

CR400AF型标准动车组塞拉门工作原理及故障分析处理

李亨博¹ 何发胜²

(1. 广东科技学院 计算机学院 广东 东莞 523000)
(2. 中国铁路广州局集团广州动车段 广东 广州 510000)

【摘要】本文从CR400AF型标准动车组塞拉门工作原理入手,总结检修现场应用经验,得到塞拉门的一般精调方法。同时分析运用过程中遇到的常见塞拉门故障,提出故障处理方法,以期提高对CR400AF型动车组的运用检修水平。

【关键词】CR400AF; 塞拉门; 原理; 故障

一、塞拉门简介

CR400AF型标准动车组边门^[1]采用电动电控塞拉门,为单扇门结构,主要由门框组件、侧立集成组件、门扇、承载驱动机构、内部操作装置、外部操作装置等部件组成^[2]。

二、主要部件工作原理

(一) 驱动装置

塞拉门开关门过程由110V电机驱动,电机的正反转由DCU内部软件控制电机两端电压极性来控制,通过同步齿形皮带带动丝杆、螺母付、携门架、门扇运动,门扇先沿着上滑道的直道运动然后进入弯道运动最后到达关闭位置,再由主锁、辅助锁压紧锁闭到位,通过安全互锁回路反映到司机HMI表示门正常关闭状态,此为关门;开门则正好相反。

(二) 侧立集成组件

1. 上、下辅助锁。车门有上下辅助锁,辅助锁限位开关S5安装在下辅助锁处;上下辅助锁由一个辅助锁锁闭电磁阀Y2控制。当车门关到位后辅助锁电磁阀Y2得电给辅助锁气缸充风,将门压紧,触发S5限位开关指示辅助锁动作到位。当辅助锁电磁阀Y2失电,辅助锁气缸内的风压通过快速排风阀排出,在复位弹簧的弹簧力作用下,辅助锁钩舌缩回,门锁到位状态被释放。

2. 98%关到位限位开关S4。限位开关S4判别门是否关闭,门关闭过程中,首先触发关到位限位开关S4。

3. 主锁锁闭及其限位开关S1。边门主锁锁闭分为一级锁闭和二级锁闭,门在关闭运动过程中,触发98%关到位限位开关S4后,DCU控制辅助气动锁充气动作,配合电机带动门扇动作首先到达一级锁闭位置,触发锁闭到位限位开关S1,门扇挡销扣入主锁锁叉中。辅助锁压紧继续带动门扇向二级锁闭位置运动,门扇挡销和主锁锁舌配合使得门扇无法继续向前动

作。门扇被锁舌和锁叉扣住既不能向前也不能向后,车门被锁死,无法打开。

4. 紧急解锁电磁铁Y1。无紧急解锁请求时,Y1得电,磁铁导杆在电磁力作用下收回,此时拉动内紧急解锁扳手时与主锁解锁机构未衔接,操作内紧急解锁无效。当Y1失电时,磁铁导杆在弹簧的作用下伸出,内紧急解锁扳手与主锁解锁机构衔接,此时拉动内紧急解锁扳手才有效。

5. 电磁阀组。电磁阀组包含辅助锁锁闭电磁阀Y2和主锁解锁电磁阀Y3。车门完全关闭后,门控器输出控制Y2得电,辅助锁锁闭,将车门压紧。车门开启时,门控器输出Y3得电,主锁充气解锁。同时Y2失电,辅助锁排风解锁。

6. 紧急解锁限位开关S3。车辆有电状态操作紧急解锁时,S3用于向DCU反馈车门处于紧急解锁状态,同时控制辅助锁锁闭电磁阀Y2失电,使得辅助锁排气解锁,从而手动可拉开车门。

7. 供风组件。供风组件将总风降压后作为门动作气源,设置有气源截断塞门、过滤减压阀、压力开关B5和压力表。过滤减压阀将总风过滤并将压力降为6.5Bar。当总风压力下降至450Kpa时,B5压力开关常开触点断开,反馈门空气风压异常,持续10s报压缩空气损失故障。设置压力开关的作用是检测总风是否异常,以保证主锁及辅助锁能够可靠动作。

8. 隔离锁限位开关S2(S2.1/S2.2)。将隔离锁打至隔离位后,不仅从机械上隔离了边门,也通过两个隔离锁限位开关S2.1、S2.2实现电气上的隔离。

三、塞拉门精调

通过总结日常检修经验,得到塞拉门精调作业一般步骤。由于门扇位置移动后,主锁、辅助锁尺寸需相应跟随调整;当辅助所搭接量变化后,主锁倒转量可能相应改变,因此应尽量按照下述顺序执

行，以避免重复调整。

(一) 调整门扇高度和垂直度(V形尺寸)

测量V形尺寸(门扇后端与后门框的间隙)，保证【C门扇上端】-【C门扇下端】≤1mm，保证车门垂直度。若不满足，将携门架上的9颗固定螺栓稍稍松开一些，并松开2颗偏心轮，通过配合调整螺栓位置使门板上下、左右运动，即调整门扇与携门架相对位置来调整门扇高度和垂直度，高度需满足密封胶条不得漏出门框2mm。

(二) 调整门扇摆塞

将门关到主锁一级或二级，看门扇的密封胶条上下是否紧贴密封面，若上下松紧不一致，通过调整上导轨螺栓、下摆臂座固定螺栓来修正门扇处于门全开和刚进弯道时门扇内表面与密封面的距离尺寸，修正后的尺寸在49(-5, +5)mm的公差带内。

再通过前密封胶条与门框密封面来判断门扇进入弯道是早还是晚，若不合适，就要调整上导轨的左右方向尺寸。

(三) 调整主锁位置

调整主锁位置，跟调整门扇位置同步进行，门扇位置确定了，调整主锁位置才有意义。首先手动将门扇朝关门方向运动靠近门框，直到滚轮刚触及锁叉，移动锁体使锁叉搭接量达到3~6mm要求，可通过3mm和6mm的内六角测量。主锁锁叉搭接量保证车门关闭过程中门扇锁销能正常嵌入锁叉内部。若搭接量过小，可能与门扇相抗；若搭接量过大，主锁可能空钩。

(四) 调整辅助锁位置

电动关门至辅助锁压紧状态，检查上、下辅助锁锁舌搭接量5±2mm，通过观察门扇锁扣边缘是否压在白线范围内来判断。辅助锁锁舌搭接量保证辅助锁锁舌能正常扣入门扇锁销内，且与门扇不相抗。

主锁锁舌上、下表面与锁扣在高度方向的间隙最小为2mm。气压在4.5(-0.3, +0.3)bar时辅助锁必须确保能压紧到位，测量气缸导柱与辅助锁锁闭限位开关S5间隙为1-2mm。细调一下使上、下辅助锁同步压紧到位，避免门扇变形、辅助锁的卡滞等弊端。

注意：调整辅助锁时需要保证车门风压4.5bar时，辅助锁仍可以压紧。

(五) 调整主锁倒转量

主锁正常解锁时，主锁解锁气缸充气动作，复位弹簧2复位，主锁锁舌在复位弹簧1作用下解锁。如果倒转量过小，复位弹簧2被止住无法复位，主锁将无法解锁。电动关门至辅助锁压紧状态，查看主锁的倒转量满足1-3mm。

(六) 调整98%限位开关

手动关门到98%位置，听到一声“滴答”响，即S4开关刚触发时，以门框的后边为基准，测量门扇后边轮廓线到基准的距离C1；手动关门到二级锁闭位置，测量门扇后边轮廓线到基准的距离C2，应满足|C1-C2|=18±2mm。若尺寸不满足要求，可使用螺丝刀调整开关位置。

(七) 调整下摆臂

在车门垂直的情况下调整下摆臂高度，保证下滑道下边沿到摆臂体上表面的距离7±1mm。若距离过大，下摆臂滚轮脱出；距离过小，下摆臂滚轮与下滑道滑槽上沿抗磨。分别将门扇置于开到位和刚进入弯道附近位置，检查摆臂体上表面距离导轨下边沿尺寸满足7±1mm。若不满足，将下摆转轴抽出，调整转轴上的垫片位置，从而提升或降低摆臂的高度，满足调整要求。

(八) 主锁锁钩与锁销间歇检查

关门到主锁二级位置，将锁钩往锁挡销位置靠近，但留一点点间隙，既保持0间隙，又能转动挡销为最佳，锁钩的底边必须高于锁挡的底面2mm以上，但不能高出主锁锁体6mm。

(九) 隔离锁搭接量尺寸检查

隔离锁与门框搭接量调节，保证隔离锁能够可靠阻挡车门打开。将门扇手动关上到主锁二级位置，此时用隔离锁钥匙将锁舌伸出，与隔离锁档相配，若太紧，则拆除一些锁档后面的垫片，并将锁档板往车体外侧移动，使隔离锁能够轻松锁上，有效触发隔离锁开关S2，重叠量不小于8mm可通过观察锁挡上的白线来判断。

四、常见故障分析与处理

统计2019年1月以来，CR400AF型动车组线上运行共发生塞拉门故障76起，如图所示：

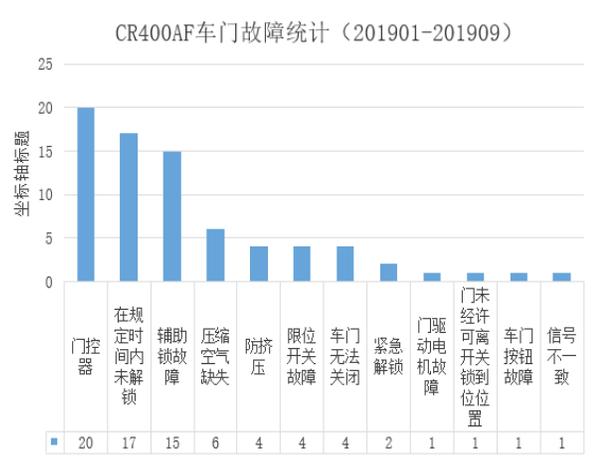


图1 车门故障统计

由图可得,门控器故障^[3]、车门在规定时间内未解锁、辅助锁故障等为故障发生率较高的故障,共占故障发生的68.4%。

(一) 门控器故障

该类故障多发于金创车门门控器,分析为今创车门门控器电源模块异常发热或断电重启所致。现已更换该类门控器,通过优化供电电源模块,大幅降低门控器故障数量。

(二) 车门在规定时间内未解锁

车门在规定时间内未解锁故障共发生17起,其中5起为胶条排气孔堵、4起调整机械尺寸、7起更换辅助锁、1起更换驱动电机。

1. 故障逻辑。车门驱动电机启动开门,3s后门位置传感器检测不到门运动,且锁到位、关到位限位开关指示门处于关锁到位状态。

2. 故障产生的原因。①胶条脏堵引起车门无法打开;②机械锁闭装置、辅助锁等卡滞;③车门供气压力不足;④车门电机等驱动装置出现故障。

3. 故障检查方法。①本地再次进行开关门,确认故障是否可以复现,同时下载门控器数据确认故障发生时的状态;②检查机械锁闭装置、辅助锁是否卡滞、八字胶条排气孔是否堵塞;③检查车门供气压力是否不足,压力表指示标准范围是否在6-6.5bar;④检查门驱动机构的自由运动顺畅性。

(三) 辅助锁故障

辅助锁故障共发生15起,其中2起调整辅助锁机械尺寸、6起更换辅助锁、2起为风压不足、2起为限位开关故障、3起为下滑道卡异物。

1. 故障逻辑。在车门锁闭方向激活辅助锁锁闭电磁阀或在车门解锁方向释放辅助锁锁闭电磁阀后,4s内未收到辅助锁限位开关动作变化。

2. 故障产生的原因。①辅助锁机械卡滞;②车门供气压力不足;③辅助锁限位开关故障;④辅助锁机械尺寸不满足。

3. 故障检查方法。①本地再次进行开关门,确认故障是否可以复现,同时下载门控器数据确认故障发生时的状态;②若辅助锁压紧后无法恢复,检查辅助锁是否本身机械卡滞,是则更换辅助锁组件;③若关门后辅助锁无法压紧,检查Y2电磁阀是否工作,若不工作,检查门控器输出口010是否亮;若电源线路正常,测量Y2电磁阀阻值,若阻值无穷大或显示导通,则更换电磁阀组件。④确认辅助锁限位开关状态是否正确。辅助锁压紧时开关3-4触点导通,1-2触点断开;释放时3-4触点断开,1-2触点导通。同时可根据门控器输入指示灯I20来判断,压

紧时门控器输入指示灯I20灭,释放时I20亮。⑤确认车门辅助锁及开关机械状态是否正常。要求门扇关闭状态下,气动压紧锁舌,锁舌外露锁扣和锁体之间的间隙为 5 ± 2 mm。锁舌下表面与锁扣之间的间隙最小为2mm;辅助锁压紧后,开关还有1~2mm的压紧量。

(四) 限位开关故障

限位开关故障对应锁到位限位开关、关到位限位开关、辅助锁限位开关、隔离限位开关故障,可根据具体报出的故障代码进行相应检查。现以锁到位限位开关故障为例介绍,其余限位开关故障检查思路基本一致。

1. 故障逻辑。锁到位限位开关一直不激活故障:门位置传感器指示门已处于锁到位位置,而锁到位限位开关未检测到门处于锁到位状态。

锁到位限位开关一直激活故障:门位置传感器指示门已离开锁到位位置,而锁到位限位开关仍检测到门处于锁到位状态。

2. 故障产生的原因。①锁到位限位开关调整不到位,处于临界位置;②限位开关信号线反馈异常。

3. 故障检查方法。①本地再次进行开关门,确认故障是否复现;②确认车门主锁机械状态是否正常。要求主锁长锁叉与挡销接触时,短锁叉与挡销的距离为3~6mm;门关闭后,压紧辅助锁时,主锁叉的倒转量为1~3mm;③确认车门主锁开关状态是否正确。在一级锁闭时锁到位限位开关为释放状态,开关1&2触点导通,3&4触点断开;解锁时限位开关为触发状态,开关1&2触点断开,3&4触点导通。④检查门控器上X4-10口是否虚接,同时观察I1灯状态,正常车门打开时门控器输入I1灯亮,锁到位时I1灯灭。

四、结束语

从CR400AF型动车组塞拉门工作原理出发,结合日常检修现场应用经验,提出了CR400AF型动车组塞拉门精调作业方法,为运用所现场检修提供了较为全面的技术支持。同时统计近期发生的塞拉门故障,对故障发生频率较高的故障进行了分析,并给出了故障检查方法,提高了现场故障处理水平。

参考文献:

- [1]王浩,暴长春,邹阳,等.CR400AF型标准动车组塞拉门检修工艺研究[J].科学技术创新,2019(7):2.
- [2]中车青岛四方机车车辆股份有限公司.CR400AF型动车组使用维护说明书V2.0[M].青岛:2017.06.
- [3]常培晶,宋程,衣云利.CR400AF型动车组车门控制系统与安全性[J].装备维修技术,2020(6):1.