

目 录

前 言	1
1 工业设计的目标与技术	1
1.1 工业设计的目标	1
1.2 工业设计的基本原则	3
1.3 工业设计的技术与艺术	4
2 形态设计	8
2.1 工业设计中的形态概念	8
2.2 形态的产生	10
2.3 产品形态的三要素及其在商业上的活力	11
2.4 形态设计的美学手段	20
2.5 形态与视觉环境	46
2.6 形态与安全	47
2.7 形态的细节设计	49
2.8 形态设计的综合考虑因素	52
3 色彩设计	55
3.1 色彩概念与色彩体系	55
3.2 色彩的工程特性	60

3.3	色彩的设计策略	68
3.4	形态及环境对色彩的影响	78
3.5	色彩设计的准则和操作过程	80
4	人机工程学与宜人性设计	83
4.1	人机工程学的概念与发展	83
4.2	人体测量尺寸与体力	87
4.3	人/机系统	99
5	人机工程学与信息的显示和控制	109
5.1	人/机相互作用的信息分析	109
5.2	信息显示设计	111
5.3	信息控制设计	122
6	人机工程学的环境因素	131
6.1	气候环境	132
6.2	视觉环境	136
6.3	听觉环境	138
6.4	人机工程学的综合考虑	141
7	产品设计中的心理因素	146
7.1	心理因素	146
7.2	克服各种心理因素的方法	156
7.3	设计指导——分析与判断	161
8	工程机械上的图形标志	166
8.1	人/机交互面的功能与图形标志	167
8.2	符号、字母格式的设计原则	169
8.3	用于标明机器功能的符号标志	171
8.4	标志符号的色彩代码	188

8.5	表格式的显示	191
9	控制元件的设计	194
9.1	触觉/重型	196
9.2	触觉/轻型	202
9.3	视觉/显示	207
9.4	视觉/图像	209
10	材料选择及其表面处理	212
10.1	人与环境对材料选择的影响	212
10.2	材料的表面处理	218
11	工业设计中的质量与标准化	243
11.1	工业设计中产品质量的新涵义	243
11.2	标准化技术与工业设计	252
12	设计与制造工艺	262
12.1	概述	262
12.2	成型工艺对造型设计的要求	263
12.3	电镀塑料件的工艺性要求	270
13	工业设计的辅助手段	278
13.1	模型制作	278
13.2	计算机辅助工业设计	282
	主要参考书目	291

1

工业设计的目标与技术

1.1 工业设计的目标

工业设计是一门最终形成于现代机器工业时代,涉及美学艺术和工程技术的新兴学科。

产品设计师总希望自己所设计的产品能以最佳的成本效益,尽可能完善地适合于应用,满足市场需求并符合质量标准。工业设计就能提供这样的技术。

早在 1942 年,世界著名工业设计师冯·多伦(Harold Van Doron)在他的著作《Industrial Design》中就明确阐明了工业设计的目标是“通过增加产品的宜人性和更好的形式对功能的适应,通过对消费者心理研究的敏锐知识,通过产品外形、色彩和结构上的美学感染力来加强产品对买主的吸引力,使产品成为买主竭力向往得到的东西”。

工业设计提供了有助于明确市场需求的内容和有助于人/机交互面的设计技术。这些技术由设计者用以分析人/机交互面,通过人/机交互面实现控制命令、人工操作、环境影响的双向信息交流,以及机器与使用者影响的相互传递,以此改善人机关系、增加

产品的宜人性和美学感染力。这些看似非工程性质的技术,在今天已成为专供工程师利用的多种技术中的一个密不可分的基本部分,因而应该被应用于按工程师的判断角度考虑的产品性能、质量和成本效益的问题之中。

任何一件产品,从细小的缝衣针到庞大的宇宙飞船,都是人们为了维持自身的生存与生活,为了实现一定的目标和要求而设计、制造的。每件产品都有其确定的、各别的使用功能。一件不具备任何使用功能的艺术摆设,尽管终日不动地摆在那儿,仍然可以保持其一定的艺术价值。而一辆无法开动的汽车,造型再美也毫无用处。因此,功能要求应是设计的决定性因素,也是设计的主要出发点。这跟我们的传统认识是一致的。但是,作为一件现代意义上的完美产品,它不能也不应仅仅是一系列功能执行件的简单堆砌。它除了必须满足一定的功能要求外,还必须为用户提供舒适、方便和安全的操作条件。作为一件立体的造型物还应考虑本身的造型、色彩,以满足人们日益增长的追求美、欣赏美的需要。

随着现代工业的发展,我们周围的环境正在日益变成一个人造的环境,尤其在城镇,保持着自然界本来面目的东西反而变得罕见了。无论在生活住处还是在工作场所,人们所看到的、使用的东西多为工业生产的产品。工业产品与人类的关系日渐密切,产品对人类产生的精神影响越来越不容忽视,因此,产品艺术设计的作用也就日益显得重要,在某些情况下,甚至起了决定性的作用。

人类制造的第一辆汽车仅仅是动力装置——蒸汽机——与卸了马的马车车厢的简单叠合。尽管它具有与现代汽车本质上相同的功能,但在今天如果仍作为大批量生产的产品继续大量生产的话,是肯定不会被人们所接受的。如果作为单件产品,由于数量小,其丑陋的造型尚可为人们勉强容忍的话,那么在批量生产的条件下,成百成千地生产出造型丑陋的同一产品必然会引起人们的反感。可以说,这是促使人们重视产品美学品质的又一原因。

促使人们重视产品美学品质的第三个原因就是竞争。当制造商完全拥有整个市场时,他可以不顾及产品的外观与造型,因为这毕竟是花钱费力的。但当竞争者出现之后,当随着科学技术的进步、相互竞争的产品内部构造与质量上的差异日益难于察觉时,美观的外型与色彩就成为吸引买主、争夺市场必不可少的因素了。这时艺术设计的作用就成了决定性的因素。手表就是一个明显的例子。在手表相当普及的今天,各种牌号的手表的计时功能的差异日趋接近。这样,造型新颖、时髦、别致的表壳就成为争取买主的主要竞争手段。

美国福特汽车公司自1908年起设计并生产了一种坚实的黑色T型车。当年曾独霸整个美国市场,行销全世界。销售额高达1500万辆。“福特”几乎成了汽车的代名词。但在其竞争者通用汽车公司出现后,就改变了这一局面。通用汽车公司设计并生产了多种造型、不同色彩的“雪佛兰”牌汽车。与色彩单一、造型多年不变的“福特”汽车相比,“雪佛兰”汽车更迎合消费者追求时新的口味,从而吸引了大批买主,在竞争中取得了胜利。显然,通用汽车公司所以能打破福特汽车公司的独霸局面,是因为它重视了工业设计的缘故。由此可见,工业设计已成为现代工业生产中不可缺少的重要环节,成为企业界进行生存竞争的主要手段。

1.2 工业设计的基本原则

首先,工业设计的对象是具有一定功能的工业产品而不是艺术品。一位艺术雕塑家可以毫无顾忌地塑造出表达他艺术思想的任何造型,而一位工业产品的设计师则必须受产品功能和批量生产的物质条件的制约,不能随心所欲地任意设计和造型。

任何产品因功能的需要必须具备某些特定的结构形式。工业设计应在这样的前提下运用美学原则,以塑造出与功能一致的造

型。这一原则可以说从人类文明一开始就影响了器具的制作。今天,当我们漫步在博物馆时,展现在我们眼前的那些早期人类制作的工具、容器仍以其精美的设计和形式对功能的完美适应而使我们惊叹不已。它们的造型美与功能性表现得如此协调一致,以致在数十万年后的今天,人们仍能准确区分每件石器、陶器的不同功能属性,并能指出它们所属种类的名称。

其次,工业设计必须适应一定的物质技术条件,即必须与实际的工艺生产能力相适应,必须与因功能需要而满足一定功能要求的材料等条件相适应。比如,在不具备大型压力机的时代,去设计一个整体成型的流线型轿车外壳显然是脱离实际的。至于为了单纯追求造型美观,而擅自改用不能满足功能要求的材料就更不能允许了。

在同样的功能要求下,工业设计可以运用不同型式塑造出千姿百态的不同造型。只要符合上述原则都可获得成功。当然,不论其造型如何变化,与功能相联系的主要特征形式不容改变。

最后,工业设计必须贯穿于整个设计过程中。美学无论如何是不能夹进已设计好的结构中去的。从产品的总体设计、结构设计、外观造型直到零部件的设计制造,美学设计与产品的功能结构设计必须始终紧密结合、相辅相成,才能设计出完美的产品。

1.3 工业设计的技术与艺术

应用于工程中的工业设计技术包括艺术设计、人机工程学和图形技术(或艺术)。

与人机工程学和制图技术短暂的历史相比较,人们对艺术设计的关注则要长久得多。在一定意义上可以说艺术设计是最早的工业设计技术。这或许就是为什么工业设计常被人看作只关注外形,甚至看作只局限于一般的所谓风格样式范围内的原因。实际

上,对于不同类型的产品和不同性质的人/机交互面问题,艺术设计、人机工程学和图形技术都同时在不同程度上发挥着作用。

艺术设计涉及了形态、色彩、风格样式和产品与其视觉环境的一致性。形态包括形状、比例、平衡、肌理与表面修饰。从形态的角度看,好的设计是训练有素的分析、欣赏的结果。这些因素结合在一起成为工程上的基本指导原则。

肌理、表面修饰的形式与人机工程学、其他工程方面的要求是否一致,这将影响到人工控制功能、磨损与锈蚀的状况。

色彩是更具感情的因素。色彩的选择在很大程度上取决于直觉的考虑,同时取决于形态、操作有效性和安全方面的人机工程学对色彩的要求。对色彩,人们往往难以给出设计上的指导,但其应用必须适合其用途,并与环境相一致。

风格样式也是一个在工程设计中发挥重要作用的部分。当然,它主要还需依赖于产品的性质。运用恰当的风格样式有助于强化产品的用途与特点。例如,使外观柔和或刚毅,或隐去某些不相干的细节等。

人机工程学则涉及如何尽可能地完善控制器在整体与细节上的设计,涉及机器与人之间的维修交互面。在考虑成本效益的基础上,从效率、可靠性和安全的角度考虑正常与紧急情况下的操作、机器与环境间双向作用时光线等问题。这涉及了有关人类特性的知识。诸如人体尺寸、活动区域、视觉范围、反应速度、所能施加的力以及有助于保持效率和舒适并避免疲劳的条件。它还出于生理学和心理学种种考虑,涉及如知觉、听觉、在接受信息和作出决定时的思维过程以及姿势不正确可能引起的伤害和忧郁、滥用等问题。人机工程学的目标就是提供一种解决这些问题的理论根据。在这方面,工程与工业设计技术间的互相补充是十分必要的。

有了这样的基础,工业设计就能在以下几个方面帮助工程师

实现他们的目标。

(1) 性能 产品性能可以直接测定,也可用较抽象的准则给予评价。如发电站的性能可用热效率测定。但在实际运行中还受机器管理的影响,并依赖于操作者的熟练程度和控制系统在提供信息及控制决定的双向传递上的 人机工程学方面的有效性。手工操作的工具也受其在控制和操作功能方面的人机工程学有效性的影响。如家用电熨斗的性能除取决于它的输出功率、熨烫质量外,还依赖于它在控制和显示方面的人机工程学的有效程度及其操作维修性方面的内容。因此,工业设计可大大改善机器的实际运行性能。

(2) 可靠性 可按其失效速率、与修理或保护性维修等有关作用的丧失和估计寿命来加以评价。因此,可靠性能通过降低可能导致机件损害或过分磨损的不正确操作的冒险性,通过对控制交互面和操作指示的关注来加以改进,也可通过易于维修的设计来加以提高。这些都涉及了影响可接近性的人机工程学的内容。它包括人机关系,调整特性,用以替换、测量、检验的设备工具,合乎逻辑、无可挑剔的操作措施等。

(3) 安全性 安全性可以因信息表达的不充分,控制装置、联锁装置、防护装置、操作按钮的不完善以及对不正确操作或误用的容错性和保护的 程度而改变。通过完善的人机工程学和图形设计,能再一次降低系统的危险性。

(4) 整体外观 产品的整体外观在形成质量和功能效益的形象方面是十分重要的。因为只有那些给人以可靠、美观、悦目的外观形象的产品才会赢得人们的信任和尊重,才能期望用户给予认真、仔细的对待。

产品的整体外观与其未来的使用环境也有密切的关系。具体表现在环境的可接受性方面。这包括机器可能对环境产生的影响:一是其外观与环境在舒适宜人方面的一致性或冲突;二是从工

作条件的角度出发,环境也能对机器及其操作者产生影响。在实际服务条件下,环境与机器两者均影响机器使用的合理性。例如,电梯和飞机。

(5) 成本效益 成本效益是开发一切产品的基本要求,因为没有成本效益便没有产品在商业上的成功。通过对提高产品性能与质量贡献的工业设计可以大大提高效益。同时,由于工业设计简洁化的设计原则及其在人-机交互区域内所提供的特殊技术;通过删除非基本部件形态结构上的复杂部分以及对零件的材料、表面修饰与处理成本效益的选择;通过交互面细节设计的标准化,与价值分析相结合的工业设计。所有这一切将有助于工程师降低实际成本。尤其通过改善维修的便利性,工业设计更能大大有利于产品的寿命成本。

随着时代的发展,社会环境的变化,希望机器更易为人接受且不受其周围环境支配、影响的要求日渐强烈。由于这些影响很大程度上是作为人/机交互面的问题被考虑的,因而也就自然而然地归属于工业设计的范围。

为了更好地阐述工业设计的各个方面,我们将分别以各个独立章节来讨论。但在实际中,不仅工业设计的各种技术相互交叠,而且与工程本身也交叠在一起。工程产品的设计涉及了许多不同的技术,这些技术必须与最优化过程结合在一起。这就要求设计者能够在这些技术常能提供的不同解决方案间作出选择。通常这种重要决定还不得不在信息不完整的基础上作出。因此,其结果的成功,即使在高技术的领域内也还是要依赖于工程师在“设计艺术”上的努力程度。与工程师在传统设计中所碰到的问题相比,工业设计技术往往并不那么严谨,而且也必然不易于以定量的形式来表现。这就决定了它们往往特别依赖于工程师的“艺术”能力。因此,要获得现代意义上的成功产品,必须在整个工程设计过程中对这些工业设计技术给予同等的重视。

2

形态设计

形态可以说是设计诸要素中最能让人迅速、直接观察到的一种要素了。然而对今天的设计者来说,恰恰在这一方面存在着较大的困难。如果说在过去对形态、形状的发展主要取决于明确的功能性考虑的话,那么在今天就不再是这样了。

在工程领域内,技术与工艺的进步使设计者的工作变得更为艰难,其原因在于现代的许多机器已变得十分复杂,以至单一的功能因素不再成为设计者设计时所遵循的唯一依据。今天,设计者在获得产品最终造型之前必须考虑更多的因素。

因此,本章不仅打算提供什么是形态的基础知识,还要在如何建立设计要素间的相互联系上给予某些实践性的指导,以便为设计打下一个扎实的基础。

2.1 工业设计中的形态概念

什么是形态?简单地讲,形态就是物体的外表面或结构所表现出的形象,也是物体得以被察觉的一种方式。由于在人与机械产品间存在着一种重要的协调关系,因此,不能把形态单纯地作为

数学或功能性的问题来对待。必须让其站在潜在的使用者的角度,以透视的眼光来审视,并与其周围的环境相联系。与传统的雕塑不同,产品不能被孤立地看作一件艺术品,而应把它看作是有一定上下发展关系的结果。

然而,与雕塑一致的是形态与使用者或观察者间确立的某种关系或信息交流。这种关系或信息交流扎根于某些因素的基础上,诸如对人们喜欢或不喜欢什么的了解,人们担心或发现了什么威胁,人们渴求的是什么,以及他们在面临复杂的或简单的情况时会如何作出反应等。

形态还能传递某些理性的信息,例如可靠、复杂、危险、松弛、时髦或高效率等。这些信息中的一部分是以风格或样式的方式传递的,而大部分则有赖于其真实的形状。

物体被人感知的程度是因人而异的,但能首先引人注意的总是它的形态,然后才是它的色彩和风格。同样一辆赛车(见图2-

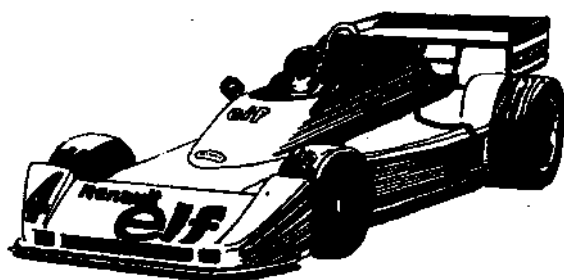


图 2-1 一级方程式赛车

1),对于一位门外汉来说,引起注意的只是其引人注目的外形,但对于一位有经验的赛车手来说,它就包含着更多的内容,并能从赛车所选择的特定形态中细察出各要素间的相互关系。

在工程上,一座公路桥的设计也同样传递着双重信息:对于外

行,它可被看作是一件“艺术品”,一个匀称、优美的范例;而对于一名建筑师来说,这是一个涉及平衡、强度、拉力的问题和实现一定功能作用的材料设计。如果这项设计能够同时做到优美和有吸引力,就能在外观和功能上引起人们最适宜的反应。因此,一定存在着一种适用于造型过程的心理学基本原理,工程师一开始考虑产品形态时就应该以这一原理为基本出发点并加以有效运用。

在人类进化过程中,形态已发展成为起着种种功能作用的一个确定部分。例如:富于进取、咄咄逼人的感觉常常与明亮的色彩和大尺寸相联系;亲切、温柔的感觉则与曲线、曲面和调和的色彩相关联;而警惕、戒备则可通过与背景浑然一体的形与色得到表现。而且很可能有史以来某种形态总能引起某种相应的反应,并一直延续到今天。

这样,当工程师希望通过产品来取得与使用者和环境相关联的作用时,就可以从中获得确定其产品形态的线索了。

除这些基本概念外,还要注意其他一些细节。如材料的选用、功能、市场竞争和风格的变化等。这些就形成了本章的主题。

2.2 形态的产生

与其他文化、技术领域一样,最初,产品的形态也是模仿自然形态或以自然形态为模式进行创造并提炼而成的。自然界经过长期演变,逐渐形成了它自己的形态。即使最符合美学原则的极妙造型也基本上符合了它的功能性:植物纤细、柔韧的茎枝、随风摇摆而仍能免于折断;钟形或杯形的花朵可以防止积水或阻挡阳光;宽阔的叶子为光合作用和遮蔽保护提供了极大的表面。不仅如此,叶子的形状具有伪装和诱惑作用也是相当明显的。

人类复制了自然界,而且当人类一旦掌握了新材料的应用方法后,甚至不必采用与自然界完全相同的成型技术。然而即使在

今天,仍然存在着某些自然形态和构造是人们刚开始竭力仿效的。例如对麦秆和蜘蛛网的研究。麦秆和蜘蛛网证明了自然界是多么完美地解决了重力、强度和材料选择方面的问题。

人类最初使用各种材料是为了防护——泥土、稻草和叶子、树枝被用来构筑房屋;纤维被用来制作衣服和毯子。人类还利用木头并在后来用石块制作武器和工具。不久又进一步设计了更好的居住方式,用绘画和染料装饰其住宅和衣服,构造更好的建筑物,并更有效地使用火与工具。

伟大的中国、希腊和罗马文明都为材料增添了新的用途、并使雕塑、建筑与智力、哲学同时得到了发展。无数先辈的努力把社会引导到现代并导致了工业革命。随之而来的、技术上更现代化的革命更带来了自动控制和元件的微型化。这就使工业进一步实现了自动化,减少了对必须由人操作的机器的需要。

在这一时期,工程师们继续研究自然,不断探索新材料和新的加工工艺。

旋转成形、陶瓷、玻璃、金属的可控晶化和许多其他领域的发展都产生了形成新形态的可能性。这就使得现代的工程师在确定形态上有更多的选择余地。

2.3 产品形态的三要素及其在商业上的活力

产品形态中存在着3种不同性质的要素,即功能、风格(样式)和尺度。这些要素对设计者起着准则的作用,值得进行深入的探索。

2.3.1 形态与功能

在工程设计中对产品功能方面的关注是十分自然的。许多零部件如曲轴均具备着由它们特定的用途及种种其他方面的考虑

(如应力、加工工艺等)所确定的形态。然而,在本书中,我们所关注的主要是产品外露部分的零部件以及由产品作为一个整体所传递的功能信息的视觉表达。

(1) 形态是功能的表达 如图 2-2(a)所示的金属托架虽说它也许在结构强度上完全可靠,但由于其形态会令人联想起易于轻易弯折的柔嫩的植物枝叶而令人对其强度产生疑虑。这时形态实际上传递了背离其功能的视觉信息。如图 2-2(b)所示的金属

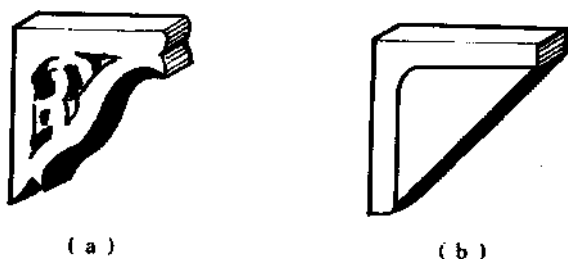


图 2-2 形态与功能的统一

托架则采用了直线型造型,其简洁、坚挺的风格充分显示了托架有足够的强度支撑相当的重量。这时形态所传递的信息与其功能是一致的。所以,只有当产品外观与它的使用目的、功能以及材料质地也取得一致时,才能获得理想的效果。

产品形态的这种功能性表达也可视为产品的某种风格。这种功能性表达的风格可以很好地与工程师纯功能性的考虑相结合。有的形态甚至必须整个由功能性的考虑来确定。例如在设计诸如飞机、动力装置、农业机械时,试图以形式来取代其功能作用则是愚蠢的。这时,正是功能本身的性质要求阻止这样的行为。

当所有可见单元支撑一个整齐、划一的功能印象时,功能性设计就可以以其最单纯的形态获得,而毋须任何硬凑的风格样式。设计是自然的,没有任何虚假的装饰或仅仅用以掩饰设计上粗陋

细节的不必要的外壳。如图 2-3 的液晶数字表是一个以其功能性支配了形态设计的例子。

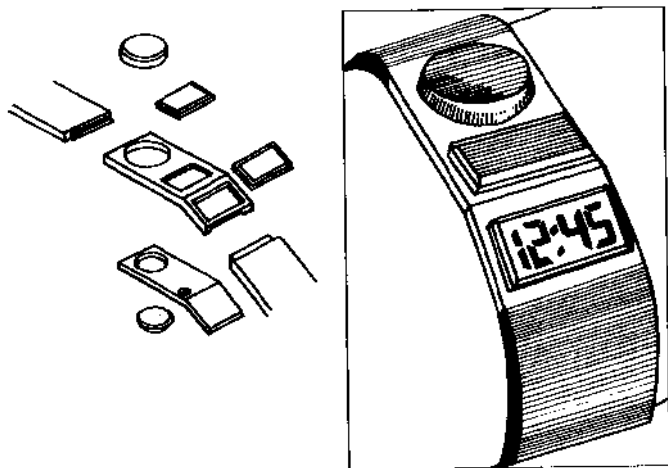


图 2-3 液晶手表的功能组件

在外观上,该表具有 4 个基本部分:电池、时间集成电路块、显示器以及联结这些元件的壳体。这里,壳体的设计完全是整个系统合乎逻辑的反映。壳体由不锈钢制成,履带式的框架将 3 个主要元件紧密地结合在一起,并呈弯曲状,以改进显示的可见性。按动电池的突出结构就可控制一个安装在电池下的压力开关。

然而在形态设计中,纯功能性的考虑并不总是正确的,有时如能引入一些更讨人喜欢的形态,也许会更有效。这样的形态本身并不具备任何功能的价值,但却有助于整个设计及其外观,因而体现出一种形态的风格样式。这样的形态成分往往会更有助于而不是妨碍机器功能性的完美的视觉表达。

(2) 功能不是确定形态的唯一因素 功能不再成为确定形状或形态设计的唯一准则,甚至在有些情况下未必成为考虑问题的

主要方面。通常只是在人与机器间无直接联系的场合,才可能需要强调功能的优先地位,而人与机器间的关系才是最重要的。

例如在电气控制装置中,其外型受其内部电子元件的功能约束就很小。此时其外型设计就主要根据操作者或使用者的需要来确定。只要其控制台或控制元件充分符合操作者的功能要求和人机工程学的要求,其功能元件可以适应不同造型的机座。

相反地,出于美学或心理学方面的理由,有时却必须在形态设计中故意隐蔽或掩饰产品的功能。如大部分的医疗设备就属于这一类。这时在形态设计上可充分运用曲线,并精心隐蔽其电子及高压装置,以减弱其视觉表达上的严肃性,消除病人对机器和治疗过程的恐惧。类似地,提供给残疾人使用的矫正器械,如假肢、矫正靴其外观均应尽量掩饰其辅助使用者行走的作用效果,以免损伤残疾人的自尊。

因此,形态设计必须十分注重机器与使用者之间相互关联的功能性。尤其是在那些人与机器直接有关联的场合,对人机工程学和心理学方面的考虑至少应与纯机械设计的功能性考虑同样重要。机器不仅必须能有效运用,而且还必须能有效地被操作。

2.3.2 形态与风格

随着技术条件、制造技术和材料的日趋标准化,要区分不同厂家的同类产品,如果没有风格的因素就会变得十分困难。因此,造型的个性与风格的设计已不再只局限于诸如服装等项目的产品上,而开始进入以工业化为背景的条件下生产的产品,如照相机和汽车。甚至很可能在不久的工程设计中造型的设计和运用将需要有类似今天时装设计师们所采用的那些方法。

随着那些在工艺水平上不相上下的产品市场竞争的日益加剧,工程师单凭自己掌握的各种现代最新技术是不够的,还必须将自己的感情融入到设计中去,必须确定何时何地如何将风格因素结合