

# Analysis and Measures of CR200J EMU Parking Brake Fault

Lina Zhang

China Railway Beijing Group Co., Ltd. Beijing Rolling Stock Depot, Beijing, 100039, China

## Abstract

In response to the phenomenon of individual parking brake calipers being unable to be applied normally during the brake test in the drum shaped power concentrated high-speed train depot, this article analyzes the principles of parking brake and parking cylinder, and disassembles and inspects the problem parking brake cylinder. It is determined that the cause of the problem is external water and impurities entering the interior of the parking cylinder through the parking breathing blockage, oil emulsification in the cylinder, corrosion and fracture of the parking spring and positioning cylinder pin, spring failure, and inability to re connect the parking top rod structure, resulting in the inability to apply parking normally. Preventive measures and disposal suggestions are proposed. This article analyzes the principles of parking brake and parking cylinder, and disassembles and inspects the parking brake cylinder to identify the cause of the problem of the parking brake caliper unit not being able to apply normally, and proposes disposal suggestions.

## Keywords

Parking brake; Parking brake cylinder; Spring fracture

# CR200J 动车组停放制动故障分析及措施

张莉娜

中国铁路北京局集团有限公司北京车辆段, 中国 · 北京 100039

## 摘 要

针对鼓形动力集中动车组库内制动试验时个别停放制动夹钳无法正常施加现象, 通过停放制动及停放缸原理进行分析, 并对问题停放制动缸拆解检查, 确定问题原因为外界水及杂质通过停放呼吸堵进入停放缸内部, 缸内油脂乳化, 停放弹簧和定位圆柱销腐蚀断裂, 弹簧失效, 无法重新联挂停放顶杆结构, 导致停放无法正常施加, 提出预防性措施及处置建议。本文通过停放制动及停放缸原理进行分析, 并对问题停放制动缸拆解检查, 找出停放制动夹钳单元无法正常施加问题原因, 提出处置建议。

## 关键词

停放制动; 停放制动缸; 弹簧断裂

## 1 引言

停放制动是防止静置状态下列车发生溜逸的制动方式。目前国内客车和 CR200J 型电动车组通常采用蜗轮蜗杆式或伞齿丝杠式的手制动机来实施停放制动, 操作麻烦, 需要到每一辆车上操作手制动机, 且制动力的大小因施加人不同而不同。而国内动车组通常采用弹簧储能方式的停放制动, 不需要人工操作, 仅由司机通过操作停放制动按钮即可实现停放制动的施加或缓解。

因此, 2019 年年底在对 CR200J 型电动车组进行改进设计时, 为满足一体化的需要, 在拖车和控制车上加装停放制动装置, 取消原车上装有的伞齿轮手制动机, 停放制动受动力车统一控制。全列每辆车均布置停放制动装置, 可实现

自由灵活编组及单车停放功能。停放制动能够保证拖车单车满轴重时在 18% 坡道上安全停放的要求, 同时考虑了制动力和停放制动力不能叠加<sup>[1]</sup>。在使用过程中, 发现鼓形动集动车组库内制动试验时个别 TKK600-CU06-00-00 型(北京纵横)停放制动夹钳无法正常施加现象。

## 2 工作原理

### 2.1 停放制动工作原理

停放制动系统有两路风源能将压缩空气充入停放制动缸中, 其中一路为总风管, 另一路为副风缸。停放制动缓解时, 停放制动控制模块中的缓解电磁阀得电, 停放制动风缸中的空气经停放制动控制模块的缓解电磁阀、双向阀进入停放制动缸的停放腔室将停放弹簧压回, 停放制动缸杠杆动作, 闸片离开制动盘, 拖车缓解; 停放制动施加时, 停放制动控制模块中的施加电磁阀得电, 停放制动风缸中的空气经停放制动控制模块的施加电磁阀、双向阀排到大气中, 制动

【作者简介】张莉娜(1989-), 女, 中国河北保定人, 本科, 中级工程师, 从事铁路客车安全管理研究。

缸中的停放弹簧回压,停放制动缸杠杆动作,闸片抱紧制动盘,拖车施加,如此后施加常用制动,空气制动机动作,副风缸中的空气经空气制动机进入停放制动缸的制动腔室,同时会有一部分空气经停放制动控制模块的双向阀进入停放制动缸的停放制动腔室由停放弹簧压回,防止总制动力的叠加<sup>[2]</sup>。

司机通过操作司机台上的停放制动按钮将按钮信号通过硬线给到停放制动模块,驱动拖车停放施加中间继电器、停放缓解中间继电器触点闭合,拖车停放制动双脉冲电磁阀动作,从而控制停放的施加与缓解<sup>[3]</sup>。

## 2.2 停放制动缸工作原理

针对北京纵横机电科技有限公司(以下简称:北京纵横)停放制动夹钳单元停放不施加故障,对TKK600-CU06-00-00型带停放制动夹钳单元的工作原理进行分析。

停放制动缸充入压缩空气,推动停放活塞运动到对应位置,停放弹簧被压缩。楔形销在复原弹簧的作用下,与转轴贴合,推动钢珠滚入停放活塞套的圆槽中使钢珠处于锁定状态。

停放缸排风,停放弹簧推动停放活塞,停放活塞通过停放活塞套、钢珠,带动停放制动顶杆一起向上方运动,停放制动施加。停放制动力的传力途径为:停放弹簧→停放活塞→停放活塞套→钢珠→停放顶杆。

当拉动手动缓解装置时,滑块向右移动,带动转轴偏转。转轴以止动环接触点为支点,推动楔形销向上移动。在停放弹簧复原力作用下,钢球被停放活塞套推向楔形销的钢珠槽中,直至钢球的锁定状态解除,停放制动顶杆向下收回,手动缓解完成。

手动缓解后,转轴在复位拉簧作用下复位,停放缸进入备用状态,当需再次施加停放制动时,需向停放缸充入最小缓解压力,活塞向下运用,重新联挂停放顶杆结构,可使停放功能恢复。

停放缸上设置了停放呼吸堵并配置了带内部结构的防尘帽,起到平衡停放活塞背侧压力功能,正常运用环境下,防尘帽起到阻止外部水侵入作用,该结构可满足车辆正常运用的要求。当防尘帽破损未及时更换、使用高压水直接冲洗呼吸堵结构或浸没停放呼吸堵结构时,外部水会通过防尘帽经停放呼吸堵进入停放缸内部。严重时,将导致缸内零部件损坏,影响停放缸功能。

## 3 原因分析

### 3.1 对停放制动控制模块分析

停放制动控制模块设备外观状态正常,插头无松脱情况。司机室操作停放制动施加及缓解按钮,测量停放制动施加继电器KA45常开点下口+164接线、停放制动缓解继电器KA46常开点下口+165接线对停放制动控制复线-111间均出现高电平信号,继电器KA45、KA46指示灯在按钮按下后存在闪烁情况。

## 3.2 对停放制动夹钳单元分析

### 3.2.1 外观检查

检查制动夹钳单元外观,表面外观状态良好,各部件齐全,状态良好。

### 3.2.2 功能试验

返厂制动夹钳单元进行试验台停放功能及例行试验。经试验测试:

① 1# 制动夹钳停放功能不施加,除停放功能相关测试外,其余测试项点合格。

② 2# 制动夹钳停放功能多次测试,偶发停放功能不施加故障,停放缸气密性测试超标,其余测试项点合格。

### 3.2.3 拆解检查

拆解检查手缓解体,查看内部状态,1#、2#内部存在水迹及杂质,滑块部件可正常动作,金属垫外表面有杂质及水迹。停放缸组成与制动缸分离,对夹钳停放制动缸进行拆解检查,拆解过程中有水从停放缸呼吸堵处流出。拆卸停放缸金属垫,检查金属垫表面有杂质及水迹,顶杆组成部件完整,内部油脂乳化、有进水迹象。拆解停放缸组件,发现内部停放弹簧错位、锈蚀,停放弹簧出现断裂情况。

查看停放缸内部状态,有进水且内部锈蚀,并发现1#停放活塞定位圆柱销表面锈蚀,出现断裂,皮碗状态良好,停放中间体内油脂状态正常;2#锈蚀较为严重,停放中间体组成以及停放活塞,内部无油脂,残留黄褐色物质,呈块状。

检查制动夹钳单元防尘帽外观有破损,经核实,1#夹钳更换前防尘帽为完好状态,应为拆卸周转环节造成破损;2#内部排气螺栓已外漏,与现车拆卸时状态一致。

### 3.3 断裂弹簧分析

经检验发现,两组弹簧金相组织主要为回火屈氏体+少量铁素体,未见其他异常组织;表面未见全脱碳层,不完全脱碳层最大深度约20um,满足标准要求。

由于断口表面覆盖有大量的锈蚀产物,大部分区域的断口形貌难以观察,但少量可观测的区域,发现有垂直于裂纹扩展方向的条带,表明弹簧断裂形式为疲劳断裂。2#弹簧,4个断口裂纹源均为锈蚀坑处,从金相检验结果可知,弹簧表面锈蚀坑最大可达900um,因此可以推断锈蚀坑是造成断裂的主要因素。1#弹簧2个断口均为多源裂纹,表明弹簧受到较大的外力作用。

### 3.4 停放制动缸进水原因分析

停放缸进水路分析原有停放缸设计有停放呼吸堵结构。当停放缸通过停放进气口充气时,停放活塞向下运动,停放活塞和停放缸盖的内部空间被压缩,停放活塞和停放缸盖的内部空间的空气通过停放呼吸堵排往大气;当停放缸通过停放进气口排气时,停放活塞向上运动,停放活塞和停放缸盖的内部空间增大,停放缸通过停放呼吸堵吸入空气。

若停放缸呼吸堵处有水,则水可进入停放缸内部。

## 4 安全分析

### 4.1 运用安全分析

停放缸内进入水，转轴根部会产生锈蚀，当停放缸充气缓解时，转轴根部锈蚀，钢珠处于自由状态，会使楔形销一直处于手动缓解的状态，导致停放不施加故障。

停放弹簧由停放活塞和停放缸盖定位导向支撑，呈均布状态，其中，停放弹簧采用串联+并联结构型式。由拆解过程表明，停放弹簧出现腐蚀断裂，停放弹簧组仍能被正常压缩，不会引起停放不缓解现象。

定位圆柱销压装至停放缸盖上，属于导向功能。停放制动施加和缓解操作停放活塞沿着定位圆柱销上下移动。当定位圆柱销断裂后，定位圆柱销的导向功能失效，停放制动功能失效，故定位圆柱销断裂会导致停放不施加故障。

综上，上述故障对停放制动夹钳单元的常用制动功能无影响，车辆运行中，可能存在停放制动实际无法施加现象，对车辆的安全运营无影响。

### 4.2 停放性能分析

按照 20‰停放坡道限制，对时速 160 公里动力集中动车组停放能力 校核，损失 2 套拖车停放制动夹钳单元仍满足整车停放要求，计算结果如下表所示。

表 1 停放坡道限值

| 坡道工况             | 单位 | 全列正常 | 损失一个拖车<br>停放夹钳 | 损失两个拖车<br>停放夹钳 |
|------------------|----|------|----------------|----------------|
| 停放坡道限值<br>(新轮)   | ‰  | 24.8 | 22.6           | 20.3           |
| 停放坡道限值<br>(半磨耗轮) | ‰  | 25.8 | 23.5           | 21.2           |

## 5 停放缸呼吸通路优化方案

通过对结构零件进行改进，优化 TKK600-CU06-00-00 型（北京纵横）停放制动缸呼吸孔结构，建立内部气体通路，停放活塞与停放缸盖的内部空间，与常用呼吸堵之间建立了呼吸通路，停放缸与常用制动缸共用一个呼吸堵，停放缸动作时，通过常用缸呼吸堵进行吸气和排气，取消现有停放呼吸堵，采用螺堵进行封堵，防止外界水及杂质通过停放呼吸堵进入停放制动缸内部，具体通路如下：停放活塞与停放缸盖的内部空间→停放缸盖的呼吸孔→止动环通气槽→楔形销通气孔→停放制动顶杆通气孔→楔形体通气孔→通过制动缸内部零件间隙→常用缸呼吸堵，通过上述通路，与大气保持畅通。

## 6 结论

依据结构原理、现场分析及返回夹钳测试拆解检查结果可知：

①停放制动施加继电器 KA45、停放制动缓解继电器 KA46 常开点上口由 +114 供电。05、07 车停放制动施加控制回路供电状态及 KA45、KA46 正常，排除批量停放制动控制模块内部故障在停放制动施加操作中导致停放制动夹

钳不动作的原因。

②返厂制动夹钳单元外观正常，经制动夹钳单元例行测试后常用制动性能均合格；进行停放制动、缓解试验，制动夹钳单元停放不施加故障复现；

③ 1# 停放缸内部有进水痕迹，定位圆柱销、停放弹簧出现断裂，2# 停放缸内进水后，水迹被蒸发，停放缸内部停放弹簧出现断裂，停放缸内存在残留黄褐色物质，呈块状。

④根据返厂拆解检查情况可知，停放缸内由停放呼吸堵进入水及杂质后（进水路径如下图所示），停放缸内部零件如转轴根部、轴套锈蚀，当进行手动缓解操作后重新向停放缸充风缓解时，转轴、滑块运动受阻，钢珠处于自由状态，会使楔形销一直处于手动缓解的状态，无法重新联挂停放顶杆结构；当停放缸排风后，传力机构为非联挂状态，导致停放不施加故障。

⑤当停放缸内部长期处于水及杂质环境下，易使停放弹簧和定位圆柱销产生腐蚀；腐蚀严重时，会导致停放弹簧疲劳断裂，进而引起停放 弹簧组载荷不平衡，造成定位圆柱销受力异常并断裂。

依据停放缸原理和拆解检查结果，判断外界水及杂质通过停放呼吸堵进入停放缸内部。缸内油脂乳化并逐步损失，缸内水及杂质环境对停放弹簧和定位圆柱销产生腐蚀，同时会导致停放弹簧间的异常摩擦。缸内停放弹簧、定位圆柱销断裂后，停放活塞无法正确回位，无法重新联挂停放顶杆结构，是停放不施加故障的直接原因，最终导致停放无法正常施加。

## 7 结语

该故障不会导致制动不缓解或停放意外施加，不会影响行车安全。针对北京纵横停放制动夹钳单元停放不施加故障，建议如下：

①结合 D1、D2 修，对车组施加铁鞋，在常用制动缓解状态下，单独施加停放制动，目视和手动检查停放制动夹钳单元是否动作，停放制动施加，定期对现车停放夹钳实际动作状态进行确认，每组车故障停放夹钳故障超过 2 套及时更换，未超出 2 套时加强对故障停放夹钳盯控，具备条件时更换。

②结合 D3、D4 段修，逐组对所有停放制动缸更换为优化后结构的停放制动缸，在未更换新结构停放制动缸前，组织供应商在段储备备品备件，保障发现故障时能够及时处置。

### 参考文献

- [1] 芮向辉,刘云峰.CR200J型电动车组拖车停放制动系统的设计[J].铁道车辆,2021,59(2):79-81.
- [2] 动力集中动车组动力车互联互通-网络互联互通功能暂行技术要求:TJ/JW116—2018[S].
- [3] 动力集中动车组动力车互联互通-司机显示屏暂行技术要求:TJ/JW117—2018[S].