

我国轨道衡检衡车技术综述及未来发展前景

□高翔¹ 安爱民¹ 彭冲¹ 赵小康²

(1. 国家轨道衡计量站 北京市 100081 2. 中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所 北京市 100081)

【摘要】为调研现阶段轨道衡检衡车技术水平并分析其未来的发展前景，文章通过文献调研的方法介绍了不同时期轨道衡检衡车的基础参数及技术特点。结合我国铁路发展趋势，轨道衡计量技术的发展趋势，分析了未来轨道衡检衡车技术的发展前景。

【关键词】计量器具；轨道衡；检衡车

文献标识码：A 文章编号：1003-1870 (2025) 12-0025-07

Overview and Future Development Prospects of China's Rail Weighbridge Test Car Technology

【Abstract】To investigate the current technical level of rail weighbridge test cars and analyze their future development prospects, this paper introduces and analyzes the basic parameters and technical characteristics of rail weighbridge test cars in different periods through literature review. Based on the development trends of China's railways and rail weighbridge measurement technologies, this paper analyzes the future development prospects of rail weighbridge test car technology.

【Keywords】measuring instrument; rail weighbridge; test car

引言

铁路运输作为我国物流运输的大动脉，承担大量的大宗货物运输任务。2024年全国铁路货运量达51.75亿吨，同比增长2.8%^[1]。轨道衡是安装在铁路线路上的大型衡器，可为贸易双方提供结算凭证，同时通过对车辆的精准称量为车辆安全装载提供依据，为安全行车保驾护航。轨道衡是列入国家《实施强制管理的计量器具目录》的计量器具，我国现有各类型动、静态轨道衡近5000台。

轨道衡检衡车（以下简称“检衡车”）是检定轨道衡的标准衡器，是一种已知标准值的铁路特种车辆，根据用途具体又可分为砝码检衡车与动态检衡车。砝码检衡车内置小型起重装置，可对车内砝码及砝码小车进行吊装，从而组成不同的质量值，对静态称量轨道衡进行检定。动态检衡车用于检定自动轨道衡，检定时由5辆不同标准值的动态检衡车联挂成检衡车组，对自动轨道衡开展检定。我国现有检衡车百余辆，其中包括 T_{6DK} ， T_7 ， T_8 ， T_{8D} 共4种型

号。

1 我国轨道衡检衡车技术的发展历程

从1949年至今，我国检衡车已应用70余年。在这70余年中，国产检衡车经历了从无到有，从落后到先进的发展过程，检衡车的发展同样见证了我国铁路事业的伟大成就。

1.1 我国检衡车的初步探索

新中国成立伊始，全国轨道衡仅30台，均为机械式轨道衡。机械式轨道衡称量方式多为整车称量，在轨道衡台面下方有2~5组承力杠杆，承力杠杆与传力杠杆相连接，载荷经多级传递最终转化为标尺长度、表盘指针偏转角度等得出车辆质量。在此时期我国检衡车不足10辆，全部为日本制造的轴重12.5t的两轴检衡车。全国没有统一的量传体系，也没有国产检衡车。

20世纪60年代，各铁路局相继成立衡器管理所，我国国产检衡车开始研制。1971年江岸车辆厂成功研制出30t级检衡车，该车属于四轴车辆，可两辆联挂，对轨道衡30t、60t这两种秤量点进行检测。同一时段，武昌车辆厂相继研制了25t、30t、40t、50t级检衡车，该系列检衡车同样为四轴车辆^[2-3]。

在此阶段，我国检衡车技术取得突破性进展，已具备自主生产检衡车的能力，迈出了从无到有的

第一步。但生产的检衡车为纯机械结构，称量单一。此外，由于此时还未形成全国统一的检衡车量值传递体系，检衡车的量值准确无法得到保障。

1.2 逐步形成全国统一量传体系

1974年，根据国家计划委员会下达的文件要求，开始组建国家轨道衡计量站，并承担全国轨道衡量值传递的工作，与此同时，我国第一代标准轨道衡、检衡车开始研制^[4]。80年代前我国轨道衡主要为机械式轨道衡，机械轨道衡结构复杂，若日常使用、保养不当可能会造成杠杆形变、锈蚀等现象，从而导致杠杆传力比发生变化。根据JJG 142-1974《静态称量轨道衡》，在检定过程中需对每对承重杠杆传力比正确性进行检定，检衡车需压到每对承重杠杆的中心及轨道衡中间位置，所以检衡车在设计上要尽量缩短心盘距。1978年，我国第一代标准轨道衡研制成功，该轨道衡属于机电结合式轨道衡，长度7m，最大允许误差以相对误差的方式表示为 $\pm 6.6 \times 10^{-5}$ ，用于检定检衡车。1979年，国家轨道衡计量站与19个分站相继成立，技术人员积极总结检衡车运用经验，成功研制出T₀型检衡车，至此轨道衡计量形成了完整的量值传递体系^[5]。T₀型检衡车如图1所示，其具体技术参数见表1。



图1 T₀型检衡车

表1 T₀型检衡车技术参数

车型	车辆换长	车辆总重/t	最大轴重/t	最高挂运速度/(km·h ⁻¹)	测量范围/t	最大允许误差
T ₀ 型检衡车	0.7	40	21	80	40	$\pm 1.5 \times 10^{-4}$

T₆型检衡车是我国轨道衡计量统一量值传递体系后研制的第一代检衡车。T₆型检衡车自重为40t，采用转9A型转向架，车顶为“人”字形结构，有效避免了杂物堆积的问题。T₆检衡车整车换长0.7，车辆定距2860 mm，受限于车体尺寸，无法加装空气制动系统，导致动力学性能低下，在挂运位置、速度上受到大幅限制。此外，在检定过程中需人工推动检衡车至轨道衡指定位置完成检定，劳动强度大，作业风险高。伴随着我国铁路发展，该车突显出测量范围有限、动力学性能低等问题。2001年齐齐哈尔车辆厂对该车走行部进行了升级，但受限于车辆尺寸仍无法加装空气制动系统，该车于2005年全面淘汰^[6]。

进入20世纪80年代，伴随着计算机电子科技的飞速发展，部分机械式的轨道衡通过升级改造成为机电结合式轨道衡，称重准确度与效率得到了显著提升。轨道衡厂家开始制造由传感器支撑台面的电

子轨道衡，动态称量轨道衡也逐步推广应用。伴随着轨道衡产品的升级换代，检衡车也技术升级为砝码检衡车和动态检衡车。

1982年中铁重工有限公司（原武汉中铁工程机械厂）成功研制T_{6F}型砝码检衡车与T_{6D}型动态检衡车，两种检衡车可分别检定静态称量轨道衡与自动轨道衡。

T_{6F}型砝码检衡车一改先前T₆检衡车的设计理念，采用了“大车装小车”的设计思路，“大车”采用棚车车底进行改装，在车厢内部加装了起重设备。“小车”为两轴车辆，轴距1000 mm，自重2 t，载重38 t，可手动操作车内起重设备向砝码小车吊装砝码，可组成不同质量值对静态称量轨道衡进行检定。相较于T₆型检衡车，T_{6F}型检衡车自动化程度高，可检定的称量点更多。由于小车轴距短，可以更加准确地对轨道衡的称重杠杆传力比进行检定。T_{6F}型检衡车的车内起重装置如图2所示。

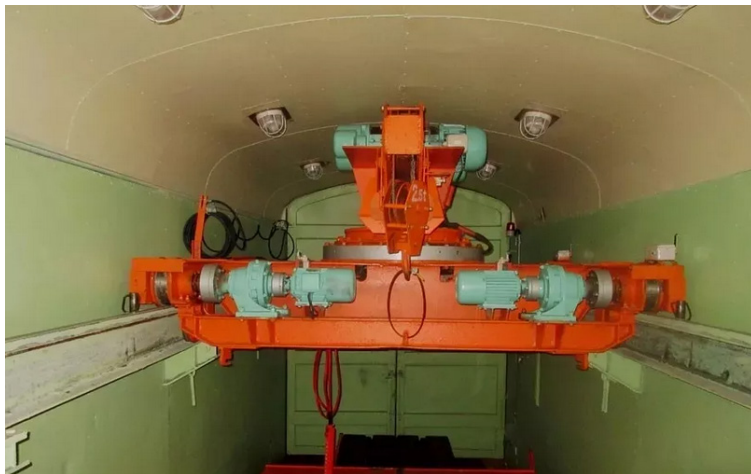


图2 T_{6F}型砝码检衡车车内起重装置

T_{6F}检衡车是我国自主生产研发的第一代砝码检衡车，由于属于设计初代产品因此存在一些问题。早期生产的该型检衡车还配有发电机，以便为车内起重设备供电。后经运用发现，发电机油量对于检衡车的标准值具有一定影响，为此后期生产的该型号检衡车采用外接地面电源的方式供电，解决了燃料对于车辆标准值的影响^[7-8]。此外，通过多年的使用，该车起重装置操作繁琐，由于起重方案为纵向走行加起重台旋转的组合，当吊装的砝码与起重吊缆不垂直时，会造成砝码四周摆动，加之车内作业

空间狭窄且没有砝码定位座，作业过程中存在较大安全隐患。该车设有检修天窗口，由于密封老化，在多雨水地区该车普遍存在渗水、漏水的问题，造成车内湿度高，严重影响了车内电器设备的运行。2006年齐齐哈尔车辆厂对该车走行部分进行了升级，将升级后的车辆命名为T_{6FK}型砝码检衡车。该车运行速度由80 km/h提升至100 km/h，可以满足铁路运输的要求。虽然在设计上具有部分缺陷，但该车解决了T₆型检衡车单车测量范围有限的问题，为之后研制T₇、T₈型检衡车奠定了坚实的基础。

T_{6D}型动态检衡车是我国自主研发生产的第一代动态检衡车，整车结构设计上与T_{6D}类似，整车定距加长，全车换长1.2，可正常加装空气制动系统。检定作业时，由5辆不同标准值的T_{6D}型动态检衡车联挂成动态检衡车列，对自动轨道衡进行检定，对于我国早期自动轨道衡发展做出了贡献^[9]。T_{6D}型动态检衡车采用转8A型转向架，最大轴重为21t。当该车在正线挂运时，需将重车内的部分砝码吊装至空车

中方能满足要求——在正线上挂运，这影响了检定效率。

2006年伴随着全国铁路货运大提速，齐齐哈尔车辆厂对T_{6F}型砝码检衡车和T_{6D}型动态检衡车进行升级改造，主要升级了检衡车的走行部分。改造升级后的检衡车命名为T_{6FK}型砝码检衡车和T_{6DK}型动态检衡车。T₆系列检衡车如图3所示，T₆系列检衡车具体技术参数见表2。



(a) T_{6FK}型砝码检衡车



(b) T_{6DK}型动态检衡车组

图3 T₆系列检衡车

表2 T₆系列检衡车技术参数

车型	车辆换长	车辆总重/t	最大轴重/t	最高挂运速度/(km·h ⁻¹)	测量范围/t	最大允许误差
T _{6FK} 型砝码检衡车	1.2	82	21	100	(2~82)	±1.5×10 ⁻⁴
T _{6DK} 型动态检衡车	1.2	83	21	100	(18~83)	±3.0×10 ⁻⁴

在此阶段，我国形成了检衡车的量值传递体系，检衡车的量值准确得到了保障。伴随着轨道衡计量技术的发展，检衡车种类进一步细化。砝码检衡车在设计制造上采用了较多的机电产品，单车便可实现多秤量点检定，实现了计量精度高。但存在着设备可靠性低，故障率较高，且伴随着我国铁路高速化、重载化发展，此阶段检衡车的运行速度、最大轴重不能满足未来铁路运输的发展。

1.3 稳步推进持续高质量发展

进入21世纪以来，我国铁路飞速发展，铁路运营里程、运行速度不断攀升，轨道衡数量不断增加。T₆系列型检衡车已服役30余年，超过了使用年限，检修困难，已经难以满足轨道衡计量发展的需

求。

2004年，齐齐哈尔车辆厂成功研制了T₇型砝码检衡车，该车在设计上汲取了T_{6F}和T_{6FK}的设计经验，整车换长为1.3，检测范围为2t~84t。车体取消了检修天窗的设计，以确保车厢密封性。起重装置在设计上采用前后走行方案，有效解决了砝码起吊过程中摆动方向、不可控的问题，并采用了更为先进的机电产品，具备无线遥控操作功能。车体内与砝码小车上焊有砝码定位座，便于砝码吊装定位，检定时单人即可完成砝码的吊装作业，极大地提高了检定效率^[10-11]。T₇型砝码检衡车如图4所示，其具体技术参数见表3。



(a) 车辆外观



(b) 砝码吊装

图4 T₇型砝码检衡车

表3 T₇型砝码检衡车技术参数

车型	车辆换长	车辆总重/t	最大轴重/t	最高挂运速度/(km·h ⁻¹)	测量范围/t	最大允许误差
T ₇ 型砝码检衡车	1.3	84	21	120	(2~84)	±1.5×10 ⁻⁴

随着自动轨道衡数量的增多，且部分T_{6D}/T_{6DK}检衡车已接近报废年限，动态检衡车运用紧张。2015年，齐齐哈尔车辆厂开始研制T₈及T_{8D}型检衡车，2022-2023年期间，国家轨道衡计量站及相关分站相继完成对新型检衡车的验收工作。

T₈型静态检衡车在设计制造上汲取了T₇型检衡车的设计制造经验，整车换长为1.3，检测范围为2t~94t。在机械结构设计上，T₈型静态检衡车广泛选用通用重载货车的成熟零部件。在机电控制方面，T₈型静态检衡车采用了先进的机电产品，吊装

砝码可通过无线控制器或手动操作^[12]。T₈型静态检衡车采用了DZ1型转向架，该型号转向架已广泛应用于C_{80E}、P₈₀等大轴重铁路货车上，最大轴重达到了27t^[13]。依托DZ1型转向架出色的承载能力，T₈型静态检衡车测量范围得以进一步提升，该车运用轴重达到了23t，同时车内预留有砝码空位，未来可通过加装砝码的方式进一步将轴重提升至27t，满足了现有的检定需求且兼顾未来轨道衡计量技术的发展需求。T₈型静态检衡车如图5所示。



(a) T₈型静态检衡车



(b) 砝码吊装作业

图5 T₈型静态检衡车

T_{8D} 型动态检衡车的整车换长为1.3，测量范围为18t~94t。检定时，采用5辆 T_{8D} 型动态检衡车组成检衡车组，对自动轨道衡及铁道货车超偏载检测装置实施检定。 T_{8D} 型动态检衡车同样采用DZ1型转向架，借助该转向架优异的承载能力，94t重车在挂运过程中无需再向空车吊装砝码，可直接在正线上挂运，大幅提高了检定效率。此外， T_{8D} 型动态检衡车在车体结构方面也做出了优化^[14]。 T_{6D}/T_{6DK} 型检衡车需要打开顶盖时，只能将顶盖依次码放于车辆

侧部，占用空间较大，有时需要现场设偏时，受限于环境条件，没有充足的空间用于码放车辆顶盖，还需额外协调场地，影响了检定效率。 T_{8D} 型检衡车对车辆顶盖进行了改良，在顶盖内部加装了支承立柱，当需要打开顶盖时，3个顶盖可堆叠摆放，大幅节约了空间。此外，车体内部增加了砝码定位座，解决了砝码定位困难的问题。 T_{8D} 型动态检衡车组如图6所示， T_8 系列检衡车技术参数见表4。

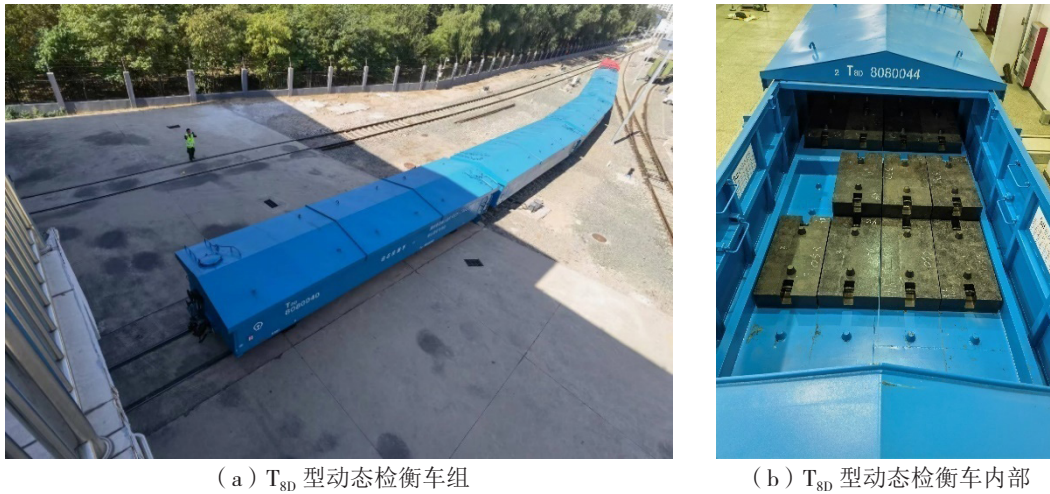


图6 T_{8D} 型动态检衡车

表4 T_8 系列检衡车技术参数

车型	车辆换长	车辆总重/t	最大轴重/t	最高运行速度 / (km·h ⁻¹)	测量范围/t	最大允许误差
T_8 型静态检衡车	1.3	94	27	120	2~94	$\pm 1.5 \times 10^{-4}$
T_{8D} 型动态检衡车	1.3	94	27	120	18~100	$\pm 3.0 \times 10^{-4}$

在此阶段伴随着我国货运重载化的发展，我国检衡车技术稳步推进， T_8 系列检衡车充分汲取 T_6 、 T_7 系列检衡车的设计经验与使用经验，对电气设备进行升级，检衡车内部设备的可靠性得到了显著的提升。除此之外，对检衡车的走行部进行了升级，升级使用的DZ1型转向架，可满足我国铁路运输高速化、重载化的发展需求。

2 未来检衡车技术的发展前景

2.1 测量范围与稳定性进一步提升

铁路运输重载化是世界铁路的发展趋势之一。近年来，我国重载铁路突飞猛进，已经有30t轴重的

铁路货车投入使用。因此，轨道衡作为计量器具为交易双方提供贸易凭证，随着铁路货车轴重的不断增加，轨道衡的测量范围也会不断增加。检衡车作为检定轨道衡的标准器，测量范围也会随之增加。

计量器具的稳定性是指计量器具的计量性能随时间恒定的能力。检衡车既是检定轨道衡的标准器，同时又是铁路特种车辆，因此在运行过程中车辆轮对、轴承、闸瓦等零部件面临磨损消耗的问题。安爱民等^[15]以 T_{6DK} 型动态检衡车与 T_7 型砝码检衡车为研究对象，分析了一个检定周期内由于车辆闸瓦、轮轴等部件磨损所导致的检衡车标准值变化

的现象。通过计算分析,由检衡车零部件磨损所引入的质量变化量很小,满足检衡车最大允许误差要求。但随着传感器与计算机技术的不断发展,轨道衡的测量准确度在不断提升,为此检衡车的计量性能也需进一步提升。未来,通过采用新材料,改进制造装配工艺,可进一步减少由检衡车零部件磨损所引入的质量变化,进一步提高检衡车的稳定性。

2.2 运行速度更快

我国铁路货运的另一个重要发展方向为高速化,检衡车自身无动力,需挂运在车列中,以完成不同检定地点之间的转运。为此,一旦检衡车的运行速度受到限制,便会影响挂运效率,进而影响轨道衡、超偏载装置的检定。

另一方面,动态检衡车也用于检定铁路货车超偏载检测装置。铁路货车超偏载装置近年来的研发重点之一是高速化,目前高速超偏载可检测车辆的运行速度已达100km/h速度段。根据研制趋势,未来货车的运行速度会进一步提升,而检衡车作为检定铁路货车超偏载检测装置的标准器,未来也需进一步提升其运行速度,可考虑通过优化升级检衡车的走行部分,以实现运行速度的不断提升。

2.3 检衡车定位精度更高

检衡车的高效挂运是完成全年检定计划的关键。长久以来,检衡车的位置仅能通过货运系统查询且定位精度不高。随着我国北斗定位系统的不断发展完善,检衡车加装北斗定位终端可便于检定单位更好地掌握检衡车实时位置和挂运进度,方便检定单位及时安排检定人员开展检定作业。检衡车定位精度越高,收集检衡车运用信息越高效,编制的检定计划越科学合理,方能提高检定效率。

3 结语

从我国最早使用的日产两轴检衡车,发展到由我国自主研发生产的T₈系列检衡车,检衡车技术经历了从空白到先进的发展历程,检衡车技术的发展为我国铁路货运贸易结算及行车安全提供了有力的支撑。伴随着我国铁路运输重载化的持续推进,铁路货车的轴重也将随之提高。由此可见,未来我国检衡车还需要进一步升级改造,从而满足轨道衡计量要求,更好地服务于铁路运输。

参考文献

- [1] 李媛媛. 2024年我国铁路客货运量均创历史新高[N]. 中国证券报,2025-01-17(A2).
- [2] 金祚康,季瑞玉,陈志. 轨道衡[M]. 北京: 中国计量出版社.
- [3] 姜会增,李世林. 自动轨道衡的现状与发展前景[J]. 衡器,2013,42(9): 1-4.
- [4] 于跃斌. 检衡车发展综述[J]. 铁道车辆,2003(2): 13-15, 18.
- [5] 曲云腾. 铁路检衡车技术发展分析与研究[J]. 衡器,2017,46(2): 13-15.
- [6] 周用贵,姜会增,李世林等. 轨道衡计量技术[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [7] 刘仲池. T_{6F}大砝码车的故障现状及对策[J]. 铁道技术监督,2000,29(06): 27-29.
- [8] 李建增. T_{6F}砝码检衡车吊车电器维修[J]. 铁道技术监督,2001,29(11): 34-36.
- [9] 王晓峰. 我国轨道衡检衡车现状与展望[J]. 铁道技术监督,2015,43(4): 16-18.
- [10] 郑云鹏,王正. T₇型铁路检衡车组装机工艺[J]. 轨道交通装备与技术,2016,44(5): 7-8.
- [11] 段小军. T₇型检衡车使用、维护及检定情况概述[J]. 铁道技术监督,2007,35(10): 42-43.
- [12] 闫海军,于跃斌,赵天军等. T₈型静态检衡车的研制及应用[J]. 铁道技术监督,2017,45(3): 12-16.
- [13] 姚海,李立东,徐世锋等. DZ1型转向架运用检修情况概述[J]. 铁道车辆,2023,61(3): 157-160.
- [14] 李志刚,段小军,崔宝祥. T_{8D}型动态检衡车的研制及应用[J]. 铁道技术监督,2017,45(3): 17-19, 23.
- [15] 安爱民,周用贵,李世林等. 轨道衡检衡车计量性能分析及试验的研究[J]. 工业计量,2012,22(6): 21-23, 47.

作者简介

高翔(1997—),男工程师,北京市石景山区人,工程硕士,一级注册计量师。现工作于国家轨道衡计量站,从事力学计量工作。