

我国铁路重载运输发展研究

刘翀原¹,刘智春²

(1. 南车长江车辆有限公司,湖北 武汉 430212;

2. 中铁第四勘察设计院集团有限公司,湖北 武汉 430063)

摘要:针对我国铁路货运发展方向,结合铁路车辆和既有线路、桥梁现状,通过对国内外重载运输发展现状和相关试验研究资料的调研,从车辆技术进步、线路桥梁与轴重和载荷密度的匹配、既有桥梁整体和局部承载能力、设计理论差异、速度与线路桥梁和轴重的匹配、车长与站线长度匹配等方面对我国铁路重载运输发展条件进行了分析,说明我国既有铁路能满足 27~30 t 轴重重载运输要求,提出了在我国既有铁路路网应发展 27~30 t 轴重重载运输,重载煤运专线应发展 32.5 t 轴重重载运输,矿石和钢铁重载专线应发展 35~40 t 轴重重载运输,重载列车运行速度宜取 80~90 km/h;应制定轴重 27 t、30 t 级通用车辆和轴重 32.5 t 专用车辆标准,同时应结合车辆技术进步和动力学性能改进以及国内外规范对工程规范进行修编,加强工程与车辆装备各行业技术交流的等意见。

关键词:车辆;线路;桥梁;承载能力;轴重;速度

中图分类号:U2

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2013.07.003

1 概述

1.1 铁路货运发展方向

我国铁路货运按“速度、密度、重量”协调发展战略,现货运列车速度已达到 80~120 km/h 世界先进水平;干线列车追踪间隔仅 6~7 min,为世界运输密度最大国家。但货车轴重仅为 23.5~25 t,与发达国家轴重 30 t 及以上有较大差距,在“速密重”三要素中,轴重方面尚有较大发展空间^[1];因此,提高轴重、增加载重、发展重载运输是我国铁路货运发展主方向。

1.2 铁路重载运输定义

现国际重载协会重载运输标准:列车编组重量不少于 8 000 t、在不短于 150 km 运输线路上年运量达到 4 000 万 t、轴重在 27 t 及以上,三者必具其二^[1-2]。

1.3 铁路重载运输特点

重载运输特点:货车轴重大、载重高、自重轻,列车编组辆数多、运行速度较低,运输效率高,安全可靠。

1.4 铁路车辆现状

2012 年铁路车辆保有量约 84 万辆,其中:敞车占 60.7%,棚车占 13.3%,其它平、罐车等占 26%,载重以 60 t 级和 70 t 级为主;60 t 级和 70 t

级敞车分别占敞车总数 56.3%和 35.3%。我国目前典型货车为 C64 型敞车,轴重 21 t、每延米重 62.5 kN/m。新型 C70 型敞车为主型新造车,轴重 23.45 t、每延米重 67.1 kN/m。大秦线 C80 型运煤专用敞车轴重 25 t、每延米重 83.3 kN/m^[3]。

1.5 列车载重量、运行速度

我国铁路每列车载重量 4 000 t 左右,有些地区开行有 5 000 t 列车,大秦线已开行 20 000 t 组合列车;货车运行速度在 80 km/h 及以下,行包快运列车最高速度达 120 km/h^[4]。

1.6 铁路标准活载

旧中国铁路采用活载标准纷杂,中华人民共和国成立后于 1951 年制定了中-Z 标准活载并于 1975 年进行了修订,形成中-活载标准沿用至今^[4]。中-活载标准图式^[5]如图 1。

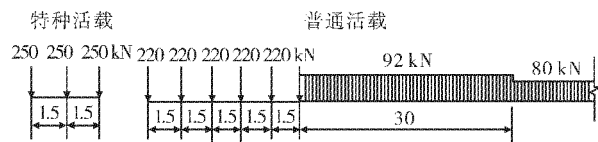


图 1 “中-活载”图式(距离以 m 计)

Fig.1 China-Live Load Mapping Form

(Distance is gauged by metres)

1.7 国内外重载运输对比

国内外重载运输对比见表 1^[1,3]。

表 1 国内外重载运输对比表
Table 1 Comparison of heavy-duty transportation between China and worldwide

国家	主要线路	运营里程/km	主要轴重/t	牵引重量/t	线路类型	运行速度/(km/h)	运量
美国	BNSF、UP、CSX、NS、KCS、IC	192 900	29.8 ~35.7	1.2~3.0 万	66 kg 准轨	60~80 空车 96	2 亿 t/年
加拿大	DP CN	47 000	29.8 ~35.7	1.2~2.0 万	66 kg 准轨	60~80 最大 96	2 亿 t/年
澳大利亚	BHP、FMG、QR	462、1 600	30~40 21~25	38 000 8 000	68 kg 准轨 54 kg 窄轨	70~80	超亿 t/年
南非	Orex Rechard	868、560	28 ~30、 26	20 000 20 000	60 kg 窄轨 57 kg 窄轨	50~60 最大 80	0.8 亿 t/年
巴西	MRS CVRD	1674、892、 905	29.8、32、 29.8	30 000 15 000	68 kg 宽轨 60 kg 宽轨	50~75	0.8 亿 t/年
瑞典	LKAB	540	30	8 500	50 kg 准轨		3 000 万 t/年
中国	大秦线	653	23、25	20 000	75 kg 准轨	80~90	3.5 亿 t/年

1.8 设计规范理论体系

我国铁路设计理论一直沿用容许应力法^[6]，而公路行业已改用极限状态法^[7]，国外设计标准（如欧洲标准）均为极限状态法。现我国铁路设计规范拟与国际接轨并改用极限状态法，相关修改研究正在进行。

2 铁路重载运输发展控制因素

控制主要因素有：线路桥梁与轴重和载荷密度的匹配、速度与线路桥梁和轴重的匹配、车辆长度与站线长度的匹配、重载车辆技术、重载列车控制技术等方面。

3 铁路重载运输发展条件分析

3.1 重载车辆技术和列车控制技术

重载车辆技术和列车控制技术涉及车体轻量化、新型转向架及悬挂系统、ECP 电控空气制动系统技术等。

a. 车体轻量化。采用铝合金、高强度耐候钢车体可减少自重、增加载重、减少空重比；相同车辆长度可提高运输能力，运量相同时可降低运输密度、提高运输效益。我国既有线货车空重比为 0.24~0.25、大秦线为 0.21，如既有线轴重从 23 t 提到 29 t、空重比由 0.25 降到 0.23，每列车牵引重量将增加 1 584 t、运能增加 26%；大秦线轴重从 25 t 提到 31.5 t，空重比由 0.21 降到 0.19，每列车牵引重量将增加 5 460 t、运能增加 26%^[1]。现我国出口澳大利亚 35.7~40 t 轴重矿石车空重比已达

0.138~0.154^[1]；说明我国货车车体可实施轻量化。

b. 新型转向架及悬挂系统。我国自主研发的低动力作用新型转向架采用轮对弹性定位、侧架弹性连接、侧架摆动等技术，通过承载鞍顶橡胶垫实现轮对与侧架间弹性定位、侧架与承载鞍间无磨损和转向架两系悬挂，减小了簧下质量和对轨道作用力；通过横向摆动功能有效缓解轮轨间作用力，尤其是轮轨间横向动态作用力；通过侧架与轴箱承载鞍间橡胶堆起到一系悬挂作用，降低簧下质量，隔离高频振动，降低轮轨冲击，改善了轮轨间作用力^[3]；新型转向架使相同机车牵引质量增加 12%，列车纵向车钩力减少 4.8%，节能 20.7%，轮轨磨损降低到 1/13，轮轨横向力降低到 1/3^[2]；说明车辆低动力性能减少了轮轨磨损和线路损坏。我国出口 32.5~40 t 轴重交叉支撑低动力作用转向架运行 3 年后状态良好、性能稳定、各部位磨损轻微，性能优于国外重载货车转向架^[1]。

由于重载运输大轴重对线路、桥梁的影响与车辆动力学性能密切相关^[3]，转向架新技术和车辆动力学性能的提高为实现重载运输并降低大轴重车辆对线路桥梁动力作用创造了关键条件，能满足重载运输发展要求。

c. ECP 电控空气制动系统新技术。至 20 世纪末重载列车运行最大隐患是：由于空气制动波速无法超过 300 m/s，重载列车在常用、紧急制动时频繁发生前后制动不一致，造成断钩、脱轨事故。在长大下坡道由于制动机没有阶段缓解、充气时

间过长,易造成列车失控,对安全构成威胁。而 ECP 新技术具有整列车同时响应制动和缓解信号、具有阶段制动阶段缓解功能、制动缸压力控制精确、列车管不排风、能向机车报告各车辆制动状态及故障型式、用有线电缆进行机车动力分散式牵引控制等功能,能保证重载长大列车运行安全,并使平均车钩力降低 25%,缩短制动距离 50%~70%^[2]。现 ECP 电空制动、转向架集成制动等配套先进技术在出口重载货车上已得到普遍应用。

3.2 线路、桥梁与轴重、载荷密度匹配分析

我国既有铁路建设年代跨度大、标准不统一,导致工程界担忧既有铁路开行重载列车后,线桥承受载荷过度、结构安全度下降、动力作用加大使桥梁结构不能满足车辆运行安全要求等,并由此对重载列车拟用轴重有较多不同意见。现对既有铁路可用轴重分析如下。

3.2.1 轨道与轴重、载荷密度匹配分析 线路与轴重、载荷密度匹配关键在轨道结构。至 2009 年底,我国铁路干线已全部采用 60 kg/m 钢轨,大秦线重车方向为 75 kg/m 钢轨、空车方向为 60 kg/m 钢轨^[8]。根据表 1 统计情况和国外重载运输经验,我国铁路干线 60 kg/m 钢轨满足 30 t 轴重车辆运行要求,大秦线 75 kg/m 钢轨满足 40 t 轴重车辆运行要求。

3.2.2 桥梁与轴重、载荷密度匹配分析

a. 既有桥梁满足中-活载标准和提速后列车通行要求。

2008 年我国铁路桥梁有 47 528 座,93% 以上为混凝土桥^[1]。常用标准跨度为 24、32 m (以 32 m 为主)预应力混凝土简支 T 梁,尽管修建年代、设计标准不同,但经铁路多次提速改造、配套达标建设后,现均满足中-活载标准和提速后列车通行要求。

如萧甬铁路始建于 1913 年,抗战遭到全线破坏,1953 年恢复,1995 年增建二线。提速前桥涵使用良好、无较大病害,满足客车 120 km/h、货车 60 km/h 运行要求。提速时采用置换、增设或加固横隔板、加强桥梁维护等措施后,现梁部和墩台均满足客车 160 km/h、货车 90 km/h 安全运行要求^[9]。

1998 年铁道部科学研究院针对沪宁、京秦、沈山、郑武线提速改造,在 23 孔不同类型桥梁进行

动力测试,结果表明跨径不大于 32 m 的混凝土桥梁,满足提速要求^[9]。

2003 年中南大学对郑徐线 12 种常用典型 T 梁桥梁动力特性及列车行走性进行计算与分析,其车桥耦合计算证明:各梁加固后均能保障客车 (DDJ 电动车组、220 km/h 以下)、货车 (C62、80 km/h 以上)行车安全性,行车舒适性达到“良好”标准^[9]。

b. 既有桥梁整体承载能力分析。

我国典型货车 C64 每延米重 62.5 kN/m,仅为中-活载设计车辆 80 kN/m 的 78.125%、设计煤水车 92 kN/m 的 67.934%,设计标准与现行车辆每延米重相比有 21.875%~32.065% 盈余储备,说明既有桥梁整体承载能力(弯矩、梁端剪力)有较大设计储备。

以弯矩计算为例:本次对铁四院原设计的 32 m、24 m 单线铁路简支梁和主跨 48 m、64 m、80 m 连续梁分别按不同轴重重载通用敞车(车长 13.976 m、轴距 1.86 m、定距 9.21 m)进行计算,结果表明:当 32 m 简支梁通过 34.2 t 轴重、24 m 简支梁通过 36.5 t 轴重时,其跨中最大弯矩值才达到与原设计值基本一致;连续梁通过 29 t 轴重时其支点、跨中最大弯矩均小于原设计最大弯矩值,连续梁通过 30 t 轴重时仅 64 m,连续梁支点负弯矩超过原设计最大弯矩值 3.22%,考虑到支点位置横隔梁纵向长 2.5 m,削峰后其支点最大弯矩小于原设计最大弯矩,说明满足 30 t 轴重通过要求;因此,当货车采用上述轴重时,既有桥梁梁部最大弯矩、最大剪力均满足原设计要求。有关重载通用敞车计算结果汇总如表 2、表 3。

表 2 32 m、24 m 单线简支梁检算结果

Table 2 Result from simply-supported single beam of 32 m and 24 m

荷载类型	32 m	24 m
	弯矩最大值/(kN·m)	
中活载	63 732	36 493
25 t 轴重通用车	59 941	33 790
25.5 t 轴重通用车	60 148	34 025
26 t 轴重通用车	60 355	34 145
27 t 轴重通用车	60 768	34 384
34.2 t 轴重通用车	63 748	
36.5 t 轴重通用车		36 476

表 3 连续梁检算结果

Table 3 Result from continuous beam

荷载类型	48 m 单线连续梁		64 m 单线连续梁		80 m 双线连续梁	
	最大弯矩/(kN·m)		最大弯矩/(kN·m)		最大弯矩/(kN·m)	
	中支点	跨中	中支点	跨中	中支点	跨中
中活载	94 428	33 946	178 031	53 500	508 614	191 100
25 t 轴重通用车	89 564	29 791	170 570	47 215	489 224	176 538
27 t 轴重通用车	91 215	30 401	173 274	48 377	496 714	179 498
29 t 轴重通用车	92 807	31 041	176 067	49 550	504 535	182 469
30 t 轴重通用车	93 602	31 363	183 779	52 739	508 295	183 914

对铁四院原设计的 32 m 单线铁路简支梁分别按不同轴重重载专用敞车(车长 12 m、轴距 1.86 m、定距 8.2 m)进行计算,结果表明:当 32 m 简支梁通过 30 t 轴重专用敞车时,其跨中最大弯矩值就已经超过原设计值 0.44%,说明车辆轴重相同时,车长短、轴距小车辆反而先于车长长、轴距大车辆控制桥梁梁部承载,因此重载车辆研发应优先按车长长、轴距大进行设计.有关重载专用敞车计算结果汇总如表 4.

表 4 32 m 单线简支梁检算结果

Table 4 Result from simply-supported single beam of 32 m

荷载类型	32 m 单线简支梁 弯矩最大值/(kN·m)
中活载	63 732
27 t 轴重专用车	62 886
28 t 轴重专用车	63 052
30 t 轴重专用车	64 013

美国 32.43 t 轴重运煤敞车长 15.87 m~16.18 m、澳大利亚 30 t 轴重煤炭漏斗车长 15.345 m、巴西 25 t 轴重粮食车长 17.06 m^[1],车辆设计与桥梁受力匹配合理.

c. 既有桥梁局部承载能力分析.

中-活载的特种荷载为 25 t 轴重,既有桥梁满足 25 t 轴重局部承载能力要求.轴重增大,轮轨间横向力和垂向力以近似比例增加,对轨道(桥梁)影响相应增大,但这种影响可通过提高车辆动力学性能及降低轮轨动力作用得到缓解和改善^[8].提高货车运行稳定性和采用轮轨低动力作用技术,有利于车辆轴重增加^[1];所以尽管轴重增加,但对轨道、桥梁的冲击力却将随冲击系数的减少而不增加或增加有限(与轴重增加大小相关).

北美铁路协会进行了 29.8 t、32.43 t 和 35.72 t 轴重试验研究,结果表明:通过优化悬挂系统和增加一系弹性垫,有效降低了重载对轨道的

破坏(桥梁相应减小),最佳运用轴重由 29.8 t 提高到 32.43 t^[8],提高比例为 8.8%;根据该研究成果,仅通过优化车辆悬挂系统和增加一系弹性垫,我国既有桥梁在维持原局部承载能力不变基础上即能满足 $25 \text{ t} \times 32.43 / 29.8 = 27.2 \text{ t}$ 轴重的重载列车通行要求.

国外规范计算局部承载其受力扩散是扩散到混凝土板中心,而我国规范是扩散到混凝土板顶面,因此我国桥梁局部实际承载能力较国外有一定设计盈余.

以原铁道部设计标准图中的 32 m 简支 T 梁为例:使用年代较早的专桥(01)2051T 梁翼缘板厚度 12~27.7 cm,轨枕底道砟厚度 30 cm,Ⅱ型轨枕长 250 cm,轴重横向扩散宽度为 $2 \times 30 \times \tan 35^\circ + 250 = 292 \text{ cm}$,如将受力扩散到混凝土板中心,横向扩散长度为 $2 \times [30 + (12 \sim 27.7) / 2] \times \tan 35^\circ + 250 = 300.4 \sim 311.4 \text{ cm}$,局部承载横向受力范围为原设计的 102.87%~106.64%,说明该梁局部实际承载能力允许轴重提高到 102.87%~106.64%,即在优化车辆悬挂系统和增加一系弹性垫基础上,可通行 $27.2 \text{ t} \times (102.87\% \sim 106.64\%) = 27.98 \text{ t} \sim 29.01 \text{ t}$ 轴重的重载列车;使用年代较近的通桥(2005)2101 T 梁翼缘板厚度 24~33.1 cm,轨枕底道砟厚度 30 cm,Ⅱ型轨枕长 250 cm,轴重横向扩散宽度为 $2 \times 30 \times \tan 35^\circ + 250 = 292 \text{ cm}$,如将受力扩散到混凝土板中心,横向扩散长度为 $2 \times (30 + (24 \sim 33.1) / 2) \times \tan 35^\circ + 250 = 308.8 \sim 315.19 \text{ cm}$,局部承载横向受力范围为原设计的 105.75%~107.94%,即在优化车辆悬挂系统和增加一系弹性垫基础上,可通行 $27.2 \text{ t} \times (105.75\% \sim 107.94\%) = 28.76 \text{ t} \sim 29.36 \text{ t}$ 轴重的重载列车.

仅综合上述两方面因素,在未考虑设计理论差异储备情况下,既有桥梁实际局部承载能力满足 28~29.4 t 轴重重载列车通行要求,车辆采用

轴重在现 25 t 轴重基础上可提高 11.92%~17.4%以上。

d. 规范设计理论差异储备。

铁路桥涵设计使用年限和公路桥涵设计基准期均为 100 年^[6-7],铁路容许应力法与我国公路和国外极限状态法相比,其活载分项安全系数的安全裕度基本一致,但铁路容许应力法对受力指标及材料参数控制值明显小于公路和国外的极限状态法。以 C40 混凝土为例:公路混凝土 C40 轴心抗压强度设计值 f_{cd} 为 18.4 MPa、轴心抗拉强度设计值 f_{td} 为 1.65 MPa,而铁路混凝土 C40 中心受压容许应力为 10.8 MPa、无箍筋及斜筋时的主拉应力为 0.90 MPa、梁部分长度中全由混凝土承受的主拉应力为 0.45 MPa,且铁路梁部原标准图常规设计指标均是按运营荷载作用下梁体受拉区不容许出现拉应力进行控制,说明铁路原设计安全储备较大。鉴于铁路行业拟改用极限状态法,通过上述类比,对既有铁路可按 25 t \times (1.2~1.25)系数提高通行轴重并开行轴重 30 t 重载列车。

e. 大轴重重载通行时桥梁结构动力响应分析。

轴重增加对轨道(桥梁)影响与车辆动力学性能密切相关^[3],由于车辆悬挂系统改进并采用低动力性能转向架、车轮踏面优化和轨道平顺性增加,车辆轴重增加后对轨道、桥梁的动作用力反而减少。

陇海、兰新线综合动力学试验结果表明:21 t 轴重货车采用新型转向架、运行 120 km/h 速度,比普通转向架运行 70 km/h 速度对轨道的横向作用力要少 40%,对桥梁影响相应减小。25 t 轴重、70 t 级新型转向架货车以 120 km/h 运行时,比 21 t 轴重、60 t 级普通货车以 55~65 km/h 运行时对轨道的作用力要小。同一速度级下,新型转向架的 25 t 轴重、70 t 级试验列车对钢轨、轨枕、道床的振动加速低于 21 t 轴重、60 t 级车^[1];说明大轴重重载新型低动力车辆通行时桥梁结构动力响应能满足列车运行安全要求。

3.3 速度与线路、桥梁和轴重匹配分析

根据多次提速试验研究结果:客车由原 100 km/h 提到 200 km/h,对桥梁动力作用增大并不十分明显;但货车由原 50~60 km/h 提高到 70~80 km/h 时,对桥梁动力作用尤其是横向动力作

用成倍增大(约 2~10 倍),一些类型桥梁振动已危及行车安全,在该类桥上货车不得不限速 60 km/h^[10],说明当车桥耦合动力响应不能满足列车运行安全和平稳性要求时,可通过限速予以解决,且重载货车通行速度不宜太高。由于车桥横向动力学在国际上可供参考资料很少,因此,对桥梁横向刚度和变形要求现行规范只能参考国外有关规范和研究,按偏于严格的原则确定^[10];我国铁路提速改造后桥梁满足货车 90 km/h 安全运行要求^[9],而现行货车运行速度一般在 80 km/h 及以下^[4],都说明现货车运行速度有不小于 10 km/h 的速度盈余。

综合国外重载运输开行速度(表 1)和经验,我国重载列车运行速度宜取 80~90 km/h,该速度能源(燃油)消耗较低,可降低检修成本,达到技术经济效益最优目的^[3]。

3.4 车长与站线长度的匹配分析

从与桥梁受力合理匹配角度出发,重载车辆应优先采用车长长、轴距大进行设计;但我国既有铁路客货混行、站线长度多为 1 050 m,如借鉴美国车长,在 1 050 m 站线长度下列车运量增量很小,仅为 1.61%^[3]。既有站线长度、编组长度相同时,通用铁路货车轴重从 23 t 提高到 27 t,载重将从 70 t 提高到 80 t,单车载重增加 10 t,提高 14.3%,每列车增加运能 660 t,按每天装车 12.5 万辆计算,增加运能 175 万 t;实现列车编组 7 000 t 以上^[1];如开行轴重 30 t、载重 100 t 级通用货车,其运能将在现通行轴重 23.46 t、载重 70 t 级通用货车基础上提高 42.8%;因此,车长与站线长度合理匹配才能大幅度提高运能。

4 铁路重载运输轴重的选取

根据国外重载运输发展经验,29.82~32.43 t 为重载运输轴重黄金值范围,是各国重载车辆保有量最多的轴重区段,美国研究认为 32.43 t 是轴重最佳值^[3]。根据重载运输发展条件分析,既有铁路路网干线应发展轴重 27~30 t 重载运输。考虑到重载专线配属相对固定,线路、桥梁易满足重载要求,对大秦线等重载煤运专线应发展轴重 32.5 t 重载运输;对未来矿石、钢铁重载运输专线应借鉴澳大利亚经验发展轴重 35~40 t 重载运输。

5 结 语

a. 我国既有铁路线路、桥梁满足 30 t 轴重重载列车运行要求.

b. 我国重载列车运行速度宜取 80 ~ 90 km/h.

c. 既有铁路路网应发展 27~30 t 轴重重载运输;重载煤运专线应发展 32.5 t 轴重重载运输;矿石、钢铁重载专线应发展 35~40 t 轴重重载运输.

d. 应制定轴重 27 t、30 t 级通用车辆和轴重 32.5 t 专用车辆标准并批量生产.

e. 应结合车辆技术进步和动力性能改进以及国内外规范对铁路工程规范进行修编,使工程建设合理;

f. 铁路重载运输是一个系统工程,涉及铁道工程、车辆装备等各行业,且各行业之间相互关联、相互影响并相互制约,应加强各行业间技术交流.

致谢

本文在调研国内外重载运输发展和相关试验研究成果中,参考、借鉴了原铁道部运输局、中国铁道科学研究院的相关研究报告,并分别引用了钱立新先生、张红旭先生、王国彬先生各自独著论文和雷恩强与于跃斌、魏洪亮、李华合著、柯在田与张煊合著论文的部分资料,在此一并致谢.

参考文献:

[1] 铁道部运输局. 我国铁路既有线开行大轴重货车研

究报告[R]. 武汉:南车长江车辆有限公司, 2010.

[2] 钱立新. 世界重载铁路运输技术的最新进展[J]. 机车电传动, 2010(1): 4-6.

QIAN Li-xin. The World Latest Progress of Heavy Railway Transportation Technology[J]. ELECTRIC DRIVE FOR LOCOMOTIVES, 2010 (1): 4-6. (in Chinese)

[3] 中国铁道科学研究院机车车辆研究所. 大轴重货车技术研究-货车总体技术条件的研究[R]. 北京:中国铁道科学研究院机车车辆研究所, 2009.

[4] 张红旭. 关于我国重载铁路设计活载标准的一些思考[C]//高速铁路桥梁设计和技术标准研讨会暨 2012 年铁路桥梁设计年会交流材料. [出版者不详], 2012.

[5] 铁道部第三勘察设计院. TB 10002.1—2005 铁路桥涵设计基本规范[S]. 北京:中国铁道出版社, 2005.

[6] TB 10002.3—2005 铁路桥涵钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土结构设计规范[S]. 北京:中国铁道出版社, 2005.

[7] 中交公路规划设计院. JTG D60—2004 公路桥涵设计通用规范[S]. 北京:人民交通出版社, 2004.

[8] 雷恩强, 于跃斌, 魏洪亮, 等. 我国重载货车相关技术研究[J]. 铁道车辆, 2011(8): 22-23.

[9] 王国彬. 萧甬铁路既有线提速桥梁加固处理研究[J]. 铁道勘测与设计, 2005(5): 34-37.

[10] 柯在田, 张煊. 铁路桥梁横向变形限值标准问题的研究[J]. 铁道标准设计, 2004(7): 131.

Ke Zaitian, Zhang Duan. A Research over the Limit Values Standard for Transversal Deformation of Railway Bridges [J]. RAILWAY STANDARD DESIGN, 2004(7): 131. (in Chinese)

Development of railway heavy-duty transportation in China

LIU Chong-yuan¹, LIU Zhi-chun²

(1. CSR Yangtze CO. , LTD. , Wuhan 430212, China;

2. China Railway Siyuan Survey and Design Group CO. LTD, Wuhan 430063, China)

Abstract: Based on the investigations of the current situation of the heavy-duty transportation at home and abroad together with relevant experimental materials of research, the potential of the development of railway heavy-duty transportation in China has been analyzed. The aspects of the analysis include progress in vehicle techniques, matching railway bridges with axle-load and loading density, bearing capacity of existing bridges and/or parts of bridge, differentiations in design theories, matching speed with railway bridges and axle-load, matching vehicle length with station track etc. It reveals that the existing railway network of the country is satisfied with carrying rolling-stocks of the axle-load between 27 t and 30 t. It is suggested that heavy-duty transportation of the axle-load of 27 t—30 t should be developed with the existing railway network, heavy-duty transportation of the axle-load of 32.5 t should be developed for the specific railway routes of coal transport, and 35 t—40 t should be developed for the mineral and/or steel transport. Moreover, the operating speed for the heavy-duty transport is suggested to be 80—90 km/h. It is recommended that criteria for rolling-stocks of the axle-load of 27 t, 30 t in common use, and for vehicles of axle-load of 32.5 t in specific use should be established; modifications on the engineering specifications should be made with new technical development, dynamic properties improvement of the vehicles and national and international specifications; communications between various disciplines such as railway engineering and vehicle equipment should be improved.

Key words: rolling-stocks; railway route; bridge; bearing capacity; axle-load; speed

本文编辑:龚晓宁