



工业设计简明教程

〔丹麦〕艾斯基尔德·加尔弗 著

闵元米 卓香梅 译

湖北科学技术出版社

GONGYESHEJI JIANMING JIAOCHENG

工业设计简明教程

文斯沃尔德·加尔森著

闵元来 卓香振译

湖北科学技术出版社出版 湖北省新华书店发行

咸宁地区印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 8.25印张 237,000字

1985年7月第1版 1985年7月第1次印刷

印数：1—5,000

统一书号：15304·54 定价：1.80元

工业设计简明教程

在一种新产品投放市场之前，将有许多人（包括设计师和工程师）忙于起初的设计和评价，以保证产品具有适于销售的质量。本书系统地介绍了从新颖的构思开始到最终得到满意的设计方案的创造过程。

许多教材只是专门论述设计前阶段的情况，强调一个成功的设计师不仅要知道而且要掌握的那些训练。本书全部采用一种客观的然而似具有刺激性的方法，抑制但并不贬低直观的非常重要的贡献，引导读者一步一步地通过设计和制造的各个阶段。并辅以各种插图来加强说明，而且注意避免了工程细节来干扰教材逻辑。

本书是为工业和工程设计方面的学位研究生和大学生编写的。不管是否具有艺术和技术的偏见，它对那些专注于创造和发展工业制品的人（或是为工业市场或是为消费者市场）也是非常有用的。

艾斯基尔德·加尔弗

前 言

创造一种新产品需要许多不同程度的活动和技巧，其中首先是设计工程师和工业设计师的活动和技巧。承认设计工程师和工业设计师的职责迥然不同是容易的，但要说一方的职责在什么地方终止，另一方的职责从什么地方开始，就不那么容易了。

设计工程师专注于设计，即通常所说的画草图，细节设计，定尺寸等等。设计工程师和工业设计师的相当一部分工作是由同样的活动组成的，即系统说明建议的结构形式、“立体化”（绘草图，绘立体透视图或做硬件模型）调查和研究各种可能性。这些活动必然包括许多层次上的创造性思维。这正是本书所要探讨的主题。

本书不仅把启发设计的许多原理传授给读者，而且综述评价这些原理的准则。并且从头至尾把“设计者”这个词用于专指从事产品设计人（即工程师，设计师和其他人）的通称。

本书内容应当看作是设计技术部分。在工程评价和设计的总体规划中，只叙述了与设计工程的最后阶段有关的那些方法。

与施工工作相联系阐述系统方法，会使人们误认为：一种系统方法必然给出正确答案。恰巧不是这样，而是靠把系统的方法与直觉正确地平衡以得到最有效的解决方法。因此系统手段应被看作是正确对待革新的基础，也就是对这一事实的理解：人们可以通过有意识的努力客观而系统地考查任何结论所依据的设计准则和前提。

所述产品多数用作例子。特别是在用这些产品来对同样的问题举例说明不同的途径和不同的结果。当然不是因为这些产品特别好或特别差。所以，在叙述它们时并不含有评价的意识。

我要感谢那些为本书提供各种例证材料的朋友们。佛朗克·斯密特为本书摄取了許多可贵的照片，在此深致谢意。

我希望多数专注于产品发展的人（不论是工程师还是设计师）会发现本书是有用的。同时也希望本书将能填补工程学校的工程设计教学文献中的空白。按传统的方法，一个产品在进行必要的具体计算和详细设计之前要有一个略图，许多时间正是花在这个基本程序中。可是往往无人提及，在任何具体方案背后的构思是怎样出现的。把最先出现的设计思想看作是唯一的甚至是最好的，这种错误太普遍了。最后我希望本书对在实际工作中的工业设计师们有所帮助。因为设计者得到一种复杂产品所经过的各阶段的思想，以及得到作为评价的适当准则的一般观点都是至关重要的。

目 录

1. 产品的创造.....	(1)
1.1 形态概念.....	(1)
1.2 产品的寿命.....	(2)
1.3 产品的性能.....	(3)
1.4 产品的更新换代.....	(4)
产品的综合.....	(4)
主要功能.....	(5)
辅助功能及方法.....	(7)
基本结构.....	(7)
定量优化结构.....	(8)
总体造型.....	(9)
产品综合.....	(12)
2. 造型设计的一些方法.....	(14)
2.1 局限性.....	(14)
2.2 结构变化.....	(16)
结构变化法.....	(16)
主要单元结构变化法.....	(17)
关于两单元和三单元的解决范围.....	(23)
有关功能的结构变化.....	(25)
一组实例: 煮茶器.....	(29)
结构模型.....	(31)
2.3 造型变化.....	(33)
功能面的概念.....	(33)
功能表面的变化方法.....	(37)
造型设计的局限性.....	(43)
造型的变化方法.....	(43)
造型分解方法的应用.....	(52)
实例分析: 皮带轮.....	(59)
造型综合方法的应用.....	(63)
制造模型.....	(64)
3. 造型因素.....	(65)
3.1 造型要求的产生.....	(65)
3.2 基本性能的相互关系.....	(66)
3.3 设计因素.....	(67)
设计师.....	(67)

公司	(68)
社会	(68)
3.4 生产因素	(69)
制造工艺	(72)
工艺可能性	(72)
操作者的状态	(74)
详细设计的经济性	(74)
装配	(79)
3.5 销售和分配因素	(81)
3.6 涉及产品用途的有关因素	(82)
工艺评价:投入、产出和管理	(82)
工艺评价:管理过程的实现	(83)
工艺评价:功能的质量	(84)
用户和操作者:因素调研	(85)
用户或操作者:正规的操作	(87)
用户或操作者:临时操作	(92)
用户或操作者:主观因素	(93)
客观环境	(95)
3.7 破坏性因素	(96)
3.8 造型设计方案的评定	(97)
4. 产品的造型	(98)
4.1 造型构思	(98)
美学	(98)
整体性	(99)
条理性	(99)
4.2 造型单元	(99)
心理	(100)
模型	(100)
工艺	(100)
4.3 造型单元的组合	(101)
视觉平衡	(101)
节奏与韵律	(104)
比例与尺寸	(107)
线和面	(108)
零件的联接	(109)
4.4 产品外形表现方法	(110)
轻巧	(110)
重心与稳定	(113)
运动感	(114)
5. 典型实例:染色体仪器	(116)

5.1 课题介绍.....	(116)
5.2 基本结构.....	(118)
5.3 定量优化结构.....	(121)
5.4 整体系统的造型.....	(123)
5.5 各零部件的造型.....	(132)

1. 产品的创造

1.1 形态概念

世界的绝大部分是由许许多多的物体构成的，而这些物体有一基本的特性：形态，即形状，零件的一定的配置和总体结构。形态可能由下列四种方式形成（参见图1）。



图1 以四种方式形成的形态

1. 非控过程。在这个过程中，形态仅仅决定于环境条件，如卵石，山脉等；
2. 受物理规律，化学规律以及环境条件控制的过程。如水晶，云母等；
3. 受基因和环境条件控制的过程。如活的有机体；
4. 受人或动物的愿望和环境条件控制的过程。如制造品，海狸堤，鸟巢等。

现在制造品日益统治我们的日常世界——的确，在这个世界里整个环境都是人造的。因此，我们需要更周密地分析决定形态的一些过程，以便我们可以把我们的环境设计得尽可能适合自己的要求。

在进行这种分析时，首先我们来考察一下图2所示的阀。

这种阀及组成阀的零件设计如下：

两个法兰盘是圆形的，因为人们必须要用活动扳手来装配阀，以连接管道。

手轮下的旋转螺母 (18) 是六边形, 以便能用扳手拧紧。

手轮 (16) 是梅花形, 以便于手在任意位置能紧握住它。

轴 (7) 上有螺纹, 轴的功能是将手轮的旋转运动变为阀座的直线运动。

阀座 (1) 是环形的, 这有利于用车床车削它的表面, 使之与衬垫紧密配合。

阀的内腔形状有助于液体的流动。

阀的外形由两个交叉圆柱形成。

圆柱形状决定于铸造阀壳的模子。

对图 3 所示的杯子和碟子也可作出与上面类似的解说:

杯子和碟子有旋转对称性, 这是因为它们必须在陶轮上甩制而成, 或者简单地认为杯子和碟子传统上就有旋转对称性。

杯子是圆筒形的, 因为人们期望杯子是这样的外观。

杯子底部的直径较小, 部分是因为它能叠起来, 部分是外观的原因。

如果杯子倒放在洗杯机上冲洗, 杯底的水可从槽口排干。

杯把的形状得保证杯子在使用时, 手握的部分不致太热。

碟子的边沿是卷起来的, 因为它必须能够盛住从杯子里溢出的液体。

虽然这两个例子简单了一点, 但它们也还可清楚地表明: 一种产品及其零件的设计决定于许多不同的因素。例如: 制造工艺、功能、使用舒服、外观和经济。不能忘记的另一个很重要的因素就是设计产品的人。设计规范中无论有多少要求, 总会有机会给设计者表达他的概念和个人的判断和意志。

对影响设计的因素的理解必须建立在对产品寿命的各个不同阶段的认识的基础上。因此, 下面我们将考察产品从开始到毁灭的生命的模型, 以及产品形成过程中更详细的模型。

1.2 产品的寿命

所有产品都要经过制造、使用, 最后被丢掉的过程。因此, 我们要更周密地考虑一种产

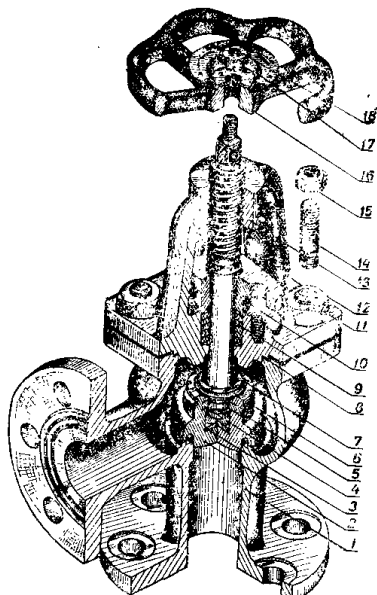


图 2 阀的结构形式取决于多种因素

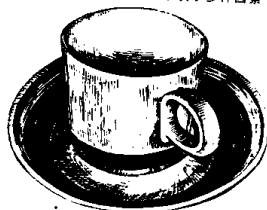


图 3 多种因素决定了杯子结构形式

品在使用前和使用中以及使用后所发生的什么情况。

当一种产品被使用的时候，它就完成了一个过程。这一过程引起外部事物从一种状态到另一种状态的变化，这种变化的需要促使产品被创造出来。例如：

剪刀：一整张纸——使分成两张纸。

锉刀：带毛刺的坯件——使坯件边角倒缘。

电视机：需要娱乐和知识的人——使人得到娱乐和知识。

注塑机：塑料颗粒——得到符合要求的横切面并具有一定尺度的塑料型体。

用户把产品从商贩那里买来，商贩又从制造厂买来。当产品已经解决了用户的问题或旧了，或者被打破的时候，它也就没有用了。

若把这些过程按顺序排起来，我们就可以用如图 4 所示的图解说明产品的寿命。

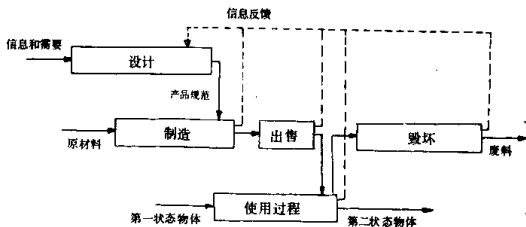


图 4 产品寿命的过程图解

首先是产品所具有的功能。第一阶段是设计过程。在这过程中，要考察满足用户需要的可能性，最后确定所选择的产品。下一步接着就是设计和选择生产方式。为了清楚起见，生产方式在图 4 中省略了。接着是产品的生产过程。然后将生产出来的产品卖给商人，商人再卖给用户。只有这时，产品才能起到它预定的作用。产品的寿命因毁坏而终止，产品毁坏的过程可能是积极的，这时的产品可能由于要熔毁而被压碎或人为地被拆开；产品毁坏过程也可能是消极的，因产品生锈，弄坏或者腐蚀等等。

图 4 在理论上示出了从信息到所有其他与产品有关活动并进入设计过程的全部情况。有效的设计只有在设计者意识到绘图板以外，在其他部门发生的情况时才有可能。因此，产品是在设计过程中确定的，但在思想上还有其它各方面的要求和愿望。

图 4 示出的是工业产品创造的一般过程。认识到这一点是重要的，那些由同一个人设计和制造的产品，头两个过程可能结合起来进行。还需注意，可能有不同的需要与功能及其它信息输入到设计过程。譬如某种产品的设想或新的竞争产品，因而，图 4 中示出的输入看作是一般情况，因为在其它情况下，人们还得返回来从所需要的开始。

1.3 产品的性能

任何物体（产品、机器、或系统）都有独特的性能。有些性能是不需要的。最重要的性能是产品的基本功能，因为正是产品的基本功能满足了用户的需要。其它所希望的性能有：悦目的外观，使用舒适，安全，耐用和可靠。

在产品的设计之前，应由设计者（或者与用户合作）把所要求的性能列成表，在创造产品的设计时期，正是根据这些性能来确定有关决策和选择。

可惜的是，人们不能用这样的方法来设计产品，即一个一个地确定所希望的性能。因为它们不是独立变量。然而，我们发现，五种性能是可以与其它所有性能区别开来的。它们一起完全确定了一种产品，这就是：

对于产品的整体来说是结构（即产品的各个单元及其相互关系）。

对于每一个单元来说是结构形式（单元形态）。

材料

尺寸

表面

这五种性能是基本性能。强调这点是重要的，这是设计者可以处理的可变因素。并且，制造产品就是不断的确定这些性能。因而，所有其它性能，所希望的或非所希望的，都是由这些基本性能派生的。

设计的目的是：完工的产品质量应当与所要求的性能相适应。不过，当这种目的眼看达不到时，我们必须区分所希望的性能和已实现的性能。

这样，我们就可以得到图 5 给示的设计过程模型。它表明了从分析问题到完成产品的一步一步的过程。

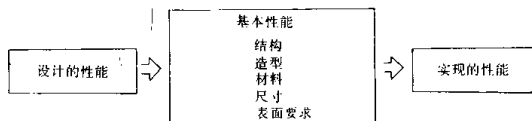


图 5 基本性能是设计者可以处理的可变因素，产品的其他性能依赖于这些基本性能

在开始分析阶段要从各方面考察问题。一方面要明确具体地说明所要求的功能，另一方面要把所希望的性能列一张表，因为这些性能形成了设计方案的基本准则。

接着是综合阶段，即创造产品的阶段。这就是一步一步地粗略地确定结构、造型、材料、尺寸和表面情况等基本性能。

基本性能确定后，产品设计就完成并可以制造了。通过制造，产品出来了，并具有某些“已实现的性能”。这种性能要接近于开始分析时明确说明了的“所希望的性能”。

1.4 产品的更新换代

图 5 所示的设计模型是大大简化了的。它只是给出设计过程的一般规律，不能作为设计产品的秘诀。不过可以反复推敲这个模型，使之努力获得设计产品的途径。如果我们主要关心造型质量，则只要在确定基本性能阶段把这个模型考虑得更详细一些就行了。

我们可以把这种详细的模型叫做产品综合模型。因为它显示出创造产品所经过的各个步骤，如图 6 所示。

产品的综合

黑箭头表示时间顺序。产品综合模型从问题分析开始就分为两路：即一方面是阐明所希望的功能，即主要功能（可能还有几个次要的功能）；另一方面是所希望性能的表，这些性

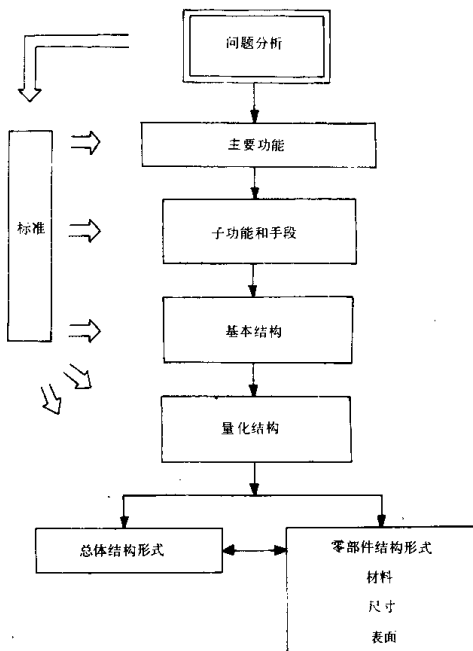


图6 产品综合，显示创造产品各阶段的设计过程模型

能也可以看作是最佳产品的准则。

从图5可以看到，下一步是确定结构。在产品综合模型中，把这个很重要的阶段分成一系列步骤。先把所希望的功能分为子功能，然后接着是考察实现这些子功能的可能的办法，把子功能综合成基本结构，最后设计成定量优化结构。在这里，关键参数尽可被优化并确定零件的相对布置。

结构形式以两个平行的方法来处理，即是同时决定总结结构形式和各组零件的结构形式。零件的详细造型应包括详细的说明材料、尺寸和表面要求。

从图6产品综合模型看到，优化产品的准则贯穿于整个设计过程，并作为每一步决策的指导和控制方针。

以下各节概略叙述产品综合的各个阶段并举出典型例子。

主要功能

产品的主要功能就是由投入决定产出所用的方法。如果我们把产品看做是复合系统，我们就可以讨论多层次的功能，从总系统的功能（主要功能，或可能的几个平行的主要功能）到子系统的功能和零件的功能（子功能）。

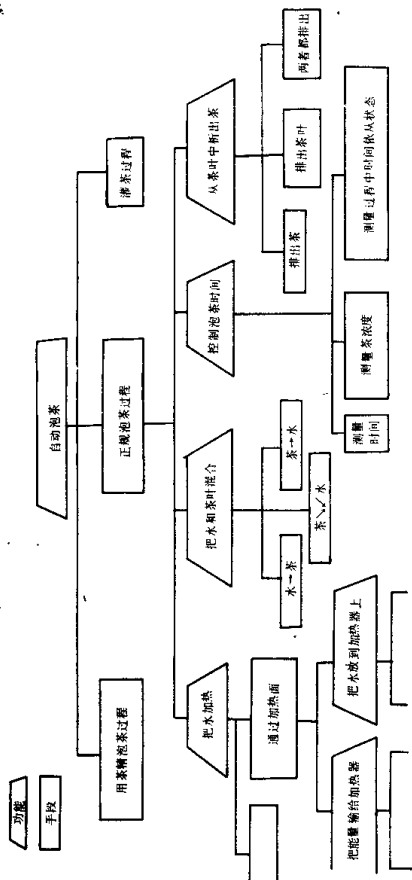


图7 自动泡茶器功能·手段树

为了把一个问题分解为几个清晰明了的部分，表明各部分能够达到的功能，功能的概念是很重要的。

辅助功能及方法

我们是靠手段来了解一种解决问题的方法，即是用以可以实现给定功能的一种方法，即一个子系统，或一种部件。把主功能分为辅助功能，再进一步分为子功能，如此等等不断进行，以寻找实现这些功能的手段。这种可能的程序形成了一种叫做功能/手段树的图形。

图7示出如何观察自动泡茶器的功能/手段树中第一阶段的方法。理论上功能/手段树可以画得更详细，把实现机器部件或部件的零件都画出来。以至我们从最重要的辅助功能中找到实现手段。

基本结构

把每个辅助功能所连结的每一个过程以期得到一种答案，这种解答叫做基本结构。基本结构可用方块图和工作图（机器符号、液压、气动、电气符号等等），或其它简化图来表示。在这阶段，对尺寸和相对布置等“量”不作出决定。图8示出了不同的泡茶器基本结构。

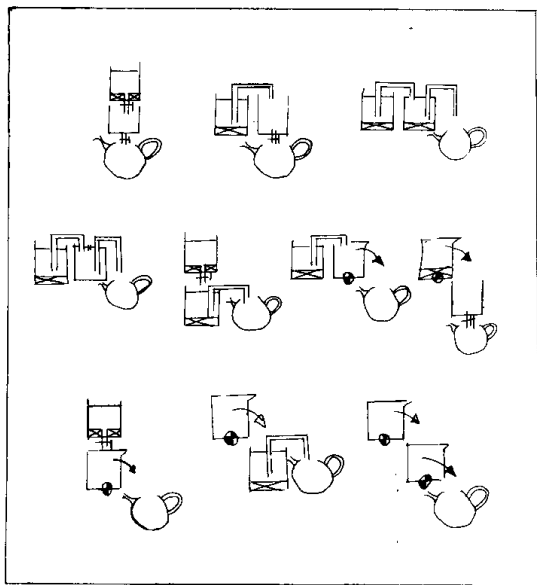


图8 自动泡茶器几种可供选择的基本结构

定量优化结构

定量优化结构是这样的：各个零部件的重要参数都已优化，并与零部件的相对布置一起都已规定。然而，联系到零部件的结构形式设计则完全没有确定。图9示出了一些不同的定量优化结构

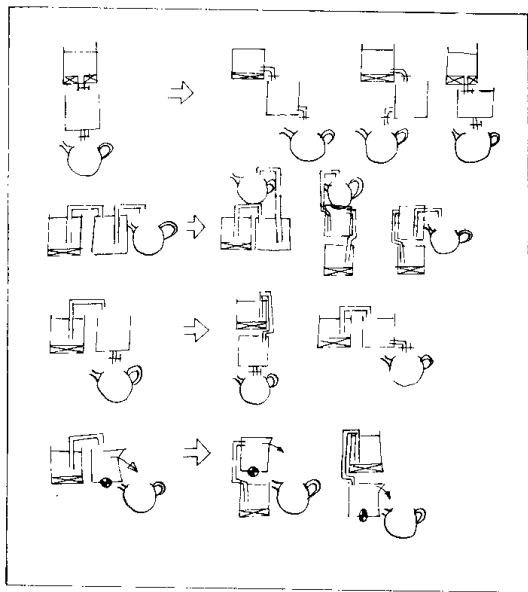


图9 泡茶器主要零部件定量优化结构

总体造型

产品的总体结构形式与零部件的结构形式互相制约。总体设计的要求决定于所要设计的产品。如果美学原则重要（如汽车、轮船、照像机等）则零部件设计必须适应于总体设计。如果技术经济原则最要紧（如化油器、齿轮箱、卫星等）则零部件设计必须优先于总体设计。在产品的设计阶段要进行各零部件结构形式的设计，要想在这一阶段有一个好的起点，就要对功能范围的结构形式作各种各样的考虑。这阶段的重要准则主要决定于功能、强度和制造方法。

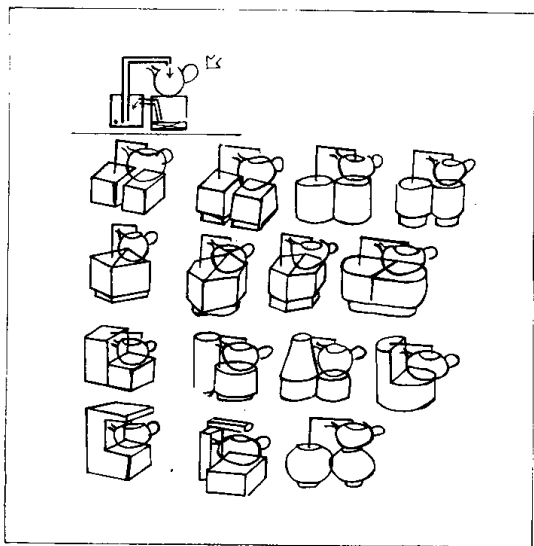


图10 泡茶器总体结构形式的各种建议

这一阶段的主要工作是：计算、画草图、绘正式图。以轻快的手法随意画出草图是极重要的（参见图11）。零部件的结构形式确定了，草图就被用绘图机绘制的布置图和比例图所代替。

每一零部件的最后设计要决定材料、尺寸、表面、公差和生产工艺。

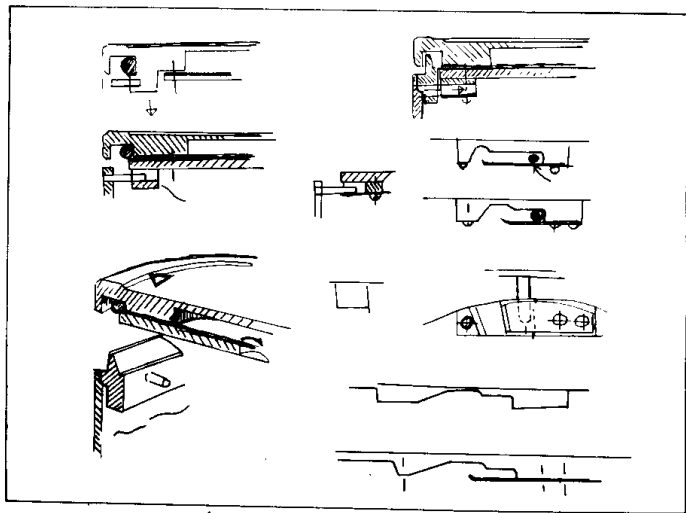


图11 详细设计泡茶器零部件时画的草图