。

配电装置型式从布置上可分为屋内式和屋外式。

屋内式可分为屋内敞开式配电装置、屋内气体绝缘金属封闭开关设备（以下简称 GIS）、交流金属封闭开关设备；屋外式可分为屋外敞开式配电装置、屋外 GIS、屋外复合电器式配电装置、屋外组合式紧凑型配电装置。

屋外敞开式配电装置按布置型式可分为高型、半高型、普通中型、分相中型。

4.2.2 3~35kV 配电装置宜选用开关柜，也可选用预装式组合变电站。

66kV 及以上配电装置属于下列情况之一的宜采用 GIS：

1 处于恶劣地理环境条件下，如高海拔、高地震烈度地区，水雾、泥雾、盐雾及其他重污染地区，重冰雹频繁及运行条件恶劣地区。

2 地处深山峡谷，土石方开挖工程量大的配电装置。

3 地下洞室内设置的配电装置。

4 场地紧张、地价昂贵需尽量紧缩配电装置尺寸地区。

5 技术经济比较合理时。

4.2.3 III 级及以上污秽地区，110kV 配电装置及经技术经济比

较合理的 220kV 配电装置宜采用屋内布置。

4.2.4 110kV 及 220kV 屋外敞开式配电装置可采用半高型、普通中型、分相中型，并宜采用管型母线；330kV 与 500kV 屋外敞开式配电装置应采用中型布置。

4.2.5 66kV 及以上配电装置采用 GIS 时，宜布置在屋内，GIS 布置在屋外应采用屋外型设备。

4.2.6 地震烈度为 9 度及以上时，110kV 及以上配电装置宜采用 GIS，当采用敞开式时，不宜采用半高型配电装置和双层屋内配电装置。

4.3 布 置

4.3.1 采用屋外配电装置布置时应考虑以下问题：

1 满足布置整齐、清晰、少开挖、少占用良田、进出线方便、少交叉、少转角的要求。

2 结合水利水电工程的地形地貌，避开可能产生水流冲刷、滑坡体、高边坡滚石、泥石流的地段。其地面高程与水利水电工程设计洪水标准相适应。

3 考虑气温、日温差、日照、雨水风沙侵袭、冰雹、微风振动及腐蚀等环境条件的影响，必要时应采取相应措施。

4 场地尽量避开水雾、泥雾和主导风向影响区。

5 屋外敞开式配电装置间隔宽度满足各种安全净距的校验，支架高度满足导体及设备对地距离的要求，并考虑安装、运行操作及检修方便。

4.3.2 管型母线选用单管或多管结构应根据具体使用条件确定。

固定方式可采用支持式或悬挂式。当地震烈度为 9 度及以上时，宜用悬挂式。

当采用单管型母线时，应采取措施消除端部效应。支持式管型母线在无冰无风正常状态下跨中挠度宜不超过母线跨度的 0.5%；悬挂式管型母线在无冰无风正常状态下的挠度可适当放大。分裂结构铝管母线挠度宜不超过母线跨度的 0.4%。

对于单管支持式管型母线还应考虑微风振动及热胀冷缩对支持绝缘子产生的内应力影响。

4.3.3 配电装置各回路的相序宜一致，一般面对出线自左至右、由远到近、从上到下按 A、B、C (U、V、W) 相顺序排列。对屋内硬导体及屋外母线桥宜涂刷相色漆，A、B、C (U、V、W) 相色标志应为黄、绿、红。不涂相色漆的应有相色标志。

配电装置内的双母线排列顺序，一般靠近变压器侧布置的母线为 I 母，靠近线路侧布置的母线为 II 母。

4.3.4 66kV 及以上的配电装置，每段母线上宜装设接地开关或接地器，对断路器两侧隔离开关的断路器侧、线路隔离开关的线路侧和变压器进线隔离开关的主变压器侧宜配置接地开关。

屋内配电装置间隔内的硬导体及接地线上应留有接触面和连接端子，以便于安装临时接地线。

4.3.5 屋内外配电装置均应装设安全操作的闭锁装置及联锁装置。

4.3.6 110kV 及以上屋外配电装置的架构荷载条件及安全距离，有条件时宜考虑带电检修的要求。

4.3.7 充油电气设备的布置，应满足在带电时安全和方便观察油位、油温的要求，并便于抽取油样。

4.3.8 110~220kV 母线避雷器和电压互感器宜合用一组隔离开关；330kV 及以上进出线和母线上装设的避雷器和电压互感器不应装设隔离开关。

4.3.9 330kV 及以上并联电抗器应连接在线路断路器的线路侧，其回路内不宜装设断路器或负荷开关，如需装设，应根据其用途及运行方式等因素确定。

4.3.10 GIS 室应设置起重设备，其容量应能满足起吊最大运输单元要求，起重设备宜在三个方向采用双速运行。

4.4 通道与围栏

4.4.1 配电装置的通道，应便于设备的操作、搬运、检修、试验

和巡视，并应符合安全、消防、节约用地等要求。

屋外配电装置凡有现地操作或检修要求的设备应设置必要的巡视通道及操作地坪。

4.4.2 110kV 及以上屋外配电装置宜设置环形道路或具备回车条件的通道，其道路宽度宜为 3500mm，其转弯半径应满足运输车辆的要求。

屋外配电装置内道路的纵向坡度不宜大于 6%。通道路面宜采用混凝土或沥青。

4.4.3 配电装置屋内各种通道的最小宽度（净距）应符合表 4.4.3 的规定。

表 4.4.3 配电装置屋内各种通道的最小宽度

单位：mm

布置方式	通道种类		
	维护通道	操作通道	
		固定式	手车式
设备单列布置	800	1500	单车长+1200
设备双列布置	1000	2000	双车长+900

注 1：通道宽度在建筑物的墙柱个别突出处，允许缩小 200mm。
注 2：手车式开关柜不需进行现地检修时，其通道宽度可适当减小。
注 3：固定式开关柜靠墙布置时，柜背离墙距离宜取 50mm。
注 4：当采用 35kV 手车式开关柜时，柜后通道不宜小于 1000mm。

4.4.4 GIS 布置时，应考虑其安装、检修、起吊、运行巡视、现场试验及 SF₆ 气体回收装置搬运所需的空间和通道，并留有安装场所。

对屋内布置的 GIS 应校验起吊、搬运最大运输单元所需的空間。

GIS 两侧应设置安装检修和巡视通道，主通道宜靠近断路器侧，宽度应满足回收装置宽度和同时过人要求，一般可取 2000~3500mm，另一侧通道供运行巡视，宽度一般为 1200mm。

屋外布置的 GIS 应考虑运输通道及吊装方式等现场作业要求。

4.4.5 设置于屋内的干式变压器,其外廓与四周墙壁的净距应不小于 600mm,干式变压器之间的距离应不小于 1000mm,当有巡视和维护要求时尚应满足巡视维修的要求;干式变压器与配电柜布置在同一房间时,干式变压器应设防护围栏或防护等级不低于 IP2X 的防护外罩。

干式变压器带外壳时可不受上述距离与要求的限制,但应满足巡视维护要求。

4.4.6 设置于屋内的油浸变压器,其外廓与变压器室四壁的最小净距应符合表 4.4.6 的规定。

表 4.4.6 油浸变压器外廓与变压器室四壁的最小净距

单位: mm

变压器容量 (kVA)	1000 及以下	1250 及以上
变压器与后壁、侧壁之间	600	800
变压器与门之间	800	1000

对于现地检修的屋内油浸变压器,变压器室的屋内高度可按吊芯或吊罩所需的最小高度再加 700mm 确定,宽度可按变压器两侧各加 800mm 确定。

4.4.7 当布置气体绝缘母线、全连离相封闭母线和共箱母线时,应结合设备安装方式考虑安装空间和最大部件运输通道,并满足运行维修要求。安装运输通道宽度为设备外形尺寸两侧各加 500mm (个别部位可适当减小),巡视通道宽度为 800mm。

4.4.8 厂区外的屋外配电装置场地四周应设置 2200~2500mm 高的实体围墙;厂区内的屋外配电装置周围应设置围栏,高度应不小于 1500mm。

4.4.9 配电装置中电气设备的栅状遮栏高度,应不小于 1200mm,栅状遮栏最低栏杆至地面的净距,应不大于 200mm。

配电装置中电气设备的网状遮栏高度,应不小于1700mm,网状遮栏网孔应不大于40mm×40mm,围栏门应装锁。

4.4.10 屋外的母线桥,当外物有可能落在母线上时,应根据具体情况采取防护措施。

5 进出线及联络线

5.0.1 进出线(包括进线段及出线段)及联络线型式选择应根据总体布置、配电装置型式和布置、主变压器和配电装置的相对位置、通道、地形地貌、水雾、泥雾影响及运行安全、维护条件等因素,经技术经济比较选择安全可靠、经济合理的方案。

进出线及联络线一般采用以下型式:

- 架空线;
- 电力电缆;
- 气体绝缘母线;
- 封闭母线、硬母线。

5.0.2 主变压器布置在屋外,配电装置采用敞开式布置,架线条件允许时,应采用架空线。

当进出线及联络线采用架空线时,架空线设计应符合 GB 50061 和 DL/T 5092 及下列要求:

1 导线、避雷线、绝缘子和金具的机械强度安全系数不小于 3.5。

2 跨越河道、峡谷、水库及通航建筑物时,按大跨越的气象条件设计。

3 进出线一般避免跨越泄水建筑物挑流区。当不能避免时,考虑水雾、泥雾的影响,合理选择外绝缘爬电距离。

4 对较长的密集架设的进出线校核其相互间静电和电磁感应,并采取必要的防护措施。

5 进出线一般避免交叉。当不能避免时,交叉点宜靠近杆塔,校验在设计最不利气象条件下和短路电流过热条件下满足交叉距离的要求;同时,对于不同电压等级线路交叉时,电压较高的线路架设在电压较低的线路上方。

6 结合主变压器和配电装置布置,避免施工干扰,选用施工

及检修而带来的停电损失少、安全可靠的方案。

7 避雷线保护角比一般线路减小。

8 避免对通信及视频信号线的无线电干扰。

9 结合地形地貌，考虑杆塔组立条件，合理选择塔基位置。

10 结合现场地质条件，妥善解决杆塔接地问题。

11 结合现场条件，优先考虑利用大坝、厂房等建筑物或崖壁上设锚筋吊环等方法，以节省杆塔和投资。

12 当主变压器门型构架上装设避雷线或避雷针时，采取防止反击的措施。对于采用一端绝缘的避雷线，应遵循如下原则：

1) 尽量缩短一端绝缘避雷线的档距。

2) 绝缘子个数选择按雷电过电压来确定。

3) 当有两根及以上一端绝缘避雷线并行敷设时，在保证安全的条件下，可考虑将各条避雷线的绝缘末端用与避雷线相同的导线连接起来，构成雷电通路，以减少阻抗，降低过电压。

4) 为了降低雷电过电压，尽量降低避雷线接地端的接地电阻。

5.0.3 当进出线及联络线不能采用架空线时，经技术经济比较，可采用电力电缆或气体绝缘母线。

5.0.4 当主变压器与配电装置距离较近、电压等级较低时，可采用封闭母线或硬母线方式。

6 配电装置防火

6.0.1 配电装置的防火设计，应贯彻“预防为主、防消结合”的消防工作方针。

6.0.2 配电装置的防火设计，应符合 SDJ 278 的要求。

7 对建筑物及构筑物的要求

7.0.1 配电装置室的建筑，符合下列要求：

1 长度大于 7m 的配电装置室，应有两个出口，并宜布置在配电装置室的两端；长度大于 60m 时，宜增添一个出口；当配电装置室有楼层时，一个出口可设在通往屋外楼梯的平台处。

2 充油电气设备间的门若开向不属于配电装置范围的建筑物内时，其门应为非燃烧体或难燃烧体的实体门。

3 配电装置室应设防火门，并应向外开启，防火门应装弹簧锁，严禁用门闩。相邻配电装置室之间如有门时，应能双向开启。

4 配电装置室可开窗，并应采取防止雨、雪、小动物、风沙及污秽尘埃进入的措施。配电装置室临街的一面不宜装设窗户。

5 配电装置室的耐火等级，不应低于二级。配电装置室应清洁干燥，顶棚、内墙面和地（楼）面应做处理。

6 配电装置室有楼层时，其楼层应设防水措施。

7 配电装置室应按事故排烟要求装设事故通风装置。

8 GIS 配电装置室应设通风、排风装置，进风口顶部距屋内地坪不宜大于 300mm，排风出口设置在易于扩散的通风处，不允许排入厂房。

9 配电装置屋内通道应保证畅通无阻，不得设立门槛，并不应有与配电装置无关的管道通过。

7.0.2 屋外配电装置架构的荷载条件，符合下列要求：

1 计算用气象条件应按当地的气象资料确定。

2 架构宜根据实际受力条件（包括远景可能发生的不利情况），分别按终端或中间架构设计。架构设计不考虑断线。

3 架构设计应考虑运行、安装、检修、地震、短路工况时的 5 种荷载组合：

1) 运行工况：最大风速（无冰、相应气温）、最低气温（无

冰无风)及最严重覆冰(相应气温及风速)等三种情况及其相应的导线及避雷线张力、自重等。

2) 安装工况:导线及避雷线架设时计及梁上人和工具重 2.0kN 以及相应的风荷载、导线及避雷线张力、自重等。

3) 检修工况:对于导线跨中有引下线的 110kV 及以上电压的构架,计及导线上人和梁上上人的活动荷载 2.0kN ,并分别验算单相作业和三相作业的受力状态。此时导线集中荷载:

——单相作业: 330kV 及以下取 1.5kN , 500kV 取 3.5kN ;

——三相作业: 330kV 及以下每相取 1.0kN , 500kV 每相取 2.0kN 。

4) 地震工况:考虑水平地震作用及相应的风荷载(或相应的冰荷载)、导线及避雷线张力、自重等,地震工况下的结构抗力(抗拔、抗倾覆等)或设计强度允许提高 25% 使用。

5) 短路工况:考虑短路时的电动力及相应风荷载、导线及避雷线张力、自重等。

4 半高型配电装置的平台、走道,计及 1.5kN/m^2 等效均布荷载,架构横梁应考虑适当的起吊荷载。

7.0.3 设备支架及其基础应以下列三种荷载工况作为承载能力极限状态的基本组合:

1 运行工况:取设计风速对设备作用的荷载及相应的引线张力、自重等。

2 操作荷载工况:取设备最大操作荷载及相应的风荷载和相应的引线张力及自重等。

3 地震工况:考虑水平地震作用及相应的风荷载、引线张力、自重等。地震工况下的结构抗力(抗拔、抗倾覆等)或设计强度均允许提高 25% 使用。

7.0.4 屋内配电装置的荷载应按设备的自重、操作力及均布活荷

载设计。

7.0.5 GIS 配电装置室应配置检测空气中 SF₆ 气体的浓度探测仪。GIS 室开的所有孔洞应设置隔离密封措施。

7.0.6 GIS 室土建误差应满足如下要求：

1 混凝土分缝线两侧产生的位移不超过：水平横向和纵向，±10mm；垂直，±5mm。

2 积累至 GIS 设备安装标称面的土建误差为：水平，±8mm；垂直，±8mm。

3 在 100m 长之内地平面的不平整度不应超过 10mm。

7.0.7 屋外配电装置布置场地的设计坡度，应根据地形条件、设备布置、排水方式和道路纵向坡度确定，宜采用 0.5%~2%，最小应不小于 0.3%，局部最大坡度宜不大于 6%。平行于母线方向的坡度，应满足电气及结构布置的要求。

7.0.8 地下、坝内配电装置室和母线廊道顶拱应设置防水隔层，洞壁宜设防水隔墙。电缆廊道也应有防水、排水措施。

8 环 境 保 护

8.0.1 配电装置及进出线电磁辐射对环境的影响应符合 GB 8702、GB 9175 及 GB 15707 的要求。

8.0.2 根据水利水电工程所处的地理位置,配电装置的噪声对周边环境的影响应符合 GB 12348 或 GB 3096 的要求。

8.0.3 330kV 及以上的配电装置内设备遮栏外的静电感应场强水平(离地 1500mm 空间场强)宜不超过 10kV/m,少部分地区可允许达到 15kV/m。

配电装置围墙外侧处(非出线方向,围墙外为居民区时)的静电感应场强水平(离地 1500mm 空间场强)宜不大于 5kV/m。

8.0.4 屋外配电装置绿化应与周边环境相协调,防止水土流失,但应严防绿化影响电气设备安全运行。为防止油泄漏污染,应设置事故储油池,对油污进行处理回收。应对污水进行净化处理后排放。

8.0.5 选在山区的配电装置不宜过多破坏山体自然地貌。

附录 A 线路和发电厂、变电所污秽分级标准

表 A-1 线路和发电厂、变电所污秽等级

污秽等级	污秽特征	盐密 (mg/cm ²)	
		线路	发电厂、 变电所
0	大气清洁地区及离海岸盐场 50km 以上无明显污秽地区	≤0.03	—
I	大气轻度污秽地区, 工业区和人口低密集区, 离海岸盐场 10~50km 地区, 在污闪季节中干燥少雾 (含毛毛雨) 或雨量较多时	>0.03~0.06	≤0.06
II	大气中等污秽地区, 轻盐碱和炉烟污秽地区, 离海岸盐场 3~10km 地区, 在污闪季节中潮湿多雾 (含毛毛雨) 但雨量较少时	>0.06~0.10	>0.06~0.10
III	大气污染较严重地区, 重雾和重盐碱地区, 近海岸盐场 1~3km 地区, 工业与人口密度较大地区, 离化学污染源和炉烟污秽 300~1500m 的较严重污秽地区	>0.10~0.25	>0.10~0.25
IV	大气特别严重污染地区, 离海岸盐场 1km 以内, 离化学污染源和炉烟污秽 300m 以内的地区	>0.25~0.35	>0.25~0.35

表 A-2 各级污秽等级下的爬电比距分级数值

污秽等级	爬电比距 (cm/kV)			
	线路		发电厂、变电所	
	220kV 及以下	330kV 及以上	220kV 及以下	330kV 及以上
0	1.39 (1.60)	1.45 (1.60)	—	—
I	1.39~1.74 (1.60~2.00)	1.45~1.82 (1.60~2.00)	1.60 (1.84)	1.60 (1.76)
II	1.74~2.17 (2.00~2.50)	1.82~2.72 (2.00~2.50)	2.00 (2.30)	2.00 (2.20)
III	2.17~2.78 (2.50~3.20)	2.27~2.91 (2.50~3.20)	2.50 (2.88)	2.50 (2.75)
IV	2.78~3.30 (3.20~3.80)	2.91~3.45 (3.20~3.80)	3.10 (3.57)	3.10 (3.41)

注 1: 线路和发电厂、变电所爬电比距计算时取系统最高工作电压。表中 () 内数字为按系统标称电压计算值。

注 2: 对电站设备 0 级 (220kV 及以下爬电比距为 1.48cm/kV、330kV 及以上爬电比距为 1.55cm/kV), 目前保留作为过渡时期的污级。

注 3: 对于污秽环境中用于中性点绝缘和经消弧线圈接地系统的电力设备, 其外绝缘水平一般可按高一级选取。

注 4: 本表适用于海拔 1000m 及以下地区。

附录 B 裸导体的长期允许载流量

表 B-1 钢芯铝绞线长期允许的载流量

单位: A

标称截面积 (mm ²)	计算载流量		
	70℃	80℃	90℃
10/2	66	78	87
16/3	85	100	113
25/4	111	131	149
35/6	134	158	180
50/8	161	191	218
50/30	166	195	218
70/10	194	232	266
70/40	196	230	257
95/15	252	306	351
95/20	233	277	319
95/55	230	270	301
120/7	287	350	401
120/20	285	348	399
120/25	265	315	365
120/70	258	301	335
150/8	323	395	454
150/20	326	400	461
150/25	331	407	469
150/35	331	407	469
185/10	372	458	528
185/25	379	468	540
185/30	373	460	531
185/45	379	469	541
210/10	397	490	565
210/25	405	501	579
210/35	409	507	586
210/50	409	507	586

续表 B-1

标称截面积 (mm ²)	计算载流量		
	70℃	80℃	90℃
240/30	445	552	639
240/40	440	546	633
240/55	445	554	641
300/15	495	615	711
300/20	502	624	722
300/25	505	628	726
300/40	503	628	728
300/50	504	629	730
300/70	512	641	745
400/20	595	746	864
400/25	584	730	845
400/35	583	729	844
400/50	592	741	857
400/65	597	752	876
400/95	608	767	895
500/35	670	842	977
500/45	664	834	967
500/65	676	850	983
630/45	763	964	1120
630/55	775	979	1136
630/80	774	977	1131
800/55	887	1126	1310
800/70	884	1121	1301
800/100	878	1113	1288
1400/100	1272	1563	1808
<p>注 1: 最高允许温度分 70℃、80℃、90℃ 三种。</p> <p>注 2: 载流量系按基准环境温度 40℃、日照 0.1W/cm²、风速 0.5m/s、辐射散热系数与吸热系数为 0.9 条件计算的。</p>			

表 B-2 耐热铝合金芯绞线（导电率 60%IACS）长期允许载流量

单位：A

标称截面积 (铝/钢) (mm ²)	最高允许温度 (°C)								
	70	80	90	100	110	120	130	140	150
400/50	783	853	949	1034	1112	1184	1251	1314	1374
500/65	918	983	1096	1197	1288	1373	1451	1526	1597
630/80	1088	1144	1278	1398	1506	1606	1700	1788	1873
800/100	1279	1323	1481	1622	1749	1867	1978	2082	2181
1440/120	1938	1925	2167	2381	2576	2756	2925	3084	3236

注 1：最高允许温度 70°C 的载流量，系按基准环境温度 25°C、无风、无日照、辐射散热系数与吸热系数为 0.9 条件计算的。

注 2：最高允许温度 80~150°C 的载流量，系按基准环境温度 25°C、日照 0.1W/cm²、风速 0.5m/s、海拔 1000m、辐射散热系数与吸热系数为 0.9 条件计算的。

表 B-3 矩形铝导体长期允许载流量

单位：A

导体尺寸 $h \times b$ (mm×mm)	单条		双条		三条		四条	
	平放	竖放	平放	竖放	平放	竖放	平放	竖放
40×4	480	530						
40×5	542	562						
50×4	586	613						
50×5	661	692						
63×6.3	910	952	1409	1547	1866	2111		
63×8	1038	1085	1623	1777	2113	2379		
63×10	1168	1221	1825	1994	2381	2665		
80×6.3	1128	1178	1724	1892	2211	2505	2558	3411
80×8	1274	1330	1946	2131	2491	2809	2863	3817
80×10	1427	1490	2175	2373	2774	3114	3167	4222
100×6.3	1371	1430	2054	2253	2633	2985	3032	4043
100×8	1542	1609	2298	2516	2933	3311	3359	4479
100×10	1728	1803	2558	2796	3181	3578	3622	4829
125×6.3	1674	1744	2446	2680	2079	3490	3525	4700

续表 B-3

导体尺寸 $h \times b$ (mm×mm)	单条		双条		三条		四条	
	平放	竖放	平放	竖放	平放	竖放	平放	竖放
125×8	1876	1955	2725	2982	3375	3813	3847	5129
125×10	2089	2177	3005	3282	3725	4194	4225	5633

注 1: 载流量系数按最高允许温度 70℃、基准环境温度 25℃、无风、无日照条件计算的。
注 2: 表中导体尺寸, h 为宽度, b 为厚度。
注 3: 表中当导体为四条时, 平放、竖放时第二、第三片间距皆为 50mm。

表 B-4 矩形铜导体长期允许载流量

单位: A

导体尺寸 $h \times b$ (mm×mm)	单条		双条		三条		四条	
	平放	竖放	平放	竖放	平放	竖放	平放	竖放
15×3	200	210						
20×3	261	275						
25×3	323	340						
30×4	451	475						
40×4	593	625						
40×5	665	700						
50×5	816	860						
50×6	906	955						
60×6	1069	1125	1650	1740	2060	2240		
60×8	1251	1320	2050	2160	2565	2790		
60×10	1395	1475	2430	2560	3135	3300		
80×6	1360	1480	1940	2110	2500	2720		
80×8	1553	1690	2410	2620	3100	3370		
80×10	1747	1900	2850	3100	3670	3990		
100×6	1665	1810	2270	2470	2920	3170		
100×8	1911	2080	2810	3060	3610	3930		
100×10	2121	2310	3320	3610	4280	4650	4875	5300
120×8	2210	2400	3130	3400	3995	4340		
120×10	2435	2650	3770	4100	4780	5200	5430	5900

注 1: 载流量系数按最高允许温度 70℃、基准环境温度 25℃、无风、无日照条件计算的。
注 2: 表中导体尺寸, h 为宽度, b 为厚度。
注 3: 表中当导体为四条时, 平放、竖放时第二、第三片间距皆为 50mm。

表 B-5 扩径导线及铝合金导线主要技术参数和长期允许载流量

项 目	截面 (mm ²)		外径 (mm)	拉断力 (N)	弹性 系数 (N/mm ²)	线胀 系数 (1/°C)	20°C 直流 电阻 (Ω/km)	导线载流量 (A)		单位重量 (kg/km)		
	铝	总截面						70°C	80°C			
扩径钢 芯铝绞线	LGJK-300	310	72	373	27.4	143000	86500	18.1×10^{-6}	0.100	669	729	1420
	LGJK-630	630	150	780	48	206000	71000	18.1×10^{-6}	0.04666	1247	1251	2985
	LGJK-800	800	150	950	49	215000	67000	18.1×10^{-6}	0.03656	1422	1422	3467
	LGJK-1000	1000	150	1150	51	225000	63800	19.3×10^{-6}	0.02948	1612	1603	3997
扩径铝合金导线	LGJK-1250	1250	150	1400	52	235000	60800	19.9×10^{-6}	0.02317	1833	1818	4712
	LGKK-600	587	49.5	636	51	152000	73000	19.9×10^{-6}	0.0506	1230	1223	2690
	LGKK-900	906.4	84.83	991.23	49	209000	59900	20.4×10^{-6}	0.03317	1493	1493	3620
	LGKK-1400	1387.8	106	1493.8	57	295000	59200	20.8×10^{-6}	0.02163	1976	1934	5129
特轻型铝 合金线	LGJQT-1400	1399.6	134.3	1533.9	51	336000	57300	20.4×10^{-6}	0.02138	1892	1882	4962

注 1: 最高允许温度 70°C 的载流量, 系按基准环境温度 25°C、无风、无日照、辐射散热系数与吸热系数为 0.9 条件计算的。

注 2: 最高允许温度 80°C 的载流量, 系按基准环境温度 25°C、日照 0.1W/cm²、风速 0.5m/s、海拔 1000m 及以下、辐射散热系数与吸热系数为 0.9 条件计算的。

表 B-6 槽形铝导体长期允许载流量及计算用数据

截面尺寸 (mm)		双槽 导体 截面 (mm ²)	集肤 效应 系数 K ₁	导体 载流 量 (A)	□□□□				双槽焊成整体时				共槽最大允许距离 (cm)					
<i>h</i>	<i>b</i>				<i>c</i>	<i>r</i>	截面 系数 <i>W_y</i> (cm ³)	惯性 矩 <i>I_y</i> (cm ⁴)	惯性 半径 <i>r_y</i> (cm)	截面 系数 <i>W_x</i> (cm ³)	惯性 矩 <i>I_x</i> (cm ⁴)	惯性 半径 <i>r_x</i> (cm)	截面 系数 <i>W_{y0}</i> (cm ³)	惯性 矩 <i>I_{y0}</i> (cm ⁴)	惯性 半径 <i>r_{y0}</i> (cm)	静力 矩 <i>S_{y0}</i> (cm ³)	双槽实 连时绝 缘子 间距	双槽不 实连时 绝缘子 间距
75	35	4.0	6	1040	1.012	2280	2.52	6.2	1.09	10.1	41.6	2.83	23.7	89	2.93	14.1		
75	35	5.5	6	1390	1.025	2620	3.17	7.6	1.05	14.1	53.1	2.76	30.1	113	2.85	18.4	178	114
100	45	4.5	8	1550	1.020	2740	4.51	14.5	1.33	22.2	111	3.78	48.6	243	3.96	28.8	205	125
100	45	6.0	8	2020	1.038	3590	5.9	18.5	1.37	27	135	3.70	58	290	3.85	36	203	123
125	55	6.5	10	2740	1.050	4620	9.5	37	1.65	50	290	4.70	100	620	4.80	63	228	139
150	65	7.0	10	3570	1.075	5650	14.7	68	1.97	74	560	5.65	167	1260	6.00	98	252	150
175	80	8.0	12	4880	1.103	6600	25	144	2.40	122	1070	6.65	250	2300	6.90	156	263	147
200	90	10.0	14	6870	1.175	7550	40	254	2.75	193	1930	7.55	422	4220	7.90	252	285	157
200	90	12.0	16	8080	1.237	8800	46.5	294	2.70	225	2250	7.60	490	4900	7.90	290	283	157
225	105	12.5	16	9760	1.285	10150	66.5	490	3.20	307	3450	8.50	645	7240	8.70	390	299	163
250	115	12.5	16	10900	1.313	11200	81	660	3.52	360	4500	9.20	824	10300	9.82	495	321	200

注 1: 载流量系数按最高允许温度 70℃、基准环境温度 25℃、无风、无日照条件计算的。

注 2: 表中截面尺寸, *b* 为槽形铝导体高度, *c* 为宽度, *r* 为弯曲半径。

表 B-7 铝锰合金、铝镁硅合金、铝镁合金管形导体长期允许载流量及计算用数据

导体尺寸 D/d (mm)	铝锰合金管形导体最高允许温度下的载流量 (A)		铝镁硅合金管形导体最高允许温度下的载流量 (A)		铝镁合金管形导体最高允许温度下的载流量 (A)		截面系数 W (cm^2)	惯性半径 r_i (cm)	惯性矩 I (cm^4)
	70°C	80°C	70°C	80°C	70°C	80°C			
	$\Phi 30/25$	216	565	578	624	491			
$\Phi 40/35$	294	770	735	804	662	724	2.60	1.33	5.20
$\Phi 50/45$	373	970	925	977	834	877	4.22	1.68	10.6
$\Phi 60/54$	539	1240	1218	1251	1094	1125	7.29	2.02	21.9
$\Phi 70/64$	631	1413	1410	1428	1281	1284	10.2	2.37	35.5
$\Phi 80/72$	954	1900	1888	1841	1700	1654	17.3	2.69	69.2
$\Phi 100/90$	1491	2350	2652	2485	2360	2234	33.8	3.36	169
$\Phi 110/100$	1649	2569	2217	2940	2693	2463	41.4	3.72	228
$\Phi 120/110$	1806	2782	3166	2915	2831	2663	49.9	4.07	299
$\Phi 130/116$	2705	3511	2976	3974	3661	3655	79.0	4.36	513
$\Phi 150/136$	3145	3140	4719	4159	4269	3720	107	5.06	806
$\Phi 170/154$	4072		5696	4952	5052	4491	158	5.73	1339
$\Phi 200/184$	4825		6674	5687	5969	5144	223	6.79	2227
$\Phi 250/230$	7540		9139	7635	8342	6914	435	8.49	5438

注 1: 最高允许温度 70°C 的载流量, 系按基准环境温度 25°C、无风、无日照、辐射散热系数与吸热系数为 0.5、不涂漆条件计算的。

注 2: 最高允许温度 80°C 的载流量, 系按基准环境温度 25°C、日照 0.1W/cm²、风速 0.5m/s、海拔 1000m、辐射散热系数与吸热系数为 0.5、不涂漆条件计算的。

注 3: 表中导体尺寸, D 为外径, d 为内径。

附录 C 裸导体载流量在不同海拔及环境温度下的综合校正系数

导体最高 允许温度 (°C)	适应范围	海拔 (m)	实际环境温度 (°C)						
			20	25	30	35	40	45	50
70	屋内矩形、槽形、管形导体和不计日照的屋外软导线		1.05	1.00	0.94	0.88	0.81	0.74	0.67
80	计及日照时屋外软导线	1000 及以下	1.05	1.00	0.95	0.89	0.83	0.76	0.69
		2000	1.01	0.96	0.91	0.85	0.79		
		3000	0.97	0.92	0.87	0.81	0.75		
		4000	0.93	0.89	0.84	0.77	0.71		
	计及日照时屋外管形导体	1000 及以下	1.05	1.00	0.94	0.87	0.80	0.72	0.63
		2000	1.00	0.94	0.88	0.81	0.74		
		3000	0.95	0.90	0.84	0.76	0.69		
		4000	0.91	0.86	0.80	0.72	0.65		

注：基准环境温度取 25°C，海拔 1000m。

附录 D 高压输变电设备的绝缘水平

表 D-1 电压范围 I ($1 \text{ kV} < U_n \leq 252 \text{ kV}$) 的设备的标准绝缘水平

单位: kV

系统标称电压 (有效值)	设备最高电压 (有效值)	额定雷电冲击耐受电压 (峰值)		额定短时工频 耐受电压 (有效值)
		系列 I	系列 II	
3	3.5	20	40	18
6	6.9	40	60	25
10	11.5	60	75 95	30/42 ^a ; 35
15	17.5	75	95 105	40; 45
20	23.0	95	125	50; 55
35	40.5	185/200 ^a		80/95 ^a ; 85
66	72.5	325		140
110	126	450/480 ^a		185; 200
220	252	(750) ^b		(325) ^b
		850		360
		950		395
		(1050) ^b		(460) ^b

注: 系统标称电压 3~15kV 所对应设备的系列 I 绝缘水平, 在我国仅用于中性点直接接地系统。

a: 斜线后数据仅用于变压器类设备的内绝缘。

b: 220kV 设备, 括号内的数据不推荐选用。

c: 为设备外绝缘在干燥状态下之耐受电压。

表 D-2 电压范围 III ($U_m > 252\text{kV}$) 的设备的标准绝缘水平

单位: kV

系统 标称 电压 (有效值)	设备 最高 电压 (有效值)	额定操作冲击耐受电压(峰值)					额定雷电冲击 耐受电压 (峰值)		额定短时工 频耐受电压 (有效值)
		相对地	相间	相间与 相对地 之比	纵绝缘 ^a		相对地	纵绝缘	相对地 ^c
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
330	363	850	1300	1.50	950	850 (+295) ^b	1050	d	(460)
		950	1425	1.50			1175		(510)
500	550	1050	1675	1.60	1175	1050 (+450) ^b	1425		(630)
		1175	1800	1.50			1550	(680)	
							1675	(740)	

a: 纵绝缘的操作冲击耐受电压选取栏 6 或栏 7 数值, 决定于设备的工作条件, 在有关设备标准中规定。

b: 括号中的数值是加在同一极对应相端子上的反极性工频电压的峰值。

c: 括号内为短时工频耐受电压值, 仅供参考。

d: 设备纵绝缘的额定冲击耐受电压由两个分量组成, 一个为相对地的额定雷电冲击耐受电压; 另一个为反极性的工频耐受电压, 其幅值为 $(0.7 \sim 1.0) \times \sqrt{2} U_m / \sqrt{3}$ 。

表 D-3 各类设备的雷电冲击耐受电压 单位: kV

系统 标称 电压 (有效 值)	设备 最高 电压 (有效 值)	额定雷电冲击(内、外绝缘)耐受电压(峰值)						截断雷 电冲击耐 受电压 (峰值)
		变压器	并联 电抗器	耦合电容 器、电压 互感器	高压 电力 电缆 ^b	高压 电器	母线支 柱绝缘 子、穿墙 套管	变压器类 设备的 内绝缘
3	3.5	40	40	40	—	40	40	45
6	6.9	60	60	60	—	60	60	65
10	11.5	75	75	75	—	75	75	85
15	17.5	105	105	105	105	105	105	115
20	23	125	125	125	125	125	125	140
35	40.5	185/200 ^a	185/200 ^a	185/200 ^a	200	185	185	220
66	72.5	325	325	325	325	325	325	360
		350	350	350	350	350	350	385
110	126	450/480 ^a	450/480 ^a	450/480 ^a	450	450	450	530
		550	550	550	550			
220	252	850	850	850	850	850	935	950
		950	950	950	950	1050	950	950
330	363	1050				1050	1050	1175
		1175	1175	1175	1175	1300	1175	1175
500	550	1425			1425	1425	1425	1550
		1550	1550	1550	1550	1550	1550	1675
			1675	1675	1675	1675	1675	

a:斜线后数据仅用于该类设备的内绝缘。
b:对高压电力电缆是指热状态下的耐受电压值。

表 D-4 各类设备的短时 (1min) 工频耐受电压 (有效值)

单位: kV

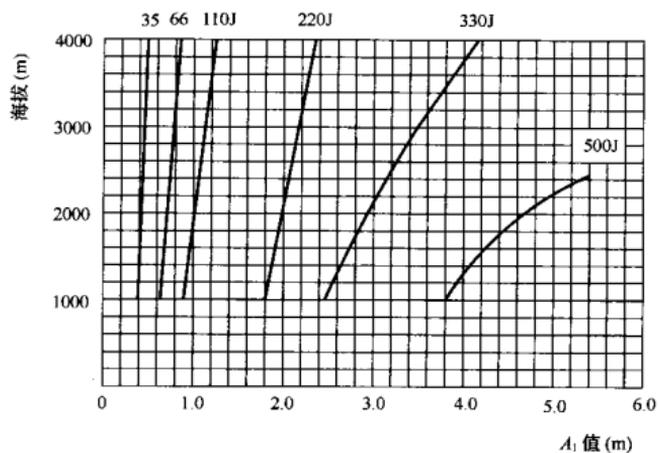
系统标称电压 (有效值)	设备最高电压 (有效值)	内、外绝缘 (干试与湿试)				母线支柱绝缘子	
		变压器 ^a	并联电抗器 ^a	耦合电容器、高压 电容器、电压互感器 和穿墙套管 ^b	高压电力 电缆 ^b	湿试	干试
1	2	3	4	5	6	7	8
3	3.5	18	18	18/25		18	25
6	6.9	25	25	23/30		23	32
10	11.5	30/35	30/35	30/42		30	42
15	17.5	40/45	40/45	40/55	40/45	40	57
20	23	50/55	50/55	50/65	50/55	50	68
35	40.5	80/85	80/85	80/95	80/85	80	100
66	72.5	140	140	140	140	140	165
		160	160	160	160	160	185
110	126	185/200	185/200	185/200	185/200	185	265
220	252						
		360	360	360	360	360	450
		395	395	395	395	395	495
330	363				460		
		460	460	460	460		
		510	510	510	510 570		
500	550	630	630	630	630		
		680	680	680	680		
				740	740		

注: 表中给出的 330~500kV 设备之短时工频耐受电压仅供参考。
a: 斜线后数据为该类设备的内绝缘和外绝缘干状态之耐受电压。
b: 斜线后数据为该类设备的外绝缘干耐受电压。

表 D-5 电力变压器中性点绝缘水平 单位: kV

系统标称电压 (有效值)	设备最高电压 (有效值)	中性点接地方式	雷电冲击全波和截波耐受电压 (峰值)	短时工频耐受电压 (有效值) (内、外绝缘, 干试与湿试)
110	126	不固定接地	250	95
220	252	固定接地	185	85
		不固定接地	400	200
330	363	固定接地	185	85
		不固定接地	550	230
500	550	固定接地	185	85
		经小电抗接地	325	140

附录 E 海拔大于 1000m 时, A 值的修正



注: A_2 值和屋内的 A_1 、 A_2 值可按本图之比例递增

图 E 海拔大于 1000m 时, A 值的修正

标准用词说明

执行本标准时，标准用词应遵守下表规定。

标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允 许
不必	不需要、不要求	

中华人民共和国水利行业标准

水利水电工程高压配电装置设计规范

SL 311—2004

条 文 说 明

目 次

1	总则	47
2	环境条件	48
3	导体和电器的选择	56
3.1	一般规定	56
3.2	导体的选择	63
3.3	电器的选择	66
4	配电装置的类型与布置	70
4.1	安全净距	70
4.2	型式	73
4.3	布置	75
4.4	通道与围栏	77
5	进出线及联络线	80
7	对建筑物及构筑物的要求	81
8	环境保护	84

1 总 则

1.0.1 原规程第 1.0.1 条的修改条文。

原规程第 1.0.1 条包含高压配电装置设计技术规程编制目的和设计原则两方面内容，现分为两条，本条为编制目的。

1.0.2 原规程第 1.0.2 条的修改条文。

原规程适用于 63~500kV 配电装置的设计，因一般人们习惯将 3kV 以上配电装置称为高压配电装置，且《3~110kV 高压配电装置设计规范》(GB 50060—92)中已将 3~35kV 列为高压配电装置，故本标准的适用范围更改为 3~500kV 配电装置的设计。

1.0.3 原规程第 1.0.1 条的修改条文。

原规程第 1.0.1 条包含高压配电装置设计技术规程编制目的和设计原则两方面内容，现分为两条，本条为设计原则。

水利水电工程高压配电装置的设计应根据电力系统条件、自然环境条件和运行、安装维修等要求，合理地选用设备和确定布置方案。随着工业的发展，耕地面积逐年减少，而人口却逐年增多，故节约用地政策必须长期坚持。在积极慎重地采用行之有效的新技术、新设备、新布置和新材料的同时，为保证设备的安全运行，产品必须符合现行的国家标准或行业标准，对新技术及新设备，必须经过正式鉴定，以保证质量。

1.0.4 新增条文。

考虑水利水电工程投资规模较大，建设周期长，工程经常分为多期建设。因此，配电装置的设计应综合考虑前期、后期及以后的扩建。

1.0.5 新增条文。

1.0.6 新增条文。

2 环境条件

2.0.1 原规程第 2.0.7 条的修改条文。

原规程第 2.0.7 条包含“环境温度和湿度”两个内容，现分为两条，即 2.0.1 条使用环境温度选择和 2.0.4 条使用环境的相对湿度选择。

年最高（或最低）温度为一年中所测得的最高（或最低）温度的多年平均值；最热月平均最高温度为最热月每日最高温度的月平均值，取多年平均值。根据调查测算，不宜采用少于 10 年的平均值。

对于屋外裸导体，如钢芯铝绞线允许在 90℃ 时运行，而据实测新制金具接点温度一般为导线温度的 50%~70%，从未超过导线温度，故本标准对屋外裸导体的环境最高温度取最热月平均最高温度。

选择屋内裸导体和电器的环境最高温度时，应尽量采用该处的通风设计温度，当无资料时，才可取最热月平均最高温度加 5℃。如西安地区最热月平均最高温度为 32.3℃，兰州地区为 29.7℃，分别加上 5℃ 后仅为 37.3℃ 及 34.7℃，而《水力发电厂厂房采暖通风与空气调节设计规程》(DL/T 5165—2002) 规定，配电盘室、GIS 室与电抗器室、油开关室、母线室的排风温度分别不超过 35℃ 和 40℃，两者相差较大，故在选择屋内导体和电器时，应尽量采用安装场所的通风设计温度。

对于屋外电器环境最高温度的选择，广州电器科学研究所认为，极端最高温度是自有气象记录以来的最高温度，在几十年内可能出现一次，持续时间很短，一般电器无需如此严格要求。最热月平均最高温度是每日最高温度的平均值，持续时间最长 7~8h，每年累计约 100h，若用此值选择高压电器，难以保证可靠运行，而采用 2 年一遇的年最高温度则可保证一般电器的安全运行。

2年一遇的年最高温度接近于年最高温度的多年平均值。另外，西安高压电器研究所的有关研究报告亦认为，电器产品中的开断电器如断路器、隔离开关等是带有可动接触的电器，一旦触头过热氧化，势必马上引起严重后果，故应当着眼于短至几小时的气象参数变动情况。基于上述原因，本标准对屋外电器的环境最高温度采用年最高温度的多年平均值。

2.0.2 新增条文。

对周围空气温度高于40℃处的电器，其外绝缘在干燥状态下的试验电压应取其额定耐受电压乘以温度校正系数，《高压输变电设备的绝缘配合》(GB 311.1—1997)规定的温度校正系数按式(1)计算：

$$K_t = 1 + 0.0033(T - 40) \quad (1)$$

式中 K_t ——温度校正系数；

T ——环境空气温度，℃。

2.0.3 原规程第2.0.6条的修改条文。

保留了原规程2.0.6条的基本内容，同时考虑屋外高压配电装置的实际情况，补充了屋外的环境条件。

20世纪80年代初期，我国对发变电所污秽环境分级一直未制定标准，高压电力设备外绝缘污秽等级国家标准亦未制定，污秽地区屋外配电装置大都沿用正常绝缘的电气产品，故污闪事故率较高，在工业生产中造成很大损失。原水电部于1981年初组织部分科研设计单位，进行调查研究和科学试验，于1983年4月正式颁发了《高压架空线路和发变电所电瓷外绝缘污秽分级标准》[(83)水电技字第23号]。该标准明确规定发变电所污秽环境分为三级，设计屋外配电装置时应根据所划分的等级选用所需泄漏比距(爬电比距)的电气设备及绝缘子。1985年11月，《高压电力设备外绝缘污秽等级》(GB 5582—85)颁发执行。该标准是电力设备制造部门对产品进行设计和定型试验的依据。标准将外绝缘污秽等级分为五级，其目的是与IEC标准取得一致。1988年，原能源部将1983年的部颁标准《高压架空线路和发变电所电瓷外绝

缘污秽分级标准》进行修改并作为国家标准提出，另外又制定了《污秽地区绝缘子使用导则》(JB/T5895—1991)。该导则为与 IEC 取得一致，亦将污区分为五级，每级污区的典型污湿特征描述也与 IEC 基本相同。1996 年，国家颁布《高压架空线路和发电厂、变电所环境污区分级及外绝缘选择标准》(GB/T 16434—1996)，该标准明确外绝缘的污秽等级应根据各地的污湿特征、运行经验并结合其表面盐密三个因素综合考虑划分，当三者不一致时，应依据运行经验决定；划分污级的盐密应是以 1~3 年的连续积污盐密为准；对 500kV 线路以 3 年的积污盐密值确定污级。1998 年，原国电公司安运 223 号文《关于修订电力系统污区分布图的通知》进一步要求区域污秽等级的调整应根据近 3~5 年来电网绝缘子盐密值进行，并强调了作为划分污秽等级之用的绝缘子盐密应采用连续积污 1 年的最大盐密值，并应尽可能在积污季节接近结束、第一次降雨来临之前测量。

附录 A 引自 GB/T 16434—1996。

2.0.4 原规程第 2.0.7 条的修改条文。

原规程第 2.0.7 条包含“环境温度和湿度”两个内容，现分为两条，即 2.0.1 条环境温度选择和 2.0.4 条使用环境的相对湿度选择。

1983 年，国家标准局会同有关部门制定了国家标准《电工电子产品自然界的的环境条件、温度和湿度》，该标准将我国气候按温度和湿度的年极值的平均值分为六种类型，见表 1。

表 1 按年极值划分的各种气候类型

气候类型	温度和湿度的年极值			
	低温 (°C)	高温 (°C)	相对湿度大于等于 95% 时 最高温度 (°C)	最大绝对湿度 (g/m ³)
寒冷	-50	35	20	18
寒温 I	-33	37	23	21
寒温 II	-33	31	12	11

续表 1

气候类型	温度和湿度的年极值			
	低温 (°C)	高温 (°C)	相对湿度大于等于 95% 时 最高温度 (°C)	最大绝对湿度 (g/m ³)
暖温	-20	38	26	26
干热	-22	40	27	27
亚湿热	-10	40	27	27
湿热	5	40	28	28

注 1: 亚湿热带地区包括贵州、湖南、湖北、江西、福建、浙江、广东、广西、安徽和江苏中南部、四川和云南东部以及台湾中北部。

注 2: 湿热带包括广东省的雷州半岛、海南岛, 及云南省的西双版纳地区、台湾省南端等地。

2.0.5 原规程第 2.0.8 条的保留条文。

2.0.6 原规程第 2.0.9 条的保留条文。

风速的重现期一般采用设计建筑物的使用年限。日本、英国、美国及澳大利亚等国家多采用 50 年, 我国《66kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061—97) 中采用 15 年, 《110~500kV 架空送电线路设计技术规程》(DL/T 5092—1999) 中重现期分别采用 15 年 (110~330kV 送电线路)、30 年 (110~330kV 大跨越和 500kV 送电线路)、50 年 (500kV 大跨越)。《750kV 变电所设计暂行技术规定》(电气部分) (Q/GDW 101—2003) 中规定: 750kV 电器宜采用离地 10m 高、50 年一遇、10min 平均最大风速。原规范对 330kV 及以下电器采用 30 年一遇、500kV 电器采用离地 10m 高、50 年一遇、10min 平均最大风速是合适的。

各种电压的电器设备大多安装在离地 10m 高及以下, 个别高

位布置的电器在 15m 左右，导体的布置高度一般亦在 30m 以下，高度变化系数为 1，故一般采用离地 10m 高的风速是可以满足要求的（校核高层母线时，可将离地 10m 高的风速，根据母线高度用高度变化系数进行换算）。《建筑结构荷载设计规范》（GB 50009—2001）规定建筑物采用 10min 平均最大风速，主要是考虑除建筑物个别构件外，对于整体建筑物而言，一般质量比较大，因而它的阻尼也较大，故风压对建筑物的作用从开始到破坏需要一定的时间。我国有很多瞬时风速大于 35m/s，而 10min 平均最大风速较小，亦未有对建筑物造成任何破坏的实例，证明建筑物采用 10min 平均最大风速是合理的。据调查，由于导体和电器的尺寸和惯性都远较建筑物为小，在瞬时风速大于 35m/s 的地区，如按 10min 平均最大风速设计，则在阵风作用下，导体和电器可能因过载而损坏，所以对风速特别敏感的 110kV 及以上支柱绝缘子、隔离开关、普阀避雷器及其他细高电瓷产品，要求制造部门在产品设计中考虑阵风的影响。

500kV 设备允许的最大风速，系指 10min 平均风速。当 50 年一遇、10m 高处的风速大于 35m/s 时，需相应增大 500kV 设备的设计风速。

2.0.7 原规程第 2.0.10 条的修改条文。

我国是世界上多地震国家之一，基本烈度 6 度及以上的地震区占全国面积超过 60%，全国 300 多个大、中城市中，有一半位于地震基本烈度为 7 度及以上地震区，特别是一批重要城市，像北京、天津、西安、兰州、太原、大同、呼和浩特、包头、汕头、海口等市，都位于基本烈度为 8 度的高烈度区。从 20 世纪 60 年代的邢台地震及 20 世纪 70 年代的海城、唐山地震中都可看到，电力设施的损害，对国民经济带来的危害是非常严重的。

《电力设施抗震设计规范》（GB 50260—96）中规定：电气设施的抗震设计应符合下列规定：①电压为 330kV 及以上的电气设施，7 度及以上时，应进行抗震设计；②电压为 220kV 及以下的电气设施，8 度及以上时，应进行抗震设计；③安装在屋内二层及

以上和屋外高架平台上的电气设施,7度及以上时,应进行抗震设计。电气设备应根据设防烈度进行选择,当不能满足抗震要求时,可采用装设减震阻尼装置或其他措施(如降低设备的安装高度)。

2.0.8 原规程第2.0.11条的修改条文。

对安装在海拔超过1000m地区的电器外绝缘一般应予加强,应选用高原型产品或选用外绝缘提高一级的产品。

高海拔地区的低气压条件使外绝缘强度降低问题:

高海拔地区空气间隙的击穿电压、绝缘子的干闪、湿闪和污闪电压都低于平原地区,海拔越高,绝缘强度的降低越严重。高海拔地区输变电设备的电晕起始电压也明显低于平原地区。电晕放电会造成无线电干扰、噪声干扰、烧蚀、腐蚀、电能损耗等一系列问题。因此,高海拔地区电器外绝缘应予以修正:

(1) GB 311.1—1997中规定:对用于海拔超过1000m,但不超过4000m处的设备的外绝缘及干式变压器的绝缘,海拔每升高100m,绝缘强度约降低1%。在海拔不高于1000m的地点试验时,其试验电压应按设备的额定耐受电压乘以海拔修正系数 K_a 。海拔修正系数 K_a 按式(2)计算。

$$K_a = \frac{1}{1.1 - H \times 10^{-4}} \quad (2)$$

式中 H ——电器安装地点的海拔, m。

(2)《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》(GB/T 11022—1999)中规定:对于安装在海拔 >1000 m处的设备,外绝缘在标准大气条件下的绝缘水平应将使用场所要求的绝缘耐受电压乘以海拔修正系数 K_a 来决定:

$$K_a = e^{m(H-1000)/8150} \quad (3)$$

式中 H ——海拔, m;

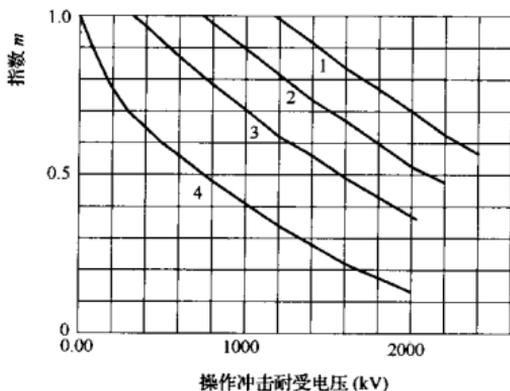
m ——指数,对于工频、雷电冲击和相间操作冲击电压 $m=1$,对于纵绝缘操作冲击电压 $m=0.9$,对于相对地操作冲击电压 $m=0.75$ 。

(3)《绝缘配合》(IEC 71—2—1996)给出的海拔校正因数 K_a ,可根据式(4)计算:

$$K_a = e^{m(H/8150)} \quad (4)$$

式中 H ——海拔高度, m;

m ——指数,对于雷电冲击耐受电压、空气间隙和清洁绝缘子的短时工频耐受电压时, $m=1$,对于污秽绝缘子的长持续时间试验和短时工频耐受电压时,标准绝缘子 $m=0.5$,防污型绝缘子 $m=0.8$,对于配合操作冲击耐受电压时, m 可按图1确定。



1—相对地绝缘; 2—纵绝缘;

3—相间绝缘; 4—棒—板间隙(标准间隙)

图1 指数 m 与配合操作冲击耐受电压的关系

(4)三个海拔修正系数公式的比较,见表2。由表2可以看出:式(4)适用于海拔 $<2000\text{m}$ 的地区,式(3)与式(2)数值比较接近,且式(3)分工频、雷电冲击和相间操作冲击电压,纵绝缘操作冲击电压,相对地操作冲击电压三种情况计算,更符合实际,因此,本标准推荐采用式(3)。

表 2 三个海拔修正系数 (K_0) 公式计算比较表

式	指数 m	海拔 (m)					
		1500	2000	2500	3000	3500	4000
(2)		1.05	1.11	1.18	1.25	1.33	1.43
(3)	1.00	1.06	1.13	1.20	1.28	1.36	1.44
	0.90	1.06	1.12	1.18	1.25	1.32	1.39
	0.75	1.05	1.10	1.15	1.20	1.26	1.32
(4)	1.00	1.20	1.28				
	0.80	1.16	1.22				
	0.50	1.10	1.13				

3 导体和电器的选择

3.1 一般规定

3.1.1 原规程第 2.0.1 条的保留条文。

3.1.2 原规程第 3.0.1 条的修改条文。

在按电流选择导体和电器时，确定回路的持续工作电流，应考虑检修时和事故时转移过来的负荷，可不计及在切换过程中短时可能增加的负荷电流。

高压电器没有明确的过载能力，屋外隔离开关和屋内大电流隔离开关均无过载能力；非开断电器，如电流互感器、限流电抗器等，虽有一定的短时过载能力，但因缺乏制造部门的具体数据，故在选择时，亦可按没有过载能力考虑。可能最大持续工作电流涵盖了原规程第 3.0.1 条“应考虑各种可能运行方式”的持续工作电流。

选择屋外导体时，应考虑日照的影响，计算导体日照的附加温升时，日照强度取 $0.1\text{W}/\text{cm}^2$ ，风速取 $0.5\text{m}/\text{s}$ 。

日照对屋外高压电器的影响：在制造部门已明确高压电器用于屋外时，可按电器额定电流选择设备；当未明确高压电器用于屋外时，可按电器额定电流的 80% 选择设备。

3.1.3 原规程第 3.0.3 条的修改条文。

国家电网规 [2003] 312 号文《国家电网公司电网规划设计内容深度规定（试行）》规定：“电网规划设计包括近期、中期、长期三个阶段，并遵循‘近细远粗、远近结合’的思路开展工作。设计年限宜与国民经济和社会发展规划的年限相一致，近期规划 5 年左右、中期规划 5~15 年左右，长期规划 15 年以上。近期规划侧重于对近期输变电建设项目的优化和调整；中期规划侧重于对电网网架进行多方案的比选论证，推荐电网方案和输变电建设项目，提出合理的电网结构；长期规划侧重于对主网架进行战略性、

框架性及结构性的研究和展望。”

《农村水电供电区电力系统设计导则》(SL 222—1999)规定：“系统设计的设计水平年可为今后第5年至第10年的某一年，并应对过渡年进行研究（5年内应逐年研究），远景水平年可为今后第10年至第15年的某一年，一般应与国民经济计划及电力发展规划的年份相一致”。

根据上述规定，考虑到多年来的运行实践，水利水电工程接入系统设计水平年应根据具体情况论证确定。本标准对原规程作了修改，仅提出应考虑系统的中期发展规划，而其中期的发展水平则应根据不同的工程项目分别确定。根据国家电网规[2003]312号文中的规定：一般情况下可按本工程预期投产后5~15年的发展规划考虑。

在一般情况下，三相短路电流较单相、两相短路电流为大，但发电机出口的两相短路或在中性点有效接地系统、自耦变压器等回路中，单相、两相接地短路可能比三相短路严重。

3.1.4 原规程第3.0.5条的保留条文。

从断路器分闸线圈接到信号至触头运动至最大开距的时间定义为断路器全分闸时间。

3.1.5 新增条文。

目前使用的高压熔断器大多为带限流作用的熔断器，用限流熔断器保护导体和电器时，应根据限流熔断器的切断电流特性来校验额定峰值耐受电流，并根据熔断器的最大动作焦耳积分来校验额定短时耐受电流。当弧前时间较长时，亦可直接用熔断器的时间—电流特性曲线来进行校验。

把“动稳定”和“热稳定”分别改为“额定峰值耐受电流”和“额定短时耐受电流”。

对电压互感器回路不验算额定峰值耐受电流、额定短时耐受电流的原因是：回路额定电流很小，熔丝截面小，熔断时间极快，且电压互感器绝缘结构比较可靠，回路内的裸导体和电器发生相间短路的或然率较低。

3.1.6 新增条文。

3.1.7 新增条文。

本条引自 GB 50060—92，并在原条文的基础上进行了补充。随着电力工业的发展，新型高强度和高导电特种耐热导体得到越来越广泛的应用，但该新型导体允许连续工作温度随合金材料的不同而不同，因此，选用特种耐热导体的最高工作温度可根据制造厂提供的数据选择使用。

3.1.8 新增条文。

本条引自 GB 50060—92。

裸导体的额定短时耐受电流可用式 (5)、式 (6) 验算：

$$S \geq \frac{\sqrt{Q_d}}{C} \quad (5)$$

$$C = \sqrt{K \ln \frac{\tau + t_2}{\tau + t_1} \times 10^{-4}} \quad (6)$$

式中 S ——裸导体的载流截面， mm^2 ；

Q_d ——短路电流的热效应， $\text{A}^2 \cdot \text{s}$ ；

C ——额定短时耐受电流系数；

K ——常数， $\text{W} \cdot \text{s} / (\Omega \cdot \text{cm}^4)$ ，铜为 522×10^6 ，铝为 222×10^6 ；

τ ——常数， $^{\circ}\text{C}$ ，铜为 235，铝为 245；

t_1 ——导体短路前的发热温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_2 ——短路时导体最高允许温度， $^{\circ}\text{C}$ ，铝及铝锰合金可取 200，铜导体可取 300。

在不同的工作温度下， C 值可取表 3 所列数值。

表 3 不同工作温度下 C 值

工作温度 ($^{\circ}\text{C}$)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
硬铝及铝锰合金	95	93	91	89	87	85	83	81	79	77	75	73
硬 铜	181	179	176	174	171	169	166	164	161	159	157	155

3.1.9 新增条文。

本条引自 GB 50060—92。环境温度影响导体的对流和辐射散热，载流量应按环境温度修正。经分析，屋内导体的环境温度修正系数仍可按原使用的式（7）计算：

$$K_t = \sqrt{\frac{t_c - t_n}{t_c - t_a}} \quad (7)$$

式中 K_t ——环境温度修正系数；

t_c ——导体最高允许温度，℃；

t_a ——实际环境温度，℃；

t_n ——基准环境温度，℃。

对屋外导体，由于风速和日照的影响，按式（7）计算误差较大，尤其是大直径导体在高环境温度时相差更大。环境温度修正系数不仅与气象条件有关，也与导体外径有关。本标准附录的推荐值为各导体修正系数的平均值。

附录 B 裸导体的长期允许载流量中表 B-3 矩形铝导体长期允许载流量表、表 B-5 扩径导线及铝合金导线主要技术参数和长期允许载流量表、表 B-6 槽形铝导体长期允许载流量及计算用数据、和附录 C 裸导体载流量在不同海拔高度及环境温度下的综合校正系数为原规程的保留附录。

表 B-1 钢芯铝绞线长期允许的载流量引自 GB 50060—92、表 B-4 矩形铜导体长期允许载流量引自《电力工程设计手册》（第一册 西北电力设计院、东北电力设计院编，上海人民出版社，1972 年）。

表 B-2 耐热铝合金钢芯绞线（导电率 60% IACS）长期允许载流量和表 B-7 铝锰合金、铝镁硅合金、铝镁合金管形导体长期允许载流量及计算用数据为新增附录。

海拔对导体载流量也颇有影响。随着海拔高度的提高，环境温度有所降低，但日照的增强和空气密度降低（后者使对流散热减弱）影响了屋外导体的热平衡，故也应以修正。附录 C 的综合校正系数可供直接使用。

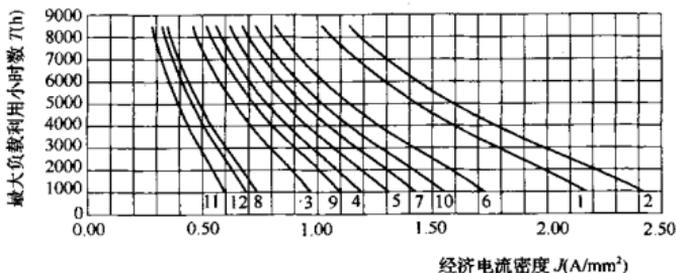
导体采用多导体结构时，因为电流分布不均匀，间隙的散热条件恶化，将影响载流量。另外，若导体的相间距离太小，由于邻近效应将增加交流电阻，从而也要降低载流量，故需考虑邻近效应和热屏蔽对载流量的影响。

3.1.10 新增条文。

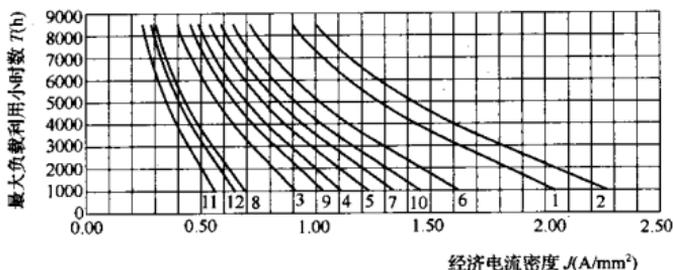
导体的经济电流密度是东北电力设计院及其他有关单位参考 IEC 标准提供的计算方法，采用初始投资和经济寿命期内导体费用之和的总费用最小的原则，结合我国当前政策、能源、设备和材料的价格水平，做了大量工作的计算成果，是反映当前政策和经济水平的一个动态数值，将会随时间和政策的变化而变动。

图 2 适用于发电厂；图 3 适用于供电单位；图 4 适用于低电价的电力用户；图 5 适用于中电价的电力用户；图 6 适用于高电价的电力用户。

图 2~图 6 中曲线 1 适用于 VV-1 三芯、四芯及 VV₂₂-1 三芯型电力电缆；曲线 2 适用于 YJV-10、YJV₂₂-1 四芯，YJV-6、YJV₂₂-6 及 YJV₂₂-10 型电力电缆；曲线 3 适用于 VLV-1 三芯、VLV-1 四芯及 VLV₂₂-1 型电力电缆；曲线 4 适用于 YJLV-10、YJLV-6 及 VLV₂₂-1 四芯型电力电缆；曲线 5 适用于 YJLV₂₂-10、YJLV₂₂-6 型

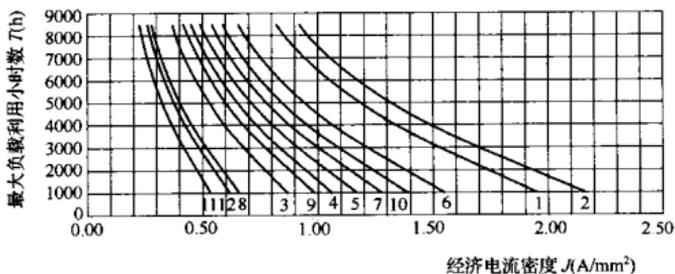


1—VV-1；2—YJV-10；3—VLV-1；4—YJLV-10；
5—YJLV₂₂-10；6—矩形铜母线；7—封闭铜母线；8—矩形铝母线；
9—铝锰合金管形母线；10—共箱铜母线；11—共箱铝母线；12—铝绞线
图 2 铜、铝导体经济电流密度 [电价：0.20 元/(kW·h)]



1—VV-1；2—YJV-10；3—VLV-1；4—YJLV-10；
5—YJLV₂₂-10；6—矩形铜母线；7—封闭铜母线；8—矩形铝母线；
9—铝锰合金管形母线；10—共箱铜母线；11—共箱铝母线；12—铝绞线

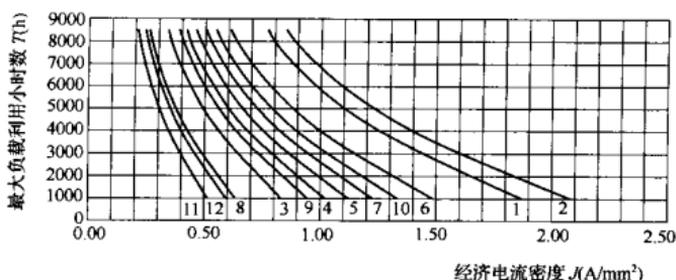
图3 铜、铝导体经济电流密度 [电价：0.27元/(kW·h)]



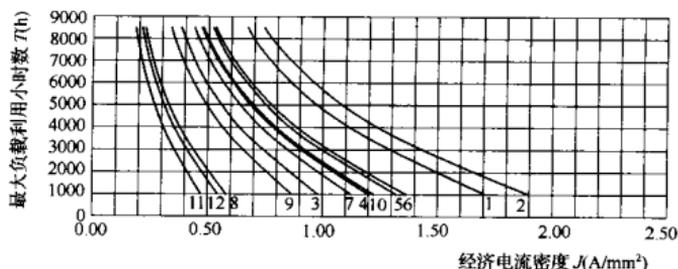
1—VV-1；2—YJV-10；3—VLV-1；4—YJLV-10；
5—YJLV₂₂-10；6—矩形铜母线；7—封闭铜母线；8—矩形铝母线；
9—铝锰合金管形母线；10—共箱铜母线；11—共箱铝母线；12—铝绞线

图4 铜、铝导体经济电流密度 [电价：0.327元/(kW·h)]

电力电缆；曲线6适用于矩形铜母线；曲线7适用于封闭铜母线；
曲线8适用于矩形铝母线及槽形母线；曲线9适用于铝锰合金管
形母线；曲线10适用于共箱铜母线；曲线11适用于共箱铝母线；
曲线12适用于铝绞线、钢芯铝绞线、防腐型钢芯铝绞线及轻型钢



1—VV-1；2—YJV-10；3—VLV-1；4—YJLV-10；
5—YJLV₂₂-10；6—矩形铜母线；7—封闭铜母线；8—矩形铝母线；
9—铝锰合金管形母线；10—共箱铜母线；11—共箱铝母线；12—铝绞线
图 5 铜、铝导体经济电流密度 [电价：0.383 元/ (kW·h)]



1—VV-1；2—YJV-10；3—VLV-1；4—YJLV-10；
5—YJLV₂₂-10；6—矩形铜母线；7—封闭铜母线；8—矩形铝母线；
9—铝锰合金管形母线；10—共箱铜母线；11—共箱铝母线；12—铝绞线
图 6 铜、铝导体经济电流密度 [电价：0.514 元/ (kW·h)]

芯铝绞线，并同样适用于以上型式的分裂导线。

条文中“较长导体”的“较长”一般指大于 20m。“相邻下一档”指比计算截面向下靠近一档的导体截面。

3.1.11 原规程第 3.0.8 保留条文。

3.1.12 新增条文。

附录 D 高压输变电设备的绝缘水平引自 GB 311.1—1997。

3.1.13 新增条文。

3.2 导体的选择

3.2.1 新增条文。

对于 220kV 及以下的配电装置，电晕对选择导线截面一般不起决定作用，故可根据负荷电流选择导线截面，导线的结构型式可采用钢芯铝绞线。对于 330kV 的配电装置，电晕和无线电干扰则是选择导线截面及导线结构型式的控制条件。扩径空芯导线等值半径大且具有单位重量轻、电流分布均匀、结构安装上不需要间隔棒、金具连接方便等优点，故在 330kV 配电装置中的导线推荐采用扩径空芯导线。对于 500kV 的配电装置，单根扩径空芯导线已不能满足电晕等条件的要求，而分裂导线虽然具有导线拉力大、金具结构复杂、安装麻烦等缺点，但因它能提高导线的自然功率和有效地降低导线表面的电场强度，所以 500kV 配电装置宜采用特轻型铝合金或扩径空芯分裂导线。

3.2.2 新增条文。

引自《导体和电器选择设计技术规定》(SDGJ 14—86)。

3.2.3 新增条文。

引自 DL/T 5092—1999。

3.2.4 新增条文。

单片矩形导体具有集肤效应系数小、散热条件好等优点，一般适应于工作电流不大于 2000A 的回路。多片矩形导体的集肤效应系数比单片矩形导体大，所以附加损耗增大，尤其是每相超过 3 片以上时，导体集肤效应系数显著增大，载流量不是随导体片数的增加成倍增加的，工程实际中多片矩形导体适应于工作电流不大于 4000A 的回路。

双槽形导体的电流分布比较均匀、散热条件好，在垂直方向开有通风孔的双槽形导体比不开孔的方管形导体的载流能力约大

9%~10%，比同截面的矩形导体载流能力约大35%。管形导体集肤效应系数小，因此回路持续工作电流为4000~8000A时，宜选用双槽形导体或管形导体；大于上述数值时，由于会引起钢构件严重发热，故不推荐使用。

66kV及以下配电装置硬导体可采用矩形导体或管形导体。110kV及以上配电装置当采用硬导体时，宜采用铝合金管形导体。

3.2.5 新增条文。

在有可能发生不均匀沉陷或振动的场所，硬导体和电器连接处，应装设伸缩接头或采取防振措施。为了消除由于温度变化引起的危险应力，矩形硬铝导体的直线段一般每隔20m左右设置一个伸缩接头。对滑动支持式铝管母线，一般每隔30m~40m设置一个伸缩接头；对滚动支持式铝管母线，应根据计算确定。

导体伸缩接头可采用定型伸缩接头产品，其截面应大于所连接导体的截面。

3.2.6 新增条文。

《金属封闭母线》(GB/T 8349—2000)规定：发电机主回路离相封闭母线额定电流为3150~40000A，发电机分支回路离相封闭母线额定电流为630~4000A，共箱封闭母线额定电流为1000~6300A。发电机主回路离相封闭母线与共箱封闭母线的额定电流有一个交叉范围值，即3150~6300A。当额定电流在交叉值范围内时，可选用离相封闭母线或共箱封闭母线，一般工程设计5000A以下选用共箱封闭母线。

3.2.7 新增条文。

全连式离相封闭母线由自然冷却到强迫通风冷却的过渡，国际上没有严格的规定或统一的标准。如：西欧在运行电流25000A左右处选择过渡；美国和日本过渡电流在15000A左右。三峡水电站的全连式离相封闭母线额定电流为26000A，选用了空气自然冷却方式。另外，冷却方式的选择往往也取决于母线在电站中的布置和结构尺寸的限制。参照西欧的运行经验和国内的实际情况，运

行电流 26000A 及以下宜选用空气自然冷却方式,运行电流 26000A 以上时宜采用强迫通风冷却方式,运行电流在 26000A 左右时应进行技术经济比较后确定冷却方式。

3.2.8 新增条文。

布置在地下洞室、潮湿等场所的离相封闭母线,当发电机停运或检修时,由于环境潮湿,造成绝缘子绝缘下降,为此离相封闭母线要有防潮措施,通常采取热风保养、微正压充气或闭式循环方式等。

3.2.9 新增条文。

《发电厂、变电所电缆选择与敷设计规程》(SDJ 26--89)规定:35kV 以上电缆应用铜芯。《额定电压 220kV ($U_m=252kV$) 交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件》(GB/Z 18890.2—2002)规定:导体用铜导线应采用圆铜线。铜芯和铝芯电缆各具优缺点,载流量较小、落差较大的场所,通过技术经济比较亦可选用铝芯。为使设计留有余地,本标准规定 10kV 及以下电力电缆可选用铜芯或铝芯。35kV 及以上电力电缆宜采用铜芯。

3.2.10 新增条文。

电缆型式有油纸绝缘电缆、聚氯乙烯绝缘电缆、乙丙橡胶绝缘电缆、交联聚乙烯绝缘电缆、低密度聚乙烯绝缘电缆和充油电缆。

(1) 油纸绝缘电缆:具有优良的电气性能,使用历史悠久,一般场合仍可选用。但由于其防火要求较高,目前很少采用。

(2) 聚氯乙烯绝缘电缆:工作温度低,允许短路温度低,载流量小,不经济,稍有超载或短路则绝缘变形。故 1kV 以上的电压等级不应选用聚氯乙烯绝缘电缆。

(3) 乙丙橡胶绝缘电缆:电缆柔软性好,耐水,不会产生水树枝,耐 γ 射线,阻燃性能好,低烟无卤。但其价格昂贵,故仅在水底敷设和核电站中可考虑选用。

(4) 交联聚乙烯绝缘电缆:具有优良的电气性能和机械性能,施工方便,是目前最主要的电缆品种,因此宜优先选用。

(5) 低密度聚乙烯绝缘电缆：具有优良的电气性能和机械性能，施工方便，但在国内外制造商很少，选用受到局限。

(6) 充油电缆：电缆制造和运行经验丰富，电气性能优良，可靠性高，但需要供油系统，有时需要塞止接头，其防火要求高，新建工程很少采用。

目前地下工程、高落差场所电力电缆选用的型式主要有交联聚乙烯绝缘电缆、低密度聚乙烯绝缘电缆和充油电缆。充油电缆因供油系统复杂、防火困难，在地下工程和高落差场所的应用越来越少。低密度聚乙烯绝缘电缆尽管可以用于地下工程和高落差场所，但在国内外制造商很少。交联聚乙烯绝缘电缆以其优良的绝缘性能被人们所认识，且国内外有众多的制造商，并已被广泛地应用于地下工程和高落差场所。因此，地下工程、高落差场所电力电缆推荐选用交联聚乙烯绝缘电缆。

3.3 电器的选择

3.3.1 新增条文。

3.3.2 新增条文。

目前 35kV 及以下断路器以真空断路器和 SF₆ 断路器为主，66kV 及以上的断路器以 SF₆ 断路器为主。真空断路器和 SF₆ 断路器在技术性能及运行维护方面都比油断路器具有优势。虽然油断路器具有一定的价格优势，但由于技术性能差及运行维护不便等原因，近年来的工程设计已很少选用，因此不再推荐。

发电机断路器按介质分类可分为 SF₆、真空、少油和压缩空气。少油型为早期产品，受灭弧介质限制，其参数不可能做得太高，已很少使用。压缩空气式额定电流可高达 40000~50000A，但体积大，造价高，目前也很少选用。目前使用较多的为 SF₆ 和真空式。

3.3.3 新增条文。

正常运行条件和故障条件系指电力负荷变化引起的电流变化，即正常载流和过流情况。隔离开关没有规定承受持续过电流

的能力，选择时应留有适当裕度。

3.3.4 新增条文。

SF₆和真空式负荷开关适合频繁操作，性能优越，是负荷开关的发展方向。产气式负荷开关虽然具有一定的价格优势，但维护工作量较大，近年来工程中应用很少，故不推荐使用。尤其在污秽较为严重的地区，以空气作灭弧介质的压气和产气型负荷开关的灭弧性能易受影响，宜选用全封闭SF₆负荷开关。

3.3.5 新增条文。

凡有可能引起误操作的高压电气设备，均应装设防误装置，装置的性能和质量应符合产品标准和有关文件的规定。

防误装置应实现以下功能（简称五防）：防止误分、误合断路器；防止带负荷开、合隔离开关；防止带电合接地开关；防止带接地开关合断路器（隔离开关）；防止误入带电间隔。

3.3.6 新增条文。

选用套管式电流互感器有利于节省占地或空间。

3.3.7 新增条文

电磁式电压互感器的原理与基本结构和变压器完全相似；而电容式电压互感器是由电容分压器、补偿电抗器、中间变压器、阻尼器及载波装置防护间隙等组成，用在中性点接地系统里作电压测量、功率测量、继电保护及载波通讯用。

3.3.8 新增条文。

最大预期短路电流是指回路中可能流过的最大短路电流。

3.3.9 新增条文。

三相式高压并联电抗器比单相式高压电抗器材料、投资均省。但三相三柱式电抗器零序阻抗小，为了将工频谐振过电压和潜供电流限制到同一水平，三相三柱式电抗器中性点小电抗的数值要求较大，中性点绝缘水平要求较高；三相三柱式电抗器的零序阻抗难以精确掌握，给小电抗参数选择带来困难，因此，三相高压并联电抗器应采用三相五柱式。由于三相电抗器铁芯为品字形芯柱，再加铁轭和旁柱组成，因而其横向尺寸增大，选择时要考虑

其结构尺寸和运输条件。

3.3.10 新增条文。

目前并联电容器及其配套设备只有在 66kV 及以下电压等级具备装设条件，所以本标准提出宜装设在主变压器的低压侧。

水利水电工程中电容补偿设备大多用于大型泵站，其中以 6~10kV 设备用量最多，并联电容器的分组容量往往根据单台异步电动机的参数确定，随该负荷的启停应投入和切除并联电容器。

3.3.11 新增条文。

采用避雷器进行雷电过电压保护和操作过电压保护时宜选用金属氧化物避雷器。

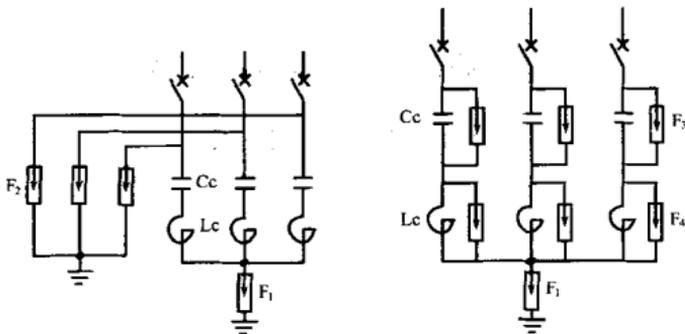
对 3~35kV 的保护设备，宜针对不同形式的操作过电压和不同的操作对象“对症下药”。

3~66kV 系统开断并联电容补偿装置，如断路器发生单相重击穿时，电容器高压端对地过电压可能超过 4.0 倍相电压。开断前电源侧有单相接地故障时，该过电压将更高。开断时如发生两相重击穿，电容器极间过电压可能超过 $2.5\sqrt{2}U_{n.c}$ 。

注： $U_{n.c}$ 为电容器的额定电压。

操作并联电容补偿装置，应采用开断时不重击穿的断路器。对于需频繁投切的补偿装置，宜按图 7 (a) 装设并联电容补偿装置金属氧化物避雷器 (F_1 或 F_2)，作为限制单相重击穿过电压的后备保护装置。在电源侧有单相接地故障不要求进行补偿装置开断操作的条件下，宜采用 F_1 。断路器操作频繁且开断时可能发生重击穿或者合闸过程中触头有弹跳现象时，宜按图 7 (b) 装设并联电容补偿装置金属氧化物避雷器 (F_1 、 F_3 或 F_4)。 F_3 或 F_4 用以限制两相重击穿时在电容器极间出现的过电压。当并联电容补偿装置电抗器的电抗率不低于 12% 时，宜采用 F_4 。

在开断高压感应电动机时，因断路器的截流、三相同时开断和频繁重复重击穿等会产生过电压（后两种仅出现于真空断路器开断时）。过电压幅值与断路器熄弧性能、电动机和回路元件参数等有关。开断空载电动机的过电压一般不超过 2.5 倍相电压。开



(a) 单相重击穿过电压的保护接线 (b) 单、两相重击穿过电压的保护接线

图7 并联电容补偿装置的避雷器保护接线

断起动过程中的电动机时，截流过电压和三相同步开断过电压可能超过 4.0 倍相电压，高频重复重击穿过电压可能超过 5.0 倍相电压。采用真空断路器或采用的少油断路器截流值较高时，宜在断路器与电动机之间装设旋转电机金属氧化物避雷器或 R-C 阻容吸收装置。

3.3.12 新增条文。

在电容电流变化较大的场所，采用自动跟踪动态补偿式消弧线圈，可以将电容电流补偿到残流很小，使瞬时性接地故障自动消除而不影响供电。因此，在电容电流变化较大的场所，宜选用自动跟踪动态补偿式消弧线圈。

3.3.13 新增条文。

发电机中性点接地变压器有干式变压器和油浸变压器可供选择。干式变压器与油浸变压器相比具有无油、无污染、防火简单、体积小、寿命长、重量轻、安装便捷、运行成本低等优点，得到越来越广泛的应用。

3.3.14 新增条文。

本条主要针对污秽等级为Ⅱ级及以上的配电装置；当配电装置有污染或冰雪时，亦宜提高。我国南方地区配电装置没有污染及冰雪时，则可不采用高一级电压的产品。

4 配电装置的类型与布置

4.1 安全净距

4.1.1 原规程第 4.1.1 条修改条文。

(1) 表 4.1.1 有两处修改：①对原 60kV 电压等级按《标准电压》(GB 156—2003) 改为 66kV；②目前已没有 110kV 不接地系统的运行方式，因此取消 110kV 不接地系统安全净距栏目。

(2) A 值是基本带电距离。330kV 及以下配电装置的 A 值采用惯用法确定，500kV 配电装置的 A 值采用半统计法确定。隔离开关和断路器等开断电器的断口两侧引线带电部分之间，应满足 A_2 值的要求。

(3) B_1 值是指带电部分至栅栏的距离和可移动设备在移动中至无遮栏带电部分的净距， $B_1 = A_1 + 750\text{mm}$ ，一般运行人员手臂误入栅栏时手臂长不大于 750mm，设备运输或移动时摆动也不会大于此值。交叉的不同同时停电检修的无遮栏带电部分之间，检修人员在导线（体）上下活动范围也为此值。

(4) B_2 值是指带电部分至网状遮栏的净距， $B_2 = A_1 + 30\text{mm} + 70\text{mm}$ （一般运行人员手指误入网状遮栏时手指长不大于 70mm，另外考虑了 30mm 的施工误差）。

(5) C 值是保证人举手时，手与带电裸导体之间的净距不小于 A_1 值， $C = A_1 + 2300\text{mm} + 200\text{mm}$ （一般运行人员举手后总高度不超过 2300mm，另外考虑屋外配电装置施工误差 200mm）。在积雪严重地区还应考虑积雪的影响，该距离可适当加大。为了限制 500kV 配电装置静电感应，将 C 值（导体对地面安全净距）由 6300mm 提高到 7500mm，可使配电装置的静电感应场强水平限制到低于 10kV/m。规定遮栏向上延伸线距地 2500mm 处与遮栏上方带电部分的净距，应不小于 A_1 值；以及电气设备外绝缘体最低部位距地小于 2500mm 时，应装设固定遮栏，都是为了防止人

举手时触电。

(6) D 值是保证配电装置检修时,人和带电裸导体之间净距不小于 A_1 值。 $D=A_1+1800\text{mm}+200\text{mm}$ (一般检修人员和工具的活动范围不超过 1800mm,屋外条件较差,另增加 200mm 的裕度)。规定带电部分至围墙顶部的净距和带电部分至配电装置以外的建筑物等的净距,应不小于 D 值,也是考虑检修人员的安全。

(7) 附录 E 海拔 $>1000\text{m}$ 时, A 值的修正为原规程的保留附录。

4.1.2 原规程第 4.1.2 条修改条文。

(1) 表 4.1.2 有四处修改:①同表 4.1.1,将 60kV 改为 66kV;②将“外过电压”改为“雷电过电压”,将“内过电压”改为“操作过电压”;③同表 4.1.1,取消 110kV 不接地系统安全净距栏目;④取消“当 220J、330J、500J 采用降低绝缘水平的设备时,其相应的 A 值可采用附录中所列数值。”

(2) 屋外配电装置使用绞线时,校验出线 and 母线间不同相的绞线间最小距离(单位为 mm)如下:

对于雷电过电压和风偏:

$$d' \geq A' + 2(f_1 \sin \alpha'_1 + f_2 \sin \alpha'_2) \quad (8)$$

对于操作过电压和风偏:

$$d'' \geq A'' + 2(f_1 \sin \alpha''_1 + f_2 \sin \alpha''_2) \quad (9)$$

对于最高工作电压、短路和风偏:

$$d''' \geq A''' + 2(f_1 \sin \alpha'''_1 + f_2 \sin \alpha'''_2) \quad (10)$$

上文式中 d' 、 d'' 、 d''' ——雷电过电压和风偏、操作过电压和风偏、最高工作电压、短路和风偏时校验出线 and 母线间不同相的绞线间最小距离;

A' 、 A'' 、 A''' ——雷电过电压、操作过电压、最高工作电压时绝缘配合最小安全净距,可参照表 4.1.2 所列数值;

f_1 、 f_2 ——跨线中绝缘子串部分和绞线部分的弧垂;

α'_1 、 α''_1 、 α^*_1 ——雷电过电压、操作过电压、最高工作电压时绝缘子串部分的风偏摇摆角；

α'_2 、 α''_2 ——雷电过电压、操作电压时绞线部分的风偏摇摆角；

α^*_2 ——最高工作电压时在风力和短路电磁力作用下绞线部分的摇摆角。

使用上述公式计算时，计算风速按表 4.1.2 中的数值。

过去在最高工作电压条件下，进行短路加风偏的校验时，计算方法不太明确，有时采用短路叠加最大设计风速的风偏，相间距离常常由此条件控制，考虑到短路与最大设计风速同时出现的几率甚小，故本标准对校验条件明确分为两种情况：最高工作电压下的最小安全净距与最大设计风速和最高工作电压下的最小安全净距与短路摇摆加 10m/s 风速。

4.1.3 原规程第 4.1.3 条修改条文。

(1) 对表 4.1.3 有四处修改：①同表 4.1.1，将 60kV 改为 66kV；②将 3~20kV 中的 C 值均改为 2500mm；③同表 4.1.1，取消 110kV 不接地系统安全净距；④“断路器和隔离开关的断口两侧带电部分之间”改为“断路器和隔离开关的断口两侧引线带电部分之间”。

(2) B_2 值是指带电部分至网状遮栏的净距，若为板状遮栏，则因运行人员手指无法伸入，只须考虑施工误差 30mm，故此时 $B_2 = A_1 + 30\text{mm}$ 。

(3) 3~20kV 栏目中的 C 值参照 GB 50060—92 统一规定为 2500mm。35~220kV 栏目中的 C 值的含义与屋外相同，考虑到屋内条件比屋外为好，不再考虑施工误差，因此 $C = A_1 + 2300\text{mm}$ 。

(4) D 值的含义与屋外相同，考虑屋内条件比屋外为好，无须再增加裕度，因此， $D = A_1 + 1800\text{mm}$ 。

(5) E 值指由出线套管中心线至屋外通道路面的净距，考虑人站在载重汽车车箱中举手高度不大于 3500mm，因此将 E 值定为在 35kV 及以下时为 4000mm，66kV 及以上时取 $E = A_1$

+3500mm,并向上靠为整数值。若明确为经出线套管直接引线至屋外配电装置时,则出线套管至屋外地面的距离可不按 E 值校验,取较小的数值,但不应低于同等电压级的屋外 C 值。

(6) 110kV及以下屋内配电装置的 A 值普遍比屋外 A 值小50~100mm。这主要考虑到屋内的环境条件略优于屋外,对造价影响亦较大,因而所取裕度相对较小。

上海交通大学曾进行了真型试验。试验表明,由于电场分布的影响,屋内的条件要比屋外恶化。有墙又有顶时,空气间隙的放电电压较低,分散性也较大。但考虑大温度的影响,他们建议屋内与屋外取相同的数值。

根据以上情况,并考虑到下列因素,本标准对220kV屋内 A 值取与屋外相同的数值。①屋内散流条件稍差,不利于对雷电冲击的保护;②屋内配电装置事故时,波及面大且修复时间长。

4.1.4 原规程第4.1.4条保留条文。

4.1.5 原规程第4.1.5条保留条文。

照明、通信和信号线路绝缘强度很低,不应在屋外配电装置带电部分上面或下面架空跨越或穿过,以防感应电压或断线时造成严重恶果,或因维修照明等线路时误触带电高压设备。屋内配电装置内不应有明敷的照明或动力线路跨越裸露带电部分上面,防止明线脱落造成事故,同时,对照明灯具的安装位置亦应考虑维护人员维修时的安全。

4.2 型 式

4.2.1 原规程第4.2.1条修改条文。

在技术经济方案比较时,除考虑设备投资、年运行费外,尚应计及配电装置的占地费、水土保持费、绿化费和事故损失费。对于分期建设和改建工程除应考虑上述费用外,尚应考虑施工停电损失费。最终选用安全可靠、运行维护方便、占地少、土建工程量小、技术先进、能耗小、安装工期短、经济合理的型式。当技术经济指标接近时,优先选用占地少的方案。

4.2.2 新增条文。

对于 3~35kV 电压等级配电装置,因为交流金属封闭开关设备技术上已经成熟,工程中得到广泛应用,故推荐选用。根据工程条件屋外配电装置可选用预装式组合变电站。

对于 66~220kV 屋外配电装置一般选用敞开式,为了减少占地也可采用紧凑型或智能型设备;考虑 GIS 制造技术水平的提高和造价的降低,如计及土建费用和安装运行费用后与敞开式经济指标很接近时,推荐采用 GIS。近年来,在水利水电工程中采用 GIS 还是比较多的,这主要是考虑安装方便、节省年运行费、减少土石方工程量、少占用土地等因素。据不完全统计,近 15 年来,我国已建和在建 61 座大中型水电站中,有 34 座水电站采用了 GIS (110~500kV),共 400 多个间隔(见表 4)。

表 4 近 15 年来我国已建和在建大中型水电站配电装置型式统计表

序号	配电装置型式	水电站数量	合计
1	普通中型	11	25
	分相中型	2	
	管母中型	7	
	半高型	1	
	高型	3	
	组合电器	1	
2	屋内敞开式	2	2
3	屋内 GIS	34	34

对于 330kV 及以上电压等级的设备,敞开式和 GIS 的费用已基本相当,再考虑土石方开挖、设备安装和年运行费等因素,水利水电工程推荐选用 GIS 方案。

4.2.3 新增条文。

采用屋内布置旨在改善运行条件,降低运行费用。

4.2.4 新增条文。

为节省用地,过去曾对 110kV 及 220kV 屋外敞开配电装置

作了大量研究工作，出现过高型、半高型、普通中型、分相中型等型式。高型布置虽然节省了大量的占地，但经多年改进，仍存在操作检修不方便等缺点，所以不再推荐。管型母线可节省用地，通过多年的运行实践，已积累了大量的运行经验，故推荐采用。

330~500kV 屋外敞开式配电装置，由于其在系统中的重要性，加上设备较笨重、庞大，推荐采用中型布置型式。

4.2.5 新增条文。

目前我国绝大多数 GIS 均放在室内。如放在室外，应注意设备防腐、锈蚀及气象条件变化的影响等因素。

4.2.6 新增条文。

引自 GB 50260—96。

4.3 布 置

4.3.1 新增条文。

规定了采用屋外配电装置时应考虑的问题。包括对可能碰到的恶劣运行条件及采取的必要措施。

屋外配电装置设计应考虑日照影响，特别是布置在水电站厂坝之间的高压配电装置，应考虑日照产生的附加温升的影响。

4.3.2 原规程第 4.2.5 条修改条文。

工程中采用管型母线有单管和多管。多管形式结构比较复杂，组装焊接工作量大，且强度有所下降，采用的不多。单管母线目前尺寸也比较大，安装比较方便。管型母线的固定方式有支持式和悬挂式。单根铝管母线的挠度，过去都用管型母线直径来控制，规定无冰无风时管型母线自重产生的跨中挠度值应小于 $0.5D \sim 1D$ (D 为铝管母线外径)。实际上 D 的增大，跨中挠度不是增大而是减小，在葛洲坝工程上已经得到了验证。故本标准采用国外一些国家的规定表示方法，以母线跨度的比例来表示。国外规定如下：德国 $f \leq L/143$ ；法国 $f \leq L/(80 \sim 150)$ ；美国 $f \leq L/(150 \sim 200)$ (式中， f 为跨中允许挠度， L 为母线跨距)。我们对于单管跨中挠度推荐不超过母线跨距的 0.5%，对分裂结构铝管母线，

其挠度不超过母线跨距的 0.4%。

支持式母线要控制正常状态的挠度，这主要考虑铝管支持金具的滑动范围和隔离开关的捕捉范围的限制，在满足机械强度、刚度要求时，必须对跨度进行限制。同时，单管母线须考虑微风振动及温差对支持绝缘子应力作用。悬挂式母线适用地震烈度 9 度及以上地区，由于悬式绝缘子的阻尼作用，不考虑微风振动问题。采用管型母线都要考虑端部效应。

关于悬挂式管型母线的挠度允许标准，没有支持式管型母线严格，因为管型母线两端用金具悬吊起来，是固定连接，没有因为管型母线挠度过大造成支持金具滑动失常的问题。挠度是由单柱式隔离开关的要求和适当考虑美观等其他因素控制，所以对挠度的要求可以松一些。结合国内外工程实践，悬挂式管型母线挠度允许标准，可按在自重作用下母线的挠度不超过管型母线外径的 2 倍考虑。

4.3.3 原规程第 2.0.2 条修改条文。

目前国际通用相序排列表示方法为 U、V、W，考虑国内相序表示方法仍沿用 A、B、C，因此，本标准采用了两种相序的表示方法。

4.3.4 原规程第 2.0.4 条修改条文。

增加了“变压器进线隔离开关的主变压器侧宜配置接地开关。”

4.3.5 原规程第 2.0.5 条修改条文。

删除了原规程“防止带负荷拉合隔离开关，带接地合闸，有电挂接地线，误拉合断路器，误入室内有电间隔等电气误操作事故”等解释性文字。

4.3.6 原规程第 2.0.3 条保留条文。

4.3.7 新增条文。

充油电器运行时需经常观察油位及油温，设计时应注意充油电气设备的布置方位，以便于安全观察。为便于抽取油样，从地面或地坪到充油电气设备的阀门的距离宜不小于 0.2m。

4.3.8 新增条文。

330kV及以上避雷器除保护大气过电压外尚要限制操作过电压，而线路电压互感器接着线路主保护，都不能退出运行，它们的检修可与相应回路检修同时进行。

4.3.9 新增条文。

由于线路装设高压并联电抗器是为了限制工频谐振过电压和潜供电流，只要线路投入运行，一般不允许高压并联电抗器退出运行，应把并联电抗器看作是线路的一部分，此时没有必要设置断路器或负荷开关，原则上可只装隔离开关。如果在某种运行方式下，并联电抗器有被切除或操作的可能（如并联电抗器退出运行而过电压水平仍在允许范围内、两回线路共用一组并联电抗器或者装设并联电抗器的主要目的是调相调压），则应设置断路器或负荷开关。设置断路器或负荷开关时，应考虑断路器切除电抗器产生的操作过电压，注意断路器的选型。

4.3.10 新增条文。

为方便GIS设备的安装、维修，GIS室应设置起重设备，一般设桥机。桥机的起吊能力应能满足最大运输单元的要求。为吊运安全和方便，宜在三个方向采用双速运行。有条件时，宜采用地面及操作室两种操作方式。

4.4 通道与围栏

4.4.1 原规程第4.3.1条修改条文。

通道的设置除需满足运行、检修要求外，尚应符合消防要求。

巡视通道应根据运行巡视的需要设置，并宜结合地面电缆沟的布置确定路径，以节约投资。巡视通道路面宽宜为700~1000mm。当巡视通道坡度大于8%时，宜有防滑措施或做成踏步。

对屋外配电装置的场地，凡有现地操作或检修要求的设备，应在其周围有铺砌或浇筑的地坪，其余部分可以草本植物为主进行绿化。

4.4.2 新增条文。

若屋外配电装置的进出线回路及设备较多时,在可能条件下,其道路可环形贯通,一般情况下通道应具有回车条件,如在道路的尽端设不小于 12000mm×12000mm 的回车场,或在附近设 T 形或“十”字形路口,以取代回车场。

屋外配电装置道路宽度宜为 3500mm,运输主变压器的主要道路和 220kV 配电装置的道路可加宽到 4500mm,330kV 及以上屋外配电装置的道路可加宽到 5500mm。500kV 屋外配电装置宜设置相间纵向运输通道,道路宽度宜为 3000mm。屋外配电装置道路宽度尚应根据主变压器的运输尺寸及带电距离进行校核。

屋外配电装置内道路的转弯半径不应小于 6000mm。主干道的转弯半径应根据通行大型平板车的技术性能确定:220kV 配电装置为 9000~12000mm;330kV 及以上为 15000mm。

4.4.3 原规程第 4.3.3 条修改条文。

引自 GB 50060—92。

4.4.4 新增条文。

引自《水利发电厂气体绝缘金属封闭开关设备配电装置设计规程》(DL/T 5139—2001)中的相关内容。

4.4.5 新增条文。

干式变压器可与高压、低压配电装置置于同一室内,也可单独设置于变压器室内,其防护类型有网型、箱型及有机通风的箱型,也可作敞开式布置(此时也需有防护触及接线端子的遮栏,或设置于单独小室)。根据干式变压器的特点,安装地点要求通风良好。故设置于屋内的干式变压器,其外廓与墙壁距离应不小于 600mm,干式变压器之间的距离应不小于 1000mm,通道设置及其宽度尚应满足巡视维修的要求。

4.4.6 原规程第 4.3.4 条保留条文。

4.4.7 新增条文。

4.4.8 原规程第 4.3.5 条修改条文。

根据《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(DL 5061—1996)补充了厂区外屋外配电装置场地四周实体围墙的

要求。

4.4.9 原规程第 4.3.6 条保留条文。

配电装置中电气设备的栅状遮栏高度对带电体的距离 B_1 值是以 750mm 加 A_1 值校验的，考虑到在 1200mm 高度时，人已不能弯腰探入栅栏内，当手臂误入栅栏内时，不会超过 750mm，故不致发生危险，因此，配电装置中电气设备的栅状遮栏高度应不小于 1200mm。

4.4.10 原规程第 4.3.8 条保留条文。

5 进出线及联络线

5.0.1 新增条文。

进出线包括进线段和出线段。进线段是指由水电厂主变压器高压侧引至配电装置的连接线；出线段是指由配电装置引至出线场的连接线。联络线是指站内（枢纽内）不同电压等级的配电装置相互之间的连接线。

5.0.2 原规程第 4.2.3 条修改条文。

当进出线及联络线采用架空线方案时，导线、避雷线、绝缘子、金具的机械强度安全系数应比一般架空线路（一般架空线路取 2.5）提高一些，安全系数不小于 3.5，但不宜超过屋外配电装置的设计标准。大跨越的气象条件，一般以附近平地线路的计算条件为基数，最大风速增加 10%，设计冰厚增加 5mm，跨越峡谷风口地带的风速应再增加 10%。

避雷线保护角比同电压等级的一般线路小，在条件许可时宜减小到 10° 左右。

5.0.3 新增条文。

5.0.4 新增条文。

7 对建筑物及构筑物的要求

7.0.1 原规程第 4.5.1 条修改条文。

基本采用原规程的有关内容，仅删减了其中的第二款，因为本标准已不推荐采用装配式配电装置。

7.0.2 原规程第 4.5.2 条修改条文。

在原规程条文基础上修改补充，架构设计荷载组合增加了地震工况和短路工况的校验。

考虑导线三相同上上人停电检修（作用在每相导线的绝缘子根部人和工具重：330kV 及以下取 1kN，500kV 取 2kN）及单相跨中上上人带电检修（人和工具重：330kV 及以下取 1.5 kN，500kV 取 3.5kN）两种情况及其相应的风荷载、导线拉力及自重等。对档距内无引下线的情况，可不考虑跨中上人。

对于半高型配电装置应考虑走道、平台等的均布荷载和安装起吊的荷载。

7.0.3 新增条文。

引自《220~500kV 变电所设计技术规程》(SDJ 2—88)。

7.0.4 新增条文。

屋内配电装置的均布活荷载及有关系数不应低于表 5 所列数值。如果设备等实际荷载超过该表的数值时，应按实际发生的荷载设计。

表 5 屋内配电装置均布活荷载及有关系数

序号	项目	活荷载标准值 (kN/m ²)	准永久值系数	计算主梁、柱及基础的折减系数	备注
1	电容器室楼面	4.0~9.0	0.8	0.7	活荷载标准值按等效均布活荷载计算确定

续表 5

序号	项目	活荷载标准值 (kN/m ²)	准永久 值系数	计算主梁、 柱及基础 的折减系数	备注
2	屋内 10kV 配电装置 楼面	4.0~7.0	0.8	0.7	活荷载标准值按等效 均布活荷载计算确定
3	屋内 35kV 配电装置 楼面	4.0~8.0	0.8	0.7	活荷载标准值按等效 均布活荷载计算确定
4	屋内 110kV 配电装 置楼面	4.0~8.0	0.8	0.7	活荷载标准值按等效 均布活荷载计算确定
5	放置 110kV、220 kV GIS 组合电器楼面	10.0	0.8	0.7	活荷载标准值按等效 均布活荷载计算确定
注 1: 准永久系数仅在计算正常使用极限状态的长期效应组合时使用。 注 2: 序号 2、3、4 也适用于成套柜情况。当 10kV、35kV、110kV 配电装置的 开关不布置在楼面上时, 该楼面活荷载标准值一律可采用 4.0 kN/m ² 。					

7.0.5 新增条文。

当 GIS 配电装置发生外壳烧穿故障, 考虑最大隔室中的 SF₆ 气体全部泄露, GB/T 8905 规定“全封闭六氟化硫电器发生故障造成气体外逸时, 人员应立即撤离现场, 并立即采取强力通风, 换气控制不得少于 15min 一次。事故发生后, 任何人员进入室内必须穿防护服、戴手套及防毒面具。”据此, 机械通风装置应在 2h 内进行通风排气, 使 GIS 室空气中的 SF₆ 气体含量不大于 1000 μL/L 是合适的。并要求每个工程均配置检测空气中 SF₆ 气体浓度的探测器, 以测量 GIS 室的 SF₆ 气体含量。该探测器可固定在 GIS 室, 也可采用移动式, 视工程而定。当空气中的 SF₆ 浓度超过标准时, 该装置应发出报警信号。

为了防止 SF₆ 气体对其他运行房间的侵入, GIS 室对外开的孔洞应加以封堵, 因为 SF₆ 气体比空气重, 地面下的电缆廊道更应注意封堵。

7.0.6 新增条文。

对 GIS 室的土建分缝和土建误差的要求,是为了保证 GIS 配电装置安装的顺利和安全运行。当 GIS 配电装置跨越土建结构缝时,应注意在 GIS 运行中因土建基础的不均匀沉陷所造成的三个方向的位移。

7.0.7 新增条文。

地面排水问题应引起足够的重视,既要排水通畅,又要保证日常运行方便。当利用路边明沟排水时,道路及明沟的纵向坡度不宜小于 0.5%,局部困难地段不应小于 0.3%;最大不宜大于 3%,局部困难地段不应大于 6%。电缆沟的沟底纵坡不宜小于 0.5%。

7.0.8 新增条文。

引自《水力发电厂机电设计技术规范(试行)》(SDJ 173—1985)。

8 环 境 保 护

8.0.1 新增条文。

配电装置及进出线的电磁辐射和无线电干扰水平应符合有关标准，必要时应进行校验。

8.0.2 原规程第 2.0.12 条修改条文。

配电装置对周边的噪声干扰应符合相应标准的要求，水利水电工程处于城区的应符合《城市区域环境噪声标准》(GB 3096)标准的要求，其他地区也应符合《工业企业厂界噪声标准》(GB 12348)的要求。

8.0.3 原规程第 2.0.13 条保留条文。

8.0.4 新增条文。

屋外配电装置绿化应与周边环境协调，防止水土流失。屋外配电装置设计中应注意生态环境保护，避免二次污染，不得将油污和未经处理的废水排至河水中。

8.0.5 新增条文。