

航空飞机起落架产品典型深孔型腔的加工

Machining of Typical Deep Hole or Cavity for Aircraft Landing Gear

中航工业飞机起落架有限责任公司燎原分公司 李志栋

[摘要] 针对起落架产品涉及到的典型深孔及型腔,通过归纳和总结,并以具体实例的形式进行了说明,对于大型结构深孔及型腔的加工,提高表面质量和效率,具有非常重要的参考价值。

关键词: 飞机起落架 深孔型腔 成形刀具

[ABSTRACT] The machining of the typical deep hole or cavity of landing gear is concluded and summarized with practical cases, which is the important reference for enhancing the surface quality and machining efficiency.

Keywords: Aircraft landing gear Deep hole cavity Forming tool

随着科学技术的进步和航空工业的快速发展,对产品功能与性能的要求也日趋多样化,使得产品结构越来越复杂。同时,随着我国大型模锻件锻造技术的日趋成熟,各类飞机零部件尤其是飞机起落架零件由拼焊结构转变为整体锻件结构,大大提高了产品的性能及寿命。

飞机起落架主要承担着飞机的起飞和降落,是各类飞机的关键部件之一,其性能要求特别高。近年来,各种新材料的整体锻件在飞机起落架上得到了广泛的应用,使得这些结构件的加工难度很高。尤其是大型锻件的深孔型腔加工技术一直是飞机起落架产品加工的难点和瓶颈,怎样实现特殊结构的深孔型腔高效加工仍然是我们需要努力的目标。作者针对多年深孔加工工艺技术的研究,总结出了几种典型结构的深孔加工技术,以便与各界同行共同探讨。

1 工艺分析

1.1 典型结构

大型起落架常见的典型深孔型腔结构有以下6种,如图1所示。

1.2 机械加工艺分析

常见结构件内孔有通孔和盲孔2种结构,对于内孔为通孔的两端都较开敞的工件,加工时采用常规的车削

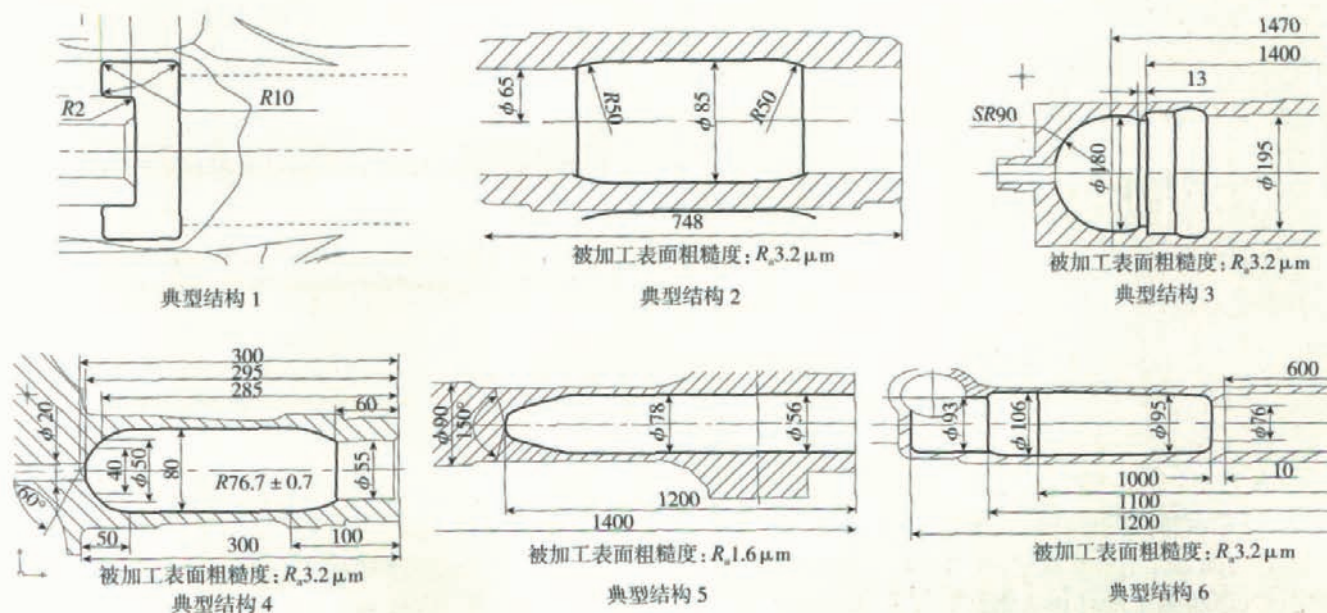


图1 典型深孔型腔结构

Fig.1 Typical machining of deep hole or cavity

加磨削工艺能够满足要求,加工工艺比较简单,不再赘述。本文主要对盲孔和内孔结构比较复杂的深孔(见图1典型结构)加工工艺进行分析,总结加工方案。该类结构的特点主要是封闭、长径比大、孔径落差大和型面复杂等,采用常规加工工艺无法保证加工质量。

目前,常见的复杂深孔型腔加工主要有以下几种方法:

- (1)成形刀加工法;
- (2)电解法;
- (3)基于BGTB(一家专门设计深孔型腔加工刀杆的公司)深孔型腔镗;
- (4)采用减振镗刀杆镗削加工;
- (5)复合加工。

2 加工策略

2.1 典型结构 1 和典型结构 2

该类结构相对开敞,可用减振镗杆镗削加工,如图2所示。典型结构2还可以通过电解加工。

2.2 典型结构 3 和典型结构 4

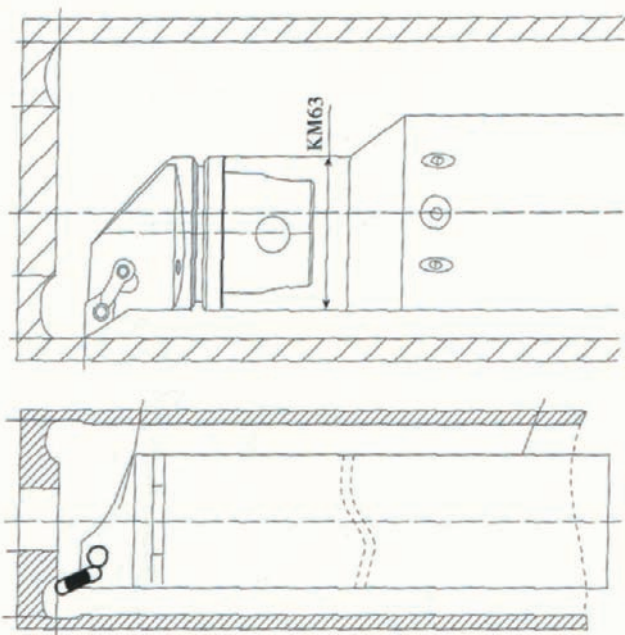


图2 减振镗杆镗削加工
Fig.2 Machining with vibration-reducing boring bar

该类结构复合型面多,采用单一加工方式无法一次完成,通常需要采用复合加工方案。先由深孔镗粗加工至适合型面加工的最佳状态,采用成形刀具镗型面。镗型面时,以粗加工的孔作为镗钻引导孔,如果型面加工质量要求高时,需要对引导孔进行精加工,确保型面加工的质量和粗糙度。型腔加工后遗留型面及其余尺寸

由减振镗杆按程序加工。

2.3 典型结构 5

该深孔及型腔结构相当开敞,但型面复杂,粗糙度要求高,普通加工无法满足要求。实际生产中,通过多种方案和大量切削试验,只有通过专用成形刀具,在合适的切削参数下一次成形加工。加工前充分完善专用刀具、机床及附件、切削液等多种因素。

2.4 典型结构 6

型腔孔径落差较大,型面复杂。减振镗杆镗削及电解等加工难度很高,加工效率低,表面质量差。目前该类典型结构采用BGTB深孔型腔镗先进工艺技术,其所用加工刀杆为专用镗杆。该加工方案适用于通孔和盲孔2种情况,一方面,加工方式可以分段逐层“拉镗”引导孔,在分段处采用刀轨交叉重叠的办法来消除接痕,退刀时光孔,减少工件与刀杆的摩擦;另一方面也可以将“拉镗”方式改为“推镗”。工件加工过程中镗头进入到切削加工区域时,起动高压油泵,强迫合金支撑自动与引导孔贴合对中,有效地弱化了对BGTB型腔镗系统刚性的要求。另外工件高速旋转时,镗头上的合金支撑、胶木支撑和工件之间形成极压润滑油膜,降低摩擦振动,提高工件表面粗糙度在 $R_a=1.6\mu\text{m}$ 以下,同时能够有效校正引导孔偏心,确保深孔直线度要求。

加工工艺流程:加工基准→粗加工深孔余量→数控车用上AK-NC专用镗杆精加工内孔及型腔→后续工序。

加工原则:按照BGTB型腔镗加工原理分段实施加工,加工原理及步骤如图3所示,步骤1和2加工型腔低平面;步骤3加工内侧型腔,并为第2处型腔做准备,即加工出落刀槽和退刀槽;步骤4反拉完整型腔,同时为后续孔加工制出落刀槽或退刀槽。

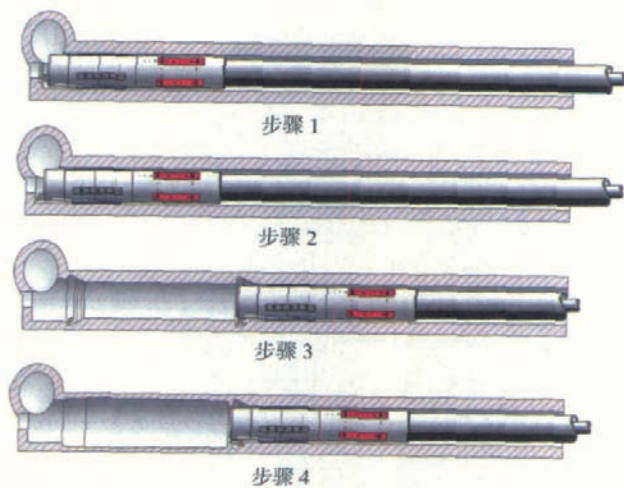


图3 型腔加工步骤
Fig.3 Machining step for cavity

(下转第80页)

H7/r6,估算得补偿量为 $\Delta=-80\mu\text{m}$,对已推理出的配合类型进行补偿后得到的结果为 H7/s6。

5 应用举例分析

利用 .NET2003+CAA 为开发工具,按照上文设计方法在 CATIA V5R17 平台上开发零件配合设计工具,并集成于 CATIA 工程图模块中。现以一齿轮装配设计为例进行实例应用,齿轮采用齿圈和轮蕊过盈连接的方式组合,齿圈材料为 40Cr,轮蕊材料为 ZG200-400,其结构尺寸如图 2 所示。

按图 3 方法启动设计工具,根据使用要求和实际情况,在对话框中输入初始条件(见图 4),经计算机推理得到最合适的配合类型为 H7/s6 或 S7/h6,与实际情况

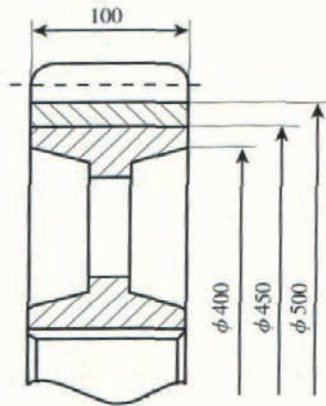


图2 齿轮结构示意图
Fig.2 Structure of gear

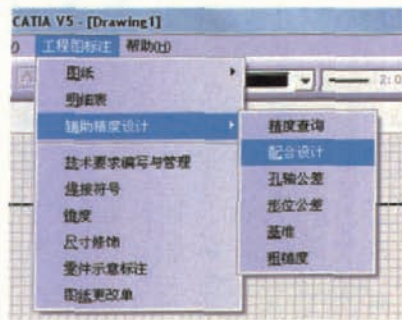


图3 工具菜单
Fig.3 Tool menu



图4 用户输入证据
Fig.4 User input evidences

基本相符。

参考文献

[1] 杨将新,吴昭同.零件配合设计的模糊专家咨询系统.机械工程学报,1997,33(4):44-49.
 [2] 刘玉生,曹衍龙.ToIRM:面向三维CAD的公差建模系统.计算机辅助设计与图形学学报,2006,18(8):1179-1184.
 [3] 罗哉.精密机械中孔轴最佳热配合理论及应用研究[D].合肥工业大学,2005.
 [4] 胡洁,熊光楞.基于变动几何约束网络的公差设计研究.机械工程学报,2003,39(5):20-26.
 [5] Davidson, Mujezinovi. A new mathematical model for geometric tolerances as applied to round surfaces. Journal of Mechanical Design, 2002,24:609-622.
 [6] 谢庆生.机械工程模糊优化方法.北京:机械工业出版社,2003.
 [7] 方昆凡.公差与配合实用手册.北京:机械工业出版社,2006.
 [8] 张帆.互换性与几何量测量技术.西安:西安电子科技大学出版社,2007.

(责编 玉龙)

(上接第 74 页)

参考文献

[1] 戴秀梅,何枫.高强度沉淀硬化不锈钢在飞机上应用.航空材料学报,2003(23)增刊:280.
 [2] 胡创国,张定华,任军学,等.开式整体叶盘通道插铣粗加工技术的研究.中国机械工程,2007,18(2):153-155.
 [3] Li Y, Liang S Y, Petrof R C, et al. Force modelling for cylindrical plunge cutting. Int. J. Adv. Manuf. Technol. 2004 (16):863-870.
 [4] 秦旭达,赵剑波,张剑刚,等.基于回归法的钛合金(Ti-6Al-4V)插铣铣削建模分析.北京工业大学学报,2006,32(8):737-740.
 [5] 皮克纳,伯恩斯坦.顾守仁译.不锈钢手册.北京:机械工业出版社,1987:300-303.
 [6] 邱轶兵.试验设计与数据处理.北京:中国科学技术出版社,2005:151-159.

(责编 岩石)

(上接第 76 页)

3 结束语

深孔及型腔的加工在起落架产品上应用非常广泛,在整个加工流程中占据重要地位,是提高机械加工效率,缩短加工周期的关键环节之一。随着科技的发展,整体锻造技术的应用及产品性能不断提高,深孔及型腔的加工难度越来越高,加工策略多种多样,但深孔加工原理相似。国内近年来通过引进和项目开发,逐步掌握了一些深孔加工的关键技术,整体技术得到了很大的发展。但深孔加工技术还需要不断改进和提高,从整体上提升加工能力。本文通过分析和汇总,提炼出了飞机起落架零件典型深孔及型腔的加工策略,对行业的发展和改进有着非常重要的意义。

(责编 玉龙)