

运用检修

国产准高速电力机车
横向稳定性的改善

张战东, 曾昭基

(太原轨道交通装备有限责任公司 产品开发部,
山西 太原 030009)

摘 要: 针对SS₈型等国产准高速电力机车运行中的横向失稳问题, 从轴箱拉杆综合横向定位刚度和减振器参数进行综合分析, 总结出具体整改方案。

关键词: 电力机车; 走行部; 横向稳定性; 定位刚度

中图分类号: U269.6

文献标识码: B

文章编号: 1000-128X(2012)01-0071-02

SS₈、SS₉、SS_{7E}型等机车是为适应我国铁路大提速而设计的准高速干线客运电力机车, 其构造速度均为170 km/h。机车投入运营后主要担当京广、京哈等各主干线旅客列车牵引任务。这些机车在一定速度范围下(一般在110~140 km/h时)不同程度的横向失稳问题曾一直困扰着机务部门, 因机车横向晃动带来的走行部零部件裂损及轴箱轴承故障, 越来越突出地影响着机车的正常、安全运用。经过调研分析, 结合机车大修, 太原轨道交通装备有限责任公司制定了合理的解决方案, 使SS₈、SS₉、SS_{7E}等型机车动态横向稳定性得到了明显的改善。

1 机车横向振动失稳的机理

由于轮缘与钢轨间存在较大横动量, 车轮在钢轨上运行会产生蛇行运动。我国准高速机车采用直流牵引电机, 其悬挂方式为架悬式, 一、二系之间质量大, 机车回转惯量较大, 随着机车运行速度的提高, 容易出现蛇行加剧, 使机车横向失稳。同时, 轮对的蛇行运动经轴箱传递到转向架再传递到车体, 当已经产生的横向晃动频率与轮对的蛇行激励频率相一致时, 便会发生共振。此时机车已形成了一个由机车本身连同轮轨接触关系构成的系统共振, 使车体侧摆和摇头, 俗称“晃车”。

机车直线运行的稳定性与曲线区段稳定性的要求有时是相互矛盾的。比如, 锥形踏面对抑制轮对蛇行运动有利, 适用于直线区段的机车高速运行, 而JM3型曲形踏面利用蠕滑导向可以减少轮缘磨耗, 具有较好的经济性, 但对机车直线区段的高速运行平稳性是不利的, 所以部分新造横向稳定性能良好的机车出现

“晃车”, 可能与后来改为JM3型踏面有一定关系。但经过反复实践证实, 踏面形线问题也不是关键的影响因素。我国准高速客运机车主要运行区段为直线区段, 影响机车直线运行稳定性的因素主要与轴箱定位刚度、二系悬挂的横向刚度、减振器阻尼、车轮踏面形状等有关。根据SS₈型等电力机车设计时对以上参数进行的理论计算, 结合SS₉、SS_{7E}型等机车横向失稳的综合治理过程, 我们认为对国产准高速电力机车在直线上高速运行时稳定性影响最大的因素应该是轴箱横向定位刚度不足。

2 轴箱拉杆综合横向刚度值的确定

目前, 国内大部分准高速机车普遍采用轴箱拉杆定位方式, 轴箱拉杆的综合横向刚度值是通过对接拉杆组件的弯曲、剪切变形以及两端橡胶垫的压缩变形的计算来确定的。

一般情况下, 机车临界速度随轮对纵向和横向定位刚度的增大而增加(当轮对的纵向或横向定位刚度大于一定值时, 临界速度随定位刚度的增大而减小), 因此为保证准高速机车在直线上高速运行时的稳定性, 机车应具有较高的蛇行临界速度 V_{cr} , 其轮对定位刚度数值一般设置较大, 这样对机车平稳运行有利。

SS₈型和SS₉型电力机车轴箱定位刚度设计值均为5.5 kN/mm, 根据计算, 并联的2组一系弹簧横向刚度为1.0 kN/mm, 除去弹簧的横向刚度, 双拉杆的综合横向刚度值应达到 (4.5 ± 0.5) kN/mm, 因此, 原设计要求单拉杆组装的综合横向刚度应达到 (2.25 ± 0.25) kN/mm。

SS₈型机车为B₀-B₀转向架, SS₉型机车为C₀-C₀转向架, 机车实际运用中, 2种转向架要求的轮对定位刚度应该是有差异的, 究竟取多大值比较合适, 不能仅凭理论计算, 最终应由线路试验来确定合理的数值。经反复试验及运用考核, 太原轨道交通装备有限责任公司对SS₉型机车的轴箱拉杆设计结构进行改进, 并最终确定SS₉型单拉杆的综合横向刚度确定为 $2.25_0^{+0.25}$ kN/mm, 而SS₈型机车单拉杆的综合横向刚度选取为 $2.25_0^{-0.25}$ kN/mm, 而且每根拉杆组装后均进行试验台检测。

2007年开始, 太原轨道交通装备有限责任公司按照以上改进方案制做的新型轴箱拉杆, 在配属郑州段SS₈098[#]、北京局SS₈0122[#]、广州局SS₈0141[#]、SS₈0181[#]等机车上进行装车运用考核, 收到了显著效果。从2008年开始, 太原轨道交通装备有限责任公司在所有SS₈、SS₉型大修机车上装用改进后的轴箱拉杆, 先期装用的机车运用已超过100万km, 段方反映SS₈、SS₉型机车横向稳定性能较改进前有根本改善, 机车运用良好。

3 关于减振器的综合治理

晃车问题的产生因素是多方面的, 除机车本身因

收稿日期: 2011-03-26; 收修改稿日期: 2011-09-30

素外,还有线路问题。就机车本身来说,除了轴箱定位刚度以外,最关键的就是抗蛇行减振器和横向减振器阻尼系数的选定及修造质量问题。

3.1 抗蛇行减振器的阻尼调整

安装在车体与转向架之间的抗蛇行减振器应具有较大的阻尼力,以降低轮轨横向力,抑制转向架的蛇行运动。SS₈、SS₉型机车抗蛇行减振器阻尼系数设计为 $1\,000\text{ kN}\cdot\text{s/m}$ 。TB/T 1491和《韶山8型电力机车大修规程》规定,机车抗蛇形减振器阻尼力为设计值的90%~115%。经试验及运用考核,该值还是偏大些对机车运行平稳性有利。因此采取以下整改措施:要求大修后的抗蛇形减振器阻尼系数按设计值的+15%进行调整,即达到 $1\,150\text{ kN}\cdot\text{s/m}$ 左右,而且同台车及左右侧参数匹配,误差越小越好。

从SS_{7E}型机车来看,其单轴箱拉杆综合横向刚度为 $(1.65\pm 0.25)\text{ kN/mm}$,与机车结构参数基本相当的SS₉型机车相比较是偏低了一些,但其抗蛇形减振器阻尼设计值较大($1\,800\text{ kN}\cdot\text{s/m}$),所以只要抗蛇形减振器工作性能可靠,线路条件良好,SS_{7E}型机车运行平稳性一般也可以满足要求。

3.2 横向减振器的阻尼调整

二系横向减振器安装在车体和转向架之间,其作用在于约束和缓解车体相对于转向架的横向晃动。SS₈、SS₉型二系横向减振器的阻尼系数为 $900\text{ kN}\cdot\text{s/m}$,经西南交通大学机车车辆研究所计算,建议该参数降低,但经太原轨道交通装备有限责任公司装车验证,确定维持原设计值。同时,为了保证左右侧阻尼力匹配均衡,也要求减振器检修厂家保证同一台机车的左右侧阻尼力相差不能超过5%。

3.3 运用中减振器的检查

油压减振器在机车运行中始终处于拉伸或压缩的工作状态,性能是否可靠,关键在于其制修工艺和所用密封件及节流系统元件的产品质量,同时也与机车运行状况及线路状况有关。为保证机车正常运用,日常必须加强对减振器的检查。有条件时可以定期拆下来上试验台测试。

3.3.1 减振器漏油或失油时要及时更换

有漏油或失油现象的减振器应及时更换,对于减振器漏油一般目测即可以判断,但是失油是看不到漏油痕迹的,必要时可以拆开一端的弹性球铰手动拉伸

和压缩,根据经验来判断其阻尼状态,特别注意拉伸和压缩阻尼是否相当。

3.3.2 弹性球铰的检查

对减振器两端的连接件弹性球铰的检查也是不可忽视的,它直接影响着减振器的阻尼力,尤其是对抗蛇行减振器的影响最大,若发现其橡胶部分老化开裂失效时,也应及时予以更换。

由于抗蛇行减振器失效所引起的机车晃车,一般表现在直线区段,而在曲线通过时由于轮缘贴靠钢轨,运行是比较平稳的。如果机车曲线区段有明显晃动,而当直线区段运行相对平时时,则应对横向减振器的检查特别注意,这是因为曲线区段外轨超高所产生的向心力与机车运行中产生的离心力一般是不均衡的,其左右向曲线晃动情况一般与左右侧横向减振器性能的关系是相对应的。而当直线区段运行速度较高时,二系横向减振器如果失效,也会引起机车晃车或异常振动。

4 结论

① SS₈、SS₉、SS_{7E}型等国产准高速电力机车运行横向失稳主要与轮对定位刚度相关。

② 解决SS₈、SS₉、SS_{7E}型等国产电力机车运行横向失稳首先应设置较大的轴箱拉杆综合横向刚度,同时匹配有较大阻尼力的抗蛇行减振器和二系横向减振器。

③ 机车运用中注意对抗蛇行减振器和二系横向减振器的检查,尤其是SS_{7E}型机车减振器工作负荷较大,国内修造质量又不够稳定,对减振器的检查应予以特别注意。

参考文献:

- [1] 龚积球. 轮对定位刚度对机车运用性能影响的分析[J]. 机车电传动, 1997(2).
- [2] TB/T 1491—2004, 机车车辆油压减振器技术条件[S].
- [3] 杨国桢, 王福天. 接车车辆液压减振器[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2003.
- [4] 张红军. 双拉杆式机车转向架轴箱定位刚度分析[J]. 机车电传动, 2004(5).
- [5] 王开云, 孟 宏. SS_{7E}型电力机车横向晃动问题的理论分析[J]. 机车电传动, 2004(6).