

陈泮洁 主编

贾鸿莉 于淼 刘强 副主编

自动控制工程 设计入门

ZIDONG KONGZHI
GONGCHENG
SHEJI RUMEN



化学工业出版社

陈泮洁 主编
贾鸿莉 于淼 刘强 副主编

自动控制工程 设计入门

ZIDONG KONGZHI
GONGCHENG
SHEJI RUMEN



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

自动控制工程设计入门/陈泮洁主编. —北京: 化学工业出版社, 2015. 6
ISBN 978-7-122-23826-9

I. ①自… II. ①陈… III. ①自动控制工程学
IV. ①TP13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 088097 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 王素芹

文字编辑: 徐卿华
装帧设计: 史利平

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 装: 高教社 (天津) 印务有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 15½ 字数 380 千字 2015 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

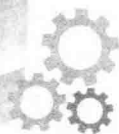
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD



自控工程设计是为了实现生产过程自动化,用图纸、表格和文字文件的形式表达出来的全部工作。对于生产过程自动化专业的人员,自控工程设计能力是必须具备的基本功。为满足广大自动化专业人员的需求,我们组织编写了本书。

本书以自控设计最基本的内容为主线,介绍了自控工程设计过程中主要环节的设计原则和方法,内容包括自控工程设计的基础知识,仪表选型、控制室设计、信号报警和联锁系统的设计,仪表供电和供气的设计,仪表配管和配线的设计以及仪表的接地、伴热、绝热、隔离、吹洗设计等各项具体工作。

本书共分十三章。第一章主要介绍了自控工程设计的任务和程序,阐述了在自控工程设计过程中自控专业与其他各个专业之间的关系,并且引出了自控设计中常用的标准和规范;第二章主要介绍了自控设计常用图例符号说明和常用字母代号,并引出了仪表位号表示方法;第三章介绍了从哪几方面确定控制方案,最后绘制控制工艺流程图;第四章主要介绍了仪表选型的原则,引出温度、压力、流量和物位等仪表选型的基本原则,最后介绍仪表设计表格、仪表技术说明书和仪表请购单的编制;第五章主要介绍控制室的设计,包括仪表盘的设计和分散控制系统的设计;第六章主要介绍仪表接线图的绘制方法,而后介绍仪表盘背面电、气接线图的绘制方法;第七章阐述了信号、联锁系统设计的基本原则,信号报警系统和联锁系统设计的方法;第八章主要介绍了仪表供电供气系统的设计;第九章阐述仪表配管和配线设计与选择的方法;第十章介绍了仪表设备防护的方法,其中包括仪表隔离与吹洗设计、仪表接地设计和仪表防爆设计;第十一章介绍了节流装置选型及计算方法,并举例说明;第十二章介绍了调节阀选型及口径计算,并举例说明;第十三章举例说明自控专业工程设计用典型表格。

本书编者结合多年来化工自控设计领域的实践经验,并征求了有关设计、施工、生产、制造等方面的意见,对其中主要问题进行了多次讨论,最后经审查定稿。本书注重系统性和逻辑性,不仅具有理论严谨、系统性强的特点,而且突出工程概念、实用性强,便于读者自学。

本书由陈泮洁主编,贾鸿莉、于淼、刘强副主编。第一、三、十一章由于淼编写,第二、十二章由刘强编写,第四、五、七章由陈泮洁编写,第六、九章由赵萍编写,第八章由魏艳波编写,第十、十三章由贾鸿莉编写。本书在编写过程中,得到了董德发教授的悉心指导,并认真审阅了全文,提出了修改意见,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

目录

CONTENTS



概述

1

第一章 自控工程设计的任务和程序

3

第一节 自控工程设计的任务	3
一、工程设计的分阶段	3
二、自控专业设计在不同设计阶段的任务	3
三、专业设计文件划分成版次	4
四、设计文件清单	5
第二节 自控工程设计的程序	6
第三节 工程总体设计中的自控专业与其他专业的关系	11
一、自控专业与工艺专业的设计条件关系	11
二、自控专业与管道专业的设计分工	12
三、自控专业与电气专业的设计分工	20
四、自控专业与电信、机泵及安全（消防）专业的设计分工	21
第四节 自控设计中常用标准和规定	22

第二章 自控设计常用图例符号使用说明

23

第一节 工艺控制流程图中的图形符号	23
一、检测点（包括检测元件、取样点）的图形符号	23
二、连接线的图形符号	23
三、仪表图形符号	26
四、仪表安装位置的图形符号	27
五、调节阀阀体、风门的图形符号	27
六、执行机构的图形符号	28
七、执行机构能源中断时调节阀位置的图形符号	29
第二节 常用字母代号	29
一、仪表位号中表示被测变量和仪表功能的字母代号	29
二、继电器和计算器功能的附加符号	31
第三节 仪表位号表示方法	32
第四节 仪表图形符号在工艺控制流程图中的常用画法举例	33

一、温度	33
二、压力（或真空）	37

第三章 控制工艺流程图的制定

39

第一节 控制方案的确定	39
一、控制方案的确定	39
二、在控制方案的确定中应处理好的几个关系	40
第二节 控制流程图的绘制	41

第四章 仪表设计表格的编制

43

第一节 仪表选型原则	43
一、工艺过程的条件	44
二、操作上的重要性	44
三、自动化水平和经济性	44
四、统一性	45
五、仪表供应和使用情况	46
第二节 温度测量仪表的选型	46
一、温度计的分类与特点	46
二、选用原则	46
三、时间常数的选用	48
四、接线盒的选用	48
五、检测元件尾长的选择	48
六、连接方式的选择	48
七、保护套材质选择	48
八、参考有关资料	49
第三节 压力测量仪表的选型	49
一、选用原则	49
二、精度等级选择	50
三、弹簧管压力表外形尺寸选择	50
四、新产品	50
五、参考有关资料	50
第四节 流量测量仪表的选型	50
一、流量测量仪表选型	50
二、选型原则	51
三、新型仪表	51
第五节 物位测量仪表的选型	52
一、物位测量仪表选型	52
二、选型原则	53
三、典型液位仪表选型	53

第六节	过程分析仪表的选型	54
一、	分析仪表选型	54
二、	选型的一般原则	55
第七节	显示仪表的选型	56
第八节	调节仪表的选型	56
第九节	仪表设计表格的编制	57
一、	原化工部标准编写的仪表表格	57
二、	国际通用设计体制编写的仪表表格	57
第十节	仪表技术说明书和仪表请购单的编制	71
一、	仪表技术说明书的编制	71
二、	仪表请购单的编制	79

第五章 控制室的设计

80

第一节	控制室的设计	80
一、	控制室设计内容	80
二、	《控制室设计规定》中的主要规定	80
第二节	仪表盘的设计	83
一、	仪表盘的选型	83
二、	仪表盘盘面布置	84
三、	仪表盘正面布置图的绘制	85
四、	半模拟盘的正面布置图	86
第三节	分散控制系统(DCS)的设计	86
一、	DCS 的设计方法	86
二、	DCS 控制室设计要求	90

第六章 仪表接线图的绘制

95

第一节	接线图的绘制方法	95
一、	直接接线绘制法	95
二、	相对呼应绘制法	95
三、	单元接线绘制法	96
第二节	仪表盘背面电、气接线图的绘制	96
一、	仪表盘背面电气接线图的绘制	96
二、	仪表盘背面气动管线连接图的绘制	98
三、	仪表盘背面电、气混合接线图的绘制	99

第七章 信息报警和联锁系统的设计

100

第一节	信号、联锁系统设计的基本原则	100
第二节	信号报警系统设计	101

一、信号报警系统的组成	101
二、系统设计选用要点	102
三、系统运行状态组合	103
第三节 联锁系统的设计	104
一、联锁系统的组成	104
二、联锁系统设计要点	105
三、联锁系统设计的特殊功能要求	106
四、环境防护设施及其他	106
五、储槽装料操作联锁系统示例	107

第八章 仪表供电和供气的设计

110

第一节 仪表供电系统的设计	110
一、负荷类别及供电要求	110
二、电源类型及供电系统	113
三、配电设计	114
四、仪表供电系统图的绘制	115
五、供电器材的选择	119
第二节 仪表供气系统的设计	120
一、仪表对供气的要求	121
二、供气系统的设计	124
三、供气系统图的绘制	127

第九章 仪表配管和配线设计

128

第一节 配管设计	128
一、测量管线的材质、管径	128
二、气动信号管线的材质、规格	129
三、测量管线及气动信号管线、管缆敷设	129
第二节 配线设计	129
一、电线、电缆选用	129
二、配线	131
三、仪表盘(箱、柜)内配管、配线	131

第十章 仪表设备的防护

133

第一节 仪表及管线伴热和绝热保温设计	133
一、伴热、保温设计的目的	133
二、伴热、保温应达到的要求	133
三、伴热、保温对象	133
四、伴热、保温方式方法	134

第二节	仪表隔离和吹洗设计	135
一、仪表隔离		135
二、吹洗		137
第三节	仪表接地设计	139
一、接地的作用和要求		139
二、接地设计的原则和方法		140
第四节	仪表防爆设计	141
一、防爆设计的重要性		141
二、防爆等级的划分		142
三、防爆措施		142

第十一章 节流装置选型及计算方法

144

第一节	差压式流量计的组成和选型	145
一、组成形式		145
二、常用节流装置形式		145
三、常用节流装置的选用		148
第二节	GB/T 2624—93 的设计计算方法	152
一、标准孔板的取压方式		153
二、标准孔板的适用条件		153
三、标准孔板的设计计算		153
第三节	标准节流装置的计算机辅助设计计算	165
一、建立数据库		166
二、选择适当的物性参数的计算公式或建立适当的经验公式		166
三、选择功能强大的计算机语言		166
四、计算机辅助设计计算程序的功能		167
第四节	天然气流量的孔板计量标准 SY/T 6143—1996	167
一、天然气行业标准 SY/T 6143—1996 的技术背景		167
二、SY/T 6143—1996 标准的特点		168
三、SY/T 6143—1996 标准的计算方法		169
四、迭代计算方法		171

第十二章 调节阀选型及口径计算

173

第一节	调节阀流量特性的选择	174
一、流量特性		174
二、流量特性的选择		175
第二节	调节阀的口径计算与选定	178
一、方法与步骤		178
二、计算实例		185
第三节	IEC 标准调节阀口径计算公式	188

一、液体介质时流量系数 C 值的计算	188
二、气体介质时流量系数 C 值的计算	191
三、蒸汽流量系数 C 值的计算	193
四、两相混合流体流量系数 C 值的计算	195

第十三章 自控专业工程设计用典型表格 196

第一节 自控专业工程设计用典型表格示例	196
一、表格的选用	196
二、典型表格	197
第二节 自控专业工程设计用典型条件表	197
一、设计条件表的分类	198
二、设计条件表使用说明	198

附录 国产调节阀简介 231

一、概述	231
二、型号名称	231
三、系列参数及技术数据	232

参考文献 238



自控工程设计是为了实现生产过程自动化,用图纸、表格和文字文件的形式表达出来的全部工作。对于生产过程自动化专业的人员,自控工程设计能力是必须具备的基本功。

所谓工程设计,一般有新建目的的工程设计,老厂的改造扩建工程设计,国外项目的工程设计和引进项目的配套工程设计等几类,此外还有工程设计开发和有关试验装置的设计等。

工程设计工作是国家基本建设的一个重要环节。国家计划建设的工程项目,首先要用设计文件和设计图纸体现出来。设计资料一方面可以供给上级机关对该建设项目的审批,另一方面可以作为工程公司施工安装和生产单位指挥生产的依据。

在工程设计中,必须严格地贯彻执行一系列国家技术标准和规定,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,并对工程的情况、国内外自动化水平,仪表的制造质量和供应情况,当前生产中的一些技术革新情况等内容进行调查,从实践中取得第一手资料,才能作出正确、合理、规范的设计。设计中应加强经济观念,对自动化的确定要适合国情,注意提高经济效益。

1998年6月22日国家石油和化学工业局发布了《化工装置自控工程设计规定》(以下简称《规定》),并自1999年1月1日起实施。该《规定》总结了国内外自控工程设计经验,与国际通用设计体制和方法接轨。

所谓“新体制”,即是国际通用设计体制。国际通用设计体制是20世纪科学技术和经济发展的产物,已成为当今世界范围内通用的国际工程公司模式。按国际通用设计体制,有利于工程公司的工程建设项目总承包,对项目实施“三大控制”(进度控制、质量控制和费用控制),也是工程公司参与国际合作和国际竞争进入国际市场的必备条件。

《规定》中包括4项化工行业标准:《自控专业设计管理规定》(HG/T 20636)、《自控专业工程设计文件的编制规定》(HG/T 206367)、《自控专业工程设计文件深度的规定》(HG/T 20638)和《自控专业工程设计用典型图表及标准目录》(HG/T 20639)。

《化工装置自控工程设计规定》将工程设计工作中涉及的设计程序、设计方法、设计内容、设计管理等方面的规定,以及工程设计所需用的图表、标准规范等都作了标准化、规格化。全面地反映了“新体制”具有严密的设计分工、科学的工作程序、详尽而规范化的设计文件、严格的设计管理、优良的工作质量和设计质量等特点。

“新体制”的贯彻执行,使自控工程设计发生重大变化,从设计思想到设计方法将改变

以往的传统设计模式。工程设计文件以 A 版到 G 版完成，逐步深入，工作量是很大的，完全由人工画图，制表是不行的，非得用计算机辅助设计不可。其次，一个很大的转变是除控制流程图之外，大部分设计思想要以表格的形式表达，而表格是规范化的专用表格。这也给我们提出了真正在专业上应用计算机的问题，解决工程设计中 CAD 的问题。

本书将以《规定》为基础，结合现行的其他国家标准和规定，培养读者正确使用设计标准和规定，提高自控工程设计能力。

第一章

Chapter 01

自控工程设计的任务和程序

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等领域的设计及有关的程序控制、信号报警和联锁系统的设计、计算机控制 DCS 系统设计。在完成这些基本任务中,尚需考虑自控所用的辅助设备及附件、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;以及控制室、仪表车间与分析器室的设计。

第一节 自控工程设计的任务

一、工程设计的分阶段

过去国内对工程设计阶段的划分,一般分为两个阶段,即初步设计和施工图设计,对于采用新技术和复杂的尚未成熟的工程设计,有时可分为三个阶段,即初步设计、扩大初步设计和施工图设计。

在国际上通常把全部设计过程划分为由专利商承担的工艺设计(基础设计)和由工程公司承担的工程设计两大阶段;工程设计则再划分为基础工程设计和详细工程设计两个阶段。

在我国现行设计体制的程序中,工程公司在开始基础工程设计工作前,需要将专利商的工艺设计(基础设计)形成向有关部门和用户报告、供审批的初步设计,因此在《规定》中对工程设计有关内容中,保留有初步设计的名词,称基础设计/初步设计。

工程设计要分阶段进行,便于有关部门的审核,使设计工作逐步向深度展开;有利于经过多次审核、把关,及早发现问题,随时纠正,尽量避免施工中的返工现象;给各专业之间互相协调与配合创造有利条件。

二、自控专业设计在不同设计阶段的任务

在不同的设计阶段自控专业的任务也是不同的。在基础设计/初步设计阶段,自控专业负责的设计工作如下:

- ① 完成基础设计/初步设计说明书,拟定控制系统、联锁系统的技术方案、仪表选型规定以及电源、气源的供给方案等;
- ② 完成初步的仪表清单、控制室平面布置和仪表盘正面布置方案,开展初步的询价工作;
- ③ 完成工艺控制流程图(PCD);

- ④ 提出 DCS 的系统配置方案；
- ⑤ 配合工艺系统专业完成初版管道仪表流程图 (P&ID)；
- ⑥ 向有关专业提出设计条件。

在工程设计阶段，自控专业负责的设计工作如下：

- 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、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、分析器室以及仪表修理车间的设计；
- ⑧ 负责工厂生产过程计量系统的设计。

按照国家石油和化学工业局推行的“新体制”，即国际通用设计体制和方法的要求，自控专业工程设计阶段的工作可归纳为以下 6 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 (PCD)；
- ② 配合系统专业绘制各版管道仪表流程图 (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。

三、专业设计文件划分成版次

工程设计是在基础设计/初步设计的基础上开展的。生产控制方案和仪表选型在基础设计/初步设计阶段已基本确定，如果基础设计/初步设计审核会对控制方案和仪表选型没有提出修改意见，工程设计中可按确定的方案和仪表选型开展设计工作。

在工程设计两个阶段期间，专业的设计文件将划分成各个版次，在内容上由浅入深地发表。

对于系统专业/管道专业，一般需要完成七版设计。这 7 个版次如下所述。

基础工程设计阶段编制四版：

- ① 初版 (P&ID A 版)；
- ② 内部审查版 (P&ID B 版)；
- ③ 用户审查版 (P&ID C 版)；
- ④ 确认版 (P&ID D 版)。

详细工程设计阶段编制三版：

- ① 详 1 版（或称研究版，简称 P&ID E 版）；
- ② 详 2 版（或称设计版，简称 P&ID F 版）；
- ③ 施工版（简称 P&ID G 版）。

自控专业工程设计与总体工程设计也分为两个阶段：基础工程设计阶段和详细工程设计阶段，应出 P&ID A~G 版，共 7 版本。基础工程设计阶段 P&ID A~D 版 4 版，详细工程设计阶段 P&ID E~G 版 3 版。根据具体情况可少于 7 版。

基础工程设计阶段的进程及关系可概括如下。

① 在系统专业提交的 P&ID A 版原图上，自控专业审查主要检测、控制、联锁系统的设置是否合理、可行，仪表功能代号是否准确，完成 P&ID A 版（初版）。

② P&ID A 版用于有关专业作设备布置、管道走向、特殊管道和管架研究，它是自控专业及其他专业开展基础工程设计的主要依据之一。

③ 在系统专业提交的 P&ID B 版原图上，自控专业审查全部检测、控制、联锁系统的设置是否齐全，并编制仪表回路位号，完成 P&ID B 版（内审版）。

④ 在系统专业根据内审会的修改意见完成 P&ID C 版原图上，自控专业详细标注仪表回路的组成、仪表的形式等，完成 P&ID C 版（用户版）。P&ID C 版应有 95% 的完整性和准确性，以便用于用户审查。

⑤ 根据用户组织的设计审查会提出的审查意见，系统专业对 P&ID C 版修改后形成 D 版原图，经自控专业审查确认以后完成 P&ID D 版（确认版）。

详细工程设计阶段的进程及关系可概括如下。

① 配合系统专业完成的 P&ID E 版（详 1 版），是在 D 版的基础上根据制造厂商提供的最终版资料，以及管道、自控专业的变动和修改意见绘制的，用于管道和设备布置图的详 2 版（设计版）绘图。

② P&ID F 版（详 2 版），可根据需要发表，即管道、仪表、机泵等制造厂商的资料修改较大时才绘制。

③ P&ID G 版（施工版）是最终版，它是施工、安装、编制工艺操作手册以及开车、生产、事故处理的依据。

四、设计文件清单

（一）基础工程设计阶段的设计文件

- | | |
|------------------|---------------|
| ① 仪表索引； | ⑧ 仪表供电系统图； |
| ② 仪表数据表； | ⑨ 仪表电缆桥架布置总图； |
| ③ 仪表盘布置图； | ⑩ DCS-I/O 表； |
| ④ 控制室布置图； | ⑪ 主要仪表技术说明书； |
| ⑤ DCS 系统配置图（初步）； | ⑫ DCS 技术规格书； |
| ⑥ 仪表回路图； | ⑬ 仪表请购单； |
| ⑦ 联锁系统逻辑图或时序图； | |

（二）详细工程设计阶段设计文件

1. 采用常规仪表的工程项目完成的设计文件

（1）文字、表格类文件

- | | |
|-----------|-------------|
| ① 仪表设计规定； | ④ 报警联锁设定值表； |
| ② 仪表索引； | ⑤ 电缆表（管缆表）； |
| ③ 仪表数据表； | ⑥ 铭牌表； |

- ⑦ 仪表绝热伴热表；
- ⑧ 仪表空气分配器表；
- ⑨ 控制室内电缆表；
- ⑩ 电缆分盘表；
- ⑪ 仪表安装材料表；
- ⑫ 仪表技术说明书（主要仪表）；
- ⑬ 仪表施工安装要求。

(2) 图纸类文件

- ① 连锁系统逻辑图；
- ② 顺序控制系统时序图；
- ③ 继电器连锁原理图；
- ④ 仪表回路图；
- ⑤ 控制室布置图；
- ⑥ 仪表盘（操作台）布置图；
- ⑦ 闪光报警器灯屏布置图；
- ⑧ 半模拟盘流程图及接线图；
- ⑨ 继电器箱布置图；
- ⑩ 端子配线图；
- ⑪ 仪表供电系统图（供电箱接线图）；
- ⑫ 仪表穿板接头图；
- ⑬ 控制室电缆（管缆）布置图；
- ⑭ 仪表位置图；
- ⑮ 仪表电缆桥架布置总图；
- ⑯ 仪表电缆（管缆）及桥架布置图；
- ⑰ 现场仪表配线图；
- ⑱ 仪表空气管道平面图（系统图）；
- ⑲ 仪表接地系统图；
- ⑳ 仪表安装图。

2. 采用 DCS 的工程项目完成的设计文件

(1) 按常规仪表工程的要求完成与现场仪表相关的工程设计文件

(2) 完成与 DCS 相关的设计文件

- ① 设计文件目录；
- ② DCS 技术规格书；
- ③ DCS-I/O 表；
- ④ 连锁系统逻辑图；
- ⑤ 仪表回路图；
- ⑥ 控制室布置图；
- ⑦ 端子配线图；
- ⑧ 控制室电缆布置图
- ⑨ 仪表接地系统图；
- ⑩ DCS 系统配置图
- ⑪ DCS 监控数据表
- ⑫ 端子（安全栅）柜布置图。

(3) 在设计部门承担应用软件组态工作时，要完成的设计文件

- ① 工艺流程显示图；
- ② 各种显示画面编制（包括总貌、分组、回路、报警、趋势以及流程画面等）；
- ③ 重要工艺操作数据储存要求；
- ④ 外部通信连接要求；
- ⑤ 各类报表格式（包括小时、班、日、周、旬、月等报表）；
- ⑥ 其他必需文件。

整个自控专业工程设计文件分为文字、表格和图纸类。本篇内容在编写时不是按设计阶段进行分类的，而是按两个设计阶段所涉及设计文件的种类、性质进行分别讲述的。“新体制”中需要的文字、表格、图纸量很大，而且从 A 版到 G 版，虽说各版都有倾重的内容，但 7 个版下来整个的文字、表格、图纸工作量还是很大的。这反映了设计过程的严谨、规范，同时也说明不使用计算机从事工程设计，靠手工完成将是十分困难的。

第二节 自控工程设计的程序

自控工程设计的程序如图 1-1 所示，工作程序图反映自控专业在各版 P&ID 期间所要开展的各项设计工作。

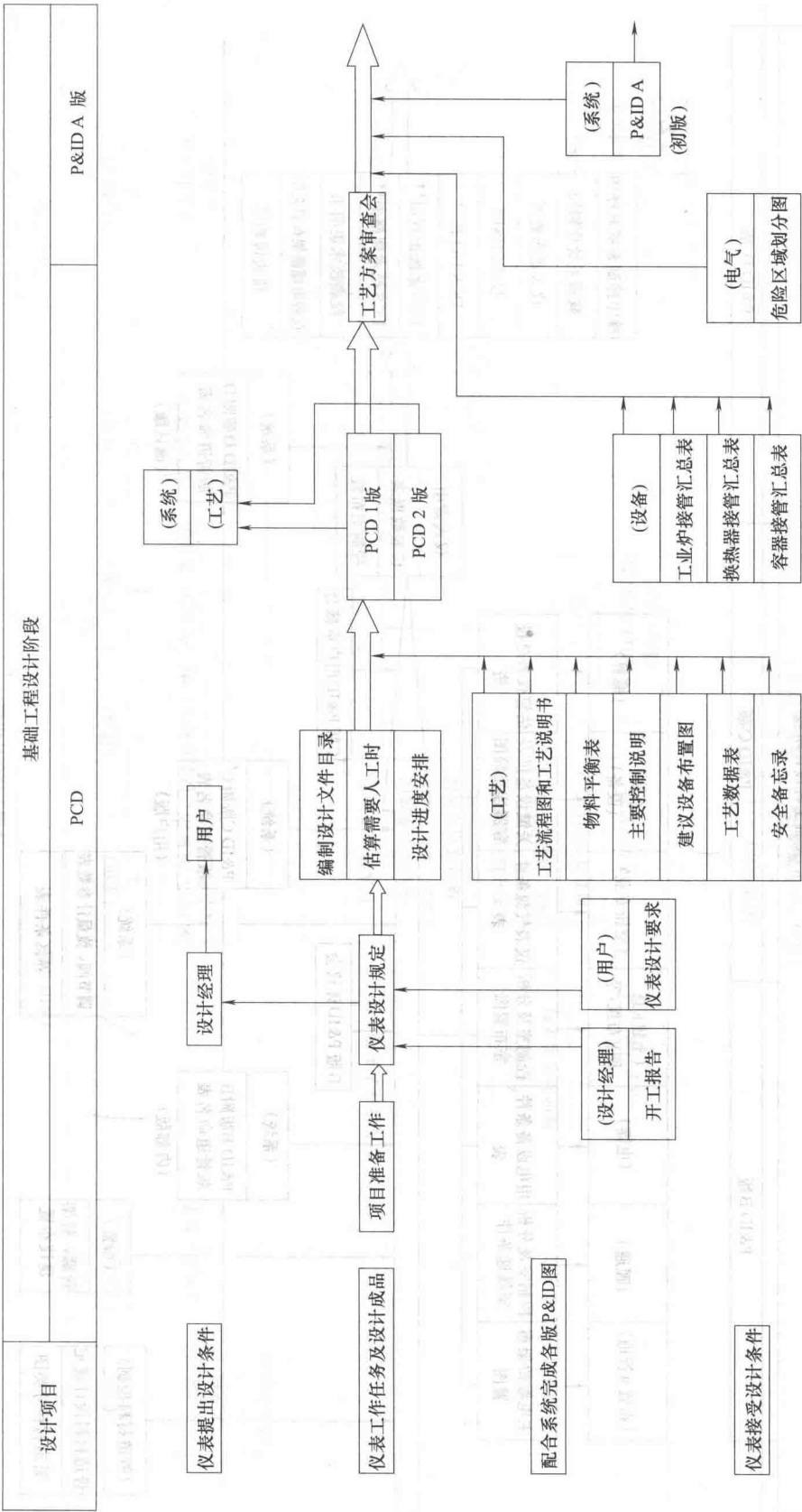


图 1-1