

产品设计的關鍵创造性思维

任工昌

(陕西科技大学机电工程学院,陕西咸阳712081)

摘要:欲设计出创新度高的产品,设计师必须具备创造性的思维能力,而创造性思维能力主要取决于如何克服设计中的思维惯性。提出了有效克服思维惯性的几种方法,并认为设计师需要用这些方法系统地进行训练。设计师在从事产品概念设计时,有效地使用克服思维惯性方法能得出新颖的创新度高的设计方案,并附以实例说明。

关键词:产品创新;概念设计;创造性思维;克服思维惯性

中图分类号:TB472

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2004)11-0115-03

0 前言

产品的现代设计是制造业的“灵魂”,只有设计出高性能的产品在激烈的国际市场竞争中才能立于不败之地。人们认识到好的产品是设计出来的。产品设计的目的是要创新产品,设计的本质是创新。创新度高的产品都是设计师首先在概念设计阶段利用创造性思维提出新颖的方案,然后再进行生产。由此可见,设计师拥有创造思维头脑和方法是至关重要的。要创新首先必须克服思维惯性,而克服思维惯性需要系统地训练。这样,在解决实际问题时,设计师才能避免思维惯性,从而得出高层次的创新解。

1 解决工程问题的普遍方法—试错修正法(trial-and error method)

解决一项工程技术问题所花费的时间反映出待解决问题的复杂性和解决过程的复杂性。对于高难度工程问题,解决者几乎不知道所有可能的试探方法且不能完成所有可能的试探方法。思维惯性在很大程度上影响解决问题所需的时间。在解决常规性问题时,思维惯性是有益的,对此大家熟知。但是,在解决非常规性问题及产品创新时,思维惯性通常都是起负作用,因为这一思维惯

性、先人之见会导致人们远离问题的解,阻碍人们对问题的认知和阐明,在搜索解的过程中制造障碍,使决策复杂化。

研究表明,目前解决问题的绝大部分方法统归为试错修正法,该方法通常是无规律地搜索问题的空间,在检验各种试探方法后才得到解。工程领域中的许多设计方法(过程)属于此范畴。

试错修正法适合于简单常规性的封闭问题。对于试探方法数目少的问题非常有效。如果一个问题太复杂或定义不好,试错修正法是不适合的。该法主要存在以下缺点:①解决参数未知或高难度问题太费时费力;②单位时间内成功试探的数目少,所以在解决问题初期花费时间多,即概念生产率;③惯性思维将人们限制在所知范围内。例如,总是沿着人为假定的搜索方向;④在试错修正法以外的解无法找到。原因是受专业知识和思维惯性的限制,没有覆盖所有解的空间;⑤对各种试探方法的正误判断准则是主观的,故有可能错过一个合适的解。原因是设计师恰好不具备这个解所需要的知识;⑥没有一种使设计师的思维直接指向解的机制。设计师无法找到必要的方向,带有盲目性。这是该方法最大的缺点。

由以上分析可知,解决工程问题时,普

遍采用的试错修正法的主要不足是设计师受思维惯性的限制,很难设计出创新性强的产品。

2 克服思维惯性的方法

阻碍创造性思维的思维惯性,包括心理学学术语上的惯性、想象力的惯性、专门功能倾向性的惯性和分类惯性这4大方面。克服这些思维惯性需要一定的方法并要经过必要的训练。一般克服思维惯性的方法有:①激发创造性方法;②扩展搜索空间法。经研究,克服思维惯性还有以下几种方法:

2.1 设计问题(功能)泛化描述

应该用各个领域的人们都能理解的普通术语替代与设计问题直接相关的工具、产品、原始对象(目标)和环境等等有关的专业术语。目的在于撇开受专业限制的思维惯性。

对于产品的主功能PF和有益功能UF层面上尽可能泛化描述,以减少因专业术语限制设计师的思维定势。同一技术的功能可以用不同程度泛化功能程式化表达。

功能泛化描述的过程就是用泛化术语替代专门术语的过程。用泛化术语替代专门术语的方法步骤如下:

Step1.将具体针对某对象的专门术语替

收稿日期:2004-02-17

基金项目:国家自然科学基金委员会资助项目(50375115)

作者简介:任工昌(1962-),男,陕西户县人,陕西科技大学教授,西安交通大学博士,研究方向为概念设计、产品创新、CAD、机械学。

换为普通的工程术语。

Step2.如果第一步中普通工程术语没有强调出行为,用功能性的面向行为的术语代替普通工程术语。

Step3.如果功能的简单术语可继续集中在某预定的方面,可以为每一个术语制作一个同义词表格或直接从专门术语跳到简单普通的术语。

泛化术语必须遵守一个原则:术语泛化后,当设计问题获得解后必须要能够回到设计问题的最初专业术语上。

以下两点对于许多问题的泛化是非常有用的:①用尽可能反映理想解的短语来程式化表达解的操作模型;②在定义功能时,要尽量采用符号化语言并反映对象间的连接形式。

对设计问题用泛化的术语常常可以给问题的解带来宽广的联想类比以及对特性的目的给以深刻的推测。

2.2 系统化思维方法 (多屏图方法 Multi-Screen Approach)

系统化思维方法是用关于技术系统/技术过程功能的概念、技术从过去到现在和将来进化的概念以及从要素、子系统、系统到超系统层次结构的组合来探索问题的解。

设计师通常思考问题具体但不系统。在描述一个问题之后,设计师通常将注意力全部集中在需要改进的那部分上。

当人们试图解决一个问题时,通常在人们脑海中闪现的是要改进的技术子系统,或者仅仅是当前子系统的状况。然而,在多数情况下,脑海中闪现的是子系统许多有用的表达。为了处理这些瞬间闪现的有用的动态图像,需要一种方法记录下将技术随意分解成各个子系统的片断,进而将这些片断有机地联系起来并且能够实现不同的子系统和系统状态间有规律的转换。TRIZ理论的创立者 Altshuller 发明的多屏图方法能够实现这一要求,操作模板如图 1 所示。像钻石样表达系统化思维的结构,允许构造与图中屏幕一样多的概念,当然,也可对其进行扩展。

基于系统化思维的观点,一项技术是由许多子系统及其本身构成,且该项技术又是超系统中的一个系统。另一方面,任何一项技术都有其独立的进化历史,应该从历史观出发描述技术的过去和现在,预测未来,这

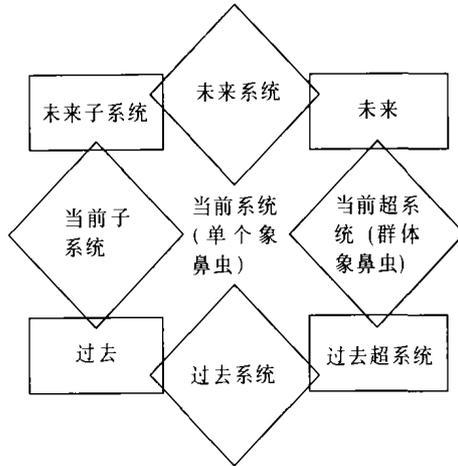


图 1 多屏图法操作模板

样可清楚表明,做出的设计是不与任何过去和现有技术重复的,是真正的创造性设计。因此,在系统化思维的模板中,处于水平中轴线上反映的是当前子系统、系统和超系统的状况;在水平中轴线以上反映的是未来子系统、系统和超系统的状况;在水平中轴线以下反映的是过去子系统、系统和超系统的状况。

有时,系统化思维还应该具有以下几种概念:

反(对立)系统:与技术系统主功能或主特性相反的一个系统。

无系统:能完成某技术系统的主功能或特性,但与该技术系统作用不同的一个系统。它的功能完全由另一个系统完成,它的存在已经没有价值,故称为无系统。这一概念对功能裁剪是非常有用的。

多屏图方法为创新问题提供了可视化可理解的方式,并且以完整的、组合不同的但又相互补充的方式表达了复杂的技术系统或技术过程。包含技术组成的结构方式有主功能、益功能、二级功能、子功能、超功能和各功能间的关系。总之,多屏图方法是以多层次时序的结构使技术系统可视化,并且使用整个系统家族的概念,既能看到个体,又能看到全局。

由于多屏图方法具有以上特点,问题的解决者不但能看到技术本身,而且也能设法理解技术从过去到未来是怎样成长和变化的。可以消除创新的盲目性,不会出现自己搞了半天认为是创新,而实际上该产品早已存在的现象

应用实例:测量象鼻虫的温度。

为了歼灭象鼻虫(一种危害农作物的害

虫),必须要测量它的体温。由于象鼻虫的体积非常小,仅有短短的几个毫米,普通温度计是无法测量的。为了测量这么小象鼻虫的温度,得设计出复杂的电子设备(思维仅局限于测量单一象鼻虫的温度)。有没有其它更好的办法呢?从系统的观点出发,用多屏图方法考虑这一问题,如图 1 所示。认为一个象鼻虫是需要测量温度的一个物理系统(当前系统),常规温度计不能用于这个系统(害虫个体)。可是,如果有许多这样的系统,即许多害虫组成一个当前超系统,问题就可解。于是,建议将许多害虫放入装有常规温度计的容器内,实现了温度的测量,如图 2 所示。站在超系统的观点解决了该问题,不用花费昂贵的代价,研制专用设备。该例说明:要摆脱仅仅在系统内考虑问题的思维惯性。

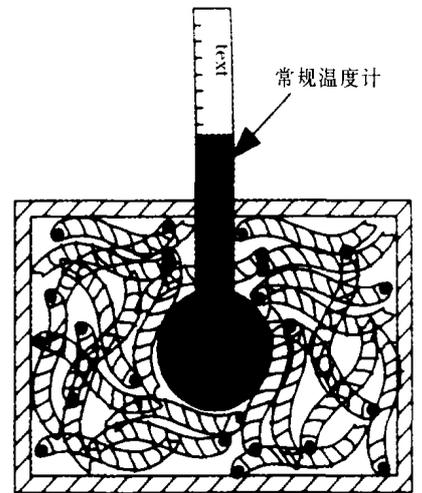


图 2 测量象鼻虫温度方案

2.3 科学幻想训练法

科学幻想是有希望技术新概念的源泉,科学幻想能迸发出人的创造性和减少思维惯性。Altshuller 积极鼓励问题解决者阅读和评价科幻故事,但是为了收到一定的成效,必须从技术实现的角度来分析科幻文献(不仅仅欣赏科幻的内容)。科学幻想本身就在一定程度上摆脱传统的思维惯性,但是要通过一定的方法训练才能强化科幻的点子。

(1)好坏游戏法(good-bad game):按照这个游戏,设法让训练者找到一事情好的一面和坏的一面。这个游戏训练问题解决者具有强烈的对立分类能力和强化任一分类间关系的能力。

(2)滚雪球方法:该法的目的在于开发奇妙的概念。奇妙的概念总是与一个变化着的系统(人工的或自然的对象)有关,而变化

的系统又与其它系统相联。这样那些相互联系的系统也在变化着等等。这个雪球将以幂级数迅速增加。

以系统的观点来观察世界,能表现出辩证的系统性思维的主要优势:对“每件事物内在的联系”作简单清晰的描述具有深远的意义,并且能够使得人们从多方面观察每一事物和认识事物的过去和未来。另一方面,思维惯性将我们向回拉,潜意识刺激我们仅按照简单熟悉明白的事物特性考虑问题。

(3)价值变换(突增突减)法:该方法主要用于生成新颖奇妙的概念。为了做到这一点,我们假设正常情况下具有高价值的某件事物(如金子)突然变得无价值;相反正常情况下没有价值的事物(如沙子)突然让其变得具有很高的价值。新的概念生成后,然后再借助于滚雪球方法进一步开发这一概念。

滚雪球方法和价值变换法有助于我们理解世界上各种各样资源及其相互关系。

(4)趋势外推法:该方法主要有4个步骤:①选择某对象(事物)真实明显无关联的两个进化趋势;②分别外推每一个趋势直到它取得主导地位为止;③展现两个外推趋势之间的矛盾;④使用已知的方法消减这个矛盾,从而产生一个新概念。

按照这一方法,我们外推(或增加)一个或更多的趋势,直到我们生活的其它方面矛盾为止。我们可以获得一个新颖奇妙的概念或多个概念来解决这一矛盾,然后借助滚雪球方法开发这些概念。

(5)幻想-现实转换法:创造性思维的主要特点之一是具有在普通事物中发现不寻常一面的能力或者在非普通事物中发现普通一面的能力。每一创造性概念的状态由两部分组成:真实部分和幻想部分。幻想现实转换法目的是提取幻想的这一部分并设法从技术上实现。为了提取幻想这一部分,要一步步将幻想文献分解为两部分(真实和幻

想),直到不能再分解为止。这些被分解出来的部分被称为“奇妙概念的种子”。Altshuller给出了解决幻想事物的重复性公式:

$$F_0=R_1+F_1$$

$$F_1=R_2+F_2 \quad (F_2 < F_1 < F_0)$$

$$F_2=R_3+F_3 \quad (F_3 < F_2 < F_1)$$

式中:R表示真实部分,F表示幻想部分。按此规律该公式可一直写下去直到 F_1 如此的小,以致于我们不再相信这个虚幻部分为止。

(6)现实-理想转换法:我们知道任何真实的事物是一个系统,即由要素和连接组成,并在同一时间也是超系统中的一个子系统。每一人工系统有它主要的有益功能,系统为此目的而存在。每一人工系统要消耗物质、能量和信息,占据空间并产生有害的副作用。重量轻、体积小、耗能低是技术系统一贯追求的目标。绝对理想化的技术系统是在重量-体积-能量为零值下完成预期的功能。

现实-理想转换法操作主要有以下4个步骤:①选择一个可变的对象;②分析出它的主要有益功能;③增加对象的理想化程度,通过将其功能转换到其它对象上(重量-体积-能量值为零);通过将其其它对象的一个、几个或许多功能转换到所选对象上(其它对象就消失了);④在真实情况和环境下描述这一变化。在人、自然和社会的生命周期中探索有什么样的变化。

现实-理想转换法可以很好诱导产生TRIZ最重要的概念之一理想状况问题的解:

另外,还有Yes-No试验法和参数操作法。

3 结论

在一个人脑海中的思维惯性是以把具体对象和想象顽强联系在一起为基础的。以上方法就是打破这种有害的联系。总之,对

象和问题解决者聚集于以下方式打破思维惯性:①通过改变对象和/或它的功能;②在问题解决过程中通过修改人的行为。以上克服思维惯性的方法,能提高阐明-对矛盾的能力以及提高从直觉上实现理想解的能力。这些方法使我们在一定程度上丢掉了对尖锐矛盾问题不能实现的恐惧以及能够提高设计人员不用折衷法解决尖锐问题的能力,这两点对于解决工程实际中的创新问题是非常重要的。在解决实际工程技术中,设计师利用这些克服思维惯性的工具、方法和游戏并加以系统训练,能提高创造性思维能力,并可设计出新颖方案,产品创新性强。

参考文献:

[1]谢友柏.制造业产品的“创新”与我国现代设计网络[J].中国机械工程,1998,(11):51-55.
 [2]张根宝.现代质量工程[M].北京:机械工业出版社,2000.
 [3]魏铁华.创造性思维的7要素[J].发明与革新,2001,(6):11-12.
 [4]俞杰,田为等.创造性思维模拟方法综述[J].计算机应用研究,1999,(1):15-18.
 [5]许成青.创造思维与新产品开发[J].科技与管理,2001,(2):29-31.
 [6]吴琦,崔斌洲等.机构综合中的创造性思维方法[J].机械科学与技术,2000,(5).
 [7]罗家莉,王文博.机构创新设计法[J].北京服装学院学报,2001,(4):45-51.
 [8]李瑞琴,邹慧君.现代机构的创新设计理论与方法研究[J].机械科学与技术,2003,(22):83-85.
 [9]VanGundy.A.B.Techniques of structured Problem Solving[M].New York, Van Nostardam Reinhold Copnany,1992.
 [10]de Bono,E. Serious Creativity.Using the Power of Lateral Thinking to Create New Ideas[M].New York,Harper Business,1993.
 [11]任工昌,刘永红,张优云.机械产品概念设计及功能的描述与表达[J].机械,2002,(4):1-4.

(责任编辑:焱 焱)

The Key of Product Innovation is Creative Thinking

Abstract: Design personnel must have the ability of creative thinking for designing high innovation degree products. However the ability of creative thinking mainly rests with how overcoming psychological inertia among design. In this paper, a few methods of overcoming psychological inertia are put forward, and design personnel are systematically trained by the methods. Among conceptual design phase, design personnel can make the novel and high innovation degree's design schemes by effectually using the methods of overcoming psychological inertia, with design example.

Key words: product innovation; conceptual design; creative thinking overcoming psychological inertia