

# 仪表工手册

化学工业出版社  
乐嘉谦 主编



# 仪 表 工 手 册

乐嘉谦 主编

化 学 工 业 出 版 社  
· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

仪表工手册/乐嘉谦主编. —北京: 化学工业出版社,  
1998. 4 (2000. 5 重印)  
ISBN 7-5025-2048-1

I. 仪… I. 乐… II. 仪表-手册 N. TH7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 22533 号

---

**仪 表 工 手 册**

乐嘉谦 主编

责任编辑: 刘 哲 陈逢阳

责任校对: 马燕珠

封面设计: 于 兵

\*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京市燕山印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 45 $\frac{3}{4}$  字数 1591 千字

1998 年 4 月第 1 版 2000 年 5 月北京第 2 次印刷

印 数: 5001—7000

ISBN 7-5025-2048-1/TP·93

定 价: 75.00 元

---

**版权所有 违者必究**

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换  
工商广临字 98021 号

# 前 言

《仪表工手册》是仪表工的朋友，应当成为仪表工得心应手的工具。在化工出版社的组织下，编者以此为宗旨进行编写。

仪表工在生产过程中对检测与过程控制仪表进行日常维护和故障处理，涉及知识面十分广泛，不但要精通检测仪表、调节器和执行器等工作原理和结构特点，而且还要有一定的过程控制（自动化）知识。在故障现象中不仅有仪表故障，而且混杂有工艺和设备故障，仪表工要分析与判断故障，必须要有一定的化工工艺知识和化工设备知识。对于化工、石油化工等行业，易燃、易爆和有毒是行业的特点，仪表工在处理故障时，对这类问题绝对不能掉以轻心。

除日常维护外，企业有不少技措技改项目，有仪表专业技措技改项目，亦有工艺技措技改项目需要仪表配合实施，这些大大小小的项目，需要设计（大项目可以委托设计）、施工准备、安装、开车等一系列工作，仪表施工、安装知识是和日常维护同样重要的知识。对于安装公司仪表工而言，仪表安装是他们的专业，当然就更重要了。

中华人民共和国计量法颁布实施有十余年了，检测与过程控制仪表绝大部分属于计量器具，对于计量器具要根据计量法规要求实施法制管理。每一个仪表工都应有很强的法制观念，使用法定计量单位，对计量器具进行周期检定，建立企业最高计量标准等等。

计算机技术被大量地应用于过程控制中，集散控制系统（DCS）和可编程序控制器方面的知识仪表工需要了解和掌握。

针对以上仪表工在日常工作中需要和可能涉及到的知识，编者尽可能编入本《仪表工手册》。考虑到携带和翻阅方便，在编写过程中，侧重于资料性、实用性和针对性，对于工作原理以及仪表工已经掌握的基本知识一带而过，不再详细介绍。由于检测与过程控制仪表发展很快，知识老化现象比较严重，《仪表工手册》力求将最新知识编入其中。

仪表日常维护与常见故障处理作为《仪表工手册》独立一篇，是为了加强手册的实用性。这一篇内容，主要是编者和广大从事仪表和控制的工程技术人员、仪表工在多年工作中的经验和体会，谨供借鉴和参考。

《仪表工手册》根据中、高级仪表工技能水平和知识范围进行编写。其中一些经验体会和资料可供工程技术人员参考和应用。

参加编写的人员如下：第一篇：乐嘉谦；第二篇：方卫东；第三篇：蔡亚吉；第四篇：章顺增；第五篇：严言友；第六篇：乐嘉谦，其中第二章第二节仪表常见故障处理实例中部分实例由泸天化张先政、涂勇、何谦、张中华提供。全书由乐嘉谦定稿。

由于编辑时间短促以及水平有限，肯定会有不少谬误之处，请读者雅正。

编者  
一九九七年四月

## 内 容 提 要

《仪表工手册》旨在成为仪表工得心应手的工具书，努力做到查阅方便，实用性强，内容新颖，涉及面广。

全书共分六篇。第一篇基础知识，包括电工、电子、工艺、设备、安全等基础知识。第二篇仪表与控制系统，包括检测仪表、控制仪表、可编程调节器、执行器和控制系统。第三篇可编程控制器和集散控制系统。第四篇仪表检定与校准。第五篇仪表安装，包括安装程序、常用安装材料、仪表加工件、各种仪表安装等等。第六篇仪表故障处理，给出了仪表故障判断的思路和实例。

仪表工日常工作中涉及到的知识基本都收入了本手册，适合化工、石油化工、纺织、冶金、炼油等行业仪表工及工程技术人员使用与参考。

# 目 录

|                                            |      |
|--------------------------------------------|------|
| 第一篇 基础知识 .....                             | (1)  |
| 第一章 仪表基础知识 .....                           | (1)  |
| 第一节 仪表分类 .....                             | (1)  |
| 第二节 仪表主要性能指标 .....                         | (2)  |
| 一、概述 .....                                 | (2)  |
| 二、精确度 .....                                | (2)  |
| 三、复现性(重复性) .....                           | (3)  |
| 四、稳定性 .....                                | (3)  |
| 五、可靠性 .....                                | (4)  |
| 第二章 常用图例符号 .....                           | (5)  |
| 第一节 常用仪表、控制图形符号 .....                      | (5)  |
| 一、图形符号 .....                               | (5)  |
| 二、字母代号 .....                               | (10) |
| 三、仪表位号的表示方法 .....                          | (16) |
| 四、HG 20505—92 标准与 ISA, ISO<br>标准比较分析 ..... | (20) |
| 第二节 常用电工与电子学图例符号 .....                     | (25) |
| 一、图形符号 .....                               | (25) |
| 二、电气设备基本文字符号 .....                         | (34) |
| 三、电气技术中辅助文字符号 .....                        | (34) |
| 第三节 自控常用英文编写 .....                         | (35) |
| 第三章 计量知识 .....                             | (37) |
| 第一节 法定计量单位 .....                           | (37) |
| 一、法定计量单位组成 .....                           | (37) |
| 二、常用化工计量单位对照 .....                         | (39) |
| 三、数字修约规则 .....                             | (41) |
| 第二节 量值传递 .....                             | (41) |
| 一、企业计量标准 .....                             | (41) |
| 二、量值传递定义 .....                             | (42) |
| 三、企业量值传递系统 .....                           | (42) |
| 第三节 常用计量器具 .....                           | (48) |
| 一、直流数字电压表 .....                            | (48) |
| 二、标准电压电流源 .....                            | (48) |
| 三、标准气动压力信号源 .....                          | (52) |
| 四、多功能便携式校准仪 .....                          | (53) |
| 第四章 电工与电子学知识 .....                         | (54) |
| 第一节 电工知识 .....                             | (54) |
| 一、供电系统 .....                               | (54) |
| 二、熔断器 .....                                | (58) |
| 三、自动开关 .....                               | (59) |
| 四、控制微电机 .....                              | (61) |
| 五、电压互感器与电流互感器 .....                        | (64) |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 第二节 常用测量电路 .....                | (66)  |
| 一、平衡电桥 .....                    | (66)  |
| 二、不平衡电桥 .....                   | (67)  |
| 第三节 模拟电路 .....                  | (67)  |
| 一、放大电路 .....                    | (67)  |
| 二、振荡电路 .....                    | (74)  |
| 第四节 数字电路 .....                  | (76)  |
| 一、数制与基本逻辑关系 .....               | (76)  |
| 二、组合逻辑电路 .....                  | (78)  |
| 三、时序逻辑电路 .....                  | (80)  |
| 第五节 稳压电路 .....                  | (82)  |
| 一、整流滤波电路 .....                  | (82)  |
| 二、稳压电路 .....                    | (84)  |
| 三、集成稳压电路 .....                  | (85)  |
| 第六节 集成电路 .....                  | (86)  |
| 一、集成电路分类 .....                  | (86)  |
| 二、半导体集成电路型号命名法 .....            | (87)  |
| 三、集成电路的封装形式 .....               | (87)  |
| 四、集成电路运算放大器 .....               | (89)  |
| 五、TTL 电路 .....                  | (92)  |
| 六、CMOS 数字电路 .....               | (97)  |
| 七、IIL 电路与 ECL 电路 .....          | (100) |
| 八、中外集成电路产品型号对照 .....            | (101) |
| 第七节 电工电子学常用英文缩写 .....           | (102) |
| 第五章 工艺与安全知识 .....               | (107) |
| 第一节 工艺知识 .....                  | (107) |
| 一、常用化工介质特性 .....                | (107) |
| 二、化工企业常用工艺管线标志 .....            | (118) |
| 第二节 常用化工设备特性 .....              | (119) |
| 一、离心式压缩机 .....                  | (119) |
| 二、活塞式压缩机 .....                  | (122) |
| 三、风机 .....                      | (125) |
| 四、离心泵 .....                     | (126) |
| 第三节 防腐 .....                    | (128) |
| 一、腐蚀介质及相应防腐材料<br>(金属和合金) .....  | (128) |
| 二、常用非金属材料 .....                 | (137) |
| 三、隔离 .....                      | (138) |
| 第四节 安全 .....                    | (141) |
| 一、石油、化工企业火灾危险性<br>及危险场所分类 ..... | (141) |
| 二、爆炸性物质和爆炸危险场所等                 |       |

|                        |       |                       |       |
|------------------------|-------|-----------------------|-------|
| 级划分 .....              | (145) | 一、色谱分析的基本原理 .....     | (218) |
| 三、爆炸性气体、易燃易爆粉尘         |       | 二、工业色谱仪的组成 .....      | (219) |
| 和易燃纤维特性 .....          | (147) | 三、CX-2 型工业气相色谱仪 ..... | (219) |
| 四、易燃易爆场所对防爆电气设         |       | 第三节 氧量分析仪 .....       | (222) |
| 备的要求 .....             | (155) | 一、概述 .....            | (222) |
| 五、易燃易爆场所仪表操作注意         |       | 二、氧化锆分析仪 .....        | (222) |
| 事项 .....               | (156) | 三、磁式氧分析器 .....        | (225) |
| 附录 1-1 自控专业标准体系表标准     |       | 第四节 热导式气体分析器 .....    | (226) |
| 代号含义 .....             | (158) | 一、测量基本原理 .....        | (226) |
| 附录 1-2 自控专业标准明细表 ..... | (159) | 二、热导式分析仪的测量线路 .....   | (228) |
| 参考文献 .....             | (165) | 三、热导池的结构 .....        | (228) |
| 第二篇 仪表与控制系统 .....      | (166) | 四、热导式分析仪的应用及使用        |       |
| 第一章 检测仪表 .....         | (166) | 条件 .....              | (230) |
| 第一节 温度检测与仪表 .....      | (166) | 五、RD 型热导式气体分析仪 .....  | (230) |
| 一、温度测量的基本概念 .....      | (166) | 六、几种国外热导式分析器简介 .....  | (232) |
| 二、温度测量仪表的分类 .....      | (167) | 第五节 红外线分析器 .....      | (233) |
| 三、热电偶 .....            | (168) | 一、红外线分析器的检测原理 .....   | (233) |
| 四、热电阻 .....            | (173) | 二、红外线分析器的结构组成 .....   | (234) |
| 第二节 压力检测与变送 .....      | (175) | 三、取样系统 .....          | (234) |
| 一、概述 .....             | (175) | 四、红外线气体分析器的型号与        |       |
| 二、压力的测量与压力计的选择 .....   | (176) | 功能 .....              | (235) |
| 三、压力传感器 .....          | (178) | 第六节 工业 pH 计 .....     | (235) |
| 四、压力变送器 .....          | (179) | 第七节 工业粘度计 .....       | (237) |
| 第三节 流量检测与变送 .....      | (181) | 一、旋转式粘度计 .....        | (237) |
| 一、概述 .....             | (181) | 二、振动式粘度计 .....        | (238) |
| 二、差压式流量计 .....         | (181) | 第八节 可燃性气体或蒸气的检测 ..... | (238) |
| 三、容积式流量计 .....         | (188) | 第三章 显示仪表 .....        | (240) |
| 四、漩涡流量计 .....          | (189) | 第一节 模拟显示仪表 .....      | (240) |
| 五、电磁流量计 .....          | (191) | 一、动圈式显示仪表 .....       | (240) |
| 六、超声波流量计 .....         | (192) | 二、自动平衡式显示仪表 .....     | (244) |
| 七、转子流量计 .....          | (194) | 第二节 数字式显示仪表 .....     | (251) |
| 八、冲板式流量计 .....         | (195) | 一、概述 .....            | (251) |
| 九、质量流量计 .....          | (197) | 二、数字式显示仪表的构成原理 .....  | (251) |
| 第四节 物位检测仪表 .....       | (201) | 三、模-数转换 .....         | (252) |
| 一、概述 .....             | (201) | 四、参数信号的标准化及标度变换 ..... | (253) |
| 二、浮力式液位计 .....         | (202) | 五、非线性补偿 .....         | (255) |
| 三、差压式液位计 .....         | (203) | 第四章 控制仪表 .....        | (257) |
| 四、电容式物位计 .....         | (204) | 第一节 概述 .....          | (257) |
| 五、其他物位计 .....          | (206) | 一、模拟式控制仪表 .....       | (257) |
| 第二章 分析仪表 .....         | (211) | 二、可编程调节器 .....        | (259) |
| 第一节 概述 .....           | (211) | 第二节 DDZ-Ⅱ 型调节器 .....  | (259) |
| 一、过程分析仪表的组成 .....      | (211) | 第三节 数字单回路调节器 .....    | (267) |
| 二、取样与预处理系统 .....       | (211) | 一、SLCD 指示调节器 .....    | (268) |
| 三、过程分析仪表的主要技术特         |       | 二、SLPC 可编程调节器 .....   | (273) |
| 性与选择 .....             | (216) | 三、KMM 可编程调节器 .....    | (290) |
| 四、过程分析仪表的选用 .....      | (217) | 四、PMK 可编程调节器 .....    | (309) |
| 第二节 工业色谱仪 .....        | (218) | 第五章 执行器 .....         | (315) |

|                                       |       |                                           |       |
|---------------------------------------|-------|-------------------------------------------|-------|
| 第一节 概述 .....                          | (315) | 控制器 .....                                 | (392) |
| 一、执行器在自动控制系统中的<br>作用 .....            | (315) | 一、主机(控制器) .....                           | (392) |
| 二、执行器的分类 .....                        | (315) | 二、MODICON 通讯网络 .....                      | (392) |
| 三、执行器的构成 .....                        | (316) | 三、可选模块 .....                              | (394) |
| 第二节 调节阀的选型 .....                      | (323) | 四、800 系列 I/O 模块 .....                     | (395) |
| 一、气动薄膜调节阀型号编制说明 .....                 | (323) | 五、800 系列远程 I/O 适配器和<br>远程 I/O 站 .....     | (397) |
| 二、调节阀结构形式的选择 .....                    | (324) | 六、控制器机架和 800 系列 I/O<br>机架 .....           | (398) |
| 三、调节阀气开、气关的选择和<br>调节器正反作用的确定 .....    | (324) | 七、编程与支持软件 .....                           | (399) |
| 四、调节阀流量特性的选择 .....                    | (324) | 八、使用环境和电源要求 .....                         | (400) |
| 五、调节阀结构材料的选择 .....                    | (326) | 九、984-685 PLC 硬件构成举例 .....                | (400) |
| 六、气动执行器常见故障及原因 .....                  | (330) | 第三节 富士 T40 可编程控制器 .....                   | (400) |
| 第三节 阀门定位器 .....                       | (330) | 一、构成 .....                                | (400) |
| 一、阀门定位器的作用与应用 .....                   | (330) | 二、地址指定范围 .....                            | (402) |
| 二、电-气阀门定位器 .....                      | (331) | 三、内部数据存储器构成和分配 .....                      | (402) |
| 第六章 控制系统 .....                        | (334) | 四、指令系统 .....                              | (403) |
| 第一节 概述 .....                          | (334) | 五、编程操作 .....                              | (413) |
| 一、控制系统的工作原理及组成 .....                  | (334) | 六、T40 外部接线图 .....                         | (422) |
| 二、控制系统的分类 .....                       | (335) | 七、T40 应用举例 .....                          | (422) |
| 第二节 简单控制系统 .....                      | (336) | 第二章 集散控制系统 .....                          | (432) |
| 一、简单控制系统的组成 .....                     | (336) | 第一节 概述 .....                              | (432) |
| 二、简单控制系统的投运和调节<br>器参数的工程整定 .....      | (338) | 一、DCS 的基本构成 .....                         | (432) |
| 第三节 复杂控制系统 .....                      | (341) | 二、DCS 的特点 .....                           | (432) |
| 一、串级控制系统 .....                        | (341) | 三、国内外 DCS 生产厂家一览表 .....                   | (433) |
| 二、比值控制系统 .....                        | (342) | 四、国内外几种主要 DCS 产品性<br>能比较表 .....           | (434) |
| 三、选择性控制系统 .....                       | (344) | 第二节 SUPCON JX-300 集散控制<br>系统 .....        | (437) |
| 四、分程控制系统 .....                        | (346) | 一、系统硬件 .....                              | (437) |
| 五、前馈控制系统 .....                        | (349) | 二、系统软件综述 .....                            | (447) |
| 六、三冲量控制系统 .....                       | (351) | 第三节 HS2000 系统 .....                       | (449) |
| 七、新型控制系统 .....                        | (352) | 一、概述 .....                                | (449) |
| 第四节 信号联锁与报警 .....                     | (360) | 二、HS2000 系统的网络结构 .....                    | (449) |
| 一、不闪光和闪光报警 .....                      | (360) | 三、HS2000 系统的三种配置结构 .....                  | (450) |
| 二、信号联锁保护系统 .....                      | (364) | 四、操作员站 .....                              | (452) |
| 附录 2-1 常用热电偶分度表 .....                 | (366) | 五、工程师站 .....                              | (452) |
| 附录 2-2 常用热电阻分度表 .....                 | (383) | 六、现场控制站 .....                             | (452) |
| 第三篇 可编程控制器和集散控<br>制系统 .....           | (387) | 七、系统软件简介 .....                            | (455) |
| 第一章 可编程控制器 .....                      | (387) | 第四节 CENTUM-XL 系统 .....                    | (456) |
| 第一节 概述 .....                          | (387) | 一、CENTUM-XL 系统构成 .....                    | (456) |
| 一、可编程控制器的特点 .....                     | (387) | 二、EOPS 操作站 .....                          | (457) |
| 二、可编程控制器的基本组成 .....                   | (388) | 三、EPCD 双重化现场控制站 .....                     | (458) |
| 三、可编程控制器的分类 .....                     | (389) | 四、通信系统 .....                              | (461) |
| 四、国外主要可编程控制器系列<br>产品 .....            | (389) | 五、应用举例:(带 Smith 补偿的<br>中温串级调节系统的组态) ..... | (462) |
| 第二节 MODICON 984 系列可编程<br>控制器 .....    | (392) | 第五节 TDC-3000 系统 .....                     | (465) |
| 一、主机(控制器) .....                       | (392) |                                           |       |
| 二、MODICON 通讯网络 .....                  | (392) |                                           |       |
| 三、可选模块 .....                          | (394) |                                           |       |
| 四、800 系列 I/O 模块 .....                 | (395) |                                           |       |
| 五、800 系列远程 I/O 适配器和<br>远程 I/O 站 ..... | (397) |                                           |       |
| 六、控制器机架和 800 系列 I/O<br>机架 .....       | (398) |                                           |       |
| 七、编程与支持软件 .....                       | (399) |                                           |       |
| 八、使用环境和电源要求 .....                     | (400) |                                           |       |
| 九、984-685 PLC 硬件构成举例 .....            | (400) |                                           |       |
| 第三节 富士 T40 可编程控制器 .....               | (400) |                                           |       |
| 一、构成 .....                            | (400) |                                           |       |
| 二、地址指定范围 .....                        | (402) |                                           |       |
| 三、内部数据存储器构成和分配 .....                  | (402) |                                           |       |
| 四、指令系统 .....                          | (403) |                                           |       |
| 五、编程操作 .....                          | (413) |                                           |       |
| 六、T40 外部接线图 .....                     | (422) |                                           |       |
| 七、T40 应用举例 .....                      | (422) |                                           |       |

|                                          |       |                           |       |
|------------------------------------------|-------|---------------------------|-------|
| 一、TDC-3000 系统的构成 .....                   | (465) | 第五节 调节阀(附阀门定位器)           |       |
| 二、TDC-3000 有三种通信网络 .....                 | (466) | 现场校准 .....                | (499) |
| 三、TDC-3000 提供三个不同等级的分散控制 .....           | (467) | 一、工具与仪器 .....             | (499) |
| 四、TDC-3000 的过程控制站 .....                  | (467) | 二、接线及校准步骤 .....           | (500) |
| 五、TDC-3000 有四种 CRT 操作站 .....             | (467) | 第六节 控制器现场校准 .....         | (500) |
| 六、TDC-3000 在 LCN 上挂接的多种模件 .....          | (467) | 一、工具和仪器 .....             | (500) |
| 第六节 PROVOX-PLUS 系统 .....                 | (468) | 二、接线与校准 .....             | (501) |
| 一、PROVOX-PLUS 系统的构成 .....                | (468) | <b>第三章 在检定室检定</b> .....   | (513) |
| 二、过程控制装置 .....                           | (468) | 第一节 检定对环境的要求 .....        | (513) |
| 三、PROVUE 操作站 .....                       | (469) | 一、温度检定室 .....             | (513) |
| 四、PROVOX-PLUS 应用软件组态简介 .....             | (469) | 二、电学检定室 .....             | (513) |
| 五、串级调节系统的组态举例 .....                      | (473) | 三、力学检定室 .....             | (513) |
| 六、应用软件组态的生成(GENERATE)和下装(DOWNLOAD) ..... | (483) | 四、几何量检定室 .....            | (513) |
| 第七节 DCS 系统的接地 .....                      | (484) | 第二节 仪表检定 .....            | (514) |
| 一、接地 .....                               | (484) | <b>第五篇 仪表安装</b> .....     | (516) |
| 二、接地处理方法 .....                           | (484) | <b>第一章 概述</b> .....       | (516) |
| 三、DCS 系统接地举例 .....                       | (486) | 第一节 安装术语与符号 .....         | (516) |
| 第八节 DCS 系统的故障诊断 .....                    | (486) | 一、安装术语 .....              | (516) |
| 一、DCS 系统故障的分类 .....                      | (486) | 二、仪表安装常用图形符号和文字代号 .....   | (517) |
| 二、故障的分析诊断 .....                          | (487) | 第二节 仪表安装程序 .....          | (519) |
| <b>参考文献</b> .....                        | (487) | 一、施工准备阶段 .....            | (519) |
| <b>第四篇 仪表检定与校准</b> .....                 | (488) | 二、施工阶段 .....              | (522) |
| <b>第一章 概述</b> .....                      | (488) | 三、试车、交工阶段 .....           | (522) |
| 第一节 检定 .....                             | (488) | 第三节 仪表安装技术要求 .....        | (523) |
| 一、检定的定义 .....                            | (488) | 第四节 常用仪表施工机具及标准表 .....    | (524) |
| 二、检定的基本要求 .....                          | (488) | 一、常用仪表施工机具 .....          | (524) |
| 第二节 校准 .....                             | (489) | 二、常用校验标准表 .....           | (524) |
| 一、校准与检定的异同 .....                         | (489) | <b>第二章 仪表常用安装材料</b> ..... | (525) |
| 二、校准的基本要求 .....                          | (489) | 第一节 仪表安装常用管材 .....        | (525) |
| <b>第二章 就地校准</b> .....                    | (490) | 一、导压管 .....               | (525) |
| 第一节 概述 .....                             | (490) | 二、气动管路 .....              | (525) |
| 第二节 差压变送器就地校准 .....                      | (490) | 三、电气保护管 .....             | (525) |
| 一、工具与仪器 .....                            | (490) | 四、伴热管 .....               | (527) |
| 二、接线 .....                               | (490) | 第二节 仪表电缆 .....            | (527) |
| 三、操作步骤 .....                             | (491) | 一、仪表用绝缘导线 .....           | (528) |
| 第三节 压力变送器就地校准 .....                      | (494) | 二、仪表用电缆 .....             | (528) |
| 一、工具与仪器 .....                            | (494) | 三、控制电缆 .....              | (530) |
| 二、接线 .....                               | (494) | 四、屏蔽电缆和屏蔽电缆 .....         | (531) |
| 三、操作步骤 .....                             | (494) | 五、补偿导线 .....              | (531) |
| 第四节 显示仪表现场校准 .....                       | (497) | 第三节 仪表安装常用型钢 .....        | (532) |
| 一、工具与仪器 .....                            | (497) | 第四节 仪表阀门 .....            | (534) |
| 二、接线 .....                               | (497) | 一、阀门型号的标志说明 .....         | (534) |
| 三、操作步骤 .....                             | (497) | 二、常用阀门的选用 .....           | (536) |
|                                          |       | 三、气动管路用阀 .....            | (537) |
|                                          |       | 四、仪表测量管路用阀 .....          | (537) |
|                                          |       | 五、仪表用阀组 .....             | (541) |

|                         |              |                             |              |
|-------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|
| 第五节 常用仪表保温材料 .....      | (543)        | 三、浮标式液位计安装 .....            | (615)        |
| 一、对保温材料的基本要求 .....      | (543)        | 四、浮筒液面计安装 .....             | (615)        |
| 二、常用保温材料的特性 .....       | (543)        | 五、放射性液位计安装 .....            | (615)        |
| <b>第三章 仪表加工件 .....</b>  | <b>(547)</b> | 六、光导电子液位计安装 .....           | (616)        |
| 第一节 仪表接头 .....          | (547)        | 七、差压法测量液面 .....             | (616)        |
| 一、卡套式管接头 .....          | (547)        | 第五节 常用工业分析仪表安装 .....        | (619)        |
| 二、铜制卡套式气动管路接头(铜         |              | <b>第五章 集散系统的安装与调试 .....</b> | <b>(624)</b> |
| 管、尼龙管用) .....           | (548)        | 第一节 集散系统的安装 .....           | (624)        |
| 三、铜制卡套式气动管路接头(塑         |              | 一、集散系统安装的外部条件 .....         | (624)        |
| 料管用) .....              | (554)        | 二、机、柜、盘安装 .....             | (624)        |
| 四、扩口式管接头 .....          | (554)        | 三、接地及接地系统的安装 .....          | (624)        |
| 五、焊接式管接头 .....          | (554)        | 四、接线 .....                  | (624)        |
| 六、承插焊式管接头 .....         | (563)        | 五、电源 .....                  | (625)        |
| 七、内螺纹式管接头 .....         | (564)        | 六、基本控制器、多功能控制器              |              |
| 八、金属软管(挠性管)接头 .....     | (564)        | 的安全接地与隔离 .....              | (625)        |
| 九、橡胶管接头 .....           | (564)        | 第二节 集散系统的调试 .....           | (625)        |
| 十、电缆(管缆)接头 .....        | (564)        | 一、调试前的检查 .....              | (625)        |
| 十一、连接头(管嘴) .....        | (564)        | 二、调试的主要方法 .....             | (625)        |
| 十二、压力表接头 .....          | (565)        | 三、调试人机对话 .....              | (626)        |
| 十三、玻璃板液面计接头 .....       | (565)        | 四、DCS 系统现场调试中的故障            |              |
| 十四、短节 .....             | (565)        | 诊断与处理 .....                 | (626)        |
| 十五、活接头 .....            | (566)        | <b>第六章 执行器安装 .....</b>      | <b>(630)</b> |
| 十六、堵头 .....             | (566)        | 第一节 气动薄膜调节阀的安装 .....        | (630)        |
| 第二节 法兰 .....            | (566)        | 一、调节阀的安装 .....              | (630)        |
| 第三节 紧固件 .....           | (587)        | 二、调节阀安装方位的选择 .....          | (630)        |
| <b>第四章 常用仪表安装 .....</b> | <b>(588)</b> | 三、调节阀安装注意事项 .....           | (631)        |
| 第一节 温度仪表安装 .....        | (588)        | 四、调节阀的二次安装 .....            | (631)        |
| 一、温度一次仪表安装方式 .....      | (588)        | 第二节 气缸式气动执行器的安装 .....       | (632)        |
| 二、温度仪表安装注意事项 .....      | (590)        | 第三节 电磁阀的安装 .....            | (632)        |
| 三、常用温度仪表的安装 .....       | (590)        | <b>第七章 仪表管道敷设 .....</b>     | <b>(634)</b> |
| 第二节 压力仪表安装 .....        | (593)        | 第一节 概述 .....                | (634)        |
| 一、压力取源部件安装 .....        | (593)        | 第二节 仪表气动管路敷设 .....          | (634)        |
| 二、压力管路连接方式与相应的          |              | 第三节 仪表测量管路敷设 .....          | (635)        |
| 阀门 .....                | (594)        | 一、导压管敷设原则 .....             | (635)        |
| 三、常用压力表的安装 .....        | (594)        | 二、导压管敷设要求 .....             | (636)        |
| 四、压力变送器的安装 .....        | (595)        | 三、管道的弯制 .....               | (636)        |
| 第三节 常用流量仪表的安装 .....     | (600)        | 四、管子弯成后的固定 .....            | (637)        |
| 一、转子流量计安装 .....         | (600)        | 五、需要特别注意的问题 .....           | (637)        |
| 二、质量流量计安装 .....         | (601)        | 第四节 电气保护管敷设 .....           | (637)        |
| 三、涡轮流量计安装 .....         | (602)        | 一、仪表电气保护管配制的一般              |              |
| 四、靶式流量计安装 .....         | (602)        | 要求 .....                    | (638)        |
| 五、电磁流量计安装 .....         | (602)        | 二、管子弯曲要求 .....              | (638)        |
| 六、节流元件的安装 .....         | (604)        | 第五节 仪表伴热管的安装 .....          | (639)        |
| 七、差压计的安装 .....          | (612)        | 一、伴热管的特点 .....              | (639)        |
| 第四节 物位仪表安装 .....        | (614)        | 二、伴管安装中注意事项 .....           | (639)        |
| 一、玻璃板液面计安装 .....        | (614)        | <b>第八章 仪表电缆敷设 .....</b>     | <b>(641)</b> |
| 二、浮球式液位计安装 .....        | (614)        | 第一节 仪表用电缆桥架 .....           | (641)        |

|                             |       |                         |       |
|-----------------------------|-------|-------------------------|-------|
| 一、电缆桥架的类型代号及意义 .....        | (641) | 二、保温箱伴热管安装 .....        | (658) |
| 二、玻璃钢汇线槽 .....              | (642) | 三、保温箱安装 .....           | (658) |
| 三、钢制槽式电缆桥架 .....            | (642) | 第七节 辅助容器的制作安装 .....     | (659) |
| 四、钢制梯级式电缆桥架 .....           | (642) | 一、冷凝器制作 .....           | (659) |
| 五、钢制托盘式电缆桥架 .....           | (642) | 二、隔离容器 .....            | (659) |
| 六、钢制组合式电缆桥架 .....           | (642) | 第八节 测温扩大管的制作 .....      | (661) |
| 第二节 保护管口径的选择 .....          | (643) | <b>第十一章 试车、交工</b> ..... | (662) |
| 一、选择保护管的计算公式 .....          | (643) | 第一节 自控仪表的单体调校 .....     | (662) |
| 二、电线、电缆、补偿导线穿管 .....        | (643) | 一、仪表单体调校的必要性 .....      | (662) |
| 第三节 电缆敷设的管件 .....           | (644) | 二、仪表单体调校与计量器具检          |       |
| 一、YHX 型铝合金穿线盒 .....         | (644) | 定的区别 .....              | (662) |
| 二、铸铁、铸铝管件 .....             | (644) | 三、单体调校内容 .....          | (662) |
| 第四节 仪表电缆、电线、补偿导             |       | 四、单体调校方法 .....          | (663) |
| 线的敷设 .....                  | (645) | 五、单体调校的时间安排 .....       | (663) |
| 一、仪表电缆敷设注意事项 .....          | (645) | 六、单体调校后的保管 .....        | (663) |
| 二、桥架安装注意事项 .....            | (646) | 七、标准仪表的选取 .....         | (663) |
| 三、电缆桥架选择原则 .....            | (646) | 第二节 自控仪表的系统调校 .....     | (663) |
| <b>第九章 恶劣环境下的仪表安装</b> ..... | (647) | 一、系统调校的条件 .....         | (663) |
| 第一节 易燃易爆环境下的仪表安装 .....      | (647) | 二、系统调校方法 .....          | (663) |
| 一、在易燃易爆环境下仪表安装              |       | 第三节 “三查四定”和“中间交接” ..... | (664) |
| 注意事项 .....                  | (647) | 第四节 试车 .....            | (664) |
| 二、易燃易爆环境下导压管的敷设 .....       | (647) | 一、试车的三个阶段 .....         | (664) |
| 第二节 其他恶劣环境下的仪表安装 .....      | (649) | 二、试车三阶段中施工单位仪表          |       |
| 一、有剧毒介质的仪表安装 .....          | (649) | 专业的任务 .....             | (665) |
| 二、介质是高温、高压的仪表安装 .....       | (649) | 第五节 交工 .....            | (665) |
| 三、在有氧气介质环境中的仪表              |       | 第六节 验收“规范”和评定“标准” ..... | (666) |
| 安装 .....                    | (649) | <b>第六篇 仪表日常维护与常见故</b>   |       |
| 四、在潮湿环境下的仪表安装 .....         | (650) | 障处理 .....               | (668) |
| <b>第十章 仪表辅助设备制作安装</b> ..... | (651) | <b>第一章 日常维护</b> .....   | (668) |
| 第一节 仪表供电系统安装 .....          | (651) | 第一节 过程检测与控制仪表日常         |       |
| 一、供电设备安装 .....              | (651) | 维护 .....                | (668) |
| 二、配电盘(板)的制作安装 .....         | (651) | 一、巡回检查 .....            | (668) |
| 第二节 仪表供气 and 供液系统的安装 .....  | (652) | 二、定期润滑 .....            | (669) |
| 一、供气系统 .....                | (652) | 三、定期排污 .....            | (669) |
| 二、供液系统 .....                | (652) | 四、保温伴热 .....            | (670) |
| 第三节 仪表安装用支架 .....           | (652) | 五、开停车注意事项 .....         | (671) |
| 一、吊架 .....                  | (652) | 第二节 分析仪表日常维护 .....      | (672) |
| 二、悬臂式支架 .....               | (653) | 一、取样装置日常维护 .....        | (672) |
| 三、槽形支架 .....                | (654) | 二、样品预处理系统(装置)日常         |       |
| 四、L 形支架 .....               | (654) | 维护 .....                | (673) |
| 五、抱卡 .....                  | (655) | 三、工业气相色谱仪日常维护 .....     | (679) |
| 第四节 管卡 .....                | (655) | 四、工业酸度计日常维护 .....       | (685) |
| 一、U 形卡 .....                | (655) | 五、可燃有毒气体检测报警器           |       |
| 二、导压管管卡 .....               | (655) | 日常维护 .....              | (687) |
| 第五节 仪表盘安装 .....             | (657) | <b>第二章 常用故障处理</b> ..... | (691) |
| 第六节 保温(护)箱安装 .....          | (657) | 第一节 故障判断思路 .....        | (691) |
| 一、保温箱底座制作 .....             | (658) | 一、温度检测故障判断 .....        | (692) |

|                       |       |                  |       |
|-----------------------|-------|------------------|-------|
| 二、流量检测故障判断 .....      | (692) | 五、分析仪表故障处理 ..... | (707) |
| 三、压力检测故障判断 .....      | (692) | 六、调节阀故障处理 .....  | (709) |
| 四、液位检测故障判断 .....      | (692) | 七、控制系统故障处理 ..... | (711) |
| 五、简单控制系统故障判断 .....    | (693) | 参考文献 .....       | (712) |
| 第二节 仪表常见故障处理实例 .....  | (694) | 附录 中华人民共和国工人技术   |       |
| 一、流量检测与控制系统故障处理 ..... | (694) | 等级标准(摘选) .....   | (713) |
| 二、压力检测与控制系统故障处理 ..... | (699) | 化工仪表维修工 .....    | (713) |
| 三、温度检测与控制系统故障处理 ..... | (702) | 化工分析仪器维修工 .....  | (717) |
| 四、物位检测与控制系统故障处理 ..... | (704) |                  |       |

# 第一篇 基础知识

## 第一章 仪表基础知识

### 第一节 仪表分类

检测与过程控制仪表(通常称自动化仪表)分类方法很多,根据不同原则可以进行相应的分类。例如按仪表所使用的能源分类,可以分为气动仪表、电动仪表和液动仪表(很少见);按仪表组合形式,可以分为基地式仪表、单元组合仪表和综合控制装置;按仪表安装形式,可以分为现场仪表、盘装仪表和架装仪表;随着微处理机的蓬勃发展,根据仪表有否引入微处理机(器)又可以分为智能仪表与非智能仪表。根据仪表信号的形式可分为模拟仪表和数字仪表。

检测与过程控制仪表最通用的分类是按仪表在测量与控制系统中的作用进行划分,一般分为检测仪表、显示仪表、调节(控制)仪表和执行器四大类,见表1-1-1。

检测仪表根据其被测变量不同,根据化工生产五大参量又可分为温度检测仪表、流量检测仪表、压力检测仪表、物位检测仪表和分析仪表(器)。

表 1-1-1 检测与过程控制仪表分类表

| 按功能      | 按被测变量    | 按工作原理或结构形式                                         | 按组合形式              | 按能源      | 其他              |
|----------|----------|----------------------------------------------------|--------------------|----------|-----------------|
| 检测仪表     | 压力       | 液柱式, 弹性式, 电气式, 活塞式                                 | 单元组合               | 电、气      | 智能              |
|          | 温度       | 膨胀式, 热电偶, 热电阻, 光学, 辐射                              | 单元组合               | 电、气      | 智能              |
|          | 流量       | 节流式, 转子式, 容积式, 速度式, 靶式, 电磁, 旋涡                     | 单元组合               | 电、气      | 智能              |
|          | 物位<br>成分 | 直读, 浮力, 静压, 电学, 声波, 辐射, 光学<br>pH, 氧分析, 色谱, 红外, 紫外, | 单元组合<br>实验室和流程     | 电、气      | 智能              |
| 显示仪表     |          | 模拟和数字<br>指示和记录<br>动圈, 自动平衡电桥, 电位差计                 |                    | 电、气      | 单点, 多点, 打印, 笔录  |
| 调节(控制)仪表 |          | 自力式<br>组装式<br>可编程                                  | 基地式<br>单元组合        | 气动<br>电动 |                 |
| 执行器      | 执行机构     | 薄膜, 活塞, 长行程, 其他                                    | 执行机构和阀可以<br>进行各种组合 | 气、电、液    |                 |
|          | 阀        | 直通单座, 直通双座, 套筒(笼式)球阀, 蝶阀, 隔膜阀, 偏心旋转, 角形, 三通, 阀体分离  |                    |          | 直线, 对数, 抛物线, 快开 |

显示仪表根据记录和指示、模拟与数字等功能, 又可以分为记录仪表和指示仪表、模拟仪表和数显仪表, 其中记录仪表又可分为单点记录和多点记录(指示亦可以有单点和多点), 其中又有有纸记录或无纸记录, 若有纸记录又分笔录和打印记录。

调节仪表可以分为基地式调节仪表和单元组合式调节仪表。由于微处理机引入, 又有可编程调节器与固定程序调节器之分。

执行器由执行机构和调节阀两部分组成。执行机构按能源划分有气动执行器、电动执行器和液动执行器, 按结构形式可以分为薄膜式、活塞式(气缸式)和长行程执行机构。调节阀根据其结构特点和流量特性不同进行分类, 按结构特点分通常有直通单座、直通双座、三通、角形、隔膜、蝶形、球阀、偏心旋转、套筒(笼式)、阀体分离等, 按流量特性分有直线、对数(等百分比)、抛物线、快开等。

这类分类方法相对比较合理, 仪表覆盖面也比较广, 但任何一种分类方法均不能将所有仪表分门别类地划

分得井井有序,它们中间互有渗透,彼此沟通。例如变送器具有多种功能,温度变送器可以划归温度检测仪表,差压变送器可以划归流量检测仪表,压力变送器可以划归压力检测仪表,若用静压法测液位可以划归物位检测仪表,很难确切划归哪一类。另外单元组合仪表中的计算和辅助单元也很难归并。

## 第二节 仪表主要性能指标

### 一、概述

在工程上仪表性能指标通常用精确度(又称精度)、变差、灵敏度来描述。仪表工校验仪表通常也是调校

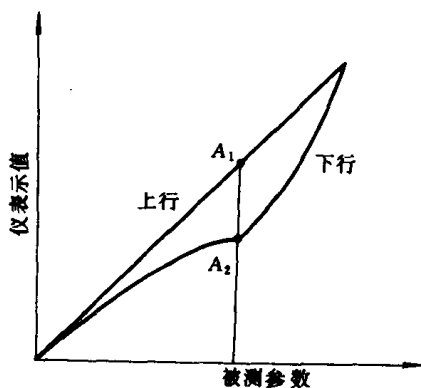


图 1-1-1 仪表变差特性

精确度、变差和灵敏度三项。变差是指仪表被测变量(可理解为输入信号)多次从不同方向达到同一数值时,仪表指示值之间的最大差值,或者说是仪表在外界条件不变的情况下,被测参数由小到大变化(正向特性)和被测参数由大到小变化(反向特性)不一致的程度,两者之差即为仪表变差,如图 1-1-1 所示。变差大小取最大绝对误差与仪表标尺范围之比的百分比:

$$\text{变差} = \frac{\Delta_{\max}}{\text{标尺上限值} - \text{标尺下限值}} \times 100\% \quad (1-1-1)$$

其中

$$\Delta_{\max} = |A_1 - A_2|$$

变差产生的主要原因是仪表传动机构的间隙,运动部件的摩擦,弹性元件滞后等。随着仪表制造技术的不断改进,特别是微电子技术的引入,许多仪表全电子化了,无可动部件,模拟仪表改为数字仪表等等,所以变

差这个指标在智能型仪表中显得不那么重要和突出了。

灵敏度是指仪表对被测参数变化的灵敏程度,或者说是对被测的量变化的反应能力,是在稳态下,输出变化增量对输入变化增量的比值:

$$s = \frac{\Delta L}{\Delta x} \quad (1-1-2)$$

式中  $s$ ——仪表灵敏度;

$\Delta L$ ——仪表输出变化增量;

$\Delta x$ ——仪表输入变化增量;

灵敏度有时也称“放大比”,也是仪表静特性曲线上各点的斜率。增加放大倍数可以提高仪表灵敏度,单纯加大灵敏度并不改变仪表的基本性能,即仪表精度并没有提高,相反有时会出现振荡现象,造成输出不稳定。仪表灵敏度应保持适当的量。

然而对于仪表用户,诸如化工企业仪表工来讲,仪表精度固然是一个重要指标,但在实际使用中,往往更强调仪表的稳定性和可靠性,因为化工企业检测与过程控制仪表用于计量的为数不多,而大量的的是用于检测。另外,使用在过程控制系统中的检测仪表其稳定性、可靠性比精度更为重要。

### 二、精确度

仪表精确度简称精度,又称准确度。精确度和误差可以说是孪生兄弟,因为有误差的存在,才有精确度这个概念。仪表精确度简言之就是仪表测量值接近真值的准确程度,通常用相对百分误差(也称相对折合误差)表示。相对百分误差公式如下:

$$\delta = \frac{\Delta x}{\text{标尺上限值} - \text{标尺下限值}} \times 100\% \quad (1-1-3)$$

式中  $\delta$ ——检测过程中相对百分误差;

(标尺上限值—标尺下限值)——仪表测量范围;

$\Delta x$ ——绝对误差,是被测参数测量值  $x_1$  和被测参数标准值  $x_0$  之差。

所谓标准值是精确度比被测仪表高 3~5 倍的标准表测得的数值。

从式(1-1-3)中可以看出,仪表精确度不仅和绝对误差有关,而且和仪表的测量范围有关。绝对误差大,相对百分误差就大,仪表精确度就低。如果绝对误差相同的两台仪表,其测量范围不同,那么测量范围大的仪表相对百分误差就小,仪表精确度就高。精确度是仪表很重要的一个质量指标,常用精度等级来规范和表示。精度等级就是最大相对百分误差去掉正负号和%。按国家统一规定划分的等级有 0.005, 0.02, 0.05, 0.1,

0.2, 0.35, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 4 等。仪表精度等级一般都标志在仪表标尺或标牌上, 如  $\diamond 0.5$ ,  $\odot 0.5$ , 0.5 等, 数字越小, 说明仪表精确度越高。

要提高仪表精确度, 就要进行误差分析。误差通常可以分为疏忽误差、缓变误差、系统误差和随机误差。疏忽误差是指测量过程中人为造成的误差, 一则可以克服, 二则和仪表本身没有什么关系。缓变误差是由于仪表内部元器件老化过程引起的, 它可以用更换元器件、零部件或通过不断校正加以克服和消除。系统误差是指对同一被测参数进行多次重复测量时, 所出现的数值大小或符号都相同的误差, 或按一定规律变化的误差, 可以通过分析计算加以处理, 使其最后的影响减到最小, 但是难以完全消除。随机误差 (偶然误差) 是由于某些目前尚未被人们认识的偶然因素所引起, 其数值大小和性质都不固定, 难以估计, 但可以通过统计方法从理论上估计其对检测结果的影响。误差来源主要指系统误差和随机误差。在用误差表示精度时, 是指随机误差和系统误差之和。

### 三、复现性 (重复性)

测量复现性是在不同测量条件下, 如不同的方法, 不同的观测者, 在不同的检测环境对同一被检测的量进行检测时, 其测量结果一致的程度。测量复现性作为仪表的性能指标, 表征仪表的特性尚不普及, 但是随着智能仪表的问世、发展和完善, 复现性必将成为仪表的重要性能指标。

测量的精确性不仅仅是仪表的精确度, 它还包括各种因素对测量参数的影响, 是综合误差。以电动Ⅲ型差压变送器为例, 综合误差如下式所示:

$$e_{\text{综}} = (e_0^2 + e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + e_4^2 + \dots)^{1/2} \quad (1-1-4)$$

式中  $e_0$ ——(25±1)℃状态下的参考精度, ±0.25%或±0.5%;

$e_1$ ——环境温度对零点(4mA)的影响, ±1.75%;

$e_2$ ——环境温度对全量程(20mA)的影响, ±0.5%;

$e_3$ ——工作压力对零点(4mA)的影响, ±0.25%;

$e_4$ ——工作压力对全量程(20mA)的影响, ±0.25%。

将  $e_0$ 、 $e_1$ 、 $e_2$ 、 $e_3$ 、 $e_4$  的数值代入式 (1-1-4) 得:

$$\begin{aligned} e_{\text{综}} &= [(0.25)^2 + (1.75)^2 + (0.5)^2 + (0.25)^2 + (0.25)^2]^{1/2} \\ &= \pm 1.87\% \end{aligned}$$

这说明 0.25 级电动Ⅲ变送器测量精度由于温度和工作压力变化的影响, 由原来的 0.25 级下降为 1.87, 说明这台仪表复现性差。它也说明对同一被测量的量进行检测时, 由于测量条件不同, 受到环境温度和工作压力的影响, 其测量结果一致的程度差。

若用一台全智能差压变送器代替上例中电动Ⅲ型差压变送器, 对应于式 (1-1-4) 中的  $e_0 = \pm 0.0625\%$ ,  $e_1 + e_2 = \pm 0.075\%$ ,  $e_3 + e_4 = \pm 0.15\%$ , 代入式 (1-1-4) 得  $e_{\text{综}} = \pm 0.18\%$ , 由此可见全智能差压变送器测量综合误差  $e_{\text{综}} = \pm 0.18\%$ , 要比电动Ⅲ型差压变送器  $e_{\text{综}} = \pm 1.87\%$  小得多, 说明全智能差压变送器对温度和压力进行补偿、抗环境温度和工作压力能力强。可以用仪表复现性来描述仪表的抗干扰能力。

测量复现性通常用不确定度来估计。不确定度是由于测量误差的存在而对被测量值不能肯定的程度, 可采用方差或标准差 (取方差的正平方根) 表示。不确定度的所有分量分为两类:

A 类: 用统计方法确定的分量

B 类: 用非统计方法确定的分量

设 A 类不确定度的方差为  $s_i^2$  (标准差为  $s_i$ ), B 类不确定度假定存在的相应近似方差为  $u_i^2$  (标准差为  $u_i$ ), 则合成不确定度为:

$$\sigma = \sqrt{\sum s_i^2 + \sum u_i^2} \quad (1-1-5)$$

### 四、稳定性

在规定工作条件内, 仪表某些性能随时间保持不变的能力称为稳定性 (度)。仪表稳定性是化工企业仪表工十分关心的一个性能指标。由于化工企业使用仪表的环境相对比较恶劣, 被测量的介质温度、压力变化也相对比较大, 在这种环境中投入仪表使用, 仪表的某些部件随时间保持不变的能力会降低, 仪表的稳定性会下降。衡量或表征仪表稳定性现在尚未有定量值, 化工企业通常用仪表零点漂移来衡量仪表的稳定性。仪表投入运行一年之中零位没有漂移, 说明这台仪表稳定性好, 相反仪表投入运行不到 3 个月, 仪表零位就变了, 说明仪表稳定性不好。仪表稳定性的好坏直接关系到仪表的使用范围, 有时直接影响化工生产。仪表稳定性不好造成的

影响往往比仪表精度下降对化工生产的影响还要大。仪表稳定性不好，仪表维护量大，是仪表工最不希望出现的事情。

### 五、可靠性

仪表可靠性是化工企业仪表工所追求的另一个重要性能指标。可靠性和仪表维护量是相反相成的，仪表可靠性高说明仪表维护量小，反之仪表可靠性差，仪表维护量就大。对于化工企业检测与过程控制仪表，大部分安装在工艺管道、各类塔、釜、罐、器上，而且化工生产的连续性，多数有毒、易燃易爆的环境，这些恶劣条件给仪表维护增加了很多困难，一是考虑化工生产安全，二是关系到仪表维护人员人身安全，所以化工企业使用检测与过程控制仪表要求维护量越小越好，亦即要求仪表可靠性尽可能地高。

随着仪表更新换代，特别是微电子技术引入仪表制造行业，使仪表可靠性大大提高。仪表生产厂商对这个性能指标也越来越重视，通常用平均无故障时间 MTBF 来描述仪表的可靠性。一台全智能变送器的 MTBF 比一般非智能仪表如电动Ⅲ变送器要高 10 倍左右，它可高达 100~390 年。

## 第二章 常用图例符号

### 第一节 常用仪表、控制图形符号

根据国家行业标准 HG 20505—92《过程检测和控制系统用文字代号和图形符号》，参照 GB 2625—81 国家标准，化工自控常用图形及文字代号如下。

#### 一、图形符号

##### 1. 测量点

测量点(包括检出元件)是由过程设备或管道符号引到仪表圆圈的连接引线的起点，一般无特定的图形符号，如图 1-2-1 (a) 所示。

若测量点位于设备中，当有必要标出测量点在过程设备中的位置时，可在引线的起点加一个直径为 2mm 的小圆符号或加虚线，如图 1-2-1 (b) 所示。必要时，检出元件或检出仪表可以用表 1-2-2 所列的图形符号表示。

##### 2. 连接线图形符号

仪表圆圈与过程测量点的连接引线，通用的仪表信号线和能源线的符号是细实线。当有必要标注能源类别时，可采用相应的缩写标注在能源线符号之上。例如 AS-0.14 为 0.14MPa 的空气源，ES-24DC 为 24V 的直流电源。

当通用的仪表信号线为细实线可能造成混淆时，通用信号线符号可在细实线上加斜短划线(斜短划线与细实线成 45°角)。

仪表连接线图形符号见表 1-2-1。

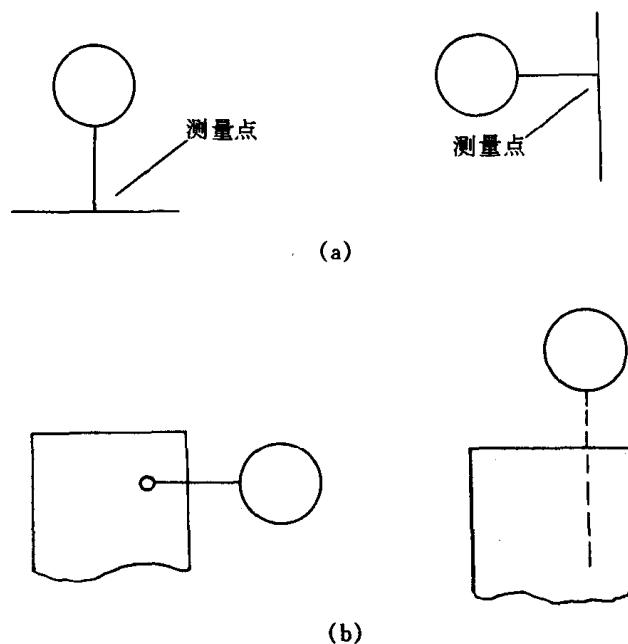


图 1-2-1 测量点

表 1-2-1 仪表连线符号表

| 序 号           | 类 别                      | 图 形 符 号      | 备 注               |
|---------------|--------------------------|--------------|-------------------|
| 1             | 仪表与工艺设备、管道上测量点的连接线或机械连线线 | <br>(细实线;下同) |                   |
| 2             | 通用的仪表信号线                 | <br>(细实线;下同) |                   |
| 3             | 连接线交叉                    |              |                   |
| 4             | 连接线相接                    |              |                   |
| 5             | 表示信号的方向                  |              |                   |
| 当有必要区分信号线的类别时 |                          |              |                   |
| 6             | 气压信号线                    |              | 短划线与细实线成 45°角, 下同 |