

## 中美超重车辆认定标准对比

赵飞, 闫保民, 李松辉

(山东科技大学 山东省土木工程防灾减灾重点实验室, 山东 青岛 266590)

**摘要:**为检验我国现有超重车辆认定标准的合理性,采用美国桥梁限载分析方法对中国的典型车辆模型进行校准。首先,以美国桥梁限载公式为基础,系统分析桥梁限载公式的基本形式及限载计算方法;其次,介绍中国现行超重车辆认定标准;最后,选取《公路桥梁汽车荷载标准研究》中典型车辆模型,采用美国桥梁限载公式对中国的典型车辆进行限载分析。结果表明:在对桥梁限载分析时应同时考虑车辆的轴载与轴距参数;我国超重车辆认定标准尚不规范,典型车辆的车货总重限值、双联轴载限值与三联轴载限值高于美国桥梁限载的界定标准;建议我国超限车辆认定标准采取考虑轴载与轴距参数的车辆荷载限值。

**关键词:**桥梁限载;超重车辆;认定标准;对比分析;中国;美国

**中图分类号:**U447

**文献标识码:**A

## Comparison of overweight vehicles standard in China and the United States

ZHAO Fei, YAN Bao-min, LI Song-hui

(1. Shandong Provincial Key Laboratory of Civil Engineering Disaster Prevention and Mitigation, Shandong University of Science and Technology, Shandong Qingdao 266590, China)

**Abstract:** To examine the rationality of the existing overweight vehicle standards in China, American bridge limit load analysis method is used for China's typical vehicle calibration. First of all, on the basis of American bridge limit load formula, the basic form of systematic analysis of the bridge limit load formula and using method of typical vehicle. Secondly, this paper introduces the current Chinese standard overweight vehicles. Finally, this paper selects the study of highway bridge vehicle load standard of six kinds of typical vehicle, using American bridge method for calculating the limit load formula of China's typical vehicle for calibration. Results show that the overweight vehicles standards has many shortcomings, such as: standard overweight vehicles in our country is not standard, and determined on the basis of not clear of overweight vehicles, defining the standard is not unified; Typical vehicle axle load limits and car cargo gross weight limit is higher than by the bridge limit load calibration formula of axle load limits to cargo gross weight limit of the car. This paper suggest consider over-run vehicle standards adopted by the Chinese wheelbase parameters of vehicle load limit.

**Key words:** bridge load limit; overweight vehicle; judging standards; comparison and analysis; China; America

针对超重车辆认定问题,欧美等发达国家均已建立了较为完善的公路桥梁限载规范体系,有效遏制了因超重运输可能产生的桥梁结构损伤,提高了桥梁的安全耐久性能。早在1975年,美国国会针对州际公路上的商业运输车辆,颁布了具有法律效力的桥梁限载公式<sup>[1]</sup>,通过控制车辆的

重量—长度比值达到限制车辆荷载的目的,由公式得到的桥梁限载值即为超重车辆的认定依据。Ghosn等<sup>[2-3]</sup>应用结构可靠度理论对现行桥梁限载公式进行了可靠性校准,确保任何跨径桥梁均能达到较为一致的安全水平。以桥梁限载公式为基础,美国各州制定了较为完善的超重车辆认定

标准<sup>[4-5]</sup>,并沿用至今。与欧美等国家相比,我国在桥梁限载理论的研究与应用方面起步较晚。随着我国对公路桥梁安全运营问题的日益重视,国内已有不少公路管理单位或科研院所陆续开展了桥梁限载标准的论证或科研立项工作,并取得了初步的研究成果<sup>[6]</sup>。本文采用美国桥梁限载公式对车辆总重及轴载进行限载分析,指出我国超重车辆认定标准的不足,为完善我国桥梁限载管理规范提供参考。

## 1 美国超重车辆认定方法

### 1.1 桥梁限载公式

美国桥梁限载公式(bridge formula weights)又称为 Federal Bridge Gross Weight formula、Bridge Formula B 或 Federal Bridge Formula。随着桥梁承担的车辆载重不断提高,1975年,美国国会针对州际公路系统颁布实施了桥梁限载公式,与之前控制车辆总重的限载方式不同,该公式首次通过限制过桥车辆的重量与轴数轴距比值来控制车辆荷载,以达到保护桥梁结构的目的。

桥梁限载公式可表示为<sup>[1]</sup>:

$$W = 0.2268 \left( \frac{3.28LN}{N-1} + 12N + 36 \right)$$

式中, $W$ 为作用于两轴或多轴轴组上的荷载总重(单位:t); $L$ 为两轴或多轴轴组最外侧两个轴之间的距离(单位:m); $N$ 为检算所考虑轴组的轴数。

车辆荷载除满足上述公式外,联邦法律还规定:单轴轴载与轴距小于1.02m的多轴轴载应小于9.08t;轴距大于1.02m而小于2.44m的轴组(双联轴)总重应小于15.44t;车辆总重(含挂车)应不大于36.32t。

对于最外侧轴距大于或等于10.98m的两个双联轴,其最大荷载限值应不大于30.87t。对于轴距大于2.44m的轴组,由桥梁限载公式根据轴数与轴距计算荷载限值。例如,对于2.46m的长度,布置两个车轴时能承担17.25t的重量,布置三个车轴时可以承担19.07t的重量。

在应用上述公式时,联邦法律规定,除车辆的单轴载重、双联轴轴重、车辆总重都满足上述法定限值外,任意两轴或多轴轴组的实际总重应小于由桥梁限载公式计算出的限载取值,即车辆上的整个轴组(有时称为外侧轴组)、牵引车部位的轴组和挂车部位的轴组必须符合桥梁限载公式计算的限值要求。

由限载经验表明,上述三种轴组的限载取值很关键,并且必须由桥梁限载公式来审核。如果上述轴组都满足桥梁限载取值要求,那么该车轴上的其他轴组通常也将满足桥梁限载公式要求。

### 1.2 超重校核方法

使用桥梁限载公式进行限载计算时,应先核定分配到各单轴与轴组上的实际重量,再根据轴距由桥梁限载公式计算车辆任意轴组限载值,通过轴组的实际重量与限载取值相比较判断是否符合桥梁限载要求。

图1中用标有车辆总重、各轴轴重和轴组间距的五轴半挂车辆模型来说明车辆限载计算。

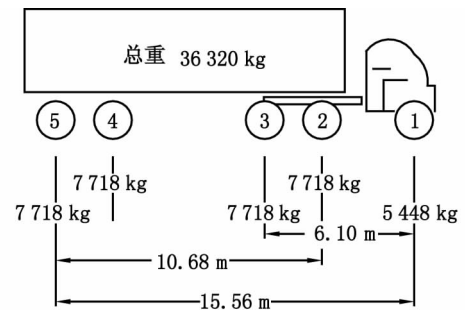


图1 五轴半挂车辆模型

Fig.1 Five and a half shaft vehicle model

在核定车辆荷载是否符合桥梁限载公式要求时,要对该车辆的单轴轴重、双联轴轴重和车辆总重进行限载核定。图1中车辆的单轴轴重(轴1)没有超过9.08t,双联轴2-3轴组和4-5轴组总重都没有超过15.44t,并且车辆总重没有超过36.32t。因此,这些前提条件都符合桥梁限载公式的要求。

将已知的轴数 $N$ 、轴距 $L$ 代入桥梁限载公式,分别对轴组1-3、1-5、2-5进行限值计算,再与各轴组的实际载重相比较,计算结果见表1。

表1 各轴组的限载取值与实际重量(t)

Tab.1 The total weight limit of the shaft set and the actual weight(t)

轴组	1-3	1-5	2-5
限载取值	23.15	36.32	29.74
实际重量	20.88	36.32	30.87

由计算结果得知,轴组1-3、1-5的限载取值均不大于相应的实际重量,则轴组实际载重满足桥梁限载条件的要求。而轴组2-5的实际重量大于限载值,所以该轴组违背桥梁限载要求。为校正这种错误结果,必须从车辆上去除一些重量或者增加该轴组的轴距。

图1说明了最常见车辆模型的轴组限载取值计算,尽管桥梁限载公式可以用来核定任意轴组的车辆,但对一些轴距较小的密集轴型(单轴组型)车辆会不符合车辆限载要求。

下面选取四轴单轴组型车辆模型(图2)来说明桥梁限载公式的限载计算。

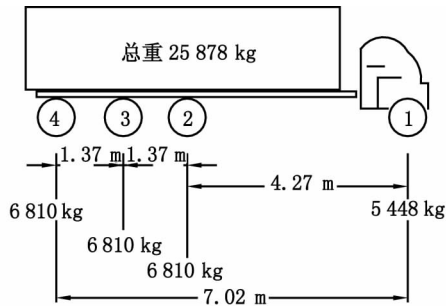


图2 四轴单轴组车辆模型

Fig.2 Four axis uniaxial group vehicle model

图2 车辆模型满足单轴轴载限值 9.08 t、双联轴轴载限值 15.44 t、总重限值 36.32 t 的限载要求,根据轴数  $N$ 、轴距  $L$  采用桥梁限载公式分别对轴组 1-4、2-4 进行限载计算,计算结果见表 2。

表 2 各轴组的限载取值与实际重量(t)

Tab. 2 The total weight limit of the shaft set and the actual weight(t)

轴组	1-4	2-4
限载取值	26.11	19.30
实际重量	25.88	20.43

由表 2 可知,轴组 1-4 的总重限值大于实际重量,该轴组满足桥梁限载要求。而轴组 2-4 的实际重量大于限载值,所以该轴组违背桥梁限载条件的要求。这时,必须采取减少车辆总重、增加轴数或增大轴距的措施,以符合桥梁限载公式的规定。

## 2 中国超重车辆认定标准

为减小超重运输对公路桥梁的危害,交通运输部先后制定了一系列法律法规或标准,以遏制日益严重的超重现象。其中,《公路法》、《超限运输车辆行驶公路管理规定》以及《认定车辆超限超载标准》均对超限车辆的界定、超限运输的申请、审批与管理给出了较为详细的规定。

在 1998 年 1 月颁布实施的《公路法》第 49、50 条中,对超限车辆做出了相应的规定,要求在公路上行驶车辆的轴载质量应当符合公路工程技术标准<sup>[7]</sup>的要求,并且不得超过公路或者公路桥梁的限载标准。超限车辆通行必须经县级以上政府交通主管部门批准,并按要求采取有效的防护措施。

同时,运载不可解体的超限物品,应当按照指定的时间、路线、时速行驶,并悬挂明显标志。

为界定超限车辆并指导超限运输管理,2000 年 1 月交通部颁布实施了《超限运输车辆行驶公路管理规定》,明确了超限车辆的认定标准,其中对车货总质量与轴载的超限车辆的规定如下:(1) 单车、半挂列车、全挂列车车货总质量 40 t 以上;集装箱半挂列车车货总质量 46 t 以上;(2) 车辆轴载质量在下列规定值以上:单轴(每侧单轮胎)载质量 6 t;单轴(每侧双轮胎)载质量 10 t;双联轴(每侧单轮胎)载质量 10 t;双联轴(每侧各一单轮胎、双轮胎)载质量 14 t;双联轴(每侧双轮胎)载质量 18 t;三联轴(每侧单轮胎)载质量 12 t;三联轴(每侧双轮胎)载质量 22 t。除满足上述要求外,《管理规定》第 5 条规定,在公路上行驶车辆的轴载质量应同时符合《公路工程技术标准》的要求,并不得通过有限定荷载要求的公路和桥梁。

2004 年 6 月,为配合国家七部门联合治超行动制定的《认定车辆超限超载标准》规定,凡在公路上行驶的载货类汽车的车货总质量,必须符合国家规定的二轴货车 20 t、三轴货车 30 t、四轴货车 40 t、五轴货车 50 t、六轴及六轴以上货车 55 t 的车辆超限超载标准,或者虽未超过上述五种标准,但车辆装载质量不得超过行驶证核定载重量。

## 3 典型车辆限载分析

选取《公路桥梁汽车荷载标准研究》<sup>[8]</sup>中典型车辆模型(图 3),根据美国桥梁限载公式对我国典型车辆进行限载分析。

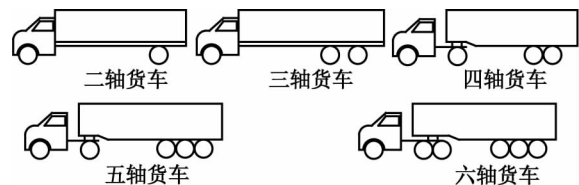


图3 中国典型车辆模型

Fig.3 Typical vehicle model

对于车货总重限载,美国联邦法律规定单个车辆或车辆组合,在桥梁限载公式没有指定较低的车辆总重限值情况下,州际公路系统上的车辆总重限值是 36.32 t,相对于我国《超限运输车辆行驶公路管理规定》规定的车货总质量,该超限认定标准较低,有利于桥梁的安全运营。

对于不同轴数典型车辆的荷载限值,根据典型车辆轴数、轴距参数(表 3),采用美国桥梁限载公式对不同典型车辆模型进行限载计算。

表3 典型车辆轴距参数表(m)

Tab. 3 The standard car wheel base parameter table(m)

车型	轴距				
	轴距1	轴距2	轴距3	轴距4	轴距5
二轴货车	5.0				
三轴货车	5.0	1.3			
四轴货车	2.5	6.0	1.3		
五轴货车	3.4	7.4	1.3	1.3	
六轴货车	3.2	1.5	7.0	1.3	1.3

已知典型车辆轴距  $L$  和轴数  $N$ , 由桥梁限载公式分别对各典型车辆模型进行荷载限值计算, 计算结果见表4。

表4 车辆模型总重限值(t)

Tab. 4 The total weight of vehicle model limits(t)

车型	两轴	三轴	四轴	五轴	六轴
	货车	货车	货车	货车	货车
总重限值	21.07	23.38	28.80	34.26	37.29
超限标准	20.00	30.00	40.00	50.00	55.00

由计算结果可知, 考虑典型车辆模型轴数和轴距参数后, 采用美国桥梁限载公式计算得到车辆荷载限值, 普遍低于我国《认定车辆超限超载标准》规定的相应典型车辆模型的车辆超限认定标准。

为正确使用美国桥梁限载公式, 对轴载限值规定单轴轴载与轴距小于 1.02 m 的多轴轴载限值 9.08 t, 轴距大于 1.02 m 而小于 2.44 m 的轴组(双联轴)轴载限值 15.44 t。

对于我国典型车辆的轴组限值, 根据《公路桥梁汽车荷载标准研究》<sup>[8]</sup> 中典型车型总重与轴重的关系, 确定典型车辆各轴占总重的比例, 比例关系见表5。

表5 典型车辆各轴重占总重的比例

Tab. 5 Typical vehicles accounted for the proportion of the total weight of each shaft

车型	轴1	轴2	轴3	轴4	轴5	轴6
二轴货车	0.28	0.72				
三轴货车	0.15	0.44	0.41			
四轴货车	0.10	0.19	0.36	0.35		
五轴货车	0.06	0.27	0.24	0.22	0.22	
六轴货车	0.04	0.19	0.17	0.21	0.19	0.21

由表4中考虑典型车辆轴数、轴距参数得到的典型车辆荷载限值, 按照表5中典型车辆各轴占总重的比例, 计算典型车辆各轴的轴重限值, 计算结果见表6。

表6 典型车辆各轴的轴重限值(t)

Tab. 6 Typical vehicle axle load limits of each axis(t)

车型	轴1	轴2	轴3	轴4	轴5	轴6
二轴货车	5.89	15.15				
三轴货车	3.50	10.28	9.58			
四轴货车	2.88	5.47	10.37	10.08		
五轴货车	2.05	9.24	8.22	7.53	7.53	
六轴货车	1.49	7.08	6.33	7.83	7.08	7.83

由计算结果可知, 二轴货车单轴的轴重限值较高, 其他典型车辆单轴轴重限值均接近于我国超限车辆认定标准规定的单轴轴载限值, 《超限运输车辆行驶公路管理规定》规定的单轴(每侧双轮胎)载质量 10 t。

三轴货车与四轴货车轴距为 1.3 m 的双联轴, 由相应的单轴轴载限值相加得双联轴的轴重分别为 19.86、20.43 t, 而《超限运输车辆行驶公路管理规定》规定的双联轴最大的轴载质量为双联轴(每侧双轮胎)载质量 18 t。该轴组对应于轴距大于 1.02 m 且小于 2.44 m 的轴组(双联轴), 根据美国桥梁限载公式规定, 双联轴轴载限值则取 15.44 t。

对于五轴货车与六轴货车中的三联轴, 已知轴距为 2.6 m, 由桥梁限载公式(2)计算的轴载限值为 19.23 t, 由表6各轴轴重叠加得出三联轴轴载限值分别为 23.28 t 和 22.73 t, 而《超限运输车辆行驶公路管理规定》规定三联轴(每侧双轮胎)载质量 22 t 的轴载认定标准。考虑轴数、轴距因素后, 三联轴轴载限值取 19.23 t 较合理。

## 4 结论

1) 车辆的轴距与轴载同等重要, 当轴距不同的车辆通过桥梁时, 长轴距车辆的荷载被分散作用于桥梁较长区域, 而短轴距车辆的荷载则集中于桥梁很小部分。即使车辆总重与单轴轴载相同, 长轴距车辆作用于桥梁部分产生的压力远小于短轴距车辆作用于桥梁部分产生的压力。

2) 我国超重车辆认定标准尚不规范, 超重车辆的认定依据不明确, 界定标准不统一。考虑轴数、轴距参数后, 由美国桥梁限载公式分析中国典型车辆模型, 得出我国超重车辆认定标准规定的车货总重限值、双联轴载限值与三联轴载限值均高于美国标准。

3) 建议采取考虑车辆总重限值与车辆轴数轴距关系的限载措施, 以达到保护桥梁结构的目的。

## 参考文献:

- [1] FHWA. Bridge formula weights[S].
- [2] GHOSN M. Development of truck weight regulations using bridge reliability model [J]. Journal of Bridge Engineering, 2000, 5 (4): 293 - 303.
- [3] GHOSN M, MOSES F. Effect of changing truck weight regulations on us bridge network [J]. Journal of Bridge Engineering, 2000, 5 (4): 304 - 310.
- [4] AASHTO. BR - MCEB - 2 - I2 Manual for condition evaluation of bridges (2nd Edition with 2001 and 2003 Interim

Revisions)[S].

- [5] AASHTO. LRFR - 1 Guide manual for condition evaluation and load and resistance factor rating (LRFR) of highway bridges [S].
- [6] 张红卫, 王文龙. 车辆超限、超载与公路运输安全性分析[J]. 公路交通科技, 2004, 21(3): 132 - 136.
- [7] JTG B01 - 2003, 公路工程技术标准 [S].
- [8] 张喜刚. 公路桥梁汽车荷载标准研究[M]. 北京: 人民交通出版社, 2014.

(责任编辑 王利君)

(上接第 57 页)

下部砂层和砂层内部破坏情况进行分析对比, 悬挂式防渗墙对管涌发生条件的影响很小, 但是管涌发生后, 它能够减缓管涌发展的速度, 降低管涌出砂量和管涌破坏范围, 有效控制因发生管涌破坏导致堤基产生明显的渗透变形, 降低管涌对堤身的危害。

## 4 结论

1) 悬挂式防渗墙对于管涌通道贯通时的水力梯度有很大影响。含悬挂式防渗墙的双层堤基管涌通道贯通时的水力梯度约为无防渗墙时的 1.51 倍; 而对于含悬挂式防渗墙的三层堤基管涌通道贯通时的水力梯度约为三层堤基无防渗墙时的 2.38 倍。说明悬挂式防渗墙能够提高管涌通道贯通时的水力梯度。

2) 含悬挂式防渗墙的双层堤基和三层堤基的管涌破坏形式不同。土层结构为双层堤基时, 在悬挂式防渗墙的作用下, 防渗墙上游侧的管涌破坏在砂砾层内部进行; 土层结构为三层堤基时, 防渗墙上游侧的管涌破坏在砂层顶面发展。

3) 悬挂式防渗墙对管涌破坏的流量、出砂量和破坏范围有一定影响。对于无悬挂式防渗墙的堤基, 随着管涌破坏的进行, 出砂量基本保持增长的趋势, 管涌破坏范围较大。而含有悬挂式防渗墙的堤基, 防渗墙有效阻挡了渗透水流的传递, 管涌破坏的出砂量呈上下波动的趋势, 管涌出砂量和破坏范围降低, 流量有一定程度的减小。说明悬挂式防渗墙能够降低管涌破坏的出砂量和破坏

范围。

## 参考文献:

- [1] 陈建生, 李兴文, 赵维柄. 堤防管涌产生集中渗漏通道机理与探测方法研究[J]. 水利学报, 2000, 31(9): 48 - 54.
- [2] 毛昶熙, 段祥宝, 蔡金榜, 等. 堤基渗流管涌发展的理论分析[J]. 水利学报, 2004, 35(12): 46 - 50.
- [3] 丁留谦, 姚秋玲, 孙东亚, 等. 三层堤基管涌砂槽模型试验研究[J]. 水利水电技术, 2007, 38(2): 19 - 22.
- [4] 王霜, 陈建生, 黄德文, 等. 土层结构对管涌发展影响的试验研究[J]. 岩土工程学报, 2013, 35(12): 2334 - 2341.
- [5] 陈建生, 张华, 王霜, 等. 多层堤基中土层结构变化对管涌影响的试验研究[J]. 岩土工程学报, 2014, 36(12): 2213 - 2219.
- [6] 毛昶熙, 段祥宝, 蔡金榜, 等. 悬挂式防渗墙控制管涌发展的试验研究[J]. 水利学报, 2005, 36(1): 42 - 50.
- [7] 张家发, 吴昌瑜, 朱国胜. 堤基渗透变形扩展过程及悬挂式防渗墙控制作用的试验模拟[J]. 水利学报, 2002, 33(9): 108 - 116.
- [8] 丁留谦, 姚秋玲, 孙东亚, 等. 双层地基层中悬挂式防渗墙渗控效果的试验研究[J]. 水利水电技术, 2007, 38(2): 23 - 26.
- [9] 王保田, 陈西安. 悬挂式防渗墙防渗效果的模拟试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2008, 27(Z1): 2766 - 2771.
- [10] 周晓杰, 丁留谦, 姚秋玲, 等. 悬挂式防渗墙控制堤基渗透变形发展模型试验[J]. 水力发电学报, 2007, 26(2): 54 - 59.

(特约编辑 李军)