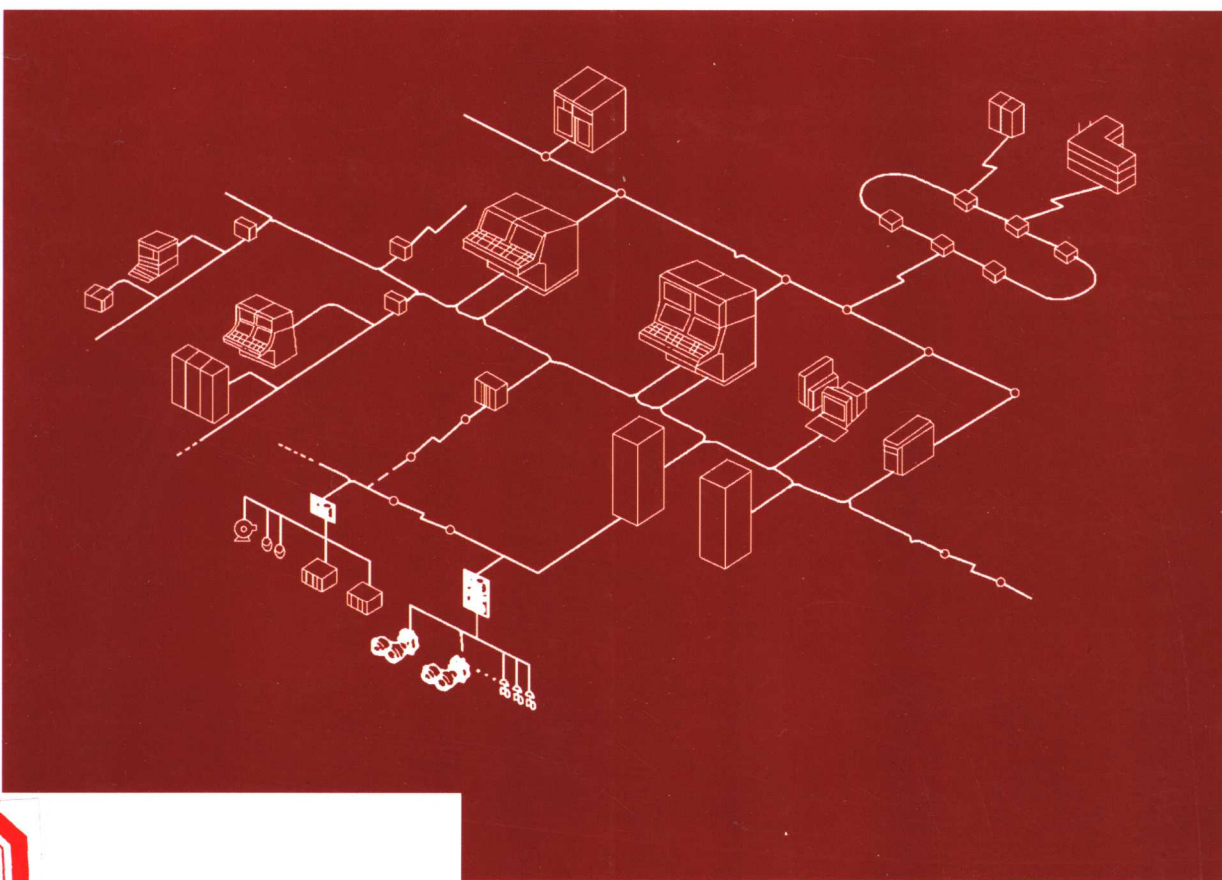


机电识图丛书

仪表识图

任慧荣 主编 蔡夕忠 副主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

机 电 识 图 丛 书

仪 表 识 图

任慧荣 主 编
蔡夕忠 副主编



化 学 工 业 出 版 社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

仪表识图/任慧荣主编. —北京: 化学工业出版社,
2005. 6
(机电识图丛书)
ISBN 7-5025-7415-8

I. 仪… II. 任… III. 仪表-电路图-识图法
IV. TH702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 070850 号

机电识图丛书
仪 表 识 图

任慧荣 主 编

蔡夕忠 副主编

责任编辑: 刘 君

责任校对: 吴 静

封面设计: 于 兵

化 学 工 业 出 版 社
工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市兴顺印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 11 $\frac{1}{4}$ 插页 1 字数 301 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7415-8

定 价: 25.00 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

图样是工程技术界技术交流的语言,在工程领域中起着其他语言不可替代的作用。工程技术人员要表达设计思想,理解设计思路,组织生产施工等,都先要学会绘制和阅读图样,尤其阅读图样更为基础。鉴于识图的重要,化学工业出版社组织出版《机电识图丛书》,包括《机械识图》、《电气识图》、《仪表识图》和《管道识图》,以期对读者有所帮助。

随着市场经济发展和行业发展,企业对职工素质要求不断提高。为了适应企业的发展和从事仪表工作的工程技术人员(特别是刚毕业的大学生)及技术工人学习提高阅读工程图纸能力的需要,编写了《仪表识图》。

本书特点取材新颖,简明实用,符合工程实际的需要。本书编写中对每部分内容的介绍,穿插了工程实例,并按照实例进行展开说明,达到举一反三的效果。本书知识系统、全面,力求使读者通过本书的学习能够读懂仪表安装、调试和维护所需的图纸,提高读图能力。

《仪表识图》共分9章。第1章带控制点的工艺流程图,介绍工艺设备代号与图例、控制系统设计常用的图例符号和带控制点工艺流程图识读举例;第2章电气设备控制图,介绍常用电气设备图形及文字符号、供电系统图例、电气控制系统图例;第3章电子线路图,介绍常用电子器件图例符号、电子线路原理图和电子印刷线路图;第4章仪表零件图和装配图,介绍仪表加工图和仪表装配图;第5章气动设备图,介绍常用气动元件符号、供气系统图和气动薄膜调节阀;第6章典型控制系统的原理图,介绍单回路控制系统和复杂控制系统的原理图及系统仪表接线图;第7章仪表施工图,介绍仪表管路图、仪表安装图、仪表盘正面布置图和背面接线图;第8章DCS控制系统图,介绍DCS控制系统硬件图、显示画面和组态图;第9章可编程控制器PLC图,介绍PLC外形结构、梯形图符号和梯形图举例。

本书使用了大量的工厂应用实例,在编写过程中聘请企业的专家给予指导,结合工厂的应用实际,对仪表安装、调试和维护所需的图纸识读方法进行了详尽阐述。

本书由北京市化工学校任慧荣主编,蔡夕忠任副主编。第1、2章由蔡夕忠编写,第3、5、9章由任慧荣编写,第4、6章由北京市化工学校焦相卿编写,第7章由北京有机化工厂李丽编写,第8章由北京有机化工厂李岚冰编写。任慧荣对本书的文稿和图稿进行了修改和统稿。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2005年5月

内 容 提 要

本书为《机电识图丛书》之一。

本书主要介绍带控制点的工艺流程图、电气设备控制图、电子线路图、零件图与装配图、气动设备图、典型控制系统的原理图、仪表施工图、DCS控制系统图、PLC梯形图的识读方法。本书取材新颖，简明实用，符合工程实际的需要。以典型图例为主讲述一般规律，并列举生产实践中的实例，以便举一反三。本书知识系统、全面，力求使使用者通过本书的学习能够读懂化工仪表安装、调试和维护所需的图纸，提高读图能力。

本书适用于化工企业及相关行业从事仪表工作的工程技术人员（特别是刚毕业的大学生）和技术工人学习和参考。本书可作为工艺、电气、机械技术工人的参考资料。

目 录

绪论	1
第1章 带控制点的工艺流程图	2
1.1 工艺设备代号与图例	2
1.1.1 工艺流程图中常用设备代号与图例	2
1.1.2 工艺流程图的管道与附件图例	5
1.1.3 简单工艺流程图	6
1.2 控制系统设计常用的图例符号	8
1.2.1 图形符号	8
1.2.2 字母代号	13
1.2.3 仪表位号的识读	14
1.2.4 图形符号和仪表位号表示法示例	15
1.3 带控制点工艺流程图识读举例	18
1.3.1 典型设备的带控制点的流程图	18
1.3.2 典型控制回路在流程图中的识读	19
第2章 电气设备控制图	20
2.1 常用电气设备图形及文字符号识读	20
2.1.1 新的电气符号	20
2.1.2 新、旧及国内外电气符号的区别	33
2.1.3 电气设备文字符号的识读	33
2.1.4 电气工程图的阅读程序	33
2.2 供电系统图例	44
2.2.1 交流供电系统	44
2.2.2 直流供电系统	45
2.3 电气控制回路图的识读	46
2.3.1 电气控制回路图识读的原则	46
2.3.2 电动机的启动控制	48
2.3.3 联锁报警控制	49
第3章 电子线路图	52
3.1 常用电子器件图例符号	52
3.1.1 分离元件	52
3.1.2 集成元件	55

3.2 电子线路原理图	59
3.2.1 直流稳压电源线路原理图	60
3.2.2 DDZ-Ⅲ差压变送器位移检测放大器线路原理图	61
3.2.3 DDZ-Ⅲ调节器电路原理图	65
3.3 电子印刷线路图	65
3.3.1 直流稳压电源印刷线路图	66
3.3.2 DDZ-Ⅲ差压变送器印刷线路图	66
3.3.3 DDZ-Ⅲ调节器印刷线路板图	67
第4章 仪表零件图和装配图	72
4.1 仪表加工图	72
4.1.1 加工图(零件图)的表示方法	72
4.1.2 孔板加工图举例	73
4.1.3 仪表盘	74
4.2 仪表装配图	77
4.2.1 仪表装配图	77
4.2.2 仪表装配图举例	78
第5章 气动设备图	81
5.1 常用气动元件符号	81
5.1.1 常见气阻结构图	81
5.1.2 常见气容和阻容环节结构图	82
5.1.3 气动放大器结构原理图	82
5.2 供气系统图	83
5.2.1 供气系统流程图	83
5.2.2 气源净化设备结构原理图	83
5.3 气动薄膜调节阀	85
5.3.1 气动薄膜调节阀结构图	85
5.3.2 气动薄膜调节阀的阀芯形式	89
5.3.3 气动薄膜调节阀的上阀盖形式	89
5.3.4 阀门定位器的使用与安装图	91
5.3.5 气动薄膜调节阀的安装图	93
第6章 典型控制系统的原理图	95
6.1 单回路控制系统图	95
6.1.1 系统原理图	95
6.1.2 系统仪表接线图	96
6.2 串级控制系统图	97
6.2.1 系统原理图	97
6.2.2 系统仪表接线图	98
6.3 比值控制系统图	99
6.3.1 系统原理图	99
6.3.2 系统仪表接线图	104

6.4 前馈控制系统图	105
6.4.1 系统原理图	105
6.4.2 系统仪表接线图	107
6.5 三冲量控制系统图	108
6.5.1 系统原理图	108
6.5.2 系统仪表接线图	110
6.6 选择性控制系统图	110
6.6.1 系统原理图	110
6.6.2 选择性控制系统的方案实施	111
6.6.3 系统仪表接线图	112
第7章 仪表施工图	113
7.1 仪表管路图	114
7.1.1 管路连接与表示方法	114
7.1.2 仪表电缆及桥架	118
7.2 仪表安装图	121
7.2.1 测温元件的安装	128
7.2.2 压力仪表安装	130
7.2.3 节流元件的安装	136
7.3 仪表盘正面布置图及背面接线图	140
第8章 DCS 控制系统图	144
8.1 DCS 控制系统硬件图识读	145
8.1.1 硬件构成图的识读	145
8.1.2 硬件接线图	147
8.1.3 操作员键盘识读	148
8.2 显示画面的识读	153
8.2.1 字母代号的识读	153
8.2.2 流程图形符号	153
8.2.3 显示画面的识读	153
8.3 组态图识读	162
8.3.1 功能模块	162
8.3.2 组态图识读	162
8.3.3 逻辑图识读	163
第9章 可编程控制器 (PLC) 图	166
9.1 PLC 外形结构的识读	166
9.2 PLC 梯形图的识读	168
9.2.1 PLC 梯形图的特点及识读原则	169
9.2.2 PLC 梯形图的符号及基本指令	169
9.2.3 PLC 梯形图识读举例	172
参考文献	178

绪 论

随着计算机技术的飞速发展和控制理论的不断完善，自动化技术日新月异，对化工仪表与自动化的从业人员要求更高，必须不断补充新知识与新技能。现在的从业人员，很多人经历了从电动Ⅲ型仪表逐步到集散控制系统（DCS），又进一步过渡到现场总线控制系统（FCS）这样一个自动化控制装置的发展历程。在这三种典型控制装置发展过程中，许多企业仍在不断研究推出以计算机为核心的工业计算机控制装置和含有一定智能模块的智能化控制装置。

装置的不断变化，要求自动化从业技术人员必须适应发展的要求，除要学习新技术以外，对化工仪表工的基本理论与传统的技术也不能完全抛弃，如对各类图纸的识别既有传统的理论基础，又要涵盖新的技术。

仪表工的主要任务是负责生产过程中在线运行的仪表、自动化装置及其附属设备和维修工所用的仪器、仪表的维护保养、定期维修与故障处理，确保其正常运行；负责仪表及自动化装置的更新、安装、调试、检定、开表、投运等工作。

仪表技术人员进行上述工作，除具备较强的专业知识和专业技能以及专业经验以外，所有的工作必须按照从事的具体工作的文件来进行，各类图纸是文件的核心。如在仪表安装过程中的资料准备包括施工图、常用的标准图、自控安装图册、《工业自动化仪表安装工程施工验收规范》和质量验评标准以及有关手册、施工预算和工程结算依据等。而一套完整的施工图应包括以下内容：图纸目录、设计说明书、仪表设备汇总表、仪表一览表、安装材料汇总表、仪表加工件汇总表、电气材料汇总表、仪表盘正面布置图、仪表盘背面接线图、供电系统图、电缆敷设图、槽板（桥架）定向图、信号联锁原理图、供电原理图、电气控制原理图、控制系统原理图、设备平面图、控制阀与节流装置计算书及数据表、仪表系统接地、复用图纸、带控制点的工艺流程图、设计单位企业标准和安装图册。可见，仪表工在进行仪表安装施工过程中，必须认真分析图纸，按照图纸要求施工。而从以上仪表安装施工提供的图纸看，图纸包括机械、建筑、电气、化工等多种知识。

随着控制技术的进步，仪表工也应对 DCS 系统的构成图、组态图和显示画面等图纸有一定的了解。在仪表维修过程中，对仪表的电路图等也应能够识别。

第 1 章 带控制点的工艺流程图

化工生产中常用带控制点的流程图表示生产工艺过程和控制方案。带控制点的工艺流程图是工艺操作人员和仪表工认识生产、了解控制方案等的依据。控制流程图虽然复杂，但有一定规律，是依据国家行业标准 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 国家标准绘制的。

工艺流程图是以图解的形式表示化工生产过程，即将生产过程中物料经过的设备按其形状画出示意图，并画出设备之间的物料管线及物料流向。以几何图形和必要的文字解释，表示设备及设备之间的关系，全部原料、中间体、半成品、成品及副产物的名称和流向等。仪表自控工程人员必须了解工艺流程，并根据流程图中的控制方案来确定控制系统的实施方案。

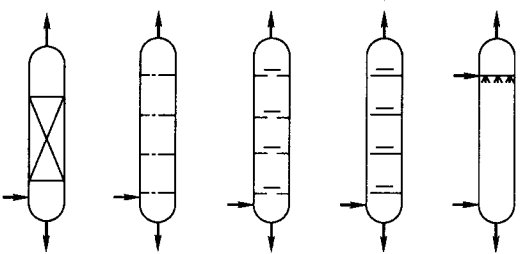
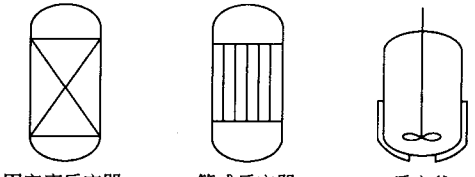
1.1 工艺设备代号与图例

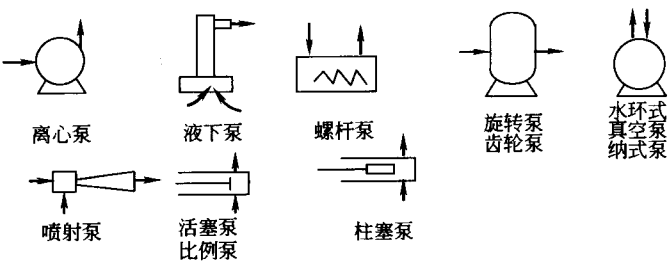
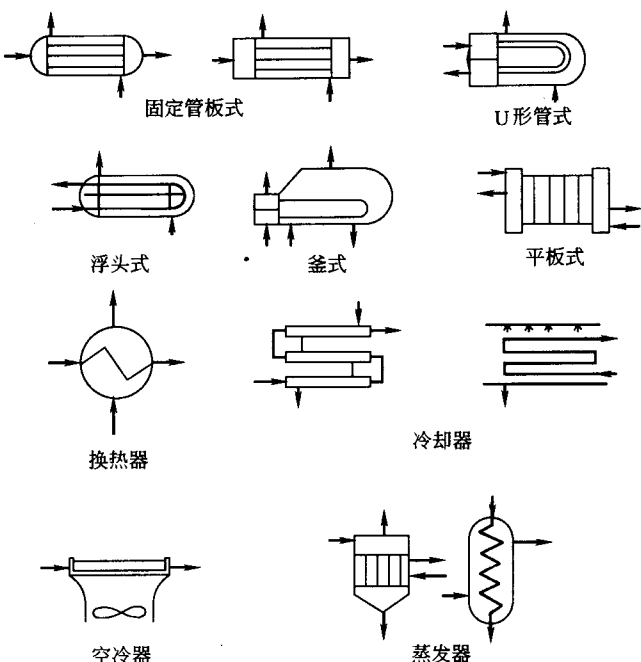
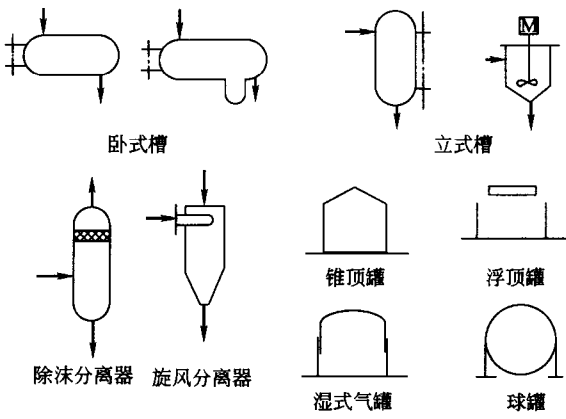
工艺流程图中以设备的外形及字母代号表示设备类型。流程图用细实线绘制，设备中的管线接头、支脚和支架均不表示。

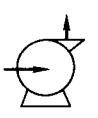
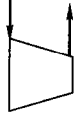
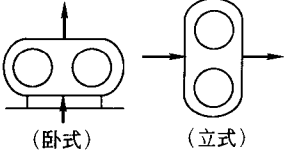
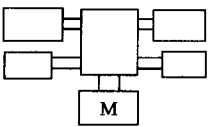
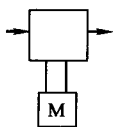
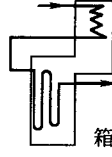
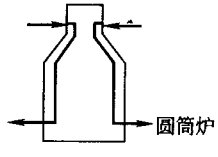
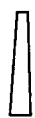
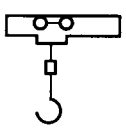
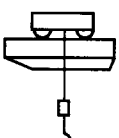
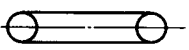
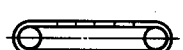
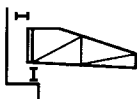
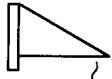
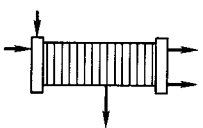
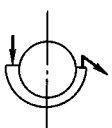
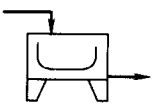
1.1.1 工艺流程图中常用设备代号与图例

常用到的工艺设备按照作用类别分为塔、反应器、容器、热交换器（换热器、冷却器、蒸发器）、泵、压缩机、工业炉等。表 1-1 表示工艺流程图常用设备的代号与图例。

表 1-1 工艺流程图常用设备的代号与图例

序号	设备类别	代号	图 例
1	塔	T	 填料塔 筛板塔 浮阀塔 泡罩塔 喷洒塔
2	反应器	R	 固定床反应器 管式反应器 反应釜

序号	设备类别	代号	图 例
3	泵	P	 离心泵 液下泵 螺杆泵 旋转泵 齿轮泵 水环式 真空泵 喷射泵 活塞泵 比例泵 柱塞泵
4	换热器 冷却器 蒸发器	E	 固定管板式 U形管式 浮头式 釜式 平板式 换热器 冷却器 空冷器 蒸发器
5	容器 (槽、罐)	V	 卧式槽 立式槽 锥顶罐 浮顶罐 除沫分离器 旋风分离器 湿式气罐 球罐

序号	设备类别	代号	图 例
6	鼓风机 压缩机	C	     鼓风机 离心压缩机 旋转式压缩机 (卧式) (立式) 四级往复式压缩机 单级往复式压缩机
7	工业炉	F	此两图例仅供参考, 炉子形状改变时, 依据形状画出   箱式炉 圆筒炉
8	烟囱 火炬	S	  烟囱 火炬
9	起重运输机械	L	        单轨 桥式 斗式提升机 皮带输送机 刮板输送机 悬臂式 旋转式 手推车
10	其他机械	M	   板框式压滤机 回转过滤机 离心机

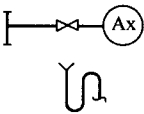
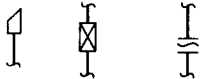
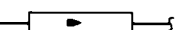
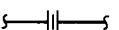
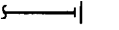
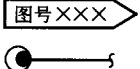
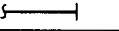
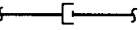
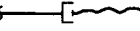
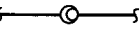
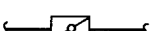
1.1.2 工艺流程图的管道与附件图例

工艺生产过程各种生产设备需要通过管道以及附件将其连接起来,从而完成一定的生产任务。连接的管道型号、性质等不同,而且管道中的介质也不相同。所有这些不同,都要用不同的图例符号或字母代号来表示。仪表工必须能够根据流程图分析工艺生产情况,来确定生产控制方案,选择适当的仪表,并能根据生产的实际情况对控制系统进行维护。工艺流程图中的管道物料代号如表 1-2 所示。工艺流程图中的管道与附件图例如表 1-3 所示。

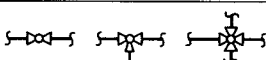
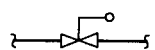
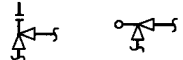
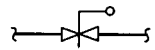
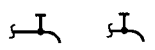
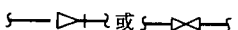
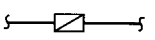
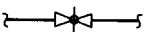
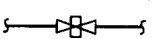
表 1-2 工艺流程图中的管道物料代号

物料名称	代 号	物料名称	代 号	物料名称	代 号
工业用水	S	热水回水	RS'	排出污水	PS
回水	S'	低温水	DS	酸性下水	CS
循环上水	XS	低温回水	DS'	碱性下水	JS
循环回水	XS'	冷却盐水	YS	蒸汽	Z
生活用水	SS	冷却盐水回水	YS'	空气	K
消防用水	FS	脱盐水	TS	氮气或惰性气体	D ₁
热水	RS	凝结水	N	输送用氮气	D ₂
真空	ZK	有机载热体	RM	润滑油	LY
放空	F	油	Y	密封油	HY
煤气、燃料气	M	燃料油	RY	化学软水	HS

表 1-3 工艺流程图中的管道与附件图例

序号	名 称	图 例	序号	名 称	图 例
1	软管		9	分析取样接口漏斗	
	翅管				
	可拆卸短管		10	消声器 阻火器 爆破膜	
	同心异径管				
	偏心异径管				
	多孔管				
2	管道过滤器		11	视盅	
3	毕托管		12	伸缩器(波形、方形、弧形)	
	文氏管				
	混合管				
4	转子流量计(现场指示型)		13	疏水器	
5	插板(滑动盲板)		14	闸阀	
	锐孔板		15	截止阀	
6	盲法兰		16	来自或至其他图 来自或去界区外	
	管子平板封头				
7	活接头		17	针孔阀	
	软管活接头		18	球阀	
	转动活接头		19	蝶阀	
	吹扫接头				
	挠性接头		20	减压阀	
8	放空管或带防雨帽 放空管				

续表

序号	名 称	图 例	序号	名 称	图 例
21	旋塞(直通、三通与四通)		29	浮球阀	
22	安全阀(弹簧式和重锤式)		30	杠杆转动节流阀	
23	Y形阀		31	底阀	
24	隔膜阀		32	取样阀与实验室用龙头	
25	止回阀		33	旋启式止回阀	
26	高压止回阀		34	喷射器	
27	柱塞阀		35	塑料防雨器	
28	活塞阀				

生产中的物料种类很多,在识图过程中,应根据图纸所提供的图例说明,确定管道中的介质种类。

1.1.3 简单工艺流程图

工艺流程图,按其用途可以分为生产工艺流程图、物料流程图、带控制点的工艺流程

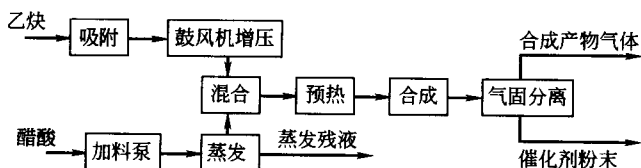


图 1-1 醋酸乙烯酯的合成工序工艺流程

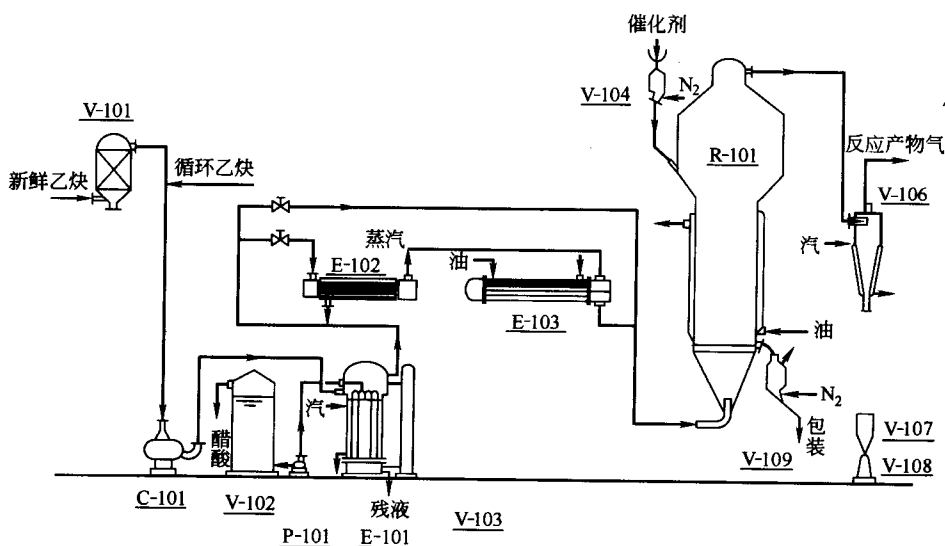


图 1-2 醋酸乙烯酯合成工序工艺流程图

图。生产工艺流程图包括工艺流程框图和工艺流程图。

工艺流程框图主要表示生产过程物料走向和经过的设备。采用框图形式明了清晰，对分析生产流程、掌握工艺机理十分方便。流程图中用箭头表示物料的走向，方块表示工艺过程中的重要机能。图 1-1 为乙炔法生产醋酸乙烯酯的合成工序工艺流程。

图 1-2 是以设备形状表示的醋酸乙烯酯工艺流程图。图中表示的设备外形与表 1-1 所示略有不同。外形与字母代号一起表示设备类型。

图中新鲜的乙炔气体经 V-101（吸附槽）后与回收的循环乙炔气体混合，经 C-101（乙炔鼓风机）送入 E-101（醋酸蒸发器）上部。醋酸从 V-102（醋酸贮槽）用 P-101（醋酸加料泵）输送到 E-101 与乙炔气体混合。醋酸与乙炔的混合气体分两路，一路经 E-102（第一预热器）、E-103（第二预热器）加热后与另一路未加热的醋酸、乙炔气体混合，从 R-101

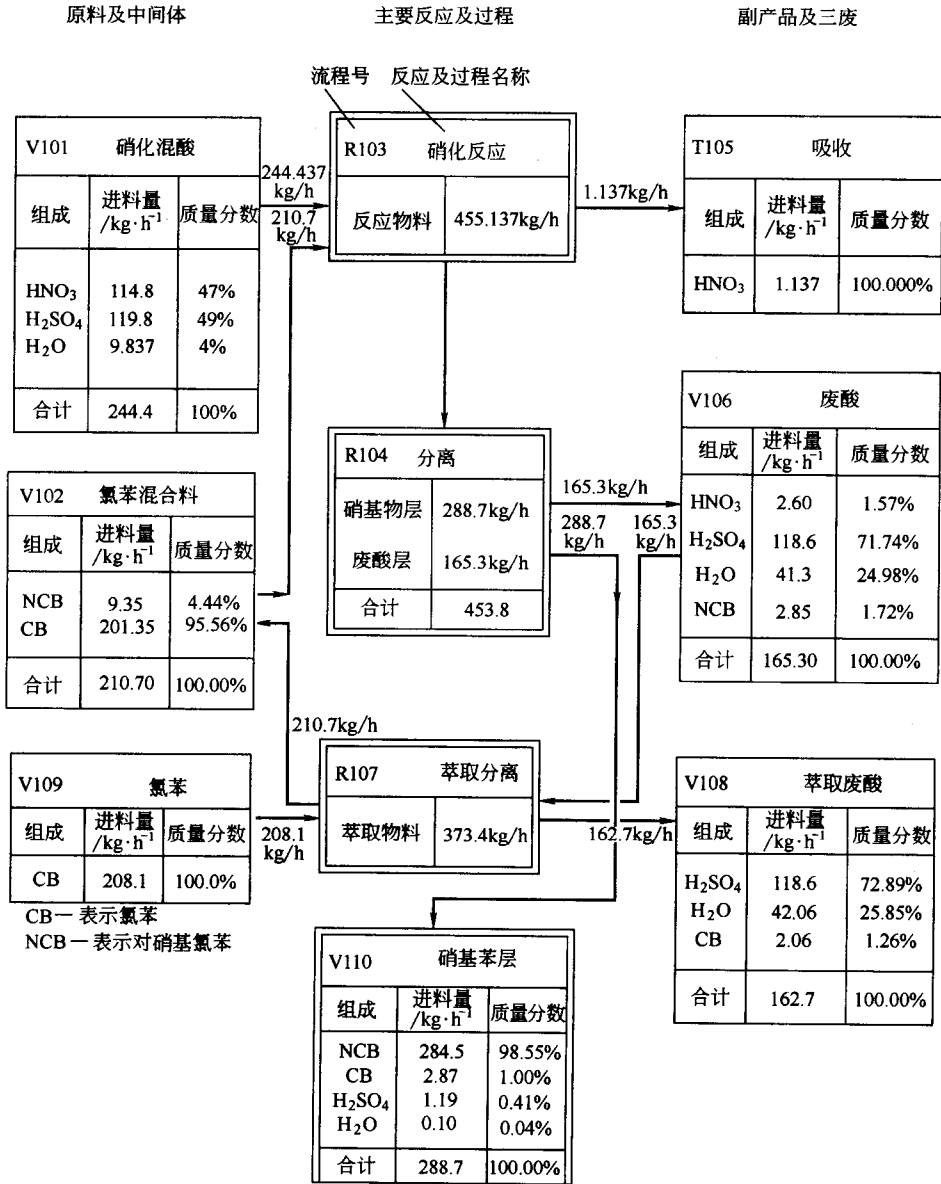


图 1-3 氯苯硝化生产硝基氯苯的物料流程图

(硫化床反应器)底部加入。通过 V-104 (催化剂加入器) 定期加入反应所需的催化剂。反应生成气体通过 V-106 (粉末分离器) 分离出反应中使用的触媒粉末, 反应气体送精馏段精馏。触媒粉末经 V-107 (粉末受槽)、V-108 (粉末取出槽) 取出。反应使用的催化剂经 V-109 (催化剂取出槽) 取出, 加工后循环使用。

在工厂实际生产中, 还会用到物料流程图。物料流程图由框图、图例和经过各工序 (或设备) 的物料名称及数量组成, 表示所加工的物料的数量关系。每个框表示过程的名称、流程序号以及物料的组成和数量。图 1-3 为氯苯硝化生产硝基氯苯的物料流程图。

1.2 控制系统设计常用的图例符号

过程控制系统中, 为了清楚地表示控制系统的类型、所用仪表的种类, 针对控制系统定义了许多符号和图例。自动控制工程技术人员必须熟练地看懂带控制点的工艺流程图, 在熟悉工艺原理、工艺流程图的基础上, 更应该掌握仪表及控制系统在带控制点的工艺流程图中的表示方法。

1.2.1 图形符号

工艺流程图中用图形符号表示仪表的类型、安装位置等。

(1) 检测点的识读 检测点在带控制点的工艺流程图中, 一般没有特殊表示。图 1-4 所示为仪表检测点的表示方法。图 1-4 (a)、(b) 中由过程设备或管道符号引到表示仪表的圆圈的连接引线的起点即为检测点。图 1-4 (c)、(d) 用 2mm 的圆圈或虚线表示检测点在设备中的位置。

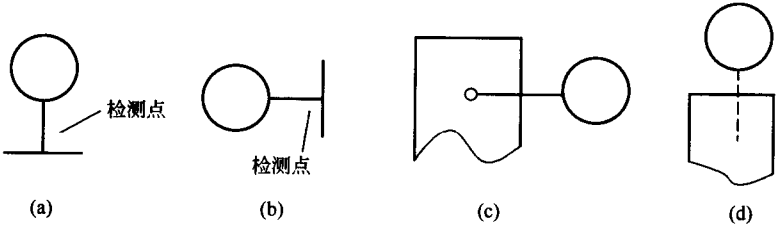


图 1-4 检测点的识读

如果在检测点上有一些特殊图形, 一般表示检测元件的种类, 可以参见表 1-5。

(2) 连线图形符号的识读 仪表的圆圈之间或检测点与仪表之间的连线表示仪表的信号线。细实线为通用的仪表信号线或能源线。在有些能源线上有缩写标注, 表示能源的种类, 如 AS-0.14 为 0.14MPa 的压缩空气, ES-24DC 为 24V 的直流电源。

当信号种类比较多时, 在细实线上加注一些符号, 用以区别不同信号。仪表的连线符号参见表 1-4 所示。

表 1-4 仪表连线符号表

序号	图形符号	类 别	序号	图形符号	类 别
1	 (细实线, 下同)	仪表与工艺设备、管道上检测点的连接线或机械连动线	4	 	连接线交叉
2	 	通用仪表的信号线	5	 	连接线相接
3	 	表示信号的方向			

续表

序号	图形符号	类 别	序号	图形符号	类 别
当有必要区别信号的类别时					
6		气压信号	11		电磁、辐射、热、光、声等信号(无导向)
7	或	电信号线	12		内部系统链(软件或数据链)
8		导压毛细管	13		机械链
9		液压信号线	14	或	二进制电信号
10		电磁、辐射、热、光、声等信号(有导向)	15		二进制气信号

(3) 仪表图形符号的识读 在带控制点的工艺流程图中,用直径为 10mm 或 12mm 的细实圆 [如图 1-5 (a) 所示],加上用字母和阿拉伯数字组成的仪表位号,表示仪表及其功能。当仪表位号字母和数字较多,圆圈不能容纳时,可以断开,如图 1-5 (b) 所示。图 1-5 (c) 所示的相切圆表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。图 1-5 (d) 所示两个相切的实线圆和虚线圆是两个检测点引导至一台复式仪表上,但两个检测点在图纸上距离较远或在不同的图纸上。

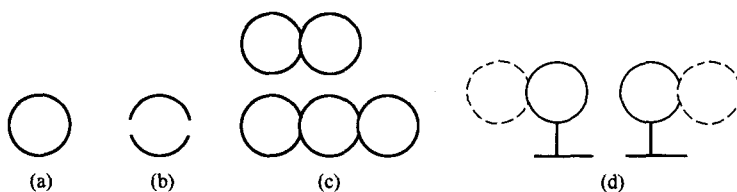


图 1-5 仪表图形符号

在细实圆外加方框表示集散控制系统中的仪表(内部仪表,按功能定义)图形符号,如图 1-6 (a) 所示。同样图 1-6 (b) 所示的对角线长 12mm (或 10mm) 的实线六边形,表示集散控制系统的一个部件的某个计算功能。图 1-6 (c) 的外四边形边长为 12mm (或 10mm),表示集散控制系统内部连接的可编程逻辑控制器的某个功能。

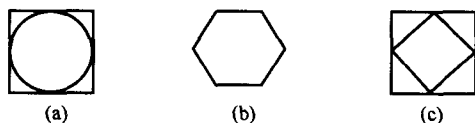


图 1-6 集散控制系统仪表图形符号

仪表的功能符号很多,详细参见表 1-5。

表 1-5 仪表功能图形符号

(1) 流量检测元件的通用符号 (E 表示检测元件,下同)	(2) 差压式流量指示计,法兰或角接取压(I 表示指示功能)	(3) 法兰或角接取压测试连接头,不带孔板(P 表示取压点)	(4) 理论取压孔板
---	---------------------------------------	---------------------------------------	-------------------