

TB/35-2

工厂系统设计手册

【德】 汉斯·克特纳

【德】 于尔根·施密特

【德】 汉斯·格赖姆



海 洋 出 版 社

工厂系统设计手册

[德] 汉斯·克特纳

[德] 于尔根·施密特

[德] 汉斯·格赖姆

张继忠 邬界民 何晓韵 译

曹鹏南 郭贵山 张继忠 校

海洋出版社

内 容 简 介

该手册是德国工厂设计人员的重要工具书之一。它为设计人员及企业领导提供了现代通行的、行之有效的系统化设计方法。全手册共分12章，前6章详尽地介绍了工厂设计，系统的流程、设计的原理数据、工艺流程和功能部门示意图、工厂选址及企业的总体设计等；后6章介绍了物流与运输，生产的组织形式、平面布置、加工车间及仓库的详细设计；其中最后一章介绍了板材加工车间的设计实例，把理论与实践紧密地结合在一起，给读者以直观的感受和理解。

该手册所涉及的内容丰富，方法具体，同时还给出了许多应用范例，是一本在工厂设计方面不可多得的好书。因此，它可为我国工厂设计人员改进现有设计程序和方法提供重要参考，又可作为对外承包工程及合作设计项目的借鉴，还可作为工科大专院校的教材，对工矿有关领导及其他专业的研究人员也有较大的参考价值。

(京)新登字087号

特约编辑：陈玉石 卢平安

工厂系统设计手册

(德)汉斯·克特纳 于尔根·施密特 汉斯·格赖姆著

张继忠 郭界民 何晓韵 译

曹鹏南 郭贵山 张继忠 校

海洋出版社出版发行

(北京复兴门外大街 号)

河北省元氏县文化印刷厂印刷

1992年8月第一版 1992年8月第一次印刷

开本850×1168毫米1/32 印张16.25

字数400千字 印数1-2000

ISBN7-5027-2835-X/TB·6 定价：20.00 元

出版说明

工程设计既是一门古老的工程学分支，也是现代工业工程的重要分支之一。它在推动企业技术改造、保证产品质量及提高企业综合效益方面，有着不可忽视的独特的作用。工程设计已不仅是工程建设的蓝图，而且是企业管理的蓝图，是使企业“达到具有竞争能力的现代化生产要求的先决条件”。

我国工程设计行业拥有67万勘察设计人员，就各具体专业而言，力量雄厚。但在运用定量及定性的方法，从成本和效益出发，进行选址、物流分析、方法研究和总体及车间平面布置等工作，对整个企业的生产系统进行系统设计，以提高整体效益方面的力量则较薄弱。成熟的经验和专著都相当缺乏。

北方设计研究院专家在中德合作设计过程中发现这本内容全面、普遍有效的系统化设计手册，可以弥补上述不足。本书以设计流程为主线，详尽地介绍设计原则、基本步骤和现代的经营实践证明有效的方法，同时还给出了许多应用范例，这些原则与方法不仅适用于工厂设计，同样也适用于设施规划与设计。因此，北方设计研究院立即组织翻译出版，供专业人员和各级有关领导设计、决策时借鉴。

本书由机电部北方设计研究院张继忠、邬界民、何晓韵翻译，由张继忠校对，由研究员级高工曹鹏南和机电部节能监测中心高级工程师郭贵山技术审校。

本书由机电部节能监测中心协助出版。

本书的翻译和出版得到机电部北方设计研究院宋国富院长、王召庆和关四彰副院长、王永信总工程师、科技处张玉荣处长的热情支持。北方设计研究院副总工程师孙亨元和岳学文、高级工程师雷义良、赵雄、王廷奎、康来祥、李金荣、郭振宇和工程师陈淑兰等参与了部分技术审校；杨家禄从德国购回原著供翻译，谨此一并致谢！

由于我们水平有限，缺点谬误在所难免，恳切盼望有关专家和读者批评指正，以便再版时修正。

译者

1992年5月18日

前 言

在欧洲各工业国中，至今依然存在着瞄准未来进行投资的急切需求。海外一些发达国家，尤其是日本和美国的技术发展和科技进步已对欧洲企业的生存构成严重威胁。不过，欧洲各国已清楚地认识到这种威胁，并且接受了这种挑战。在企业结构方面，通过一系列的改革措施已初见成效。各企业正在研制和使用新技术、新工艺，尽管经费负担不断增加，但只有这样才能为现在和将来提供具有竞争力的产品，永远立于不败之地。生产加工和其外围功能部门都在不断地采取合理化措施，“有效地使用一切生产方法，降低总成本，尽可能减少库存量，加快流通，确保供货期限和提高供货信誉，提高产品质量，创造一个安全、舒适的工作场地，以及获取合适的赢利”等，已成为现在更是今后企业经营方式的口号。

工厂设计与企业的这种发展有着直接的联系。首先，工厂设计是达到具有竞争能力的现代化生产要求的先决条件。生产的发展趋势是实现大规模的自动化加工，人的主要工作是操纵机器和对产品进行质量控制检验，而加工任务却越来越多地由灵敏的、与信息、物流技术有着密切联系的机器承担。**EDV**电子数据处理系统的迅速发展，特别是微处理机技术的投入使用，大大加速了生产的向前发展。

由此，摆在工厂设计人员面前的任务变得越来越艰巨、复杂，然而却能催人奋进。无论是新厂设计还是老厂改造设计，工厂设计人员都必须首先着眼未来，拟订出多年之后仍能在很大程度上满足所提要求的设计方案。当然，设计人员不可能也不应该将每一种可能出现的情况都考虑进去。如果这样的话，设计费用是无法

承担的。由于大部分工厂设计措施经常与巨额投资有关，因此，设计人员至少要在明确规定的范围内制订出灵活性大、危险性小，并且经济合理的设计方案。设计上的错误往往会给企业带来严重的经济损失，甚至还会使一个企业破产。

工厂设计人员的责任是重大的，为了使他们能够胜任自己的工作，需要向他们传授一些关于数据和信息方面的基础知识，向他们提供一些切合实际的设计方法和设计辅助资料，这些可以说是设计人员的工具。然而，设计成果的决定性作用还在于一个完整的、普遍有效的系统化设计方法。不过，在现实设计中却非常缺乏这种设计方法。

本书作者经过多年的工厂设计工作后，得出两条基本的工作经验。一条是：在进行错综复杂、结构层次多的设计时，首先将关联部分分开，分别拟订单个设计方案。这种“孤岛”方案显然与整体考虑企业的设计要求是相对立的。另一条经验是已被确认的，即设计任务中尽管一个项目与另一个项目不一样，并且部分设计任务在项目种类、先决条件、环境条件和目标方面都存在着明显的差别，但是解决问题的步骤和方法却是有相似之处的。所有工厂项目设计都有一个固定的基本模式。

作者将该基本模式变换成一种切合实际的、适用于各专业设计工作的系统化设计方法，并以此为本书的重要基础。本书以系统设计手册的形式详细而清楚地介绍了工厂设计的基本步骤，书中所有章节都贯穿了设计过程，并且还阐述了各不同生产部门之间的内在和逻辑上的联系。对设计过程均采用现代的、经实践证明有效的方法进行阐述，同时还给出了许多应用范例。因此本书的设计方法同样适合于企业实习生和大学生们学习参考。

对于长期从事工厂设计的人员或临时担任设计工作的工程师来讲，该手册可以向他们提供系统的、具有连贯性的设计方法，是其必备的工具书。对于企业领导者来讲，由于该书内容丰富、

条理清楚、逻辑性强、并且便于理解，因此可作为分析和评判设计状况的指导性参考书，同时还可以为领导的决策提供充分依据。

总之，通过阅读本书可以使读者获益匪浅，进一步了解工厂设计的全过程。

本书的编写过程中承蒙许多同事和企业的帮助，在此谨向热情支持本书工作、对本书提出过建设性宝贵意见和有益批评的人士表示诚挚的谢意。

我们特别要感谢在我们制订原稿和校稿工作中给予极大帮助的**I.Sommerfeld**女士，以及认真对本书进行专业审查并提出宝贵意见的教授、工学博士**J.P.Podolsky**先生。另外，还要感谢教授、工学博士**H.P.Wiendahl**先生在著书后阶段工作中给予的热情帮助。

在本书的出版工作中**J.Spencker**先生和其在**Carl Hanser**出版社工作的同事们给予了极大的支持和帮助，在此一并表示感谢。

汉斯·克特纳(**Hans Kettner**)教授、工学博士

于尔根·施密特(**Jürgen Schmidt**)工学博士

汉斯·格赖姆(**Hans-Robert Greim**)工学士、经济学士

汉诺威 1984年2月

第一章 工厂和工厂设计

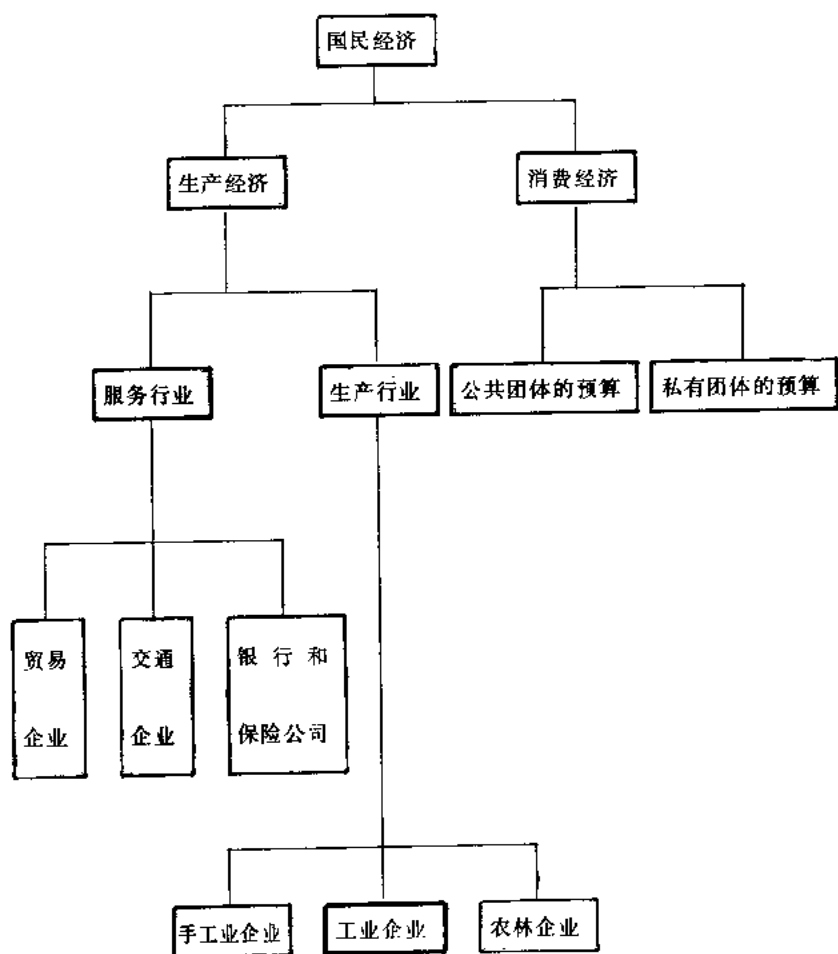
1.1 工厂的概念和任务

尽管“工厂”这一概念没有确切和普遍有效的定义，但可以认为它是一种企业的组织形式；在工厂中有统管技术与经济的管理部门，许多离开自己寓所的劳动者，通过精心分工和严格的组织管理，在企业自己或租用的车间中生产制造出市场需要的企业产品，供市场销售。因此，工厂是按照分工原则工作的生产企业（工业企业）。其目的是，开采、提炼和加工原料，并制成消费品或生产资料（见第一章的参考文献〔1〕）。

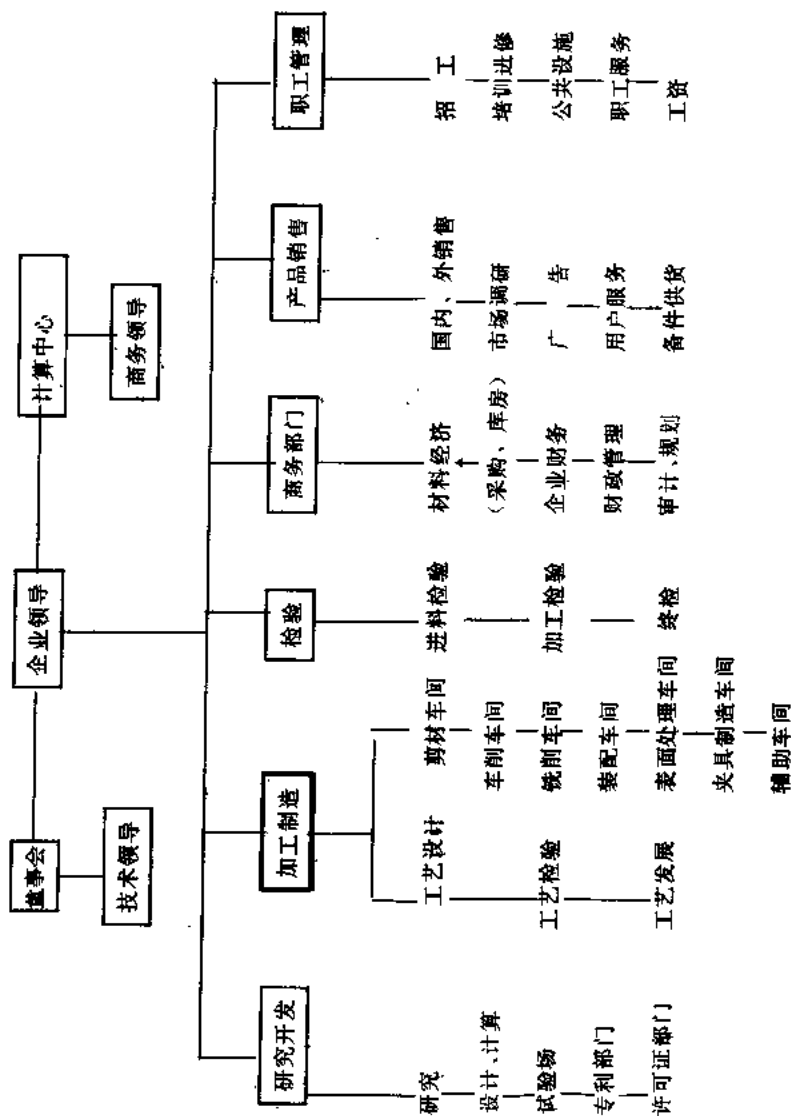
工业企业甚至手工业企业，都属于生产行业；生产行业和服务行业共同构成生产经济（见图表1.1）。

工业企业的庞杂的经济类别，可以根据各种不同的特征以及系统化的目标进行划分，例如：根据企业规模（职工数量、产值），产品或生产部门的条件。而按照要生产的相同产品的数量（生产类型）和生产的组织形式进行分类，则对于企业经济和工厂设计极为重要（见第八章）。根据工业企业的目的，可以划分出几种任务（主要功能），如研究开发、加工制造、产品销售，这些都属于组织机构中的部门（见图表1.2）。

因为在联邦德国全体有职业者中有近50%在生产企业工作，并通过他们的劳动创造出国内占总数50%以上的产品，所以工业企业除了制造或改进产品的企业经济基本目标外，还要履行主要的公益和国民经济任务。



图表1.1 作为经济体系一部分的工业企业



图表1.2 工业企业的组织网络图(举例)

1.2 工厂设计的任务和目标

本世纪社会各个领域的高速发展，使我们认识到，没有有远见的、按程序的和有估算的设计，就不能完成摆在我们面前的任务。这儿的设计应理解为对将来行动的一种思维上的超前步骤，这将对设计项目的发展起着积极的影响（参见第一章参考文献[2]）。

在设计时就要从发展角度考虑拟建项目的可运转性和使用性，尤其是使用寿命长和投资费用多的工厂设计项目。工厂设计的任务是：在考虑众多总体条件和边界条件的情况下，为工厂创造完成企业目标、社会功能和国民经济功能所需的先决条件。也就是说，工厂设计要保证生产工艺流程既正确又经济，工厂人员能在良好的工作条件下进行工作。

根据企业内外关系，工厂要考虑众多中、短期动态发展和影响，这与工厂设计的长期决策相矛盾（建筑物使用寿命为30~50年），从而给设计任务增加了难度。鉴于这一矛盾，现代化工厂设计要求具有高度灵活性。

工厂设计不仅包括设计全新的生产厂房，而且也包括现有企业的改造或扩建设计。工厂设计永远属于企业设计的总范畴，并且经常与企业本身以外的工业设计（各种行业部门的联合设计，如建设工业中心和地区性大规模发展规划（一个地区的总体设计）相联系。从工厂设计的总任务中可以引伸出四条普遍性的主要目标：

1. 有利的生产或加工流程；
2. 适合人员的工作条件；
3. 充分利用面积和空间；
4. 建筑物、设备和装置有高度的灵活性。

生产流程产生于加工步骤的工艺顺序（工艺过程），除了包

括物流外,还包括人流、能源流和信息流[见参考文献(3)]。物流一般与信息流紧密联系,是多数工业企业的决定性设计基础,而在设计能源需要量特别大的企业时,能源流是重要设计条件,在设计服务性行业和管理部门时,人流或信息流则要优先考虑。适合人员工作的条件的形成,决定于众多因素。最重要的工作条件有:工作场所和工作间(例如:关于照明、空调、噪音和事故防护、色调),工作过程(单一,短节拍)和装备(操作力,动作过程,工作安全性)。合适的工作条件能提高人的工作兴趣和工作效率,并能显著地减少人的工伤事故和职业病的数量。

从费用因素考虑,必须很好地利用地皮面积和建筑物空间。因此在设计阶段就要精心地计算面积需要量,并应有效地利用空间高度(空中运输、安装和库存)。

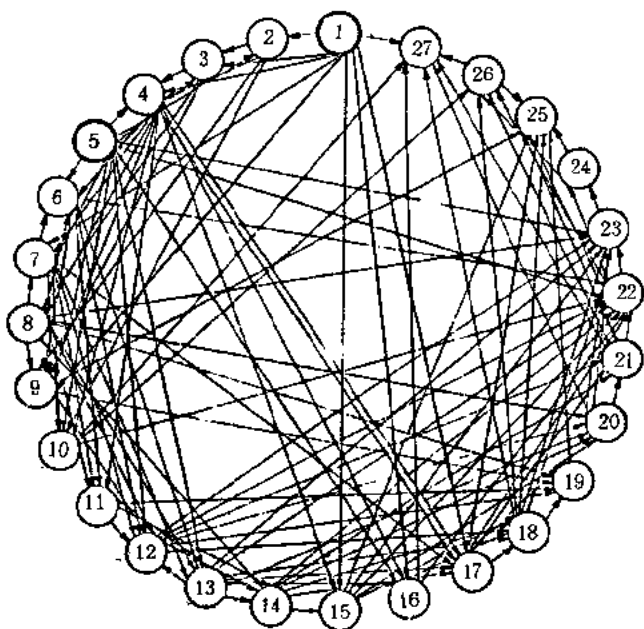
此外,高度灵活性是全部设计阶段和设计范围的重要目标。通过有远见的设计,应能为既快又经济地配合技术、经济和社会发展创造出先决条件。

1.3 设计准则

为了全面完成工厂设计任务,并达到上述目标,必须严格遵循一般设计准则。这儿强调下列对各类工厂设计任务都重要的准则:

1. 设计的整体性

不管是新厂设计、老厂改造设计,还是工厂部分区域的设计,都存在整体设计的任务,这一任务由许多相互紧密联系的分项任务(见图表1.3)组成,并受到企业内外许多可变因素的影响。



图表1.3 工厂设计分项任务的联系
(见参考文献 [4])

图表中注释:

- | | | |
|------------|------------|------------|
| 1—实际状况; | 2—预测; | 3—生产计划; |
| 4—生产方法; | 5—选址; | 6—总体规划; |
| 7—面积需要量估算; | 8—物流; | 9—经济性研究; |
| 10—时间期限估算; | 11—理想平面图; | 12—实际平面图; |
| 13—运输设计; | 14—详细设计; | 15—面积计算; |
| 16—人员需要量; | 17—能源需要量; | 18—施工进度计划; |
| 19—设备费用; | 20—机器安装; | 21—安装计划; |
| 22—土木工程设计; | 23—建筑结构计算; | 24—招标; |
| 25—施工费用; | 26—施工期限计划; | 27—搬迁设计。 |

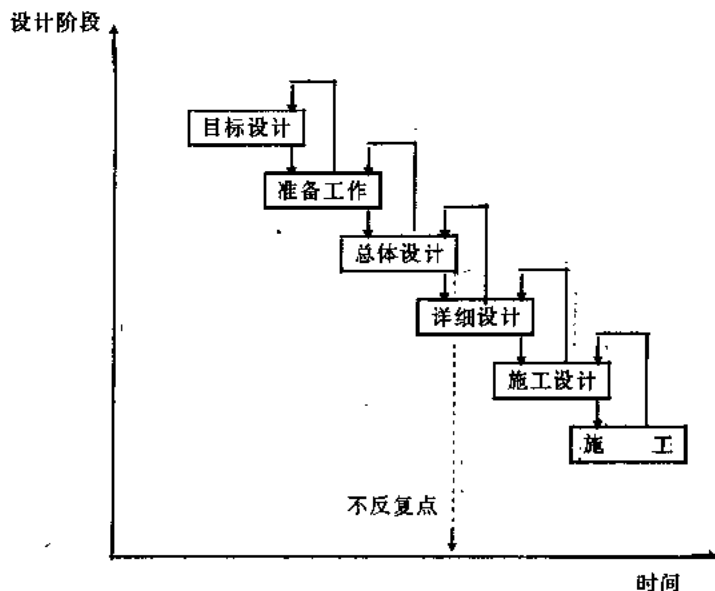
这些分项任务的解决方法不能是孤立的, 而要有整体观点瞄

准总目标。分项任务最佳的解决方法无疑会导致最佳的总体解决方法，所以在前期设计阶段，显然要重点制定最佳的总方案，而在详细设计和施工设计时，重点则转移到各个小范围的最佳设计上来。

2. 设计的阶段性.

阶段性地解决总任务和分项任务，是工厂设计和每一全面决策过程的特征。为了避免不必要的工作、错误的时间计划和过高的费用支出，设计一定要有从粗到细，从初步方案逐步到详细设计的阶段。

此外，重要的是这些设计阶段没有明显的界限，也不能仅按这些阶段依次进行设计。更多的是，各个阶段的互相过渡不易分清，在设计过程中会出现反复穿插（见图表1.4）。



图表1.4 设计阶段的时间重叠

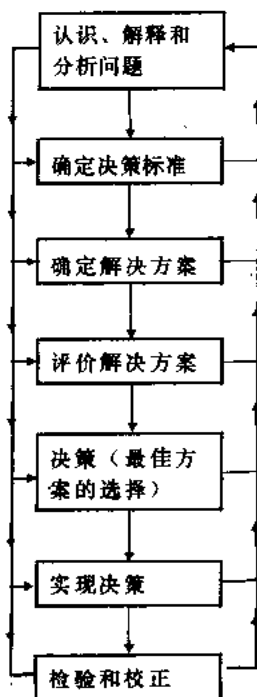
设计阶段性的特征不仅表现在“由粗到细”的方式，而且表

现在“由理想到实际”多次重复的步骤。

3. 确定方案的准则

根据设计项目的全面性和工厂设计的不同目标，一般可以有多种解决可能性，即总体项目和部分范围的可选方案。这儿不仅指设计方案（如：总体设计阶段经常出现的），而且也指施工方案。施工设计阶段将要确定施工方案。在一定范围内需要且有必要制定施工方案。只有对不同方案进行比较，才能得到衡量一种解决方法好坏的相对尺度，也才能在考虑各种决策标准的情况下进行选择。

归根到底，每一工厂设计任务都由许多决策过程组成。有的决策过程要分阶段进行；有的要重复进行（见图表1.5）。



图表1.5 决策过程的各个阶段

这一过程中确定解决方案是一创造性重点。但只涉及到发展解决任务的思想，并制定出实际可行的方案。

4. 产品或功能是设计的基础

与机器设计师一样，工厂设计师也要从所要实现的对象的功能出发。解决工厂设计任务和建设任务的前提是准确认识要实现的功能和从中得出的要求。

因此，产品或生产计划应是工厂设计的出发点，并从中推导出其它的全部设计基础。

5. 理想设计的必要性

即使在限制条件明确的情况下，也不应放弃最佳的理想设计。理想设计可以为实际设计及其最佳解决方法（经常轻率决定的）提供客观标准。

通过最佳的理想设计来认识实际解决方法的不完美，从而预防那种危险的自欺欺人，但是，就是这么一个机会往往不被利用。在工厂设计中也是这样，认识的缺点比未知的缺点更容易克服。

理想的解决方法并不是局限于通过批判性的分析实际状况，从中优选出较好的方案，而是要以生产工艺的功能要求，以及对人员、装备和产品的要求为依据。

6. 设计的经济性

完成工厂设计任务一般需要耗费大量的人力和时间，以及很多的费用。虽然比较和计算这类数字很困难，但是对于整个设计范围来说（即直到试运行），估算设计费是总投资费用的10—15%左右。这里除了项目的种类和复杂性外，计划的规模也是相当重要的。

这样，设计费用就是一个相当重要的费用因素，应按照效率和利润的一般准则进行评估。设计费用和设计结果之间的比例越有利，设计的效果就越好。从理论上讲，这种比例有一个最佳值（见图表1.6），但是实际中很难用数量表示通过设计达到的结果，或取得的节省费用，或被忽略的节省费用。