

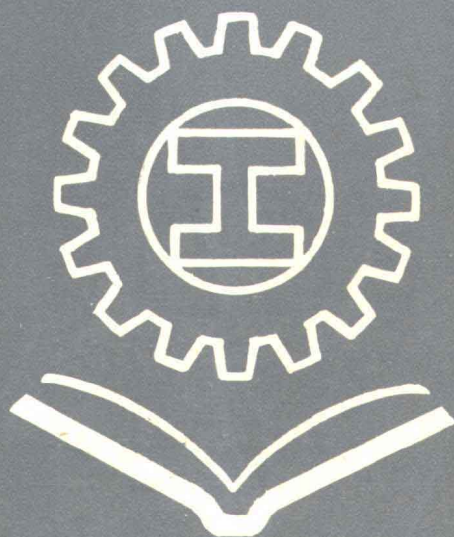
工人中级操作技能训练辅导丛书

# 热工仪表工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心

天津市机械工业管理局教育教学研究室

编



机械工业出版社

工人中级操作技能训练辅导丛书

# 热 工 仪 表 工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心  
天津市机械工业管理局教育教学研究室

编



机 械 工 业 出 版 社

本书是根据原机械工业部颁布的《工人中级操作技能训练大纲》编写的,以操作技能训练为主的辅导教材。

本书主要介绍了热工仪表工需要掌握的钳、管、电工的一些操作技能,仪表的工程安装与投运,维修中常用电子仪器的使用,常用自动显示仪表、电动单元组合仪表及调节器、压力、流量、气体分析仪器仪表的检查、调校、修理中的操作技能与技巧。并附有一定数量的操作实例,供训练之用。

本书可作为中级热工仪表工技术培训的辅导教材,也可供自学使用。

本书由刘津淑、郭万顺、李浩明、陆继超和肖广元五同志编写,由戴木权、于淑敏二同志审稿。

## 热 工 仪 表 工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心 编  
天津市机械工业管理局教育教学研究室

\*

责任编辑:王 伦

封面设计:方 芬

\*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

中国农业机械出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

\*

开本 787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·印张 8·字数 190 千字

1987年9月北京第一版·1988年7月北京第二次印刷

印数 50,001—63,000·定价:2.00 元

\*

ISBN 7-111-00006-4/TH·5

## 编委会名单

主任委员：王志平

副主任委员：董无岸 陈遐龄 王玉杰 赵国田  
杨国林 范广才（常务）

委员：王明贤 陈 余 温玉芬 戴振英  
解延年 曹桂秋 郝淑贤

# 目 录

## 前言

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第一单元 热工仪表工操作技能综述             | 1  |
| 第二单元 热工仪表工应掌握的管、钳、电工操作技能     | 2  |
| (一) 仪表导压管路的敷设                | 2  |
| (二) 仪表电气线路的敷设                | 3  |
| (三) 常用简单仪表零件的修理和制作           | 6  |
| (四) 简单安装件和零件的设计制作            | 9  |
| (五) 仪表常见的机械传动部分的装拆和检修        | 12 |
| 第三单元 仪表的工程安装与投运              | 20 |
| (一) 孔板及其管路的安装操作              | 20 |
| (二) 调节器的参数整定                 | 22 |
| 第四单元 几种常用电子测量仪器的使用           | 26 |
| (一) JFX型晶体管多用表的使用            | 26 |
| (二) SB-10型示波器的使用             | 28 |
| (三) JT-1型晶体管特性图示仪的使用         | 31 |
| (四) DFX-01型校验信号发生器的使用        | 38 |
| (五) E312型通用计数器的使用            | 40 |
| 第五单元 常用显示仪表的故障排除、修理与调校       | 45 |
| (一) 动圈仪表的一般检查操作              | 45 |
| (二) 动圈仪表测量部分的故障处理            | 45 |
| (三) XCT-100型动圈仪表调节电路的故障调修    | 47 |
| (四) XCT-130型动圈仪表调节电路的故障调修    | 50 |
| (五) XCT-190型动圈仪表调节电路的故障调修    | 52 |
| (六) 电子自动平衡显示仪表的现场故障排除        | 54 |
| (七) 电子自动平衡显示仪表测量部分、稳压电源的故障排除 | 57 |
| (八) 电子电位差计量程的改变              | 64 |
| (九) JF-12型放大器的检修             | 66 |
| (十) 电子自动平衡显示仪表附属调节装置的故障调修    | 71 |
| 第六单元 QDZ气动单元组合仪表的检修与调校       | 76 |
| (一) 变送单元的检修与调校               | 76 |
| (二) 显示单元的检修与调校               | 79 |
| (三) 执行单元——气动薄膜调节阀的检修与调校      | 82 |
| 第七单元 DDZ-II型电动单元组合仪表的检修与调校   | 84 |
| (一) 变送单元的检修与调校               | 84 |
| (二) 显示单元——开方积算器的调校           | 88 |
| (三) 调节单元——DTL-311型调节器的调校与使用  | 89 |
| (四) 转换单元——电—气转换器的检修与调校       | 92 |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| (五) 辅助单元——电—气阀门定位器的检修与调校 .....      | 93         |
| (六) 执行单元——电动执行器的检修与调校 .....         | 94         |
| <b>第八单元 DDZ-Ⅲ型电动单元组合仪表的调校 .....</b> | <b>97</b>  |
| (一) 温度变送器的调校 .....                  | 97         |
| (二) 差压变送器的调校 .....                  | 98         |
| (三) 电动双笔记录仪的调校 .....                | 98         |
| (四) 电源箱的测试 .....                    | 99         |
| <b>第九单元 流量仪表的维修与调试 .....</b>        | <b>100</b> |
| (一) 双波纹管差压计的维修与调试 .....             | 100        |
| (二) 椭圆齿轮流量计的维修与调试 .....             | 101        |
| (三) 蒸气流量计的使用与维护 .....               | 101        |
| <b>第十单元 数字式显示仪表的使用与调试 .....</b>     | <b>102</b> |
| (一) XMZ-102 B 数字温度显示仪的使用与调试 .....   | 102        |
| (二) XMY-10型压力数字显示仪的使用与调试 .....      | 104        |
| <b>第十一单元 TA 系列仪表的使用、维护 .....</b>    | <b>106</b> |
| (一) 概述 .....                        | 106        |
| (二) 原理 .....                        | 106        |
| (三) 测量及控制范围 .....                   | 107        |
| (四) 使用与维护 .....                     | 107        |
| <b>第十二单元 常用分析仪器的调整、使用和修理 .....</b>  | <b>109</b> |
| (一) 热磁式氧分析器的调校和维修 .....             | 109        |
| (二) QGS-04型红外线气体分析器的使用、调校和维修 .....  | 114        |
| (三) 电磁浓度计的调校和使用 .....               | 119        |

## 第一单元 热工仪表工操作技能综述

随着电子技术和计算机技术的飞速发展,自动化仪表出现了前所未有的崭新局面。一些古老的机械式仪表为电子仪表所代替;某些磁电式仪表逐渐被数字显示仪表代替;气动和电动单元组合仪表有了新的发展;新的仪表材料和新型仪表不断出现并投入使用。工业控制计算机在工业流程和质量控制等方面的应用日益广泛。工业生产的自动化水平有了新的提高,能源的计量、测试和控制仪表向集中和多功能发展。这一切对广大的热工仪表工人提出了新的更高的要求。

仪表工是一个技术复杂而又全面的工种。在实际的工作中还要求仪表工掌握相邻工种的一般操作技能。安装、修理各种仪表的导压管,需要掌握管工的一般技能。安装仪表的电源,敷设仪表的线路,需要掌握电工的基本技能。许多机械式仪表及一般仪表的机械传动部分的检查、修理和调整,则需要掌握钳工的基本操作技能。而且,随着仪表精度的提高和小型化,其精细的程度还大大地超过了钳工的一般操作技能。电子仪表的普及和不断更新换代,要求仪表工掌握一般热工仪表、电子仪器修理中经常使用的新型测试仪器和工具。要求掌握电子仪器修理的知识和技能。数字仪表的普及应用,又需要掌握数字电路的原理和数字仪表使用、检修的技能。做为一个技术上合格的仪表工,当然要掌握各种常用的温度、压力、流量、成分分析及单元组合仪表等的检定、维护、修理的技能。有处理日常生产中遇到的各种疑难问题的能力。要掌握国家检定规程,按规程对常用仪表进行检定。

仪表和各种流程控制调节系统都是为生产服务的。作为生产中对仪表进行维护和检修的仪表工人,就必须了解生产过程和工艺流程,了解要求检测和调节控制的工艺参数的正常值和可能的变化范围。为了使调节系统可靠而准确工作,必须掌握自动调节的知识和调节系统参数整定的方法。

随着工业控制计算机的应用,将逐步要求仪表工掌握工业生产中计算机的使用和维护技能。目前老一代的仪表工人,随着年龄的增长,逐步退出了生产第一线,被七、八十年代走上来的新一代年轻仪表工所取代。老一代的仪表工人大都经过培训,并具有一定的实践经验,但是由于时代的局限,他们掌握的新技术是不足的。因此,要求仍在工作岗位上的老一代仪表工人学习和掌握现代新技术,要求新一代仪表工人学习老一代所掌握的技能 and 技巧。

新技术、新型设备、新型仪器仪表的广泛使用,给80年代的仪表工人提供了广阔的天地。学好本工种的知识,掌握本工种的技能,为四个现代化出力是可以大有作为的。

## 第二单元 热工仪表工应掌握的 管、钳、电工操作技能

**内容提示** 本单元着重介绍仪表导压管安装的要求,材料、管径的选择,管道的试压和冲洗;仪表电气线路的一般要求,各种导线穿管管径的选取,导线的连接和线路检查试验的方法;常用简单仪表零件轴尖、游丝、指针、线圈的修理,针管、弹簧、线圈的制作;简单的安装件接头、隔离容器、支架和连杆的设计和制作;气动调节阀、仪表电机、电动执行器机械部分和自动平衡记录仪机械传动部分的修理方法。

**目的** 通过训练使中级仪表工比较熟练地掌握仪表的配管、管路附件的选择和安装;仪表电气线路的敷设和试验;仪表机械部件的拆装和修理;仪表零、配件设计制作的基本技能。经过实践举一反三,独立地进行一般复杂程度的仪表安装工程施工和比较复杂的仪表机械部分的维护和检修。

### (一) 仪表导压管路的敷设

仪表导压管路包括用于压力、流量、液位等检测的导压管;用于分析仪器的取样管;用于气动仪表气源和传递信号的压缩空气管;及冷却或伴热的汽、水管,排污管等。同时包括管路系统中使用的阀门、净化器、平衡容器、沉降器等部件。敷设仪表导压管就是要把所有的检测点和仪表连接成完整的系统,并经过检查试验,保证检测和调节系统投入正常工作。

#### 1. 导压管的安装

##### (1) 对仪表导压管的一般要求

- 1) 管子和附件的材料选择要适应被测介质的性质,即耐高温,低温和腐蚀的性质;
- 2) 整个管线中管子、附件连接紧密,便于装拆,以利清理和检修;
- 3) 管子和附件的尺寸选择正确;
- 4) 管子的安装要考虑到管道的吹洗和冷凝水、沉降物的排放;
- 5) 管子周围的环境温度应在  $5\sim 50^{\circ}\text{C}$  之间,否则应采取伴热和隔热措施;
- 6) 测量液位的管路应与其他高温管路隔开一定距离,以免管内液体温度变动影响测量精度。

##### (2) 仪表管路的坡度和管道材料、管径的选用

1) 仪表管路的水平段应保持一定的坡度,这个坡度稍大于一般动力管道的坡度,通常为  $1:10\sim 1:50$ ,且不应小于  $1:100$ 。倾斜的方向要保证排出的气体凝结水顺利排出。对于液体管路,应在最高处设排气阀,对于含湿气体,应在管路最低处装设排水阀或集水器。

2) 常用管路材料和管径的选用。管路的材料和管径应按设计选用,当未作明确规定时,则按被测介质的性质、被测参数和工作情况参照表 2-1 选择。

#### 2. 仪表管道的检查和试压

##### (1) 管道的检查

表2-1 常用被测参数管材直径选用表

(mm)

| 被测物质及用途         | 工作压力和温度                                     | 管子种类  | 管 路 长 度 (m)                                    |                                                |                                                |
|-----------------|---------------------------------------------|-------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                 |                                             |       | <15                                            | <30                                            | >30                                            |
| 炉膛负压            | $< \pm 50 \text{ Pa}$                       | 水、煤气管 | 25                                             | 40                                             | 50                                             |
| 负压管             | $> \pm 50 \text{ Pa}$                       | 水、煤气管 | 15                                             | 20                                             | 20                                             |
| 空气、风压           | $> 8 \text{ kPa}$                           | 水、煤气管 | 15                                             | 15                                             | 15                                             |
| 氧 气             |                                             | 紫铜管   | $6 \times 1 \quad 8 \times 1$<br>$10 \times 1$ | $6 \times 1 \quad 8 \times 1$<br>$10 \times 1$ | $6 \times 1 \quad 8 \times 1$<br>$10 \times 1$ |
| 净化煤气的<br>压力和差压  | $< 2.5 \text{ kPa}$                         | 水、煤气管 | 20                                             | 20                                             | 25                                             |
|                 | $> 2.5 \text{ kPa}$                         |       | 15                                             | 20                                             | 20                                             |
| 蒸汽的压力和差压        | $> 4 \text{ MPa} \quad < 450^\circ\text{C}$ | 合金钢   | $16 \times 3$                                  |                                                |                                                |
|                 | 一次阀前                                        | 20钢管  | $16 \times 2.5$                                | $16 \times 2.5$                                |                                                |
|                 | 一次阀后                                        |       |                                                |                                                |                                                |
|                 | $< 4 \text{ MPa}$                           | 10钢管  | $14 \times 2$                                  | $14 \times 2$                                  | $14 \times 2$                                  |
| 压缩空气            |                                             | 10钢管  | $14 \times 2$                                  | $14 \times 2$                                  | $14 \times 2$                                  |
| 锅炉给水压力及差压       | $> 6 \text{ MPa}$                           | 20钢管  | $16 \times 2.5$                                | $16 \times 2.5$                                |                                                |
|                 | $< 6 \text{ MPa}$                           | 10钢管  | $14 \times 2$                                  | $14 \times 2$                                  | $14 \times 2$                                  |
| 煤气、空气的<br>差压及压力 |                                             | 水、煤气管 | 15                                             | 15                                             |                                                |
|                 |                                             |       | 20                                             | 20                                             |                                                |

导压管系统安装完成后,应进行全面检查。检查的内容是:系统的连接是否正确无误;可拆连接是否紧固、严密;排放口的设置是否正确;支架和管道的安装是否安全可靠。另外对管道的特殊要求进行认真检查。如氧气管道是否用四氯化碳清洗干净等。

## (2) 管道的试压

管道的附件安装前均应做严密性试验,全部安装完毕后进行管道的系统试压。介质的工作压力在  $15 \text{ kPa}$  以下的用  $40 \text{ kPa}$  的压缩空气试压;在  $15 \text{ kPa} \sim 0.1 \text{ MPa}$  时,试验压力应比工作压力大一倍。在十分钟内压力下降不超过试验压力的 4% 为合格。超过  $0.1 \text{ MPa}$  的,应进行水压试验。试验压力为介质工作压力的 1.5 倍,其他要求同上。空气试压可以用肥皂水检查。真空系统的试验,通常是通以  $0.1 \sim 0.15 \text{ MPa}$  的压缩空气后进行的。

## 3. 仪表管道的冲洗

为了保证管路通畅,对凝固点高,粘度大,含固体杂质较多的介质管道都要设置冲洗系统。冲洗的方法有两种。一是从外部向管内吹洗,此方法要求吹洗用的液体或气的压力大于管内的压力。另一种方法是用介质本身的压力向大气中吹洗。关闭仪表,打开排放阀,使管内的气、液自动吹出,达到吹洗管道的目的。向管内吹洗要注意安全。如,不能用压缩空气或氧气向工作的煤气管道中吹洗。

## (二) 仪表电气线路的敷设

### 1. 仪表电气线路的种类和要求

仪表的电气线路可分为信号线路和供电联锁线路两大类。信号线路用于传感器及调节器

之间的信号传递。

对电气线路的一般要求是:

- (1) 符合电气安全操作规程的要求, 电缆的金属外皮和电线保护管接地良好;
- (2) 电线的绝缘保护包皮完好无损, 埋地的管、缆涂沥青防腐;
- (3) 周围大气中有蒸汽和腐蚀性气体时, 电线应在保护管中敷设, 分线盒应密封良好, 并应注意防爆的规定;
- (4) 浸入水中或可能被地下水浸没的电缆应保证绝缘不被破坏, 电缆头密封良好;
- (5) 所有的线路连接处必须紧密, 接触电阻小, 特别是信号传递线路, 防止阻值逐渐变化造成仪表示值误差;
- (6) 导线应按最短的路径敷设, 仪表工敷设的电气线路一般不超过 380V, 超过时应由专门的电工敷设;
- (7) 凡是有机机械损坏危险的地方必须采取防护措施, 距地面 2.5~3m 内的电线必须用管保护。

## 2. 导线和保护管的敷设

导线的敷设分为明配和暗配。明配时线管应沿墙壁和天棚,金属结构敷设,暗配时则预埋在混凝土地面或墙壁中;在电缆沟里架设的电缆为半暗敷设。保护管常用电线管、水、煤气管和硬塑料管。仪表的信号线不允许和 220V 的电源线使用同一根保护管。保护管的直径可按表 2-2、2-3 和 2-4 选用。

表2-2 BX、BLX型单芯电线穿管尺寸选用表

[illegible]

表2-3 BX、BLX型多芯电线穿管尺寸选用表

| 截 面 积<br>(mm <sup>2</sup> ) | 电 线 根 数 |   |    |   |    |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|-----------------------------|---------|---|----|---|----|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
|                             | 2       | 3 | 4  | 5 | 6  | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 |  |  |
| 选用电线管的直径 (mm)               |         |   |    |   |    |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 1.0                         |         |   |    |   |    |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 1.5                         | 15      |   |    |   | 20 |   |   |   |    | 25 |    |    |    |    |    |    | 32 |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 40 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 2.5                         |         |   |    |   |    |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 50 |  |  |
| 选用水、煤气管的直径 (mm)             |         |   |    |   |    |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 1.0                         |         |   |    |   |    |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 1.5                         |         |   | 15 |   |    |   |   |   | 20 |    |    |    |    |    |    | 25 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 32 |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 2.5                         |         |   |    |   |    |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 40 |  |  |
| 选用轻型硬塑料管的直径 (mm)            |         |   |    |   |    |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 1.0                         |         |   |    |   |    |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 1.5                         |         |   | 15 |   |    |   |   |   | 20 |    |    |    |    |    |    | 25 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 32 |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 2.5                         |         |   |    |   |    |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 40 |  |  |

表2-4 2 × 2.5mm<sup>2</sup>补偿导线穿管管径选用表

(mm)

| 保护管型 \ 引线根数 | 1  | 2  | 3  | 4 | 5  | 6 | 7  | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 |
|-------------|----|----|----|---|----|---|----|---|----|----|----|----|
| 电线管         | 20 | 25 | 32 |   | 40 |   | 50 |   |    |    |    |    |
| 水、煤气管       | 15 | 20 | 25 |   | 32 |   | 40 |   | 50 |    | 65 | 80 |
| 硬塑料管        | 15 | 20 | 25 |   | 32 |   | 40 |   | 50 |    | 65 | 80 |

注：补偿导线外形尺寸为6.2×11.7mm。

### 3. 仪表电气线路的检查和测试

仪表电气线路的检查主要是：1) 检查线号；2) 检查绝缘电阻；3) 检查线路电阻。

仪表所有导线的两端都应装设标明线号的线嘴或异型塑料管。检查时要确认同一条芯线两端的线号及在相应的接线端子上的连接是否正确。可以用兆欧表或万用表进行检查。对于长导线可借用电缆的铅皮或金属保护管进行检查。

绝缘电阻可用兆欧表进行检查，分两次进行。第一次，在敷设前检查电缆及电线之间的绝缘电阻。第二次，在敷设后，检查每根芯线对地的绝缘电阻。工作电压220V的导线的绝缘电阻应不低于20MΩ。

为使仪表示值准确，应使连接传感器和仪表之间的导线的电阻符合规定的数值。例如，

配用热电偶的动圈仪表的外路电阻为  $15\Omega$ ，配用热电阻的动圈仪表的外路电阻为  $5\Omega$ 。此时就要在现场进行线路电阻的测量和调整。这项测量工作可用惠斯登电桥来完成。

### (三) 常用简单仪表零件的修理和制作

#### 1. 仪表零件修理常用的工具

主要的常用工具有 3~5 倍放大镜，细油石，仪表手锤，仪表手夹头，不磁化镊子，仪表用砧子，仪表冲子，钟表起子，中号螺丝刀，电烙铁，台灯等。此外，还应当准备玻璃皿，小瓷盘，作为存放零件和清洗的容器。常用的辅助材料有汽油、酒精、表油、快速粘结剂，如 502 胶等。

#### 2. 常用仪表零件的修理

在仪表修理中，经常遇到的是仪表零件变形，不均匀磨损，折断等，需更换新的或修复使用。目前由于仪表工业的发展，许多零件修复费时费力，不如更换来得方便。但是，有时配件供应不及时，或经过简单的修理还可以继续使用，则仍需要进行修理。由于仪表零件的形状和尺寸千变万化，因此只能选择几种常见的予以介绍。

##### (1) 轴尖的修磨

轴尖和轴承的支承形式在测温毫伏计、比率计、膜盒式微压计等仪表中广泛使用。修理时要先从仪表中取出可动部分，取下游丝，注意不要碰坏指针、轴承及其他零件。然后取下指针。对于带有可动线圈的仪表，用手夹头夹住轴尖轻轻转动，拆下轴尖。然后用手夹头夹住轴尖，对于膜盒压力计可夹住整个转轴，使轴尖外露，在油石上滴一滴表油，按轴尖的角度在油石上研磨。研磨时要不断地转动手夹头，以免出棱角而不圆。磨好的轴尖用放大镜检查应是圆锥形。磨好的轴尖，应近似垂直立于油石面上，与油石平面成  $80^\circ$  角左右，用手轻轻旋转，即可得到圆头。带有可动线圈的轴尖在磨后安装时，要注意调整，使两个轴尖在线圈的中心线上。磨好的轴尖要光滑清洁，方可安装。

##### (2) 游丝的修理

正常的游丝没有伤痕，平整，没有灰尘油泥，圈间互不粘连，侧面平直，安装在仪表上不歪斜，转动时圈间不碰，也不与固定零件相碰，游丝圈间的距离相等，如图 2-1 a 所示。若发现游丝有如图 2-1 b, c, d, e 所示现象则为不合格，必须加以修理。

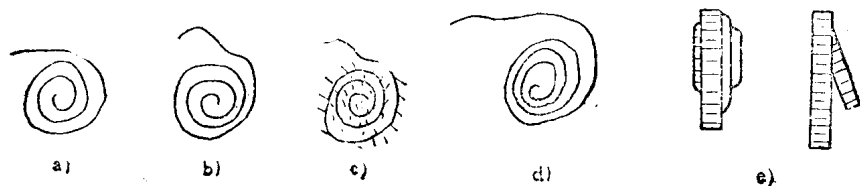


图2-1 游丝的状态

a) 正常 b) 不平滑 c) 过脏 d) 间距不等 e) 不平整

1) 游丝的拆装：游丝一般使用锡焊和销子固定。因此在拆卸时要根据不同的固定部位和方式采用不同的拆卸方法。拆时先把外端固定处打开，然后再拆下游丝。安装时要用镊子

轻轻夹住，以免弄乱游丝。如果是两个游丝，要注意不要把两个装在同一方向上。拆下游丝时要注意保护轴尖和可动线圈。

2) 游丝的清洗：将游丝拆下放在盛有少量汽油的玻璃皿中，用镊子夹住游丝内头，轻轻摆动，洗后的游丝放在白纸上待汽油干后即可安装。

3) 游丝变形的修理：如果游丝有轻度的间隙不均匀，可首先找出歪曲的原点（即间隙开始变化处），如图 2-2 所示。用左手握镊子 A 夹住弯曲的一端 a 点，再用右手握镊子 B 夹住弯曲处 b 点，按弯曲的反方向用小力旋转如图 2-2 a，旋转时镊子和游丝的侧面平行，左边镊子固定游丝，右边镊子加力将至 c 点。

如发现游丝侧面不平，先找出扭曲处，用双镊子把扭曲解开，如图 2-2 b。修理后用镊子夹住游丝内头侧立起来，即可检查游丝是否平直，如图 2-2 c。

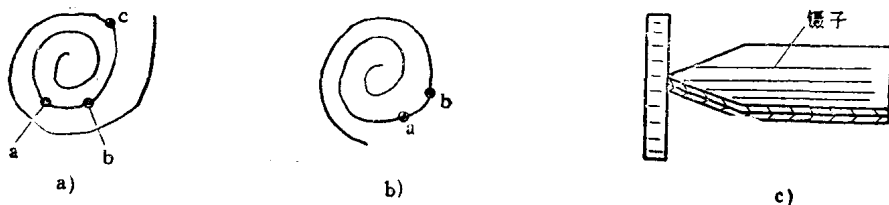


图2-2 游丝变形的修理

游丝全乱时要先把交错部分解开，再整理平直，然后按内圈的大小卷一个小圈，左手拿镊子固定，右手拿镊子夹住外圈的一端，用圆弧力拉动，在镊子经过的部分就成圆弧。然后两镊子向前移动，直到终端为止。

如游丝严重紊乱，可先把它整理平直，然后在工作台上铺一张白纸，中间钉一个大头针，用左手捏住游丝的一端，右手用镊子夹住另一端，将游丝平面放于大头针的侧面上，以夹角  $\theta$  使其在大头针上左右轻轻来回拉动几次，如图 2-3。松开镊子后游丝已卷曲一部分。再将镊子夹住卷曲与平直部分的分界点，按上法一段段卷完为止。 $\theta$  角的大小与卷曲的直径成正比，即  $\theta$  大，卷后的直径就大。在大头针上摩擦用力的大小与卷后的直径成反比。

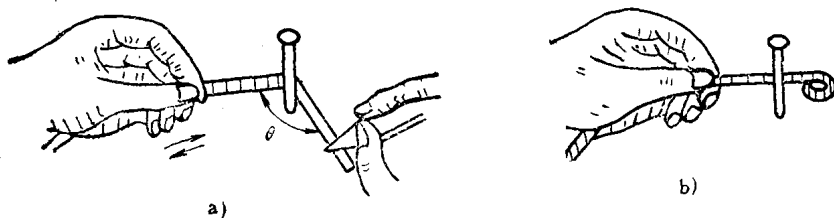


图2-3 游丝严重紊乱的修理

### (3) 指针的修理

仪表指针弯曲，用电烙铁在弯曲处加热，马上用手或镊子按弯曲的反方向用力平直，如图 2-4 所示。圆柱或管形指针成圆弧形弯曲时，可将其拆下，放在玻璃板上轻轻碾滚弯曲处，即可恢复。管状指针断裂，可用与其内径相同的铝丝放入断裂处的管内，两端各伸入 2mm 即可。然后用快干胶粘结之。如为柱形铝指针，则可用 0.1~0.05mm 的铝板做一个内径与指针外径相同的铝管套于其上，再粘结即可。

#### (4) 可动线圈变形的修理

先将其拆出，将电烙铁放在可动线圈内加热，烙铁取出后用手轻轻按变形的相反方向用力，使其恢复原状。如侧面变形，可在线圈加热后按变形相反方向用小力轻扭即可。

### 3. 简单仪表零件的制作

仪表零件多为大量或成批生产，修理时有时需要配制。有的零件需要在机床上加工，有的则可用手工制作。这里仅举一、二例。

#### (1) 针管的制作

用一根与要做的针管外径相同的铁丝，将一块平铅板压一条直沟，再用一根与针管内径相同的铁丝做管芯。从约 0.1~0.05mm 的薄铝板上剪下一宽度稍大于想要制作的针管的周长的小铝片，长度比指针的长度要长一些。将铝片放在铅板的小沟上，与小沟平行。再在铝片上放管芯，用力将管芯压入铅板沟中，再用小刀把留在沟外的铝片包在管芯上，使圈口闭合。然后用小刀把管口闭合后剩下的铝片切下，从沟内取出针管与管芯，再抽出管芯即制成了针管。如图 2-5 所示。

针管也可以拉制。拉制的方法是做一个模具，长 50~60mm，宽 30~40mm，厚约 5mm，在中间钻一个与针管外径相同的孔，再在这个孔上镗一个约 2mm 深锥度为 90° 的坑，然后淬火，硬度不限。再用砂布把平面打光，用细金钢砂将孔内氧化层磨光。从薄铝板上剪下宽度为针管周长的铝片，将其一端用钳子卷小，使之从大孔方向通过模具孔，再用钳子从模孔的另一端拉出，但不可用力过猛，以防拉断。全部拉出后针管就做成了。

#### (2) 弹簧的制作

仪表中的弹簧有螺旋弹簧和簧片两大类。螺旋弹簧又有拉簧和压簧之分。弹簧的基本形状和尺寸示于图 2-6 中。

弹簧一般用 65Mn 或 55SiMn 弹簧钢制作，也可用 65 碳钢和磷铜制作。绕制前先按  $d$  选好钢丝，然后数清弹簧的有效圈数  $n$ 。为了工作时受力均匀，制作时使两端的圈距缩小，端面磨平，露出 3/4 圈，称为支承圈。其余各圈保持相等的距离，这些圈称为有效圈。然后按

$$L = (n + 5) l$$

计算出所需钢丝的长度。其中  $l$  是每圈的长度，可按下式求出：

$$l = \sqrt{l^2 + 9.86(D - d)^2}$$

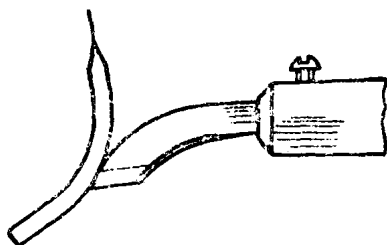


图2-4 指针弯曲的修理

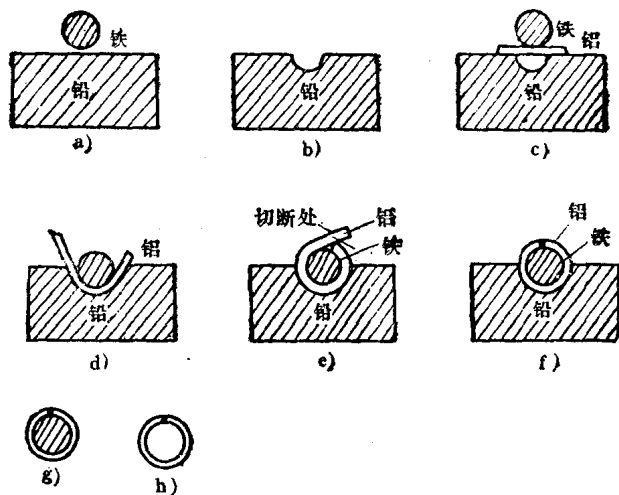


图2-5 制作针管

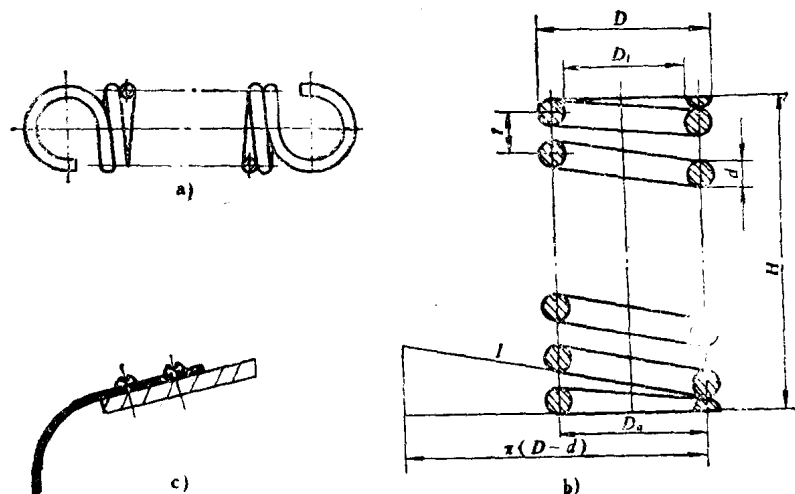


图2-6 弹簧的形状和各部尺寸

a) 拉簧 b) 压簧及各部尺寸 c) 簧片

 $d$ —弹簧丝直径, 即弹簧钢丝的直径  $D$ —弹簧外径, 即弹簧圈的最大直径 $D_1$ —弹簧内径, 即弹簧圈的最小直径  $D_a$ —弹簧的平均直径,  $D_a = \frac{D + D_1}{2}$  $t$ —簧距, 相邻两圈对应点的距离  $H$ —弹簧高度, 弹簧两端的最大距离

再选一根直径略小于弹簧内径的圆钢棒作为芯棒。芯棒的直径要略小于弹簧内径, 主要考虑缠绕后弹簧扩张使其直径  $D$  增大。将芯棒和钢丝同时夹持在台钳上, 然后用克丝钳子夹住, 先在芯棒上紧紧绕一圈, 然后再按簧距一圈圈缠绕, 绕够有效圈数, 再垂直芯棒绕一圈后取下, 剪去多余的部分, 将两端在砂轮上磨平即可。

簧片的制做比较简单, 选用适当厚度的钢片, 划好簧片的展开形状, 剪下并弯成要求的弧度, 冲孔, 和相关零件铆接即可。如簧片太小, 可先划线冲孔, 再剪下。

### (3) 可动线圈的绕制

做一个比动圈内侧尺寸略小而形状相同的木架, 在木架外面上漆片, 使之光滑。然后在木架上密绕一层棉线, 棉线外面裹一层白纸, 在纸上画出线圈的宽度, 把木架固定在绕线机上。然后绕线, 绕时要在内侧留焊接的线头, 每绕一层加少许稠漆片, 按原线圈的圈数绕足, 不可少绕。绕好后用漆片粘牢。等干后, 再轻轻从内侧将棉线一圈圈拉出, 再从木架上取下线圈, 拆下白纸, 线圈就做成了。

## (四) 简单安装件和零件的设计制作

在仪表及调节系统中, 安装时常需要因地制宜地设计, 制作一些安装仪表用的支架, 检修用的平台, 以及适应特殊介质用的隔离容器; 安装一次元件用的安装零部件; 连接执行机构和工艺设备的连接拉杆等等。

上述这些零部件都必须事先根据现场实际情况设计绘图。有的仪表工可以自己制做, 有的则需要到机械车间去加工或请其他工种配合。施工现场的情况极为复杂, 上述的安装件也各不相同。下面举几例说明方法和要领。

## 1. 热电偶安装接头的设计和制作

如果将热电偶安装在管道上,若管道直径较大,则可按图 2-7 的形式垂直安装,若管道直径较小,则可按图 2-8 所示的形式倾斜安装。由于安装形式不同,安装接头的形状也不同。另外,选用热电偶的连接尺寸不同,则接头连接部分的尺寸也随之变化。其次,管道内介质的性质、管道材料也影响接头材料的选择。如果管道中的介质为酸液,则管道和接头的材料应选不锈钢,热电偶保护管也应选不锈钢。若管中介质为蒸汽,管道为普通无缝管,则接头可选用普通低碳钢,如 A<sub>3</sub> 或 35 钢。不可选用含碳较高的钢种,因含碳越高,则可焊性越差,会给接头在管道上的焊接造成困难。按照上述原则就可分别绘出两种安装方法的接头零件加工图。如图 2-9,图 2-10 所示。绘制零件工作图要符合机械制图的国家标准。

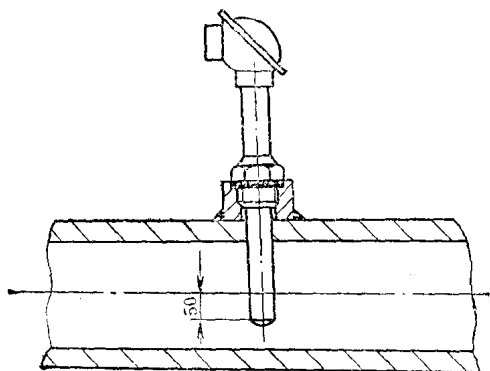


图2-7 热电偶垂直管道轴线安装法

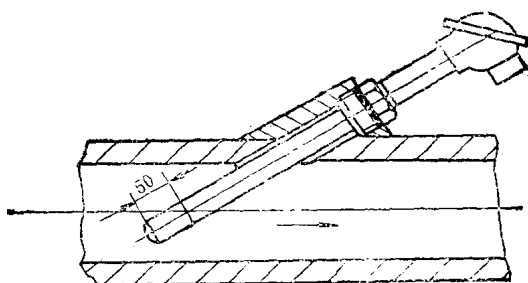


图2-8 热电偶倾斜管道轴线安装法

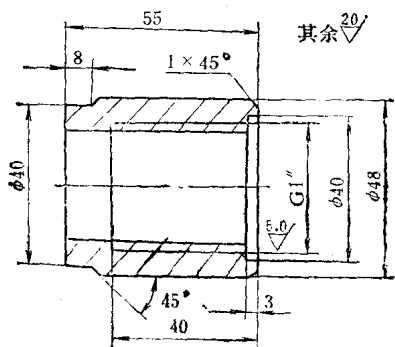


图2-9 垂直安装接头

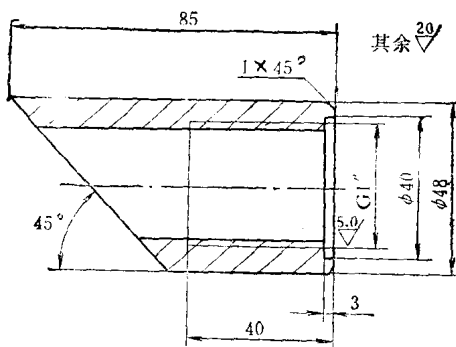


图2-10 倾斜安装接头

按图加工好的零件再焊接在管道上。焊前先要在管道上钻孔或用气割切孔。孔的尺寸必须大于热电偶保护管的直径。钻孔或割孔后管道内的切屑或焊渣要清理干净,以免损坏工艺设备或其他仪表。

## 2. 仪表隔离容器的设计和制作

设置隔离容器的目的是使被测介质和仪表的测量容室隔开,防止被测介质对仪表腐蚀破坏或介质本身的物理性质(如粘度)对测量的妨碍。因此,在设计制作隔离容器时必须考虑介质的性质,如腐蚀性,重度,粘度等。还要考虑导压管路和仪表与隔离容器连接,隔离液的性质等。以重油压力测量为例,重油的腐蚀性不强,但在常温时粘度特别大。如果直接用

弹簧管式压力表测量,则重油进入弹簧管,仪表很难正常工作。另外,仪表检修时,将重油从弹簧管中清理掉是十分困难的。因此,设计隔离容器可采用普通碳钢,考虑重油的重度小,而甘油的重度大,二者不易混合,可选用甘油做隔离液。其次,若输油的压力为  $2\text{MPa}$ ,容器不但要有足够的强度,而且要进行压力试验。因此,隔离容器可以设计成图 2-11 a 所示的形式。图 2-11 b 所示为被测介质重度大于隔离液重度时容器的形式。

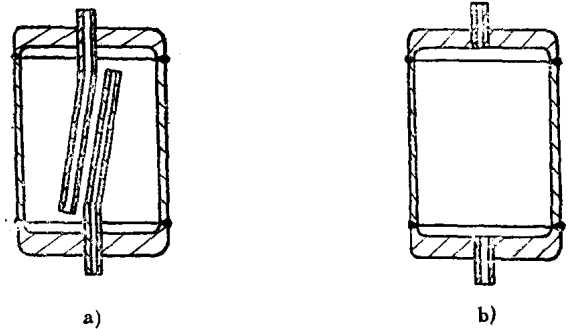


图2-11 隔离容器

- a) 被测介质重度小于隔离液重度  
b) 被测介质重度大于隔离液重度

### 3. 地脚螺钉的制作

在预先建筑的混凝土基础上安装如储气罐或其他设备时,就需要制做地脚螺钉,并将其置于预留在基础上的孔中,设备初步定位后再用水泥填充,于后即可固定设备。地脚螺钉的大小根据设备的大小不同而不同。图 2-12 所示为一种小型地脚螺钉。

制作时先按图纸尺寸选好材料,圆钢的直径应等于螺纹的外径。计算出展开长度,锯下,然后用板牙套丝。套扣前应先将圆钢端头用锉倒角。套扣时要加机油润滑,并来回进退,以免卡死。套扣后再在虎钳上冷弯成形。如果螺钉太大,难于冷弯时可用焊枪加热后成形。

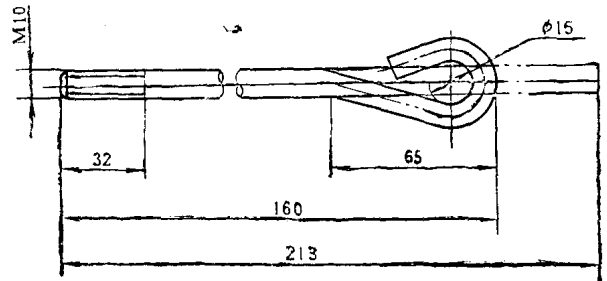


图2-12 地脚螺钉

### 4. 角行程执行器安装支座和连接杆的设计和制作

角行程执行器的安装必须和它所要操作的对象相适应。要因地制宜地设置它的基础或支座。连杆在角行程执行器旋转  $90^\circ$  的范围内,控制对象应在要求的整个区段变化。如某厂平炉的鼓风机通往炉子的  $\phi 800\text{mm}$  的空气管道上装有控制空气流量的蝶阀。蝶阀的开关是由角行程执行器驱动的。为了方便安装和检修,将角行程执行器安装在空气管道上。因此,要在管道上安装支座。为了便于调整 and 安装,在管上做一小平台,如图 2-13 所示。为了安全可在平台周围装设栏杆和爬上平台的梯子。支架可以焊接在平台上。然后再将角行程执行器安装在支架上。

当角行程执行器在支架上安装好以后,就要用连杆将执行器和蝶阀连接起来。为了保证运转灵活,在安装时要注意使执行器的输出臂和蝶阀的输入臂在同一平面上。使执行器的输出臂、蝶阀的输入臂和连接杆组成一个平面四连杆机构。图 2-14 为执行器和蝶阀连接的示意图。

连杆的结构如图 2-15 a,连杆可以用锻造,也可以焊接。不论是锻造毛坯还是焊接毛坯,每端的销孔必须一次钻出,以保证两孔的同轴度。销子的形状如图 2-15 b 所示,用机械加工制成。销子插入输出,输入臂后,用开口销固定。全部安装后可用手动试验,检查执行器和蝶阀是否灵活,动作是否协调,然后才可正式投入使用。