

隔离开关与断路器的双功能一体化操动机构

吕鸿，吴吉，王流火，王增彬，庞小峰

(广东电网有限责任公司电力科学研究院，广州市 邮编：510000)

摘要：随着科学技术的不断进步，电网控制也逐步向着智能化的方向发展。断路器和隔离开关是传统变电站设计中的重要元器件，二者相互独立用来完成不同的功能。但是在其发展过程中断路器的可靠性得到了较大的改善，出现了与隔离开关不配套的现象。为此本文提出将隔离开关和断路器设计成一个元件，在完成预定功能的基础上，实现其产品的结构的简化，成本的降低，进而提高系统运行的可靠性。

关键词：隔离开关；断路器；操动机构

0 引言

功能复合化是当今开关设备创新的一个重要内容。一个元件通过精心设计可以完成二个或多个元件的功能，一个部件通过合理设计就能起到二种或多种部件的作用，这对简化产品结构，实现设备小型化以及降低成本，提高运行可靠性等都是十分有利的。断路器和隔离开关是变电站设计中相互独立的两个元器件，二者相互配合共同保证电网运行的可靠性。近些年来，断路器逐渐由原来的油路、气动方式发展到了现在的弹簧结构，其稳定性得到了极大的提高，而隔离开关却没有得到相应的发展，导致二者之间经常出现匹配问题。为此提出将隔离开关的隔离功能集成到断路器的灭弧室内部，将二者功能合成为一体，得到具有双重功能的一体化操动结构，实现对变电站的优化设计。

1 隔离开关和断路器的功能

隔离开关是在分位置时，触头间有符合规定要求的绝缘距离和明显的断开标志；在合位置时，能承载正常回路条件下的电流及在规定时间内异常条件（例如短路）下的电流的开关设备。断路器是能够关合、承载和开断正常回路条件下的电流，并能关合、在规定的时间内承载和开断异常回路条件（如短路条件）下的电流的机械开关设备。传统的变电站设计时，二者是两个相互独立的元件，运行稳定性较差，直接影响着变电站的运行稳定性。操动机构是断路器中的重要零部件，即要保证断路器长期动作的可靠性，又要满足灭弧特性对操动机构的要求。

传统的断路器在设计过程经常采用弹簧、液压和气动机构，配合连杆、锁扣以及能量供应系统来完成其预定功能。整个操作过程中设计的环节较多，能量在传递过程中的损失量较大，且运动误差不断积累，导致系统在控制过程中的响应速度慢，控制性能较差和效率低。因此在传统变电站设计时，通常在断路器的两侧安装相应的隔离开关，方便对电路中断路器的检修，保证设备的正常运行。

2 隔离开关与断路器双功能一体化操动机构原理

隔离开关与断路器双功能一体化操动机构就是将断路器当成隔离开关的导电闸刀，同时完成断路器和隔离开关的功能。要使隔离开关与断路器功能复合成一个元件，关键在于实现元件在分位置时触头间有符合规定要求的绝缘距离和明显的断开标志，为此进行主回路复合设计，隔离断路器的极柱绝缘筒既是真空灭弧室的绝缘支承，又是断路器极柱旋转的骨架。设备的动静触头被保护在灭弧室内，兼具断路器和隔离开关的双重功能，可替代传统断路器与隔离开关的联合应用。当断路器的导电闸刀旋转到原来隔离器开关的分闸位置时，断路器将电路中的电源部分和负荷分离；当断路器的导电闸刀旋转到原来隔离器开关的合闸位置时，断路器将电路中的电源和负荷连通。通过导电闸刀的旋转完成原有电路中隔离开关所要完成的功能，实现断路器和隔离开关的集成。

3 隔离开关与断路器双功能一体化操动机构组成及特点

隔离开关与断路器的双功能一体化操动机构由高压真空断路器操作装置、高压隔离开关操作装置两大主体部分组成，由驱动断路器的涡卷弹簧—凸轮—连杆机构（下图 1）和操作隔离开关的电动机—丝杆—拨叉机构（下图 2）实现传统断路器和隔离开关的双重功能。在使用过程中二者采用同心同轴的驱动中心为基准的布置方式，将驱动操作功能、控制保护功能、信号传递功能及其逻辑联锁功能结构模块化，分区集成安装在一个机构箱体。利用一组与机箱一体布置的，双功能操动机构与本体交联共支/操作转换功能副，实现断路器纵向直线驱动操作和隔离开关横向旋转驱动操作，即断路器的开断和关合以及隔离开关的隔离和接通四种工位电连接状态的操作和转换。

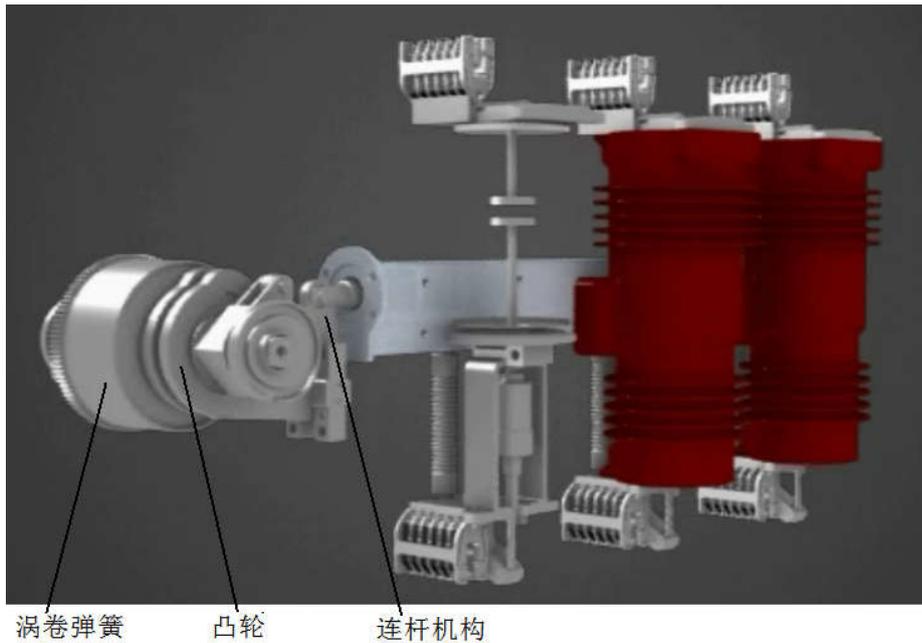


图 1 驱动断路器的蜗卷弹簧—凸轮—连杆机构

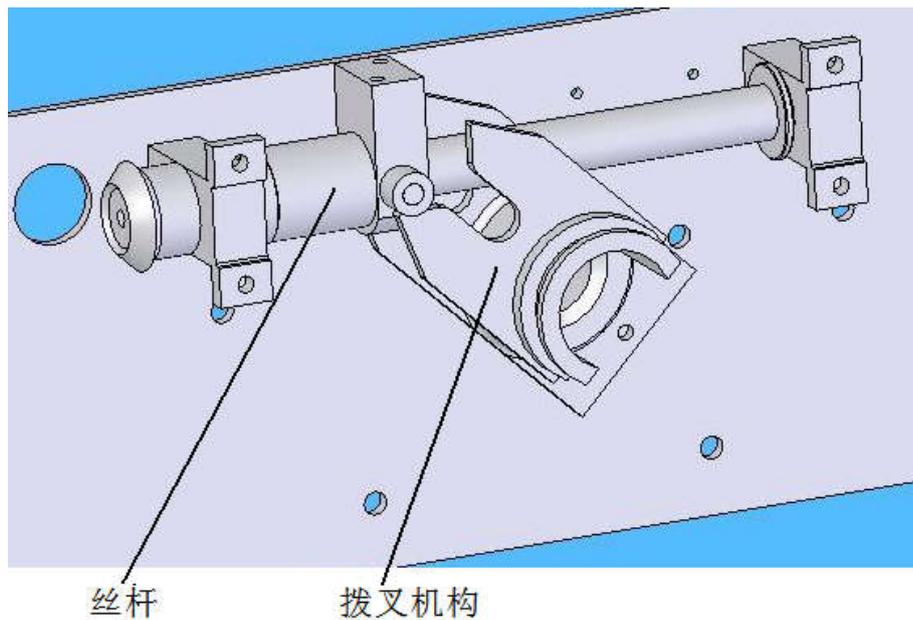


图 2 操作隔离开关的电动机—丝杆—拨叉机构

隔离开关与断路器的主回路进行功能复合设计为一个元件，它们各自的操作机构设计为双功能一体化操动机构，由于断路器的操作特性和隔离开关的操作特性差别很大，在使用过程中采用的操作原理和操作方式各不相同。双功能机构通过合理巧妙的结构布置，既能够采用电动操作，也可以采用手动操作，具有操作方便的特点。另外隔离操作与断路器操作的自身联锁，与接地开关的联锁以及手车的锁定等采用集成布置方式，具有结构简洁、美观、方便、紧凑和空间利用率高的特点，极大的提高了机械操作和联锁

的可靠性，这是在操动机构功能合成上的一次结构创新。

4 各部件功能

(1) 涡簧储能操动机构

涡簧储能操动机构主要由机箱、分合闸保持拐臂、主轴、储能弹簧、弹簧盒、储能离合器、输出拐臂、凸轮盘组、储能电机、旋转电机、脱扣器、辅助开关和面板等部件组成，具体的结构如下图3所示。

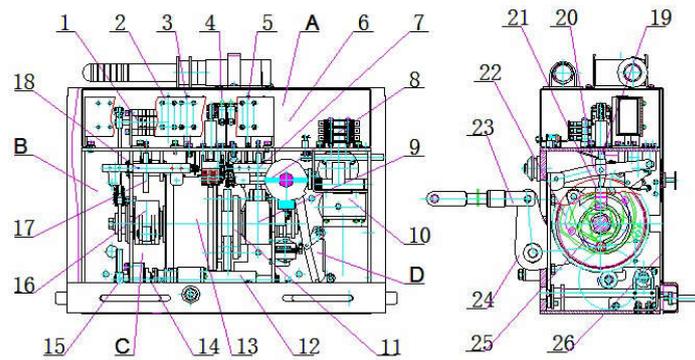


图3 操动机构结构

- | | | | | |
|----------|----------|-----------|---------|-------|
| 1、辅助开关 | 7、分闸保持半轴 | 13、储能弹簧盒 | 19、联锁顶杆 | 25、主轴 |
| 2、电流脱扣线圈 | 8、分闸保持掣子 | 14、储能离合器 | 20、联锁杆 | 26、面板 |
| 3、分闸线圈 | 9、分闸保持拐臂 | 15、组合齿轮组 | 21、联锁滑块 | |
| 4、储能行程开关 | 10、旋转电机 | 16、合闸保持拐臂 | 22、储能弹簧 | |
| 5、合闸线圈 | 11、凸轮盘组 | 17、合闸保持掣子 | 23、转换副 | |
| 6、机箱 | 12、储能电机 | 18、合闸保持半轴 | 24、输出拐臂 | |

A 二次元件室 B 传动与齿轮组室 C 涡簧驱动室 D 旋转操作及联锁室

机箱由7块室板焊装成，分为4个隔室，上隔室为二次元件配置室，左室为传动与齿轮组室，中室为涡簧驱动室，右室为旋转操作及联锁室。主轴两端固定在涡簧驱动室侧板上，主轴上安装有涡卷弹簧，凸轮和拐臂。储能弹簧为平面接触型涡卷弹簧，安装在弹簧盒内，它的外端和内端分别固定在弹簧盒和主轴上，弹簧盒外圆上设有与储能电机连接的齿轮，盒内设有储能联锁装置，在储能弹簧上可储存断路器进行一个操作循环所需的能量。分、合闸拐臂安装固定在主轴的两侧，互为 $150^\circ/210^\circ$ ，其内部设有多块弹性橡胶，在操作时起分、合闸保持和缓冲作用。凸轮盘组为两片对称布置的平面槽形结构，输出滚轴位于两片凸轮之间。脱扣器和辅助开关位于机箱上隔室，储能电机安装固定在中室的底板上。涡卷弹簧既可电动储能，也可手动储能。旋转电机安装在右室内，三相极柱旋转，也可手动或电动。

(2) 旋转装置

旋转装置主要由旋转电机、锥齿轮组、丝杆、滑块和拨叉等部件组成，具体结构如下图4所示。旋转电机的输出轴与手动旋转轴通过锥齿轮组换向 90° ，带动丝杠旋转，使

滑块左右移动，推动拨叉和三相极柱顺时针旋转（从工作位置至隔离位置）或逆时针旋转（从隔离位置至工作位置）。本次设计所得的一体化操动机构能够采用电动和手动两种不同类型的操作方式。

1) 电动操作方式，

如果隔离断路器处于隔离分闸状态，当旋转电机 1 接通电源时，通过锥齿轮组 2 传

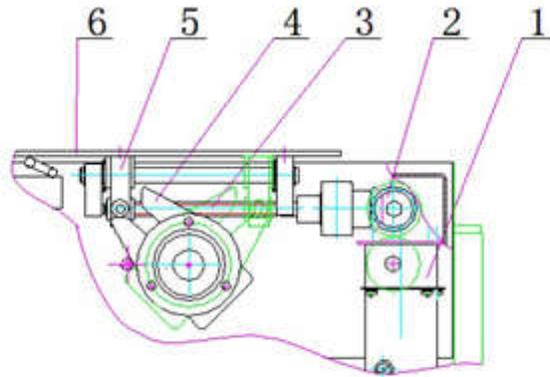


图4 旋转装置

- | | | |
|--------|--------|------|
| 1、旋转电机 | 2、锥齿轮组 | 3、丝杆 |
| 4、拨叉 | 5、滑块 | 6、滑板 |

动，将旋转运动变为水平移动，滑块 5 和滑板 6 在丝杆 3 的带动下一起向左水平移动，推动拨叉 4 逆时针旋转 90° ，同时滑板压下左侧微动开关一对触点，切断电源，实现对电网的隔离操作。滑块和限位销 2 上下限位，使隔离断路器保持在隔离合闸，即处于工作位置。

如果隔离断路器处于隔离合闸（工作位置）时，当旋转电机 1 接通电源，通过锥齿轮组 2 传动，将旋转运动变为水平移动，滑块 5 和滑板 6 在丝杆 3 的带动下一起向右水平移动，推动拨叉 4 顺时针旋转 90° ，同时滑板压下右侧微动开关一对触点，切断电源。滑块和限位销上下限位，使隔离断路器保持在隔离分闸（隔离位置）。

2) 手动操作方式

如果隔离断路器处于隔离分闸（隔离位置）时，将旋转手柄套入手动旋转输入轴上，顺时针旋转，通过锥齿轮组 2 传动，将旋转运动变为水平移动，滑块 5 和滑板 6 在丝杆 4 的带动下一起向左水平移动，推动拨叉 4 顺时针旋转 90° ，滑块和限位销上下限位，使隔离断路器保持在隔离合闸（工作位置）。

当隔离断路器处于隔离合闸（工作位置）时，将旋转手柄套入手动旋转输入轴上，逆时针旋转，通过锥齿轮组 2 传动，将旋转运动变为水平移动，滑块 5 和滑板 6 在丝杆 3 的带动下一起向右水平移动，推动拨叉 4 逆时针旋转 90° ，滑块和限位销上下限

位，使隔离断路器保持在隔离分闸（隔离位置）。

5 国内外应用情况

国外各种科学技术水平较高，目前 ABB、西门子和 ALSTOM 三家公司均进行复合隔离断路器产品的研发和生产，其中 ABB 公司对复合断路器和隔离开关的研究较早，其产品在 72.5kV 和 550kV 的线路等级中均得到了非常广泛的应用。

瑞典是隔离断路器应用最早的国家，目前其产品已经在 25 个以上的国家得到了使用，且设备使用数量逐年上涨。同时隔离断路器在挪威和新西兰也得到了较多的应用，特别是新西兰，其变电站大都分布在海边，受海风的侵蚀比较严重，导致传统断路器和隔离开关中的金属触头部位腐蚀比较严重。多功能复合隔离断路器在设计过程中将所有的触头部位置于灭弧室内，避免了腐蚀性物质对其的侵蚀，延长了其使用寿命和运行效果。

国内对双功能隔离断路器的研究较晚，处于产品试制阶段，在设计过程中一方面吸取国外先进的设计理念，另一方面不断创新，克服了隔离开关和断路器功能复合化设计中存在的多种制约瓶颈，实现了隔离开关和断路器的组合。

结论

随着智能变电站工程的不断实施，具有双重功能的隔离断路器得到了人们的广泛关注，且在变电站的设计中发挥着越来越重要的作用。本文主要介绍了一种具有隔离开关和断路器双重功能的一体化操作机构，由驱动断路器的涡卷弹簧—凸轮—连杆机构和操作隔离开关的电动机—丝杆—拨叉机构两部分组成，详细介绍了该复合机构的组成、原理以及传动的路线。通过设计实现了主元件与主构件的功能复合，实现了隔离开关与断路器的双功能一体化操动机构的优化设计。

参考文献

- [1]黄新波,王宵宽,方寿贤等,智能变电站断路器状态监测 IED 设计[J].电力系统自动化,2012,36(22):95-99.
- [2]刘骥,黄国方,徐石明,智能电网状态监测的发展[J].电力建设,2009,30(7):1-3
- [3]陈安伟,乐全明,张宗益,等.智能变电站一次主设备在线监测系统工程实现[J].电力系统自动化,2012,36(13):110-115.
- [4]李劲彬,陈隽.新一代智能变电站中隔离断路器的技术特点分析[J].湖北电力,2013年10月第37卷第7期.

[5] 刘立峰,刘海琼. 隔离断路器在新一代智能变电站中的应用[J].湖北电力, 2013 年 12 月, 第 37 卷第 9 期。

吕鸿, 1983—, 男, 硕士, 从事高压开关试验及绝缘诊断技术研究工作, 电话:
(020)85124675, E-mail: lv_hong@foxmail.com

The integrated operation mechanism with double function of isolating switch and the circuit breaker

Lv Hong, Wu Ji, Wang Liuhuo, Wang Zeng bin, Pang Xiaofeng

(Electric Power Research Institute of Guangdong Power Grid Co., Ltd., Guangzhou, post code: 510000).

Abstract: With the advance of science and technology, grid control has also developed gradually towards the direction of intelligent. Circuit breaker and isolating switch are important components in traditional substation design, they are independent to carry on different function. But in development process of the circuit breaker, the reliability of which has been improved greatly, it appeared that the circuit breaker did not match the isolating switch. This paper put forward that the isolating switch and circuit breaker can be designed as one component to realize the product structure's simplification and cost 'reduction and system operation reliability 's improvement on the basis of impalements of basic function.

Key words: Isolating switch; Circuit breaker. Operation mechanism