

# Modern Mechanical Structure Design and Process Analysis

Jiangtao Cao<sup>1</sup> Li Xia<sup>1</sup> Junling Wei<sup>2</sup>

1. The 54th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Shijiazhuang, Hebei, 050081, China  
2. Hebei Lingtuo Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050081, China

## Abstract

In the process of mechanical manufacturing, structural design is a systematic work, which includes not only the analysis of parts performance and processing technology, but also includes the control of accuracy, strength and stiffness. In practice, it is very important to do a good job in the structural process analysis of mechanical parts, which can improve the work efficiency and rationalize the whole process. It is necessary to do a good job in the processing process analysis of the workpiece, according to the surface process analysis, to determine the consistency of the positioning reference and the design reference, in order to prevent the conversion situation, so as to increase the difficulty of production. This requires us to master the key points, to ensure that the design effect. This paper mainly discusses the design of modern mechanical structure and the embodiment of its craftsmanship.

## Keywords

mechanical structure; design optimization; process characteristics

## 现代化机械结构与工艺性分析

曹江涛<sup>1</sup> 夏立<sup>1</sup> 韦俊苓<sup>2</sup>

1. 中国电子科技集团公司第五十四研究所, 中国·河北 石家庄 050081  
2. 河北领拓科技有限公司, 中国·河北 石家庄 050081

## 摘要

在机械制造过程中, 结构设计是一项系统性的工作, 它既包括了对零件性能和加工工艺的分析, 又包括了对精度、强度和刚度的控制。在实践中, 做好机械零件的结构工艺性分析是非常重要的, 可以提高工作效率, 使整个工艺加工过程合理化。要做好工件的加工工艺性分析, 根据表面工艺性的分析, 确定定位参考与设计参考的一致性, 以防止出现转换的情况, 从而加大生产的难度。这就要求掌握要点, 保证设计效果。论文主要就现代机械结构的设计以及其工艺性的体现进行讨论。

## 关键词

机械构造; 设计优化; 工艺特性

## 1 机械机构的设计特征

在机械设计中, 结构设计是一个非常重要的步骤, 它涉及许多特定的问题, 如构件之间的关系, 构件的材料和尺寸, 还包括计算、绘图和思维, 在整个设计过程中所占的时间大约为 80%, 起着举足轻重的作用。机械结构设计的问题是多元的, 也就是可以用不同的方法来处理不同的问题, 必须针对不同的情况来选择最优的方法。所以, 对机构的设计, 必须经过多次的调试、试验, 才能对机构的整体情况有一个全面的了解。

## 2 影响机械结构设计过程的几个关键因素

在进行机械零部件的工艺性能设计时, 要从各个方面

进行性能分析。所以需要对零件材料进行适当的选择, 对成型方法进行合理的设计, 并对工艺路线进行统筹安排。而在进行设计时, 还需要对如下几个方面进行详细的分析:

### 2.1 结构材料的选取

在对所述机械部件材料进行选择期间, 因所述构造材料的性能而导致所选材料易受到物理、化学、机械运动等因素的影响, 所以, 有关的设计者在选定原料后, 必须依据其特性状况, 制定相应的制造工艺路线。若机器部件之基础构造与所选用之构造材质不符, 则设计者须另加补救, 以确保其功能品质不受影响。在这种条件下, 机器部件的制造费用很难得到理想的结果。

### 2.2 毛坯成型方法

有关的研究显示, 板料的构造和尺寸对板料的成形过程的要求是不一样的。因此, 在机械零部件的制造过程中, 坯料的成形过程的确定将直接影响到工件的制造和加工品

【作者简介】曹江涛(1983-), 男, 中国河北正定人, 硕士, 高级工程师, 从事电子装备制造及工艺研究。

质。因此，在板料成形过程中，应根据零件的复杂程度对其进行分类。通过这种方法，可以使机械部件的结构状态与部件的加工工艺路线保持一致，减少不稳定因素对部件质量的影响。

### 2.3 加工工艺

在机械部件制造中，加工工艺的选择是由机械部件的工艺需求来决定的，在通常的制造中，需要机械部件的构造适合于该部件的加工工艺路线。

### 2.4 品质技术指数

机械部件产品的品质技术指数与实际的制造周期及制造费用呈正比例关系，即产品品质技术指数愈高，其制造周期及制造费用愈多。在现有的机械零件制造工艺中，若不能对其质量技术指标进行有效的控制，将使其制造成本、制造时间大幅延长。为了对该工艺性设计要素的影响进行有效的控制，有关的设计者在制造机械部件时，必须先制定出一套科学、合理的品质技术标准，这样才能使得该产品不仅能够达到结构工艺性设计的要求，同时满足使用者的需求。对机器零部件制造企业而言，如何有效地控制好成本，直接关系到企业能否获得良好的经济效益，因此，施工单位必须给予足够的重视。

### 2.5 制造条件分析

在特定的制造环境下，机器零件的构造工艺性能会随着制造环境的改变而改变，也就是在特定的环境下，才能构造工艺性能良好的零件。由于环境的改变，其工艺性能可能会变得非常糟糕。所以，部件的结构设计过程应该与特定的制造环境相适应。

### 2.6 抗力性的设计

在进行结构可靠度分析和设计时，需要用到材料的疲劳寿命曲线。在现实中，相同类型的机械产品在相同的工作条件下，因其特殊的材料特性，其疲劳寿命可能存在较大的差异，有的甚至可以达到几倍。采用平均疲劳寿命的拟合法，将导致结构的疲劳寿命与其真实寿命相差很大。通过对试验数据的统计分析，结合概率分析、区间分析等手段，在试验数据不多的条件下，对获得的离散模型进行可靠度的计算，为进一步开展结构的疲劳可靠性研究、优化设计等工作奠定基础。

## 3 对设计要点的理解

随着机械结构设计工作的开展，在具体设计的工艺性方面也提出了更高的要求，并可能会产生一些问题。对于这种情况，在实际的设计过程中，就必须掌握好这一部分的常见问题，通过掌握关键的内容来防止出现问题。

### 3.1 复杂腔体零件的密封性

波导类器件在结构中往往具有复杂腔体特征。在设计时要注意由于装配应力引起的轴心偏移导致轴承间隙过大。为避免此问题的出现，在设计中，要求不采用接触式的密封方法。

### 3.2 零件扭曲

对于机械零件而言，其长度会随温度的变化而发生很大的改变。因此，在设计较长的机械结构时，就必须给它更大的自由变形空间。具体而言，就是利用自由伸缩管道和移动支座来解决这一问题。

### 3.3 螺钉的选取

在实际生产过程中，要考虑螺钉承载力是否过大。在螺旋机构的设计中，应尽量降低螺钉承受的压力，也就是增大螺钉承受的压力。

### 3.4 插销的头部

对于高速旋转的结构总体而言，其在实际应用中极易出现螺母、螺栓头伸出法兰面的问题，从而给具体的安全生产造成了一定的威胁。对于这一点，在具体的结构设计中，就可以用保护层来对凸出的部位进行遮盖。

### 3.5 阀杆，活塞杆的密封件

在多层密封的情况下，不宜采用带螺纹的旋转式压帽进行加压。如果出现这种情况，将会由于密封垫与凸缘面之间的相互摩擦而引起密封垫的损坏，并且在扭紧力矩上也会有一定的提高。针对这一点，在实践中，可以采用一定数量的螺丝，使同一种法兰相互配合，从而更好地对填料进行压紧。

## 4 机械结构设计工艺化的基本原则

### 4.1 关于外形设计的指导方针

在设计中，既要保证产品的功能性，又要注意其外形的审美价值，以达到吸引人的目的。从心理学上讲，人们根据第一印象做出的决策有60%。高科技产品具有一定的社会性，因此，在“买方市场”下，对高科技产品进行外形设计，使其具有较强的吸引力。同时，具有良好外形的制品还能降低操作员由于劳累而造成的错误操作。产品的外观设计主要由三部分组成：造型、色彩、表面处理。

### 4.2 大小与比例的和谐

在进行结构设计的时候，要注重保证外形轮廓中各个部位尺寸之间的平衡和和谐，要自觉地运用“黄金分割法则”来进行尺寸的选择，从而让产品的造型更加具有美感。

### 4.3 形式简洁的一致性

机械制品的轮廓一般是由多种基本几何体（矩形、圆柱形、锥形等）组成。在进行构架设计时，要将这些形态搭配得恰到好处，基础形态要有视觉上的均衡，近于对称但不完美的形态容易给人一种倾覆之感，最大限度地减小了造型及定位的变动，防止了过度的杂乱。

### 4.4 对颜色，图案进行支撑和装饰

对机器制品进行油漆处理，不仅起到防腐作用，而且可以提高其外观质量。适当的颜色可以减轻操作人员的视觉疲劳，并可以增强对仪器所展示的信息的识别。单色仅用于小型部件。尤其是大型活动部件，若仅使用一种色彩，将会

显得单一,缺乏层次感,加入一小片色彩,则可为整体色彩增色。在多种色彩共存时,应该有一种占主要地位的基色,与基色相应的色彩称为对比色。但是在同一商品中,颜色的搭配也不能过多,过多的颜色会显得花哨。在进行结构设计的时候,要注重保证外形轮廓中各个部位尺寸之间的平衡和谐,要自觉地运用“黄金分割法则”来进行尺寸的选择,从而让产品的造型更加具有美感。

#### 4.5 顾及费用的设计指导方针

在设计过程中,应综合考虑产品的各项性能,将类似或类似的性能综合起来,剔除掉一些不需要的性能,从而使生产及维护工作变得简单。在满足特定的功能需求的前提下,要尽量简化结构,尽量减少产品级数和构件的数目,同时要尽量简化构件的外形。为方便解决由于磨损、漂移等造成的普通失效,尽可能地设计简单、可靠的调节装置。对于容易出现局部磨损的有价零件,应该采用可调可拆的组合式零件,便于进行局部替换和维修。为了避免或降低相互关联而进行的重复调整。应将各个部件的位置进行合理布置,减少连接件、固定件,使其检查、更换等维护工作更加简便,并尽量在维护任何一个部件时,不移动或少移动其他部件,减少对维护人员的技术要求,减少其工作负荷。

### 5 设计时需要注意的问题

第一,对于已设计好的零件图中的有关尺度表达式,产品设计者应尽可能地将设计准则与将来的制造工艺取向准则进行配合。同时,对表面的平整度与表面的精度也作了相应的配合与调节,便于操作者在加工过程中的操作,为后续的加工做好准备。在对其进行结构设计时,应注意到其零部件的系列化、通用化、规范化。

第二,技术人员要对所从事的行业进行仔细学习,不断地提升自己的专业技术水平,并不断地提升自己的业务水平。对工艺和产品设计有一定的理解。建议有关设计人员改善设计,达到技术上的合理化,并采取防范为主的措施。

第三,持续提升有关部门对过程审核的重视程度,以“设计轻流程”“设计为中心”“用创新”为理念,以设计为主,以创新为主,以创新思维更好地衡量“先进特征”的改变,并以经济为导向,在审核的同时,尽量最大限度地增加产量、效益。

### 6 机械结构方案制程的工作程序

在不同形式的机构设计中,由于其特殊条件的差异,并不需要按照一定的程序一步一步来进行。一般情况下,决定形状,大小,以及已建立的功能部分的布局。

#### 6.1 分清主次,统筹兼顾

确定要设计的构件的首要使命和约束条件,把要完成目标的职能拆分为若干职能。之后,以能够完成机器的主要功能(即机器中对实现能源或物质转换具有重要影响的基本功能)的零部件为出发点。一般情况下,首先要从能够完成

功能的结构表面着手,对其与其他有关零件之间的相互位置、联结关系进行研究,逐步将其与其他零件连接起来,形成一个零件,其次将该零件与其他零件联结成零件,最后将完成主要功能的机器进行组装。并对辅助元件或辅助元件进行识别,如密封,润滑和维护等。

#### 6.2 画素描

在对结构进行分析和确定的过程中,对各部分的基本尺寸进行大致估计,并按照一定的比例画出素描,从而初步确定各部分的构造。绘图应该包括零件的基本外形、主要尺寸、移动部分的最大距离、间距、安装等。在进行结构设计时,要注意使用标准件、常用件、通用件,从而降低设计、生产成本。

#### 6.3 对初步设计的构架进行全面分析

就是要把能够达到某一功能目标的多种替代构架全部做好。在此基础上,进行了评估,比较,并最终形成了一个框架。该方法可以从不同的角度、不同的尺寸、不同的方向、不同的数量、不同的构件材料、不同的表面性质、不同的连接方式等方面来系统性地提出新的方案。而且,它的思想特征更多地体现在直观上,而非系统化上。人类的感官与直觉并非没有理性,在多年生活与生产中所积累的经验,在不知不觉中形成了多种判断力,而这些感官与直觉在设计中扮演着相当重要的角色。

#### 6.4 结构设计优化

根据技术、经济、社会等方面的综合评价,找出所选择的方案中存在的不足和不足之处,并根据不同的需求和约束条件,进行多次优化。考虑到零件的通用和标准化,减少零件的种类和制造费用。将标准零件和采购零件标注在构造图纸上。注重安全与劳保(也就是劳动条件:操作、观察、调整是否方便省力,发生故障时是否易于排查,噪声等),不断改进结构。

### 7 结语

从总体上看,机械结构的设计是由内而外,由重而轻,由局部而整体,由粗而精,由劣而优,由差而精,经过不断地检验,不断地完善。因此,在降低生产成本和提高经济效益方面,必须进行机械结构的工艺设计。在进行机械零件结构的工艺设计时,要考虑到许多方面的因素,只有对材料选择、施工方法设计、工艺流程和设计过程进行全面的,才能对每一项工艺的具体方案进行科学的设计,使其具有一定的可行性和经济性,从而保证了机械零件结构在性能和质量上都达到了要求,节约了时间,提高了工作效率,获得了较好的经济效益。

#### 参考文献

- [1] 冯冬.机械结构与工艺性分析[J].中国机械,2015(8):161.
- [2] 刘健,闫雨花.浅谈机械结构与工艺性分析[J].中国科技纵横,2018(8):90-91.
- [3] 汪俊国.机械结构与工艺性分析[J].科技传播,2013(5):114-115.