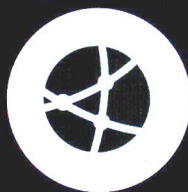


高等职业院校/教学改革/教材

化工自控系统构成

王景芝 主编
王友权 主审



HUAGONG
ZIKONG
XITONG
GOUCHENG



化学工业出版社

高等职业院校教学改革教材

化工自控系统构成

王景芝 主编

王友权 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

教材共设七个学习情境,以化工生产中典型单元设备——精馏塔、离心泵、换热器、夹套反应釜等为载体,涉及化工生产过程中“物位、流量、压力、温度”四大参数自动控制系统,由简单控制系统到复杂控制系统,循序渐进,并辅助以实验装置加深对控制系统构成的认识,培养学生动手实践能力。

适用读者对象:高职高专院校自动化类专业、自动控制专业等相关专业,也可供中等职业学校选作教材和有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工自控系统构成/王景芝主编. —北京:化学工业出版社, 2015.8

高等职业院校教学改革教材

ISBN 978-7-122-24391-1

I. ①化… II. ①王… III. ①化工过程-自动控制系统-系统构成-高等职业教育-教材 IV. ①TQ056

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 138895 号

责任编辑:廉 静

装帧设计:尹琳琳

责任校对:吴 静

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:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张9 字数215千字 2015年9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:24.00 元

版权所有 违者必究



前言

“化工自控系统构成”课程是制造大类生产过程自动化技术专业的核心课程，是化工仪表工岗位技能培养的关键，《化工自控系统构成》教材依据教育部职业教育与成人教育司编写的《高等职业学校生产过程自动化技术专业教学标准（试行）》，按照生产过程自动化技术专业人才培养目标要求，从化工生产过程自动化的实际需要和过程控制的最新发展出发，参照中、高级化工仪表维修工国家职业标准，校企合作，建构、组织教材内容，突出工程技术应用，达到培养适应岗位能力的高素质技术技能人才的目的。

教材以任务驱动模式编写，结合实际工程案例，深入浅出、通俗易懂，便于高职学生学习和理解。

教材共设七个学习情境，以化工生产中典型单元设备——精馏塔、离心泵、换热器、夹套反应釜等为载体，涉及化工生产过程中“物位、流量、压力、温度”四大参数自动控制系统，由简单控制系统到复杂控制系统，循序渐进，并辅助以实验装置加深对控制系统构成的认识，培养学生动手实践能力。

本教材由校企合作编写，努力将理论知识融于工程案例中，突出职业能力的培养；不追求理论体系的完整性，侧重系统构成的实用性，重点培养学生的动手操作能力；从任务驱动出发，导入新的知识点，并注重与实践操作相结合，提高教学的针对性；教材内容结合技能点，以适应学生未来职业岗位工作实践需求。

参加本教材编写工作的有：吉林工业职业技术学院王景芝（学习情境 1~4）、刘南（学习情境 5~7），吉林石化工程设计有限公司高文革编写了教材工程案例，全书由王景芝主编，王友权主审。

本教材在编写过程中参考了一些文献，在此谨向他们表示诚挚的谢意。由于编者水平有限，不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2015 年 5 月

目录

学习情境 1 精馏塔塔底液位控制系统构成	1
1.1 简单控制系统	2
1.1.1 简单液位控制系统	2
1.1.2 简单控制系统的方框图	3
1.1.3 简单控制系统的分类	3
1.1.4 控制流程图的认识	4
1.2 精馏塔及精馏塔的控制	13
1.2.1 精馏塔	13
1.2.2 精馏塔的控制	14
1.3 仪表选型	19
1.3.1 差压变送器选用	19
1.3.2 执行器的选用	23
1.3.3 调节器的选型	28
1.4 控制系统的过渡过程和品质指标	35
1.4.1 控制系统的过渡过程	35
1.4.2 影响控制系统的过渡过程的主要因素	37
1.5 实验装置上水箱液位控制系统构成(调节器控制)	40
1.6 精馏塔塔底液位控制系统构成	41
习题 1	45
学习情境 2 离心泵控制系统构成	47
2.1 离心泵出口流量控制系统构成	48
2.1.1 离心泵特性	48
2.1.2 流量检测仪表的选用	54
2.1.3 实验装置单闭环流量控制系统构成(调节器控制)	56
2.1.4 离心泵出口流量控制系统构成	57
2.2 离心泵出口压力控制系统构成	61
2.2.1 压力检测仪表分类	61
2.2.2 压力检测仪表选用	62
2.2.3 实验装置单闭环压力控制系统构成(调节器控制)	62
2.2.4 离心泵出口压力控制系统构成	64
习题 2	67

学习情境 3 换热器出口温度控制系统构成 69

3.1 换热器	70
3.1.1 换热器类型	70
3.1.2 换热器控制方案	70
3.2 温度检测仪表选用	73
3.2.1 测温仪表	73
3.2.2 热电偶	75
3.2.3 热电阻	79
3.2.4 温度变送器	81
3.3 实验装置单回路温度控制系统构成(调节器控制)	84
3.4 换热器出口温度控制系统构成	85
习题 3	89

学习情境 4 夹套反应釜串级控制系统构成 91

4.1 反应器	92
4.1.1 反应器类型	92
4.1.2 反应器的控制	94
4.2 串级控制系统	98
4.3 实验装置上水箱液位和流量串级控制(调节器控制)系统构成	102
4.4 夹套反应釜串级控制系统构成	104
习题 4	108

学习情境 5 氯化氢生产过程(合成炉)比值控制系统构成 109

5.1 比值控制系统	110
5.1.1 比值控制方案	110
5.1.2 比值控制系统工程应用中的问题	112
5.2 实验装置流量比值控制系统(调节器控制)	113
5.3 氯化氢生产过程(合成炉)比值控制系统构成	115
习题 5	119

学习情境 6 夹套反应釜分程控制系统构成 121

6.1 分程控制系统	122
6.1.1 分程控制系统概述	122
6.1.2 分程控制系统应用	123
6.1.3 分程控制中的几个问题	124
6.2 夹套反应釜分程控制系统构成	125
习题 6	129

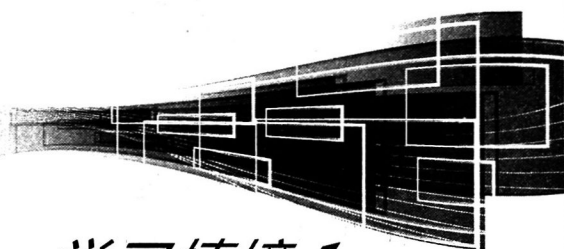


学习情境 7 其他复杂控制系统 131

7.1 均匀控制系统	132
7.1.1 均匀控制系统	132
7.1.2 均匀控制系统的特点	133
7.2 前馈-反馈控制系统	133
7.3 取代控制系统	134
7.4 多冲量控制系统	135
7.4.1 单冲量液位控制系统	136
7.4.2 双冲量液位控制系统	136
7.4.3 三冲量液位控制系统	137
习题 7	137



参考文献 138



学习情境 1

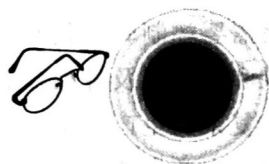
精馏塔塔底液位控制系统构成



工作任务

精馏塔是现代化工、炼油等工业生产中应用极为广泛的传质传热过程，用于将混合物中的各组分进行分离的关键设备，是一个非常复杂的对象。为使塔釜液面和冷凝罐液面在一定范围内波动，不至于因液面过低而产生设备抽空的危险，或液面过高而影响传热效果及克服动态上的滞后，设置液位控制系统。

本任务是根据单回路液位控制系统的特点，正确选择液位测量仪表、控制器、执行器，构成精馏塔塔底液位控制系统



1.1 简单控制系统

1.1.1 简单液位控制系统

在生产过程中，必然要受到各种干扰因素的影响，使工艺参数偏离所希望的数值。为了实现高产优质和保证生产安全地进行，必须对生产过程进行控制。自动控制系统就是在生产设备上，配备一些自动化仪表等控制装置来代替人的观察、判断、决策和操纵，自动地排除各种干扰因素对生产工艺参数的影响，使某些工艺变量保持在规定的数值上或按一定的规律变化。

由一个受控对象、一个测量变送器、一个控制器（调节器）和一个执行机构（控制阀）所组成的闭环控制系统。图 1-1 所示为贮槽液位自动控制示意图。

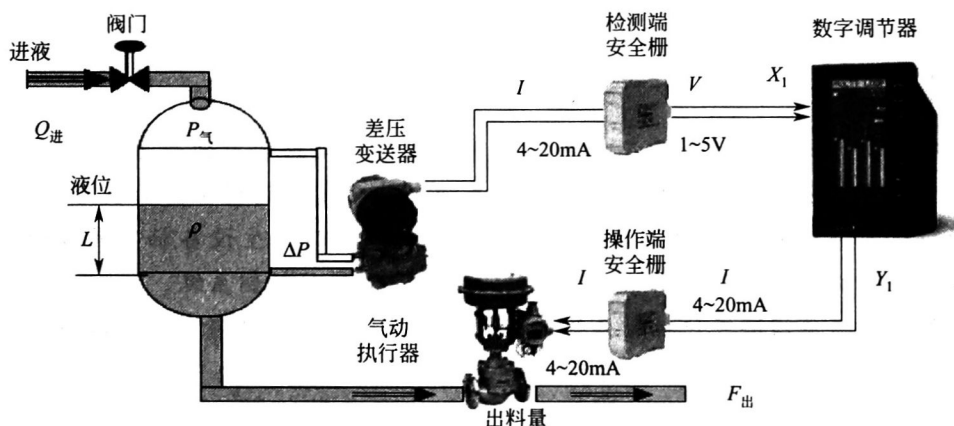


图 1-1 贮槽液位自动控制示意图

自动控制的过程简述如下。

液位测量变送器测量贮槽液位并将液位高低这一物理量转换成仪表间的标准统一信号，调节器接受液位测量变送器输出的标准统一信号，与工艺控制要求的目标液位信号相比较得出偏差信号的大小和方向，并按一定的规律运算后输送一个对应的标准统一信号，执行器接受调节器的输出信号后，根据信号的大小和方向控制阀门的开度，从而改变出料量，经过反复测量和控制使塔底达到工艺控制要求。

控制系统由被控对象、测量变送器、控制器和控制阀四个基本环节组成。

① 被控对象 它是控制系统的主体，是指被控制的生产设备或装置。在自动控制系统中，将需要控制其工艺变量的生产设备或机器叫做被控对象，如工业生产中的各种塔、换热器、泵和压缩机及各种容器，甚至一段管道等。

在复杂的生产设备中，一个设备上可能有好几个控制系统，在确定被控对象时，就不一定是整个生产设备，一个精馏塔，往往塔顶需要控制温度、压力等，塔底又需要控制温度、

塔釜液位等,有时中部还需要控制进料流量,在这种情况下,就只有塔的某一与控制相关的相应部分才是某一控制系统的被控对象。例如,进料流量控制系统,被控对象仅是进料量检测点到调节阀之间的一段管道或设备,而不是精馏塔。

② 测量变送器 通常包括检测元件和变送器两部分。其作用是感受并测量被控变量并转换成工业仪表间的标准统一信号(如 $4\sim 20\text{mA}$)。

③ 调节器 其作用是将测量值与目标值比较得出偏差,按一定的规律运算后对控制阀(执行机构)发出相应的控制信号或指令。比较机构和调节器通常组合在一起,它可以是气动调节器、电动调节器、可编程序调节器等。

④ 调节阀 通称执行器。其作用是依据控制器发出的控制信号或指令,改变控制量,对被控对象产生直接的控制作用,最常用的是气动薄膜调节阀。

1.1.2 简单控制系统的方框图

为了便于分析控制系统,采用方框图的形式来表示控制系统的结构、环节之间的相互关系和信号间的联系。如图 1-2 所示。

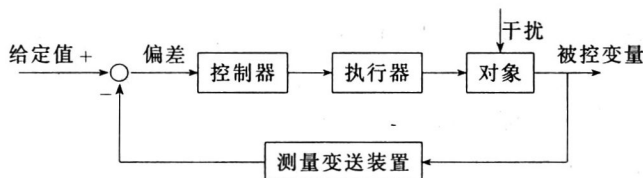


图 1-2 简单控制系统的方框图

名词术语的解释:

① 被控变量 被控变量是表征生产设备或过程运行状况,需要加以控制的变量。也是控制系统的输出量,在液位控制系统中就是液位。

② 给定值 是一个与控制要求(期望值)被控变量相对应的信号值,也是控制系统的输入量。

③ 干扰 在生产过程中,凡是影响被控变量的各种外来因素都叫干扰,它也是控制系统的输入量。

④ 操纵变量 用以克服干扰变量的影响,具体实现控制作用使被控变量达到给定值的变量叫做操纵变量。用来实现控制作用的物料一般称为操纵介质或操纵剂。

⑤ 测量值 测量值是检测元件与变送器的输出信号值。

⑥ 偏差 在过程控制系统中,规定偏差是给定值与测量值之差。

⑦ 反馈 把系统的输出信号通过检测元件与变送器又引回到系统输入端称为反馈。当系统输出端送回的信号取负值与设定值相加时,属于负反馈;当反馈信号取正值与设定值相加时,属于正反馈。自动控制系统一般采用的是负反馈。

将检测元件与变送器、控制阀、控制对象合为一个整体,称为广义对象。

1.1.3 简单控制系统的分类

(1) 系统按给定值不同分类

① 定值控制系统 在生产过程中，如果要求控制系统使被控变量保持在一个生产指标上不变，或者说要求工艺参数的给定值不变，这类控制系统称为定值控制系统。

② 随动控制系统 给定值是一个未知变化量的控制系统称为随动控制系统，这类控制系统的任务是保证各种条件下的输出（被控变量）以一定的精度跟随着给定信号的变化而变化，所以这类控制系统又称为跟踪系统。

③ 程序控制系统 程序控制系统的给定值有规律的变化，是已知的时间函数。

(2) 系统按开闭环分类

控制系统按有无闭合（简称闭环）来分类，又可分为闭环控制系统和开环控制系统。

① 开环控制系统 开环控制系统是指被控对象的输出（被控制量）对控制器的输出没有影响。在这种控制系统中，不依赖将被控量反送回来以形成任何闭环回路。显然，开环控制系统不是反馈控制系统。

② 闭环控制系统 凡是系统的输出信号对控制作用有直接影响的控制系统。

闭环控制系统的特点是系统被控对象的输出（被控制量）会反送回来影响控制器的输出，形成一个或多个闭环。

闭环控制系统有正反馈和负反馈，若反馈信号与系统给定值信号相反，则称为负反馈；若极性相同，则称为正反馈。一般闭环控制系统均采用负反馈，又称负反馈控制系统。闭环控制系统的例子很多，比如人就是一个具有负反馈的闭环控制系统，眼睛便是传感器，充当反馈，人体系统能通过不断的修正最后作出各种正确的动作。如果没有眼睛，就没有了反馈回路，也就成了一个开环控制系统。另例，当一台真正的全自动洗衣机具有能连续检查衣物是否洗净，并在洗净之后能自动切断电源，它就是一个闭环控制系统。

由于闭环控制系统采用了负反馈，因而使系统的被控变量受外来干扰和内部参数变化影响小，具有一定的抑制干扰、提高控制精度的特点。开环控制系统则不能做到这一点，但开环控制系统结构简单、使用便捷。

1.1.4 控制流程图的认识

带控制点的工艺流程图也称施工流程图，它是用过程检测和控制系统的的设计符号，来描述生产过程控制内容的一种工艺流程图。是设计、绘制设备布置图和管道布置图的基础，又是施工安装和生产操作时的主要参考依据。在流程图中应把生产中涉及的所有设备、管道、阀门以及各种仪表控制点等都画出。工程设计符号通常包括字母代号、图形符号和数字编号等。将表示某种功能的字母及数字组合成仪表位号置于图形符号之中，就表示出了一块仪表的位号、种类及功能。

(1) 仪表常用术语

- 测量点（一次点） 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。

- 一次部件（取源部件） 通常指安装在一次点上的仪表加工件，如压力检测系统中的取压短节、测温系统中的温度计凸台等。

- 一次阀门（取压阀） 指安装在一次部件上的阀门，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。

- 一次元件（传感器）指安装在现场且与工艺介质相接触的元件，如热电偶、热电阻等。
- 一次仪表 现场仪表的一种，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。
- 一次调校（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—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，调节仪表的比例度、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。
- 二次仪表 指仪表表示值信号不直接与来自工艺介质接触的各类仪表的总称。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：气动信号，0.02~0.1MPa；Ⅲ型电动单元组合仪表信号，4~20mA DC 或 1~5V。
- 现场仪表 指安装在现场的仪表的总称，包括所有一次仪表，也包括安装在现场的二次仪表。
- 二次调校（二次联校，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通过校验后，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，如果超出误差允许范围，又找不出原因，就要对组成系统的全部仪表重新调试。
- 仪表加工件 指全部用于仪表安装的金属、塑料机械加工件的总称，在仪表安装中占有特殊地位。
- 带控制点流程图 指用过程检测和控制系统设计符号来描述生产过程中自动化内容的图纸。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。

（2）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。

① 图形符号

- 测量点 测量点（包括检测元件）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 1-3(a) 所示。

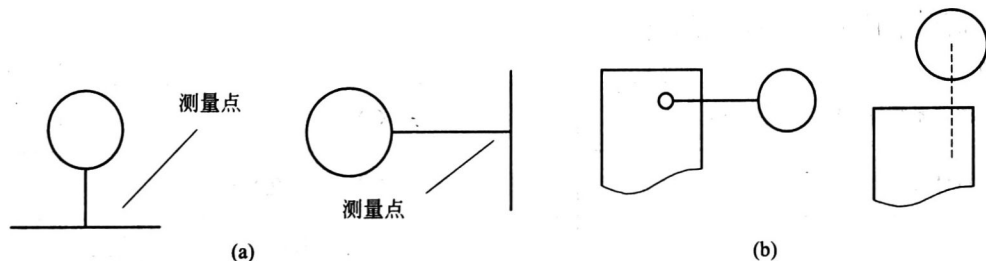


图 1-3 测量点

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 1-3(b) 所示。必要时，检测元件或检测仪表

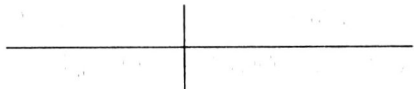
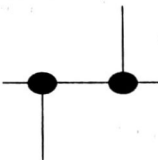
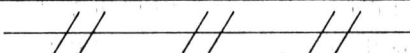
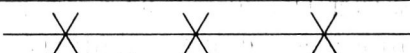
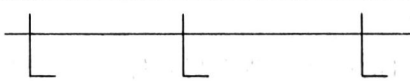
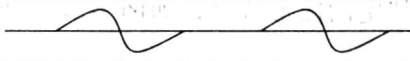
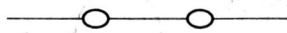
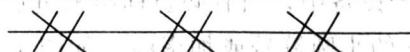
可以用表 1-2 所列的图形符号表示。

● 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-014 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°）。

仪表连接线图形符号见表 1-1。

表 1-1 仪表连接线图形符号表

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联动线	 (细实线;下同)	
2	通用的仪表信号线		
3	连接线交叉		
4	连接线相接		
5	表示信号的方向		
6	气压信号线		断划线与细实线成 45°,下同
7	电信号线	或 	
8	导压毛细管		
9	液压信号线		
10	电磁、辐射、热、光、声波等信号线(有导向)		
11	电磁、辐射、热、光、声波等信号线(无导向)		
12	内部系统链(软件或数据链)		
13	机械链		
14	二进制电信号	或 	
15	二进制气信号		

● 仪表图形符号 仪表图形符号是直径为 12mm（或 10mm）的细实线圆圈。仪表位号的字母或阿拉伯数字较多，圆圈内不能容纳时，可以断开，如图 1-4(a) 所示。处理两个或多个变量，或处理一个变量但有多功能的复式仪表，可用相切的仪表圆圈表示，如图 1-4(b) 所示。当两个测量点引到一台复式仪表上而两个测量点在图纸上距离较远或不在同一图纸上，则分别用两个相切的实线圆圈和虚线圆圈表示，见图 1-4(c) 所示。

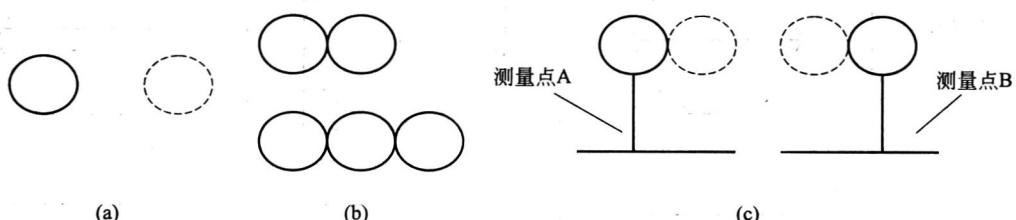


图 1-4 仪表图形符号

分散控制系统（又称集散控制系统）仪表图形符号是直径为 12mm（或 10mm）的细实线圆圈，外加与圆圈相切细实线方框，如图 1-5(a) 所示。作为分散控制系统的计算机功能图形符号，是对角线长为 12mm（或 10mm）的细实线六边形，如图 1-5(b) 所示。分散控制系统内部连接的可编程逻辑控制器功能图形符号如图 1-5(c) 所示，外四边形边长为 12mm（或 10mm）。

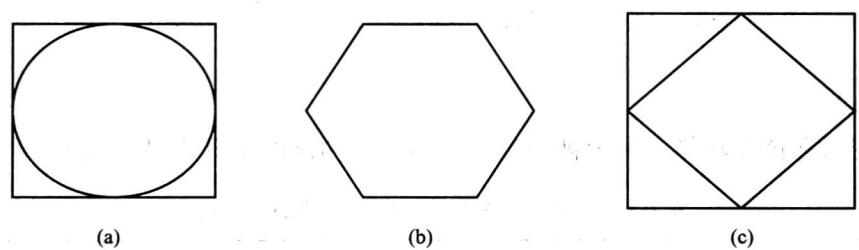


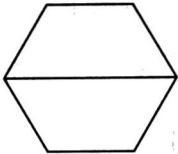
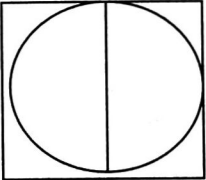
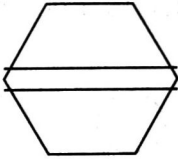
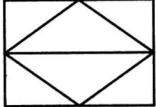
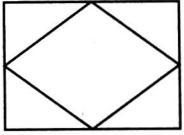
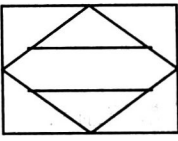
图 1-5 分散控制系统仪表图形符号

● 表示仪表安装位置图形符号 表示仪表安装位置的图形符号见表 1-2 所示。

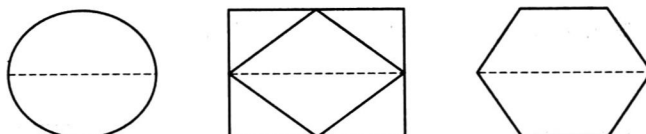
表 1-2 表示仪表安装位置的图形符号

类 别	主要位置 操作员监视用	现场安装 正常情况下,操作员不监视	辅助位置 操作员监视用
离散仪表	(1) 	(2) 	(3)
	(4) 	(5) 	(6)
分散控制 共用显示 共用控制			

续表

类 别	主要位置 操作员监视用	现场安装 正常情况下,操作员不监视	辅助位置 操作员监视用
计算机功能	(7) 	(8) 	(9) 
可编程序逻辑控制功能	(10) 	(11) 	(12) 

注：正常情况下操作员不监视，或盘后安装的仪表设备或功能，仪表图形符号列可表示为：



② 字母代号

- 被测变量和仪表功能 表示被测量变量和仪表功能的字母代号见表 1-3。

表 1-3 表示被测量变量和仪表功能的字母代号

字母	第一位字母		第二位字母		
	被测变量或引发变量	修饰词	读出功能	输出功能	修饰词
A	分析		报警		
B	烧嘴、火焰		供选用	供选用	供选用
C	电导率			控制	
D	密度	差			
E	电压(电动势)		检测元件		
F	流量	比(分数)			
G	供选用		视镜、观察		
H	手动				高
I	电流		指示		
J	功率	扫描			
K	时间、时间程序	变化频率		操作器	
L	物位		灯		低
M	水分或湿度	瞬动			中、中间
N	供选用		供选用	供选用	供选用
O	供选用		节流孔		
P	压力、真空		连接点、测试点		

续表

字母	第一位字母		第二位字母		
	被测变量或引发变量	修饰词	读出功能	输出功能	修饰词
Q	数量	积算、累计			
R	核辐射		记录		
S	速度、频率	安全		开关连锁	
T	温度			传送	
U	多变量		多功能	多功能	多功能
V	振动、机械监视			阀、风门、百叶窗	
W	重量、力		套管		
X	未分类	X 轴	未分类	未分类	未分类
Y	事件、状态	Y 轴		继电器、计算机、转换器	
Z	位置	Z 轴		驱动器、执行机构未分类的最终执行元件	

- 注：1. “供选用”指的是在个别设计中多次使用，而表中没有规定其含义。
2. 字母“X”未分类，即表中未规定其含义，适用于在设计中一次或有限几次使用。
3. 后续字母确切含义，根据实际需要可以有不同的解释。
4. 被测变量的任何第一位字母若与修饰字母 D（差）、F（比）、M（瞬间）、K（变化频率）、Q（积算、累计）中任何一个组合在一起，则表示另外一种含义的被测变量。例如 TD1 和 T1 分别表示温差指示和温度指示。
5. 分析变量的字母“A”，当有必要表明具体的分析项目时，在圆圈外右上方写出具体的分析项目。例如分析二氧化碳，圆圈内标 A，圆圈外标注 CO₂。
6. 用后续字母“Y”表示继动或计算功能时，应在仪表圆圈外（一般在右上方）标注它的具体功能。如果功能明显时，也可以不标注。
7. 后续字母修饰词 H（高）、M（中）、L（低）可分别写在仪表圆圈外的右上方。
8. 当 H（高）、L（低）用来表示阀或其他开关装置的位置时，“H”表示阀在全开式接近全开位置，“L”表示阀在全关式接近全关位置。
9. 后续字母“K”表示设置在控制回路内的自动-手动操作器。例如流量控制回路的自动-手动操作器为“FK”，它区别于 HC——手动操作器。

● 被测变量及仪表功能组合示例 被测变量及仪表功能组合示例见表 1-4。

(3) 仪表位号

仪表位号组成及标注方式见图 1-6、图 1-7。

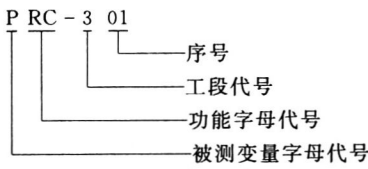


图 1-6 仪表位号的组成

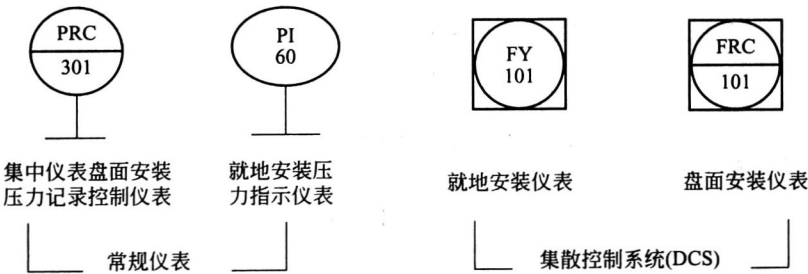


图 1-7 仪表位号的标注方式

表 1-4 被测变量及仪表功能组合示例

第一位字母	被测变量或引发变量	控制器				读出仪表		开关和报警装置				变送器			电磁阀 继电器 计算器	检测 元件	检测 点	套管或 探头	视镜 观察	安全 装置	最终 执行 元件
		记录	指示	无指示	自力式 控制	记录	指示	高	低	高低 组合	记录	指示	无指示								
A	分析	ARC	AIC	AC		AR	AI	ASH	ASL	ASHL	ART	AIT	AT	AY	AE	AP	AW			AV	
B	烧嘴、火焰	BRC	BIC	BC		BR	BI	BSH	BSL	BSHL	BRT	BIT	BT	BY	BE		BW	BG		BZ	
C	电导率	CRC	CIC			CR	CI	CSH	CSL	CSHL		CIT	CT	CY	CE					CV	
D	密度	DRC	DIC	DC		DR	DI	DSH	DSL	DSHL		DIT	DT	DY	DE					DV	
E	电压(电动势)	ERC	EIC	EC		ER	EI	ESH	ESL	ESHL	ERT	EIT	ET	EY	EE					EZ	
F	流量	FRC	FIC	FC	FCV FICV	FR	FI	FSH	FSL	FSHL	FRT	FIT	FT	FY	FE	FP		FG		FV	
FQ	流量累计	FQRC	FQIC			FQR	FQI	FQSH	FQSL			FQIT	FQT	FQY	FQE					FQV	
FF	流量比	FFRC	FFIC	FFC		FFR	FFI	FFSH	FFSL						FE					FFV	
G	供选用																				
H	手动		HIC	HC						HS										HV	
I	电流	IRC	IIC			IR	II	ISH	ISL	ISHL	IRT	IIT	IT	IY	IE					IZ	
J	功率	JRC	JIC			JR	JI	JSH	JSL	JSHL	JRT	JIT	JT	JY	JE					JV	
K	时间、时间程序	KRC	KIC	KC	KCV	KR	KI	KSH	KSL	KSHL	KRT	KIT	KT	KY	KE					KV	
L	物位	LRC	LIC	LC	LCV	LR	LI	LSH	LSL	LSHL	LRT	LIT	LT	LY	LE		LW	LG		LV	
M	水分或湿度	MRC	MIC			MR	MI	MSH	MSL	MSHL		MIT	MT		ME		MW			MV	
N	供选用																				
O	供选用																				
P	压力、真空	PRC	PIC	PC	PCV	PR	PI	PSH	PSL	PSHL	PRT	PIT	PT	PY	PE	PP			PSV PSE	PV	
PD	压力差	PDR	PDIC	PDC	PDCV	PDR	PDI	PDSH	PDSL		PDR	PDI	PDT	PDY	PE	PP				PDV	