



北京市高等教育精品教材立项项目

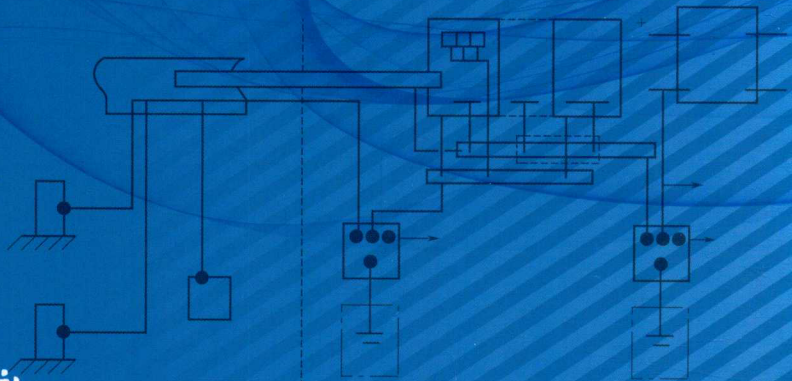
过程控制工程设计

GUOCHENG KONGZHI GONGCHENG SHEJI

■ 孙洪程 李大字 编

第三版

GUOCHENG KONGZHI
GONGCHENG SHEJI



化学工业出版社



北京市高等教育精品教材立项项目

过程控制工程设计

第三版

孙洪程 李大字 编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以计算机类控制工具（DCS、FCS、PLC）为主，讲述过程控制工程设计的整体情况。主要内容包括：自控工程设计任务与方法步骤、自控方案、信号报警及安全联锁系统设计、顺序控制系统的设计、计算机监控系统与信息管理系统、自控设备的选择、控制室的设计原则、系统连接、电缆的敷设与仪表的安装、仪表供电、供气系统设计、节流装置、调节阀及差压式液位计的计算、自控设计中的安全及防护措施、自控设计中涉及的其他文件、自控工程的施工、试运行及验收。

本书以工程设计的问题为主线介绍相关的设计内容，优先介绍国际通用设计体制工程表达和设计文件的绘制（编制），同时介绍了老设计体制。书中的工程表达方法以国家标准、行业标准为主，兼顾一些工程界的习惯表达。

本书可作为高等院校过程自动化和测控技术与仪器专业过程控制工程设计教材，也可作为过程自动化工程技术人员的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

过程控制工程设计/孙洪程，李大字编. —3版. —
北京：化学工业出版社，2019.11
北京市高等教育精品教材立项项目
ISBN 978-7-122-35352-8

I. ①过… II. ①孙… ②李… III. ①过程控制-工
程设计-高等学校-教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 223244 号

责任编辑：高 钰
责任校对：刘曦阳

文字编辑：陈 喆
装帧设计：刘丽华

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 刷：三河市航远印刷有限公司

装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 20½ 字数 507 千字 2020 年 1 月北京第 3 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888

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：58.00 元

版权所有 违者必究

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

前言



自2013年成为华盛顿协议预备会员开始,我国工科专业开始向国际工程教育标准靠拢,并于2016年成为华盛顿协议正式成员,于是,国内高校工科专业的工程教育变得越来越重要。《过程控制工程设计》一书是自动化专业工程教育比较成熟的教材之一,自成书以来被许多院校采用。由于科学技术的快速发展,工程理念的变化,该书有些内容需要重新调整。特别是自动化行业标准更新之后,一些基本概念发生了变化,所以编者对该书进行重新修订。

作为自动化与测控专业的学生,要有系统理论知识,还要有工程方面的知识,这是其工程素养的重要组成部分。本书的目的就是使学生建立起过程控制工程设计的概念,对过程控制工程设计有一整体的了解。

由于化工自动化标准已经更新到2014年标准,所以本书中的相应内容需要进行更新。考虑到一些小项目还可能采用常规仪表作为控制装置来实现生产过程自动化,所以化工自动化标准仍然保留了《自控专业施工图设计内容深度规定》(HG 20506—1992),也就是说该标准仍然是现行标准。

与第二版相比,本次修订依据HG/T 20505—2014,重点更新了自控工程图例符号,增加了仪表保温基本计算、接地基本原理和基本计算、工程监理部分内容,提供一些工程项目进行中的调试记录模板以供参考。

该书为自动化专业控制工程课程设计用教材,全书为40课时。

全书共14章,孙洪程修订绪论、第1章、第4~11章、第13章、第14章;李大宇修订第2章、第3章和第12章,其中第5章内容由李大宇增补。全书由孙洪程统稿。

由于编者水平有限,书中难免出现不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2019年3月

第一版前言



《过程控制工程设计》一书是针对自动化专业、测控技术及仪器专业的培养目标和课程设置要求而编写的。

作为自动化与测控专业的学生，除了要有坚实理论基础之外，还必须掌握一些工程方面的知识，才可能成为合格的自动化工程技术人员。要实现生产过程的自动化，必须经过过程控制工程设计才能实现，这是一个必不可少的环节。本书的目的就是使学生建立起过程控制工程设计的概念，对过程控制工程设计有一整体的了解。

由于早期的过程自动化主要是由仪表作为控制装置来实现的，所以原化学工业部推出的早期标准（例如 CD 50A2—1984）是针对仪表制定的。由于计算机和网络技术的发展，特别是这些技术在自动化领域的大量应用，使得自动化发生了根本性的变化，原标准已经不适用了，为此，原化学工业部在老设计标准基础上又推出了新的设计标准，即《自控专业施工图设计内容深度规定》（HG 20506—1992），该标准是目前正在使用的标准。近些年来由于改革开放，对外合作工程项目越来越多，需要制定出与国际接轨的设计标准，为此，中国于1998年推出了国际通用设计体制的标准，即化工装置自控工程设计规定（上、下卷）。一般称国际通用设计体制为新设计体制，称以前的标准为老设计体制。考虑到目前设计标准的状况，本书中对于这两种体制都做了介绍。

本书中以工程设计所涉及的内容为线索，分别介绍了相关的基本概念、原理、计算方法、设计原则、工程表达和设计文件的绘制（编制），工程表达和设计文件的绘制（编制）中分别介绍了两种设计体制下的内容。

该书为自动化专业控制工程课程设计用教材，授课时数为40。

全书共14章，翁唯勤编写了绪论、第一~第四章，孙洪程编写了第五~第十四章和前言，全书由孙洪程统稿。本书由北京化工大学化新教材建设基金提供赞助，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免会出现疏漏，恳切希望使用本书的各方人士提出批评意见，编者将不胜感激。

编者

2000年8月

第二版前言



《过程控制工程设计》一书成书之后，经过多次重印，已经被多所院校采用。由于技术的快速发展，使得该书有些内容需要重新整合，内容偏老、偏旧的需要删除，新内容需要添加，有些新的观念、思路需要替换老的内容，所以对该书进行修订。

作为工科学生，作为自动化与测控专业的学生，既要有系统的理论知识，还要有工程方面的知识，这是其工程素养的重要组成部分。本书的目的就是使学生建立起过程控制工程设计的概念，对过程控制工程设计有一个整体的了解。

由于早期的过程自动化主要是由仪表作为控制装置来实现的，所以原行业标准是针对仪表制定的。随着计算机和网络技术的发展，以计算机和网络技术为基础的控制工具在自动化领域的大量应用，使得自动化工程发生了根本性的变化，为此《自控专业施工图设计内容深度规定》(HG 20506—1992)中兼顾了传统技术与新技术两个方面，但该标准还是一个过渡性标准。为此，又推出了与国际接轨的设计标准，此即1998年推出的化工装置自控工程设计规定(上、下卷)国际通用设计体制。一般称国际通用设计体制为新设计体制，称以前的标准为老设计体制。修订后，本书以新体制为主，附带介绍一些老体制。

该书为自动化专业控制工程课程设计用教材，全书的课时数为40课时。

全书共14章，孙洪程修订绪论、第一章、第四章、第六章~第十一章、第十三章、第十四章；李大宇修订第二章、第三章和第十二章，增补第五章内容；全书由孙洪程统稿。

本书获得北京化工大学精品教材立项和北京市高等教育精品教材立项赞助，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免会出现疏漏，恳切希望使用本书的各方人士提出批评意见，编者将不胜感激。

编者

2008年10月



绪论	1
第 1 章 自控工程设计的任务和方法步骤	5
1.1 自控工程设计的任务	5
1.1.1 工程项目的划分及参与各方	5
1.1.2 自控工程设计工作内容与任务	6
1.2 自控工程设计的体制	7
1.2.1 国际通用设计体制 (HG/T 20636~20639)	7
1.2.2 过渡设计体制	8
1.3 自控工程设计的阶段划分和设计内容	9
1.3.1 国际通用设计体制中的阶段划分和设计内容	10
1.3.2 老设计体制中的阶段划分和设计内容	16
1.4 自控工程设计的方法和程序	17
1.4.1 自控工程设计的方法	17
1.4.2 自控工程设计的程序	18
1.5 自控设计与其他专业的协作关系	23
1.5.1 自控专业与工艺专业的设计条件关系	23
1.5.2 自控专业与系统专业的设计条件关系	24
1.5.3 自控专业与管道专业的设计分工	24
1.5.4 自控专业与电气专业的设计分工	25
1.5.5 自控专业与电信、机泵及安全 (消防) 专业的设计分工	26
1.6 自控专业工程设计中常用规定和标准	27
第 2 章 自控方案	30
2.1 自控方案的确定	30
2.1.1 可靠性与先进性的关系	31
2.1.2 自控与工艺、设备的关系	31
2.1.3 技术与经济的关系	31
2.2 图例符号的统一规定	32
2.2.1 仪表回路号与仪表位号	32
2.2.2 图形符号	46

2.3 管道仪表流程图 (P&ID) 的绘制	57
2.3.1 P&ID 的主要内容	57
2.3.2 P&ID 的设计过程	58
2.3.3 P&ID 设计所需资料	58
2.3.4 P&ID 的图面布置和制图要求	59
2.3.5 P&ID 的安全分析	61
第 3 章 信号报警及安全联锁系统设计	62
3.1 信号报警、安全联锁系统设计原则	62
3.2 信号报警系统设计	63
3.2.1 信号报警系统的组成	63
3.2.2 信号报警系统的功能及动作	67
3.2.3 用 DCS/PLC 实现的信号报警	68
3.3 安全联锁系统 (SIS) 的设计	68
3.3.1 安全联锁系统的基本功能和要求	69
3.3.2 安全联锁系统的附加功能	70
3.4 信号报警及安全联锁系统的工程表达	72
3.4.1 信号报警及安全联锁系统的逻辑表达	72
3.4.2 信号报警及安全联锁系统逻辑功能的表达符号	75
第 4 章 顺序控制系统的设计	79
4.1 顺序控制概述	79
4.1.1 顺序控制的概念	79
4.1.2 顺序控制系统分类与组成	80
4.2 顺序控制系统的逻辑功能设计	81
4.2.1 顺序控制系统逻辑功能的表达	81
4.2.2 顺序控制系统逻辑功能的实现	83
第 5 章 计算机监控系统与信息管理系统	84
5.1 计算机监控系统 (SCADA)	84
5.1.1 SCADA 系统概述	84
5.1.2 SCADA 系统组成	85
5.1.3 SCADA 系统功能	85
5.1.4 SCADA 系统规划与设计	86
5.2 计算机信息管理系统	89
5.2.1 ERP 系统	90
5.2.2 MES 系统设计	92
5.2.3 MIS 系统	94
5.2.4 信息系统工程实施设计	95

第 6 章 自控设备的选择	99
6.1 控制装置的选择	99
6.1.1 控制装置的类型和特点	99
6.1.2 控制装置的选择	101
6.2 检测仪表(元件)、控制阀的选择	108
6.2.1 温度测量仪表的选型	109
6.2.2 压力测量仪表的选型	112
6.2.3 流量测量仪表的选型	114
6.2.4 物位测量仪表的选型	121
6.2.5 过程分析仪表的选型	123
6.2.6 控制阀的选型	127
6.3 仪表数据表	131
6.4 自控设备表	136
第 7 章 控制室的设计原则	139
7.1 概述	139
7.2 采用 DCS 系统的控制室设计	139
7.2.1 位置选择	139
7.2.2 布局和面积	141
7.2.3 环境条件	143
7.2.4 建筑要求	144
7.2.5 照明及其他	145
7.3 常规仪表控制室的设计	146
7.3.1 控制室设计的一般要求	146
7.3.2 控制室的平面布置	147
7.3.3 仪表盘的设计	147
第 8 章 系统连接	154
8.1 系统的整体连接	154
8.1.1 采用 DCS 系统的整体连接	154
8.1.2 采用常规仪表系统的整体连接	161
8.2 电缆的连接	170
8.2.1 电缆表	171
8.2.2 外部系统连接图	173
8.2.3 接线箱接线图	175
8.3 控制室内电缆连接的表达	176
第 9 章 电缆的敷设与仪表的安装	178
9.1 电缆的敷设	178

9.1.1	电缆敷设所要解决的问题	178
9.1.2	电缆敷设图	181
9.2	仪表的安装	191
9.2.1	控制室仪表的安装	191
9.2.2	现场仪表的安装	192
第 10 章	仪表供电、供气系统设计	200
10.1	仪表供电系统设计	200
10.1.1	仪表供电要求	200
10.1.2	仪表供电配电设计	203
10.1.3	仪表供电系统的工程表达	204
10.1.4	工程中自动化与电气专业的设计分界	206
10.1.5	电器选择	206
10.2	仪表供气系统的设计	208
10.2.1	仪表供气系统的要求	208
10.2.2	仪表供气系统设计	210
10.2.3	仪表供气系统工程表达	213
第 11 章	节流装置、调节阀与差压式液位计的计算	218
11.1	节流装置的计算	218
11.1.1	节流装置计算的基本公式及取压方法	218
11.1.2	计算中有关参数的确定	220
11.2	调节阀流通能力的计算	226
11.2.1	调节阀 C 值计算公式的推导	226
11.2.2	调节阀 C 值的计算	227
11.2.3	流量系数 C 的具体计算公式	229
11.3	差压式液位计的计算	241
第 12 章	自控设计中的安全及防护措施	244
12.1	仪表防爆设计	244
12.1.1	防爆设计的重要性	244
12.1.2	危险环境的分类	245
12.1.3	防爆电气设备的类型及标志	247
12.1.4	防爆电气设备的选择	250
12.1.5	过程控制系统工程中的安全问题	252
12.2	仪表及管线的保温问题	254
12.2.1	保温设计的目的	254
12.2.2	保温对象	254
12.2.3	保温方法	255
12.2.4	保温、伴热计算	256

12.2.5	设计中需注意的问题	258
12.3	表的隔离和吹洗设计	258
12.3.1	隔离	258
12.3.2	吹洗	261
12.4	仪表接地设计	262
12.4.1	接地原理	262
12.4.2	接地作用和要求	263
12.4.3	接地系统的设计原则与方法	265
12.4.4	接地系统电阻计算	267
第 13 章	自控设计中涉及的其他文件	269
13.1	电气设备材料表	269
13.2	综合材料表	270
13.3	测量管路表	271
13.4	绝热伴热表	272
13.5	仪表安装材料表	273
第 14 章	自控工程的施工、试运行及验收	274
14.1	自控工程的施工	275
14.1.1	工程监理过程	276
14.1.2	施工条件	276
14.1.3	施工工作内容及相互关系	277
14.2	自控工程的试运行和验收	278
14.2.1	仪表调试、安装及机柜就位	278
14.2.2	施工阶段自动化系统调试	288
14.2.3	试运行阶段自动化系统调试	292
14.2.4	自控工程的交工验收	297
附录		301
附录 1	DCS 工程设计程序	301
附录 2	DCS 技术规格书编制大纲	303
附录 3	PLC 技术规格书编制大纲	313
附录 4	SIS、ESD 技术规格书编制大纲	314
参考文献		317

绪论

(1) 学习自控工程设计的重要性

工程设计是工程建设过程中一个重要的环节，是工程项目实施的依据。没有一个成熟的工程设计，就不可能有一个良好的实施结果，甚至会导致工程项目的失败。作为自动化、测控技术与仪器专业学生，掌握工程设计的基本程序和方法，并进行一次基本训练的实践是十分必要的。能在老师的指导下，进行自控工程设计的训练，学生毕业后走上工作岗位，如果在自控工程领域工作，可大大缩短熟悉的过程。可以说自控工程设计是自动化专业学生的一项基本功，今后无论从事本学科领域的哪方面工作，都是极为有用的。

学习工程设计也是工科专业学生加强工程实际观念、进行专业知识全面综合运用的一个极好的过程。自控工程设计是运用过程控制工程的知识，针对某生产工艺流程，实施自控方案的具体体现。完成自控工程设计，既要掌握控制理论及控制工程的基本理论，又要熟悉自动化技术工具（控制装置及检测仪表）的使用方法及型号、规格、价格等信息，而且要学习本专业的有关工程实际知识，如项目概念及项目运作方式、招标及投标、工程设计的程序和方法、仪表安装方式及常用设备材料的规格、型号等。在经过一次自控工程设计的全面训练后，学生将更深刻地体会到各专业课程所学知识的有机结合和综合应用的重要性。

(2) 现代生产过程的层次表达

有别于过去小规模作坊式生产，现代生产过程是工艺与信息的集合体，所以可以把自动化看作是生产过程信息的在线、实时管理系统。该概念可用图 0-1 生产过程层次表示。



图 0-1 生产过程层次

图 0-1 中的各个部分：

a. 工艺，指纯粹生产工艺，或叫作裸生产工艺（Bare Process Flow, BPF），各种物料在密闭管道和容器中，进行各种物理和化学变化。

b. 基本过程控制系统（Basic Process Control System, BPCS）是保证生产过程平稳连续进行的系统，当生产过程中参数在安全范围内时，基本过程控制系统负责调整各个工艺参

数,使其维持在规定数值上,这里的“控制系统”是广义概念,其中包括各种生产参数的控制系统(单回路控制系统和复杂控制系统)、各种生产参数的指示、记录、报警等。

c. 安全仪表系统(Safety Instrument System, SIS),当生产过程中某些参数达到安全界限时,安全仪表系统负责对生产过程进行紧急干预,以保证人身、设备安全。某些书中也把该系统叫作安全连锁系统(Safety Interlock System, SIS)。还有一些如紧急停车系统(Emergency Shutdown Device, ESD)、可燃气体报警系统(Fire Alarm System, FAS)等,也是保障生产安全的系统。

因为基本过程控制系统是保证生产平稳连续进行的系统,随生产进行该系统始终在工作状态,所以也叫作首选过程控制系统(Primary Choice Process Control System),当生产过程达到安全界限时,由安全仪表系统对生产过程进行紧急干预,生产正常时安全仪表系统处于后备状态,所以安全仪表系统也叫作备选系统(Alternate Choice Instrument System)。

如图0-1所示的各个层次,组成了现代生产过程,其中各个层次都是不可缺少的,该图是从功能方面对现代生产的描述。早期自动化工程中,各个功能层次可在DCS中一并实现,近些年来出现了独立的安全仪表系统,以及一些大型设备的专用系统[例如离心式压缩机的控制系统ITCC(Integrated Turbine Compressor Control System)等],从工程角度来看,基本过程控制系统与安全仪表系统的分离,使得功能划分更加清晰,工程实现上更加便利。

HG/T 20505—2014标准中,将控制室内的控制装置(控制器、记录仪、指示仪、报警仪等二次仪表)划分为DCS与常规仪表,现在大多数企业采用DCS系统来实现基本过程控制系统,所以业内往往将基本过程控制系统等同于DCS系统。

(3) 关于“系统”的概念

自动化工程项目中,关于“系统”的概念有不同的含义,总结如下:

a. 给生产设备添加一些测量、执行、控制单元,与被控过程一同构成的,为了维持生产参数所构建的系统,例如单回路控制系统、串级控制系统、比值控制系统、前馈控制系统、分程控制系统、选择性控制系统等。

b. 为实现生产平稳进行或为了保证生产安全,由一些硬件和软件所组成的成套产品,例如DCS系统,有ECS-700系统、TDC-3000系统、CS3000系统等;SIS系统,有TRI-CON系统、H51q系统、SafetyNet等。

c. 从功能上划分,有基本过程控制系统BPCS和安全仪表系统。前者是在安全界限内保证生产连续平稳进行的控制系统,后者是当达到或超越安全界限时,为保证生产安全的紧急干预系统。

所以在本书的各个章节当中,读者需要注意“系统”的不同含义。

(4) 项目的概念

根据专业不同,每个项目划分为若干个工程。自动化工程(也叫自控工程,专业划分中叫作仪表专业)是这些工程中的一项目。例如土建工程、管道工程、数据采集与监控工程等。

工程设计是技术方案的工程表达,是采用国家的或行业的标准、规范的工程表示方法对技术方案的描述。

工程实施包括可行性研究、项目报批、工程设计、工程实施、阶段验收、开车、试生产、总体验收投产等阶段。工程设计是工程实施过程的一个阶段。工程实施过程可用图0-2表示。

自控工程设计是为了实现生产过程的自动化,用图纸资料和文字资料的形式表达出来全

部工作。对于自动化专业的本科学生，在学习各专业课程后，进行一次自控工程设计的实践是十分必要的。

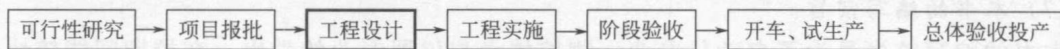


图 0-2 工程项目实施阶段与过程

(5) 掌握自控工程设计的方法

自控工程设计需要大量的专业知识，这些知识基本上在相关课程的教学已学习过了。与此同时，还需了解和掌握工程设计的程序和方法、有关的规程和规定。这些必须通过亲自实践，才能逐步掌握。

要独立完成一项工程的自控设计，需懂得设计工作的程序。要用图纸、文字资料来表达设计意图，使别人能清楚地看懂自己的设计图纸，并能按图纸进行施工，就要熟悉有关的设计规范。这一过程涉及查阅各种设计资料的能力培养。由于涉及面广，仅仅通过几节课很难讲述清楚。所以，整个工程设计的学学习，最好的方法是边干边学。在进行自控工程设计的模拟设计时，要大量查阅设计规程和规定，体会并掌握正确的设计表达方法。同时，在广泛了解仪表、设备、材料等的有关信息中，学会收集设计资料的方法和途径。另外，在编制众多的自控设计图纸资料过程中，训练、提高工程设计图纸资料的编制能力。

(6) 自控工程设计的发展概况

科学技术的发展，一直影响着自控工程设计。这种影响主要体现在自动化技术工具的发展以及新型过程控制系统的出现。这就要求设计工作的内容、程序和方法要有所变化。

20 世纪五六十年代，为满足防爆的要求，在工业过程，尤其是石油、化工生产过程中，大量使用气动仪表。而常用的控制系统仅仅是单回路反馈控制系统（简单调节系统），或少量的串级、均匀和比值控制系统。因此自控工程设计工作相对来说，较为简单。随着电动单元组合仪表的出现，一直到 DDZ-III 系列、EK 系列、I 系列具有本质安全防爆性能的仪表问世，根本上满足了工业过程的防爆要求。于是在自控工程设计中，电动仪表逐步取代气动仪表。然而，无论是气动仪表还是电动仪表，都属于常规仪表。因此，在自控工程设计上，基本的程序和方法内容是相似的。原化学工业部（燃料化学工业部）在 20 世纪 70~90 年代分别制定了有关自控工程设计的施工图内容深度规定，作为自控专业使用常规仪表进行工程设计的指导性文件。

20 世纪 80 年代中期，分散控制系统（Distributed Control System, DCS，也称集散控制系统）开始在工业过程中得到应用。分散控制系统与传统常规仪表的控制系统有着截然不同的方式与内涵，自控工程设计工作也发生了很大的变化。为适应改革开放的经济政策，中国的工程设计必须与国际接轨。因此，在进入 21 世纪前，总结了国内外自控工程设计的经验，开始推行国际通用设计体制和方法，使得自控工程设计工作更为规范有序。

随着网络技术的发展，后续又出现了各种现场总线，由其构成的控制装置叫作现场总线系统（Fieldbus Control System, FCS）。这类系统采用总线方式将现场的信号送到控制室，采用总线方式将控制信号送到现场。这项技术不仅节约大量信号电缆，通过组态，还使得控制系统的连接、变化更加方便。

可编程控制器（Programmable Logic Controller, PLC）是过程控制领域的另一种广泛应用的工具。早期的 PLC 以处理开关量为主，后来，由于增加了模拟量的处理能力，近些年来也在过程控制领域得到广泛的应用。PLC 系统特点是总线类型丰富，可适应现场控制

的要求。此外，该系统开放性比较好，系统配置灵活，组态方便，能组成各种大、中、小型系统，以满足不同的需求。

(7) 本书的编写宗旨

本书的编写首先是为了自动化专业、测控技术与仪器专业的学生，在校期间能较快地了解自控工程设计的全貌，并在本书的指导下，针对某一工艺流程，进行一次自控工程设计的基本训练。因此，全书除了全面介绍自控工程设计和程序外，还较为详细地讨论了完成设计任务中各项工作具体的方法及步骤，应遵循的设计规程。

对于工程技术人员，包括非自动化专业毕业的技术人员，如果要从从事自控工程设计的工作，相信本书也能成为一本具有指导作用的工具书。

自控工程设计的任务和方法步骤

1.1 自控工程设计的任务

1.1.1 工程项目的划分及参与各方

一般可将项目划分为新建项目、技术改造项目、国内项目、国外项目、合作项目、配套项目等。不同项目有不同的参与方，各自承担的内容不尽相同。

现在的工程大多采取项目管理、招投标方式运作。根据标的内容，可分为总承包、分承包。发包方（业主）通过生产准备机构与承包方的项目经理部相互联系。项目实施方则包括设计、施工、供货三方面。大的工程项目还需要有工程监理方参与项目过程。图 1-1 是这种关系示意图。

在传统的工程概念中，设计方完成工程设计，由施工方负责施工实施。供货方是不参与设计与施工的。由于技术发展，工程中所采用的设备越来越复杂，特别是自控专业中，某些成套系统（如 DCS、FCS、PLC、SIS 等）涉及计算机技术、通信技术、网络技术等，系统复杂程度越来越高，工程设计、施工、调试等都需要对其有非常详尽的了解。正是这些原因，供货方需要参与项目的设计、施工、调试等工作。图 1-2 是表明了各自工作范围的示意图。

图 1-2 中最外面的大圆是监理方的工作职责范围，表明在整个工程项目实施过程中，要对供货、设计、施工进行监理；图 1-2 (a) 中设计方与施工方有重叠区域，表明设计方需要

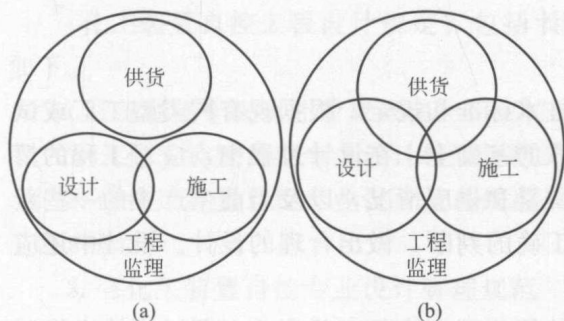


图 1-2 工程参与方各自工作范围

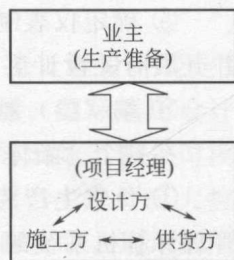


图 1-1 项目关系示意图

参与施工过程，一般来说需要派驻施工代表到施工现场，解答设计问题，施工过程中如果有设计瑕疵，施工方需要向施工代表提出修改意见，由设计方出设计变更；供货方与设计方和施工方没有重叠区，表明供货方既不参与设计过程，也不参与施工过程。图 1-2 (a) 所表明的是采用常规仪表的自控工程项目的各个参与方的工作职责范围。

图 1-2 (b) 中供货方既与设计方有重叠

区，也与施工方有重叠区，表明供货方既要参与设计过程，也要参与施工过程。例如 DCS 供应商，可能需要参与 DCS 组态设计，也需要参与现场 DCS 安装与调试。例如在线色谱分析仪，需要提供采样系统资料给设计方，必要时承担在线色谱分析系统设计，也要参与在线色谱的现场安装、调试工作。

1.1.2 自控工程设计工作内容与任务

自控工程设计的基本任务是负责工艺生产装置与公用工程、辅助工程系统的控制，检测仪表、在线分析仪表和控制及管理用计算机等系统的设计，以及有关的顺序控制、信号报警和联锁系统、安全仪表系统（SIS）和紧急停车系统（ESD）的设计。完成这些基本任务时，还要考虑自控所用的辅助设备附件、电气设备材料、安装材料的选型设计；自控的安全技术措施和防干扰、安全设施的设计；控制室、仪表车间与分析器室的设计。

按照当前实施的设计“新体制”（本章后面将作详细介绍）的要求，自控专业工程设计阶段的工作可归纳为以下六个方面的内容：

- ① 根据工艺专业提出的监控条件，绘制工艺控制图（Process Control Drawing, PCD）；
- ② 配合系统专业绘制各版管道仪表流程图（Piping and Instrumentation Diagrams, P&ID）；
- ③ 征集研究用户对 P&ID 及仪表设计规定的意见；
- ④ 编制仪表请购单，配合采购部门开展仪表和材料的采购工作；
- ⑤ 确定仪表制造商的有关图纸，按仪表制造商返回的技术文件，提交仪表接口条件，并开展有关设计工作；
- ⑥ 编（绘）制最终自控工程设计文件。

在这个“新体制”中，列出自控工程设计的八项任务：

- ① 负责生产装置、辅助工程和公用工程系统的检测、控制、报警、联锁/停车和监控/管理计算机系统的设计；
- ② 负责检测仪表、控制系统及其辅助设备和安装材料的选型设计；
- ③ 负责检测仪表和控制系统的安装设计；
- ④ 负责 DCS、PLC、SIS、ESD 和上位计算机（监控、管理）的系统配置、功能要求和设备选型，并负责或参加软件的编制工作；
- ⑤ 负责现场仪表的环境防护措施的设计；
- ⑥ 接受工艺、系统和其他主导专业的设计条件，提出设备、管道、电气、土建、暖通和给排水等专业的设计条件；
- ⑦ 负责控制室、分析器室以及仪表车间的设计；
- ⑧ 负责工厂生产过程计量系统的设计。

在设计工作中，必须严格地贯彻执行一系列技术标准和规定，根据现有同类型工厂或试验装置的生产经验及技术资料，使设计建立在可靠的基础上。在设计过程中，应对工程的情况、国内外自动化水平、自动化技术工具的制造质量和供应情况，以及当前生产中的一些新技术发展的情况进行深入调查研究，才能有一个正确的判断，做出合理的设计。设计中还应加强经济观念，注意提高经济效益。

自控工程设计常用的方法是由工艺专业提出条件，而自控与工艺专业一起讨论确定控制方案，确定必要的中间储槽及其容量，确定合适的设备余量，确定开、停车以及紧急事故处