



中等专业学校教材

仪表

安装与维修

北京市化工学校 方卫东 主编

化学工业出版社
教材出版中心



中等专业学校教材

仪表安装与维修

北京市化工学校 方卫东 主编

化学工业出版社
教材出版中心
·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

仪表安装与维修/方卫东主编. —北京: 化学工业出版社, 2001.3
中等专业学校教材
ISBN 7-5025-3053-3

I. 仪 ... II. 方 ... III. ①仪表-安装-专业学校-教材②仪表-维修-专业学校-教材 IV. TH707

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 86265 号

中等专业学校教材

仪表安装与维修

北京市化工学校 方卫东 主编

责任编辑: 王丽娜

责任校对: 顾淑云

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64918013

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787 × 1092 毫米 1/16 印张 16 字数 394 千字

2001 年 4 月第 1 版 2001 年 4 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—3000

ISBN 7-5025-3053-3/G·776

定 价: 23.00 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

前 言

《仪表安装与维修》是根据全国化工中专工业仪表及自动化专业的教学计划和教学大纲编写而成。本书为工业仪表及自动化专业的教材，也可供化工、炼油、石化、电力、冶金、轻工等部门从事仪表、自动化工作的工程技术人员和中等专业学校的师生参考。

本书注重培养学生的实际工作技能，提高其专业应变能力和综合素质，为学生直接适应仪表工岗位工作打下基础。

全书共分两篇。第一篇是仪表安装，着重介绍仪表安装术语、图形符号、安装准备工作、安装顺序、安装技术要求，一次元件与取源部件的安装，仪表（含分析仪表）、控制阀、DCS系统的安装，仪表辅助设备的制作与安装，仪表安装用材料及常用加工件等等。第二篇介绍仪表维修，主要包括仪表维护的特点、标准、日常维护工作，仪表检测系统和控制系统的故障判断与处理，DCS系统的故障诊断和智能化仪表常见故障及处理。同时还介绍了仪表设备的防护、防爆和仪表检修等。并附有《化工仪表维修工》、《化工分析仪器维修工》技术等级标准。

本书由北京市化工学校方卫东主编，并编写第一篇和第二篇一、二章。第二篇三、四章由山东省化工学校赵莉编写。全书由湖南省化工学校汤光华主审，南京化工学校朱光衡、安徽化工学校吴祚武、云南化工学校王磊和贵州化工学校周叙国等参加本书的审稿工作，并提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢！

编者水平有限，书中若有错误、不妥之处，殷切期望读者批评指正。

编者

2000年8月

内 容 提 要

本书共分两篇，主要介绍仪表的安装与维修。第一篇具体介绍仪表测温、取压、节流等一次元件与取源部件的安装，仪表管路的安装，电线电缆的敷设，仪表的安装，集散控制系统的安装，仪表辅助设备的制作与安装，以及仪表安装用的材料，常用加工件等。第二篇主要介绍仪表的维修，包括维修工作内容、标准，仪表故障处理，仪表及设备的维护、防爆、仪表检修等。每篇后均附有相应的习题和思考题。

本书可做中等职业学校仪表及自动化专业的教材，也可做为炼油化工厂仪表工人的培训教材。

目 录

绪论	1
一、本课程的内容与任务	1
二、本课程的特点及其与其他课程的关系	1
三、自控专业与其他专业之间的关系	1

第一篇 仪表安装

第一章 仪表安装概述	3
第一节 仪表安装工作特点	3
第二节 仪表安装术语与图形符号	4
一、安装术语	4
二、仪表安装常用图形符号及文字代号	5
第三节 仪表安装前的准备工作	8
一、组织安装队	9
二、资料准备	9
三、技术准备	9
四、物资准备	11
五、表格准备	11
六、施工工具、机具和标准仪器、仪表的准备	11
第四节 仪表主要安装工作及施工顺序	14
一、施工过程中主要的安装工作	14
二、仪表安装工作顺序	14
三、试车与交工	15
四、仪表安装技术要求	16
第二章 一次元件与取源部件安装	17
第一节 测温元件的安装	17
一、测温元件的安装方式	17
二、测温元件安装注意事项	19
三、常用温度仪表取源部件的安装	20
第二节 压力取源部件和压力仪表的安装	23
一、压力取源部件的安装	23
二、压力管路连接方式与相应的阀门	24
三、常用压力表的安装	26
第三节 节流元件的安装	26
一、节流元件种类及使用场合	26
二、节流装置安装注意事项	26

三、节流装置的取压方式	27
四、节流装置安装实例	30
第四节 仪表管路的安装	35
一、概述	35
二、导管的敷设要求	35
三、导压管的弯曲方法	36
四、管路的固定	36
五、管路敷设需特别注意的问题	36
六、管路敷设后的试压与查漏	37
七、气动信号管线敷设	37
第五节 电线电缆的敷设	38
一、电线电缆的敷设要求与敷设方法	38
二、电缆与电线的连接	38
三、电路线路的检查	39
四、仪表电缆敷设注意事项	39
五、桥架安装注意事项	40
第三章 仪表的安装	41
第一节 仪表盘(操作台)的安装	41
第二节 仪表的就地安装	41
一、仪表的就地安装	49
二、安装示例	49
第三节 盘上仪表的安装	49
一、仪表的盘上安装	49
二、仪表盘后的配线	50
第四节 分析仪表的安装	51
第五节 执行器(控制阀)的安装	58
一、一般要求	60
二、执行器旁路	60
三、手轮机构	60
四、执行器的配管和配线	60
五、执行器(控制阀)的二次安装	61
第六节 DDZ-III型安全火花型仪表系统的安装	62
一、对导线及其敷设的要求	63
二、对接线端子盒和有关材料的要求	64
三、仪表盘盒内电气设备的正确安装	65
第七节 仪表在恶劣环境下的安装	66
一、仪表在易燃易爆环境下的安装	66
二、仪表在其他恶劣环境下的安装	69
第八节 DCS系统的安装	71
一、DCS系统安装的外部条件	71

二、集散系统的机、柜、盘及操作台安装	71
三、接地及接地系统的安装	72
四、集散系统的接线	73
五、基本控制器、多功能控制器的安全接地与隔离	73
第九节 仪表辅助设备的制作与安装	74
一、仪表供电系统的安装	74
二、仪表供气系统的安装	75
三、仪表安装用支架的制作安装	75
四、管卡	78
五、保温箱的制作与安装	79
六、辅助容器的制作安装	81
第十节 仪表的隔离、防冻系统安装	82
一、隔离	83
二、防冻	83
第十一节 仪表安装材料	85
一、仪表安装的常用管材	85
二、仪表安装常用的电线电缆	88
三、仪表安装常用的型钢	92
四、仪表安装常用的阀门	93
五、仪表保温常用的材料	98
第十二节 仪表安装的常用加工件	101
一、仪表接头	101
二、法兰	110
三、法兰的紧固件	111
第十三节 试车、交工与验收	111
一、仪表的单体调校	111
二、自控仪表的系统调校	113
三、“三查四定”与“中间交接”	114
四、试车(开车)	114
五、交工(交接工作)	115
六、验收规范和质量评定标准	117
思考题和习题	118

第二篇 仪表维修

第一章 仪表维护	120
第一节 仪表维护工作概述	120
一、仪表车间的任务与组织	120
二、仪表维修中的安全技术问题	121
第二节 仪表维护标准	123
一、仪表维护工作特点	123

二、仪表使用质量标准	123
三、全套系统仪表(包括检测元件、引线和控制阀附件等)完好标准	124
第三节 过程检测仪表与控制仪表的日常维护	124
一、巡回检查	124
二、定期润滑	125
三、定期排污	125
四、保温伴热	127
五、开停车注意事项	127
第四节 分析仪表的日常维护	129
一、取样装置日常维护	129
二、样品预处理系统(装置)日常维护	132
三、工业气相色谱仪的日常维护	136
四、工业酸度计的日常维护	138
五、可燃有毒气体检测报警器日常维护	140
第二章 故障判断与处理	143
第一节 温度检测与控制系统的故障判断与处理	143
一、故障判断	143
二、故障处理实例	143
第二节 流量检测与控制系统的故障判断与处理	147
一、故障判断	147
二、故障处理实例	147
第三节 压力检测与控制系统的故障判断与处理	154
一、故障判断	154
二、故障处理实例	154
第四节 液位检测与控制系统的故障判断与处理	156
一、故障判断	156
二、故障处理实例	157
第五节 分析仪表系统故障判断与处理	160
第六节 简单控制系统的故障判断与处理	165
一、判断系统故障的方法	165
二、简单控制系统故障判断与处理实例	165
第七节 复杂控制系统故障处理	169
一、产生故障的一般原因	169
二、复杂控制系统故障判断与处理实例	170
第八节 DCS系统的故障诊断	174
一、DCS系统故障的分类	174
二、故障的分析诊断	174
三、影响DCS安全运行的扰动因素及处理对策	175
第九节 智能化仪表常见故障及处理	177
一、智能变送器的常见故障及处理	177

二、智能显示仪表的维修	179
三、智能控制器的常见故障及处理	180
四、DCS系统的故障判断及处理方法	182
第三章 仪表及设备的防护与防爆	188
第一节 仪表及设备的防护	188
一、仪表防护的重要意义	188
二、仪表防护的一般原则	188
三、常见的防护材料和防护层	189
四、仪表常用的防护措施	190
第二节 仪表的防爆	191
一、防爆的基本知识	191
二、电动仪表的防爆	191
三、在爆炸危险场所检修仪表的注意事项	193
第四章 仪表检修实例	195
第一节 仪表检修工作概述	195
一、仪表台账	195
二、仪表的周期检定计划	195
第二节 仪表检修程序	196
一、仪表检修方法	196
二、仪表检修的一般步骤	199
第三节 仪表检修实例	201
一、DDZ-Ⅲ型仪表检修实例	201
二、智能仪表检修实例	204
三、分析仪表检修实例	209
四、控制阀检修实例	217
五、测温仪表检修实例	219
第四节 系统检修实例	222
一、变量检测和变送不合理	222
二、控制器参数整定不当	225
三、控制系统其他故障举例	225
思考题与习题	227
主要参考文献	228
附录一 仪表安装常用型钢	229
附录二 仪表安装常用阀门	232
附录三 中华人民共和国工人技术等级标准（摘选）	236

绪 论

一、本课程的内容与任务

工业仪表及自动化专业面向工业企业，培养生产一线具有较强实际动手能力的中等专业技术人才。《仪表安装与维修》是一门综合性很强的专业技术课。开设本课程的目的是使学生在已经具有一定专业理论和技能的基础上，进一步系统学习常用仪表的安装、维修的实际应用知识和基本操作技能及有关的管理知识等。

本课程在内容上安排了仪表安装和仪表维修两部分。学完本课程后，应达到以下要求。

1. 仪表安装方面

- (1) 了解仪表安装工作的性质、任务、组织及施工规范和施工计划的编制；
- (2) 熟悉仪表安装的常用设备、工具和材料，并具有选择能力；
- (3) 掌握仪表安装的主要技术要求，并能分析解决仪表安装的技术问题；
- (4) 通过学习使学生初步掌握仪表安装、仪表管线、电线电缆敷设的基本知识和检验方法等。

2. 仪表维修方面

- (1) 了解仪表车间的工作任务、组织形式、管理知识及工段和班组的职能；
- (2) 熟悉仪表的日常维护，并具有一定的仪表维护工作能力；
- (3) 了解在线运行仪表及系统的故障分析判断，并具有初步处理故障的能力；
- (4) 熟悉仪表检修的一般方法及步骤，初步养成检修仪表的分析习惯，具有初步的仪表拆装修配的能力等。

二、本课程的特点及其与其他课程的关系

本课程的特点是接近于工程实际和仪表工的日常工作，涉及面广，综合运用性强。有的章节看起来零碎，但却是工程安装、维护、检修所必备的基本知识。在内容上具体原则较多，原理较少，内容大多是从工作实践中总结出来的，且经历了实践检验。学习方法应以理解为主，不能死搬硬套，而应灵活运用和敢于实践，在实践中再加深理解。

本课程与过程检测仪表、过程控制仪表等课程的关系及分工如下：各种仪表的工作原理、校验方法都在各专业课中学习；本课程着重解决仪表安装、维修方面的基本业务知识和某些实际工作技能。本书较系统地阐述仪表安装的主要技术要求、安装规范、检验标准，并与自动控制系统有机地联系起来，注重于系统的安装、联动试验，培养学生的实际工作能力。

三、自控专业与其他专业之间的关系

仪表安装、维修工作是以工艺为基础，并为工艺生产服务的，同时仪表安装工作也离不开供电、供气等等。因此，仪表安装维修人员除了精通本专业外，还必须加强与外专业的联系，密切配合，才能做好安装、维修工作。

1. 与工艺专业的关系

工艺人员必须向自控专业安装人员提供工艺流程图和平面配管图等。共同研究和确定检测点、控制阀的安装位置，确定控制室、就地仪表、仪表管线、电线电缆等的安装、敷设走

向等。而仪表安装人员必须了解工艺流程特点，特别是对工艺的防爆、防腐、防堵等方面的要求，还应熟悉化工单元的操作和控制等。

2. 与设备专业的关系

仪表安装人员必须了解工艺生产设备的大概情况，特别是反应器、塔类设备、传热设备和动力设备的结构特点和性能。凡有仪表检测元件需要在工艺设备上安装时，必须与设备专业的设计、安装人员共同磋商仪表部件在设备上的安装位置和尺寸大小。应特别注意开孔的方位、高低是否合适，是否符合仪表的安装要求，是否有利于今后仪表的调整、维护和拆卸。

3. 与电气专业之间的关系

自控专业人员应向电气专业人员提出仪表供电电源的等级，供电电压波动范围和耗电总容量，以及控制室中的照明要求等。共同商讨确定信号报警及联锁保护系统的按钮在仪表盘或仪表操作台上的布置位置。自控人员还必须了解控制室的接地网络和避雷措施等。

除了上述三个专业外，自控人员还必须与土木、建筑、采暖通风、机修和动力等专业人员之间有一定的联系，在仪表安装、维修中必须与他们相互配合、协同处理。

总之，处理好与各专业之间的关系是做好仪表安装维修工作的重要条件。

第一篇 仪表安装

第一章 仪表安装概述

第一节 仪表安装工作特点

自动化仪表及装置要完成检测或控制任务，其各个部件必须组成一个回路或组成一个系统。仪表安装就是把各个独立的部件即仪表、管线、电缆、附属设备等按设计要求组成回路或系统，完成检测或控制任务。仪表安装有其特殊性：如工种多、技术要求严、与工艺联系密切、施工期短、安全技术突出等等。正是这些特点构成了讨论仪表安装工作的基础。

1. 工种多

这是显而易见的。例如安装一块仪表盘，除需要有焊工、钳工、管工、电工和仪表工等主要工种外，还得有土木、油漆等辅助工种。由于这个特点，要求仪表安装队需按一定的比例配备这几方面的人才。

2. 安装技术要求严

主要是由于仪表品种繁多，形式多样，以及安装对检测的准确性及系统运行质量有可能引起重大影响。例如，一次元件安装不符合技术要求时，有可能造成很大的检测误差。又如在高压设备上的施工，任何马虎或不按规程办事，所引起的生产事故损失可能更是无法估量。从控制系统本身而言，许多工厂由于仪表安装得不合理，从而不能达到设计的预期目的。

由于仪表型号众多，品种繁杂，要一一掌握它就不是一件简单容易之事。为此要求仪表安装人员必须具有仪表工作原理、使用方法、注意事项等等的基本知识；同时还要求他们对工艺也应有所了解。这对深刻领会仪表安装中的各项技术要求、设计意图会有很大帮助的。

3. 与工艺联系密切

仪表是为工艺生产服务的，仪表的安装工作也只是整个安装工作的一个组成部分。在施工中工艺是主体，仪表安装要从属于工艺。每当它们之间发生矛盾时，往往仪表就得让路。例如仪表管线与工艺管线相碰时就得改道。当然，在一些有关检测质量的重大原则上，例如孔板安装的直管段问题，仪表安装仍应坚持有关安装规范，要求工艺作出一定的让步，以满足仪表的技术要求。安装中若出现此类情况时，仪表安装人员应主动与工艺安装人员取得密切联系，使它们能考虑到仪表的特殊要求，事先予以配合。

4. 施工期短

由于仪表安装在整个安装工程中处于从属地位，因此它在现场的施工期是不允许延长的。通常在主体安装完成70%之前，仪表施工往往还无法进入现场。但当仪表施工开始展开，工艺主体设备安装却又进入尾声。为了不影响工艺设备、管道的试压和试运转，又催迫仪表安装工作加紧进行。如此看来，仪表安装的组织工作是极其重要的，特别是充分做好施工前的物资准备，制订合理的施工计划，有效调度施工期间技术力量，对保证安装质量，加

速安装进度有很大的意义。

5. 安全技术突出

因为高空作业、露天作业、交叉作业多及其他原因，使得安全技术要求突出。

另外，除与工艺专业外，仪表安装还与其他专业有着密切的联系。例如土建专业，仪表管线的穿孔及支承都要求土建时给以准备，才不致造成返工或影响施工进度。因此，安装工作必须有统一的领导和各方面彼此的协作。

由于仪表安装工作有以上特点，要求仪表安装人员必须具有较广泛的知识，熟练而全面的技能。

第二节 仪表安装术语与图形符号

一、安装术语

1. 一次点（又称检测点）

指检测系统或控制系统中，直接与工艺介质接触的点。如压力检测系统中的取压点，温度检测系统中的热电偶、热电阻安装点等。一次点可以在工艺管道上，也可以在工艺设备上。

2. 取源部件

通常指安装在一次点的仪表加工件。如压力检测系统中的取压短节，测温系统中的温度计凸台。

3. 一次阀门

又称取压阀。指直接安装在取源部件上的阀门。如与取压短节相连的压力检测系统的阀门，与孔板正、负压室引出管相连的阀门等。

4. 一次仪表

现场仪表的一种。是指安装在现场且直接与工艺介质相接触的仪表。如弹簧管压力表、双金属温度计、差压变送器等。

5. 一次调校

通称单体调校。指仪表安装前的校验。按《工业自动化仪表工程施工及验收规范》GBJ 93—86的要求，原则上每台仪表都要经过一次调校。调校的重点是检验仪表的示值误差、变差；校验仪表的比例度、积分时间、微分时间的误差，控制点偏差，平衡度等。只有一次调校符合设计或产品说明书要求的仪表，才能安装，以保证二次调校的质量。

6. 二次仪表

它是指仪表示值信号不直接来自工艺介质的各类仪表的总称。二次仪表的输入信号通常为变送器变换的标准信号。二次仪表接受的标准信号一般有三种：（1）气动信号，0.02~0.10MPa；（2）Ⅱ型电动单元组合仪表信号，0~10mA DC；（3）Ⅲ型电动单元组合仪表信号，4~20mA DC。

7. 现场仪表

它是安装在现场仪表的总称，它包括所有一次仪表，也包括安装在现场的二次仪表。

8. 二次调校

又称联校、系统调校。指仪表现场安装结束后，控制室配管配线完成而且校验通过后，对整个检测回路或自动控制系统的检验。也是仪表交付正式使用前的一次全面校验。其校验方法通常是在检测环节上加一信号，然后仔细观察组成系统的每台仪表是否工作在误差允许

范围内。如果超出允许范围，又找不出准确的原因，要对组成系统的全部仪表重新调试。

二次调校通常是一个回路一个回路地进行，包括对信号报警系统和联锁系统的试验。

9. 仪表加工件

它是全部用于仪表安装的金属、塑料机械加工件的总称，它在仪表安装中占有特殊地位。

10. 带控制点流程图

用过程检测和控制系统设计符号来描述生产过程自动化内容的图纸。它详细地标出仪表的安装位置，是确定一次点的重要图纸，是自控方案和自动化水平的全面体现，也是自控设计的依据，并供施工安装和生产操作时参考。

二、仪表安装常用图形符号及文字代号

- (1) 仪表安装常用图形符号见表 1-1-1。
- (2) DCS 系统、逻辑控制器、计算机系统图形符号见表 1-1-2。
- (3) 仪表连接线的图形符号见表 1-1-3。

其他部分通用图形符号详见乐嘉谦主编的《仪表工手册》。

表 1-1-1 仪表安装常用图形符号

名称	图形符号	名称	图形符号
嵌在管道中的检测仪表 (圈内应标注仪表位号)		带能源转换的阀门定位器的气动薄膜执行机构	
就地安装仪表		带人工复位装置的执行机构	
集中仪表盘面安装仪表		带远程复位装置的执行机构	
就地仪表盘面安装仪表		能源中断时控制阀保持原位置，允许向开启方向漂移	
集中仪表盘后安装仪表		导压毛细管	
就地仪表盘后安装仪表		液压信号线	
通用执行机构		孔板	











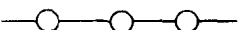
续表

名称	图形符号	名称	图形符号
文丘里管及喷嘴		带气动阀门定位器的气动薄膜执行机构	
无孔板取压接头		电磁执行机构	
转子流量计		执行机构与手轮组合	
带弹簧的气动薄膜执行机构		能源中断时调节阀开启	
无弹簧的气动薄膜执行机构		能源中断时控制阀关闭	
电动执行机构		能源中断时控制阀保持原位置	
活塞执行机构		能源中断时控制阀保持原位移, 允许向关闭方向漂移	

表 1-1-2 集散系统、逻辑控制器、计算机系统图形符号

系统名称	图形符号	说明
集散系统共享显示或共享控制仪表, 操作者通常是可存取的		<p>在监视室内, 进行图形显示, 包括记录仪、报警点、指示器, 具有:</p> <ol style="list-style-type: none"> 共享显示; 共享显示和共享控制; 对通讯线路的存取受限制; 在通讯线路上的操作员接口, 操作员可以存取数据
		<p>操作者辅助接口装置:</p> <ol style="list-style-type: none"> 不装在主操作控制台上, 采用安装盘或模拟荧光面板; 可以是一个备用控制器或手操台; 对通讯线路的存取受限制; 操作员接口通过通讯线路

续表

系统名称	图形符号	说明
集散系统共享显示或共享控制仪表, 操作者通常是可存取的		操作者不可存取数据情况: a. 无前面板的控制器, 共享盲控制器; b. 共享显示器, 在现场安装; c. 共享控制器中的计算、信号处理; d. 可装在通讯线路上; e. 通常无监视手段运行; f. 可以由组态来改变
计算机系统用符号。计算机元部件驱动集散系统各功能的集成电路微处理机不同, 组成计算机的各单元装置可以通过数据主连路与系统成一体, 也可以是单独设置的计算机		操作者通常是可存取的, 用于图像显示指示器/控制器/记录器/报警点等
		操作者通常不能利用输入输出部件进行存取, 以下情况用该符号: a. 输入输出接口 b. 在计算机内进行的计算/信号处理 c. 可以看作是没有操作面板的盲控制器或者一个软件计算模件
逻辑控制与顺序控制用符号		通用符号, 用于没有定义的复杂的内部互连逻辑控制或顺序控制
		带有二进制或者顺序逻辑控制的集散系统内, 控制设备连接的逻辑控制器。用该符号表示: a. 程序标准化的可编程逻辑控制器或集散控制设备的数字逻辑控制整体; b. 操作者通常是不可存取的
		有二进制或者顺序逻辑功能的集散系统内部连接逻辑控制器: a. 插件式可编程逻辑控制器或者集散系统控制设备的数字逻辑控制整体; b. 操作者正常情况下可以存取
通用功能框图符号 (SAMA 标准)		测量值
		手动信号处理
		自动信号处理
		最后的控制对象
共用符号通讯链		以下情况用通讯链表示: a. 用来指示一个软件链路或由制造厂提供的系统各功能之间的连接; b. 所选择的链如果是隐含的, 由相邻接符号替代表示; c. 可以用来指示用户选择的通讯链