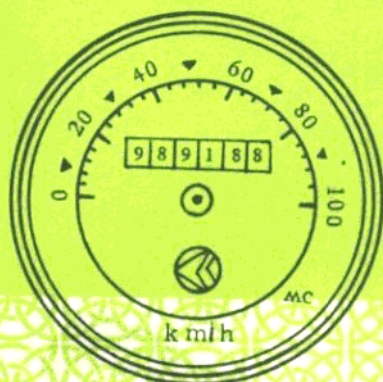


计量检定参考丛书

车速里程表检定技术

徐 殷 编著



中国计量出版社

1991
PDG

计量检定参考丛书

车速里程表检定技术

徐 殷 编著



中国计量出版社

(京)新登字 024 号

图书在版编目 (CIP) 数据

车速里程表检定技术/徐殷编著. - 北京: 中国计量出版社, 1994.10

ISBN 7-5026-0710-2

I. 车… II. 徐… III. 里程表-车速环制-检定 IV. U 463.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 06387 号

2200/109

计量检定参考丛书

车速里程表检定技术

徐 殷 编著

贾在编辑 陈艳春

中国计量出版社出版

北京和平里西街 2 号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

—*—

开本 787×1092/32 印张 8.875 字数 199 千字

1994 年 10 月第 1 版 1994 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—3 000

ISBN 7-5026-0710-2/TB·447

定价 8.50 元

前 言

车速里程表检定属量大面广的计量器具检定，大多数情况下都归在转速计量和振动计量的计量学科名下。由于这个原因，本书的章节是这样划分的：

第1章，介绍转速的物理量和单位的基本概念及转速量值传递系统；

第2章，介绍转速的一般测量方法，主要有频闪法、测频法（有的书称为T法）、测周法（有的书称为M法），而对二者混用可以提高精度的M/T法，本书未做介绍，有兴趣的读者在参考文献[36][37]中可查找到。同时，本章对上述几种方法的精度考虑，在最后给予了小结，并且也简单介绍了其他有关书中常见的中界频率、倍频和周期倍乘用于转速测试的一些概念。

第3章、4章则介绍转速表和用于检测转速表的标准转速装置的概念、使用及它们的检定方法。考虑到本书的读者对象，对装置的介绍是有详有略的，对于有兴趣而又有需要的读者，需要了解情况的话，则要询问专门的计量研究和计量产品生产单位。

第5章则专门对线速度测量做些介绍，其目的是使车速里程表检定人员有个较宽的知识面，不至面对其他方式的线速度测量而感到茫然。本章最后对各种测速有个定性的小结，可对测速问题有个全貌感。本章中的空间滤波器测速，理论上较深，成本也较高，但十分有发展前途；而五轮仪的方法

则势必将被取代；雷达测速仪则是交通管理部门常用的仪器；其他的方法则是简单易行的。

第6章则是对车速里程表和车辆结构之间的关系做一些介绍，这部份介绍的不可能很详细、很准确，但对车速里程表的检定有所裨益。

第7章是对车速里程表的检定的各种方法做个概览，有些专业的方法就要看专门的书籍，本书就不详细介绍了，本章最后也对这些方法略做了些评价性说明，使我们能有所适从而不盲目。

第8章则是对检定规程 JJG 559—88 做了些条文性解释；为此先对编写规程时对检定误差的考虑做了分析；然后又对检车速里程表时用的校验仪本身的检定做了一些介绍，这些参数在转速计量技术中是常用到的，介绍是十分必要的。最后，对整个车速里程表依据 JJG 559—88 检定的过程做了个简要的小结，使问题最后变得简单明了。

本书最后列出了附录，都是有关的法规、条文，对读者查阅是十分方便的。

车速里程表本身结构不复杂，它的检定也不复杂，但是“事非经过不知难，书到用时方恨少”。因此，本书不单就检定而论检定，希望在转速计量、车辆结构、测速方法等诸方面对读者多提供些知识，如能达此目的于万一，作者将不胜欣喜。

作者对在本书成书过程中曾协助搜集、整理部分资料的薛淑英、蔡仑等同志表示诚挚的谢意，这些资料使本书更为充实。

作者

1994年3月于北京

目 录

第1章 关于转速计量的基本概念	(1)
1 有关转速的物理量和单位	(1)
1.1 平动与转动的比较	(1)
1.2 角位移与匀速转动、变速转动	(1)
1.3 瞬时转速与平均转速	(2)
1.4 定时测角与定角测时	(3)
1.5 线速度和平动与转动的联系	(4)
2 转速和速度计量中使用的单位	(5)
2.1 转速计量中使用的单位	(5)
2.2 线速度计量中使用的单位	(5)
2.3 角速度和转速以及线速度计量单位之间的关系	(5)
2.4 角频率、频率、转速的关系	(6)
3 转速计量中的量值复现与传递	(7)
第2章 转速的测量方法	(9)
1 频闪法测量转速	(10)
1.1 频闪效应与频闪法测量转速	(10)
1.2 频闪法的误差分析与精度考虑	(15)
2 转速的频率测量法	(16)
2.1 测频法原理	(17)
2.2 测频法误差分析与精度考虑	(18)
3 转速的周期测量法	(22)
3.1 计数器测周期的基本原理	(22)
3.2 测周法误差分析与精度考虑	(23)
4 中界频率、倍频及周期倍乘	(29)

4.1 中界频率的概念	(28)
4.2 倍频与周期倍乘	(30)
5 转速测量方法小结	(32)
第3章 转速表及其检定	(35)
1 转速表的分类与分级	(35)
1.1 转速表的分类	(35)
1.2 转速表的分级	(36)
2 机械式转速表结构原理与检定	(38)
2.1 离心式转速表的结构原理	(38)
2.2 定时式转速表的结构原理	(45)
2.3 机械式转速表的检定	(52)
3 磁电式转速表的工作原理与检定	(57)
3.1 磁感应式转速表工作原理及误差分析	(58)
3.2 磁电式转速表的检定	(61)
4 电子计数式转速表原理与检定	(63)
4.1 电子计数式转速表工作原理	(63)
4.2 电子计数式转速表的检定	(73)
5 转速表检定公式小结	(87)
第4章 标准转速装置的原理和使用	(90)
1 概述	(90)
2 BZ-4 (JAQUET) 转速表校验台	(92)
3 直接驱动式转速装置	(97)
4 GZ-1 同步稳速标准转速装置	(105)
5 CNR-1 及其改进型 CNR-3 标准转速装置	(110)
6 GZJY 型标准转速装置	(115)
第5章 线速度测量原理	(118)
1 利用转速测量线速度	(118)
2 平均测速法	(119)
2.1 定距测时法	(120)
2.2 定距测时法误差分析	(124)
2.3 定时测距法	(125)

3	雷达测速	(125)
4	五轮仪测速	(127)
5	空间滤波器测速	(132)
6	测速方法小结	(136)
第6章	车速里程表结构原理与车辆结构的关系	(137)
1	车辆系数 W 与里程表系数 K	(137)
1.1	K 与 W 的定义	(137)
1.2	K 、时速、转速的关系	(139)
2	车辆结构与里程表间的传动关系	(140)
3	里程表记数机构	(143)
4	车速指示机构	(146)
5	磁感应车速里程表结构分析与误差分析	(149)
6	其他车速里程表结构原理	(156)
7	软轴总成	(161)
7.1	软轴总成的结构	(162)
7.2	软轴与软管	(164)
第7章	车速里程表的检定方法	(171)
1	表头检定法	(171)
1.1	车速表工厂检验方法——调整速度法	(173)
1.2	车速表计量检定方法——标准车速法	(173)
1.3	车速表表头检定法小结	(175)
2	试验台架检定法	(175)
2.1	转鼓试验台	(176)
2.2	车速表试验台	(178)
2.3	机动车安全检测系统与车速表校验	(181)
2.4	试验台架法对车速里程表的校验	(186)
2.5	滚筒式车速表校验台的检定	(188)
3	场地检定法	(189)
3.1	道路试验法用仪器	(190)
3.2	车轮滚动半径的确定	(191)
3.3	里程表校正系数的确定	(191)

3.4 速度表检验校正方法	(193)
4 其他检定方法	(194)
4.1 装入车辆后表头检定法	(194)
4.2 车辆系数检定法	(195)
4.3 非接触式光电检测仪检定法	(196)
5 对以上方法的几点说明	(198)
第8章 JJG 559—88《车速里程表》释义	(200)
1 JJG 559—88 与其他标准的相关性	(200)
2 JJG 559—88 检定误差分析	(206)
2.1 车速表的精度等级	(206)
2.2 车速表基本误差检定误差分析	(207)
2.3 里程表基本误差检定误差分析	(209)
2.4 检定误差的其他考虑	(209)
3 关于车速里程表检验仪的检定	(211)
3.1 转速分辨率与转速分辨率	(212)
3.2 转速稳定度	(213)
3.3 滞后误差	(214)
3.4 电源稳定性	(214)
4 JJG 559—88 条文的一些解释	(215)
5 车速里程表表头检定过程	(221)
附录	(223)
附录1 JJG 559—88 车速里程表试行检定规程	(223)
附录2 JJG 779—92 车速里程表校验仪检定规程	(232)
附录3 GB 7258—87 机动车运行安全技术条件	(251)
附录4 GB/T 12548—90 汽车速度表、里程表检验校正方法	(252)
附录5 GB 5376—85 摩托车车速里程表指示值校验方法	(257)
附录6 GB 11798.4—89 汽车安全检测设备滚筒式车速表试 验台检定技术条件	(263)
附录7 机动车辆安全技术检测站检测设备认定、标定规程 (试行)	(269)
参考文献	(273)

第1章 关于转速计量的基本概念

1 有关转速的物理量和单位

1.1 平动与转动的比较

物体的宏观运动，无非是平动、转动和其二者的综合运动。这是初等物理的基本概念，这里我们简单回顾一下。

将平动与转动的有关物理概念列成表1-1。

1.2 角位移与匀速转动、变速转动

角位移不但有大小，而且有方向，按逆时针方向转动的角位移为正值，反之为负，如图1-1所示。

在任意一个相等的时间间隔内转过相同的角位移的转动称为匀速转动。而角位移不相等时，称为变速转动。

目前我们讨论的都是匀速转动，即转速计量是在相等的时间间隔内，计量它的转速变化情况，也就是说 是平均测转速的方法。换句话说转速测量是测量平均转速。如果我们

考虑的是一段时间内转过的周数，或者说以整个一个圆周运动为一转，在一段时间转过多少转为计量单位，这就是转速的概念。

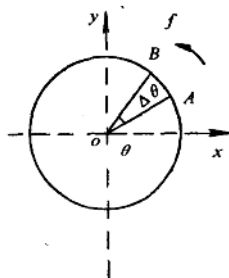


图1-1 角位移

表 1-1

平 动 物 理 量	单 位	转 动 物 理 量	单 位
位移: (符号 l) 物体移动的距离	mm m km	角位移: (符号 θ) 旋转物体围绕轴心转过的 角度	($^{\circ}$) rad
速度: (符号 v) 单位时间内物体移动的距离 $v = \frac{\Delta l}{\Delta t}$	km/h m/s	角速度: (ψ) 单位时间内旋转物体转过的 角度 $\psi = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$	($^{\circ}$)/s rad/s
加速度: (符号 a) 单位时间内速度的变化情况 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	m/s ²	角加速度: (φ) 单位时间内角速度的变化 情况 $\varphi = \frac{\Delta \psi}{\Delta t}$	($^{\circ}$)/s ² rad/s ²
频率: (符号 f) 单位时间内物体重复运动的 次数	Hz 1/s	频率: (符号 f) 单位时间内旋转物体转过 2π 弧度的次数 角频率: (符号 ω) 单位时间内旋转物体转过 的角度 (rad) 转速: (符号 n) 单位时间内旋转物体转过 的转数	Hz 1/s rad/s r/s r/min

在实践当中,更有许多场合要考虑转速的变化量。例如电机的启动过程,是逐渐由慢变快;汽车的掣动过程,则是转速由快变慢的过程。这时要研究它在每一瞬时的转速。这时的转速当然是变速转动了。

1.3 瞬时转速与平均转速

在表 1-1 中我们给出了公式:

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

$$\varphi = \frac{\Delta\psi}{\Delta t} \quad (1-2)$$

“ Δ ”表示间隔，或叫增量。既然称之为增量，那就是用后一时刻减前一时刻。这个时间间隔相等的话，我们称其为平均角速度（ ψ ）和平均角加速度（ φ ）。象前面说的，如果整转整转地计量，则称为平均转速。

在式（1-1）、（1-2）中取的时间间隔很短，甚至于趋近于零，如下所示：

$$\psi = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (1-3)$$

$$\varphi = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \quad (1-4)$$

则我们称为瞬时角速度和瞬时角加速度。

总之，瞬时和平均的区别在于 Δt 的选取不同，并无十分严格的区别。例如，在 10 s 内的测量是平均角速度，那么几毫秒内的测量我们就可以认为它是瞬时角速度。

另外，角速度是计量角度的变化速度，而转速是计量整转整转的变化速度。通常，我们计量转速是以整转来计量的，后面我们将会看到，往往也用一个角度的速度变化情况来计量转速，这就是开齿或多贴标记的技术。

1.4 定时测角与定角测时

从式（1-1）~（1-4）可以看出，时间间隔固定，而测量角度或整转转速，是定时测角或定时测转速的方式；反之，固定角度或转过的次数，而测量所用时间，则是定角测时方式或定角测转方式。

在转速计量中，是定时测角或叫定时测转的方式居多，而在慢转速运动中，则往往是定角测时的方式，这是显而易

见的。例如在惯性导航设备中，为了检验导航陀螺在一天内的电量漂移，旋转的转台也可能一天转一圈，我们要固定时间测角度，就十分不方便和十分困难。而要固定角度（例如在一周内固定 360 个角度传感器）测时间，就很方便而快捷了。

1.5 线速度和平动与转动的联系

物体绕定轴转动时，这物体上每点都做圆周运动。在图 (1-2) 中 A 点，第一时刻是 A ，第二时刻它转动了角位移 $\Delta\theta$ 到了 A' ，而走过的圆弧长度（通常简称为弧长）为 $\widehat{\Delta S}$ 。则弧长、角位移 $\Delta\theta$ 和 A 点至转轴的半径 r 的关系为：

$$\widehat{\Delta S} = r \Delta\theta \quad (1-5)$$

由此可以得出点 A 的线速度 v 与旋转角速度 ψ 及旋转半径 r 的关系式为：

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\widehat{\Delta S}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{r \Delta\theta}{\Delta t} = r \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (1-6)$$

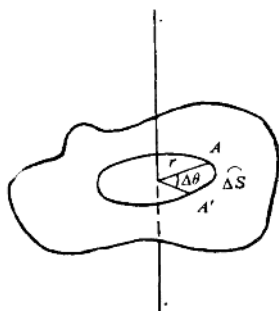


图 1-2 角速度与线速度的关系

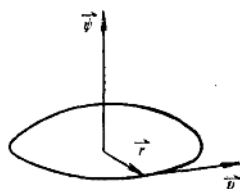


图 1-3 角速度与线速度的矢量关系

即,

$$v = \omega r \quad (1-7)$$

线速度的方向任何时刻都与圆周切线方向相一致。线速度与角速度的矢量关系为:

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r} \quad (1-8)$$

用右手定则可以方便地确定方向,如图1-3所示。

在车速里程表中,这是个极其重要的概念。车轮的转速和车辆的行进速度应当是一一对应的关系,它们之间的联系是 r 。这个 r 既为我们通过转速而测量速度提供了方便,也给我们制造了困难,因为 r 随时随地是个变量。

2 转速和速度计量中使用的单位

2.1 转速计量中使用的单位

转速计量中常用二种单位,一种是($^{\circ}$)和弧度(rad),另一种是“转”(r)。众所周知 $1\text{ r} = 2\pi\text{ rad} = 360^{\circ}$ 。

2.2 线速度计量中使用的单位

在车辆行驶和检测以及车速里程表的检定中,线速度主要使用的单位是公里(km)/小时(h)和米(m)/秒(s)。

2.3 角速度和转速以及线速度计量单位之间的关系

表 1-2

计量单位	r/min	r/s	rad/s	$^{\circ}$ /s
1 r/min	1	0.016 67	0.1047	6
1 r/s	60	1	$2\pi=6.283$	360
1 rad/s	$30/\pi=9.549$	$1/2\pi=0.159\ 1$	1	57.3
1° /s	0.166 7	2.778×10^{-3}	0.017 5	1

表 1-3

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

2.4 角频率、频率、转速的关系

在实际当中也常用到角频率 ω 、频率 f 、周期 T 和转速 n 这些量以及它们之间的换算。它们之间的关系为：

$$\omega = 2\pi f \quad (\text{rad/s}) \quad (1-9)$$

$$n = 60 f \quad (\text{r/min}) \quad (1-10)$$

$$n = \frac{30}{\pi} \omega \quad (\text{r/min}) \quad (1-11)$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{60}{n} \quad (\text{s}) \quad (1-12)$$

〔例〕

地球的自转周期是一昼夜，请用 n 转单位表示。

〔解〕：地球自转是 24 h 则可表示为：

$$\begin{aligned} 1 \text{ r}/24 \text{ h} &= 0.0417 \text{ r/h} \\ &= 6.94 \times 10^{-4} \text{ r/min} \\ &= 1.16 \times 10^{-5} \text{ r/s} \\ &= 7.27 \times 10^{-5} \text{ rad/s} \\ &= 4.17 \times 10^{-3} \text{ }^\circ/\text{s} \end{aligned}$$

〔例〕

汽车在一级国道上以 120 km/h 的速度匀速行驶，其车轮半径为 0.4 m，问：汽车着地点线速度为多少 (m/s)？车

轮的转速为多少 (r/min) ?

〔解〕：汽车在路上匀速行驶，则着地点线速度也是不变的，则其线速度 v 为：

$$\begin{aligned}v &= 120 \text{ km/h} \\&= 120 \times 1000/60/60 \\&= 33.33 \text{ m/s}\end{aligned}$$

又知道：

$$\begin{aligned}v &= 2 \pi f \cdot r = \omega r \\&= \frac{\pi}{30} n r\end{aligned}$$

故：

$$\begin{aligned}n &= \frac{30 v}{\pi r} = \frac{30 \times 33.33}{\pi \times 0.4} \\&= 796 \quad (\text{r/min}) \\&= 13.3 \quad (\text{r/s})\end{aligned}$$

所以车轮线速度为 33.33 m/s，车轮的转速是 796 r/min 或 13.3 r/s。

3 转速计量中的量值复现与传递

车速里程表的计量，从量传角度看，它应溯源于长度和时间频率。在我国长度和时间频率的基准已经达到了国际先进水平，因而借助于标准频率源可以建立转速、速度计量的最高标准。

角速度、转速、线速度是运动参数，只能在物体做圆周运动时才能复现出来，而不能象体现质量的砝码、体现长度的量块那样用实体物质来实现。因此，角速度和转速计量是靠一套专用装置，我们称之为标准或基准转速装置，在开动运转时来复现一系列的角速度或转速值。线速度也是在转

动过程中复现的。

这样，转速的量值传递就清楚了：基标准频率源检定基标准转速装置，基标准转速装置再检定下级的转速表，这些转速表再对下级的或工作的转动装置或设备进行检定与测试，这就是转速的量值传递系统。

必须说明的是，我国目前尚未建立转速的国家基准，因此转速计量器具量值传递系统尚未正式颁布。