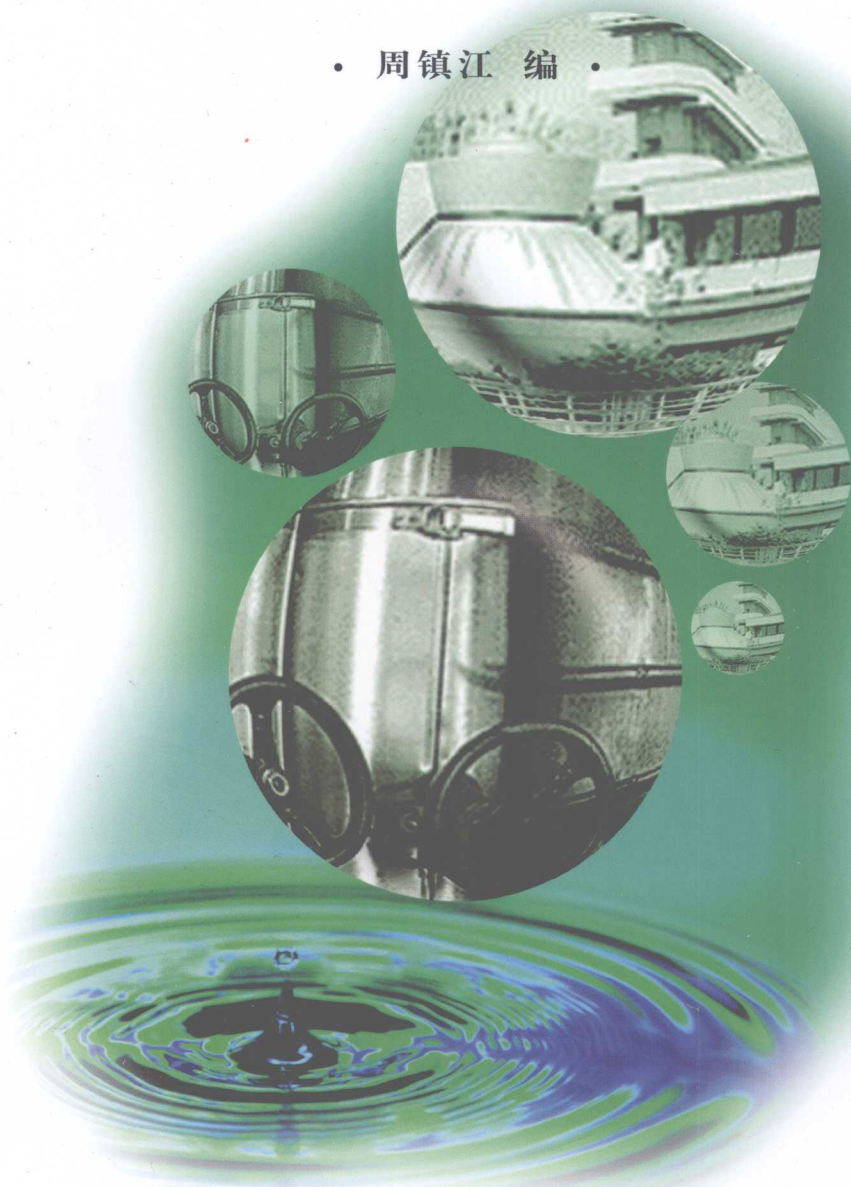


· 高等学校专业教材 ·

轻化工工厂设计概论

· 周镇江 编 ·



中国轻工业出版社

高等学校专业教材

轻化工工厂设计概论

周镇江 编

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

轻化工工厂设计概论/周镇江编. —北京: 中国轻工业出版社,
2008. 6

高等学校专业教材

ISBN 978-7-5019-1539-2

I. 轻… II. 周… III. 化工厂—设计—高等学校—教材
IV. TQ08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 05191 号

责任编辑: 施 纪 王 淳 责任监印: 胡 兵

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2008 年 6 月第 1 版第 10 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15.75

字 数: 378 千字 插页: 3

书 号: ISBN 978-7-5019-1539-2/TQ·074 定价: 25.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

E-mail: club@chlip.com.cn

· 如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换 ·

80666J4C110ZBW

前 言

本书根据轻工业部(90)轻教司字第183号文件及轻工业部高等院校精细化工专业教材委员会第一次会议的决定组织编写的。

本书主要介绍轻化工厂设计的基本原理和一般设计步骤及方法。

全书由轻工业部设计院王载纘同志主审、刘曾达同志部分审定；书中大部分插图由朱美韻同志制图和描图。

在编写过程中，得到了原轻工业部的大力支持，轻工业部设计院提供了大量的图纸和资料，同时还得到了轻工业部设计院副总工程师杨国柱同志的指导及金雅宝同志的很大帮助，在此，致以衷心的感谢。

鉴于本书所涉及的题材内容较广泛，限于编者水平，不足之处在所难免，望读者批评指正。

编者

目 录

绪论	1
一、轻化工业在国民经济中的作用	1
二、轻化工工厂设计的特点	1
三、学习轻化工工程设计知识的意义	2
四、本书的内容范围和学习要求	2
第一章 基本建设程序与设计文件	4
第一节 可行性研究	4
一、目的和作用	4
二、阶段划分和主要内容	4
第二节 设计类型和设计阶段划分	9
一、设计类型	9
二、设计阶段划分	9
第三节 设计文件编制和设计工作程序	10
一、设计文件编制	10
二、设计工作程序	12
第二章 厂(场)址选择与总平面设计	14
第一节 厂(场)址选择	14
一、基本原则	14
二、工作程序	14
三、一般要求	15
第二节 总平面设计	17
一、布置原则	17
二、技术要求	17
三、各类建(构)筑物的布置	19
四、竖向布置与管线布置	21
五、道路布置	23
六、绿化布置	23
七、总平面布置的技术经济指标	24
八、总平面图	25
第三章 工艺设计概述	26
第一节 初步设计阶段	26
一、设计准备	26

二、方案设计	27
三、主要工作	27
第二节 施工图设计阶段	27
一、设计准备	29
二、主要工作	30
第四章 工艺流程设计	31
第一节 工艺流程设计的重要性	31
第二节 工艺路线选择	31
一、选择原则	31
二、工作步骤	32
三、应注意的若干具体问题	33
第三节 初步设计阶段工艺流程设计	35
一、主要任务	35
二、内容和要求	35
三、初步设计阶段工艺流程图设计	36
第四节 施工图阶段工艺流程设计	39
一、任务和作用	39
二、主要内容	39
三、施工图阶段工艺流程图设计	39
第五章 化工计算	46
第一节 化工过程	46
一、化工过程分类	46
二、化工过程综合	47
三、化工过程参数	47
第二节 物料衡算	48
一、物料衡算的意义和作用	48
二、物料平衡方程式	48
三、物料衡算的方法和步骤	49
第三节 能量衡算	56
一、能量的形式和概念	57
二、能量平衡方程式	57
三、热量衡算	59
第六章 设备选型及其工艺设计	65
第一节 设备分类与选型原则	65
一、设备分类	65
二、选型原则	66
第二节 泵的选择	66
一、泵的分类和特性	66

二、选泵的原则和程序	67
第三节 换热器的选型及其工艺设计	70
一、换热器的结构特点	70
二、管壳式换热器选择中应注意的问题	71
三、管壳式换热器设计中有关参数的确定	72
四、管壳式换热器的选用	73
五、管壳式换热器的工艺设计	76
第四节 塔设备的选型及其工艺设计	77
一、塔设备的性能比较	77
二、塔设备的选型要求	79
三、塔设备的精馏、冷凝、再沸器方案的设计	79
四、塔设备的工艺设计	83
第五节 反应器的选型及其工艺设计	84
一、反应器的分类及特点	84
二、反应器的选择	85
三、搅拌反应釜的工艺设计	87
第六节 非标容器设备的选型及其工艺设计	92
一、选型	93
二、工艺设计	94
第七章 车间布置设计	96
第一节 概述	96
一、车间布置设计的类别	96
二、车间布置设计的原则	96
第二节 车间布置设计中的有关资料及技术问题	97
一、布置设计资料	97
二、主要技术问题	98
第三节 初步设计阶段设备布置设计	107
一、初步设计阶段设备布置图的内容	108
二、初步设计阶段设备布置图的绘制	109
三、初步设计阶段设备布置图示例	109
第四节 施工图阶段设备布置设计	109
一、施工图阶段设备布置图的内容	109
二、施工图阶段设备布置图的绘制	113
三、施工图阶段设备布置图示例	113
第八章 管道设计	115
第一节 设计原则及注意事项	115
一、设计原则	115
二、注意事项	116

72	第二节 管件选择与管径计算	118
75	一、管道和管件的公称压力及公称直径系列	118
75	二、材质与常用管道种类	119
77	三、管道连接	120
77	四、常用阀门和阀件的选择及阀门的标注	121
77	五、流速选择与管径计算	123
85	第三节 管道的保温及热补偿	126
87	一、管道的绝热保温	126
87	二、管道的热补偿	128
97	第四节 管架设计	132
97	一、管架的主要形式及选择	132
98	二、管架宽度估算	133
98	三、管架间距与管道间距	134
98	四、管道支吊架负荷计算	134
128	第五节 生产系统管道布置要求	135
128	一、几种常见设备的工艺配管	135
129	二、放空	141
129	三、取样	142
140	四、吹洗	142
140	五、双阀的设置	143
140	第六节 管道布置图	143
140	一、有关资料准备	144
140	二、管道及配件安装设计的图例代号	144
140	三、管道布置图的内容及表示方法	144
140	四、管道布置图示例	151
140	第九章 公用工程	154
140	第一节 供排水	154
140	一、设计内容及其基础资料	154
140	二、供水	155
140	三、水源选择	157
140	四、净水循环利用	158
140	五、排水	159
140	六、供排水设计条件	160
140	第二节 供汽	160
140	一、用汽项目	160
140	二、蒸汽用量	160
140	三、工业锅炉的选择	161
140	四、锅炉给水水质指标和水质标准	162

五、锅炉给水的处理	164
六、供汽设计条件	167
第三节 电气	167
一、设计内容和设计所需基础资料	167
二、设计要求	167
三、电气防爆	168
四、电气照明	171
五、电力设备接地	173
六、电气设计条件	175
第四节 采暖和通风	176
一、采暖	176
二、通风	178
三、采暖通风和空调设计条件	180
第十章 工艺向有关专业提供的设计条件和要求	181
第一节 向土建提供的条件和要求	181
一、初步设计阶段	181
二、施工图设计阶段	182
第二节 向自控提供的条件和要求	182
一、提供有关图纸	183
二、提供有关设计条件	183
第三节 向总图提供的条件和要求	184
一、提供有关图纸	184
二、提供有关资料	184
第四节 向概预算提供条件	184
第十一章 工程概预算简介	186
第一节 概预算的概念及意义	186
第二节 概预算文件的组成和内容	186
一、文件组成及说明	186
二、总概预算书的项目组成	187
三、综合概预算书	188
四、单位工程概预算书	188
五、单位工程概预算费用的组成	189
第十二章 技术经济分析	190
第一节 技术经济分析的基本任务和主要内容	190
一、技术经济分析的基本任务	190
二、技术经济分析的主要内容	190
第二节 技术经济分析的主要指标	190
一、投资指标	191

二、年经营费用(生产成本)指标	191
三、实物指标	191
四、劳动生产率指标	192
五、单位生产能力投资指标	192
六、投资利润率	192
七、投资效果系数	193
八、成本利润率	193
九、资金利润率	193
十、流动资金占用指标	194
第三节 总投资计算	194
一、国内工程项目	194
二、涉外工程项目	195
第四节 产品成本估算	195
一、成本估算对象	195
二、产品成本估算	195
第五节 技术经济分析及评价	197
一、投资效果的静态分析法	197
二、投资效果的动态分析法	199
第十三章 安全防火与环境保护	202
第一节 防火与防爆	202
一、燃烧与爆炸	202
二、火灾爆炸危险性分析	207
三、发生火灾与爆炸的主要原因及其预防原则	208
第二节 防雷与防静电	209
一、防雷	209
二、防静电	210
第三节 噪声控制	215
一、噪声的来源和危害	215
二、噪声的等级范围和卫生标准	215
三、噪声的防治	217
第四节 工业有害物质与环境污染	218
一、工业有害物质对环境的污染	218
二、主要工业有害物质对人体的影响	218
三、化学物质急性毒性分级	219
四、安全和环境保护	220
主要参考文献	223
附录1 冷却构筑物与其他建(构)筑物的距离	224
附录2 常用泵的规格和性能	225

附录 3	设备与设备、设备与建筑物之间的安全距离	226
附录 4	阀门的标准、型号和标志	226
附录 5	常用流速范围, m/s	232
附录 6	固定支架间的极限距离, m	233
附录 7	管道支架间距离, m	234
附录 8	阀门对齐时的管道间距, mm	234
附录 9	法兰错开时的管道间距, mm	235
附录 10	管道及配件安装设计的代号和图例	236
表 1	管道材料代号及规格标注	236
表 2	管件图例	236
表 3	阀门图例	237
表 4	标高标注图例	239
附录 11	爆炸危险场所电气设备选型	239
附录 12	火灾危险场所电气设备选型	239

绪 论

一、轻化工业在国民经济中的作用

轻化工业是国民经济中的重要组成部分，它对于满足人民生活需要，提高人民生活水平，促进工农业生产和文化、科学技术的发展都有其重要的地位和作用。

解放前，我国轻化工业十分落后，只有一些如肥皂、甘油、油漆、化妆品、香料香精等老的轻化行业。解放后，轻化工业得到巨大的发展。目前，我国轻化工业的门类基本齐全，品种繁多，技术进步迅速，产品更新频繁，市场不断扩大，已发展成为我国国民经济和出口创汇中的一支重要力量。

在轻化工业中，以洗涤用品工业为例。建国以前，我国仅能生产肥皂，1949年肥皂产量只有3万吨，到1952年，肥皂产量达9.7万吨，比1949年增长2.2倍。从1955年开始，针对当时天然油脂供应不足的矛盾，我国积极研究和开发合成脂肪酸和合成洗涤剂。1959年，我国第一代合成洗涤剂投产。1961年，我国开始利用石蜡生产合成脂肪酸成功。这些都标志着我国洗涤用品工业进入一个历史发展的新阶段。

1978年以来，洗涤用品工业得到更加全面、迅速的发展，洗涤用品的品种日益增多，产量不断增长，质量稳步提高，不但可以满足工农业发展和人民生活提高的需要，而且一部分产品可以出口，进入国际市场。至1990年，我国年产肥皂106万吨，合成洗涤剂年产152万吨。从产量上，合成洗涤剂已达到世界上年产最多的几个国家之列。

二、轻化工工厂设计的特点

轻化工产品一般具有批量小、品种多、功能特定、专用性强等特点。作为商品，它更具有商品性。因此，轻化工产品的生产全过程（一般由合成、配制和商品化“标准化”三个部分所组成），在不同的阶段，都有其不同的要求和考虑。这样，就导致轻化工工厂设计与一般工厂设计既有其相同性的一面，又有其特殊性的一面。

由于轻化工产品的批量小、品种多，要求一个生产装置、一条生产线的设计尽可能达到优化、多用的目的。在国外，这种优化设计或者多功能设计，早在50年代就被采用，摒弃了40年代那种单一产品、单一流程、单用装置的落后生产方式。因此，我们在进行设计时，必须根据实际情况，因地制宜地采用综合生产流程与多功能生产装置，力求做到“一线多用，一机多能”的目的，以取得最佳的经济效益。

轻化工产品概括起来还具有投资效率高，利润率高，附加值高等经济特性。以洗涤用品工业中的表面活性剂和合成洗涤剂为例，据统计，它的设备投资约为石油工业的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ ，而附加产值是化学工业平均的1.4倍，利润率则是重工业的2~4倍。轻化工产品的

这种高经济效益，是由于它的高技术密集度和商品性强带来的必然结果。这就要求在设计中必须采用先进的科学技术，选择高效的设备，使系统最优化，控制自动化，并且努力提高商品设计的质量；同时还应十分注意在商品激烈竞争中反馈来的信息，进一步改进设计，完善工艺，提高质量，不断开发、设计、研制更好更多的新产品。

轻化工产品生产的另一特点是生产方法的多样化，即工艺路线或技术路线的多样化。生产同一种产品可以选择不同的起始原料，采用不同的生产方法；而选择同样的起始原料，经过不同的加工过程，可得到不同的终产品。而且在相同的技术路线中，又可采用不同的生产工艺流程。同时，随着科学技术的进步和生产水平的提高，可供选择的技术路线和生产方法越来越多。这样，就要求我们的设计人员深入实际，不断总结，认真实践，掌握正确的设计原则和方法，努力提高设计水平。

三、学习轻化工工程设计知识意义

同其他工程设计一样，轻化工工厂设计是轻化工业基本建设过程中的一个重要环节。从事轻化工生产、科学实验以及技术管理等各方面的人员，也需具备一定的设计知识和技能，而作为轻化工工艺专业的学生更需要学习和掌握这方面必要的知识。

实践是设计的源泉。离开实践，设计就不可能产生、存在和发展。因此，对工程设计这样一门经济、技术密切相结合的应用科学，只有通过实践，才能逐渐学到和掌握设计的真正本领。

一个轻化工专业的院校，从教学出发，进行有关工程设计方面知识的学习和训练是十分必要的，这不仅有助于培养学生综合运用多学科的基本理论，联系实际，提高分析问题和解决问题的能力；还有助于培养深入实际，注意调查研究的工作作风，为参加今后实际工程设计作好切实的准备。

四、本书的内容范围和学习要求

轻化工业行业多，品种繁杂，内容非常广泛，根据轻工业部高等院校精细化工专业教材委员会第一次会议精神和要求，本书以轻工业部高等院校精细化工专业四年制本科生为主要教学对象，内容着重介绍轻化工工厂设计的基本原理和一般设计步骤及方法，并定名为《轻化工工厂设计概论》。

通过本课程的教学，使学生初步了解基本建设的重要意义、一般程序和有关设计文件，学习轻化工工厂有关工艺设计的基本理论，掌握轻化工工厂设计的基本内容和方法，培养学生查阅资料，使用手册、标准和规范以及整理数据、提高运算和绘图的能力。同时，根据教学要求，学生在修完本课程后，能运用所学的知识，联系生产实际，进行一次为期二周的综合性的课程设计，并为以后的毕业设计打下基础和作好准备。

轻化工工厂设计，涉及许多专业内容，包括轻化工工艺学、化学工程学、机械工程学、土建工程学、电气工程学、控制工程学、地质工程学、环境工程学等。在整个工程设计中，工艺是核心，直接为工艺服务的有：机械、设备、自控、电气、建筑、结构、

供排水、供汽、冷冻、采暖、通风、经济概预算、安全防火与环境保护等部门，这就需要有一个协调一致、紧密合作的设计集体去完成。为此，参加设计的人员首先必须有高度的责任感和事业心，只有这样，才能精心设计、精心施工高质量地去完成设计任务。

设计工作的基本程序 第一章

设计工作，是工程建设的先导，是工程建设的灵魂。设计工作的质量，直接关系到工程建设的成败。因此，设计工作必须有一个科学、合理的程序。设计工作的基本程序，可以分为以下几个阶段：1. 设计准备阶段；2. 初步设计阶段；3. 技术设计阶段；4. 施工图设计阶段；5. 设计交底阶段；6. 设计变更阶段；7. 设计总结阶段。

设计准备阶段 第一节

设计任务的来源

设计任务的来源，是指设计任务的来源渠道。设计任务的来源，可以分为以下几个渠道：1. 建设单位；2. 设计单位；3. 监理单位；4. 施工单位；5. 政府部门；6. 社会团体；7. 个人。

设计任务的来源 第二节

设计任务的来源，是指设计任务的来源渠道。设计任务的来源，可以分为以下几个渠道：1. 建设单位；2. 设计单位；3. 监理单位；4. 施工单位；5. 政府部门；6. 社会团体；7. 个人。

第一章 基本建设程序与设计文件

基本建设是国民经济中的重要组成部分。遵循国家规定的有关基本建设程序,是完成基本建设的重要保证;而建设项目的完成和组织施工的实现又必须以设计文件为依据。因此,从事工厂设计,首先必须了解工厂基本建设的程序和有关设计文件的编制规定。

根据建国以来基本建设的实践经验,目前我国有关设计部门已总结出一套比较科学和完善的、更加符合我国国情的基本建设工作程序。这就是,一个大、中型工厂(工程)的设计必须经过可行性研究、初步设计、施工图设计以及施工服务、试车验收等过程。

第一节 可行性研究

一、目的和作用

可行性研究是基本建设程序中的组成部分,是建设项目的早期的重要工作。

可行性研究报告是在项目决策前对项目的技术、经济进行综合论证,是建设项目投资决策的依据和基础。根据轻工业部对《轻工业建设项目可行性研究报告编制内容和深度规定》:所有轻工业大中型新建、改建、扩建、技术改造项目、引进技术项目及利用外资项目都必须编制建设项目可行性研究报告。

可行性研究也是项目建设前期技术经济工作中的必不可少的部分。建设前期技术经济工作一般包括项目意向书、初步可行性研究、可行性研究、初步设计等几个阶段。

二、阶段划分和主要内容

建设项目的可行性研究,一般分为两段。一般来说,确定一个工程项目,先要提出项目意向书。一份项目意向书的提出,应对投资项目提出几个意向性建议。根据我国工业发展的规划、资源及国内外市场情况寻求可行的投资机会,获得“可行”的结论,再进而作初步可行性研究(也称预可行性研究)。初步可行性研究论证可行,进而转入可行性研究。对一些重大工程项目,要按初步可行性研究及可行性研究两段进行,而对一般工程项目只需进行可行性研究。

初步可行性研究是对项目意向书工作的深化,其目的是:分析项目意向书所得出的结论是否正确,作出是否应该投资的决定;作出是否需要进行下一步的可行性研究;对项目中的哪些关键问题还需作专题性研究;判断该项目的发展前景及其有否生命力等。

如果项目意向书所提供的资料和数据充分可靠,则也可越过初步可行性研究,直接进入可行性研究。

轻化工工厂建设项目进行可行性研究,其深度和广度视项目的具体情况而定,一般应包括以下几方面的内容。

(一) 总论

1. 项目的提出

表 1-1

主要技术经济指标

序号	指 标 名 称	单 位	指 标	备 注
1	生产规模	/a		
2	产品方案: ××× 其中: 外销	/a /a		
3	生产方法			
4	工作制度: 全年生产天数 每天工作小时	d h		
5	主要原材料、燃料年用量	/a		按主要原材料分列
6	主要原材料、燃料、动力消耗定额	/单位产品		按产品品种分列
7	全厂综合能耗总量	t 标煤/a		
8	单位产品综合能耗	t 标煤/单位产品		
9	公用动力负荷: 用汽负荷: 最大 平均 用电负荷: 用水量: 最大 平均 用冷负荷: 最大 平均 用压缩空气负荷: 最大 平均	t/h t/h kW m³/h m³/h kJ/h kJ/h m³/h m³/h		表示标准条件下体积
10	运输量 其中: 运入量 运出量	t/a t/a t/a		
11	全厂定员总计 其中: 工人 工程技术人员 管理人员 服务人员	人 人 人 人 人		包括技术管理人员 占全员的百分比 占全员的百分比
12	全厂建筑指标 占地面积 其中: 生产区 生活区 建筑面积 其中: 生产区 生活区 生产区建筑系数(包括构筑物) 生产场地利用系数	m² m² m² m² m² %		

续表

序号	指 标 名 称	单 位	指标	备 注
13	总投资 其中：固定资产投资 流动资金 建设期借款利息	万元 万元 万元 万元		其中：外汇 万美元 外汇 万美元 外汇 万美元 外汇 万美元
14	投资指标 单位产品占用固定资产投资	元/单位产品		
15	年总产值(现行价)	万元		
16	年利税 其中：年利润 年税金	万元 万元 万元		
17	年总成本	万元		正常年或生产期年平均
18	财务内部收益率	%		
19	投资回收期(静态)	年		包括建设期
20	借款偿还期	年		自借款日起算，有外汇借款的应单列
21	外汇净现值	万美元		
22	经济内部收益率	%		

注：(1) 改建、扩建和技术改造项目应分别列出改、扩建前后各项指标和增效益。

(2) 中外合资经营项目指标可根据合资项目的要求增补。

包括项目提出的历史背景和过程、项目建议书的主要内容、项目建议书的审批意见及委托单位的补充说明。

2. 研究工作的依据和范围

如项目建议书及其审批文件、可行性研究委托书、环境影响报告书等，以及研究工作的范围。

3. 研究工作概况

包括编制过程和调查研究概况、试验课题进展进度和结果、涉外谈判等。

4. 研究结论

内容包括：生产规模、产品方案、质量标准、市场需求，投资估算及经济效益，厂址概况，主要原料供应，工艺技术路线，环境保护，综合评价。

5. 建设方案的主要技术经济指标

见表 1-1。

6. 存在问题和建议

(二) 需求预测和拟建规模

1. 市场需求预测

包括国内外产品概况及发展趋势、国内现有工厂生产能力及销售预测等。

市场需求预测也可用表格的形式进行综合分析(表1-2)。