



21世纪 高等职业教育通用教材

化工检测与控制技术

● 王永红 主编

上海交通大学出版社

21 世纪高等职业教育通用教材

化工检测与控制技术

主 编 王永红
副主编 钱 静
参 编 李 红 张 泉

上海交通大学出版社

内 容 提 要

《化工检测与控制技术》一书是高等职业技术学院石油化工类专业的教学用书。全书共 11 章,对化工过程检测与控制技术进行了系统叙述。第 1 章到第 5 章,介绍了化工检测的基础知识和化工检测仪表的工作原理、结构性能、基本技术参数及产品的使用、操作技术。第 6 章到第 9 章着重介绍了化工企业中应用的控制方法及计算机控制技术、控制仪表。第 10 章通过典型生产过程的控制方法的介绍,使学习者从工艺生产过程出发,明确化工检测与控制技术及各种控制方案的应用。第 11 章介绍了化工检测与控制技术课程实验指导的主要内容。

本书除作为专业教材外,也可供从事相关行业(石油化工、轻工、林业、电厂等)专业的工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工检测与控制技术 / 王永红主编. —上海: 上海交通大学出版社, 2005
21 世纪高等职业教育通用教材
ISBN 7-313-04098-9

I. 化… II. 王… III. ①化学工业 - 检测 - 高等学校: 技术学校 - 教材②化工过程 - 过程控制 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 081900 号

化工检测与控制技术

王永红 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 张天蔚

上海市美术印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 14.75 字数: 355 千字

2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1-3050

ISBN7-313-04098-9/TQ·018 定价: 24.00 元

版权所有 侵权必究

21 世纪高职高专通用教材编纂委员会

(以姓氏笔画为序)

编纂委员会顾问

白同朔 王成福 詹平华

编纂委员会名誉主任

王式正 叶春生

编纂委员会主任

闵光太 潘立本

编纂委员会副主任

王永祥	王 乔	王俊堂	王继东	牛宝林	方沛伦
东鲁红	冯伟国	朱家建	朱懿心	吴惠荣	叶仁秀
房世荣	郑桂富	赵祥大	秦士嘉	黄 斌	常立学

编纂委员会委员(委员 99 名):

王平嶂	王永祥	王式正	王成福	王 乔	王俊堂
王继东	龙孺英	孔庆鸿	牛宝林	方沛伦	东鲁红
叶春生	白同朔	伍建国	史旦旦	冯伟国	匡奕珍
华玉弟	华正荣	华雅言	毕明生	朱大刚	朱家建
朱熙然	朱懿心	刘大茂	刘凤菊	刘志远	刘伯生
刘 敏	刘德发	江谷传	江林升	李卫芬	李巨光
李立玲	李杰菊	李跃中	杨宏林	杨国诗	陈立德
陈志伟	陈良政	张 劲	张祖芳	肖 军	肖华星
余彤仑	汪祥云	何树民	闵光太	吴仁秀	吴惠荣
林木顺	金 升	周文锦	周奇迹	罗钟鸣	房世荣
房培玉	郑桂富	洪本键	秦士嘉	胡大超	胡 刚
姚国强	姚家伦	夏仕平	秦士嘉	硕仲圻	顾志伟
顾国建	陶宝元	陶立刚	黄建平	黄 晖	黄 斌
常立学	屠群锋	韩培江	焦庆堂	程宜康	曾文斗
董惠良	虞孟博	詹平华	翟向阳	蒋瑞松	潘立本
潘家俊	薛新华	戴正华			

序

发展高等职业技术教育,是实施科教兴国战略、贯彻《高等教育法》与《职业教育法》、实现《中国教育改革与发展纲要》及其《实施意见》所确定的目标和任务的重要环节;也是建立健全职业教育体系、调整高等教育结构的重要举措。

近年来,年青的高等职业教育以自己鲜明的特色,独树一帜,打破了高等教育传统大学一统天下的局面,在适应现代社会人才的多样化需求、实施高等教育大众化等方面,做出了重大贡献。从而在世界范围内日益受到重视,得到迅速发展。

我国改革开放不久,从1980年开始,在一些经济发展较快的中心城市就先后开办了一批职业大学。1985年,中共中央、国务院在关于教育体制改革的决定中提出,要建立从初级到高级的职业教育体系,并与普通教育相沟通。1995年《中华人民共和国职业教育法》的颁布,从法律上肯定了高等职业教育的地位和作用。目前,我国高等职业教育的发展与改革正面临着很好的形势和机遇;职业大学、高等专科学校和成人高校正在积极发展专科层次的高等职业教育;部分民办高校也在试办高等职业教育;一些本科院校也建立了高等职业技术学院,为发展本科层次的高等职业教育进行探索。国家学位委员会1997年会议决学位与工程硕士、医学科学硕士、教育学硕士等学位,并指出,上述学位与工程学硕士、医学科学硕士、教育学硕士等学位是不同类型的同一层次。这就为培养更高层次的一线岗位人才开了先河。

高等职业教育本身具有鲜明的职业特征,这就要求我们在改革课程体系的基础上,认真研究和改革课程教学内容及教学方法,努力加强教材建设。但迄今为止,符合职业特点和要求的教材却似凤毛麟角。由泰州职业技术学院、上海第二工业大学、金陵职业大学、扬州职业大学、彭城职业大学、沙州职业工学院、上海交通大学高等职业技术学院、上海交大技术学院、上海汽车工业总公司职工大学、江阴职工大学、江南学院、常州职业技术师范学院、苏州职业大学、锡山市职业教育中心、上海商业职业技术学院、福州大学职业技术学院、芜湖职业技术学院、青岛职业技术学院、宁波高等专科学校、上海工程技术大学等70余所院校长期从事高等职业教育、有丰富教学经验的的资深教师共同编写的《21世纪高职高专

通用教材》，将由上海交通大学出版社陆续向读者朋友推出，这是一件值得庆贺的大好事，在此，我们表示衷心的祝贺。并向参加编写的全体教师表示敬意。

高职教育的教材面广量大，花色品种甚多，是一项浩繁而艰巨的工程，除了高职院校和出版社的继续努力外，还要靠国家教育部和省（市）教委加强领导，并设立高等职业教育教材基金，以资助教材编写工作，促进高职教育的发展和改革。高职教育以培养一线人才岗位与岗位群能力为中心，理论教学与实践训练并重，二者密切结合。我们在这方面的改革实践还不充分。在肯定现已编写的高职教材所取得的成绩的同时，有关学校和教师要结合各校的实际情况和实训计划，加以灵活运用，并随着教学改革的深入，进行必要的充实、修改，使之日臻完善。

阳春三月，莺歌燕舞，百花齐放，愿我国高等职业教育及其教材建设如春天里的花园，群芳争妍，为我国的经济建设和社会发展作出应有的贡献！

叶春生

2005年4月5日

前 言

随着电子技术、信息技术和网络技术的发展,化工检测与控制技术也得到日新月异的发展,特别是近年来检测控制技术与信息网络技术得到很好结合,使其在传统产业和新兴产业中的应用范围不断扩大。

本教材从高等职业技术学院培养生产第一线的工程技术应用型专门人材的前提出发,根据石油化工检测与控制技术更新快、科技含量高的特点,以反映先进性、实用性、典型性及针对性的原则,介绍国内石油化工检测与控制技术的基本内容及新概念、新系统、新方法,以满足高等职业技术学院石油化工类专业及其他相关类型行业专业技术人员的培养和教学需要。

本教材内容力求深入浅出,着眼于为实际应用服务,叙述简明易懂。为便于学习,每章末附有丰富的习题与思考题,书后列有相关图表,以帮助读者学习时练习与参考。

本书由南京化工职业技术学院王永红主编,扬州工业职业技术学院钱静任副主编。参加编写的还有徐州工业职业技术学院李红、南京化工职业技术学院张泉。其中王永红编写第1章、第8章、第9章、实验8、9、10,钱静编写第2章、第3章、第4章、第7章,李红编写第5章、第6章、实验1~7,张泉编写第10章。全书由王永红统稿,南京师范大学申忠宇对全书进行了审阅。

在本书的写作过程中,参加编写人员所在学校领导提供了很多方便,给了我们大力支持,在此表示谢意。同时,在编写过程中,参考和引用了大量的文献,对这些参考文献的作者和单位表示感谢。

由于编者水平所限,书中缺点、错误在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

编 者

2004年7月

内 容 提 要

《化工检测与控制技术》一书是高等职业技术学院石油化工类专业的教学用书。全书共 11 章,对化工过程检测与控制技术进行了系统叙述。第 1 章到第 5 章,介绍了化工检测的基础知识和化工检测仪表的工作原理、结构性能、基本技术参数及产品的使用、操作技术。第 6 章到第 9 章着重介绍了化工企业中应用的控制方法及计算机控制技术、控制仪表。第 10 章通过典型生产过程的控制方法的介绍,使学习者从工艺生产过程出发,明确化工检测与控制技术及各种控制方案的应用。第 11 章介绍了化工检测与控制技术课程实验指导的主要内容。

本书除作为专业教材外,也可供从事相关行业(石油化工、轻工、林业、电厂等)专业的工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工检测与控制技术 / 王永红主编. —上海: 上海交通大学出版社, 2005
21 世纪高等职业教育通用教材
ISBN 7-313-04098-9

I. 化… II. 王… III. ①化学工业 - 检测 - 高等学校: 技术学校 - 教材②化工过程 - 过程控制 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 081900 号

化工检测与控制技术

王永红 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 张天蔚

上海市美术印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 14.75 字数: 355 千字

2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1-3050

ISBN7-313-04098-9/TQ·018 定价: 24.00 元

版权所有 侵权必究

目 录

1 绪论	(1)
1.1 化工自动化的发展概况	(1)
1.2 工艺管道及控制流程图	(2)
1.3 自动化系统的组成与分类	(6)
1.3.1 自动化系统的组成	(6)
1.3.2 自动化系统的分类	(8)
1.4 控制系统的过渡过程	(10)
1.4.1 过渡过程和品质指标	(10)
1.4.2 影响系统品质指标的主要因素	(13)
习题	(13)
2 化工检测基础	(15)
2.1 概述	(15)
2.2 检测环节的质量指标	(16)
2.2.1 测量过程与测量误差	(16)
2.2.2 检测仪表的质量指标	(17)
2.3 检测环节对控制品质的影响	(19)
2.3.1 稳定性与可靠性	(19)
2.3.2 纯滞后	(20)
2.3.3 测量滞后	(20)
2.4 仪表设备的防护	(20)
2.4.1 电气防爆	(20)
2.4.2 仪表设备的防腐保温	(23)
2.4.3 仪表设备的防护	(25)
习题	(25)
3 工艺参数的检测与变送器	(27)
3.1 温度检测	(27)
3.1.1 概述	(27)
3.1.2 热电偶	(28)
3.1.3 热电阻	(33)
3.1.4 一体化温度变送器	(34)
3.1.5 温度检测仪表的选用和安装	(35)
3.2 压力检测	(39)

3.2.1 概述	(39)
3.2.2 弹性式压力计	(40)
3.2.3 电气式压力计	(42)
3.2.4 压力表的选用和安装	(45)
3.3 流量测量	(46)
3.3.1 概述	(46)
3.3.2 差压式流量计	(47)
3.3.3 转子流量计	(50)
3.3.4 椭圆齿轮流量计	(52)
3.3.5 微动质量流量计	(53)
3.3.6 流量检测仪表的选用	(55)
3.4 物位检测	(56)
3.4.1 概述	(56)
3.4.2 差压式液位计	(56)
3.4.3 沉筒式液位计	(59)
3.4.4 大型油罐计量仪	(60)
3.4.5 雷达液位计	(61)
3.4.6 物位仪表的选用	(62)
3.5 物质成分分析	(62)
3.5.1 概述	(62)
3.5.2 氧量分析仪	(63)
3.5.3 氢量分析仪	(64)
3.6 其他参数检测	(65)
3.6.1 利用皮带秤称重	(65)
3.6.2 电机转速的测量	(66)
习题	(67)
4 工艺参数的显示	(69)
4.1 模拟式显示仪表	(69)
4.1.1 动圈式显示仪表	(69)
4.1.2 自动平衡式显示仪表	(70)
4.1.3 声光式显示仪表	(71)
4.2 数字显示仪表	(72)
4.2.1 数显表的特点及基本功能	(72)
4.2.2 数显表的构成及原理	(73)
4.3 智能显示仪表	(74)
4.3.1 智能数字显示仪表	(74)
4.3.2 无纸记录仪	(75)
习题	(77)

5 执行器	(79)
5.1 气动执行器	(79)
5.1.1 气动薄膜控制阀	(79)
5.1.2 电/气阀门定位器	(85)
5.2 执行器的选择	(86)
5.2.1 调节阀结构类型及材质的选择	(86)
5.2.2 调节阀气开、气关形式的选择	(86)
5.2.3 调节阀流量特性的选择	(87)
5.2.4 调节阀口径大小的选择	(87)
5.3 电动执行器	(87)
习题	(88)
6 基本控制规律及控制系统	(90)
6.1 被控对象	(90)
6.1.1 被控对象的特性	(90)
6.1.2 典型过程特性的确定	(91)
6.2 对象特性参数	(95)
6.2.1 对象特性参数对控制过程的影响	(95)
6.2.2 控制系统被控变量及操纵变量的选择	(97)
6.3 基本控制规律	(98)
6.3.1 双位控制	(99)
6.3.2 比例控制	(100)
6.3.3 积分控制规律	(102)
6.3.4 微分控制规律	(105)
6.4 电动Ⅲ型控制仪表	(109)
6.5 可编程调节器	(112)
6.5.1 可编程调节器的主要特点	(113)
6.5.2 可编程调节器的编程与组态	(114)
6.6 可编程控制器	(115)
6.6.1 可编程控制器的主要特点	(115)
6.6.2 可编程控制器的构成	(116)
6.6.3 可编程控制器的分类	(117)
6.6.4 可编程控制器的工作过程及系统设计	(118)
习题	(119)
7 信号报警与联锁保护系统	(121)
7.1 基础知识	(121)
7.1.1 常用低压电器	(121)

7.1.2 基本组成环节	(122)
7.2 信号报警系统	(122)
7.3 联锁保护系统	(125)
习题	(127)
8 计算机控制基础	(128)
8.1 概述	(128)
8.1.1 计算机控制系统的组成	(128)
8.1.2 计算机控制系统的特点	(129)
8.2 过程通道	(130)
8.2.1 模拟量输入通道	(130)
8.2.2 模拟量输出通道	(131)
8.2.3 开关量输入通道	(132)
8.2.4 开关量输出通道	(133)
8.3 信号处理、控制算法及人机联系设备	(134)
8.3.1 信号处理和控制算法	(134)
8.3.2 人机联系设备	(135)
习题	(136)
9 计算机控制系统	(137)
9.1 集散型控制系统	(137)
9.1.1 集散控制系统的基本组成和特点	(137)
9.1.2 集散控制系统的结构与功能	(140)
9.1.3 集散控制系统的通信网络	(143)
9.1.4 集散控制系统的软件系统	(145)
9.1.5 常见集散控制系统的简介	(145)
9.2 现场总线控制系统	(151)
9.2.1 基本概念	(151)
9.2.2 现场总线控制系统及其应用	(154)
9.2.3 以现场总线为基础的企业信息系统	(157)
习题	(158)
10 典型生产过程的控制	(159)
10.1 传热过程的控制	(159)
10.1.1 加热炉的控制	(159)
10.1.2 换热器的控制	(162)
10.1.3 锅炉设备的控制	(164)
10.2 流体输送过程的控制	(167)
10.2.1 泵的控制	(167)
10.2.2 离心式压缩机的防喘振控制	(169)

10.3 反应过程的控制	(170)
10.3.1 反应器的基本控制方案	(170)
10.3.2 聚合反应釜的控制	(173)
10.3.3 合成氨的控制	(175)
10.4 精馏过程控制	(178)
10.4.1 精馏塔的控制目标	(178)
10.4.2 精馏塔的基本控制方案	(179)
10.4.3 精馏塔综合控制举例	(181)
10.5 间歇生产过程控制	(183)
10.5.1 间歇生产概述	(183)
10.5.1 间歇生产过程控制	(184)
10.6 其他过程控制系统	(187)
10.6.1 多变量控制系统	(187)
10.6.2 自适应控制系统	(189)
10.6.3 智能控制系统	(191)
习题	(193)
附 实验指导	(195)
实验一 弹簧管压力表及压力变送器的认识及使用	(195)
实验二 差压变送器的校验	(197)
实验三 数字式温度显示仪的校验	(199)
实验四 温度检测和显示仪表的认识及温度检测系统的构成	(201)
实验五 DDZ-Ⅲ控制器的认识和使用	(203)
实验六 可编程控制器的认识及使用	(206)
实验七 气动执行器及转换单元的认识及使用	(208)
实验八 工艺对象特性的测试	(211)
实验九 简单控制系统实验	(213)
实验十 串级控制系统实验	(215)
参考文献	(219)

1 绪 论

化工生产过程的自动控制通常是指在石油、化工等工业生产中连续地或按一定程序进行的、以生产过程中的温度、压力、流量、物位及成分等参数作为被控变量的控制,一般包含常规过程控制和计算机过程控制。它是自动化技术的重要组成部分。在工业生产过程中,自动化是保证生产处于最佳工作状态、实现优质、高产、低耗的必要条件,在减轻劳动强度、改善劳动条件、提高劳动生产率和设备利用率等方面起着越来越重要的作用。自动化程度的高低是衡量企业现代化水平的一个重要标志。而自动化仪表是在工业生产过程中,对工艺参数进行检测、显示、记录及控制的仪表。自动化仪表是实现生产过程自动化所必需的工具,是生产过程自动控制的基础,因此又称为过程检测与过程控制仪表。

检测控制技术、计算机技术、通信技术、图形显示技术是反映信息社会的四项要素,由其构成的自动化系统是现代化的重要标志之一。自动化使用各种工具与技术方法完成检测、分析、判断和控制工作。在工业生产方面,当前生产设备不断向大型化、高效化方向发展,大规模综合型自动化系统不断建立,工业生产过程和企业管理调度一体化的要求,更促进了自动化技术不断发展。

1.1 化工自动化的发展概况

化工自动化的发展可以分为三个阶段:

1. 仪表自动化阶段

20 世纪 40 年代以前,绝大多数化工生产采用手工操作,操作人员根据反映主要工艺参数的仪表的指示情况,用人工来改变操作条件,生产过程主要凭操作经验进行控制,生产效率极低。对于那些连续进行的生产过程,在进出物料的彼此联系中主要依靠装设大型贮槽所起的缓冲作用来克服干扰的影响,以保证生产的稳定进行。所用仪表主要结构形式为机械式和液动式,仪表的精度低、体积大,只能实现就地检测和记录。生产效率和经济效益都很低。

20 世纪 40 年代开始,过程控制得到发展,逐步出现了以基地式仪表为典型的局部自动化,大都是针对温度、压力、流量和液位等参数的单输入—单输出控制,主要控制目的是保证被控变量的稳定和生产的安全,以保证产品的产量和质量稳定。

20 世纪 50 年代起,人们对化工生产的各种单元操作进行了大量的开发工作,使得化工生产过程朝着大规模、高效率、连续生产、综合利用的方向迅速发展。在实际生产中应用的自动控制系统开始出现串级、比值、前馈、多冲量等复杂控制系统。而电子技术的飞跃发展,以及新材料、新工艺的不断涌现,新的检测方法不断得到开发,新型仪表层出不穷。自动化仪表也向着高性能、小体积、使用方便的方向快速发展。气动、电动单元组合仪表(I、II、III 型)相继问世。而具灵活性和可靠性的组装式电子综合控制装置将仪表和生产控制系统有

机地结合在一起,为实现各种复杂的、特殊的控制规律提供了方便。

2. 计算机控制阶段

现在,随着现代化工业生产的不断发展和微型计算机(以下简称微机)的开发应用,以及光纤传感技术的日益成熟,过程检测与控制的发展达到了一个新的水平。以微处理器为核心的新型智能仪表的问世,使仪表具有自校准、自调零、自选量程、自动测试及信息变换、统计处理数据等多种功能,仪表与计算机之间的直接联系极为方便,计算机在自动化中发挥越来越巨大的作用,逐步出现了整个车间,甚至整个企业无人或很少有人参与操作管理、过程控制最优与现代化的集中调度管理相结合的全盘自动化方式。目前,利用现代计算机技术、通信技术、图像显示技术及自动控制技术等,使工业控制计算机、微机、顺序控制装置、过程输入输出装置、现场仪表等有机融合在一起的集散型控制系统(DCS)、现场总线控制系统(FCS)被广为应用,因其具有直接数字控制、顺序控制、批量控制、数据采集与处理、多变量相关控制及最佳控制等功能,兼有常规模拟仪表和计算机系统的优点,以其先进性、可靠性、灵活性、适应性、智能化、操作简便及良好的性价比引起了人们的密切关注,已成为大型工业企业的主流自动化控制系统。

3. 综合自动化阶段

综合自动化系统也称管理控制一体化系统。这类系统是靠计算机及其网络来实现的。因此也称为计算机集成过程系统(CIPS),与机械制造系统中的计算机集成制造系统(CIMS)类似。计算机集成生产系统将计划优化、生产调度、经营管理和决策引入计算机控制系统,使市场意识与优化控制相结合,管理与控制相结合,促使计算机控制系统更加完善,将产生更大的经济效益和技术进步。

生产过程的自动化是适应生产发展的需要而发展起来的,它们之间相互依存、相互促进、密切相关。生产工艺的变革、设备的更新、生产规模的扩大、新产品的涌现都会促进自动化的发展进程。同样,自动控制理论、技术、设备等方面的新成就,又保证了现代化工业生产在安全而稳定的情况下高速、高产、高质地运行,可以充分地发挥和利用设备的潜力,大大地提高生产率,获得最大的社会与经济效益。

1.2 工艺管道及控制流程图

化工生产过程的主体一般是化学反应过程。其基本生产流程如图 1-1 所示。化学反应过程中所需的化工原料,首先送入输入设备。然后将原料送入前处理过程,对原料进行分离或精制,使它符合化学反应对原料提出的要求和规格。化学反应后的生成物进入后处理过程,在此将半成品提纯为合格的产品并回收未反应的原料和副产品,然后进入输出设备中贮存。同时为了化学反应及前、后处理过程的需要,还有从外部提供必要的水、电、汽以及冷量等能源的公用工程。有时,还有能量回收和三废处理系统等附加部分。化工生产过程的特点是产品从原料加工到产品制成,流程都较长而复杂,并伴有副反应。工艺内部各变量间关系复杂,操作要求高,关键设

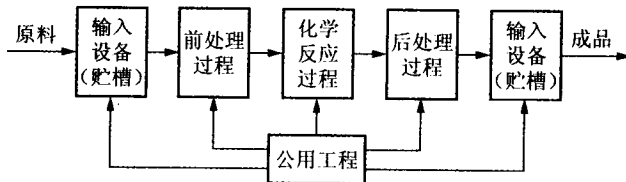


图 1-1 化工生产的基本流程

备停车会影响全厂生产。大多数物料是以液体或气体状态,在密闭的管道、反应器、塔与热交换器等内部进行各种反应、传热、传质。这些过程经常在高温、高压、易燃、易爆、有毒、有腐蚀、有刺激性臭味等条件下进行。

要保证生产过程的正常进行,产出合格成品,必须确定正确的控制方案。控制方案包括生产流程中各测量点的选择、控制系统的确定、有关自动报警及联锁保护系统的设计等。为此,必须在工艺流程图(PFD图)上按其流程顺序标注出相应的测量点、控制点、控制系统、自动报警及联锁保护系统等。这张图称为工艺管道及控制流程图(简称PID图或P&ID图)。

在自动控制系统中,构成一个回路的每一个仪表(或元件)都有自己的仪表位号。仪表位号由字母代号组合和回路编号两部分组成。仪表位号中的第一位字母表示被测(控)变量,后续字母表示仪表的功能。回路编号可以按装置或工段(区域)进行编制,第一位数表示工序号,后续数字(二位或三位)表示顺序号。常用的字母代号含义如表1-1所示。

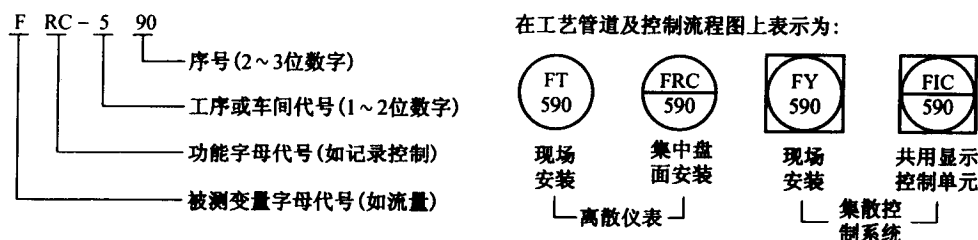
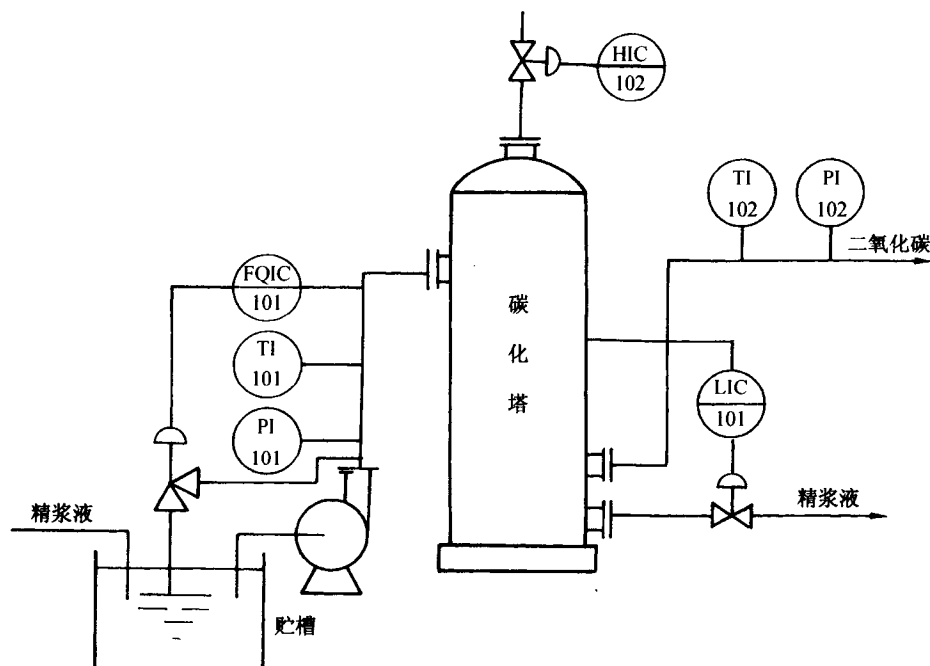


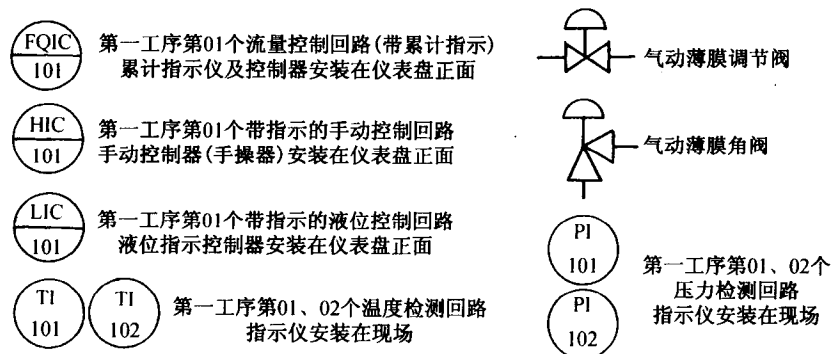
表 1-1 常用字母代号及含义

字母	第1位字母		后续字母	字母	第1位字母		后续字母
	被测变量	修饰词	功能		被测变量	修饰词	功能
A	分析		报警	P	压力或真空		连接点、测试点
C	电导率		控制	Q	数量或件数	累计、积算	
D	密度	差		R	核辐射		记录
E	电压		检测元件	S	速度、频率	安全	开关、联锁
F	流量	比		T	温度		传送
H	手动		(高)	V	振动、机械监视		阀、风门
I	电流		指示	W	重量、力		套管
K	时间、时间程序	变化速率	自动/手动操作器	Y	事件、动态	Y轴	继电器、计算器、转换器
L	物位		灯(低)	Z	位置、尺寸	Z轴	驱动器、执行元件
M	水分或湿度		(中)				

图 1-2 及图 1-3 为工艺管道及控制流程图的两种示例。



(a)



(b)

图 1-2 工艺管道及控制流程图示例一