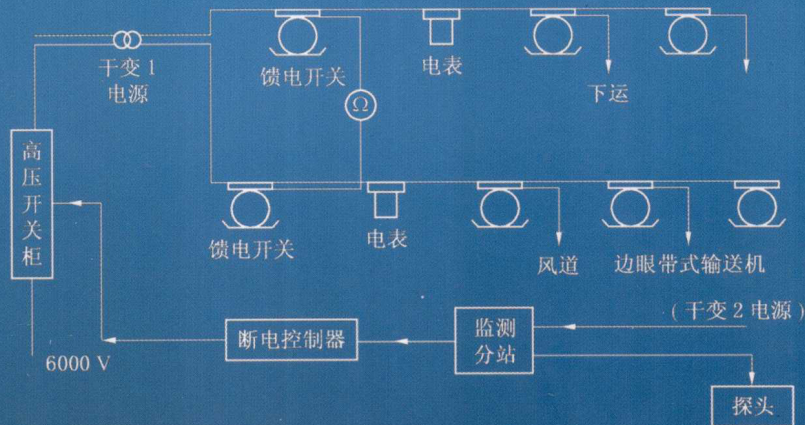


安全仪器监测工

——从入门到精通

王 宏 张江石 主 编



煤炭工业出版社

安全仪器监测工

——从入门到精通

主 编 王 宏 张江石
副主编 王曙勋 闵振辉

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

安全仪器监测工: 从入门到精通 / 王宏, 张江石主编. -- 北京:
煤炭工业出版社, 2012

ISBN 978-7-5020-3986-8

I. ①安… II. ①王… ②张… III. ①煤矿-矿山安全仪器-检测-基本知识 IV. ①TD76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 282737 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

开本 $787\text{mm} \times 1000\text{mm}^1 /_{16}$ 印张 $16^3 /_4$ 插页 1
字数 321 千字 印数 1—3 000
2012 年 4 月第 1 版 2012 年 4 月第 1 次印刷
社内编号 6809 定价 36.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书分预备、基础、精通三篇，详细地介绍了安全仪器监测工从入门到精通所需掌握的技术，内容不仅包括电子电工技术、网络技术、电器防爆、传感器原理、监控分站原理、视频监控系统及维护、煤矿安全监控系统及其规划安装及维护，而且还介绍了安全仪器监测工技能比武状元的成功经验。

读者对象：安全仪器监测工、煤矿低压电工、技师学院相关专业学生等。

前 言

监测监控系统是煤矿井下安全避险“六大系统”之一，承担着监测环境参数、有毒有害气体浓度和紧急断电控制等功能，为煤矿生产提供安全保障。安全仪器监测工（监控电工）负责监测监控系统的有效运转，责任重大。

目前，煤矿安全监测监控系统厂家较多，不同的煤矿生产单位选择的产品也不一样，刚入职的安全仪器监测工，如何做到从入门到精通呢？这需要一个过程。这过程需要你的努力、认真、耐心、多学、多问……

本书的主要特点：

(1) 基础。从最基本电阻、电容、电感、二极管、三极管等电子元器件开始，介绍了其特性和好坏判断，此外还介绍了放大电路、振荡电路、转换电路、单片机、网络与数据通信、电气防爆等基础知识，这也是安全仪器检测工的入门知识。

(2) 实用。设备故障判断、接线等是安全仪器监测工经常遇到的问题和所做的工作，书中除介绍了常用的电缆接线、元器件焊接方法外，还介绍了监控分站、传感器、断电器的接线方法和故障判断方法，针对采掘工作面，给出了风、瓦斯等断电控制图，以便学习参考。

(3) 新颖。书中不仅介绍了红外型传感器的工作原理，还系统地分析了煤矿监控常用的通信方式，能帮助读者全面掌握监控系统。

(4) 精深。监测监控系统的科学规划、合理布局、延伸及依实际需要合理设置断电控制范围等工作，考验着安全仪器监测工的综合运用所学的工作能力。书中给出完整的监测监控规划案例，有助于你全面把握监测监控系统；同时，通过安全仪器监测工工种状元经验交流，你定能从他们的成长经历中获得收益。

本书由黑龙江科技学院王宏博士、中国矿业大学（北京）张江石博士主

编。黑龙江科技学院闵振辉编写第1章第1节~第8节、第2章；王宏博士编写第1章第8节~第10节；张江石博士编写第3章、第4章；铁法集团小康矿王曙勋编写第5章；中国矿业大学（北京）赵红泽博士编写第6章；王曙勋、淮南集团潘三矿闫峰等共同编写了第7、8章。

在使用的过程中，如有任何建议，请将建议e-mail到责任编辑的邮箱 triumph_xyn@sina.com。

编 者

2012年1月

目次

第1篇 预 备 篇

1 电子电工技术基础	3
1.1 电子元器件基础	3
1.2 常用电子元器件的检验	9
1.3 基本逻辑电路	14
1.4 放大电路	14
1.5 振荡电路	22
1.6 转换电路	27
1.7 单片机基础	30
1.8 电子器件的焊接	32
1.9 煤矿用阻燃通信电缆及连接	34
1.10 电气防爆	40
2 网络与数据通信	84
2.1 数据传输方式	84
2.2 网络基本知识	85
2.3 数据通信基本知识	91
2.4 RS-485 数据通信协议	99
2.5 CAN 总线	103
2.6 以太网	105
2.7 煤矿监控常用通信方式及比较	109

第 2 篇 基 础 篇

3 煤矿安全监控系统	113
3.1 煤矿安全监控系统组成、原理及作用	113
3.2 煤矿安全监控系统特点	115
3.3 井下有害气体及监控	116
3.4 通风系统及监控	119
3.5 电力系统及监控	125
3.6 瓦斯抽放系统及监控	128
3.7 井下排水系统及监控	130
3.8 其他系统及监控	131
3.9 常见煤矿安全监控系统介绍	131
4 监控分站	135
4.1 监控分站的基本知识	135
4.2 国内常见监控分站	139
4.3 监控分站的安装与连接	139
4.4 监控分站常见故障及排除方法	150
5 矿用传感器及断电控制器	153
5.1 传感器的基础知识	153
5.2 甲烷传感器原理及常用甲烷传感器	161
5.3 KG94A4 型 CO 传感器工作原理及技术参数	174
5.4 KG3007A 型矿用温度传感器工作原理及技术参数	175
5.5 KGF3 型风速传感器工作原理及技术参数	176
5.6 KGY3 型负压传感器工作原理及技术参数	177
5.7 GFK40 型矿用风门开闭状态传感器工作原理及技术参数	178
5.8 KGT15 型机电设备开停传感器工作原理及技术参数	179
5.9 带式输送机系统控制常用传感器	180
5.10 传感器和分站的接线及注意事项	182

5.11 断电控制器及其接线	186
5.12 传感器的常见故障及排除方法	190
6 视频监控系统	195
6.1 煤矿井下视频监控特殊要求	195
6.2 视频监控系统基本知识	195
6.3 视频监控系统的日常维护	207
第 3 篇 精 通 篇	
7 煤矿安全监控系统的规划安装维护	213
7.1 煤矿监控系统的规划	213
7.2 煤矿安全监控系统的安装	214
7.3 监控系统调试与验收	227
7.4 某煤业公司安全监测监控系统方案设计	231
7.5 煤矿安全监控系统的维护	237
7.6 安全监控网络的集成	241
8 安全仪器监测工技能比武状元经验谈	243
8.1 曙勋监测精准快速排除故障作业法	243
8.2 梅花香自苦寒来	245
附录 A 低浓度载体催化式甲烷传感器调校方法	252
附录 B 不同条件下甲烷传感器设定值	254
参考文献	257

第 1 篇 预 备 篇

1 电子电工技术基础

1.1 电子元器件基础

1.1.1 电阻

导体对电流的阻碍作用称为电阻，用符号 R 表示，单位为欧姆、千欧、兆欧，分别用 Ω 、 $k\Omega$ 、 $M\Omega$ 表示。

1. 电阻器的分类

(1) 线绕电阻器。分为通用线绕电阻器、精密线绕电阻器、大功率线绕电阻器、高频线绕电阻器。

(2) 薄膜电阻器。分为碳膜电阻器、合成碳膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器、化学沉积膜电阻器、玻璃釉膜电阻器、金属氮化膜电阻器。

(3) 实心电阻器。分为无机合成实心碳质电阻器、有机合成实心碳质电阻器。

(4) 敏感电阻器。分为压敏电阻器、热敏电阻器、光敏电阻器、力敏电阻器、气敏电阻器、湿敏电阻器。

2. 电阻主要特性参数

(1) 标称阻值。电阻器上面所标示的阻值。

(2) 允许误差。标称阻值与实际阻值的差值跟标称阻值之比的百分数，又称阻值偏差，它表示电阻器的精度。

(3) 额定功率。在正常的大气压力 $90 \sim 106.6 \text{ kPa}$ 及环境温度为 $-55 \sim +70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下，电阻器长期工作所允许耗散的最大功率。

(4) 额定电压。由阻值和额定功率换算出的电压。

(5) 最高工作电压。允许的最大连续工作电压。在低气压工作时，最高工作电压较低。

(6) 温度系数。温度每变化 $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 所引起的电阻值的相对变化。温度系数越小，电阻的稳定性越好。阻值随温度升高而增大的为正温度系数，反之为负温度系数。

3. 电阻器阻值标示方法

(1) 直标法。用数字和单位符号在电阻器表面标出阻值，其允许误差直接用百分数

表示,若电阻上未注偏差,则均为 $\pm 20\%$ 。

(2) 文字符号法。用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示标称阻值,其允许偏差也用文字符号表示。符号前面的数字表示整数阻值,后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值。表示允许误差的文字符号为 D、F、G、J、K、M,所对应的允许误差分别为 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 。

(3) 数码法。在电阻器上用三位数码表示标称值的标志方法。数码从左到右,第一、二位为有效值,第三位为指数,即零的个数,单位为欧姆。误差通常采用文字符号表示。

(4) 色标法。用不同颜色的带或点在电阻器表面标出标称阻值和允许误差。国外电阻大部分采用色标法。黑色 0、棕色 1、红色 2、橙色 3、黄色 4、绿色 5、蓝色 6、紫色 7、灰色 8、白色 9、金色 $\pm 5\%$ 、银色 $\pm 10\%$ 、无色 $\pm 20\%$ 。当电阻为四环时,最后一环必为金色或银色,前两位为有效数字,第三位为乘方数,第四位为误差;当电阻为五环时,最后一环与前面四环距离较大,前三位为有效数字,第四位为乘方数,第五位为误差,如图 1-1 所示。

1.1.2 电容

电容是电子设备中大量使用的电子元件之一,广泛应用于隔离直流、耦合、旁路、滤波、调谐回路、能量转换、控制电路等方面。用 C 表示电容,电容单位有法拉 (F)、微法拉 (μF)、皮法拉 (pF)。

1. 电容器的分类

按照结构可分三大类:固定电容器、可变电容器和微调电容器。

2. 电容器主要特性参数

(1) 标称电容量和允许误差。标称电容量是标志在电容器上的电容量。电容器实际电容量与标称电容量的偏差称误差,在允许的误差范围内称精度。

(2) 额定电压。在最低环境温度和额定环境温度下可连续加在电容器的最高直流电压有效值,一般直接标注在电容器外壳上。如果工作电压超过电容器的耐压,电容器击穿,会造成不可修复的永久损坏。

(3) 绝缘电阻。直流电压加在电容上,并产生漏电电流,两者之比称为绝缘电阻。当电容较小时,主要取决于电容的表面状态,容量大于 $0.1 \mu\text{F}$ 时,主要取决于介质的性能,绝缘电阻越小越好。

(4) 损耗。电容在电场作用下,在单位时间内因发热所消耗的能量叫做损耗。各类电容都规定了其在某频率范围内的损耗允许值,电容的损耗主要是由介质损耗、电导损耗和电容所有金属部分的电阻所引起的。在直流电场的作用下,电容器的损耗以漏导损耗的形式存在,一般较小;在交变电场的作用下,电容的损耗不仅与漏导有关,而且与周期性

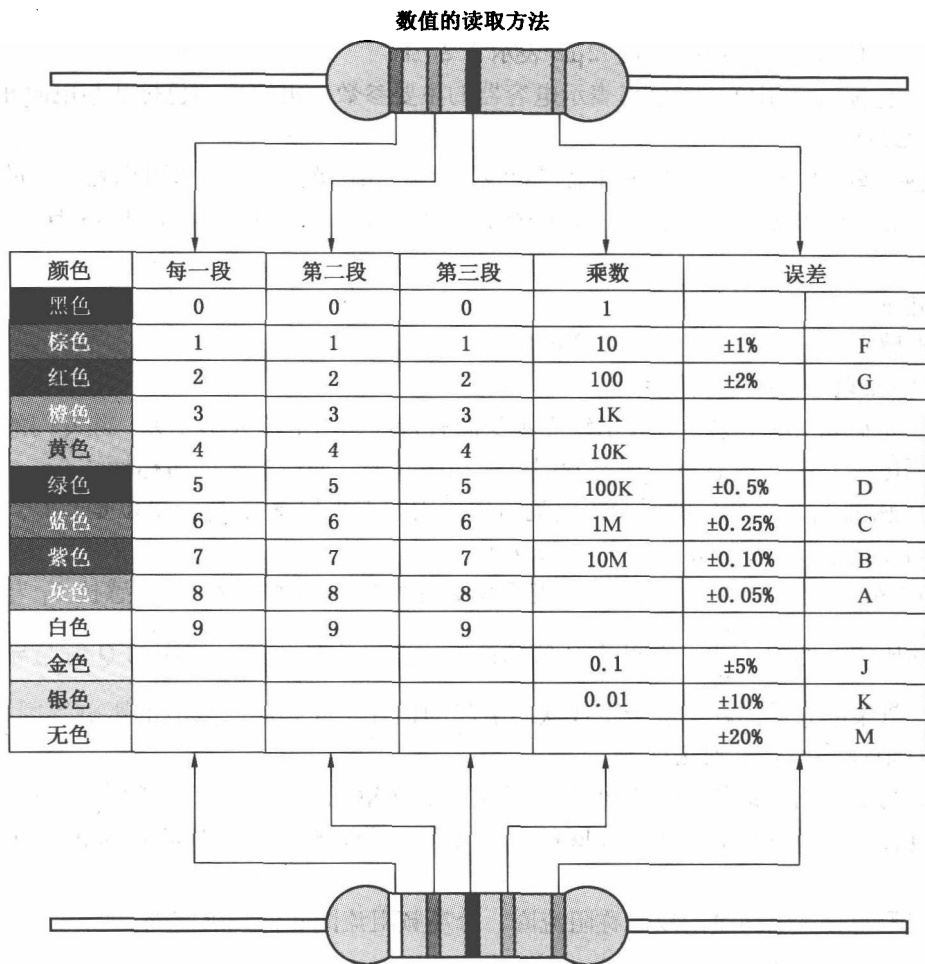


图 1-1 电阻的色标法

的极化建立过程有关。

(5) 频率特性。随着频率的上升，一般电容器的电容量呈现下降的规律。一般用特性曲线表示，通过特性曲线可以知道电容的工作频率范围。

3. 电容器容量标示方法

(1) 直标法。用数字和单位符号直接标出。如 $01\ \mu\text{F}$ ，表示 0.01 微法；有些电容用 R 表示小数点，如 R56 表示 0.56 微法。

(2) 文字符号法。用数字和文字符号有规律的组合来表示容量。如 p10 表示 0.1 pF, 1p0 表示 1 pF, 6P8 表示 6.8 pF, $2\mu 2$ 表示 2.2 μ F。

(3) 色标法。用色环或色点表示电容器的主要参数。电容器的色标法与电阻相同。

1.1.3 电感线圈

电感线圈是由导线绕在绝缘管上, 导线彼此互相绝缘, 而绝缘管可以是空心的, 也可以包含铁芯或磁粉芯, 简称电感, 用 L 表示。单位有亨利 (H)、毫亨利 (mH)、微亨利 (μ H)。

1. 电感的分类

按电感形式分为固定电感、可变电感。

2. 电感线圈的主要特性参数

(1) 电感量 L 。电感量 L 表示线圈本身固有特性, 与电流大小无关。除专门的电感线圈 (色码电感) 外, 电感量一般不专门标注在线圈上, 而以特定的名称标注。

(2) 感抗 X_L 。电感线圈对交流电流阻碍作用的大小称感抗 X_L , 单位是欧姆。它与电感量 L 和交流电频率 f 的关系为 $X_L = 2\pi fL$ 。

(3) 品质因素 Q 。品质因素 Q 是表示线圈质量的一个物理量, Q 为感抗 X_L 与其等效的电阻的比值, 即 $Q = \frac{X_L}{R}$ 。线圈的 Q 值越高, 回路的损耗越小。线圈的 Q 值与导线的直流电阻、骨架的介质损耗、屏蔽罩或铁芯引起的损耗、高频趋肤效应的影响等因素有关。线圈的 Q 值通常为几十到几百。

(4) 分布电容。线圈的匝与匝间、线圈与屏蔽罩间、线圈与底板间存在的电容被称为分布电容。分布电容的存在使线圈的 Q 值减小、稳定性变差, 因而线圈的分布电容越小越好。

常用限制交流电通过的线圈称阻流圈, 分高频阻流圈和低频阻流圈。

1.1.4 半导体二极管

1. 二极管的用途

二极管又称晶体二极管, 简称二极管, 具有使电流流动或不流动的性质。图 1-2 所示为二极管的符号、结构和实物。晶体二极管为一个由 P 型半导体和 N 型半导体形成的 PN 结, 在其界面处两侧形成空间电荷层, 并建有自建电场。当不存在外加电压时, 由于 PN 结两边载流子浓度差引起的扩散电流和自建电场引起的漂移电流相等而处于电平衡状态。其用途如下:

(1) 整流。硅整流二极管除主要应用于电源电路做整流元件外, 还可用作限幅、保护、钳位等。常用整流二极管主要是 1N、2CZ 系列。

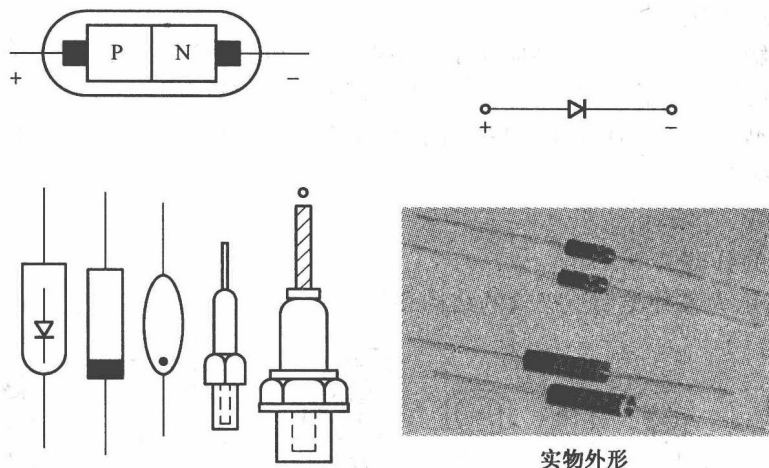


图 1-2 二极管符号、结构和实物

(2) 检波。检波二极管的结电容小、工作频率高、正向压降小，但允许流过的最大正向电流小、内阻大。多用于小信号、高频率的电路，用作检波、鉴频、限幅。常用检波二极管主要是 2AP 系列。

(3) 稳压。利用稳压二极管的反向击穿特性，用作稳压基准电压、保护、限幅、电平转换等。其中 2DW230 ~ 2DW232 稳压管内部具有温度补偿，电压温度系数低，可用于精密稳压电路。常用稳压二极管主要是 1N、2CW、2DW 系列。

(4) 光敏二极管。利用光敏二极管在光的照射下，反向电流与光照成正比的特性，应用于光电转换及光控、测光等自动控制电路中。常用硅光敏二极管主要是 2CU、2DU 系列。

(5) 变容二极管。变容二极管的结电容可以随外加偏压的不同而变化，主要应用于 LC 调谐、自动频率控制稳频等场合。常用变容二极管主要是 2CC、1N 系列。

(6) 发光二极管。发光二极管能把电能直接快速地转换成光能，在电子仪器、仪表中用作显示器件、状态信息指示、光电开关和光辐射源等。常用发光二极管主要是 2EF 系列。

(7) 开关二极管。开关二极管的反向恢复时间很短，主要用于开关、脉冲、超高频电路和逻辑控制电路中。

2. 二极管的分类

按结构材料分为两类：锗二极管和硅二极管。

按制作工艺分为以下三类：

- (1) 点接触型二极管。PN 结面积小，结电容小，用于检波和变频等高频电路。
- (2) 面接触型二极管。结面积大，用于工频大电流整流电路。
- (3) 平面型二极管。往往用于集成电路制造工艺中。PN 结面积可大可小，用于高频整流和开关电路中。

1.1.5 三极管

1. 三极管的分类

图 1-3 所示为各种类型三极管的结构和符号。

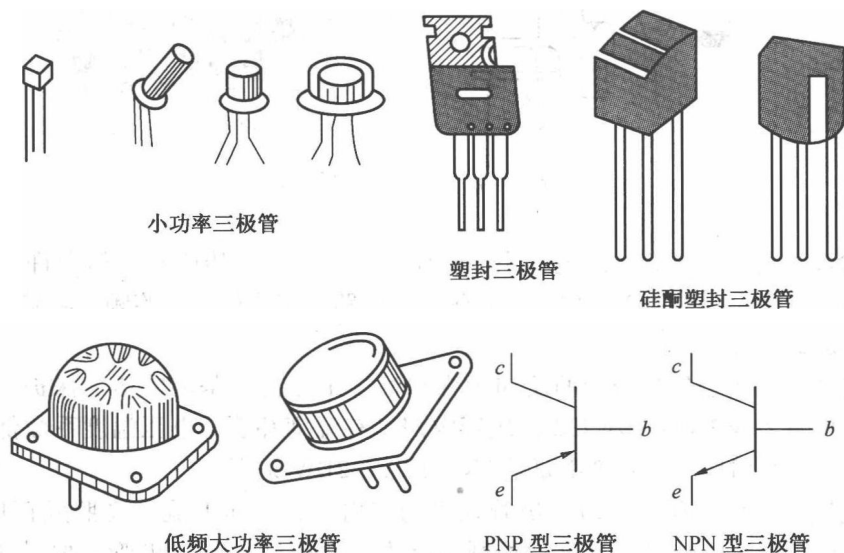


图 1-3 各种类型三极管的结构和符号

- (1) 按材料可分为硅三极管和锗三极管。
- (2) 按导电类型可分为 PNP 型和 NPN 型。锗三极管多为 PNP 型，硅三极管多为 NPN 型。
- (3) 按工作频率可分为高频、低频和开关三极管。按功率又可分为大功率、中功率和小功率三极管。

2. 三极管的作用

三极管是一种控制元件，主要用来控制电流的大小。以共发射极接法（图 1-4）为例（信号从基极输入，从集电极输出，发射极接地），当基极电压 U_b 有一个微小的变化