

高压隔离开关浪涌吸收器故障分析及优化建议

林 平, 王雄波, 徐丽丽

(中车株洲电力机车有限公司 电气设备分公司, 湖南 株洲 412001)

摘 要: 介绍了机车及动车组用高压隔离开关浪涌吸收器的工作原理以及在实际应用过程中发生的典型故障。针对故障进行了分析并提出了改进优化方案及建议, 可为浪涌吸收器的应用提供参考。

关键词: 高压隔离开关; 浪涌吸收器; 击穿; 压敏电阻

中图分类号: U269.6 文献标识码: B
doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2016.04.024

(116B), 测点 2 为测量高压隔离开关断开时电磁阀电压及电流 (116E), 如图 1 所示。库内静态条件下, 分别在控制回路并联浪涌吸收器、控制回路取消浪涌吸收器 2 种工况下各测试 8 次以上, 分析结果见表 1。

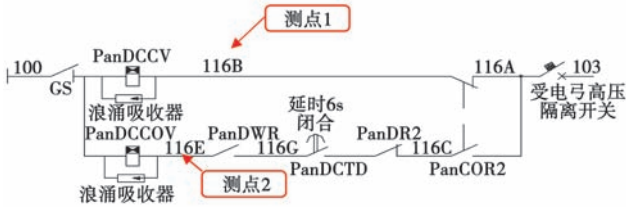


图 1 高压隔离开关控制电路原理图

表 1 浪涌吸收器实际功能测试参数

车辆状态	测点位置	电压 /V		电流 /mA	
		最大值	最小值	最大值	最小值
MON 屏远程升弓 (取消浪涌吸收器)	1	174.60	-500.60	122.50	-22.50
	2	182.67	-225.00	16.65	-36.65
MON 屏远程降弓 (取消浪涌吸收器)	1	45.30	-22.60	29.15	-17.50
	2	278.67	-501.00	0.20	-30.00
MON 屏远程升弓 (并联浪涌吸收器)	1	168.60	-214.00	138.00	-9.15
	2	122.67	-144.00	25.00	-25.00
MON 屏远程降弓 (并联浪涌吸收器)	1	20.667	-10.00	16.65	-9.15
	2	264.00	-169.00	71.50	-10.00

0 引言

电力机车、高速动车组等轨道交通领域广泛采用高压隔离开关实现对故障主电路的隔离, 以保证在某一支电路发生故障时机车车辆仍能正常运行, 但在实际应用过程中常发生高压隔离开关无法正常工作的故障, 经分析确定故障原因为高压隔离开关的关键元器件浪涌吸收器被击穿导致了其工作不正常。以下将针对浪涌吸收器故障产生的原因及如何优化进行详细分析。

1 浪涌吸收器工作原理及功能测试

高压隔离开关采用高压气体驱动动作机构, 电磁阀为高压气路的控制开关。为了保障电磁阀的可靠工作, 在电磁阀线圈两端并联浪涌吸收器使电磁阀两端电压被限制在可靠的范围内。浪涌吸收器的电路原理图见图 1。

为了进一步验证浪涌吸收器在实际电路中的功能, 并对其工况进行掌握, 选取 CRH 型动车组进行了实际功能测试, 具体过程如下:

根据高压隔离开关的工作原理, 共选取 2 个监测点, 测点 1 为测量高压隔离开关闭合时电磁阀电压及电流

上述测试结果表明: 在没有并联浪涌吸收器时, 高压隔离开关在开合瞬间, 在电磁阀两端产生较高的反向电动势, 峰值可达到 501 V。在并联浪涌吸收器时, 电磁阀两端电压被限制在浪涌吸收器的压敏电压 (185~225 V) 内, 浪涌吸收器对电磁阀具有很好的保护作用。

2 浪涌吸收器故障原因分析及优化建议

浪涌吸收器的核心为 7 型压敏电阻。7 型压敏电阻工作时总是承受一稳态工作电压, 其寿命受冲击次数、温度及电压等因素影响。机车及动车组高压隔离开关通过电磁阀控制气缸操作, 电磁阀通过电磁阀线圈控制阀芯运动, 在开断瞬间存在瞬间过电压和反向电动势。电磁阀线圈电动势产生的原理如图 2 所示。

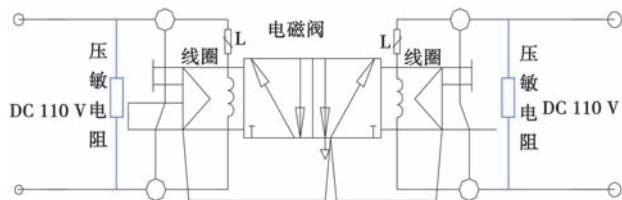


图 2 电磁阀线圈原理图

当机车提供 110 V 直流电给电磁阀线圈的瞬间, 电磁阀线圈产生电感, 并在瞬间形成感应电动势。当感应电动势在瞬间达到一定值, 浪涌吸收器压敏电阻无法完全吸收其容量或者超过耐受冲击次数, 浪涌吸收器存在击穿风险。根据上述分析及产品使用情况, 现有的浪涌吸收器满足基本使用要求, 但在实际运用环境中, 少数浪涌吸收器在使用 1.5 年后出现烧损, 使用寿命较短, 无法满足轨道交通领域的使用年限要求, 因此推荐提升压敏电阻的容量使其大于导通产生的能量, 以避免烧损及延长使用寿命。根据对压敏电阻参数比选, 推荐选取规格为 20 型的压敏电阻作为优化提升方案。7 型、20 型压敏电阻两者保护功能相同 (压敏电压均为 185~225 V、限制电压均为 340 V)。技术参数对比如表 2 所示。

表 2 7 型压敏电阻与 20 型压敏电阻技术指标对比

项目	7 型	20 型
压敏电阻容量 /J	12.50	100.00
额定冲击功率 /W	0.25	1.00
耐受电流 /A	70	500
耐受冲击次数	5	500

由表 2 可知, 20 型压敏电阻比现有的 7 型压敏电阻容量提高到 8 倍, 额定冲击功率提高到 4 倍, 耐受电流提高到 7.1 倍, 耐冲击次数提高到 100 倍。

7 型、20 型规格的压敏电阻特性曲线 (理论) 分别见图 3 和图 4。

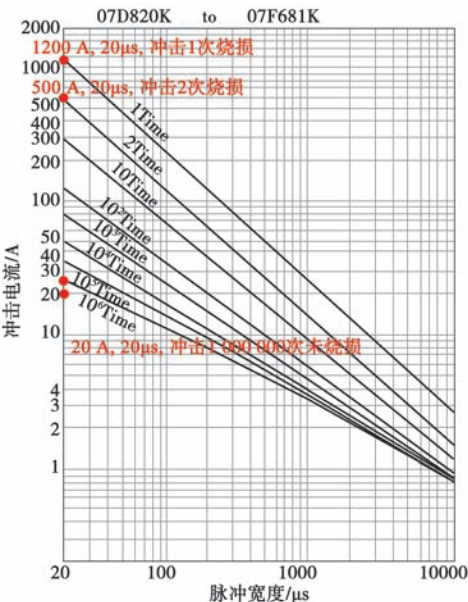


图 3 7 型压敏电阻特性曲线

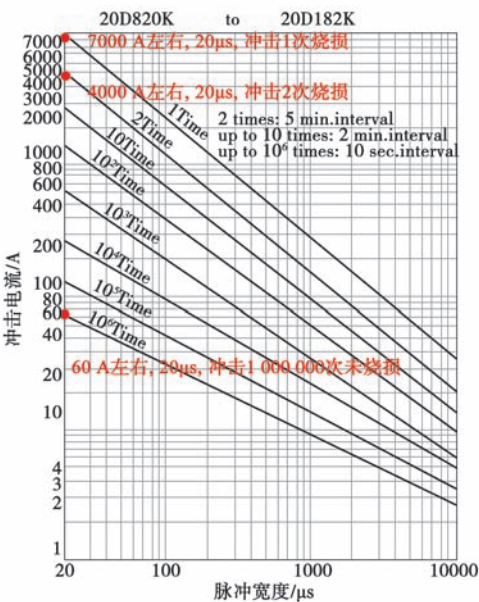


图 4 20 型压敏电阻特性曲线

2 种型号的压敏电阻在 8~20 μs 的冲击电流中, 试验结果见表 3。

表 3 7 型压敏电阻与 20 型压敏电阻性能测试结果对比

7 型耐受电流 /A	20 型耐受电流 /A	耐受冲击次数
1 200	7 000	1 次烧损
500	4 000	2 次烧损
20	60	1 000 000 次未烧损

试验结果可知, 20 型压敏电阻的耐压强度及抗冲击电流强度远大于现有 7 型产品。

3 结语

电力机车、高速动车组上的既有浪涌吸收器虽能满足基本使用要求, 但在实际应用环境下使用寿命较短, 在持续使用一定时间后可能发生故障, 与轨道交通高可靠性的要求存在差距, 因此建议增大压敏电阻容量, 提高耐压强度及抗冲击电流强度。压敏电阻容量增大可提高耐冲击性能指标, 在不改变对高压隔离开关电磁阀保护功能和列车现有的其他工作性能的情况下, 保证高压隔离开关正常的分合闸性能, 从而确保列车正常运行。

参考文献:

[1] GB/T 21413.1—2008 铁路应用 机车车辆电气设备 第 1 部分: 一般使用条件和通用规则 [S].
[2] GB 311.1—2012 绝缘配合 第 1 部分: 定义、原则和规则 [S].
[3] 电机工程手册编辑委员会. 电机工程手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1982.