

运用检修

SS4G电力机车机械走行部在大秦线运用情况分析对策

刘 宪

(湖东电力机务段 技术科,山西 大同 037300)

摘 要:介绍了SS4G电力机车机械走行部在大秦线运用情况,分析了机车各部件裂纹产生原因,提出了改进措施。

关键词:SS4G电力机车;机械走行部;裂损;改进措施

中图分类号:U260.33;U269.6

文献标识码:B

文章编号:1000-128X(2011)01-0076-04

SS4G电力机车是我国铁路重载货运主型机车,目前在机务段服役的数量已超过1 000台。该型机车从1993年陆续配属湖东电力机务段351台,在大秦线上担当重载煤运列车的牵引任务。先后单机牵引6 000 t,双机重联牵引10 000 t。2005年安装了Locotrol分布式动力控制系统,该系统采用无线通信方式,司机通过主控机车对列车中的其他3台从控机车进行动力牵引和制动同步操纵,达到主控机车和从控机车保持同步的牵引和电阻制动级位。空气制动功能包括列车(自动)制动、机车(单独)制动、紧急制动和缓解以及列车充风。SS4G电力机车于2006年3月开始陆续在大秦线上担当2万吨组合重载运输牵引任务,为实现大秦铁路3.5亿t煤炭年运输量做出很大贡献。但随着机车走行公里不断提高,机车机械走行部部件不时发生裂损,严重危及行车安全并影响运输任务的完成。

1 裂损情况

经过探伤检查,2005年发现732件部件裂损,2006年发现976件部件裂损,2007年发现1 266件部件裂损,2008年发现1 367件部件裂损,裂损情况见图1,部件裂损呈逐年上升趋势。机车裂损部件集中在车钩、抱轴箱、构架、铸钢箱式轮心、车轴、大齿轮等大部件上,这些部件也是走行部的关键部件,一旦发生断裂,就会造成严重的行车事故。

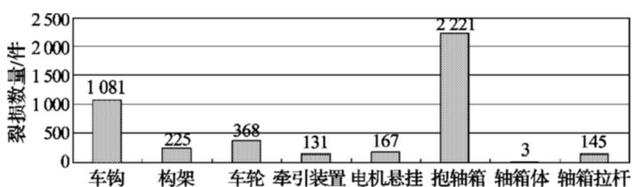


图1 SS4G机车部件裂损情况

2 部件裂纹分析

机车走行部部件裂损原因比较复杂,但主要原因有:大秦线频繁施工,线路复杂,变坡道多,机车牵引吨位大,重载牵引使机车车钩及缓冲装置冲击较大,同时Locotrol操作系统不稳定,不时发生紧急和惩罚制动后,造成冲击、振动增大。重载列车运行中,长大列车编组方式、线路纵断面变化、乘务员的操纵、设备质量、通信信号的不一致性均会引起列车较大冲动。产生列车冲动的因素较复杂,一些较大的冲动对车钩力产生的影响较大,当纵向冲动力超过车钩的极限强度时,则会产生断钩、分离。当车钩压力过大时会产生车辆车钩挤压故障。当冲动使纵向力压力变为横向力时,则可能造成列车脱轨危险。长大编组的2万吨列车之间的冲击是机车走行部裂损故障增多的主要原因。

2.1 从动齿轮

2.1.1 裂损原因分析

从动齿轮裂纹位置产生在靠轮心外侧侧面和齿根相交处,裂纹先沿侧面垂直下裂,达到10~20 mm后沿周向发展,齿根处裂纹同时顺齿根沿轴向发展。齿轮断口凭肉眼未发现明显材料冶金缺陷,断面上有清晰贝壳纹。从断面特征判断,齿轮断裂属典型的疲劳断裂,疲劳源位于靠近轮心侧齿根与齿端面相交角部,该处断面十分光滑,疲劳纹很细密,可以看出经历的疲劳周次较多,离该角部越远,疲劳纹越清晰。疲劳条带间距越大,说明扩展速度较快。当裂纹一般扩展到离角部大于40 mm时发生瞬时断裂,在断面上留下放射状粗糙痕迹,瞬时断裂区面积较大,说明齿轮所载荷较大,齿轮断裂符合高应力弯曲疲劳断裂的规律特征。裂损原因是机车长期重载,齿轮强度不够,设计齿轮强度未达到较高程度,齿根处残余应力的分布状态未得到改善,在制造加工工艺中存在沿全齿廓全齿宽未获得均匀的硬化层,齿根两端未得到硬化等综合原因造成齿轮裂损,齿端面根部存在未淬硬软区是形成齿轮疲劳裂纹源的主要原因。虽然齿轮符合标准TB/T2568-1995《机车牵引齿轮轮廓感应强化技术条件》中“有效齿宽硬化区应不小于齿宽的80%,齿宽两端各10%齿宽范围不作检查”的规定,但已不能满足高速重载机车对牵引齿轮的要求。

2.1.2 采取的措施

在对机车进行中修时,在探伤前对齿轮清洁,对轮齿及轮齿根部进行可靠磁化,使齿轮得到足够的磁场强度,并使磁粉在磁场作用下自然流动。同时改进探伤方法,在齿轮磁化时建立旋转磁场,完善探伤工艺。

在日常检修中,及时检查齿轮箱,发现齿轮箱裂纹立即焊修,防止润滑油流失,并保证齿轮箱润滑油充足,确保齿轮始终处于良好的润滑状态。

2.2 车轴疲劳裂纹

2.2.1 产生疲劳裂纹原因分析

SS₄G 电力机车车轴疲劳裂纹产生在整体车轮和齿轮压装部之间,裂纹环绕圆周一周,产生疲劳裂纹的车轴集中在新造机车上,走行公里一般在50万km左右,原因是轮对采用了整体车轮,车轴结构也随之发生了改变,齿轮也直接压装在车轴上,轮座和齿轮座直径分别是238 mm、245 mm,2座之间没有采用圆弧过渡而是采用了直接过渡,只在压装齿轮变径处加工了5 mm的倒角,这个部位作为传递牵引力扭矩的连接部位,成为交变应力的集中区,同时整体车轮与车轴、齿轮与车轴组装均为过盈配合,2个组装应力也集中在这个部位上,机车长期重载运用中使车轴产生疲劳裂纹。产生裂纹根本原因是车轴设计不合理,在压装部位没有采用圆弧过渡,在整体车轮和齿轮压装处产生应力集中,出现早期疲劳裂纹。

2.2.2 采取的措施

在役车轴发现疲劳裂纹后应报废车轴,因为其安全系数减小以及金属晶粒已经经过疲劳遭到破坏。对新造机车应采用改造加工1 mm的应力缓冲区,这样车轴直径由238 mm降为236 mm,减小加工台阶,避免机务段在小角度探伤时将第二改造方案改造后的车轴误认为裂纹车轴。

在机车小修时,用纵波小角度探头探伤后,必须用直探头检查车轴大裂纹和内部缺陷,中修时必须用横波斜探头进行横波探伤。在目前没有很好办法分辨小裂纹波形的情况下,执行直探头探伤制度,把住最后一关,将大于5 mm深度的裂纹把关,同时执行每次小修时进行探伤的制度。

在役车轴利用更换车轮时,车轮修理厂家必须对车轴进行磁粉和超声波探伤,有退轮条件的机务段在SS₄G、SS₃B 机车中修时,尽可能将车轮退下,采用磁粉探伤。

2.3 铸钢轮心裂纹

2.3.1 裂损原因

轮心裂纹出现在辐板上和过渡圆处。裂纹原因:一是部分轮心出厂时有铸造缺陷,经过补焊时出现的焊接裂纹,并在运用中发展为疲劳裂纹;二是在辐板孔周围有径向裂纹,初步分析认为是铸造裂纹的进一步扩展。同时在铁机(2007)128号文件规定辐板裂纹不允许焊修,也是裂纹轮心报废的重要原因。

2.3.2 采取措施

采用能够探测表面深度大的脉冲涡流探伤仪,并制作专用传感器,使传感器能够伸到轮心和齿轮之间,对轮心进行探伤,有效、全面地对轮心辐板探伤。

铸钢轮心的轮辋外圆周面不允许用铸、焊、喷涂、电沉积和化学沉积等工艺恢复装配尺寸,达到限时予以报废;铸钢轮心的辐板裂纹不允许焊修。

对材质为TB/T1400《机车用铸钢轮心技术条件》规定的轮心大修时,为恢复装配尺寸允许对轮辋内径面、长轮辋外径面、轮辋内端面、轮辋侧面及辋部与齿轮挡油环对接部位采用气体保护焊按规范进行堆焊;修理铸钢轮心的轮辋外圆周面时发现局部铸造缺陷符合TB/T1400《机车用铸钢轮心技术条件》的焊补条件,允许用气体保护焊进行焊补,焊后均应进行消除应力处理。

车轮踏面发现剥离、擦伤超限,应及时对踏面镟修。

2.4 构架裂纹

2.4.1 裂损原因分析

设计构架侧板强度不够,机车走行部部件已接近疲劳期,运用中部件裂纹逐渐产生,造成走行部部件大量裂损;大秦线线路状况不良,加之施工频繁,对机车走行部部件冲击振动加大,部件裂损存在必然性;重载牵引机车与车辆间冲击振动频繁,部件承受的非正常冲击振动加剧,导致部件裂损故障频繁。

2.4.2 采取的措施

在油压减振器上座补焊加强板以提高强度,目前对原造机车已全部改造完毕。

在日常检查中重点检查减振器的状态,发现漏油进行更换处理。

修程中对减振器重点进行检查与维修,并结合中修进行性能测试。

机车大修时对构架进行改造,改造时在砂箱吊座两立板中加焊了一块加强板,造成空间变小,探伤器无法放置,该处端梁和焊缝无法得到磁化,致使裂纹漏检。对今后砂箱改造方案必须考虑这些因素。

2.5 齿轮箱

2.5.1 裂损原因分析

裂损主要集中在厂修后机车齿轮箱上下箱合口处,其主要原因为厂修齿轮箱质量相对较差,机车运用中造成疲劳裂损。另外检修人员及设备台位不足,齿轮箱变形整修质量不高,为完成检修任务而忽视齿轮箱检修质量,目前在检修作业中加强把关检查,督促落实检修工艺标准。厂修后机车齿轮箱下吊耳、上下合口处上下箱体裂损,属于机车厂组装工艺及和齿轮箱工艺质量问题。机车长期重载牵引,部件处于疲劳裂损期,属于疲劳裂损;线路状态不良,造成机车冲击振动加大,以及机车轮对擦伤等,引发机车走行部部件疲劳裂损问题严重;日常检修中存在齿轮箱整修、焊修作业落实检修标准不彻底问题,也是齿轮箱反复裂损的原因。

2.5.2 采取的措施

厂修机车按要求严格落实齿轮箱检修标准。

加强日常检查,发现问题及时提票处理,对处理后的重点部件进行跟踪。

2.6 抱轴箱裂纹

2.6.1 裂纹原因分析

抱轴箱裂纹主要集中在吊耳座加强筋、瓦领处,瓦领处裂纹长度较长,有的全部贯通;吊耳座处裂纹集中在焊接处,多数波及到母材,分析为焊接应力未消除,形成应力集中,同时母材强度不够及安装时部分抱轴箱位置调整不好蹩劲,导致机车运用中产生疲劳裂损。虽经过反复焊修,但裂纹打坡口焊修时,工艺执行不彻底,裂纹还是反复出现。

2.6.2 采取的措施

加强探伤作业,改变探伤器磁化方向,将抱轴箱进行全面探伤。

在2004年结合机车大修和电机大修时进行技改,在吊耳处增加1根加强筋,并将吊耳处钢板加厚,取得一定效果,但这些抱轴箱裂纹还不少。

加强整备作业的日常检查,发现裂损入库处理,对修程车重点检查,发现齿轮箱体漏油时抬车处理,进行探伤和焊修。

发现运用机车抱轴箱裂损后,入库进行镟轮消除擦伤,减小机车振动。

2.7 车钩裂损

2.7.1 裂损原因分析

钩舌、钩体、尾框缺陷为疲劳缺陷,原因是机车长期重载,以及2万吨机车冲击大造成的疲劳裂损。但也有个别钩体、钩舌、钩舌销、尾框为铸造缺陷,个别属于冲击振动大所致。车钩钩舌销裂纹几乎裂一周,位置在距下端130 mm处,正好在钩舌和钩体钩耳的剪切位置,裂纹走向为横裂纹,极其危险。现在由生产厂家正在测量车钩各部件之间的配合间隙,初步确定车钩和钩舌配合间隙大于钩舌销和钩体的配合间隙,原因是钩舌、钩腔内牵引台和冲击台磨损大,形成配合间隙大。

2.7.2 采取的措施

在机车修程中认真探伤,严格执行标准,监视铸造缺陷,裂纹发展不会太快。重载机车全部更换为E级钢车钩,中修时全部更换车钩钩舌,在小修和中修加强探伤作业。

2.8 胶泥缓冲器

2.8.1 裂损原因分析

从缓冲器冲击座裂纹情况看,冲击座与加强板的连接处焊接不良,在运用过程中受纵向冲击作用开裂,主要表现在大连厂新造机车上,属机车制造加工工艺或工序不正确造成的接缝处制造工艺缺陷。从机车运用情况以及胶泥缓冲器断裂情况看,与安装情况没有关系,与大秦线2万吨重载牵引受冲击关系不密切。分析为与断裂处芯筒根部螺纹退刀槽处的加工刀痕和非金属夹杂物有关,但据此认定裂损原因在分析上缺乏有力的证据。

2.8.2 采取的措施

组织进行平推检查,并按照机车制造加工工艺标准对机车进行焊修。

加强日常检查,发现问题及时提票处理,对处理后的重点部件进行跟踪检查。

加强质量检查过程卡控,确保作业中检修工艺落实到位。

2.9 车钩吊杆断裂

2.9.1 裂损原因分析

初步分析认为发生车钩吊杆变形、断裂的原因主要是由于机车在担当2万吨牵引任务时,机车车钩受到列车的巨大牵引制动冲击力,车钩吊杆随着车钩拉伸或压缩变形大,车钩吊杆频繁被纵向带动并被涌起的车钩下沉力冲击,使车钩吊杆发生变形甚至断裂。

2.9.2 采取措施

在小修时对车钩吊杆进行磁粉探伤检查,机车入库整备时重点检查杆体根部状态,发现变形和裂损进行更换。

2.10 连接渡板

2.10.1 渡板变形原因分析

湖东电力机务段现有SS₄G机车的连接渡板在担当万吨重载运用中,机车连接渡板因冲击振动普遍存在上翘、下塌变形问题。分析认为造成该故障的原因是机车重载牵引冲击振动大,尤其是机车在曲线上运行时产生的冲动。

2.10.2 采取措施

对机车渡板进行改造,更换为弹簧缓冲式重联渡板。

在机车入库重点检查渡板各部件固定螺栓紧固状态及防缓件状态、弹簧缸两端连接绞链穿销及开口销状态、渡板各焊接处、车体渡板安装部位、渡板上部脚踏胶皮。发现渡板各部件有严重变形、渡板有开焊撕裂、车体渡板安装部位撕裂严重的现象时要及时提票处理,不得放车出库继续运行。

机车各级修程中对重联渡板进行记名式平推检查,发现问题及时修复。中、小修机车必须对各紧固螺栓进行紧固性检查,弹簧缸活动缸筒和摩擦板清洁、检查、给油润滑,确认各穿销及开口销齐全良好,更换破损的部件。

2.11 牵引装置销类

2.11.1 原因分析

牵引电机吊杆销裂损32件,全部集中在大修后中修时,裂纹位置在销体注油孔附近上,且为横裂纹,是制造时由于热处理工艺不当,因销体注油孔处磁阻变化较大,产生严重的集中应力形成的裂纹。同时渗碳硬化层较浅,硬化层和母体结合处产生较大拉应力,造成硬化层开裂,形成裂纹。随着加工制造工艺的不断完善,预计吊杆销裂纹会逐渐下降。

2.11.2 采取的措施

加强探伤作业,在修程中对牵引销及时给油,保证足够的润滑。

3 结束语

随着重载牵引技术的深入研究,对重载技术有了进一步的了解和认识,依靠科技进步与创新,不断解决制约重载技术发展的瓶颈问题,研究重载机车、车辆钩缓装置及重载铁路基础设施检测系统,保证重载运输安全;完善、补强无线通信网络系统;加大对探伤设备的投资,引进先进的设备、新工艺、新方法对机

车部件进行探伤检测,尤其是对整体轮对一次探伤的机车轮对磁粉探伤机和超声波自动探伤检测设备;配备整备作业中所需的机车轮对自动检测装置,保证重载机车走行部的安全。

参考文献:

- [1] 刘 宪. SS₄改进型电力机车整体车轮车轴疲劳裂纹超声波探伤分析[J]. 机车电传动,2008(4).
- [2] 刘 宪. SS₄G 电力机车从动齿轮在大秦线运用现状及改进[J]. 机车电传动,2006(1).
- [3] 张有松,朱龙驹. 韶山4型电力机车[M]. 北京:中国铁道出版社,1988.