

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2011 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2011〕17 号)的要求,编制组经广泛调查研究,认真总结了我国已投运的±660kV、±500kV 和背靠背直流输电工程换流站关键技术和设计成果以及建设与运行经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规范。

本规范共 12 章和 2 个附录,主要技术内容包括:总则,术语,站址选择,交流系统基本条件及直流输电系统的性能要求,电气一次,控制和保护,调度自动化及通信,土建,采暖、通风和空气调节,水工,消防,噪声控制和节能。

本规范由住房和城乡建设部负责管理,由中国电力企业联合会负责日常管理,由中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司(地址:武汉市武昌区中南二路 12 号;邮政编码:430071)。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司

参 编 单 位:电力规划设计总院

中国电力工程顾问集团有限公司

中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司

主要起草人:曾 静 梁言桥 许 斌 王丽杰 李 苇
李 倩 杜明军 袁翰笙 饶 冰 陈传新
毛永东 王国兵 谢 龙 杨金根 张巧玲
陈 俊 邹荣盛 高 湛 邓长红 颜士海

乐党救 苏 炜 张谢平 王向平 张庆伟
徐 勇 陈 波 周 战 巢 琼 李克白
郑培钢 陈 健
主要审查人:李宝金 黄 勇 田春林 吴方劼 郅 鑫
李 岩 王 静 吴克芬 陈志蓉 杨国富
张玉明 余 波 蒲 皓 吴小颖 肖国峰
张爱民

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	站址选择	(3)
4	交流系统基本条件及直流输电系统的性能要求	(5)
4.1	交流系统基本条件	(5)
4.2	直流输电系统的性能要求	(5)
5	电气一次	(9)
5.1	电气主接线	(9)
5.2	过电压保护、绝缘配合及防雷接地	(11)
5.3	污秽水平及直流外绝缘	(12)
5.4	主要设备和导体选择	(13)
5.5	电气设备布置	(15)
5.6	站用电系统	(17)
6	控制和保护	(18)
6.1	一般规定	(18)
6.2	监控系统	(18)
6.3	直流控制系统	(19)
6.4	直流系统保护	(19)
6.5	交流保护和安全自动装置	(20)
6.6	辅助二次系统	(21)
6.7	二次设备布置	(22)
7	调度自动化及通信	(23)
7.1	调度自动化	(23)
7.2	通信	(23)

8	土 建	(25)
8.1	站区总平面及竖向布置	(25)
8.2	建筑	(28)
8.3	结构	(30)
9	采暖、通风和空气调节	(34)
9.1	采暖	(34)
9.2	通风和空调	(34)
10	水 工	(36)
10.1	给水系统	(36)
10.2	排水系统	(36)
10.3	阀冷却系统	(36)
11	消 防	(38)
11.1	火灾探测报警系统	(38)
11.2	灭火系统	(38)
12	噪声控制和节能	(40)
12.1	噪声控制	(40)
12.2	节能	(40)
附录 A	交流系统谐波干扰指标	(41)
附录 B	直流线路等效干扰电流计算	(43)
	本规范用词说明	(45)
	引用标准名录	(46)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Site selection for converter station	(3)
4	Basic conditions of AC system and performance requirements for DC transmission system	(5)
4.1	Basic conditions of AC system	(5)
4.2	Performance requirements for DC transmission system	(5)
5	Primary Electrical	(9)
5.1	Main circuit of converter station	(9)
5.2	Over voltage protection,insulation coordination,lightning protection and grounding of converter station	(11)
5.3	Design for external insulation of equipment in converter station	(12)
5.4	Selection of the major equipment	(13)
5.5	Auxiliary power system	(15)
5.6	Layout of electrical equipment in converter station	(17)
6	Control and protection	(18)
6.1	General requirements	(18)
6.2	Computer monitoring system	(18)
6.3	DC control system	(19)
6.4	DC protection system	(19)
6.5	AC protection system	(20)
6.6	Auxiliary system	(21)
6.7	Layout of control and protection equipment in	

converter station	(22)
7 Dispatching automation and communication	(23)
7.1 Dispatching automation	(23)
7.2 Communication	(23)
8 Construction	(25)
8.1 General plane layout and vertical arrangement	(25)
8.2 Construction	(28)
8.3 Structures	(30)
9 Heating, ventilation and air conditioning system	(34)
9.1 Heating system	(34)
9.2 Ventilation system	(34)
10 Water supply and drainage system	(36)
10.1 Water supply system	(36)
10.2 Water drainage system	(36)
10.3 Valve cooling system	(36)
11 Fire detection and fire suppression system	(38)
11.1 Fire detection system	(38)
11.2 Fire suppression system	(38)
12 Noise control and energy conservation measures of converter station	(40)
12.1 Noise Control measures	(40)
12.2 Energy conservation measures	(40)
Appendix A AC system harmonic disturbance indexes	(41)
Appendix B Equivalent interference current calculation of DC transmission line	(43)
Explanation of wording in this code	(45)
List of quoted standards	(46)

1 总 则

1.0.1 为规范高压直流换流站设计,使换流站的设计符合国家的有关政策、法规,达到安全可靠、先进适用、经济合理、环境友好的要求,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于 $\pm 660\text{kV}$ 及以下每极采用一个12脉动阀组接线的两端高压直流输电系统换流站和背靠背换流站工程的设计。

1.0.3 高压直流换流站设计应结合工程特点,采用具备应用条件的新技术、新设备、新材料、新工艺。

1.0.4 高压直流换流站的设计应采取切实有效的措施节约用地、保护环境、满足劳动安全要求。环境保护、水土保持及劳动安全卫生设施应与主体工程同步设计。

1.0.5 高压直流换流站的设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 换流器 converter

换流站中用以实现交、直流电能相互转换的设备,也称换流阀组。通常由换流阀连接成一定的回路进行换流。换流器采用一个或者多个三相桥式换流电路(也称为6脉动换流器或6脉动换流阀组)串联或并联构成。两个相差 30° 的6脉动换流器串联可构成一个12脉动换流器,或称12脉动换流阀组。改变换流阀的触发相位,换流器既可运行于整流状态,也可运行于逆变状态,其中将交流电变换成直流电的称为整流器,将直流电变换成交流电的称为逆变器。整流器与逆变器设备基本相同,统称为换流器。本规范中出现的“阀组”如无特殊说明则专指12脉动换流阀组。

2.0.2 直流保护 DC protection

为换流站直流侧提供的保护,其保护区域为换流阀组、极区设备(包括极母线、中性母线、直流线路)以及双极区设备(包括双极中性线连接区、接地极引线区)。

2.0.3 直流系统保护 DC system protection

为换流站直流系统提供的保护,包括换流站的直流保护、换流变压器保护、直流滤波器保护和交流滤波器保护。

2.0.4 背靠背换流单元 back to back converter unit

背靠背换流站站内实现交流-直流-交流两次换流转换的设备连接组成的基本单元。由整流和逆变两侧换流器及与其配套的换流变压器、平波电抗器、保护和开关设备以及其他必要的辅助设备连接所构成。

3 站址选择

3.0.1 站址选择除应符合现行行业标准《220kV~750kV 变电站设计技术规程》DL/T 5218 有关站址选择的规定外,还应结合高压直流换流站的工艺特点,根据电力系统规划、城乡规划、污秽情况、水源、交通运输、土地资源、环境保护和接地极极址等的要求,通过技术经济比较分析确定。

3.0.2 站址选择应满足换流站在电力系统中的地位和作用。整流站宜靠近电源中心,逆变站宜靠近负荷中心。当同一地区有多个换流站时,站址选择应分析各换流站之间的电气距离、共用接地极及外力破坏等因素对电力系统的影响。

3.0.3 站址应避开各类严重污染源。当完全避开严重污染源有困难时,换流站应处于严重污染源的主导风向上风侧,并应对污染源影响进行评估。

3.0.4 站址选择地质条件应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

3.0.5 站址应与邻近设施、周围环境相互协调,站址距飞机场、导航台、卫星地面站、军事设施、通信设施以及易燃易爆设施等的距离应按国家现行有关标准的规定执行。

3.0.6 当换流阀外冷却方式采用水冷却时,站址附近应有可靠水源,其水量及水质应满足换流站生产用水、消防用水及生活用水要求。供水水源应避免或减少与其他用水发生矛盾,当采用地表水作为供水水源时,其设计枯水流量的保证率不应低于 97%,并应保证水质的稳定性。

3.0.7 站址宜选择在铁路、公路和水路等交通线路附近,交通运输条件应满足换流变压器及平波电抗器等大件设备的运输

要求。

3.0.8 站址选择应考虑邻近已有工程接地极对换流站的影响。
本工程接地极选择应与换流站站址相协调。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

4 交流系统基本条件及直流输电系统的性能要求

4.1 交流系统基本条件

- 4.1.1 交流系统基本数据应包括下列内容：
- 1 换流站交流母线电压和频率变化范围；
 - 2 换流站交流侧短路电流水平；
 - 3 负序工频电压及背景谐波电压；
 - 4 故障清除时间及单相重合闸时序。
- 4.1.2 直流输电系统研究所需的等值交流系统应包括下列内容：
- 1 用于 AC/DC 仿真模拟研究的等值系统；
 - 2 用于 AC/DC 系统电磁暂态特性研究的等值系统；
 - 3 用于无功投切和工频过电压研究的等值系统；
 - 4 用于交流滤波器性能计算的等值阻抗。

4.2 直流输电系统的性能要求

- 4.2.1 直流输电系统的额定参数应包括额定功率、额定电流和额定电压。
- 4.2.2 直流输电系统的过负荷能力应包括连续过负荷能力、短时(2h)过负荷能力和暂态过负荷能力。
- 4.2.3 直流输电系统允许的最小直流电流宜按额定电流的 10% 选取。
- 4.2.4 在不额外增加无功补偿容量的前提下,直流输电系统任一极应具备降低直流电压运行的能力。降压运行电压值宜为额定电压 70% 及以上。
- 4.2.5 两端高压直流输电系统的功率倒送的输送容量应根据系

统要求确定。背靠背换流站应同时具备功率正送和功率倒送的能力。

4.2.6 两端高压直流输电系统应具备下列基本运行方式：

- 1 双极运行方式；
- 2 单极大地回线运行方式；
- 3 单极金属回线运行方式。

4.2.7 无功补偿及电压控制应符合下列规定：

1 整流站宜充分利用交流系统提供无功的能力，不足部分应在站内安装无功补偿设备；逆变站的无功功率宜就地平衡；当直流小负荷运行方式因投入交流滤波器引起容性无功过剩时，可利用交流系统的无功吸收能力和直流低负荷无功优化策略。

2 无功补偿设备应根据换流站接入的交流系统强弱，选择采用并联电容器、静止无功补偿器、静止无功发生器等；当采用并联电容器作为无功补偿设备时，应与交流滤波器统一设计。

3 无功补偿设备宜分成若干小组，在额定工况下应至少有一小组备用。

4 无功补偿设备分组容量除应满足无功平衡的要求外，还应符合下列要求：

- 1) 投切单组无功补偿设备引起的稳态和暂态交流母线电压变化率，应在系统可承受范围内；
- 2) 任一小组无功补偿设备的投切，不应改变直流控制模式或直流输送功率，不应引起换相失败，不应引起邻近的同步电机自励磁。

5 无功补偿设备的额定无功容量宜按不低于交流系统的长期运行电压计算。

4.2.8 直流输电系统不应与邻近的发电机产生次同步谐振。

4.2.9 交流系统谐波干扰指标及滤波应符合下列规定：

1 换流站交流母线上谐波干扰指标可采用单次谐波的畸变率、总有效谐波畸变率和电话谐波波形系数来表征。交流系统谐

波干扰指标定义应符合本规范附录 A 的规定,谐波次数应计算到 50 次。对 220kV 及以上的交流系统,交流母线上谐波干扰指标应符合下列规定:

- 1) 单次谐波畸变率,奇次不宜大于 1.0%,其中 3 次和 5 次可不大于 1.25%,偶次不宜大于 0.5%;
- 2) 总有效谐波畸变率不宜大于 1.75%;
- 3) 电话谐波波形系数不宜大于 1.0%。

2 交流滤波器配置应根据换流站产生的谐波和交流系统的背景谐波以及谐波干扰指标确定。

4.2.10 直流系统谐波干扰指标及滤波应符合下列规定:

1 直流系统谐波干扰指标可采用直流线路等效干扰电流来表征;直流线路等效干扰电流计算应符合本规范附录 B 的规定,谐波次数应计算到 50 次;

2 采用架空线输电的两端高压直流输电系统,应在换流站的直流侧配置直流滤波器;直流系统谐波干扰指标及直流滤波器配置应根据直流线路沿线通信线路实际情况和通信干扰杂音电动势标准确定;

3 当直流系统中存在非特征谐波激励源和谐振点时,应采取相应限制措施。

4.2.11 换流站产生的电力线载波干扰应符合现行国家标准《单边带电力线载波系统设计导则》GB/T 14430 的规定。

4.2.12 换流站损耗确定应符合现行国家标准《高压直流换流站损耗的确定》GB/T 20989 的规定。

4.2.13 换流站可听噪声应符合现行国家标准《高压直流换流站的可听噪声》GB/T 22075 的规定。

4.2.14 两端高压直流输电系统可靠性设计目标值应符合下列规定:

- 1 强迫能量不可用率不宜大于 0.5%;
- 2 计划能量不可用率不宜大于 1.0%;

- 3 单极强迫停运次数不宜大于 5 次/极·年；
 - 4 双极强迫停运次数不宜大于 0.1 次/年。
- 4.2.15 背靠背换流站可靠性设计目标值应符合下列规定：
- 1 强迫能量不可用率不宜大于 0.5%；
 - 2 计划能量不可用率不宜大于 1.0%；
 - 3 背靠背换流单元强迫停运次数不宜大于 6 次/年。
- 4.2.16 直流输电系统的动态和暂态性能应根据系统研究确定。

5 电气一次

5.1 电气主接线

5.1.1 换流站的电气主接线应根据换流站的接入系统要求及建设规模确定。两端高压直流输电系统换流站的电气主接线应包括换流器单元接线、交/直流开关场接线、交流滤波器和无功补偿设备接线以及站用电接线。背靠背换流站的电气主接线应包括换流器单元接线、交流开关场接线、交流滤波器和无功补偿设备接线以及站用电接线。

5.1.2 两端高压直流输电系统换流站和背靠背换流站的换流器应采用 12 脉动阀组接线。

5.1.3 换流器单元的接线应根据晶闸管的额定参数、换流变压器的制造水平及运输条件通过综合技术经济比较后确定。换流器单元宜采用下列接线方式：

1 三台单相双绕组换流变压器与一个三相桥式 6 脉动整流电路联接形成 6 脉动换流器单元，两个 6 脉动换流器单元串联构成一个 12 脉动换流器单元的接线方式；

2 三台单相三绕组换流变压器与一个三相桥式 12 脉动整流电路联接形成 12 脉动换流器单元的接线方式。

5.1.4 交/直流开关场接线应符合下列规定：

1 交流开关场接线应符合现行行业标准《220kV~750kV 变电站设计技术规程》DL/T 5218 的规定。

2 直流开关场接线应按极组成，极与极之间应相对独立。接线中应包括平波电抗器、直流滤波器、直流极线、中性母线、接地极线和金属回线等。

3 直流开关场接线应具有下列功能：

- 1) 直流开关场接线应满足双极、单极大地回线、单极金属回线等基本运行方式；
- 2) 换流站内任一极检修时应能对其进行隔离和接地；
- 3) 直流线路任一极检修时应能对其进行隔离和接地；
- 4) 在单极金属回线运行方式下，检修直流系统一端或两端接地极及其引线时，应能对其进行隔离和接地；
- 5) 在双极平衡运行方式下，检修直流系统一端或两端接地极及其引线时，应能对其进行隔离和接地；
- 6) 双极中的任一极运行时，单极大地回线方式与单极金属回线方式之间的转换，不应中断直流功率输送，且不宜降低稳态直流输送功率；
- 7) 故障极的切除和检修不应影响健全极的功率输送。

4 平波电抗器宜串接在每极直流极母线上。当采用干式平波电抗器时，也可分置串接在每极直流极母线和中性母线上。

5.1.5 交流滤波器接线应符合下列要求：

- 1 交流滤波器接线除应满足直流系统要求外，还应满足交流系统接线以及交直流系统对交流滤波器投切的要求；
- 2 交流滤波器宜采用大组的方式接入换流器单元所联接的交流母线；
- 3 交流滤波器的高压电容器前应设接地开关。

5.1.6 站用电系统接线应符合下列规定：

- 1 站用电源宜按三回相对独立电源设置，且至少有一回应从站内交流系统引接；
- 2 站用电系统宜采用两级降压；高压站用电系统宜采用 10kV 电压，低压站用电系统电压宜采用 380V/220V；
- 3 高压站用电系统宜采用单母线分段接线；全站宜设置两段工作母线和一段专用备用母线，每段母线均应由相对独立的电源供电，工作母线和备用母线之间应设置分段开关；
- 4 两端高压直流输电系统换流站的低压站用电系统宜按极

设置；背靠背换流站的低压站用电系统宜按背靠背换流单元设置。每个极或背靠背换流单元的低压站用电系统宜采用单母线单分段接线，两段工作母线应分别由不同的高压站用工作母线供电，两段母线之间应设置分段开关。

5.2 过电压保护、绝缘配合及防雷接地

5.2.1 换流站过电压保护和绝缘配合应符合现行国家标准《绝缘配合 第2部分：使用导则》GB/T 311.2、《绝缘配合 第3部分：高压直流换流站绝缘配合程序》GB/T 311.3、《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 以及现行电力行业标准《高压直流换流站绝缘配合导则》DL/T 605 的有关规定。

5.2.2 换流站接地设计应符合现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 的有关规定。

5.2.3 换流站过电压保护和避雷器配置应符合下列要求：

- 1 交流侧产生的过电压应由交流侧避雷器限制；
- 2 直流侧产生的过电压应由直流侧避雷器限制；
- 3 换流站的重要设备应由其邻近的避雷器保护；
- 4 换流变压器的阀侧绕组可由保护其他设备的避雷器联合保护；
- 5 避雷器可采用多柱并联结构避雷器，也可采用多支避雷器并联分散布置方式；

6 直流侧中性母线应装设冲击电容器。

5.2.4 其他过电压保护措施应符合下列要求：

- 1 晶闸管应配备保护性触发功能；
- 2 换流变压器交流侧断路器应装设合闸电阻或选相合闸装置；
- 3 交流滤波器和电容器小组断路器应装设选相合闸装置或合闸电阻。

5.2.5 直流甩负荷、接地故障清除和“孤岛”运行产生的过电压应

专题研究。

5.2.6 换流站绝缘配合应符合下列规定：

1 换流站设备额定耐受电压应采用绝缘配合的确定性法确定；

2 避雷器直接保护的设备额定操作耐受电压、雷电耐受电压和陡波前耐受电压与避雷器保护水平的最小裕度系数应符合表 5.2.6 的规定。

表 5.2.6 额定耐受电压与避雷器保护水平的最小裕度系数

设备类型	裕度系数		
	操作	雷电	陡波
交流开关场(包括母线及户外绝缘和其他常规设备)	1.20	1.25	1.25
交流滤波器元件	1.15	1.25	1.25
换流变(油绝缘设备)			
网侧	1.20	1.25	1.25
阀侧	1.15	1.20	1.25
换流阀	1.10~1.15	1.10~1.15	1.15~1.20
直流阀厅设备	1.15	1.15	1.25
直流开关场设备(户外)包括直流滤波器和平波电抗器	1.15	1.20	1.25

5.3 污秽水平及直流外绝缘

5.3.1 换流站交流侧设备外绝缘爬电比距应根据站址污秽等级，按照现行国家标准《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第1部分：定义、信息和一般原则》GB/T 26218.1、《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第2部分：交流系统用瓷和玻璃绝缘子》GB/T 26218.2 以及《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第3部分：交流系统用复合绝缘子》GB/T 26218.3

确定。

5.3.2 换流站直流侧设备外绝缘爬电比距应根据站址污秽水平预测的研究结果确定。

5.3.3 换流站直流侧设备外绝缘设计应符合下列要求：

1 直流侧设备的爬电比距应根据换流站的污秽水平以及直流绝缘子和套管的耐污特性选择，还应计及直径对爬电距离的影响；

2 直流侧设备的外绝缘应根据污秽特征选择合适的伞形结构；

3 直流侧设备干闪距离应通过研究确定；

4 高海拔地区换流站的外绝缘设计应根据海拔对外绝缘闪络特性的影响，进行高海拔修正。

5.4 主要设备和导体选择

5.4.1 换流站交流设备和导体的选择应符合现行国家标准《电力设施抗震设计规范》GB 50260 和现行行业标准《导体和电器选择设计技术规定》DL/T 5222 的有关规定。

5.4.2 换流阀选择应符合下列规定：

1 换流阀宜采用户内悬吊式、空气绝缘、水冷却；

2 换流阀触发方式可采用电触发方式或光触发方式；

3 换流阀应为组件式，晶闸管冗余度不宜小于 3%；

4 换流阀连续运行额定值和过负荷能力应满足系统要求；

5 换流阀浪涌电流取值不应小于阀的最大短路电流；

6 换流阀应能承受各种过电压，并应有足够的安全裕度；

7 换流阀本体及其控制、保护装置的设计应保证阀能承受由于阀触发系统误动以及站内外各种故障所产生的电气应力。

5.4.3 换流变压器选择应符合下列规定：

1 换流变压器容量应满足直流系统额定输送容量及过负荷要求；

2 换流变压器型式应结合容量、设备制造能力以及运输条件等经技术经济比较后确定；

3 换流变压器阻抗除应满足交直流系统要求外，还应满足换流阀的浪涌电流能力要求；

4 有载调压范围应满足交直流系统运行工况；

5 调压开关分接头级差应与无功分组的投切协调；

6 换流变压器耐受直流偏磁电流的能力不宜低于单相 10A；

7 换流变压器的噪声水平应满足换流站的总体噪声控制要求。

5.4.4 平波电抗器选择应符合下列要求：

1 平波电抗器的型式可根据工程具体要求选择油浸式或空芯干式；

2 平波电抗器额定电流应按直流系统额定电流选定，并应考虑各种运行工况下的过电流能力；

3 平波电抗器电感值应能满足在最大直流电流到最小直流电流之间总体性能的要求，并应避免直流侧发生低频谐振；

4 平波电抗器应能承受由于短路冲击电流产生的机械应力；

5 平波电抗器的噪声水平应满足换流站的总体噪声控制要求。

5.4.5 交流滤波器选择应符合下列规定：

1 交流滤波器可采用单调谐型、双调谐型、三调谐型等类型，结合不同频次的谐波可组成多种型式；

2 同一个换流站内交流滤波器型式不宜超过 3 种；

3 交流滤波器各元件的额定参数应根据换流器产生的谐波电流和电压以及背景谐波所产生的谐波电流和电压确定；

4 交流滤波器电抗器宜采用低噪声电抗器，交流滤波器电容器应采用低噪声结构。

5.4.6 直流滤波器选择应符合下列要求：

1 直流滤波器宜采用双调谐或三调谐无源滤波器；

2 直流滤波器元件额定参数应根据直流电压分量和换流器产生的谐波电压确定。

5.4.7 直流避雷器配置和参数选择应根据换流站过电压计算和绝缘配合结果确定。

5.4.8 金属回线转换开关和大地回线转换开关宜具备在直流输电系统允许的短时过负荷电流工况下的转换能力。

5.4.9 直流中性母线低压高速开关和中性母线临时接地开关的电流转换能力不宜小于直流输电系统允许的短时过负荷电流。

5.4.10 直流隔离开关应满足各种工况的直流工作电流的要求。直流滤波器回路的高压直流隔离开关应具有带电投切直流滤波器的能力。

5.4.11 直流电压和电流测量装置选择应符合下列要求：

1 用于极线和中性母线的直流电压分压器宜采用阻容分压器；

2 极线和中性母线上的直流电流测量装置可选用电子式电流互感器或零磁通直流电流测量装置；

3 直流电压和电流测量装置应具有良好的暂态响应和频率响应特性，并应满足直流控制保护系统的测量精度要求。

5.4.12 直流绝缘子、套管选择应符合下列规定：

1 直流绝缘子和套管应根据等值盐密与积污特性关系、运行电压和伞裙对积污的影响、闪络特性及闪距选择；

2 直流极母线设备的套管宜采用复合绝缘型；

3 直流极母线支柱绝缘子宜采用瓷质型或涂防污涂料瓷质型支柱绝缘子，也可选用瓷质芯棒复合绝缘型或玻璃钢芯棒复合绝缘型；

4 复合绝缘型直流设备套管或绝缘子的最小爬电比距可按瓷质直流套管或绝缘子爬电比距的75%选择。

5.5 电气设备布置

5.5.1 换流站的交流开关场布置应结合交流滤波器和无功补偿设

备、阀厅、换流变压器以及换流建筑物布置,通过技术经济比较确定,并应符合现行行业标准《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352的有关规定。

5.5.2 交流滤波器及无功补偿设备布置应符合下列要求:

1 交流滤波器及无功补偿设备宜集中或分区集中布置,整体布局设计还应满足换流站厂界的噪声标准要求;

2 当小组交流滤波器及无功补偿设备分散接入主母线时,宜与交流配电装置的布置统筹考虑;

3 交流滤波器和并联电容器的高压电容器宜采用单塔布置,当单塔高度不满足噪声控制要求时可采用双塔布置。

5.5.3 直流开关场布置应符合下列要求:

1 极母线设备宜采用户外布置,当站址污秽条件较严重时经过技术经济比较,可采用户内布置;

2 直流开关场布置应符合现行国家标准中对于静电感应场强等电磁环境的有关规定;

3 直流开关场宜按极对称分区布置,布置方式应便于设备的巡视、操作、搬运、检修和试验。

5.5.4 阀厅及阀厅内设备布置应符合下列要求:

1 两端高压直流输电系统换流站应按极设置极1和极2阀厅;背靠背换流站应按背靠背换流单元设置阀厅;

2 换流阀布置方式宜根据换流变压器型式选择二重阀布置或四重阀布置。当采用单相双绕组换流变压器时,宜采用二重阀布置;当采用单相三绕组换流变压器时,宜采用四重阀布置。

5.5.5 换流变压器及平波电抗器布置应符合下列要求:

1 换流变压器及平波电抗器布置应符合换流站总体布置需要;

2 换流变压器阀侧套管宜采用插入阀厅布置,插入阀厅布置的阀侧套管应采用充气式或干式套管;

3 两端高压直流输电系统换流站极母线的平波电抗器宜布

置在阀厅和直流滤波器高压侧之间,当采用油浸式平波电抗器时,阀侧套管宜插入阀厅布置;

4 两端高压直流输电换流站直流开关场采用户内布置时,平波电抗器的布置应根据技术经济比较确定;

5 背靠背换流站的平波电抗器当采用油浸式平抗时,阀侧套管宜插入阀厅布置;

6 换流变压器及平波电抗器的布置应满足搬运、安装及更换的场地要求;

7 备用换流变压器和备用平波电抗器布置位置应考虑搬运和替换的要求;

8 换流变压器和油浸式平波电抗器布置应满足消防要求。

5.6 站用电系统

5.6.1 换流站站用电系统设计应符合现行行业标准《换流站站用电设计技术规定》DL/T 5460 的要求。

6 控制和保护

6.1 一般规定

- 6.1.1 高压直流换流站的控制和保护设计应符合现行行业标准《换流站二次系统设计技术规程》DL/T 5499 的规定。
- 6.1.2 直流控制和保护应能既适用整流运行,也适用逆变运行。
- 6.1.3 直流控制和保护应相互独立配置。
- 6.1.4 直流控制系统和直流系统保护应采用国际标准的通信体系。

6.2 监控系统

- 6.2.1 高压直流换流站内交、直流系统应采用统一平台的计算机监控系统。
- 6.2.2 监控系统宜按有人值班设计。系统应能实现对换流站可靠、合理、完善的监视、测量、控制,并具备遥测、遥信、遥调、遥控等全部的远动功能,具有与调度通信中心计算机系统交换信息的能力。
- 6.2.3 监控系统宜采用分层、分布式的网络结构,由站控层、控制层、就地层设备组成。
- 6.2.4 监控系统应采用国际标准的通信体系,宜符合现行行业标准《变电站通信网络和系统》DL/T 860 的规定。
- 6.2.5 监控系统的监控范围应包括换流阀组、直流场设备、平波电抗器、换流变压器、交流场设备、交流滤波器组、站用电源系统、阀冷却系统和站内其他辅助系统等。
- 6.2.6 监控系统的监测范围应符合现行国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T 50063 的有关规定。

6.3 直流控制系统

6.3.1 直流控制系统应按完全双重化原则设计,并应具备自动系统选择和主备切换功能。

6.3.2 两端高压直流输电系统换流站的直流控制系统应按极独立配置;背靠背换流站的直流控制系统应按换流单元独立配置。

6.3.3 两端高压直流输电系统换流站的直流控制系统宜划分为双极控制、极控制和阀组控制层;背靠背换流站的直流控制系统宜划分为背靠背换流单元控制层、单侧换流单元控制层和换流阀控制层。

6.3.4 直流控制功能应配置到较低的控制层次,双极控制层功能宜集成在极控制层设备中,也可在直流站控设备中实现。

6.3.5 两端高压直流输电系统的基本控制模式宜包括双极功率控制、独立极功率控制、同步极电流控制、无功功率控制、应急极电流控制、极线路开路试验、潮流反转控制、直流全压/降压运行控制、低负荷无功优化控制;背靠背直流输电系统的基本控制模式宜包括功率运行控制、电流运行控制。

6.4 直流系统保护

6.4.1 直流系统保护的设计应符合现行国家标准《继电保护和自动装置技术规程》GB/T 14285 的有关规定,并应符合下列要求:

1 直流系统保护应按保护区域设置,每一个保护区应与相邻保护电路的保护区重叠,不应存在保护死区;

2 对每一保护区域内设备的短路、开路、过电压或接地故障及异常运行方式,宜配置相应的主、后备保护;

3 直流系统保护应冗余配置,各保护装置的测量回路、通道及辅助电源等应相互独立。

6.4.2 两端高压直流输电系统换流站的直流保护应按极独立配

置；背靠背换流站的直流保护应按换流单元独立配置。

6.4.3 直流滤波器保护宜按极集成在直流保护中，也可按直流滤波器小组双重化独立配置。

6.4.4 换流变压器电量保护宜双重化独立配置，也可集成在直流保护中；非电量保护宜独立配置。

6.4.5 交流滤波器保护宜按交流滤波器大组双重化独立配置，也可按滤波器小组为单元配置双重化的滤波器大组母线保护和小组滤波器保护。

6.4.6 两端高压直流输电系统换流站的直流系统暂态故障录波宜按极、换流变压器、交流滤波器组分别独立配置；背靠背换流站的直流系统暂态故障录波宜按换流单元、换流变压器、交流滤波器组分别独立配置。

6.4.7 两端高压直流输电系统直流线路故障测距装置宜单套配置。

6.5 交流保护和安全自动装置

6.5.1 高压直流换流站交流线路保护、交流断路器保护、交流母线保护、联络变压器保护、无功补偿设备保护和安全自动装置的设计应符合现行国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285 和《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062 的有关规定。

6.5.2 换流站交流系统暂态故障录波装置的设计应符合现行行业标准《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》DL/T 5136 和《电力系统动态记录装置通用技术条件》DL/T 553 的规定。

6.5.3 对大于 80km 的长线路或路径地形复杂、巡检不便的交流线路，应配置交流故障测距装置。

6.5.4 高压直流换流站应配置交、直流系统共用的保护及故障信息管理子站。保护及故障信息管理子站与监控系统、保护及故障录波系统的通信应采用标准的网络接口和通信协议，并将信息上

传到调度中心。

6.6 辅助二次系统

6.6.1 两端高压直流输电系统换流站的阀冷却控制保护系统应按极双重化配置;背靠背换流站的阀冷却控制保护系统宜按阀组双重化配置。阀冷却控制保护系统应能对阀冷却系统进行控制、保护和监视,并应适应高压直流系统的各种运行工况。

6.6.2 高压直流换流站站用直流电源系统的设计应符合现行行业标准《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T 5044 的规定。两端高压直流输电系统换流站直流电源系统宜按极、站公用或交流场分别独立设置;背靠背换流站直流电源系统宜按换流单元、站公用或交流场分别独立设置。直流电源系统的标称电压可采用 110V,也可采用 220V。

6.6.3 高压直流换流站交流不间断电源系统的设计应符合现行行业标准《换流站站用电设计技术规定》DL/T 5460 的规定。交流不间断电源宜集中设置,主机应双重化配置。

6.6.4 高压直流换流站应配置公用的时间同步系统,时钟源应双重化配置。对时范围应包括站内所有需要对时的控制、保护、监视和智能设备等。

6.6.5 高压直流换流站宜配置独立的谐波监视系统,也可将其功能集成在换流站监控系统。

6.6.6 高压直流换流站宜配置独立的接地极监视系统,也可将其功能集成在换流站其他二次系统。

6.6.7 高压直流换流站图像监视及安全警卫系统的设计应符合现行国家标准《工业电视系统设计规范》GB 50115 的有关规定。监视范围宜包括换流站大门、阀厅、控制楼各功能房间、就地继电器小室、交/直流配电装置、换流变压器、平波电抗器和换流站围墙等。

6.6.8 高压直流换流站设备状态监测宜采用统一后台分析系统。

设备状态监测的范围宜为换流变压器、油浸式平波电抗器、500kV及以上电压等级高压站用/联络变压器、高压并联电抗器等。

6.7 二次设备布置

6.7.1 高压直流换流站控制楼的位置应与阀厅相邻布置,宜按规划设计容量一次建成。对于双回直流换流站和多换流单元的背靠背换流站宜增设辅控楼。

6.7.2 二次设备的布置应结合工程远景规模规划,充分考虑分期扩建的便利,布置宜功能明确、紧凑成组,并应合理设置预留和备用屏位。

7 调度自动化及通信

7.1 调度自动化

7.1.1 调度自动化系统的设计应符合现行行业标准《电力系统调度自动化设计技术规程》DL 5003 的有关规定。

7.1.2 直流远动系统及其通道应双重化配置,并按极间和站间分别设置远动通道。

7.1.3 高压直流换流站应配置交、直流系统共用的电能量远方终端。电能量计量系统的设计应符合现行国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T 50063 的有关规定。

7.1.4 同步相量测量装置的设计应符合现行行业标准《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》DL/T 5136 的规定。

7.1.5 调度数据网络接入设备的设计应符合现行行业标准《电力调度数据网络工程初步设计内容深度规定》DL/T 5364 的规定。

7.2 通信

7.2.1 换流站主要通信设施应符合下列要求:

- 1 换流站的通信系统应包括系统通信和站内通信;
- 2 换流站主要通信设施可包括光纤通信设备、载波通信设备、调度行政交换机、调度数据网设备、综合数据网设备、会议电视终端设备、通信电源、动力和环境监测子站设备、综合布线设施和控制保护的接口设备等。

7.2.2 系统通信应符合下列要求:

- 1 换流站与其电网调度机构之间应至少设立两个独立的调度通信通道或两种通信方式;
- 2 系统通信电路应满足传输电力调度、生产行政、继电保护、

安全自动装置、调度自动化等业务的需求；

3 换流站间交换信息应包括直流控制及保护信息、线路故障定位装置站间交换信息、换流站监控系统交换信息等；

4 换流站至各调度端传输信息应包括远动信息、电能计费信息、故障录波信息、继电保护及安全稳定装置信息、远方用户电话等；

5 换流站宜提供至运行管理单位之间的通信通道。

7.2.3 站内通信应符合下列要求：

1 换流站内宜设一台用户数量为 48 门~128 门的数字程控调度交换机，并宜兼作站内行政通信；调度交换机的组网宜采用 Qsig 信令及 2Mbit/s 数字中继方式，分别从两个不同的方向就近与上级汇接中心连接；

2 行政交换机可就近接入当地市话网。

7.2.4 通信电源、机房和接口应符合下列要求：

1 换流站内应设两套独立的、互为备用的直流 48V 电源系统；每套电源系统宜配置一个开关电源和一组 48V 免维护蓄电池，开关电源和蓄电池的容量宜根据远期设备负荷确定并留有裕度；

2 换流站控制楼及相关的辅助建筑物内的通信网络可采用综合布线方式；

3 通信机房技术要求应符合现行行业标准《220kV~500kV 变电站通信设计规程》DL/T 5225 的有关规定；

4 与控制保护的接口设备应符合 2Mbit/s G. 703 同向型接口要求。

8 土 建

8.1 站区总平面及竖向布置

8.1.1 站区总平面及竖向布置应符合现行行业标准《变电站总布置设计技术规程》DL/T 5056 及《220kV~750kV 变电站设计技术规程》DL/T 5218 的有关规定。

8.1.2 阀厅、控制楼等重要建(构)筑物以及换流变压器、平波电抗器等大型设备,宜布置在地质条件较好的地段。

8.1.3 换流站建(构)筑物的火灾危险性分类及耐火等级不应低于表 8.1.3 的规定:

表 8.1.3 建(构)筑物火灾危险性分类及耐火等级

序号	建(构)筑物名称		火灾危险性类别	耐火等级	
1	阀厅		丁	二级	
2	控制楼		戊	二级	
3	继电器小室		戊	二级	
4	站用电室		戊	二级	
5	一、主要生产建(构)筑物	屋内配电装置室	单台设备充油量 60kg 以上	丙	二级
		(楼)、户内直流场	单台设备充油量 60kg 及以下	丁	二级
			无含油电气设备	戊	二级
6	屋外配电装置	单台设备充油量 60kg 以上	丙	二级	
		单台设备充油量 60kg 及以下	丁	二级	
		无含油电气设备	戊	二级	
7	气体或干式变压器室		丁	二级	

续表 8.1.3

序号	建(构)筑物名称		火灾危险性类别	耐火等级
1	二、辅助生产建(构)筑物	事故油池	丙	一级
2		综合水泵房、取水泵房、深井泵房	戊	二级
3		空冷器室	戊	二级
4		水池	戊	二级
1	三、附属生产建(构)筑物	综合楼	戊	三级
2		检修备品库、专用品库	丁	二级
3		车库	丁	二级
4		雨淋阀间、泡沫消防间、消防小室	戊	二级
5		警传室	戊	二级

注：控制楼、继电器小室当不采取防止电缆着火后延燃的措施时，火灾危险性应为丙类。

8.1.4 换流站内建(构)筑物及设备的防火间距不应小于表 8.1.4 的要求，并应符合下列规定：

1 建(构)筑物防火间距应按相邻两建(构)筑物外墙的最近距离计算，当外墙有凸出的燃烧构件时，应从其凸出部分外缘算起；

2 相邻两座建筑外墙均为不燃烧性墙体，无外露可燃性屋檐，每面外墙上的门、窗、洞口面积之和各不大于外墙面积的 5%，且门、窗、洞口不正对开设时，其防火间距可按表 8.1.4 减少 25%；

3 相邻两座建筑较高一面的外墙为防火墙，或相邻两座高度相同的一、二级耐火等级建筑中任一侧面外墙为防火墙且屋顶的耐火极限不低于 1.00h 时，其防火间距可不限；相邻较低一面建筑外墙为防火墙、屋顶无天窗、屋顶耐火极限不低于 1.00h，或较高一面外墙的门、窗等开口部位设置甲级防火门、窗时，其防火间距不应小于 4.0m；

表 8.1.4 换流站内建(构)筑物及设备的防火间距(m)

建(构)筑物名称	丙、丁、戊类生产建筑(一、二级耐火等级)	屋外配电装置	换流变压器/平波电抗器(油浸式)	事故贮油池	站内辅助、附属建筑耐火等级		站内道路(路边)	围墙	
					二级	三级			
丙、丁、戊类生产建筑(一、二级耐火等级)	10	10	10	5	10	12	无出口 1.5,有出口 无车道 3.0; 有出口有车道 6.0~8.0	见注 2	
屋外配电装置	10	—	—	5	10	12	1.5	—	
换流变压器平波电抗器(油浸式)	10	—	—	—	25	30	—	—	
事故贮油池	5	5	5	—	10	12	1	1	
站内辅助、附属建筑耐火等级	二级	10	10	25	10	6	7	无出口 1.5,有出口	见注 2
	三级	12	12	30	12	7	8	无车道 3.0	见注 2
站内道路(路边)	出口 1.5,有出口 无车道 3.0; 有出口 有车道 6.0~8.0	1.5	—	1	—	无出口 1.5,有出口 无车道 3.0	—	1	
围墙	见注 2	—	—	1	见注 2	见注 2	1	—	

注:1 表中未规定最小间距“—”者,该间距可根据工艺布置确定;

2 继电器小室布置在屋外配电装置场地内时,其间距由电气专业确定,围墙与丙、丁、戊类生产建筑物和站内辅助、附属建筑的间距在满足消防要求的前提下不限。

4 建筑物外墙距屋外油浸式变压器和可燃介质电容器设备外廓 5m 以内,该墙在设备总高度加 3m 的水平线以下及设备外廓两侧各 3m 内,不应设有门窗和通风孔;

5 当继电器小室布置在屋外配电装置场内时,其与电气设备及导线的距离应由电气专业确定。

8.1.5 换流变压器的运输道路宽度不宜小于 6m,道路交叉口转弯半径应满足选定的超限货物运输车辆最小转弯半径要求,平波电抗器的运输道路宽度不宜小于 4.5m,转弯半径不宜小于 15m;环形消防道路的宽度不应小于 4m,转弯半径不宜小于 9m;其余道路宽度不宜小于 3m,转弯半径不宜小于 7m。

8.1.6 换流站进站道路路面宽度不宜小于 6m,平曲线半径不宜小于 30m,最大纵坡不宜大于 6%。

8.1.7 换流变压器、平波电抗器搬运轨道的布置,在满足安装、检修要求情况下宜短捷、紧凑,搬运轨道宜与站内道路重叠布置,以节约站区用地。

8.1.8 运输轨道轨顶标高宜保持一致。换流变广场宜沿长轨道方向设置零坡,沿长轨道垂直方向设置不大于 0.3%的排水坡;其他场地的排水坡度不宜小于 0.5%。

8.1.9 站区一般地段围墙宜采用 2.2m~2.8m 的实体围墙;有降噪要求的地段,应根据降噪计算的结果和噪声防护标准的要求,确定围墙高度和结构形式。

8.2 建 筑

8.2.1 换流站站区建筑物应包括阀厅、控制楼、站用电室、继电器小室、综合水泵房、取水泵房(或深井泵房)、雨淋阀间(或泡沫消防间)、综合楼、检修备品库、专用品库、车库、警传室等。户内直流场、屋内配电装置室(楼)等建筑物设置与否应根据工艺方案确定。

8.2.2 换流站建筑设计应符合现行行业标准《换流站建筑结构设计技术规程》DL/T 5459 的有关规定。

8.2.3 换流站建筑物屋面防水设计应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的有关规定, 阀厅、控制楼、户内直流场、屋内配电装置室(楼)、站用电室、继电器小室、综合楼的屋面防水等级应为Ⅰ级, 其他建筑物的屋面防水等级宜为Ⅱ级。

8.2.4 阀厅与控制楼应采用联合布置; 当设有户内直流场时, 户内直流场与阀厅宜采用联合布置。

8.2.5 阀厅与控制楼的室内零米地坪标高应一致, 室内外地面高差不应小于 300mm。

8.2.6 阀厅应采取六面体电磁屏蔽措施, 其建筑围护系统应具有优良的气密性能, 所有缝隙均应采取严密的封堵措施。

8.2.7 阀厅零米层出入口宜为两个, 其中一个出入口应通往室外, 另一个出入口宜与控制楼连通。

8.2.8 阀厅内部应设置架空巡视走道。巡视走道宜通至阀塔上部屋架区域, 且应与控制楼相衔接。巡视走道通往控制楼的门应向控制楼方向开启, 采用满足 1.50h 耐火性能(耐火隔热性和耐火完整性)、40dB 隔声性能指标要求的电磁屏蔽门。

8.2.9 阀厅外墙不应设置采光窗。当阀厅外墙设置通风百叶窗或排烟风机时, 应采取可靠的电磁屏蔽、气密及防水措施, 百叶窗或风机的叶片应设自动启闭装置。

8.2.10 阀厅与换流变压器、油浸式平波电抗器之间应采用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙进行分隔。

8.2.11 阀厅墙上开孔封堵应满足围护系统的整体电磁屏蔽、气密、防火、防水、隔热、隔声、防涡流等性能要求。

8.2.12 阀厅室内地坪应采用耐磨、抗冲击、抗静电、不起尘、防潮、光滑、易清洁的饰面材料。

8.2.13 控制楼的出入口设置、水平及垂直交通组织应符合安全疏散的要求, 且应为生产管理创造良好条件。

8.2.14 控制楼首层宜设置阀厅安装检修用升降机停放位, 相关通道的宽度及布置应满足安装检修用升降机的出入和转弯要求。

8.2.15 控制楼内应配备起吊设施,宜结合建筑层数、安装检修要求设置吊物孔(含单轨吊)或电梯。

8.2.16 户内直流场零米层出入口不应少于两个,其中应有一个出入口通往室外并与站区主要道路相衔接。

8.2.17 户内直流场外墙宜设置固定式采光窗。当户内直流场外墙设置通风百叶窗时,百叶窗的叶片应设自动启闭装置。

8.2.18 当户内直流场内布置有干式平波电抗器等较重设备时,宜设置起吊运输设施。

8.2.19 户内直流场室内地坪应采用耐磨、抗冲击、不起尘、易清洁的饰面材料。

8.2.20 当阀厅、户内直流场、屋内配电装置室(楼)等建筑物屋面采用复合压型钢板围护系统时,外层压型钢板应采用360°咬口锁边连接方式,屋面排水坡度不宜小于5%,且应采取可靠的抗风、防水措施。

8.3 结 构

8.3.1 建(构)筑物的设计使用年限、结构安全等级应符合现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153的有关规定。换流站建(构)筑物的设计使用年限、结构安全等级、结构重要性系数应按表8.3.1确定,建筑物中各类结构构件使用阶段的安全等级宜与整个结构的安全等级相同。

表 8.3.1 换流站建(构)筑物的设计使用年限、
结构安全等级、结构重要性系数

建(构)筑物名称	设计使用年限(年)	结构安全等级	结构重要性系数
阀厅、控制楼、户内直流场、屋内配电装置室(楼)、交(直)流场构架	50	一级	1.1
其他建(构)筑物	50	二级	1.0

8.3.2 换流站建筑物楼(地)面均布活荷载标准值及其组合值系数、准永久值系数和折减系数的取值,不应小于表 8.3.2 的规定。当在生产使用和安装检修时,由设备和运输工具等产生的局部荷载大于表中数值时,应按实际荷载进行设计。

表 8.3.2 换流站建筑物楼(地)面均布活荷载标准值及其组合值系数、准永久值系数和折减系数

序号	类别	标准值 (kN/m ²)	组合值 系数 Ψ_c	准永久值 系数 Ψ_q	计算主梁、柱及 基础的折减系数
1	主控制室、控制保护设备室、 交流配电室、通信机房、继电器 小室	4.0	0.9	0.8	0.7
2	直流屏室、阀冷却设备间、空 调设备间、安全工具间、二次备 品及工作间	5.0	0.9	0.8	0.7
3	蓄电池室、不停电检修电源室	8.0	0.9	0.8	0.7
4	会议室、办公室、餐厅、资料 室、浴室、厕所、盥洗室	2.5	0.7	0.5	0.85
5	走廊、门厅、楼梯： 1)控制楼 2)综合楼	4.0 2.5	0.7	0.6	0.85
6	上人屋面	2.0	0.7	0.5	1.0
7	不上人屋面： 1)混凝土屋面 2)压型钢板屋面	0.7 0.5	0.7	0.0	1.0

续表 8.3.2

序号	类别	标准值 (kN/m ²)	组合值 系数 Ψ_c	准永久值 系数 Ψ_q	计算主梁、柱及 基础的折减系数
8	地面： 1) 阀厅、户内直流场、屋内配 电装置室(楼)、检修备品库 2) 其他建筑物	10.0 4.0	—	—	—

8.3.3 换流站建(构)筑物的基本风压应采用按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的方法确定的 50 年重现期的风压,但不得小于 0.3kN/m^2 。对风荷载比较敏感的独立塔架、避雷针、门式刚架等结构,基本风压的取值应适当提高。

8.3.4 阀厅及防火墙的结构设计应满足下列要求:

1 阀厅主体结构宜采用钢-钢筋混凝土混合结构、钢结构、钢筋混凝土结构;

2 阀厅屋面结构宜采用钢结构有檩屋盖结构体系,围护结构宜采用复合压型钢板进行围护,在受台风影响地区,可采用以压型钢板为底模的钢-混凝土板组合结构;墙面围护系统的选材宜与主体结构相适应;

3 阀厅与换流变压器和油浸式平波电抗器之间、换流变压器之间、油浸式平波电抗器之间应设置防火墙,防火墙结构形式宜采用现浇钢筋混凝土框架填充墙结构或现浇钢筋混凝土墙结构。

8.3.5 控制楼主体结构宜采用钢筋混凝土框架结构或钢结构;楼、屋面宜采用现浇钢筋混凝土板;墙面围护系统的选材宜与主体结构相适应。

8.3.6 户内直流场主体结构宜采用钢排架结构体系或钢筋混凝土排架结构体系;屋面宜采用钢结构有檩屋盖体系、复合压型钢板轻型屋面围护结构;墙面围护系统的选材宜与主体结构相适应。

8.3.7 换流站建(构)筑物的抗震设计除应符合现行国家标准《建

筑抗震设计规范》GB 50011、《电力设施抗震设计规范》GB 50260和《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的有关规定外,还应符合下列要求:

1 阀厅、控制楼、户内直流场、屋内配电装置室(楼)、站用电室、继电器小室为换流站的主要生产建筑物,其抗震设防类别应为重点设防类(简称乙类);

2 其他建(构)筑物抗震设防类别应为一般设防类(简称丙类)。

住房城乡建设部信息中心
浏览专用

9 采暖、通风和空气调节

9.1 采 暖

9.1.1 采暖设计应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定。

9.1.2 换流站采暖方式宜采用分散电采暖。

9.2 通风和空调

9.2.1 通风和空调设计应符合国家现行标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019、《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229、《建筑设计防火规范》GB 50016 和《220kV～750kV 变电站设计技术规程》DL/T 5218 的有关规定。

9.2.2 阀厅降温可采用空调或通风方案,通风或空调设计应符合下列规定:

1 室内温湿度等的设计参数应根据换流阀的要求确定,无明确要求时,阀厅室内温度夏季不应超过 50°C ,冬季不应低于 10°C ;相对湿度范围宜为 $10\%\sim 60\%$,并应保证阀体表面不结露;

2 每个阀厅通风或空调系统宜独立设置,通风或空调设备应 100% 备用;

3 进入阀厅的空气应设置不少于两级过滤,过滤等级应满足工艺要求;

4 阀厅内应保持微正压状态,正压值宜为 $5\text{Pa}\sim 10\text{Pa}$;当利用新风降温时,室内正压值不应超过 30Pa 。

9.2.3 户内直流场可采用空调或通风方案,通风或空调设计应符合下列要求:

1 室内温湿度等的设计参数应根据电气设备的要求确定,并

应保证电气设备表面不结露；

2 进入户内直流场的空气宜设置初效过滤；

3 每个户内直流场的通风或空调系统宜独立设置，通风或空调设备应 100% 备用。

9.2.4 控制楼宜设置集中空调系统，空调设计应符合下列规定：

1 集中空调系统的制冷设备以及空气处理设备宜按照设计冷负荷及风量的 $2 \times 100\%$ 或 $3 \times 50\%$ 配置；

2 采用变制冷剂流量 (VRV) 空调系统时，控制保护设备室、阀冷控制设备室、通信机房、主控制室等重要房间的空调设备应 100% 备用。

9.2.5 阀冷却设备室应设置机械通风，当室内布置有电气设备或通风方式不能满足设备运行要求时，可设置空调装置。冬季室内温度不宜低于 10°C ，夏季室内温度不宜高于 35°C 。

9.2.6 换流变压器设置隔声罩时，宜设置机械通风系统。事故排风量每小时不应少于 12 次换气次数，事故风机可兼作平时排热通风机。

9.2.7 阀厅应设置事故后机械排烟系统，排烟风量宜按每小时 0.25 次~0.5 次计算。

10 水 工

10.1 给 水 系 统

10.1.1 换流站应有可靠的水源,水源宜采用自来水,也可采用地表水或地下水,但其水质、水量的变化不应影响换流站的安全运行。

10.1.2 当换流阀外冷却采用水冷却方式时,换流站宜有两路可靠的水源。当仅有一路水源时,换流站应设置容积不小于3d生产用水量的储水池。

10.1.3 换流站内生产用水和生活用水以及消防给水管网宜分开设置。

10.2 排 水 系 统

10.2.1 换流站的排水系统设计应符合国家现行标准《室外排水设计规范》GB 50014、《220kV~750kV 变电站设计技术规程》DL/T 5218的有关规定。

10.2.2 换流站的排水系统宜采用分流制排水系统。

10.3 阀冷却系统

10.3.1 换流阀内冷却应满足下列要求:

1 换流阀内冷却应采用闭式单循环冷却水系统,每极阀厅应独立设置,背靠背换流站宜按整流侧和逆变侧分别设置;

2 内循环介质水应满足换流阀对水质、水压、流速及水温的要求;最低流速应满足阀体内防止电腐蚀的最低允许速度的要求;

3 内循环介质水回路应设置去离子水旁路,离子交换器的处理水量宜按2h将内循环介质水系统容积水量处理一遍确定;

4 循环水泵、离子交换器、补水泵、过滤装置应 100% 备用。

10.3.2 换流阀外冷却应满足下列规定：

1 换流阀外冷却宜采用水冷却方式，在水资源缺乏、取水困难或年平均气温低的地区可采用空冷方式或空冷加其他辅助冷却的方式；

2 当采用水冷却方式时，计算蒸发型冷却塔传热量的大气湿球温度应取当地极端最高湿球温度；当采用空冷方式时，计算空冷器传热量的大气干球温度应取当地极端最高干球温度；

3 采用蒸发型冷却塔时，应为喷淋水设置缓冲水池，水池容积应满足水冷却系统安全运行的需要；

4 蒸发型冷却塔喷淋水的补充水量应按冷却塔蒸发损失、飘逸损失及排污损失之和计算，安全系数应取 1.10~1.15；

5 应采取防止冷却塔换热盘管外表面结垢的措施；

6 应采取抑制冷却塔喷淋水及缓冲水池内壁微生物生长的措施；

7 蒸发型冷却塔应设置一台备用，且每台冷却塔应独立配置喷淋水泵；水处理设备、喷淋水泵应 100% 备用；

8 空冷器宜采用干式，换热盘管应设置不少于一片(组)的备用，且换热面积冗余应达到 15%~20%；

9 寒冷地区，室外设备冬季停运期间应采取防冻措施。

10.3.3 换流阀散发到内循环介质水中的热量应取换流阀在各种运行工况下的最大值。

10.3.4 阀冷却系统应设置就地和集中监控系统对水温、电导率、水压、流量等进行自动监测。

11 消 防

11.1 火灾探测报警系统

11.1.1 高压直流换流站火灾探测报警系统应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 和《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的规定。

11.1.2 高压直流换流站全站应设置火灾探测报警系统。

11.1.3 阀厅应配置吸气式感烟探测系统。

11.2 灭火系统

11.2.1 换流站消防给水系统设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

11.2.2 换流变压器、油浸式平波电抗器和单台容量为 $125\text{MV}\cdot\text{A}$ 及以上的联络变压器应设置水喷雾灭火系统、泡沫喷雾灭火系统或其他经消防主管部门审查许可的固定式灭火装置,同时应设置室外消火栓、推车式灭火器和沙箱。

11.2.3 水喷雾灭火系统设计应符合现行国家标准《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219 的有关规定;泡沫喷雾系统设计应符合现行国家标准《泡沫灭火系统设计规范》GB 50151 的有关规定。

11.2.4 控制楼应设置室内和室外消火栓。

11.2.5 阀厅、户内直流场和屋内配电装置室(楼)应设置室外消火栓。

11.2.6 辅助建筑物如综合楼、检修备品库等,应根据火灾危险性和耐火等级按照现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的要求设置室内和室外消火栓。

11.2.7 各建筑物内灭火器的设置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的规定。阀厅、户内直流场、屋内配电装置室(楼)和检修备品库等室内除配置手提式灭火器外,还宜配置推车式灭火器。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

12 噪声控制和节能

12.1 噪声控制

12.1.1 换流站的噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 和《声环境质量标准》GB 3096 的规定。产生高噪声的生产设施宜相对集中布置,其周围宜布置对噪声较不敏感、高大、朝向有利于隔声的建(构)筑物。

12.1.2 设备选型应通过技术经济比较选用低噪声设备。

12.1.3 当设备噪声水平不能满足控制标准时,可采用隔声、吸声、消声和隔振等降低噪声传播的措施。

12.2 节能

12.2.1 换流站的无功和滤波装置的配置应符合减少电能损耗的要求。

12.2.2 换流站的设备应选择低损耗的设备。

12.2.3 持续运行的阀冷却、空调等站内辅机系统应采用高效率、低能耗的设备。

12.2.4 换流站应根据环境条件和技术经济比较采用建筑物节能技术。

附录 A 交流系统谐波干扰指标

A.0.1 交流系统谐波干扰指标计算应符合下列规定：

1 单次谐波的畸变率，可按下式计算：

$$D_n = \frac{E_n \times 100\%}{E_{ph}} \quad (\text{A.0.1-1})$$

2 总有效谐波畸变率，可按下式计算：

$$D_{\text{eff}} = \left[\sum_{n=2}^{n=50} (E_n/E_{ph})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \times 100\% \quad (\text{A.0.1-2})$$

3 电话谐波波形系数，可按下列公式计算：

$$THFF = \left[\sum_{n=1}^{n=50} (k_n p_n E_n/E_{ph})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \times 100\% \quad (\text{A.0.1-3})$$

$$k_n = \frac{n \times 50}{800} \quad (\text{A.0.1-4})$$

$$p_n = \frac{\text{CCITT 噪声加权系数}}{1000} \quad (\text{A.0.1-5})$$

式中： E_n ——换流器谐波电流产生的 n 次谐波相对地电压均方根值；

E_{ph} ——相对地工频电压均方根值；

n ——谐波次数。

A.0.2 CCITT 噪声加权系数见表 A.0.2。

表 A.0.2 CCITT 噪声加权系数

n	$f(\text{Hz})$	CCITT	n	$f(\text{Hz})$	CCITT
1	50	0.71	26	1300	955
2	100	8.91	27	1350	928
3	150	35.5	28	1400	905
4	200	89.1	29	1450	881
5	250	178	30	1500	861
6	300	295	31	1550	842
7	350	376	32	1600	824
8	400	484	33	1650	807
9	450	582	34	1700	791
10	500	661	35	1750	775
11	550	733	36	1800	760
12	600	794	37	1850	745
13	650	851	38	1900	732
14	700	902	39	1950	720
15	750	955	40	2000	708
16	800	1000	41	2050	698
17	850	1035	42	2100	689
18	900	1072	43	2150	679
19	950	1109	44	2200	670
20	1000	1122	45	2250	661
21	1050	1109	46	2300	652
22	1100	1072	47	2350	643
23	1150	1035	48	2400	634
24	1200	1000	49	2450	625
25	1250	977	50	2500	617

附录 B 直流线路等效干扰电流计算

B.0.1 直流线路等效干扰电流应按下列公式计算：

$$I_{\text{eq}}(x) = [I_e(x)_R^2 + I_e(x)_i^2]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{B.0.1-1})$$

$$I_e(x) = \left\{ \sum_{n=1}^{n=50} [I(n, x) \times p(n) \times H_f]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (\text{B.0.1-2})$$

式中： $I_{\text{eq}}(x)$ ——沿输电线路走廊的任何点，噪声加权至 800Hz 的等效干扰电流；

$I_e(x)_R$ ——由整流站换流器谐波电压源产生的等效干扰电流分量幅值；

$I_e(x)_i$ ——由逆变站换流器谐波电压源产生的等效干扰电流分量幅值；

x ——沿线路走廊的相对位置；

$I(n, x)$ ——沿线路走廊位置，“ x ”处的 n 次谐波残余电流的均方根值；

$p(n)$ —— n 次谐波的噪声加权系数，见附录 A 中表 A.0.2 噪声加权系数；

n ——谐波次数；

H_f ——耦合系数，见表 B.0.1。

表 B.0.1 耦合系数

n	频率(Hz)	H_f	n	频率(Hz)	H_f
1	50	0.70	5	250	0.70
2	100	0.70	6	300	0.70
3	150	0.70	7	350	0.70
4	200	0.70	8	400	0.70

续表 B.0.1

n	频率(Hz)	H_f	n	频率(Hz)	H_f
9	450	0.70	30	1500	1.53
10	500	0.70	31	1550	1.56
11	550	0.75	32	1600	1.60
12	600	0.80	33	1650	1.64
13	650	0.85	34	1700	1.68
14	700	0.90	35	1750	1.71
15	750	0.95	36	1800	1.75
16	800	1.00	37	1850	1.78
17	850	1.04	38	1900	1.82
18	900	1.08	39	1950	1.85
19	950	1.11	40	2000	1.88
20	1000	1.15	41	2050	1.92
21	1050	1.19	42	2100	1.95
22	1100	1.23	43	2150	1.98
23	1150	1.26	44	2200	2.02
24	1200	1.3	45	2250	2.05
25	1250	1.34	46	2300	2.08
26	1300	1.38	47	2350	2.12
27	1350	1.41	48	2400	2.15
28	1400	1.45	49	2450	2.18
29	1450	1.49	50	2500	2.22

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《室外排水设计规范》GB 50014
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
- 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062
- 《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T 50063
- 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064
- 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065
- 《工业电视系统工程设计规范》GB 50115
- 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
- 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
- 《泡沫灭火系统设计规范》GB 50151
- 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
- 《构筑物抗震设计规范》GB 50191
- 《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219
- 《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229
- 《电力设施抗震设计规范》GB 50260
- 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 《绝缘配合 第2部分:使用导则》GB/T 311.2
- 《绝缘配合 第3部分:高压直流换流站绝缘配合程序》GB/T 311.3
- 《声环境质量标准》GB 3096
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348

《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285
《单边带电力线载波系统设计导则》GB/T 14430
《高压直流换流站损耗的确定》GB/T 20989
《高压直流换流站的可听噪声》GB/T 22075
《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第1部分：
定义、信息和一般原则》GB/T 26218.1
《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第2部分：
交流系统用瓷和玻璃绝缘子》GB/T 26218.2
《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第3部分：
交流系统用复合绝缘子》GB/T 26218.3
《电力系统动态记录装置通用技术条件》DL/T 553
《高压直流换流站绝缘配合导则》DL/T 605
《变电站通信网络和系统》DL/T 860
《电力系统调度自动化设计技术规程》DL 5003
《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T 5044
《变电站总布置设计技术规程》DL/T 5056
《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》DL/T 5136
《220kV~750kV 变电站设计技术规程》DL/T 5218
《导体和电器选择设计技术规定》DL/T 5222
《220kV~500kV 变电站通信设计规程》DL/T 5225
《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352
《电力调度数据网络工程初步设计内容深度规定》DL/T 5364
《换流站建筑结构设计技术规程》DL/T 5459
《换流站二次系统设计技术规程》DL/T 5499
《换流站站用电设计技术规定》DL/T 5460