



汽车仪表

刘友钦 编

人民交通出版社

汽 车 仪 表

刘 友 钦 编

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书详细介绍了汽车用仪表的结构以及工作原理，主要内容有：车速里程表、汽油表及其传感器，水温表及其传感器，机油压力表及其传感器以及手提式轮胎气压表、空气压力表、电流表、软轴总成、仪表板总成等，可供从事汽车仪表设计、修理人员和汽车驾驶员参考。

2R44/11

汽 车 仪 表

刘友钦 编

人民交通出版社出版
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售
人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 1/32 印张：8.375 字数：179 千

1983年9月 第1版

1983年9月 第1版 第1次印刷

印数：0001—17,800册 定价：1.30元

目 录

概述.....	1
第一章 车速里程表.....	10
§1 工作原理.....	10
一、里程记数机构.....	10
二、车速指示机构.....	25
§2 结构分析.....	32
一、常用结构概述.....	32
二、滚筒式速度指示机构.....	40
三、离心式车速里程表.....	45
四、电传感车速里程表.....	59
§3 车速里程表的误差.....	65
一、刻度误差.....	65
二、摩擦误差.....	65
三、间隙误差.....	66
四、活动组件不平衡误差.....	67
五、温度误差.....	67
§4 故障的原因及排除.....	72
一、抖针.....	72
二、呆针.....	73
三、数字轮运转不正常.....	73
四、转轴不运转.....	73
五、指针失去指示的效能.....	74

六、软轴失去带转效能.....	74
第二章 汽油表及其传感器.....	75
§1 电磁式汽油表与可变电阻式浮筒.....	76
一、铁芯线圈的电磁式汽油表与浮筒.....	76
二、空心线圈的电磁式汽油表.....	93
三、可变电阻式浮筒的特性.....	102
四、电磁式汽油表及浮筒的故障分析.....	118
§2 电热式汽油表与可变电阻式浮筒.....	119
一、工作原理.....	119
二、结构及调整.....	123
三、稳压器的结构及调整.....	128
§3 电热式汽油表与脉冲式浮筒.....	133
第三章 水温表及其传感器.....	135
§1 温度测量的一般概念.....	135
§2 电热式水温表与热敏电阻式感温塞.....	138
一、工作原理.....	138
二、热敏电阻式感温塞.....	141
§3 电热式水温表与触点脉冲式感温塞.....	153
§4 蒸汽压式水温表及其传感器.....	157
§5 温度报警器.....	160
§6 双金属片的工作原理及性能.....	162
一、双金属片的组成.....	163
二、工作原理.....	164
三、双金属片的计算.....	166
四、双金属片的稳定处理.....	168
五、双金属片的特性.....	171
第四章 机油压力表及其传感器.....	173
§1 电热式机油压力表及其传感器.....	173

一、工作原理.....	173
二、感应塞的结构与工艺.....	175
三、膜片的特性及计算.....	180
§2 弹簧管式机油压力表.....	187
一、工作原理.....	188
二、特性计算.....	192
三、结构及工艺.....	196
§3 油压报警器.....	201
§4 炭质传感器.....	206
第五章 手提式轮胎气压表.....	211
§1 概述.....	211
§2 性能及结构.....	212
第六章 空气压力表.....	216
第七章 电流表.....	220
§1 电流表的工作原理.....	222
§2 电流表的结构与调整.....	227
第八章 软轴总成.....	236
§1 软轴总成的结构.....	236
§2 软轴.....	238
§3 软管.....	242
§4 故障及排除.....	244
第九章 仪表板总成.....	247
§1 总体式与独立式仪表的比较.....	247
一、总体式仪表板总成.....	247
二、独立式仪表.....	248
§2 仪表灯座及接线座.....	249
一、仪表灯座.....	249
二、接线座.....	249

§3 印刷电路.....	253
附录一、几种国产汽车仪表板总成.....	256
附录二、仪表在汽车上的安装.....	259
附录三、部分国外汽车仪表的结构型式.....	260

概 述

一、汽车仪表的作用

普通的汽车当打开点火开关按下起动钮时，起动马达就转动，并带动飞轮使发动机曲轴旋转。这时若踩下油门，可燃的汽油空气混合气体便进入气缸。经点火后发动机转动并产生动力，通过离合器、变速器、万向传动机构、主减速器、差速器及两根半轴等传至驱动车轮，于是汽车开始运动。这时汽车上的仪表也就全部开始工作。驾驶员就是靠汽车仪表的指示来随时掌握汽车各部件的工作状态，特别是在偏僻的野外或山区行驶的汽车，准确无误的仪表指示更是不可缺少的。

汽车上较常用的一般有五种指示仪表和三种相应的传感器，即车速里程表、水温表、机油压力表、汽油表及电流表等指示仪表和水温表传感器（感温塞）、机油压力表传感器（感应塞）、汽油表传感器（浮筒）等，另外还有软轴附件。根据不同车型的要求，在有的汽车上还装有轮胎气压表、空气压力表、油压报警器、温度报警器、油量报警器等。在汽车的仪表板上往往还同时装有转向讯号灯、倒车讯号灯等，有的还装有时钟装置。汽车上标称的电压一般是12伏，大吨位的汽车用24伏，个别车型亦有用6伏的。为了防止电压波动对仪表读数的影响，近来有的汽车上采用了电源稳压器。

汽车上一般配有一只或两只贮藏汽油的油箱（主、副油

箱)。装在油箱上的浮筒就是为了测量油箱中的贮油量的。随着油面高度的变化，浮筒中的电阻值相应改变，于是汽油表就指示出相应的油面高度。

发动机是汽车的心脏。按汽车汽油发动机来讲，不论是四、六或八个甚至更多的气缸，其工作原理大都是四冲程循环运动。它由气缸、曲轴、连杆、活塞等组成。当可燃的混合气体进入气缸，经火花塞点燃时，便产生很高的温度和压力，迫使活塞向下移动，带动曲轴旋转。若这时合上离合器，发动机所产生的动力就经过离合器、变速器等一系列传动机构传至驱动车轮。混合气体燃烧后产生的废气自气缸的气门排出，通过消声器排到车外的大气中去。当混合气体燃烧而产生的高温使气缸壁发热，润滑油变薄时，发动机的正常工作就将受到影响。因此就要在双层的气缸壁中通入冷水以使气缸冷却。但是，经过气缸壁水套冷却以后的水也将发热，这样就必须将它回至散热器重行冷却。散热器装在汽车的前面由许多排管子组成，靠汽车行进中的风及风扇所加强的气流进行再冷却。汽车上的水温表就是为了测量水套中水的温度的。它靠装在水套中的感温塞感受温度的变化，并将其变换为电量输送至水温表指示出相应的温度值。为了保证发动机的正常工作，水温表是不可缺少的仪表。

发动机在工作中，各机件由于相对运动要产生摩擦，例如活塞在气缸壁中的高速运动等。由于相互摩擦，机件的表面将会发生磨损及温度升高，并要耗费发动机的动力，最终将使发动机无法工作。因此在发动机运转过程中，要不断进行润滑以使金属表面不相互接触并带走热量以及微小的金属颗粒，延长发动机工作寿命，提高发动机的有效功率。汽车发动机润滑一般同时采用压送及飞溅两种方法，即在装在发动机下曲轴箱中的机油靠曲轴连杆的运动向四面飞溅的同

时，采用机油泵把机油送入过滤器过滤后压送往各油道进行润滑。为了保证机油泵有正常的压力压送机油，就必须用机油压力表加以测量，通过装在主油道孔内的感应塞把压力转换为电量输送至机油压力表以指示出压力的大小。有的汽车上在主油道还另装有一个压力报警器，当油压低于某一定值时，讯号由压力报警器传至仪表板上的讯号灯，这时讯号灯亮，表示需停车检查。

为了测量汽车行驶的速度和所经过的里程数，就要用车速里程表。汽车的速度以公里/小时计算。汽车所驶过的里程数有两种表示方法：一种是累计里程数，它记录了汽车所行驶过的总里程数；另一种是日计里程数，它可记录汽车每趟出车所驶过的里程。车速里程表通过软轴和变速器连接，汽车的驱动轮在道路上所转过的转数经减速器、传动轴、变速器和软轴传至里程表的接头，并经车速里程表内的减速机构和磁感应作用分别指示出汽车所驶过的里程与车速。

汽车上有两种电源：一种是蓄电池，它是在发动机不工作或未达到正常转速时供给汽车的电源；另一种是发电机，它是在发动机正常运转时的供给电源。在发动机运转过程中，如果发电机的电压低于蓄电池的电压，则由蓄电池补充供给汽车用电；当发电机的电压高于蓄电池的电压时，则发电机就对蓄电池充电。电流表就是用来指示蓄电池充放电的电流强度，以便了解蓄电池和发电机的工作状况，保证汽车正常行驶。

二、汽车仪表的使用条件

汽车的使用条件是比较恶劣的，对仪表的工作有很大影响。故在设计汽车仪表时要充分考虑到仪表在汽车上的工作条件。

(一)温度

汽车是被广泛使用的交通工具，要在各种环境温度下都能正常工作，如在干热带气候地区平均的最高温度可达 $+55^{\circ}\text{C}$ ，因此对汽车仪表要求在 $-40^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ 范围内都能正常指示。这样大幅度变化的温度与仪表的调整和校验温度不同，所以在使用中将给仪表的指示带来误差。温度的变化还会引起仪表的导线电阻、磁性、游丝的刚性，以及双金属片、膜片、弹簧管的弹性系数等发生变化。仪表中相互配合的不同零件也将因不同的线胀系数而使其尺寸发生变化，在需要保持一定间隙的机构中，由于温度的变化其间隙值也将改变。如里程表中的转轴由易切钢制成，其线胀系数为 $13\times 10^{-6}1/^{\circ}\text{C}$ ，与它配合的座体接头由锌合金制成，线胀系数为 $27.4\times 10^{-6}1/^{\circ}\text{C}$ ，因此当温度升高时将使轴孔的径向间隙加大轴向间隙减小；相反当温度降低时将使径向间隙减小而轴向间隙加大。

为了克服因温度变化所产生的误差，对仪表的相应零部件要进行适当的处理或采取相应的补偿机构。如对于磁钢磁性的变化采用铁镍铬合金钢制成的温度补偿片；对于双金属片零件可在其零件的形状上采用补偿臂的方法来补偿工作臂受温度的影响等等。

仪表各零部件因温度变化所引起的误差将综合地表现于仪表读数的指示误差，因此对仪表的指示要给定一个允许的温度附加误差值，这个附加误差值既要考虑到仪表性能所能达到的可能性，又应该能满足实际使用的要求，并通过对仪表的高低温试验加以考核。

(二)湿度

由于汽车仪表是室外工作的仪表，因此它还将感受到湿度的影响。大气层中湿度的变化范围很大，不同的地区以及

不同的气候条件下湿度也都不同，在湿热带地区空气的月平均最高相对湿度达90%，在35℃时空气平均的最高相对湿度甚至达95%；在亚热带地区35℃时空气平均最高相对湿度达75%。潮湿的空气将使仪表零件，特别是黑色金属零件表面生锈，电气绝缘件的绝缘性能降低甚至漏电，还由于潮湿空气的变冷，使毛细管内的水份凝聚，引起指示误差以至堵塞。

因此为了保证仪表正常工作和使用寿命，金属零件尤其是黑色金属零件要进行表面处理如电镀、化学处理、喷漆等工艺。

仪表常用的金属镀层和涂覆漆层见下表所列。

湿度的计量有绝对湿度和相对湿度二种。绝对湿度就是一立方米的体积内空气中所含有的水蒸汽量。一般作为考核空气湿度大小的是相对湿度，其含义是绝对湿度与当时温度下的饱和水蒸汽量的比值，用公式表示如下：

$$R = \frac{q}{Q} \times 100\%$$

式中： R ——相对湿度（%）；

q ——绝对湿度（克）；

Q ——当时温度下的饱和水蒸汽量（克/立方米）。

（三）振动

汽车行驶的路面条件是各种各样的，虽然汽车上装有钢板弹簧能够起到一部分减震作用，但是当汽车在高低不平的路面上行驶时，仍然要引起车身的振动。尤其是越野车要通过的道路有时是非常恶劣的地形，这时车身的振动更为严重。同时由于发动机的高速运转也将引起汽车各部件的振动；汽车在突然起步或紧急刹车时会受到加速度负荷的冲击。这些振动与冲击加之于仪表，将会影响仪表指示的准确

常用金属件的镀层

材料名称	工作条件	镀层种类	备 注
钢 铁 件	一 般	镀 锌	在大气及工业气体条件下具有高保护性能,但在海水蒸汽中不如镀铬层耐腐蚀,镀层具有中等硬度,能承受弯曲,不耐磨,经铬酸盐钝化后将提高耐蚀性
	海洋性气候	镀 铬	在海洋蒸汽中防蚀性高,镀层柔软,弹性好,但在工业气体中耐蚀性不如镀锌层,经铬酸盐钝化后将提高耐蚀性,零件镀铬后再镀铬既耐磨又耐蚀,可在热带气候条件下使用
	要求表面光泽或有高度反射能力的零件,适用于各种条件	铜 + 镍 + 铬 (并经过抛光)	具有很强的保护性能,耐磨硬度高,可在热带气候条件下使用
	良 好	锌 + 黑 镍	适用于需要黑色无反光性的保护装饰零件
铜及铜合金	一 般	镀 镍	
	一 般	酸 洗 + 钝 化	弹性元件、青铜制齿轮、铜嵌件
	各种条件	镍 + 铬	作为保护、装饰覆盖层,可适用于热带气候
		镀 银	导电零件
		镀 锡	焊接零件
铝及铝合金	各种条件	阳极氧化	重铬酸钾阳极氧化后着色作为保护层
		阳极氧化后涂漆	适用于一般铸铝件
		阳极氧化着色	含硅压铸铝合金
锌 合 金	一 般	酸 洗 + 钝 化	

常用的仪表面漆

漆 层 材 料	干 燥 工 艺		性 能 及 用 途
	温度(°C)	时 间 (小时)	
黑色有光胺基醇酸烘漆	150	2	附着力强,漆层坚硬,耐久,平滑光亮,适用于在恶劣条件下工作的仪表外壳等零件
黑色平光胺基醇酸烘漆	120	2	附着力强,无光泽,适用于在恶劣条件下工作需要无反光的零件,但漆层较粗,耐磨性较差
浅灰色或白色胺基醇酸烘漆	100	1.5	附着力强,有光泽,漆层细腻,坚硬耐磨适用于在恶劣环境下工作的仪表外壳等零件
银灰色锤纹漆	110	2	坚硬耐久,不易退色,平滑光亮,花纹美观大方,适用于在恶劣条件下并需要装饰性的轿车仪表外壳
丙烯酸仪表平光白漆	室 温	16	漆层耐久,无光泽,而不泛黄,可在漆层上印制刻度,适用于仪表表面

常用的仪表底漆

漆 层 材 料	干 燥 工 艺		性 能 及 用 途
	温度 (°C)	时间(小时)	
磷化底漆	120	0.5	附着力强,漆层薄,系由磷化液和钝化剂与金属表面起磷化作用产生,适用于黑色金属及铝、铝合金
环氧铁红	110	0.5	附着力强,防腐性能好,抗水耐老化,适于恶劣条件下使用
环氧锌铬黄	110	0.5	附着力强,防潮防锈性能好,适用于铝及铝合金等有色金属零件
环氧腻子	130	0.5	漆层坚硬,耐潮性好,与底漆附着力强,适用于预先涂有底漆的金属表面不平处作填嵌之用

性，加大指针的摆幅，引起紧固件的松动，缩短仪表的使用寿命。因此在设计汽车仪表时，要保证仪表零件的足够强度和紧固件的牢固性。一般的方法是在仪表板外面加放橡皮减震垫圈，仪表内的旋转零部件如指针，车速里程表加感应铝罩，磁钢组件进行精细的平衡等。此外，仪表应能经受住频率为2500周/分、振幅为 ± 0.5 毫米、时间为二小时的振动试验以及频率为900周/分、振幅为 ± 3.5 毫米、时间为一小时的震击试验。

在上述试验条件下仪表所承受的加速度负荷可由以下公式推算得出：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{a}}$$

式中： T ——振动周期（秒/周）；

l ——振幅（厘米）；

a ——振动加速度（厘米/秒²）。

经展开后，得到：

$$a = 4\pi^2 l \frac{1}{T^2} = 4\pi^2 l f^2$$

式中： f ——振动频率（周/秒）。

将以上振动和震击试验的参数代入后得到振动加速度 a_1 和震击加速度 a_2 分别为：

$$a_1 = 3804 \text{ (厘米/秒}^2\text{)}$$

$$a_2 = 3104 \text{ (厘米/秒}^2\text{)}$$

振动的加速度负荷是振动加速度 a 与重力加速度 g 的比值，因此振动和震击的加速度负荷 i_1 与 i_2 分别为：

$$i_1 \approx 4$$

$$i_2 \approx 3$$

即汽车仪表至少必须能承受4的振动加速度负荷。

(四)其他

汽车仪表的工作环境还可能遇到其他气候条件如暴雨、灰尘的浸蚀、阳光辐射、油腻的沾污、霉菌的腐蚀、海洋盐雾的浸蚀以及冰冻等的影响，因此仪表零部件的各种金属材料、非金属材料以及各种油类、保护层等都要根据不同的气候条件加以选用。

第一章 车速里程表

§1 工作原理

车速里程表是指示汽车行驶的速度和记录所驶过的里程数的组合式仪表。累计记录的最大量程为99999.9公里，日里程计数器记录的最大量程为999.9公里。载重车类车速的最大量程通常为100公里/小时，轻型汽车如轿车、吉普车等车速的最大量程为140~180公里/小时甚至更高。本节将对仪表测记里程和车速的工作原理分别加以叙述。

一、里程记数机构

(一)传动机构

汽车所行驶过的里程是用驱动轮的转数来度量的。如图1所示，汽车驱动轮1的转动经主减速器(在后桥壳3内)、传动轴4、变速器5内的蜗杆蜗轮传至软轴6，并通过软轴与车速里程表转轴上的方孔连接将运动传至仪表。

驱动轮至车速里程表转轴的传动关系可由以下求得：

$$n_2 = i_1 i_2 n_1 \quad (1)$$

式中： n_1 ——汽车行驶一公里路程时驱动轮所转过的转数；

n_2 ——汽车行驶一公里路程时车速里程表转轴（或软轴）所转过的转数；

i_1 ——驱动轮至传动轴的传动比（即主减速器的速比）；