

## 空载挂车制动性能检测探讨

冯忠贵<sup>1</sup>, 吴明<sup>2</sup>

(1.东莞市永发机动车检测有限公司, 广东 东莞 523717;2.中山市道路运输车辆综合性能小机检测站, 广东 中山 528415)

**摘要:** 对不同汽车检测站 8 台挂车台试数据进行分析,结果表明,加载检测可大大提高钢板悬架挂车的检测制动力,空气悬架挂车则提高不大,而且当气囊气压偏小或材质变化时,检测制动力是该轴悬架的扭曲弹力,轴制动率和不平衡率难以检测合格;按空载挂车台试和路试计算的等效满载挂车行驶制动性能无法满足安全要求,甩挂运输存在重大安全隐患,日常营运中满载挂车宜通过车载仪检测,作为定期安检的补充和完善,从而克服现有空载挂车检测的严重缺陷。

**关键词:** 汽车;挂车;制动性能;空载;台试;路试

**中图分类号:** U467.4

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2668(2021)04-0016-03

由于牵引挂车的甩挂运输效率高,国家鼓励发展甩挂运输。挂车通常有钢板悬架和空气悬架 2 种,目前挂车制动性能检测是在车辆空载状态下进行台试或路试。列车制动稳定性的主要影响因素是牵引车跑偏,挂车制动力过程差最大值的影响不大,故不分析轴制动不平衡率,通过分析整车制动性能的台试和路试检测数据,探讨空载挂车制动检测与满载挂车行驶制动的相关性。

### 1 钢板悬架挂车制动性能检测分析

#### 1.1 台试行车制动检测数据分析

以 5 台钢板悬架不同类型挂车台试行车制动检测数据(见表 1)进行分析。其中:总质量为行驶证标明的整车总质量;轴数为挂车的轴序;各轴的空载轮质量为加载滚筒制动台举升 40 mm 时称重的轮质量,整车总质量为挂车在轮重仪上所称静态整车

表 1 钢板悬架挂车台试检测数据

编号	挂车类型	总质量/kg	轴数	空载轮质量/kg		空载最大行车制动力/N		空载制动率/%	加载轴质量/kg	加载轴制动率/%	加载轴制动力/N	加载整车制动率/%
				左	右	左	右					
1	罐式	40 000	一轴	703	733	4 920	5 560	74.5	5 051	60.4	29 900	
			二轴	909	1 112	6 540	8 890	77.9	3 565	58.4	20 400	
			三轴	1 032	1 686	8 690	12 780	80.6			21 470	
			整车	6 123		47 380		79.0			71 770	119.6
2	平板	40 000	一轴	979	1 490	6 500	9 130	64.6	5 257	58.8	30 290	
			二轴	994	952	7 200	7 880	79.1	3 605	60.7	21 450	
			三轴	1 174	789	9 360	7 840	89.4			17 200	
			整车	6 426		47 910		76.1			68 940	109.5
3	自卸	40 000	一轴	784	743	7 010	6 920	93.1	4 679	59.4	27 240	
			二轴	869	897	5 330	6 200	66.6	3 020	54.1	16 010	
			三轴	1 018	1 119	7 960	7 220	72.5			15 180	
			整车	5 397		40 640		76.8			58 430	110.5
4	仓栅	40 000	一轴	1 185	846	8 640	8 310	85.2	4 863	62.4	29 740	
			二轴	1 011	973	8 420	8 380	86.4	3 612	59.1	20 920	
			三轴	874	1 435	8 730	13 050	96.3			21 780	
			整车	6 309		55 530		89.8			72 440	117.2
5	厢式	40 000	一轴	1 422	1 238	9 640	9 450	73.2	4 866	59.5	28 380	
			二轴	1 200	1 330	9 020	9 930	76.4			18 950	
			整车	5 160		38 040		75.2			47 330	93.6

质量,接近但不等于6个(或4个)空载轮质量迭加的空载整车质量;空载最大行车制动力为滚筒制动台举升40 mm时检测的最大轮制动力;各轴空载制动率等于各轴空载最大行车制动力除以空载轴质量,整车空载制动率等于整车空载最大行车制动力除以静态整车质量;加载轴质量为加载滚筒制动台举升100 mm时所称重的轴质量;加载轴制动力是所测轴制动力;加载轴制动率等于加载轴制动力除以加载轴质量,由于最后一轴无加载检测,其轴质量和制动力采用加载滚筒制动台举升40 mm时的所测值;加载整车制动率等于加载整车制动力除以静态整车质量,与空载整车制动率相比增大很多。

利用台试加载制动力计算等效满载挂车整车制动率 $\delta$ , $\delta$ 等于加载整车制动力除以满载挂车质量 $Q$ , $Q$ =挂车轴数 $n \times 9\ 000 \times 9.8$ (假设满载挂车的平均单轴质量为9 000 kg),罐式、平板、自卸、仓栅、厢式钢板挂车等效满载时的整车制动率依次为: $\delta_1 = 71\ 770/264\ 600 = 27.1\%$ , $\delta_2 = 68\ 940/264\ 600 = 26.1\%$ , $\delta_3 = 58\ 430/264\ 600 = 22.1\%$ , $\delta_4 = 72\ 440/264\ 600 = 27.4\%$ , $\delta_5 = 47\ 330/176\ 400 = 26.8\%$ ,说明钢板悬架空载挂车台试加载检测能力等效满载挂车的整车制动率小于30%。加载轴制动率大于65%时,检测制动力可能是部分实际车轮制动力;加载轴制动率小于等于65%时,通常为实际车轮制动力。因此,空载台试加载制动检测合格但满载行驶实际制动力不合格,空载挂车加载台试不能准确检测和评价满载挂车的制动性能。

## 1.2 路试行车制动性能检测分析

假设5台钢板悬架空载列车的路试行车制动充分发出的平均减速度 $MFDD$ 刚好合格,为 $5\text{ m/s}^2$ ,不考虑列车转动件的当量惯量,设牵引车质量为 $G$ 、空载挂车质量为 $m$ 、满载挂车总质量为 $M$ ,空载列车的整车制动力 $f = (G+m) \times 5$ ,等效满载列车的 $MFDD = f/(G+M) = (G+m) \times 5/(G+M)$ 。设 $G = 6\ 000\text{ kg}$ ,罐式、平板、自卸、仓栅、厢式钢板挂车满载列车整车的平均减速度分别为: $MFDD_1 = (6\ 000+6\ 123) \times 5/(6\ 000+40\ 000) = 1.32\text{ m/s}^2$ , $MFDD_2 = (6\ 000+6\ 426) \times 5/46\ 000 = 1.35\text{ m/s}^2$ , $MFDD_3 = (6\ 000+5\ 397) \times 5/46\ 000 = 1.24\text{ m/s}^2$ , $MFDD_4 = (6\ 000+6\ 309) \times 5/46\ 000 = 1.34\text{ m/s}^2$ , $MFDD_5 = (6\ 000+5\ 160) \times 5/46\ 000 = 1.21\text{ m/s}^2$ ,空载列车路试整车制动 $MFDD$ 合格的等效满载列车 $MFDD$ 约为 $1.4\text{ m/s}^2$ ,显然不能满足满载列车

的制动要求。 $\delta g \approx MFDD$ ( $g$ 为重力加速度),而 $MFDD$ 小于台试加载的 $\delta g$ ,故台试加载检测能力大于路试检测能力,宜采用台试加载进行检测。

假设5台钢板悬架空载列车的路试行车制动性能很好,检测制动力等于车轮与路面间的附着力(附着系数为0.7)与整车质量的乘积,不考虑列车转动件的当量惯量,空载列车的整车制动力 $f_1 = (G+m) \times 7$ ,等效满载列车的 $MFDD = f_1/(G+M) = (G+m) \times 7/(G+M)$ 。相对路试限值 $MFDD = 5.0\text{ m/s}^2$ 只增大 $7/5 = 1.4$ 倍,空载挂车路试检测最大整车制动率 $\delta$ 的0.7等效于满载挂车 $MFDD$ 约为 $1.4 \times 1.4 = 1.96\text{ m/s}^2$ ,也小于台试的 $\delta g$ 。可见,空载列车的加载台试和路试检测能力都无法达到满载列车 $MFDD = 4.5\text{ m/s}^2$ 的要求。

## 2 空气悬架挂车制动性能检测分析

### 2.1 台试行车制动检测数据分析

由于空气悬架挂车具有质量轻、行驶平稳、减震性好、装卸货方便等优点,尤其是各轴轴荷分布均匀、轮胎与地面的接触均衡,能提升车轴整体制动性能和转弯稳定性,越来越多的挂车尤其是危险货物运输挂车采用空气悬架。以不同检测站不同型号3台空气悬架危险品运输挂车的台试行车制动检测数据(见表2)进行分析,其中挂车6、8的制动性能很好,但6次检测空载制动性能都无法合格。

由表2可知:空气悬架的6个轮质量差异不大,轴质量较小的空载挂车在滚筒制动台上检测时,若气压偏小或在用车气囊材质发生变化,检测制动力是该轴悬架扭曲弹力,无论制动性能多好,所测扭曲弹力远小于车轮与滚筒的附着力,不平衡率检测的是左右车轮扭曲弹力的最大差值,难以达到轴制动力率和不平衡率的限值要求。即使是加载台试制动,加载轴负荷使气压略有增大并分摊到6个气囊上而使轴质量增加不大,加载造成空气悬架扭曲弹力变化会使检测力增大,无规律的扭曲弹力容易使轴不平衡率超标。挂车7是新车注册登记检测,其轴质量较大、气压较高、气囊材质良好,可以达到整车制动力限值要求,而在用挂车6、8则很困难。

### 2.2 路试行车制动性能检测分析

按GB 38900—2020《机动车安全技术检验项目和方法》,空气悬架挂车不加载检测制动性能,挂车7为合格新车,等效满载挂车制动率 $\delta = 70\ 420/264\ 600 = 26.6\%$ ,空载挂车路试整车制动 $MFDD =$

表2 空气悬架挂车台试检测数据

编号	挂车类型	总质量/kg	轴数	空载轮质量/kg		空载最大行车制动力/N		空载制动率/%	加载轴质量/kg	加载轴制动率/%	加载轴制动力/N	加载整车制动率/%
				左	右	左	右					
6	罐式	40 000	一轴	826	876	2 860	3 780	39.8	1 681	43.3	7 130	
			二轴	871	879	2 610	4 530	41.6	1 872	63.0	11 560	
			三轴	844	828	2 930	3 660	40.2			6 590	
			整车	5 106		20 370		40.7			25 280	50.5
7	罐式	40 000	一轴	1 814	1 826	11 100	11 800	64.2	3 669	57.4	20 640	
			二轴	1 702	1 832	9 930	10 760	59.7	3 661	51.2	18 370	
			三轴	1 682	1 853	12 990	13 840	77.4			26 830	
			整车	10 509		70 420		68.4			65 840	63.9
8	平板	40 000	一轴	633	865	2 360	5 200	51.5	1 660	60.5	9 840	
			二轴	834	682	4 260	3 030	49.1	1 641	47.9	7 700	
			三轴	846	770	4 500	5 590	63.7			10 090	
			整车	4 602		24 940		55.3			27 630	61.3

5 m/s<sup>2</sup>合格,等效满载列车整车  $MFDD = (6\ 000 + 10\ 509) \times 5 / (6\ 000 + 40\ 000) = 1.79\text{ m/s}^2$ ,检测最大整车制动  $MFDD = 7\text{ m/s}^2$ ,则等效满载列车整车  $MFDD \approx 1.4 \times 1.79 = 2.5\text{ m/s}^2$ ,无法达到满载列车整车所要求的  $MFDD = 4.5\text{ m/s}^2$ 。空气悬架空载挂车台试的轴制动率和不平衡率受轴质量、气压或气囊材质的影响,台试  $\delta g$ 与路试  $MFDD$ 近似相等,所以应以路试为主,而且路试的  $MFDD$ 限值应提高至 6.0 m/s<sup>2</sup>。

### 3 列车行驶制动探讨

牵引车与挂车通过铰接组成汽车列车,如果挂车的制动性能低于牵引车的制动性能,在行驶制动过程中,当满载挂车同一时刻的制动车速大于牵引车的制动车速时,挂车通过铰接点撞击牵引车,会使牵引车打折造成严重事故。在牵引车打折和制动距离延长两种行驶安全隐患中,驾驶员凭经验通常取其轻者,宁可制动距离延长也要避免牵引车打折。通常的做法是定期安检合格后拆除牵引车前轴制动,使牵引车制动性能等于或低于挂车制动性能,减小制动时挂车对牵引车的冲击力,尽量保持制动过程中牵引车对挂车是拉力,而不是挂车对牵引车产生推力,同时提高牵引车前轴的转向能力。列车制动时序设计中,应探讨牵引车前轴是否应制动滞后等问题。

### 4 结语

综上,钢板悬架挂车加载检测可大大提高检测

制动力,空气悬架挂车加载检测则作用不大,而且随机的空车悬架扭曲弹力差异容易使轴不平衡率超标,故宜采用路试来检测,路试的  $MFDD$ 限值应提高至 6.0 m/s<sup>2</sup>。现有空载挂车台试或路试制动检测能力远满足不了满载挂车行驶安全要求。要求挂车满载、限定较低制动气压、约束空气悬架、提高台架举升高度等方式在检测站安检没有可操作性,随着车联网技术的发展,日常营运中满载挂车宜通过车载仪检测,作为空载挂车定期安检的补充和完善,从而克服现有空载挂车台试和路试检测制动力的严重缺陷。

### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国公安部.机动车运行安全技术条件:GB 7258—2017[S].北京:中华人民共和国公安部,2017.
- [2] 公安部道路交通安全管理标准化技术委员会.机动车运行安全技术检验项目和方法:GB 21861—2014[S].北京:公安部道路交通安全管理标准化技术委员会,2014.
- [3] 中华人民共和国公安部.机动车运行安全技术检验项目和方法:GB 38900—2020[S].北京:中华人民共和国公安部,2020.
- [4] 周焕成.在试验台上检测汽车制动性能存在的有关问题思考[J].客车技术与研究,2001,23(4):26—28+38.
- [5] 王建平,蔡文兴,周和平.营运车辆制动性能检测的探讨[C]//中国公路学会.全国城市公路学会第十七届学术年会论文集.北京:中国公路学会,2008:143—145+148.

收稿日期:2020—11—22