

第一章 概 论

第一节 工程项目建设的基本程序

工程项目建设程序是指建设项目从最初的酝酿、可行性研究、决策，到工程设计、组织施工、试车投产、竣工验收、交付使用的全过程中，各个阶段的工作内容及其应遵循的先后次序。建设工作涉及的面很广，完成建设工程需要多方面的密切协作和配合，其中有些工作内容是前后衔接的，有些是相互交叉的，有些则是同步进行的。所有这些工作都必须纳入统一的轨道，遵照统一的步调和次序来进行，才能有条不紊地按预订计划完成建设任务，并迅速形成生产能力，取得使用效益。

1991年12月国家计委所发的文件中规定，工程项目建设的全部过程包括以下阶段内容：项目任务书，可行性研究，设计文件，建设准备，计划安排，施工，生产准备，竣工验收、交付生产。工程建设一般程序的轮廓示意如图1-1所示。



图 1-1 工程建设一般程序示意图

一、项目建议书

项目建议书是对拟建设项目的轮廓设想，主要是从建设的必要性来衡量，初步分析和说明建设的可能性。

项目建议书由项目的主管单位根据国民经济发展长远规划、地区规划和行业规划，结合资源情况及设计布局，在调查研究、收集资料、踏勘建设地点、初步分析投资效果的基础上提出。跨地区、跨行业的建设项目以及对国计民生有重大影响重大项目，由有关部门和地区联合提出项目建议书。

项目建议书应包括以下主要内容。

建设项目提出的必要性和依据。引进技术和进口设备的项目，还要说明国内外技术差距和概况以及进口的理由。

成品方案、拟建规模和建设地点的初步设想。

资源情况、建设条件、协作关系和引进国别、厂商的初步分析。

投资估算和资金筹措设想。利用外资项目要说明利用外资的可能性，以及偿还贷款能力的大体测算。

项目的进度安排。

⑥经济效果和社会效益的初步估计。

项目建议书上报并经有关部门审批后，由各级计划部门汇总平衡，就可以列入建设前期工作计划。

二、可行性研究

根据列入建设前期工作计划内的项目建议书，便可对拟建项目进行可行性研究。

可行性研究的任务是对拟建项目从技术、工程、经济和外部协作条件等所有方面进行全面的分析论证，以确定项目是否合理可行，并对项目方案作多方面的比较和评价，推荐最佳方案，为投资决策提供科学的、可靠的、准确的依据。

可行性研究包括以下内容。

(1) 项目背景

通过分析本项目投资在实现国家或行业发展规划要求、实施产业结构和产品结构调整、落实产业政策和技术政策等方面的意义和作用，说明本项目建设是否符合宏观经济的要求和投资的必要性；从国内外市场供求情况的现状出发，分析与说明建设本项目对于满足国内外市场需求的作用，及其发展预测和盈利前景；从资源、原材料供应和建厂条件等方面，说明实现本项目投资的可能性。

(2) 需求预测和拟建规模

通过对国内外需求情况的预测和分析，确定拟建项目的规模、产品方案和发展方向。

(3) 资源、原材料、燃料及公用设施情况

即原料、辅助材料、燃料的种类、数量、来源和供应可能（包括项目所需原材料和辅助材料、燃料与动力、水与气的现有状况、发展趋势、供应本项目需要的可能与程度等），所需公用设施的数量、供应方式和供应条件（包括拟建项目在生产、生活、运输、销售等方面所需的社会公用设施，现有设施满足需要的程度、发展趋势、采取的措施等），以及

上述调查资料的来源以和本项目拟建地区有关部门的意见等。

(4) 建厂条件和厂址方案

即各可供选择的建设地区与厂址情况，包括位置、环境、勘探、测量的数据资料，社会经济条件，以及各方案之间的比较。

(5) 设计方案

包括项目的构成范围（指包含的主要单项工作）、技术来源以及生产方法、主要工艺和设备选型方案的比较，引进技术、设备的来源国别，设备的国内外交货时间和方式或与外商合作制造设备的设想。改扩建项目还应说明原有固定资产的利用情况。

(6) 环境保护

包括拟建项目“三废”的种类、成分、数量及其对环境的影响；项目拟建地区环境和主要污染源的现状，该地区对环境质量的特殊要求，以及上述两方面对拟建项目的影响；建厂地区环境现状及其对“三废”处理的要求，处理“三废”的方案比较与选择。

(7) 企业组织、劳动定员和人员培训（估算数）

包括生产车间及辅助车间的划分，人员配备及培训规划。

(8) 项目实施进度的建议

包括项目建设的基本要求和总安排；建设阶段的划分及年、季度进度计划，其中又包括勘察、设计的周期和进度，设备订货和制造的周期和进度，工程施工周期和进度，调试、投产及达产时间等。

(9) 投资估算和资金筹措

包括主体工程 and 辅助配套工程所需的投资（利用外资项目或引进技术项目则包括所用外汇额）及其使用计划，生产流动资金的估算，资金来源、筹措方式及贷款的偿付方式。

(10) 项目经济效果评价

包括生产成本及销售收益的估算，项目的总成本和单位成本，项目的总收入（包括销售收入和其他收入），分年编制的现金流量及资金来源与运用表，反映投资效益情况的评价指标——财务内部收益率、财务净现值、投资回收期、贷款偿还期等的计算结果，经济内部收益率、经济净现值、经济换汇（节汇）成本等指标的计算结果，项目的盈亏分析，敏感性分析、概率分析和方案比选，评价的结论和建议。

三、编制设计文件

设计是建设项目实施过程中的直接依据。一个建设项目的最终成果，表现为资源利用是否合理，设备选型是否得当，生产流程是否先进，厂区布置是否紧凑，生产组织是否科学，综合经济效果是否理想，这其中，工程设计的质量起决定性作用。

可行性研究报告和选点报告被批准后，项目的主管部门应指定和委托设计单位，按照可行性研究报告规定的内容，编制设计文件。

设计文件编制完成后，按原来途径上报审批。属于新建的大中型项目的初步设计应按隶属关系，由各主管部门，各省、市、自治区、直辖市负责审批，并报国家计委备案。

四、建设准备

建设项目可行性研究报告经有关部门批准之后，应立即进行建设的一切准备工作，为

拟建项目向实施阶段过渡提供各种必要的条件。工程建设准备工作是否及时和充分，直接影响到工程项目能否如期展开和完成。

建设单位（或委托的监理公司）为建厂应做的准备工作如下。

（1）建设场地准备

建设场地准备包括申请施工执照、征地和拆迁。

（2）委托设计

所有的建设项目必须委托有合格设计证书的设计单位进行设计。

（3）物资准备

建设项目需要的设备，包括大型专用设备、一般通用设备和非标准设备，根据初步设计提出的设备清单，可以采取委托承包或招标、投标等不同方式委托设备成套公司承包供应。

五、工程施工

工程施工是基本建设工程的实现阶段，采用不同的承包方式委托建筑安装施工企业承担。建筑安装工程施工一般分五个阶段进行，即承接任务阶段、规划性准备阶段、现场性准备阶段、全面施工管理阶段和交工验收阶段。

六、试车

大型化工装置的试车，一般分为两个阶段。第一阶段为单体试车、联动试车，由施工安装单位负责，生产单位配合参加。第二阶段为化工试车，由生产单位负责，设计、施工单位配合参加。引进装置的试车应在卖方技术人员的指导下进行。

单体试车是指按规程分别对机器和设备进行单体试运转。联动试车也称无负荷联动试车，是指单台设备或若干台设备为解决试车介质、考验安装质量而进行的局部联动试车，通过联动试车检查设备、仪表以及各通路（如油路、水路、汽路、电路等）是否畅通，在规定时限内试运转无问题即视为合格。化工试车也称有负荷联动试车、投料试车，化工试车必须达到投料运转正常，生产出合格产品，参数符合规定的要求，才为试车合格。

试车是一个短暂的但技术上很关键的阶段，必须坚持高标准、严要求。化工试车要做到从生产原料投入装置到生产出合格的最终产品，试车过程不中断，不发生重大事故，实现一次投产成功，尽快形成生产能力，发挥投资效果。

七、生产准备

生产准备工作涉及面广，不同的项目在技术和工艺要求上各有特点，但总的范围和目标是统一的，其主要内容有以下几方面。

（1）生产准备机构的设置

生产准备机构的设置应随着建厂工作的开展，逐步地充实、加强和完善。

（2）生产人员的配备和培训

生产人员包括经营管理人员、生产技术人员和生产操作工人，应按初步设计中规定的定员配备，并对其进行培训。

（3）生产技术准备

生产技术准备是为建设项目的顺利投产和投产后的技术管理创造条件，如制定各项生产管理规章制度，编制工艺操作规程和安全规程，制定各种生产操作记录和技术档案卡片，编制试车投产计划等。

(4) 外部协作条件的落实

根据初期协议，与提供水、电、汽、通讯、运输等条件的协作方签订正式合同，明确提供的方式、数量和质量，以保证投产后的需要。

(5) 物质供应和经营管理的准备

原料、燃料、材料联系定点，达成供货协议，签订供货合同，准备生产备品、备件、工具和仪器。

八、竣工验收

建设项目的竣工验收是项目建设全过程的最后一个阶段，是全面考核基本建设工作、检查工程质量是否符合设计要求、将投资成果转交给生产或使用单位的过程。

任何建设工程，凡是已按照设计文件内容建成，工业项目经投料试车合格、形成生产能力，并能生产出合格产品，非工业项目符合设计要求、能够正常使用，都要及时组织验收，同时办理固定资产交接手续。对国外进口的成套化工项目，为了考核设计能力，可安排不超过三个月的试生产期，考核合格后立即办理竣工验收，移交固定资产。大型联合企业分期建设、分期受益的项目，只要具备生产合格产品的条件，应分期分批验收交付生产。

竣工验收一般分两个阶段进行：

单项工程验收，是指根据建厂总规划或生产使用部门的要求，在总体设计中，当某一单项工程（一个车间、一个装置）已按设计要求建成，能满足生产或具备使用条件时，可以办理正式验收，移交给生产或使用部门，如供电、供水系统工程；

全部验收，是指当整个建设项目已按设计要求全部建成，符合竣工验收标准时，由主办验收单位（建设单位或生产单位）连同设计单位、施工单位、建设银行、环境保护部门和其他有关部门先进行初验，提出竣工验收报告，报请有关主管部门组织的总验收。在全部验收时，对已验收过的单项工程，不再办理验收手续。

第二节 化工设计的内容

设计是一项创造性的劳动，它是工程师所从事的工作中最有新意、最能使人感到满足和成功的工作之一。设计与其他工程问题的主要区别就在于设计缺乏明确的定义，即：定义设计问题所需的信息只有很少一部分可以从问题的陈述中得到。例如，一位化学家发现了某种现有产品的新的化学反应方式，而工程师的任务是将这种发现转化为新的过程。因此，当一项设计任务提出时，设计并不存在，设计工程师从接受任务起就要根据设计要求构思各种可能的方案，经过反复比较和调整，选择最佳者。由于设计方案的目标是多元的，例如投资总额、产品的质量、操作的方便程度、可靠性和安全性等，所以最终的设计方案也不是惟一的。设计是一门艺术，即一个创造的过程。当然，进行一项设计时要用到许许多多的科学原理，但是其总体活动仍然是一门艺术。正是这种科学与艺术在创造性活

动中的结合，使得工程设计对于工程师来说成为一种令人神往的挑战。

化工设计的基础是化工过程的设计，一般有以下几个部分。

(1) 过程的选择

用标准的操作单元来实现工艺过程是过程设计的第一步。当化学家发现了一个能生产某种现有产品的新的化学反应时，他不会留意实现这一反应所付出的代价。而设计工程师的任务就是在经济合理的前提下实现工业化。工业上使用的原料因含有杂质需要提纯，反应后的产物需要采用常规的方法（如精馏、结晶等单元操作）进行分离，所以在过程设计中要认真考虑全过程的优化合成问题。

(2) 过程的结构

过程合成完毕，过程所需的单元操作已经确定，如何将这些单元操作联系在一起，组成最优的过程网络，这是过程的结构问题。目前对这个问题还常常使用半经验式、半数模的“事例研究”的优化方法求解。

(3) 过程的条件

在过程的结构确定后，还应该选择最佳的过程条件——温度、压力、浓度和停留时间等。这些条件对整个过程的经济性有较大的影响。

(4) 其他条件的选择

设备的初估尺寸、可操作性、安全性、过程控制、辅助设备的配置等也都应按最优化的方案予以确定。

化工设计是一项非常复杂而细致的工作。它是由各种不同的专业（例如工艺、设备、土建、电气、供排水、通风采暖、控制、仪表等）组成的一个以工艺专业为主体的设计。各个专业之间有着密切的联系，同时又有不同的任务和要求。否则，将会影响设计的质量和进程。

工艺专业既然是化工工程设计的主体，就要认真做好化工工艺设计，同时又要为其他专业提供正确的设计条件和数据，力求使各个专业的要求都得到合理的解决和统一，确保设计质量。

一、设计分类和设计阶段

化工设计按类型一般分为两类：第一类是在新技术开发过程中的几个重要环节，即概念设计、中试设计和基础设计，又称为新过程开发；第二类是化工过程改造，即针对已经建成的化工过程，对它进行过程分析，寻找“瓶颈”因素，优化操作条件，改革设备结构，优化设备尺寸，以实现挖潜的目的。

工程设计阶段的划分一般按工程规模的大小、技术的复杂程度和有无设计经验来定，分为三个阶段、两个阶段和一次完成设计三种情况。凡是重大的工程项目，技术要求严格，工艺流程复杂，设计又往往缺乏经验，为了保证设计质量，一般分三个阶段进行设计，即初步设计、技术设计和施工图设计三个阶段。技术成熟的中小型工程，为了简化设计步骤，缩短设计时间，可以按两个阶段设计。两个阶段设计又分为两种情况：一种是由技术设计和施工图设计构成，另一种是将初步设计和技术设计合并为扩大初步设计和施工图设计两个阶段。技术既简单又成熟的小型工程或个别生产车间可以一次完成设计。

此外，对一些大型化工联合企业，为了解决总体部署和开发问题，还要进行总体规划

设计或总体设计。

1. 初步设计

初步设计阶段应根据设计任务书，对所设计的项目进行全面分析研究，不断完善，力求设计出技术先进、安全适用、经济合理和三废得以完善治理的最佳设计方案。

初步设计的内容，一般应包括如下几个方面：

- 总论，包括设计项目的设计依据、设计指导思想和建设规模；
- 工艺设计，包括产品方案，原料、燃料、动力用量的来源，工艺流程，设备选型及配置，新技术采用情况等；
- 建筑设计，包括主要建筑物、构筑物的设计以及占地面积和土地利用情况；
- 公用工程设计，包括公用、辅助工程的实施；
- 生活福利设施设计，包括生活区建设、抗震和人防措施的设计；
- ⑥总图运输，包括厂区平面布置、道路交通设计、产品运输方案等；
- ⑦综合利用、三废治理措施评价；
- ⑧各项技术经济指标；
- ⑨其他，包括外部协作条件、生产组织和劳动定员。

2. 技术设计

对于技术比较复杂而又缺乏设计经验的项目可以增加技术设计阶段。技术设计一般是根据已经批准的初步设计，解决初步设计中无法解决而需进一步研究解决的技术问题。技术设计的内容与初步设计大体相同，但其主要任务是解决如下方面的一些技术难题：

- 特殊工艺流程方面的试验、研究和工艺流程的确定；
- 新型设备的试验、制造和确定；
- 重要代用材料的试验、研究和确定；
- 某些技术复杂、需要慎重对待的问题的研究和确定。

3. 扩大初步设计

对于技术上比较成熟、又有设计经验的项目，为了简化设计程序，加快设计进度，可以将初步设计和技术设计合并为一个阶段，即扩大初步设计阶段。扩大初步设计所承担的任务满足初步设计和技术设计两个阶段的要求，但其内容深度可在初步设计和技术设计之间。例如，工艺部分应有工艺流程图及工艺流程说明、物料流程图和物流表、管道流程图、各车间主要设备的选择说明和计算依据、关键设备及有特殊要求的设备的详细结构说明、较为详细的车间平面布置图、详细的设备一览表、设备总图等；建筑部分要说明设计中采用的建筑结构、基础工程和施工条件等基本的技术要求，还应有全厂各建筑物和构筑物的技术设计图纸等。

扩大初步设计经审批后即可着手进行施工图的设计。

4. 施工图设计

施工图设计是在初步设计、技术设计或扩大初步设计已经批准的基础上进行的，是进行施工的依据。

施工图设计阶段的主要任务是：完成正确、完整和尽可能详尽的各类施工、安装图纸以及工程概算书。施工、安装图纸包括：带控制点的工艺流程图，厂房平、立面布置图，设备制造图，设备安装图，管道施工图，土建施工图，供电、供热、供排水、仪表控制及

电器线路安装图等。

施工图设计的深度应满足以下要求： 设备、材料的安排； 各种非标准设备的制作； 土建、安装工程的要求； 施工、安装预算的编制。

5. 标准设计

标准设计是工程设计标准化的一个组成部分，一般是经过反复实践、多次修改，最后经过鉴定并正式批准颁发的设计。

标准设计的种类很多，有单个装置的标准设计，有公用辅助工程的标准设计，有某些构筑物的标准设计，这些标准设计称为装置复用设计。它们大多属于工程中某些部位的构件或零部件的标准设计，如土建工程中的梁、柱、板等。

标准设计主要分为三大类：

国家标准设计，是指那些不分行业，不分地区，可在全国范围内统一通用的设计；

部颁标准设计，是指那些可在全国有关专业范围内统一通用的设计；

省、市、自治区标准设计，是指那些在本省、市、自治区范围内统一通用的设计。

采用标准设计有利于减少设计人员的重复劳动，缩短设计周期，提高设计质量；有利于施工单位的机械化和工厂化施工，缩短建设工期，保证工程质量；有利于推广新技术、新成果，节约工程材料，降低工程造价。因此，凡已有标准设计可被选用时，应尽可能采用标准设计。

二、化工设计的主要内容

任何化工工程都是由各个工厂、各个车间组成的，大型工程或工艺流程复杂的工程的每个车间可能还分为若干工段，因此，当一个工程的工艺流程、生产方式和规模、总平面规划、总定员等确定后，就要以车间或工段为单位进行具体设计。化工工艺设计是化工工程设计的主体。这个主体包含两层意义：一是任何化工工程的设计都是从工艺设计开始，以工艺设计结束；二是非工艺设计在整个工程设计过程中要服从工艺设计，同时工艺设计又要考虑和尊重其他各专业的特点和合理要求，在整个设计过程中进行协调。因此，工艺设计是关系到整个工程设计优劣成败的关键。

在化工厂的工艺设计中，工艺工程师要完成的工艺设计一般应包括下述内容：

设计基础；

生产工艺流程设计；

物料衡算与能量衡算；

设备设计计算；

车间厂房布置设计；

⑥工艺设计与非工艺设计的条件及相互关系；

⑦化工管路设计；

⑧设计说明书的编制；

⑨概算书的编制。

进行化工工艺设计首先要编制设计方案。为此，要对建设项目进行认真的调查研究，全面了解建设项目的各个方面。最好对几个设计方案进行对比分析，权衡利弊，最后选用技术上先进、经济上合理、三废治理好的最佳方案。在编制设计方案时，一般要考虑下述

问题。

1. 生产工艺路线的确定

生产工艺路线的确定就是生产过程的选择和合成。一般要对各种工艺路线进行周密的比较，整合为技术先进可行、经济合理的工艺路线，使项目投产后能达到高产、低耗、优质和安全的生产工况。为此，要注意以下一些问题。

(1) 原料路线和生产方法的选择

化学工业发展到今天，一种化工产品往往可以由几种不同的原料制得，用几种不同的方法生产。在原料路线的选择上必须把握原材料的发展方向，尽量采用价廉易得、对生态环境影响小的原料。生产方法的差异将使产品的生产成本和利润大不相同，从而影响产品的竞争力及企业的生存和发展，因此在确定产品的原料路线和生产方法时，要认真调查研究，收集资料，对各种生产方法的技术经济指标进行分析比较，最后择优选用。

(2) 技术先进性与可行性的权衡

技术先进性就是要尽量采用先进工艺、先进设备而不采用落后的工艺、陈旧的甚至是被淘汰的设备。可行性包含两方面的意义：一是技术本身的先进性与可靠性的统一，有些先进的技术可能是不成熟的，采用这样的技术可能使企业承担更大的风险；二是建设单位现有的条件，包括资金和人力资源能否承受、使用和管理。脱离了当地条件，盲目追求先进也会事与愿违，造成投资增大，回收期延长，同时由于使用和管理达不到应有的要求而造成资源的浪费。一般应首先采用流程简单、设备紧凑、能连续生产、便于控制、产品质量有保障并且投资少的生产方法。

2. 原料来源和生产规模的确定

化工企业的兴建必须保证有充足的原料来源，这样才能保证工厂的正常生产。原料来源首先要立足国内，其次要注意原料的质量。原料质量低劣易造成产品质量低劣，为了保证产品质量就要增加原料处理费用，其结果是增加了生产成本，降低了企业的经济效益。由于化工产品的成本中原料费用占了很大的比例，原料的价格常常决定着产品的价格，决定着工程项目的经济性，因此，对原料的价格要进行市场调查，在保证质量的前提下选用廉价的原料。

确定企业的生产规模，需要有一个理论上的核算和评价标准，这个标准就是经济上最合理的规模，即企业的最优规模。在这种企业规模之下，企业内部的生产过程和工艺流程最合理，生产组织和劳动组织最科学，机器设备的负荷最充分，原材料、燃料、动力的利用率最高，因而各项技术经济指标最先进，经济效果最佳。对于以上各项指标，不可能每一项都达到最优值，我们将这些指标进行分析和综合，形成一个总目标，即令成本费用达到最低，盈利达到最高或投资效益达到最大。

3. 产品的规格

在制定设计方案时，必须确定合适的产品规格。产品规格的确定要考虑该产品在市场上的定位，高规格的产品主要表现在产品的纯度上，然而高规格产品的生产成本远远高于较低规格产品的生产成本，例如，对于乙醇，将其体积分数从 90% 提高到 95% 所付出的费用与将该产品的体积分数从 70% 提高到 95% 所付出的费用几乎相当。因此，产品规格必须定得恰当，以降低产品的生产成本

4. 生产控制方式

为了使生产能够正常进行，要研究生产的控制方式。要按照生产要求和本厂的具体条件决定工艺流程是连续还是间歇，是自动控制还是人工控制，或者两者结合。连续操作的工艺流程虽然操作方便、流程紧凑、设备利用率高，但不适用于生产规模小或非常年生产的工厂企业。以上种种因素在设计时要认真比较、权衡，作出选择。

5. 公用工程规格

公用工程应规定以下内容。

电。即电气设备使用的电压。对于大功率电动机，如 150 kW，应输入高压电，一般中小型电动机采用 380/220 V 低压电。

水化工厂用水一般分为工艺用水、冷却用水和其他用水。要根据当地气象条件确定最高供水温度。如果使用城市供水管网，还要确定供水压力。

蒸汽。应根据生产需要确定蒸汽压力和温度。常用的蒸汽压力为：

超高压	11.5 MPa
高压	4~10 MPa
中压	1.3~1.6 MPa
低压	0.4, 0.5, 0.6 MPa

压缩空气。常规气动仪表所需的空气的规格为 0.4~0.9 MPa。

6. 生产厂房的形式和厂房结构

根据生产工艺流程、设备和管道的布置以及生产操作要求，对车间的平面和立面作出大概的布置，以便计算建筑面积和占地面积。在布置车间的平面时要考虑采用分散式，还是集中式；是 T 型，还是长方形或其他形式；是单层厂房，还是多层厂房；是厂房式，还是框架式等等；以便决定整个车间的概貌。

根据厂房平、立面的初步设计，拟定主要生产厂房和建筑物的结构形式和行政管理、分析用房以及生活设施的布局设计原则。要注意尽量满足工艺流程和投产后的一些特殊要求，诸如防震、防爆、防火，尽量选用合适的结构和新型建筑材料。

7. 能量回收利用

随着化学工业的迅速发展，能量的回收显得愈来愈重要，特别是一些高能耗的产品。做好能量的回收利用，可以节约燃料、动力和投资。在化工企业中能量的回收主要是热量的回收，例如废蒸汽的利用、工艺流程中充分交叉换热（如冷、热流体之间的换热）以及废气和废热的利用。

在考虑热能回收利用时必须注意回收设备的投资和操作费用与回收能量的价值的比较，以便决定回收方式。

8. 三废治理措施

随着工业的发展和人民生活水平的提高，环境问题越来越受到人们的关注，三废治理问题显得越来越重要。因此，国家明确规定，新建企业的三废治理项目必须同主体工程同时设计、同时施工、同时投产。为此，在研究比较生产工艺路线时要同时研究三废的产生和排放情况，三废的成分、数量、污染程度和采取的治理方案、治理的效果。

三、设计资料的准备

设计资料是一切设计工作的基础，没有必要的设计资料，设计工作就难以进行。如果

设计前资料收集不充分，就有可能拖延设计进度；如果收集的资料不可靠，则可能作出错误的决策，影响设计质量。总之，设计资料搜集得愈全面、愈完整、愈适用，则设计愈能符合生产规律，愈能取得预期的设计效果。因此，设计资料的搜集是设计中的一项重要工作。

1. 资料的内容

(1) 建厂需要的设计资料

地理条件资料。包括拟建厂区的标高及其海拔高度，地理位置和区域位置地形图，当地城市或地方发展远景规划。

地质资料。包括土壤特性及其允许耐压力，地质的构造和成因，厂区及其附近的物理地质资料，地下水资料，地表水资料等。

气象资料。包括气温资料（包括年平均温度、最高和最低温度，土壤冻结时期及其最大冻结深度，年平均相对湿度、最大湿度和最小湿度及其时期），降雨、降雪资料，风的资料（包括全年的风向和频率，平均风速和最大风速，风暴和风雪期及其持续时间等），气压资料（包括年平均气压、绝对最高和最低气压，历年的平均蒸发量、最大蒸发量和时期）。

原料供应、产品销售资料。

交通运输资料。包括厂址附近的铁路、公路和河道的分布情况与运输吨位，最大运输工具，水陆的运输周期和价格，当地对交通运输的发展规划等。

⑥供电资料。包括供电位置及离厂距离，全年供电能力和供电电压，供电线路敷设条件，供电电价等。

⑦燃料供应资料。包括燃料供应点、供应量、运输距离和费用，以及燃料的种类与质量。

⑧当地施工条件。包括施工劳动力来源和生活条件，施工用水、用电的供应情况，施工的机械化程度，以及当地年平均建筑工作日等资料。

⑨厂址邻近地区情况。包括邻近居民点、工业企业和市政建设等。

(2) 生产方法和工艺流程资料

各种生产方法及其工艺流程技术资料。

各种生产方法的技术经济指标资料，包括：产品的质量规格与成品；主要原材料、辅助材料的用量、质量和供应情况；水、电、汽的用量和供应情况；副产品的品种、数量和利用情况，三废的数量及其治理方法；主要生产设备的建造、安装及操作情况；生产自动化、机械化程度，基本建设投资资料；占地面积及建筑面积；主要建材的用量及供应情况；定员及劳动生产率。

生产步骤及其主要化学反应、副反应，各生产步骤的产率。

反应所用原料、中间体的规格和物化数据，产品、副产品的规格和物化数据。

物料恒算和计算方法。

⑥能量恒算和计算方法。

(3) 设备设计资料

国家有关标准、有关产品手册和定型设备图集。

传热过程和传质过程参数，如导热系数、传热系数、散热损失、 $x-y$ 平衡数据、干

燥速度曲线和传质系数等。

化工流体介质对设备材料的腐蚀情况。

有关设备的选型、设计方法和计算公式等。

(4) 设备布置和厂房结构资料

生产工艺流程图。

车间设备布置方案与方法的资料，车间平、立面布置图及其优缺点。

不同厂房形式及其优缺点。

厂房防热、防爆、防毒等资料。

动力消耗、辅助设施和公用工程资料。

⑥当地水文、气候、风向等资料。

(5) 管路设计资料

生产工艺流程图。

设备布置的平面图、立面图、设备装配图、管口方位图。

流体流动过程参数，如粘度、密度、压力和流量等。

各种管子规格，管件、阀门和计量仪器等资料。

流动介质的腐蚀情况。

⑥管路的支架、保温、热补偿、防腐等资料。

⑦其他有关资料，如水源、用汽、压缩空气及粉体流态输送等资料。

(6) 与工艺配套项目的设计资料

供电，如动力用电、照明用电、弱电装置用电等资料。

自动控制、仪表、通讯等资料。

土建、通用采暖、给排水、供热、三废治理等资料。

劳保、安全和防火等资料。

原料供应、产品销售、总图运输等资料。

⑥概算、预算等经济指标资料。

2. 规范性资料

为了统一工业企业基本建设的要求，国家制定了不少法令、规定和规则，统称为设计规范。在设计工作中必须严格遵守这些设计规范，不得违反。化工厂设计的规范性资料包括工艺和技术经济两个部分。

(1) 工艺方面的规范性资料

设备的国家标准。

矿石、原材料的国家标准。

建筑设计的防火规定。

化工厂建筑设计的卫生规定和要求。

给水和排水的卫生规定和要求。

⑥工业废水、生活污水排放到河流和水库中的卫生规定和要求。

⑦气体和含尘气体排放到大气中的卫生规定和要求。

⑧天然照明和人工照明的规定。

⑨放空的要求和规定。

- ⑩安全技术的要求和规定。
- ⑪应用和保管化学药品和毒性物品的规则。
- ⑫国家制图标准。

(2) 技术经济方面的规范性资料

- 原料及材料的价格表。
- 设备价格表。
- 设备的运费（包括铁路、水运及其他运输等）。
- 设备安装价格表、安装工作杂费定额。
- 折旧计算规定。

- ⑥建筑物和构筑物的战略指标。
- ⑦工资等级、工资率及附加工资等。

3. 资料来源

设计资料来源大致有如下途径。

设计单位。设计单位一般都拥有大量设计资料，例如工程项目的建议书、设计任务书、设计说明书、各类设计图纸及国家颁发的有关设计的规范等。

科学研究单位。科学研究单位拥有科学试验报告、中间试验工艺操作规程、劳动保护资料、试验装置实验研究的基础资料及大量文献资料。

生产企业。生产企业有生产记录、操作方法和操作规程，原材料及产品的分析报告，以及设备的维修等资料。

基本建设单位。基本建设单位一般有建厂的一些原始资料——基本建设的决算书、施工技术总结等。

供销单位。供销单位有产品目录、样本，设备、产品的销售价格等资料。

⑥有关机构和团体。如气象台的气象资料，水文站的地表水资料，地质局的地质资料以及城市建筑办公室的城市建设规划。

⑦文献。一些物料的物化数据、热力学数据，一些设备的设计方法和计算公式，以及生产工艺流程资料等，常常通过查阅文献获得。此外还有现场调查资料、国外的技术合作及其有关资料、其他有关部门资料。

4. 资料搜集原则

搜集设计资料是一项庞杂而细致的工作，应有计划、有步骤地进行。先要根据设计要求、设计顺序、设计深度和广度等全面地拟订搜集提纲，再结合自己的实践经验对所搜集的设计资料进行整理分类，并依此确定资料来源、途径，然后按序进行搜集工作。

搜集资料一般应遵循下述原则：

资料的完整性。只有全面、完整的资料数据才能反映客观事物的全过程，才能用于设计。

资料的正确性。只有正确的资料数据才具有再现性，才能反映客观事物的本质规律，才能应用于设计。因此，搜集资料时要特别注意它的正确性，在遇到相互矛盾的设计资料时，要以科学的态度分析识别其真伪，去伪存真。

资料的适用性。科学技术的使用都是有条件和范围的。因此，搜集资料要严格注意其适用条件。

资料的时效性。从统计分析原理来说，越靠近现在的数据其权重越大，新资料与旧资料相比，更符合现实情况。因此，首先应尽量使用新资料，但要考虑建设单位的承受能力和消化能力。

第二章 化工过程分析

化学工业是物质加工工业。它的起始原料是自然界中的水、空气、化学矿物（包括煤、石油和天然气）以及农林产品。将这些原料通过一系列物理的或化学的方法（专业上称为过程）便可生产出数以千计的原料和产品，再利用基本原料便可生产出成千上万种中间原料和产品，从而也就有了成千上万种的生产工艺过程。随着新产品的不断出现，新的生产工艺过程和方法也在不断发展。

第一节 化工工艺过程的结构分析

一、工艺过程的一般特征

先考察三个化工生产工艺过程。

(1) 以煤或重油为原料生产合成氨

合成氨的反应方程式为：

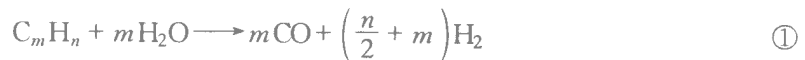


图 2-1 所示为合成氨的生产工艺流程。

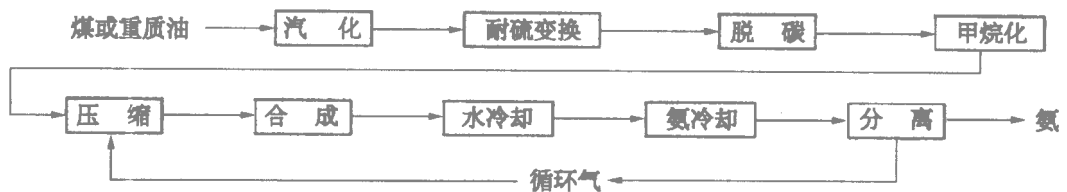


图 2-1 合成氨生产工艺流程图示意图

合成氨反应是由氢气和氮气在铁系催化剂存在下，在 420~550 和 15.2~30.4 MPa 的（中温中压）条件下进行的。反应后氨的体积分数为 10%~20%，其余为未转化的氢气和氮气。

合成氨所用的原料中，氮气来源于空气，氢气则来源于含氢和一氧化碳的合成气，合成气以天然气、石脑油、重质油和煤等为原料。合成后需将反应产物中的氨分离，未转化的氢气和氮气循环使用。根据合成氨的反应方程式，一般将整个生产过程分为五个阶段。

第一，造气阶段。造气是将前述原料在高温条件下，分别与气态水反应生成氢和一氧

化碳，即反应式 、 。

第二，一氧化碳变换阶段。造气生成的 CO ，可以通过与水蒸气进行反应，生成有用的 H_2 和容易脱除的 CO_2 ，即反应式 。由于反应前后体积不变，所以化学平衡不受压力影响，但要通过降低温度、增加水蒸气或减少 CO_2 含量使反应式向右移动，提高变换率，同时用催化剂来加快反应速度。

第三，脱硫脱碳净化阶段。变换后的原料气中除了 H_2 、 N_2 外，还含有一定量的 CO_2 及硫化氢、少量的有机硫和一氧化碳等，这些组分对合成催化剂有毒害作用，必须事先除去。分别采用物理或化学吸收法将其脱除干净。

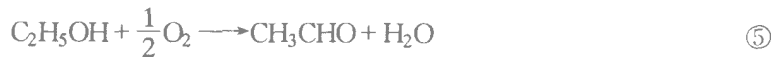
第四，压缩阶段。氨的合成是在 $15.2\sim 30.4\text{ MPa}$ 的压力下进行的，因此脱除干净的原料气须经过压缩才能进行反应。压缩原料气所消耗的能量占合成氨生产总能耗的 40% 以上。

第五，合成阶段。将高压的原料气，以 3:1 的氢气与氮气摩尔比，在 $420\sim 550$ 及铁系催化剂的作用下，进行合成反应，即反应方程式 。反应后的气体中氨的体积分数为 10%~20%。因此反应后的气体需进行分离，将氨分离出去后，未被合成的氢气和氮气循环与新鲜的氢气、氮气一起经压缩再进行合成。

(2) 乙酸的生产工艺流程

乙酸又称醋酸，是最重要的有机酸之一。在有机、农药、医药、染料等工业领域都有广泛的用途。醋酸的生产方法之一是以乙醇为原料，经过两步反应，获得醋酸成品。

化学反应方程式如下：



生产工艺流程如图 2-2 所示。

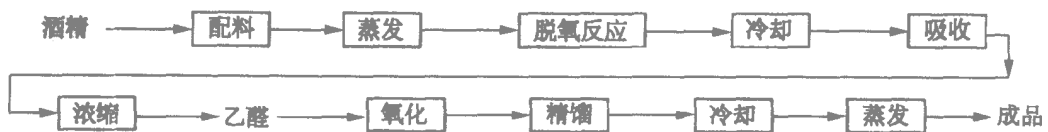


图 2-2 醋酸生产工艺流程图示意图

生产乙酸的原料是氧气和 98%（质量分数，下同）的浓乙醛，氧气来自空气，而浓乙醛在常压下的沸点为 $20.9\text{ }^\circ\text{C}$ ，一般就地解决乙醛的原料问题，所以需要先生产出符合纯度要求的乙醛原料，乙醛通过反应式 制得。

乙醇经配制，在蒸发釜中蒸发为气体，预热到 230 左右，进入氧化反应器。催化剂为银丝网或电解银粒，在 460 和 0.3 MPa 的条件下与空气进行反应，生成乙醛。乙醇的转化率为 30%~50%，产物经冷却，用水吸收，使乙醛溶于水中，获得含醛 12%~14% 的水溶液，水溶液中除了乙醛以外，还含有未反应的乙醇。然后通过精馏的方法，将乙醛和乙醇分离，并把乙醛浓度提高到质量分数为 98% 以上，以便进行第二步反应。

浓乙醛以醋酸锰为催化剂，在 $50\sim 80$ 和 $0.6\sim 1\text{ MPa}$ 的条件下，与空气中的氧反应生成醋酸，生成的粗醋酸中还含有各种酯类及部分未反应的乙醛，需在后续的过程中分离，才能获得合格的醋酸成品。

(3) 味精的生成工艺

味精，又称谷氨酸钠，是常用的食品调味剂。其中间体——谷氨酸还可作制药、增塑剂的原料。

味精的生产是一个生化反应过程，一般分为四步：淀粉水解成葡萄糖，葡萄糖发酵，谷氨酸的提取分离和谷氨酸钠的制取。生产工艺流程如图 2-3 所示。

生产味精的原料为淀粉。将淀粉调成一定浓度的浆液，在一定温度下水解成葡萄糖，然后在 $30\sim 34$ 的条件下，将经过扩大培养的谷氨酸菌种加入发酵罐进行发酵。发酵液经过滤，去掉固形物等杂质，其中的谷氨酸用盐酸水解后，通过调整 pH 值让谷氨酸结晶成为粗谷氨酸。粗谷氨酸再次溶解，并用碳酸钠中和，生成谷氨酸钠。再经脱色、浓缩等一系列单元操作，才能获得合格成品。

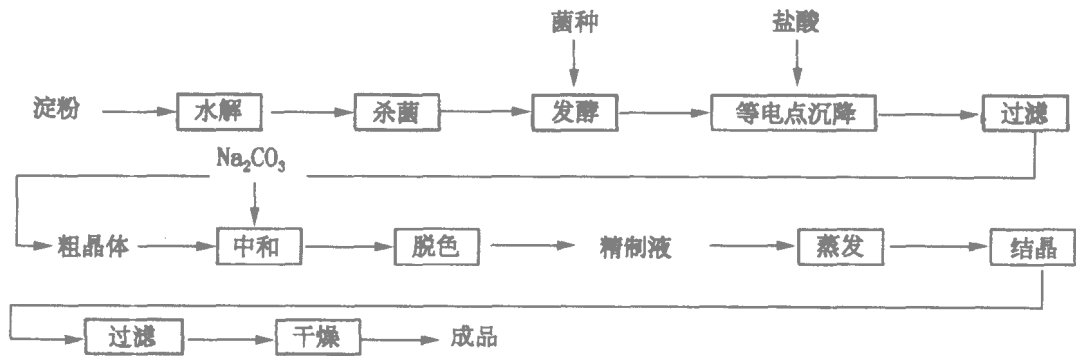


图 2-3 味精生产工艺流程图示意图

从以上三个例子可以看出，通过化学反应过程生成新的化工产品的工艺过程，是由化学反应以及反应前的原料预处理和反应后的产物分离这几个步骤构成的。化学反应是工艺过程的核心。化学反应是新物质生成的过程，必须遵循热力学的规律，在特定的物理状态下（如温度、压力、相态、浓度等）进行。反应前须对原料进行预处理，使之达到所要求的物理状态。化学反应由于受到化学平衡和化学反应速率的影响，产物在浓度、相态、副产物等方面与目标产品存在着很大的差别，因而反应产物还需经分离、浓缩等单元操作才能成为合格产品。在这样的过程中伴随有能量的输入或输出。图 2-4 描述了一个典型的化工过程。

有些化工过程包含了两个以上的反应过程，如前面介绍的合成氨、醋酸的生产过程等。这些过程中生成目标产物的反应称为最终反应，合成氨生产中的氨合成反应、醋酸生产中的乙醛氧化反应都是最终反应过程。在原料的预处理中也可能包含有反应过程，这些反应过程一般称为中间反应，如合成氨生产中一氧化碳转化为氢的反应、醋酸生产中乙醇氧化生成乙醛的反应都属于中间反应。中间反应和最终反应一样，也需要对反应产物进行分离。

一个化学反应、反应物的预处理和反应产物的分离构成一个工艺过程阶段，一个化工