

# 北京地铁计轴设备受电磁干扰分析及措施

陈鹏

北京市地铁运营有限公司通信信号分公司

DOI:10.12238/jpm.v3i10.5324

**[摘要]** 随着城市轨道交通的快速发展,北京地铁的平均日客流量急剧增加。北京地铁日运营压力较大。在2020年4月13日12:01分收到八通线信号工班信息报:列车通过四惠站17DG、19G后,没有正常出清,异常占用,车控室进行复位后恢复正常,机柜指示灯状态未拍到,故障时经过的列车车组号为435车(430往后都为新车)。查看日志后,19G计负轴,17DG显示存有一轴,直到复位才输出硬件空闲信息。此区段故障现象在2020年3月22日也同样出现过。从2020年3月16日起到5月19日为止,接连出现列车通过计轴点后发生丢轴现象,包括2020年3月16日管庄站列车经过13G、15G后,13G、15G异常占用,丢轴;2020年3月23日四惠站列车经过19G、17DG后,19G、17DG异常占用,丢轴等共计21起类似故障。为解决北京地铁八通线计轴受扰故障,故进行故障分析、新旧车辆磁场强度等测试,测试结果发现引起计轴设备丢轴的干扰源可能与V箱附属箱有关,建议车辆参考CLC/TS 50238-3标准(对应国标:GB/T 28807.3)降低电磁干扰强度。

**[关键词]** 计轴、测试、仪器、验证

## Analysis and measures of Beijing Metro shaft shaft Equipment

Chen Peng

Beijing Metro Operation Co., LTD. Communication Signal Branch

**[Abstract]** With the rapid development of urban rail transit, the average daily passenger flow of Beijing subway has increased sharply. Beijing subway day operation pressure is greater. At 12:01 on April 13, 2020, the eight Link line signal shift information was received: after the train passed 17DG and 19G of Sihui Station, there was no normal clearing and abnormal occupation, the vehicle control room returned to normal, the cabinet indicator status was not photographed, and the train group number was 435 (430 is new). After viewing the log, the 19G meter has a negative axis, and the 17DG shows that there is an axis, and you do not output the hardware idle information until reset. This section failure also occurred on March 22, 2020. From March 16, 2020 to May 19, axle loss occurred after passing through the counting point, including 13G, 13G and 15G and 15G on March 16, 2020, 19G, 17DG and 17DG after 19G and 17DG on March 23, 2020. In order to solve the disturbed fault of the meter shaft of Beijing Metro Batong line, so the fault analysis, old and new vehicle magnetic field strength test, the test results found that the interference source of the shaft loss equipment may be related to the auxiliary box of V box, it is recommended to refer to the CLC / TS 50238-3 standard (corresponding national standard: GB / T 28807.3 to reduce the electromagnetic interference strength).

**[Key words]** meter axis, test, instrument, verification

### 绪论:

北京地铁八通线信号系统采用深圳科安达电子科技有限公司提供的TAZ II/S295+JC型计轴设备作为轨道区段空闲占用检查设备,计轴设备在使用过程中出现了新车受扰丢轴的故障情况,因此本文以发现、排查、定位及对故障进行改善处理作为基础数据,通过对整改后的故障的分析,进行汇

报,最终保证八通线计轴设备正常稳定的运行。

### 一、故障分析

根据以上故障汇总信息分析可以看出,出现多次故障车辆均为车组号430号段以后的新车,且是不定时间(周六日新车上线频次较平时相对较少)不定区段,出现丢轴的情况,初步分析为丢轴故障跟新车有关。以下故障排查为四惠站排查的

过程。

### 1、监测及回放查看

我们在室内查看了 mss 回放, 随后进行复位后棕光带消失, 并查看了计轴终端日志, 19G 计负轴, 17DG 显示存有一轴, 直到复位才输出硬件空闲信息, 与上报故障信息一致, 并且与 3 月 22 日日志信息一致。

### 2、设备工作状态排查

(1) 模拟行车测试: 模拟行车测试调整前后与更换板卡前后均正常。

(2) 计轴电缆测试。

(3) 设备安装及配线情况检查。

在 2020 年 3 月 24 日已经对相关区段所有板卡进行了更换新品。具体如

下:

更换前:

17DG: 输出板 2366/19/00、计轴板 17704/17/01

19G: 输出板 4785/19/00、计轴板 5781/14/01

放大板: 1247/19/00

更换后:

17DG: 输出板 16916/19/00、计轴板 19193/19/01

19G: 输出板 18218/19/00、计轴板 19220/14901

放大板: 8647/19/00

在 2020 年 3 月 14 日对室外磁头在此进行检查, 感应高度为 43.5mm 没有变化, 安装高度为 44.8mm, 应要求并预防性更换了磁头。

### 3、故障定位

根据上述四惠排除结果来看, 计轴板卡已经全部更换, 各项指标也符合标准值, 且线缆无虚接及破皮等现象, 基本上可以排除计轴本身故障, 而在其他站点发生的故障, 每一项故障我们也进行了详细的排查, 包括室内及室外, 计轴本身及计轴电缆, 均未发现异常。

近期发生的故障唯一的不同点就是跟新车有关, 造成丢轴的情况均发生在新车通过计轴点造成, 初步怀疑新车产生电磁干扰, 影响到磁头正常的计入与计出。

为了收录抓取干扰时候的波形, 在 4 月初我们接入了波形记录仪, 在 2020 年 4 月 13 日四惠站发生故障后, 第一时间前往现场查看数据, 波形显示第一个感应单元的脉冲已经覆盖了第二个感应单元, 因此没有形成有效的轴数。

4 月 23 日, 土桥站列车通过 1DG、19G 后, 没有正常出清, 异常占用, 干扰时经过 JZ21 的列车车组号为 435 新车 (430 往后都为新车)。查看日志后, 19G 计负轴, 1DG 显示存有一轴, 直到复位才输出硬件空闲信息。当天查看波形记录仪当天干扰波形, 发现第 8 个轴, 波形第一个感应单元的脉冲已经覆盖了第二个感应单元, 因此没有形成有效的轴数。

根据现场排查结果及波形记录分析, 车辆引起计轴受扰的可能性较大。

## 二、新旧车辆磁场强度对比测试

由于计轴受扰均出现在新采购车辆 (车组号 430 往后都为新车), 为验证新车与旧车对计轴干扰的差异, 4 月 21 日、5 月 15 日、6 月 10 日, 我方在试车线进行了新旧车辆以不同工况驶过车轮传感器时产生的磁场测试, 验证是否磁场强度超过车轮传感器限值引起干扰。

### (一) 测试仪器

(1) 电磁场强度测试仪

(2) 低频测试天线

(3) 其它配套安装支架及连接电缆

### (二) 测试过程

4 月 21 日在试车线 JZ03 计轴点处安装低频天线测试新旧两组列车过车时产生的磁场强度测试。在 JZ03 处距离一米远安装低频测试天线, 列车在 JZ03 上来回跑车, 测试列车经过 JZ03 计轴点处及低频天线处的磁场强度, 同时采集轨旁 JZ03 处的通道波形, 数据同步收录于电磁场强度测试仪内。室内计轴机柜的 JZ03 处的计轴通道连接 GL980 波形记录仪, 同步采集相关波形。在试车线进行测试车辆为两辆, 上午进行旧车测试, 下午进行新车测试, 测试行车速度为 40km/h, 多次往返于 JZ03 处车轮传感器。测试的车辆编号为: 新车编号: 435、旧车编号: 425。

### (三) 测试数据

#### 1、新车测试

工况一: 测试新车, 在车速 40km/h 的情况下, 新车反向行车从 4G 往 3G 方向经过 JZ03 处低频天线的磁场强度, 列车经过 JZ03 处时, 采集到每个转向架的两轴间均产生了比较强烈的磁场强度变化曲线, 磁场强度达到了 103dBuA/m。

工况二: 在车速 40km/h 的情况下, 新车正向行车从 3G 往 4G 方向经过 JZ03 处低频天线的磁场强度如下, 列车经过 JZ03 处时, 采集到每个转向架两轴间同深圳科安达科技股份有限公司样产生了比较强烈的磁场强度变化曲线, 磁场强度达到了 101 dBuA/m 到 102dBuA/m。

以上两种工况下, 车速 40km/h 的情况下, 新车经过 JZ03 处低频天线时每个转向架两轴之间的磁场强度都有超过 94 dBuA/m 的值:

#### 2、旧车测试

工况一, 车速 40km/h 的情况下, 旧车正向行车从 3G 往 4G 经过 JZ03 处低频天线的磁场强度, 列车经过 JZ03 处时, 采集到每个转向架两轴间产生的磁场强度变化曲线比较低, 磁场强度在 79dBuA/m 到 82dBuA/m。

工况二, 车速 40km/h 的情况下, 旧车反向行车从 4G 往 3G 经过 JZ03 处低频天线的磁场强, 列车经过 JZ03 处时, 采集到每个转向架两轴间产生的磁场强度变化曲线与新车对比强度较低, 磁场强度在 85dBuA/m 到 87dBuA/m, 转向架两轴间产生的磁场强度曲线变化平缓, 强度没有新车的变化强烈。

### (四) 测试结论

查看分析采集的轴脉冲波形及磁场强度,发现在新车的每个转向架之间有一个强烈的磁场强度变化,Z方向的磁场强度有达到 105dB $\mu$ A/m,已超出车轮传感器限值。

根据现场测试分析,新列车在经过车轮传感器上方时,车轴转向架部位存在的直接或间接磁场源产生的磁场引起车轮传感器受扰丢轴。

### 三、干扰源分析

根据测试,且已采集到的异常波形位置,刚好处于转向架位置,我们分析干扰来自车辆转向架。转向架承接列车接地线回流,列车接地通过转向架的接地极将回流通过车轮和钢轨导回大地,其回流径路为:设备地线(负线)→接地端子排→接地箱→转向架接地极→车轮→钢轨→大地。当转向架车轮经过车轮传感器时,可能引起车轮传感器受扰。现场检查对比新旧车辆转向架附近设备,新车在转向架附近安装了VVVF逆变器箱。

该箱体左右两侧的附属黑箱内置了2个电容(容量2 $\mu$ f),据了解该电容作用为解决速传干扰,其负线电流径路为:负线→接地端子排→接地箱→转向架接地极→车轮→钢轨→大地。

同时,根据某线列车(同为四方所车辆)经过车轮传感器引起的丢轴现象,引起丢轴的车辆同样安装了解决速传干扰的电容,在将电容容量改小后,丢轴现象不再出现,我们分析干扰源可能与V箱附属箱体有关。

### 四、电容磁场强度测试

为验证分析结论,于5月15日在试车线再次对新车V箱附属箱体放置低频天线进行测试。

#### (一) 测试仪器

- (1) 电磁场强度测试仪
- (2) 低频测试天线
- (3) 其它配套安装支架及连接电缆

#### (二) 测试过程

于435车V箱的附属箱体中放置低频天线测试仪,磁场强度测试仪则放置于车厢内,在试车线进行来回跑车试验:

工况一,测试列车在加速情况下低频天线采集到的磁场强度大于94dB $\mu$ A/m,均超出车轮传感器限值

工况二,测试列车在制动情况下低频天线采集到的磁场强度大于94dB $\mu$ A/m,均超出车轮传感器限值

可以发现,列车在加速和制动过程低频天线采集到的磁场强度均超过超出车轮传感器限值。

以验证以上章节分析结论后车辆方将牵引逆变器内电容接线拆除此车2路电容后进行磁场强度测试,在列车加速和制动测试时,低频天线采集到的磁场强度均未超过车轮传感器限值(<94dB $\mu$ A/m)

### 结论

根据以上测试结果,我们对分别于4月21日、5月15日、6月10日、7月3日、8月16日对435、434车电容拆除前,拆除后车及425车进行了数据对比,发现在4月21日及5月15日测试过程中,435车其在轨旁、V箱测试各项工况均已超过车轮传感器限值(<94dB $\mu$ A/m),6月10日435车拆除2路电容接线后进行各项工况测试时只发现1次超过车轮传感器限值,7月3日435车拆除1路电容接线后进行各项工况测试时只发现1次超过车轮传感器限值且远低于电容拆除前的水平,8月16日434车拆除1路点燃那个接线后接线各项工况测试未发现超过车轮传感器限值。

根据干扰原因的分析及现场磁场强度测试的结果,可以确认引起计轴设备丢轴的干扰源可能与V箱附属箱有关,建议车辆参考CLC/TS 50238-3标准(对应国标:GB/T 28807.3)降低电磁干扰强度。

### [参考文献]

[1]车辆参考CLC/TS 50238-3标准(对应国标:GB/T 28807.3)