

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。

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很重要的环节，对整个工程项目起着指导作用。作为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十分必要的。在老师的指导下，通过自控工程设计的训练，学生毕业后走上工作岗位，一旦要做自控工程设计方面的一些工作，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行的一个极好的过程。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设计的全面训练后，将使学生深深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. 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，这些基本上在相关课程的教学过程中已学习过了。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。由于涉及面广，也难以通过几节课讲述清楚的。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。

3. 自控工程设计的发展概况

近几十年来，随着自动化技术工具的发展以及新型过程控制系统的出现，设计工作的内容、程序和方法有了较大的变化。尤其当进入 20 世纪 80 年代以后，微电子技术推动了计算机的迅猛发展，使得过程控制所采用的仪表、设备等发生了根本性的改变。这些更促使自控工程设计工作进行全面的调整。

在 20 世纪 50、60 年代，当时在工业过程中，尤其在石油、化工生产过程中，大量使用气动仪表，以满足防爆的要求。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 型仪表问世,本质安全防爆的性能,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,无论是气动仪表或是电动仪表,都属于常规仪表。因此,在自控工程设计,基本的程序和方法内容是相似的。中国在 70、80、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了应用。分散控制系统与传统常规仪表的控制有着决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,我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。

4. 本书的编写宗旨

本书的编写首先是为了自动化专业的学生,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的内容和程序外,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。考虑到目前的设计图纸,基本上采用计算机绘图,所以在本书的后面,扼要介绍计算机辅助设计,了解 AutoCAD 的概况。

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。

第一章 自控工程设计的任务和方法步骤

第一节 自控工程设计的任务

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设计，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其附件、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。

按照当前实施的设计“新体制”（本章下面将作详细介绍）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 (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) 编制仪表采购单，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、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。

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。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，自控与工艺专业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，有时主要是由工艺专业提出条件并确定控制方案，自控专业进行设计，某些国外的公司就采用这种做法。

第二节 自控工程设计的体制

20 世纪 70 年代，当时的燃料化学工业部，曾颁布了一个自控工程设计施工图深度规定，作为自控工程设计的行业标准。到了 80 年代，原化学工业部颁发了《化工工厂自控设计施工图内容深度统一规定》（CD 50A2—84），这个国家行业标准一直沿用了十来年。90 年代原化学工业部在修改补充这个深度统一规定的基础上，重新颁布了新的行业标准《自控专业施工图设计内容深度规定》（HG 20506—92）。以上这些规定统称为老设计体制，它们规定的内容和深度，仅适用于采用常规仪表的化工等生产过程的施工图设计。为满足 90 年代国内大量使用 DCS 系统，原化学工业部在 1995 年发布了《分散型控制系统工程设计规定》（HG/T 20573—95），作为化工自控工程设计采用分散型控制系统（DCS）的技术规定。1998 年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》（HG/T 20636~20639），作为推行国际通用设计体制和方法的国家行业标准。这个设计规定称为新体制。

目前，在自控工程设计中，处于新老体制交叉阶段。因此，有必要在重点介绍设计新体制的同时，对曾被长期使用过的且当前在有些部门还习惯应用的老体制，进行概要的叙述。让读者既掌握新体制的设计方法，又能了解和看懂按老体制设计的自控工程设计图纸、文件。

一、老设计体制

（一）老设计标准 CD 50A2—84)

原化学工业部在 1984 年发布了《化工工厂自控设计施工图内容深度统一规定》（CD 50A2—84），在这个深度统一规定中，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； | (17) (控制室) 仪表盘正面布置总图(包括控制室平面布置图)； |
| (2) 说明书； | (18) 仪表盘正面布置图； |
| (3) 自控设备汇总表； | (19) 半模拟盘正面布置图； |
| (4) 自控设备表； | (20) 继电器箱正面布置图； |
| (5) 综合材料表； | (21) 仪表盘背面电气接线图； |
| (6) 电气设备材料表； | (22) 半模拟盘背面电气接线图； |
| (7) 电(管)缆表； | (23) 继电器箱电气接线图； |
| (8) 测量管线表； | (24) 仪表盘背面气动管线连接图； |
| (9) 仪表及管线绝热伴热保温表； | (25) 仪表供气空视图(或仪表供气系统图)； |
| (10) 节流装置计算数据表； | (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)； |
| (11) 调节阀计算数据表； | (27) 气动管线外部连接系统图； |
| (12) 差压式液位计数据表； | (28) 接管箱接线图； |
| (13) 管件加工明细表； | |
| (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； | |

- | | |
|----------------------|------------------|
| (29) 电缆、电线外部连接系统图； | (32) 复杂控制系统图； |
| (30) 供电箱（或接线端子箱）接线图； | (33) 非标准部件安装制造图； |
| (31) 电缆、管缆平面敷设图； | (34) 工艺管道及控制流程图。 |

在这个设计规定中，还针对上述施工图设计的 34 项内容，附有一份详细的设计示意图及表格，有利于设计人员参照执行。设计规定（CD 50A2—84）多年来一直被化工、石油化工、轻工等部门广泛采用，发挥了应有的作用。

随着工业过程自动化水平的不断提高，尤其是工程项目与国外全方位的合作，设计规定（CD 50A2—84）已难以满足自控工程设计的需要。在原化学工业部新的规定出台前，中国化工勘察设计协会（CSD）曾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，规定了 43 项设计文件和图纸，在工程中可酌情增减。这个设计规定与原化学工业部 1993 年发布的规定是相似的。

（二）过渡设计标准 HG 20506—92

1993 年 5 月 17 日原化学工业部发布了《自控专业施工图设计内容深度规定》（HG 20506—92），并于当年 9 月 1 月开始作为自控工程设计的行业标准予以实施。这个标准同样属于老设计体制，但由于新设计体制刚颁布不久，目前尚处于新老体制交接阶段，老设计体制在使用常规仪表的自控工程设计项目中还有应用。因此称其为过渡设计标准。

《自控专业施工图设计内容深度规定》（HG 20506—92）内容包括：总则、自控施工图设计文件的组成、符号统一规定、设计文件内容说明及图（表）示例。按照这个规定，自控施工图设计文件的内容包括 40 项。这个过渡设计标准与原设计规定（CD 50A2—84）相比，主要是引出了仪表回路接线图、仪表盘端子图，它们在新体制中也被沿用。

（三）分散型控制系统工程设计规定（HG/T 20573—95）

分散型控制系统工程设计规定（HG/T 20573）是由原化学工业部 1995 年 8 月 28 日发布，并于当年 11 月 1 日开始实施，为化工自控工程设计采用分散型控制系统（DCS）而制订的技术规定。主要是针对用户在设备选型、工程设计时应着重考虑的一些问题而做出的规定，如对 DCS 采用原则、系统配制要求、可靠性要求、采用的工程设计程序和任务，以及 DCS 系统组态等问题做出了规定。全规定包括以下 13 项内容，以及两个附录和编制说明。

- | | |
|----------------|---------------------|
| (1) 总则； | (8) 电源、电线； |
| (2) DCS 采用原则； | (9) 电气接地； |
| (3) DCS 基本功能； | (10) 基础设计和工程设计的任务； |
| (4) DCS 的基本构成； | (11) DCS 应用软件组态； |
| (5) DCS 电源； | (12) DCS 的检验、安装、调试； |
| (6) DCS 可靠性； | (13) 编制 DCS 技术规格书。 |
| (7) 控制室； | |

编制说明

本规定虽然发布在新体制之前，但有关 DCS 工程设计程序等条文，是按照设计新体制要求编制的。况且对 DCS 的工程设计，设计新老体制的区别不是很大。因此，这个规定不论是对执行设计新体制还是执行老体制的情况都是适用的。

二、国际通用设计体制（HG/T 20636 ~ 20639）

国家石油和化学工业局于 1998 年 6 月 22 日发布了《化工装置自控工程设计规定》（HG/T 20636 ~ 20639），这个规定被称为“新体制”，即国际通用设计体制。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、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。

《化工装置自控工程设计规定》是把自控专业工程设计阶段应完成的工作，所需涉及到的设计程序、设计方法、设计内容、设计管理等方面规定，以及工程设计所需用的图表、标准规范而综合编制成的行业标准。它较全面地反映了“新体制”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。同时也反映了 ISO 9001 标准对设计质量保证提出的各项要求。

本设计标准适用于化工、石油化工、石油、轻纺、国防等行业的自控专业工程设计。

《化工装置自控工程设计规定》包括 4 项化工行业标准，共含 22 个分规定，具体内容如下。

1. 《自控专业设计管理规定》(HG/T 20636) (含 10 个分规定) ;
 - (1) “自控专业的职责范围” (HG/T 20636.1);
 - (2) “自控专业与工艺、系统专业的设计条件关系” (HG/T 20636.2);
 - (3) “自控专业与管道专业的设计分工” (HG/T 20636.3);
 - (4) “自控专业与电气专业的设计分工” (HG/T 20636.4);
 - (5) “自控专业与电信、机泵及安全(消防)专业的设计分工” (HG/T 20636.5);
 - (6) “自控专业工程设计的任务” (HG/T 20636.6);
 - (7) “自控专业工程设计的程序” (HG/T 20636.7);
 - (8) “自控专业工程设计质量保证程序” (HG/T 20636.8);
 - (9) “自控专业工程设计文件的校审提要” (HG/T 20636.9);
 - (10) “自控专业工程设计文件的控制程序” (HG/T 20636.10)。
2. 《自控专业工程设计文件的编制规定》(HG/T 20637)(含 8 个分规定)
 - (1) “自控专业工程设计文件的组成和编制” (HG/T 20637.1);
 - (2) “自控专业工程设计用图形符号和文字代号” (HG/T 20637.2);
 - (3) “仪表设计规定的编制” (HG/T 20637.3);
 - (4) “仪表施工安装要求的编制” (HG/T 20637.4);
 - (5) “仪表采购单的编制” (HG/T 20637.5);
 - (6) “仪表技术说明书的编制” (HG/T 20637.6);
 - (7) “仪表安装材料的统计” (HG/T 20637.7);
 - (8) (仪表辅助设备及电缆、管缆的编号) (HG/T 20637.8)。
3. 《自控专业工程设计文件深度的规定》(HG/T 20638)
4. 《自控专业工程设计用典型图表及标准目录》(HG/T 20639) (含 3 个分规定)
 - (1) “自控专业工程设计用典型表格” (HG/T 20639.1);
 - (2) “自控专业工程设计用典型条件表” (HG/T 20639.2);
 - (3) “自控专业工程设计用标准目录” (HG/T 20639.3)。

第三节 自控工程设计的阶段划分和设计内容

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，便于有关部门审核，使设计工作逐步向深入开展。

(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，总难免出现一些错误。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到多个专业，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，以前也可分为三个阶段进行，即初步设计、扩大初步设计和施工图设计。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设计阶段；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，在新体制规定的工程公司工程设计有关工作内容中，保留有初步设计的名词。

一、国际通用设计体制

国际通用设计体制的工程设计分为两个阶段，即基础工程设计和详细工程设计。在这两个阶段期间，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。一般需要完成七版设计。

基础工程设计阶段编制四版：

- (1) 初版（简称“ A ”版）；
- (2) 内部审查版（简称“ B ”版）；
- (3) 用户审查版（简称“ C ”版）；
- (4) 确认版（简称“ 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“ E ”版）；
- (2) 详 2 版（或称设计版，简称“ F ”版）；
- (3) 施工版（简称“ G 版”）。

根据经验总结，化工行业规定：对大型、新建的化工、石油化工等装置，在工程设计阶段，“管道仪表流程图”（P&ID）发表七版，“设备布置图”发表七版，“管道布置图”发表四版。每项工程项目，根据项目的特点以及设计人员对项目熟悉程度，可以发表其中的几个版次、全部版次或增加版次。

（一）基础设计 / 初步设计

在基础设计 / 初步设计阶段，自控专业负责以下内容的工作。

(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 的系统配置图；
- (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。

(二) 工程设计

在工程设计阶段，可划分为基础工程设计阶段和详细工程设计阶段。

1. 基础工程设计

在基础工程设计阶段主要的设计工作有以下几条。

- | | |
|---|----------------------------|
| (1) 设计开工前的技术准备； | 版，参加 B 版内审会； |
| (2) 编制仪表设计规定； | (6) 接受和提交设计条件； |
| (3) 编制设计计划； | (7) 配合系统专业完成 P&ID C 版、D 版； |
| (4) 绘制工艺控制图，参加工艺方案审查会； | (8) 提出分包项目设计要求； |
| (5) 配合系统专业完成 P&ID A 版、B 本阶段可开展编（绘）制的设计文件如下。 | (9) 编制工程设计文件。 |

- | | |
|--------------------|-----------------|
| (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) 仪表采购单。 |
| (7) 联锁系统逻辑图或时序图； | |

2. 详细工程设计

详细工程设计是基础工程设计的继续和深化，两者之间除了要配合采购部门完成采购工作外，就自控专业而言，两者之间没有严格界限。在详细工程设计阶段，自控专业主要完成下列工作：

- (1) 提交仪表连接、安装设计条件；
- (2) 接受管道平面图和分包方技术文件；
- (3) 配合系统专业完成 P&ID E 版、F 版、G 版；
- (4) 完成工程设计文件。

采用常规仪表的工程设计文件由以下内容组成。

- | | |
|---------------|----------------|
| (1) 设计文件目录； | (9) 管缆表； |
| (2) 仪表设计规定； | (10) 铭牌表； |
| (3) 仪表技术说明书； | (11) 仪表伴热绝热表； |
| (4) 仪表施工安装要求； | (12) 仪表空气分配器表； |
| (5) 仪表索引； | (13) 仪表安装材料表； |
| (6) 仪表数据表； | (14) 控制室内电缆表； |
| (7) 报警联锁设定值表； | (15) 电缆分盘表； |
| (8) 电缆表； | (16) 联锁系统逻辑图； |

- (17) 顺序控制系统时序图；
- (18) 继电器联锁原理图；
- (19) 仪表回路图；
- (20) 控制室布置图；
- (21) 仪表盘布置图；
- (22) 闪光报警器灯屏布置图；
- (23) 半模拟盘流程图；
- (24) 继电器箱布置图；
- (25) 端子配线图；
- (26) 半模拟盘接线图；
- (27) 仪表供电系统图；
- (28) 供电箱接线图；
- (29) 仪表穿板接头图；
- (30) 控制室电缆（管缆）布置图；
- (31) 仪表位置图；
- (32) 仪表电缆桥架布置总图；
- (33) 仪表电缆（管缆）及桥架布置图；
- (34) 现场仪表配线图；
- (35) 仪表空气管道平面图（或系统图）；
- (36) 仪表接地系统图；
- (37) 仪表安装图。

采用 DCS 的工程项目，设计文件的组成如下。

- (1) 设计文件目录；
- (2) DCS 技术规格书；
- (3) DCS-I/O 表；
- (4) 联锁系统逻辑图；
- (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 监控数据表；
- (11) DCS 系统配置图；
- (12) 端子（安全栅）柜布置图。

在采用 DCS 的工程项目中，其自控工程设计文件包括了常规仪表部分和 DCS 部分的设计文件，常规仪表部分的设计文件可按照上述常规仪表设计的有关要求开展设计工作。

若承担 DCS 组态工作时，应完成的设计文件如下：

- (1) 工艺流程显示图；
- (2) DCS 操作组分配表；
- (3) DCS 趋势组分配表；
- (4) DCS 生产报表；
- (5) 其他必须文件。

为了对这个国际通用设计体制所规定的自控专业工程设计文件有一个全貌了解，现把《自控专业工程设计文件深度的规定》（HG/T 20638—1998）中对设计文件内容深度说明，加以部分摘录。在本书后面各章节将对完成工程设计的主要内容，进行较为详细的介绍，以利于能按照“新体制”的规定，做好自控工程设计工作。

常规仪表设计文件内容深度说明如下。

- (1) “设计文件目录”应列出工程设计的全部图表的名称、文件号、版次、图幅及张数；
- (2) “仪表设计规定”应说明工程设计项目的设计范围、设计采用的标准及规范、控制方案、仪表选型原则、安全及防护措施、材料选择、动力供应及仪表连接与安装要求等；
- (3) “仪表技术说明书”应包括各类仪表及仪表安装材料技术说明书，其主要内容应包括产品的标准和规范、技术条件、检验和试验，以及备品备件和消耗品等规定；
- (4) “仪表施工安装要求”应说明仪表施工安装要求；
- (5) “仪表索引”应是以一个仪表回路为单元，按被测变量英文字母代号的顺序列出所有构成检测、控制系统的仪表设备位号、用途、名称和供货部门以及相关的设计文件号；
- (6) “仪表数据表”应是与仪表有关的工艺、机械数据对仪表及附件的技术要求、型号和规格等；
- (7) “报警联锁设定值表”应包括仪表位号、报警联锁系统用途、工艺操作正常值、报

警值和连锁值；

(8) “电缆表”应包括主、支电缆的编号、型号、规格、长度、起点与终点（接线盒号）、端子号、穿线管规格和长度等；

(9) “管缆表”应包括主、支管缆的编号、型号、规格、长度、起点与终点（接管箱号）、接头号等；

(10) “铭牌表”应注明仪表位号、注字内容、安装盘（箱）号；

(11) “仪表伴热绝热表”应包括绝热伴热仪表的位号、被测介质名称、伴热方式、绝热材料、安装图号和保温箱型号等；

(12) “仪表空气分配器表”应包括供气仪表位号、仪表空气管规格、材料、数量和仪表位置图号等；

(13) “仪表安装材料表”应按辅助容器、电气连接件、管件、管材、型材、紧固件、阀门、保护（温）箱、电缆桥架和电线电缆等类别统计材料，并列各种材料代码、名称及规格、材料、标准号或型号以及设计量、备用量和采购量；

(14) “控制室内电缆表”应包括控制室内敷设的电缆编号、型号、规格和长度、柜（盘、台）编号、端子排号和端子号；

(15) “电缆分盘表”应包括电缆分盘的盘号，电缆的名称、型号、规格和总长度，以及该盘内每个编号电缆的实际、备用和总计长度。所有编号电缆的备用量总和应与“仪表安装材料表”中电缆的备用量相符合；

(16) “连锁系统逻辑图”应采用逻辑符号表示出连锁系统的逻辑关系，包括输入、逻辑功能、输出三部分，必要时附简要说明；

(17) “顺序控制系统时序图”应采用表格和图形的形式表示出顺序控制系统的工艺操作、执行器和时间（或条件）的程序动作关系；

(18) “继电器连锁原理图”应标注被控设备和检出开关的位号，电气设备、元件及其触点号，接线端子号以及连锁的工艺要求和作用说明表等；

(19) “仪表回路图”应用仪表回路图图形符号，表示一个检测或控制回路的构成，并标注该回路的全部仪表设备及其端子号和接线。对于复杂的检测、控制系统，必要时另附原理图或系统图、运算式、动作原理等加以说明；

(20) “控制室布置图”应表示出控制室内的所有仪表设备的安装位置，如仪表盘、操作台、继电器箱、总供电盘、DCS操作站、控制站、端子柜、安全栅柜、辅助盘和UPS等；

(21) “仪表盘布置图”应表示出仪表在仪表盘、操作台和框架上的正面布置，标注仪表位号、型号、数量、中心线与横坐标尺寸，并表示出仪表盘、操作台和框架的外形尺寸及颜色；

(22) “闪光报警器灯屏布置图”应表示出闪光报警器各报警窗口的排列、报警仪表位号和注字内容；

(23) “半模拟盘流程图”应表示出装置的主要流程，包括主要工艺设备、管道和检测控制系统的图示，根据需要，设置动设备和控制阀运行状态的灯光显示装置；

“继电器箱布置图”应表示出电器设备、元件在继电器箱内的正面布置，标注其中中心线与横坐标尺寸、位号、铭牌及注字，并示出设备材料表和箱的外形尺寸与颜色等；

“端子配线图”应表示出仪表盘、操作台、继电器箱、端子柜、安全栅柜和供电箱

等输入、输出端子的配线；

(26) “半模拟盘接线图”应表示出半模拟盘背面各电器元件的接线；

(27) “仪表供电系统图”应用方块图表示出供电设备之间的连接系统。如不间断电源装置(UPS)、电源箱、总供电箱、分供电箱和供电箱等的连接系统，并标注供电设备的位号、型号、输入与输出的电源种类、等级和容量；

(28) “供电箱接线图”应表示出总供电箱、分供电箱和供电箱的内部接线。标注其电源的电压种类、电压等级和容量、各供电箱的位号和型号，各供电回路仪表的位号和型号以及容量等；

(29) “仪表穿板接头图”应表示出仪表盘(箱)穿板接头进、出气信号管路的连接，标注其仪表位号和接头号以及材料表；

(30) “控制室电缆(管缆)布置图”应表示出控制室内电缆(管缆)及桥架安装位置、标高和尺寸；进控制室的桥架安装固定、密封结构、安装倾斜度以及电缆(管缆)排列和编号等；

(31) “仪表位置图”是用仪表位置图图形符号表示出现场仪表安装的位置和标高，包括检测元件、基地式仪表、变送器、控制阀、现场安装的仪表盘(箱)等；

(32) “仪表电缆桥架布置总图”应表示出工厂(装置)仪表电缆桥架总体平面布置、标高和尺寸，必要时绘制局部空视图；

(33) “仪表电缆(管缆)及桥架布置图”应表示出电缆(管缆)桥架的安装位置、标高和尺寸；电缆(管缆)桥架安装支架与吊架位置和间距，以及电缆(管缆)在桥架中的排列和电缆(管缆)编号等；

(34) “现场仪表配线图”应表示出现场仪表至接线箱(供电箱)、接线箱(供电箱)至电缆桥架以及现场仪表至电缆桥架之间的配线平面位置。按规定的文字代号标注电缆(线)的编号、规格和型号，以及穿线保护管的规格；

(35) “仪表空气管道平面图(或系统图)”应表示出仪表空气干管或空气分配器至各用气仪表之间的仪表空气管的平面布置、标高和规格等；

(36) “仪表接地系统图”应表示控制室和现场仪表设备的接地系统，包括接地点位置、分类、接地电缆的敷设以及规格、数量和接地电阻值要求等；

(37) “仪表安装图”应包括现场仪表、检测元件在设备或管道上的安装及其管路的连接图、仪表电缆保护和连接图以及气动仪表管路连接安装图，并标注安装仪表、检测元件的位号、所在的设备位号和管道号、安装用的材料代码、名称及规格、材料标准号或型号和数量等。

DCS设计文件内容深度说明如下。

(1) “DCS技术规格书”应包括工程项目简介、厂商责任、系统规模、功能、硬件、性能要求、质量、文件交付、技术服务与培训、质量保证、检验及验收、备品备件与消耗品以及计划进度等；

(2) “DCS-I/O表”应包括DCS监视、控制的仪表位号、名称，输入、输出信号，是否提供输入、输出安全栅和电源；

(3) “DCS监控数据表”应表示出检测控制回路仪表位号、用途、测量范围、控制与报警设定值、控制正反作用与参数、输入信号、阀正反作用以及其他要求等；

(4) “DCS系统配置图”应以图形和文字表示由操作站、控制站、通讯总线等组成的

DCS 系统结构，并附输入、输出信号的种类和数量以及其他硬件配置等；

(5) “端子(安全栅)柜布置图”应表示出接线端子排(安全栅)在端子(安全栅)柜中的正面布置。标注相对位置尺寸、安全栅的位号、端子排的编号并示出设备材料表和柜的外形尺寸与颜色。

DCS 组态文件内容深度说明如下。

(1) “工艺流程显示图”应采用过程显示图形符号，按装置单元绘制带有主要设备和管路的流程图，包括检测控制系统的仪表位号和图形符号、设备和管路的线宽与颜色、进出物料名称、设备位号、动设备和控制阀的运行状态显示等；

(2) “DCS 操作组分配表”应包括操作组号、操作组标题、流程图画面页号、显示的仪表位号和说明；

(3) “DCS 趋势组分配表”应包括趋势组号、趋势组标题、显示的仪表位号和颜色；

(4) “DCS 生产报表”应包括采样时间、周期、地点、操作数据、原料消耗和成本核算等。

二、老设计体制

老设计体制分为两个阶段：初步设计和施工图设计。

(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。它应完成的主要内容为：

- (1) 设计说明书；
- (2) 工艺控制流程图；
- (3) 主要仪表设备、材料汇总表；
- (4) 初步设计概算。

(二) 施工图设计

根据过渡设计标准《自控专业施工图设计内容深度规定》(HG 20506—92)的规定，自控施工图设计文件的内容应包括：

- | | |
|------------------|-------------------------|
| (1) 自控图纸目录； | (16) 控制室仪表盘正面布置总图； |
| (2) 说明书； | (17) 仪表盘正面布置图； |
| (3) 自控设备表； | (18) 架装仪表布置图； |
| (4) 节流装置数据表； | (19) 报警器灯屏布置图； |
| (5) 调节阀数据表； | (20) 半模拟盘正面布置图； |
| (6) 差压式液位计计算数据表； | (21) 继电器箱正面布置图； |
| (7) 综合材料表； | (22) 总供电箱接线图； |
| (8) 电气设备材料表； | (23) 分供电箱接线图； |
| (9) 电缆表； | (24) 仪表回路接线图； |
| (10) 管缆表； | (25) 仪表回路接管图； |
| (11) 测量管路表； | (26) 报警器回路接线图； |
| (12) 绝热伴热表； | (27) 仪表盘端子图； |
| (13) 铭牌注字表； | (28) 仪表盘穿板接头图； |
| (14) 信号及联锁原理图； | (29) 半模拟盘端子图(或背面电气接线图)； |
| (15) 半模拟盘信号原理图； | |

(30) 继电器箱端子图 (或电气接线图);

(31) 接线箱接线图;

(32) 空气分配器接管图;

(33) 仪表供气空视图;

(34) 伴热保温供汽空视图;

(35) 接地系统图;

(36) 控制室电缆、管缆平面敷设图;

(37) 电缆、管缆平面敷设图;

(38) (带位号的) 仪表安装图 * (* 应包括挠性管连接图);

(39) 非标部件安装制造图;

(40) 管道及仪表流程图。

以上 40 项内容, 根据工程具体情况, 还可任选如下组合方案。

(1) 安装材料明细表 / (带位号的) 仪表安装图;

(2) 仪表盘背面电气接线图 + 仪表回路接线图 / 仪表盘端子图 + 仪表回路接线图;

(3) 仪表盘背面气动管路连接图 + 仪表回路接管图 / 仪表盘穿板接头图 + 仪表回路接管图;

(4) 仪表供气系统图 / 仪表供气空视图;

(5) 伴热保温供汽系统图 / 伴热保温供汽空视图;

(6) 电缆电线外部连接系统图 + 接线箱接线图 / 电缆表 + 接线箱接线图;

(7) 气动管路外部连接系统图 / 接管箱接管图 / 管缆表。

施工图设计规定中各项设计文件的内容说明如下。

1. 自控图纸目录

本目录应包括工程设计图、复用图及标准图 (不采用带位号的安装图时, 仪表安装图列入标准图类)

2. 说明书

内容应包括对初步设计的重大修改、审批文件号 (必要时可摘要叙述初步设计中重要方案及有关内容); 主要设计标准、规范; 施工安装要求、推荐安装规程; 仪表防爆、防腐、防冻等保护措施; 采购和成套说明、风险说明以及设计人员认为须特殊阐明的其他问题。

3. 自控设备表

(1) 所有控制系统 (包括就地调节系统) 及传送至控制室进行集中检测的仪表 (不包括温度) 均填表 3-18 (自控设备表一, 下同), 并按信号流向依次填写;

(2) 集中检测的温度仪表、就地检测仪表、仪表盘 (箱)、半模拟盘、操纵台、保温 (护) 箱、报警器及控制室气源总管用的大型空气过滤器、减压阀、安全阀等均应填表 3-19 (自控设备表二, 下同), 显示仪表排列在前;

(3) 根据各设计院的具体情况也可全部采用自控设备表一 (表 3-18) 或自控设备表二 (表 3-19);

(4) 调节阀和节流装置的规格、附件和工艺参数在本表中可不列出。

4. 节流装置数据表

按规定的格式填写, 详见后面有关章节。

5. 调节阀数据表

按规定的格式填写, 详见后面有关章节。

6. 差压式液位计计算数据表

按规定的格式填写, 参见本规定的图 (表) 示例。

7. 综合材料表

(1) 本表统计与仪表盘成套定货以外的仪表及装置所需要的管路及安装用材料，如测量管路、气动管路、气源管路等所用的管材、阀门、管件；仪表及仪表盘（箱）等固定用的型钢、板材；导线管、汇线桥架等；

(2) 现场仪表绝热伴热所需的主要材料（电伴热时，电热带等应统计在电气设备材料表中）；

(3) 一般，M12 及其以下的紧固件设计中不予统计，由施工单位根据实际情况备料，但高压紧固件，M12 以上的一般紧固件以及特殊仪表的安装紧固件，必须详细列出。

8. 电气设备材料表

本表仅统计非仪表盘成套的电气设备材料，包括供电箱、接线箱、电气软管、防爆密封接头、电缆、电线等。

9. 电缆表

本表表明各电缆（包括信号线和电源线）的连接关系应标明电缆编号、型号、规格、长度及保护管规格、长度。此表也可用电缆、电线外部连接系统图和接线箱接线图取代。

10. 管缆表

本表表明各气动管缆的连接关系，应标明管缆的编号、型号、规格、长度等。此表也可用气动管路外部连接系统图或接管箱接管图取代。

11. 测量管路表

本表表明各测量管路的规格、材料和长度。

12. 绝热伴热表

当仪表或管路需要绝热伴热时，必须采用本表来表示其绝热伴热方式、保温箱型号、被测介质名称、温度及安装图等。

13. 铭牌注字表

本表列出各盘装仪表及电气设备的铭牌注字内容。

14. 信号及联锁原理图

本图应注明所有电气设备、元件及其触点的编号和原理图接点号，并列说明各信号（联锁）回路的工艺要求和作用，注明联锁时的工艺参数。

15. 半模拟盘信号原理图

本图表明半模拟盘信号灯回路的动作原理，可参考信号及联锁原理图。

16. 控制室仪表盘正面布置总图

本图表明在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，其绘制比例为 1:10。本图不标注仪表、电气设备的型号，不绘制铭牌框，设备表只列仪表盘、半模拟盘，只注主要尺寸。一般，还应绘出仪表盘等在控制室的平面位置，并注明仪表盘组装时的安装角度和控制室的平面尺寸。对大型控制室，也可单独绘制其平面布置图。

17. 仪表盘正面布置图

(1) 一般，本图绘制比例为 1:10，每块仪表盘一张 2 号图。图中应绘出盘上安装的全部仪表，电气设备及其铭牌框，注出定位尺寸，并按照自上而下，以左到右的顺序编制设备表，其深度应能满足定货要求；

(2) 图中应注出仪表盘号 / 型号、仪表位号 / 型号及电气设备的编号，当仪表型号过长，标注有困难时，可酌情将型号简化；

(3) 进口或试制的特殊仪表，必须绘制仪表盘开孔图；

- (4) 仪表盘需装饰边时，应在图上绘出；
- (5) 仪表盘颜色应注明色标号，特殊要求应附色版；
- (6) 线条表示方法：仪表、仪表盘、电气设备——粗实线，尺寸线——细实线。

18. 架装仪表布置图

一般，本图绘制比例为 1:10，每面框架一张 2 号图。图中应绘出在框架式仪表盘的框架上，或通道式仪表盘的后框架上或仪表盘背面安装的全部架装仪表及供电箱、电源箱、继电器箱等，注出其在框架上的安装高度，并按照自上而下，从左到右的顺序编制设备表。

19. 报警器灯屏布置图

本图表明报警器位号、灯屏规格、所在仪表盘盘号、灯位、颜色及注字内容等。

20. 半模拟盘正面布置图

(1) 本图以不小于 1:5 的比例进行绘制，应绘出主要工艺设备、管道、全部控制系统及主要测量点。相同的工艺系统有几套时，在半模拟盘上可只表示一套，但动设备运行指示灯要全部绘出，必要时要绘出主要工艺参数超限报警信号灯和主要执行器的位置指示灯；

- (2) 半模拟盘上检测点位置，应尽量与仪表盘上有关的仪表相对应；
- (3) 应说明半模拟盘的造型和结构，并绘出半模拟盘实际制作的图形符号和尺寸；
- (4) 每块半模拟盘均应标注盘号和型号，首尾盘需装饰边时应绘出；
- (5) 半模拟盘上图形和线条的着色，按国标或制造厂的色标编号填写在设备和管线上，或列表加以说明；

- (6) 列出设备材料表。

21. 继电器箱正面布置图

(1) 按一定的比例绘出继电器箱正视安装的所有电气设备、元件的最大外形，并注出必要的安装尺寸；

- (2) 继电器箱可选用定型产品，有特殊要求的非定型产品应绘制箱的制造图；
- (3) 箱内设有安装隔板的，同样按正面图深度绘制；
- (4) 列出设备材料表；
- (5) 必要时说明与本图有关的图纸和资料；
- (6) 非定型的供电箱正面布置图可参考本图进行绘制。

22. 总供电箱接线图

本图与分供电箱接线图联用，代替供电系统图，内容应包括：

(1) 电源来源及电压等级，并注明来自电气专业的电缆号、柜（盘）号、电缆规格和接线编号；

(2) 供电回路分配情况：包括供电对象的位号、型号、需要的容量和熔断丝的容量；供电电缆的编号、型号、规格和引向；

- (3) 列出设备材料表，非标准供电箱需列出箱内电气设备和配线的型号、规格、数量。

23. 分供电箱接线图

本图应包括：

- (1) 电源情况。电源电压等级、电缆编号、规格、接线编号及引向；

(2) 供电回路分配情况。供电对象的位号、型号、需要的容量和熔断丝的容量、电线的型号、规格和引向。当分供电箱安装在现场时，电缆和保护管应列入电缆表，没有电缆表时，则在本图中列出并统计材料；

(3) 设备材料表。

24. 仪表回路接线图

本图表明电动控制或测量回路中所有仪表之间的连接关系。应标注接线箱及仪表盘（架）相应连接端子的编号、所在盘（架）号、供电回路号等，并应编制仪表回路接线图目录。

25. 仪表回路接管图

本图表明气动控制或测量回路中所有仪表之间的连接关系。应标注接管箱及仪表盘（架）相应穿板接头编号、所在盘（架）号、（空气分配器）供气点号，并应编制仪表回路接管图目录。

26. 报警器回路接线图

本图表明报警器与外部报警接点、消音和试灯按钮、供电回路、仪表盘端子之间的连接关系。

27. 仪表盘端子图

本图表明盘（架）信号和接地端子排进、出线之间的连接关系。应注明连接仪表的位号或去向端子号、电缆（线）的编号，并编制设备材料表（包括报警器的电铃等）。

28. 仪表盘穿板接头图

本图表明盘（架）穿板接头进、出气动信号管路的连接关系。应注明连接仪表的位号、接头号、管缆编号、去向，并编制设备材料表。

29. 半模拟盘端子图

参见仪表盘端子图。

30. 继电器箱端子图

参见仪表盘端子图。

31. 接线箱接线图

本图表明接线图进、出线之间的连接关系。应注明所连现场仪表的位号、端子号、支电缆规格、型号，主电缆的去向、端子号、电缆编号，并编制设备材料表。设计中采用《电缆、电线外部连接系统图》代替《电缆表》时，还应标注支电缆长度、保护管规格、长度。

32. 空气分配器接管图

(1) 本图表明空气分配器与用气仪表之间的气源管路连接关系。内容包括空气分配器型号、安装位置、供气仪表的位号、供气管的名称、规格、长度等，并编制设备材料表；

(2) 盘装仪表的供气也用此图表示。若不采用定型的空气分配器时，所需管路、阀门等统计在设备材料表中。

33. 仪表供气空视图

(1) 当仪表供气总管和支干管均由自控专业设计时，需绘制仪表供气空视图，而气源的分配采用空气分配器时，只需画至空气分配器；

(2) 本图应按比例，以立体图的形式绘制，内容应包括建、构筑物的柱轴线、编号、尺寸、所有供气管路的规格、长度、总（干）管的标高、坡度要求，气源来源，供气对象的位号（或编号），以及供气管路上的切断阀、排放阀等，并应编制材料表，至各供气仪表的气源阀可视情况统计在本图、空气分配器接管图或仪表安装图中；

(3) 若工艺装置为多层布置时，允许层高不按比例，以求图面清晰。

34. 伴热保温供汽空视图

与仪表供气空视图原则相同。

35. 接地系统图

绘出控制室仪表工作接地和保护接地系统，表示出接地分干线的规格和长度，并编制材料表。如公用连接板、接地总干线和接地极由电气专业设计时，应用虚拟线表示并注明。

36. 控制室电缆、管缆平面敷设图

(1) 按比例绘出仪表盘、操纵台、供电箱、继电器箱、供气装置等的平面位置，并注出有关尺寸；

(2) 绘出进控制室及室内盘、箱之间的电缆、管缆、供气管线等敷设图，并注出编号；

(3) 有必要说明盘背面安装的仪表、电气设备、元件的位置以及管路在盘（或框架）上敷设的情况时，应绘出必要的剖视图；

(4) 外部电缆、管缆进控制室穿墙（楼板）密封方式，应加以说明或绘制有关图纸；

(5) 列出设备材料表。

37. 电缆、管缆平面敷设图

(1) 按比例绘出工艺设备的平面位置（只画主要设备，次要的、无检测点的设备可以不画），注出设备位号，绘出与自控专业有关的建筑物，并注出墙、柱坐标和有关尺寸；

(2) 绘出与控制室有关的变送器、执行器、接线（管）箱、现场供电箱、空气分配器等的位置，并注出位号（或编号）和标高。在工艺管道上安装的检测取源点、执行器等，还应注出所在工艺管道的管段号；

(3) 电缆、管缆分别画到接线（管）箱，箱到检测点（取源部件）一般不画连线，由施工单位酌情敷设，但必要时（由检测元件或检测点不经接线（管）箱直接引到控制室），则应将电缆（线）、管缆（路）画到仪表检测点处；

(4) 绘出管、线、缆集中敷设的汇线桥架，并注出标高和平面坐标尺寸，支架位置、编号，汇线架上敷设的电缆、管缆的编号、走向，必要时应画出局部详图；

(5) 列表注出所选用的汇线桥架、支架等的型号、规格、数量。在特殊情况下应画出管架图，地下敷设的管、线、缆，应绘出敷设方式和说明保护措施；

(6) 工艺装置为多层布置时要相应画出几个平面图。如有的平面上检测点和仪表较少或较集中时，可只绘局部图，也可用多层投影的方法画在一张图上；

(7) 如一个车间（装置）有几个工段（工区），应绘一张各工段（工区）与控制室之间的布置布线图，或用电缆表和管缆表表示各工段（工区）的连接关系。

38. （带位号的）仪表安装图

此套图表明各类仪表及执行机构等的安装方式。除材料表外，还应列出采用该图的仪表位号。

39. 非标准部件安装制造图

按加工制造要求绘制本工程设计项目所需要的非标准件的制造图及安装图。

40. 管道和仪表流程图

本图的过程检测和控制系统的标注，应符合《过程检测和控制系统的图形符号和文字代号》（HG 20505—92）的规定。在图纸目录中列入复用图纸。

任选图纸的说明如下。

1. 安装材料明细表

应统计所有测量、控制回路及保温系统的安装材料（包括管件、阀门、M12以上的紧固