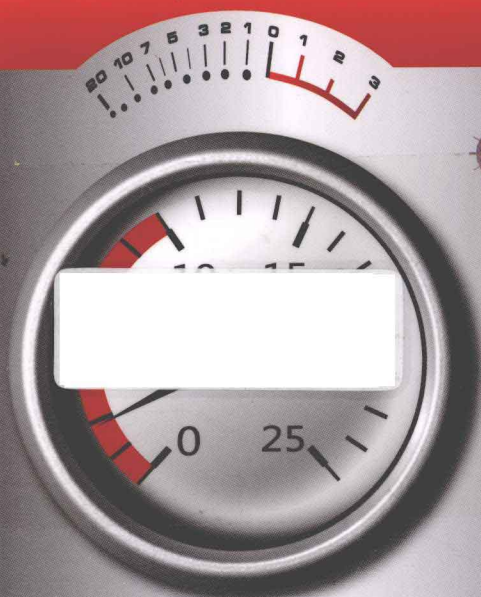


YIBIAO WEIXIUGONG SHIYONG
JINENG XIANGJIE

仪表维修工 实用技能详解

王景芝 编

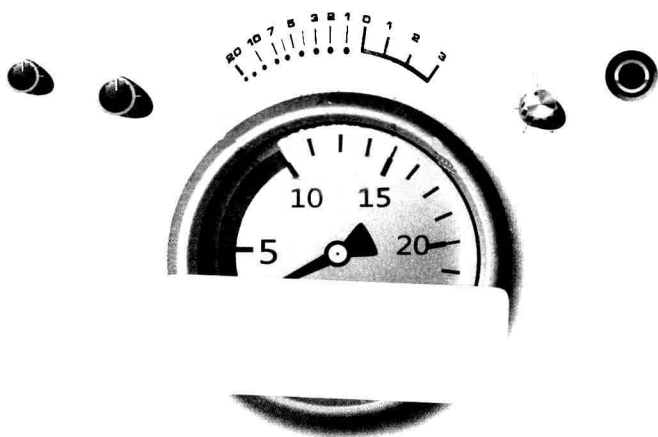


化学工业出版社

YIBIAO WEIXIUGONG SHIYONG
JINENG XIANGJIE

仪表维修工 实用技能详解

王景芝 编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

仪表维修工实用技能详解/王景芝编. —北京: 化学工业出版社, 2013. 1
ISBN 978-7-122-15629-7

I. ①仪… II. ①王… III. ①仪表-维修
IV. ①TH707

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 246277 号

责任编辑: 卢小林
责任校对: 王素芹

文字编辑: 云 雷
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装厂
850mm×1168mm 1/32 印张 11 字数 294 千字
2013 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传 真: 010-64519686) 售 后 服 务:
010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

前 言

自动化仪表和控制系统是生产装置的神经中枢、运行中心和安全屏障，生产中，仪表故障时有发生，能否快速、准确地判断、熟练及时地处理故障关系到生产的安全、优质、高效，同时也反映了仪表维修人员的技术水平和操作能力。

生产实践中，仪表故障千差万别，但也有一定的规律性，而处理各类仪表故障的一些成功经验，能给仪表维修人员日常工作提供解决问题的捷径和一定的帮助，促进仪表维修人员技能的提高，有益于生产安全运行。

本书结合生产实际，以仪表维护—常见故障处理—故障实例为主线，第1、2章简单介绍了仪表维修常用的仪器及工具的使用、自动化装置的故障诊断方法，第3~13章分别介绍了压力测量仪表、物位测量仪表、流量测量仪表、温度测量仪表、在线分析仪表、调节阀、安全栅等辅助单元仪表、控制系统、DCS、PLC与ESD、旋转机械状态监测系统等的维护、常见故障与处理及故障实例分析。

本书在编写过程中得到了王荣文、董亚春、张会泉、王野、国海东、侯英杰、高文革、姜海光、张敦鹏、钟永金、王洪希、田伟的支持和帮助，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，难免存在不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 仪表维修基础	1
1.1 常用仪器及工具的使用	1
1.1.1 常用仪表工具及使用	1
1.1.2 钳形电流表的使用	6
1.1.3 万用表的使用	8
1.1.4 示波器的使用	11
1.1.5 标准电桥的使用	19
1.1.6 压力常用标准仪器仪表的使用	23
1.1.7 直流电位差计的使用	35
1.1.8 热电阻检定装置的使用	37
1.1.9 热电偶检定装置的使用	42
1.1.10 智能终端 BT200 的使用	46
1.2 常用仪表、控制图形符号	50
1.2.1 仪表常用术语	50
1.2.2 常用仪表、控制图形符号	51
第 2 章 自动化装置故障诊断方法	65
2.1 自动化装置故障诊断方法	65
2.1.1 直接调查法	65
2.1.2 直观检查法	66
2.1.3 短路法	67
2.1.4 断路法	67
2.1.5 分部法	67
2.1.6 替换法	68
2.1.7 电阻法	68
2.1.8 电压法	68
2.1.9 电流法	69
2.1.10 人体干扰法	69

2.2 生产过程中发生故障的规律性	69
2.2.1 一般规律	69
2.2.2 故障处理的一般方法	70
2.3 生产过程自动化装置常见的故障	71
2.3.1 检测仪表常见的故障	71
2.3.2 调节阀的常见故障与判断	71
2.3.3 控制系统常见故障与处理	72
2.4 使用仪器诊断故障的方法	75
2.5 现场常见的一般故障和维修方法	77
2.5.1 电动仪表的一般故障和维修方法	77
2.5.2 气动仪表的一般故障和维修方法	78
2.5.3 调节器参数整定方法	78
第3章 压力测量仪表故障实例	80
3.1 压力变送器维护	80
3.2 压力变送器常见故障与处理	81
3.3 智能压力变送器常见故障与处理	83
3.4 故障实例分析	84
3.4.1 压力指示回零	85
3.4.2 压力测量示值波动	87
3.4.3 压力指示不变	88
3.4.4 压力指示偏低	89
3.4.5 压力指示偏高	90
3.4.6 压力指示不准	91
3.4.7 压力变送器输出信号不稳	94
3.4.8 DCS显示压力与现场实际不符	95
3.4.9 单法兰压力测量仪表毛细管断裂故障	96
3.4.10 压力联锁故障	97
第4章 物位测量仪表故障实例	99
4.1 液位测量仪表故障判断	99
4.2 电动浮球液位计维修实例	100
4.2.1 电动浮球液位计安装、维护	101
4.2.2 电动浮球液位计常见故障与处理	101
4.2.3 故障实例分析	102

4.3	电动浮筒液位计维修实例	103
4.3.1	电动浮筒液位计安装、维护	104
4.3.2	电动浮筒液位计常见故障与处理	105
4.3.3	故障实例分析	105
4.4	双法兰液位计维修实例	109
4.4.1	双法兰液位计维护	109
4.4.2	双法兰液位计常见故障与处理	110
4.4.3	故障实例分析	111
4.5	雷达液位计维修实例	115
4.5.1	雷达液位计维护	115
4.5.2	雷达液位计常见故障与处理	116
4.5.3	故障实例分析	116
4.6	超声波液位计维修实例	117
4.6.1	超声波液位计维护	118
4.6.2	超声波液位计常见故障与处理	119
4.6.3	故障实例分析	120
4.7	电容式液位计维修实例	121
4.7.1	电容式液位计维护	122
4.7.2	电容式液位计常见故障与处理	122
4.7.3	故障实例分析	122
4.8	吹气式液位计维修实例	123
4.8.1	吹气式液位计维护	124
4.8.2	吹气式液位计常见故障与处理	124
4.8.3	故障实例分析	124
4.9	浮子钢带液位计维修实例	125
4.9.1	浮子钢带液位计维护	125
4.9.2	浮子钢带液位计常见故障与处理	126
4.9.3	故障实例分析	127
4.10	磁致伸缩液位计使用与维护	127
4.10.1	磁致伸缩液位计的维护	128
4.10.2	磁致伸缩液位计的故障分析	128
第5章 流量测量仪表故障实例		130
5.1	流量测量仪表故障判断	130

5.2	差压流量计维修实例	131
5.2.1	差压流量计维护	132
5.2.2	差压流量计常见故障与处理	133
5.2.3	故障实例分析	134
5.3	电磁流量计维修实例	149
5.3.1	电磁流量计的使用、维护	150
5.3.2	电磁流量计常见故障与处理	150
5.3.3	故障实例分析	152
5.4	涡街流量计维修实例	157
5.4.1	涡街流量计安装与维护	158
5.4.2	涡街流量计常见故障与处理	160
5.4.3	故障实例分析	163
5.5	质量流量计维修实例	168
5.5.1	质量流量计的安装、维护	169
5.5.2	质量流量计常见故障与处理	170
5.5.3	故障实例分析	174
5.6	转子流量计维修实例	181
5.6.1	转子流量计安装、维护	182
5.6.2	转子流量计常见故障与处理	183
5.6.3	故障实例分析	186
5.7	超声波流量计维修实例	189
5.7.1	超声波流量计维护	190
5.7.2	超声波流量计常见故障与处理	191
5.7.3	故障实例分析	191
第6章	温度测量仪表故障实例	194
6.1	温度测量仪表故障判断	194
6.2	热电阻温度计维修实例	196
6.2.1	热电阻温度计安装、维护	196
6.2.2	热电阻温度计常见故障与处理	197
6.2.3	故障实例分析	197
6.3	热电偶温度计维修实例	200
6.3.1	热电偶温度计安装、维护	201
6.3.2	热电偶温度计常见故障与处理	202

6.3.3 故障实例分析	204
6.4 温度变送器维修实例	208
6.4.1 温度变送器故障与处理	208
6.4.2 故障实例分析	209
第7章 在线分析仪表故障实例	211
7.1 在线气相色谱仪维修实例	211
7.1.1 在线气相色谱仪维护	212
7.1.2 在线气相色谱仪常见故障与处理	213
7.1.3 故障实例分析	221
7.2 氧化锆分析仪维修实例	223
7.2.1 氧化锆分析仪维护	223
7.2.2 氧化锆分析仪常见故障与处理	224
7.2.3 故障实例分析	226
7.3 其他氧分析仪故障实例	227
7.4 热导式氢气分析仪维修实例	228
7.4.1 热导式氢气分析仪维护	228
7.4.2 故障实例分析	229
7.5 工业 pH 计维修实例	231
7.5.1 工业 pH 计维护	231
7.5.2 工业 pH 计常见故障与处理	232
7.5.3 故障实例分析	233
7.6 电导仪维修实例	234
7.6.1 电导仪维护	235
7.6.2 电导仪常见故障与处理	236
7.6.3 故障实例分析	236
7.7 红外分析仪维修实例	237
7.7.1 红外分析仪维护	237
7.7.2 红外分析仪常见故障与处理	238
7.7.3 故障实例分析	239
7.8 可燃性、有毒性气体检测报警器维修实例	241
7.8.1 可燃性、有毒性气体检测报警器维护	241
7.8.2 可燃性、有毒性气体检测报警器常见故障与处理	242
7.8.3 故障实例分析	243

7.9 样品预处理系统故障处理	245
第8章 调节阀故障实例	249
8.1 调节阀的故障分析	249
8.1.1 执行机构的故障分析	249
8.1.2 调节机构的故障分析	251
8.1.3 阀门定位器的故障	254
8.1.4 气动系统常见故障	255
8.2 气动调节阀维修实例	257
8.2.1 气动调节阀日常维护	257
8.2.2 气动调节阀常见故障与处理	258
8.2.3 故障实例分析	261
8.3 电动调节阀维修实例	273
8.3.1 电动调节阀日常维护	273
8.3.2 电动调节阀常见故障与处理	274
8.3.3 故障实例分析	274
第9章 辅助单元仪表故障实例	280
9.1 安全栅故障实例	280
9.1.1 安全栅的日常维护	280
9.1.2 安全栅常见故障与处理	281
9.1.3 故障实例分析	282
9.2 报警设定器故障实例	283
9.2.1 报警设定器常见故障与处理	283
9.2.2 故障实例分析	283
9.3 手操器故障实例	284
9.3.1 手操器常见故障与处理	285
9.3.2 故障实例分析	285
9.4 FLUKE744 故障处理	287
9.5 电阻箱故障实例	288
9.5.1 电阻箱的维护	288
9.5.2 电阻箱故障处理	288
第10章 控制系统故障实例	290
10.1 简单控制系统故障实例	290
10.1.1 简单控制系统故障判断	290

10.1.2 故障实例分析	295
10.2 复杂控制系统故障实例	300
10.2.1 串级控制系统故障实例	300
10.2.2 比值控制系统维修实例	301
10.2.3 均匀控制系统维修实例	302
10.2.4 选择控制系统维修实例	303
第 11 章 DCS 故障实例	305
11.1 集散控制系统日常维护	305
11.2 集散控制系统故障诊断	306
11.2.1 集散控制系统故障分类	306
11.2.2 集散控制系统故障诊断步骤	307
11.2.3 集散控制系统常见故障	308
11.2.4 集散控制系统常用的故障判断方法	309
11.3 横河 CS3000 系统故障实例	309
11.4 霍尼威尔 TDC-3000 系统故障实例	315
第 12 章 PLC、ESD 系统故障实例	323
12.1 PLC 故障实例	323
12.1.1 PLC 系统故障分析	323
12.1.2 PLC 系统故障实例分析	325
12.2 ESD 系统故障实例	327
第 13 章 旋转机械状态监测故障实例	332
13.1 旋转机械状态监测常见故障分析与处理	332
13.2 本特利 3300 监测系统故障实例	335
13.3 本特利 3500 监测系统故障实例	336
13.4 Woodward505 调速器故障实例	337
参考文献	338

第 1 章 仪表维修基础

1.1 常用仪器及工具的使用

1.1.1 常用仪表工具及使用

(1) 验电器

低压验电器又称试电笔或电笔，其结构如图 1-1 所示，通常有笔式和螺丝刀式两种，是用来检测低压线路和电气设备是否带电的一种常用工具，检测的电压范围为 $60\sim 500\text{V}$ 。它由笔尖、降压电阻、氖管、弹簧、笔握金属体等组成。检测时，氖管亮表示被测物体带电。



图 1-1 低压验电器

低压验电器的使用方法和注意事项如下。

① 正确握笔，手指（或某部位）应触及笔握的金属体（钢笔式）或测电笔顶部的螺钉（螺丝刀式），如图 1-2 所示。要防止笔尖金属体触及皮肤，以免触电。

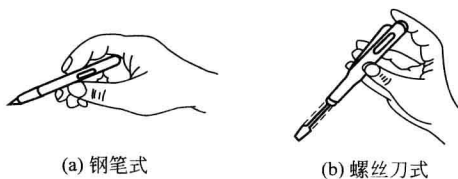


图 1-2 低压验电器的握法

② 使用前先要在有电的导体上检查电笔能否正常发光。

③ 应避光检测，看清氖管的辉光。

④ 电笔的金属探头虽与螺丝刀相同，但它只能承受很小的扭矩，使用时注意以防损坏。

⑤ 笔不可受潮，不可随意拆装或受到剧烈振动，以保证测试可靠。

低压验电笔除了用于检查低压电气设备或线路是否带电外，还可用于：

① 判断电压高低。测试时可根据氖管发光的强弱来判断电压的高低。

② 区分相线与零线。在交流电路中，当试电笔触及导线时，氖管发光的即为相线。正常情况下，触及零线是不会发光的。

③ 区分直流电与交流电。交流电通过试电笔时，氖管里的两极同时发光；直流电通过试电笔时，氖管里的两极中只有一极发光。

④ 区分直流电的正负极。把试电笔连接在直流电的正、负极之间，氖管中发光的一极即为直流电的负极。

⑤ 判断相线是否碰壳。用试电笔触及电机、变压器等电气设备外壳，若氖管发光，说明该设备相线有碰壳现象。因为如果壳体上有良好的接地装置，氖管是不会发光的。

⑥ 判断相线是否接地。用试电笔触及正常供电的星形接法三相三线制交流电时，如果有两根相线比较亮，而另一根比较暗，则说明亮度较暗的相线与地有短路现象，但不太严重；如果两根相线很亮，而另一根不亮，则说明这一根相线与地短路。

由于试电笔中的降压电阻的阻值很大，因此，试电时，流过人体的电流很微弱，属于安全电流，不会对使用者构成危险。

(2) 钢丝钳

钢丝钳又名克丝钳、老虎钳，是一种夹钳和剪切工具，常用来剪切、钳夹或弯绞导线、拉剥电线绝缘层和紧固及拧松螺钉等。通常剪切导线用刀口、剪切钢丝用侧口、紧固螺母用齿口、弯绞导线

用钳口。结构和用途如图 1-3 所示。常用的规格有 150mm、175mm 和 200mm 三种。

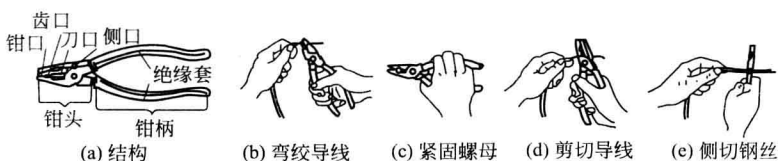


图 1-3 钢丝钳的结构和用途

钢丝钳的使用及注意事项：

- ① 钳把须有良好的保护绝缘，否则不能带电操作。
- ② 使用时须使钳口朝内侧，便于控制剪切部位。
- ③ 剪切带电导体时，须单根进行，以免造成短路事故。
- ④ 钳头不可当锤子用，以免变形。钳头的轴、销应经常加机油润滑。

(3) 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细，适用于在狭小的空间操作。刀口用于剪断细小的导线、金属丝等，钳头用于夹持较小的螺钉、垫圈、导线和将导线端头弯曲成所需形状。其外形如图 1-4 所示。其规格按全长分为 130mm、160mm、180mm 和 200mm 四种。电工用尖嘴钳手柄套有耐压 500V 的绝缘套。



图 1-4 尖嘴钳

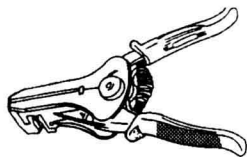


图 1-5 剥线钳

(4) 剥线钳

剥线钳用于剥削直径 3mm（截面积 6mm^2 ）以下塑料或橡胶绝缘导线的绝缘层。其钳口有 0.5~3mm 多个直径切口，以适应不同规格的线芯剥削。其外形如图 1-5 所示。它的规格以全长表

示,常用的有 140mm 和 180mm 两种。剥线钳柄上套有耐压为 500V 的绝缘套管。

使用时注意:电线必须放在大于其芯线直径的切口上切削,以免切伤芯线。

(5) 旋具(螺丝刀)

旋具又称螺丝刀、改锥等,用来紧固和拆卸各种带槽螺钉。按头部形状不同分为一字形和十字形两种,如图 1-6 所示。一字形旋具用来紧固或拆卸带一字槽的螺钉,其规格用柄部以外的体部长度来表示,电工用的有 50mm、150mm 两种。而十字形旋具是用来紧固或拆卸带十字槽的螺钉,其规格有四种:I 号适用于螺钉直径为 2~2.5mm,II 号为 3~5mm,III 号为 6~8mm,IV 号为 10~12mm。



图 1-6 旋具

旋具使用方法及注意事项:

- ① 旋具上的绝缘柄应绝缘良好,以免造成触电事故。
- ② 旋具的正确握法如图 1-7 所示。

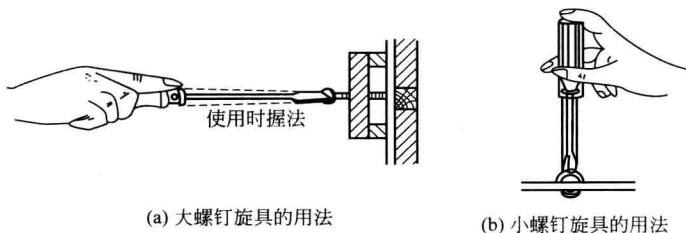


图 1-7 旋具的使用

③ 旋具头部形状和尺寸应与螺钉尾部槽形和大小相匹配。不用小旋具去拧大螺钉,以防拧豁螺钉尾槽或损坏旋具头部;

同样也不能用大旋具去拧小螺钉，以防因力矩过大而导致小螺钉滑扣。

④ 使用时应使旋具头部顶紧螺钉槽口，以防打滑而损坏槽口。

(6) 电工刀

电工刀是用来剖削或切割电工器材的常用工具，其外形如图 1-8 所示。电工刀有普通形和多用形两种。多用形电工刀除具有刀片外，还有折叠式的锯片、锥针和螺丝刀，可锯削电线槽板和锥钻木螺钉的低孔等。

使用方法和注意事项：

① 电工刀的刀口常在单面上磨出呈弧状的刃口，在剖削电线绝缘层时，可把刀略向内倾斜，用刀刀的圆角抵住线芯，刀向外推出。这样刀口就不会损坏芯线，又防止操作者自己受伤。

② 用毕即将刀折入刀体内。

③ 电工刀的刀柄无绝缘，严禁在带电体上使用。



图 1-8 电工刀



图 1-9 活络扳手

(7) 活络扳手

活络扳手是用来紧固或拧松螺母的一种专用工具，其结构如图 1-9 所示。常用的有 150mm、200mm、250mm 和 300mm 四种。

使用方法及注意事项：

① 旋动蜗轮将扳口调到比螺母稍大些，卡住螺母，再旋动蜗轮，使扳口紧压螺母。

② 握住扳头施力，握法如图 1-10 所示。在扳动小螺母时，手指可随时旋调蜗轮，收紧活扳唇，以防打滑。

③ 活络扳手不可反用或用钢管接长柄施力，以免损坏活络扳唇。

④ 活络扳手不可作为撬棒和手锤使用。



图 1-10 活络扳手握法

其他常用扳手：

① 呆扳手。又称死扳手，其开口宽度不能调节，有单端开口和两端开口两种形式，分别称为单头扳手和双头扳手，单头扳手的规格以开口宽度表示，双头扳手的规格以两端开口宽度表示。

② 梅花扳手。双头形式，工作部分为封闭圆，封闭圆内分布了 12 个可与六角螺钉或螺母相配的牙型，其规格表示与双头扳手相同。

③ 两用扳手。其一端与单头扳手相同，另一端与梅花扳手相同，两端同一规格。

④ 套筒扳手。由一套尺寸不同的梅花套筒头和一些附件组成，可用在一般扳手难以接近螺钉和螺母的场合。

⑤ 内六角扳手。用于旋动内六角螺钉，其规格以六角形对边的尺寸来表示，最小的规格为 3mm，最大的为 27mm。

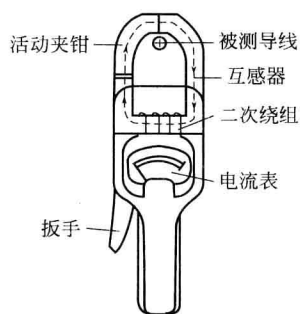


图 1-11 钳形电流表

1.1.2 钳形电流表的使用

钳形电流表又称钳形表，是电流互感器的一种变形，其准确度较低，一般在 2.5 级以下，通常在不断开电路的情况下直接测量，其外形如图 1-11 所示。

使用方法及注意事项：

① 根据被测对象不同，选择不同的钳形电流表。例如，测量交流电流时，应选用交流钳形电流表；测量直流电流时，则应选用交直流两用的钳形电流表。