「辅助开关」

辅助开关传动系统设计与应用

文/平高集团有限公司　宋　超　郭良超　朱苛娄　宋光民
河南平高电气股份有限公司　孔志武　王慧慧

基于电动操动机构中辅助开关的通断时序原理，设计了电动操动机构输出轴与辅助开关之间的传动系统，运用动力学仿真软件对传动系统进行了运动仿真，仿真计算结果表明：设计的传动系统满足使用要求。解决了高压GIS设备中隔离开关分合闸未完全到位但已发出分合闸信号的问题。

作为电力系统中重要的控制和保护设备的核心零部件之一，操动机构是高压电气设备中不可缺少的重要组成部分，它的工作性能、质量优劣，直接影响着高压电气设备的工作性能和可靠性。在高压电气设备配用的电动操动机构中，辅助开关是其中的一个组件，辅助开关的作用是对外输出电气设备的工作状态信号，对内实现电气设备各种操作时对瞬时通电部件等的保护。通过辅助开关的转换输出，可以清楚地判断高压电气设备的工作状态。因此，辅助开关系统是配电系统中实现电气联锁和自动控制系统实现自动控制必不可少的部件。

为了可靠地切断二次回路电流，并为外界传递分合闸信号，需在电动操动机构中设计辅助开关传动系统。工程实际中要求电气设备（诸如隔离开关、接地开关等）除非动触头分别到达其合闸或分闸位置，否则不应该发出合闸或分闸位置的指示位置信号。根据这一需求，本文对现有辅助开关传动系统进行了设计，通过动力学仿真软件对设计的传动系统进行了动力学仿真，得到了辅助开关转换角度与电动操动机构输出之间的对应关系，并且通过试验，验证了设计的辅助开关传动系统的准确性。

结构与原理

原有的辅助开关传动系统如图1所示。其工作原理是：输出轴在驱动装置的作用下逆时针或者顺时针旋转，通过输出齿轮与扇形齿轮的啮合关系，带动扇形齿轮旋转，进而通过传动连杆带动辅助开关的转轴旋转，从而实现信号切换。

从图1可以看出，辅助开关的旋转角度时时受输出轴控制，输出轴停止旋转，辅助开关也随即停止。由于辅助开关自身结构特性，在输出轴未停止前，辅助开关已经进行状态转换，位置指示信号已经发出，存在风险隐患。

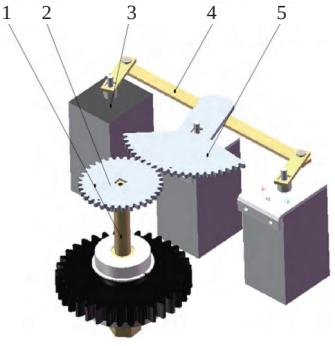

图1　原有辅助开关传动系统

1—输出轴　2—输出齿轮　3—辅助开关　4—传动连杆　5—扇形齿轮

为了消除原传动系统存在的隐患，保证电气设备在合闸或者分闸到达安全位置后再发出位置信号，本文重新设计了输出轴与辅助开关之间的传动系统，如图2所示。初始状态如图3所示。

新设计的辅助开关传动系统采用凸轮传动，

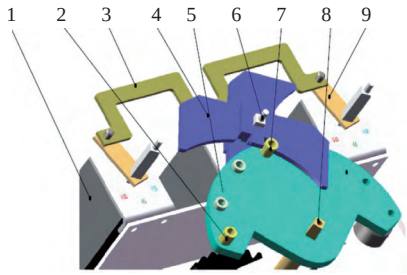

图2　新辅助开关传动系统

1—辅助开关　2—后滚柱　3—连杆　4—凸轮板　5—拨板
6—辅助开关轴　7—前滚柱　8—输出轴　9—连板

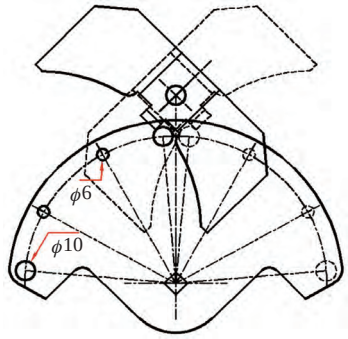

图3　初始位置示意图

可实现间歇性运动。当电气设备收到动作信号后，输出轴在驱动装置的作用下带动拨板进行转动，前滚柱推动拨板旋转，进而通过辅助开关轴、连杆及连板带动辅助开关旋转。当输出轴旋转到一定角度后，前滚柱不再推动拨板转动，辅助开关停止旋转，当输出轴继续转动到安全分闸或合闸位置后，后滚柱开始推动拨板转动，辅助开关继续进行转动，并最终实现信号切换。

隔离分闸：拨板中心轴对称，隔离凸轮水平40°，拨板顺时针13°，凸轮转40°，开始拨板转动77°，间歇运动结束，凸轮继续推动凸轮运动，拨板继续转动7°，本体到位，此时凸轮带动辅助开关共转63°（65°切换）。

仿真计算

在产品研发阶段，运用虚拟样机技术，可大大简化机械产品的设计开发过程，大幅度缩短产品开发周期和降低开发费用，提高产品的系统性能，获得最优化和创新的设计产品。ADAMS是机械系统动力学仿真分析软件。它为用户提供了一个集建模、求解、可视化技术于一体的虚拟样机环境。用户利用该软件可以建立和测试虚拟样机，实现在计算机上仿真分析复杂机械系统的运动和动力性能。

对新设计的辅助开关传动系统进行运动仿真，仿真模型如图4所示。仿真计算未考虑各零部件间的摩擦力及辅助开关轴的阻力。

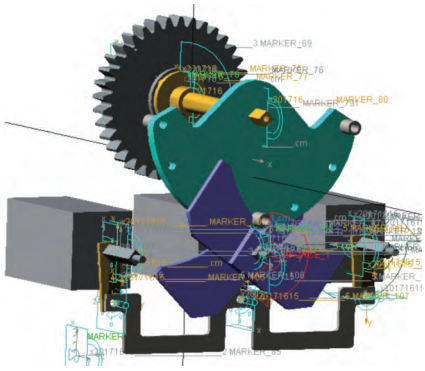

图4　仿真计算模型

按传动系统关系添加约束后，进行仿真计算。得到输出轴旋转角度曲线如图5所示，辅助开关轴旋转角度如图6所示，曲线对比如图7所示。

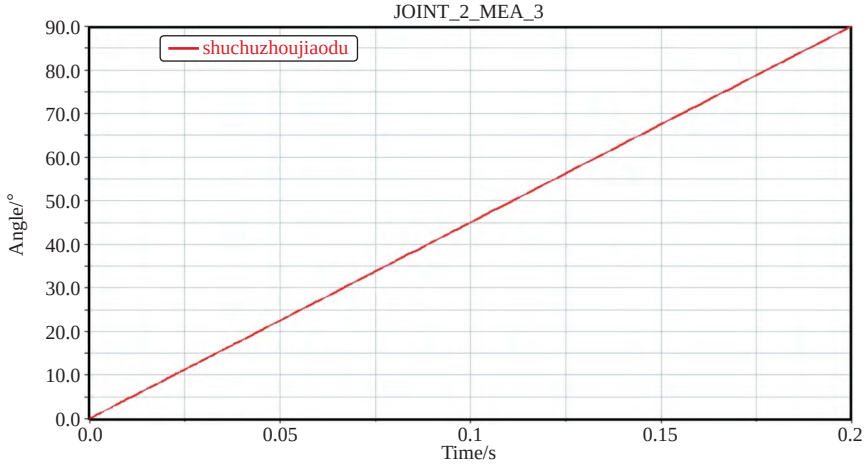

图5　输出轴旋转角度示意图

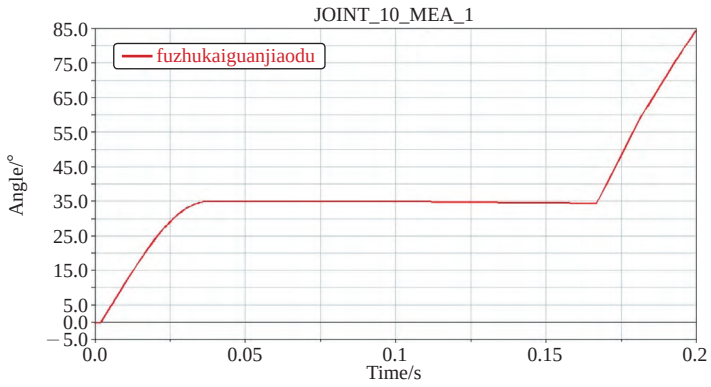

图6　辅助开关旋转角度示意图

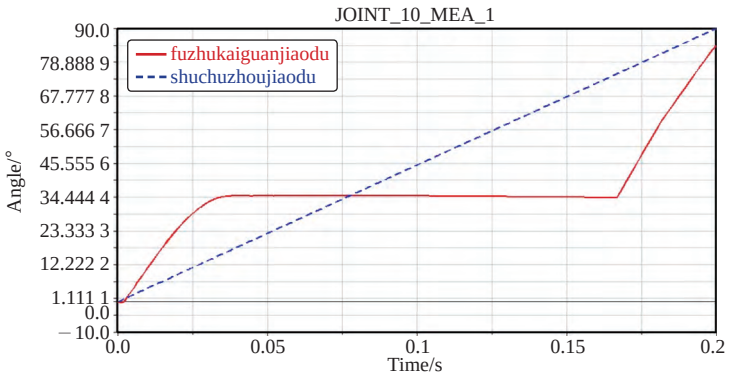

图7　输出轴角度与辅助开关角度对比示意图

从图5～图7可以看出，输出轴旋转到约15°之前，辅助开关轴与输出轴保持同步旋转，同步旋转角度约为34.5°。此后输出轴继续转动，而辅助开关轴保持不动，当输出轴旋转至75°时，拨板上的后滚柱开始推动凸轮板旋转，辅助开关轴与输出轴再次同步旋转，直至输出轴停止。当输出轴旋转到75°时，电气设备已进入分闸或合闸的安全位置，此时辅助开关由于自身的时序，还未进行状态切换。当输出轴继续旋转至83°时，辅助开关触点开始切换，位置信号发出。

试验验证

对两种辅助开关传动系统的产品进行了试验测试。使用原辅助开关传动系统的测试曲线如图8所示，使用新辅助开关传动系统的测试曲线如图9所示。

从图8中可以看出，使用原辅助开关传动系统时，辅助开关状态切换较早，在电气开关设备的断口还未接触时，辅助开关已进行切换，位置信号发出。

从图9中可以看出，采用新辅助开关传动系统后，辅助开关状态切换在电气设备断口出现之后，并且还有一定裕量。

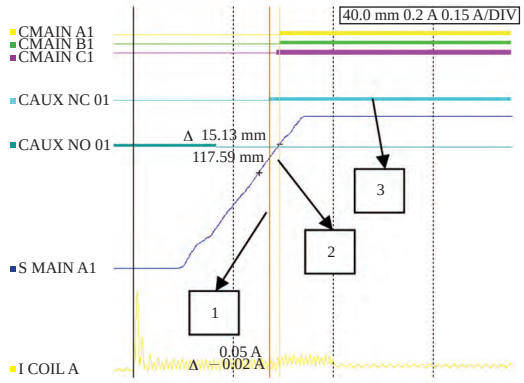

图8　原辅助开关传动系统测试曲线

1—辅助开关状态检测曲线　2—电气设备断口检测曲线
3—电气设备行程曲线

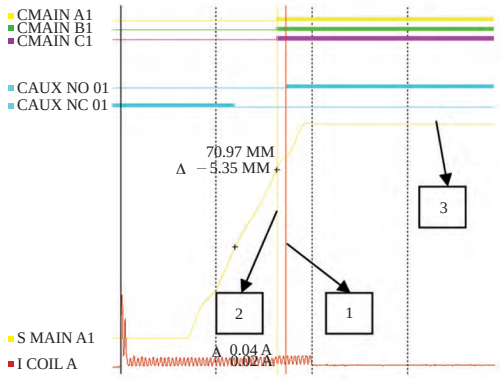

图9　新辅助开关传动系统测试曲线

结束语

辅助开关在电气设备操动机构中发挥着重要的作用。辅助开关传动系统用于连接操动机构的输出轴和辅助开关，输出轴通过传动系统带动辅助开关运动，从而切断二次回路电流，并为外界传递分合闸位置信号。针对原有辅助开关传动系统存在的问题，本文设计了一种间歇式运动的辅助开关传动系统，对设计的传动系统进行了运动学仿真，计算结果表明设计的传动系统能够保证电气设备在分闸和合闸到达预定位置后辅助开关才进行切换并向外界传递位置信号，满足工程使用要求。并对分别使用两种传动结构的电气设备进行了试验，进一步验证了该系统的合理性和可行性。**EA**

（收稿日期：2018.01.28）
（编辑：白文亭）