

城市轨道交通直流断路器触头烧损情况检测新方法

邝志辉 杨晓春

(广州地铁集团有限公司运营事业总部, 510380, 广州//第一作者, 工程师)

摘要 直流断路器触头烧损会降低断路器的载流能力, 现常采用测量静触头底座至动触头羊角间距离及接触电阻的方法进行触头烧损情况检测。但这些方法不能完全反映触头烧损情况。提出了通过测量触头接触面积来判断触头烧损情况的检测新方法。实践验证结果显示, 该方法简单直观、便于操作、准确性较高, 可作为触头烧损情况的辅助检测手段。

关键词 城市轨道交通; 直流断路器; 触头烧损检测

中图分类号 U224.2

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2020.05.044

New Detection Method for the DC Circuit Breaker Contact Burnout of Urban Rail Transit

KUANG Zhihui, YANG Xiaochun

Abstract The burnout of DC circuit breaker contact will reduce the current carrying capacity of circuit breaker. The methods of measuring the distance between the static contact base and the moving contact claw, and the contact resistance are often used to detect the contact burning situation. However, these methods cannot fully reflect the contact burning loss. A new detection method to judge the burning loss of the breaker contact by measuring the contact area is proposed, and the practical verification results show that the method is simple and intuitive, easy to operate with high accuracy. Therefore, it can be adopted as an auxiliary detection method for the contact burnout.

Key words urban rail transit; DC circuit breaker; contact burnout detection

Author's address Operation Business Headquarters, Guangzhou Metro Group Co., Ltd., 510380, Guangzhou, China

城市轨道交通牵引降压混合变电所 DC 1500 V 系统直流断路器, 在遇大电流切断电路时, 其动静触头处产生的拉弧和电热效应会在一定程度上烧损触头。触头烧损将会降低触头间的有效接触面积, 从而降低断路器的载流能力。故触头烧

损情况的检查极为重要。

1 直流断路器的灭弧原理

直流断路器的结构如图 1 所示, 灭弧过程如图 2 所示。直流断路器在分断有载电路时, 将会在触头间产生电弧。当直流电弧稳定燃烧时, 电路仍然是导通的, 因而电弧中有电弧电流, 电弧两端有电弧压降。电弧在磁吹线圈的电磁场作用下被迅速拉长, 使弧根离开动静触头并沿着导弧板向上移动而进入灭弧室。电弧进入灭弧室后, 被金属栅片分割成许多串联的短弧。因为每个短弧都有 1 个阴极压降和 1 个阳极压降, 故电弧的总压降大大增加。这时电源供给的能量小于电弧消耗, 使电弧温度降低电离减弱, 电流减小, 最终迫使电弧熄灭。

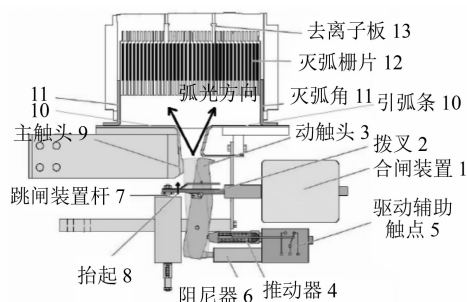


图1 直流断路器结构图

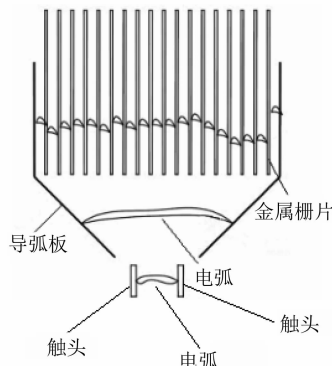


图2 直流断路器灭弧过程示意图

由灭弧过程可知, 在弧根离开动静触头前, 电

弧不断在动静触头间燃烧,并随着引弧条做向上运行。可见,触头上部因电弧所释放热量的积聚,极易发生触头烧损。

2 触头烧损情况的常规检测手段

直流断路器触头的烧损情况常通过测量触头接触电阻和触头烧损尺寸的方法来检查判断。

接触电阻与触头材料、触头间接触压力、接触面形式及其表面的清洁状况等有关。在实际应用中,常使用微欧计输出直流电(一般为 1 A)测量端头间的接触电阻。

触头烧损尺寸的测量方法是:通过测量触头间的开距、机械形变,直接或间接判断触头间的磨损情况。对于不同型号断路器,测量方法略有不同。

广州轨道交通直流高速断路器的主流型号为赛雪龙的 HPB45-82S 和 UR40-82S。本文就这两种主流断路器的触头烧损尺寸测量方法进行介绍。

2.1 HPB45-82S 型触头烧损尺寸的测量

根据《赛雪龙 HPB45-82S 维护手册》,HPB45-82S 型直流断路器触头的烧损尺寸,可通过测量合闸状态下静触头底座和动触头底座间距离 W 来确定(如图 3 所示)。该型号新触头 W 为 12 mm,当 $W=7\pm 1$ mm 时,触头已经烧损。

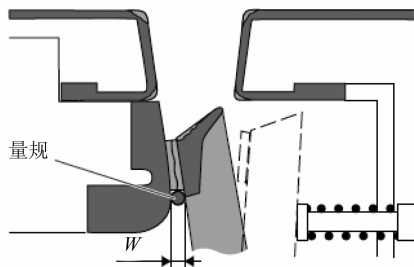


图 3 HPB 45-82S 型触头的 W 测量示意图

如图 3 所示,合闸状态下在动静触头间插入 1 个直径为 6 mm 的量规(可用销钉冲子)。如果量规不能顺利插入,则 W 小于 6 mm,触头严重烧损,需更换。

2.2 UR40-82S 型触头烧损尺寸的测量

根据《赛雪龙 UR40-82S 维护手册》,UR40-82S 型直流断路器触头烧损尺寸,可以采用两种方法进行测量。

方法 1:在合闸状态下测量静触头底座和动触

头羊角间距离 W_1 (如图 4 所示)。如 $W_1 \leq 38 \pm 1$ mm,则需更换主触头。

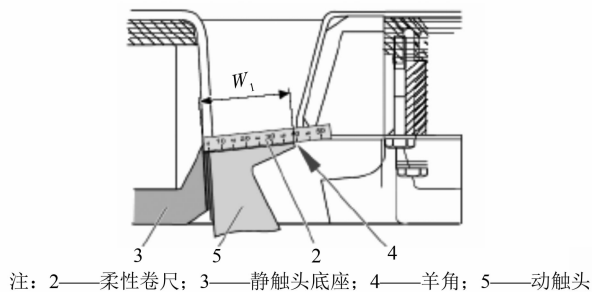
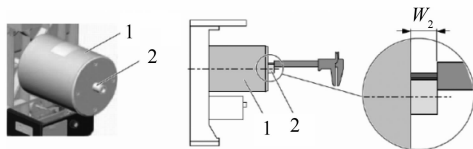


图 4 UR40-82S 型触头烧损尺寸测量方法 1 示意图

方法 2:在合闸状态下测量主触头联动杆的伸缩距离 W_2 (如图 5 所示)新主触头的 W_2 应为 8 ± 1 mm。如 $W_2 \leq 3 \pm 1$ mm,需更换主触头。



注: 1 为合闸装置; 2 为主触头联动杆

图 5 UR40-82S 型触头烧损尺寸测量方法 2 示意图

2.3 常规检测方法的效果分析

由于在灭弧过程中,在动静触头上部产生的电弧能量聚集远比下部严重,相应的,能量聚集导致的触头上部烧损也比下部烧损严重,并呈 V 字型扩散(见图 6)。由于触头下部仍然接触良好,所以接触电阻和触头间距的测量结果并没有明显变化。可见,常规的检测方法并不能反映触头上端的烧损情况,因此,本文提出了一种新的检测方法来识别触头的烧损情况。

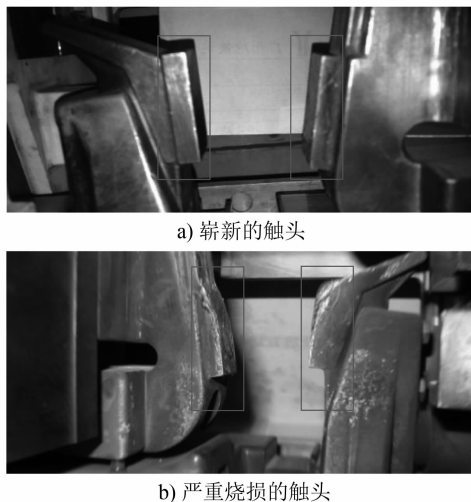


图 6 触头烧损前后对比图

3 触头烧损程度辅助检测的新方法

3.1 检测方法

1) 令直流断路器处于分闸状态,在动静触头间夹入复写纸和白纸(见图 7)。

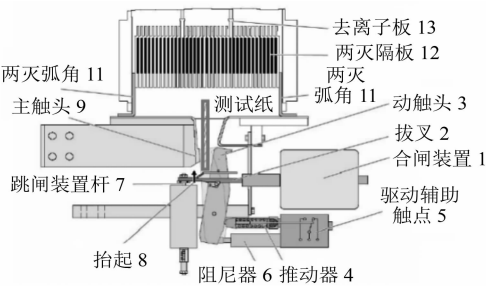


图 7 动静触头有效接触面积的测量方法

2) 先令直流断路器合闸,再令直流断路器分闸。

3) 抽出复写纸,测量白纸上印痕面积,该面积即可视作动静触头的有效接触面积。

3.2 检测验证

结合直流断路器常规的检测手段,并辅以触头有效接触面积的测量,对多台 HPB45-82S 型直流断路器触头烧损情况进行检测验证。检测验证结果如表 1 所示。

表 1 中不合格触头的接触面积均小于 300 mm^2 。由运行经验可知,当 R 和 W 的测量值不满足标准规定时,接触面积通常小于原始接触面积的 $1/2$ 。可见,接触面积能更直观地反映触头烧损情况,可以作为判断触头烧损状态的辅助指标。如接触面积小于原始接触面积的 $1/2$,则说明该触头很可能已严重烧损,需及时更换。

4 结语

现行的直流断路器触头检修方法并不能反映

表 1 直流断路器触头烧损情况检测验证结果

触头编号	触头外观	W/mm	接触电阻 $R/\mu\Omega$	接触面积/ mm^2	结论
1#	触头上方有烧损	7.5	50	198	不合格
2#	触头光洁无烧损	11.2	18	600	合格
3#	触头上方有烧损	6.3	49	270	不合格
4#	触头光洁无烧损	8.1	25	524	合格
5#	触头上方有烧损	9.3	29	423	合格
6#	触头光洁无烧损	9.1	29	306	合格
7#	触头上方有烧损	6.2	39	234	不合格
8#	触头光洁无烧损	8.2	30	306	合格
9#	触头上方有烧损	6.5	39	275	不合格
10#	触头上方有烧损	5.4	50	215	不合格
11#	触头上方有烧损	7.2	40	295	不合格
12#	触头上方有烧损	7.2	30	306	合格
13#	触头上方无烧损	10.2	19	576	合格
14#	触头上方无烧损	9.2	15	478	合格
15#	触头上方无烧损	10.6	25	432	合格
16#	触头上方无烧损	11.2	15	582	合格
17#	触头上方无烧损	11.4	15	600	合格
18#	触头上方无烧损	10.8	28	520	合格
19#	触头上方有烧损	6.3	49	235	不合格
20#	触头上方有烧损	6.7	45	274	不合格

注:当 $W\geq 7\pm 1\text{ mm}$ 且 $R\leq 34\text{ }\mu\Omega$ 时,判断触头合格;崭新触头的接触面为 $20\text{ mm}\times 30\text{ mm}$,故原始接触面积为 600 mm^2

触头上端的烧损情况。本文提出了通过测量触头接触面积来判断触头烧损情况的检测新方法。实践验证结果显示,该方法简单直观、便于操作、准确性较高,在今后的检修维护工作中可作为触头烧损情况的辅助检测手段。

参考文献

[1] 贺威俊,高仕斌,轨道交通牵引供电变电技术[M].成都:西南交通大学出版社,2011.

[2] 王靖满,黄书明.城市轨道交通牵引供电变电技术[M].上海:上海科学普及出版社,2011.

[3] 罗斌,直流快速断路器灭弧系统的分析[J].低压电器,1981(4): 18.

(收稿日期:2018-12-28)

2025 年我国基本建成“轨道上的长三角”

根据国家发展改革委、交通运输部印发的《长江三角洲地区交通运输更高质量一体化发展规划》,到 2025 年,长江三角洲地区一体化交通基础设施网络总体形成,基本建成“轨道上的长三角”,铁路密度达到 $507\text{ km}/\text{万 km}^2$,省际公路通达能力进一步提升,高速公路密度达到 $500\text{ km}/\text{万 km}^2$,世界级机场群和港口群全球竞争能力显著增强。长三角地区一体化运输服务能力大幅提升,中心城市之间享受 1 至 1.5 h 客运服务,上海大都市圈,以及南京、杭州、合肥、苏锡常、宁波都市圈内享受 1 h 公交化通勤客运服务,铁路和水路货运量年均增长率不低于 5%。三省一市协同共建机制更加健全,政策、标准等充分对接,形成交通一体化体制机制改革创新创新的“长三角样板”。智能绿色安全发展水平大幅提高,大城市中心城区绿色出行分担率超过 65%。

(摘自新华社北京 2020 年 5 月 3 日电,记者 安蓓报道)