



高等院校“十一五”规划教材

化工原理课程设计

马江权 冷一欣 主 编
姚 超 魏科年 王 岚 副主编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

高等院校“十一五”规划教材

化工原理课程设计

马江权 冷一欣 主编
姚超 魏科年 王岚 副主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书是高等院校化工原理课程设计教材,内容包括:课程设计基础知识、换热器设计、板式塔设计、填料塔设计和 Aspen Plus 在化工设计计算中的应用。本书强调设计的规范性,注重理论与实践的密切结合,所介绍的单元过程都有详细的设计示例,设计示例多且具有工业生产或科研实践的背景,并附设计任务数则,可供不同专业课程设计时选用,便于学习者较快地掌握设计的基本方法和技巧。

本书可作为高等院校化学工程、制药工程、应用化学、轻化工程、材料化学、生物工程、过程装备与控制、环境工程、安全工程等相关专业的化工原理课程设计教材,亦可作为相关领域科研、设计、生产管理部门相关人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

化工原理课程设计 / 马江权, 冷一欣主编. —北京: 中国石化出版社, 2009
ISBN 978 - 7 - 80229 - 935 - 1

I. 化… II. ①马…②冷… III. 化工原理 - 课程设计 - 高等学校 - 教学参考资料 IV. TQ02 - 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 067733 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

金圣才文化(北京)发展有限公司排版

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 16.75 印张 1 插页 406 千字

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

定价:36.00 元

前 言

化工原理课程设计是化学化工及相关专业学生学习化工原理课程必修的(化工原理理论课、化工原理实验课以及化工原理课程设计)三大环节之一,是综合应用本门课程和有关先修课程所学知识,完成以某一单元操作为主的一次综合性设计实践。

对于化工单元操作的设计,一方面要求综合应用物理、化学、化工原理和机械制图等课程的理论知识,以决定工艺流程、确定设备结构并计算设备尺寸,另一方面又要根据设计对象的具体特征,凭借设计者的经验(或借鉴前人的经验),了解设计的诀窍,对过程和设备参数作合理地选择和优化。后者往往成为设计能否成功的关键所在,也是设计区别于习题(或大型作业)的重要方面。因此,一本好的、有典型实例的设计教材,无疑将有助于学生掌握设计的基本方法和锻炼学生的设计能力。

在本书的编写过程中,我们吸收了二十多年来课程设计教学改革的经验 and 工程实践的成果,力求在内容和体系上有新意。与传统的《化工原理课程设计》教材相比,本书更注重理论对于工程设计的指导作用,引入技术经济分析评价的概念,强调在设计过程中采用现代化的设计手段和方法,力求达到过程参数和设备参数的优化,使学生初步建立“效益”观念。在选材上,我们本着“加强基础、增强专业适用性、培养创新能力”的主导思想,以精馏塔和吸收塔设计为主,附以换热器设计,从宏观上训练学生对各类精馏塔(浮阀塔、筛板塔、填料塔等)、不同物系条件下不同类精馏塔、同一物系条件下不同类精馏塔以及不同设计条件下精馏塔尺寸的变化规律等的设计过程,从微观上训练学生对一个设计条件下工作的同时,对不同设计条件下精馏塔尺寸变化规律的求解。在处理方法上,注重理论与实践的密切结合,设计示例多具有工业生产或科研实践的背景,有利于培养学生的工程观点和分析解决工程实际问题的能力,开发智力,增强创新意识。所介绍的单元过程都有设计示例,并附设计任务数则,可供不同专业课程设计时选用。

鉴于目前大型设计院都采用 Aspen Plus 进行工艺设计,本教材介绍了大型流程模拟设计计算软件 Aspen Plus,并在换热器、精馏塔工艺流程的计算模拟方面进行了较为详细的讲解,有典型的示例,是本书的一大亮点,对从事化工设计、开发的人员也非常有帮助。

本书是按照化工原理课程教学的基本要求,并根据多年来化工原理课程设计的教学成果编写而成的,同时也参考吸取了兄弟院校的宝贵经验。本书由马江权、冷一欣主编统稿,姚超、魏科年、王岚、杨德明、韶晖和王茂华等多位

教师参加了教材的编写，常州江工化工设计研究院总工范正明高级工程师对图纸进行了校订，杜郢教授对全书进行了审核，提出了很多宝贵意见。在这里，我们对以各种形式帮助过本书出版的单位和个人表达深深的敬意和谢意。

限于编者的水平和经验，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正，以便我们在今后的工作中加以改进。

编者

2009年4月

目 录

第1章 课程设计基础知识	(1)
1.1 课程设计的目的、要求和内容	(1)
1.1.1 课程设计的目的要求	(1)
1.1.2 课程设计的内容	(2)
1.2 化工生产工艺流程设计	(3)
1.2.1 工艺流程图中常见的图形符号	(3)
1.2.2 工艺流程设计	(7)
1.2.3 工艺设计包内容	(10)
1.2.4 工艺流程说明	(16)
1.2.5 工艺流程图(PFD)	(16)
1.2.6 工艺流程设计的基本原则	(17)
1.3 设备设计	(17)
1.3.1 设备工艺条件图	(17)
1.3.2 装配图	(18)
1.4 设计图纸的规定和要求	(22)
1.4.1 制图的一般规定	(22)
1.4.2 带控制点工艺流程图的绘制	(23)
1.4.3 物料流程图的绘制	(26)
1.4.4 设备布置图的绘制	(27)
1.5 典型单元设备的控制流程设计	(28)
1.5.1 输送设备的控制流程设计	(28)
1.5.2 传热设备的控制流程设计	(31)
1.5.3 精馏塔的控制流程	(33)
1.6 化工过程技术经济评价的基本概念	(39)
1.6.1 技术评价指标	(39)
1.6.2 经济评价指标	(39)
1.6.3 工程项目投资估算	(40)
1.6.4 化工产品的成本估算	(42)
1.6.5 利润和利润率	(44)
1.7 化工设备设计的最优化	(44)
1.8 计算机在化工设计中的应用	(45)
1.9 物性数据	(46)
第2章 换热器设计	(48)
2.1 概述	(48)
2.2 列管式换热器的设计	(50)
2.2.1 设计方案的确立	(51)

2.2.2	列管式换热器的结构	(56)
2.2.3	列管式换热器的设计计算	(61)
2.3	换热器的优化设计	(68)
2.4	无相变化列管换热器设计示例	(69)
2.4.1	确定设计方案	(70)
2.4.2	确定物性数据	(70)
2.4.3	计算总传热系数	(70)
2.4.4	计算传热面积	(71)
2.4.5	工艺结构尺寸的计算	(71)
2.4.6	换热器核算	(72)
2.5	再沸器工艺设计及设计示例	(75)
2.5.1	再沸器基础知识	(75)
2.5.2	釜式再沸器设计	(77)
2.5.3	釜式再沸器设计示例	(81)
2.6	冷凝器工艺设计及设计示例	(84)
2.6.1	冷凝器基础知识	(84)
2.6.2	冷凝器设计示例	(86)
2.7	换热器设计任务书	(89)
2.7.1	煤油冷却器的设计任务书	(89)
2.7.2	乙醇-水精馏塔顶产品冷凝器的设计任务书	(90)
2.7.3	正戊烷冷凝器的设计任务书	(92)
第3章	板式塔设计	(95)
3.1	概述	(96)
3.1.1	塔设备的类型	(96)
3.1.2	板式塔与填料塔的比较及选型	(96)
3.2	板式塔的设计	(97)
3.2.1	设计方案的确定	(98)
3.2.2	塔板的类型与选择	(99)
3.2.3	板式塔的塔体工艺尺寸计算	(102)
3.2.4	板式塔的塔板工艺尺寸计算	(104)
3.2.5	塔板的流体力学计算	(111)
3.2.6	塔板的负荷性能图	(115)
3.2.7	板式塔的结构与附属设备	(115)
3.3	精馏塔优化设计	(121)
3.3.1	精馏塔优化设计的目标函数	(121)
3.3.2	目标函数的求解	(125)
3.4	浮阀精馏塔设计示例	(128)
3.4.1	化工原理课程设计任务书	(128)
3.4.2	塔板的工艺设计	(129)
3.4.3	塔板的流体力学计算	(137)

3.4.4	塔附件设计	(141)
3.4.5	塔总体高度的设计	(143)
3.4.6	附属设备设计	(144)
3.5	筛板精馏塔设计示例	(145)
3.5.1	化工原理课程设计任务书	(145)
3.5.2	设计计算	(145)
3.6	板式塔设计任务书	(155)
3.6.1	苯-甲苯混合液筛板(浮阀)精馏塔设计	(155)
3.6.2	乙醇-水混合液精馏塔设计任务书	(158)
3.6.3	苯-氯苯分离过程板式精馏塔设计任务书	(160)
3.6.4	乙烯-乙烷、丙烯-丙烷板式精馏塔设计任务书	(162)
3.6.5	甲醇-水溶液连续精馏塔设计任务书	(163)
3.6.6	常压分离环己醇-苯酚连续操作筛板精馏塔的工艺设计任务书	(163)
第4章	填料塔设计	(165)
4.1	填料塔设计	(166)
4.1.1	设计方案的确定	(166)
4.1.2	填料的类型与选择	(168)
4.1.3	填料塔工艺尺寸的计算	(171)
4.1.4	填料层压降的计算	(178)
4.1.5	填料塔内件的类型与设计	(179)
4.2	填料吸收塔设计示例	(181)
4.2.1	填料吸收塔示例1	(181)
4.2.2	填料吸收塔示例2——碳酸丙烯酯脱碳填料塔的工艺设计	(187)
4.3	填料精馏塔设计示例	(199)
4.3.1	课程设计任务书	(199)
4.3.2	前言	(199)
4.3.3	流程确定和说明	(200)
4.3.4	精馏塔设计计算	(201)
4.3.5	附属设备及主要附件的选型计算	(211)
4.3.6	精馏塔主要设计参数汇总表	(214)
4.4	填料塔设计任务书	(215)
4.4.1	甲醇-水分离过程填料精馏塔设计	(215)
4.4.2	水吸收氨过程填料吸收塔设计	(216)
4.4.3	水吸收丙酮过程填料吸收塔设计	(217)
4.4.4	丙酮-水填料精馏塔设计	(219)
第5章	Aspen Plus 在化工设计计算中的应用	
5.1	Aspen Plus 简介	(220)
5.1.1	Aspen Plus 的主要功能和特点	(220)
5.1.2	Aspen Plus 的物性数据库	(220)
5.1.3	Aspen Plus 的热力学模型	(222)

5.1.4	Aspen Plus 的物性分析工具	(222)
5.1.5	Aspen Plus 的单元模型库	(222)
5.2	Aspen Plus 基本操作	(222)
5.2.1	Aspen Plus 的启动	(222)
5.2.2	Aspen Plus 的流程设置	(223)
5.2.3	物流数据及其他数据的输入	(224)
5.2.4	结果的输出	(224)
5.2.5	灵敏度分析和设计规定	(225)
5.2.6	物性分析和物性估算	(225)
5.2.7	物性数据回归	(225)
5.3	Aspen Plus 换热器计算中的单元模块	(226)
5.3.1	Heater 模型	(226)
5.3.2	HeatX 换热器模型	(227)
5.4	Aspen Plus 塔设备计算中的单元模块	(233)
5.4.1	DSTWU 模块	(233)
5.4.2	RadFrac 模块	(234)
5.5	Aspen Plus 应用实例	(238)
5.5.1	二元混合物连续精馏的计算	(238)
5.5.2	三元混合物连续精馏的计算	(242)
5.5.3	乙醇-水-苯恒沸精馏的计算	(244)
5.6	Aspen Plus 设计任务书	(246)
5.6.1	用 Aspen Plus 进行精馏塔设计任务书	(246)
5.6.2	用 Aspen Plus 进行填料吸收塔设计任务书	(247)
附录 1	精馏塔的设计任务书	(248)
附录 2	化工原理课程设计评分标准	(251)
附录 3	带控制点工艺流程图	(253)
附录 4	列管换热器装配图	(254)
附录 5	填料吸收塔装配图	(255)
附录 6	浮阀精馏塔装配图	(256)

第1章 课程设计基础知识

设计是工程建设的灵魂，对工程建设起着主导和决定性的作用，决定着工业现代化的水平。工程设计是科研成果转化为现实生产力的桥梁和纽带，工业科研成果只有通过设计，才能转化为现实的工业化生产力。化工设计是一项政策性很强的工作，它涉及政治、经济、技术、环保、法规等诸多方面，而且还会涉及多专业及多学科的交叉、综合和相互协调，是集体性的劳动。先进的设计思想、科学的设计方法和优秀的设计作品是工程设计人员应坚持的设计方向和追求的目标。在化工设计中，化工单元设备的设计是整个化工过程和装置设计的核心和基础，并贯穿于设计过程的始终，作为化工类的本科生及研究生，熟练掌握化工单元设备的设计方法是十分重要的。

1.1 课程设计的目的、要求和内容

1.1.1 课程设计的不要求

课程设计是本课程教学中综合性和实践性较强的教学环节，是理论联系实际的桥梁，是使学生体察工程实际问题复杂性、学习化工设计基本知识的初次尝试。通过课程设计，要求学生能综合运用本课程和前修课程的基本知识，进行融会贯通的独立思考，在规定的时间内完成指定的化工设计任务，从而得到化工工程设计的初步训练。通过课程设计，要求学生了解工程设计的基本内容，掌握化工设计的程序和方法，培养学生分析和解决工程实际问题的能力。同时，通过课程设计，还可以使学生树立正确的设计思想，培养实事求是、严肃认真、高度责任感的工作作风。在当前大多数学生结业工作以论文为主的情况下，通过课程设计培养学生的设计能力和严谨的科学作风就更为重要了。

课程设计不同于平时的作业，在设计中需要学生自己做出决策，即自己确定方案、选择流程、查取资料、进行过程和设备计算，并要对自己的选择做出论证和核算，经过反复的分析比较，择优选定最理想的方案和合理的设计。所以，课程设计是增强工程观念、培养提高学生独立工作能力的有益实践。

通过课程设计，学生应在下列几个方面得到较好的培养和训练。

① 查阅资料、选用公式和收集数据的能力。通常设计任务书给出后，有许多数据需要设计者去收集，有些物性参数要查取或估算，计算公式也要由设计者自行选用。这就要求设计者运用各方面的知识，详细而全面地考虑后方能确定。当缺乏必要数据时，尚需要自己通过实验测定或到生产现场进行实际查定。

② 在兼顾技术上先进性、可行性，经济上合理性的前提下，综合分析设计任务要求，确定化工工艺流程，进行设备选型，并提出保证过程正常、安全运行所需的检测和计量参数，同时还要考虑改善劳动条件和环境保护的有效措施。

③ 正确、迅速地进行工程计算。设计计算是一个反复试算的过程，计算的工作量很大，因此应同样强调“正确”与“迅速”。

④ 掌握化工设计的基本程序和方法。学会用简洁的文字和适当的图表表示自己的设计思想。

1.1.2 课程设计的内容

课程设计一般包括如下内容:

(1) 设计方案的选定

根据设计任务书所提供的条件和要求,通过对现有生产的现场调查或对现有资料的分析对比,选定适宜的流程方案和设备类型,初步确定工艺流程。对给定或选定的工艺流程、主要设备的形式进行简要的论述。

(2) 主要设备的工艺设计

选定工艺参数,进行物料衡算,能量衡算,单元操作的工艺计算。绘制带控制点的工艺流程简图,标出主体设备和辅助设备的物料流向、物料量、能流量和主要化工参数测量点。

(3) 设备设计

设备的结构尺寸和工艺尺寸的设计计算,绘制主体设备的设计条件图,图面应包括设备的主要工艺尺寸、技术特性表和接管表。

(4) 典型辅助设备的选型和计算

包括典型辅助设备的主要工艺尺寸计算和设备型号规格的选定。

(5) 设计说明书的编写

完整的课程设计报告由说明书和图纸两部分组成。设计说明书中应包括所有论述、原始数据、计算、表格等,编排顺序如下。

① 标题页:用粗体字写明设计题目;

② 设计任务书;

③ 说明书目录;

④ 绪论:设计任务的意义,设计方案简介,设计结果简述;

⑤ 装置的工艺计算:物料与热量衡算,主要设备尺寸计算;

⑥ 工艺计算及主体设备设计;

⑦ 辅助设备的选择:机泵规格,储槽形式与容积,换热器形式与换热面积等;

⑧ 设计结果概要或设计一览表;

⑨ 结束语:对本设计的总结、收获、改进和建议等;

⑩ 附图(带控制点的工艺流程简图、主体设备设计条件图);

⑪ 参考文献;

⑫ 主要符号说明。

整个设计由论述、计算、图表和图纸几部分组成。论述应该条理清晰、观点明确;计算要求方法正确,误差小于设计要求,计算公式和所用数据必须注明出处;说明书中所有公式必须写明编号,所有符号必须注明意义和单位;图表应能简要表达计算的结果。

对设计图纸要求如下:

(1) 流程图

本设计要求画“生产装置工艺流程图”或“单元设备物料流程图”一张,图纸的大小为 A2 (594 mm × 420 mm) 或 A3 (420 mm × 297 mm)。本图应表示出装置或单元设备中所有的设备和仪器,以线条和箭头表示物料流向。

设备以细实线画出外形并简略表示内部结构特征,大致表明各设备的相对位置。设备的位号、名称注在相应设备图形的上方或下方,或以引线引出设备编号,在专栏中注明各设备的位号、名称等。管道以粗实线表示,物料流向以箭头表示(流向习惯为从左向右)。辅助物料(如冷却水、加热蒸汽等)的管线以较细的线条表示。

(2) 设备图

本设计要求画主要设备工艺条件图一张,表示其结构形状、尺寸(表示设备特性的尺寸,如圆筒形设备的直径、装配尺寸等)。

设备工艺条件图基本内容有:

- ① 视图:一般用主(正)视图、剖面图或俯视图表示设备主要结构形状;
- ② 尺寸:图上应注明设备直径、高度以及表示设备总体大小和规格的尺寸。

1.2 化工生产工艺流程设计

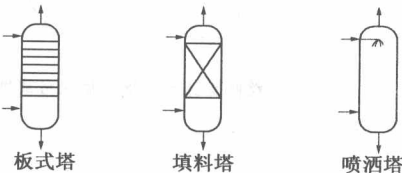
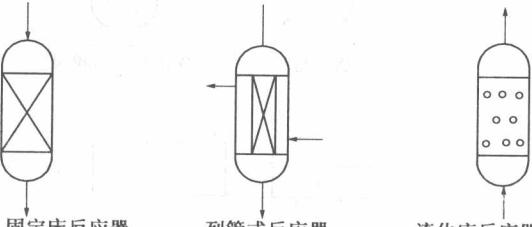
化工生产工艺流程设计是所有化工装置设计中最先着手的工作,由浅入深、由定性到定量逐步分阶段依次进行,而且它贯穿于设计的整个过程。工艺流程设计的目的是在确定生产方法之后,以流程图的形式表示出由原料到成品的整个生产过程中物料被加工的顺序以及各股物料的流向,同时表示出生产中所采用的化学反应、化工单元操作及设备之间的联系,据此可进一步制定化工管道流程和计量-控制流程,这是化工过程技术经济评价的依据。

1.2.1 工艺流程图中常见的图形符号

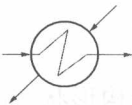
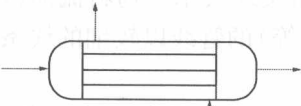
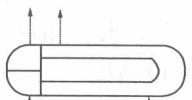
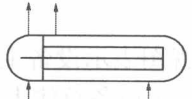
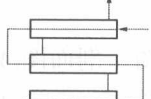
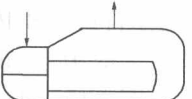
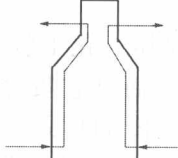
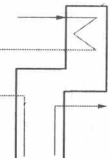
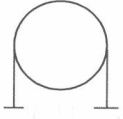
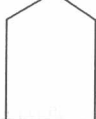
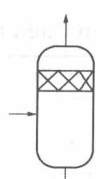
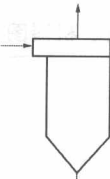
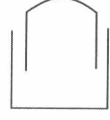
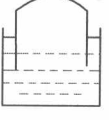
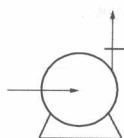
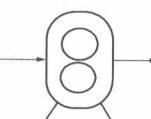
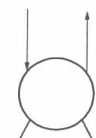
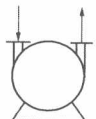
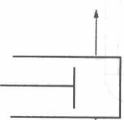
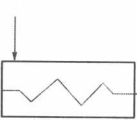
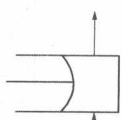
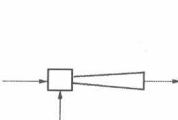
(1) 常见设备图形符号

设备示意图用细实线画出设备外形和主要内部特征。目前,设备的图形符号已有统一规定,见表1-1。图上应标注设备的位号及名称。设备分类代号见表1-2。

表1-1 工艺流程图中装备、机器图例(HG 20519.31—92)(摘录)

类 别	代 号	图 例
塔	T	 板式塔 填料塔 喷洒塔
反应器	R	 固定床反应器 列管式反应器 流化床反应器

续表

类 别	代 号	图 例
换热器	E	 换热器(简图)  固定管板式列管换热器  U型管式换热器  浮头式列管换热器  套管式列管换热器  金式换热器
工业炉	F	 圆筒炉  圆筒炉  箱式炉
容器	V	 球罐  锥顶罐  圆形锥底容器  卧式容器  丝网除沫分离器  旋风分离器  干式气柜  湿式气柜
泵	P	 离心泵  旋转泵、齿轮泵  水环式真空泵  旋涡泵  往复泵  螺杆泵  隔膜泵  喷射泵

续表

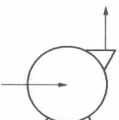
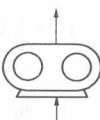
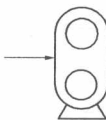
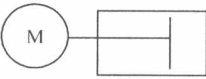
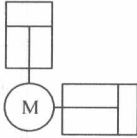
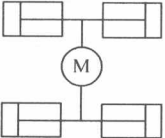
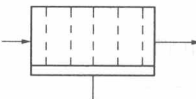
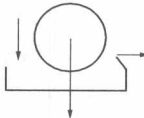
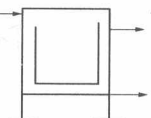
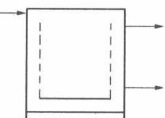
类 别	代 号	图 例
压缩机	C	      
其他机械	M	   

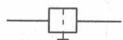
表 1-2 设备分类代号

设备类别	代 号	设备类别	代 号
塔	T	火炬、烟囱	S
泵	P	容器(槽、罐)	V
压缩机、风机	C	起重运输设备	L
换热器	E	计量设备	W
反应器	R	其他机械	M
工业炉	F	其他设备	X

(2) 工艺流程图中管件、阀门的图形符号

常用管件、阀门的图形符号见表 1-3。

表 1-3 常用的管件和阀门符号 (HG 20519.32—92) (摘录)

名 称	图 例	名 称	图 例
Y 型过滤器		旋塞阀	
T 型过滤器		三通旋塞阀	
锥型过滤器		四通旋塞阀	
阻火器		弹簧式安全阀	

续表

名 称	图 例	名 称	图 例
文氏管		杠杆式安全阀	
消音器		止回阀	
喷射器		直流截式阀	
截止阀		底阀	
节流阀		疏水阀	
角式截止阀		放空帽(管)	
闸阀		敞口(封闭)漏斗	
球阀		同心异径管	
隔膜阀		视镜	
蝶阀		爆破膜	
减压阀		喷淋管	

(3) 仪表参量代号及仪表图形符号

仪表参量代号见表 1-4, 仪表功能代号见表 1-5, 仪表图形符号见表 1-6。

表 1-4 仪表参量代号

参 量	代 号	参 量	代 号	参 量	代 号
温度	T	质量(重量)	$m(W)$	厚度	δ
温差	ΔT	转速	N	频率	f
压力(或真空)	P	浓度	C	位移	S
压差	ΔP	密度(相对密度)	γ	长度	L
质量(或体积)流量	G	分析	A	热量	Q
液位(或料位)	H	湿度	Φ	氢离子浓度	pH 值

表 1-5 仪表功能代号

功 能	代 号	功 能	代 号	功 能	代 号
指 示	I	积 算	S	联 锁	L
记 录	J	信 号	X	变 送	B
调 节	T	手 动 控 制	K		

表 1-6 仪表图形符号

符号												
意义	就地安装	集中安装	通用执行机构	无弹簧气动阀	有弹簧气动阀	带定位器气动阀	活塞执行机构	电磁执行机构	电动执行机构	变送器	转子流量计	孔板流量计

(4) 流程图中的物料代号

表 1-7 是流程图中的物料代号。

表 1-7 物料代号

物料代号	物料名称	物料代号	物料名称
PA	工艺空气	FO	燃料油
PG	工艺气体	GO	填料油
PL	工艺液体	LO	润滑油
PW	工艺水	RO	原料油
AR	空气	SO	密封油
IA	仪表空气	AM	氨
HS	高压蒸汽	BR	盐水
LS	低压蒸汽	R	冷冻剂
MS	中压蒸汽	DR	排液、排水
SC	蒸汽冷凝水	FS	熔盐
BW	锅炉给水	HM	载热体
CS	化学污水	FV	火炬排放气
CWS	循环冷却水上水	H	氢
CWR	循环冷却水回水	N	氮
DM	脱盐水	O	氧
DW	饮用水	SL	泥浆
RW	原水	V	排空气
SW	软水	VT	真空排放气
FG	燃料气	BD	排污
NG	天然气	TS	伴热蒸汽

注：物料代号中如遇英文字母“O”应写成“O”；在工程设计中遇到本规定以外的物料时，可予以补充代号，但不得与上列代号相同。

(5) 流程图中图线的画法

图线宽度的规定画法见表 1-8。

表 1-8 工艺流程图中图线的画法

类别	图线宽度/mm		
	0.9	0.6	0.3
带控制点工艺流程图	主物料管道	辅助物料管道	其他
辅助物料管道系统图	辅助物料管道总管	支管	其他

1.2.2 工艺流程设计

工艺流程设计和化工装置中各工段、车间的布置设计是决定整个工段、车间基本面貌特

征的关键性步骤。

国内工程设计阶段划分为初步设计阶段和施工图设计阶段。而国际上通行的做法是分为三个阶段,即工艺包设计阶段、基础设计阶段和详细设计阶段。国际通行的设计程序和内容见表1-9。

工艺流程设计各个阶段的设计成果都是用各种工艺流程图和表格表达出来的,按照设计阶段的不同,先后有方框流程图(Block Flow Diagram)、工艺流程草(简)图(Simplified Flow Diagram)、工艺物料流程图(Process Flow Diagram)、工艺控制流程图(Process and Control Flow Diagram)和管道及仪表流程图(Piping and Instrumentation Diagram)等种类。

表1-9 国际通行的设计程序和内容

项 目	专 利 商	工 程 公 司		
阶段名称	工艺包(Process Package)或基础设计(Basic Design)	工艺设计(Process Design)	基础工程设计(Basic Engineering)或管道走向研究和平面布置(Analytical and Planning Engineering)	详细工程设计(Detailed Engineering)或最终设计(Final Design)
主导专业	工 艺	工 艺	系统/管道	系统/管道
主要文件	1. 工艺流程图 PFD 2. 工艺控制图 PCD 3. 工艺说明书 4. 物料平衡及热量平衡计算 5. 设备表 6. 工艺数据表 7. 概略布置图 8. 原料、催化剂、化学品、公用物料的规格、消耗量及消耗定额 9. 产品、副产品的规格及产量 10. 分析化验要求 11. 安全分析 12. 三废排放及建议处理措施 13. 建议的设备布置图 14. 操作指标	1. 工艺流程图 PFD 2. 工艺控制图 PCD 3. 工艺说明书 4. 物料平衡表 5. 设备表 6. 工艺数据表 7. 安全备忘录 8. 概略布置图 9. 主要专业设计条件	1. 管道仪表流程图 PID 2. 设备布置图(分区) 3. 管道平面图(分区) 以下由其他专业完成 1. 设备计算及分析草图 2. 设计规格说明书 3. 材料选择 4. 请购文件 5. 地下管网图 6. 电气单线图 7. 各有关专业设计条件	1. 管道仪表流程图 PID 2. 设备安装平剖面图 3. 详细配管图 4. 管段图(空视图) 以下由其他专业完成 1. 基础图 2. 结构图、建筑图 3. 仪表设计图 4. 电气设计图 5. 设备制造图 6. 其他专业全部施工所需图纸文件 7. 各专业施工安装说明
用途	提供工程公司作为工程设计的依据,并是技术保证的基础	把专利商文件转化为工程公司设计文件,发表给有关专业开展工程设计,并提供用户审查	为开展详细工程设计提供全部资料,为设备、材料采购提出请购文件	提供施工所需的所有详细图纸和文件,作为施工及材料补充订货的依据