



高等学校教材

过程控制系统工程设计

周庆海 翁维勤 合编

化学工业出版社

高等学校教材

过程控制系统工程设计

周庆海 翁维勤 合编

化学工业出版社

424465

(京)新登字039号

内 容 提 要

本书主要介绍自动控制工程设计的内容、深度,设计的方法、步骤以及在自控设计中所应遵循的有关规程、规定和设计规范。

本书为高等学校自动化专业的教学用书,也可作为从事生产过程自动化工作的工程技术人员参考。

附 《过程控制系统工程设计》插页图袋

高 等 学 校 教 材
过程控制系统工程设计
周庆海 翁维勤 合编

责任编辑: 郑永吉

封面设计: 任 辉

★

化学工业出版社出版

(北京市朝阳区惠新里3号)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

★

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张 $15 \frac{1}{2}$ 插页7 字数386千字

1992年12月第1版 1992年12月北京第1次印刷

印 数1—2,000

ISBN 7-5025-1033-6/G·281

定 价4.70元

前 言

《过程控制系统工程设计》是根据生产过程自动化专业培养目标和课程设置的要求,根据我国多年来从事这一教学环节的工作实践编写而成的。

《过程控制系统工程设计》是一门实践性很强、涉及知识面较广的课程。它要求通过本课程的学习,使学生了解自动化工程设计的一般步骤,掌握自动化工程设计的有关规范、规定和设计内容、深度,并掌握有关自控图纸的画法和有关自控表格的编制方法。使学生在跨出校门、步入生产第一线之前就初步掌握自动化工程设计的基本内容和方法、步骤。

由于实际自控工程设计是随工业技术的进步而不断发展的,因此作为一本专业教材就需近期和远期兼顾。即要求它既反映当前自控设计的内容、规范和规定,又要反映自控设计今后的发展趋向。这两方面我们在教材中都作了反映,但是以当前设计方法为主。

本教材分十章进行编写,不适于作文字描述而需作为参考的材料以附录形式放于书末。本教材内容的第一至第四章及附录1至附录11由翁维勤同志编写,第五章至第十章及附录12、13由周庆海同志编写,全书合稿工作由周庆海同志完成。

本书由中国寰球化学工程公司谭丽贞同志主审。她为本书提出了许多宝贵的意见,编者根据她的意见对原稿进行了认真的修改和补充。这里向她表示真挚的谢意。此外,在编写本书过程中该公司王开邦、张孝华两同志为我们提供了不少有益的资料;我组贺继林同志热心地为我们完成了部分书稿的抄写工作,这里也一并表示谢意。

由于编者水平有限,书中定有不少缺点和错误,恳切地希望使用本教材的有关院校及各方面的读者提出批评和指正,编者将不胜感谢。

编者 1991年8月

目 录

绪论	1
第一章 自控工程设计的主要内容和方法步骤	2
第一节 自控设计的分阶段进行	2
一、初步设计	3
二、施工图设计	3
第二节 施工图设计完成的主要内容	3
第三节 施工图设计的方法步骤	8
第四节 自控设计与其他专业的协作关系	10
第五节 自控设计中常用标准和规定	12
第二章 工艺管道及控制流程图(PID)	14
第一节 控制方案的确定	14
第二节 工艺管道及控制流程图(PID)的绘制	15
第三节 图例符号的统一规定	17
一、图形符号	17
二、字母代号	18
三、仪表位号	19
第三章 自控设备表格的编制	22
第一节 仪表的选型	22
一、温度测量仪表的选型	24
二、压力测量仪表的选型	25
三、流量测量仪表的选型	28
四、物位测量仪表的选型	33
五、分析仪表的选型	33
六、显示仪表的选型	33
七、调节阀的选用	36
第二节 自控仪表规格表的编制	38
第三节 仪表汇总表的编制	48
第四章 控制室的设计	49
第一节 控制室的设计	49
第二节 仪表盘的设计	51
第三节 分散控制系统(DCS)的设计	58
一、DCS的设计方法	58
二、DCS控制室设计要求	59
第五章 仪表接线图的绘制	61
第一节 接线图的绘制方法	61
一、直接接线绘制法	61

二、相对呼应接线绘制法	61
三、单元接线绘制法	68
第二节 仪表盘背面电、气接线图的绘制	68
一、仪表盘背面电气接线图的绘制	69
二、仪表盘背面气动管线连接图的绘制	71
三、仪表盘背面电、气混合接线图的绘制	76
第三节 复杂调节系统图的绘制	76
第六章 信号报警联锁系统的设计	83
第一节 信号、联锁系统设计的基本原则	83
第二节 信号报警系统设计	83
一、信号报警系统的组成	83
二、信号报警系统的功能及动作	85
第三节 联锁系统的设计	86
一、联锁系统的基本功能和要求	86
二、联锁系统的附加功能	87
第七章 仪表供电、供气系统设计	88
第一节 仪表供电系统的设计	88
一、仪表对供电的要求	88
二、配电设计	90
三、仪表供电系统图的绘制	91
四、电器选择	91
第二节 仪表供气系统的设计	92
一、仪表对供气的要求	92
二、供气系统的设计	93
三、供气系统图的绘制	95
第八章 节流装置及调节阀的计算	99
第一节 节流装置的计算	99
一、节流装置计算的基本公式及取压方法	99
二、计算中有关参数确定	100
第二节 调节阀流通能力的计算	105
一、调节阀C值计算公式的推导	105
二、调节阀C值的计算	106
三、流量系数C的具体计算公式	107
第九章 自控设计中有关防护性措施的考虑	119
第一节 仪表及管线的保温设计	119
一、保温设计的目的	119
二、保温设计要求	119
三、保温对象	119
四、保温方法	119
第二节 仪表的隔离设计	120

一、仪表隔离的目的	120
二、膜片隔离	120
三、液体隔离	120
四、吹气、吹液隔离	122
第三节 仪表接地设计	123
一、接地的作用和要求	123
二、接地设计的原则和方法	124
第四节 仪表防爆设计	125
一、防爆设计的重要性	125
二、防爆等级的划分	125
三、防爆措施	125
第十章 自控设计中涉及的其他图纸及表格	128
第一节 自控设计中涉及的其他图纸	128
一、电缆、电线外部连接系统图	128
二、供电箱及接线端子箱接线图	128
三、气动管线外部连接系统图	130
四、接管箱接管图	130
五、电缆、管缆平面敷设图	130
第二节 自控设计中涉及的其他表格	135
一、差压式液位计数据表	135
二、电气设备材料表	135
三、综合材料表	141
四、管件加工件明细表	141
附录	142
附录 1 被测变量及仪表功能字母组合示例	142
附录 2 温度检测元件一览表	145
附录 3 温度检测元件保护管材质一览表	145
附录 4 温度变送器主要技术性能	146
附录 5 压力变送器及基地式仪表的主要技术性能	147
附录 6 各种节流装置特征表	148
附录 7 取压装置的形式及特点	149
附录 8 根据公称通径及被测介质选用节流件	150
附录 9 差压变送器的主要技术性能	151
附录 10 调节阀材质选择时用抗腐蚀材料表	152
附录 11 仪表数据表	155
附录 12 国产部分盘装和架装仪表外形尺寸及接线(管)图	178
附录 13 部分引进仪表的外形尺寸及接线图	220

绪 论

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的全部工作。对于生产过程自动化专业的本科学生,在修完各专业课程后,作一次自控工程设计的实践是十分必要的。

1. 学习自控工程设计的重要性

工程设计是工程建设中很重要的一个环节,对整个工程起着指导的作用。作为生产过程自动化一类工科专业的学生,从事自控工程设计将是毕业后工作任务中的一项重要内容。因此,在校学习阶段能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极为重要的。在老师的指导下,经过自控工程设计的训练后,学生毕业后走上工作岗位,若要从事自控工程设计方面的一些工作,可大大缩短熟悉的过程。

学习工程设计也是本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《控制工程》课所学的知识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(调节及检测仪表)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课程设计的全面训练后,将会使同学们体会到各专业课所学知识的有机结合和综合应用的重要性。

2. 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,这些基本上在前几年的课堂教学中已学习过了。与此同时,尚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。这一过程涉及到查阅各种设计资料的能力培养。由于牵涉面较广,也不是几堂课所能讲述清楚的。所以,整个工程设计的学习,只能边干边学。在进行自控工程的模拟设计时,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,在绘制众多的自控设计图纸过程中,训练、提高工程设计图纸的绘制能力。

第一章 自控工程设计的主要内容和方法步骤

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等系统的设计及有关的程序控制、信号报警和联锁系统的设计。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。

工程设计,一般有新建项目的工程设计、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。

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,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研究,从实践中取得第一手资料,才能作出正确的判断,做出合理的设计。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。

自控工程设计常用的方法是由工艺提条件,而自控与工艺一起讨论确定控制方案,确定必要的中间贮槽及其容量,确定合适的设备余量,确定开、停车以及紧急事故处理方案等等。这种设计方法对合理确定控制方案,充分发挥自控专业的主观能动性是有益的。但在实际设计过程中,尤其对一些新工艺,有时是由工艺专业提条件并确定自控方案,自控专业按条件进行设计,国外的某些公司就采用这种做法。

第一节 自控设计的分阶段进行

工程设计要分阶段进行,主要有以下几方面的原因:

(1) 便于审查。任何一项工程在立项后,从投资规模、技术要求、现场条件等方面均需经有关部门审核批准,才能使整个工程按照科学的态度、正确地完成设计、施工任务。因此,设计分阶段进行,便于有关部门的审核,使设计工作逐步向深度展开。

(2) 随时纠正错误,以免施工中返工。设计工作是一项繁杂的工作。即使经过周密的考虑,总难免出现一些差错,如果不及时发现、纠正,必将在施工中出现返工,造成经济损失。分阶段进行设计,有利于经过多次审核、把关,及早发现问题,随时纠正,使施工中的返工现象尽量避免。

(3) 协调各专业之间的矛盾。一项工程的设计工作要涉及多个专业,各专业之间需互相配合、及时通气,才能使整个工程设计合理、完善。这样,分阶段的设计,给各专业之间互相协调与配合创造了有利条件。

工程设计的阶段划分方法是多种的,国内过去一般分为两个阶段,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进行设计,即初步设计、扩大初步设计和施工图设计。近年来也有称为:基础设计、初步设计阶段和工程设计阶段。国外工程设计往往分为三个阶段:一是为编制各专业的工艺包,二是基础工程设计,三是详细设计。虽然多种分法名称不一,但内容大致是相同的。

下面将介绍各阶段设计的主要内容。

一、初步设计

初步设计的主要目的是为了上报有关部门作为审批的依据，并为订货作好必要的准备。因此它应完成的主要内容为：

1. 设计说明书

要全面讲清设计意图和依据，便于领导部门及施工单位了解控制系统的概况。具体来说应阐明设计指导思想与设计依据，对工艺流程与环境特征有一简单介绍。确定自动化水平和控制方案，提出仪表选型及采用新技术的依据，并对重要的复杂系统的选用加以说明。此外要提出动力供应（电、气）所需要的容量及对控制室的初步设想。最后还应考虑到设计中可能存在的重大问题。

2. 工艺控制流程图

在和工艺人员共同协商下，确定重要的控制点及所有控制系统。然后按规定的符号及标准，在工艺流程图的基础上绘制出带控制点工艺流程图。

3. 主要仪表设备、材料汇总表

它是进行概算与提出供货的依据。要列出主要仪表和元器件及表盘，保温箱、电缆、补偿导线、管缆、特种金属管材、合金钢等设备材料的名称、规格、型号和数量。

4. 初步设计概算

自控设计概算是工程总概算中的一部分，概算内容包括设备费、材料费、安装费等。概算工作应根据国家有关部门制定的规定和要求来进行。通过概算，能确定自控部分的投资及占整个工程总投资的比例，以便进一步合理选用仪表，使资金使用恰当。

二、施工图设计

这部分内容也是本书要讨论的主要内容，在下节中进行全面的介绍。

第二节 施工图设计完成的主要内容

施工图设计是在初步设计经审批后，进一步编制图纸资料的工作。最后所完成的施工图作为进行施工用的技术文件。为此，必须从施工的要求出发，解决设计中的细节部分，一切技术问题均应在施工图中交待清楚。

施工图的内容和深度，根据各设计部门的不同标准和要求，完成的图纸、文件也有所不同。国内曾按化工部84年的深度统一规定，提出了自控施工图设计文件的内容和组成顺序如下：

- (1) 自控图纸目录；
- (2) 说明书；
- (3) 自控设备汇总表；
- (4) 自控设备表；
- (5) 综合材料表；
- (6) 电气设备材料表；
- (7) 电(管)缆表；
- (8) 测量管线表；
- (9) 仪表及管线绝热伴热保温表；
- (10) 节流装置计算数据表；

- (11) 调节阀计算数据表;
- (12) 差压式液位计数据表;
- (13) 管件加工件明细表;
- (14) 闪光信号报警器正面图;
- (15) 供电系统图;
- (16) 信号及联锁原理图;
- (17) (控制室)仪表盘正面布置总图 (包括控制室平面布置图);
- (18) 仪表盘正面布置图;
- (19) 半模拟盘正面布置图;
- (20) 继电器箱正面布置图;
- (21) 仪表盘背面电气接线图;
- (22) 半模拟盘背面电气接线图;
- (23) 继电器箱电气接线图;
- (24) 仪表盘背面气动管线连接图;
- (25) 仪表供气空视图 (或仪表供气系统图);
- (26) 仪表及管线伴热保温供汽空视图 (或仪表及管线伴热保温供汽系统图);
- (27) 气动管线外部连接系统图;
- (28) 接管箱接线图;
- (29) 电缆、电线外部连接系统图;
- (30) 供电箱 (或接线端子箱) 接线图;
- (31) 电缆、管缆平面敷设图;
- (32) 复杂控制系统图;
- (33) 非标准部件安装制造图;
- (34) 工艺管道及控制流程图。

近年来,中国化工勘察设计协会(CSD),参照国内外工程设计的特点,对工程设计阶段(施工图设计),仪表(自控)专业的内容和深度,规定以下文件、图纸目录,工程中可酌情增减:

- (1) 仪表专业工程设计阶段成品目录;
- (2) 说明书;
- (3) 仪表索引;
- (4) 仪表数据表 (包括流量、压力、温度、液位仪表和调节阀、单元组合仪表、分析仪表、计算机系统、仪表盘等);
- (5) 仪表汇总表;
- (6) 仪表安装材料表;
- (7) 电气设备材料表;
- (8) 电缆表;
- (9) 管缆表;
- (10) 仪表绝热、伴热一览表;
- (11) 铭牌表;
- (12) 信号及联锁原理图;

- (13) 供电系统图;
- (14) 控制室仪表盘正面布置总图;
- (15) 仪表盘正面布置图;
- (16) 半模拟盘正面布置图;
- (17) 架装仪表框架正面布置图;
- (18) 继电器箱正面布置图;
- (19) 闪光信号报警器正面图;
- (20) 仪表盘背面电气接线图;
- (21) 半模拟盘背面电气接线图;
- (22) 架装仪表框架正面电气接线图;
- (23) 继电器箱电气接线图;
- (24) 闪光信号报警器接线原理图;
- (25) 仪表盘背面气动管路连接图;
- (26) 操作台正面布置图;
- (27) 操作台背面电气接线图;
- (28) 仪表位置图;
- (29) 控制室电缆、管缆平面敷设图;
- (30) 电缆、电线外部连接系统图;
- (31) 管缆、管路外部连接系统图;
- (32) 回路图索引;
- (33) 回路图;
- (34) 仪表供气空视图(或系统图);
- (35) 仪表及测量管路伴热供气空视图(或系统图);
- (36) 空气分配器连接表;
- (37) 仪表安装图索引;
- (38) 仪表管路连接图;
- (39) 现场仪表安装支架图;
- (40) 仪表绝热和伴热(蒸汽)保温图;
- (41) 温度检测仪表和元件连接图;
- (42) 非标准部件制造安装图;
- (43) 管道仪表流程图(PID)。

综观这两种对施工图的内容和深度要求,其许多部分都是相同的,主要差别是对自控工程中所采用的仪表设备的表述方式不一。前者主要采用自控设备表,后者则采用仪表数据表、回路图等形式。目前国内自控工程设计的新标准和规定正在修订之中,到时可按新标准要求完成自控工程设计。但无论采用何种设计标准和规定,其基本内容是相似的,下面先对工程设计阶段(施工图设计)中要求的文字、图纸内容简要介绍一下,使大家对工程设计有一个初步的了解。

1. 说明书

本说明书是对施工部门阐明仪表工程施工、检验、试验的方法、程序和要求。

2. 仪表索引

所有设计文件中的仪表,凡是有位号的仪表均引入本索引中,索引还注明与仪表有关的其他文件的图号。仪表索引的编制是便于施工及生产人员查找有关文件用的。

3. 仪表数据表

包括重要的工艺、机械数据和技术要求。

4. 仪表汇总表

对盘装、架装、就地仪表以及仪表盘、操作台等按不同的型号、规格统计的总台件数。

5. 仪表安装材料表

仪表固定安装所需用的材料,如管件、阀门、取压(样)和信号管路以及仪表支架的型钢、保护(温)箱等进行列表。

6. 电气设备材料表

设计中所采用的电气设备以及电气设备、电动仪表安装、接线所采用的电气材料,如开关、按钮、信号灯、继电器以及电缆、电线。

7. 电缆表

表示主电缆、支电缆的连接关系,表明电缆编号、型号、规格及长度,以及保护管的管径及长度,对中小型装置亦可用电缆、电线外部连接系统图代替。

8. 管缆表

表示主管缆、支管缆的连接关系。表明管缆的编号、型号、规格及长度。对中、小型装置可用管缆、管线外部连接系统图代替。

9. 仪表绝热、伴热一览表

列出需要保温、伴热的仪表及其保温、伴热的类型和材料。

10. 铭牌表

列出盘装仪表各位号所对应的仪表用途、报警状态等。

11. 信号及联锁原理图

本图为信号报警和联锁系统中所有电气元(器)件的电气接线原理图。

12. 供电系统图

表明电源箱、供电箱或配电板对仪表盘、操作台、设备或仪表以及就地供电箱(接线箱)或仪表的供电方式。

13. 控制室平面布置图

表明控制室的所有仪表装置的安装位置,例如仪表盘、操作台、计算机柜、辅助箱(柜)、仪表托架等的安装位置。在中、小型装置中可不单独绘制此图,而绘制在仪表盘正面布置总图上即可。

14. 仪表盘正面布置总图

本图表明一个控制室中所有盘装仪表在若干块仪表盘上的正面排列,图中对于每台仪表只需标明其位号,而不必编制设备表。在中小型布置图中,则应包括控制室平面布置图。

15. 仪表盘正面布置图

本图表明仪表在仪表盘上的正面排列,其比例一般为1:10,需要编制设备表。对于中、小型装置,若未绘制仪表盘正面布置总图时,则还应包括控制室平面布置图。

16. 半模拟盘正面布置图(如需要)

表明生产装置的主要工艺设备、管道以及主要控制系统和检测点,如果需要,还应包括机泵、阀门运行状态的信号灯。用色标编号的方法表示各种状态。

17. 架装仪表框架正面布置图 (如需要)

本图表明架装仪表如DDZ-Ⅲ仪表与相似仪表的配电器、安全栅、运算器、温度变送器以及电源箱、供电箱等在框架式仪表盘的后框架、通道式仪表盘的后框架上的布置。

18. 继电器箱正面布置图 (如需要)

表明继电器箱内继电器的正面排列。如继电器箱选用非定型产品, 则要绘制继电器箱的结构图。

19. 闪光信号报警器正面图和接线原理图

表明闪光信号报警器各个报警窗口光字牌注字的内容以及报警器与外部报警接点, 消音和试灯按钮的原理接线。如报警点不多, 可不绘制本图。

20. 仪表盘背面电气接线图

本图表明盘装仪表的输入输出电动信号接线 (包括信号报警、联锁) 与交直流供电等接线。

21. 半模拟盘背面电气接线图

本图表明半模拟盘上各种信号灯的电气接线。

22. 架装仪表框架正面电气接线图

表明架装仪表的输入输出电气信号接线, 供电接线以及电源箱、供电箱的接线。

23. 继电器箱电气接线图

本图表明各继电器的供电及输出接点的接线。

24. 仪表盘背面气动管路连接图

本图表明盘装气动仪表的输入输出气动信号管路以及气动管路的连接。

25. 操作台正面布置图 (如需要)

本图表明仪表及开关、按钮、信号灯等在操作台上的正面排列。如操作台选用非定型产品, 应绘制结构 (尺寸) 图。

26. 操作台背面电气接线图

本图表明操作台上的仪表以及开关、按钮、信号灯、计算机接口等的电气接线。

27. 仪表位置图 (也可用电缆、管缆平面敷设图表示)

本图表明现场安装仪表如变送器、测温元件、调节阀的安装位置和标高。但一般仪表, 如压力表与就地温度指示仪可不标明。此外, 下列设施的位置和标高要标明:

所有的接线箱以及接线箱和控制室之间的电缆桥架, 并标明桥架上敷设的电缆编号。但本图不需标明接线箱和仪表之间的电缆位置及电缆桥架 (如需要), 这部分将在施工现场确定。

若不采用接线箱时, 则需标明所有电缆的走向及编号。

28. 控制室电缆、管缆平面敷设图

表明进出控制室的电缆、管缆在控制室内的平面敷设, 并注明其标高及编号。必要时应绘制剖视图, 标明电缆的走向。

29. 电缆、电线外部连接系统图

本图表明从仪表盘到现场接线箱或现场仪表的电缆、电线、保护管的连接, 并标注其编号、型号、规格、长度。也可用电缆表代替本图。当采用了现场接线箱时, 一定要编制电缆表, 则本图可不绘制。

30. 管缆、管路外部连接系统图

本图表明从仪表盘到现场接管箱或现场仪表的管缆、管路的连接,并标注其编号、型号、规格、长度。也可用管缆表代替本图。当采用了现场接管箱时,则一定要编制管缆表,这样本图可不绘制。

31. 回路图索引

本表包括仪表位号以及该仪表在回路图中的负号,以便于查找。

32. 回路接线图

本图表明调节回路或测量回路中所有仪表单元的连接线路,并标注接线箱、接管箱及其连接端子的编号。

33. 仪表供气空视图 (在不使用空气分配器时)

本图按比例以空视图的形式表明所需要供气的仪表位置和供气管路的走向,注明供气管路的规格、长度,以及管件的规格。(也可用仪表供气系统图代替本图)

34. 空气分配器连接表

本表表明供气仪表与空气分配器之间气源管路连接所用管子规格材料,管道编号,长度及有关的仪表位号。

35. 仪表安装图索引

包括仪表位号以及该仪表在仪表管路连接图、仪表绝热和伴热(蒸汽)保温图、温度检测仪表和元件连接图、仪表支架图等图中的图号,为查找上述图号提供方便。

36. 仪表管路连接图 (复用图)

本图包括测量管路连接图、气动管路连接图、气源管路连接图及其仪表安装材料编号表。

37. 现场仪表安装支架图 (复用图)

本图包括现场仪表安装支架制造图和安装图。适用于现场变送器、接受仪表保护(温)箱等的安装。

38. 就地检测仪表和元件安装图

本图表示就地检测仪表和检测元件在设备和管道上的安装方法及安装所用的材料。

39. 非标准部件安装制造图 (如需要)

本图按加工制造要求表明本工程设计项目所需要的非标准部件的制造及安装图。

40. 管道仪表流程图 (PID)

本图表明工艺流程图中的检测点和控制系统。可由仪表专业与工艺系统专业共同完成此图。

本书将在下面各章节中,对施工图设计中的一些技术性较强的主要部分,进行较为详细的分析和讨论。在了解和掌握本书所介绍的各章内容后,相信将能根据不同部门的不同设计标准和要求进行演化,去完成工程设计的任务。

第三节 施工图设计的方法步骤

施工图设计的技术文件具有上节提到的这些内容,在接到一个工程项目后,进行自控施工图设计时,按照什么样的方法步骤来完成这些内容的呢?本节将介绍完成各项内容的先后顺序和它们之间相互的关系,而对于一些重要环节的详细讨论在后面各节中分别进行。在设计中与各专业的相互关系将在第四节中介绍。

1. 熟悉工艺流程。

这是自控设计的第一步。一个成功的自控设计，自控设计人员对工艺熟悉和了解的深度将是重要的因素。在这阶段还需收集工艺中有关的物性参数。

2. 确定自控方案，画出工艺管道及控制流程图。

了解工艺流程，并在和工艺人员协商后，定出各检测点、控制系统，确定全工艺流程的自控方案，在此基础上可画出工艺管道及控制流程图（PID图）。

3. 仪表选型，编制自控设备表。

从确定的控制方案和所有的检测点，按照工艺专业所提供的数据及仪表选型的原则，查阅有关部门汇编的产品目录和厂家的产品样本与说明书，选定检测、变送、显示、调节等各类仪表的规格、型号。并编制出自控设备表或仪表数据表（规格表）、回路图等及自控设备汇总表。

4. 控制室设计，画出仪表盘正面布置图。

自控方案确定，仪表选型后，根据工艺特点，可进行控制室的设计。在控制室的设计中，首先考虑仪表盘的正面布置，然后完成控制室平面布置图、仪表盘平面布置总图和仪表盘正面布置图，并进行控制室的设计，向土建、暖通、电气等专业提出有关条件。

5. 盘后配线，画出仪表盘背面接线图。

在确定了仪表盘正面布置图后，按照选用仪表的背面接线端子的位置、检测及控制系统的组成要求，进行盘后配线，画出仪表盘背面接线图。

6. 进行调节阀及节流装置的计算，列出调节阀与节流装置的计算数据与计算结果。

控制方案已定，所需的节流装置、调节阀的位置和数量也都已确定，根据工艺数据和有关计算方法进行计算，分别列出仪表数据表中调节阀及节流装置计算数据与结果。并将调节阀大小等有关条件提供给管道专业，供管道设计之用。

7. 复杂控制系统图的绘制。

整个自控方案中，除一般的单回路反馈调节系统外，其他的控制回路如串级、比值等调节系统，属于复杂控制系统，需根据选用的仪表，按系统的要求，进行仪表的外部连接，画出各个复杂控制系统图。对于CSD的规定，在回路图中已包括，毋需再另外画出复杂控制系统图。

8. 供电系统图及仪表供气系统图的绘制。

自控系统的实现不仅需要供电，还需供气（压缩空气作为气动仪表的气源，对于使用电动仪表的场合，由于目前调节阀还大量使用气动调节阀，所以气源也是不可少的）。为此需按照仪表的供电、供气负荷大小及配制方式，画出供电系统图及仪表供气系统图。

9. 依据施工现场的条件，绘制控制室与现场间联系的有关图纸，绘制有关表格。

等土建、管道等专业的施工图设计基本完成后，自控专业的现场条件也就清楚了。此时按照现场的仪表设备的方位、控制室与现场的相对位置及系统的联系要求，进行仪表管线的配制工作，在此基础上可列出有关的表格和画出有关的图纸。如列出电（管）缆表、测量管线表、仪表及管线绝热伴热保温表等，画出仪表及管线伴热保温供汽系统图、气动管线外部连接系统图、接管箱接管图，电缆、电线外部连接系统图、供电箱接线图及电缆、管缆平面敷设图等。

10. 根据自控专业有关其他设备、材料的选用情况，编制相应的表格。

自控专业除了进行仪表设备的选用外，这些仪表设备在安装过程中，还需要选用一些有关的其它设备和材料。对这些设备和材料需根据施工要求，进行数量统计，对一些非标准件

还需画出安装制造图。为此需编制出一些统计表格,如综合材料表、电气设备材料表、管件加工件明细表等。并视需要绘制非标准件安装制造图。

11. 设计工作基本完成后,编写说明书、自控图纸目录。

在设计开始时,先初定应有的图纸内容及目录,待整个工程的设计工作基本完成后,就设计中需要说明的一些问题,编写说明书。并对所有的设计图纸资料,按规定的顺序要求,进行复核,列出全套施工图设计的图纸目录。

至此,自控施工图设计的全部工作始告完成。

第四节 自控设计与其他专业的协作关系

自控设计与其他专业的协作关系可归纳如下。

1. 提出设备上有关控制和检测仪表的接管尺寸条件。

2. 向电气专业提出仪表专用的电源条件(包括各种电压等级的交流电源和事故电源)、照明要求(包括控制室、分析器室和现场操作室等的照明要求)和接地技术要求等条件。对于电气专业放置在仪表盘、箱、台上的电气控制元件(如开关、按钮、信号灯等),其选型由两个专业共同商量,其安装设计由仪表专业负责,原理图设计和电缆连接由电气专业完成。设计过程中应互相协作。

3. 向管道设计专业、管道材料控制专业提出仪表蒸汽伴热系统一览表、仪表空气分配器及仪表专业用其他流体(如分析器用氮气、供仪表吹堵用的水或其他流体)的接管点。

4. 核对管道安装图上的仪表取源部件和调节阀安装位置。

5. 向土建、暖通、给排水、空压、概算等专业提出有关设计条件。

图1为自控工程设计的工作程序图,说明了整个设计工作的程序,也反映了在自控设计过程中与其他各专业的协作关系。

在设计过程中自控与管道设计专业的联系最为密切,相互交叉及衔接的部位很多,所以在有些设计规程中,还规定了仪表专业与管道设计专业的设计分工,分工的主要内容如下:

1. 仪表位置:仪表检测元件、变送器和就地仪表安装位置确定后,管道专业在管道平面设计图上应标明仪表安装位置,仪表专业在仪表位置图上也应标上安装位置,并互通图纸、资料。

2. 电缆和管缆托架:主电缆、管缆的位置、走向、标高等在设计开始时由管道专业规划提出

3. 仪表空气管线:仪表空气管线的走向和仪表空气分配器的位置由两专业负责人协商决定。仪表空气管线(Dg25和Dg25以上)由管道设计专业设计,进入仪表盘内的仪表空气管线由仪表专业负责。

4. 仪表连接:管道和仪表之间的分界,是以未安装仪表时,管道是密封系统来考虑的。因此连接在管道上仪表用的阀门、管线以及与仪表连接所用的螺栓、螺母、垫片等,由管道专业负责,或仪表专业按管道等级选用。

5. 孔板及流量检测元件的上、下游直管段安装长度按管道设计专业规定设计,仪表专业审核。

6. 压力表、温度计连接点前后的直管段长度,按管道设计专业规定设计。仪表专业若有特殊要求,应提出备忘录。

7. 调节阀:当需要旁路管时,旁路管由工艺专业负责。