



高等学校试用教材

高聚物合成工艺设计基础

北京化工学院等合编 张 洋 主编

化 学 工 业 出 版 社

高聚物合成工艺设计基础

31

工业出版社

高等学校试用教材

高聚物合成工艺设计基础

北京化工学院等合编

张 洋 主编

化 学 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书是统编高等学校试用教材,介绍了化工工艺设计的基本知识,内容包括初步设计,施工图设计,以及土建、公用工程等非工艺专业设计的有关知识;同时也尽量反映了国内外化工设计的发展状况和先进技术,如电子计算机的应用,过程设计最优化、模型设计等。书中内容较丰富,方法实用,为便于读者理解和应用,还附有例题及图表。本书可供大专院校化工工艺专业师生使用,也可供化学工业部门的设计、生产和科研单位技术人员参考。

编写人员分工如下:第1~5、10章北京化工学院张洋;第6~9、12~14章上海化工学院许汝谟;第11章北京化工学院张洋、陈德滨;第15~16章陈德滨;第17~19章南京化工学院丁文仁。全书由张洋主编,区灿棋同志主审。

高等学校试用教材
高聚物合成工艺设计基础
北京化工学院等合编
张 洋 主编

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

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787×1092¹/₁₆印张22¹/₂插页1 字数567千字印数2,501—5,920

1981年11月北京第1版1983年7月北京第2次印刷

统一书号15063·3301(K-256)定价2.30元

绪 论

一、化工设计的意义和作用

近三十年来，石油化学工业（以石油和天然气为基本原料制取化工产品的工业）发展速度很快。产品产量大量增长，品种增多，质量也有很大提高，同时化工技术装备也以越来越快的速度进行更新。石油化工迅速发展的一个重要原因，是它所包括的三大合成材料（合成树脂、合成纤维及合成橡胶）生产在此期间有了急剧的发展，例如全世界塑料产量1950年为150万吨，到1980年预计约为1亿吨，三十年中猛增六十多倍。事实上，石油化工企业所生产的烯烃、二烯烃和芳烃等大量基本有机化工原料，大部分是用于合成材料的生产。

为了实现把我国建成社会主义现代化强国的宏伟任务，石油化学工业正以更大的规模、更快的速度向前发展。在石油化工战线上，化工设计队伍发挥着重要的作用，因为无论是生产、科学实验或者是基本建设都离不开设计工作这一环。

1. 生产方面

工厂的改建和扩建都需对单元操作设备或者整个化工装置进行生产能力标定和技术经济指标评定；对工艺流程进行评价；发现薄弱环节和不合理现象以及挖掘生产潜力等等，这都要涉及到化工设计的知识和方法。

2. 科学实验方面

从小试模型试验、中间试验，以至后来的工业生产，都离不开设计。从近代的石油化学工业发展过程来看，科学研究工作日益占有重要地位。而要使科研成果形成生产力即实现工业化，必须把科研与设计紧密结合起来进行新工艺、新技术、新产品以及新设备等的开发工作。

3. 基本建设方面

设计是基本建设的首要环节，是现场施工的依据。从单个设备到全套装置，从一个小型化工厂到大型石油化工联合企业，它们在建设施工之前都必须先搞好工程设计。要想建成一个质量优等、水平先进的化工装置，重要的先决条件就是要有一个高质量、高水平的设计。提高设计的质量和速度对于基本建设事业的发展起着关键性的促进作用。

总之，设计工作是科学技术工作中极为重要的一环。因为经济建设、国防建设的高速度发展，必须以设计工作水平的不断提高为先行，生产上的革新、挖潜、改造，在很大程度上有赖于设计工作，科研成果的工业化更需要和设计工作密切合作，因此，设计工作的状况如何，对于发展科学技术事业和加速社会主义现代化影响极大，一定要给予充分重视。

二、化工设计的特点

化工设计是政治、经济和技术紧密结合的综合性很强的一门科学技术，它的这一特点在开展设计工作的整个过程中都能体现出来。例如在确定原料路线、生产方法、设备类型和车间布置等设计环节的时候，都必须遵循国家的各项有关方针政策和法令规范；都要保障工人有良好的操作条件，保护环境不被污染；都要充分重视经济效益，努力做到少花钱、多办事、办好事；都应当结合我国国情，尽量采用国内外先进科学技术提高现代化水平；这就要求设计工作者具有扎实的理论基础，丰富的实践经验，熟练的专业技能和运用先进设计手段（电子计算机、模型设计等）的能力等等，只有这样，才有可能做出高质量的化工设计来。

石油化学工业的生产过程大都比较复杂,尤其是大型化工企业的生产过程以及它的内部、外部关系更复杂,这使化工设计综合性强的特点显得更为突出。一个化工工程项目的设计,一定要加强设计管理,统一领导,由工艺、机械、自控、电气、总图运输、土建、暖通、给排水和三废处理等许多专业围绕一个中心任务紧密合作,协同配合,发挥集体的力量来共同完成。这里,化工工艺专业在整个设计工作中起着贯穿全过程并且组织协调各专业设计工作的作用;这就要求从事化工工艺设计的专业人员,不仅要熟练掌握本专业的知识技能,还要对有关的各个非工艺专业有必要的了解。尤其是对工艺专业与其它专业之间的协同关系是什么,怎么样有机地配合,都应当十分清楚,这才能共同把设计工作搞好。

三、化工设计的阶段

目前我国的化工设计习惯上都采用两段设计,就是把整个设计过程划分为初步设计和施工图设计这样两个大的阶段。简单、成熟的小型装置可以直接进行施工图设计。

化工设计就其承担的基建任务来说,是将一个系统(例如一个工厂、一个车间、一套装置或一台设备等)全部用机械制图和投影几何的方法,描绘成为图纸、表格及必要的文字说明,也就是把技术装备转化为讯息语言(工程语言),使懂得这种图纸上讯息语言的人员,通过基本建设的方法,在选定的场所把这个系统建设起来。从我国当前状况看,上述的全部进程可以划分为四个阶段,即:

1. 编制设计任务书;
2. 初步设计和总概算;
3. 施工图设计;
4. 基建过程中的设计代表工作。

在这四个阶段中,以初步设计和施工图设计这两个阶段的工作量最大,任务最繁重,参加设计工作的人员也最多。本书将以这两个阶段为重点作较详细介绍。

四、化工设计的现代化

现在世界上工业技术发展速度很快,就石油化工技术而言,几乎每隔几年就有一批重大技术改进,速度如此之快,其原因是多方面的。从工程技术角度来看,主要有:(1)新型催化剂的研制;(2)化学工程原理和技术水平的提高;(3)化工机械制造水平的提高;(4)电子计算机的广泛应用。由于这些原因使得石油化工生产技术出现了新的面貌,例如装置大型化、工厂整体化、系统最优化、控制自动化等等。与此同时,化工设计的技术水平也有了极大的提高,突出表现在化学工程与化工系统工程学理论的广泛运用。它一方面指导设计与科研的有机结合,大大加快了过程开发的速度;另一方面还大大提高了设计质量,使设计出来的化工装置能在最优状态下运转,因而对资源、能源的利用都更加合理,经济效益十分显著。设计技术水平提高的又一个重要标志是电子计算机的广泛应用。由于在化工设计的各个环节、各个专业领域都普遍使用了这个强大有力的工具,从而大大加快了设计速度,保障了设计的质量,使先进的技术理论得以实用。除了上述两项之外,象模型设计的推广应用,标准化、定型化工作的进展等等,也体现了设计技术水平的提高。所以说,设计工作现代化也必将推动科学技术现代化。

目前我国的化工设计技术水平与国外先进水平相比还有较大差距。过去沿用的设计体制和设计方法长期受到苏联五十年代老一套的影响,已经不适应甚至阻碍了石油化学工业的迅速发展。为了改变这种落后局面,应从各个方面采取措施。比如在体制上可逐步通过多种形式使设计和科研更紧密地结合,从而大大促进开发工作。在设计队伍的建设上,一方面是学

习现代科学技术理论以及掌握电子计算机技术等先进设计手段；另一方面是设计人员的分工专业化，例如工艺专业人员主要任务是参加开发工作完成基础设计，施工图设计的一部分任务将由机械或力学专业人员来承担。此外，象建立和完善数据库、程序库，建设好计算中心，发展计算机网络，改革设计工具，推广模型设计，加强情报资料工作等等都在大力进行。

五、学习化工设计知识的意义

从事化工设计专门工作固然需要学习和掌握化工设计的专门技能。从事工业生产、科学实验以及技术管理等各方面工作，也同样需要具备一定的设计知识技能，所以化工工艺专业学生掌握初步的化工设计训练是很有必要的。

从教学出发进行化工设计方面的基本训练，有助于培养综合运用多学科基本理论，联系生产实际，提高分析和解决问题的能力；有助于培养深入实际，注重调查研究的作风；有助于提高查阅文献资料、收集和整理数据的能力。此外，对于提高运算能力，掌握电子计算机使用技术等也很有益。总之，经过初步训练，具有一定的化工工艺设计能力之后，不论是搞生产、基建或者是搞科研和管理都用得上它，而且一定会显示出重要的作用。

当然、仅仅在校学习，或者单纯从书本上学习化工设计的知识技能还是远远不够的，而且要更多地参加业务实践，积累经验、不断扩展和深化理论知识，同时注意培养思维、想象和创造的能力，这样做才会促使设计能力稳步提高。

六、编写内容说明

化工设计所包含的内容非常广泛，工作量也是非常大的，需要一个设计集体来完成，所以不要求每个人都全面掌握，而是按专业分工有所侧重。本书是面向高分子化工专业的，所以内容以工艺为主，对于其它非工艺专业的内容，则只介绍有关基本知识。

本书只着重从化工设计的角度来说明如何运用，为了加快设计工作的现代化，在部分章节里，对于国内外化工设计的发展状况，以及新理论、新技术和新方法作了一些介绍。

目 录

绪论	1
第一章 工艺设计阶段及内容	4
第一节 工艺设计的阶段	4
第二节 工艺设计的内容及说明	6
第二章 工艺流程设计	11
第一节 工艺路线的选择	11
第二节 工艺流程设计	14
第三章 物料衡算	23
第一节 物料衡算的意义和作用	23
第二节 物料衡算的方法和步骤	24
第三节 连续过程的物料衡算	27
第四节 间歇过程的物料衡算	38
第五节 再循环过程的物料衡算	44
第四章 热量衡算	53
第一节 概述	53
第二节 热量衡算	53
第三节 系统能量平衡	56
第四节 有关热数据的收集	61
第五章 设备的工艺设计	64
第一节 概述	64
第二节 选泵	64
第三节 换热器设计	66
第四节 精馏设备	69
第五节 反应器的选型与设计	75
第六章 车间布置设计	85
第一节 布置设计概述	85
第二节 车间平面布置	87
第三节 车间设备布置	91
第四节 车间布置设计技术文件	108
第七章 管道仪表流程设计	110
第一节 管道仪表流程设计的内容与要求	110
第二节 典型设备的管道仪表流程	113
第三节 管子、阀门和管件选择	122
第八章 管道布置设计	130
第一节 管道的热补偿	130

第二节	管架和管道的安装布置	133
第三节	典型设备的管道布置	139
第四节	阀门和仪表的安装布置	149
第五节	管道布置设计文件	151
第九章	工程模型设计	156
第一节	概述	156
第二节	布置模型设计	159
第三节	配管模型设计	160
第十章	设计文件的编制 (工艺专业)	170
第一节	初步设计阶段的设计文件编制	170
第二节	施工图设计	174
第十一章	电子计算机技术在石油化工设计中的应用	178
第一节	概述	178
第二节	化工流程模拟系统	180
第三节	稳态模拟系统的建立及其工作过程	187
第四节	物性数据库	192
第五节	电子计算机绘图	194
第十二章	土建	198
第一节	化工建筑的基本知识	198
第二节	土建设计条件	203
第十三章	公用工程	205
第一节	供水	205
第二节	供热及冷冻	207
第三节	电气	210
第四节	采暖通风	214
第十四章	非定型设备与自控设计条件	217
第一节	非定型设备设计条件	217
第二节	自控设计条件	220
第十五章	安全防火与环境保护	222
第一节	燃烧与爆炸及其防止	222
第二节	有毒物质及环境污染	226
第三节	噪声和控制	228
第四节	化工工艺设计中应考虑的安全和环境保护问题	230
第十六章	设计概算	234
第一节	技术经济设计简介	234
第二节	设计概算的意义、原则和内容	237
第三节	设计概算的编制依据和方法	239
第十七章	过程系统工程简介	244
第一节	过程系统工程是系统工程的重要分支	244
第二节	过程 (系统) 的分析、合成和控制	246

第三节	过程（系统）的模拟	262
第四节	过程（系统）的最优化	265
第十八章	最优化方法	269
第一节	概述	269
第二节	多元目标函数最优化的解析解法	270
第三节	动态规划	298
第四节	最大值原理	314
第十九章	聚合过程的最优化	326
第一节	概述	326
第二节	以聚合反应装置的容积效率为目标的最优化	327
第三节	以反应时间为目标的最优化	335
第四节	以产品质量为目标的最优化	350
主要参考文献		353
附录		354

绪 论

一、化工设计的意义和作用

近三十年来，石油化学工业（以石油和天然气为基本原料制取化工产品的工业）发展速度很快。产品产量大量增长，品种增多，质量也有很大提高，同时化工技术装备也以越来越快的速度进行更新。石油化工迅速发展的一个重要原因，是它所包括的三大合成材料（合成树脂、合成纤维及合成橡胶）生产在此期间有了急剧的发展，例如全世界塑料产量1950年为150万吨，到1980年预计约为1亿吨，三十年中猛增六十多倍。事实上，石油化工企业所生产的烯烃、二烯烃和芳烃等大量基本有机化工原料，大部分是用于合成材料的生产。

为了实现把我国建成社会主义现代化强国的宏伟任务，石油化学工业正以更大的规模、更快的速度向前发展。在石油化工战线上，化工设计队伍发挥着重要的作用，因为无论是生产、科学实验或者是基本建设都离不开设计工作这一环。

1. 生产方面

工厂的改建和扩建都需对单元操作设备或者整个化工装置进行生产能力标定和技术经济指标评定；对工艺流程进行评价；发现薄弱环节和不合理现象以及挖掘生产潜力等等，这都要涉及到化工设计的知识和方法。

2. 科学实验方面

从小试模型试验、中间试验，以至后来的工业生产，都离不开设计。从近代的石油化学工业发展过程来看，科学研究工作日益占有重要地位。而要使科研成果形成生产力即实现工业化，必须把科研与设计紧密结合起来进行新工艺、新技术、新产品以及新设备等的开发工作。

3. 基本建设方面

设计是基本建设的首要环节，是现场施工的依据。从单个设备到全套装置，从一个小型化工厂到大型石油化工联合企业，它们在建设施工之前都必须先搞好工程设计。要想建成一个质量优等、水平先进的化工装置，重要的先决条件就是要有一个高质量、高水平的设计。提高设计的质量和速度对于基本建设事业的发展起着关键性的促进作用。

总之，设计工作是科学技术工作中极为重要的一环。因为经济建设、国防建设的高速度发展，必须以设计工作水平的不断提高为先行，生产上的革新、挖潜、改造，在很大程度上有赖于设计工作，科研成果的工业化更需要和设计工作密切合作，因此，设计工作的状况如何，对于发展科学技术事业和加速社会主义现代化影响极大，一定要给予充分重视。

二、化工设计的特点

化工设计是政治、经济和技术紧密结合的综合性很强的一门科学技术，它的这一特点在开展设计工作的整个过程中都能体现出来。例如在确定原料路线、生产方法、设备类型和车间布置等设计环节的时候，都必须遵循国家的各项有关方针政策 and 法令规范，都要保障工人有良好的操作条件，保护环境不被污染，都要充分重视经济效益，努力做到少花钱、多办事、办好事；都应当结合我国国情，尽量采用国内外先进科学技术提高现代化水平；这就要求设计工作者具有扎实的理论基础，丰富的实践经验，熟练的专业技能和运用先进设计手段（电子计算机、模型设计等）的能力等等，只有这样，才有可能做出高质量的化工设计来。

石油化学工业的生产过程大都比较复杂,尤其是大型化工企业的生产过程以及它的内部、外部关系更复杂,这使化工设计综合性强的特点显得更为突出。一个化工工程项目的设计,一定要加强设计管理,统一领导,由工艺、机械、自控、电气、总图运输、土建、暖通、给排水和三废处理等许多专业围绕一个中心任务紧密合作,协同配合,发挥集体的力量来共同完成。这里,化工工艺专业在整个设计工作中起着贯穿全过程并且组织协调各专业设计工作的作用;这就要求从事化工工艺设计的专业人员,不仅要熟练掌握本专业的知识技能,还要对有关的各个非工艺专业有必要的了解。尤其是对工艺专业与其它专业之间的协同关系是什么,怎么样有机地配合,都应当十分清楚,这才能共同把设计工作搞好。

三、化工设计的阶段

目前我国的化工设计习惯上都采用两段设计,就是把整个设计过程划分为初步设计和施工图设计这样两个大的阶段。简单、成熟的小型装置可以直接进行施工图设计。

化工设计就其承担的基建任务来说,是将一个系统(例如一个工厂、一个车间、一套装置或一台设备等)全部用机械制图和投影几何的方法,描绘成为图纸、表格及必要的文字说明,也就是把技术装备转化为讯息语言(工程语言),使懂得这种图纸上讯息语言的人员,通过基本建设的方法,在选定的场所把这个系统建设起来。从我国当前状况看,上述的全部进程可以划分为四个阶段,即:

1. 编制设计任务书;
2. 初步设计和总概算;
3. 施工图设计;
4. 基建过程中的设计代表工作。

在这四个阶段中,以初步设计和施工图设计这两个阶段的工作量最大,任务最繁重,参加设计工作的人员也最多。本书将以这两个阶段为重点作较详细介绍。

四、化工设计的现代化

现在世界上工业技术发展速度很快,就石油化工技术而言,几乎每隔几年就有一批重大技术改进,速度如此之快,其原因是多方面的。从工程技术角度来看,主要有:(1)新型催化剂的研制;(2)化学工程原理和技术水平的提高;(3)化工机械制造水平的提高;(4)电子计算机的广泛应用。由于这些原因使得石油化工生产技术出现了新的面貌,例如装置大型化、工厂整体化、系统最优化、控制自动化等等。与此同时,化工设计的技术水平也有了极大的提高,突出表现在化学工程与化工系统工程学理论的广泛运用。它一方面指导设计与科研的有机结合,大大加快了过程开发的速度;另一方面还大大提高了设计质量,使设计出来的化工装置能在最优状态下运转,因而对资源、能源的利用都更加合理,经济效益十分显著。设计技术水平提高的又一个重要标志是电子计算机的广泛应用。由于在化工设计的各个环节、各个专业领域都普遍使用了这个强大有力的工具,从而大大加快了设计速度,保障了设计的质量,使先进的技术理论得以实用。除了上述两项之外,象模型设计的推广应用,标准化、定型化工作的进展等等,也体现了设计技术水平的提高。所以说,设计工作现代化也必将推动科学技术现代化。

目前我国的化工设计技术水平与国外先进水平相比还有较大差距。过去沿用的设计体制和设计方法长期受到苏联五十年代老一套的影响,已经不适应甚至阻碍了石油化学工业的迅速发展。为了改变这种落后局面,应从各个方面采取措施。比如在体制上可逐步通过多种形式使设计和科研更紧密地结合,从而大大促进开发工作。在设计队伍的建设上,一方面是学

习现代科学技术理论以及掌握电子计算机技术等先进设计手段；另一方面是设计人员的分工专业化，例如工艺专业人员主要任务是参加开发工作完成基础设计，施工图设计的一部分任务将由机械或力学专业人员来承担。此外，象建立和完善数据库、程序库，建设好计算中心，发展计算机网络，改革设计工具，推广模型设计，加强情报资料工作等等都在大力进行。

五、学习化工设计知识的意义

从事化工设计专门工作固然需要学习和掌握化工设计的专门技能。从事工业生产、科学实验以及技术管理等各方面工作，也同样需要具备一定的设计知识技能，所以化工工艺专业学生掌握初步的化工设计训练是很有必要的。

从教学出发进行化工设计方面的基本训练，有助于培养综合运用多学科基本理论，联系生产实际，提高分析和解决问题的能力；有助于培养深入实际，注重调查研究的作风；有助于提高查阅文献资料、收集和整理数据的能力。此外，对于提高运算能力，掌握电子计算机使用技术等也很有益。总之，经过初步训练，具有一定的化工工艺设计能力之后，不论是搞生产、基建或者是搞科研和管理都得上它，而且一定会显示出重要的作用。

当然，仅仅在校学习，或者单纯从书本上学习化工设计的知识技能还是远远不够的，而且要更多地参加业务实践，积累经验、不断扩展和深化理论知识，同时注意培养思维、想象和创造的能力，这样做才会促使设计能力稳步提高。

六、编写内容说明

化工设计所包含的内容非常广泛，工作量也是非常大的，需要一个设计集体来完成，所以不要求每个人都全面掌握，而是按专业分工有所侧重。本书是面向高分子化工专业的，所以内容以工艺为主，对于其它非工艺专业的内容，则只介绍有关基本知识。

本书只着重从化工设计的角度来说明如何运用，为了加快设计工作的现代化，在部分章节里，对于国内外化工设计的发展状况，以及新理论、新技术和新方法作了一些介绍。

第一章 工艺设计阶段及内容

第一节 工艺设计的阶段

我国目前化工设计的全过程划分为四个阶段，现按先后次序进行介绍。

一、编制设计任务书

设计任务下达之后，首先是编制设计任务书和选择厂址（建设地点）。在这里着重介绍设计任务书的编制。

设计任务书是一项指令性文件，一般由主管部门或建设单位编制。由于化工企业，特别是综合性的大型化工企业内部和外部关系比较复杂，因而往往由上级领导部门指定或由建设单位委托设计部门编制。它是整个设计工作的依据，只有设计任务书编制得正确，才可能确保设计的正确。

编制工作的任务是要确定建设规模和投资，建厂地区和建设进度，原材料、动力和燃料的供应，以及协作关系和设计分工等重大问题。因此，设计任务书一般均包括下述内容：

1. 设计项目名称；
2. 建设规模（主要产品的产量和品种等）；
3. 建设地点和占地面积；
4. 建设根据（水文，地质资源，原料及燃料供应，运输条件，生活资料以及劳动力资源等）；
5. 主要的协作关系（协作产品，资源综合利用，水、电、蒸汽用量及规格要求，运输条件等）；
6. 主要技术经济指标（投资、消耗定额、成本估算和总定员）；
7. 建设工程分期、规模及建设进度；
8. 三废治理和综合利用；
9. 设计阶段，设计单位及分工，设计进度；
10. 有关技术资料。

一般都附有说明书，论证说明产品方案，生产规模，技术经济比较等。

编制设计任务书是一项重要而细致的工作，需要进行大量调查研究工作，对设计规划的可行性必须做仔细的研究。通常，都要做市场调查以摸清用户对产品品种和数量需求状况，同时预测其发展趋势，还要弄清原料资源、能源供应等情况，因为以上这些因素直接影响建设规模、产品销路以至经济效益。此外，还要收集有关的生产和科研试验资料，对生产工艺过程进行评价等等。总之，要对几种可供选择的规划方案进行严密的经济分析（主要是进行总投资和成本的比较）从而确保其可行性。

设计任务书编制完成后，应报送上级主管部门，经审批之后再下达给设计单位。

二、初步设计

根据上级主管部门审批的设计任务书，即可进行初步设计。初步设计文件经过审批之后，便可进行主要设备和材料的订货，审批和控制总概算，做基建准备并以它作为施工图设计的

依据。

1. 工艺专业初步设计文件的内容

根据原燃化部一九七三年颁发的“燃料化学工业部炼油化工工厂初步设计内容规定”应包括以下内容：

- (1) 概述、设计依据，指导思想等；
- (2) 车间概况及特点，并论证其技术先进性和经济合理性等，立即进行过程评价；
- (3) 车间组成，设计范围，项目等；
- (4) 生产制度，年操作日（各工段可不一样），连续或间断生产情况，生产班数等；
- (5) 成品、原料、辅助原料和中间产品的主要技术规格以及包装方式；
- (6) 生产流程简述，按生产工序叙述物料经过工艺设备的顺序及生成物的去向，原料、产品的运输及贮存方式，同时应说明主要操作技术条件：如温度、压力、流量、配比等（如系间断操作，需说明一次操作的加料量和时间）；
- (7) 主要设备计算及选择，说明高温、高压、极低温及特殊防腐蚀等主要设备的材料选择和设计原则；采用新结构，新材料，新技术和其它需要特别说明的问题；说明主要设备的规格、能力和需要数量；主要设备的工艺计算和以表格形式分类列出非定型设备的计算选择结果；
- (8) 总定员；
- (9) 生产控制分析；
- (10) 设备表、材料表；
- (11) 存在问题；
- (12) 物料流程图，工艺流程图，设备布置图，关键设备总图等；
- (13) 环境保护。

以上内容就是在初步设计阶段应当完成的任务，同时还应当作出总概算。

2. 初步设计的工作程序

一般按以下程序进行：

- (1) 设计准备阶段、做开工报告，由各专业做设计的准备工作；
- (2) 工艺专业设计方案的讨论确定，在这个阶段里要选定工艺路线和设计生产流程，这是决定全局概貌的关键一步；
- (3) 以工艺专业为主导，各专业互相协调彼此之间条件，确定方案；这时工艺专业应当主动为其它专业提供方便，创造有利条件；
- (4) 完成各专业的具体工作，工艺专业应从方案设计开始到这一阶段为止，陆续完成物料计算、能量计算、设备设计和布置设计，最后完善流程设计，绘出带控制点工艺流程图，其它专业也应完成这一阶段的工作任务；此外，要组织好中间审核及最后校核，以便及时发现和纠正工作中产生的差错，保障设计质量；
- (5) 在完成各专业的的设计文件和图纸，并进行核审之后，由各专业进行有关图纸的汇签，以解决各专业间发生的漏失、重复、顶撞等问题，确保设计质量；
- (6) 编制初步设计总概算，论证设计的经济合理性，这一步工作应尽量做细做好；
- (7) 审定设计文件，并报送上级主管部门组织审批，审批核准的初步设计文件，即作为施工图设计阶段开展工作的依据。

倘若初步设计要做模型设计时，应在工艺设计方案阶段（即第二步）进行；工艺设计人

员在这阶段要完成工艺流程设计和布置设计两项主要任务。

三、施工图设计

施工图设计的任务是根据初步设计审批意见,解决初步设计阶段待定的各项问题,并以它作为施工单位编制施工组织设计、编制施工预算和进行施工的依据。施工图设计内容与初步设计有较大变动时,应另行编制修正概标上报原审批单位核准,施工图设计不能随意改变初步设计。

施工图设计一般由设计单位负责,不再报上级主管部门审批。但在编制过程中,应根据初步设计审批意见加强与基建施工单位的结合,正确贯彻和掌握上级部门的审批精神和原则。

编制施工图设计的主要工作内容是在初步设计的基础上,完善流程图设计和车间布置设计,进而完成管道配置设计和设备、管路的保温及防腐设计,其详细内容包括(限于工艺专业):图纸总目录,工艺图纸目录,带所有管道和仪表的工艺流程图,首页图,设备布置图,设备表,管路安装图,综合材料表,设备管口方位图,设备、管路保温及防腐设计,复用图及标准图等。

施工图设计阶段的工作程序大体上与初步设计相同,也可大致划分为设计准备、讨论确定方案、各专业互提设计条件并相互协商和返回设计条件,设计文件和图纸的编制和校审,有关图纸汇签,编制施工图修正概算(施工图与初步设计有不同,需要做重大修改时),设计文件和图纸归档入库和管理等工作等。在这个设计阶段里,图纸工作量特别大。另外,各专业之间关系十分密切,工作中内容关联多,设计条件往返多,必须很好地协同配合。

近年来,我国在施工图设计阶段采用模型设计已经日益广泛,积累了经验,取得一定成效。用模型设计配合电子计算机可以绘制空视管段图、编制材料表,能够代替管段设计图的作用,很有发展前途。

四、设计代表工作

在初步设计与施工图设计两个阶段,有大量的各专业人员参加,等到设计文件编制完毕,工作转入了基本建设和试车投产阶段的时候,就只有少量的各专业设计代表参加了。

设计代表的任务就是参加基本建设的现场施工和安装,建成化工装置之后要参加试车运转工作。使装置达到设计所规定的各项指标要求。

当全部工作结束后,应做工程总结,积累正反两方面的经验,以利于设计质量的不断提高。

第二节 工艺设计的内容及说明

化工车间(装置)设计是化工厂设计的核心内容,它是由工艺专业与非工艺专业密切协作共同完成的。在化工设计工作中,工艺设计的作用是很重要的,它能决定整个设计的概貌,还起着组织与协调各个非工艺专业互相配合的主导作用。

在这一节里将介绍化工车间(装置)工艺设计的内容,同时对怎样掌握设计工作基本技能提出一些建议和需要注意的问题。

一、车间工艺设计的内容

1. 设计准备

刚刚接触设计,因为还不了解它,常常觉得问题很多、任务很重无从下手。这时就要作好准备,尽快熟悉和适应设计工作,并且为正式开展设计打下一个好基础。设计的准备大致有下列几方面。

(1) 熟悉设计任务书 全面深入地正确领会设计任务书提出什么要求, 又提供了什么情况, 这都是设计的依据、必须熟记、贯彻实施。

(2) 了解化工设计以及工艺设计包括哪些内容, 其方法步骤如何。参照设计进度订出个人工作计划。

(3) 查阅文献资料 按照设计要求, 主要查阅与工艺路线、工艺流程和重点设备有关的文献资料, 并摘录笔记。此外, 还应对资料数据加工处理, 对文献资料数据的适用范围和精确程度应有足够的估计。

(4) 收集第一手资料 深入生产与试验现场调查研究, 尽可能广泛地收集齐全可靠的原始数据并进行整理, 这对搞好整个设计来说是一项很重要的基础工作。

2. 方案设计

这个阶段的任务是确定生产方法和生产流程, 它们是整个工艺设计的基础。要求运用所掌握的各种资料, 根据有关的基本理论进行不同生产方法和生产流程的对比分析。这个阶段的工作, 可以培养分析、归纳和理论联系实际的能力。

由于工业生产和科学技术多年来的不断发展, 一个产品的生产可以用不同的原料和不同的生产方法, 所以在设计一个产品的生产时首要的和重要的工作就是通过定量的技术经济比较, 着重评价总投资和成本, 从而选择一条技术上先进, 经济上合理, 安全上可靠, 三废得到处理, 而且又是因地制宜可以实施的工艺路线。

紧接着就要设计生产流程, 这一步骤的工作历程更长, 从规划轮廓到完善定型, 要经过物料衡算, 热量衡算, 设备设计和车间布置设计等过程。周期长, 涉及面广, 需要做细致的分析、计算及比较工作。运用化工系统工程学理论和方法进行生产流程的最优化设计, 是一种效果显著的好方法, 但在目前尚处于研究开发之中, 运用时需要先凭设计者的经验, 拟定几种流程方案, 而后再用最优化设计的方法进行计算和评选。由于这种方法的计算工作量非常大, 手工劳动是无法胜任的, 必须使用电子计算机。通常, 手工计算进行流程设计, 也要先做出几种流程方案, 然后进行计算和比较。

化工生产过程由各种单元过程(即单元操作)构成, 生产化工产品的流程可以多种多样, 但是从原料到产品所经历的工艺过程, 一般都包括生产准备、化学反应、产品的分离精制、成品包装贮运及三废处理等。

流程设计是十分复杂细致而又富于创造性的工作, 大有文章可做。应广泛吸取国内外生产工艺的长处, 运用先进的设计方法把它做好。

3. 化工计算

化工计算是工艺设计的核心, 随着工业生产和工程技术的发展, 对于化工装置的生产技术水平、经济效果和安全可靠程度要求越来越高, 这就需进行日益严格精密的计算, 而手工计算的精确度和速度都远远不及电子计算机。

化工计算包括工艺设计中的物料衡算, 能量衡算以及设备选型和计算三个内容。要完成的任务是在这三项计算的基础上绘制物料流程图、主要设备总图和带控制点工艺流程图。经验表明, 在化工计算阶段会用到大量的基本理论, 基本概念和基本技能(数据处理、计算技能、绘图能力等)。它是理论联系实际, 学会发现问题、分析问题和解决问题, 进一步锻炼独立思考和独立工作能力的主要阶段。搞好计算的必要条件是概念清楚、方法正确、数据齐全可靠(收集大量实际生产数据是保证计算质量的关键)。还必须按一定步骤进行, 强调按步骤进行的主要原因是避免出错, 也是为了使校核者易于进行核算。当计算过程比较复杂时,

这后一个原因更显得重要。设计工作中,除了计算者自校之外,还需校核者核算计算成果(包括所有的假设数据和结果)是否正确。如果计算书是按一定的步骤清楚地表示时,校核者就能既快又好地完成任务。

4. 车间布置设计

这是工艺人员的主要设计任务之一,它也是决定车间面貌的又一个重要设计项目。布置设计的主要任务是确定整个工艺流程中的全部设备在平面上和空间中的正确的位置,相应地确定厂房或框架的结构型式。车间布置对生产的正常进行和经济指标都有重要影响,同时为土建、暖通、电气、自控、供排水、外管等专业开展设计提供重要依据。因此,车间布置设计要反复全面思考,多征求意见,并和非工艺设计人员大力协作,才能做好这项工作。

当化工计算结束,绘出工艺流程图之后就可以进行车间布置设计,完成之后要绘制平面与立面的车间布置图。设计方法除了常用的摆纸块法之外,现在也广泛采用模型设计的方法。

5. 化工管路设计

这项设计任务是在工艺流程设计与车间布置设计都已完成的基础上进行的,是施工图中最主要的设计内容,工作量非常大,需要绘制大量图纸,汇编大量表格、而且这一阶段工艺专业与非工艺专业的工作交叉多,设计条件往还频繁,工作中需要细致周到、密切协同。

管路配置设计的任务是确定装置的全部管线、阀件、管件以及各种管架的位置,以满足工艺生产的要求。应注意节约管材,便于操作、检查和安装检修,而且做到整齐美观。

6. 提供设计条件

设计条件是各专业据以进行具体设计工作的依据,因此提好设计条件是确保设计质量的重要一环。为了正确贯彻执行各项方针政策和已定的设计方案、保证设计质量,工艺专业设计人员应认真负责地编制各专业的设计条件,并确保其完整性和正确性。

设计条件内容包括总图、土建、外管、非定型设备、自控、电气、电讯、电加热、采暖通风、空调、给排水、工业炉等非工艺专业的设计条件。

7. 编制概算书及编制设计文件

概算书是在初步设计阶段编制的车间投资的大概计算,作为国家对基本建设单位拨款的依据。概算主要提供了车间建筑、设备及安装工程费用。经济是否合理是衡量一项工程设计质量的重要标志,编制概算可以帮助判断和促进设计的经济合理性。实际上在编制概算之前,经济考核的工作就已经开展了,例如编制设计任务书和选择厂址阶段就进行了大量的经济考察。进入初步设计阶段之后,不论是选定生产方法,或是设计生产流程,都要反复进行技术经济指标的比较,进行设备设计和车间布置设计也都要仔细考虑经济合理性。设计者应当明确技术上的先进性是由经济合理性来体现的,只有每一步都重视经济因素,力求经济上合理,到最后才能做出既经济节约又合理可行的概算来。

在设计工作中经常进行分析比较的技术经济指标有以下几项。

首先是产品成本。在这里指的是车间成本、它是由原材料、辅助材料、水、电、蒸汽、燃料等费用,工资和设备(包括建筑物)折旧维修费等项构成。产品成本中一般都是原料费占的比重最大,往往高达60~80%,所以一定要尽量选用便宜的原料,这一点在编制设计任务书时就应予以考虑。另外,流程长短也会大大影响成本,如果流程长、将会导致基建投资多,设备折旧维修费多,同时水、电、汽消耗定额高,造成经常操作费也高,这些都会使成本提高。显然要降低成本,就要选择丰富便宜的原材料和先进的生产方法,还要设计合理的生产流程,才能达到先进的技术经济水平。因此,产品成本是衡量设计质量的重要的综合性