

日本设计工作的新发展

第一机械工业部科学技术情报研究所

一九八一年

日本设计工作的新发展

第一机械工业部科学技术情报研究所

(内部资料)

第一机械工业部科学技术情报研究所编辑出版

兴隆县印刷厂印刷

北京中国书店 上海科技书店 重庆新华书店

经 售

1981年9月北京

代号: 80-13 • 定价: 1.05元

前 言

《日本设计工作的新发展》一书，是日本机械学会第456次讲座的讲稿。全书共分八个题目，从新产品的研制步骤、加工精度、公差的合理分配与正确标注、材料选择、自动制图、价值分析、信息检索、出图等方面，介绍了目前国外在设计方法和设计管理上的一些新发展，对提高设计效率有一定的参考价值。

原文大部分为手写稿的复制本，由于我们水平有限，难免有不妥之处，希望读者批评指正。

翻译 王继先

1979年12月

目 录

一、新产品的研制和生产设计.....	(1)
二、加工限度和精度设计.....	(18)
三、公差标准的新方式和公差管理.....	(33)
四、材料设计和新材料的应用.....	(44)
五、产品设计及微处理机的应用.....	(55)
六、在产品设计中降低成本.....	(66)
七、设计室的信息检索和标准化.....	(79)
八、出图工作的合理化.....	(91)

一、新产品的研制和生产设计

研 制 新 产 品 的 步 骤

研制新产品的基本过程及各部门之间的关系如图 1—1 所示。研制新产品可分为设计构思、调查研究、设计试制、评价调整和投产与销售五个阶段。设计部门的产品设计和生产技术部门的工艺计划与后三个阶段有特别密切的关系。而这两个部门的共同题目——生产分析，又与研制初期的前两个阶段有关。这里所说的生产分析，是对总生产效率与部分生产效率的研究。在研制大批生产的产品时，进行以功能设计为重点的研制设计，在产品定型时，进行以生产效率为重点的产品设计；对于个别订货的产品和小批生产的产品，则一般必须在短期内结束产品设计，其产品设计就是试制设计，并且功能设计和生产设计要同时进行；至于中批或小批轮番生产的产品，则介乎上述两者之间。所以不论工厂组织机构的大小、产量的多少、订货方式的差异，都可以遵循上述研制新产品的基本步骤。在生产分析中所研究的技术项目，本质上也没有什么不同。

产 品 设 计 和 生 产 设 计

设计部门的工作具有三种性质：

1. 试制研究工作（科研工作）；2. 设计制图工作（常规工作）；3. 改进设计工作（工业管理工作）。

按理说，这些工作是技术人员在任何部门都必须考虑的。（一般的作法是），把研究发展作为一个部门的工作分出来，改进工作交给生产技术部门去做，而设计部门则千篇一律地从事日常性工作。当然，在机构庞大的企业，也有许多是把上述三种性质的工作都交给设计部门的。问题在于要有人员交流和管理人员对技术人员进行培养、教育的打算。关于产品设计的具体内容，请看表 1—1。

设计工作除了提出问题、探讨规格、计算性能、审查图纸、估算成本等桌面上的工作外，还进行功能的试制，试生产等实践验证工作，并进入下一阶段。设计工作负有从产品的构思到结构的确定、绘制图纸、确定试验项目、把试验结果反映到设计中去、实用化后进行跟踪调查等等与产品的设计性能、质量保证有关的责任，同时还负有确保经济效益、企业利润等基本责任。

特别是部件生产设计，与材料的采购和制造等制造成本、机器性能的形成有着密切关系，为了达到产品成本和性能的给定值，必须经常地、反复地加以审查研究。

笔者认为，在产品研制过程中，产品设计指的是遵循生产指导思想的第一个执行阶段。进行生产效率的分析和产品设计时，必须与生产技术部门的工艺计划密切配合。此外，提高设计部门的效率虽然属于工业管理的范畴，但也可以看作生产设计的一部分（在工艺计划阶段，得出生产分析结果，进行工艺设计，参照图 1—2）。

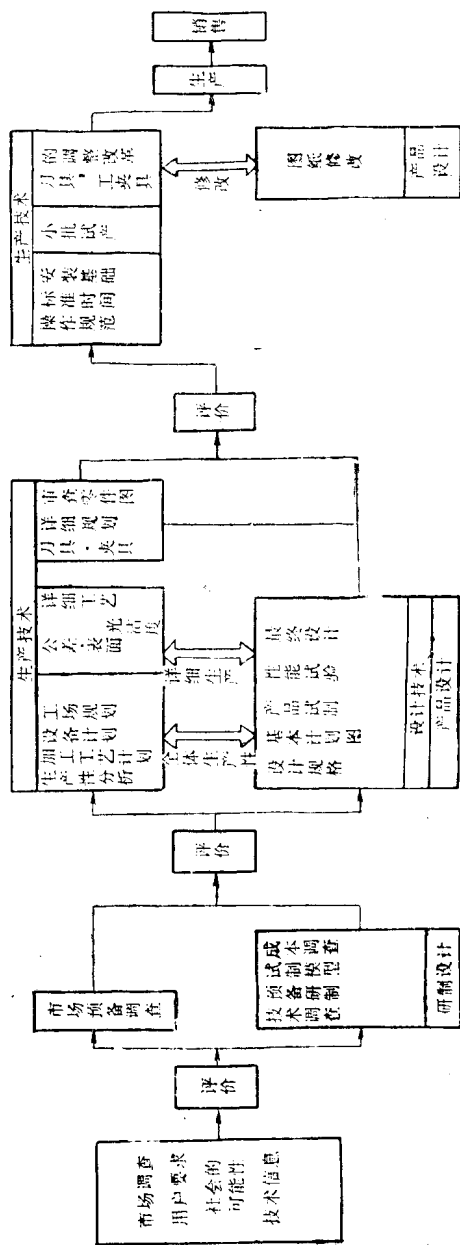
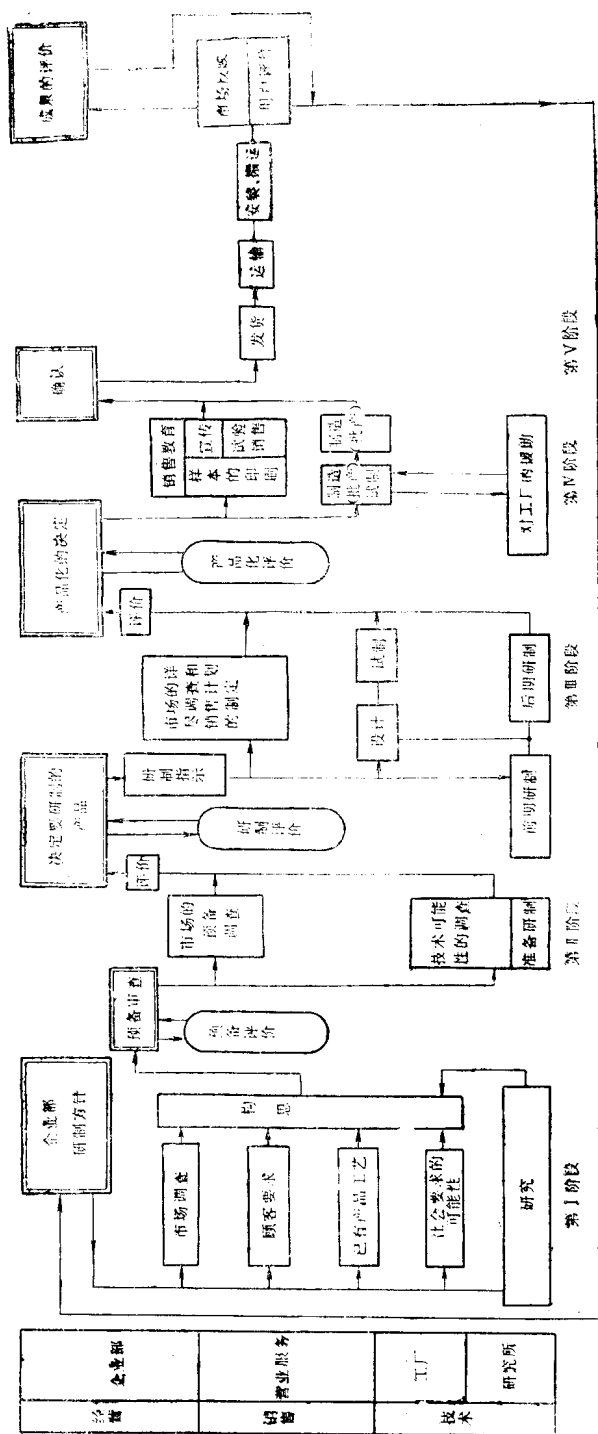


表1—1 产品设计的內容

设计阶段 研究 审查 项目	确定目标、绘制设想图 (规格、性能、价格、时间)	决定基本规格、数值、结构 制成计划图	决定部件规格、数值、结构、 绘成图纸和部件任务书
	研制设计	基本设计	部件设计
功能 性能	为初步确定规格、性能、质量、成本构成、完成时间而搜集基础资料,判断是否需要采用新技术,为确立综合性概念而进行构思设计	为确定基本功能的设计 基本结构部位、尺寸的设计	部件功能、结构的设计 零件的设计
成本		价值工程的审查, 成本计划的审查	价值分析的审查 单位成本的审查
时间		综合生产进度计划的审查	各个部件、各种加工机械的 加工进度等的计划审查
生产设计	(整体)基本生产设计		部件生产设计

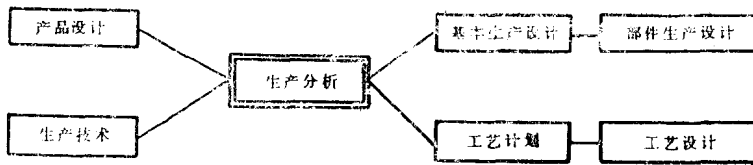


图1—2 生产分析与产品设计、生产技术

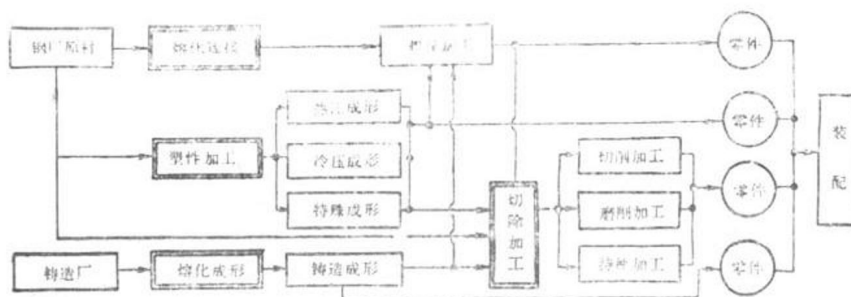
工 艺 计 划

工厂工艺计划的重要技术内容如下:

1.新产品的制造计划; 2.提高现有产品在市场中的地位; 3.由生产分析中充分理解成本数值后,谋求降低成本的措施; 4.提高现有设备、人力和组织的效率; 5.扩大生产能力;

工艺计划的功能含有研究分析的因素和综合服务的因素,也就是生产、制造分析和工艺设计。生产分析需要对机器构件有较高深的知识、理解力和丰富的经验。生产分析总是协助产品设计开展的,在产品研制的生产技术活动中起先导作用,是专职干部的工作。它在最后为决定经营计划提供所需要的评价报告。

工艺设计的内容,应包括从毛坯开始,一直到加工、装配的大的工艺流程(如图1—3所示)。加工工艺的具体内容取决于零件的设计,这里举一个最简单的常识性例子(如图1—4所示)。这是一个由图上发现工艺错误的问题。所以,工艺设计的基本内容也就是从产品设计的具体生产分析中得出的。作为设计部门和生产技术部门的共同课题,生产分析的特点不仅是作为产品研制方针的业务,也作为专职干部的业务。以产品设计为中心的设计评价方式如表1—2所示。



加工工序	1	2	3	4	5	6	7	8
加工方法								
A	SH	L	ZM	D	ZD	HQ	HT	GcY
B	L	SL	HQ	HY	ZM	D	GcY	ZD
C	MV	L	ZM	D	ZD	HQ	HT	GcY
D	L	MP	ZC	D	ZD	HQ	HT	GcY
E	L	P	ZM	D	ZD	HQ	MT	GcY

注：工艺符号见JIS Z 8206

表 1—2 设计评价会议的讨论顺序

会 议 名	时 期	目 的、 要 领
第一次讨论会	决定产品基本规格	①从计划、销售方面决定产品规格的方针 ②决定产品主要部分的设计方针 ③制作图象、决定产品化的初步计划
第二次讨论会	基本完成产品主要部分的设计	①基本规格和基本设计的对照 ②以组件为单位的生产分析、问题预测和应付办法 ③标准与通用件范围的划定 ④零件分组和成组加工工艺的研究
第三次讨论会	已完成部件设计	①零件样品的材料、加工工艺的讨论 ②为使零件适于采用标准件、通用件而进行修改 ③使之适用于标准工具、标准操作，並计算加工时间 ④检查产品试制日程计划
第四次讨论会	出图后	①为了制造体制的展开进行产品预报、进展报告 ②部署工具具 ③审定加工路线上各设备的进度安排
第五次讨论会	产品试作过程中	①把试作工艺中发生的问题反映回去 ②确定产品暂行成本
第六次讨论会	生产线开动后	①把生产中的问题反映回去 ②对产品成本进行最后审定

生产分析项目

关于生产分析的项目，特别是总生产效率的基本研究项目有以下几点：

1. 给出编入现有标准化中去的新的标准和基准；2. 零件的分组；3. 是厂内自制还是外协制造（是否需要采用新开辟的技术）；4. 估算成本；5. 为正式投产进行产品设计。

一、把给定的新标准、新基准编入标准化

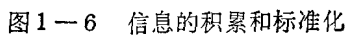
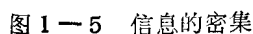
在生产分析的最初阶段，需要根据是否适于用标准件、标准加工操作进行分类，分类可以使生产分析转向更高级、更严密的阶段，还有助于缩短生产分析的时间。

产品研制信息的性质，可以象表1—3、图1—5和图1—6那样分类。由于对所积累的信息要尽可能地实行标准化管理，而且信息量总是在不断增加，因此，对信息的整理和信息检索便成了重要的课题。在各种信息中，流动信息是标准化以前的信息，它大多来自设计人员所受的教育、日常的努力、不拘泥于厂内的广阔视野、不甘做井底之蛙的管理人员所持的教育态度、设计人员与非设计人员的信息交流、与其他工厂的信息交流、与用户的信息交流。但是，作为工厂，重要的是对公开发行的图书、文献的探索和学习，因为这来得比较容易。产品设计中出现的半流动信息的标准化，一般比较困难。这类信息还需要经常修改，是不断变化着和进步着的信息。

在一般情况下，即使标准化开展得比较好的工厂，其加工技术、加工工艺的标准化也往往落后，而且这些问题不发生在设计人员的眼前，得不到设计人员的重视。为了解决这个问题，有必要把生产技术部门积累的加工标准、工艺标准、机械加工能力、精度极限、工程能力等数据变换成设计部门的设计标准信息，反馈给设计部门（参照表1—4、表1—5）。

表1—3 设计信息的性质和内容

（性质）	（内容）	（来源）
流动的、潜在的信息	- 研制信息 - 一般技术信息 - 市场信息 - 设计规格信息 - 专利信息	- 学术杂志、科研论文、 - 文献资料、国内外专利资料、 - 行业会、委员会、资料、营业 - 服务报告书、报纸、 - 杂志、其他
中间信息	- 工程能力信息 - 索赔信息	- 工业管理部门、质量管理部门、 - 制造工艺、采购部门 - 营业、服务、消费者、使用者 - 制造、工程、检查部门
积累的、标准的信息	- 国际标准、国家标准 - 行业标准、工厂标准 - 设计标准、材料标准 - 标准零件、工艺标准 - 操作标准、加工标准 - 检查标准、质量管理标准	大多数为厂内信息 也有厂外信息 → 研究 → 对照评价 → 标准化



设计标准

- 设计基准——设计规格
- 制图规定——制图规程
- 规格表示的规则——规格表示（附件、任务书规格）
- 产品规格的规则——产品规格
- 标准件——零件规格
- 加工基准——设计参考规格（成本数据）
- 材料基准——原材料规格（成本数据）
（包括外购件规格）
- 设计手续
- 图续纸管理手续

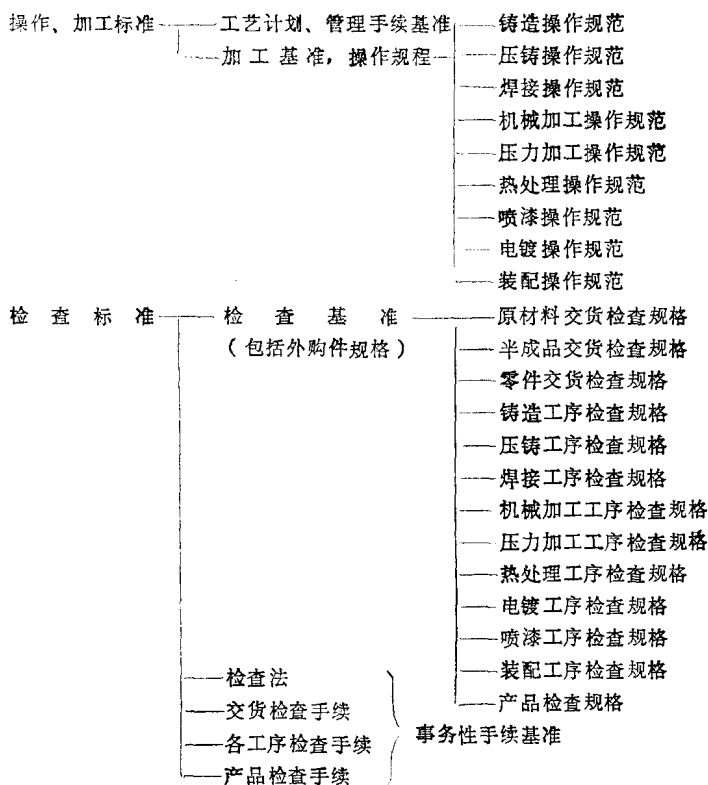


表 1—5 设计室所需要的工厂标准(实例)

分类号	类别	内 容	分类号	类别	内 容	分类号	类别	内 容
0	一般事项	规格的分类、负责人姓名、电话 部、科、系和工厂的符号, 文字的省略方法	4	产 品	产品零件、产品号的规定 数字、符号商标、印记的规定 特性和检查法 产品规格	6	制 造	加工代号、工序名称、机床精度 加工条件、冷却液 加工工时算法 加工和处理的规定 表面处理的规定 热处理的规定
1	基本问题	图纸指示法和变更法 设计基准 计算方法	5	机 械 装 置 工 具	工夹具装置符号, 工具、刀具 测量工具 测量装置 机床 自动机床刀具 工具装置用的特殊规格零件 操作用辅助工具 炉及其附件 温度测量及其调整器具 炉用耐火材料 工夹具设计规定 工夹具单	7	工厂经营	工厂经营 搬运、生产设备 调度件、装置
2	材 料	材料一般问题、材料表示法 材料表 材料容许公差 特定材料、材料重量 材料代号法、材料检查法 材料订货单				8	特殊规定	特殊材料制造法 大量生产试制操作 大量生产试制材料
3	零 件	零件符号、标准件 标准件、设计和加工规定 电工产品订货单 零件订货单				9	其他规定	工厂帐票、传票 工厂安全和安全标识 讨论会、报告会 特殊印刷品的规定

二、零件的成组化

用材料表把零件分组的作法可为以后的工艺设计、材料的采购与分配及生产管理等提供

基础资料。

在使用一般材料的情况下，从采购或动用库存的角度出发，可进行以下分组：

1. 棒料、板材、管材等标准毛坯；
2. 铸件、锻件等成形毛坯；
3. 螺钉、铆钉、管接头等外购标准件；
4. 外购标准器械（电动机、减速器、联轴节等）；
5. 特殊规格的外购件（电气、电子控制电路，特殊订购件）。

此外，从零件形状等加工工艺的角度出发，可进行以下分组：

1. 需要切断毛坯材料的零件；
2. 使用同种毛坯、同种规格的零件；
3. 在整个产品结构中相同的零件；
4. 前面工序相同，仅后面工序不同的相似零件；
5. 形状、材料、加工工艺均类似，仅一部分不同的相似零件；
6. 整体形状相似，但尺寸大小不同的系列零件；
7. 产量和形状的复杂程度适于采用数控加工的零件（数控点位控制、数控轮廓控制、加工中心等）。

从零件所要求的公差（尺寸、形状、表面光洁度）等加工精度、所使用的机床来进行分组，可分为以下几组：

1. 以普通尺寸公差加工的零件；
2. 采用厂内标准加工精度加工的零件；
3. 需要工夹具的零件；
4. 采用厂内特殊要求加工精度加工的零件；
5. 改造现有设备后，可以专机生产的零件；
6. 由于产量、加工精度的要求需要新结构专机加工的零件。

零件的形状、所要求的公差、加工精度等往往相互关联，所以要从生产方式、产量等方面考虑搭配成最合理的组。

最近，多品种中、小批量生产的工厂在进行工艺设计时采用了成组工艺（GT）。从产品设计立场出发，正在研究零件代码系统，以便把作为设计信息的图纸代码化和合为一体，有利于查找已有类似图纸与技术资料、防止重复设计、确定公差和估算成本（见图1—7）。其中著名的VDF（阿亨大学）方式、COPIC方式以及日本的KK—1（机械技研、机械协）方式、KC—1.2（中小企业振兴）方式等都已用于机械加工。今后，它将随着电子数据工艺系统（EDPS）的发展，出现更具体可行的方法，并将应用于不同行业的工厂、不同的产品和不同的生产方式。

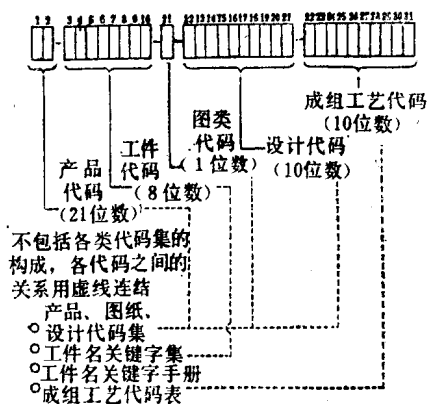


图1—7 零件代码一例

三、自己生产还是外协生产

在生产分析的最初阶段要进行加工技术和制造方式的基本研究。设计内容和制造方式的决定过程如图 1—8 所示。这个问题最好在产品试制或其前的计划阶段就加以研究。一般情况下，产品越独特，越要求研究新的加工技术。对利用现成技术的加工工艺，不应仅仅以成本低为理由而轻易决定外协加工。另一方面，即使自己有能力制造的，也要尽可能用改造现有设备和工夹具来提高精度和加工效率，不能只靠投资买设备。因此，这种情况需要生产技术部门具有设计和制造设备的能力。具备这种能力对提高工厂今后的经营效率将日益重要。

四、计算成本与降低成本

计算成本可作为产品设计和工艺设计时进行具体分析的评价标准。在生产分析的最后阶段，要进行制造成本的估算。当然，实际成本也很重要，但对于产品设计来讲，成本估算更为重要。为此，要把材料费和加工费的数据积累作为中心工作（参照图 1—9）。加工费用因机床种类、批量大小、熟练程度、工夹具种类、标准工时数抑或专用工时数的选择不同而异，其加工时间的计算也不同；而材料费，除了正式的材料费之外，还应加上木模费、金属模费，特别是在考虑材料利用率时，毛坯和精加工后的重量之差，会因产量的增大而成为大问题。此外，对产品有间接影响的技术指导出差费、技术资料费、专利费也应包括在产品制造成本中。如果把工夹具费、设备改造费、新设备购置费也考虑进去，那么这个生产分析就算作到家了。但是都要考虑其折旧费，根据经营方针，决定哪些属于制造成本，哪些属于全厂的一般经营费。设计部门在计算成本的同时，还必须搜集、整理有关毛坯材料、外购件、机械加工费、装配费等成本标准资料。

产品设计和工艺设计的最终目的都是为了降低成本和提高技术水平。在降低成本方面，可以按成本的基本形态分为三种性质，即失败损失成本、机会损失成本、基本成本。失败损失是设计规格和操作规范不明确、设计人员或操作人员失误、制造达不到设计图纸的要求等原因造成的，是因产品零件重新加工而增加的成本。解决这一问题需要重新估价零件设计图纸的检查方式，重新估价从基本计划图到零件图质量的设计评价方式以及工艺设计，改进设计、制造中的质量管理。如果忽视失败损失成本而直接以降低机会损失成本、基本成本为目标，则往往会造成质量与可靠性下降。所谓机会损失是指因对未来手段的选择所引起的损失，也就是“现在选择并施行了手段A、但又得知手段B比手段A更好，对于施行手段B来讲，手段A的延续施行就会带来损失。”为了防止机会损失，可在生产技术活动中用工业管理方法改进工作。如果把上述两种性质的成本降低相结合，通过产品设计上的制约和产品寿命周期上的制约，可以使成本降低曲线达到饱和状态（参照图 1—10）。这种状态一般可以认为是达到了基本成本，在达到纯粹的基本成本之后，回到基本设计的原点，在避免一般化的独创设计构思的基础上，维持零件本来的功能，对形状、加工精度、材料、加工工艺进行全面地再研究。这种方法一般称为价值分析、价值工程。在新产品的生产分析时，主要是利用工业管理改进工作，利用价值工程进行再设计。上述基本过程一般用于小批轮番生产或中批生产的工厂。在大量生产的情况下，成本降低曲线倾斜而不陡，实际的成本给定多取平均值，但基本方法不变。

五、为正式生产而实行产品设计

为了把生产分析贯穿于从基本设计到零件设计的全过程，有必要做出一个详细的生产设计，而该设计是对包括设计标准化、材料选择、毛坯工艺的选择、尺寸公差、形状位置公

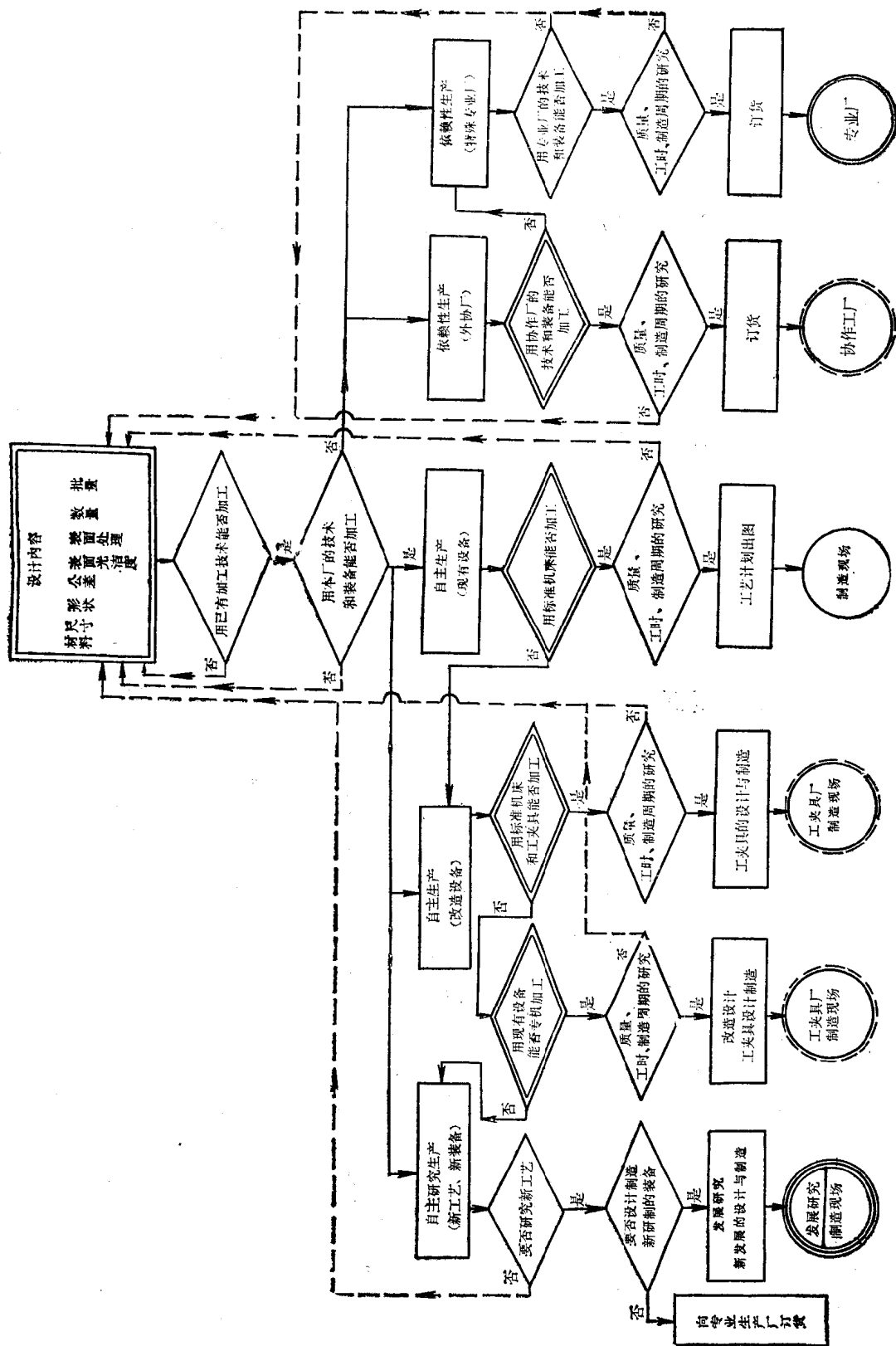


图 1-8

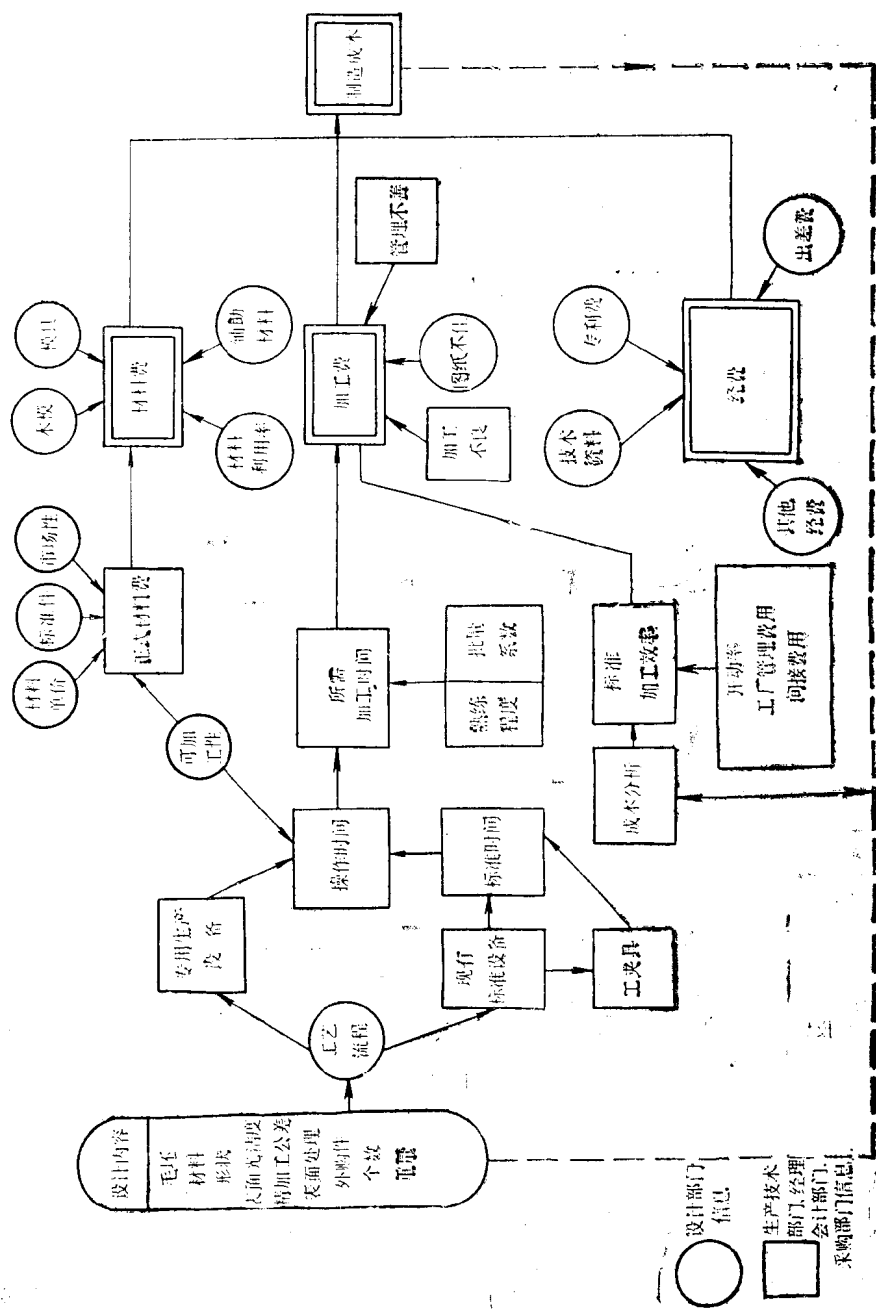


图 1—9 制造成本的构成和设计信息

差、表面光洁度、加工工时等的加工工艺设计进行过研究的。其原则如下：

- 一、尽可能地简化功能、形状；
- 二、最大限度地实行标准化；
- 三、大范围地分析所采用的材料性能；
- 四、毛坯工艺同加工工艺最有效地结合起来；
- 五、占有加工工艺、加工操作及其注意事项的有关信息；

六、选择与加工工艺相适宜的公差和表面光洁度；

七、对上述生产信息进行价值分析，作出正确判断，绘出优质图纸。

上述原则为一般性的，还不是最高的要求，但是集中了许多产品研制设计人员、生产技术人员、材料技术人员的经验、教训和研究成果。

关于第一和第二项原则：如果在产品设计中，能最大限度地简化产品功能、形状，其效率、可靠性则比较容易保证，同时也体现了设计的精炼。但是许多情

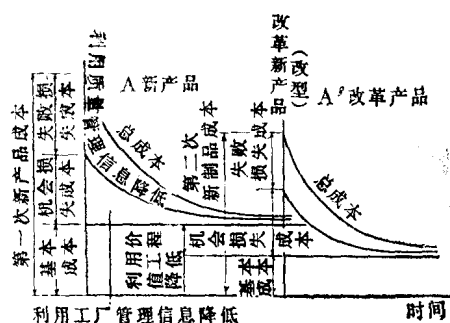


图1-10 降低成本的基本形式

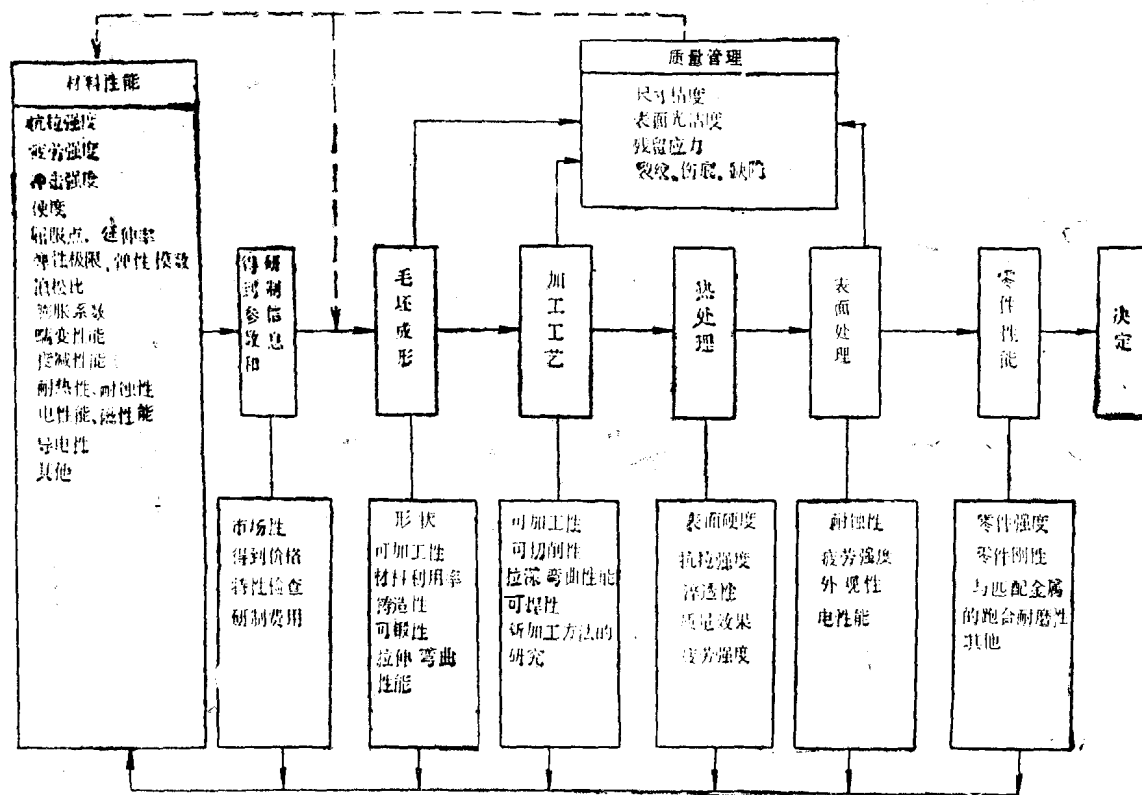


图1-11 选择和确定材料的过程

况是，在产品设计中，实现复杂的结构比简单的结构更为容易，因此需要掌握设计要领，作出以下努力。

- a. 简化每个零件的形状；
- b. 通过零件功能的兼并来减少零件的种类；
- c. 通过发明新原理来简化结构；
- d. 分解总成（组件），研究其结合方式；
- e. 实行产品零件的标准化、通用化；
- f. 利用标准数系列对相似零件分组；
- g. 利用标准数系列使相似产品系列化。

按第三、第四项原则：在设计时，最好选用市场易购的标准材料。但有独创性的新产品，往往要用市场上买不到的新材料。在某种意义上也可以说，不使用新材料就不会产生划时代的新产品。在使用新材料时，不仅需要考虑到材料的适宜程度，还要考虑其加工的适应性，并研究出新的加工方法。

- a. 对市场易购的普通标准材料的物理、化学、机械性能与价格进行评价；
- b. 分析标准材料零件在复合使用状态下的机械性能（疲劳破坏、冲击强度、切口效果、耐热性、耐腐蚀性及其他特殊要求的性能）；
- c. 把毛坯与加工工艺相结合，分析生产加工方法（热处理、表面处理、可切削性、铸造性、可塑性、可焊性等）。
- d. 把毛坯与加工工艺相结合，分析材料利用率（铸、锻、冷成形、热成形、机械加工方法）
- e. 加工完的重量及其轻量化（设计轻巧结构、最佳零件形状、选择材料、减少或消除加工余量、研究结合方式）。

关于第四、第五、第六项原则：产品设计人员要想成为经验丰富的老手，关键在于学习生产加工、加工工艺方面的知识。这不是一般的知识，而是所在工厂的实际知识和今后可能应用的新知识。因此对设计人员进行有效的教育，无论在哪个工厂都是大问题。事实上，通过产品设计前后的生产分析和进行设计评价，就可以起到培养年轻设计人员的作用。在这种情况下，生产分析要有以下几点：

- a. 研究毛坯工艺与加工工艺之间的结合（参照图 1—12）；
- b. 设计上对每个操作方法的限制；
- c. 从工程能力和质量管理上评价加工工艺（参照图 1—13）；
- d. 从生产成本上评价加工工艺；
- e. 对公差、表面光洁度等在加工上的限度的理解及适当的选择（普通尺寸公差的应用，开尺寸链、闭尺寸链、MMC、概率公差、形状公差定量化等，参照图 1—13、图 1—14）；

关于第七项：

- a. 价值分析、评价、决定；
- b. 设计评价会议；
- c. 图纸复核方式、图纸变更方式；
- d. 设计部门的管理（信息检索、标准化、图纸管理、进度管理、出图管理）。