

文章编号:1001-1609(2004)01-0040-03

基于永磁操动机构的光控模块式多断口真空断路器技术

廖敏夫, 邹积岩, 段雄鹰

(大连理工大学电气工程与应用电子技术系, 辽宁 大连 116024)

Vacuum Circuit Breaker with Multi Breaks Based on Permanent Magnetic Actuator with Optic-controlled Module

LIAO Min-fu, ZOU Ji-yan, DUAN Xiong-ying

(Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Dalian University of Science and Technology, Dalian 116024, China)

摘要: 提出了一种设计多断口真空断路器的新思路,即采用基于永磁操动机构的光控模块式真空断路器单元串联成为更高电压等级的多断口真空断路器。它使用光纤控制技术在低电位端对处于高电位的真空断路器的电子操动机构进行控制。最后,对光控真空模块单元中的电源系统进行了介绍。

关键词: 多断口真空断路器; 永磁操动机构;

光控真空模块单元; 电源系统

中图分类号: TM561.2

文献标识码: A

Abstract: Based on the permanent magnetic actuator with optic-controlled module, a new idea to design vacuum circuit breaker with multi breaks is proposed in this paper. In order to make vacuum circuit breaker with multi breaks be used in higher voltage case, optic-controlled modules is possible to be designed in series, which can be controlled at low potential terminal while the permanent magnetic actuator operates at high potential terminal. The power supply is also introduced in details in this paper.

Key words: vacuum circuit breaker with multi breaks;

permanent magnetic actuator;

optic-controlled module; power supply

1 引言

由于长真空间隙的介质恢复有难以克服的困难,目前真空断路器尚只能大量应用于 110 kV 及以下电压等级。发展高电压等级的真空断路器主要有继续发展单断口真空断路器和采用多断口真空断路器两条技术路线^[1]。发展单断口真空断路器需要合理地解决真空长间隙绝缘的困难、真空灭弧室的内部电场均匀分布和解决如何保证足够的纵向磁场强度等问题,同时该技术对机械加工工艺的水平也要

求较高,目前国内要实现超高压等级的单断口真空断路器还存在较大的困难^[2,3]。

多断口真空断路器技术的设计思想是采用小间隙的高真空绝缘特性,串联起来以得到更高的电压耐受特性,其优越性是充分利用了真空短间隙的良好特性。

总体上,采用多断口真空断路器技术来实现真空断路器向更高电压等级迈进是基于技术和经济两方面的考虑。近年来由于电力电子技术和计算机技术的飞速发展,使得真空断路器出现了电子操动技术^[4],从而简化了真空断路器的操动机构,使得多断口真空断路器技术的造价和结构都可能得到改善,其应用前景也变得十分诱人。文[5]提出了一种新型的多断口真空断路器技术的实现技术路线——采用基于永磁操动机构的光控模块式真空断路器单元,串联起来成为更高电压等级的多断口真空断路器。它是一种使用光纤控制技术对真空断路器的电子操动机构进行控制,具有高电位操动开关优点的模块式高压真空断路器技术。将这种光控模块式真空断路器单元进行串联可以组成更高电压等级的多断口真空断路器。

2 光控模块式真空断路器单元结构

图 1 为光控模块式真空断路器单元的结构。光控模块式真空断路器单元主要由外绝缘系统、真空灭弧室、永磁操动机构、由感应电源线圈直接从负荷电流中获取电能的新型电源系统和包括光电控制系统在内的永磁机构控制系统几部分组成。

其中,真空灭弧室作为电流的接通与分断元件;永磁操动机构的输出杆直接与真空灭弧室动导电杆相连,取消了传统真空断路器与操动机构之间的绝缘拉杆;用感应电源线圈直接从电网的负载电流中取出能量,一方面为永磁操动机构励磁,另一方面为蓄电池充电,以备电网停电时由蓄电池供给永磁操动机构

收稿日期:2003-08-20; 修回日期:2003-12-21

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50107001)

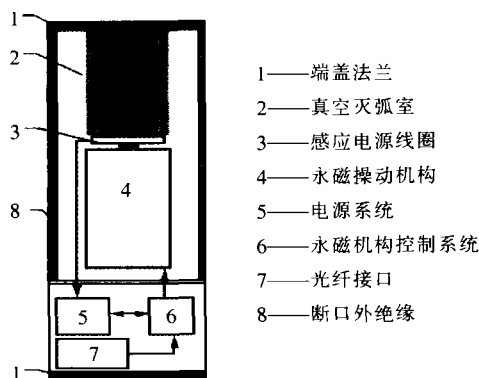


图1 光控模块式真空断路器单元结构

励磁而形成电源系统;采用由光纤信号控制的电力电子器件接通给储能电容器组充电部分,为永磁操动机构励磁,并通过光纤在低电位端控制机构动作。

这样,由光电控制的真空断路器模块单元可以根据电压等级的需要串联相应的个数以组成高电压等级的真空断路器。而光纤同步触发信号可直接由低电位端发出,或也可由系统计算机进行控制。

3 永磁操动机构及其控制系统

光控模块式真空断路器单元中使用的操动机构为双稳态永磁操动机构。永磁机构相比于传统的电磁操动或弹簧操动机构来说,其结构简单,零部件少,没有机械锁扣,运动部件只有一个,这样就使永磁操动机构的机械寿命特别长,容易达到10万次或者更高。同时,由于没有容易出现故障的机械锁扣和其他高速部件,永磁机构发生机械故障的概率几乎为零,其机械可靠性将远远高于电磁操动机构和弹簧操动机构。

双稳态永磁操动机构的机械传动十分简单,分合闸线圈激磁电流产生的磁场可直接驱动铁心,动铁心直接推动真空灭弧室的动导电杆做分合闸运动。这种简单、直接的传动方式使得双稳态永磁操动机构的分合闸时间比较短,而且稳定,合分闸时间的分散性可以控制在 ± 1 ms之内^[4]。

在双稳态永磁操动机构中,采用感应式接近开关作为分合闸状态的检测,以代替传统的用以检测分合状态的机械式辅助开关。感应式接近开关是一种无触点开关,它的动作无接触、无磨损、无弹跳,可以准确地确定动作时刻,而且运行起来不受外界环境条件的影响。感应式接近开关还具有很长的寿命和高可靠性。

永磁机构的控制系统接受光电信号,并通过逻辑判断最终给出指令控制操动机构动作。它可采用电子控制,以实现真空断路器的所有功能,同时还可具有智能化功能,可融合在线检测技术等来最大限度地体现永磁机构的优越性。电子控制技术是伴随电力半导体技术的发展而产生的,它由电子装置代替了以往的控制继电器来实现所需的逻辑功能。国

内目前已经发展了用来控制永磁操动机构的电子技术,原先的触点开关被电力电子开关所替代。由于电力电子器件的导通和关断时间较继电器来说要短得多,且不存在有触点电器的电弧和灭弧问题,所以具有工作寿命长、响应时间短的特点。同时,在重量和体积上具有简单轻巧的特点。

另一方面,由于采用了微电子技术,电子电路易受到外界环境的干扰,特别是在永磁机构分合闸线圈或周围线路中有大电流流过时,会产生较大的电磁干扰,可能影响控制电路的正常工作。为此,采取有效的抗干扰措施,加强电子电路工作的可靠性是必不可少的,否则会引起真空断路器控制部分的逻辑混乱,造成误动作。因此,在电路板的设计上,应该预先考虑电磁兼容的问题,遵循有关的设计原则^[6]。在晶闸管器件选择上,选用抗干扰性能更强的光控晶闸管。同时,在设计中考虑比较完备的屏蔽措施。为进一步提高电子控制的可靠性,考虑以可编程逻辑器件(CPLD)为核心,并加入过流、失压保护跳闸以及操动机构的自诊断等功能来实现对永磁操动机构的智能控制^[7]。

同时,控制系统的另外一个特点是,取消了传统的真空断路器与操动机构之间的绝缘拉杆,采用新型电源系统,在光控模块式真空断路器内部解决操动能源问题,并设计了光纤接口,通过传递光纤信号来发出分合闸操作的命令,同时,光控模块式真空断路器内部的各种参数亦通过光纤信号传输到低电位端。

4 电源系统设计

图2所示为光控模块式真空断路器单元的电源系统设计框图。

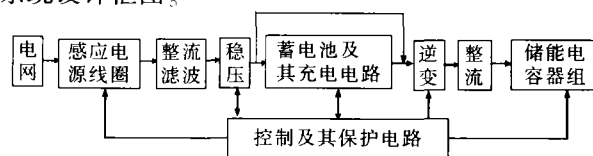


图2 电源系统设计框图

电源系统的整个工作流程为:感应电源线圈直接从电网的负载电流中取出能量,经过整流和滤波单元后变为较低的直流电压,再经过稳压单元后形成可供蓄电池充电的标准直流电压,同时亦可直接送到逆变单元,经逆变和整流后给永磁操动机构的操动电源——储能电容器组充电。当电网的负载电流中断供电时,由蓄电池经逆变和整流后,给储能电容器组充电,保证光控模块式真空断路器的操动电源随时投入。若电网停电的时间较长,蓄电池电源不足时,亦设计了长期停电时的充电接口。

图2中感应电源线圈为铁心环型线圈,见图1,真空灭弧室的导电回路穿过环心。为了协调图2中各个单元之间的可靠工作,以及为了对其中几个重

要单元之间的保护,设计了相应的控制及保护电路。

5 基于光控模块式真空断路器单元的多断口真空断路器系统构成

通过以上的设计与分析,可以提出一种实现多断口真空断路器技术的技术路线:即采用基于永磁操动机构的光控模块式真空断路器单元,串联相应的个数组成更高电压等级的多断口真空断路器。它可充分利用光纤技术来对每个光控模块式真空断路器单元的电子操动机构进行控制,对每个光控模块式真空断路器单元的内部参数进行检测及信号传输,是一种具有在低电位控制而于高电位操动开关优点的模块式高压真空断路器技术。图3为基于光控模块式真空断路器单元的三断口真空断路器系统构想示意图。对于不同电压等级及采用不同断口数的多断口真空断路器,其结构可根据具体需要进行设计。

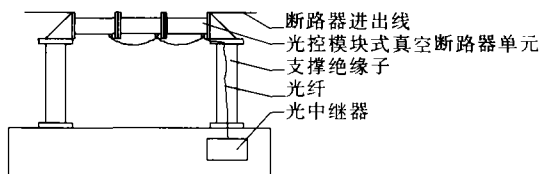


图3 基于光控模块式真空断路器单元的三断口真空断路器系统结构

同时,可以在每个光控模块式真空断路器单元内部或统一在低电位端设置智能化单元,便于计算机进行控制,解决了常规多断口高压真空断路器在绝缘和控制方面的难题。

要实现多个基于永磁操动机构的光控模块式真空断路器单元的串联,以组成更高电压等级的多断口真空断路器,技术上的关键之处是要保证每个组成模块单元的动作一致性,以保证在多断口真空断路器开断电流时每个断口上恢复电压的均匀性^[3,8]。这样,就要求每个断口的动作应该是高准确度的,双稳态永磁操动机构的电子控制系统所对应的时间分散性在微秒级,而永磁操动机构的合分闸时间的分散性可以控制在 ± 1 ms之内。因此,采用永磁操动机构的光

控模块式真空断路器可以满足组成高电压等级多断口真空断路器技术的要求。

目前已经完成一个40.5 kV电压等级的光控模块式真空断路器单元的设计与调试,下一步将进行基于永磁操动机构的光控模块式真空断路器串联组成更高电压等级的多断口真空断路器的设计与实验工作。

5 总结

提出一种实现多断口真空断路器技术的技术路线——采用基于永磁操动机构的光控模块式真空断路器单元串联成为更高电压等级的多断口真空断路器。它是一种使用光纤控制技术对真空断路器的电子操动机构进行控制,具有高电位操动开关优点的模块式高压真空断路器技术。将这种光控模块式真空断路器单元进行串联可以组成更高电压等级的多断口真空断路器。

参考文献:

- [1] 修士新,王季梅.发展高电压等级真空断路器的技术问题探讨[J].真空电子技术,1997(3):1-7.
- [2] 王季梅,苑舜.大容量真空断路器理论及其产品开发[M].西安:西安交通大学出版社,2001.
- [3] 廖敏夫,段雄英,邹积岩,等.多断口真空断路器的动态介质恢复及统计特性分析[J].中国电机工程学报,2003(2):82-87.
- [4] 邹积岩,王瑛,董思源.电子操动的概念与实践[J].高压电器,2000,36(5):29-31.
- [5] 邹积岩,廖敏夫.一种光控模块式高压真空断路器技术[P].中国专利:01127930.3,2001-07.
- [6] 白同云,吕晓得.电磁兼容设计[M].北京:北京邮电大学出版社,2001.
- [7] 张俊民,徐国政,钱家骊,等.一种永磁操动机构的智能控制与电子驱动装置的研制[J].高压电器,2003,39(1):27-29.
- [8] 廖敏夫,段雄英,邹积岩.双断口真空断路器开断能力的探讨[J].高压电器,2002,38(3):34-36.

作者简介:廖敏夫(1975-),男,博士生,讲师,现主要从事智能化高压电器及高电压技术的研究;重点研究多断口真空开关技术及应用。

2020年西电东送规模将达到1.5亿千瓦

简讯

到2020年,西电东送规模将达到1.5亿千瓦,区域电网间电力交换达到6900万千瓦。

2020年全国将形成坚强电网。根据中国电力工业发展的目标,到2010年,电源结构进一步优化,水电、核电、气电和清洁煤发电等清洁电力比重将达到40%。到2020年,电力结构有所改善,将形成较为坚强的全国电网,电力市场技术支持系统能够适应区域电力市场和全国电力市场运行需要。水电基地以及山西、陕西、内蒙、贵州、云南和宁夏六大煤电基地基本形成;洁净煤发电得到普遍应用,装备水平、资源节约、能源消耗和环境保护均达到世界平均先进水平。

今年投产项目2900万千瓦。今年初国家已调整了“十五”规划的电力目标,电力建设步伐进一步加快。其中,今年开工项目规模2991万千瓦,可投产项目2900万千瓦。