

重载车辆质心安全区域与极限载荷研究

陶磊¹, 黄昭明²

(1. 安徽工贸职业技术学院机械与汽车工程系, 安徽 淮南 232001;

2. 皖江工学院机械工程学院, 安徽 马鞍山 243031)

摘要: 高速化和重载化的公路交通发展方向, 对重载车辆的行驶平顺性、操纵稳定性与安全性提出了更高的要求。车辆的加载重心的位置是重型载重车辆行驶的关键因素, 针对某型载重车辆, 分析求解了某车型的等效支撑位置、重心的完全计算方法研究了质心安全区域, 然后介绍了极限载荷分析的计算方法与加载质心安全区域的软件实现。通过某型载重车辆的设计来分析其质心安全区域与极限载荷, 对加载重心的安全区域提供了一种新的方法与思路, 旨在为后续车辆运动学的相关研究打下基础。

关键词: 重载车辆; 加载重心; 质心安全区域; 软件实现; 车辆运动学

中图分类号: U469.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2019)01-0064-03

A Study on Centroid Safety Area and Ultimate Load of Heavy-duty Vehicle

TAO Lei¹, HUANG Zhaoming¹

(1. Anhui Vocational and Technical College of Industry and Trade, Huainan, Anhui 232001, China;

2. School of Mechanical Engineering, Wanjiang University of Technology, Ma'anshan, Anhui 243031, China)

Abstract: The direction of fast-speed and heavy-duty highway transportation imposes demanding requirements for smooth driving, stabile operation and safety of heavy-duty vehicles. The position of the loading center of gravity is the key factor affecting heavy-duty vehicles' driving. For a certain type of heavy-duty vehicle, its equivalent support position and center of gravity is analyzed and determined through the complete calculation method, and its centroid safety area is studied. Then the calculation method for ultimate load analysis and the software realization of the safety area of the loading centroid are introduced. Through analyses of the centroid safety area and the ultimate load of a certain type of heavy-duty vehicle, we offer a new method and idea for the follow-up study of vehicle kinematics.

Keywords: heavy-duty vehicle; loading center of gravity; centroid safety area; software realization; vehicle kinematics

0 引言

目前公路交通朝着高速化、重载化的方向发展, 车辆在道路上行驶的平顺性、操纵稳定性、安全性受到人们广泛的关注^[1-3]。重型载重车辆在道路上行驶时载荷重心的偏移将会严重影响到司机的生命和社会公共财产。研究车辆与路面相互作用的机理, 优化重载汽车结构、改善路面使用性能有重要的理论意义和工程应用价值^[4-7]。因此, 保证重型载重车辆重心位置的固定就显得重中之重。本文通过某型载重车辆的设计来分析其质心安全区域与极限载荷^[8-9], 旨在为后续车辆运动学的相关研究打下基础。

1 质心安全区域的分析研究

1.1 利用力矩平衡原理求等效支撑位置

作用在物体上所有力的合力矩为零的情形叫做力矩的平衡。利用力矩平衡原理求前后等效支撑位置, 如图1所示, 将前4轴等效为前力矩、后3轴等效为后力矩, 利用等效力矩原理计算得出相应的等效力矩支撑点 L_1 、 L_2 , 定义车头(最左端)为坐标原点(0,0)点, 对该点进行力矩计算, 由前4轴力矩和, 可得 L_1 , 同理可得 L_2 。

$$M=M_1+M_2+M_3+M_4=(F_1+F_2+F_3+F_4)/4 \times L_1 \quad (1)$$

$$L_1=d_0+(d_1+d_1+d_2+d_1+d_2+d_3)/4 \quad (2)$$

$$L_2=d_0+d_1+d_2+d_3+d_4+(d_5+d_5+d_6)/3 \quad (3)$$

收稿日期: 2018-08-20

基金项目: 安徽省质量工程校企合作实践教育基地项目(2017sjjd069); 安徽省自然科学基金项目(KJ2018GM03)。

作者简介: 陶磊(1978—), 男, 安徽淮南人, 讲师, 硕士, 研究方向: 汽车现代设计理论与方法。

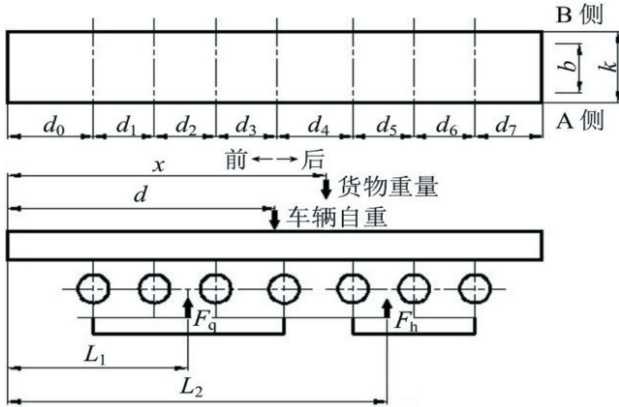


图1 等效支撑位置示意图
前↔后

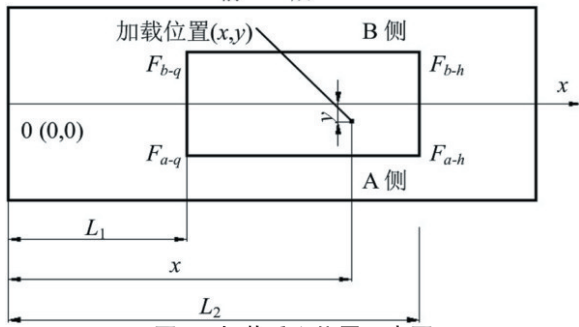


图2 加载重心位置示意图

1.2 加载重心位置的确定

良好的加载重心位置除了能够保证车辆自身力矩平衡达到行驶安全平稳的作用,还能够保证车辆轴荷均衡从而提高整车的使用寿命,所以加载重心位置的确定非常重要。3+2+2车型和3+3车型重心位置计算的方法和步骤相同,以3+2+2车型为例,分析其重心的完全计算方法和步骤如下。

对横向A侧求力矩,得:

$$y = (F_b + b - W \times b / 2) / G - b / 2 \quad (4)$$

$$F_a = F_{a-q} + F_{a-h} \quad (5)$$

A侧对后支柱进行力矩平衡计算,得:

$$x = [F_q \times (d_1 + \dots + d_6) - W \times (b - d_0)] / G \quad (6)$$

$$F_q = F_{a-q} + F_{b-q} \quad (7)$$

故, (x, y) 即为装载重心位置坐标。式中: d 为空载时,整车重心距车头端的距离(mm); W 为车辆自重(t); G 为货物重量(t); $d_0 \sim d_6$ 为轴距(mm); b 为轮距(mm)。

1.3 质心安全区域的求解

通过上述的分析计算并查阅有关资料可以初步确定某重载车辆等效支撑位置和加载重心位置,通过参考数据计算得到质心安全区域,给出如下参考数据以计算确定质心安全区域。图3中, $L_1 = 5878 \text{ mm}$, $L_2 = 11910 \text{ mm}$, $W = 42 \text{ t}$, $d = 7265 \text{ mm}$, $b = 1550 \text{ mm}$, $G = (30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 126) \text{ t}$ 。

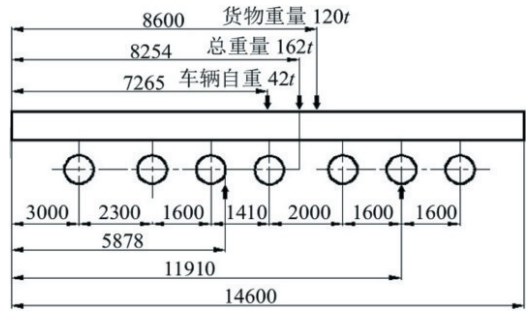


图3 质心安全区域计算模式

假设该车单轴荷为24t,所以对于等效力,前四轴支撑力 F_q 、后四轴支撑力 F_h 、总支撑力 $F_q + F_h$ 、平均支撑力 F_a 分别为:

$$F_q = 4 \times 24 = 96 \text{ t}, F_h = 3 \times 24 = 72 \text{ t}, F_q + F_h = 168 \text{ t}, F_a = 168 / 2 = 84 \text{ t}$$

设 d 表示车辆空载时,重心位置与坐标原点的距离; X 表示车辆载重时,重心位置与坐标原点的距离。故,可得 $X(G)$ 的表达式:

$$X_1 = L_2 - [F_q \times (L_2 - L_1) - W \times (L_2 - d)] / G \quad (8)$$

$$X_2 = L_1 + [F_h \times (L_2 - L_1) - W \times (d - L_1)] / G \quad (9)$$

$$L_2 = (F_a \times b - W \times d / 2) / G - b / 2 \quad (10)$$

式中: b 为安全区域矩形框宽度(mm)。

将 G 的各个值代入上式,获得质心安全区域计算结果,其中中心点为: $X_1 = X_2 = 8862.5 \text{ mm}$, 取 8863 mm , 质心安全区域计算结果简化,如表1所示。

表1 质心安全区域计算结果简化

G	30 t	45 t	60 t	75 t	90 t	105 t	120 t	126 t
$8863 - X_1$	9752	5486	3353	2073	1219	610	153	0
$X_2 - 8863$	9550	5372	3283	2029	1193	596	149	0
$2Y$	4960	2790	1705	1054	620	310	77.5	0

其中负载为30t,45t,60t时, X_1, X_2, Y 超出两等效力和轮距范围,安全区域为矩形框与 $(X_1, 0)$ 、 $(X_2, 0)$ 、 $(0, -Y)$ 、 $(0, Y)$ 连线的交集,得出质心安全区域图,如图4所示。图5为 $F_q = 96 \text{ kN}$, $F_h = 72 \text{ kN}$, $L_1 = 5878 \text{ mm}$, $L_2 = 11910 \text{ mm}$, $W = 42 \text{ t}$, $d = 7265 \text{ mm}$, $b = 1550 \text{ mm}$, $G = 30 \text{ t}$ 时的七轴质心安全区域软件计算结果图。

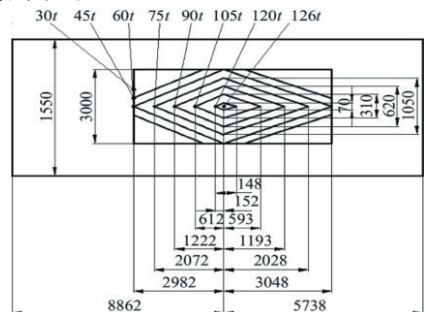


图4 质心安全区域计算结果图

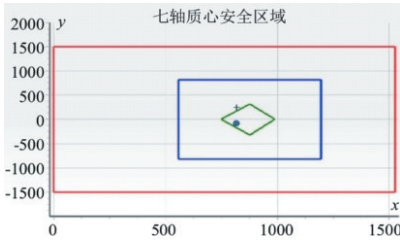


图5 七轴质心安全区域软件计算结果图

2 极限载荷分析

2.1 对称支撑极限载荷计算

图6为对称支撑极限载荷分布,根据力矩平衡原理,得:

$$M = G \times abs([L_1 + L_2] / 2) \quad (11)$$

则, $G = 2 \times M / abs([L_1 + L_2] / 2 - x)$, 其中,七轴对称支撑极限载荷 L_1, L_2 分别为:

$$L_1 = d_0 + (d_1 + d_1 + d_2 + d_1 + d_2 + d_3) / 4 \quad (12)$$

$$L_2 = d_0 + d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + (d_5 + d_5 + d_6) / 3 \quad (13)$$

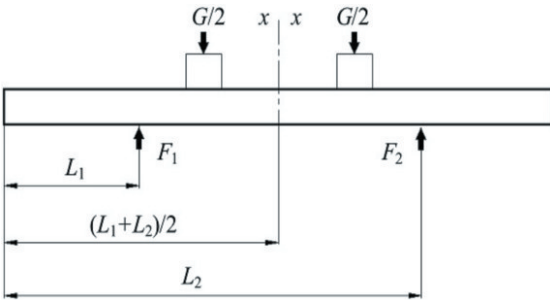


图6 对称支撑极限载荷分布

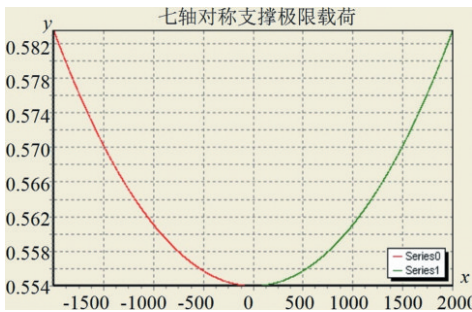


图7 七轴对称支撑极限载荷图

2.2 极限载荷图

通过对称支撑极限载荷情况进行分析,得出相应的载荷图,图7为 $L_1 = 5\ 878\text{ mm}, L_2 = 11\ 910\text{ mm}, d = 7\ 265\text{ mm}, G = 30\text{ t}$ 时的七轴对称支撑极限载荷图。

3 加载质心安全区域的软件实现

应用微软公司开发的 Visual Basic 编程设计软件编写计算机程序,计算加载质心安全区域,并结合 Steema 公司研发的一系列图表控件 TeeChart 功能,显示加载质心安全区域图。质心安全区域图线的流程如图8所示,根据上述质心安全区域数学模型的建立,并通过公式(8),(9),(10),X、Y与G的关系式进行质心安全区域图线的程序编写。

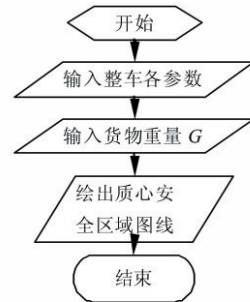


图8 质心安全区域图程序流程

4 结论

(1)计算了 $G = (30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 126)\text{ t}$ 时的质心安全区域计算结果并做了简化,然后应用 TeeChart 控件绘制了 $G = (30, 45, 60)\text{ t}$ 时的质心安全区域图;

(2)对称支撑极限载荷情况进行分析,获得了 $L_1 = 5\ 878\text{ mm}, L_2 = 11\ 910\text{ mm}, d = 7\ 265\text{ mm}, G = 30\text{ t}$ 时相应的载荷图,并通过 TeeChart 控件绘制了七轴对称支撑极限载荷图;

(3)应用微软公司开发的 Visual Basic 编程设计软件编写计算机程序,计算加载质心安全区域,并结合 Steema 公司研发的一系列图表控件 TeeChart 功能,可以显示加载质心安全区域图。

参考文献:

- [1] 薛海,李强,胡伟钢.1万t重载货车车钩载荷分布特性研究[J].铁道学报,2017,39(9):48-52.
- [2] 褚端峰,李浩然,应朝阳,等.我国重型载货车发展现状及事故原因分析[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2016,40(2):265-269.
- [3] 杨丽君.基于侧倾法的车辆质心测量台技术研究[D].哈尔滨:哈尔滨理工大学,2015.
- [4] 马日平.320T平板车液压系统设计及安全载重研究[D].秦皇岛:燕山大学,2013.
- [5] 徐英豪.汽车质心侧偏角的估计与测量研究[D].秦皇岛:燕山大学,2013.
- [6] 田力军.机动车辆质量质心测量系统设计研究[J].机械研究与应用,2011,24(5):63-66.
- [7] 聂信天,史立新,顾浩,等.基于质量反应法的拖拉机质心高度测量方法[J].农业工程学报,2011,27(S1):336-339.
- [8] 吴根忠,周云波,王显会.重型载重车辆加载安全区域与极限载荷分析[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2009,32(S1):54-57.
- [9] 李厚林,田骅.侧倾试验法测量车辆质心高度中承重地板质量转移问题的研究[J].传动技术,1999(1):18-25.

(责任编辑:曲继鹏)