



中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 工业电器与仪表

○ 开 俊 主 编



化学工业出版社  
教材出版中心

中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 工业电器与仪表

主    编    开    俊  
责任主审    戴猷元  
审    稿    郭庆丰

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

工业电器与仪表/开俊主编. —北京: 化学工业出版社, 2002.6

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-5025-3899-2

I. 工… II. 开… III. ①工业-电器-专业学校-教材②工业仪表-专业学校-教材 IV. ①TM5②TH7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 039397 号

---

中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

工业电器与仪表

主 编 开 俊

责任主审 戴猷元

审 稿 郭庆丰

责任编辑·王丽娜

责任校对: 陈 静

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) 64982530

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

\*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 19 字数 462 千字

2002 年 7 月第 1 版 2004 年 4 月北京第 3 次印刷

ISBN 7-5025-3899-2/G·1053

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

## 中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月

## 前 言

本书是以教育部 2001 年最新审定的中等职业教育国家重点专业——化学工艺专业《工业电器与仪表》课程教学大纲为依据进行编写的,作为国家面向 21 世纪中等职业教育教材。按照教育部面向 21 世纪《中等职业学校化学工艺专业整体教学改革方案》,在化学工艺专业不再开设“电工学”、“电子技术基础”及“化工仪表及自动化”课程,而以“工业电器与仪表”一门课程取代之。根据教材编写要体现新知识,新工艺,新技术,新方法的“四新”原则,和体现出与时俱进、反映时代要求、具有一定的先进性和前瞻性原则。本书在教学内容的安排上同以往教材相比较,有较大的变更。

本书针对培养化工生产一线中初级专门人才的实际需要,以满足工艺专业岗位人员的实际能力需要为出发点,从适应当今自动化技术发展的需要、适应各种新技术所带来的变化的需要出发,突破以学科为本位的思维模式,对过去相对独立的课程体系和知识进行了重新分析和整合,并将一些新技术的发展和应用,系统、有机地融合进教学内容中。全书精选电工、电子、检测仪表、控制仪表、控制系统等方面的内容,分三篇共 19 章进行介绍。第一篇主要介绍了电工、电子的常用术语、基本概念和常识性知识,同时对工业生产中常见电器设备的结构和使用作了介绍。在第二篇中除了对一些过程检测仪表、过程控制仪表、生产过程自动化的基本知识和基本操作等传统知识作一介绍外,还融入了新型智能仪表、可编程控制器、新型集散控制系统、总线控制系统等新技术方面的内容,以适应当代技术发展的趋势。第三篇包括基本实验和综合实验,以提高学生的动手能力和综合应用能力。

本书由安徽化工学校开俊主编,南京化工职业技术学院朱光衡老师、北京市化工学校蔡夕忠老师参与编写工作。其中:绪论部分、第 1、2、3、12、13 章和基本实验 1、2、3,综合实验 1、3 由开俊执笔;第 4、5、6、7、8、9、10、11 章和基本实验 4,综合实验 2、4 由南京化工职业技术学院朱光衡执笔;第 14、15、16、17 章和基本实验 5、6 由北京市化工学校蔡夕忠执笔。本书由泸州化工学校尹廷金主审。

本书在编写过程中,得到了全国石油与化工职业教育教学指导委员会的关怀和化学工业出版社教材出版中心的大力支持。安徽化工学校张新广校长及各位领导、南京化工职业技术学院领导、北京市化工学校领导都对编写工作给予热情帮助和指导。全书统稿时,得到安徽化工学校张卫老师的热情帮助,另在编写中还参考了大量资料,主要参考资料附后,在此一并表示感谢。

限于编者水平和能力,本书的错误和不妥之处希望得到读者的批评指正。

编者

2002 年 5 月

## 内 容 提 要

本书叙述了电工、电子技术、电动机及控制、变压器和安全用电等基本知识；介绍了过程检测仪表、过程控制仪表、可编程控制器、常规控制系统和新型集散控制系统的组成、基本工作原理和使用方法；同时介绍了与之相关的基本实验、综合实验及典型单元仿真操作等实践内容。本书遵循以理论够用为度的原则，以培养技能应用型人才为目标，深入浅出、突出实际操作、选材新颖，着重提高学生应用能力。

本书可作为中等职业技术教育工艺类相关专业的教材，也可供从事石油化工、轻工、林业、冶金和电力等行业技术人员参考。

# 目 录

|         |   |
|---------|---|
| 绪论..... | 1 |
|---------|---|

## 第一篇 工业电器设备

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| <b>1 电工技术基础 .....</b>   | <b>4</b>  |
| 1.1 直流电路特性 .....        | 4         |
| 1.1.1 电路的组成 .....       | 4         |
| 1.1.2 电流、电压和电阻 .....    | 4         |
| 1.1.3 欧姆定律和基尔霍夫定律 ..... | 6         |
| 1.2 电磁特性 .....          | 8         |
| 1.2.1 电流的磁场 .....       | 8         |
| 1.2.2 描写磁场的几个物理量 .....  | 9         |
| 1.2.3 电磁感应.....         | 10        |
| 1.2.4 自感、互感、涡流.....     | 11        |
| 1.3 交流电路特性.....         | 12        |
| 1.3.1 单相交流电路.....       | 12        |
| 1.3.2 几种简单参数的交流电路.....  | 14        |
| 1.3.3 三相交流电路.....       | 18        |
| 本章小结 .....              | 21        |
| 习题 1 .....              | 22        |
| <b>2 电子技术基础.....</b>    | <b>23</b> |
| 2.1 基本电子元件及特性.....      | 23        |
| 2.1.1 半导体二极管的特性.....    | 23        |
| 2.1.2 三极管（晶体管）及其特性..... | 24        |
| 2.2 整流与滤波电路.....        | 28        |
| 2.2.1 单相半波和全波整流电路.....  | 28        |
| 2.2.2 滤波电路.....         | 29        |
| 2.3 单管交流放大电路.....       | 30        |
| 2.3.1 晶体管放大电路结构及原理..... | 31        |
| 2.3.2 静态工作点的确定.....     | 32        |
| 2.3.3 倒相放大及放大倍数的计算..... | 32        |
| 2.4 多级放大器.....          | 33        |
| 2.4.1 级间耦合.....         | 33        |
| 2.4.2 放大电路中的反馈.....     | 34        |
| 2.5 直流放大器与稳压电路.....     | 34        |
| 2.5.1 直流放大器的结构组成.....   | 34        |

|       |                     |    |
|-------|---------------------|----|
| 2.5.2 | 直流放大器的零点漂移及其抑制      | 35 |
| 2.5.3 | 直流稳压电源              | 35 |
| 2.6   | 线性集成电路与运算放大器        | 37 |
| 2.6.1 | 线性集成电路及其应用          | 37 |
| 2.6.2 | 运算放大器的应用            | 37 |
| 2.7   | 脉冲与数字电路             | 39 |
| 2.7.1 | 脉冲信号与数字的联系          | 40 |
| 2.7.2 | 基本逻辑门电路             | 40 |
| 2.7.3 | 计数器与寄存器             | 42 |
| 2.8   | 模/数与数/模转换           | 43 |
| 2.8.1 | A/D 转换概念            | 43 |
| 2.8.2 | D/A 转换概念            | 43 |
|       | 本章小结                | 44 |
|       | 习题 2                | 45 |
| 3     | 异步电动机               | 46 |
| 3.1   | 三相异步电动机的基本结构        | 46 |
| 3.1.1 | 定子                  | 46 |
| 3.1.2 | 转子                  | 47 |
| 3.2   | 三相异步电动机的工作原理        | 48 |
| 3.2.1 | 旋转磁场                | 48 |
| 3.2.2 | 电磁转矩                | 49 |
| 3.3   | 三相异步电动机的额定值         | 50 |
| 3.4   | 三相异步电动机的启动、制动及正反转控制 | 52 |
| 3.4.1 | 直接启动和降压启动           | 52 |
| 3.4.2 | 异步电动机的正反转控制         | 53 |
| 3.4.3 | 调速与制动               | 54 |
| 3.5   | 单相异步电动机             | 55 |
| 3.6   | 电动机的运行控制和维护         | 57 |
| 3.6.1 | 电动机的手动控制设备          | 57 |
| 3.6.2 | 电动机的低压保护电器          | 60 |
| 3.6.3 | 电动机轴承的维护和润滑         | 61 |
| 3.6.4 | 异步电动机的简单故障分析        | 62 |
|       | 本章小结                | 63 |
|       | 习题 3                | 63 |
| 4     | 变压器                 | 65 |
| 4.1   | 变压器的结构及工作原理         | 66 |
| 4.1.1 | 变压器的基本结构            | 66 |
| 4.1.2 | 变压器的工作原理            | 66 |
| 4.2   | 变压器的分类与铭牌           | 68 |
| 4.2.1 | 变压器的分类              | 68 |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 4.2.2 变压器的铭牌数据·····       | 69        |
| 本章小结·····                 | 71        |
| 习题4·····                  | 71        |
| <b>5 电工测量及仪表·····</b>     | <b>73</b> |
| 5.1 电流、电压、功率测量及仪表·····    | 73        |
| 5.1.1 常用电工测量仪表及分类·····    | 73        |
| 5.1.2 电流、电压测量与仪表·····     | 74        |
| 5.1.3 电功率及电能测量仪表·····     | 76        |
| 5.1.4 功率因数表·····          | 77        |
| 5.2 万用表·····              | 78        |
| 5.2.1 指针式万用表的测量原理及特点····· | 78        |
| 5.2.2 指针式万用表使用·····       | 80        |
| 5.2.3 数字式万用表·····         | 80        |
| 本章小结·····                 | 81        |
| 习题5·····                  | 82        |
| <b>6 安全用电及节约用电·····</b>   | <b>83</b> |
| 6.1 工业企业供电·····           | 83        |
| 6.1.1 企业供电特点·····         | 83        |
| 6.1.2 供电系统及装置·····        | 83        |
| 6.2 电气安全·····             | 84        |
| 6.2.1 触电危害及触电方式·····      | 84        |
| 6.2.2 绝缘、屏护、接地及接零·····    | 85        |
| 6.2.3 静电的危害与防护·····       | 86        |
| 6.3 节约用电·····             | 87        |
| 本章小结·····                 | 88        |
| 习题6·····                  | 88        |

## 第二篇 工业控制及仪表

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| <b>7 过程检测仪表概述·····</b>  | <b>89</b> |
| 7.1 检测过程及检测误差·····      | 90        |
| 7.1.1 检测过程·····         | 90        |
| 7.1.2 检测误差分析·····       | 90        |
| 7.1.3 检测仪表的精度与量程·····   | 91        |
| 7.2 过程检测仪表的分类·····      | 92        |
| 7.2.1 检测仪表的系统结构·····    | 92        |
| 7.2.2 检测仪表的分类·····      | 93        |
| 本章小结·····               | 93        |
| 习题7·····                | 94        |
| <b>8 压力、物位检测仪表·····</b> | <b>95</b> |
| 8.1 常用测压方法及仪表·····      | 95        |

|           |                |     |
|-----------|----------------|-----|
| 8.1.1     | 常用压力检测仪表及分类    | 95  |
| 8.1.2     | 压力检测仪表的使用      | 96  |
| 8.2       | 物位检测的概念与物位检测   | 99  |
| 8.2.1     | 物位检测的概念        | 99  |
| 8.2.2     | 物位检测仪表及分类      | 99  |
| 8.2.3     | 物位检测仪表的使用      | 99  |
| 8.3       | 压力及物位检测仪表的发展动态 | 101 |
| 8.3.1     | 压力及物位检测仪表的发展动态 | 101 |
| 8.3.2     | 新型压力、物位检测仪表简介  | 101 |
|           | 本章小结           | 102 |
|           | 习题 8           | 103 |
| <b>9</b>  | <b>流量检测仪表</b>  | 104 |
| 9.1       | 常用流量检测方法及其仪表   | 104 |
| 9.1.1     | 速度式流量检测仪表      | 104 |
| 9.1.2     | 容积式流量计         | 107 |
| 9.1.3     | 质量式流量检测仪表      | 108 |
| 9.2       | 流量信号的转换        | 109 |
| 9.2.1     | 流量信号的转换与输出     | 109 |
| 9.2.2     | 电动差压变送器        | 110 |
| 9.2.3     | 电容式差压变送器       | 111 |
| 9.2.4     | 差压变送器的使用       | 111 |
| 9.3       | 流量检测仪表新近发展动态   | 112 |
| 9.3.1     | 涡轮流量计          | 112 |
| 9.3.2     | 涡街流量计(卡门漩涡流量计) | 112 |
|           | 本章小结           | 112 |
|           | 习题 9           | 113 |
| <b>10</b> | <b>温度检测仪表</b>  | 114 |
| 10.1      | 温度检测的基本概念      | 114 |
| 10.1.1    | 温度检测概述         | 114 |
| 10.1.2    | 实用温标           | 114 |
| 10.2      | 常用测温元件及温度变送器   | 115 |
| 10.2.1    | 热电偶            | 115 |
| 10.2.2    | 热电阻            | 118 |
| 10.2.3    | 温度变送器          | 119 |
| 10.2.4    | 测温仪表的使用        | 120 |
| 10.3      | 显示仪表           | 120 |
| 10.3.1    | 动圈显示仪表         | 120 |
| 10.3.2    | 自动平衡显示仪表       | 122 |
| 10.4      | 测温仪表新近发展动态     | 123 |
| 10.4.1    | ER180 显示记录仪    | 123 |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 10.4.2 数字式显示仪·····          | 123        |
| 10.4.3 无纸记录仪·····           | 123        |
| 本章小结·····                   | 124        |
| 习题 10 ·····                 | 124        |
| <b>11 成分自动检测及仪表·····</b>    | <b>125</b> |
| 11.1 成分分析仪表概述·····          | 125        |
| 11.2 成分分析仪表的组成与分类·····      | 125        |
| 11.2.1 成分分析仪表的组成·····       | 125        |
| 11.2.2 成分分析仪表的分类·····       | 126        |
| 11.3 常用成分分析仪表·····          | 126        |
| 11.3.1 热导式气体分析器·····        | 126        |
| 11.3.2 热磁式氧分析器·····         | 128        |
| 11.3.3 氧化锆氧分析仪·····         | 129        |
| 11.3.4 工业电导仪·····           | 130        |
| 11.3.5 工业酸度计·····           | 131        |
| 11.3.6 红外线气体分析器·····        | 133        |
| 11.3.7 工业气相色谱仪·····         | 134        |
| 本章小结·····                   | 136        |
| 习题 11 ·····                 | 137        |
| <b>12 过程控制仪表·····</b>       | <b>138</b> |
| 12.1 过程控制仪表概述·····          | 138        |
| 12.1.1 过程控制仪表的特点与分类·····    | 138        |
| 12.1.2 过程控制仪表的信号制与传输方式····· | 140        |
| 12.2 常规控制规律特性及其作用·····      | 141        |
| 12.2.1 双位控制·····            | 141        |
| 12.2.2 比例控制·····            | 142        |
| 12.2.3 比例积分控制·····          | 145        |
| 12.2.4 比例微分控制·····          | 147        |
| 12.2.5 比例积分微分控制·····        | 149        |
| 12.3 过程控制仪表的使用·····         | 150        |
| 12.3.1 调节单元仪表·····          | 150        |
| 12.3.2 其他单元仪表·····          | 153        |
| 本章小结·····                   | 154        |
| 习题 12 ·····                 | 154        |
| <b>13 执行器·····</b>          | <b>156</b> |
| 13.1 气动薄膜调节阀的作用及结构组成·····   | 156        |
| 13.1.1 气动调节阀结构组成及工作原理·····  | 156        |
| 13.1.2 调节阀的种类·····          | 158        |
| 13.2 电/气转换器与阀门定位器 ·····     | 158        |
| 13.2.1 电/气转换器 ·····         | 158        |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 13.2.2 阀门定位器·····                | 159 |
| 本章小结·····                        | 160 |
| 习题 13 ·····                      | 161 |
| <b>14 过程控制系统</b> ·····           | 162 |
| 14.1 控制系统的基本知识·····              | 162 |
| 14.1.1 自动控制系统的作用·····            | 162 |
| 14.1.2 自动化系统的组成·····             | 162 |
| 14.1.3 自动控制系统的类型·····            | 163 |
| 14.1.4 控制系统的控制指标·····            | 165 |
| 14.1.5 过程控制系统符号与图例·····          | 166 |
| 14.2 控制对象特性及变量的选择·····           | 169 |
| 14.2.1 控制对象的特性·····              | 169 |
| 14.2.2 被控变量与操纵变量的选择·····         | 172 |
| 14.2.3 广义对象滞后的克服·····            | 173 |
| 14.3 控制系统中控制器的选择·····            | 173 |
| 14.3.1 控制器的类型选择·····             | 173 |
| 14.3.2 控制器的控制规律选择·····           | 173 |
| 14.3.3 简单控制系统中控制器的正、反作用规律判断····· | 174 |
| 14.4 简单控制系统的投运及参数整定·····         | 175 |
| 14.4.1 控制器参数的工程整定·····           | 175 |
| 14.4.2 简单控制系统的投运·····            | 178 |
| 14.5 简单控制系统实例·····               | 180 |
| 14.5.1 无相变换热器的温度控制·····          | 180 |
| 14.5.2 载热体冷凝加热器的温度控制·····        | 180 |
| 14.5.3 精馏塔的控制·····               | 181 |
| 本章小结·····                        | 183 |
| 习题 14 ·····                      | 183 |
| <b>15 其他控制系统</b> ·····           | 184 |
| 15.1 复杂控制系统·····                 | 184 |
| 15.1.1 串级控制系统·····               | 184 |
| 15.1.2 比值控制系统·····               | 188 |
| 15.1.3 前馈控制系统·····               | 190 |
| 15.1.4 三冲量控制系统·····              | 191 |
| 15.1.5 均匀控制系统·····               | 192 |
| 15.1.6 分程控制系统·····               | 192 |
| 15.2 安全保护系统·····                 | 193 |
| 15.2.1 报警系统·····                 | 193 |
| 15.2.2 选择性控制系统·····              | 194 |
| 15.2.3 联锁保护系统·····               | 195 |
| 本章小结·····                        | 197 |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 习题 15 .....                            | 197 |
| <b>16 集散控制系统简介</b> .....               | 198 |
| 16.1 计算机控制与计算机控制系统的组成 .....            | 198 |
| 16.1.1 计算机控制简述 .....                   | 198 |
| 16.1.2 计算机控制系统的特点与组成 .....             | 198 |
| 16.1.3 计算机控制系统的组成 .....                | 199 |
| 16.1.4 计算机控制系统的类型 .....                | 199 |
| 16.1.5 计算机控制系统的发展 .....                | 201 |
| 16.2 集散控制系统的特点及构成 .....                | 202 |
| 16.2.1 集散控制系统的基本构成 .....               | 202 |
| 16.2.2 集散控制系统的特点 .....                 | 203 |
| 16.3 典型集散控制系统的操作 .....                 | 204 |
| 16.3.1 日本横河公司的 CENTUM-CS .....         | 204 |
| 16.3.2 TDC-3000 集散控制系统 .....           | 213 |
| 16.4 现场总线控制系统 .....                    | 220 |
| 16.4.1 现场总线系统的产生和特征 .....              | 220 |
| 16.4.2 主要的现场总线系统简介 .....               | 221 |
| 本章小结 .....                             | 222 |
| 习题 16 .....                            | 222 |
| <b>17 可编程控制器</b> .....                 | 223 |
| 17.1 可编程控制器概述 .....                    | 223 |
| 17.1.1 可编程控制器 (PLC) 的发展过程 .....        | 223 |
| 17.1.2 可编程控制器的功能与特点 .....              | 224 |
| 17.2 可编程控制器的基本构成及工作原理 .....            | 225 |
| 17.2.1 可编程控制器的基本组成 .....               | 225 |
| 17.2.2 可编程控制器的软件系统介绍 .....             | 227 |
| 17.3 典型 PLC 的介绍 .....                  | 229 |
| 17.3.1 SIMENS 的 SIMTIC S7 系列 PLC ..... | 230 |
| 17.3.2 欧姆龙 C 系列 PLC .....              | 233 |
| 17.4 应用举例 .....                        | 236 |
| 17.4.1 水箱液位控制 .....                    | 236 |
| 17.4.2 闪光报警系统 .....                    | 237 |
| 本章小结 .....                             | 238 |
| 习题 17 .....                            | 238 |

### 第三篇 应用与实践

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>18 基本实验</b> .....       | 239 |
| 18.1 直流电路基本特性实验 .....      | 239 |
| 18.2 三相交流电路负载联接演示实验 .....  | 242 |
| 18.3 三相异步电动机的启动及控制实验 ..... | 246 |

|               |                         |            |
|---------------|-------------------------|------------|
| 18.4          | 电工量检测及万用表使用实验·····      | 249        |
| 18.5          | 串级控制系统操作实验·····         | 251        |
| 18.6          | PLC 控制器应用实验 ·····       | 253        |
| <b>第 19 章</b> | <b>综合实验</b> ·····       | <b>255</b> |
| 19.1          | 日光灯电路的安装及功率因数的提高实验····· | 255        |
| 19.2          | 温度检测系统组成实验·····         | 259        |
| 19.3          | 控制系统参数整定和投运实验·····      | 261        |
| 19.4          | 典型化工单元控制系统（仿真）操作实验····· | 264        |
| <b>附录</b>     | ·····                   | <b>280</b> |
| 附录一           | 常用热电偶分度表·····           | 280        |
| 附录二           | 常用热电阻分度表·····           | 285        |
| <b>主要参考文献</b> | ·····                   | <b>289</b> |

# 绪 论

## 一、本课程的性质与任务

随着科学技术的不断进步，现代工业生产中的电气化和自动化程度日益提高。现代化工企业生产区内供电及用电设备比比皆是，随处可见。同时由于化工生产的整个过程都是在密闭的管道和设备中进行的，一般都具有高温、深冷、高压、易燃、易爆、有毒、腐蚀等特点，只有借助于检测、控制仪表对生产装置和生产过程的温度、压力、流量、物位以及物体成分等变量进行实时检测和控制，才能保证安全稳定的连续生产，保证合格的产品质量。基于以上原因，作为工艺专业人员，除了掌握必要的工艺生产专业知识外，还必须了解日常供电和用电的基本常识，熟悉、掌握化工厂中常见电器设备和检测控制仪表的性能以及操作方法，以便正确地使用和操作这些设备和仪表，确保工艺生产的安全正常进行，完成工艺专业岗位的任务。

本课程是工艺专业的主干课程，是工艺类专业学生必修的、具有较强综合性的一门技术课程。通过学习、实验、实训，了解、掌握化工厂中常用电气设备、检测控制仪表以及生产过程自动化的基础知识，为今后正确使用和操作电气设备、仪器仪表打下基础。

现代化工生产过程无一例外都是由生产设备、动力装置、自动化仪表设备来构成的，工艺操作人员要维持生产的安全稳定进行，必须通过正确操作有关自动化仪器设备来实现，必须了解一些动力装置的正确操作方法。因此，工艺专业人员学习和掌握电器、仪表及自动化知识是极为重要的。

本课程的学习建立在物理课程学习的基础上，内容涉及电工学基础、电子学基础、电机与电器、工业检测仪表、过程控制仪表和生产过程自动化基础等课程内容。

## 二、课程框架与内容

根据全国第三次教育工作会议关于推进素质教育的教育改革方针和培养高素质的劳动者及中初级专门技术人才的培养目标，贯彻以人为本、以能力培养为本的教育指导思想，本课程在吸取传统教材精华的基础上，突破以学科为本位的思维模式，不受学科体系结构的影响，从工艺专业岗位人员实际能力需要为出发，对相关教学内容进行优化整合。具体说来，主要有以下几个方面的考虑。

① 着力降低理论要求，减少微观分析和理论公式推导，注重特性和实用技术介绍；删减陈旧内容，突出新知识、新技术、新工艺和新方法的介绍。

② 对于基础电工学和电子学部分，仅介绍基本概念和简单电路计算方法，不在深层次上作进一步分析，主要使学生了解和熟悉电工学和电子学的基础知识内容。

③ 对教材中所涉及的电器设备和仪表，一般均不进行内部电路分析，对工作原理和机器结构仅作介绍，重点放在常用电器设备和仪表的正确使用及操作方面，突出实际操作能力的培养。

④ 生产过程自动化方面的内容，以满足正确使用电器设备和检测控制仪表的知识需要为前提，不考虑学科体系的完整性。

⑤ 集散控制系统和可编程控制器在现代化工生产中的应用日益增多，发展日新月异，

但各企业所用的集散系统和可编程控制器的类型并非完全统一。就教材而言,不可能将所有类型的集散控制系统和可编程控制器内容全部罗列出来,所以本教材仅对使用较为普遍的集散控制系统和可编程控制器做介绍。

综合上述原则考虑,本课程的内容有以下几方面的内容。

#### (1) 电工学、电子学知识

以中学物理课程为基础,讲述岗位操作中所必备的电工学、电子学基础知识,介绍一般电路的组成、简单电路的基本计算方法、电磁感应现象、基本电子元器件的特性与作用、简单放大电路的组成及作用等电工学、电子学和电磁学的一些常用术语和一些常识性概念。掌握此部分内容对后续的常用电器和仪表部分的学习有重要作用。

#### (2) 常用工业电器设备

此部分内容包括变压器原理及作用、电动机的使用与控制、常见电工量测量方法及常用电工测量仪表的使用、常用低压电器的使用、安全用电和节约用电常识等。

#### (3) 工业检测及控制仪表

此部分主要介绍工业生产过程中温度、压力、物位、流量、物质成分等工业参数测量方法,同时介绍相关检测仪表的特性、结构及使用方法,讲述常用工业控制仪表的作用原理、结构及同工业检测仪表的配合使用。重点放在仪表的操作使用上。

#### (4) 生产过程自动化基础

结合工艺参数测量和检测仪表、控制仪表的使用,讲述生产过程自动控制系统的常用术语、系统一般构成、过程控制系统的动作过程,简述常见工业生产过程的基本特性和常用调节控制方法,重点讲述过程控制仪表对控制系统的作用及其操作方法。介绍工程常用图符及带检测点工艺流程图和常见信号报警电路的读图方法。

#### (5) 新型控制仪器和新型控制系统介绍

此部分内容为选修内容。旨在通过对一些新型控制仪表和新型控制系统的介绍,拓宽学生的知识面,达到素质培养的目的。通过对典型可编程控制器(PLC)的特性、组成、发展与操作使用的介绍和对典型集散控制系统(DCS)的特性、组成、操作使用的介绍,使学生基本了解新型控制仪表和新型控制系统的一般操作使用方法与发展趋势。

### 三、关于本课程的学习方法

本课程教学内容的选择是从培养学生具有正确使用常用工业电器及工业控制仪表能力这一目标出发来选取整合的,所涉及的知识范围涵盖面较宽,且各部分内容本身也未考虑各学科体系的完整性,而是从能力培养出发,着重培养和训练学生对各有关电器设备和工业检测控制仪表的操作使用。总体说来,应重点放在技能操作的学习上,但各部分的侧重点又有一些差异和区别。

学习电工学、电子学基础知识时,应结合实验中和日常生活中所见到的各种电现象进行学习,利用所学的基础知识对有关电现象进行解释,学以致用,融会贯通。同时注意常用技术术语的理解和掌握。

对于常用工业电器设备部分(变压器、电动机、常用电工测量仪表),学习时应先弄清各设备的作用、结构和基本工作原理,在此基础上继而掌握各设备的使用、控制方法。结合触电的危害性来理解安全用电的重要性,了解安全用电的常识性规则,掌握安全用电方法。

在学习工业检测控制仪表这部分内容时,重点应放在学习仪表的操作使用上。此部分内容因涉及多种检测仪表和控制仪表,初次接触时可能有零散之感,因此学习中在注意理解各

种仪表各自作用的同时，还应注意检测仪表和控制仪表这两类仪表之间的联系，抓住仪表之间的共同性和各自的特殊性，了解各种仪表中的旋钮和开关的功能作用及并掌握其操作方法。

对于控制系统的学习，应从理解典型工艺生产过程的特性着手，站在系统的高度，围绕采用什么方法才能改善系统特性，从而维持系统稳定这一问题，来理解调节规律及具体操作。应熟悉工程常用图形符号，学会带检测点工艺流程图和信号报警及信号联锁电路图的读图方法。

对教材中可编程控制器和集散控制系统部分的学习，应主要了解可编程控制器的功能、优点，熟悉典型仪器的使用操作方法。了解集散控制系统的框架构成及发展情况，结合典型化工单元的仿真操作实训，熟悉掌握集散控制系统的基本操作方法。

在学习中切忌用死记硬背的方法，应在理解的基础上注重实际操作。在有条件的情况下，注意观察各种电器设备和仪器仪表的结构，在了解各种设备、仪器仪表的动作原理的基础上，熟悉并掌握设备、仪器或仪表的操作方法，注意仔细观察实际操作中所遇到的各种问题并加以细致分析，坚持理论和实践相结合的学习原则，走“理论学习——实际操作——分析总结——继续实践”的路子，方能不断提高自己的学习成效，增强个人综合能力和全面素质。