

团体标准

T/DIPA 13-2024
代替 T/DIPA 13-2022

柔性直流输电阀级控制设备技术规范

Specification for valve level control unit of VSC-HVDC

2024 - 02 - 05 发布

2024 - 03 - 31 实施

国家技术标准创新基地
(直流输电及电力电子技术) 筹建

珠海市直流输电及电力电子产业促进会

发布

全国团体标准信息平台

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 使用条件	2
4.1 正常使用条件	2
4.2 特殊使用条件	2
5 总体要求	2
6 硬件配置	2
6.1 结构与组屏	3
6.2 冗余要求	3
6.3 阀控主控装置配置要求	3
6.4 脉冲分配装置配置要求	3
6.5 状态监视装置配置要求	3
7 功能及性能要求	4
7.1 功能要求	4
7.2 性能要求	6
8 接口要求	6
8.1 与换流阀功率模块接口	6
8.2 与上层控制保护接口	6
8.3 与运行人员工作界面（SCADA）接口	7
8.4 与时钟同步系统接口	7
9 试验要求	7
9.1 型式试验	7
9.2 例行试验	7
10 标志、标签和随机文件	8
10.1 标志和标签	8
10.2 随设备供应的文件	9
11 包装、运输和贮存	9
11.1 包装	9
11.2 运输	9
11.3 贮存	9
附录 A（资料性） 阀级控制设备结构	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家标准创新基地（直流输电及电力电子）筹建和珠海市直流输电及电力电子产业促进会标准化管理中心提出和归口。

本文件代替T/DIPA 13-2022《柔性直流输电阀级控制设备技术规范》，与T/DIPA 13-2022相比，主除结构调整和编辑性改动外，新增了环境适应性要求（见7.2.3）。

本文件起草单位：南方电网科学研究院、广东电网有限责任公司广州供电局、中国南方电网电力调度控制中心、中国南方电网超高压输电公司、中国南方电网超高压输电公司检修试验中心、中国南方电网超高压输电公司广州局、中国南方电网超高压输电公司天生桥局、广东电网有限责任公司东莞供电局、荣信汇科电气技术有限责任公司、许继集团有限公司、特变电工新疆新能源股份有限公司、南京南瑞继保电气有限公司、西安西电电力系统有限公司。

本文件主要起草人：陈俊、谢惠藩、徐义良、唐金昆、张琨、邹常跃、肖涛、周月宾、谢桂泉、杨学广、陈名、李建勋、李标俊、杨贵军、吴轲、潘维、岳伟、刘小勇、吉攀攀、秦健、胡兆庆、涂小刚。

本文件在执行过程中的意见或建议可反馈至珠海市直流输电及电力电子产业促进会（地址：广东省珠海市香洲区乐园路46号，519000）。

柔性直流输电阀级控制设备技术规范

1 范围

本文件规定了柔性直流输电阀级控制设备的硬件配置、功能及性能、接口、试验等。

本文件适用于（特）高压柔性直流输电系统及柔性直流背靠背系统中采用模块化多电平拓扑换流阀阀级控制设备。柔性直流配电和静止同步补偿装置（STATCOM）用换流阀阀级控制设备可参照执行。

注：阀级控制设备，以下简称“阀控”。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A:低温

GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B:高温

GB/T 2423.4-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db: 交变湿热（12h+12h循环）

GB/T 2423.22-2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验N: 温度变化

GB/T 7261-2016 继电保护与安全自动装置基本试验方法

GB/T 13306 标牌

GB/T 14598.27-2017 量度继电器和保护装置 第27部分：产品安全要求

GB/T 34118-2017 高压直流系统用电压源换流器术语

GB/T 35745-2017 柔性直流输电控制与保护设备技术要求

GB/T 36956-2018 柔性直流输电阀基控制设备试验

IEC 60255-24: 2013 测量继电器和保护设备 第24部分 电力系统瞬态数据交换的通用格式 (COMTRADE) (Measuring relays and protection equipment- Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power systems)

3 术语和定义

GB/T 34118-2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

阀控 valve level control unit, VLC

处于地电位，连接直流控制系统与换流阀本体，与两个系统进行信号交互，接收直流控制系统调制波和命令，接收换流阀状态反馈，实现换流阀控制（脉冲调制、模块均压等）、监视和保护等功能，通常包含主控装置、脉冲分配装置和状态监视装置三个部分，见附录A。

3.2

主控装置 main control device

阀控（3.1）中用于与上层控制保护连接，并生成换流阀触发脉冲的装置。

3.3

脉冲分配装置 trigger signal distribution device

阀控（3.1）中用于与换流阀直接连接，分发触发脉冲的装置。

3.4

状态监视装置 valve condition monitoring device

阀控（3.1）中仅从阀控主控屏和脉冲分配屏读取数据，对换流阀运行状态进行监视，对运行数据进行存储和分析处理的装置。

3.5

下行链路延时 downlink time delay

阀控（3.1）从接收到上层控制保护调制波，到完成功率模块触发脉冲执行所用时间。

3.6

上行链路延时 uplink time delay

从换流阀功率模块控制板上送模块电压，到阀控主控装置完成功率模块电压平均值上送所用时间。

3.7

黑模块 black module

换流阀充电后，由于上行光纤故障、取能电源故障或控制板卡故障等原因导致阀控无法获取实时状态的功率模块。

4 使用条件

4.1 正常使用条件

包括：

- a) 环境温度： $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 大气压力： $80\text{ kPa}\sim 110\text{ kPa}$ ；
- c) 相对湿度： $5\%\sim 95\%$ （内部既不应凝露，也不应结冰）。

4.2 特殊使用条件

对于超出4.1的使用条件，具体有制造商或承包商和用户协商确定。

5 总体要求

阀控应保证在换流阀正常或故障条件下正常工作。在任何情况下都不能因为阀控的工作不当而造成换流阀的损坏。

阀控应具备故障状态锁存功能和软硬件复位功能。阀控的软件程序应实现用校验码进行版本管理，校验码由机器自动生成。

阀控主控装置应双重化配置，任一系统发生故障或系统维护时，不影响正常系统的运行。主备套之间应通过光纤通信（配置冗余）实现备套对主套的跟随，主备套切换过程不应引起系统明显波动。

阀控安装于无电磁屏蔽房间内，设备自身应满足抗电磁场干扰及静电影响的要求。在雷电过电压、操作过电压发生及一次设备出现短路故障时，阀控均不应误动作。阀控设备应通过严格的电磁兼容试验。

阀控设计寿命应不小于30年，全寿命周期内可更换部分板卡。

6 硬件配置

6.1 结构与组屏

阀控设备由主控装置、脉冲分配装置、状态监视装置组成：

- 主控装置中一般集成了换流阀保护装置；
- 脉冲分配装置包含六个桥臂的桥臂脉冲分配装置；
- 状态监视装置包含换流阀状态监视装置和录波装置。

6.2 冗余要求

6.2.1 阀控中发生单一故障不应导致换流阀闭锁或跳闸，包括测量回路、板卡、元器件、电源、系统内通讯、阀控与其他控制保护系统间的通讯等故障。

6.2.2 冗余配置的阀控主控装置硬件上应相互独立，一套阀控主控装置处于不可用状态时，另一套处于热备用状态的阀控主控装置应及时转入值班状态。

6.2.3 脉冲分配装置中与阀控主控装置进行通信的板卡应采用双冗余设计，与阀控主控装置之间的光纤连接方式应采用交叉冗余连接。

6.2.4 阀控（含脉冲分配装置）硬件应具备 N-1 冗余能力，任何单一元件或板卡故障不应影响阀控及换流阀的正常运行，也不应引起功率模块的旁路，且能够在换流阀不停运的情况下进行在线更换等故障处理。

6.2.5 脉冲分配装置屏柜中各机箱内部应采用双路电源总线设计，每路电源总线应采用独立的电源模块，总线之间保持独立，避免单路电源总线故障引起另外一路故障。

6.2.6 脉冲分配装置屏柜中各机箱内部应采用双路通讯总线设计，包括晶振、分配电路在内，每路通讯总线应保持独立设计，避免单路总线故障引起另外一路故障。

6.2.7 脉冲分配装置屏柜中与换流阀连接的脉冲板应采用双电源模块和双主芯片设计，应减少电源和通讯的并用，避免板卡内部故障导致机箱双路电源或双路总线的同时故障。

6.2.8 脉冲分配装置屏柜中相邻机箱应具备冗余功能，避免单个机箱故障造成该机箱所连功率模块的控制信号丢失。相邻两个功率模块应采用交叉通讯设计且应经光纤连接至两个相邻的不同机箱内。

6.3 阀控主控装置配置要求

6.3.1 双冗余的阀控主控装置之间应具有数据同步通道，应采用双通道配置。阀控主控装置之间数据同步光纤应同步阀控控制输出和较重要的换流阀状态，减小阀控切换对直流系统的影响，以及防止单套检修时重要运行数据的丢失。阀控主控装置之间通讯故障，系统应能保持正常运行。

6.3.2 每套阀控主控装置应具有独立的监控系统及人机交互界面，用于换流阀状态查看、故障显示和参数整定，监控系统自身健康状况不参与冗余切换逻辑。

6.3.3 阀控主控装置屏柜应采用屏柜双电源或机箱双电源配置，双路电源空气开关应接在两路独立直流/交流电源上。

6.4 脉冲分配装置配置要求

6.4.1 脉冲分配装置屏柜应加强自身散热设计，屏柜内温度应控制在元器件长期可耐受温度以下。

6.4.2 脉冲分配装置屏柜应采用屏柜双电源或机箱双电源配置，双路电源空气开关应接在两路独立直流/交流电源上。

6.4.3 脉冲分配装置屏柜中各机箱内部的短路隐患点应配置过流保护电路，确保隐患点短路后能被迅速切断并隔离，不影响机箱其他部分的正常运行。

6.5 状态监视装置配置要求

6.5.1 阀控应配置独立的状态监视装置，与阀控主控装置和脉冲分配装置相互独立。数据主要从阀控主控装置和脉冲分配装置读取，状态监视装置仅返回必要的装置健康状态用于告警提示。状态监视装置故障后不应影响系统正常运行。

6.5.2 状态监视装置（或阀控主控装置）应具备换流阀状态监视和就地录波功能。

6.5.3 状态监视装置应具备历史数据自动存储功能，主机掉电重启后不应造成历史数据的丢失。

6.5.4 录波数据应该包含阀控控制数据、阀控快速保护数据、功率模块电容电压和运行状态数据。

6.5.5 录波数据存储格式应符合 IEC 60255-24: 2013 中 COMTRADE 格式。

6.5.6 阀控控制、阀控保护及换流阀功率模块故障录波的数据应至少包含故障点及其前、后各不低于 500 ms 的数据。

6.5.7 状态监视装置屏柜应采用屏柜双电源或机箱双电源配置，双路电源空气开关应接在两路独立直流/交流电源上。

7 功能及性能要求

7.1 功能要求

7.1.1 脉冲调制

可采用固定电平数或变电平数的调制方法。

为了抑制功率模块旁路后不对称带来的直流电流波动，应对调制波进行矫正。

注：固定电平数调制指计算生成电平数时默认功率模块电压为恒定值的调制方法，变电平数调制指计算生成电平数时默认功率模块电压随功率模块旁路个数而提高的调制方法。

7.1.2 模块均压

为平衡均压性能与运行损耗，单桥臂内模块电容电压差异值（稳态运行下任一时间断面桥臂内模块电容电压最大值与最小值之差）不宜大于额定运行值的10%。

7.1.3 模块冗余控制

模块冗余控制功能主要对桥臂内发生的模块故障旁路事件进行管理，包括启动阶段旁路允许指令的下发，运行过程中模块旁路请求的响应，旁路模块数量、旁路时刻、旁路原因的记录和统计，应具备冗余模块接近耗尽时的告警功能，应具备冗余模块超出上限值后的闭锁跳闸功能。

7.1.4 可控充电

除全部采用半桥拓扑的换流阀外，在换流阀解锁前，阀控应具备将功率模块充电电压自动调整到接近额定值的功能。阀控的可控充电功能应能满足换流阀在交流侧充电、直流侧充电以及交直流混合充电等各种充电模式下的充电要求。

7.1.5 换流阀自检功能

阀控应在充电后实现对换流阀所有功率模块的自检测，应自动判别允许解锁运行条件。

阀控应在充电后通过程序自动比对，实现对新增黑模块的识别。

针对含全桥、半桥等不同拓扑类型功率模块的混合型换流阀，阀控应在换流阀充电阶段完成功率模块拓扑类型的自动识别操作。阀控应自动识别出各个位置上的模块类型，并保证换流阀能正常解锁和运行。

7.1.6 换流阀基本保护功能

阀控保护设计与控制保护系统进行配合，优先配置直接保护阀且对时效性要求较高的桥臂过流（桥臂电流速断、桥臂电流上升率保护）和桥臂过压等基本保护，其他后备保护根据工程系统设计需求进行配置。

阀控应基于现场可编程逻辑门阵列（FPGA）等硬件配置快速保护，保护类型包括桥臂过流保护、桥臂电流上升率保护等。依靠外部电气量的保护（如桥臂过流保护、桥臂电流上升率保护），在双套阀控主控中均按照“三取二”原则分别配置。

阀控的断路器跳闸功能，应配置总出口硬压板。各保护出口分压板根据实际工程需要进行配置。

7.1.7 暂停触发再解锁功能

检测到换流阀桥臂电流超过阈值，阀控执行闭锁操作，同时向上级控制系统发送暂停触发信号。阀控应具备分桥臂、分相和整个换流阀的暂停触发再解锁功能，以供选择。根据工程系统设计需求，阀控经上级控制系统下发允许解锁后执行再解锁，或者由阀控自行判断进行再解锁。

检测换流阀的暂停触发信号持续时间超过阈值，判断为暂停触发超时故障。

在一定时间内，检测换流阀的暂停触发次数超过阈值，判断为暂停触发次数超限。暂停触发次数判断应采用滑窗计算方法，暂停触发次数应根据工程需求指定为单桥臂或者整个换流阀范围。

7.1.8 阀控主控装置监控系统及人机交互功能

阀控应实现对全部模块的电容电压、旁路状态和故障状态（模块所有故障类型）等信息的监视，满足换流阀及阀控故障分析及异常情况指示等需求，故障定位应具体明确。模拟量、状态量、接口信号和故障信号具备就地录波功能，就地录波采样频率不应低于测量回路采样频率，具备自动启动和手动启动的功能，能够方便运行人员提取。

阀控配置的就地监控系统应具备实现阀控故障复位、环流抑制投退、黑模块比对功能投退、控制保护定值修改等操作功能。环流抑制投退、黑模块比对功能投退和控制保护定值修改操作应设置密码权限。

监控系统界面应设置独立报文界面，报文界面含实时信号、（告警、跳闸）未复归信号、信号搜索等页面，以便运维人员分类查看及故障快速定位。报文的分类及颜色宜分为状态（黑色）、告警（黄色）、命令（绿色）、跳闸（红色）等级。

阀控应提供与全站统一故障录波装置的接口，上送的录波数据应包括：

- 换流阀实际执行的调制波（总投入模块数）；
- 换流阀实际投入的全桥模块数；
- 桥臂内模块电容电压最大值（全桥）；
- 桥臂内模块电容电压最大值（半桥）；
- 桥臂内模块电容电压最小值（全桥）；
- 桥臂内模块电容电压最小值（半桥）；
- 桥臂内模块电容电压平均值（全桥）；
- 桥臂内模块电容电压平均值（半桥）；
- 桥臂旁路模块数；
- 解闭锁信号及相关状态信号等。

7.1.9 环流抑制功能

阀控应具备将二倍频环流分量抑制在一定限值内的功能。环流抑制功能不得引入其他频次环流分量。

阀控环流抑制控制器宜采用PI控制环，环流抑制输出应设置输出限幅环节。

以桥臂基频电流为基准，环流抑制功能投入后桥臂二倍频环流控制水平要求如下：

- a) 0.1p.u. 功率以下时，不应大于5%；
- b) 0.1p.u. ~0.5p.u. 功率范围时，不应大于3%；
- c) 0.5p.u. 功率以上时，不应大于2%。

7.1.10 换流阀在线状态评估功能

阀控应实现对每个功率模块的状态监视，通过功率模块电压波动、开关频率、器件温度变化、功率模块与阀控通信故障率等信息，对功率模块健康状态进行评估和预测。

7.1.11 检修试验功能

阀控应设置独立的检修试验模式，便于运维人员操作，具备在检修状态下对功率模块进行测试的功能。

运维人员通过监控系统对功率模块旁路能进行以下操作：

- 手动旁路置位；
- 手动旁路清除；
- 全局旁路清除。

7.2 性能要求

7.2.1 控制周期及同步要求

阀控主控装置的控制周期不应大于 $50\mu\text{s}$ 。

阀控主控装置应根据接收到的上层控制的调制波进行自身控制周期起始时间的调整，使其与上层控制实现同步。

注：控制周期指阀控主控装置根据调制波更新脉冲信号的主循环周期。

7.2.2 延时要求

阀控下行链路延时不应大于 $50\mu\text{s}$ 。

阀控上行链路延时不应大于 $100\mu\text{s}$ 。

阀控桥臂过流保护动作延时不应大于 $50\mu\text{s}$ 。

注：从阀控接收到测量装置的电气量达到保护定值，到功率模块接收到阀控下发的闭锁命令所用时间。条件：测量装置采样率100kHz，采样判断点为2个点以上。

7.2.3 环境适应性要求

阀控应满足柔性直流工程现场环境使用要求。按9.1.2节的方法进行高温试验、低温试验、温度变化试验、交变湿热试验后，设备应能正常运行。

8 接口要求

8.1 与换流阀功率模块接口

阀控与换流阀功率模块采用高速光纤通讯，每个功率模块单元通过一对光纤接到阀控脉冲分配屏上，实现功率模块的触发、电容电压检测和功率模块状态监测。

8.2 与上层控制保护接口

阀控与上层控制保护装置之间采用高速光纤通讯，每次通讯所需时延不大于 $20\mu\text{s}$ ，接口协议应是通用、开放的。控制保护到阀控的下行接口信号包括：解锁运行/闭锁指令、可控充电指令、调制波、系统值班信号等。阀控到控制保护的上行接口信号包括：阀控运行状态信号、READY信号、冗余切换请求、阀控请求跳闸信号、旁路模块个数、桥臂模块平均电压等。

8.3 与运行人员工作界面（SCADA）接口

阀控与SCADA的通信应采用行业通用协议，上传信息包括换流阀功率模块工作状态、模块电压、旁路状态、故障信息、阀控装置状态及故障、与控保接口通信状态等。

8.4 与时钟同步系统接口

阀控应具备与全站时钟同步系统的接口，对时精度不大于 1ms 。

9 试验要求

9.1 型式试验

9.1.1 型式试验应包括：环境试验，振动、冲击、碰撞试验，电磁兼容试验。环境试验按 9.1.2 节要求执行，其他试验按照 GB/T 35745-2017 中 6.2.1.3 规定进行。

9.1.2 环境试验按表 1 要求开展：

表1 环境试验要求

试验项目	试验要求	依据标准
高温试验	环境试验温度 $\geq 70^{\circ}\text{C}$ ，持续时间 ≥ 24 小时。	GB/T 2423.2-2008 第6章
低温试验	环境试验温度 $\leq -10^{\circ}\text{C}$ ，持续时间 ≥ 24 小时。	GB/T 2423.1-2008 第6章
温度变化试验	高温 $\geq 70^{\circ}\text{C}$ ，低温 $\leq -10^{\circ}\text{C}$ ，暴露持续时间为3小时，温度变化速率为 $1^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ ，循环次数为5次。	GB/T 2423.22-2012 第8章
交变湿热试验	高温 $\geq 55^{\circ}\text{C}$ 、低温 $\leq 25^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\geq 95\%$ ，试验周期为6次。恢复期间不应应对试验样品进行擦拭处理。	GB/T 2423.4-2008 第7章

9.2 例行试验

9.2.1 硬件功能试验

9.2.1.1 外观检查

结构及外观要求检查按GB/T 7261-2016中第5章规定的方法进行。

9.2.1.2 上电试验

检验阀控上电及自检功能的正确性，设备内部各机箱间通信状态正常。

9.2.1.3 电源偏差试验

当输入电源电压在设计范围内变化时，设备的功能正常，其精确度满足设计要求。

9.2.1.4 绝缘试验

绝缘电阻测试按照GB/T 36956-2018中5.4.2规定进行；
介质强度试验按照GB/T 36956-2018中5.4.3规定进行。

9.2.1.5 环境试验

高温试验按照GB/T 36956-2018中5.2.2规定进行，并对老化试验补充如下：

- a) 老化试验温度不低于55℃，持续时间不应低于8小时；
- b) 低温试验按照GB/T 36956-2018中5.2.3规定进行。

9.2.1.6 连续通电运行试验

设备所有屏柜应按实际工作状态不间断连续运行，在整个运行过程中，其各种动作、功能及程序均应正确无误，达到连续运行时间 100 h（常温）或 72 h（+40℃），视为试验通过。

9.2.2 软件功能试验

9.2.2.1 I/O单元的性能试验

首先将屏柜上电，将输入DI触点逐个进行闭合，在监控后台查看触点是否正常，之后在监控后台逐个下发命令，让DO输出触点吸合，使用万用表检测DO触点是否正常吸合。

9.2.2.2 冗余设备切换试验

屏柜上电，让A套阀控主控装置处于值班状态、B套阀控主控装置处于备用状态，将A套阀控主控装置掉电，验证系统自动切换到B套阀控主控装置，B套阀控主控装置应由备用状态切换至值班状态。将A套阀控主控装置重新上电，运行稳定后，将B套阀控主控装置掉电，验证系统自动切换到A套阀控主控装置，A套阀控主控装置应由备用状态切换至值班状态。

9.2.2.3 事件顺序记录分辨率试验

烧写入测试程序，使阀控连续两个控制周期出现两个不同的故障，通过试验后台观察阀控是否能够上传两条事件记录，记录监控后台两个事件的时间差。

9.2.2.4 阀控与控制保护的接口试验

验证阀控能否正确接收到控制保护下发的数据报文，验证阀控能否正确接收控制保护下发的值班/备用脉冲，验证控制保护能否正确接收阀控上传的数据报文，验证控制保护能否正确接收阀控上传的故障脉冲和切换请求脉冲。

10 标志、标签和随机文件

10.1 标志和标签

10.1.1 每台设备应有满足 GB/T 13306 中要求的铭牌或相当于铭牌的标志，内容包括：

- 制造厂名称和商标；
- 设备型号和名称；
- 规格号（需要时）；
- 额定值；
- 整定范围和刻度（需要时）；
- 设备制造年、月；

- 设备的编号；
- 具有端子标志和接地标志的内部接线图；

10.1.2 设备的端子旁应标明端子号。

10.1.3 设备内部的继电器、集成电路、电阻器、电容器、晶体管等主要元器件，应在其印制电路板或安装板上标明其在原理接线图中的代号。

10.1.4 静电敏感部件应有防静电标志。

10.1.5 设备外包装上应有收发货标志、包装、储运图示标志等必须的标志和标签，包装储运标志应符合 GB/T 191 的规定。

10.1.6 设备的相关部位及说明书中应有安全标志，安全标志应符合 GB 14598.27-2017 中 9.1 规定。

10.1.7 设备的使用说明书、质量证明文件或包装物上应标有设备执行的标准代号。

10.1.8 所有标志均应规范、清晰、持久。

10.2 随设备供应的文件

出厂设备应配套提供以下文件：

- 质量证明文件，必要时附出厂检验记录；
- 设备说明书（可按供货批次提供），说明书中硬件部分应包含各装置冗余设计的原理图和接线图，说明书中软件部分应包含控制和保护功能相关定值及说明，应包含阀控主控装置和状态监控装置人机交互界面的使用操作方法；
- 设备安装图（可含在设备说明书中）；
- 设备原理图和接线图（可含在设备说明书中）；
- 装箱单。

11 包装、运输和贮存

11.1 包装

设备在包装前，应将其可动部分固定。

每台设备应用防水材料包好，再装在具有一定防振能力的包装盒内。

设备随机文件、附件及易损件应按企业产品标准和说明书的规定一并包装和供应。

11.2 运输

包装好的户内使用的设备在运输过程中的贮存温度为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于95%。设备应能承受在此环境中的短时贮存。

11.3 贮存

包装好的设备应贮存在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于80%、周围空气中不含有腐蚀性、火灾及爆炸性物质的室内。

附录 A
(资料性)
阀级控制设备结构

如图A.1所示，是阀级控制设备的结构示意图。阀级控制设备属于地定位设备，处于上层换流器控制和下层换流阀本体之间，由主控装置、脉冲分配装置和状态监视装置三部分组成。

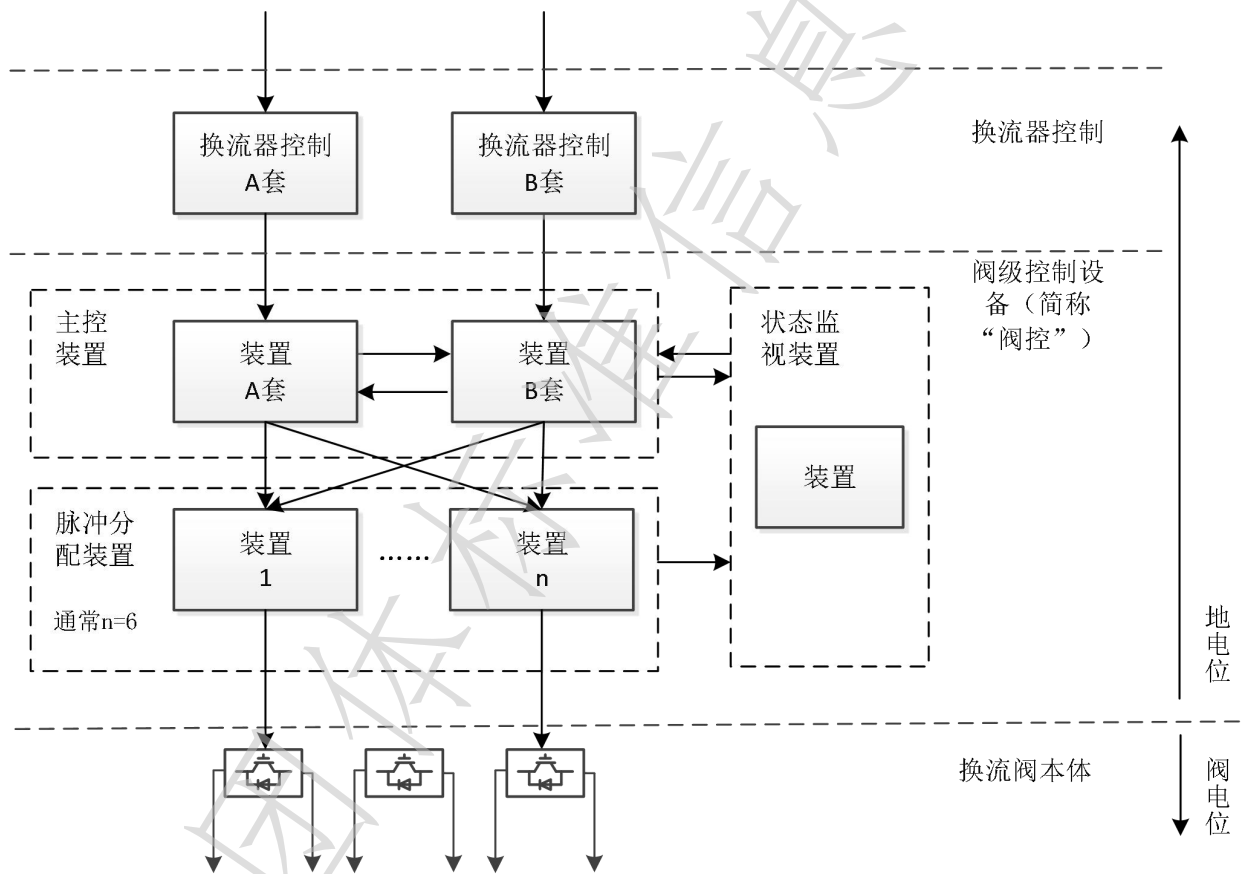


图 A.1 阀级控制设备结构示意图