

国家计量技术法规统一宣贯教材

出租汽车计价器

孙培生 吴承琦 陈红 编著
国家质量技术监督局计量司 审定



中国计量出版社

国家计量技术法规统一宣贯教材

出租汽车计价器

孙培生 吴承琦 陈 红 编著

国家质量技术监督局计量司 审定

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

出租汽车计价器/孙培生等编著. — 北京: 中国计量出版社, 1999. 10

国家计量技术法规统一宣贯教材

ISBN 7-5026-1252-1

I. 出… II. 孙… III. 出租汽车-运价-数字显示仪 IV. TH85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 67001 号

内 容 提 要

本书是 JJG517—1998《出租汽车计价器》国家计量检定规程的宣贯教材。全书简要介绍了出租汽车及出租汽车计价器的历史及发展,全面讲述了出租汽车计价器的工作原理,详细阐述了出租汽车计价器的样机试验的要求、方法和出租汽车计价器的检定要求、方法、程序和误差处理方法,并对出租汽车计价器的安装、使用和检定场地的设计做了详细的介绍。

本书作为国家质量技术监督局计量司组编的宣贯教材之一,有较好的实用性及参考价值,可作为各计量部门宣贯、培训的教材,并供从事出租汽车计价器检定和生产工作的工程技术人员、检修人员、管理人员参考使用。

中国计量出版社出版

北京和平里西街 2 号

邮政编码 100013

迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm×1092 mm 16 开本 印张 9.25 字数 215 千字

1999 年 11 月第 1 版 1999 年 11 月第 1 次印刷

*

印数 1 4000 定价: 14.30 元

序

出租汽车计价器是出租汽车营运者与乘客之间进行贸易结算的计量器具，其重要性犹如市场上的“秤”。出租汽车计价器的计量准确与否，直接关系到出租汽车营运者和乘客的经济利益。据统计，目前我国城市中已拥有出租汽车约100万辆，这些出租汽车基本上都安装了出租汽车计价器。然而，从产品质量监督抽查和强制检定的结果来看，出租汽车计价器的产品质量抽样合格率和强检合格率都较低，出租汽车计价器的产品质量和使用状况令人担忧，亟须加强监督管理。

1987年，国务院发布的《中华人民共和国强制检定的工作计量器具检定管理办法》，已将出租汽车计价器列入强检目录，实行了强制检定。1999年，国家质量技术监督局又将出租汽车计价器列入重点管理的计量器具。出租汽车计价器的制造、修理、销售和使用应按照《计量法》的规定，依法进行监督管理。1998年，国家质量技术监督局颁布的《出租汽车计价器》国家计量检定规程（JJG517-1998），是对原规程的修订，采用了国际法制计量组织（OIML）制定的国际建议，具有更高的通用性、技术性和权威性。计量法规定，“计量检定必须执行计量检定规程”。为了加强出租汽车计价器的强制检定工作，正确地依据规程实施定型鉴定、样机试验和产品质量抽查，必须做好规程的统一宣贯工作。

本教材对规程的有关内容作了解释，对计价器的工作原理、定型鉴定、样机试验、计量检定及监督管理作了较详细的介绍，是计量检定人员、计量管理人员学习培训，计价器生产企业加强质量管理的一本好教材。

国家质量技术监督局计量司 马纯良

1999年10月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 出租汽车的历史及其发展	(1)
一、国际情况	(1)
二、国内情况	(2)
第二节 出租汽车计价器的历史及其发展	(3)
一、出租汽车计价器的雏形	(4)
二、机械式出租汽车计价器	(4)
三、分立元件组成的电子计价器	(1)
四、专用集成电路组成的电子计价器	(4)
五、应用单片计算机技术的电子计价器	(5)
六、多功能电子式出租汽车计价器	(5)
七、出租汽车计价器的税控功能	(6)
第二章 出租汽车计价器的工作原理	(7)
第一节 出租汽车计价器的理论根据	(7)
一、角位移、角速度和角加速度	(7)
二、角速度、转速和线速度之间的关系	(8)
三、角速度、转速、线速度量值的复现方法	(10)
四、转数、转速、时间和出租汽车计价器	(10)
第二节 出租汽车计价器的结构和工作原理	(11)
一、出租汽车计价器名词和重要参数	(11)
二、出租汽车计价器与计价模式	(12)
三、机械式出租汽车计价器	(14)
四、电子式出租汽车计价器	(16)
第三节 出租汽车计价器的附加设备	(23)
一、微型打印机	(23)
二、IC卡和IC卡读写器	(26)
三、语音报话器	(30)
四、税控存储器	(31)
第三章 出租汽车计价器的计量管理	(32)
第一节 定型鉴定、样机试验和型式批准	(32)
一、定型鉴定	(32)
二、样机试验	(32)
三、定型鉴定与样机试验的区别	(32)
四、出租汽车计价器的定型鉴定和样机试验	(33)
五、型式批准	(34)

六、进口计量器具的监督	(34)
第二节 首次检定和随后检定	(34)
一、首次检定	(35)
二、随后检定	(35)
三、检定周期	(35)
四、强检范围	(35)
五、强检标记及封印的必要性和作用	(36)
六、强检工作的日常监督	(36)
七、强化对强检计量器具制造质量的管理	(36)
第三节 OIML 证书制度和国外型式批准制度	(36)
一、国际法制计量组织 (OIML)	(36)
二、OIML 证书制度	(37)
三、实行证书制度的计量器具	(37)
第四章 出租汽车计价器的样机试验	(39)
第一节 常规试验项目	(39)
一、常规试验项目所用设备	(39)
二、试验项目	(45)
第二节 环境试验项目	(49)
一、温度试验	(50)
二、湿度试验	(52)
三、振动试验	(53)
四、冲击试验	(54)
五、跌落试验	(55)
第三节 电磁兼容试验项目	(55)
一、磁场敏感度	(55)
二、静电放电敏感度	(57)
三、电源瞬态敏感度	(57)
四、辐射敏感度	(58)
第四节 关于电磁兼容试验标准	(60)
一、标准的选择	(60)
二、标准的比较	(61)
第五章 出租汽车计价器的检定	(63)
第一节 出租汽车计价器量传标准的建立	(63)
一、建标报告	(63)
二、误差分析	(63)
第二节 出租汽车计价器的检定	(69)
一、关于《出租汽车计价器》检定规程的修订与实施	(69)
二、本机检定	(71)
三、使用误差的检定	(73)
第三节 出租汽车轮胎冲气压力的研究	(74)
一、轮胎的构造	(74)
二、出租汽车运行时轮胎的有效周长	(75)

第六章 出租汽车计价器的安装和使用	(80)
第一节 出租汽车计价器的安装	(80)
一、安装工序	(80)
二、干扰源	(81)
第二节 计价器的使用、维护和防作弊	(81)
一、出租汽车计价器的使用和维护	(81)
二、出租汽车计价器的防作弊功能	(82)
第七章 出租汽车计价器使用误差检定场地的设计	(84)
第一节 选址	(84)
第二节 地基	(84)
第三节 使用误差标准装置的安装	(85)
第四节 调试及试运转	(87)
附录	(89)
附录一 电子式出租汽车计价器新产品样机试验记录	(89)
附录二 JJG 517—1998 出租汽车计价器检定规程	(98)
附录三 JJG 738—1991 出租汽车计价器标准装置检定规程	(114)
附录四 JJG 927—1997 轮胎压力表检定规程	(127)
附录五 OIML 国际建议 No. 21 出租汽车表	(132)

第一章 概 述

第一节 出租汽车的历史及其发展

研究出租汽车计价器，不可避免的要了解出租汽车，因为，出租汽车计价器只在出租汽车上使用，它是极为专用的计量仪器。

一、国际情况

19 世纪末 20 世纪初，大约与汽车出现的同时就有了出租汽车。1997 年在德国召开了纪念出租汽车诞生 100 周年纪念大会，我国业内人士上也参加了这次会议。经过近百年来年的发展，出租汽车行业已经在世界范围内，逐步壮大起来，作为世界各大城市中的交通工具已是必不可少。出租汽车行业不仅是城市的“窗口”而且正在成为人们衡量国际大都市的心理标准。在“TAXI”成为人所共知的词汇的同时，出租汽车的管理模式正朝着现代化的方向前进。现代化的出租汽车除安装有计价器外，像卫星定位、电子地图、集群呼叫、车内电视等先进设施。这在欧、美等国已进入实用阶段。

应用 GPS 全球卫星定位系统，可以随时确定出租汽车所在的位置，这一直是出租汽车管理和调度部门渴望做到的。随着车载 GPS 终端技术的成熟和价格的降低，这种愿望已变成现实。在诸多的国外出租汽车管理系统中，GPS 技术被综合利用，通过计价器的连接和调度中心服务系统的配合，所有空车的位置被登记在调度中心的网络上，调度员即可调度最近车辆。GPS 技术也被用于非常情况下，对目标车辆的定位和跟踪，调度中心的电子地图可方便的显示任何一辆车的当前位置和其运动轨迹。

无线数据传输技术也被用于出租汽车管理系统中，它与传统的通话调度方式不同，数传调车有很多显而易见的优势：

(1) 快捷、高效的调车，可在一分钟内完成。一个 10 信道的系统，可有效的服务于 3000 辆车。

(2) 调车过程完全静音，避免了呼叫噪音对乘客和司机的干扰。

(3) 数传系统可带有 BP 机功能，调度中心可以广播方式将诸如道路状况等各种信息快速传递给所有司机。

随着城市规模的发展和都市化进程的加快，电话要车、预约定车和规范化管理，将成为全球出租汽车行业的发展方向。

为了便于全世界出租汽车行业的沟通和交换信息，成立了“国际出租汽车暨汽车租赁协会”简称 ITLA 即 International Taxicab and Livery Association。该组织在国际互联网 Internet 上有自己的主页 (Homepage)，以便于与各国联系。

二、国内情况

19世纪末期，我国城市居民的代步交通工具，主要是轿子、独轮小车、马车和人力车，20世纪初，在北京、上海、哈尔滨、广州等大城市，开始出现出租小汽车，主要为城市官僚、巨商等特殊阶层服务。据史料记载，1912年，我国各大城市已进口外国汽车116辆，相传北京第一辆小汽车是慈禧太后乘坐的。它是德国杜依尔汽车公司的产品，大约是1886年至1898年之间生产的。

在1913年北京有了汽车行，是由法国人开设的飞燕马汽车行。到1919年北京城内营业汽车行已发展到15家，营业汽车30余辆。上海市于1901年由匈牙利人李恩时输入汽车2辆，1904年出租汽车发展到19辆，到1913年增至342辆。哈尔滨市于1903年前后，出现出租汽车在市内运行营业，称为“营业小汽车”，但车数不足10辆。这一时期是我国大城市出租汽车的初创阶段。

20世纪二、三十年代，是我国城市出租汽车业的兴盛时期。到1921年，北京自用及营业汽车有1231辆，营业汽车行有51家。上海市在20年代后，成为我国最大商埠，有“冒险家的乐园”之称。1933~1934年间，出租汽车行发展至91家，有营业站153处营运车辆最多时达1151辆。较大的汽车行有华商祥生汽车公司、中国公用黄汽车公司等10家。20年代后，哈尔滨市，外国侨民骤增，1934年侨居哈尔滨市的外国人多达30多个国家，约10万人左右，占当时哈尔滨市人口的21%。为适应外国人生活习惯的需要，出租汽车逐渐增多，达到500余辆。

1939~1942年间，北京市有出租汽车行48家，营运车约446辆。但以后逐渐走向萧条，至1946年仅余303辆。上海市在此期间由于汽油紧张，私人汽车寥寥无几，出租汽车行仅存30家，到1948年解放前夕，出租汽车行只有51家，车数减少到705辆。1946年解放前夕的哈尔滨市，拥有出租小汽车615辆。

中华人民共和国成立初期，出租汽车经营仍操在私人手中，由于服务对象发生变化，客流量下降。再加上车辆难以更新，营运车数日趋减少，如1956年社会主义改造高潮前夕，北京市出租汽车行仅剩30家，拥有小汽车50辆。

建国后，各省市人民政府为接待外宾来访和重要会议的需要，曾在市政府和外办系统领导下，组建出租汽车公司属于事业单位。50年代和60年代初，国家旅游总局为适应旅游事业发展的需要，也先后在各地组建了旅游汽车队，城建系统下属各城市的出租汽车公司，有的经公私合营组建成立，有的由人力三轮车或机动三轮车过渡为出租汽车，车辆老旧，数量不多，主要担负城市居民生活用车的任务。在“文革”时期，乘出租汽车又作为“四旧”遭到批判，车辆大量停驶，出租汽车行业处于奄奄一息状态。作为首都的北京市，仅有民用出租汽车200多辆，其他大中城市的出租汽车也为数不多，主要依靠人力三轮车和机动三轮车解决市民急需用车。

党的十一届三中全会以后，国家实行改革、开放政策，外事、外贸和旅游活动日益繁荣，城乡经济繁荣，市场活跃，人民生活水平不断提高。当时几个大城市仅有的3000多辆出租汽车已远远不能满足需求，从而促进了城市出租汽车事业的重新发展。1979年至1981年期间，广州市与港商合作经营的白云、五羊等出租小汽车公司相继开业，引进有冷气空调、计价器、无线电对讲机等先进设备，且外形美观、乘坐舒适的小汽车350辆。自70年代末至80年代

初，建设部每年都进口数千辆波兰产小车，分配给大中城市中的城建系统所属出租汽车企业投入营运。与此同时，国家旅游局也相继组织进口了部分高档大客车和小轿车，并先后在旅游开放城市组建了旅游汽车公司或旅游车队。1984年下半年，北京市出租汽车公司与中国国际信托投资公司合资经营了国内第一家合作出租汽车企业——中北汽车公司，投入营运车500辆。嗣后在荣毅仁副委员长的关怀支持下，中国国际信托投资公司又投入1000多辆进口小车，先后在南京、成都、无锡、淮阴、杭州等城市合作经营了十家中北汽车公司，为我国出租汽车的发展做出了巨大的贡献。在同年下半年，北京市首都汽车公司与香港中国光大集团有限公司也成立了合作经营500辆小车的首都光大汽车公司。进入1985年以后，各城市人民政府认真贯彻国务院59号文件，国营、集体、个人一起上，掀起了一个大办出租汽车的高潮。北起哈尔滨、南至广州以及沿海开放城市和旅游热点城市，通过贷款、租赁、合资等多种渠道，从国外进口车辆约2万多辆。据不完全统计，至1986年底，全国出租汽车行业已拥有营运车6万多辆，经营出租汽车的企业和单位达2千多家。在经营方式上，改变了以往坐门等客的官商作风，实行沿途招手上车，就近下车。在此期间，不少城市开放了出租汽车市场，打破了原有的业务分工界限。同时，在营运车上安装里程计价器、租价标志等服务设施，方便乘客租车。为了适应出租汽车迅速发展的需要，经26位经理提议，并经原国家经委批准，按照一个行业只准成立一个协会的原则，于1986年12月成立了中国城市出租汽车协会。几年来，中国城市出租汽车协会在建设部指导下，在开展技术培训、组织进口车、配件国产化、交流信息、反映行业要求等方面，为会员企业提供了服务。

总之，我国城市出租汽车已有近百年的历史，其发展是缓慢而曲折的。旧社会的车行业主，多属小本经济，独资经营，规模不大，虽有盈利，但受时局影响，时盛时衰，很不稳定。建国初期，城市交通以发展公共汽车、电车为主，出租汽车基本处于停滞状态。直至80年代，随着政治经济形势的变化，出租汽车才得到突飞猛进的发展，出租汽车在我国是伴随着实行改革开放政策而迅速发展的一新兴行业的这一论断，是十分科学的。这就是我国出租汽车行业近一个世纪来的发展概貌。1997年在全国600多个城市中，已拥有出租汽车近60万辆，从业人员超过100万人，年客运量达55亿人次。

出租汽车的再度兴起与昌盛，刺激、拉动了出租汽车计价器的生产行业，计价器是随着出租汽车发展而发展的。

第二节 出租汽车计价器的历史及其发展

出租汽车计价器是一种专用的计量器具，它安装在出租汽车上，能显示乘客应付给司机的租金。出租汽车的显示值是车辆行驶里程和时间的函数。

最初的计价器实际上是一个机械计数器，它完全由齿轮传动，结构是很复杂的。我国的广州、深圳等地都曾大量使用机械式出租汽车计价器，但到80年代后期就逐步被淘汰了。70年代以来，由于计算机技术的迅速发展，出租汽车计价器就开始应用计算机技术，因此，各种电脑式出租汽车计价器就相继问世了。电脑式计价器使用方便，功能齐全，显示清晰。乘客上车后，只要说明要去的地址，到达目的地后，按计价器显示的价格照付车费就可以了。

出租汽车计价器的分类目前分为机械式和电子式两类。国际法制计量组织(OIML)No. 21国际建议，是1972年10月第四届国际法制计量大会通过的。主要内容几乎全是针对机械式

出租汽车计价器的。在以后十多年中，出租汽车计价器的发展已经全部采用电子技术，以我国开展出租汽车计价器的四十多个城市中除广州、深圳仅有一小部分机械式出租汽车计价器外，其余全部使用电子式出租汽车计价器。为此，OIML 想在 No. 21 国际建议中增加电子式出租汽车计价器的内容，但经充分考虑后，决定专门起草电子式出租汽车计价器的国际建议。并已于 1990 年 10 月 9 日完成了第一预备草案，我国作为成员国已将修改意见返回 OIML。不久即将公布实行。

一、出租汽车计价器的雏形

谈到出租汽车计价器的雏形，可以追述到很久以前，在中国古老的文明史中，对于今日从事出租汽车计价器计量的人员来说有着很值得骄傲的一页，即“击鼓计里”的故事。我国古代为了计算行车里程，他们在车轮上的适当部位（不影响车轮转动行走）镶嵌一凸出物，用此物带动击鼓之木槌，这样车轮每转一周木槌击鼓一声，而车轮之周长事先已计算得知。那么击鼓之声数乘以车轮之周长不就是车辆行走之距离吗？是的，时至今日，出租汽车计价器的基本原理仍然建立在此基础之上。只不过随着科学技术的不断进步，其手段更先进，结构更复杂，功能更全面罢了。

二、机械式出租汽车计价器

19 世纪末 20 世纪初，大约与汽车出现的同时就有了出租汽车。1997 年曾在德国召开了纪念出租汽车诞生一百周年纪念大会，我国业内人士也参加了这次会议。我国的出租汽车在运营时必须安装出租汽车计价器，作为一次运营的结算依据，以保证乘客和司机的共同利益。因而，出租汽车计价器也在这一个世纪内，由最初的机械式朝着电子式、电脑式、多功能式的方向发展着。毫无疑问，机械式出租汽车计价器应是计价器的先驱，它大约存在了七八十年，此后由于电子技术及计算机技术的发展和普遍应用才逐渐被取而代之了。机械式出租汽车计价器的结构和原理将在以后的章节中叙述。

三、分立元件组成的电子计价器

在集成电路出现以前，由单个元、器件（电阻、电容、电感等）组成的电路以及用此电路构成的电子产品，称之为分立元件组成的××产品。如 70，80 年代的电视机，多为此类产品。对于出租汽车计价器来说似乎没有经历过这一时期，或者说没有得到应用，因为我们没有发现真正意义上的用分立元件制成的计价器，现在可以找到的已是应用了一定数量的小规模集成电路所构成的出租汽车计价器。当然，集成电路中又可分为 TTL、CMS 等品种这就不是本书所讨论的范围了。

四、专用集成电路组成的电子计价器

由专用集成电路组成的出租汽车计价器，在我国曾得到过比较广泛的应用，北京市在 1985 年前后曾大量使用，其典型产品为日本 NISHIBE 公司生产的 ETM-30 型出租汽车计价器。其改进后的外形见图 1-1。说它是专用集成电路组成的出租汽车计价器是因为它使用了一片日本 NEC 半导体公司专门为其研制的 μ PB1511C 专用 TAXI 集成电路。其实这种集成电路已经是早期的单片计算机了，不过为了和用于出租汽车计价器的功能更完善的单片计算机加

以区别，我们姑且称之为专用集成电路更为贴切。这类出租汽车计价器与机械式出租汽车计价器相比较有其明显的优点。

- (1) 质量小、体积小、功能强、使用简便；
- (2) 采用 LED（半导体发光二极管）显示，有数字大、清晰、易于读数、亮度可调等优点；
- (3) 不必试验减速器，可设置一组开关，实现转数调整；
- (4) 收费标准可调；
- (5) 可实现不同的收费项目；
- (6) 可存储必须的运营数据。



图 1-1 专用集成电路出租汽车计价器

五、应用单片计算机技术的电子计价器

本世纪 80 年代末 90 年代初，由于计算机技术的飞速发展，功能强大的单片计算机相继出现，从 48 系列、51 系列到 96 系列，集成度空前提高。在工业控制、智能仪器仪表、智能化设备和家用电器等领域得到了广泛的应用。出租汽车计价器的制造企业也毫不例外的应用了单片计算机。与此同时，我国的出租汽车计价器制造业也开始兴起。迄今为止，可以断言，几乎所有现代化的出租汽车计价器，都是应用了单片计算机的技术制造出来的。而在我国出租汽车上使用的计价器，几乎全部为我国自己制造的，进口的计价器在我国已没有了市场。应用单片计算机技术制造的出租汽车计价器，除上述其显而易见的优点外，还有如下特点：

- (1) 自动转换昼间、夜间的收费标准；
- (2) 自动转换加价功能；
- (3) 软件设置参数；
- (4) 数据传输功能；
- (5) 其他适应用户需要所增加的功能。

六、多功能电子式出租汽车计价器

进入 90 年代后，由于出租汽车管理的需要，对出租汽车计价器提出了更高的要求。例如增加发票打印功能、应用 IC 卡进行数据传输功能、语音报话功能等。具有这些功能的出租汽车计价器已经在我国很多城市开始了应用。

七、出租汽车计价器的税控功能

由于我国改革开放的深化以及依法治国的需要，为完善我国的税收制度，有关部门提出了对出租汽车经营者的征税的要求，并发文要求出租汽车计价器具有税控功能。所谓税控功能，就是根据出租汽车计价器存储的原始运营数据，再按“税法”规定的税率进行计算纳税。为此目的就要求出租汽车计价器存储的运营数据应完整、可靠、安全，并应防止专业人员改动。

第二章 出租汽车计价器的工作原理

第一节 出租汽车计价器的理论根据

一、角位移、角速度和角加速度

圆周运动是在生产和生活中常见的一种运动。质点作圆周运动时，常用角位移、角速度

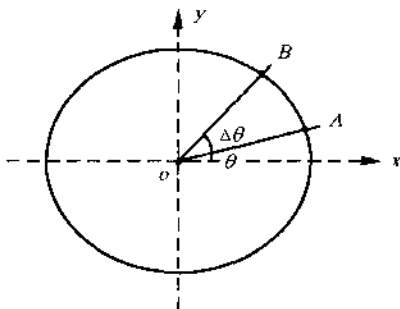


图 2-1 角位移

和角加速度等参量来描述。设一质点在平面 oxy 内，绕原点 o 作圆周运动（图 2-1）。如果在时刻 t 质点在 A 点，半径 oA 与 x 轴成 θ 角， θ 角被称为角位置。在时刻 $t + \Delta t$ 时，质点到达 B 点，半径 oB 与 x 轴成 $\theta + \Delta\theta$ 角。这就是说在 Δt 时间内质点转过角度 $\Delta\theta$ ， $\Delta\theta$ 被称为质点对 o 点的角位移。角位移不但有大小而且有方向。一般规定沿反时针转向的角位移为正值。沿顺时针转向的角位移取负值。

质点转动时，在任意一段相等时间内角位移相等，则叫做匀速转动。在匀速转动时，角位移 $\Delta\theta$ 与时间间隔 Δt 之比值是一个常数，叫做转动角速度，用 ω 表示，即

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (2-1)$$

若质点在转动时，在相等时间内角位移不相等，则叫做变速运动。质点作变速运动时，在某一段时间内角位移 $\Delta\theta$ 和时间间隔 Δt 的比值，即称为在 Δt 这段时间内质点对 o 点的平均角速度，用 $\bar{\omega}$ 表示，即

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (2-2)$$

若 Δt 趋近于 0，相应的 $\Delta\theta$ 也趋近于 0，而比值趋近某一极限值

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt} \quad (2-3)$$

ω 称为在某一时刻, 质点对 o 点的瞬时角速度 (简称角速度), 也就是平均角速度的极限值。

设质点在某一时刻的角速度为 ω_0 , 经过时间 Δt 后, 角速度为 ω , 因此

$$\Delta\omega = \omega - \omega_0 \quad (2-4)$$

$\Delta\omega$ 称为在这段时间内角速度的增量。角速度的增量 $\Delta\omega$ 与时间 Δt 之比, 在 Δt 这段时间内质点对 o 点的平均角加速度, 用 $\bar{\alpha}$ 表示。即

$$\bar{\alpha} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (2-5)$$

如果 Δt 趋近于 0, 那么此比值就趋近于某一极限值

$$\alpha = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} \quad (2-6)$$

α 称为在某一时刻, 质点对 o 点的瞬时角加速度 (简称角加速度), 也就是平均角加速度的极限值。

角位移的计量单位为“弧度”, 角速度的计量单位为“弧度每秒”, 角加速度的计量单位为“弧度每二次方秒”。

质点作匀速圆周运动时, 角速度 ω 是恒量, 角加速度 α 为零。质点作变速圆周运动时, 角速度 ω 不是恒量, 角加速度 α 也可能不是恒量, 如果角加速度 α 为恒量, 这就是匀变速圆周运动。

二、角速度、转速和线速度之间的关系

角速度的概念是单位时间内质点作圆周运动转过的角度。在做圆周运动的刚体上, 任一质点在某一时刻转过的角度都是相同的, 所以角速度是描写做圆周运动刚体运动特性的物理量。

如果匀速转动的物体, 每经过一定时间绕过圆周一圈, 即经过一定的时间, 运动重复一次, 这样的运动必呈周期性。

物体绕圆周运动一次所用的时间叫做周期, 通常用 T 表示, 计量单位为“s”。而转动一圈的角位移为 $\Delta\varphi=2\pi$, 则角速度为

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} \quad (2-7)$$

旋转物体在单位时间内重复运动的次数, 即单位时间内转过的圈数, 叫做旋转频率, 用 f 表示。计量单位为“r/s”。它与周期 T 的关系式为

$$f = \frac{1}{T} \quad (2-8)$$

$$\text{则} \quad \omega = 2\pi f \quad (2-9)$$

角速度的计量单位除采用“弧度每秒”(rad/s)之外, 还采用“度每秒”[$(^\circ)/s$]和 ω_e (地球转速)。它主要应用于小角度测量范围。一般在 $0.001 \sim 1000$ $(^\circ)/s$ 。地球转速、速率转台转速都属于小角度测量范围。

在工程技术上对于旋转体的运动特性, 例如电机、柴油机、汽车发动机等动力机械的旋转快慢, 通常采用转速 (即旋转速度) 这一物理量来衡量, 计量单位为“转每分”(r/min)。一般用 n 表示转速, 它与旋转频率的关系式为

$$n = 60f \quad (2-10)$$

因而得出转速与角速度的关系式为

$$n = 60 \frac{\omega}{2\pi} = \frac{30\omega}{\pi} \quad (2-11)$$

出租汽车计价器量值传递可溯源到频率和转速计量。而出租车行驶快慢是线速度计量。物理量角速度、转速和线速度之间存在一定的关系。

物体绕定轴转动时，其上任一点都做圆周运动，假设 A 点在 Δt 时间内走过的路程为 $\widehat{\Delta S}$ (弧长)。而在此过程中物体的角位移为 $\Delta\varphi$ ，点 A 至转轴的半径为 r (图 2-2)。则 $\widehat{\Delta S}$ 与 $\Delta\varphi$ 有如下的关系式：

$$\widehat{\Delta S} = r\Delta\varphi \quad (2-12)$$

由此得出点 A 的线速度 v 与物体旋转角速度 ω 之间的关系式如下：

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\widehat{\Delta S}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{r\Delta\varphi}{\Delta t} = r \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = r\omega \quad (2-13)$$

线速度的方向在任何时刻都与圆周切线方向一致。线速度与角速度的矢量关系式为：

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r} \quad (2-14)$$

式中 \vec{r} 为矢径，见图 2-3。

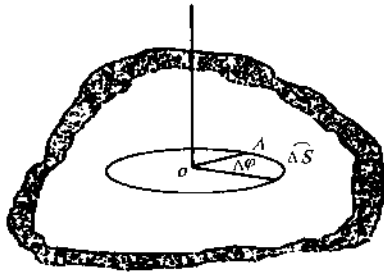


图 2-2 角速度与线速度的关系

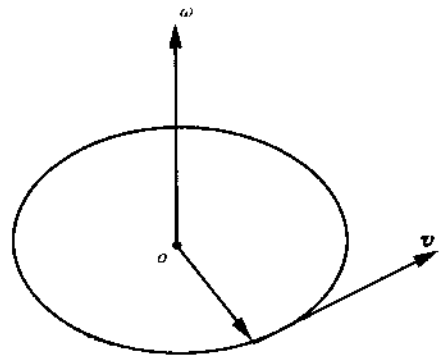


图 2-3 角速度与线速度的矢量关系

因为线速度是旋转物体上某一点的运动速度，所以它只能表征该点的运动特性。由式 (2-14) 可得

$$v = \omega r = \frac{2\pi r}{T} \quad (2-15)$$

或

$$v = 2\pi r f \quad (2-16)$$

式中 $\omega = 2\pi f$ 。

故线速度计量单位可表示为“厘米每秒”(cm/s)、“米每秒”(m/s)、“公里每小时”(km/h)等，也即汽车行驶速度。km 为行驶里程它是旋转圈数的累计。依据这一原理即可设计一台模拟检定装置。

角速度和转速以及线速度计量单位之间的关系分别见表 2-1 和表 2-2。

表 2-1 角速度和转速单位的关系

计量单位	r/min	r/s	rad/s
1 r/min	1	0.016 67	0.104 7
1 r/s	60	1	6.283
1 rad/s	9.549	0.159 1	1

表 2-2 线速度单位的关系

计量单位	km/h	m/min	m/s
1 km/h	1	16.67	0.277 8
1 m/min	0.06	1	0.016 67
1 m/s	3.6	60	1

三、角速度、转速、线速度量值的复现方法

在计量学里，角速度、转速、线速度的计量单位都属于导出单位。角速度值是旋转体在单位时间内转过的弧度数；转速值是旋转体在单位时间内转过的圈数；线速度值是单位时间内旋转体上某一质点通过的线长度。因此我们采用绝对测量法，测出物体在某一时间间隔内转过的弧度数，就可求得角速度。同样，测出物体在某一时间间隔内转过的圈数，就可求得转速和计算出线速度。因而可得出结论，测时计数是转速计量的基本方法。

角速度、转速、线速度是运动参量，只能在物体做圆周运动中才能复现出来，而不能像体现质量的砝码、体现长度的量块用实体物质复现出来。因此，角速度和转速计量是靠一套专用仪器，在开动时复现一系列的角速度值或转速值，线速度也是在转动过程中复现出来的。

转速和频率有共同的量纲 $[T^{-1}]$ ，都是在单位时间内某一量值（周波数、转数）出现的次数。因此转速值可直接与频率值比对。近代科学技术的发展，标准频率源可以达到很高的准确度和稳定度，因而可以用基准方法，借助于标准频率源，建立转速计量的最高标准。

四、转数、转速、时间和出租汽车计价器

出租汽车运营的收费项目是里程、车速和时间，世界各国全都如此，几乎无一例外。出租汽车计价器作为出租汽车收费的计量仪器，在设计制造时必须根据当地出租汽车的收费标准，考虑这三个要素。

里程是由转数决定的以式 (2-17) 表达

$$D = LR \quad (2-17)$$

式中， D 为里程； L 为车轮之周长； R 即为转数。

车速初看起来似乎与收费并无关系，因其表示车行之快慢。然而进入 90 年代以后，我国的出租汽车收费标准都引入了“低速”收费的概念，这是当今各大城市车满为患，交通拥堵所带来的为出租汽车司机和出租汽车经营者因塞车耗时的弥补方法。具体方法是在车速低于或等于 12 km/h（我国行业标准规定）时，除照收里程费以外还要计收等时费。这也是符合国际惯例的。