

87.175

BNJ

北京内燃机务段仪表组编

712374-



内燃机车

仪表检修

铁道部上海通信工厂

人民铁道出版社

车 仪 表 检 修

内 燃 机 务 段 仪 表 组 编

人 民 铁 道 出 版 社

1 9 7 7 年 · 北 京

内 容 简 介

本书介绍目前我国内燃机车上使用的电流表、电压表、压力表、温度表、速度表、转速表的构造、原理、检修及校验方法。并根据工作实践总结出一些仪表的常见故障及处理方法。

本书可供机车仪表检修工参考。

内燃机车仪表检修

北京内燃机务段仪表组编

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张: 10.5 插页: 1 字数: 232千

1977年6月 第1版

1977年6月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—8,000 册 定价(科二): 0.75元

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

前 言

无产阶级文化大革命以来，我国工人阶级遵照毛主席“以阶级斗争为纲”的教导，在“独立自主，自力更生”方针指引下，各条战线取得了丰硕的成果，铁路牵引动力革命正在蓬勃兴起，由于国产内燃机车大量投入运用，内燃机车仪表的检修就成为迫切需要解决的问题。我们北京内燃机务段使用内燃机车时间较长，积累了一些经验，在段党委和各级领导的关怀和支持下，在总结我组和兄弟单位经验的基础上，编写了《内燃机车仪表检修》一书，以供从事内燃机车仪表检修工作的人员参考。由于我们的水平有限，书中一定存在不少缺点和错误，望读者批评指正。

本书编写过程中，得到兄弟单位的大力协助，在此一并表示感谢。

北京内燃机务段仪表组

1976年7月

目 录

第一章 磁电式仪表	1
第一节 概述.....	1
第二节 磁电式仪表的构造和作用原理.....	10
第三节 磁电式仪表的修理.....	25
第四节 磁电式电流表及电压表的误差调整.....	47
第五节 磁电式电流表及电压表的校验.....	54
第六节 磁电式仪表修理工作中常用工具及自 制工具.....	62
第七节 分流电阻和附加电阻的配制与老化工艺.....	67
第二章 测量压力的仪表	69
第一节 弹簧管式压力表.....	70
第二节 M601型电气压力表.....	96
第三节 DY602型电气压力表.....	117
第三章 测量温度的仪表	124
第一节 WYZ-01型压力式温度表.....	124
第二节 ZWH-2型电阻温度表.....	133
第三节 新式ZWH-2型电阻温度表.....	145
第四节 M601型电阻温度表.....	158
第五节 DY602型电阻温度表.....	182
第六节 热电高温表.....	191
第七节 95型半导体点温计.....	214
第四章 测量速度的仪表	221
第一节 DJS型机车速度表的构造及作用原理.....	221
第二节 DJS型机车速度表的故障处理和线	

路改进	227
第三节 DJS型机车速度表的修理与校验	229
第五章 测量转速的仪表	235
第一节 磁铁式转速表	235
第二节 离心式转速表	244
第三节 ZZ-30型电气转速表	249
第四节 DY602型电气转速表	266
第五节 转速表的校验	272
第六章 内燃机车电气仪表零件的修配	277
第一节 轴尖的磨修	277
第二节 轴承与轴承螺丝	284
第三节 游丝	291
第四节 动圈的绕制	301
第五节 永久磁铁	310
第六节 表玻璃的加工	314
附表 1 内燃机车电气仪表数据	317
附表 2 DY602型仪表动圈技术数据	319
附表 3 DY602型仪表游丝技术数据	319
附表 4 DY602型电阻温度表及电气压力表 元件参数	320
附表 5 内燃机务段仪表组仪器设备一览表	321
附表 6 锰铜合金线和镍铜合金线的电阻值	322
附表 7 对于各种电流密度而言的导线电流负载	324

第一章 磁电式仪表

第一节 概 述

目前我国所使用的内燃机车仪表中，除弹簧管式压力表、机械式速度表、机械式转速表以外，绝大部分仪表属于磁电式仪表，因此熟悉磁电式仪表的构造、工作原理及修理方法，对完成内燃机车仪表的检修工作是非常必要的。

磁电式仪表属于电气测量仪表的一种类型，它除了可以测量各种电量（如电压、电流）以外，经过转换，还可以间接测量各种非电量，如温度、压力等

一、关于电气测量的术语

（一）工作测量仪表

用于直接进行测量的仪表称为工作测量仪表，简称工作仪表。内燃机车上的仪表，均为工作测量仪表。

（二）标准测量仪表

用于检定（校验）工作测量仪表的仪表，称为标准测量仪表，简称标准仪表。

（三）仪表的测量上限

在仪表刻度盘的工作部分内，仪表所能测量的最大值，称为仪表的测量上限（简称上限）。

（四）仪表的测量下限

在仪表刻度盘的工作部分内，仪表所能测量的最小值，称为仪表的测量下限（简称下限）。

（五）被测量的实际值

用标准仪表（或称标准仪器）所测得的被测量值，称为被测量的实际值。

（六）仪表指示值

仪表读数所确定的被测量值，称为仪表指示值（简称示值）。

二、电气测量指示仪表的误差及准确度

（一）仪表的误差分类

任何一个仪表在测量时都有误差，它说明仪表指示值（简称示值）与被测量实际值之间的差异程度，而准确度则说明仪表示值与被测量实际值相符合的程度，误差越小，准确度越高。

根据引起误差的原因，误差可分为以下两种：

1. 基本误差

基本误差是指在规定的正常条件下，进行测量所具有的误差，它是仪表本身所固有的，是由于结构上和制作上不完善而引起的，例如：仪表的转动部分因轴尖轴承的摩擦或刻度划分不精确所引起的误差，都属于基本误差。

所谓正常的工作条件是指：（1）仪表的指针调整到零位；（2）仪表按规定工作位置安装；（3）周围温度为 20°C 或仪表所标明的温度；（4）除地磁外没有外来电磁场。

2. 附加误差

当仪表不是在正常条件下工作，除了上述基本误差外，还会出现附加的误差，称为附加误差。例如：温度、外磁场等不符合仪表正常规定时，都会引起附加误差。

（二）误差的几种表达形式

为了弄清仪表误差和准确度的概念，首先应了解最常用

的误差表达方式。

1. 绝对误差

仪表示值 (A) 与被测量实际值 (A_0) 之间的差值, 称为测量的绝对误差 Δ , 即

$$\Delta = A - A_0$$

2. 相对误差

相对误差是绝对误差与被测量实际值之间的比值, 它通常以百分数 γ 表示, 即

$$\gamma = \frac{\Delta}{A_0} \times 100\%$$

3. 引用误差

有了相对误差的概念, 虽然可以说明测量结果与被测量实际值之间的差异程度, 但是还不足以说明仪表本身性能的好坏, 这是因为对于同一个仪表来说, 它所具有的基本误差, 例如, 由于摩擦影响带来的误差近似于某一个常数, 这样, 就使得仪表的刻度尺的各个不同部位的相对误差不是一个常数, 而且变化很大。以东风型内燃机车辅助电压表为例, 其测量范围为 $0 \sim 150$ 伏, 若在 100 伏处绝对误差为 2 伏, 则该处相对误差为 2% ($\gamma_1 = \frac{2}{100} \times 100\% = 2\%$), 而在刻度尺 10 伏处的绝对误差为 1.8 伏, 则该处的相对误差为 18%

$$(\gamma_2 = \frac{1.8}{10} \times 100\% = 18\%), \text{ 比较 } \gamma_1 \text{ 和 } \gamma_2 \text{ 可以看出, 用相}$$

对误差来表示基本误差的大小是不合适的。分析 γ_1 和 γ_2 之所以变化很大, 主要是由于在计算相对误差时分子近似为一个常数, 而分母却是一个变数的缘故, 如果我们用指示仪表的测量上限作为分母, 则解决了上述问题, 因此指示仪表的准确度通常采用所谓“引用误差”的表示方式, 引用误差就是绝对误差与仪表测量上限 A_m 的比值, 用 γ_m 来表示, 即

$$\gamma_m = \frac{\Delta}{A_m} \times 100\%$$

(三) 仪表准确度及其表示方法

1. 仪表准确度的概念

仪表在规定条件下工作时，在它的刻度尺工作部分的全部分度线上，可能出现的最大基本误差的百分数值，就称为仪表的准确度等级，可见，仪表的准确度是用以表示基本误差的大小，仪表的准确度越高，则基本误差越小。

2. 仪表基本误差的表示方法

在我国的国家标准《GB776—65》中对电气测量指示仪表的基本误差表示方法，规定有下列四种：

(1) 单向刻度的仪表——以刻度尺工作部分的最大值（指刻度尺工作部分内仪表所能测量的最大值）的百分数表示。

(2) 双向刻度尺的仪表——以刻度尺工作部分两个测量上限绝对值之和的百分数表示。

(3) 无零位刻度尺的仪表——指针式仪表以刻度尺工作部分上、下量限之差的百分数表示。

(4) 刻度尺特性为对数的、双曲线的或指数为3及3以上级数的仪表——以刻度尺工作部分长度的百分数表示。

上述各种仪表中，单向刻度尺的仪表是内燃机车中最常用的指示仪表，它的准确度是以刻度尺工作部分量限的百分数表示的，若以 K 表示它的准确度等级，则

$$\pm K\% = \frac{\Delta_m}{A_m} \times 100\%$$

式中 Δ_m ——以绝对误差表示的最大基本误差；

A_m ——测量上限。

因此可以说，仪表的准确度等级的百分数，也就是该仪

表在规定的正常工作条件下使用时所允许的最大引用误差数值。仪表准确度等级符号在仪表刻度盘上有表示，其符号表示方法如表 1—3 所示。

(四) 仪表准确度的有关规定

1. 目前我国生产的电气测量指示仪表，根据国家标准《GB776—65》电气测量指示仪表通用技术条件中规定：准确度分为七级，即 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 级。我国旧标准中准确度最后一级为 4.0 级，所以目前产品目录中 5.0 和 4.0 级都有。

2. 各等级准确度的指示仪表在规定条件下使用时，其基本误差不应超过表 1—1 所规定的数值。

表 1—1

仪 表 的 准 确 度 等 级	基 本 误 差 (%)
0.1	± 0.1
0.2	± 0.2
0.5	± 0.5
1.0	± 1.0
1.5	± 1.5
2.5	± 2.5
5.0	± 5.0

(五) 有单独专用分流器或附加电阻（倍率器）的仪表的允许误差规定

有单独分流器或附加电阻的仪表，连同其分流器（或附加电阻）的允许误差，其值等于仪表允许误差与分流器（或附加电阻）允许误差的总和，但使用的定值分流器或附加电阻的准确度等级应高于仪表的等级。

定值分流器和定值附加电阻的数值与标准值之差，不应

超过表 1—2 规定。

表 1—2

分流器或附加电阻等级	允许误差(%)
0.05	± 0.05
0.1	± 0.1
0.2	± 0.2
0.5	± 0.5
1.0	± 1.0

表 1—2 中所规定的误差，是指分流器或附加电阻周围温度在 $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 范围内，不超过额定负荷情况下的误差。测定定值分流器或定值附加电阻的误差时，应将分流器或附加电阻与仪表分开单独进行。

(六) 示值的变差与指针不回零的允许值

1. 示值的变差

在外界条件不变的情况下，当仪表为同一个示值时，被测量实际值之间的差值，称为示值的变差（简称变差 Δ_V ），即

$$\Delta_V = |A'_0 - A''_0|$$

式中 A'_0 ——平稳减少（或增加）测得的实际值；

A''_0 ——平稳增加（或减少）测得的实际值。

变差通常用引用误差的形式表示。

2. 指针不回零的允许值

对有机机械反作用力矩的仪表来说，当将被测量的额定值平稳地逐渐减小至零值时，指针不回零数值不应超过下列规定：

(1) 普通的刻度均匀的磁电式仪表允许值为基本误差的一半。

仪表表盘常用符号说明

表 1—8

符 号	说 明
	磁电式仪表
	磁电式比率表
	电磁式仪表
	电动式仪表
	电动式比率表
	铁磁电动式比率表
	整流式仪表，图为带半导体整流器的磁电式测量机构
	直流
	交流（单相交流）

续上表

	直流和交流
	A组仪表, 不作符号标注, 工作环境温度为 $0 \sim +40^{\circ}\text{C}$
	B组仪表 工作环境温度为 $-20 \sim +50^{\circ}\text{C}$
	C组仪表 工作环境温度为 $-40 \sim +60^{\circ}\text{C}$
	I级防外磁场 (图为磁电式仪表)
	II级防外磁场
	III级防外磁场
	IV级防外磁场
	标准尺的位置为垂直放置
	标准尺为水平放置
	标准尺位置与水平面之间成一定夹角, 图示为 60°

续上表

	不进行绝缘强度试验
	绝缘强度试验电压为500伏
	绝缘强度试验电压为3千伏
	以仪表测量上限的百分数表示准确度等级，例如0.2级，允许基本误差为 $\pm 0.2\%$ 。
	以仪表测量上限的百分数表示准确度等级，例如0.5级，允许基本误差为 $\pm 0.5\%$ 。
	以仪表测量上限的百分数表示准确度等级，例如1.0级，允许基本误差为 $\pm 1.0\%$ 。
	以仪表测量上限的百分数表示准确度等级，例如1.5级，允许基本误差为 $\pm 1.5\%$ 。
	以仪表测量上限的百分数表示准确度等级，例如2.0级，允许基本误差为 $\pm 2.0\%$ 。
	以仪表测量上限的百分数表示准确度等级，例如2.5级，允许基本误差为 $\pm 2.5\%$ 。
	以标度尺长度百分数表示的准确度等级，例如1.5级，允许基本误差为标度尺长度的1.5%。

(2) 其余各种仪表不应超过按下式算出的数值:

$$\gamma_0 = \frac{K \cdot L}{100}$$

式中 K ——仪表等级的代号 (如0.1、2.5级等);

L ——刻度尺长度 (毫米)。

三、电气测量仪表的表面标记

每一个电气测量指示仪表的刻度盘 (也称为表盘) 上都有多种符号的表面标记, 它们显示了仪表的基本技术特性, 只有识别它们以后, 才能正确选择和使用仪表, 常用的电气测量仪表表面标记符号如表 1—3 所示。

第二节 磁电式仪表的构造和作用原理

利用磁铁产生的磁场和线圈中通过的电流相互作用, 使指针偏转的电测仪表, 称为磁电式仪表。

一、磁电式仪表的分类

根据测量机构的不同, 磁电式仪表主要分为两种: 即具有可动磁铁的动磁式测量机构 (图 1—1) 和动圈式测量机构, 动圈式测量机构又分为外磁式 (图 1—2) 和内磁式 (图 1—3) 两种, 本章主要介绍具有动圈测量机构的磁电式仪表。

外磁式仪表和内磁式仪表的磁力线分布, 如图 1—4 所示, 甲图为外磁式仪表的磁力线分布, 乙图为内磁式仪表的磁力线分布。

二、磁电式仪表的构造

(一) 内磁结构的动圈式仪表的构造