



教育部高等职业教育示范专业规划教材
(电气工程及自动化类专业)

集散控制系统 组态应用技术

蒋兴加 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠电子课件、习题参
考答案及模拟试卷

教育部高等职业教育示范专业规划教材
(电气工程及自动化类专业)

集散控制系统 组态应用技术

主编 蒋兴加
参编 周德兴 李 宁 梁礼群 冯道宁 姚彩虹
主审 韩峻峰



机械工业出版社

本书以技术应用能力培养为目标,以集散控制系统真实设备为载体,并结合实验实训平台,以5个项目组织教学内容,采用基于工作过程的“理实一体化”编写方式。重点介绍了集散控制系统的基本常识和典型集散控制系统的基本结构、基本功能、操作方法、硬件组态、软件组态、系统维护方法和工程应用案例等知识与技能,教材力求内容的实用性、先进性、通用性和典型性,突出高等职业教育注重实践技能训练和动手能力培养的特色。

本书可作为高等职业院校生产过程自动化技术、电气自动化技术等相关专业的教学用书,也可供在工业自动化生产一线从事技术、管理、运行工作的技术人员作为技能培训教材和自学参考书。

为方便教学,本书配有免费电子课件、思考题详解、模拟试卷及答案等,凡选用本书作为授课教材的学校,均可来电免费索取。咨询电话:010-88379375;Email:cmpgaozhi@sina.com。

图书在版编目(CIP)数据

集散控制系统组态应用技术/蒋兴加主编. —北京:机械工业出版社, 2014.2

教育部高等职业教育示范专业规划教材. 电气工程及自动化类专业
ISBN 978-7-111-45302-4

I. ①集… II. ①蒋… III. ①集散控制系统-组态-高等职业教育-教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第000549号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:于宁 责任编辑:于宁 曹雪伟

版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟

责任印制:张楠

北京京丰印刷厂印刷

2014年2月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·14印张·343千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-45302-4

定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

为了更好地适应当前高等职业教育跨越式发展的需要,对接教研教改成果和自动控制先进技术,满足社会现实需求,以自动化类专业标准及职业标准为依据,指导教材编写工作。通过充分调研、分析、交流研讨,以“校企合作、工学结合”基本理念指导职业能力分析、课程标准制定、教材内容的确定及具体编写工作。

随着绿色经济、可持续发展、优质高效主流发展模式的深入,对自动化的要求越来越高;而集散控制系统以良好的安全性、可靠性、控制性、高效性等特点,已成为石油、化工、冶金、电力、交通、纺织、楼宇自动化等行业实现自动控制的主流产品。随着自动控制技术、计算机技术、通信技术的不断发展,集散控制系统正朝着智能化、综合控制、信息化、节能环保等方面发展;本书立足于将新知识、新技术、新方法、新标准融合到教学实践中,培养掌握一定的专业理论知识,又具有较强的专业实践技能的高素质人才。

本教材以集散控制系统技术应用能力培养为目标,以真实设备为载体,进行学习情境的设计,以任务驱动的“理实一体化”教学为主体,为将来 PLC 设计师、ASEA、仪表工取证及全面提升职业能力奠定良好基础。本书在编写中突出以下特点:

1. 突出高职特色,注重先进性和实用性。做到理论知识够用为度,加强实践教学和实际应用能力的培养,对接双证融通。在教学内容上吸收了集散控制系统的 OPC、以太网等新技术,强化“学生为主体、老师为主导”的先进教学理念。

2. 注重技能和能力训练。以项目教学法为主线,以工程项目实施要素为载体,贯彻“理实一体化、学中做、做中学”理念。培养理论联系实际、学以致用以及分析问题、解决问题的能力,达到提升技能的基本目标,激发学生的兴趣。

3. 结构安排合理,便于组织教学。教材在内容上由浅入深,项目载体采用循序渐进的方式组织编写,既结合多数院校设备配置,又兼顾灵活变通,同时来源于典型的工程案例,全面结合工程项目要素。项目 1 以 DCS 基本常识和硬件平台装配为后续项目硬件构筑奠定基础,项目 2 以仿真案例学习组态软件的功能模块初步应用,项目 3 以最具代表性的液位恒定监控系统初步构筑 DCS,项目 4 以浙江中控 DCS 构筑锅炉温度监控系统,项目 5 拓展主流 DCS 品牌及案例,教学内容可根据专业和学时实际情况灵活调整。

本书由蒋兴加任主编并统稿,编写了项目 2 至项目 4,周德兴、李宁、梁礼群、冯道宁、姚彩虹参与项目 1 和项目 5 编写工作,广西机电职业技术学院韩峻峰院长主审。本教材不仅可作为高等职业院校生产过程自动化技术、电气自动化技术等相关专业的教学用书,也可供生产一线的技术、管理、运行等相关技术人员参考使用。在教材编写过程中,得到广西机电职业技术学院等单位同志们的大力支持,在此表示衷心感谢。另外由于水平与时间有限,不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

绪论 1

0.1 学习目标 1

0.2 课程概况 1

0.3 项目教学模式 2

项目1 集散控制系统的基本常识 5

1.1 项目基本情况 5

1.1.1 概况 5

1.1.2 项目目标 5

1.1.3 项目要求和工作计划 5

1.2 DCS 的基本概念 7

1.2.1 自动控制系统回顾 7

1.2.2 DCS 的概念和基本功能 9

1.2.3 主流集散控制系统简介 12

1.2.4 工程案例演示 15

1.3 DCS 实训平台的基本结构 16

1.3.1 A8000 DCS 实训平台概况 16

1.3.2 A8000 的功能模块 18

1.3.3 A1000 的结构和功能模块 21

1.3.4 A5300 的结构和功能模块 23

1.4 A8000 DCS 实训平台的安装 25

1.4.1 安装方法与规范 25

1.4.2 装配演示 26

1.4.3 系统安装及接线 28

1.5 DCS 的结构和功能模块 30

1.5.1 硬件体系结构和功能 30

1.5.2 软件体系结构 33

1.5.3 网络和通信 36

1.6 拓展 37

1.6.1 A3000 DCS 实训平台 37

1.6.2 THPCAT-2FCS 实训系统 39

总结 41

思考题 41

项目2 水箱液位双位监控

系统的设计 42

2.1 项目基本情况 42

2.1.1 概况 42

2.1.2 项目目标 42

2.1.3 项目及控制工艺要求 43

2.1.4 项目工作计划表 43

2.2 组态王软件的基本知识 44

2.2.1 组态王软件的安装 45

2.2.2 组态王软件的特点 47

2.2.3 组态王软件的基本应用步骤 48

2.3 项目方案设计 48

2.3.1 项目分析 48

2.3.2 项目实施平台 49

2.3.3 工艺流程控制方案 49

2.3.4 数据库变量与动画连接 49

2.3.5 项目监控界面 50

2.4 项目实施 50

2.4.1 工程的建立 50

【知识链接】 工程管理器 and 浏览器 53

2.4.2 设备组态 55

【知识链接】 I/O (外部) 设备 57

2.4.3 数据变量 59

【知识链接】 变量定义和管理 60

2.4.4 监控界面组态 62

【知识链接】 组态画面 64

2.4.5 建立动画连接 68

【知识链接】 动画连接 69

2.4.6 工艺控制流程编程 71

【知识链接】 用户脚本程序 73

2.4.7 自动运行画面设置 75

【知识链接】 组态王的运行系统 75

2.4.8 项目运行、调试、验证 76

2.5 考核评价 77

2.6 拓展 77

2.6.1 基于 PLC 双位监控系统 77

2.6.2 开关量组态工程项目 77

2.6.3 PLC 中的 PID 指令 78

总结 78

思考题 78

项目3 锅炉液位恒定监控系统的

设计与实现	79	4.2.1 项目实施平台	118
3.1 项目基本情况	79	4.2.2 控制方案与工作原理	121
3.1.1 概况	79	4.2.3 项目监控界面	121
3.1.2 项目目标	79	4.3 JX-300XP 系统的基本常识	122
3.1.3 项目控制工艺要求	80	4.3.1 概况	122
3.1.4 项目工作计划表	81	4.3.2 控制站	123
3.2 项目方案设计	82	4.3.3 工程师站/操作员站	126
3.2.1 项目分析	82	4.3.4 系统通信网络	126
3.2.2 项目实施平台	82	4.3.5 软件和硬件安装	128
3.2.3 控制方案	83	4.3.6 AdvanTrol-Pro 组态软件	
3.2.4 控制系统的工作原理	83	基本模块简介	129
3.2.5 项目监控界面	84	4.4 Advan Trol-Pro 组态软件	
3.2.6 系统调试运行方案	84	应用	132
3.3 系统硬件设计	85	4.4.1 系统组态	132
3.3.1 硬件结构设计	85	4.4.2 编译下载	142
3.3.2 系统 I/O 信号清单	86	4.4.3 传送与发布	143
3.3.3 系统安装接线	87	4.4.4 系统实时运行监控	144
3.4 系统软件开发	87	4.5 项目实施	145
3.4.1 控制站程序开发	88	4.5.1 概况	145
3.4.2 操作员站组态开发	91	4.5.2 实施要点	146
【知识链接】 组态王的功能模块	92	4.5.3 系统监控运行	147
3.5 系统调试运行维护	103	4.6 拓展	148
3.5.1 系统调试的主要工作	104	4.6.1 图形化编程软件 SCControl	148
3.5.2 系统运行与维护	105	4.6.2 基于智能仪表的锅炉恒温	
3.6 基于 THPCAT-2FCS 平台项目实施	107	监控系统	153
3.6.1 WINCC 基本常识	108	总结	156
3.6.2 项目实施概况	109	思考题	156
3.7 考核评价	111	项目 5 DCS 综合应用	157
3.8 拓展	111	5.1 真空钎焊炉监控系统	157
3.8.1 组态王 PID 模块控件应用	111	5.1.1 概况	157
3.8.2 组态王软件其他功能模块简介	113	5.1.2 系统硬件方案分析	160
总结	115	5.1.3 系统实施参考方案	162
思考题	115	5.1.4 系统硬件设计	164
项目 4 浙江中控 DCS 及在锅炉温度		5.1.5 系统软件开发	168
监控系统中的应用	116	【知识链接】 S7-200 和 S7-300 PLC	
4.1 项目基本情况	116	应用系统	172
4.1.1 概况	116	5.1.6 系统调试、运行和维护	179
4.1.2 项目目标	116	5.2 基于浙江中控 DCS 的甲醛生产	
4.1.3 项目及控制工艺要求	117	监控系统	182
4.1.4 项目工作计划表	117	5.2.1 工艺及要求	183
4.2 项目方案设计	118	5.2.2 测点统计	184
		5.2.3 系统组态	189
		5.3 基于 PCS7 的蔗糖监控系统	193

5.3.1 PCS7 的基本常识	193	5.5.2 工程技术文件	210
5.3.2 蔗糖监控系统实施要点	196	5.6 组态软件的 OPC 和网络功能	211
5.4 系统工程设计	199	5.6.1 DCS 与 OPC	211
5.4.1 工程设计常识	199	5.6.2 DCS 网络功能	213
5.4.2 集散控制系统的设计	200	总结	215
5.4.3 DCS 性能指标评价	204	思考题	215
5.5 DCS 的维护管理与工程技术文件	205	参考文献	216
5.5.1 DCS 的维护管理	205		

绪 论

0.1 学习目标

- 1) 了解课程的性质、意义、特点和学习方法。
- 2) 了解课程的项目总体框架。
- 3) 了解课程的教学模式。

0.2 课程概况

1) 开设的意义。由集散控制系统（DCS）的广泛应用和自动化类相关专业岗位需求所决定。

2) 课程性质及特点。具有软件与硬件结合、理论与实践结合的特点，是一门综合性、理论性、实践性强的专业课程，所涉及的知识面广，对技能的要求高，具有广泛的实用价值。

3) 前后续课程关系。根据电气自动化、生产过程自动化技术专业课程体系，在集成了电工电子电路、电气控制和可编程序控制器应用、自动控制理论及系统、微机原理及接口技术、电气线路安装、变频器、智能仪器仪表等前期电气自动化应用技术主干先修课程相关知识和技能的基础上，利用集散控制系统，对生产过程进行集中监视、操作、管理和分散控制的综合功能，为后续职业技能鉴定——可编程序控制系统设计师、自动化仪表维修工、ASEA 助理工程师等职业资格证书的考取、毕业设计、毕业顶岗实习以及综合技能提升打下坚实的基础，也为学生走向工业自动生产控制系统的工作岗位奠定良好的基础。

4) 教学方法。以项目教学法为主导，结合演示、讨论；要求理论联系实际，重在理解、应用、联想拓展，勤于训练。

5) 主要内容及基本要求。根据本课程的培养目标、特点、就业岗位、职业资格取证及课程思路，遵循学生认知规律和职业教育特色，从简单到复杂，逐级递进；淡化理论，重在应用技能；以真实平台为载体进行学习情境设计，采用任务驱动的教学方式组织教学。所确定的教学项目为：集散控制系统的基本常识、水箱液位双位监控系统的设计、锅炉液位恒定监控系统的设计与实现、浙江中控 DCS 及在锅炉温度监控系统中的应用和 DCS 综合应用。

本课程的目的在于使学生通过本课程的学习，能够对集散控制系统有一个系统的、全面的了解；掌握集散控制系统和现场总线控制系统的概念、功能、组成、体系结构和工作原理，基本掌握集散控制系统的操作、安装、调试、维护、设计、组态和改进及管理工作等应用能力。通过本课程的学习，力求使学生掌握相关职业岗位必需的基本知识和技能，提高学生的实践动手能力，为电气自动化技术、生产过程自动化技术专业的岗位核心能力的培养打

下坚实的基础。

6) 培养目标。根据电气自动化技术、生产过程自动化技术专业的培养目标、就业岗位、岗位职责等方面的要求及分析,本课程的培养目标归纳为总体目标、方法能力目标、社会和个人能力目标、专业能力目标四个方面进行阐述,如表 0-1 所示。

表 0-1 课程培养目标

培养目标	1. 总体目标 (1) 掌握 DCS 的概念、功能、组成、体系和原理 (2) 掌握 DCS 的操作、安装、调试、维护及管理工作等基本能力 (3) 掌握 DCS 工程项目开发、设计、组态及安装调试应用 (4) 力求构筑相关职业岗位必需的基本知识和技能,提升职业能力和综合素质
	2. 方法能力目标 (1) 培养学生理论联系实际,理论指导实践,实训平台对接工程应用 (2) 培养学生具备工程观念和素质,形成系统集成观念 (3) 掌握快速查阅、使用资料,形成共享他人成果与自主创新,满足自身需要的思维方法和能力 (4) 建立分析问题、解决问题、综合应用知识和技能的基本思路及步骤
	3. 社会和个人能力目标 (1) 具有健全的心理素质和正确的社会认知 (2) 具有良好的职业道德和敬业乐业的工作作风 (3) 具有良好的沟通、交际能力和团队协作精神 (4) 培养学生的安全意识和质量意识 (5) 培养学生勤于思考、谦虚、好学,形成终身学习的自觉性
	4. 专业能力目标 (1) 理解 DCS 相关的课程、知识及设备的综合应用 (2) 掌握 DCS 硬件、软件体系、原理、特点和发展趋势 (3) 了解主流厂家 DCS 的系统集成、选型、安装、组态、调试、应用维护及管理销售 (4) 掌握 DCS 项目工程要素、实施方法和基本技能 (5) 关注劳动保护与环境保护,合理评价生产工艺与组织管理,提出优化方案

7) 教学资源。教材、参考书、实训指导书、工程案例视频及设计开发资料、多媒体课件、网络教学资源库、手册和“理实一体化”的集散控制系统实训室。

0.3 项目教学模式

(1) 项目教学内涵 项目教学是指在学生掌握了有关基本知识和技能的基础上,在教师的精心策划和指导以及学生积极主动参与下,根据教学目的和教学内容的要求,运用典型项目,调动学生参与讨论、深入分析及实践的一种行动导向教学方法。通过学生的独立思考、集体协作,进一步提高其识别、分析和解决某一具体工程问题的能力,培养学生理论联系实际的自觉性,同时培养正确的思维理念、学习方法、沟通能力和合作精神。简单地说就是师生通过共同实施一个完整的“项目”工作而进行的教学活动。基于工作过程的项目教学,其主要特点是:以典型工作任务为载体,以完成工作任务为目标,以工作过程的行动导

向为实施原则，以学习情境作为支撑平台，以教师为主导、学生为主体。

(2) 项目教学实施步骤 为实现“做中学”、“学中做”基于理实一体化的教学理念，应按“资讯、计划、决策、实施、检查、评价”六个阶段组织项目教学实施，并以项目学习情境表、项目任务书和项目案例为指导。

1) 资讯。明确工作任务和目的，明确成果的最终形式。主要通过听课、查阅项目任务单及有关资料、调研分析等前期工作，并经过讨论和交流，领会项目要求。

2) 计划与决策。制订工作计划，确定实施方案。参考案例规程和框架，划分项目子模块，确定项目重点、难点、突破口、工作流程及方案论证；成员分工，经过老师审核，制订工作计划和项目实施方案。

3) 实施。根据项目的工艺流程、功能要求、实施方案，指导项目开发、设计、安装、调试、运行工作；通过系统的集成工作，在老师指导下，项目的“工程”实施水到渠成。

4) 检查与评价。学生各小组交互检查项目实施正确与否，老师检查项目实施正确与否，检查过程中进行提问；并进一步通过小组提交项目报告、演示、答辩等环节，以及教师引导和启发学生对项目拓展，以实现触类旁通，为职业能力可持续发展奠定基础。

(3) 提交项目报告架构 为便于指导教学工作的开展，深入理解项目教学法精髓，项目报告架构表见表 0-2。

表 0-2 项目报告架构表

项目名称				项目类型	
组长		提交附件		提交时间	
教学资源					
实施步骤					
实施主要内容及过程					
问题及解决					
组员分工和评价	姓名	主要任务	组评分	项目总分	备注
老师评阅					

(4) 考核评价指标 课程考核采用项目过程考核和期末综合考核，评价采取小组评价、教师评价相结合的方式。小组评价负责本组成员的评价工作，其权重为 40%，主要围绕完成项目贡献度、课堂纪律、劳动态度、合作意识等方面进行评价；教师评价针对全组的整体性评价结论，其权重为 60%，主要围绕所提交报告和项目完成质量进行评价。根据评价标准、评价指标及权重指导评价工作，评价权重参见表 0-3。根据教学项目特点分为两大类：报告性成果评价和工程应用性成果评价，其评价标准及权重分别参见表 0-4 和表 0-5。

表 0-3 项目类型和评价权重表

序号	项目名称	评价成果类型	权重	学生项目记分
1	集散控制系统的基本常识	报告性成果	10%	(小组评价分 $\times 0.4$ + 教师评价分 $\times 0.6$) $\times$ 项目权重
2	水箱液位双位监控系统的设计	工程应用性成果	10%	
3	锅炉液位恒定监控系统的设计与实现	工程应用性成果	20%	
4	浙江中控 DCS 及在锅炉温度监控系统中的应用	工程应用性成果	15%	
5	DCS 综合应用	报告性成果	10%	教师完全评价
6	综合考核	个体实操、答辩、考试	35%	

表 0-4 报告性成果评价指标及权重

序号	教师评价项目	权重	学生评价项目	权重
1	图形绘制质量	20%	课堂纪律	10%
2	接线安装规范化	20%	学习态度、安全文明	10%
3	操作应用能力	10%	合作、团队精神	10%
4	回答问题	20%	项目完成贡献度	50%
5	报告完成质量	20%	综合能力	20%
6	综合表现	10%		

表 0-5 工程应用性成果评价指标及权重

序号	教师评价项目	权重	学生评价项目	权重
1	方案分析设计	10%	课堂纪律	10%
2	硬件设计与安装	10%	学习态度、安全文明	10%
3	软件开发(设备、变量、工艺界面、报警趋势、控制策略等)	30%	合作、团队精神	10%
4	操作、调试、维护能力	20%	项目完成贡献度	50%
5	报告完成质量	10%	综合能力	20%
6	运行界面、控制质量	10%		
7	回答问题	10%		

项目1 集散控制系统的基本常识

1.1 项目基本情况

1.1.1 概况

初次接触集散控制系统（DCS），以老师讲解、示范操作和观看 DCS 应用工程案例视频为主，并结合自动控制原理相关知识指导学习。一方面，通过回顾自动控制系统概念、组成、控制原理，领会 DCS 的概念、原理及特点；其二，利用 A8000、A5300、A1000、THP-CAT-2FCS 等 DCS 实训平台及指导书加深对“DCS 硬件结构”理解，为完成后续教学项目奠定良好的基础。

1.1.2 项目目标

1. 主要学习内容

- 1) DCS 的基本概念、功能、硬件及软件体系结构。
- 2) A8000、A5300、A1000 DCS 实训平台的结构及功能。
- 3) DCS 的安装方法与规范。
- 4) A8000、A5300、A1000 的安装及接线。

2. 学习目标

根据项目主要学习内容，结合课程体系结构要求，其主要学习目标围绕：回顾自动控制原理相关知识及领会 DCS 的基本概念和体系结构、DCS 实训平台的结构及功能模块应用、DCS 的安装；下面从知识目标、专业技能目标 and 能力素质目标作进一步说明。

（1）知识目标 主要包括：理解 DCS 的基本概念，理解 DCS 的硬件和软件体系结构，理解 DCS 的网络及通信，熟悉 A8000 等 DCS 实训平台的基本结构。

（2）专业技能目标 主要包括：熟悉 DCS 实训平台的基本结构及功能模块应用，DCS 设备的安装与接线规范及技能，DCS 功能框图、逻辑结构图、安装接线图的绘制和读图技能。

（3）逐步形成能力素质目标 主要包括：能够利用多种手段进行资料检索，按照要求将项目资料进行分析整理，理解项目教学流程，理论联系实践，实现概念和现场系统对接，培养沟通，交流和组织能力及分工协作团队意识。

1.1.3 项目要求和工作计划

项目要求通过项目任务书形式，为方案设计和具体实施工作提供指导，见表 1-1。

工作计划是目标和要求的细化、具体化，使组织、管理、目标实施更有效，根据项目目标和任务书，参照表 1-2 中的要点指导教学工作。

表 1-1 “集散控制系统的基本常识”项目任务书

项目名称:集散控制系统的基本常识		教学课时:6
教学资源:参考书、手册、课件、DCS 实训平台		组织形式:4~5 人/组
教学方法:讲解、示范演示、讨论、操作		考核方式:演示、报告
1. 学生要求 (1) 熟练利用各种方法查找资料 (2) 具有一定的自主学习能力 (3) 具有一定的专业知识和技能,尤其读图、绘图、安装接线技能 (4) 较好的文字表达交流能力		2. 教师要求 (1) 具有自动控制专业理论体系知识 (2) 具有自动控制专业的工程经验 (3) 良好的教学能力 (4) 熟悉 DCS 应用
3. 项目工艺要求	利用 A8000 DCS 实训平台结构和功能模块,熟悉 DCS 的安装与接线;通过此项目学习,基本理解 DCS 的基本概念、体系结构、模块内涵和实训系统安装、测试方法	
4. 重点和难点	(1) A8000、A5300、A1000 DCS 实训平台结构及功能 (2) DCS 系统安装、接线 (3) DCS 硬件和软件体系结构及功能 (4) DCS 网络和通信	

表 1-2 “集散控制系统的基本常识”项目工作计划表

项目名称	集散控制系统的基本常识		总课时:6 学时
组长:	组别:	成员:	
步骤课时	工作过程摘要		
1. 资讯(2 学时)	(1) 阅读项目任务书 (2) 查阅、复习自动控制系统相关基础知识 (3) 了解 DCS 的概念和基本功能情况 (4) 了解 DCS 系统的安装步骤 (5) 观看项目案例视频		
2. 计划及决策(1 学时)	(1)小组成员分工 (2)项目实施要素:项目分析、设备平台,安装方法与规范 (3)项目实施进度 (4)经讨论、审核制订实施方案		
3. 实施(3 学时)	(1) 认知 A8000、A1000 等实训平台器件的选择、型号、规格 (2) 查阅有关器件的安装方法 (3) 在 A8000、A1000 等实训平台上正确安装有关器件 (4) 检查器件是否安装正确 (5) 根据项目要求,完成接线 (6) 检查线路是否连接正确 (7) 测试、验证、整改		
4. 检查与评价	(1) 学生自查 (2) 学生实际操作 (3) 提交项目报告 (4) 教师点评总结		
5. 拓展	自主学习		

1.2 DCS 的基本概念

1.2.1 自动控制系统回顾

自动控制，就是在没有人直接参与的情况下，利用外加的设备或装置（控制装置），使机器、设备或生产过程（控制对象）的某个工作状态或参数（被控量）自动地按照预定的规律运行。实现自动控制作用的系统称为自动控制系统，根据自动控制系统是否包含反馈环节，其基本控制方式分为三大类：开环控制、闭环控制、复合控制。开环控制就是控制装置与被控对象之间只有顺向作用而无反向联系的控制方式；闭环控制通过引入反馈环节，使控制装置与被控对象之间既有顺向作用又有反向联系的控制方式；复合控制在闭环控制的基础上，又引入了前馈补偿控制。根据系统中信号形式又可分为连续控制系统和离散控制系统，连续控制系统中各部分的信号都是连续时间变量的函数；控制系统中只要存在一处的信号脉冲序列或数码时，该系统为离散控制系统，在集散控制系统中采用离散控制系统；下面基于常用的闭环控制系统作简要说明。

1. 典型自动控制系统的原理框图

1) 自动控制系统的原理框图如图 1-1 所示。自动控制系统由控制器、执行器、变送器和被控对象组成，控制系统的主要任务是：对生产过程中的重要参数（温度、压力、流量、物位、成分、湿度等）进行控制，使其保持恒定或按一定规律变化。

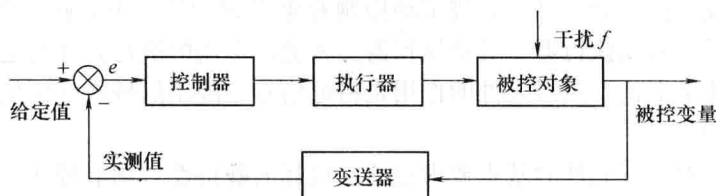


图 1-1 自动控制系统的原理框图

2) 计算机闭环控制系统结构图。计算机控制系统就是应用计算机参与控制，并借助一些辅助部件与被控对象相联系以获得一定控制目的而构成的系统。计算机闭环控制系统的原理框图如图 1-2 所示，计算机闭环控制系统的硬件一般由计算机、D-A 和 A-D（数-模和模-数）转换器、执行机构、被控对象和检测机构等组成。

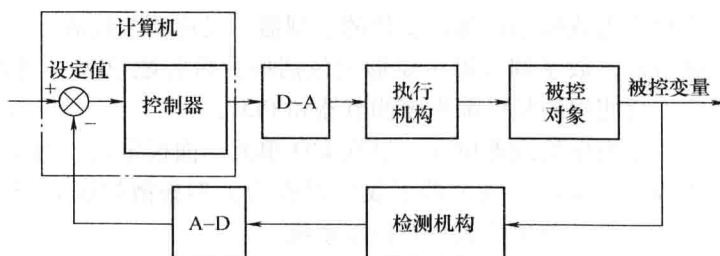


图 1-2 计算机闭环控制系统的原理框图

2. 自动控制系统的基本组成

(1) 传感器及变送器 传感器是将被测量（如物理量、化学量、生物量等）转换成另一种与之有确定对应关系的、便于测量的量（通常是电物理量）的装置。传感器类型众多，可从不同角度进行分类。如按用途分类：有机械量传感器（如位移传感器、力传感器、速度传感器、加速度传感器、应变传感器等）和热工量传感器（如温度传感器、压力传感器、流量传感器、液位传感器等），此外还有各种化学传感器、生物量传感器、光电传感器等。如按输出形式分类，可分为数字量、模拟量、开关量等类型。如按物理量原理分类，可分为电参量式传感器（包括电阻式、电感式、电容式三种基本形式）、磁电式传感器（包括磁电感应式、霍尔式等）、光电式传感器（包括光栅式、激光式、光电码盘式、光导纤维式、红外式、摄像式等）和其他各种类型的传感器（如压电式、气电式、热电式、超声波式、微波式、射线式和半导体式等）。

对传感器中的检测元件的一般要求有可靠性、量程、精确度、灵敏度、分辨率、线性度和动态指标、能耗、抗干扰能力和价格，以及检测元件对被测对象的影响等。传统的传感器一般需要续接变送器，现在很多传感器和变送器集成为一体，而且新型传感器已朝着智能化、网络化方向发展。传感器及变送器是集散控制系统中现场控制级主要设备之一，传感器还有结构、工作原理、选型、安装、调试、维护及检定等相关知识，可查阅相关资料学习。

(2) 执行器 所谓执行器（执行装置）就是“把控制器所输出的控制量，经电、液压和气压等各种能源的能量转换成旋转运动、直线运动等方式的机械能的装置”；简言之就是将控制器的输出转化为对被操作对象的实际动作的设备。执行器由执行元件和辅助部件组成，执行元件受放大信号的驱动，直接带动控制对象完成控制任务。执行器就其能源性质，可分为电动执行器、液动执行器、气动执行器三大类；常用的执行元件有电动机、液压马达和气动马达。从狭义上说，执行元件的作用是将电信号、液压信号或气压信号转换成机械位移、速度等量的变化。

自动控制系统对执行元件的基本要求包括：良好的静特性、调节特性、机械特性及快速响应的动态特性。电动执行器一般由驱动放大器和执行机构两部分组成；气动执行器、液动执行器由执行机构和调节阀两部分组成，调节阀类型有插板阀、电磁阀、单座及双座控制阀、隔膜控制阀、蝶阀、球阀、旋转阀和套筒阀。传统的执行器接收标准的模拟信号，新型的执行器朝着数字化、智能化、网络化方向发展，以适应集散控制系统和现场总线控制系统新技术的发展和应用。

(3) 控制器 所谓控制器（调节器）是将生产过程参数的测量值与给定值进行比较，得出偏差后根据一定的数学运算处理（或控制规律）产生输出信号推动执行器消除偏差量，使该参数保持在给定值附近或按预定规律变化的控制器，又称调节仪表。通常，调节器分为模拟调节器和数字调节器，数字调节器主要形式包括单片机智能仪表（可编程序调节器）、PLC 和计算机，目前广泛使用的是可编程序调节器和 PLC。

可编程序调节器主要由微处理器单元、过程 I/O 单元、面板单元、通信单元、人机接口单元和编程单元等组成，可编程序调节器不仅可以作为大型集散控制系统中低层的控制单元，而且在一些重要场合也可单独构成复杂控制系统。

3. PID 控制算法

(1) 理想 PID 控制算法 所谓控制规律，其实质就是控制量与输入偏差量两者的数学

运算关系,习惯上,把用于实现控制规律的设备或装置称之为调节器或控制器。实现偏差的比例、积分和微分运算的控制规律,称为PID控制,是控制系统中应用最广泛的一种控制规律。在系统中引入偏差的比例控制,以保证系统的快速性;引入偏差的积分控制以提高控制精度;引入偏差的微分控制来消除系统惯性的影响,其原理如图1-3所示。

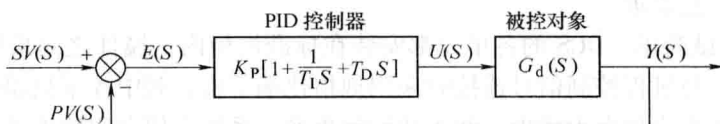


图1-3 PID控制原理

(2) PID控制器 PID控制器的整定参数有三个,即比例度 σ 、积分时间 T_i 和微分时间 T_d ,只要根据被控对象的特性,三者适当配合,就能充分发挥三种控制方式的各自优点,较好地满足生产过程自动控制的要求。如果把PID控制器的微分时间 T_d 调到零,就变成了PI控制器;如果把积分时间 T_i 调到 ∞ ,就变成了一个PD控制器,不同控制规律适用于不同控制场合。

PID控制规律的实现方法,对模拟控制系统而言,主要由运算放大器为核心的电路以硬件的形式来实现;而对计算机控制系统,主要采用灵活的编程软件实现。就DCS应用而言,重点在于掌握利用系统自带的PID模块组态和PID有关参数的整定方法,结合趋势曲线和自动控制性能指标要求,现场调试PID参数,满足用户工艺控制要求。

1.2.2 DCS的概念和基本功能

1. 定义及作用

集散控制系统(Distributed Control System, DCS)是以多台微处理器为基础,对生产过程实行集中监视、集中操作、集中管理和分散控制的一种全新的分布式计算机控制系统。集散控制系统是控制技术、计算机技术、通信技术、图形显示技术和网络技术相结合的产物,是一种操作显示集中、控制功能分散、采用分级分层体系结构、局部网络通信的计算机综合控制系统,其目的在于控制、管理复杂的生产过程或整个企业。

2. 特点及引入必要性

集散控制系统与常规模拟仪表及集中型计算机控制系统相比,具有下述几方面特点。

1) 结构相同或类似,系统结构灵活。从总体结构上看,DCS分为通信网络和工作站两大部分,各工作站通过通信网络互连构成一个完整的系统。对一个规模庞大、结构复杂、功能全面的现代化生产过程控制系统,按系统体系结构垂直方向分解为现场控制级、过程控制级(控制站)、过程管理级(操作员站/工程师站)、经营管理级,各级相互独立又相互联系。工作站采用标准化和系列化设计,硬件采用积木式搭接方式配置,软件采用模块化设计,系统采用组态方法构成各种控制回路,用户可根据工程对象要求,对方案和系统规模进行修改。

2) 操作管理简便。DCS为操作和管理人员提供了功能强大和友好的人机界面(HMI),方便监视生产装置运行状况、快捷地操控各种设备,并提供所需的信息。

3) 控制功能丰富。DCS提供丰富的功能软件包,可以进行连续的反馈控制、间断的批

量控制和顺序逻辑控制,可以完成简单控制和复杂的多变量模型优化控制,可以执行 PID 运算和 Smith 预估补偿等多种控制运算,并具有多种信号报警,安全联锁保护和自动停车等功能。DCS 设计了使用方便的面向用户的编程软件,为用户提供了数百种常用的运算和控制模块,控制工程师只需在工程师站上按照系统的控制方案,从中选择模块,进行控制系统的组态,满足用户工艺要求。

4) 安装、调试简单。DCS 的各单元都安装在标准机柜内,模块之间采用多芯电缆、标准化接插件相连;与过程控制信号连接时采用规格化端子板,到中控室只需敷设同轴电缆进行数据传输,因此布线量大为减少,便于装配和更换。系统采用专用软件进行调试,并具有很强的自诊断功能,为维护工作提供了极大的便利。

5) 信息资源共享。DCS 采用通信网络把物理分散的设备及各工作站构成为统一的整体,实现数据、指令、状态的传输,使整个系统信息、资源共享。通信网络是分散型控制系统的神经中枢,它将物理上分散配置的多台智能设备有机地连接起来,实现了相互协调、资源共享的集中管理。由于通信距离长和速度快,可满足大型企业的通信,满足实时控制和管理的需求。

6) 安全可靠。DCS 在设计、制造时,采用了多种可靠性技术。重要硬件采用冗余技术,操作员站、控制站和通信线路采用双重化等配置方式。软件采用程序分段、模块化设计和容错技术。系统各单元具有强有力的自诊断、自检查、故障报警和隔离等功能。

7) 采用分级递阶结构,兼顾分散性和集中性。

①不单是分散控制,还涵盖地域分散、设备分散、功能分散和危险分散多方面。分散的目的是为了使危险分散,进而提高系统的可靠性和安全性;DCS 硬件积木化和软件模块化是分散性的具体体现。

②DCS 的集中性是指集中监视、集中操作和集中管理。DCS 通信网络和分布式数据库是集中性的具体体现,用通信网络把物理分散的设备构成统一的整体,用分布式数据库实现全系统的信息集成,进而达到信息共享。

总之,由于 DCS 具有分散性和集中性、灵活性和扩展性、先进性和继承性、可靠性和适应性、友好性和新颖性等方面的突出优点,集散控制系统自问世以来,发展异常迅速,几经更新换代,技术性能日臻完善,并以其技术先进、性能可靠、构成灵活、操作简便、高效率等特点,赢得了广大用户,已被广泛应用于石油、化工、电力、冶金、轻工、建材、交通、国防等领域。

3. 发展趋势

自从美国 Honeywell 公司在 1975 年率先推出第一套集散控制系统 TDC-2000,集散控制系统在不断发展更新。计算机技术、网络技术、控制技术、大规模集成电路技术、通信技术和图形显示技术、多媒体技术、人工智能技术及其他高新技术的发展为 DCS 在工业控制系统中的应用和发展提供了技术基础,DCS 已经成为工业过程控制中不可缺少的工具。DCS 的出现符合现代工业向大型化、集成化方向发展的需要,对工业自动化的发展起了革命性的推动作用,是控制技术发展的里程碑。尤其随着智能控制理论及控制技术的不断发展完善,预测控制、软测量技术、模糊控制、智能网络、神经网络、自适应控制、自诊断技术等前沿成果得到深化应用。

集散控制系统已经进入了新的发展时期,现场总线的应用使集散控制系统以全数字化的