

重载特性及评价方法研究

赵炜诚¹, 石丽君¹, 郭亚兵²

(1.上海浦东工程建设管理有限公司, 上海市 201203; 2.上海浦东发展(集团)有限公司, 上海市 200120)

摘 要:该文收集了国内几条典型重载道路的交通、轴载资料, 分析了重车分类方法和轴载限制大小, 研究了不同功能重载道路的轴载谱分布规律。建议采用轴型超限系数 K_{zj} 来评价不同轴型的超限程度, 用各轴型超限系数的加权平均值 K_z 作为整个轴载谱的超限系数。

关键词:重载道路; 轴载谱; 超限系数

中图分类号: U416.01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)05-0148-03

0 前言

重载路面的研究是建立在交通特性研究的基础之上的。我国路面设计是将道路上行驶车辆按轴重换算为设计年限内的累计当量轴次, 因此只有对道路的轴载组成情况进行了详尽的调查和分析, 才能够为进一步的理论研究提供可靠的依据。

本文收集了国内几条典型重载道路的交通、轴载资料, 依据其道路功能的差异, 可以将我国的重载道路分为3类: 运煤专用线, 主要分布在产煤区和附近省份; 集装箱专用线, 多以重要港口附近的干线公路为主; 国道主干线, 主要指重要的货运通道和工业区附近道路。运煤专用线以109国道山西的孙启庄-大同段为例, 集装箱专用线以上海15条干线公路为例, 国道主干线以湖北襄樊的魏樊路为例^[1,2]。

1 重车的分类及相应轴载限值

1.1 重车的分类方法

美国 FHWA 采用一组二位元码来表示, 05~15 属于重车, 当遇到的车种无法分辨时, 则以 00 表示, 如 02 表示小客车, 09 表示五轴单拖车。欧洲标准分类法是以二位数来表示车辆种类, 除小客车以 10~12 表示外, 其余车辆以第一个数字表示轴数, 第二个数字视轴组形式区分, 编号 21 以上的都属于重车。台湾采用字母和数字组合的方式来对车型进行分类, 第一个字为英文字母, 单车以“U”表示, 单拖车以“S”表示, 全挂车以“F”表示, 其后的数字以轴数来假定有几位数字。

国内的分类方法也差异很大, 而且几乎全部忽略轮型。国内目前常用的分类方法是简单的按车辆的轴数分为二轴车、三轴车、四轴车、五轴车、

六轴车等, 但是这种方法对于多轴次的车型分类较粗。河南平顶山 311 国道超载调查时, 采用了直接将车辆按独立轴组的组合进行分类, 1 表示单轴单轮组, 2 表示单轴双轮组, 3 表示双轴, 比如 1211 型, 1222 型和 123 型等。彭波等根据车辆的额定载重和轴型分布将车辆分为中型、重型、三轴半挂、四轴半挂等, 代表轴型分别用 1+1、1+2、1+1+s/1、1+1+s/2 等, 其中 1 表示单轴, 2 表示双联轴, 3 表示三联轴, s/ 表半挂型式^[2]。

可见, 重车多按轴型进行分类, 但并不能反映轴重的分布情况。车型分类应该遵循下述原则: (1) 便于识别和记录; (2) 反映公路上主要车型和轴型的组成; (3) 反映不同轴型、轴载对路面结构影响的差异; (4) 满足一定的精度要求。合理的分类方法是以实测道路轴载分布为依据, 综合考虑轴型和轴重的差异, 同时尽量忽略非主流车和减少分类数量, 以方便使用。

1.2 轴载限值

对于路面设计而言, 主要是轴载超限。为了保证道路的预期使用寿命, 各国都规定了车辆的轴载限值。据统计, 多数国家单轴限值为 8~13 t, 双轴限值一般为 16~20 t, 三轴限制为 21~24 t。我国交通部的部颁限值为: 单轴-单轮组轴载质量 6 t, 单轴-双轮组轴载质量 10 t; 双轴-单轮组轴载质量 10 t, 双轴-双轮组轴载质量 18 t; 三轴-单轮组轴载质量 12 t, 三轴-双轮组轴载质量 22 t; 集装箱半挂车轴载质量 20 t。

2 我国重载轴载谱分布规律

由于引起路面的破坏的主要原因是单轴轴重过大, 车辆总重为次要因素, 因此主要分析载重轴(后轴)的轴载分布规律。

2.1 按后轴轴型分类的典型轴载谱

单轴轴重分布见图 1。

3 种情况下单轴超过 10t 的车均超过 20%,

收稿日期: 2006-07-18

作者简介: 赵炜诚(1977-), 男, 山东莒县人, 工学博士, 工程师, 从事道路交通研究工作。

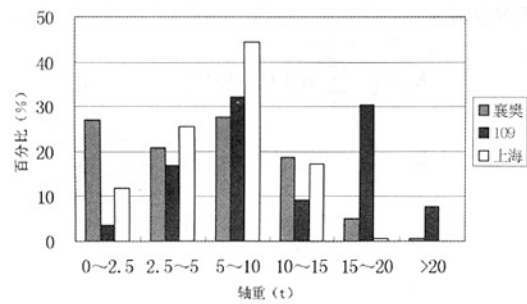


图1 单轴轴重分布

109线高达40%，襄樊和109线有一定数量单轴超过20 t。109线单轴轴重有两个峰值，主要分布在7~9 t与15~17 t，分别代表单轴单轮组和单轴双轮组的运煤车辆，而超过20 t的也接近10%。襄樊单轴轴重相对109线较轻，0~10 t的分布比较均匀，超过10 t的也集中于10~15 t，超过15 t的比率小于10%。上海单轴轴重分布呈现比较规则的正态分布，主要轴重分布于5~10 t，比例达到45%，而超过15 t的比率很小。双轴轴重分布见图2。

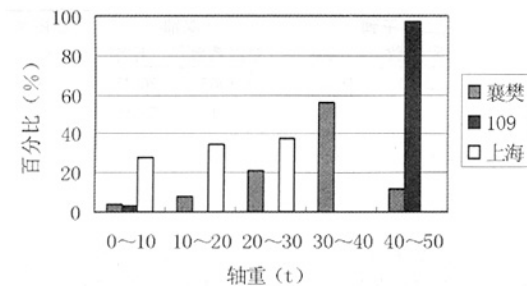


图2 双轴轴重分布

轴重超过20 t的双轴比例更大，109线重车方向除个别空车外，双后轴载重都超过了40~42 t，轴数频率达到96%，主要是红岩双后轴运煤车。有的路段几乎达到100%，最大双轴重超过50 t，而总重超过100 t的车也为数不少。襄樊地区道路上超限的轴数数量巨大，双轴轴重超过20 t的轴数占双轴总数的88.51%，峰值出现在30~35 t左右。上海地区的双后轴轴重也都低于30 t，在三个轴载范围内的分布很均匀。与运煤线与国道主干线相比，其超限比率较低，这是由于缺少1+2型车辆，而且集装箱运输车辆的多轴多轮组所致。

2.2 按车型分类的典型轴载谱

目前，重载道路上车型有：1+1(解放、东风、黄河等)，1+2(太脱拉等)、三轴半挂车(解放、东风牵引车)、4轴半挂车(红岩、黄河以及进口牵引车)等。但最常见的还是1+1型，以及多轴半挂

车(三轴或四轴)。

1+1型后轴分布见图3。该型车辆是公路的主力车型，所占比例一般都超过50%~60%，其分布规律基本与单后轴轴重分布相似。

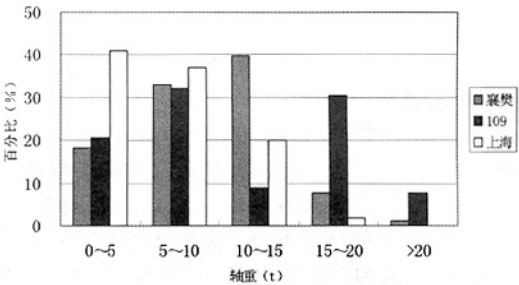


图3 1+1型后轴轴重分布

1+1+s/1 中后轴分布见图4。

1+1+s/2 后轴分布见图5。

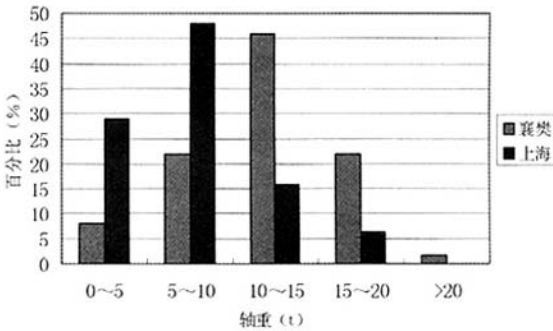


图4 1+1+s/1型后轴轴重分布

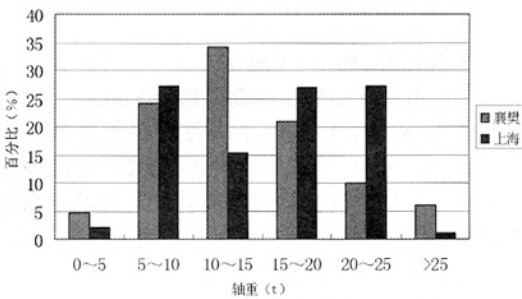


图5 1+1+s/2型后轴轴重分布

综上所述，超载超限运输现象目前在全国是普遍存在的，最大轴重远远超过轴载限值，尤其是对于单后轴车辆，由于我国对单轴的轴限载较低，且单后轴车辆易于改装，单轴双轮车型超载情况最为严重。单后轴重车的超限比例相对较小，超限车辆多为双联轴车辆，超限比例在50%左右，尤其是我国对双联轴的轴限较低，而联轴类又以进口大吨位重载轴为主，因此超限车辆中以双联轴的超限问题最为严重。

3 车辆超载超限状况及评价

我国水泥混凝土路面设计中用综合系数 k_c 来计入车辆的超载影响,但 k_c 只是一个经验系数,除超载外还包括对偏载和冲击荷载的考虑,并不是真正意义上的超载评价指标。

在所有调查的重载道路上,超载率均很高,重车方向超载率一般在 50%~80%,有的甚至达到 100%。典型重载路段的平均超载率为 50%~70%。近年来,限重管理使得超载率有较大幅度下降。超限车比重一般在 20%~45% 的范围内,其中三轴半挂车的比重最大,接近 45%,这种车多数为国产东风和解放牵引车,比较便于改装;其次是 1+1 型的单后轴整车,超载的平均装载率达到 180% 以上。各车型的最大装载率可达 200% 以上,其中单后轴的最大装载率高达 380%。总质量超限的情况发生在四轴和四轴以上的半挂车车型;单后轴质量超限的情况主要出现在单后轴整车和 3 轴半挂车车型;双联轴质量超限发生在双后轴整车和 4 轴以上半挂车车型。

一般常用车型超载系数 K 来评价车型的超载程度:

$$K = \sqrt[n]{\sum_{i=1}^n (P_i/P_D)^{16}/n}$$

式中: n ——调查所得的代表车辆数

P_i ——调查所得的代表车型的轴载(t)

P_D ——代表车型的额定轴载(t)

对于不同的车型,轴载的大小与轴型构成和轴载能力有关,如 1+1 轴型车辆,尽管超载程度十分严重但实际的吨位不高,因而轴载超限的可能性较小,而 1+2 及 1+2+s/2 型虽然超载程度不如低吨位车辆,但设计吨位高,满载的轴载级别较高,有时甚至没有达到满载就会出现轴重超限现象。所以单纯的评价车型超载程度是不合理的,且不利于荷载应力计算中直接应用。

因此为了有效评价车辆载重后轴的超限程度,并与荷载应力计算中的超限系数联系起来,依据上述车型超载系数的方法,本文建议用轴型超限系数 K_j 来评价不同轴型的超限程度,用各轴型超限系数的加权平均值 K_z 作为整个轴载谱的超限系数。这样就有利于在力学分析中采用统一的指标描述不同轴型超限对路面的损坏,也有利于进行相关的经济分析。但这种评价方法的前提是得到比较准确的道路轴载谱。轴载谱超限系数 K_z 的

计算如下:

$$K_j = \sqrt[16]{\sum_{i=1}^m \alpha_i (Q_i/Q_{Dj})^{16}}$$

$$K_z = \sum_{j=1}^n \beta_j K_j$$

式中: K_j ——第 j 种轴型的超限系数

K_z ——轴载谱超限系数

n ——轴型数

m ——第 j 种轴型的轴重分类数

Q_i ——调查所得的第 j 种轴型的第 i 组的平均轴重(t)

Q_{Dj} ——第 j 种轴型的轴载限值(t)

α_i ——第 j 种轴型的第 i 组轴重所占比例

β_j ——第 j 种轴型所占的比例

忽略三轴以上轴型,依据实测的轴载谱可以计算得到不同地区的道路超限系数,如表 1,109 国道运煤线的超限程度远远高于襄樊和上海,而上海地区的超限程度并不很高。

表 1 不同路段的轴载超限系数对比

路段	单轴		双轴		超限系数 K_z
	超限系数	比率	超限系数	比率	
上海	1.2920	73.65%	1.3065	26.35%	1.2958
襄樊	1.5207	76.81%	2.1915	23.19%	1.6762
109	1.7453	33.88%	2.4951	66.12%	2.2411

4 结论

本文收集了国内几条典型重载道路的交通、轴载资料,分析了重车分类方法和轴载限制大小,研究了不同功能重载道路的轴载谱分布规律,发现超载超限运输现象目前在全国是普遍存在的,最大轴重远远超过轴载限值,尤其是单轴双轮车型超载情况最为严重。单后轴重车的超限比例相对较小,超限车辆多为双联轴车辆,超限比例在 50% 左右。同时建议采用轴型超限系数 K_j 来评价不同轴型的超限程度,用各轴型超限系数的加权平均值 K_z 作为整个轴载谱的超限系数,并分析了不同地区道路的超限系数。

参考文献

- [1]王选仓,等.超重车辆作用下路面结构研究与应用研究[R].西安:长安大学,2000.
- [2]彭波,姚祖康,等.上海市公路车辆超载和超限调查分析报告[R].上海,同济大学,2000.