

营运客车计程计价计量器具 原理及检测技术

姚敏 主编
张克 主审



中国质检出版社
中国标准出版社

营运客车计程计价计量器具 原理及检测技术

姚 敏 主编
张 克 主审

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

营运客车计程计价计量器具原理及检测技术/姚敏

主编. —北京: 中国质检出版社, 2019. 1

ISBN 978-7-5026-4692-9

I. ①营… II. ①姚… III. ①营运汽车—客车—
里程表—检测 IV. ①U491.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 268747 号

中国质检出版社
出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100029)

北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010) 68533533 发行中心: (010) 51780238

读者服务部: (010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/32 印张 4.875 字数 138 千字

2019 年 1 月第一版 2019 年 1 月第一次印刷

*

定价: 25.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010)68510107

编 委 会

主 编：姚 敏

主 审：张 克

编 委：徐 龙 万 蔚 梁 生

吴晓昱 张 昀 权 威

刘海鹏 靳 钰

最初的交通营运客车的里程计量是由车载里程表完成的，随后出现了出租汽车计价器，实现了营运客车里程计量的标准化管理和计费的公平。计价器是一种计量器具，用于测量出租持续时间及依据里程传感器传送的信号测量里程，并以测得的计时时间及里程为依据，计算并显示乘客乘坐出租汽车应付的费用。

车辆里程计量源于人类对车辆的使用，尤其是汽车工业时代的到来使车辆里程计量得到了长足的发展。随后营运客车成为人类出行的必不可少的一类交通工具，其中主要以出租汽车为公众提供不定线交通服务。而出租车收费的主要依据是其行驶的里程，现在使用的出租汽车计价器成为出租汽车的经营者和乘坐出租汽车的消费者之间用于公平贸易结算的工具（少量使用在救护车），因而计价器计价准确与否，直接关系到车辆运营者和消费者的利益。

随着我国经济和社会的快速发展，机动车制造和保有量都高速增长，而其中营运客车的使用规模已经处于世界领先地位。为保障运营者和乘客的利益，在部分营运客车中，如出租车等都统一安装、使用计价器装置。根据《中华人民共和国计量法》及相关法律法规的要求，计价器要定期进行强制检定，不合格的计价器不能安装和使用。

在计价器装置中，里程测量技术，即计程技术是重要核心技术。自从汽车诞生以来，计程技术也经历了从机械、机电、光电直

到目前的卫星定位导航及物联网等发展过程。《中华人民共和国计量法》等法律法规鼓励、支持计量科学研究和创新，推广先进的计量科学技术和计量管理方法。随着科技发展，大数据、“互联网+”等科技时代的来临，加强对计量数据的管理以及计量数据的可溯源、可核查显得至关重要。《国务院计量发展规划（2013—2020年）》提出通过在线采集、实时监测等科技手段获取计量数据，保证数据的可追溯性，并科学应用计量结果。

本书较为系统、全面地总结了国内外营运客车计程产品的发展历史，介绍了各类计程产品的技术原理、产品标准要求和相应检测规定。可以为从事交通运输、计量检测等领域科研人员拓宽视野，并结合当地和客户的具体情况，科学合理地进行设计、研制相应的计程产品，满足实际需求；为从事产品检测、计量检定、计量校准领域的技术人员，提供综合实用的技术参考，提高检测和服务水平。同时，也可以作为营运客车计程产品设计研发企业、相关计量检定和校准服务机构、行业管理部门等相关人员的学习参考用书。

本书在编写和出版过程中，得到了有关方面技术人员和专家的大力支持和帮助。在此，谨向所有在本书编写和出版过程中做出贡献的技术人员和专家致以诚挚的谢意。

本书由来自北京市计量检测科学研究院、北京交通发展研究院、中国航天系统工程有限公司、北京交通大学等单位的技术人员编写。由于水平有限，书中难免存在不足和疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2018年8月



第一章 车辆里程计量技术概述	1
第一节 古代车辆里程计量技术	2
第二节 近代车辆里程计量技术	7
第三节 车辆里程计量设备的分类	13
第四节 交通营运车辆里程计量的由来	15
第二章 营运客车里程计量器具工作原理	26
第一节 营运客车里程计量技术的发展	26
第二节 营运客车车速里程表原理	37
第三节 卫星定位网络终端系统在里程计量中的应用	52
第四节 营运客车的计价器原理	58
第三章 营运客车计程产品的计量管理	65
第一节 营运客车计程产品的检定校准依据	65
第二节 营运客车计程产品检测技术存在的问题	141
第四章 营运客车计程产品的发展和展望	142
参考文献	147

第一章 车辆里程计量技术概述

车辆里程计量源于人类车辆的使用，汽车工业时代的到来使车辆里程得到了长足的发展。人类汽车工业起源于蒸汽机的发明，1712年，英国人托马斯·纽科门发明了不依靠人和动物来做功而是靠机械做功的蒸汽机，称为纽科门蒸汽机。

1757年，木匠出身的技工詹姆斯·瓦特被英国格拉斯戈大学聘为实验室技师，有机会接触纽科门蒸汽机，并对纽科门的蒸汽机产生了兴趣。1769年，瓦特与博尔顿合作，发明了装有冷凝器的蒸汽机。1774年11月，他们又合作制造了真正意义的蒸汽机。蒸汽机曾推动了机械工业甚至人类社会的发展，并为汽轮机和内燃机的发展奠定了基础。

1769年，法国人N·J·居纽（Cugnot）制造了世界上第一辆蒸汽驱动三轮汽车，如图1-1所示。这辆汽车被命名为“卡布奥雷”，车长7.32m，车高2.2m，车架上放置着一个像梨一样的大锅炉，前轮直径1.28m，后轮直径1.50m，前进时靠前轮控制方向，每前进12min~15min需停车加热15min，运行速度3.5km/h~3.9km/h。这项发明是古代交通运输（以人、畜或帆为动力）与近代交通运输（动力机械驱动）的分水岭，具有划时代的意义。

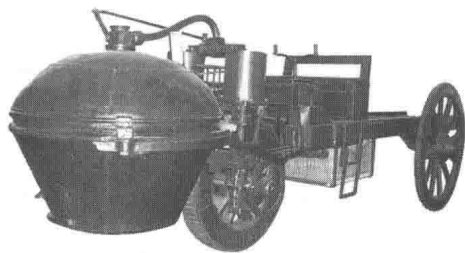


图1-1 居纽研制的蒸汽驱动的汽车

(图片来源: <http://zh.wikipedia.org/wiki>)



1879年，德国工程师卡尔·本茨（Karl Benz）首次试验成功了一台二冲程试验性发动机。1883年10月，他创立了“本茨公司和莱茵煤气发动机厂”；1885年，他在曼海姆制成了第一辆本茨专利机动车。该车为三轮汽车，采用一台二冲程单缸0.9马力（1米制马力=735.5W）的汽油机，具备了现代汽车的一些基本特点，如火花点火、水冷循环、钢管车架、钢板弹簧悬架、后轮驱动前轮转向和制动手把等。1886年1月29日，卡尔·本茨为该机动车申请了专利。同年10月，他的三轮机动车获得了德意志专利权（专利号：37435a）。这就是公认的世界第一辆现代汽车。由于上述原因，人们一般都把1886年作为汽车元年，也有些学者把卡尔·本茨制成第一辆三轮汽车之年（1885年），视为汽车诞生年。

汽车的发展也有一个漫长的过程。100多年来的不断改进、创新，凝聚了人类的智慧和匠心，并得益于石油、钢铁、铝、化工、塑料、机械设备、电力、道路网、电子技术与金融等多种行业的支撑，成为今日这样具有多种型式、不同规格，广泛用于社会经济生活领域的交通运输工具。

随着近代汽车工业的快速发展，也带动了车辆里程计量技术的发展。其实，车辆里程计量的历史比汽车的发明更加久远，可以追溯到公元前几百年的时间。

第一节 古代车辆里程计量技术

在近代社会中，对于所有种类的车辆，里程表是必不可少的路程计量工具。一般是通过车辆上的速度传感器传输的数据换算成行驶里程。那么几千年前，在不可能拥有里程表的年代，我们的祖先是如何计算两地之间的距离呢？

古代的车辆是人类在劳动生产中逐渐产生出来的。据说，当时人们在劳动中看见蓬草被风吹得在地上轻快地滚动，很受启发，使用圆木、滚石等当轮子来运送重物，这就出现了最原始的车辆。后

来，人们将这些实心轮进行改进，并创造出轮轴，才制成了用辐条支撑轮缘的车轮。这样，真正实用的畜力车和人力车就相应问世了。

一、世界历史中的里程计量

在古罗马普林尼和古希腊斯特拉博的作品中可以找到使用里程表的第一个证据。两位作者都描述了亚历山大大帝（公元前 336—323 年）所走过的路线的距离，就像贝奥尼特斯和巴顿所走过的路线一样。然而，史人所测量里程的准确度可以表明当时使用了某种机械装置，如图 1-2 所示。例如，在后来成为丝绸之路的一部分的赫斯皮洛斯和亚历山大阿莱森之间的这段区域，由亚历山大时期的史人提供的数据为 529mile 长（mile 为英里，1mile \approx 1.61km），与实际距离（531mile）非常接近。在普林尼的《自然历史》一书里查到 9 个保存下来的地区之间的测量数据资料中，有 8 个数据显示的偏差小于实际距离的 5%，而其中 3 个数据的偏差在 1% 以内。

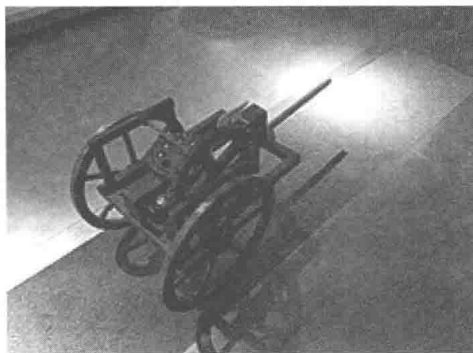


图 1-2 公元前 1 世纪使用里程表的两轮车

（图片来源：<http://en.wikipedia.org/wiki/>）

由于这些微小的差异可以充分解释在过去的 2300 年里距离测量技术的发展变化，而测量数据的准确性意味着史人已经发明了非常先进的装置用于测量距离，虽然这个装置没有在文献记载中出现。

公元前 27 年和公元前 23 年，维特鲁威斯描述了测量距离的里

程表，但其真正的发明者可能是在第一次迦太基战争中雪城的阿基米德（公元前 287 年，公元前 212 年）。亚历山大的英雄们（公元 10 年至公元 70 年）曾在有关文献中也描述过同一种类似的装置。

到罗马皇帝康莫斯（公元 192 年）统治的时期，这种装置也被使用过。一些研究人员推测，这一装置可能使用了一种类似于希腊（15 世纪）安提基特拉（Antikythera）机制的技术，尽管古罗马时代和 15 世纪在西欧之间相隔非常久远的时间。

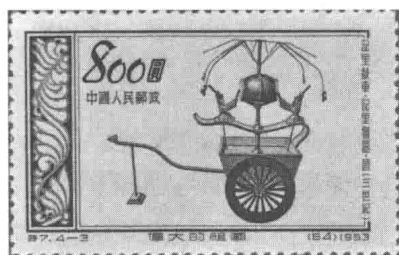
维特鲁威斯所描述的里程表是基于直径为 4ft (1.2m) 的车轮，在 1 罗马英里（约 1400m）内转了 400 圈。它与另一个沿圆周方向有孔的齿轮啮合在一起，卵石（微积分）就在这个齿轮上，它们一个接一个地掉进一个盒子里。因此，只要数一数卵石的数目，就可以得出所走过的距离。达·芬奇后来曾试图根据历史资料对其进行复制，但最终还是失败了。然而，一位名为 Andre Sleeswyk 的工程师复制了这台装置，用安提基特拉机构中发现的三角形尖牙取代了达·芬奇的方齿齿轮设计。

二、中国历史中的里程计量

相传最早制造车的是夏朝时一个叫奚仲的人。车子发明后，还专门设立了管理和制造车辆的官员，叫作“车正”。发明车的奚仲，便成为当时的一位车正。《荀子·解蔽》就记载有“奚仲作车”，这大约是距今 4000 年左右的事情了。

而“记里车”是中国古代用于计算道路里程的车，它由“记道车”发展而来。有关记道车的文字记载最早见于汉代刘歆的《西京杂记》中：“汉朝舆驾祠甘泉汾阳……记道车，驾四，中道。”可见，最晚在西汉时期，就已有了这种可以计算道路里程的车。到后来，因为加了“一里路打一下鼓”的装置，故名“记里车”。记里车又有“记里鼓车”（见图 1-3）“司里车”“大章车”等别名，有关它的文字记载最早见于晋书（卷二十五·志第十五·舆服志）中：“记里鼓车，驾四。形制如司南。其中有木人执槌向鼓，行一

里则打一槌。”晋人崔豹所著的《古今注·輿服》中亦有类似的记述：“大章车，所以识道里也，起於西京。亦曰记里车。车上为二层，皆有木人，行一里，下层击鼓，行十里，上层击鐃。”因此，记里鼓车在晋或晋以前就已发明。



(a) 邮票中的记里鼓车



(b) 汽车博物馆的记里鼓车的模型

图 1-3 记里鼓车

记里鼓车与指南车属于弟兄车型，其工作原理是由齿轮机构的差功关系完成的，是减速齿轮的先驱，即现代的“里程表”。记里鼓车分上下两层，上层设一钟，下层设一鼓，车上有小木人，头戴峨冠，身穿锦袍，高坐车上，车中有一套减速齿轮系，始终与车轮同时转动，其最末一只齿轮轴在车行一里时正好回转一周，经机械传动系统的作用，车子上层的木人便击鼓，以示里程。据史料记载，记里鼓车车轮的圆周长 1 丈 8 尺（1 丈=3.3m，1 尺=0.3m），车轮转一圈，则车行 1 丈 8 尺，其结构如图 1-4 所示。古时以 6 尺为 1 步，则车轮转一圈车行 3 步（现代人说的 1 步是指脚迈出一次，古人把这叫作跬。古人说的步是指左右脚各迈一次，所以古代的 1 步相当于现代的 2 步）。鼓车行驶时，车轮转动，车轮内侧的齿轮带动车底齿轮转动，从而变成凸轮的杠杆转动，由绳索拉起木人手臂，使木人抬手击鼓。车轮内侧的齿轮与记里鼓车内的齿轮的齿数比例为车轮每转动一百圈，车底次轮转动一圈，使得木人击鼓一次，于是每当木人击鼓一次就代表车行 1 里（1 里=0.5km）。车轮滚动 1 里的距离，小人击鼓一次，就相当于计算器输入“1”后连续相加，这样累计到 10，小人便会击鐃。

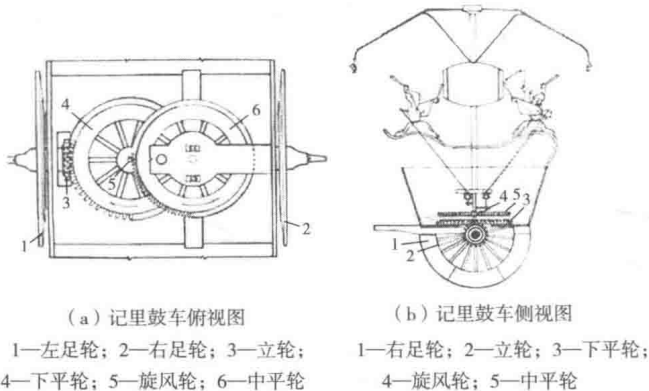


图 1-4 记里鼓车原理

(图片来源: <http://www.stoneread.com/index>)

至于“十里击镯”的记程原理，同击鼓记里的机械原理大同小异，只是这一减速齿轮系的末端齿轮是在车行 10 里时正好回转 1 周，因此“十里一击镯”。

实际上，记里鼓车是利用了齿轮的差动关系，如图 1-5 所示，增加了计算、记录里程的设备，并增加了每行 1 里，下层击鼓，行 10 里，上层击镯的功能。刘裕在东晋义熙十三年灭后秦时，在长安缴获记里鼓车，说明记里鼓车的应用应早于公元 417 年，距今超过 1600 年。由此可见，1600 多年前速度、里程装置就已在实际生活中得到了运用，古人的智慧至今让人叹服。

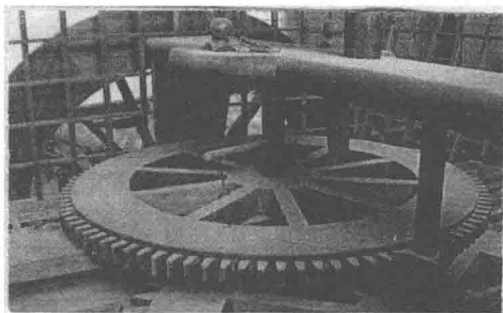


图 1-5 记里鼓车内部机械构造

第二节 近代车辆里程计量技术

一、近代里程计量的发展

早在 1600 年，里程表首先被用于马车，以测量行驶的距离。1604 年，Levinus Hulsius 因为工作需要发明了这种里程表。1645 年，法国数学家布莱士·帕斯卡发明了被称作“帕斯卡林”的机器。虽然不是里程表，但是帕斯卡林利用齿轮来计算测量值。每个齿轮包含 10 个齿，通过一次转动，第一个齿轮和下一个齿轮完成一次位移动作，现代机械里程表就是采用同样的原理。

到了 1698 年，由英国人托马斯萨维发明并制造了里程计。1775 年，美国人本杰明·富兰克林（美国政治家和第一任邮政局局长）建造了一个原型里程表，并安装在他的马车上帮助测量邮路的里程。1847 年，摩门教先驱威廉·克莱顿发明了一种路程测量仪，他把这个测量仪安装在一辆在美国使用的货车上，路程测量仪可以记录货车每天行驶的距离。这种路程测量仪使用两个齿轮，是早期里程表与帕斯卡林风格的齿轮在实际使用中的一个范例。

1895 年，Curtis Hussey Veeder 发明了转数计（见图 1-6）。转数计是一种机械装置，用来计算自行车车轮的转动次数。一根柔性缆线将车轮的转数传递给骑车人所能看到的里程表，该里程表将车轮的转动数通过预定公式换算出自行车行驶里程。

1903 年，来自威斯康星州贝洛伊特的两个兄弟 P. 亚瑟和 H. 查尔斯沃纳发布了他们的专利，即一款自动汽车里程仪表。这种自动里程仪表用一个磁铁连接到一个旋转轴上，以磁力吸引连接一个薄的金属盘。通过测量这种磁铁产生的拉力，可以精确地测量汽车行驶距离和速度。1912 年，两兄弟将他们的专利卖给了芝加哥的 Stewart & Clark 公司，随后这家公司改名为 Stewart - Warner 公



图 1-6 安装在车轮上的转数计

(图片来源: <http://en.wikipedia.org/wiki>)

司。到 1925 年, Stewart - Warner 公司生产的里程表成为美国大多数汽车和摩托车的标配仪表。早期的速度里程表如图 1-7 所示。

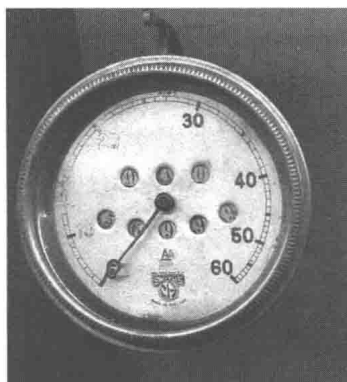


图 1-7 早期汽车使用的速度里程表

(图片来源: <http://en.wikipedia.org/wiki>)

到 20 世纪初, 主要汽车制造商开始逐步淘汰机械里程表。2005 年, 加拿大制造的福特皇冠维多利亚和水星大侯爵汽车是最后使用机械里程表的车辆。

二、现代里程计

从 20 世纪末汽车诞生以来的一百多年中，里程计量也经历了一个快速发展的过程。卡尔·本茨造出的第一辆三轮汽车的行驶速度是 18km/h，来到百年后的现在，已经诞生了速度从 0 到 100km/h 只需要 3s 多一点的超级跑车。这一百多年，汽车发展的速度是如此惊人。

为了占领未来汽车市场，如今已有许多公司把诸如微型电子计算机、无线电通信、卫星导航等各种新技术、新设备和新方法、新材料广泛应用于汽车工业中，汽车正在走向自动化和电子化。除了传统的车载里程表，还有新兴的卫星导航系统，汽车可通过接收交通卫星的通信资料，准确地定位汽车所在位置，从而自动提供最优行车路线，并实时记录汽车的行驶里程。

现代汽车的里程表按显示方式分为滚轮计数器（见图 1-8）和点距液晶屏（见图 1-9）两种，是由指示汽车行驶速度的车速表和记录汽车行驶距离的里程表共同组成的。因为传统车速和里程都是靠同一传感器进行测量和计算，前者用指针指示，后者由滚轮计数器累计，软轴旋转是经过蜗轮蜗杆传到车速表中的滚轮计数器，把车轮的转数所代表的里程数累计下来，所以这两个表在一起，液晶屏则把上述数据转为数字信号，通过屏幕显示出来。通常情况下，测量转速和计算里程的传感器都是安装在车辆变速箱上的。

滚轮计数器是过去常用的纯机械式仪表，通过一根软轴，一头连到变速箱输出轴，另一头连到里程表。而现在更常用的电子式仪表，一般是在变速箱输出轴或车轮上装一个转速传感器，用读出的转速通过控制模块内嵌的计算公式换算成车速以及里程。不管是哪种方式，归根结底，数据都是来自传动系统输出端的转速（变速箱输出轴或车轮），知道了车轮的转速，比如每分钟转多少圈，再算上车轮的周长（也就是车轮转动一圈走过的距离），汽车的行驶速度就可以计算出来了。汽车行驶里程的计算也是同样的道理。



图 1-8 滚轮计数器里程表



图 1-9 点距液晶屏里程表

现在的汽车一般还配备有单程里程表。与里程表不同的是，单程里程表在旅行的任何时候都被重置，这样可以记录任意特定的旅程或旅程中所行使的距离。早期的单程里程表和滚轮计数器一样都是一个纯机械设备，但是现在也被液晶屏式里程表所取代。多数单程里程表显示的最大值为 999.9km。单程里程表可以用来记录车辆每一箱燃料所行驶的距离，准确地对车辆的能源效率进行评价。