

齿轮箱数控加工工艺技术难点及解决办法分析

王波 张洁 纪珊珊
(中车太原机车车辆有限公司 山西 太原 030027)

摘要: 本文主要从整个齿轮箱数控加工工艺流程入手, 通过加工工艺分析来描述该箱体在实际加工中遇到的问题, 找出该箱体加工的难点及关键点, 总结出合理的加工工序及加工方法, 制定符合生产工艺、节约生产成本和缩短加工时间的工艺实施方案。

关键词: 齿轮箱; 箱体; 加工

0 引言

齿轮箱作为铁路检修作业车用关键配件, 市场需求量较大, 由于齿轮箱设计要求较高, 加工复杂, 一直以来用户都是委外进行加工或整体外购。

我们在车辆检修时的配用过程中, 新造和检修配件都要在正常的配送范围内, 检修配件需要进行关键零部件的检查和试验, 新造配件在进行配件的更新换代时需要做产品试制, 利用公司内部现有加工设备和加工技术, 制定合理有效的工艺流程, 试加工需掌握产品加工难点和关键点, 为后续生产打做好服务, 以下为齿轮箱加工工艺分析及加工过程:

1 图纸分析

(1) 首先该齿轮箱是由三件箱体零件组合而成, 包括下箱体 (0306-02) 402 公斤、中箱体 (0306-06) 387 公斤、上箱体 (0306-08) 102 公斤, 一套箱体成品重量 891 公斤。

(2) 材料为 ZG350, 铸钢材质, 性能介于 25 钢—45 钢之间, 易于加工、同时对材料缺陷部位允许补焊后在加工。

(3) 必须对材料进行回火处理用于消除内部应力, 防止加工后应力释放产生工件变形。

(4) 整套箱体必须是在合箱之后, 也就是 3 件箱体零件在铣完结合面, 固定成一个整体之后, 整体加工。

(5) 轴孔精度要求很高, 同时轴孔之间的行位公差及相关联尺寸链要求很高。

(6) 箱体有较多回油孔, 主回路油孔直径小, 长度大, 其中有直径 $\Phi 6$ 、长度 430mm 的孔, 直径 $\Phi 21.5$ 、长度 615mm 的孔, 属于超深孔加工。

(7) 更多的油孔是空间角度孔, 与定位中心圆成一定角度同时在纵深方向与轴线呈一定角度, 属于 3 维空间角度, 加工难度大。

对图纸进行分析后, 找出产品加

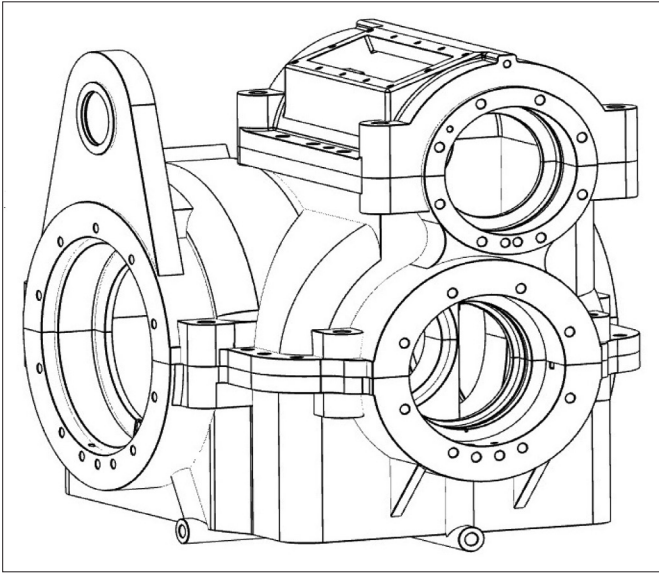


图 1 箱体整体构造三维图

机加工工艺过程卡				产品名称	零件名称	零件图号	文件编号
					齿轮箱体		
工 序 号	组	材料名称及规格	材料牌号	毛坯种类及材料规格	重量 (kg)	891Kg	零件数
工 序 名 称 及 内 容				备 注	工 装	工 具	
				名称规格型号	名称规格型号	名称规格型号	
1	划线	划上、中、下箱体结合面加工线。		划线平台		划线工具	
2	铣	箱体上、中、下箱体加工面。保证 3mm 左右加工量。		龙门铣床		游标卡尺	
3	钳	以齿轮箱外形找正合箱面, 固定上中下箱体, 点焊, 点焊位置要求方便打磨。		钳工平台			
4	划线	划出端面十字线, 圆轮廓线及加工线, 腰线, 合箱面孔的位置线并冲样眼。		划线平台		划线工具	
5	钻	钻箱体上、中、下箱体螺孔与圆柱销孔并做平表面。		钻床 Z3080			
6	热处理	低温回火, 温度 200℃, 保温 5 小时炉内冷却。		回火炉			
7	镗	镗箱体各孔, 钻油位螺孔, 预留 3mm 加工量。		数控镗床		游标卡尺、内径百分尺	
8	磨	磨箱体。		钳工平台			
9	铣	精加工合箱面, 尺寸按图纸尺寸直接加工, 保证中心高度要求。		加工中心 SP3016	加工专用工装	游标卡尺、高度百分尺	
10	钳	合箱, 穿螺栓固定, 修整外形, 对外轮廓不齐的地方进行角磨机打磨。		钳工平台			
11	钻	钻床钻 $\Phi 20$ 1:50 圆锥销孔。		钻床 Z3080			
12	镗	钻下箱体油路孔, 直径预留 1.5mm 加工量, 端面预留 0.5mm 加工量。		数控镗床 TK6513A	加工专用工装	游标卡尺、内径百分尺	
13	钳	油路孔进行水压试验, 检查密封性能并参照检修规程 JY-71-035A。		简易水压测试设备			
14	磨削	加工面磁粉探伤检查, 依据 GB/T 9444 和 ISO 4986 执行。		磁粉探伤机			
15	钳	修整。		钳工平台			
16	镗	钻各斜角油孔, 精铣端面与油位螺孔, 油位螺孔。		数控镗床 TK6513A	加工专用工装		
17	钳	合箱。		钳工平台			
18	磨	精铣端面与轴孔。		加工中心 HEC1250	加工专用工装	游标卡尺、内径百分尺	
19	钳	加工面修整处理, 去毛刺。		钳工平台			

转化成整体加工的图纸，同时把最终尺寸修改成各工序加工所需要的尺寸，以工艺加工图纸来代替工艺技术文件，简单直接，方便工人加工。

3 实际加工及各种问题处理

(1) 粗加工中, 合箱面 $\Phi 19$ 、 $\Phi 26$ 固定孔, 要求孔端面镗平成 $\Phi 40$ 和 $\Phi 50$ 的小平面, 方便螺栓固定拧紧用, 周边有 9 个 $\Phi 19$ 的孔和 6 个 $\Phi 26$ 的孔, 其中有 3 个 $\Phi 19$ 的孔与 1 个 $\Phi 26$ 的孔, 由于铸造面干涉, 无法从正面直接镗孔, 只能从背面镗孔, 难度在于孔径只有 $\Phi 19$ 和 $\Phi 26$, 但是背面镗的孔有 $\Phi 40$ 和 $\Phi 50$, 一般刀具无法进行操作, 最终利用加长 $\Phi 18$ 镗杆, 宽度 6 毫米白钢条, 把镗杆先从孔中深入到背面, 然后加装刃磨过的白钢条, 反向倒镗解决了技术问题。

(2) 轴孔半精加工中遇到的问题较多, 该工序比较耗时。首先, $\Phi 20\ 1:50$ 圆锥孔的铰孔工艺不好实现, 该锥销孔是用来做合箱定位用的, 半精加工之前, 需要做好拆入

定位锥销, 该孔深度是 60mm, 直径是 $\Phi 20$ 1:50, 用到相同规格的锥铰刀, 在普通钻床铰制的过程中, 出现了铰刀刃口损坏的情况, 当遇到较深的锥销孔铰制时, 需要尽可能的少留余量, 加工之处是用 $\Phi 19$ 的钻头钻通, 直接铰孔, 结果造成刀具损坏。在经过试验和尝试之后发现先用 $\Phi 19$ 钻头钻通, 再用 $\Phi 20$ 的钻头钻 25mm 深, 这样边缘留量基本上控制在 0.2mm 左右, 铰刀在铰制的过程, 不锁定主轴, 通过自定心找正, 每前进 10mm 的距离, 退出铰刀, 清理铁屑防止铁屑

Figure 1-10 shows the mechanical drawing of a pump body. The drawing includes a front view (left) and a side view (right). The front view shows a circular inlet on the left and a flange on the right. The side view shows the internal structure and a curved outlet. Dimensions are given in millimeters. A note "其余 3.2" indicates a surface finish requirement for other surfaces.

图 2 粗加工工艺图

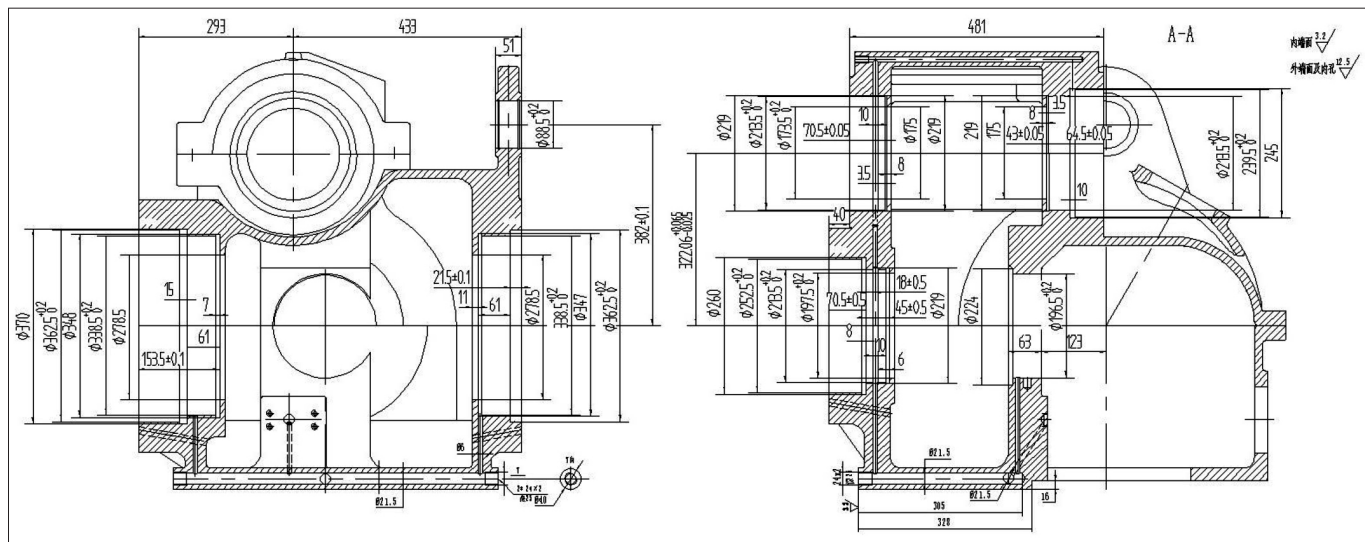


图 3 半精加工工艺图

挤在刃口, 涂抹润滑油, 以免铰刀损坏, 同时要控制钻床的转速, 一般 15S/min 就可以, 转速太高也容易造成刀头处挤压铁屑。

(3) 深长孔的加工问题, 箱体类油孔加工是不可避免的一类的问题, 该箱体上有 $\Phi 6 \times 430\text{mm}$ 的孔与 $\Phi 21.5 \times 615\text{mm}$ 的孔, 属于 10 倍径以上的深长孔, 深孔加工不容易排屑和冷却, 不注意的话会造成钻头挤了铁屑断在箱体内部, 造成很难取出的问题, 不仅耽误生产, 严重的还可能造成工件报废。在实际加工中, 为了防止出现断钻头的情形, 首先用同规格短钻头做引眼, 长度 50-100mm 左右, 利用短钻头的刚性好, 做一段引导孔, 方便长钻头进入。同时较长的钻头排屑不好, 在数控机床上, 利用数控系统自带的深孔钻削循环指令, 控制转速, $\Phi 6$ 孔, 机床转速 600S/Min, 进给 15mm/Min, 深度超过 100mm 之后, 每 10mm 退削一次, 完成深孔加工。

$\Phi 21.5$, 机床转速 350S/Min, 进给 20mm/Min, 深度超过 100mm 之后, 每 10mm 退削一次, 完成深孔加工。

如遇到加工过程中加工孔中传来异响, 则必须停止进刀, 退出钻头, 彻底清理铁屑之后, 再继续加工, 钻头切屑刃如果发现磨损或者烧刀情况, 一定要重新刃磨刀具, 避免钻头断裂的情况发生。

(4) 斜向油孔的加工, 零件图纸分析看出, 大部分油孔都位于轴孔端面 and 孔槽中, 孔槽中的油孔一般都是垂直方向相接, 比较好加工。端面的斜油孔, 由于在空间中需要对端面和轴线两个方向进行定位, 而且与端面不垂直, 加工难度较大, 以下箱体的回油孔为例, 说明其加工的方法。首先, 可以观察到 2- $\Phi 16$ 的两个孔之间夹角 30° , 各自与垂直中心线夹角 15° , 这两个孔与端面还有 10° 的夹角。普通钻床或者普通机床, 要做这两个孔是很不容易的, 因为需要调整两个角度, 必须要做钻模角度工装, 通过工装进行保证角度, 但在试制阶段, 磨具的费用太高, 而且费时, 对单个零件来说是不现实的。通过对比分析发现公司内的昆机 TK6916A, 数控卧式镗铣床可以加工该油孔, 该数控机床带有 3×3 米回转工作台, 同时动力主轴可以在 360° 范围内任意调整, 加工的时候, 先把工件的油孔端面朝上压紧, 结合面与工作台保证平行, 然后旋转工作台 $+15^\circ$, 主轴头正向旋转 10° , 利用工作台与主轴旋转, 使钻头 $\Phi 16$ 与加工位置保持一致, 然后利用深孔钻削循环指令做回油孔, 完成了该油孔的加工工序。

(5) 深孔钻削很难避免的一个问题就是钻头断到里面如何取出的问题。在齿轮箱箱体的加工中, $\Phi 6$ 的钻头在加工到 150mm 位置的时候, 曾经有过一次断裂, 前部 30mm 的部分完全卡在里面, 无法取出, 导致延误生产周期, 后来通过资料发现电火花机可以无损工件的情况下, 把钻头腐蚀掉, 然后取出, 完美的解决了钻头断裂无法取出的问题。

(6) 精加工中, 工件装夹好之后, 在加工完成之前, 无松动现象。在加工过程中出现产生振刀纹和尺寸精度不准的问题, 主要是下箱体中 $\Phi 198+0.013/-0.033$ 轴孔的加



图 4 加工过程图

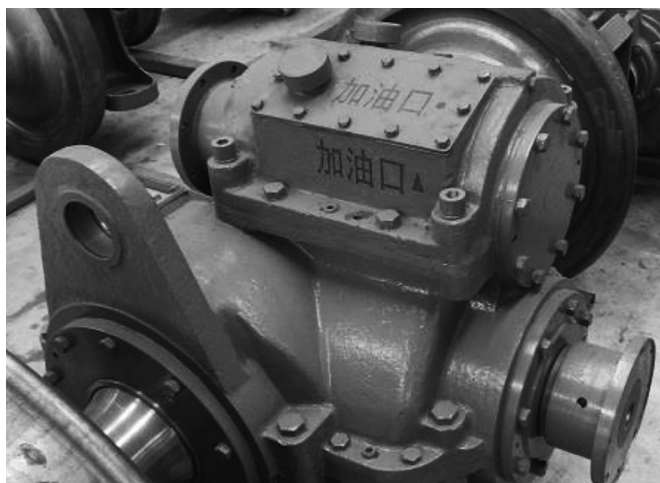


图 5 成品组装图

工, 由于该孔位于箱体内部, 距离端面有 400mm 长, 导致镗刀杆直径小长度长, 在加工中极易产生震颤, 在不断地试验和摸索中发现加工时通过高转速, 少给进的办法可以解决该问题。

4 结语

通过对图纸的深入了解分析和对加工工艺的不断优化改进中完成了齿轮箱箱体的数控加工。我们在试制过程中积累了宝贵的经验, 总结出切实可行的加工工艺, 齿轮箱箱体的数控加工过程, 从公司目前的设备和技术来说是一次摸索的过程, 希望以后能够为类似的产品加工提供一些可供参考和借鉴的经验。

参考文献:

- [1] 陈家芳.《实用金属切削加工工艺手册》[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2011.
- [2] 陈宏钧.《金属切削工艺技术手册》[M]. 北京: 机械工业出版社, 2013.
- [3] 张益芳.《金属切削手册》[M]. 北京: 上海科学技术出版社, 2011.

作者简介: 王波 (1981.01-), 男, 汉族, 陕西西安人, 大学本科, 工程师, 研究方向: 数控加工。