

文章编号: 1674—8247(2025)02—0099—05
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2025.02.016

信号集中监测在道岔检修中的分析应用

田东方¹ 王洪亮²

(1. 中国铁路太原局集团公司, 太原 030000; 2. 中铁工程装备集团有限公司, 郑州 450000)

摘 要:作为道岔养护的重要设备,信号集中监测系统已广泛应用于铁路运输系统,可采集道岔控制系统的相关数据并绘制功率曲线,通过分析道岔动作功率曲线,掌握道岔动作过程中的工作情况。本文以 ZYJ7 型转辙机为例,将异常曲线与正常曲线进行对比,阐明了异常曲线产生的原因,并提出了相应的处理建议。此外,本文阐述了信号维护人员在工作中如何通过分析功率曲线,掌握道岔运行情况,提前发现安全隐患并及时处理,以及在道岔故障时通过对功率曲线的分析,快速准确地对故障进行定位,缩减故障延时,保障现场设备的运转质量。

关键词:集中监测系统;道岔检修;功率曲线;ZYJ7 型转辙机

中图分类号:U284.92 **文献标志码:**A

Analytical Application of Centralized Signaling Monitoring in Turnout Maintenance

TIAN Dongfang¹ WANG Hongliang²

(1. China Railway Taiyuan Bureau Group Co., Ltd., Taiyuan 030000, China;

2. China Railway Engineering Equipment Group Co., Ltd., Zhengzhou 450000, China)

Abstract: As a crucial tool in turnout maintenance, centralized signaling monitoring systems have been widely adopted for railway transportation systems to collect data related to turnout control systems and generate power curves, thereby enabling the understanding of turnout operation through analysis of turnout action power curves. This paper, taking ZYJ7-type switch machine as an example, contrasted abnormal curves with normal ones, elucidated the causes of such anomalies and proposed corresponding remedial measures. Moreover, it discussed how signal maintenance personnel can utilize power curve analysis to monitor turnout performance, proactively identify potential safety hazards, and promptly address them, as well as swiftly and accurately pinpoint faults through curve analysis during turnout malfunctions, thereby minimizing downtime and ensuring the operational quality of on-site equipment.

Key words: centralized monitoring system; turnout maintenance; power curve; ZYJ7-type switch machine

列车的安全运行对铁路运输至关重要,对列车安全影响最直接的设备就是道岔^[1]。重载技术的进步和列车运行速度的不断提升,使得列车对道岔的冲击及震动也随之增大,加之外部恶劣的环境等因素,导致

道岔故障率居高不下,已成为影响铁路安全生产的“瓶颈”^[2]。目前对道岔的养护工作施行天窗修和周期性的检修方案,基本依赖于信号人员的工作经验和专业知识,这种维护方式缺乏针对性,因此呈现出道岔

收稿日期:2023-04-19

作者简介:田东方(1992-),男,助理工程师。

引文格式:田东方,王洪亮.信号集中监测在道岔检修中的分析应用[J].高速铁路技术,2025,16(2):99-103.

TIAN Dongfang, WANG Hongliang. Analytical Application of Centralized Signaling Monitoring in Turnout Maintenance[J]. High Speed Railway Technology, 2025, 16(2):99-103.

设备隐患发现不及时、故障分析及定位效率低等不足^[3]。信号集中监测系统是一种基于自动控制技术、网络技术、传感测试技术的综合性检测平台^[4],能够准确及时地监测、分析道岔运行中出现的异常及故障,根据功率曲线的分析结果,快速对隐患及故障进行诊断,减少诊断和处理问题过程中存在的误差,为道岔故障处理提供可靠依据。

1 道岔动作功率曲线采样原理

道岔动作功率依据电动机动作时的电压和电流值计

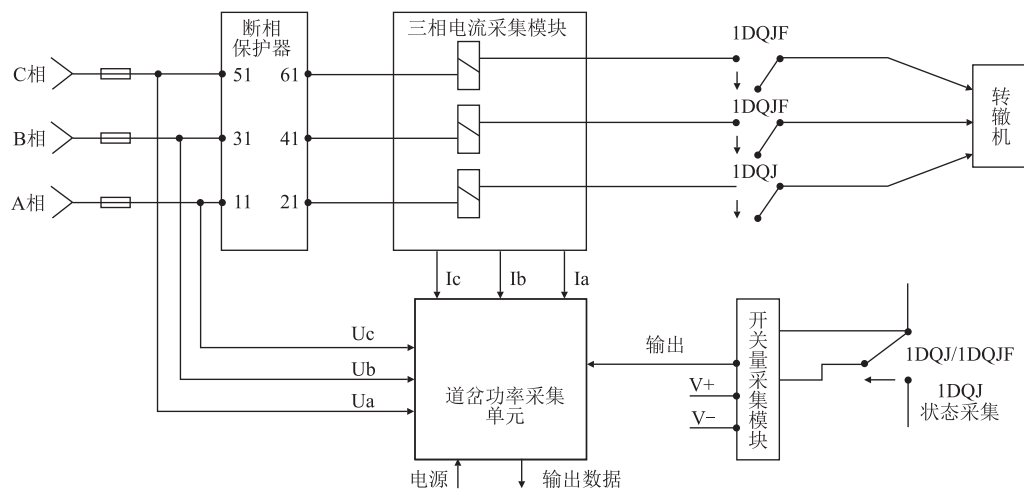


图1 ZYJ7型转辙机动作功率曲线采样原理图

2 道岔正常动作功率曲线分析

道岔转换过程中的机械、电气和时间特性可以体现在道岔动作功率曲线中。信号维护人员查看、分析道岔功率曲线,并与标准功率曲线进行对比,可以远程了解道岔运转情况,及时发现道岔动作过程中出现的异常情况。道岔正常动作功率曲线如图2所示。

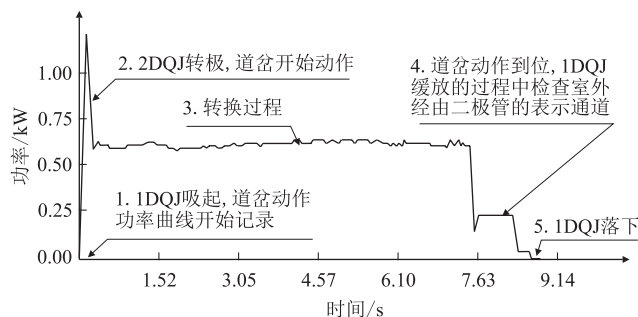


图2 正常功率曲线图

ZYJ7型提速道岔动作过程可分为:第一阶段,1DQJ励磁后吸起,此时集中监测系统将记录道岔动作功率。第二阶段,2DQJ转换极性,此时道岔功率会达到一个较大的峰值,这表明道岔的启动电路已接通,道

岔开始动作。第三阶段,此阶段由3个过程组成,分别是道岔的解锁、转换和锁闭。道岔在转换阶段,电机输出的功率稳定。正常动作功率曲线基本保持平直,但是在转换过程中会受到外部环境、机械性能和受力情况的影响,道岔功率曲线会有小幅度的波动。第四阶段,道岔结束转换后,启动电路会断开,此时进入1DQJ的缓放阶段。在1DQJ的缓放阶段,启动电路中仍存在两相小电流,形成一个小台阶,俗称“小尾巴”。这是由于道岔转换到位后自动开闭器接点接通了表示电路,此时1DQJ和1DQJF还处于吸起状态,三相交流电源的其中两相会通过1DQJ和1DQJF的前接点构成回路,从而产生两相小电流和相应的功率值,小台阶持续的时间由1DQJ的缓放时间决定的。第五阶段,经过缓放,1DQJ接点落下,道岔动作功率记录完成^[7]。

3 道岔异常功率曲线分析

道岔处于复杂多变的工作环境,会出现复杂多样的故障类型^[8]。通过查阅和分析关于ZYJ7型道岔的故障案例,并结合道岔动作过程和功率曲线的对应关系,分析了以下异常道岔功率曲线产生的原因,并给出了处理建议。

3.1 转辙机空转

某站13号道岔在解锁时段均工作正常,但在转换过程中功率曲线快速升高至1 kW,而且道岔无法锁闭,空转30 s后由DBQ切断启动电源,此时道岔动作功率快速降为零,且没有出现1DQJ缓放阶段的“小尾巴”功率曲线,如图3所示。

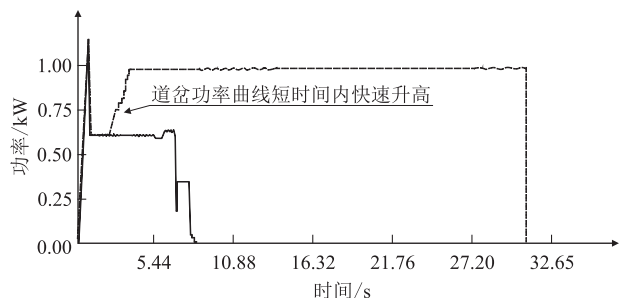


图3 转辙机空转图

由图3可知,道岔出现了空转,为卡阻现象。此类故障原因较多:(1)杆件不方正导致道岔转换受阻;(2)斥离轨与基本轨间有异物;(3)防尘罩受外力发生变形错位进而引起卡阻等。

仅由道岔动作功率曲线不能确定其具体原因,需结合现场情况来判断。上线处置时先查看斥离轨与基本轨间是否有异物,若有异物需及时清除。若无异物需要观察道岔杆件是否顺直,由于季节变更导致轨温变化较大,钢轨的热胀冷缩会导致基本轨和尖轨发生前后移位,道岔的框架会相应变化,引起杆件歪斜,导致摩擦力变大^[9]。当出现杆件磨卡等不良现象时,需要进行道岔的适应性调整。若无以上现象需要检查防尘罩是否变形错位,夜间天窗作业人员视线受阻,在作业或走行过程中会出现踩踏锁钩防尘罩的情况,防尘罩受外力会引起变形错位,在道岔动作时会别卡动作杆从而引起道岔卡阻空转。作业时发现防尘罩变形错位,需要立即将其拆除更换,以免引起道岔故障。

3.2 道岔动作过程中功率曲线大幅波动

某站5号道岔动作到2 s左右时功率曲线大幅波动,如图4所示。由图4可知,ZYJ7型转辙机正常动作时的功率曲线比较平直,表明此道岔动作过程比较平稳。将异常动作功率曲线与正常功率曲线对比分析,发现道岔转换过程中功率出现了较大的波幅,说明道岔在转换过程中受阻^[10]。

原因分析:(1)滑床板有断裂,导致滑床板断裂部分松动不平稳,在道岔动作时,阻碍道岔转换,从而使功率曲线波动。(2)道岔密贴调整过紧,外锁闭道岔第一牵引点解锁时间为1~2 s,第二牵引点解锁时间为3~4 s,如对应动作时间内出现功率升高,需检查是

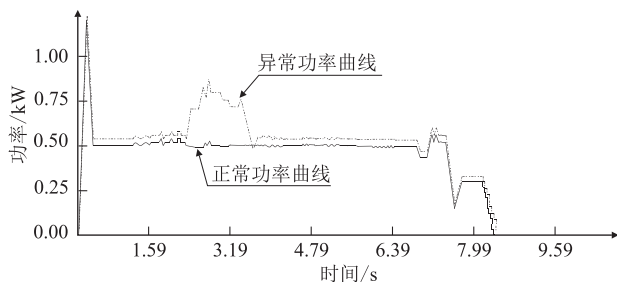


图4 道岔转换过程中功率曲线出现大幅度波动图

否存在解锁困难问题。(3)道岔缺油,一是锁钩处缺油,锁钩处缺油会增大锁钩与锁闭铁间的摩擦力,造成解锁困难。二是锁钩与销轴处缺油,此部位发挥着将转辙机拉力从机内传递到机外的作用,当此部位缺油时也会导致道岔动作不灵便,使功率曲线出现波动。

若道岔出现了该类型的异常曲线应引起重视,需检查滑床板是否出现断裂或脱焊,滑床板有断裂时需要及时联系工务更换滑床板,以免发生卡阻故障。若滑床板均作用良好,应检查道岔各牵引点密贴是否良好,道岔第一牵引点应满足2 mm锁闭并接通表示、4 mm不锁闭且不接通表示,第二牵引点应满足4 mm锁闭并接通表示、6 mm不锁闭且不接通表示^[11],并且各个牵引点锁钩灵活不别卡,若存在调整过紧现象需要合理调整。若无以上现象需要检查道岔是否缺油,尤其是雷雨天气过后需及时注油,使锁钩动作灵便,保障道岔的正常运转。

3.3 道岔转换时间增长

道岔动作时间增长如图5所示。7号道岔动作时的标准功率曲线与异常功率曲线相比,转换时间延长0.6 s左右,说明该道岔转换时拉力偏小或尖轨受到的阻力大。

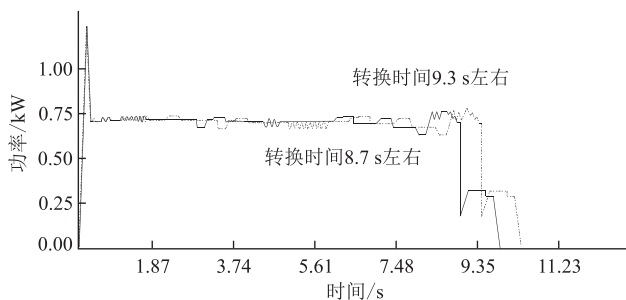


图5 道岔动作时间增长图

原因分析:(1)ZYJ7型转辙机油缸油量超下限、航空液压油失效、油泵组性能不良以及油路系统进空气都会引起油路系统压力不足,都会导致道岔转换时间延长。(2)道岔尖轨吊板,当道岔吊板严重时,可观察到道岔尖轨移动变慢、转换时间延长,甚至会出现尖轨

抖动现象。(3)滑床板缺油,滑床板缺油会导致尖轨与滑床板间摩擦力变大^[12],从而使道岔动作时间变长。(4)岔区撒沙严重,列车启动和制动时机车有足够的摩擦力,为保证需要机车向钢轨表面撒沙来增大机车轮对与钢轨之间的摩擦力。列车驶过,这些沙子会散落在滑床板上,在道岔转换过程中增大了尖轨与滑床板的摩擦力,从而导致道岔动作时间延长。

处理建议:针对道岔延时现象,首先要排查油路系统,可使用油压表测试压力,如果测试时发现油压不足,需将油压调整至标准值。如果在测试时油压表指针摆动幅度较大,且道岔动作时油泵阻有异响,则考虑油泵组性能不良,需及时更换^[13]。若发现油量不足,需及时补油,使油缸内油量保持在标尺的上下限之间。若有空气进入油路系统,需对转辙机进行排气处理。首先将遮断器打开,使用手摇把手摇道岔使其转换数次,期间需不停松紧溢流阀直到油路系统内的空气排干净。此外,在日常维护中需观察油路系统有无漏油、渗油现象。若油路系统良好,需检查滑床板有无空吊现象,若有连续三块以上的空吊现象,需及时通知工务部门处理,保证尖轨和每一块滑床板都有接触,分散尖轨重量。在日常检修时,应特别注意撒沙严重道岔的定期清扫,滑床板有油腻或沙子时需先清扫干净再注油。

3.4 道岔正常动作完毕后无“小尾巴”

某站24号道岔反位向定位转换过程如图6所示。由动作功率曲线可知道岔锁闭后缺少“小尾巴”功率曲线,道岔出现失去表示报警。

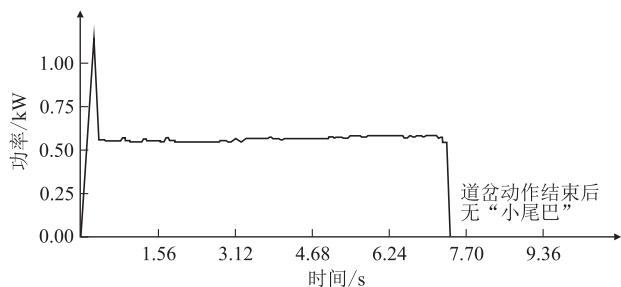


图6 道岔动作完毕后无“小尾巴”图

该道岔1DQJ吸起到2DQJ转极的时间和启动峰值都正常,道岔动作功率也未超标准值,整个曲线的记录时间为8s左右,符合正常转换时间,但曲线末尾未出现“小尾巴”功率曲线,由此可知道岔表示电路没有沟通。原因可能为道岔表示电路出现故障或道岔卡缺口。

当出现无缓放阶段“小尾巴”的失表故障时,可先尝试向当前相反的位置操纵道岔,若道岔动作功率曲线正常且表示正常,则说明是道岔卡口造成的失表故

障。造成道岔卡口的原因主要为缺口调整不当,ZYJ7型转辙机主机缺口标准为 $2\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$,副机缺口标准为 $4\text{ mm} \pm 1.5\text{ mm}$,若缺口不符合标准需及时调整。此外,密贴调整不当、表示杆缺口中有异物也是造成道岔卡口的原因,如果密贴调整不当则按照上文道岔动作过程中功率曲线大幅波动中密贴调整方法,此处不再赘述。若道岔操纵到另一位置后,道岔功率曲线依然没有缓放阶段的“小尾巴”功率曲线,则表明整流二极管开路或表示电路故障,具体原因需进一步检查确认^[14]。

4 结论

信号集中监测对于列车的安全运行具有重要作用,是铁路安全稳定运营必不可少的设备之一。信号集中监测可通过检测信号设备运用质量来加强信号设备的管理,对进一步提高道岔设备的可靠性具有重要意义,也有利于现场作业安排的优化。本文以ZYJ7型提速道岔为例,对道岔正常动作功率曲线各部分的具体含义进行了分析,此外列举了4种异常动作功率曲线,并加以分析,分别给出了相应的处置措施,为信号维护人员今后通过功率曲线分析、排查道岔转辙设备的类似隐患和故障提供了有效的参考和依据。

参考文献:

- [1] 朱孟雯. ZYJ7型提速道岔故障诊断系统研究[D]. 成都:西南交通大学, 2016.
ZHU Mengwen. Research on Fault Diagnosis System of Speed-up Switch[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2016.
- [2] 张加奇. 高速铁路道岔可动心轨辙叉拆分修技术研究及应用[J]. 高速铁路技术, 2022, 13(3): 39-44.
ZHANG Jiaqi. Research and Application of Disassembly and Repair Technology for Movable Point Frog of High-speed Railway Turnout[J]. High Speed Railway Technology, 2022, 13(3): 39-44.
- [3] 黄宗庆. TDCS/CTC系统通道状态检测技术研究[J]. 高速铁路技术, 2023, 14(4): 45-49.
HUANG Zongqing. A Study on Channel State Detection Technology in TDCS/CTC System[J]. High Speed Railway Technology, 2023, 14(4): 45-49.
- [4] 靳俊. 铁路信号集中监测系统[M]. 北京:中国铁道出版社, 2016.
JIN Jun. Railway Signal Centralized Monitoring System[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2016.
- [5] 武汉铁路局电务处. 信号集中监测信息分析指南[M]. 北京:中国铁道出版社, 2015.
Wuhan Railway Bureau Electrical Office. Guide for Information Analysis of Centralized Monitoring of Signals[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2015.
- [6] 焦阳. 微机监测采集原理及调试维护要点[D]. 北京:中国铁道科学研究院, 2017.

- JIAO Yang. The Principles of Acquisition and the Key Points of Maintenance of Microcomputer Monitoring System System [D]. Beijing: China Academy of Railway Sciences, 2017.
- [7] 陶俊宇. 信号集中监测系统的研究和应用[D]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2021.
- TAO Junyu. Research and Application of Centralized Singnaling Monitoring System[D]. Beijing: China Academy of Railway Sciences, 2021.
- [8] 周卓林, 刘洪涛. ZYJ7 型提速道岔电流曲线分析及应用[J]. 铁道通信信号, 2011, 47(5): 45-46.
- ZHOU Zhuolin, LIU Hongtao. Analysis and Application of Current Curve of ZYJ7 Speed-increasing Turnout[J]. Railway Signalling & Communication, 2011, 47(5): 45-46.
- [9] 黄正红. 简谈外锁闭道岔及电液转辙机的维护检修[J]. 铁路通信信号工程技术, 2019, 16(7): 86-88.
- HUANG Zhenghong. Discussion on Maintenance and Repair of External Locking Switch and Electro-hydraulic Switch Machine[J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2019, 16(7): 86-88.
- [10] 薛飞. 通过微机监测发现提速道岔隐患及故障判断[J]. 上海铁道科技, 2011(4): 48-49.
- XUE Fei. Finding Hidden Trouble and Fault Judgment of Speed-increasing Turnout through Microcomputer Monitoring[J]. Shanghai Railway Science & Technology, 2011(4): 48-49.
- [11] 中国铁路总公司. 高速铁路信号维护规则——技术标准部分[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2016.
- China State Railway Group Co., Ltd. High-speed Railroad Signal Maintenance Rules—Technical Standards [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2016.
- [12] 王平, 刘学毅, 陈嵘. 我国高速铁路道岔技术的研究进展[J]. 高速铁路技术, 2010, 1(2): 6-13.
- WANG Ping, LIU Xueyi, CHEN Rong. Progress of Turnout Technology for China's High Speed Railway[J]. High Speed Railway Technology, 2010, 1(2): 6-13.
- [13] 何攸旻. 高速铁路道岔故障诊断方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2014.
- HE Youmin. Research on Fault Diagnosis Method of High-speed Railway Turnouts[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2014.
- [14] 李兆洋, 刘红娇, 李毅, 等. 基于图像处理的高速铁路轨道巡检系统[J]. 高速铁路技术, 2023, 14(3): 21-26.
- LI Zhaoyang, LIU Hongjiao, LI Yi, et al. A High-speed Railway Track Inspection System Based on Image Processing[J]. High Speed Railway Technology, 2023, 14(3): 21-26.