

8K 型电力机车牵引电动机电枢 转轴超声波探伤

高月华, 高洪声, 张连国

(丰台机务段, 北京 100071)

摘 要: 从 8K 型电力机车牵引电动机电枢转轴断裂的实际问题出发, 引出对该轴的超声波探伤需求, 制作了超声对比试块, 分析了针对损伤的特定波形, 并在实际探伤工作中验证了该探伤方法的可行性和准确性。

关键词: 8K 机车型电力机车; 牵引电动机; 电枢转轴; 超声波探伤

中图分类号: U269.6

文献标识码: B

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2016.01.026

1 故障现象

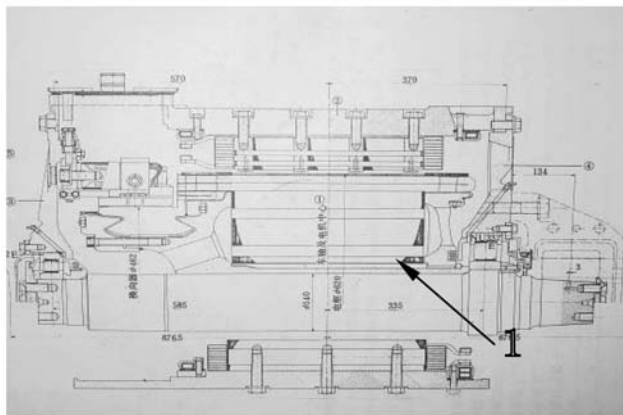
2001 年 6 月 28 日 8K 015 号机车牵引 3 800 t 以 15 km/h 左右的速度, 上行至丰西一场, 乘务员突然发现 B 节 1、2 位牵引电动机备用防空转保护, 乘务员立即停车, 下车后对 1、2 位牵引电动机外观进行检查, 未发现异常。当摘车回段牵车入库, 机车停稳后检修人员进地沟检查时, 发现 2 位牵引电动机还有转动声音, 怀疑是否主动齿轮弛缓了, 于是架车推出转向架, 分解电动机运至检修场地解体后, 发现转轴已断裂, 断裂发生在传动端轴承内侧。断裂转轴实物见图 1 所示, 牵引电动机剖面结构见图 2 所示。

经现场分析, 之所以机车停稳后牵引电动机还在转动是因为转轴断裂后电枢上的迷宫槽搭接在了后端盖轴承防尘圈上的缘故。由于电枢、定子间有一定的气隙存在, 当时的速度也不大, 牵引电动机备用防空

转起到了保护作用, 电枢才没有飞转, 彼此间没有造成更大的损坏。8K 型电力机车已经使用 28 年, 大部分机车运行已超过 400 万 km。从 2001 年开始, 牵引电动机电枢转轴便开始逐渐疲劳裂损, 如不能在转轴断裂之前及时发现疲劳裂纹, 将造成线路上运行的机车发生机破, 甚至会发生更为严重的后果。2001 年 8K 机车已开始进入二次大修期, 发生此次转轴断裂之前的一次大修和所有的中修, 均未开展电枢转轴的超声波探伤, 只是对解体后的传动侧电枢转轴主动齿轮安装部位进行磁粉探伤检查, 虽然也发现过不少磁痕显示, 但经过鉴定和分析, 这些有磁痕显示的转轴均不会对轴的强度构成威胁, 而且经过几个中修的跟踪, 也未出现异常。出现磁痕显示的转轴见图 3 所示。此次断裂发生在传动侧的轴承内侧, 为转轴的惯性疲劳



图 1 断裂转轴实物



1——转轴断裂后电枢与轴承防尘圈搭接位置

图 2 牵引电动机剖面结构图

裂纹区域, 采用磁粉探伤无法进行, 必须开展电枢转轴超声波探伤才能彻底解决。因此为了确保牵引电动机质量可靠、工作正常, 减少机破的发生,

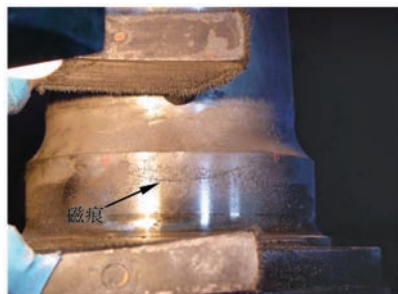


图 3 显示磁痕的转轴

必须在机车进入大、中修修程时,进行超声波探伤检查。

2 采取的措施

2.1 制作试块轴

由于超声波探伤采用的是当量对比法,所以按照超声波探伤原理,必须制作与探伤对象一样的实物试块,即在转轴疲劳区域制作不同深度的人工模拟裂纹,

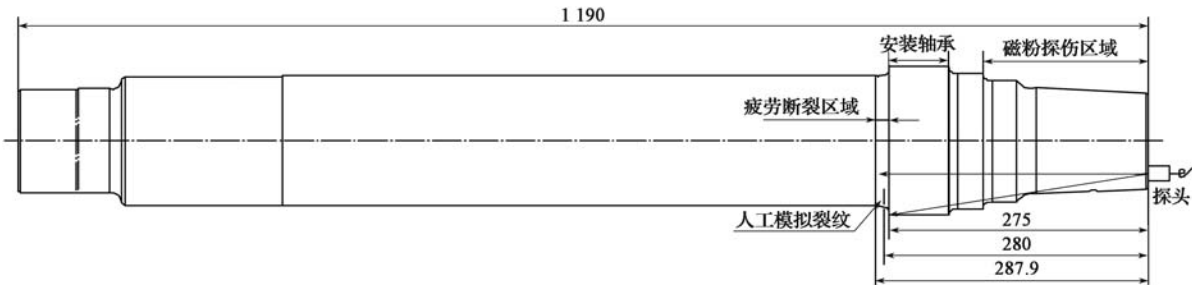


图 4 牵引电动机转轴超声波探伤试块

2) 探头规格的确定

转轴传动侧轴头端面上有 4 个螺栓孔和顶针孔,它的特点是可供探伤的面积较小,应选直径较小的探头,探伤常用的纵波直探头为 $\phi 14$,因此确定 $\phi 14$ 纵波直探头为转轴探伤用探头。

3) 人工缺陷深度的确定

考虑选择人工缺陷深度为 1 mm,通过灵敏度校对,如果用 $\phi 14$ 的直探头能发现当量 1 mm 深的疲劳裂纹,则对转轴作判废处理。

4) 疲劳区域固定波形特点

考虑在制作试块轴之前,用 $\phi 14$ 的直探头在实际转轴上试验。由于转轴全长为 1 190 mm,首先在 TS-1 (长度 240 mm) 标准试块上调节出第 5 次底面回波在仪器上显示为 1 200 mm,经过灵敏度适当补偿后,将直探头置于多根实际转轴传动侧轴头端面上,调整转轴底面回波高度为荧光屏满幅度的 80%,可以看到在 272 mm 处出现一个固定波形,经过分析判断应该为 275 mm 处的棱角反射。该灵敏度下,275~300 mm 之间没有其他固定波形出现,与转轴的结构非常吻合。固定波形见图 5 所示。

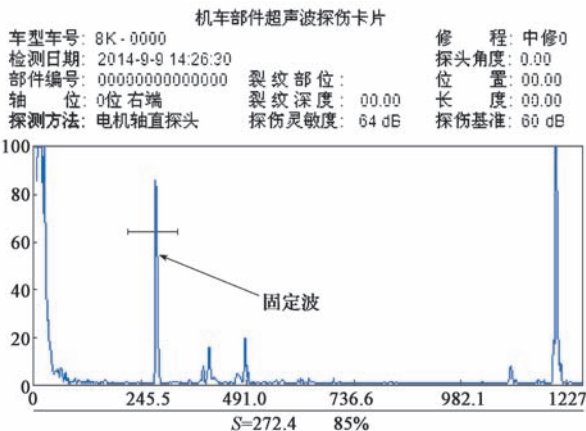


图 5 转轴疲劳区域的固定波形

经过灵敏度校对,对实际转轴相应疲劳区域进行超声波探伤。

1) 人工缺陷位置的确定

首先,通过观察断裂转轴实物,再对照转轴图纸,发现断口基本在距传动侧 272~288 mm 处的减载槽至轴身过渡区域,如图 4 所示。人工模拟裂纹就确定在减载槽底部,即 280 mm 处。

5) 人工缺陷波形特点

试块轴制作完成后,用 $\phi 14$ 直探头对人工缺陷进行校对,在适当灵敏度下,发现 272 mm 处固定波后面的人工缺陷波略高,而且二者接近重合。这一现象表明,在实际转轴超声波探伤中,一旦 272 mm 后面出现波形(灵敏度适当释放)即可判断为缺陷波。

2.2 编制探伤工艺

转轴实物对比试块制作以后,为了指导大、中修机车牵引电动机转轴的超声波探伤,编写了《8K 型电力机车 TAO649D 型牵引电动机电枢转轴超声波探伤工艺》,并纳入北京铁路局企业标准《机车零部件无损探伤工艺》中。

3 探伤效果及分析

3.1 实际裂损波形

图 6 为 8K 137 号中修机车牵引电机电枢轴探伤波形,相继在之后的转轴超声波探伤中陆续发现 272 mm 固定波后面 288~291 mm 之间出现异常波形,而且这种波形在探头转动过程中,距离在前后变化,表明裂纹沿周向不是处在同一个断面,符合轴类裂纹规律和特

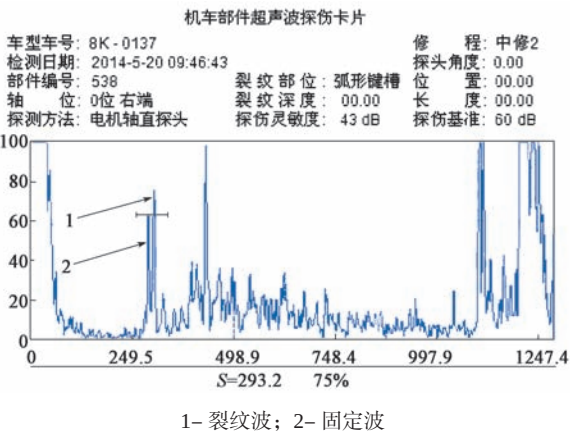


图 6 8K 137 号中修机车牵引电机电枢轴探伤波形