

浅析加工曲轴法兰中心孔

耿小方, 梁卓, 陈健

上汽通用五菱汽车股份有限公司青岛分公司 山东青岛 266555

摘要: 介绍了加工曲轴法兰中心孔的方法, 设计了可调法兰刀柄, 以保证法兰中心孔直径尺寸的稳定性。

关键词: 曲轴; 中心孔; 可调法兰刀柄

1 序言

发动机是汽车最关键的部分, 曲轴是发动机的主要旋转零部件, 其轴颈的尺寸精度和表面质量直接决定了曲轴运行时的稳定性、磨损和噪声。因此, 曲轴的加工精度是决定发动机性能好坏的关键。

曲轴中心铰孔用来安装输入轴承, 而输入轴承用来连接发动机和变速器, 起导向作用, 所以对中心孔的精度要求高, 进而对加工工艺及设备的加工能力要求也非常高。

2 中心孔加工工艺

发动机工厂二期曲轴生产线生产1.2L和1.5L的

四缸铸铁曲轴, 设计产能为23万件/年, 于2014年8月正式投产。

OP100工位主要用于精铣键槽、发信盘螺纹孔及铰中心孔, 采用德国美格(MAG)单主轴HSK63刀柄的卧式加工中心, 机床加工过程中定期通过意大利马波斯(Marposs)测头对机床夹具进行补偿。曲轴法兰中心孔用来安装曲轴齿轮箱输入轴承, 其精度要求高, 加工公差只有13 μ m。行业内中心孔、导向孔的加工工艺一般分两种, 一种是通过磨床对孔进行精磨, 另一种是通过精铰加工。本公司采用的是第二种, 即通过加工中心使用铰刀对孔进行精铰加工, 以下为曲轴生产线工艺流程图(见图1)。

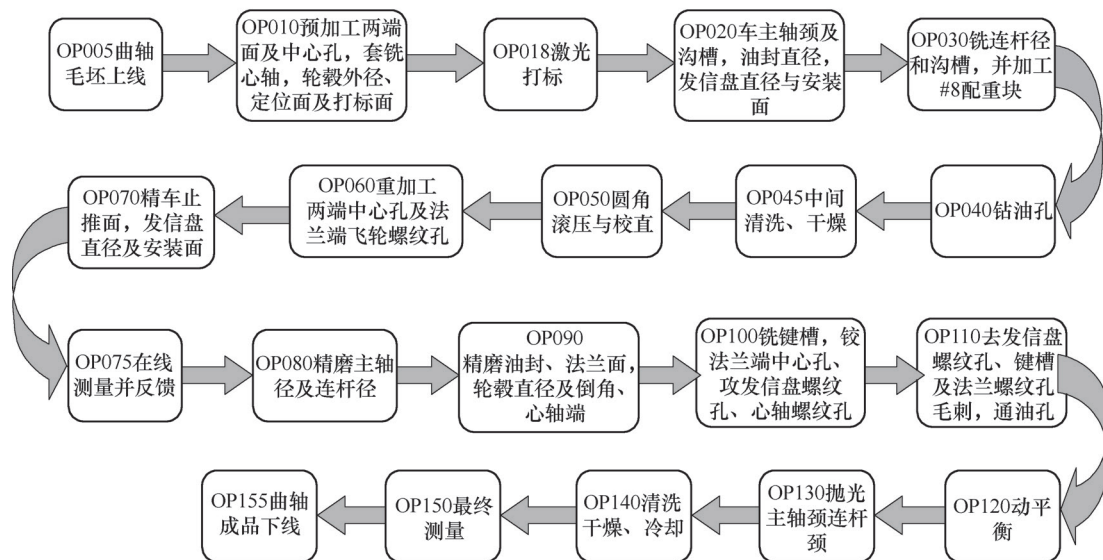


图1 曲轴生产线工艺流程图

3 现状调查

自曲轴生产线二期B15机型投产以来，曲轴法兰中心孔直径频繁出现超差，导致下线合格率（FTQ）低（见图2），影响生产线的输出及下线的报废指数（见图3）。

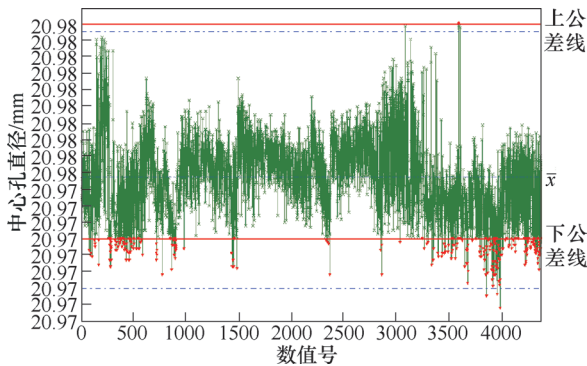


图2 下线超差数据

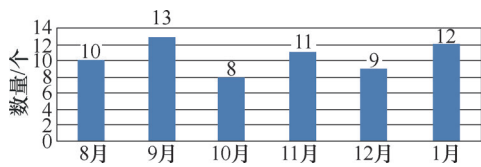


图3 法兰中心孔报废数据

4 原因分析

当前加工法兰中心孔刀具采用普通液压刀柄夹持、导条式单刃铰刀，可调整悬伸量，不可调节刀具跳动，曲轴法兰中心孔的公差为H6级，所以只靠单刃铰刀的加工精度（H8~H7）无法满足加工要求。加工尺寸要求为 $\phi 20.976 \sim \phi 20.989 \text{ mm}$ （公差为 $13 \mu\text{m}$ ），普通液压刀柄的跳动公差+刀具的调节公差+机床主轴的跳动 $> 13 \mu\text{m}$ （见图4），换刀时及主轴跳动变差时易导致加工尺寸不稳定，造成法兰



a) 普通液压刀柄跳动公差 $6 \mu\text{m}$ b) 刀具调节公差 $2 \mu\text{m}$ c) 主轴跳动公差 $15 \mu\text{m}$

图4 加工跳动

中心孔直径超差。

5 解决对策

在机械制造工艺中，铰削是一种被广泛使用的加工方法，尤其是在批量生产中，它是一种精加工或半精加工的方法，被作为精密零件的中间加工工序来使用。但是在实际应用中，铰孔加工的缺点及问题明显，且不易被解决。主要问题是被加工孔的形状、误差不易控制，孔内易划伤，精密零件孔的尺寸不易保证，特别是细长孔铰削加工，上述问题更加严重。

当前法兰中心孔的导向孔主要由两种刀具进行加工，一种为多刃铰刀（见图5），一种为单刃导条刀具（见图6）。两种刀具加工法兰中心孔各有优缺点，对两种铰削工艺优、缺点进行对比，多刃铰刀工艺的优、缺点见表1，单刃导条刀具工艺的优、缺点见表2。

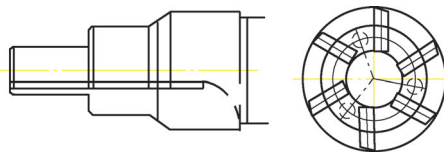


图5 多刃铰刀

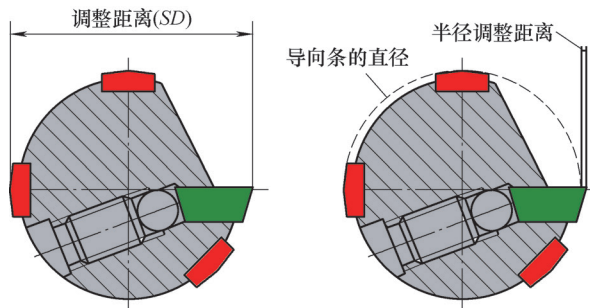


图6 单刃导条刀具

表1 多刃铰刀工艺的优、缺点

优点	切削速度高
	设计简单而可靠
	易于操作
	可以重磨（只对于无涂层情况而言）
	安装使用的错误一般不会导致刀具彻底损坏
缺点	刀夹加工寿命高
	加工孔的质量稍微差些
	阶梯孔的加工会有限制
	通常只有 PCD 铰刀
	不能加工系列孔和高同轴度要求的孔

表2 单刃导条刀具工艺的优、缺点

优点	孔的质量非常好
	直径可以调节
	可以做非常复杂的阶梯孔
	只有刀片是损耗体
	可用于半精加工、精加工
缺点	与多刃铰刀相比，切削速度低
	操作复杂
	错误的刀具调整很容易导致刀具彻底损坏
	加工寿命低

以单刃导条刀具在法兰中心孔加工中的应用为例，单刃导条刀具切削与导向两部分分开，由铰刀上的两个不同部分来承担。刀具上的1个切削刃（刀齿）和3个导向块，在径向剖面上构成了“三点成一个圆”的定位原理，如图7所示。刀具切入工件后能自行导向，因而有可能加工出较高的尺寸精度和几何精度，尺寸精度可达H8~H7级，表面粗糙度值 $Ra < 1.6\mu m$ （与镗孔加工类比推出）。切削时，如果有条件，可用较大压力供给切削液，还可提高铰孔速度，提高加工效率。

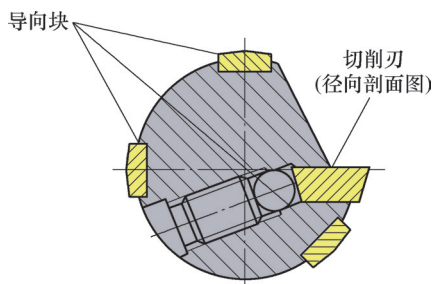


图7 单刃导条刀具结构

综合分析，曲轴法兰中心孔直径不稳定的主要影响因素是刀具与主轴的配合问题。由于法兰中心孔直径尺寸公差小，且要求严格，使用常规普通液压刀柄与主轴进行配合，累计公差超过尺寸公差要求，所以不同刀具与主轴之间配合后的跳动不稳定，换刀后容易导致加工中心孔直径超差。解决法兰中心孔直径不稳定的问题，需解决刀具与主轴之间的配合问题。

针对刀具与主轴配合后，刀具加工跳动变大的问题，可制作专用刀具，使刀具可以在跳动方向调整。该刀具的可调刀柄分为两部分（见图8），由8个螺钉进行固定，用于调节刀具的跳动。将刀具安装在主轴上测量刀具的跳动，可将刀具在主轴上的跳动调整至 $3\mu m$ 以内，刀具只使用在此机床上，并

定期检查刀具在主轴上的跳动，若跳动超差，则进行跳动调整，直至跳动满足加工要求。

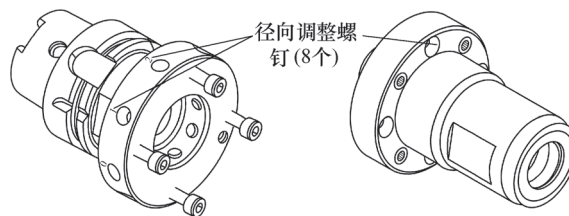


图8 可调刀柄

6 效果检查

改进加工法兰中心孔用刀具后，对该刀具进行固定，且定期在机床上测量刀具跳动。如果出现超差，就及时进行调整，改善效果比较明显。

1) 法兰中心孔直径稳定性明显得到改善，超差比例由5%左右降低至1%以下（见图9、图10）。

2) 提升刀具寿命，降低换刀的次数和换刀检查时间，减少疲劳强度，提高机床综合利用率。

3) 弥补了主轴跳动变大带来的影响，减少主轴的更换频次。

4) 推广运用于其他领域，解决了法兰中心孔加工不稳的问题。

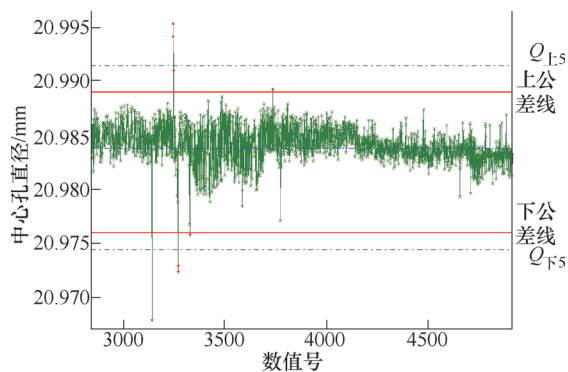


图9 法兰中心孔直径下线数据

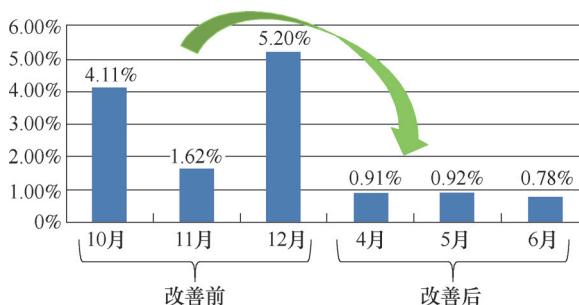


图10 法兰中心孔直径超差比例对比

标准麻花钻的刃磨技巧与口诀

钱锋

杭州萧山技师学院 浙江杭州 311201

摘要：通过教学实践的总结，归纳出简单实用的刃磨口诀，并对刃磨质量做出分析，方便初学者掌握标准麻花钻的刃磨技巧。

关键词：麻花钻；刃磨；口诀

1 序言

虽然现代化企业中大量使用高精度一次性刀具，但中小直径麻花钻的手工刃磨还是比较普遍，特别是在小批量、单件生产中，作为钳、车和数控等操作人员，熟练掌握麻花钻的刃磨更是一项重要的基本功。

标准麻花钻刃需要刃磨2个主后刀面，刃磨面为圆弧面，刃磨后形成3条刃（1条横刃、2条主切削刃）和3个角（顶角 $118^\circ \pm 2^\circ$ 、横刃斜角 $50^\circ \sim 55^\circ$ 和外缘处后角 $10^\circ \sim 14^\circ$ ），且要求2条主切削刃高度尽量相等，属于手工刃磨难度最高的刀具之一。

在刃磨前必须充分了解标准麻花钻的正确角度，可以找一支较大的新钻头作为样本，仔细观察其结构和角度，在刃磨过程中不断与其比对，随时纠正。

2 刃磨口诀与要领

对于新手，不要急于开机刃磨，应先找一个类

似砂轮的圆盘零件或在静止的砂轮机上，按照“一角二平三动作”的口诀进行模拟练习。

1) “一角”即 60° 角。是钻头轴线与砂轮外面母线呈 60° 角，也就是麻花钻顶角 $118^\circ \pm 2^\circ$ 的一半。如果对角度没概念，可以用角度尺测量。一定要牢记并控制这个角度，整个刃磨过程中此角度始终保持不变，是刃磨麻花钻保证刃角正确的前提条件。

2) “二平”是指将钻身和主切削刃放置水平。右手在前，手指前端捏在麻花钻螺旋槽处，麻花钻头部露出20mm左右。左手在后，手指捏住钻柄，右手手指靠在托架上（砂轮机托架调至砂轮中心高度），将钻身摆放水平，然后旋转麻花钻至主切削刃处于水平位置。

刃磨过程中，应确保钻头主切削刃始终处在高于砂轮中心线的位置。在开始刃磨前摆放好正确位置，做好“一角二平”，是正确刃磨麻花钻必须要做好的前提条件。

7 结束语

曲轴作为发动机的核心部件，其尺寸精度要求也是发动机零部件中要求最高的，而法兰中心孔作为发动机与变速器连接的主要部位，精度要求非常高。在曲轴加工中对于一些公差小的尺寸，如果传统刀具与机床配合无法保证工件加工尺寸的精度，需使用专用刀具与主轴进行配合以满足产品尺寸公差要求。

参考文献：

- [1] 刘继安. 单刃铰刀加工可靠性分析[J]. 工具技术, 1992 (7) : 22-24.
- [2] 刘龙田. 铰孔技术的研究及应用[J]. 制造技术与机床, 2014 (4) : 97-100.
- [3] 周贤军, 刘裕安, 陈安思. 曲轴法兰中心孔跳动工艺改进[J]. 现代零部件, 2014 (3) : 62-63.

MW 20210302