

# EMSPEC（思派柯）SP15506 系列 隔离开关操作机构缺陷的改进措施

胡宇航，丁海龙，唐 敏

（昆山市供电公司，江苏 昆山 215300）

**摘 要：**隔离开关是电力系统中重要的变电设备，如果能够有效的解决隔离开关的常见故障问题，无疑可以提高我们供电可靠性。本文针对 EMSPEC（思派柯）SP15506 系列隔离开关操作机构经常出现的传动滑块碎裂这一家族性缺陷，通过原因分析和方案对比，找到了一套较理想的解决方案，彻底消除了这类故障。

**关键词：**隔离开关；传动滑块；故障；改进措施

## 0 引言

众所周知，隔离开关是电网中不可缺少的变电设备，它关系到整个电网的安全稳定，因此，隔离开关的故障对我们供电的安全性和可靠性是举足轻重的。昆山吴淞变 110kV、220kV 的隔离开关采用的全部都是加拿大进口的 EMSPEC（思派柯）SP15506 系列，自 2006 年 12 月份投运以来，经常出现无法操作的故障，经现场检查确认，并非是由于电气故障引起，而是由于传动滑块碎裂导致（见图 1），迄今为止已经出现了十几次之多，故障率高达 10% 以上。



图 1 故障现场图

## 1 原因分析

产生滑块碎裂的原因有很多，初步分析有以下几点主要原因：

（1）如果是在分闸结束的时候发生碎裂，说明在分闸到位后，滑块应该还受到一个较大的作用力，该作用力应该是由于电机惯性所产生的作用力。因

此，要避免这种情况必须减小电机惯性。

（2）滑块材质为工程塑料，因此判断如果滑块在分、合闸启动的瞬间损坏，应该是由滑块强度不够，不能承受启动时的冲击作用力。

（3）滑块设计工艺上存在缺陷，根据观测滑块内侧转角为直角，因此分合闸操作过程中受到的水平剪切力较大。

## 2 方案对比

针对分析的原因，对各个原因制定解决方案：

### 2.1 原因一解决方案

经过查阅资料，找出了几种使电机快速制动的方法：

A：机械制动：

原理：在外加转矩的作用下，转子转速超过同步转速，电磁转矩改变方向成为制动转矩的运行状态。

B：反接制动

原理：在电机定子三根电源线中的任意两根对调而使电机输出转矩反向产生制动，或者在转子电路上串接较大附加电阻使转速反向，而产生制动。

C：能耗制动

原理：在电动机脱离三相交流电源之后，定子绕组上加一个直流电压，即通入直流电流，利用转子感应电流与静止磁场的作用达到制动的目的。

D：短接制动

原理：依照楞次定律，利用转子上的剩余磁势切割定子上短接的三相绕组，使得绕组的感应电流

产生与原方向相反的感应磁场，从而达到使转子制动的目的。

通过比较（见表1），利用排除法选择了D方案——短接制动（见图2）的方式来消除电机惯性。

在定子绕组从电源断开的同时，将定子绕组用KM2短接，使转子上的剩磁切割定子绕组，在短接回路中产生感应电流，起到制动作用。该方式对原电路改动小，占用空间不大，需要器件少。

表1 技术工艺比较

| 方案 | 维护周期 | 占用空间 | 外供电源 | 实施上难易程度 | 方案选择                             |
|----|------|------|------|---------|----------------------------------|
| A  | 周期短  | 大    | 不要   | 困难      | 机构箱内空间有限无法实施，排除存在反向运转的可能，较难控制，排除 |
| B  | 周期长  | 小    | 不要   | 一般      |                                  |
| C  | 周期长  | 小    | 需要   | 困难      | 需要外供电源，无法提供，排除                   |
| D  | 周期长  | 小    | 不要   | 简单      | 简单易行，选择                          |

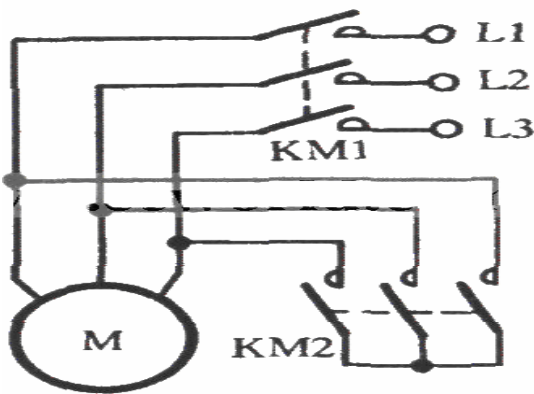


图2 短接制动原理图

2.2 原因二解决方案

原有滑块为塑料材质，明显强度不够。因此最简便的方法就是更换材质制作滑块，由于滑块是通过螺纹套在丝杠上，丝杠的材质为合金。在选择滑块的材质上还应该考虑到不能超过丝杠的强度。对比市场上几种典型的加工材料（见表2）。

表2 强度对比表

| 材料  | 强度 | 与丝杆强度对比 |
|-----|----|---------|
| 塑料  | 差  | 小于      |
| 不锈钢 | 很强 | 大于      |
| 黄铜  | 强  | 相当      |
| 铸铁  | 强  | 相当      |

如果选用不锈钢制作滑块，强度高，但担心一旦受力较大，会导致丝杆变形，这样会带来更大的麻烦。因此，结合成本问题，最终选择强度与丝杠强度相当的铸铁制作新的滑块。

2.3 原因三解决方案

塑料滑块的转角为90°的直角，在受到横向应力时无法有效的将应力分散，为了分散受力，预防滑块从转角处断裂，计划将新的滑块内侧转角改成了弧形，从而分散受到的应力（见图3）。

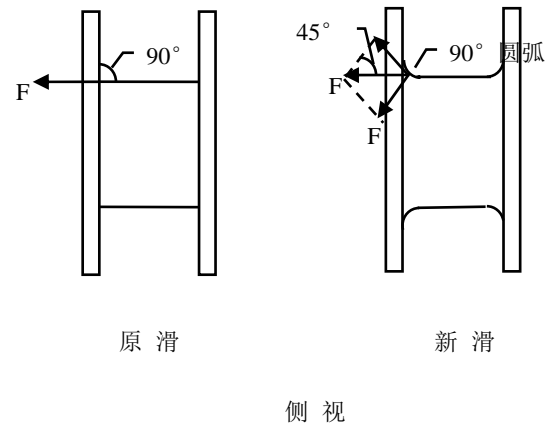


图3 滑块受力分析图

假设滑块横向应力为F，改进后转角处可以将力正交分解到两个方向，根据力学计算公式

$$F' = F \cdot \sin 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} F = 0.7F。$$

根据原滑块的尺寸，我们将内侧转角修改为半径R=3mm的圆弧，并设计出图（见图4）。

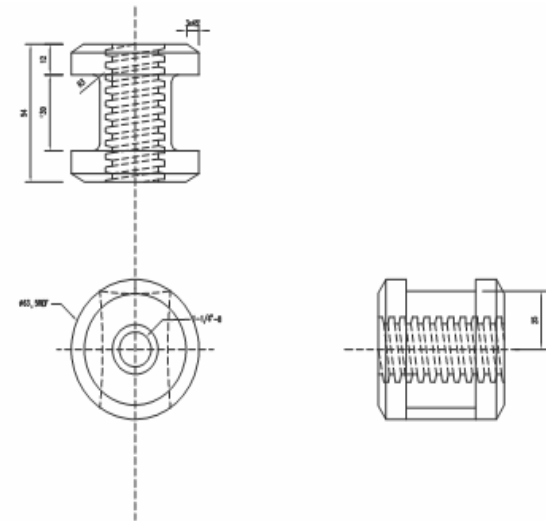


图4 滑块设计图

3 方案实施

绘制出原电气接线图（见图5）。

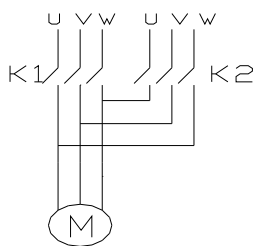


图 5 原电气接线图

根据制定的短接制动方案，绘制出适合本机构的带制动回路的电气接线图（见图 6）。

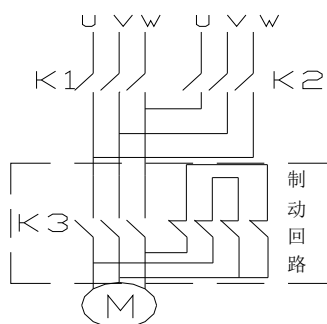


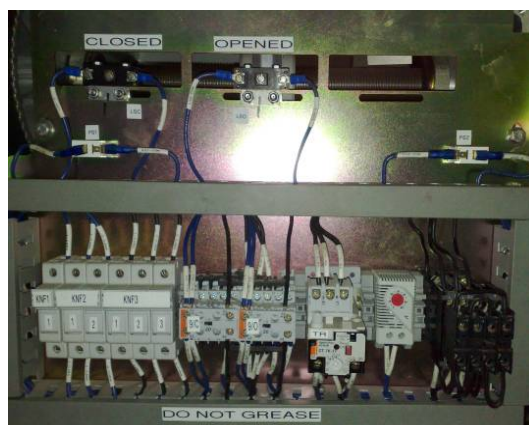
图 6 改进电气接线图

当电机正常运转时，K3 闭合，K3 上连接的四个常闭辅助触头打开。电机运行到限位后，主控制回路 K3 断开，四个常闭辅助触头闭合，使得电机惯性所产生的能量通过四个辅助触头所构成的短接回路消耗在电机内部，从而避免了由于惯性导致的滑块受力过大。

在操作机构箱内增加了一个接触器 K3，和四付辅助常闭接点。并将 K3 的线圈接在 K1、K2 的辅助常开接点上，而将四付辅助常闭接点并接在电机的主回路上，从而实现 K3 与 K1 或 K2 联动（见图 7）。



（改进后）



（改进后）

图 7 改进前、后现场对比图

## 4 效果

经过近半年的时间运行，吴淞变 EMSPEC（思派柯）SP15506 系列隔离开关已经有 15 台经过了改进，通过对这 15 台改进后的隔离开关进行监测，没有再次发生滑块碎裂的故障。因此，改进效果应该是明显的。

## 5 结束语

本文以工作中实际碰到的问题为对象，通过分析故障原因，寻找制定解决方案，现场实施和效果检查，解决了一个疑难问题。从而降低了检修人员的劳动强度，提高了供电可靠性，同时也为公司节约了改造开支，获得了更多的经济效益。

## 参考文献：

- [1] EMSPEC（思派柯）SP15506 系列隔离开关说明书[Z].
- [2] 王毓东. 电机学[M]. 杭州：浙江大学出版社，2001.
- [3] 张文兵，黄一彦. 异步电动机制动方式比较[J]. 微电机，2006（8）：91-92.

## 作者简介：

胡宇航（1977—），男，湖北武汉人，工学硕士，工程师，变电检修技师，长期从事变电检修工作；  
丁海龙（1971—），男，江苏昆山人，大专，变压器检修技师，长期从事变电检修工作；  
唐 敏（1974—），男，江苏昆山人，中技，长期从事变电检修工作。