

现代设计思维、实践与技巧

第4讲 工程设计限制

戴 健

(广州第一橡胶厂,广东 广州 510250)

中图分类号:G312

文献标识码:E

文章编号:1000-890X(2004)01-0061-03

实施某工程前通常要制定设计规划,但是规划是一个理想化的过程,其中总有些不确定的因素,因此一项工程规划,尤其是大型工程规划都需要进行系统分析与评价。这一工作通常是由不同领域的专家来完成的。他们需要考虑有关标准和规范、环境要求、效益与成本、时间与风险、安全与环保、资源与组织等问题,并对规划方案提出种种限制条件。这些条件不仅涉及到技术性和经济性,而且还涉及到诸如交通网络、环境、环保以及安全等社会问题。

所有工程项目必然受到技术的、需求的、经济的、环境的,甚至是道德规范的限制,因此工程设计的限制是普遍存在的。

1 工程设计限制的目的是实现资源共享

所谓工程设计限制,就是该设计系统之前已被承认和采用的标准与规范、制式与网络等。这些是为了达到社会资源共享而做出的限制,是形成商品通用性的“国际语言”,其目的是为了推动社会、技术和经济的有序发展。

1.1 示例1——具有个性的社会资源的应用

美国在彩色电视机发展初期,首先考察了系统的需求情况和技术经济可行性。考察的结果是在目标规划中引入了设计限制:新系统要与既有的黑白电视机系统兼容。因为当时黑白电视机系统已成为社会广泛接受的系统,如果新的系统与既有的黑白电视机系统兼容,就不必重新设计新的系统和进行重复建设。虽然要与既有系统兼容还需要进行一些技术发明,研制一些新的装置并

投入不少的资金,但与重建新系统相比,投资要少得多了。彩色电视机系统的设计限制不但节省了系统建设投资,更重要的是实现了社会资源的共享,彩色、黑白电视共用了同一兼容系统,使黑白电视机向彩色电视机过渡不再存在任何技术障碍,对于彩色电视机的普及和推广更起到难以估量的促进作用。

1.2 示例2——具有共性的社会资源的应用

在海运中,如何有效利用轮船的有效空间,使载货量更接近于轮船的载荷能力是长期困扰海运的一个难题。集装箱的出现解决了这一问题。集装箱可使怕压的货物得到有效保护,不规整和不宜堆放的货物实现多层和整齐堆放,充分利用了轮船的有效空间。不但如此,集装箱还引起运输业的革新性变化。

- 集装箱是大小两种规格的标准箱,航运码头的起吊装置很容易实现一箱一吊的快速装卸。而过去散装货物的一网一吊需要大量人力完成货物装网,而且装卸货物时间很长。

- 为了适应这种变化,汽车制造厂专门设计了用于运输集装箱的大吨位专用汽车,轻松实现厂矿装箱后直接到码头上船,轮船抵港后直接由码头运抵用户处,从而大大减少了入库和再装箱等中间环节,加快了物流速度,减少了运输损耗。

- 以集装箱空间为计费标准,使得货主在包装箱尺寸设计上会尽可能与集装箱空间相匹配,实现更大的运输量,从而降低运输成本。

集装箱的使用给运输带来了明显的经济效益,从而成为了一种社会资源。为了充分利用这

一资源,所有相关设计都在自觉或不自觉地采用与其相适应的设计限制,如轮船和汽车制造、仓库集装箱平台、装卸作业机械以及货物包装等。

1.3 示例3——企业内部资源的应用

曾实地考察过两家自行车轮胎生产企业,一家是国内久负盛名的国有企业,另一家是与第一家生产规模相当的合资企业,发现它们在企业内部资源的应用上存在相当大的差别。

随着市场需求的变化,国有企业不断开发新品种,逐渐从单一短途自行车轮胎过渡到兼具运动和娱乐型自行车轮胎等综合品种。仅外胎就有100多个品种和规格。但由于这些产品是在不同时期由不同工程师设计的,在设计中又没有提出统一的尺寸参数限制,虽然每一种产品都具有最优设计的倾向,而且有些还是具有深远影响的产品,但它们各有其不同的尺寸、口型和完整的工艺。在大批量生产时没有问题,但市场需求的变化使得生产向小批量、多品种方向发展,而上述的产品设计将使工装设备、工艺管理和现场管理方面很难适应,从而形成了数量少不接单、时间紧不接单、超过一定规格后不接单的被动局面,生产灵活性不足造成了企业缺乏活力,“三不接”的结果是产品难以向新用户推广。即便是后来在生产管理方面进行了很大的调整,但产品系列化方面的先天不足仍严重制约了企业的发展。

而合资企业从建厂初期就十分注意产品的规格特性和工装设备的满负荷运行,对产品设计实行了多种限制,以保证企业内部资源的充分利用。虽然有些限制近于苛刻,但工程师必须遵守,因此形成了以下特征。

(1)以断面宽度为主线的系列化。同一断面宽度的轮胎,无论轮径大小,都采用统一的断面厚度,从而在胎面挤出时可共用同一口型,只要在截取长度上稍加改变即可,设备利用率提高了。由于半成品存放少、场地占用少,管理也简单了。

(2)以轮径为主线的系列化。要求成型机制造商实现成型鼓及其附属装置能够调整出不同的鼓面宽度。这样一台成型机可以成型同轮径、不同断面宽的多种产品,大大提高了设备利用率。

(3)以胎面花纹为主线的系列化。

(4)按使用要求形成配方设计的系列化。

设计限制提高了产品的系列化水平,有利于生产的有序安排,灵活的生产也充分适应了市场的要求。

历史上也曾出现过与工程设计限制对抗的事例,其目的是资源独享,而非共享。如前苏联的铁路铁轨比国际通用轨要宽一些。这样进出该国的火车均要转换车轮。据说当时是出于政治和军事的需要,而且二战期间也确实曾一度延缓了纳粹德国的进攻,但它极大地妨碍了国际交往,进出口货物的高额运费反映在商品价格上,使所在国损失重大。

2 工程设计限制是现代工业发展的重要标志

2.1 设计兼容与设计对抗

设计兼容是现代工业的一个重要特征。现代工业的发展目标不再仅局限于本地区、本国,而是趋向全球化,因此只有设计兼容才能在国际市场上畅通无阻,才有利于提高竞争力。历史原因造成的公英制差别、市电电压差别、左右舵车差别都给商品带来了地域性的障碍,因此越来越多的国家都非常愿意加入国际标准化组织,使本国、本地区的产品按照国际标准生产,从而引申出标准化、通用化、互换化和系列化的重大课题。随着贸易和科技国际化的发展,统度量衡也成为发展的共识。

现代工业实际上是要求兼容设计的。它重视普遍性、适用性、系列性、标准性和互换性。其目的是尽可能供应不同行业、不同制品、不同用途的需要。目前各种系列的螺栓标准件已为人们所熟悉,电容和电阻等标准电器元件也成为重要的外购件。现代工业要求企业摒弃“大而全”和“小而全”,按照帕累托原理将主要精力投入到“极其重要的少数”上,而设计兼容保证了这一目标的实现,充分将已有的、成熟的产品和设计应用在新的设计之中,从而尽可能降低成本、提高质量。

设计对抗也是一种设计限制,但与设计兼容相反,它不采用通常的系统。其主要目的是为了维护设计拥有者自身利益。如矿山、林场的小铁路将矿石或木材集中到一个地方集散,避免了偷运并保持了价格稳定,从而保证了矿场利益。至于政治和军事器材和设置与民用系统不同,主要

是出于安全的考虑。要注意的是,在设计对抗的过程中往往要承受重大的经济压力。

2.2 设计限制来自各种约定

设计限制普遍存在,它来源于多个方面,其中包括规划目标、市场需求、产品质量定位、标准、规范、合同条款、成本、价格、材料供应、各类资源,甚至是风俗习惯和民族特点。因此设计者不能仅根据设计任务书,而且还要考虑到各种成文与不成文的约定。

(1) 无限制设计

无限制设计实际上是不存在的。所谓无限制设计是指在保证完成规划目标的前提下,允许设计者在手段、方法、材料和资源上较自由地进行选择,而在成本方面不做过多限制。无限制设计往往用于认识还不完全清楚和可能对今后发展有重大影响的项目,如原子弹、载人飞船、人造卫星、航天飞机和导弹的设计等。在初始设计时,为充分保证其可靠性,必须严格设置多重保安措施,其中必然还会出现某些设计不足和设计过分,但经过不断总结和改进,会逐渐形成以后类似设计的设计限制。因此无限制设计也是在设计过程中逐步寻找合理的限制条件。

(2) 来自系统内的约定

除了系统内进行产品结构的重大调整,必须重新制定工艺和添置装备外,一般都应尽可能使用(或调整后使用)原有的装备和工艺。设计者必须清楚,这是必须考虑的限制条件,绝不允许放弃系统内的原有资源不用而重新投入建设资金。在考察发达国家企业时发现,很多 20 世纪三四十年代生产的设备仍在发挥作用,这些设备经历了定期维修、故障检修和以改代修等过程,又添加了如传感器、数控装置、机械手和 PLC 等装置,重新适应了新的生产要求。当然,这些限制会对设计造成束缚,但所有设计都不可能尽善尽美,而且这些限制是保证经济性的重要因素。

(3) 来自系统外的约定

全球化趋势使产品的标准化成为商品的重要特征,如采用统一的命名方法、统一的计量单位、标准化和系列化的尺寸参数、统一的试验方法等。

标准和规范是现代设计的“游戏规则”。重视和参与标准的执行已成为各国和各企业的共识。标准的制订显示着产品的发展动向和要求,谁参与制(修)订,谁就取得了主动,如争取采用本企业、本地区、本国的工艺方法和技术线路作为标准,可以“扬己之长,避己之短”,这也是参与制订标准的目的,也是国际贸易中克服技术壁垒的重要手段和方法。

一些区域性的限制也是来自系统外的约定,如公英制、电器电压(110 或 220 V)、地区对风格、颜色等的好恶以及买家的忌讳等。不同地区的各种区别有时都有可能成为设计者的限制。如销往热带、亚热带地区的产品要注意耐热性,而销往高纬度地区就要注意耐寒性;销往欠发达地区的电器产品要注意对电压波动的抗耐性和产品本身的耐用性,销往发达国家就要更注意美观、安全和时尚。在经济发达地区,生产是节约型的,生活是消费型的,而在欠发达地区,生产是放任型的,而生活是节约型的,这些差别都可以作为设计者的限制,对设计有一定帮助。

(4) 来自社会的限制

一篇《寂静的春天》引起人们对世界环境的关注,文中提到的工业文明给世界环境带来的负面影响给人们以极大触动。很多国家现在已为保护环境而做出许多严格的规定,甚至制定了相关的法律。现已提出 ISO 14000 系列标准,为环保而对人类行为做出限制。符合环保要求已成为现代设计的一个显著特征,也是工程设计中的一项强制性限制。

3 结语

工程设计限制是普遍存在的,限制条件来自于技术、经济、社会、环境、道德伦理、行为、心理等方面。它标志着人类在创造物质文明的同时也注意精神文明建设;标志着人类已从感性走向理性,从而用限制来规范各类创造行为;标志着现代工业从过去的混乱无序走向有序可控发展,是创造走向成熟的具体表现。限制条件是工程设计的“游戏规则”,不遵守“游戏规则”将受到“惩罚”。