

# 基于机械制造工艺的夹具设计的研究

马旭 王兴 王占新

(首都航天机械有限公司)

**摘要:** 本课题是设计一套变速箱及专用工具,对大多数齿轮箱进行加工,同时保证零件形式的三孔精度较高,由于三孔精度较高,应设计专用工具以保证高精度。本次设计主要利用目前所学夹具设计的相关知识,运用所学机械设计、机械制造工程原理中的知识对主要的零件进行选型,运用 CAD 软件完成夹具体的装配图和其中重要部件的零件图。

**关键词:** 加工工艺; 切削用量; 夹具设计

## 1. 引言

机械制造技术是一种技术复杂、应用广泛的加工技术,对生产过程中的各种加工工艺进行了研究,即对自然界的研究。制造过程与发展科学的相互联系。

### 1.1 机械加工工艺的重要性

阻碍中国制造业快速发展的因素之一是流程技术水平。中国现在存在“重设计轻技术”的现象。中国建设强大制造国的重要选择是发展工艺技术和装备制造业。工艺技术是重要的,必须重视。

### 1.2 机械加工工艺的发展

由于设计与公共艺术之间的区别,一般工业理论长期以来直接定位于加工技术,加工技术是狭义的生产概念。随着社会的发展和科学的发展,有必要整合多种技术进行研究和解决问题,特别是综合生产技术的出现,这种技术引入了广泛的生产观念,已成为“大生产”,体现了扩大生产理念。

1993年, B.Shirinzadeh 完善了 H.Asada 的概念,并推出了高度调节装置,该高度调节装置由机器人拾取并安装在设备组件中。但是,由于机器人力的不足,电磁力低,调整装置精密,重复定位精度低等缺点,通常适合于轻负载组装的情况。1995年, B.Shirinzadeh 对系统的设计进行了进一步研究,并通过实验分析了可重置设备系统的准确性,延展性和重置过程。

### 1.3 机械加工工艺过程的主要问题

(1) 正确合理的工艺流程应符合以下基本要求:

- ① 保证经济上的合理性。
- ② 确保产品质量符合设计图要求。

(2) 因此,加工过程中涉及的主要问题包括:

设计过程路径的原理和方法

流程设计涉及调整大小,处理尺寸设计和计算尺寸,以及绘图方法在设计流程中的应用。

### 1.4 设计内容及步骤

(1) 正确分析物体并绘制物体

首先分析各部分的过程,主要内容包括:

- ① 分析零件的作用和零件图的技术要求。
- ② 分析零件的材料,热处理和加工。

(2) 选择一种财富生产方式

在批次,零件的复杂性以及对成品和未加工表面的技术要求方面,应仔细考虑毛坯的选择。正确选择财富生产方法可以使整个过程具有成本效益和公平性,因此应谨慎行事。通常,它应主要取决于生产的性质。

### (3) 塑造兼职处理流程

- ① 塑造过程。
- ② 选择位置信息并计算所需的处理大小。
- ③ 选择硬件和工作,夹具,数量和工具。
- ④ 确定金额,加工折扣和加工尺寸及公差。确定切削量。

⑤ 画一个粗略的图画。

⑥ 填写处理卡和处理卡。

### (4) 设备加工设计

结构设计步骤如下:

- ① 确定设计计划并绘制结构规则图。
- ② 选择位置部分并计算位置误差。
- ③ 计算所需的夹紧力并设计夹紧装置。
- ④ 绘制设备的装配图。

特殊要求如下:

- ① 按照 1:1 的比例绘制设备图纸。
- ② 检查投影的选择。
- ③ 设计设计的设备需要合理的系统和结构。
- ④ 确保夹具、机床和工件的相对位置准确。活动部件不应有移位或卡死现象。

⑤ 夹具的装配加工性和夹具零件(特别是夹具)的可加工性都更好。

## 2. 零件分析

### 2.1 零件的作用

箱形零件是零件的基本零件,它通过发动机零件中的轴,轴承,套筒和齿轮连接。它们根据一定的相互关系整体设置,并且它们的运动根据预定的传动机构进行协调。

### 2.2 零件的结构特点

箱体具有以下特点:

① 箱体的形状由封闭的多面体组成,这些多面体分别添加了分段整体型和组复合型。

② 箱体内部常为空腔。且箱壁厚薄不均。

③箱体的墙上有很多孔，位置通常是平行或垂直。

④箱体上有很多平面需要处理。

2.3 确定毛坯的制造形式

减速箱体零件一共有以下三组加工表面。

(1) 平面

包括底面、顶面、底座四侧面、四侧凸缘端面、底座两侧上平面。

(2) 孔系

包 括 孔

$\phi 35_0^{+0.027} mm$ 、 $\phi 40_0^{+0.027} mm$ 、 $\phi 47_0^{+0.027} mm$ ，减速齿轮箱上有一系列轴承孔，其相互位置精度为孔系统，包括平行孔系统。根据井生产方法的准确性：

①拉直打压机线，然后尝试打孔。

②镗模法镗孔。

③坐标法的孔系统加工。

这里采用镗模法镗孔。

(3) 其余孔

①钻  $6 \times \phi 9mm$  孔和沉头孔  $6 \times \phi 14mm$  孔，其中首先钻最远离  $\phi 47mm$  的  $\phi 9mm$  孔，并将其扩孔为加工孔。

②钻各面 M5-7H 小

2.4 工序尺寸及毛坯尺寸

(1) 确定毛坯技术要求

①铸件无明显铸造缺陷。

②未注明圆角为  $R=3: 5mm$ 。

③拔模斜度为  $3' 0''$ 。

④机加工前时效处理。

(2) 绘箱体毛坯图

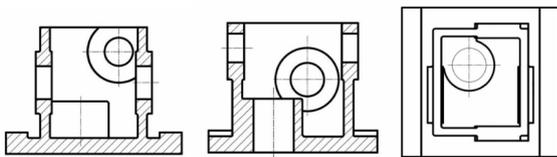


图 2.1 箱体毛坯图示意图

2.5 切削用量及基本工时

(1) 精基准的选择

为了加工符合质量要求的零件，首先，根据零件图的要求和特定的生产条件，选择合适的定位参考，并在前几个步骤中进行处理，以准备用于以下目的的精确定参考。

(2) 粗基准的选择

粗略的选择是更换关键表面的加工量，使关键孔保持均匀，并且轴的其他部分与外壳内壁之间有足够的间隙。另外需要注意的是，所需的箱体尺寸和尺寸应确保箱体的位置和锁紧可靠。

3. 夹具设计

3.1 机床夹具设计概述

(1) 机床夹具概述

必须先将工件紧紧夹紧，然后才能在机床上进行加工。压脚钳的实质是将工件放置并夹紧在机床上。

夹具的要求：

(2) 机床夹具的组成

根据组成夹具结构的组件，机构和设备的功能，它们可以分为以下组件：定位元件和机构，夹紧元件和设备，工具设置，导向元件和设备，连接元件，夹具，及其他组件和设备。

(3) 夹具总体方案设计

熟悉加工零件的工作图分析，工件结构特征分析，材料和零件加工工艺要求。

零件的生产纲领和批量大小。

详细分析零件的加工过程，尤其是该过程的加工要求，包括加工精度和表面质量要求，以及该过程与预处理和后处理之间的关系。

设备设计任务需要质量，生产率和设备设计自动化。

3.2 夹具相关分析和计算

3.2.1 定位销长度的分析

我们可以通过将底座构造圆柱体来避免这个问题，在理论中，相应的圆柱体，圆柱体的接触长度，事实上，工件孔和圆柱体之间的间隙为工件的底座，加工误差为足够短的圆柱体分布。限制两个自由度。

3.2.2 定位误差分析与计算

确定菱形销直径和公差

选择菱形销宽度  $b = 4mm$ 。

补偿量为

$$a = \frac{\delta_{LD} + \delta_{Ld}}{2} = \frac{0.03 + 0.01}{2} = 0.02(mm)$$

最小间隙为

$$X_{2min} = \frac{2ab}{D_2} = \frac{2 \times 0.02 \times 4}{9} = 0.018(mm)$$

菱形销的直径为

$$d_2 = D_2 - X_{2min} = 9 - 0.018 = 8.982(mm)$$

菱形销直径一般取

$h6$ ，故  $d_2 = \phi 8.982h6 \left( \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.009 \end{smallmatrix} \right) = \phi 9_{-0.027}^{0.018} mm$ 。

1) 转角定位误差。 $\phi 9_{-0.027}^{0.018} mm$  为定位销直径尺寸，

$$\Delta\theta = \arctan \left( \frac{\Delta_{d_1} + \Delta_{D_1} + \Delta_{d_2} + \Delta_{D_2} + \Delta_{d_2} + \Delta_{D_2}}{2L} \right) \quad (3-1)$$

$$= \arctan \left( \frac{0.016 + 0.027 + 0.016 + 0.027 + 0.06 + 0.02}{2 \times 133} \right) \approx 1'27''$$

式中  $\Delta_2$ —定位副 2 的最小间隙；

L—两定位孔中心距。

另外，若改用圆柱定位销来定位，则根据公式可求得转角误差  $\Delta\theta'$  为

$$\Delta\theta' = \arctan\left(\frac{\Delta_{d_1} + \Delta_{D_1} + \Delta_{d_2} + \Delta_{D_2} + 2\Delta_K + 2\Delta_J}{2L}\right) \quad (3-2)$$

$$= \arctan\left(\frac{0.016 + 0.027 + 0.016 + 0.027 + 0.06 + 0.02}{2 \times 133}\right) \approx 2'8''$$

式中  $\Delta_K$  — 工件上两定位孔间的偏差;

$\Delta_J$  — 夹具上两定位销间的偏差。

两孔定位用圆柱定位销和菱形定位销比较合理。

菱形定位销的结构尺寸即

$$2\Delta_K + 2\Delta_J - \Delta_1 = \frac{D_2\Delta_2}{b} \quad (3-3)$$

减小  $b$ , 可增加中心距误差补偿量。但这时就可能不能采用标准结构, 另外还要考虑到销边定位销的强度和磨损情况, 一般不采用减小  $b$  的方法。

减小  $2\Delta_K + \Delta_J - \Delta_1$  的中心距补偿量数值, 增加  $\Delta_2$ , 可起到有效的作用。因为  $\Delta_2$  是以  $D_2/b$  的倍数来起补偿作用的。转角误差过大对加工精度不利。

### 3.2.3 定位元件设计

定位元件设计 四块支承(图1)、板圆柱销(图2)、销边销(菱形销)(图3)。

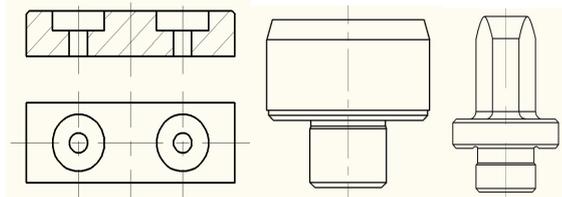


图1 图2 图3  
图3.1 定位元件设计示意图

1) 导向方案选择。这些组件的生产类型是中型批量生产, 因此可以用保护袋涂层代替。选择标准结构的汗套。将套筒安装到衬套上后, 将其调整到保龄球支架模具上。由于其体积小, 设计紧凑, 易于生产和精度高, 该可怜的工具套件通常用于铰刀, 镗刀或铰刀。咨询袋专为无聊的死亡框架而设计, 因此有趣的障碍物可以自由移动而无需旋转。快乐线的悲伤线很粗, 并且由于相对旋转和相对运动, 有趣的袖子易于磨损, 低速性能也很容易。需要有效的润滑方法。

2) 如果太松, 我们将无法保证过程的加工精度。如南设计。镗孔套筒, 镗杆和衬套必须正确匹配。拧得太紧会容易折断或咬伤。

$\phi 35_0^{+0.027} mm$  孔对应  $\phi 32$  镗套, 其与衬套配合为  $\phi 32H7/h6$ , 图 3.2 所示, 衬套与夹具支架配合为  $\phi 37H7/n6$ 。

$\phi 40_0^{+0.027} mm$  孔对应  $\phi 35$  镗套, 其与衬套配合为  $\phi 35H7/h6$ , 如图 3.3 所示, 衬套与夹具支架配合为

$\phi 42H7/n6$ 。

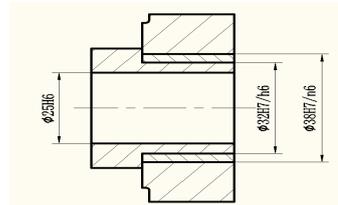


图 3.2  $\phi 37H7/n6$  衬套与夹具支架

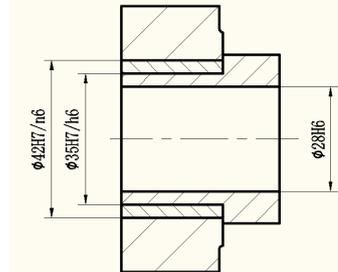


图 3.3  $\phi 42H7/n6$  衬套与夹具支架

### 3.3 夹具结构组成

综合上述方案的分析, 利用 SolidWorks 三维软件建立了图 3.4 所示的箱体夹具模型。具体结构见下图。

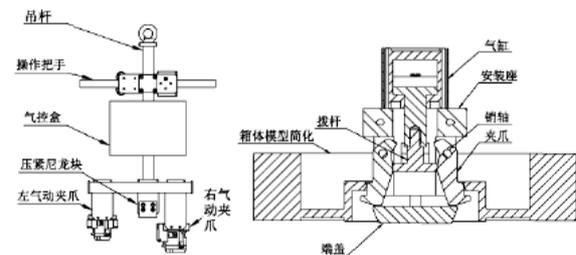


图 3.4 夹具与气动夹爪结构示意图

该夹具的气动夹爪机构有很明显的优点: 结构紧凑、简单, 可靠性强, 维护成本低。夹具交付客户使用后, 客户反馈良好, 夹具操控符合客户预期。

### 结论

生产系统是一个非常重要的子系统, 其结构调整直接影响着生产系统的结构, 但目前学术界和业界对它的研究和关注很少。本文总结出以下问题, 目前可重构性的研究主要包括: 硬件重构, 设计重构, 非系统性设计。

因此, 本文设计出一种变速箱中应用的夹具, 希望能对相关研究者提供一些参考意见。

### 参考文献:

[1] 赵广杰. 浅谈机械设计与机械制造技术[J]. 电大理工, 2022(02): 23-27.  
 [2] 南洋. 先进焊接工装夹具在机械装备制造中的运用[J]. 现代制造技术与装备, 2022, 58(06): 129-131.  
 [3] 刘静. 机械制造工艺中的合理化机械设计分析[J]. 现代制造技术与装备, 2021, 57(02): 164-165.  
 [4] 杨军. 基于机械制造加工工艺合理化的机械设计制造分析[J]. 内燃机与配件, 2020(16): 108-109.