**UDC**

中华人民共和国国家标准

**P GB50×××—201×**

**柔性直流输电换流站设计标准**

**Design standard of VSC-HVDC converter station**

(征求意见稿)

201×－××－××发布201×－××－××实施

中华人民共和国住房和城乡建设部

联合发布

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

中华人民共和国国家标准

**柔性直流输电换流站设计标准**

**Design standard of VSC-HVDC converter station**

**GB50×××—201×**

主编部门：中国电力企业联合会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：201×年××月××日

中国计划出版社

201× 年 北 京

前言

本标准根据住房和城乡建设部《关于印发2016年工程建设标准规范制定、修订计划的通知》（建标函[2015]274号）的要求，由国网经济技术研究院有限公司会同有关单位共同编制完成。

本标准在总结国内柔性直流工程换流站设计的基础上,广泛吸收了直流工程建设、调试、运行检修及设备制造等方面的经验，以及国内外近几年在柔性直流输电技术上的研究成果，并参照国家标准及IEC相关标准制定。

本标准共10章，主要内容包括：总则、术语、换流站站址选择、交流系统基本条件及直流输电系统的性能要求、电气一次、换流站控制和保护、换流站通信、换流站土建、换流站辅助设施、换流站噪声控制和节能。

本标准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，由国网经济技术研究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，请及时反馈给国网经济技术研究院有限公司（地址：北京市昌平区未来科技城北区国家电网公司办公区，邮编102209），供今后修订时参考。

本标准主编单位：

本标准参编单位：

目  次

[1 总则 1](#_Toc508287473)

[2 术语 2](#_Toc508287479)

[3 换流站站址选择 4](#_Toc508287496)

[4 交流系统基本条件及直流输电系统的性能要求 5](#_Toc508287504)

[4.1 交流系统基本条件 5](#_Toc508287505)

[4.2 柔性直流输电系统的性能要求 5](#_Toc508287506)

[5 电气一次 6](#_Toc508287507)

[5.1 电气主接线 6](#_Toc508287508)

[5.2 换流站过电压保护、绝缘配合及防雷接地 7](#_Toc508287509)

[5.3 换流站设备外绝缘设计 7](#_Toc508287510)

[5.4 主要设备选择 7](#_Toc508287511)

[5.5 电气设备布置 9](#_Toc508287512)

[6 换流站控制和保护 11](#_Toc508287513)

[6.1 一般要求 11](#_Toc508287514)

[6.2 计算机监控系统 11](#_Toc508287515)

[6.3 直流控制系统 12](#_Toc508287516)

[6.4 直流保护系统 12](#_Toc508287517)

[6.5 控制保护系统接口要求 13](#_Toc508287518)

[6.6 站间通信 14](#_Toc508287519)

[6.7 保护故障录波信息管理子站 14](#_Toc508287520)

[6.8 直流线路故障测距系统 15](#_Toc508287521)

[6.9 直流暂态故障录波系统 15](#_Toc508287522)

[6.10 阀冷却控制保护系统 15](#_Toc508287523)

[6.11 站用直流电源系统及交流不停电电源系统 15](#_Toc508287524)

[6.12 图像监视及安全警卫系统 16](#_Toc508287525)

[6.13 全站时间同步系统 16](#_Toc508287526)

[6.14 二次设备布置 16](#_Toc508287527)

[7 换流站通信 18](#_Toc508287528)

[7.1 换流站主要通信设施 18](#_Toc508287529)

[7.2 系统通信 18](#_Toc508287530)

[7.3 站内通信 18](#_Toc508287531)

[7.4 通信电源、机房和接口要求 19](#_Toc508287532)

[8 换流站土建 20](#_Toc508287533)

[8.1 总平面 20](#_Toc508287534)

[8.2 竖向布置 23](#_Toc508287535)

[8.3 建筑 23](#_Toc508287536)

[8.4 结构 26](#_Toc508287537)

[9 换流站辅助设施 28](#_Toc508287538)

[9.1 供暖通风和空气调节 28](#_Toc508287539)

[9.2 阀冷却系统 29](#_Toc508287540)

[9.3 供水系统 31](#_Toc508287541)

[9.4 火灾探测与灭火系统 31](#_Toc508287542)

[9.5 红外测温系统 32](#_Toc508287543)

[10 换流站噪声控制和节能 33](#_Toc508287544)

[10.1 换流站噪声控制 33](#_Toc508287545)

[10.2 节能 33](#_Toc508287546)

本规范用词说明

引用标准名录

附：条文说明

Contents

[1 General provisions 1](#_Toc500338745)

[2 Terms 2](#_Toc500338751)

[3 Site selection for converter station 4](#_Toc500338769)

[4 Basic conditions of AC system and performance requirements for DC transmission system 5](#_Toc500338777)

[4.1 Basic conditions of AC system 5](#_Toc500338778)

[4.2 Performance requirements for VSC-HVDC transmission system 5](#_Toc500338779)

[5 Electrical design of converter station 6](#_Toc500338780)

[5.1 Main circuit of converter station 6](#_Toc500338781)

[5.2 Over voltage protection, insulation coordination, lightning protection and grounding of converter station 7](#_Toc500338782)

[5.3 Design for external insulation of equipment in converter station 7](#_Toc500338783)

[5.4 Selection of the main equipment 7](#_Toc500338784)

[5.5 Layout of electrical equipment 9](#_Toc500338785)

[6 Control and protection of converter station 11](#_Toc500338786)

[6.1 General provisions 11](#_Toc500338787)

[6.2 Computer monitoring system 11](#_Toc500338788)

[6.3 DC control system 12](#_Toc500338789)

[6.4 DC protection system 12](#_Toc500338790)

[6.5 Requirements for control and protection system interface 13](#_Toc500338791)

[6.6 Communication between converter stations 14](#_Toc500338792)

[6.7 Protection and fault information management system 14](#_Toc500338793)

[6.8 Fault location system of DC transmission line 15](#_Toc500338794)

[6.9 DC transient fault recorder system 15](#_Toc500338795)

[6.10 Converter valve cooling control and protection system 15](#_Toc500338796)

[6.11 DC power supply systems and AC UPS (uninterruptible power system) 15](#_Toc500338797)

[6.12 Video monitoring and security guarding system 16](#_Toc500338798)

[6.13 Time synchronization system of converter station 16](#_Toc500338799)

[6.14 Layout of C&P equipment 16](#_Toc500338800)

[7 Communication of converter station 18](#_Toc500338801)

[7.1 Main communications facilities of converter station 18](#_Toc500338802)

[7.2 System communication 18](#_Toc500338803)

[7.3 Communication system in converter station 18](#_Toc500338804)

[7.4 Requirements of power supply of communication system、communication equipment room and interface 19](#_Toc500338805)

[8 Civil works of converter station 20](#_Toc500338806)

[8.1 General layout 20](#_Toc500338807)

[8.2 Vertical layout 23](#_Toc500338808)

[8.3 Architecture 23](#_Toc500338809)

[8.4 Structures 26](#_Toc500338810)

[9 Auxiliary facilities of converter station 28](#_Toc500338811)

[9.1 Heating、ventilation and air conditioning system 28](#_Toc500338812)

[9.2 Converter valve cooling system 29](#_Toc500338813)

[9.3 Water supply system 31](#_Toc500338814)

[9.4 Fire detcction and fire suppression system 31](#_Toc500338815)

[9.5 Infrared temperature measurement system 32](#_Toc500338816)

[10 Noise control and energy conservation of converter station 33](#_Toc500338817)

[10.1 Noise control 33](#_Toc500338818)

[10.2 Energy conservation 33](#_Toc500338819)

Explanation of wording in this standard

List of quoted standards

Addition: Explahation of provisions

1. 总则

1.0.1　为规范柔性直流输电换流站设计，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，制定本标准。

1.0.2　本标准适用于±500kV及以下两端或多端柔性直流输电系统换流站的设计。

1.0.3　柔性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　柔性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　柔性直流换流站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。

1. 术语

2.0.1 柔性直流输电 VSC-HVDC transmission

基于电压源换流器技术的直流输电。

2.0.2　换流器　converter

在高压直流输电领域内，用于将交流电能转为直流电能，或将直流电能转为交流电能的装置，连接于三个交流端子与两个直流端子之间的设备。

2.0.3　电压源换流器　 voltage-sourced converter （VSC）

具有基本平滑的直流电压的电力电子交流/直流换流器，其直流电压通过集中的直流侧电容或者分布在换流桥臂内的直流电容提供。

2.0.4　（换流）桥臂　 （converter） arm

换流器的一部分，连接在交流相端子与直流极之间。

2.0.5　电压源换流阀　 voltage source converter valve

完整的可控成套装置，作为桥臂中的功能单元，在换流器低电位电子设备的控制信号作用下具有电力电子元件开关动作的特性。

2.0.6　两电平换流器 two-level converter

电压源换流器单元交流端与电压源换流器单元中点之间的电压在两个直流电平之间切换的换流器。

2.0.5　三电平换流器 three-level converter

电压源换流器单元交流端子与电压源换流器单元中点之间的电压在三个直流电平之间切换的换流器。

2.0.8　多电平换流器 multi-level converter

电压源换流器单元交流端子与电压源换流器单元中点之间的电压在大于三个直流电平之间切换的换流器。

2.0.9　模块化多电平换流器 　modular multi-level converter （MMC）

电压源换流器阀由多个MMC模块串联构成的多电平换流器。

2.0.10　换流（联接）变压器　　converter (coupling) transformer

连接在电压源换流器（桥臂）与交流系统之间，将电能从交流系统传输到电压源换流器，或从电压源换流器传输到交流系统的变压器。主要起匹配系统交流电压与电压源换流器直流侧电压、提供部分换相电抗和隔离交流系统不对称故障零序分量的作用。

2.0.11　桥臂电抗器　　arm reactor

换流站的交流侧串联在换流器与交流线路之间的电抗器，主要起交流系统和直流系统间功率交换的作用。

2.0.12　直流电抗器　　DC reactor

换流站的直流侧串联在换流器与直流线路之间的电抗器（如有），根据主要功能可分为平波电抗器和限流电抗器。主要起减少流入到直流线路或电缆的谐波电流，消除直流回路中的临界谐振以及限制短路电流的作用。

2.0.13　直流断路器　　DC breaker

直流断路器安装于换流站直流线路侧，不仅在系统正常运行时能切断和接通高压线路及各种空载和负荷电流，而且当系统发生故障时，能够迅速、可靠地切除各种过负荷和短路电流，防止事故范围的扩大。

2.0.14　启动电阻　　pre-insertion resistor

换流站交流侧用于限制电压源换流器充电电流的装置。

2.0.15　阀厅　 valve hall

安装换流阀的建筑物。它是换流站中的主要建筑物。

2.0.16　换流站辅助设施　　auxiliary facilities of converter station

保证换流站主设备正常工作所需的其他设施，主要包括：站用电系统、换流阀冷却系统、阀厅空调系统及消防设施等。

1. 换流站站址选择

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的规定外，还应结合柔性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 站址选择应满足出线条件的要求，留出架空或电缆出线的走廊。

3.0.3　站址选择应满足换流站在电力系统中的地位和作用。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。

3.0.4　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。

3.0.5　站址选择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。

3.0.6　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参照现行国家有关标准的规定。

3.0.7　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。

3.0.8　站址宜选择在货运铁路、公路和可通航河流等交通线路附近，交通运输条件应满足换流（联接）变压器、直流电抗器等大件设备的运输要求。

1. 交流系统基本条件及直流输电系统的性能要求
   1. 交流系统基本条件
      1. 交流系统基本数据应包括下列内容：
2. 换流站交流母线稳态电压(包括正常运行电压、正常连续运行电压范围和极端连续运行电压范围)。
3. 换流站交流母线电压频率(包括正常波动范围、事故时变化范围和故障清除后波动范围的上下限)。
4. 换流站交流系统背景负序工频电压和背景谐波电压。
5. 换流站交流母线短路电流水平。
6. 换流站交流母线故障清除时间和单相重合闸时序。
   * 1. 柔性直流输电系统研究所需的等值交流系统应包括下列内容：
7. 用于AC/DC仿真模拟研究的等值系统。
8. 用于AC/DC系统电磁暂态特性研究的等值系统。
   1. 柔性直流输电系统的性能要求
      1. 柔性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。
      2. 柔性直流输电系统的功率反送能力应根据系统要求确定。
      3. 柔性直流输电系统具有有功和无功四象限运行能力，无功提供能力应根据系统要求确定。
      4. 损耗及可听噪音应符合下列规定：
9. 柔性直流换流站的损耗主要包括换流阀、换流（联接）变压器、桥臂电抗器和直流电抗器（如有）、接地电抗器（如有）、阀冷却系统、站用电系统等的损耗。
10. 柔性直流换流站的可听噪声应符合现行国家标准《高压直流换流站可听噪声》GB/T 22075的有关规定。
    * 1. 柔性直流输电系统的可靠性指标要求如下：
11. 双极柔性直流输电系统的可靠性指标可参考下列要求：

强迫能量不可用率不宜大于1.0%；

计划能量不可用率不宜大于2.0%；

单极强迫停运次数不宜大于5次/（极×年）；

双极强迫停运次数不宜大于0.2次/（极×年）。

1. 对称单极柔性直流输电系统的可靠性指标可参考下列要求：

强迫能量不可用率不宜大于1.0%；

计划能量不可用率不宜大于2.0%；

强迫停运次数不宜大于5次/（极×年）。

* + 1. 柔性直流输电系统的动态和暂态性能应根据系统研究确定。

1. 电气一次
   1. 电气主接线
      1. 柔性直流换流站的建设规模应通过系统论证确定。柔性直流换流站建设规模应包括直流输电的额定功率、额定电压、直流接线、换流（联接）变压器阀侧和网侧交流电压、交流系统的连接方式和出线规模。
      2. 柔性直流换流站电气主接线应根据换流站接入系统要求、建设规模及直流系统接地方式确定。柔性直流换流站电气主接线应包括换流器接线、换流（联接）变压器接线、交/直流开关场接线以及站用电接线。
      3. 换流器接线应符合下列规定：

**1** 在满足系统要求的前提下，换流器接线应根据换流阀的制造能力，结合直流系统电压等级和输送容量情况，通过综合技术经济比较后确定。

**2** 柔性直流输电工程可供选择的换流器接线有：

由单电压源换流器基本单元构成的对称单极或双极系统接线；

由电压源换流器基本单元串并联构成的双极系统接线。若采用串联接线，每个换流器宜设置旁

路回路；

每个换流桥臂宜设置桥臂电抗器，桥臂电抗器可位于换流阀交流侧或直流侧。

* + 1. 换流（联接）变压器接线应符合下列规定：

**1**  换流（联接）变压器网侧或阀侧宜设置启动电阻。启动电阻应设置并联旁路装置。

**2**  若直流系统通过换流（联接）变压器阀侧中性点接地，阀侧中性点应设置接地设备。

* + 1. 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和《1000kV变电站设计规范》GB 50697的规定。
2. 直流开关场接线应按极组成，极与极之间应相互独立。接线中主要包括直流极线设备和中性母线设备。
3. 直流断路器的设置应根据系统要求和换流阀设备能力确定。
4. 直流开关场接线可具有如下功能：
   1. 可实现双极、单极和STATCOM等基本的运行功能；

双极柔性直流输电系统换流站内任一极换流器检修时能进行隔离及接地；

双极柔性直流输电系统直流极线任一极检修时能进行隔离及接地；

在双极平衡运行方式下，接地极线路或金属回线检修时能进行隔离及接地。

* + 1. 站用电系统接线应符合下列规定：

**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。

**2** 换流站宜设置三回站用电源，并应从站内、站外各引接一回，另一回引接点需根据技术经济比较后确定。

* 1. 换流站过电压保护、绝缘配合及防雷接地
     1. 换流站的直击雷防护与接地设计应符合现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB 50064、《交流电气装置的接地设计规范》GB 50065的有关规定。
     2. 换流站过电压保护和避雷器配置应符合下列规定：

1. 交流侧产生的过电压应由交流侧的避雷器加以限制。
2. 直流侧产生的过电压应由直流侧的避雷器加以限制。
3. 换流站的重要设备应由其邻近的避雷器保护。
4. 避雷器的配置可采用多柱并联结构的避雷器，也可采用多支避雷器并联分散布置的方式。
   * 1. 其他过电压保护措施包括：
5. 换流阀子模块应配置旁路装置。
6. 换流（联接）变压器交流进线断路器应装设合闸电阻或选相合闸装置。
   * 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. 换流（联接）变压器区域、直流场区域的直击雷防护宜采用电气几何法进行校核。
   1. 换流站设备外绝缘设计
      1. 换流站设备外绝缘爬电比距应按照现行国家标准《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定》GB/T 26218的有关规定确定。
      2. 交流侧设备外绝缘爬电比距应根据污区分布图确定的站址污秽等级，按照现行国家标准《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中的有关规定确定。
      3. 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。
      4. 当具体工程需要时可进行人工污秽试验，并依据人工污秽试验结果选择换流站设备的外绝缘。
      5. 换流站直流侧设备干闪距离应通过研究确定。
      6. 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。
   2. 主要设备选择
      1. 换流阀选择应符合下列规定：
7. 一般规定
8. 换流阀宜采用空气绝缘、水冷却、户内布置；
9. 换流阀的触发方式可采用光触发方式或电触发方式；
10. 换流阀宜采用模块化设计，子模块冗余度不宜小于8%。
11. 换流阀的连续运行额定值和过负荷能力应根据系统要求确定。
12. 换流阀的浪涌电流应大于流经阀的最大短路电流，且有足够的安全裕度，最大短路电流由系统要求确定。
13. 换流阀应能承受各种过电压，且有足够的安全裕度。
14. 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。
15. 换流阀可采用支撑式或悬吊式。
    * 1. 换流（联接）变压器选择应符合下列规定：
16. 换流（联接）变压器的容量应结合直流系统输送容量要求确定。换流（联接）变压器型式的选择应考虑设备额定容量、制造能力以及运输条件等因素。
17. 换流（联接）变压器的阻抗选择除应考虑交直流系统要求外，还应结合运输条件确定。
18. 换流（联接）变压器的有载调压范围应根据交直流系统运行工况通过计算选定。
19. 换流（联接）变压器应具有耐受一定直流偏磁电流的能力。
20. 换流（联接）变压器的噪声水平应满足换流站总体噪声的控制要求。
    * 1. 桥臂电抗器选择应符合下列规定：
21. 桥臂电抗器宜选择空心干式电抗器。
22. 桥臂电抗器电感值的选择宜考虑抑制二倍频环流、电流响应速度、故障电流抑制及无功提供能力等因素。
23. 桥臂电抗器的参数宜经过无功以及动态性能计算验证。
24. 桥臂电抗器应能承受谐波电压和冲击电流产生的电气和机械应力。
25. 桥臂电抗器的噪音水平应满足换流站的总体噪声控制要求。
26. 桥臂电抗器的额定电流应按柔性直流输电系统桥臂电流选定。
    * 1. 直流断路器选择应符合下列规定：
27. 直流断路器开断电流能力及开断时间应满足柔性直流输电系统设计要求。
28. 直流断路器额定电流应按直流系统额定电流选择，并考虑各种运行工况下的过电流能力。
29. 直流断路器应能承受各种过电压，并有足够的安全裕度。
30. 直流断路器应具备短路电流承载能力和短路能量吸收能力。
    * 1. 直流电抗器选择应符合下列规定：
31. 直流电抗器宜选择空心干式电抗器。
32. 直流电抗器额定电流应按直流系统额定电流选择，并考虑各种运行工况下的过电流能力。
33. 直流电抗器电感值选择时，应考虑电流响应速度、动态性能和故障电流抑制的影响，并应能满足各种工况下的系统性能要求，还应避免直流侧发生低频谐振。
34. 直流电抗器应能承受谐波电压和冲击电流产生的电气和机械应力。
35. 直流电抗器的噪音水平应满足换流站的总体噪声控制要求。
    * 1. 启动电阻选择应符合下列规定：
36. 启动电阻应满足换流站启动时限制换流器充电电流的要求，换流阀充电时流过的电流不应超过换流阀器件耐受暂态电流的峰值，并考虑足够的裕度。
37. 启动电阻的选择应满足系统对充电时间的要求。
38. 当启动电阻接在换流（联接）变压器网侧时，启动电阻的启动电流应考虑变压器的空载电流。
    * 1. 换流（联接）变压器阀侧中性点接地电阻选择应符合下列规定：
39. 换流（联接）变压器阀侧中性点接地电阻选择时，应考虑阀侧设备短路电流的耐受能力。
40. 接地电阻耐受电流的能力应不小于换流站接地故障时的短路电流水平。
    * 1. 直流避雷器的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。
      2. 直流隔离开关应满足各种工况下的直流工作电流及短路电流的要求。
      3. 大地回线转换开关、金属回线转换断路器、直流旁路断路器、直流中性母线开关、中性母线接地开关的选择可参考常规直流工程相关要求。
      4. 直流电压测量装置和直流电流测量装置选择应符合下列规定：
41. 用于极线、中性母线及桥臂的高压直流电压分压器宜采用阻容分压器。
42. 极线和中性母线上的高压直流电流测量装置，可选用高压直流光纤传感器、高压直流电子式传感器及零磁通直流电流测量装置。
43. 高压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，并满足高压直流控制保护系统的测量精度要求。
    * 1. 直流绝缘子、套管选择应符合下列规定：
44. 直流绝缘子和套管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污秽特性选择，同时还应计及直径大小对爬电比距的影响。
45. 直流绝缘子和套管应根据等值盐密与积污特性的关系、运行电压和伞裙对积污的影响、闪络特性及闪距进行选择。
    * 1. 直流导体应结合回路通流要求、电场效应、无线电干扰、可听噪声和机械强度要求进行选择。硬管母线的动稳定、微风振动和扰度应根据现行行业标准《导体和电器选择设计技术规定》DL/T 5222的规定进行校核。
      2. 交流设备的选择应符合国家现行标准《导体和电器选择设计技术规定》DL/T 5222、《220kV～750kV变电站设计技术规程》DL/T 5218和《1000kV变电站设计规范》GB 50697的有关规定。
    1. 电气设备布置
       1. 换流站的交流开关场布置应结合阀厅、换流（联接）变压器、桥臂电抗器、启动回路、接地装置以及换流站建筑物布置，通过技术经济比较确定，并应符合现行行业标准《220kV～750kV变电站设计技术规程》DL/T 5218和《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352的有关规定。
       2. 启动回路区域设备宜采用户外布置。
       3. 直流开关场布置应符合下列要求：
46. 极母线设备宜采用户外布置，当站址污秽条件较严重时可采用户内布置。
47. 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。
48. 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。
    * 1. 阀厅及阀厅内设备布置应符合下列要求：
49. 换流阀应采用户内布置，可采用支撑式或悬吊式。
50. 换流站应按换流器单元设置阀厅。
51. 阀厅内宜设置便于搬运和车辆出入的通道以及巡视检修用的通道。门和通道的设置应考虑紧急疏散的需要。
52. 当换流站装设有直流断路器时，直流断路器宜布置于阀厅内，且符合下列要求：
53. 直流断路器和换流阀、直流断路器和直流断路器均宜布置于不同的房间；
54. 当直流断路器和换流阀、直流断路器和直流断路器布置于同一房间时，宜设置必要的检修通道或隔离设施，保证其中一台设备检修时不影响临近设备的正常运行。
    * 1. 换流（联接）变压器、桥臂电抗器和直流电抗器布置应符合下列要求：
55. 换流（联接）变压器、桥臂电抗器和直流电抗器布置应符合换流站总体布置需要。
56. 桥臂电抗器宜采用户外布置。当站址污秽条件较严重或换流站噪声控制有特殊要求时，经过技术经济比较，可采用户内布置。户内布置的桥臂电抗器宜与阀厅隔开，单独设置桥臂电抗器室。
57. 换流（联接）变压器布置方式应根据启动回路和桥臂电抗器布置方式经技术经济比较后确定，当换流（联接）变压器阀侧套管采用插入阀厅布置时，阀侧套管宜采用充气式或干式套管。
58. 直流电抗器布置在阀厅和直流线路高压侧之间。当采用油浸式直流电抗器时，阀侧套管宜采用插入阀厅布置。当采用干式直流电抗器时，直流电抗器宜为支撑式。
59. 换流（联接）变压器、桥臂电抗器和直流电抗器的布置应满足搬运、更换及检修的场地要求。
60. 备用换流（联接）变压器、备用桥臂电抗器和备用直流电抗器布置位置应考虑搬运和更换的要求。
61. 换流（联接）变压器和油浸式直流电抗器的布置应满足消防要求。
    * 1. 控制楼及继电器小室的布置应符合下列要求：
62. 换流站控制楼除布置控制保护设备、通信设备、蓄电池等站用设备外，宜将阀冷、站用高低压配电屏等设备布置在其内。当技术经济比较合理时，可将部分控制保护设备下放至继电保护小室。控制楼的面积应按规划容量设计并一次建成。
63. 控制楼的位置应方便运行并节省电缆。控制楼与阀厅宜相邻布置并采用联合建筑。

1. 换流站控制和保护
   1. 一般要求
      1. 换流站的控制保护系统应依据换流站的建设规模、电气主接线、换流站的运行方式和控制模式来设计。
      2. 换流站控制保护系统通常包括计算机监控系统、直流控制系统、直流保护系统、直流线路故障测距系统、暂态故障录波系统、换流站主时钟系统、交流保护系统等装置。
      3. 柔性直流换流站内的交、直流系统应合建一个统一平台的运行人员监控系统。
      4. 对柔性直流换流站内与常规直流换流站、常规交流变电站相同的部分，其设计应执行现行相关的规程、规范的技术规定。对于本标准未涉及的控制保护系统特殊功能设计应根据工程实际需求，在本标准规定的基础上进行相关研究后确定。
   2. 计算机监控系统
      1. 换流站计算机监控系统除应满足现行行业标准《变电所计算机监控系统设计技术规程》DL/T 5149的有关规定外，还应满足本规范的要求。
      2. 换流站计算机监控系统宜由站控层、控制层以及就地层组成，并宜采用分层、分布式的网络结构。
      3. 计算机监控系统主要功能应包括以下内容：
2. 通过站LAN网接收运行人员或远方调度中心对换流站正常的运行监视和操作指令、故障或异常工况的监视和处理，并完成全站事件顺序记录和事件报警、全站二次系统的同步和对时、直流控制系统参数的调整、历史数据归档、换流站文档和程序管理，还应实现换流站直流系统的手动紧急停运。
3. 可将除保护系统外的全站历史和实时的运行工况由远动工作站通过远动LAN网/专用通道送至远方的调度中心。
   * 1. 换流站内交流和直流的运行人员工作站宜合建，且计算机监控系统宜采用双重化的系统服务器和双重化的站级LAN网。
     2. 计算机监控系统应能实现数据采集功能，数据采集范围应包括直流场、交流场以及所有辅助系统的全部模拟量、开关量，可通过站间通信采集与对站或其他换流站交互运行参数。
     3. 计算机监控系统应能实现数据处理、运算和存储功能，包括但不限于数据合理性检查及处理，异常数据处理，事件分类处理，历史数据处理和各种数据运算功能。
     4. 计算机监控系统应具有控制调节功能，包括但不限于直流系统的起动/停运控制、系统状态切换、运行模式切换、运行接线方式设定、运行参数设定、试验状态切换、主设备及其辅助系统的控制操作等控制功能。
     5. 计算机监控系统应具有与交直流站控、极控、直流保护、时间同步系统、远方监控中心、辅助系统及其它相关系统交换数据的能力。
   1. 直流控制系统
      1. 直流控制系统宜按功能划分为系统级控制层、换流站级控制层、换流器级控制层（极控制层）、换流阀级控制层。
      2. 直流控制系统设备宜采用可靠的冗余，各冗余设备同时运行，冗余范围包括测量二次线圈、I/O单元、通信回路、极控、站控和所有相关的直流控制装置。任意一重设备因故障、检修或其它原因而完全退出时，不应影响其它各重设备，并对整个系统的正常运行无影响。
      3. 直流控制系统所采用的网络应具有良好的开放性，网络通信规约应采用国际通用协议。网络的抗干扰能力、传输速率及传输距离应满足现场运行环境及控制性能的要求。
      4. 系统级控制层应具备站间协调、直流系统与交流系统的协调控制功能。
      5. 换流站级控制层应完成直流站控、交流站控和站用辅助电源控制等控制功能。
      6. 直流站控可全站集中配置，也可分布配置在极控设备和交直流场各设备间隔的控制系统主机中。
      7. 换流器级控制层设计应符合下列规定：
4. 基本控制模式应包含有功类控制和无功类控制，其中有功类控制应包含直流电压控制模式、有功功率控制模式、频率控制模式，无功类控制应包含交流电压控制模式和无功功率控制模式。
5. 基本功能宜包括：顺序控制、协调控制、系统的正常起动/停运控制、换流（联接）变压器有载调压分接头控制、锁相环控制、有功类外环控制、无功类外环控制、内环电流控制、空载加压试验控制、孤岛下的定交流系统电压和频率控制、过负荷控制、锁相环控制、限流控制以及自诊断。
6. 附加调制控制功能应由电力系统动态性能研究确定，一般可包括：功率提升、功率回降、快速功率反转、阻尼次同步振荡、异常交流电压和频率控制以及附加调制信号等。
   * 1. 当换流站为双极接线时，两个极的控制系统功能应完全独立。
     2. 换流阀级控制层设计应符合下列规定：
7. 阀控设备实现对换流阀自身的控制功能。阀控设备应采用双重化的冗余配置，两套系统互为热备用，其主从关系与换流器级控制系统保持一致，并具备请求切换功能。每一套系统应具有对硬件、软件以及通讯通道进行自检的功能。
8. 阀控单元应能接收换流器级控制层下发的调制波信号以及解闭锁、充电等控制信号，可将其转发给子模块控制器，同时接收功率模块控制器的回报信号，经过整理后上送给控制保护系统。
9. 阀控设备应具备桥臂过流、桥臂环流抑制、子模块电容器电压平衡控制和子模块冗余控制等功能。
10. 阀控设备应具备状态监视及录波功能，实现对子模块的电容电压、旁路状态和故障状态等信息的监测。
    1. 直流保护系统
       1. 直流保护配置原则应符合下列规定：
11. 直流保护系统应满足可靠性、选择性、灵敏性、速动性的基本要求。
12. 直流保护应按保护区域设置，每一个保护区应与相邻保护的保护区重叠，不应存在保护死区。
13. 每一个保护区域的保护应采用双重化或三重化的冗余设计，冗余范围包括测量二次线圈、通信回路、保护装置本体、跳闸回路；任一重保护故障或退出不应影响保护系统的正常运行。双重化配置的每重保护宜采用“启动+动作”相“与”的跳闸逻辑出口，启动和动作的元件及回路应完全独立；三重化配置的每重保护宜采用独立的“三取二”跳闸逻辑出口。
14. 每个极的保护应独立配置；双极保护的配置和设计应确保保护不误动。
15. 换流器区保护应具有独立性，退出运行的阀组不对剩余阀组的正常运行产生影响。
    * 1. 直流保护区域通常划分如下：
16. 换流（联接）变压器保护区：包括换流（联接）变压器网侧进线至变压器阀侧套管之间的设备。
17. 交流连接母线保护区域：包括换流（联接）变压器阀侧套管至桥臂电抗器网侧之间的所有设备。
18. 换流器保护区域：包括桥臂电抗器网侧至阀厅极线侧直流穿墙套管之间的所有设备。
19. 直流极线保护区域：包括阀厅极线直流穿墙套管至直流极线之间的极母线、隔离开关和直流断路器（如有）等设备。
20. 双极区保护区域：包括双极公用连接区域以及其中的开关设备。
21. 直流线路保护区：包括换流站间的直流输电线路全长。
    * 1. 直流保护动作出口结果主要包括：报警、闭锁、交流断路器跳闸、交流断路器锁定、直流断路器跳闸、启动断路器失灵保护；应设计满足具体工程特殊要求的出口动作。
      2. 直流保护系统有完整的自检功能，包括硬件故障、软件故障、通信故障的自检和分类显示功能；故障设备在最短时间内退出，并将其对其他健全设备和系统的影响降至最小，避免造成系统停运。
      3. 直流保护设备宜独立配置，一般不宜与控制系统共用硬件。
      4. 换流阀自身的保护集成在换流阀系统中，由阀控设备实现。阀控设备应能接收来自子模块控制器的回报信息，并根据接收到的子模块状态信息和桥臂电流值判断阀的故障情况，向控制保护系统发送故障信号，为换流阀提供快速保护。
    1. 控制保护系统接口要求
       1. 柔性直流保护控制设备的接口和通信应包括换流站与远方监控中心的通信、换流站的内部接口和通信以及站间通信等。所有的接口和通信均应采用标准的接口和规约。
       2. 换流站控制保护设备之间的接口和通信应满足下列要求：
22. 不同设备之间的接口可根据现场需要配置通信通道。
23. 通信通道可采用高速控制总线、并行硬件接口或者以太网。当采用并行硬件接口时，应采取电气隔离措施。
    * 1. 冗余控制设备之间的接口和通信应满足下列要求：

1 对于直流系统控制设备的双重化控制主机之间应通过标准的网络总线进行通信。

2 双重化控制主机之间应具备切换逻辑的接口。

* + 1. 换流站控制保护设备的主机与各自的测量系统之间应具备标准的数字通信接口。
    2. 换流站控制保护设备与辅助二次设备（包括暂态故障录波等设备）、换流站辅助设备之间的接口和通信，可根据工程要求和具体设备的情况采用国际或国家标准协议和接口进行通信。
    3. 换流站控制保护设备应按照系统设计的要求，配置与安全稳定控制装置及其他系统控制设备的接口。
    4. 换流站控制保护设备与交直流一次系统的接口应符合下列规定：

1. 直流换流站控制保护设备通过现场I/O设备、测量单元以及交流保护装置自身的输入输出回路等实现与交直流一次系统的接口，直流换流站控制保护系统与换流阀的接口通过阀控设备实现。
2. 接口的抗干扰能力和测量精度应满足系统设计的要求。
3. 开关量输入输出接口应保证换流站控制保护系统与一次设备之间的电气隔离，应具备抗干扰能力和信号的去抖动功能。
4. 换流站控制保护的各套冗余设备与交直流一次系统的接口宜相互独立。
   1. 站间通信
      1. 站间通信用于在两个换流站控制保护设备之间传送控制和保护信息，实现两站控制保护的配合。
      2. 站间通信通道宜双重化冗余配置，可分别为交直流站控、极控和直流保护配置独立的站间通信通道。
      3. 站间通信系统的设计应满足信号传输可靠性的要求。
      4. 站间通讯应采用符合国家标准或国际标准的规约。
      5. 站间通信信号应满足控制功能及相关的状态监视功能的要求，包括：换流站的运行状态、控制模式、保护信号和协调控制指令等信号。
      6. 站间通信系统设计应确保信号延迟时间（包含通信系统传输信号的时延）满足以下要求：直流系统动态响应和附加控制的要求，相关保护（如后备直流线路保护、直流线路纵差保护、金属回线纵差保护等）对通信时延的要求。
   2. 保护故障录波信息管理子站
      1. 直流换流站应配置交、直流系统共用的保护故障信息管理系统子站。
      2. 保护故障录波信息管理子站应采集直流控制保护系统、交流保护系统、暂态故障录波装置的信息。
      3. 保护故障录波信息管理子站与保护装置之间的通信应采用标准的网络接口和通信协议。
      4. 保护故障信息管理子站应能在正常运行和电网故障时处理各种所需信息，并将信息上传到调度中心，支持远程查询和维护。
   3. 直流线路故障测距系统
      1. 直流系统的每端换流站均应配置直流线路故障测距装置，其原理宜采用双端行波检测原理。
      2. 直流换流站直流线路故障测距装置可单套配置，也可双重化冗余配置。
      3. 直流线路故障测距装置的测距误差不应超过±0.5km或一个档距。
      4. 换流站间应配置相应的通道以传送每端故障测距装置所测得的故障信息。
      5. 故障测距装置应能在换流站计算机监控系统上显示故障所处位置及故障发生时间。
   4. 直流暂态故障录波系统
      1. 直流暂态故障录波系统宜按阀厅和直流场区域、换流（联接）变压器区域分别配置独立的暂态故障录波装置；也可由独立的故障录波主机和录波I/O采集单元构成。
      2. 直流暂态故障录波系统应能采集交直流电流、电压、保护跳闸命令、安全自动装置的操作命令、各种状态量及开关量信号，应有足够的冗余度和方便扩展的接口。
      3. 直流暂态故障录波装置应具备组网功能，宜与交流系统暂态故障录波装置共同组成换流站录波专网，通过录波专网与保护故障录波信息管理子站通信。
   5. 阀冷却控制保护系统
      1. 直流换流站应为每组换流器配置阀冷却控制保护系统，实现阀冷却系统的控制、保护和监视。
      2. 阀冷却控制保护系统应按换流器冗余配置，并能适应柔性直流系统的各种运行工况。冗余的阀冷却控制保护系统应具有对其硬件、软件以及通讯通道进行自检的功能。
      3. 阀冷却控制保护系统应实现对阀冷却系统的主循环水泵、喷淋水泵、冷却风扇、电动阀门等重要设备的监控；实现对阀冷却水进阀温度、出阀温度、流量、电导率、压力、水位和阀厅、室外环境温度等参数的监测。
      4. 阀冷却控制保护系统应配置阀进出口水温度异常保护、主水流量异常保护、泄漏保护、电导率高保护、膨胀箱压力异常保护、膨胀箱水位异常保护等。
      5. 阀冷却控制保护系统应能与直流控制保护系统通信，其通信接口应满足直流控制保护系统的冗余要求。
   6. 站用直流电源系统及交流不停电电源系统
      1. 站用直流电源系统的接线方式、网络、负荷统计、设备选择和布置、保护和监控等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的有关规定。
      2. 直流换流站站用直流电源系统宜根据建设规模、设备布置等要求按站公用设备、极或换流单元、交流场设备分别设置独立的直流电源系统。
      3. 每套直流电源系统应设置不少于2组蓄电池，每组蓄电池组应按100%计算负荷选择，全站交流电源事故放电时间应按2h计算。
      4. 站用直流电源系统的标称电压宜采用220V或110V。
      5. 直流电源系统应采用单母线接线，设置充电母线和馈电母线，二段馈电母线之间应设置联络电器。
      6. 直流电源系统的馈线网络应采用辐射状供电方式。对于换流站内单电源直流负荷的供电方式，可均匀分接在两段直流馈电母线上，也可由两段直流馈电母线切换形成第三段母线馈电。
      7. 站用直流电源系统应具有与站内计算机监控系统的通信功能，通信接口宜采用以太网接口。
      8. 柔性直流换流站的交流不间断电源应根据建设规模、二次设备布置以及计算机监控系统的要求配置，交流不间断电源宜集中设置，也可按区域分散设置。
      9. 每套交流不间断电源主机应双重化配置，容量应按100%计算负荷选择。
      10. 交流不间断电源系统的标称电压宜采用交流220V。系统接线宜采用二段单母线，二段母线之间应设联络电器，馈电宜采用辐射状方式。
      11. 交流不间断电源系统应具有与站内计算机监控系统的通信功能，通信接口宜采用以太网接口。
   7. 图像监视及安全警卫系统
      1. 直流换流站应配置1套图像监视及安全警卫系统。图像监视系统的设计应符合现行国家标准《工业电视系统工程设计规范》GB 50115的有关规定。
      2. 监视范围宜包括换流站大门、阀厅、控制楼各功能房间、继电器小室、综合水泵房、备品备件库、交直流配电装置、换流（联接）变压器、直流电抗器和换流站围墙等。
   8. 全站时间同步系统
      1. 直流换流站应配置1套时间同步系统，作为全站统一的时间基准。
      2. 时间同步系统的时钟源应双重化配置，应能同时接收北斗卫星导航系统和全球卫星定位系统的对时源。在地面时间中心存在时，也可根据需要接收地面时间中心通过网络传递来的基准时间信号。
      3. 时间同步系统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。时间信号输出单元应能满足所有设备的对时需求。
      4. 时间同步系统的主时钟宜布置在主控楼内，在辅控楼、各继电器小室配置相应的时钟扩展装置。
   9. 二次设备布置
      1. 换流站二次设备的布置应结合工程远景规划，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。
      2. 就地继电器小室的数量应根据换流站的建设规模和一次设备的型式确定，宜利用配电装置内的空余位置下放布置。
      3. 极/阀组的控制保护设备及二次接口设备宜按阀组、按极布置于主、辅控楼内各相应的二次设备室。阀组控制屏宜紧邻阀厅布置。阀冷系统控制保护屏与阀冷设备宜相邻布置。交流场相关二次设备宜布置在对应的交流就地继电器小室内。
      4. 直流屏室宜与蓄电池室相邻布置。
      5. 控制楼二层及以上各二次设备室、控制室宜采用抗静电活动地板。控制楼一层及就地继电器小室宜采用电缆沟。
5. 换流站通信
   1. 换流站主要通信设施
      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包括光纤通信设备、载波通信设备、调度交换机、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、通信电源设备、通信机房及动力环境监控系统子站设备、广播设备、综合布线设施和与控制保护的接口设备等。
   2. 系统通信
      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。
   3. 站内通信
      1. 调度交换机和行政交换机应符合下列规定：
6. 换流站内宜设一台用户数量为48～96门的数字程控调度交换机。调度交换机的组网宜采用Qsig信令及2Mbit/s数字中继专线电路，分别从两个不同的方向就近与上级汇接中心连接。
7. 换流站内可设一台用户数量为48~128门的数字程控行政交换机。行政交换机应根据电力行政交换网的组网要求，可采用2Mbit/s数字中继专线电路或者IP方式作为信息传输通道，并配置相应的接入设备进行组网。
8. 行政交换机可就近接入当地市话网。
   * 1. 综合数据网及调度数据网应符合下列规定：

**1** 换流站内应设置电力综合数据网接入设备，分别由两个不同路由就近与上级汇接中心连接。

**2** 换流站内应设置电力调度数据网接入设备及安全防护设备，调度数据网接入设备应分别由两个

不同路由就近与上级汇接中心连接。

**3** 综合数据网及调度数据网应根据整个网络的配置要求来进行设计，满足各级调度及运行管理单位对换流站的接入要求。

* + 1. 换流站宜配置一套广播系统，覆盖主控楼、辅控楼、阀厅、继电器小室、直流场和交流场户外配电装置等区域。
    2. 会议电视系统应符合下列规定：

**1** 换流站内应设置一套会议电视系统设备，宜采用2Mbit/s专线电路以及IP方式与上级相关部门进行互联。

**2** 换流站应按照永临结合原则，在施工建设期间和投运后均能开通视频会议系统。根据建设管理和生产运行的要求，应能够在施工建设期间接入建设管理单位、在投运后接入运行维护单位的会议电视系统中。

* + 1. 通信机房宜配置动力环境监控系统，其用于采集通信机房内的环境信息（包括温度、湿度、烟雾等）、电源系统告警和状态信息、通信设备报警信息，并将信息接入相应动力环境监控主站。
  1. 通信电源、机房和接口要求
     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、一个直流配电屏和一组或者两组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变电所通信设计技术规定》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。

1. 换流站土建
   1. 总平面
      1. 站区总平面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。
      2. 换流站站区总平面布置应根据电气工艺布置特点、进出线走廊方向、进站道路的引接，结合地形和地质条件、土石方工程量大小、站区竖向布置方式和对自然水系的影响等因素综合考虑，尽量降低建设成本。
      3. 阀厅、控制楼等重要建（构）筑物以及换流（联接）变压器等大型设备宜布置在地质条件较好地段。
      4. 换流站油罐区的设计应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074的有关规定，油泵房的设置应根据绝缘油输送方式确定。
      5. 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1的规定：

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 |
| 一、主要生产建、构筑物 | 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 | 电缆夹层 | 全部采用A类阻燃电缆时 | 丁 | 二级 |
| 采用其他电缆时 | 丙 | 二级 |
| 6 | 气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）室、户内直流场、启动回路室、耗能装置室 | 单台设备充油量60kg及以上 | 丙 | 二级 |
| 单台设备充油量60kg以下 | 丁 | 二级 |
| 无含油电气设备 | 戊 | 二级 |
| 7 | 屋外配电装置 | 单台设备充油量60kg及以上 | 丙 | 二级 |
| 单台设备充油量60kg以下 | 丁 | 二级 |
| 无含油电气设备 | 戊 | 二级 |
| 8 | 变压器室 | |  |  |
| 油浸式 | | 丙 | 一级 |
| 气体或干式 | | 丁 | 二级 |
| 9 | 电抗器室 | |  |  |
| 油浸式 | | 丙 | 二级 |
| 干式铁芯型 | | 丁 | 二级 |
| 二、辅助生产建、构筑物 | 1 | 事故油池 | | 丙 | 一级 |
| 2 | 综合水泵房、取水泵房（或深井泵房） | | 戊 | 二级 |
| 3 | 露天油罐、油泵房 | | 丙 | 二级 |
| 三、附属生产建（构）筑物 | 1 | 综合楼 | | 戊 | 三级 |
| 2 | 变压器检修车间 | | 丁 | 二级 |
| 3 | 检修备品库 | | 丁 | 二级 |
| 4 | 车库 | | 丁 | 二级 |
| 5 | 雨淋阀间（或泡沫消防间） | | 戊 | 二级 |
| 6 | 警卫传达室 | | 戊 | 二级 |
| 7 | 锅炉房 | | 丁 | 二级 |
| 8 | 水池 | | 戊 | 二级 |
| 9 | 消防小室 | | 戊 | 二级 |

1. 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。
2. 除本表规定的建、构筑物外，其他建、构筑物的火灾危险性及耐火等级应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229的有关规定。
3. 全户内换流站户内配电装置楼火灾危险性分类及耐火等级可参照上表。
   * 1. 换流站内建（构）筑物及设备的防火最小间距不应小于表2的要求，并应符合下列规定：
4. 建（构）筑物及设备的防火间距计算方法应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的规定。
5. 两座建筑相邻两面的外墙为非燃烧体且无门窗洞口、无外露的燃烧屋檐，其防火间距可按本表减少25%。
6. 两座建筑相邻较高一面的外墙如为防火墙时，其防火间距可不限，但两座建筑物门窗之间的净距不应小于5m。
7. 建筑物外墙距屋外油浸式变压器及电抗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，不应设有门窗和洞口；建筑物外墙距设备外廓5m～10m时，在外墙可设甲级防火门，并可在设备总高度以上设防火窗，其耐火极限不小于0.9h。
8. 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。

建、构筑物及设备防火最小间距（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（联接）变压器  直流电抗器  （油浸式） | 露天  油罐  (如果有) | 事故贮油池 | 站内辅助、　附属建筑 | | 站内道路  （路边） | 围墙 |
| 耐火等级 | |
| 二级 | 三级 |
| 丙、丁、戊类生产建筑（一、二级耐火等级） | | | 10 | 10 | 10 | 12 | 5 | 10 | 12 | 无出口时1.5，有出口，但无车道时3.0；有出口，有车道时6～8 | 见注2 |
| 屋外配电装置 | | | 10 | ― | ― | 25 | 5 | 10 | 12 | 1.5注3 | — |
| 换流（联接）变压器  直流电抗器  （油浸式） | | | 10 | — | ― | 25 | — | 25 | 30 | — | — |
| 露天油罐(如果有) | | | 12 | 25 | 25 | — | 15 | 15 | 20 | 5 | 5 |
| 事故贮油池 | | | 5 | 5 | 5 | 15 | — | 10 | 12 | 1 | 1 |
| 站内  辅助、  附属建筑 | 耐火  等级 | 二级 | 10 | 10 | 25 | 15 | 10 | 6 | 7 | 无出口时1.5，有出口时3.0 | 见注2 |
| 三级 | 12 | 12 | 30 | 20 | 12 | 7 | 8 | 见注2 |
| 站内道路（路边） | | | 无出口时1.5，有出口，但无车道时3.0；有出口，有车道时6～8 | 1．5注3 | — | 5 | 1 | 无出口时1.5，有出口，时3.0 | | — | 1 |
| 围墙 | | | 见注2 | — | — | 5 | 1 | 见注2 | 见注2 | 1 | — |

1. 表中未规定最小间距“－”者，该间距可根据工艺布置确定。
2. 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可不限。
3. 屋外配电装置与其他建、构筑物的间距以构架外边缘计算，屋外配电装置与道路路边的距离不宜小于1.5m，在困难条件下不应小于1m。
   * 1. 换流（联接）变压器的站内运输道路当变压器网侧接入交流电压等级为500kV时宽度不宜小于5.5m、转弯半径不宜小于12m，220kV时宽度不宜小于4.5m、转弯半径不宜小于9m，当电压等级为110kV时宽度不宜小于4.0m、转弯半径不宜小于9m；消防道路的宽度不应小于4m，转弯半径不宜小于9m，消防车道的设置应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的相关要求；其余道路宽度不宜小于3m，转弯半径不宜小于6m。
     2. 换流（联接）变压器等设备搬运轨道的布置，在满足安装、检修要求情况下宜短捷、紧凑，搬运轨道可与站内道路重叠布置，以节约站区用地。
     3. 进站道路的路径应根据站址周围道路现状，结合站区平面、竖向布置综合确定，路面宽度和平曲线半径应满足超限运输车辆内转弯半径的要求。
     4. 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型式。
   1. 竖向布置
      1. 站区竖向布置应结合站区总平面布置的需要，在满足国家现行标准《工业企业总平面设计规范》GB 50187、《变电站布置设计技术规程》DL/T 5056和《220kV～750kV变电站设计技术规程》DL/T 5218有关规定的前提下，结合地形条件，综合考虑站区工艺设备接线、交通组织、土石方工程量、场地排水等因素，采用平坡式或阶梯式竖向布置。
      2. 站区场地竖向设计应结合站区雨水排水方式综合考虑，站区雨水宜排入附近自然水系或市政排水系统。
   2. 建筑
      1. 直流换流站建筑设计应满足工艺设备的布置要求和生产管理的需要。
      2. 站区建筑物立面造型应与周围环境相协调，宜采用节能、环保型建筑材料。
      3. 站区建筑物墙、柱、梁、楼板、屋顶承重构件的燃烧性能和耐火极限应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的要求。
      4. 直流换流站建筑物屋面防水设计除应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345的有关规定外，还应满足下列规定：
4. 阀厅、控制楼、气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）室、户内直流场、站用电室、继电器小室、综合楼的屋面防水等级应为Ⅰ级。
5. 综合水泵房、取水泵房(或深井泵房)、雨淋阀间(或泡沫消防间)、检修备品库、车库、警传室等其他建筑物的屋面防水等级宜为Ⅱ级。
6. 全户内换流站户内配电装置楼屋面防水等级应为Ⅰ级。
   * 1. 站内建筑物屋面宜采用有组织排水，采用复合压型钢板屋面时，屋面排水坡度不宜小于5%，且应采取可靠的抗风、防水措施；采用混凝土平屋面时，建筑找坡方式的屋面排水坡度宜为2%，结构找坡方式的屋面排水坡度不应小于3%，采用混凝土坡屋面时，屋面排水坡度宜为5%～10%。
     2. 阀厅与控制楼宜采用联合布置；当设有户内直流场时，户内直流场与阀厅宜采用联合布置。
     3. 阀厅应采取六面体电磁屏蔽措施。阀厅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。
     4. 阀厅出入口设置应符合下列规定：
7. 每幢阀厅的出入口宜为两个，至少有一个出入口作为运输通道，其净空尺寸应能满足最大设备的搬运和换流阀安装检修用升降机的出入要求，出入口应通往室外并与站区主要道路相衔接。
8. 各出入口应采用向室外方向开启的、满足40dB(A)隔声性能指标要求的电磁屏蔽门。
9. 站址位于风沙较大的地区时，阀厅通往室外的出入口应设置门斗。
   * 1. 阀厅外墙不宜设置采光窗。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。
     2. 当阀厅与控制楼采用联合布置时，阀厅与控制楼之间应设置固定式观察窗，其位置和尺寸应保证工作人员对阀厅内部具有良好的观察视线范围，且应满足电磁屏蔽、耐火极限及隔声性能指标要求。
     3. 阀厅与换流（联接）变压器、油浸式直流电抗器之间不满足防火间距时，应设置耐火极限不低于3.00h的防火墙进行分隔。
     4. 阀厅墙上设备套管、阀冷却水管、空调送/回风管、通风排烟装置、电缆及光缆等设备和管线开孔应待安装工作完毕后实施封堵，孔洞封堵除应满足围护系统的整体电磁屏蔽、气密、防水、隔热、隔声等性能要求外，还应满足下列规定：
10. 阀厅防火墙上的换流（联接）变压器、油浸式直流电抗器套管开孔，应待套管安装完毕后采用复合防火板封堵，复合防火板应满足3.00h耐火极限、防电涡流、结构强度和稳定性等要求。
11. 阀厅与控制楼之间墙体上的管线开孔与管线的缝隙应采用满足3.00h耐火极限要求的防火封堵材料封堵。
12. 阀厅其他无防火要求墙体上的设备或管线开孔与设备或管线之间的缝隙宜采用非燃烧或难燃烧材料封堵。
    * 1. 当阀厅内部换流阀采用支撑式布置时，建筑顶部宜设置吊车；当换流阀采用悬吊式布置时，建筑顶部应设置换流阀悬吊系统。
      2. 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。
      3. 控制楼内的功能用房主要包括主控制室、控制保护设备室、配电室、电气蓄电池室、通信机房、通信蓄电池室、阀冷却设备室等生产用房，以及安全工器具间、二次备品及工作间、阀基备品间、会议室、办公室、资料室、卫生间等辅助、附属生产用房。
      4. 控制楼宜采用二~四层布置，内部功能用房布置应满足下列要求：
13. 配电室、阀冷却设备室、阀冷却控制设备室换流（联接）变等宜布置在首层，阀冷却设备室应靠外墙且与阀外冷却装置毗邻布置。
14. 主控制室、交接班室、控制保护设备室、通信机房、会议室、办公室等宜布置在第二层至第四层，其中主控制室、会议室、办公室宜靠外墙布置，交接班室宜靠近主控制室布置。
15. 电气、通信设备用房不应布置在卫生间及其他易积水房间的下层，且内部不应布置给排水管道。
    * 1. 控制楼的出入口、走道及楼梯设置除应符合现行国家标准《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的有关规定外，还应满足下列规定：
16. 联系各楼层的楼梯，其数量应根据楼层建筑面积确定：楼层建筑面积不大于400m2时，可设置一部楼梯；楼层建筑面积大于400m2时，应至少设置两部楼梯。
17. 当屋面布置有工艺设备时，应设置通至该屋面的楼梯；当屋面没有工艺设备时，宜设置屋面巡视检修爬梯。
18. 控制楼主入口布置应与站区主要道路相衔接。
    * 1. 控制楼各建筑构件应满足下列规定：
19. 控制楼与阀厅相邻的墙体应为满足3.00h耐火极限要求的防火墙，该墙上的门窗应采用满足1.50h耐火极限要求的甲级防火门窗。
20. 控制保护设备室、交流配电室、直流屏室、交流不停电电源室、电气蓄电池室、通信机房、通信蓄电池室、阀冷却设备室、阀冷却控制设备室、空调设备室、换流（联接）变压器接口屏室等设备用房和楼梯间的墙体耐火极限不应低于2.00h，楼板耐火极限不应低于1.50h ，各设备用房、封闭楼梯间的门应采用向疏散方向开启的、满足1.0h耐火极限要求的乙级防火门。
21. 电缆、管道竖井在各楼层的楼板处以及与房间、走道等相连通的孔洞部位均应采用防火封堵材料封堵密实；电缆、管道竖井壁的耐火极限不应低于1.00h，井壁上的检查门应采用向竖井外侧开启的、满足0.50h耐火极限要求的丙级防火门。
    * 1. 控制楼各功能用房的内部装修材料除应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB　50222的有关规定外，还应满足下列规定：
22. 主控制室、控制保护设备室、交流配电室、直流屏室、交流不停电电源室、电气蓄电池室、通信机房、通信蓄电池室、阀冷却设备室、阀冷却控制设备室、空调设备室等设备用房，以及楼梯间的楼地面、内墙面、顶棚及其他部位装修应采用A级不燃性装修材料。
23. 安全工器具间、二次备品及工作间、交接班室、会议室、办公室、资料室等附属用房，以及门厅、过厅、走道的内墙面、顶棚装修应采用A级不燃性装修材料，楼地面及其他部位装修应采用不低于B1级的难燃性装修材料。
    * 1. 当控制楼设置地下电缆夹层时，应综合考虑防火、疏散、通风、排烟、防水、排水、防潮、防小动物等技术要求，且应符合下列规定：
24. 电缆夹层疏散出口的数量不应少于两个，疏散门应采用向疏散楼梯方向开启的、满足1.00h耐火极限要求的乙级防火门。
25. 电缆夹层与电缆隧道或电缆沟的衔接处应采取可靠的防火、防水封堵措施。
    * 1. 控制楼内的主控制室、会议室、办公室等功能用房的布置应尽量降低噪声的影响，同时宜具备良好的朝向、自然通风、天然采光。当主控制室、会议室、办公室与阀厅毗邻布置时，其房门宜采用隔声门，室内墙面增加吸声材料，降低噪声的影响。控制楼各功能用房净高和各楼层层高应根据设备安装、管道布置、结构尺寸及室内空间尺度等因素合理确定。
      2. 当控制楼采用集中式空调系统时，其内部工艺设备用房的顶棚风口布置应结合灯具、设备布置综合考虑，风口不应布置在工艺设备的正上方。
      3. 控制楼各功能用房及部位的楼（地）面饰面材料应与其使用功能相匹配，且应满足下列要求：
26. 主控制室、控制保护设备室、通信机房等设备用房应采用耐磨、抗静电、光滑、不起尘、易清洁的饰面材料。
27. 交流配电室、直流屏室、交流不停电电源室、蓄电池室、阀冷却设备室、阀冷却控制设备室、空调设备室等设备用房，以及门厅、过厅、走道等应采用耐磨、光滑、不起尘、易清洁的饰面材料。
28. 卫生间应采用防水、防滑、易清洁的饰面材料。
    * 1. 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，出入口门应采用向室外方向开启的复合钢板门，其净空尺寸应能满足户内直流场内最大设备的搬运要求。
      2. 当户内直流场内布置有直流电抗器等较重设备时，可设置起吊运输设施。
      3. 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。
      4. 换流站建筑物的墙体、门窗、楼板、顶棚等围护构件应采取有效的隔声措施。
      5. 阀厅、气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）室、户内直流场、检修备品库等建筑物屋面宜设置满足安全防护要求的巡视检修爬梯。
      6. 全户内换流站户内配电装置楼，应满足下列要求：
29. 当换流站布置2个换流阀单元时，阀厅宜布置在户内配电装置楼的两侧或中部。

**2** 与换流阀类型相对应，阀厅可布置在户内配电装置楼的首层或二层。

**3** 控制楼宜布置在户内配电装置楼的中部或两侧。

**4** 桥臂电抗器室、启动电阻及接地装置室宜布置在户内配电装置楼的首层。

**5** 户内直流场宜布置在户内配电装置楼的首层或顶层。

* 1. 结构
     1. 换流站建（构）筑物应根据破坏可能产生后果的严重性程度采用不同的安全等级，站内主要结构如阀厅、控制楼、气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）室、户内直流场、全户内换流站户内配电装置楼等结构安全等级采用一级。
     2. 换流站建（构）筑物设计使用年限应为50年。
     3. 换流站建筑物楼（地）面活荷载标准值、准永久值系数及折算系数等应满足现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009以及现行电力行业标准中的相关规定。
     4. 换流站建（构）筑物的基本风压取值应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的有关规定。阀厅、户内直流场、全户内换流站户内配电装置楼应按100年一遇标准取值，其余建筑物、构筑物宜按50年一遇标准取值，但不得小于0.3kN/m2。
     5. 阀厅结构布置应结合电气设备布置方案综合考虑。阀厅的结构设计应满足以下规定：

1. 阀厅主体结构宜采用钢框（排）架结构，也可采用钢筋混凝土框（排）架结构、钢筋混凝土剪力墙结构。
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，在风荷载较大地区，也可采用压型钢板为底模的钢-混凝土板组合楼板结构。墙面围护系统的选材宜与主体结构相适应。
3. 阀厅屋面设计应进行风荷载作用下的结构强度、稳定和变形计算。屋盖体系的布置应保证结构的整体刚度和稳定性，节点设计应构造简单、施工方便。
4. 阀厅与换流（联接）变压器之间设置防火墙时，防火墙结构型式宜采用框架填充墙结构或剪力墙结构。
5. 当防火墙采用现浇钢筋混凝土防火墙时，结构计算应考虑混凝土温度应力，设计和施工时应采取措施减小温度应力的影响。
   * 1. 控制楼主体结构宜采用钢筋混凝土框架结构，也可采用钢结构；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。
     2. 户内直流场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，在风荷载较大地区，也可采用压型钢板为底模的钢-混凝土板组合楼板结构。墙面围护系统的选材宜与主体结构相适应。
     3. 全户内换流站户内配电装置楼宜采用钢筋混凝土框架结构，也可采用钢结构、钢-钢筋混凝土混合结构，墙面围护系统的选材宜与主体结构相适应。
     4. 建筑物采用钢结构且节点采用螺栓连接时，其承重结构的连接宜采用摩擦型高强螺栓连接；钢结构的防腐宜采用冷喷锌防腐或有机防腐涂料体系防腐。
     5. 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和《电力设施抗震设计规范》GB 50260以及《构筑物抗震设计规范》GB 50191的有关规定，阀厅、户内直流场、主控制楼、站用电室、继电器小室、户内GIS室、启动回路室、耗能装置室、全户内换流站户内配电装置楼等主要建筑物的抗震设防类别为乙类，其余辅助及附属建构筑物的抗震设防类别为丙类。当采用悬吊式阀塔时，阀厅结构设计应考虑竖向地震作用。地基基础的抗震措施应符合相关标准的规定。
     6. 换流（联接）变压器、换流阀、电抗器本身有一定低频振动，设备基础宜与主体建筑楼板、底板脱离，独立设置。
6. 换流站辅助设施
   1. 供暖通风和空气调节
      1. 供暖通风和空气调节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和《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。
      2. 供暖宜采用空调或分散电供暖；采暖和空调有压水管不应穿过电气和通信设备间。
      3. 阀厅降温可采用空调或通风方案，阀厅温度和相对湿度应根据换流阀的要求确定。并应符合下列规定：
7. 阀厅室内温度夏季不应高于50℃，冬季不应低于10℃。相对湿度范围宜为10％～60％，并应保证阀体表面不结露。
8. 通风方案应采用机械进风、机械排风。
9. 进入阀厅的空气过滤等级应满足工艺要求，应设置不少于两级过滤。
10. 阀厅应保持微正压状态，正压值宜为5～10Pa，全新风状态下不应超过50Pa。
11. 阀厅通风或空调系统宜独立设置，通风和空调设备应100%备用。
12. 采用空调降温时，应考虑在合适的室外气象条件下大量使用新风。
13. 阀厅通风或空调系统应设置自动控制系统。
    * 1. 阀厅应设置机械排烟系统，换气次数宜按0.25次/h～0.5次/h确定。风机入口处应配置常闭排烟防火阀，并与风机联锁。
      2. 户内直流场室内通风空调设计方案应依据环境条件、工艺要求确定。
      3. 控制楼宜设置集中空调系统，并应符合下列规定：
14. 主控制室、控制保护设备室、阀冷却控制设备室、通信机房等的室内设计参数应根据工艺要求确定。
15. 集中式空调制冷设备以及空气处理设备宜按照设计冷负荷及风量的2×100%或3×50%配置。
16. 采用变制冷剂流量（VRV）空调系统时，主控制室、控制保护设备室、阀冷却控制设备室、配电室、通信机房、蓄电池室、阀冷却设备间等重要房间的空调设备应100%备用。
17. 运行人员办公区和设备区宜分别设置空调系统。
    * 1. 阀厅及控制楼通风和空调系统的风管及保温材料应满足建筑防火要求，以下部位应设置防火阀：
18. 穿过阀厅外墙、空调设备间的隔墙或地下风道、楼板处。
19. 通过重要或火灾危险性大的房间隔墙和楼板处。
20. 竖向风管与每层水平风管交接处的水平管段上。
21. 穿越变形缝处的两侧。
    * 1. 风沙较大地区，外墙上的风口均应采取防风沙措施，阀厅及控制楼集中空调新风口宜设置沉沙井（室）。寒冷及严寒地区，空调制冷设备应设置防冻措施。
      2. 空调室内机和送风口不应布置在电气设备上方，多联空调室外机制冷剂管及电缆宜布置在封闭的槽盒内。
      3. 高、低压配电室应设置机械通风，换气次数不应少于12次/h。
      4. 高、低压配电室夏季室内环境温度不宜高于35℃，当符合下列条件之一时，宜设置空气调节装置：
22. 夏季通风室外计算温度不低于30℃。
23. 夏季通风室外计算温度在27℃～30℃之间，且最热月月平均相对湿度不小于70%。
24. 空气调节装置宜按照设计冷负荷的2×50%或（n+1）配置。
    * 1. 蓄电池室应设置换气次数不少于3次/h的事故排风机，事故排风机可兼作平时通风机。蓄电池室夏季室内温度不宜高于30℃，冬季室内温度不宜低于18℃。蓄电池室设置的通风和空调设备均应采用防爆型。
      2. 气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）室宜采用机械通风，正常运行时的通风量不宜少于4次/h，并保证室内空气中六氟化硫含量不超过6000mg/m3。吸风口设置于室内下部，室内空气不容许再循环，同时应设置事故排风装置，事故通风量不宜少于6次/h。事故排风由下部正常运行通风和上部排风系统组成。通风系统应与六氟化硫浓度检测装置联锁。地下电缆隧道或电缆沟，应该设置机械通风系统，通风量不宜少于2次/h。
      3. 阀冷却设备间应设置机械通风，换气次数不宜少于5次/h。冬季室内温度不宜低于10℃，夏季室内温度不宜高于35℃。当通风方式不能满足设备运行要求时，可设置空调装置。
      4. 水泵房宜采用自然通风，位于集中供暖地区的水泵房室内温度不宜低于5℃。
      5. 继电器小室、二次备品及工作间等应根据工艺要求设置空气调节装置。
      6. 无外窗或仅有固定外窗的继电器小室、控制保护设备室及通信机房等房间，应设置机械排风装置，换气次数应不少于6次/h。
      7. 设置隔声罩的变压器或电抗器应设置机械排风装置，换气次数应不少于12次/h，夏季通风的排风温度按不超过40℃设计，进、排风口应设置消声装置。
      8. 电缆隧道和电缆夹层宜采用自然通风，当采用机械通风时，换气次数应不少于6次/h。
      9. 阀厅、控制楼通风空调系统应设置集中监控系统。
      10. 通风或空气处理设备应与火灾信号联锁。
      11. 平时通风用风机宜采用PLC控制，电取暖器宜配置温控装置。
    1. 阀冷却系统
       1. 换流阀内冷却应满足下列规定：
25. 换流阀内冷却应采用闭式冷却水循环系统，每个换流器应独立设置。
26. 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。
27. 内循环介质水离子交换器的处理水量宜按2小时将内循环介质水系统容积水量处理一遍确定。
28. 内循环介质水通过共用集管进入换流阀时，应采取措施保证各阀体之间的流量分配均匀。
29. 进入换流阀的内循环介质水的最低水温应高于换流阀散热器外表面的凝露温度。
30. 与内循环介质水接触的材料应采用不锈钢材质。
31. 冷却介质水回路的补水可采用自来水、纯净水及蒸馏水。当采用自来水时，补水必须经去离子装置后才能进入冷却介质水（内冷却水）回路。
32. 内循环介质水回路应设置过滤精度不低于100μm的过滤装置，去离子交换器后应设置过滤精度不低于10μm的过滤装置，且过滤装置应100%备用｡
33. 除氧装置应根据换流阀对水质含氧量的要求设置，必要时应采用氮气置换除氧方式｡
34. 循环水泵、离子交换器、补水泵应100%备用。
35. 冷却介质水回路应设置定压补水装置。
    * 1. 换流阀外冷却应满足下列规定：
36. 换流阀外冷却宜采用水冷却方式，在水资源缺乏及北方地区可采用空冷方式或空冷加其它辅助冷却的方式。
37. 采用水冷方式时，计算蒸发式冷却塔传热量的大气湿球温度应取当地最高湿球温度；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并应考虑空冷器布置区域热岛效应对空冷器进风温度的影响。
38. 换流阀外冷却的室外散热设备应布置在通风良好，远离高温或有害气体的地方，并避免飘逸水和蒸发水对周围环境和电气设备的造成影响。
39. 采用蒸发式冷却塔时，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。
40. 蒸发式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。
41. 蒸发式冷却塔应结合喷淋补充水的水质状况选择合适的水处理方式，以防止换热器外表面结垢。
42. 冷却塔喷淋水应采取抑制微生物生长的措施。
43. 喷淋水池存水应定期或连续过滤，过滤精度不宜小于50μm，旁路循环处理回路流量应不小于喷淋水循环流量的5%。
44. 喷淋水池应根据水质状况设置定期和不定期自动排污装置，喷淋水的浓缩倍数不宜大于5。喷淋补充水和排水应设置计量装置。
45. 与腐蚀性固体和液体接触的管道、阀门、容器及设备部件材质宜采用工程塑料，与喷淋水接触的管道、阀门、容器及设备部件材质均应采用不锈钢材料。
46. 蒸发式冷却塔应设置一台备用，喷淋水泵和软化水装置应设置100%备用。蒸发式冷却塔容量的冗余度不应小于50%。
47. 空冷器宜采用干式，并应设置不少于一片（组）的备用，换热面积冗余应达到15～20%。空冷器容量的冗余度不应小于50%。
48. 寒冷及严寒地区，应采取防止喷淋水结冰的措施以及停运后室外设备的防冻措施。空冷器宜设置保温棚，棚内温度宜维持在5℃以上。
    * 1. 换流阀散发到内循环介质水中的热量应取换流阀在各种工况下的最大值。
      2. 冷却介质水管路系统最高点应设置自动排气装置，冷却介质水管路和喷淋水管路系统最低点应设置排水措施。
      3. 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。
      4. 蒸发式冷却塔和空冷器的噪声以及传播至周围环境的噪声级和振动级应符合国家有关标准的规定。如达不到要求，应采取隔声和减振措施。
    1. 供水系统
       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，但水源水质、水量的变化不应影响换流站的安全运行。
       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水源。当采用一路水源时，换流站应设置容积不小于3d生产用水量的储水池。
       3. 换流站内生产用水、生活用水以及消防用水管网宜分开设置。
       4. 换流站宜引两路水管至消防水池，且消防水池的消防水容量不宜少于2h室内、外消火栓及24min换流(联接)变压器等设备水喷雾灭火系统的消防用水量。
    2. 火灾探测与灭火系统
       1. 换流站火灾探测与灭火系统主要包括火灾探测报警系统，室内、室外消火栓消防系统，水喷雾消防系统以及移动式灭火器配置等。
       2. 换流站全站应设置火灾探测报警系统，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的规定之外还应符合下列要求：
49. 阀厅内各换流阀上部周围区域，阀厅主要送风口应设置吸气式感烟探测器，阀厅还应设置紫外火焰探测器。
50. 控制楼、继电器小室、综合楼等建筑物各房间应设置感烟探测器；控制保护设备室、通信机房及主控制室还应配置吸气式感烟探测器；容易产生爆炸气体的蓄电池室应设置防爆型感烟探测器。
51. 电缆夹层、竖井宜设置线性感温探测器。
52. 换流（联接）变压器和油浸式直流电抗器应设置可恢复式缆式线型定温探测器或热探测器。
    * 1. 灭火系统的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016和《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229的有关规定。
      2. 灭火器的配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140的有关规定。
      3. 消火栓灭火系统的设计应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974的有关规定。
      4. 水喷雾灭火系统的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。
    1. 红外测温系统
       1. 阀厅、户内直流场宜设置红外测温系统，红外测温系统的监测范围宜覆盖全部一次设备。
       2. 红外测温系统应满足在强电磁场干扰环境下使用的要求。
       3. 红外测温系统后台应能满足测温分析、自动控制及超温报警等功能要求。
53. 换流站噪声控制和节能
    1. 换流站噪声控制
       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。
       2. 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。
       3. 设备选型应通过技术经济比较选用低噪声设备。
       4. 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。
       5. 当站内噪声水平超标时，应对工作人员采取职业保护措施。
    2. 节能
       1. 换流站设备应选择低损耗的设备。
       2. 持续运行的阀冷、空调等站内辅助系统应采用高效率、低能耗的设备。
       3. 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。

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

《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

《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB 50064

《交流电气装置的接地设计规范》GB 50065

《石油库设计规范》GB 50074

《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

《工业企业总平面设计规范》GB 50187

《构筑物抗震设计规范》GB 50191

《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219

《建筑内部装修设计防火规范》GB　50222

《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

《1000kV变电站设计规范》GB 50697

《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974

《绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则》GB 311.1

《声环境质量标准》GB 3096

《交流无间隙金属氧化物避雷器》GB 11032

《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348

《高压直流输电术语》GB/T 13498

《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

《高压直流换流站可听噪声》GB/T 22075

《高压直流换流站无间隙金属氧化物避雷器导则》GB/T 22389

《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定》GB/T 26218

《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

《变电所计算机监控系统设计技术规程》DL/T 5149

《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变电所通信设计技术规定》DL/T　5225

《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352

《换流站站用电设计技术规定》DL/T 5460

中华人民共和国国家标准

柔性直流输电换流站设计标准

GB/T \*\*\*\*\* - 20\*\*

条文说明

制 订 说 明

《柔性直流输电换流站设计标准》GB/T \*\*\*\*\*-20\*\*，经住房和城乡建设部20\*\*年\*\*月\*\*日以第\*\*\*\*号公告批准发布。

本标准编制遵循的主要原则是贯彻国家法律、法规和电力建设政策；坚持科学发展，落实“安全可靠、先进适用、经济合理、环境友好”的原则；广泛深入调研，吸取电力建设工程实践经验，以国内已建成投运的柔性直流输电换流站关键技术研究、设计研究成果为基础；广泛征求相关单位意见。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

**目 次**

4交流系统基本条件及直流输电系统的性能要求 4

4.2柔性直流输电系统的性能要求.....................。........................4

[5 电气一次 5](#_Toc504704349)

[5.1 电气主接线..............................................................5](#_Toc504704350)

[5.5 电气设备布置............................................................5](#_Toc504704351)

[6 换流站控制和保护 7](#_Toc504704352)

[6.2计算机监控系统..........................................................7](#_Toc504704353)

[6.3 直流控制系统............................................................7](#_Toc504704354)

[6.4 直流保护系统............................................................7](#_Toc504704355)

[6.7保护故障录波信息管理子站................................................8](#_Toc504704356)

[6.8 直流线路故障测距系统....................................................8](#_Toc504704357)

[6.10 阀冷却控制保护系统.....................................................8](#_Toc504704358)

[6.11 站用直流电源系统及交流不停电电源系统...................................8](#_Toc504704359)

[6.12 图像监视及安全警卫系统.................................................9](#_Toc504704360)

[6.13 全站时间同步系统.......................................................9](#_Toc504704361)

[6.14 二次设备布置...........................................................9](#_Toc504704362)

[7 换流站通信 10](#_Toc504704363)

[7.4 通信电源、机房和接口要求................................................10](#_Toc504704364)

[8 换流站土建 11](#_Toc504704365)

[8.3 建筑...................................................................11](#_Toc504704366)

[9换流站辅助设施 12](#_Toc504704367)

[9.3 供水系统...............................................................12](#_Toc504704368)

[10 换流站噪声控制和节能 13](#_Toc504704369)

[10.1换流站噪声控制........................................................13](#_Toc504704370)

4 交流系统基本条件及直流输电系统的性能要求

4.2 柔性直流输电系统的性能要求

4.2.4 损耗及可听噪音

1换流阀的损耗计算建议参考标准《Power losses in voltage sourced converter (VSC) valves for high-voltage direct current (HVDC) systems》 IEC 62751。换流站其余设备的损耗计算建议参考标准《Determination of power losses in high-voltage direct current (HVDC) converter stations with line commutated converters》IEC 61803。

5 电气一次

5.1 电气主接线

5.1.6 考虑到柔性直流换流站的重要性及站用变压器轮换检修的要求，高压站用电源宜按三回电源设置。

如果柔性直流换流站与交流变电站合建，从站内联络变压器第三绕组引接电源的可靠性高且投资省，应优先考虑。当站内设有两台及以上联络变压器时，宜从两台联络变压器第三绕组引接两回，另外一回宜从站外引接；当站内设有一台联络变压器时，宜从联络变压器第三绕组引接一回，另外两回可从站外引接，或从站外引接一回、在站内装设一台专用降压变压器，两个方案须经技术经济比较后确定。

如果柔性直流换流站与交流变电站分建，宜在站内装设一台或者两台专用降压变压器，另外两回或者一回从站外引接，两个方案须经技术经济比较后确定。

对于向孤岛或弱交流电网区域供电的柔性直流换流站，当技术经济合理时可从换流（联接）变压器第三绕组引接。

任何一回站用电源容量都应能满足全站最大计算负荷要求。

5.5 电气设备布置

5.5.2 启动回路设备一般包括启动电阻、旁路开关、隔离开关、接地开关和电流、电压测量装置等。由于启动回路布置的间隔宽度主要受与之连接的桥臂电抗器及柔直换流阀的间隔宽度决定，因此，启动回路开关设备一般采用敞开式设备。结合厦门、鲁西和渝鄂等工程的设计和运行经验，启动回路区域设备一般采用户外布置方式。

5.5.3 直流开关场布置

1 由于直流电压下的绝缘子积污要明显高于交流电压下的积污，防污型直流电气设备制造难度大且价格高，在大气严重污秽地区当采用户外直流开关场设备难以选择时，可考虑采用户内直流开关场。户内开关场对温湿度条件要求较高，一般需采用微正压防止灰尘进入，以保持开关场内空气洁净。

3 直流开关场的布置宜采用两极对称式布置，布置上应尽量保持两极的相对独立性。一般两极的高压直流母线和直流线路分别布置在直流开关场两侧。

5.5.4 阀厅及阀厅内设备布置

1 柔直换流阀对运行环境的要求较高。为避免户外大气环境影响到换流阀的正常运行和寿命，换流阀应采用户内布置。布置换流阀的阀厅应密封防尘，采取必要的金属屏蔽措施，保持一定的温度和湿度，并设置微正压防止灰尘进入。

与晶闸管换流阀相比较，柔直阀厅内换流阀数量更多、单个阀塔重量更重，因此，为节省阀厅钢结构的投资，目前，国内柔直换流阀一般都采用支撑式布置。但如果站址地震烈度较高，阀塔也可采用悬吊式布置。多数制造厂商都能提供悬吊式方案柔直换流阀。

2 当换流站装设多套换流器单元时，考虑到换流阀对运行环境要求较高，为避免其中一个换流器单元安装、检修、维护对邻近单元的影响，每个换流器单元应设置独立的阀厅。

3 阀厅内除换流阀外，一般还有避雷器、接地开关等电气设备以及阀冷管道等，因此，需考虑预留设备搬运及检修通道。当换流阀塔采用支撑式时，宜考虑在各桥臂间预留检修通道，并满足电动升降车的通行需求。

4 为保证直流断路器中IGBT器件能有一个良好的运行环境，换流站直流断路器推荐采用户内布置。为避免直流断路器安装、检修、维护对邻近设备的影响，直流断路器及换流阀首先推荐按设备布置于独立的房间内；若布置于同一房间，需考虑各设备之间预留足够的检修空间或隔离措施。

5.5.5 换流（联接）变压器、桥臂电抗器和直流电抗器布置

2 桥臂电抗器当采用油浸式电抗器时，一般采用户外布置。当采用干式电抗器且有特殊要求需户内布置时，推荐桥臂电抗器布置于单独的桥臂电抗器室内。这是由于电抗器运行损耗和发热较大，若将电抗器与换流阀布置于同一房间，为满足阀厅内运行温湿度的要求，其空调系统的投资将成倍增加。

3 换流（联接）变压器阀侧套管采用插入阀厅布置或是脱开阀厅布置的方式与启动回路和桥臂电抗器的布置方式有关。当启动回路布置于换流（联接）变压器网侧、桥臂电抗器布置于直流侧时，换流（联接）变压器阀侧套管将有条件插入阀厅布置。套管插入阀厅布置的优点在于：可利用阀厅内良好的运行环境缩短联接变压器套管的爬距，防止套管户外布置时可能出现的不均匀湿闪，不必设置额外的穿墙套管；缺点在于：将增加换流（联接）变压器的制造难度，增大阀厅占地面积，变压器运行维护条件稍差，备用相的更换难度增大。换流（联接）变压器阀侧套管脱开阀厅布置的优缺点正好与之相反。两种布置方式的选择应结合具体的工程特点经技术经济比较后确定。

换流（联接）变压器阀侧套管采用插入阀厅布置时，为避免带油设备进入阀厅内，推荐阀侧套管采用充气式或干式套管。

4 直流电抗器采用油浸式电抗器时，推荐采用电抗器阀侧套管插入阀厅布置方式，不再设置额外的穿墙套管，可有效节省换流站工程占地和投资。干式直流电抗器采用支撑式高位布置，可减小电抗器对周围电磁环境的影响。

5.5.6控制楼及继电器小室的布置

2 控制楼与阀厅相邻布置可使得从阀厅到控制楼的光/电缆最短。国内目前投产的柔性直流输电工程中，换流站控制楼均紧靠阀厅布置，以节省光/电缆。

6 换流站控制和保护

6.2计算机监控系统

6.2.2 本条是对计算机监控系统结构的基本要求，站控层主要指运行人员工作站、工程师工作站等设备，控制层主要指直流极控、交流站控、直流站控和站用电控制等设备，就地层主要指就地继电器室内的交/直流测控设备或相应的I/O板卡。

6.2.4 全站交、直流系统合建操作员工作站便于运行。设置双重化的系统服务器和双重化的站LAN网是为了提高系统的可靠性。

6.3 直流控制系统

6.3.1 直流控制系统分层结构是按功能层次由高到低进行划分，分层控制的设计将控制功能分开设置，较高层次的控制设备异常或失效不宜对较低层次设备的运行产生不利影响，较低层次控制设备异常或失效也不宜影响健全部分或整个直流系统的正常运行。柔直工程可根据实际工程规模及硬件配置情况设立各层独立的控制设备，也可以合一配置硬件设备，将换流站级控制层和换流器级控制层功能设置在一个装置中。

6.3.2 直流控制系统对于整个柔性直流输电系统的可靠、安全运行起到至关重要的作用，因此直流控制系统要求冗余配置，目前国内工程均为双重化配置。本条规定的冗余范围是为了保证任何一个子系统或单一元件故障不会同时影响两套及以上的控制系统。在双重化的控制系统中，从主用系统到备用系统之间的切换可以通过手动实现也可以自动实现，控制系统之间的切换不应对直流系统的正常运行产生影响。

6.3.5直流站控用于实现直流场、阀厅、换流（联接）变压器、直流电抗器等区域的设备监控，顺序控制和联锁、无功功率控制以及双极功率协调等功能；交流站控用于实现交流场各间隔的开关刀闸的控制、联锁，以及模拟量和开关量的监视等功能；站用电控制系统用于换流站站用电设备的控制、联锁及监视等功能。

6.3.7 本条规定了换流器级控制层的基本控制功能。柔性直流输电采用可关断的IGBT元件，其换流器级控制（极控）层的功能比常规直流更加灵活，可以根据控制量的性质分为有功功率类控制和无功功率类控制。有功功率类控制可以直接控制注入到交流系统的有功功率或者间接调节与有功功率相关的物理量，如直流电压、直流电流和交流系统频率。无功功率类控制可以直接控制注入到交流系统的无功功率或者间接调节与无功功率相关的物理量。柔性直流换流站可独立地控制这两类物理量。

6.3.9本条规定了换流阀级控制层的基本控制功能。

6.4 直流保护系统

6.4.1 目前柔性直流保护均是冗余配置的，采用双重化或三重化。国内舟山工程、鲁西背靠背工程保护系统采用双重化配置原则，厦门工程、渝鄂背靠背工程采用三重化配置原则。双重化设计时每套保护采用“启动+动作”逻辑，“启动”和“动作”采用完全相同的逻辑。双重化保护装置中的任一套保护跳闸即可出口。三重化设计时采用三套独立保护+两套独立的“三取二”逻辑出口装置，一套保护退出时采用“二取一”逻辑出口，两套保护退出时采用“一取一”逻辑出口。

6.4.2本条文规定了柔性直流站内的保护分区的一般原则，对于特殊接线方式可以合理增加或调整保护分区。

换流（联接）变压器保护区一般配置引线差动保护、大差差动保护、小差差动保护、绕组差动保护和零差保护、相间阻抗保护、接地阻抗保护、非电量保护等。

交流连接母线保护区一般配置交流连接母线差动保护、交流连接母线过流保护、交流低电压保护、交流过电压保护、联接变中性点偏移保护、启动回路热过载保护、交流频率异常保护等。

换流器保护区一般配置桥臂差动（阀差动）保护、桥臂过流保护、桥臂电抗器差动保护、桥臂电抗器谐波保护等。

直流极线保护区域一般配置直流电压不平衡保护、直流低电压过电流保护、直流低电压保护、直流过电压保护、极母线差动保护、极差动保护、中性母线差动保护、阀直流过流保护、50Hz保护等。

双极区保护区域一般配置双极中性线差动保护、站接地过流保护、站接地开关保护、大地回线转换开关保护、金属回线纵差保护。

直流线路保护区一般配置直流线路纵差保护、直流线路行波保护、直流线路低电压保护、直流线路电压图变量保护等。

6.7保护故障录波信息管理子站

6.7.2 柔性直流换流站的保护故障录波信息管理子站的技术要求、配置要求、信息远传以及与交流保护、直流保护和故障录波器的接口均同于常规直流换流站。目前主流做法是交流保护只通过IEC 61850规约（以太网口）接入保护故障录波信息管理子站，不再接入监控LAN网；直流保护通过 IEC 61850规约（以太网口）接入保护故障录波信息管理子站，另外还通过IEC 61850规约（以太网口）接入监控LAN网。目前国内的直流系统暂态故障录波装置和交流系统暂态故障录波装置已具备组网功能，各录波装置共同组成换流站录波专网。保护故障录波信息管理子站宜通过专用录波网采集暂态故障录波装置的信息。

6.8 直流线路故障测距系统

6.8.1当柔性直流输电系统采用长距离架空线路时，应在线路两端换流站配置直流线路故障测距装置，这对于快速故障定位非常必要。

6.10 阀冷却控制保护系统

6.10.1由于阀冷却系统是换流站重要的辅助系统，且柔性直流换流站的阀冷却容量比常规直流换流站（相同输送功率）更大，阀冷却系统的运行状态将直接影响柔性直流输电系统的运行状态，因此，为阀冷却系统配置可靠、有效的控制保护系统非常重要。

6.10.2冗余的阀冷却控制保护系统采用互为热备用方式，且在硬件上是彼此独立的。冗余的阀冷却控制保护系统应具有对其硬件、软件以及通讯通道进行自检的功能。当有效系统发生故障时，要自动切换到备用系统，且不应引起直流输电系统输送功率的波动。

6.10.5阀冷却系统的运行状态、故障告警信号应传送至站监控系统，当阀冷却系统不能正常运行时，要发出跳闸命令至直流控制保护系统以停运柔性直流输电系统。

6.11 站用直流电源系统及交流不停电电源系统

6.11.2 换流站的直流电源系统宜分散独立设置，一般按站公用设备、各极控制保护设备、各交流场控制保护设备分别设置。

6.11.3 本条文规定了每套直流电源系统的蓄电池设置要求。用于站公用设备、交流场控制保护设备供电的直流电源系统，国内工程均是配置2组蓄电池。用于极控制保护设备供电的直流电源系统，目前国内工程配置两组或三组蓄电池。因此，本条规定每组直流电源系统的蓄电池不少于2组。

6.11.4本条对直流电源系统标称电压进行了规定。对于占地较大的换流站，直流电源屏至馈电设备距离较远时，推荐采用DC 220V。对于和其它变电站、换流站合建的柔性直流换流站，系统标称电压可与合建站直流系统电压保持一致。

6.11.8柔性直流换流站内的交流不间断电源应根据建设规模、用电设备布置等选择集中设置或分散设置。一般站内需要交流不间断电源供电的设备，如运行人员工作站、图像监视工作站、保护故障信息工作站、火灾报警工作站等都布置在主控室，因此，本条规定交流不间断电源宜集中设置。若主控楼外其它区域，如较远的阀厅、控制楼内有交流不间断电源供电需求，也可分散设置。

6.12 图像监视及安全警卫系统

6.12.1 柔性直流换流站图像监视及安全警卫系统与常规直流换流站、常规变电站类似，因此，图像监视及安全警卫系统的设计可以参考现行国家标准《工业电视系统工程设计规范》GB 50115和电力行业标准《[220KV~750KV变电站设计技术规程](http://www.baidu.com/link?url=W2JDq95ht8iZNR7Y_yiJhUPOdkASbmrHKuALLL7CxfiVG3kVYLwMAKDGrJrhe-8D)》DL/T 5218的相关要求。

6.13 全站时间同步系统

6.13.3 时间同步系统要满足站内控制、保护、PMU系统及测距系统等各类二次设备的对时精度要求，能输出各种类型的对时接口，如IRIG-B码（DC）、IRIG-B码（光口）、串行口时间报文和网络时间报文等。

6.14 二次设备布置

6.14.3本条文规定了换流站二次设备布置的一般原则。每极/阀组的控制保护设备及二次接口设备一般布置在各独立的二次设备间内，主要屏柜有：极/阀组控制屏、极/阀组保护屏、极/阀组测量屏、换流（联接）变保护屏、阀厅接口屏、换流（联接）变接口屏、故障录波采集屏等。阀组控制屏紧邻阀厅布置方便光缆进入阀厅，缩短控制屏与子模块之间光缆的长度。站内按阀组或换流单元设置了阀冷设备，对应的阀冷系统控制保护屏设置在各套阀冷设备间就近的二次设备间（一般在主控楼、辅控楼一层），主要屏柜有：阀冷系统控制单元屏、阀冷系统动力屏、冷却塔动力屏及阀冷接口屏等。

7 换流站通信

7.4 通信电源、机房和接口要求

通信接口采用专线电路方式时，应优先选用符合ITU-T G.703建议的2Mbit/s接口；通信接口采用以太网方式时，接口要求应符合IEEE 802.3标准。

8 换流站土建

8.3 建筑

8.3.4 本条文根据换流站建筑物的性质、重要程度、使用功能及防水层合理使用年限，对建筑屋面防水划分相应的防水等级。

8.3.6 为便于阀厅与控制楼之间的设备及管道联系，同时便于工作人员的巡视观察，阀厅与控制楼宜采用联合布置方式。

8.3.7 由于换流阀对空气洁净度要求很高，为防止灰尘进入，本条文对阀厅的气密性能提出了要求。

8.3.8 根据对目前国内已投运柔性直流换流站的阀厅建筑设计掌握的情况，同时依据《建筑设计防火规范》GB 50016和《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229的相关规定，本条文对阀厅零米层出入口的设置、净空尺寸、门的开启方向及性能参数等作出了明确要求。

8.3.9 如果阀厅外墙设置了采光窗，太阳中的紫外线就会照射到阀厅内部，此外采光窗的玻璃一旦破碎，阀厅的气密性能就会受到严重影响，发生上述情况将对阀厅内设备的安全和稳定运行造成极大危害，因此本条文规定阀厅外墙不宜设置采光窗。

8.3.18 由于阀厅与控制楼之间采用联合布置方式，同时这2幢建筑物又分属于不同的防火分区，因此本条文要求与阀厅相邻的控制楼墙体应按防火墙进行设置，满足3.00h耐火极限的要求，与之相适应，门窗应采用满足1.50h耐火极限要求的甲级防火门窗。

9换流站辅助设施

9.3 供水系统

9.3.1 柔性直流输电换流站的用水包括生活用水、生产用水及消防用水等，其生产用水量远大于同规模的常规换流站，可靠的水源是其安全运行的有力保障。在水源选择时，应进行技术经济比较确定。一般说来，市政自来水作为水源其运行、维护费用低，运行、维护工作量小，一般宜优先选用。地表水或地下水满足换流站的用水要求并取得取水许可时，也可采用。但如果地表水或地下水水源，其水质、水量容易受到外界条件的影响发生变化时，需充分考虑可能造成的水量不足、水质污染等情况对换流站安全运行的影响。

9.3.2 当换流阀外冷却方式为水冷（含空串水）时，需要提供连续不断的生产用水，因此换流站宜有两路可靠水源，以保证不间断供水。对于难以设置两路可靠水源的工程，在仅有一路水源情况下，需考虑一定的检修时间，这样当该水源发生故障时，有一定的缓冲时间。本条规定在仅有一路水源时，至少考虑3天的维修时间，具体时间可根据当地运行部门抢修时的技术力量确定。

10 换流站噪声控制和节能

10.1换流站噪声控制

10.1.2柔性直流换流站主要噪声源有换流（联接）变压器、阀冷设备、空调设备等，产生高噪声的生产设施集中布置，有利于对噪声进行集中治理。站内高大的建、构筑物（如阀厅、防火墙等）能作为隔声屏障，阻挡噪声对站外的辐射传播。

10.1.3 控制噪声最有效的措施之一是降低噪声源自身的噪声水平，所以选用低噪声设备是换流站噪声控制的重要措施之一。但受制于设备发声机理以及当前的制造水平，降低设备噪声可能导致设备造价的大幅提高，所以应通过技术经济比较，选用合适的低噪声设备。

10.1.4 根据目前投产的各类换流站的工程经验，在换流站工程建设时同步采取隔声、吸声、消声和隔振等措施降低噪声传播，能取得良好的预期效果。

10.1.5 柔性直流换流站内阀厅、换流（联接）变压器隔声罩内等场所，噪声水平偏高，但受围护结构的隔声作用，对外界影响较小，且运行人员在该区域停留时间短，应采取职业保护措施（如配置隔声耳罩等），不必高投入以降低这些工作场所的噪声水平。