

# 500kV 变电站串内电流分布影响因素分析

何璟恒

(上海电力股份罗泾燃机发电厂, 上海 200000)

**摘要:**500kV 变电站通常只采用一台半断路器作为主接线,能够为串内的各个设备都具有良好的安全裕度提供保障,在满足一定运行方式条件下,开关及母线电流超过额定值运行。采用主接线方式,使 500kV 变电站一台断路器产生电流裕度,在输送高一等级的电流时,借助低一电流输送等级的串内开关设备实现,使变电站的经济效益和社会效益得到提升。

**关键词:**500kV 变电站;串内电流分布;影响因素

**【DOI】**10.12231/j.issn.1000-8772.2021.27.113

## 1 前言

基于电网规模的不断扩大,电力线路的不断增多,以及用电要求的日渐提高,高压或特高压直流输电线路数量越来越多越来越普遍,同时也导致变电站装机容量也在不断地扩大。在这种社会背景下怎样才能确保集中输入的大容量电能被安全、可靠的输出,成为当下变电站建设的重点。对于 500kV 变电站而言,其自身有着十分复杂且繁多的进出线,因此对过负荷与短时间短路故障条件下变电站的安全运行提出了较高的要求,为了满足运行需求往往都会需要设置满足较大电流输送安全裕度的单条输电线路。

## 2 关于 500kV 变电站串内电流分布的相关概述

随着目前我国地区电力系统光伏网络建设规模的进一步扩大,就华东地区而言,大批新增的交流高压、特殊交流高压以及交直流光伏输电机组线路已经全部接入目电网,该地区的装机容量不断扩大,电网总量也在不断增多,此时对于华东地区电网来讲,集中分散输出大容量光伏电能,能否再次进行集中性的可靠、安全输出,是电网建设过程中重点考虑的一方面,与华东地区电网网络建设质量息息相关<sup>[1]</sup>。500kV 变电站运行时,所用主接线通常为采用一台半断路器进行连接,该接线方式对于串内母线、开关装置等相互连接的设备性能要求较高,需具备较高的电流安全充裕度,对此,在某种运行模式下,满足其额定值要求,可允许每个开关、母线的电流短暂的超过额定值。如图 1 所示,为 500kV 变电站示意图。



图 1 500kV 变电站示意图

## 3 500kV 变电站串内电流分布影响因素分析

### 3.1 等接触电阻条件下串内电流分布

先从简易两个基本方面的实验角度出发入手,将所有两个

接触直流电阻的额定绝缘电压值都转换为一个数值相等,考虑到在一个相等于所有接触直流电阻的额定工作电压环境下,500kV 直流高压变电站串内电流输出的接触电流密度分布值就采用了初步实验定理的  $tw^{1/2}$ 。然后再向上继续向下进行对于触控断路器等不同元件的各个接触点和电阻试验跟着它们直接通过的触头电流振动强弱程度大小、触头内部受到的机械压力直接和橡皮力振动强弱程度大小、触头上的材质温升强弱程度大小、触控接头操作启动期间开断的和闭合的触头操作启动次数多少和各种不同元件断路器的操作类型等进行影响各个因子的综合试验,将这些因子受到直接影响的各个因子都综合加入,观察到它们对于串内部的电流运动频率及其分布运动规律的直接影响,察看它们之间具有相应的各个影响因子关系,考察它们是否被正确计入该影响因子。串内电子部件在相互作用的影响下,其驱动电流密度分布也会呈现相应变化,表现出一定的规律。

一台新型半断路器在两串之间同时进行工作连续运行时的相对电流密度分布运动状态及其情况比较复杂,为了简单起见,首先我们要详细分析两串之间同时进行工作连续运行的两个串内电流开关之间的相对电流密度分布运动状态及其规律<sup>[2]</sup>。图 2 所示为,两串运行电流分布 PSDAD 模型。仅可以考虑第 4 串和第 5 串两串在一个空间里相互运行的两种现象,即是否可以正确假设第 1~3 串、第 6 串均完后可以自动退出并在空间里继续运行。此时将一个主接线简单地转换成了一个控制回路。其中,未经过充分考虑涉及到各个断路器件的接触交流电阻的大小变化,所有断路接触交流电阻均值可以近似地精确取出因为与其大小基本相等,各个断路接触交流电阻之间的相对电流比率值大小,决定了断路接触交阻电流数值大小,与具体比率数值的大小差异和在大小上也不尽自然相关,为了方便计算,将标准平均值 1.0 作为均值。采用一个正值来表示电源端的电流,电压采用负值表示,采用一个正值电压表示有源电流的电压流入。

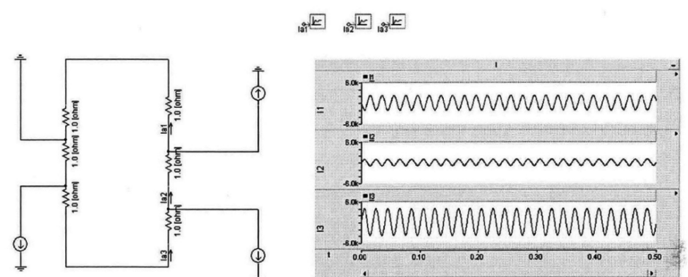


图 2 两串运行电流分布模型

### 3.2 500kV 变电站串内电流分布实际测量

在测量串内电流分布情况时,需采用仿真检验手段,主要了解电流系数分布情况以及 PSACD 情况。为确保数据的真实性、有效性,实现对串内电流分布的准确测量,就需要针对实际 500kV 交流变电站的串内接入输出回路电流系数分布仿真情况等来进行一些相应的仿真实测<sup>[9]</sup>。实际测量过程中,需先测量红外触头的每个接触交流电阻,测量对象为一组 a 相和每个 c 相,使红外触头处于正常运行状态,将其流经的接触电流系数数值做详细记录。为了解红外开关进入触头的物体表面温度情况,可借助非接触式红外开关测温仪对其进行实时监测,而周围各种环境条件,包括风速、湿度、温度等各项数据,可由地面监测气象站自动获取。通过这一次的空气测量实验成果分析可以明显看出,在一天中,如果环境中的风速、湿度、温度等无明显变化,以及流经的水和电流都无明显变化时,开关头和接触头上的直流电阻值参数大小也会维持在相对稳定的范围内,无明显变化。

500kV 移动变电站交流串内负载电流的移动分布式仿实测,选择某变电站和另外一个变电站交流作为其主要测试实验对象,依据自己在现有测试实验室的资料收集条件,对交流串内负载电流分布情况进行仿真测试。在进行 PSACD 仿真检验时,获取有大量数据参数,其中交流电源、负荷电流情况与本次实测仿真结果相同,因此,更加有利于把本次实测仿真结果与先前 PSACD 中的仿真结果得出对比来。据与实验仿真结果进行了分析对比,判定了经过仿真后分析得到的实验数据模型是否正确。根据仿真测试结果可知,PSACD 精度与检验实测值较为贴合,所存在的误差,在允许范围内,仿真结果较为准确。

#### 4 断路器触头接触电阻变化影响下串内电流分布情况

对于 500kV 变电站来讲,在采用某些确定开关连接线型情况下,串内开关电流高低及具体分布,会受到各条支路阻抗的影响<sup>[9]</sup>。采用针对断路器接点触头移动拆分进行离线电阻测量的这种方法主要是根据平台实验室对平台总体设计方案搭建和实际进行测量的主要手段,利用单元件影响相关因素的电阻变量发生变化的测量手段,例如在其中进行一个断路器接点触头移动接受元件电阻的移动频率及其大小随接点触头连续移动接受电流的变化大小而不同影响相关因素发生变化的实际情况进行探讨时,保持接点触头压接收到元件压接的接受电阻及其大小、触头压接材料的温升幅度及其大小、触点接头受到启动或停止闭合的每个动作重复次数多少以及压接断路器的元件类型等使其影响要素因子不变,以此类推,逐一分析探索各种不同影响要素因子对各个断路器触头接触面的电阻大小产生的直接影响。

(1) 此次测试实验室在平台上的接线工作方式主要是,由大型的电流功率来源信号发生器向其中一路输出一个可以调解的一个交流的大电流,经一个大功率来源引线后,再接入一个信号叫作 ZF10-126G 的被动测试断路器作为接触器的触发端头。

(2) 启动后开始检测回路电流情况,将大型电流源发生器打开,最先通过的接触电流数值较小,2~3 分钟之后,仿真实验状态趋于稳定后,借助电流量表,对从触头两端的回路电流大小进行测量,借助万用表(图 3),对触头两端读的电压量大小进行测量,电压除以电流便可以直接得出该电流下接触电阻量大小。

(3) 增加一个大功率接触电流电压发生器的输入额定电流送出输入值,按照上述步骤进行重复操作,可以获取不同输入



图 3 万用量表示意图

额定电流下,送入被试稳压触头的不同接触稳压电阻数值,得到参数变化情况,直至当其送出输入额定电流逐渐增大并达到被试触头上的额定电流 2000A 时即可结束本次测量<sup>[9]</sup>。

#### 5 结束语

本文通过分析变电站主接线中各个支路的接线特征,对不同阻抗值对串内电流分布影响进行对比,分析 500kV 变电站串内电流分布影响因素,最后提出考虑断路器触头接触电阻变化的串内电流分布建议。

#### 参考文献

- [1]孙莹,李立峰,程晓磊,蔡文斌,宋凯洋,慕腾,杨帅.变电站短路电流超标分析及解决方案[J].内蒙古电力技术,2020,38(06):29-33.
- [2]秦天,刘浔,涂春华,吴国华.基于 CDEGS 的多电流极法测量变电站接地电阻研究[J].电瓷避雷器,2020(06):136-143.
- [3]杜敦,陈昊,任旭超,刘永.500kV 变电站串内合环电流分析[J].湖南电力,2020,40(05):1-5+9.
- [4]周俊.浅谈变电站 500kV SF6 电流互感器故障原因及对策[J].电子测试,2020(20):98-99+91.
- [5]芦颖,岳璐.有效限制 500kV 变电站中压侧母线短路电流的技术措施探讨[J].电气技术与经济,2020(04):14-16.
- [6]杨路明.500kV 变电站串内电流分布影响因素研究[D].山东大学,2015.