

大功率5英寸晶闸管在12脉波整流器中的应用研究

孙航东 纪养龙 曹勇 赵辛

(西安派瑞功率半导体变流技术股份有限公司 陕西 西安 710076)

[摘要] 本文介绍了5英寸晶闸管在大功率12脉波同相逆并联整流器中的应用以及结构设计, 设计出了整流原理图和结构设计图; 根据大功率整流电源进行了过压分析并设计出了过压吸收电路。

[关键词] 大功率晶闸管整流器; 5英寸晶闸管; 单台12脉波整流器结构设计; 同相逆并联结构

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.06.1139

1 12脉主电路介绍

整流电源的主整流采用四组三相桥同相逆并联整流方式, 单柜输出12脉波直流电。整流变压器通过二次绕组移相 $\pm 15^\circ$, 系统原理如图1所示。每套机组一台整流柜, 配备一台整流变压器, 机组组成十二相整流。在结构设计方面, 考虑到由4个桥组装在1个整流柜内, 整流柜体积必然很庞大。因此采用12个整流臂, 同一整流臂上部和下部各安装了正、负半波导通的晶闸管, 即在同一母排上晶闸管元件1组正向压接1组反向压接, 其中1组元件交叉相连到对应快熔上。这样不但提高了整流臂的利用率, 更大大缩小了整流柜的体积, 且整个整流柜只用了12根侧进线水冷交流母线, 大大缩短了母线长度, 减小了损耗。

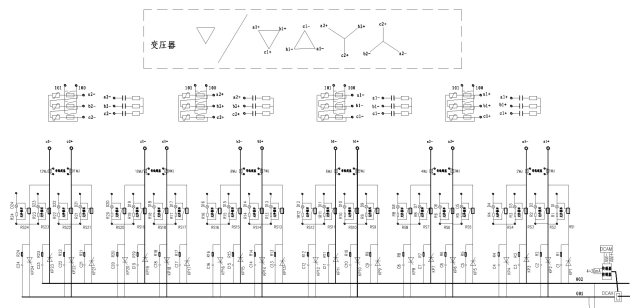


图1: 三相桥式同相逆并联12脉波原理

2 整流器结构设计

本整流柜采用柜体式结构, 柜体为防磁型设计, 产生局部涡流发热的地方, 用不锈钢材料隔断磁路。柜体采用GGD冷弯型钢三单元组合柜体, 阻断磁路, 这样最大限度地降低了主整流器件的功率损耗, 降低了柜体涡流发热等附加损耗, 使该整流机组具有较高的整流效率。整流柜底部单排交流进线, 直流顶部出线。单柜共12个整流臂(等效24个整流臂), 每臂2只元件, 其中1只元件与对应快熔相连, 另1只元件与同相逆并联臂的快熔交叉相连; 见(图2): 整流桥臂结构。构成12脉波整流, 其交流进线端子与整流变压器出线端子母线排一一对应, 且中心标高相互配合一致。

本世纪初西安派瑞功率半导体变流技术股份有限公司为特高压直流输电研制出的中国第一只5英寸压接大功率低损耗电控晶闸管, 整流装置的元件采用了五寸晶闸管, 减少了元件并联数。从而确保整流元件参数的一致性和长期运行的稳定性及可靠性。装置中的快速熔断器采用高分断能力(分断能力 $\geq 100\text{KA}$)低等效电阻G型结构的熔断器, 不仅损耗低, 冷却效果好, 在整流器出现偶然得故障时, 能确保快速熔断器可靠分断。整流臂、快速熔断器臂均采用高绝缘性能及高强度的环氧玻璃支撑件绝缘, 确保操作人员的人身安全; 合理完善的过流、过压保护及良好的绝缘配合, 使整机具有极高的可靠性和安全性。

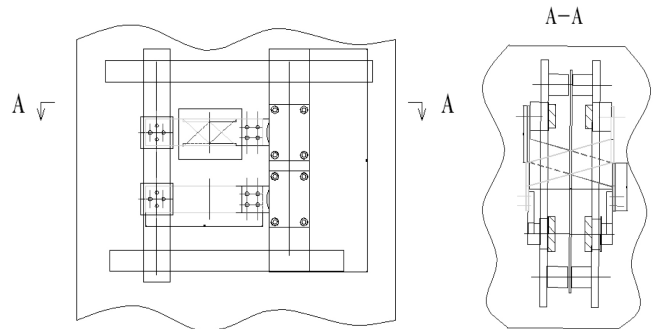


图2: 整流桥臂结构

整流柜正面采用可开启的玻璃门(防爆有机玻璃), 柜后采用便于维护的移动挂板, 柜壳采用喷塑处理, 框架采用高强度钢结构, 整流柜柜壳所用钢板厚度均匀为2.5mm, 保证有足够高的强度与刚度。整流柜防护等级元件间隔为IP50, 柜上部母线为IP20。

由于五英寸晶闸管压接压力要求达到10~12吨, 以保证有足够的接触面积, 5英寸晶闸管采用4点压接组件, 采用2块钢板对压方式, 一块为自恢复式弹簧钢板, 一块为不锈钢

钢板, 经过实践和实际运行已完全压力满足要求, 并能有效提高均流系数。

整流臂的带电螺栓头均带上带丝的绝缘帽, 以防止尖端放电。

3 过电压保护设计

整流装置(或整流机组)会遭受的过电压分外部过电压和内部过电压。外部过电压一般由于交流网路故障和大气放电引起。绝大多数外部过电压来自交流进线端, 另外也会遭受到雷击的危害。内部过电压主要由整流装置(或整流机组)内部的开关分合闸操作、整流元件换相关断、整流元件反向击穿造成快速熔断器的燃弧等内部因素引起。

任何过电压的出现, 都是一种能量施加的过程。

对于整流装置的保护: 在交流输入侧设置氧化锌压敏电阻保护及R-C过电压吸收。在整流桥的直流输出侧设置直流R-C吸收及压敏电阻保护。(如图1所示)

结论

本文设计并实现了一套高电压大电流电化学整流电源, 各项指标均满足使用指标要求。采用5英寸晶闸管在12脉波整流器中的应用, 设计出的大功率整流电源已经在电解行业得到广泛应用。在节能和降低电网谐波方面取得了显著效果。

参考文献:

- [1] 杨旭, 裴云庆, 王兆安. 开关电源技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [2] 王兆安, 黄俊. 电力电子技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [3] 刘怀斌. 大功率整流器装置的可靠性. 沈阳铝镁设计院 2005.