

送(362)	24.1.3 厂区给水系统设计解析(363)
24.2 厂区排水	(368)
24.2.1 厂区排水管道设计示例(368)	24.2.2 厂区排水系统设计概
速(372)	24.2.3 污水管道系统的设计(374)
24.3 消防系统设计	(376)
24.3.1 消防系统分类(376)	24.3.2 室内消火栓给水系统(378)

第二十五章 通风与供热系统设计

25.1 工业通风	(380)
25.1.1 自然通风设计示例(380)	25.1.2 自然通风设计解析(382)
25.1.3 机械通风特点(387)	
25.2 工厂锅炉房供热	(387)
25.2.1 工厂锅炉房供热系统设计示例(387)	25.2.2 工厂锅炉房供
热系统设计解析(395)	

第二十六章 技术经济指标分析

26.1 设计计算示例	(400)
26.1.1 劳动消耗方面指标算例(400)	26.1.2 经济效益方面指标算
例(401)	
26.2 技术经济分析概述	(403)
26.2.1 技术经济分析的意义(403)	26.2.2 技术经济指标的分类
(404)	26.2.3 技术经济指标体系的建立(404)
26.3 基本指标及其分析方法	(406)
26.3.1 投资(406)	26.3.2 成本(409)
26.3.3 销售收入、税金和	利润(411)
26.3.4 投资回收期(412)	26.3.5 净现值和净现值率(414)
20.3.6 内部收益率(415)	

第二十七章 化学工业的污染及其预防

27.1 化工三废处理示例	(416)
27.1.1 合成氨铜洗再生气的处理(416)	27.1.2 中和、混凝、氧化法
处理硫酸废水(418)	
27.2 解析	(419)
27.2.1 概述(419)	27.2.2 化工废气污染及防治(420)
27.2.3 化工废水污染及防治(424)	27.2.4 化工废渣的处理(426)

第四篇 化工厂的改造

第二十八章 中小化工厂改造例选

- 28.1 化工厂改造例选 (429)
- 28.1.1 工艺改造例选(429) 28.1.2 设备改造例选(432)
- 28.2 化工厂扩建例选 (434)
- 28.2.1 原始规模与扩建规模(434) 28.2.2 工艺流程简述(434)
- 28.2.3 主要设备选型及自控设置(437) 28.2.4 存在问题与解决的方法(437) 28.2.5 扩建效果与评价(438)

第二十九章 化工厂的扩建与改造

- 29.1 化工厂改造示例 (439)
- 29.1.1 降低成本的改造示例(439) 29.1.2 增加产量的改造示例(441)
- 29.2 化工厂改造概论 (444)
- 29.2.1 化工厂改造的意义(444) 29.2.2 改造化工厂的设计资料(445) 29.2.3 改造方案的分类与要求(446) 29.2.4 改造方案的经济效益分析(447)
- 附录 (450)
- 参考文献 (451)

设计概论

0.1 化工厂设计的目的和要求

化工厂设计的目的是：根据原料的特性，以及工业生产中的先进经验或科学研究中的新成果，设计适宜的工艺流程；选择合适的工艺条件和设备，并进行合理的设备配置；设计适用的厂房结构，确保生产的正常进行；配备必要的劳动定员，以满足正常生产的需要。

新设计的化工厂，必须做到工艺上可靠，经济上合理，力争达到技术上先进、系统上最优，既能为未来的生产获得较高的技术经济指标创造条件，又能为生产工人提供良好的工作条件，而且不污染周围的环境，还能使建设投资能最大限度地发挥作用，取得良好的效果。

为了实现上述目的，保证设计质量，新设计的化工厂应当满足下列基本要求：

(1) 确定的设计原则和设计方案，应当符合国家工业建设的方针和政策。

(2) 设计的工艺流程应具有一定的先进性，又具有实现的可靠性；对资源应该尽量做到综合利用。

(3) 应该选用先进、高效、可靠而易于维修的设备，配备必要的设备维修设施，以保证设备能够正常地和持续地进行运转。

(4) 生产设备、结构元件和建筑构件，应力求做到通用化和标准化，以减少基建投资、节省建设时间，并维修方便。

(5) 设计的项目具有较高的机械化和自动化水平。

(6) 在保证生产车间有足够的操作面积和检修面积，有物料通畅的运输、原材料和中间产品的储存设施的基础上，设备的配置应力求紧凑合理。

(7) 供水、供电、运输、材料供应、修配业务，以及公共住宅等服务性的建筑物，应尽可能地与其它企业协作，共同投资解决。

(8) 应该具有必要的技术安全和劳动保护措施，厂房环境应便于清扫净化，噪音区间须采取消声措施，“三废”处理应符合国家的环保法规。

(9) 设计还考虑到建厂地区的施工条件和力量，以保证化工项目的建设能按计划地进行施工。

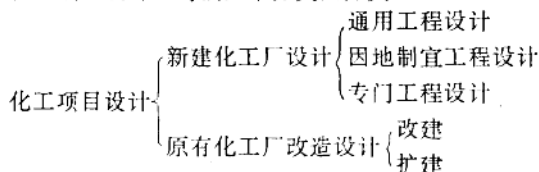
(10) 设计的化工厂应能获得最佳的技术经济指标和最大的经济效益，使建设投资能发挥最大限度的效益，并能尽快地回收，以利建设资金的周转。

化工厂的设计是一项非常复杂而细致的工作，它是以化工专业为主体，由多种不同专业如土建、化机、给排水、通风采暖、电气、仪表和企业管理等协作完成的。

0.2 化工项目设计的分类和内容

0.2.1 设计的分类

化工项目设计，可按如下分类法分类：



其中通用工程设计是指为推广使用而编制的设计。一般说来,在一个地区内,甚至全国范围内都可直接使用它或把它稍作修改便可建厂。因地制宜工程设计是指以通用工程设计为基础,根据建厂地区的具体情况进行补充、修改、完善的设计。专门工程设计是指在没有通用工程设计时对新建项目所进行的设计。

新建化工厂设计,除按适用范围分为通用工程、因地制宜工程和专门工程设计外,还可按工厂规模的大小分为大型企业、中型企业和小型企业的设计。

0.2.2 设计的内容

化工厂设计是以化工工艺为主体,其他有关专业相辅相助的整体设计。在设计过程中,要解决一系列未来的建厂和生产问题,内容很多,通常是分成以下几个部分。

0.2.2.1 总论和技术经济

总论部分应简明扼要地论述主要设计依据、重大设计方案结论、企业建设综合效果、问题和建议等,各专业共同性的问题也在总论部分综述。

技术经济部分包括主要设计方案比较、劳动定员和劳动生产率、基建投资、流动资金、产品成本及盈利、投资贷款偿还能力、企业建设效果分析以及综合技术经济指标等。

0.2.2.2 工艺部分

这是化工厂设计的主要部分,其中包括原料和矿石供应情况、工艺试验结果及其评述、设计所采用的工艺流程和指标、主要设备的选择和计算、设备配置的特点、管道布置的情况以及辅助设施等。

0.2.2.3 总图运输部分

包括企业总体布置、工业场地总平面布置、企业内外交通和原料、产品的贮运情况。

0.2.2.4 土建部分

包括主要建筑物和构筑物的设计方案，行政和福利设施、职工住宅规划以及建筑维修等。

0.2.2.5 电力和热工

电力部分包括供电、配电、电力传动、照明以及自动化仪表与电讯等。

热工部分包括工业锅炉房、热电站、水处理、柴油机发电站、压缩空气与真空系统等。

0.2.2.6 给排水和采暖通风

给排水部分包括水源、水净化、循环水等给排水系统。

采暖通风部分包括主要生产车间、辅助生产车间及生活福利设施的采暖通风系统及其有关设施。

0.2.2.7 机修设施

包括机械、电气修理车间的组成、主要机修设备的选择和安装。

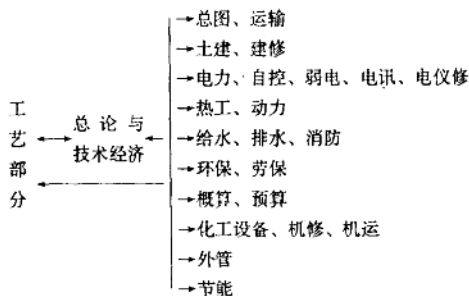
0.2.2.8 环境保护

包括对废水、废气、废渣和尾矿等的治理工艺过程和对噪音、振动等的防治措施，评价企业建设前的环境背景和建设后对环境的影响，说明化工厂的环境保护管理机构，环境监测体制、手段、主要仪器及当地环保部门的意见等。

0.2.2.9 概算与预算

包括化工厂各项工程的概算或预算，综合概算或预算，以及总概算或总预算书。

设计内容中各部分之间的关系如下所示：



0.3 设计的步骤

化工厂设计，可分为设计前期工作、设计阶段工作和设计后期工作，如表 0-1 所示：

表 0-1 化工厂的设计步骤

设计阶段、	各设计阶段的工作	
设计前期	按项目建议书，进行建厂调查 可行性研究与厂址选择 设计任务书编制	
设计阶段	初步设计 技术设计 施工图设计	扩大初步设计 施工图设计
设计后期	施工 竣工验收 试车生产 扩建与改建	

0.3.1 设计前期工作

0.3.1.1 项目建议书

项目建议书主要说明项目建设的必要性，同时也初步分析项

目的可能性。它是投资决策前对建设项目的轮廓设想,是根据国民经济发展长远规划和工业布局的要求,结合自然资源和现有生产力分布,在进行初步的广泛的调查研究的基础上提出来的。

0.3.1.2 可行性研究

可行性研究是对新建、改建和扩建工程的一些主要问题,如市场需求、资源条件、工业布局、产品品种、工艺流程、建设规模、外部条件、基建投资、建设进度、经济效益、竞争能力等,从技术和经济以及环境保护等方面,通过分析计算和方案比较,对建设项目进行科学论证和综合评价,为投资决策提供可靠的依据。

0.3.1.3 设计任务书

设计任务书是在设计之前发给设计人员的指令性文件,它为设计工作提出有关设计原则、要求和指示,是设计工作的根本依据。

设计任务书应由与建设工程有关的主管单位进行编制,有时也吸收设计单位或委托单位进行编制。只有正确的设计任务书,才有正确的设计。因此,编制时,一定要认真负责。

0.3.1.4 厂址选择

厂址选择要根据国民经济建设整体规划的要求进行,可分为确定建厂范围和选定具体厂址两个阶段。前者是在现场踏勘、搜集基础资料的基础上,进行多方案分析比较,提出厂区范围报告,报送领导机关审批,此项工作有的在建厂调查及可行性研究阶段即已完成;后者是根据所确定的厂区范围,进一步落实建厂条件,提出2~3个具体厂址方案,并分别作出工艺总平面布置草图,通过技术经济分析与比较,确定具体厂址。

厂址选择得当与否,对企业的建厂投资、建设速度、生产发展、经济效益、环境保护及工农关系等都会带来很大的影响。选择任务,一般由主管部门组织勘测、设计、施工等单位成立的厂址选择工作组来具体完成。

0.4.4 搜集设计资料的原则和步骤

搜集设计资料是一项庞杂而细致的工作，应有计划、有步骤的进行。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。总之，搜集资料的过程必定是整理、分析、查阅、搜集和汇总资料的过程，应有耐心、应花大气力去完成。

搜集资料一般应遵循下述原则：

(1) 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。另外，工程项目是个完整的体系，不可残缺不全。

(2) 资料的正确性 只有正确的资料数据才具有再现性，才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，在遇到互相矛盾的设计资料时，要以科学的态度分析识别其真伪，做到去伪存真。

(3) 资料的适用性 科学技术都是有条件依据的，因此，搜集资料要严格注意其适用条件。

(4) 资料的恰当性 新资料与旧资料相比，技术上先进，经济上合理，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、消化能力，要考虑原材料、设备的来源等恰当选取，切不可盲目追求先进，不然，事与愿违。

第一篇 设计前期工作

第一章 项目建议书与建厂报告

1.1 投资估算与建厂报告示例

1.1.1 投资估算示例

1.1.1.1 已知条件

某地拟兴建一化工厂，其工艺装置的建设规模为另一可参考装置规模的 5 倍，后者界区内建设投资为 50 000 万元，试用规模指数法估算工程建设投资。

1.1.1.2 案例计算

$$\text{计算式: } C_1 = C_2 \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^n$$

式中 C_1 ——拟建工程界区内投资，万元；

C_2 ——已建成可参考的同类工程界区内投资，万元；

S_1/S_2 ——拟建项目的放大倍数，本例为 5；

n ——装置的规模系数，本案例取 $n=0.6$ 。

将已知数据代入计算式，求得：

$$C_1 = 50\,000 \times (5)^{0.6} = 131\,326 \text{ 万元}$$

C_1 为与生产装置有关的界区内投资估算额，项目建设投资还必须加上间接投资，即其他费用和不可预见费。其他费用为 C_1 的 15%~25%，本案例取 20%；不可预见费为界区内投资与其他费用之和的 10%~15%，本案例取 10%，则工程投资估算值为：

$$\begin{aligned}
 H &= C_1 \times 1.2 + (C_1 + 0.2C_1) \times 0.1 = 1.32C_1 \\
 &= 173\,350 \text{ 万元}
 \end{aligned}$$

1.1.1.3 校核

界区内投资:131 326 万元

其他费用: $131\,326 \times 0.2 = 26\,265$ 万元

不可预见费: $(131\,326 + 26\,265) \times 0.1 = 5759.1$ 万元

三项费用之和约等于 H , 无误。

1.1.2 建厂报告提纲示例

- (1) 建厂地址和厂址概况;
- (2) 市场状况及工厂生产规模;
- (3) 原材料及动力、燃料供应情况;
- (4) 环境保护方案与劳动保护措施;
- (5) 工厂组织与劳动定员估算;
- (6) 投资初步估算及资金筹措设想;
- (7) 项目进度初步安排;
- (8) 项目财务分析及社会效益初步分析。

1.2 项目建议书与建厂报告概述

对于大型基建工程项目,最初应进行机会研究。通过后,则进行初步可行性研究,如果初步分析证明项目可行,则着手编制项目建议书,并将初步可行性研究报告作为项目建议书的附件一起上报主管部门。

项目建议书是开展可行性研究的依据。建厂报告在项目前期工作中的作用,与项目建议书的作用基本相同。当项目属于小型工程时,建设单位可用建厂报告代替项目建议书。此外,对于大中型项目,当项目规划完毕后,又由于某些原因需要增加一个或若干小项目时,建设单位也可用建厂报告的方式向主管部门申报。

建厂报告的一般工作程序是先确定建厂地点，作好厂址的调查、选择，然后拟定报告提纲，再组织有关专业人员编写。

1.2.1 基建规模的划分

国家为对不同规模的项目在缴纳建设投资方向调节税时的政策倾斜提供依据，必须将建设项目按大型、中型、小型进行划分。根据国家规定的现行标准，有两种划分方法：

1.2.1.1 按建设规模（设计能力）划分

现将化学工业的一些主要建设项目投资规模划分标准列于表 1-1 中。

表 1-1 化学工业建设项目大、中、小型划分标准

项 目	计 算 单 位	大 型	中 型	小 型
合成氨厂	年产合成氨（万吨）	15 以上	4.5~15.0	4.5 以下
硫酸厂	年产硫酸（万吨）	16 以上	8.0~16.0	8.0 以下
烧碱厂	年产烧碱（万吨）	5 以上	1.0~5.0	1.0 以下
纯碱厂	年产纯碱（万吨）	40 以上	4.0~40.0	4.0 以下
磷肥厂	年产磷肥（万吨）	50 以上	20~50.0	20 以下
农药厂	年产量（万吨）	3 以上	0.3~3.0	0.3 以下
乙烯工厂	年产量（万吨）	4 以上	2.0~4.0	2.0 以下
合成橡胶厂	年产量（万吨）	3 以上	0.5~3.0	0.5 以下
化学纤维单体	年产单体（万吨）	4 以上	0.5~4.0	0.5 以下
塑料厂	年产量（万吨）	3 以上	1.0~3.0	1.0 以下
化工联合企业	三个品种达到中型标准即为大型			

1.2.1.2 按总投资划分

当工业部门中难以按生产能力划分的建设项目和非工业部门中的建设项目，如科研单位、学校、影剧院、图书馆等等时，这类项目总投资在 2000 万元（按 80 年价格）以上的为大型，1000

~2000 万元为中型,1000 万元以下的为小型。对国民经济具有特殊意义的项目,如产品为全国普遍需要,或采用重大新技术的项目,以及对边远地区和少数民族地区经济有重要作用的项目,虽然其建设规模或总投资不够大中型建设项目的标准,经国家有关部门批准,也可列为大中型项目。

1.2.2 项目建议书的深度

项目建议书是建设单位在完成机会研究或初步可行性研究后,针对其可能的投资项目,迅速并以少量费用完成向上级主管部门报送建议性文件的过程,它是进行可行性研究以前必须具备的,并经审批机关批准的文件。项目建议书由各部门、各地区根据国民经济和社会发展的长远规划、行业规划、地区规划并结合市场情况等要求,经过调查、预测分析提出,是正式开展可行性研究的依据。

项目建议书的深度主要体现在投资估算的准确度及内容所涉及范围的论述情况,前者要求投资估算的偏差范围在 $\pm 20\%$ 以内,后者则要求对项目建议书各条款作出定性说明外,还必须有粗略的定量估算,有必要时则附上相应的图表,其中对经济效益估算要求深入到动态分析、不确定性分析的程度。对于涉及到国民经济的重大项目,有稀缺资源开发利用的项目,涉及大宗产品、原材料、燃料出口、进口的项目,除了完成财务分析之外,还应做国民经济分析。

1.2.3 项目建议书的内容

1.2.3.1 项目建议书的目的和意义

建设项目生命力在于其明确的目的、良好的经济意义与社会意义。建设之目的通常是下述项目中的一项或若干项。

(1) 繁荣当地经济、改变本地区工业布局不合理状况,从而缓解就业压力;

- (2) 有效利用当地资源，开发下游产品；
- (3) 解决本地区或国内市场对该项产品的供求不平衡状况；
- (4) 出口创汇，参与国际市场竞争，或替代原材料进口，以节汇为目的；
- (5) 提高产品质量，扩大产量，或利用新技术、新工艺、降低消耗、节约成本。

1.2.3.2 产品需求初步预测

产品需求预测的核心是市场研究，其结果涉及生产规模的确定，是项目建议书中一项重要内容。为此，必须对所生产品种的需求、产量、进出口情况、价格等加以说明。

(1) 产品在国内外近期及远期需要量，主要消费去向的初步分析、预测。由于影响需求预测的因素较复杂，这类工作要从资料、方法和判断三个方面着手，如调查、搜集的资料是否翔实，来源是否可靠；归纳、预测所采用的计算公式、数学模型是否合理；分析手段、判断结论是否科学化、民主化等。

(2) 国内外相同产品或同类产品近几年的生产能力调查，生产量情况及变化趋势分析的初步预测。这方面的工作与市场分析相结合是确定项目生产规模的依据。预测方法和手段可参照前款提到的产品需求量的统计及预测去进行。

(3) 产品进出口情况 产品如果涉及到出口外销或取代进口，则必须调查、统计近几年出口、进口情况，质量等级、销售价格等，并作出初步预测。

(4) 产品在国内市场的销售情况，主要竞争对手的状况；产品在国际市场上的竞争能力，进入国际市场的前景与初步设想；对销售价格变化的预测。

项目如果有非贸易产品（不出口及不是取代进口产品），可不作国外市场和产品进出口情况的分析、预测。

1.2.3.3 产品方案与拟建规模

(1) 产品和副产品的品种、规格、质量指标及拟建规模（以

年生产能力或日生产能力表示), 确定上述目标、指标的理由;

(2) 论述产品方案是怎样体现在符合国家产业政策、行业发展规划、技术政策和产品结构方面的要求;

(3) 对所确定的生产规模阐述其基本理由并作出初步分析。

1.2.3.4 工艺技术初步方案

一项产品有几种可能的路线, 至于选用哪一种生产路线, 应有明确意向, 必须考虑到原料来源的可靠性、经济性、合理性; 此外, 在确定工艺技术路线时, 还应该着重考虑技术上成熟、可靠、先进。确定技术路线之后, 须绘制简单的工艺流程图, 简述工艺流程, 确定主要工艺参数, 开具初步设备一览表, 确定主要建构筑物, 并标注大致的尺寸; 对电气、热工、给排水、总图等公用工程各专业项目, 均有相应的工作要求并作必要的阐述。

如果项目有引进技术和进口设备, 则要与国内的情况进行比较, 阐明其先进性和优势, 并对引进国别和地区厂商的情况加以分析。

1.2.3.5 资源、主要原材料、燃料和动力的供应

就化工生产过程来说, 原料有起始原料、基本原料、中间原料。能源分为一次能源与二次能源, 前者主要是原煤、原油、天然气等等; 后者主要是电力、热力、焦炭等。原材料、燃料、动力的供应情况对其经济效益与生产经营有着举足轻重的影响, 因此, 应注重落实以下几方面内容:

(1) 利用当地矿产资源作主要原料的产品, 对资源的储备、品位、成份以及利用条件须作初步评述。根据国家规定的工业指标, 圈定矿体边界线, 这些标准主要是: 边界品位、工业品位、可采厚度、夹石剔除厚度。一般来讲, 一个矿床应能保证具有质量稳定的矿源可供开采 12 年或 15 年以上;

(2) 基本原材料及中间原料的年需要量、规格、来源及可供性, 运输的方式、距离等等, 均须调查落实;

(3) 燃料、水、电、汽、冷冻量等年需要量, 供应方式 (是

自供还是外购)、供应条件(如外购部份的运输)等都应有初步设想。

1.2.3.6 建厂条件及厂址初步方案

由于拟建项目有可能存在多个可供选择的厂址,若有条件时应将各地厂址进行勘测、调查,不然对首选厂址至少要做下述工作:

(1) 厂址基础资料,包括地形、气象、水文、工程地质、交通运输及相邻区域主要情况,经踏勘、收集分析之后应附以初步意见;

(2) 技术条件概述,包括厂址的地形、地貌特征、粗加估算土石方工程量、交通条件、厂外供排水工程情况、供电工程情况、拆迁工作量等等。

完成上述调研所包括的工作内容后,由总图专业配合其它专业绘出厂址规划示意图,标明厂区位置、厂外交通运输线和输电线路初步走向。最后,提出厂址的初步方案与设想。这些内容只是建议性的,不一定完善,在今后的项目可行性研究中有可能修改,甚至由于特殊原因而重新论证。

1.2.3.7 环境保护与“三废”治理措施

化工项目的实施,其环境保护及三废治理是一项重要的内容。在进行这方面工作时,应预算投资,其原则是既要做到将三废的排放控制在允许的排放标准之内,又要使治理费用在总投资中所占比例不至太高。因此,在选择治理方案及措施时,要参考同类工厂较成功的经验,采用技术可靠、工艺稳妥、治理措施切实可行的方案,并力争项目投产时,三废治理一步达标。有的项目在扩大生产规模或采用新的技术时,应对原有三废治理情况与新环境下的三废治理作出进一步考虑,因为利用原有技术及部分基础设施,往往能节省一些治理费用,治理效果亦更理想。

1.2.3.8 工厂组织和劳动定员估算

企业内部机构的设置及组成情况能较确切反映企业的管理水

第三章 厂址的选择及总平面设计

3.1 厂址的选择及总平面设计示例

3.1.1 已知条件

某化工厂年产烧碱 40 000 吨、环氧树脂 4000 吨；另外，还生产液氯、盐酸、氯丙烯、环氧氯丙烷、环氧丙烷等产品。初步拟订厂区的总平面布置如图 3-1 所示。

3.1.2 示例分析

3.1.2.1 厂址的选择

该化工厂属于中型企业，原材料的消耗量、产品量都比较大，需要有便利的交通条件。从图 3-1 可以看出，该厂在一铁道线附近，有通往城镇的公路，交通便利。这样，原料食盐由铁路运输到厂内原料仓库；丙烯气体由邻近一炼油厂通过管道输送到丙烯液化站。另外，厂区一面靠山，可以利用地形，有利于工厂布置，工厂内地势比较平坦，建厂时，土石方量不大。离该厂 2 公里有一条河，工厂用水取自该河，污水经处理后，由暗沟排入河中。电力由国家电力网供应，较为充足。厂区内地质条件好，主导风向为东南风。

综上所述，厂址的选择是合理的。但也有缺点，主要是离河太远，不利于水运和供排水。

3.1.2.2 工厂布置

(1) 流程合理 从图 3-1 可以看出，工厂布置结合了工艺特