

钢轨探伤车检测系统常见故障分析与处理

李建友

朔黄铁路发展有限责任公司线路检测和救援中心，河北肃宁，062350；

摘要：朔黄铁路 2 万吨列车的规模化开行及运量的持续攀升，对线路质量的要求越来越高，钢轨探伤车在及时发现钢轨伤损方面发挥着极其重要的作用。本文针对钢轨探伤车在日常运用检测过程中，超声波探伤检测系统、电气控制系统、机械系统常见故障进行原因分析，提出解决方案，进一步提高钢轨探伤车的运用质量。

关键字：钢轨探伤车；故障；分析；处理

DOI：10.69979/3041-0673.24.12.050

引言

目前钢轨探伤车在国内普速铁路及高速铁路得到广泛应用^[1]，朔黄铁路公司于 2013 年引进采用美国 Sperry 公司技术的钢轨探伤车。该车利用先进的探伤设备和微机处理系统，对钢轨伤损的类型、位置、程度以及累计变化进行自动检测、分析、显示、记录和打印。钢轨探伤车主要由车体、车架、转向架、制动系统、液压系统、电气系统、SYS-1900 超声波检测系统、车钩及缓冲装置、空调等组成^[2]。

1 钢轨探伤车工作原理

钢轨探伤车采用美国 Sperry 公司生产的 SYS-1900 检测系统及转向架安装模式。其基本原理为利用多组不同角度的超声波入射钢轨后的反射回波来检测钢轨内部是否存在伤损。系统使用了先进的计算机技术，伤损检测、识别功能强，适用于多通道与高速检测，其最高连续探伤检测速度可达 80km/h。

SYS-1900 钢轨探伤检测系统包含超声波轮探头，探轮承载机构与探轮对中伺服控制系统，数据采集、处理与伤损识别系统(VME 系统电子柜)，耦合水输送及其控制系统(PLC、气动、液压)，探轮轴心温度调节系统，探轮架及管路加温系统，检测控制台以及 SYS-1900 检测及回放软件等。该系统可检测轨型为 43~75 kg/m，可探测钢轨中的水平缺陷、裂纹、螺孔裂纹、核伤、焊缝缺陷等伤损，精度、可靠性等较高。



图 2 超声信号在电缆中传播途径示意图

2 超声检测系统信号电缆断裂或接头处接触不良

2.1 现象

在检测过程中或者更换探轮后，某个通道只有始脉冲信号，而无回波信号，噪声杂波也没有，从 A 显上看始脉冲尾部跟着一个“大尾巴”，如图 1 所示。

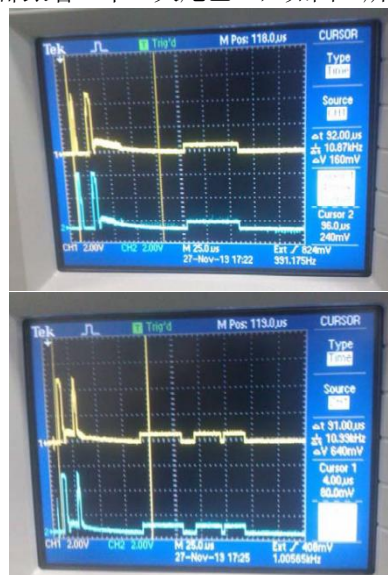


图 1 无超声回波 A 显波形

2.2 原因分析

出现这种问题的原因是传播超声信号的电缆在某个地方发生了断裂或接头处接触不良，导致 VME 电子柜接收不到信号。超声信号在电缆中传播途径如图 2 所示。

出现这种问题的位置一般都是在接头处或接头附近，需要一段段去排查，发生概率较大的位置一般为探轮内部晶片处、短电缆和探轮连接处，一般不会发生在电缆本身，但也需要进行确认，因为当电缆与其它机构摩擦久了也会使得电缆外皮和屏蔽层磨破，进而将内部同轴信号线磨断。下面对每个发生部位进行简要分析：

(1) 晶片处

如果轮内电缆没有捆扎牢固和到位，在检测过程中探轮内的液体会对信号线形成推力，而受力点为电缆的根部（即晶片处），时间一长，此位置就会出现断裂，这种现象较严重时可以通过肉眼发现，或者通过更换探轮或晶片的方式发现。

(2) 探轮与短电缆连接处

在作业过程中，由于环境原因，探轮接头处会粘上很多灰尘和颗粒物，而且更换探轮的允许时间短，可能会不小心将探轮接头中的公头（针）插歪或者将短电缆的连接器中的母头（孔）插坏，这些都可以通过肉眼检查发现。建议在允许的情况下，在更换探轮时使用电气清洁剂对电缆连接器和探轮接头都进行清洁。此外，如果怀疑是探轮内部出现接触不良，则可以使用万用表检查探轮接头中的针脚与轮内同轴信号线连接器的导通情况，探轮内部引线编号、探轮插头插针编号以及接线盒插头插针编号对应的定义如表 1 和表 2 所示。

表 1 X-Fire 探轮内部信号线连接关系

X-Fire 探轮			
描述	轮内引线编号	探轮插头插针编号	接线盒插头插针编号
跨接到 E		A	
当中 70° 屏蔽线		B	
		C	
00	A	D	A
0° 屏蔽线，跨接到 A		E	
		F	
当中 70°	BB	G	D
边上 70° 屏蔽线		H	
边上 70°	AA	J	F
		K	

表 2 UX-6 探轮内部信号线连接关系

UX-6 探轮			
描述	轮内引线编号	探轮插头插针编号	接线盒插头插针编号
跨接到 E		A	
45° 及 P70 屏蔽线		B	

45°	D	C	C
0°	A	D	A
0° 及侧打屏蔽线，跨接到 A		E	
侧打	B	F	B
阀侧 70°	BB	G	D
阀侧 70° 和中心 70° 屏蔽线		H	
无阀侧 70°	AA	J	F
中心 70°	C	K	E

(3) 接线盒处

这个位置发生问题的概率很小，但如果电缆弯曲过大，导致连接器受力过大，或者连接器外壳没有拧到位，时间长了，由于车体震动也可能导致连接器内部的同轴电缆接头处接触不良。

(4) LCB 板与长电缆连接处

长电缆与 LCB 板之间采用的是扁平连接器，每个连接器内部有 6 根同轴信号线，电缆是采用悬挂方式捆绑在 VME 机箱上，如果捆绑不合适，就会对同轴信号线连接处形成拉力，由于车体震动，受力最大的同轴信号线就会被扯断或者被扯出，导致信号中断或者接触不良。因此，在保养时需要对此处进行检查，确保各根同轴信号线不受力。

(5) LCB 板与扁平电缆连接处以及扁平电缆和 OP R 板连接处

这两个位置发生问题的概率非常小，一般在出厂调试时或者更换电缆时发生。每个连接器内部有 8 根同轴信号线，同轴信号线和连接器不是一个整体，因此在插入时需要每根同轴信号线进行确认连接到位。

2.3 故障处理

逐段排查信号电缆和接头，确定问题发生点后的处理办法如下所述：

晶片处：更换晶片，操作步骤参照探轮维修手册。

探轮插头处：返厂维修。

短电缆：更换短电缆。

长电缆：长电缆内部含有 6 条信号线，对于 UX-6 探轮的长电缆，如果没有使用侧打芯片，则对应侧打通道的信号线可以作备用，对于 X-Fire 探轮的长电缆，内部有 3 条信号线可以备用，另外，所有的长电缆都是可以互换的。因此，在确定问题信号线后，结合上述问题分析中的信号定义以及表中 LCB 板外侧超声通道定义，使用备用信号线替换问题信号线，这样就不用更换整条

长电缆。在进行信号线互换时，需要使用到退针器，操作示意图如图 3 所示，将电缆两头对应的信号线针头退出，然后互换插入即可。

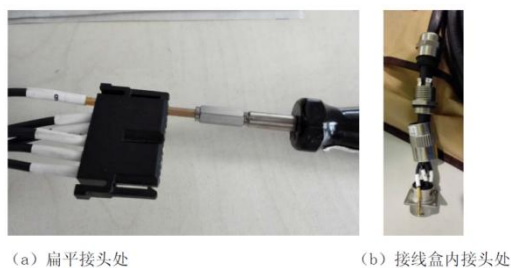


图 3 退针器使用示意图

3 电气及控制系统水嘴喷水量很小或不喷水

3.1 问题分析

探伤车上的水路管路示意图如图 4 所示。

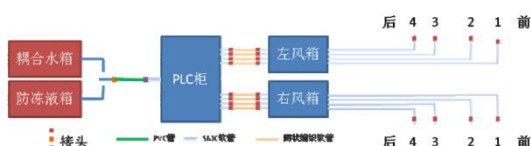


图 4 GTC-80 车上的水路管路示意图

在明白水路管路图后，一段段去排查，首先查看水嘴是否被堵，这个地方也是最容易出现问题地方，拆开水嘴处，将快换接头拔下来，进行冲洗。

如果水嘴通畅，则检查风箱出风管内的快换接头有没有堵塞或漏水，这个地方堵塞的话，水嘴喷水量会很小，而且不再成锥状，而是成水柱状，图 5 所示为探伤车上出现的状况。如果管道中其它环节出现堵塞也会出现类似现象。

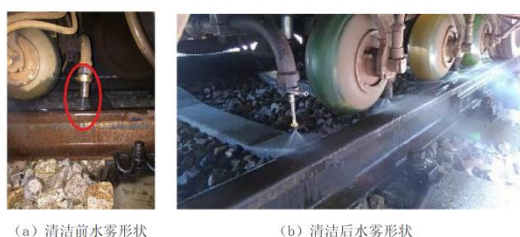


图 5 出风管内接头堵塞前后的水雾形状

按照水路一段段排查，PLC 柜内的接头一般不会出现堵塞，但有可能某个电磁阀工作不正确或不得电，而导致某路水一直处于关闭状态，也会导致该路水嘴不喷水。

另外一个需要定期清洁的是水泵前端的过滤器，这个地方也容易出现堵塞，清洁间隔时间长度需要根据水质而定，过滤器若堵塞，所有水嘴的喷水量都会很小，水泵工作也会不正常。

PLC 柜旁增加了分路水量调节阀，即每一路水的水量都受一个旋钮控制，因此，也要检查此处是否出现问题。

3.2 故障处理

如果是水嘴堵塞，对水嘴进行清理或者更换；

如果是水路中的快换接头或转接器损坏，将其更换即可；

如果是电磁阀损坏，更换电磁阀；

如果是水泵进水口前端的过滤器堵塞，清洗内部的过滤网。

4 机械系统锁紧块故障

4.1 现象

车辆在运行检测过程中多次发现锁紧块锁不紧探轮架或锁紧螺杆出现断裂现象。

4.2 原因分析

该部件为锁紧探轮用的零部件，结构如图 6 所示，针对出现的问题，在探伤装置上进行了检查与分析，原因有以下几点：

(1) 原设计螺杆需拧紧到末端才能紧固探轮架，设计不是很合理。

(2) 原设计采用逆时针的锁紧方式，锁紧时锁紧力集中在螺杆末端的最小台阶和轴向定位块处，设计上不是很合理。

(3) 螺杆断裂部位位于螺杆最小直径台阶处，此处直径为 4mm，从锁紧原理上讲，此拧紧方式自锁性比较好，此螺杆并非越拧紧越好，但在操作上按常规思路，一般会用力拧，从而会造成拧断现象。

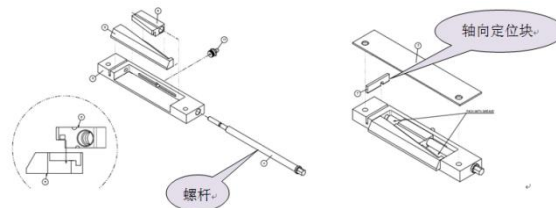


图 6 锁紧块结构图

4.3 问题处理

(1) 现场采用直接更换部件的处理方式，要求螺杆拧紧适当（推荐力矩为：5 N.m - 8N.m）。

(2) 设计上消除拧紧螺杆在末端才紧固探轮架的现象，保证拧紧位在中下部。

(3) 锁紧方式由原来的逆时针锁紧改为顺时针锁

紧。

(4) 加强螺杆强度, 螺杆轴向定位台阶的直径由 4 mm 增加至 5.5mm, 材料由原来的 0Cr18Ni9 改为 2Cr13。

(5) 加强限位卡片的强度, 卡片厚度由原来的 3mm 改为 4mm, 材料由原来的 0Cr18Ni9 改为 2Cr13。

(6) 加强生产制造质量控制。

5 保证检测系统质量预控措施

(1) 在出车前整备过程中, 严格按照出车前保养确认项目表进行整备, 确保车体、车架、转向架、制动系统、车钩及缓冲等装置状态良好。加强日常对探伤车的维护与保养。

(2) 充分利用自建标定线路, 在标定线上对探伤车运行状态及电气系统、SYS-1900 超声波检测等系统进行模拟检测, 确保各系统运行正常。

6 结束语

随着朔黄铁路运量不断攀升, 钢轨伤损病害日趋严重, 钢轨探伤车发挥着越来越重要的作用。保证探伤车自身质量状态, 克服解决各种故障缺陷, 是提高伤损检出率、保证钢轨状态的前提和基础, 需要不断地对钢轨探伤车运用中出现的各种问题进行探索和总结。

参考文献

- [1] 徐其瑞, 刘峰. 钢轨探伤车技术发展与应用[J]. 中国铁路, 2011(7): 38-41.
 - [2] 南车株洲电力机车研究所有限公司. GTC-80 钢轨探伤车检测系统用户手册, 2011.
 - [3] 秦怀兵. 钢轨探伤车漏检伤损原因分析及对策研究[J]. 铁道建筑, 2016(12): 117-120.
- 作者简介: 李建友(1989-07-06), 男, 汉, 河北平乡, 学士学位, 工程师, 从事大型钢轨探伤车应用研究。