



仪表工上岗**必读**

/入门时的学习指导·工作中的参考手册/

黄文鑫 编著



YIBIAOGONG
SHANGGANG
BIDU



化学工业出版社

从新手到高手

仪表工上岗必读

黄文鑫 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

仪表工上岗必读/黄文鑫编著. —北京: 化学工业出版社, 2014. 11

ISBN 978-7-122-21650-2

I. ①仪… II. ①黄… III. ①仪表-基本知识 IV. ①TH7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 193308 号

责任编辑: 宋 辉

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 宋 玮

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: 北京云浩印刷有限责任公司

710mm×1000mm 1/16 印张 18¼ 字数 346 千字 2014 年 11 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>

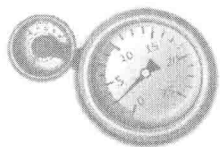
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

现在企业的仪表工与从前相比，有了很大的变化，从学徒工中培养仪表工的做法很少了，仪表工的来源大多是学校的毕业生，包括大学、职业院校、技校的学生，他们在学校都比较系统地学习过仪表和自动控制的课程，但是缺乏实践经验，动手还有困难。如何适应企业环境、如何学习和掌握仪表操作、维修技能，刚进入企业上岗的仪表工都会思考这些问题。他们很需要一本入门书，教一些仪表维修的技能和方法，使之与所学知识结合起来，尽快提高自己的工作技能。

本书就是按以上思路来写的，全书由入职篇、入门篇、提高篇、感悟篇组成。入职篇：主要使读者深入了解仪表工这一职业，及认识生产安全的重要性。入门篇：从介绍仪表工必须掌握的基本技能入手，对工作现场，标准仪器、通用仪表，仪表调校及维修，钳工技能等进行了介绍，以达到新上岗仪表工能独立工作为目的。提高篇：是以仪表工已掌握一定技能为基础，详细介绍了 DCS 知识及 PID 参数整定方法，仪表电路图、机械图的识读，仪表修理技能，还介绍了如何获取仪表及自控信息、如何进行科技写作，以使仪表工的技能进一步提升。感悟篇：是以懂得做人比懂得技术更重要为前提来写的，目的是让仪表工懂得技术与职业道德、修养是相辅相成的，二者缺一不可；以往技术书籍只谈技术问题，而本书则把爱岗敬业、职业道德、修养内容融入到技术章节中，这是一种新的写作尝试，



希望读者能从中受益。

由于中小企业的仪表工工作内容量大面广，但都存在从师条件差、受训机会少等问题，因此，本书介绍的标准仪器以国产仪器为主，有的技能介绍也是基于以上思路来考虑的。

写作本书的过程中，使我想起了 20 世纪 60 年代在驻昆解放军化肥厂学习的日子，在一年半的培训时间里，仪表车间的师傅们为我们付出了大量的心血，使我从门外汉步入了仪表工这一职业。谨以本书表达对驻昆解放军化肥厂仪表车间师傅们的恩恋，并献给我的同事们。

本书非常适合作为仪表工的培训教材使用，也适合新仪表工自学，亦可供仪表技术人员、自控及仪表专业的师生使用。

要指出的是，本书不可能概括仪表工上岗所面临的所有技术内容，但如果本书能对读者有一小点帮助，编著者就很高兴了。

由于编著者水平有限，书中难免有不妥之处，请读者在阅读中发现时及时批评指正，编著者不胜感激！

编著者



CONTENTS

目录

欢迎你！新来的仪表工	1
------------------	---

一、入职篇

1 伴你职业生涯的自动化仪表	2 /
----------------------	-----

2 深入了解仪表工这一职业	4 /
---------------------	-----

2.1 仪表职业的分类	4
-------------------	---

2.2 仪表工的前途如何	4
--------------------	---

2.3 仪表工主要做些什么工作	5
-----------------------	---

2.4 仪表工是个极具挑战性的职业	5
-------------------------	---

3 上岗第一课：生产安全的重要性	8 /
------------------------	-----

3.1 认真学习和遵守安全生产规程	8
-------------------------	---

3.2 学习和熟悉仪表工安全操作要点	8
--------------------------	---

3.3 仪表工养成良好工作习惯的重要性	9
---------------------------	---

二、入门篇

4 怎样尽快适应工作环境	11 /
--------------------	------

5 怎样熟悉生产现场	13 /
------------------	------

5.1 先跟师傅学习现场巡回检查	13
------------------------	----

5.2 学习和熟悉工艺流程	14
---------------------	----

5.3 熟悉现场控制点及使用的仪表	15
-------------------------	----

5.3.1 过程测量与控制图形符号知识	15
5.3.2 怎样识读工艺控制流程图	20
5.3.3 熟悉现场仪表	24
5.4 熟悉仪表系统的实际接线	24
5.4.1 电气图形符号知识	24
5.4.2 怎样识读仪表电气接线图	25

6 通用测量仪表使用技能

28 /

6.1 万用表使用技能	28
6.1.1 指针式万用表的使用方法	28
6.1.2 数字式万用表的使用方法	29
6.2 兆欧表使用技能	30
6.2.1 手摇式兆欧表的使用	31
6.2.2 数字式兆欧表的使用	32
6.2.3 兆欧表使用的安全事项	33

7 标准仪器使用技能

34 /

7.1 直流电位差计的使用技能	34
7.1.1 直流电位差计的使用	34
7.1.2 数字电位差计的使用	35
7.2 直流电阻电桥的使用技能	37
7.2.1 直流电阻电桥的使用	37
7.2.2 数字直流电桥的使用	39
7.3 直流电阻箱的使用技能	40
7.4 活塞式压力计的使用技能	41
7.4.1 活塞式压力计的工作原理及使用	41
7.4.2 新型活塞式压力计使用方法	42
7.4.3 活塞式压力计的维护保养	43
7.5 过程校验仪的使用技能	44

8 仪表维护基本技能及基础知识

50 /

8.1 提高仪表维修技术水平的窍门	50
-------------------------	----

8.2	仪表维护基本技能	52
8.2.1	仪表及系统供电的恢复	52
8.2.2	压力、差压变送器的启停	53
8.2.3	压力、差压变送器的排污方法	54
8.2.4	仪表零点的检查及调整	55
8.2.5	热电偶和热电阻的识别方法	57
8.2.6	熟悉报警系统的灯光及其工作状态	57
8.2.7	弹簧管压力表色标与测量介质的关系	58
8.2.8	压力与流量取样口方位与测量介质的关系	58
8.2.9	仪表停车、开车要做的工作	58
8.3	仪表常用电路基础	60
8.3.1	直流电路的欧姆定律	60
8.3.2	分压电路和分流电路	60
8.3.3	电桥电路	61
8.3.4	集成运算放大器	62
8.4	仪表测量误差及质量指标知识	63
8.4.1	测量误差	63
8.4.2	误差的分类	64
8.4.3	仪表质量指标	65
8.5	仪表常用计算公式	67
8.5.1	通用仪表刻度换算公式及计算实例	67
8.5.2	差压与流量的换算公式	69
8.5.3	液位测量计算公式	70
8.5.4	温度换算公式	71

9 仪表调校技能

72 /

9.1	弹簧管压力表的调校	72
9.1.1	弹簧管压力表的误差计算	72
9.1.2	弹簧管压力表校准方法	73
9.2	压力、差压变送器调校技能	77
9.2.1	压力、差压变送器允许误差的计算	77
9.2.2	模拟型压力、差压变送器的调校方法	77
9.2.3	智能型压力、差压变送器的调校方法	81
9.3	双法兰差压式液位变送器的调校	85

9.4	热电偶的校准技能	87
9.4.1	常用热电偶的允许偏差	87
9.4.2	热电偶的校准	87
9.5	热电阻的校准技能	90
9.5.1	常用热电阻的允许误差	90
9.5.2	热电阻校准点的选择及测量方法	91
9.5.3	热电阻的校准	91
9.6	温度变送器的调校技能	96
9.6.1	热电偶温度变送器调校方法	97
9.6.2	热电阻温度变送器调校方法	98
9.7	流量积算仪的调校技能	101
9.8	数字显示仪的调校	102
9.8.1	数字显示仪的误差表述及误差计算公式	103
9.8.2	数字显示仪校准方法	104
9.9	记录仪的调校	107
9.10	调节器的调校	109
9.10.1	调节器调校预备知识	109
9.10.2	调节器的开环调校	110
9.10.3	调节器的闭环调校	115
9.11	电动执行器的调试	116
9.11.1	DK型电动执行机构的调试	117
9.11.2	RS型电动执行机构的调试	119
9.11.3	现场联机调试	120
9.12	使用过程校验仪调校仪表的方法	120

10 仪表故障检查及处理技能

122

10.1	现场仪表故障判断的思路和方法	122
10.2	温度仪表的故障检查及处理	124
10.2.1	温度仪表故障判断思路	124
10.2.2	温度仪表的故障检查及处理	124
10.2.3	现场温度仪表故障检查及处理	125
10.3	压力仪表的故障检查及处理	127
10.3.1	压力仪表故障判断思路	127

10.3.2	压力仪表故障检查及处理	128
10.3.3	就地安装压力表常见故障及处理	128
10.3.4	电接点压力表不报警的故障检查及处理	129
10.4	流量仪表的故障检查及处理	129
10.4.1	流量仪表的故障判断思路	129
10.4.2	流量仪表故障检查及处理举例	130
10.5	液位仪表的故障判断及处理	131
10.5.1	液位仪表的故障判断思路	131
10.5.2	液位仪表故障检查及处理	132
10.6	变送器的故障判断及处理	133
10.6.1	变送器故障判断思路	133
10.6.2	模拟变送器的故障检查及处理	133
10.6.3	智能变送器的故障检查及处理举例	134
10.7	显示仪表的故障检查及处理	138
10.7.1	显示仪表的故障判断思路	138
10.7.2	显示仪表的故障检查及处理举例	139
10.8	控制系统的故障检查及处理	141
10.8.1	控制系统故障判断思路	141
10.8.2	控制系统故障判断及处理	142
10.9	执行器的故障检查及处理	143
10.9.1	执行器的故障判断思路	144
10.9.2	执行器的故障检查及处理	144
10.10	在线分析仪表的故障检查及处理	147
10.10.1	在线分析仪表的故障判断思路	147
10.10.2	在线分析仪表的故障检查及处理举例	148
10.11	报警、联锁系统的维修	149
10.12	仪表故障检查及处理总结	151

11 需要掌握的钳工技能

153

11.1	划线操作	153
11.2	锉刀及锉削操作	154
11.3	钢锯的使用	155
11.4	螺纹攻丝及套丝方法	156

11.5	常用铁皮弯制件的制作	159
11.6	手电钻及冲击电钻的使用	160
11.7	仪表管道敷设技能	162
11.7.1	手工弯管器的制作	162
11.7.2	钢管的冷弯方法	163
11.7.3	仪表管道敷设知识	165
11.8	压力表附件的制作技能	166
11.8.1	压力表接头的加工	166
11.8.2	环形弯管的制作	167

12 锡焊技术及电烙铁使用技能

170 /

12.1	锡焊工具及材料	170
12.2	电烙铁使用方法	171
12.3	电子元器件焊接、拆卸技巧	173
12.4	虚焊产生的原因及检查方法	175

✦ 三、提高篇

13 如何处理好工作中的人际关系

177 /

14 过程控制系统知识

179 /

14.1	过程控制实质是模拟人工调节	179
14.2	反馈与闭环系统的再认识	181
14.3	调节器的控制作用对过渡过程的影响	182
14.4	PID 参数常用整定方法	184
14.4.1	经验法	185
14.4.2	临界比例度法	189
14.4.3	衰减曲线法	191
14.4.4	三种整定方法的比较	193
14.5	正确理解调节器参数整定的作用	194
14.6	报警、联锁保护系统基础	194
14.6.1	报警、联锁系统的基础元件	195

14.6.2	学习报警、联锁电路的方法	200
14.6.3	“断电”报警比“通电”报警更可靠的原因	201

15 数字 PID 控制知识 202/

15.1	数字 PID 控制算法及采样周期	202
15.2	模拟调节器与数字调节器的异同	203
15.3	组态知识	204
15.3.1	组态软件及其功能	204
15.3.2	组态方式及步骤	205
15.3.3	怎样学习使用组态软件	206
15.4	数字调节器的参数整定技能	207
15.4.1	临界比例度参数整定法	207
15.4.2	经验法参数整定及技巧	208
15.5	DCS 的故障判断及处理技能	209
15.5.1	DCS 的故障判断思路	209
15.5.2	DCS 故障判断及处理	210

16 仪表电路原理图的识读 212/

16.1	仪表电路图的作用及种类	212
16.2	读懂仪表电路图的基本技能	214
16.3	怎样识读仪表电路原理图	214
16.3.1	识读仪表电路图的方法及步骤	214
16.3.2	仪表单元电路图的识读	216
16.3.3	仪表整机电路图的识读	220

17 电子元件的检测与维修技能 222/

17.1	电阻器的检测与维修	222
17.2	电容器的检测与维修	224
17.3	电感器的检测与维修	226
17.4	晶体管的检测与代换	227
17.4.1	二极管的检测与代换	227
17.4.2	三极管的检测与代换	229

17.5	三端稳压器的检测方法	232
17.6	集成运算放大器的检测方法	232
17.7	数字集成电路的检测	234

18 仪表修理技能 235/

18.1	仪表故障检查方法	235
18.2	仪表故障检查修理步骤	240
18.3	没有电路图的仪表故障检查修理方法	241

19 怎样看机械图 245/

19.1	机械图基础知识	245
19.2	认识机械图的最基本要素	246
19.3	看图实例	247

20 自制维修工具、仪器 252/

20.1	压力表起针器的制作及使用	252
20.2	电阻信号发生器的制作及使用	254
20.3	毫伏信号发生器的制作及使用	255
20.4	电流信号源的制作及使用	256

21 获取仪表及自控信息的方法及技巧 259/

21.1	阅读和学习仪表说明书	259
21.2	如何从网络或论坛获取知识	261
21.3	使用搜索引擎的方法及技巧	261

22 怎样进行科技写作 264/

22.1	仪表工有必要进行科技写作吗	264
22.2	怎样做工作记录	265
22.3	技术论文写作的方法和步骤	266

✚ 四、感悟篇

23 仪表工从业体会和感悟 269 /

- 23.1 对仪表工的七点建议 269
- 23.2 怎样看待生产和辅助岗位的关系 271
- 23.3 仪表工苦乐杂谈 272
- 23.4 根据自己的特长及条件选择发展方向 274

参考文献 275 /

欢迎你！新来的仪表工

你选择了仪表工这一职业，我为你感到高兴！欢迎你加入到我们仪表工队伍中来，让我们今后在各自的工作岗位上为生产做好服务吧。

如果你是从学校来的，你在学校中已经系统地学习过仪表和自动控制方面的理论知识，已经有了很好的基础，也曾在实验室里对一些仪表进行过调试及校准，也曾在实习中接触过一些仪表和控制系统，你是很有基础的人了，只是暂时还欠缺在企业工作的实际经验。你选择了仪表工这一职业，说明你很喜欢你所学的专业，由于你喜欢仪表和自动控制，相信你在今后的工作中肯定会干得很好，现在你面临的是如何尽快进入仪表工角色的问题。

如果你是自己要求当仪表工的，那你是充满信心的，你肯定有一股学好仪表的劲头，这就是有利条件。但学习方法要得当，由于你的基础与有的人比可能有差距，但要看到差距也是动力，因此，你要认真地向师傅和同事们学习，要系统地学上几本仪表的理论基础书籍，打基础同时注意结合实际进行学习，这样收获就会很大。你可以充分利用原来的工作经验，及原来掌握的知识和技术，先从一些简单的仪表工作入手，来尽快进入角色。

你可能是稀里糊涂地当了仪表工，之前你从未接触和了解过仪表这个岗位，更不清楚是干什么的，也不知是什么原因就把你分来当仪表工了，你不用太着急，先在班组干着，通过工作你可以对仪表进行了解，对你的去留可能会有参考作用。如果你有兴趣，那就安下心来，通过你的努力和学习，你一定会成为一个优秀的仪表工。

如果你是位女士，欢迎加入仪表工队伍！你可能认为自己不适合当仪表工，而实际情况正相反，在仪表车间里，女同志还是占了半边天的。女生的优点是手巧心细，而仪表这活也是细小得多，这正适合你们的特点，实践证明有的女仪表工的技术比男仪表工还强，因此，你也是可以成为一名优秀仪表工的。



一、入职篇

1.

伴你职业生涯的自动化仪表

你选择了仪表工这一职业，你的职业生涯将会由自动化仪表伴你度过。你虽然在学校已学过有关知识，但我们仍再作个简单的梳理，看看将来陪伴你的是个什么样的伙伴。

自动化仪表是一种人们从事生产劳动时使用的技术工具，其用途主要是实现生产过程自动化。仪表与控制装置可以组合成不同的自动化系统，用在各种生产场合，就有了按生产行业来称呼仪表的，如化工行业称其为化工仪表；炼油行业称其为炼油仪表；钢铁、金属冶炼行业称其为冶金仪表；电力、机械行业称其为热工仪表。尽管各行各业对仪表的称谓不同，且也有一些特定的仪表，但都隶属于工业自动化仪表。在我国称其为“工业自动化仪表与系统”。按照国际电工委员会（IEC）的命名，应该称其为“过程检测控制仪表”。

工业自动化仪表按其在工作过程中的功能，可分为以下 5 类。

（1）检测仪表

检测仪表主要用于检测工业生产过程的参数，如温度、压力、流量、物位、机械量等，有时也带有记录和调节功能。检测仪表是利用物理和化学的各种效应，来实现对工业生产过程中各种参数的测量。工业生产过程需要检测的参数很多，如热工量、电工量、机械量、物性与成分、状态量等，很多还是非电量的。由于生产检测参

数的多样化,检测仪表的结构也是五花八门,因此、检测仪表既有纯机械结构的,也有需要外供能源的,如气源、电源等。有的检测仪表其本身还具有显示功能。

(2) 显示仪表

显示仪表是将检测仪表的输出信号显示出来供观察的仪表,与检测仪表、变送器和传感器配套使用,按显示方式不同,可分为模拟式显示仪表、数字式显示仪表、字符图像显示仪等。现在万能输入数字显示仪表、数字模拟混合式记录仪表、无纸记录仪表、DCS的彩色屏幕显示、大屏幕显示等已得到广泛应用。与传统的显示方式相比,现代显示仪表赋予了显示仪表许多新的功能和意义。

(3) 控制仪表

控制仪表早期称为调节器,它的作用是将生产过程中的被测参数与给定参数进行比较,然后按一定控制规律发出控制信号给执行机构,执行机构操纵调节阀门的开度,使生产过程中的某个被控变量符合工艺生产规定的数值。控制仪表按控制方式分,有断续控制器、连续控制器;按结构形式分,有基地式、单元组合式、组装式;按工作能源分,有自力式、电动式、气动式、液动式。有的控制仪表还兼有检测、显示功能。

基地式调节器、气动调节器、电动调节器都是模拟控制仪表。而微处理器的应用,使控制仪表有了很大的变化,与模拟控制仪表有了很大的差别。数字控制仪表采用数字技术,以微处理器和软件为核心,实现了仪表与计算机一体化,具有丰富的运算、控制、通信功能以及使用方便、通用性强、可靠性高、维护方便等一系列优点。

(4) 执行器

执行器是安装在生产现场的终端控制元件,它通常由执行机构和调节阀门两部分组成。执行器接受控制仪表的输出信号,把控制信号转换为位移信号,来驱动调节阀门。常用的执行机构有气动和电动两种,调节阀则有多种形式的产品。数字式智能执行器现在已在应用,而且是今后的发展方向。

(5) 计算机控制系统

随着计算机和信息技术的发展,微处理器在自动化仪表中得到广泛应用,过程控制已进入到以计算机控制为主的时代。计算机控制系统与传统的模拟控制系统相比,优越性明显,如控制系统的结构简单、维护方便、控制功能强大、易于修改控制策略、人机界面友好等。

计算机控制系统大致经历了计算机集中控制系统、集散型控制系统、现场总线控制系统三个阶段。同时,可编程序控制器(PLC)在逻辑控制和顺序控制中得到了广泛应用。近三十年来国内很多企业引进和采用新技术,在高水平应用的推动下,过程控制技术有了很大的发展。而控制技术的发展与控制理论、自动化仪表、计算机技术是紧密相关的。

随着科学技术的发展,集多种功能为一体的仪表越来越多,仪表的分类越来越不明显了。如智能仪表在微处理器及软件技术的支持下,算法越来越先进,功能越来越多;它将许多功能集中在一台仪表中,就很难界定仪表的分类属于什么了。