

道路交通事故 技术鉴定方法

*Daolu Jiaotongshigu
Jishu Jianding Fangfa*

于长吉 陶沙 著



- 交通事故技术分析的新技术
- 交通事故涉法工作
- 高等学校相关专业
- 汽车驾驶人员维权的科普读物



YZLI0890108547



大连理工大学出版社

道路交通事故技术鉴定方法

于长吉 陶 沙 著



Y7L10890108547

大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

道路交通事故技术鉴定方法 / 于长吉, 陶沙著. —
大连: 大连理工大学出版社, 2011. 1

ISBN 978-7-5611-5890-6

I. ①道… II. ①于… ②陶… III. ①公路运输—交
通运输事故—鉴定—中国 IV. ①D922.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 213350 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023

发行: 0411-84708842 邮购: 0411-84703636 传真: 0411-84701466

E-mail: dutp@dutp. cn URL: <http://www.dutp.cn>

大连美跃彩色印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 170mm×240mm 印张: 22.75 字数: 472 千字
2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 汪会武

责任校对: 婧 萱

封面设计: 孙宝福

ISBN 978-7-5611-5890-6

定 价: 42.00 元

《道路交通事故技术鉴定方法》编审组

专 家 名 单

管茂辉	公安部科学技术信息研究所	办公室主任
高弘轶	公安部科学技术信息研究所	编辑
李发生	山东省安全生产专家组	成员
张瑞宾	辽宁省公安厅交通安全管理局	事故处处长
王德章	辽宁警官高等专科学校	教授
张明春	辽宁名熙律师事务所	主任律师
朱延桥	大连市公安局交通警察支队	案件审理处处长
郑 玮	大连市公安局交通警察支队	案件审理处副处长
郑永春	大连市开发区公安分局交通警察大队	副大队长

《道路交通事故技术鉴定方法》编审意见

由于车辆肇事属于瞬态冲击、大变形、非线性的复杂物理过程,其产生的大量交通事故问题依然难以定量分析,便主要依据经验、统计分析和简单的计算来处理。

本书作者课题组借鉴外国经验,经历 30 年社会实践和专题研究,给出一系列技术成果。其中轿车肇事后的碰撞速度与碰撞后变形是非线性的,二者是弹道方程式(弹道曲线),由 6 条特殊曲线示出。在进一步认证交通事故复杂现象基础上,给出三簇计算碰撞速度曲线、碰撞速度与撞压变形的非线性方程、撞压系数、碰撞点与接触点的差别的识别技术。

书中总结出 32 种分析方法及重大疑难事故的特殊鉴定方法。其中包括小客车碰撞计算、车撞人体计算、车撞柱类物体计算、高速公路车辆碰撞计算、道路引发事故的计算方法,还有辨别驾驶人分析方法、时空分析方法、爆胎分析方法、零件损坏分析方法、现场模拟实验分析等实用方法。这些技术都有较大的实用价值。

本书深入浅出地介绍了作者的专题研究成果、实践经验、国内外新技术,利于普及交通事故技术分析及提高涉法交通事故处理的技术水平。

本书编审组

2010 年 11 月 6 日

前言

在汽车问世的百余年里,全世界有超过 2000 万人罹难于车轮之下。道路交通事故严重威胁着人民的生命和财产安全,这是人类的悲剧。因此,道路交通事故是一个重要的社会问题,备受众人关注。在 20 世纪 80 年代到 90 年代,我国每年发生的交通事故约 20 万起,死亡 5 万多人。随着我国机动车保有量的快速增加,道路交通事故也随之增多。进入 21 世纪后的前 6 年,平均每年发生的交通事故超过 60 万起,死亡人数超过 10 万人。根据公安部统计数据,近年来我国交通事故发生率有较大下降,但交通事故、死亡人数仍居世界高值,因此,还需要加强治理和防范。

为了适应社会需要,笔者在国内外交通事故研究成果基础上,结合自己历时 30 余年的道路交通事故专题研究,与广大交通警察共同进行社会实践,在 1997 年出版《汽车安全行驶与事故分析》一书的基础上,增加了大量的研究成果和实用案例,经过加工、整理,总结出当代道路交通事故技术鉴定领域中较为完善的理论、技术和方法,完成此书。

本书分为上、中、下三篇共 12 章。前 5 章由大连海事大学陶沙教授编写,其余章节由大连理工大学于长吉教授编写。辽宁名熙律师事务所主任律师张明春对第 6 章和第 12 章作了重点修改。

书中涉及的工作得到了许多领导和同志的支持和协助,其中有辽宁省公安厅交通安全管理局的各级领导,辽宁省高级人民法院技术处迟彤处长;大连市公安交通警察支队倪景山、姚勇、刘奎、胡志刚、王东林、侯久昌等,盘锦市交通警察支队陈希宏、颜廷龙、张连森等,营口市、丹东市、辽阳市、铁岭市、本溪市、鞍山市、朝阳市、辽源市、济南市、青岛市、温州市、上海市、内蒙古等地的交通警察以及多地法院、检察院的负责人和办案同志。

在从事交通事故分析软件开发工作的几年里,大连众智科技发展有限公司董

事长初志远、吕中岩经理及技术人员等偕同工作,提供研究条件,并给予关心和帮助。

笔者在山东金光交通事故司法鉴定所工作一年,在盘锦众安机动车性能(交通事故)司法鉴定所工作的两年中,分别得到了耿光平董事长和梁俊华董事长及其同仁的大力支持。

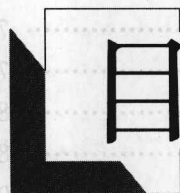
研究生中,管仁刚最早参与交通事故专题研究,特别是刘学术参与研究和社会实践多年,付出了辛勤劳动并取得重要成果,孙宏图、贾桂云等也参加了研究工作。盘锦交通事故司法鉴定所办公室负责人于文光完成全书初稿打字。

同时,本书的出版得到了大连理工大学出版社的大力支持。特别是,出版社聘请资深技术专家组成编审组,对本书进行了技术审查,专家组提出了许多宝贵意见。在此,对出版社金英伟社长、责任编辑汪会武、张娜等同仁和诸位专家深致谢意!

由于作者的知识水平、能力和技术条件的限制,书中难免有误,诚请赐教。

编著者

2010年11月



目 录

上 篇 基础知识

第 1 章 静力分析	3
§ 1.1 基本概念	3
§ 1.2 力系的平衡	9
§ 1.3 刚体重心位置的计算.....	11
§ 1.4 摩 擦.....	13
小 结	20
第 2 章 运动分析	22
§ 2.1 点的运动.....	22
§ 2.2 刚体的基本运动.....	29
小 结	33
第 3 章 动力分析	34
§ 3.1 质点动力学基本方程.....	34
§ 3.2 惯性力的概念及动静法.....	36
§ 3.3 动量定理及质心运动定理.....	40
§ 3.4 动量矩定理.....	45
§ 3.5 动能定理.....	49
小 结	56
第 4 章 碰撞分析	58
§ 4.1 碰撞现象及其基本特征.....	58
§ 4.2 碰撞过程的两个阶段及恢复系数.....	59
§ 4.3 碰撞时的基本方程.....	62
§ 4.4 两物体的对心碰撞.....	64
小 结	68

中 篇 应用基础

第 5 章 汽车动力分析与操纵稳定性	73
§ 5.1 驱动力与行驶阻力	73
§ 5.2 制动性能	80
§ 5.3 操纵稳定性	87
§ 5.4 轮胎运动稳定性	94
第 6 章 交通安全	101
§ 6.1 道路安全	102
§ 6.2 驾驶安全	109
§ 6.3 车辆安全	112
§ 6.4 车体结构强度与刚度	117
第 7 章 汽车碰撞分析	119
§ 7.1 正面碰撞	119
§ 7.2 垂直碰撞	133
§ 7.3 追尾碰撞	141
§ 7.4 斜碰撞	145
§ 7.5 摩托车与汽车碰撞	153
§ 7.6 轿车碰撞两轮车	157
§ 7.7 汽车碰撞行人	160
§ 7.8 汽车碰撞柱类物体	177
§ 7.9 汽车刮擦碰撞分析	180
第 8 章 交通事故实用分析方法	190
§ 8.1 基本分析方法	191
§ 8.2 特殊事故分析方法	219

下 篇 现代技术

第 9 章 汽车碰撞的基本规律	259
§ 9.1 小客车变形与碰撞速度	260
§ 9.2 位移、速度和减速度的变化	267
§ 9.3 碰撞力的变化与碰撞时间	269
§ 9.4 能量变化	271

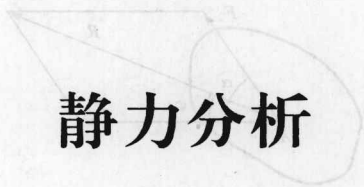
§ 9.5 诸物理量的影响	273
第 10 章 汽车碰撞的计算模拟	281
§ 10.1 汽车碰撞的基本方程	282
§ 10.2 简易系统模型计算方法	283
§ 10.3 有限元法计算	289
§ 10.4 汽车碰撞的模拟计算	292
第 11 章 交通事故分析专家系统	297
§ 11.1 专家系统的基础知识	298
§ 11.2 交通事故分析专家系统	300
§ 11.3 专家系统的使用	303
第 12 章 交通事故司法鉴定	312
§ 12.1 司法鉴定	313
§ 12.2 司法鉴定的内容	315
§ 12.3 司法鉴定程序	318
§ 12.4 事故调查	320
§ 12.5 典型事故司法鉴定案例	324
§ 12.6 司法鉴定中的易犯错误	343
附 录	346
参考文献	350
后 记	353

上 篇

基础知识

第1章

静力分析



当汽车处于静止或匀速直线运动时,其受力处于平衡状态。对于平衡状态下的物体进行受力分析属于静力学问题。本章将讨论物体在平衡状态下受力的一般规律。

§ 1.1 基本概念

一、刚体的概念

在研究物体受力分析时,需要建立力学模型作为其研究对象。这种力学模型应反映研究对象的主要属性,忽略那些与研究目的关系不大的次要属性,以利于理论研究而使问题得以简化。

虽然物体在受到外力作用或温度变化时都要产生变形,但这种变形有时很微小。当物体的微小变形对其运动的影响甚微,可以忽略不计时,就可以把真实的物体抽象为刚体。刚体是在受力情况下保持形状和大小不变的物体。因此,刚体在力的作用下,其内部任意两点之间的距离始终保持不变。显然,刚体是一种理想化的力学模型。

静力学所考虑的物体只限于刚体,或由若干个刚体组成的刚体系统(也可称为物体系统),也就是说,静力学讨论的是刚体及刚体系统的平衡问题。

二、力的概念

力是物体间的相互机械作用。这种作用使物体的运动状态发生变化(包括变形)。力使物体运动状态发生改变的效应称为力的外效应,而力使物体产生变形的效应称为力的内效应。实践证明,力对物体的效应取决于力的大小、方向和作用点,即力的三要素。因此,力用矢量表示,力的合成与分解遵循平行四边形法则。

设在物体上A点作用有两个力 F_1 与 F_2 ,如图1-1所示,如用 R 表示它们的合力,则合力 R 的大小和方向可由以该两力矢量 F_1 和 F_2 为边所作的平行四边形的对角线 R 表示。可以写成矢量表达式:

$$R = F_1 + F_2 \quad (1.1)$$

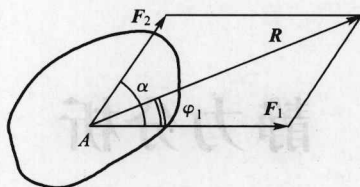


图 1-1 力的平行四边形法则

这里“+”号表示按平行四边形法则相加的矢量加法。这是一切以矢量来表示的物理量相加的普遍法则。

当研究力对一个刚体的作用效应时,只要保持力的大小、方向不变,将力的作用点沿力的作用线移动,并不改变力对刚体的效应。例如用绳拉车,或者沿同一直线以大小、方向相同的力推车,对车产生的运动效应相同,如图1-2(a)和(b)所示。因此,力对刚体的效应取决于力的大小、方向和作用线。显然,作用在刚体上的力矢是个滑移矢量。

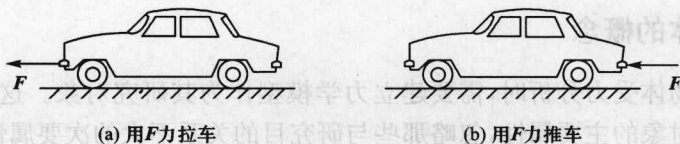


图 1-2 力的可传性

作用在刚体上的力沿作用线可移动的性质,称为力的可传性。

必须注意,力的可传性只适用于刚体而不适用于变形体。对于变形体,力矢为定位矢量。

作用在物体上的一群力,称为力系。各力的作用线都在同一平面内的力系称为平面力系。各力作用线不在同一平面内的力系称为空间力系。

三、力偶的概念

大小相等、方向相反、不在一条直线上的两个力 F 和 F' 组成的力系称为力偶。在生产和生活的实践中,常会遇到物体受力偶作用。例如,用两个手指拧动水龙头或转动钥匙,用双手转动汽车的方向盘或用丝锥绞螺纹等(如图 1-3 所示)。

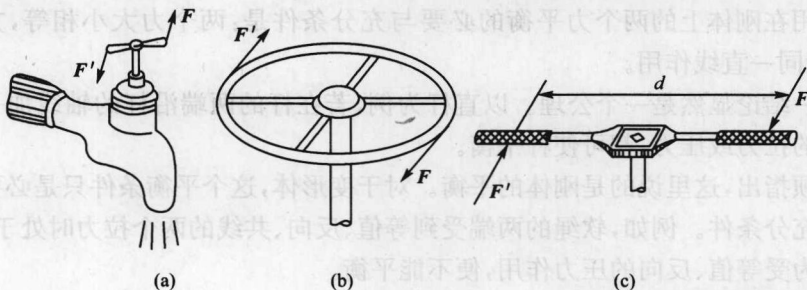


图 1-3 作用在刚体上的力偶

经验和理论分析表明,力偶是一种特殊的力系。它没有合力,不能与一个力等效和平衡;力偶只能与力偶相互等效或平衡。与力一样,力偶也是力学中的一个基本量。力偶对刚体的效应总是引起单纯的转动。

力偶的两个力(F, F')的作用线所确定的平面称为力偶作用面,两个力作用线之间的垂直距离称为力偶臂。力偶对物体的作用效应取决于力偶矩。力偶矩用符号 m 表示(如图 1-4 所示),其大小为

$$m=2\triangle ABC \text{ 面积}=Fd \quad (1.2)$$

其中 d 为力偶臂。在国际单位制中,力偶矩的单位为牛·米($\text{N} \cdot \text{m}$)。力偶对物体的作用效应还与力偶作用面在空间的方位及力偶在其作用面内的转向有关。在力偶的作用面里,一般规定逆时针转向的力偶为正,反之为负。力偶矩常用带箭头的圆弧来表示(如图 1-5 所示)。

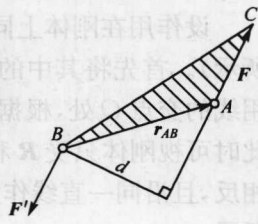


图 1-4 力偶矩的大小

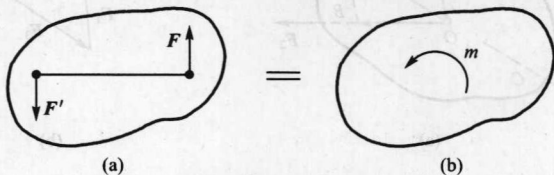


图 1-5 力偶在其作用面内可以用弯箭头表示

四、平衡的概念

正如本章开头所述:当物体处于静止或匀速直线运动时,便是处于平衡状态。

刚体不是在任何力系作用下都能处于平衡状态的,只有构成该力系的所有力满足一定条件时,才能使刚体处于平衡状态。使刚体处于平衡状态的力系被称为平衡力系。构成平衡力系满足的条件称为力系的平衡条件。现讨论两种最简单的力系的平衡条件。对于由更多力组成的力系的平衡条件,将在后面加以讨论。

1. 二力平衡条件

作用在刚体上的两个力平衡的必要与充分条件是:两个力大小相等,方向相反,并沿同一直线作用。

这一结论显然是一个公理。以直杆为例,若在杆的两端沿杆的轴线加一对大小相等的拉力或压力,都可使杆平衡。

必须指出,这里说的是刚体的平衡。对于变形体,这个平衡条件只是必要条件而不是充分条件。例如,软绳的两端受到等值、反向、共线的两个拉力时处于平衡;但如改为受等值、反向的压力作用,便不能平衡。

2. 不平行的三力平衡条件

作用在刚体上同一平面内的三个互不平行的力平衡的必要与充分条件是:三力的作用线必须汇交于一点,将三力矢量按首尾相连,则必构成一封闭三角形,或简称力三角形封闭。现证明如下:

设作用在刚体上同一平面内的三个互不平行的力为 F_1 , F_2 和 F_3 (如图 1-6(a) 所示)。首先将其中的两个力合成,例如将 F_1 和 F_2 分别沿其作用线移至二者作用线的交点 O 处,根据矢量合成的平行四边形法则,得二者合力为 $R = F_1 + F_2$ 。此时可视刚体只受 R 和 F_3 作用,根据二力平衡条件, R 和 F_3 必须大小相等、方向相反,且沿同一直线作用。因此,三力 F_1 , F_2 和 F_3 构成封闭三角形,如图 1-6(b) 所示。

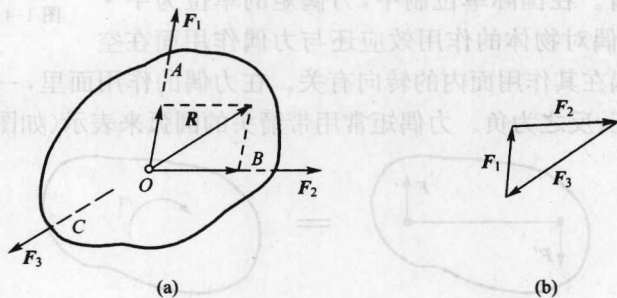


图 1-6 三力平衡条件

3. 加减平衡力系公理及等效力系

在刚体上加上或减去任一平衡力系,并不影响原力系对刚体的作用效应,这就是加减平衡力系公理。

若作用在刚体上的力系可由另一力系代替而不改变它对刚体的效应,则称这

两个力系为等效力系。

五、力矩的概念

实践中,用扳手拧紧螺帽(如图 1-7 所示),在 A 点加力 F ,则使扳手连同螺帽绕 O 点(亦即绕通过 O 点垂直于图面的轴)转动。

经验证明,作用在扳手上的力使扳手绕 O 点的转动效应不仅与力 F 的大小成正比,而且与支点 O 到力作用线的垂直距离 h 成正比。因此,规定以 F 与 h 的乘积作为力 F 使扳手绕支点 O 转动效应的度量,称为 F 对 O 点之矩,并用符号 $m_O(F)$ 表示,即

$$m_O(F) = \pm Fh = \pm 2\triangle OAB \text{ 面积} \quad (1.3)$$

O 点称为矩心, h 称为力臂。在力与矩心所决定的平面内,通常规定,力使物体绕矩心逆时针转动的力矩为正;反之为负。力矩的单位是牛·米($N \cdot m$)或千牛·米($kN \cdot m$)。

作为力矩的概念还应加以扩展,即矩心可以是任意点,而未必是支点或转轴;力矩也以矢量表示,该矢量作用在矩心,方位垂直于力 F 与矩心 O 所决定的平面,其指向按右手螺旋法则确定。该矢量可表示为

$$m_O(F) = r \times F \quad (1.4)$$

其中 r 为力 F 的作用点 A 相对于矩心 O 点的矢径,即 $r = \overrightarrow{OA}$ (如图 1-8 所示)。不难看出,力矩矢量的大小仍按式(1.3)计算。

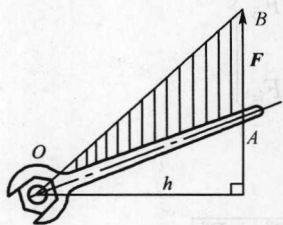


图 1-7 扳手拧螺帽

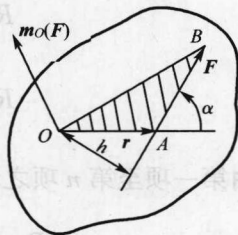


图 1-8 力矩的矢量表示法

六、力向坐标轴投影和分解

由矢量合成定理知道,两矢量合成遵守平行四边形法则或三角形法则,因此,力的合成也遵照这一法则,或用矢量合成的解析法。解析法的基础是力向坐标轴投影,力的投影是矢量投影的一种具体化。设力 F 在选定的直角坐标系 $Oxyz$ 中与三个坐标轴正向间的夹角分别为 α, β , 和 γ (如图 1-9 所示),则力 F 在各坐标轴上的投影分别是