

## 箱体类零件深沟槽加工工艺优化

曹益民 吴国圣 蒋宇锋

常州中车铁马科技实业有限公司, 江苏 常州 213011

[摘要]文中通过分析箱体类零件(安装座)的结构特点,并对目前加工不合理的现状进行分析,采用电脉冲辅助加工的方式,有效解决深沟槽难加工的问题,提升产品的质量,同时为了解决加工后沟槽尺寸难测量的问题并验证新工艺的效果,通过设计沟槽检具的方式完成了工艺验证。

[关键词]安装座;沟槽加工;电脉冲;检具

DOI: 10.33142/ec.v5i4.5865

中图分类号: TH162

文献标识码: A

## Optimization of Deep Groove Processing Technology for Box Parts

CAO Yimin, WU Guosheng, JIANG Yufeng

CRRC Changzhou Tech-Mark Industrial Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 213011, China

**Abstract:** By analyzing the structural characteristics of box parts (mounting base), and analyzing the current situation of unreasonable processing, this paper adopts the method of electric pulse assisted processing to effectively solve the problem of difficult processing of deep groove and improve the quality of products. At the same time, in order to solve the problem of difficult measurement of groove size after processing and verify the effect of the new process, the process verification is completed by designing groove inspection tool.

**Keywords:** mounting seat; groove processing; electric pulse; inspection tool

### 引言

车钩作为列车运行的关键部件,连接两个车厢,起到缓和冲击的作用,其稳定性、可靠性对列车安全运行起到至关重要的作用。安装座是车钩的重要零件,安装座通过装车螺栓与列车车厢相连,是主要的承力构件,所以安装座的性能和质量对列车安全具有重要的影响。它的加工品质和产能,直接决定了我们的产品能否在未来的国产化转型中,获得较高的市场占有率。

### 1 安装座在机加工过程中的问题分析

#### 1.1 安装座形状结构复杂,深沟槽加工难点分析

(1) 安装座本体结构复杂,加工面较多,尺寸要求高,特别是内腔轮廓很难加工,对工艺路线的选择要求高。开发试制初期,内腔两侧的“U型槽”加工方案一时陷入了困境,由于其结构特殊(如图1、2、3所示),使用加工中心一次加工到位,刀具和设备存在干涉,显然是无法满足的。后经过分析讨论使用立加和卧加结合的方法加工;



图1 安装座结构图



图2 安装座U型沟槽结构图

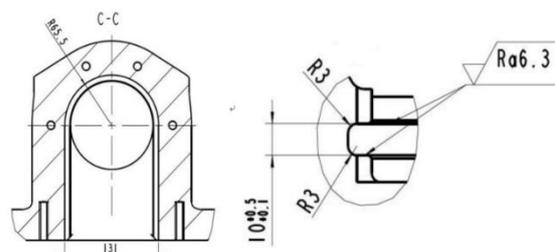
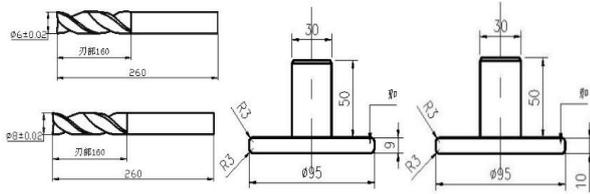


图3 安装座U型沟槽尺寸图

(2) 根据安装座的加工特点和加工质量要求,安装座沟槽需加工沟槽 $10_{+0.1}^{+0.5}$ 、圆角R3、槽开档尺寸为131、沟槽分由垂直深为 $150_{+0.07}^{+0.5}$ 和R65.5半圆槽组成。涉及到的加工部位位于安装座两侧,根据安装座结构特点,目前沟槽加工工艺路线主要为立加1→立加2→卧加1→卧加2,其中立加1通过 $\Phi 8$ 铣刀铣槽深到90mm,立加2用 $\Phi 6$ 铣刀精铣到位,卧加1和卧加2分别通过定制两把的盘铣刀精铣沟槽R65.5到位,使用的刀具结构(如图4和5所示)。


**图4 加工刀具尺寸图**

**图5 加工刀具实物图**

目前的加工方式缺点主要有：

①定制立铣刀刀刃过长，铣槽深到 90mm，加工过程极易震刀、崩刀，往往加工一件产品需要更换很多次刀具；

②加工效率极低，为了防止崩刀，牺牲切削量和进给量，影响加工效率；

③沟槽加工质量存在很大问题，由于刀具过长刚性差，R3 的圆角一直很难加工到位，尤其是在根部位置。再加上立加加工沟槽长度过深及盘铣刀接刀痕的影响。后续组装时，极易造成导向板组装过程发生干涉现象，成品合格率极低，常常需要反复打磨。

在科研阶段一两件产品（试验件）还能这样勉强做做，但是一旦小批（成品）需求时，这样加工方式完全无法实现。

### 1.2 加工过程 U 型沟槽形位尺寸无法正常测量

由于安装座沟槽轮毂自身的结构特点，就只能使用卡尺进行简易测量，尤其是 R 角就更加无从量起了，质量一时很难保证相当盲目。加工过程尺寸的偏差，造成后期导向板组装缓冲器组件时极易发生干涉现象，只能在现场进行打磨通过红丹粉修配，由于导向板组件很是笨重，需要来回的吊装，严重影响现场组装效率。修磨过程中由于没有检测量具，盲目的操作时常将 U 型沟槽尺寸打磨过大或者两侧沟槽位置度超差，导致装配间隙过大或无法组装的情况，迫使安装座的零件报废。当时 U 型沟槽的加工及测量问题，已经严重影响产品交付进度。

## 2 针对以上问题采取的改进措施

### 2.1 梳理加工工艺路线，增加电脉冲辅助加工的方式，改良现有刀具刚性不足的加工难问题

(1) 结合现有的成型加工方式，当时考虑使用电脉冲的加工形式替代现有的机加工模式。在电脉冲是指在一定介质中，通过工具电极和工件电极之间的脉冲放电的电蚀作用，对工件进行加工的方法。电脉冲加工相比现有的机械加工方法，主要优势有 4 点：

①电脉冲放电的能量密度高，利于普通的机械加工方

法难于加法和无法加工的特殊材料和复杂形状的工件，不受材质硬度影响，不受热处理状况的影响；

②脉冲放电持续时间极短，放电时产生的热量传导扩散少，材料受热影响范围小；

③加工时，工具电极与工件材料不接触，两者之间的宏观作用力极小，工具电极材料不比被加工材料硬，因此电极制造较容易；

④可以简化加工工艺，提高工件的使用寿命，降低工人的劳动强度。

但是电脉冲的加工效率极低，形位尺寸也难以精准控制，一般有装配要求的不建议一次成型。

(2) 通过对安装座结构特点、原有加工工艺路线及安装座沟槽加工过程进行分析，为了解决加工沟槽长度过深及盘铣刀接刀痕的影响，在原有沟槽加工的工艺路线的基础上添加了电脉冲辅助加工（如图 6 所示），有效解决沟槽过长的问题。考虑到电腐蚀较慢的特性，在缩短刀具长度有效保证刀具刚性的前提下，改进原来的加工工艺过程，改为立加 1→立加 2→电脉冲→卧加 1→卧加 2，沟槽垂直深度由原来立加加工 90mm 更改为精铣到 50mm，用电脉冲方式加工余下 40mm 深度，再利用盘铣刀卧加完成全部沟槽的加工（加工效果如图 7 和 8 所示）。


**图6 电脉冲辅助加工状态图**

**图7 电脉冲加工成品图**

**图8 卧加后的成品图**

## 2.2 根据此U型沟槽尺寸结构特性,制作测量对比检具

根据往年的工作经验(现场对非标检具的运用),结合零部件的结构特征、组装尺寸要求,设计自制了两块“模拟导向板检具”(如图9所示),用于测量U型沟槽轮廓尺寸,检具外部轮廓完全按照导向板成品零件设计(其他尺寸考虑辅助件和油漆的厚度),保证检具结构稳定性的前提下尽可能的降低检具重量,现场操作便携。另外考虑两侧U型沟槽的形位尺寸,模拟实际组装过程,设计“模拟缓冲器组件检具”(如图10所示),通过两个“模拟导向板检具”装在“模拟缓冲器组件检具”两侧进行组合的方法,将吊具吊装入安装座内,验证U型沟槽有无干涉现象。

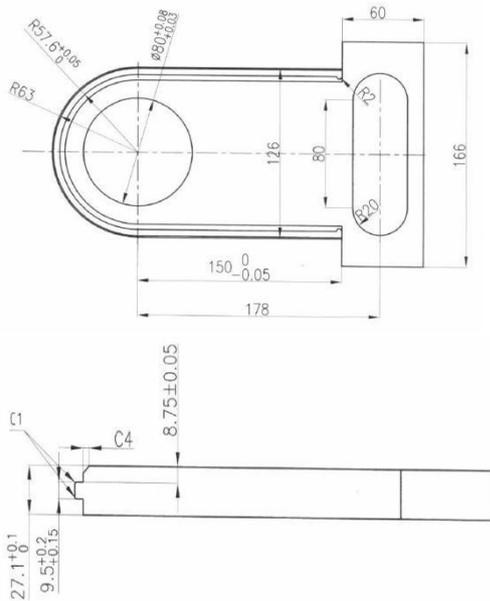


图9 模拟导向板检具设计图

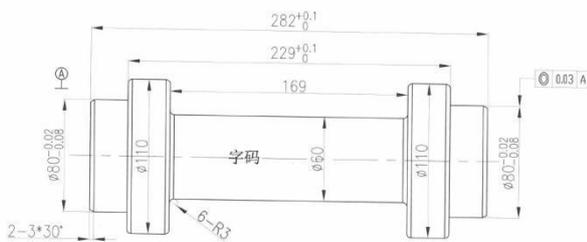


图10 模拟缓冲器组件检具设计图与实物图

## 3 通过小批量试制验证改进的稳定性,及后续持续改进情况

经过工艺路线的调整优化,检具的设计制作,并对15件安装座进行小批量的加工试验,最终得出以下优点:

(1)原先由于工艺路线不合理、刀具的刚性差、无检具等系列问题导致质量不可控,组装返工率是100%。优化后,缩短了刀具长度,通过检具有效控制尺寸,一次合格率达到98%,组装过程零返工;

(2)原先由于加工深度过深(90mm),定制的6mm铣刀刚性差,往往加工一件产品需要更换2-3次铣刀,改进后1把铣刀能加工8件。一把铣刀按400元计算,原先一件产品光此一种刀具的费用就在800元左右,改进后仅为50元,刀具成本节约明显;

(3)通过自制检具的辅助测量,弥补了原先在机床上无法测量的弊端。很好的避免了因为尺寸无法测量而导致的盲目加工,再也不需要在组装过程中,进行反复拆装打磨修配。最大程度上杜绝了因尺寸、轮廓形状加工不到位而导致的零件返工和报废。

经过此次的验证也暴露出一些缺点:

由于数控加工与电脉冲辅助加工相结合,还是会存在细微的过渡痕迹,虽然能满足现有的组装要求,但是表面状态不佳,需要略微的打磨;改进后,工序不集中增加了物料的搬运与加工费用,对于今后大批量的生产、成本的控制上还需继续优化。

通过本次的验证,后面我们项目组会对U型沟槽的结构进行分析,在满足装配要求的前提下改进零件尺寸设计,优化工艺路线。

## 4 结论

本文针对现有安装座沟槽机加工过程中存在的效率低、易崩刀以及沟槽质量缺陷的问题,从产品加工要求入手,梳理加工工艺,对存在的问题进行逐条优化,并通过电脉冲辅助加工,有效解决沟槽难加工的问题。针对沟槽尺寸难检测的问题,通过设计检具的方式模拟组装过程,经过长期验证,可有效避免之前存在的一系列问题,提升产品制造效率。

### [参考文献]

- [1]陈兴和,周益军.机械制造工艺与专用夹具设计[M].江苏:江苏大学出版社,2014.
- [2]陈国治.机械制图实训教程[M].北京:清华大学出版社,2011.
- [3]黄如林.金属加工工艺及工装设计[M].北京:化学工业出版社,2006.

作者简介:曹益民(1986.9-)男,徐州工业职业技术学院,数控技术与应用,常州中车铁马科技实业有限公司,班组长,加工中心调整工高级技师。