

MAN柴油机深孔加工刀具

■ 潍柴重机股份有限公司（山东潍坊 261108） 刘桂行 于晓凯

摘要：为了高效率、高质量地完成L32/40、L27/38机体中10~20倍径深孔的加工，设计并制作了深孔加工刀具——自定心深孔钻，该刀具最大钻深可达20倍径，远超高迈特KUB深孔钻10倍孔径的加工范围。在通用加工中心上，该刀具无需预钻底孔，可一次完成深孔加工，加工效率高，是枪钻加工效率的2.2倍。

近几年，随着潍柴集团的不断发展，先后以许可证生产的方式从MAN公司引进了L32/40、L27/38、L21/31和L16/24四种系列机型，其中L32/40、L27/38系列机体作为自制件进行生产。

在L32/40、L27/38机体中，出现了许多 $10 < L/D < 20$ 的深

孔，例如副油道孔、贯穿螺栓孔及缸盖螺栓孔等，直径为30~55mm。这部分深孔的加工工作量占整个机体钻孔工作量的60%以上，如何高效率、高质量地完成这部分深孔的加工，成为衡量工艺人员技术水平高低、加工工艺是否先进的一个重要依据。

1. 现有深孔加工方案

在孔加工技术领域，孔加工分为深孔加工和浅孔加工。一般规定孔深 L 与孔径 D 之比 >5 的孔称为深孔，孔深 L 与孔径 D 之比 <5 的称为浅孔。

在通用加工中心上， $L/D < 10$ 倍径的深孔加工，可采用深

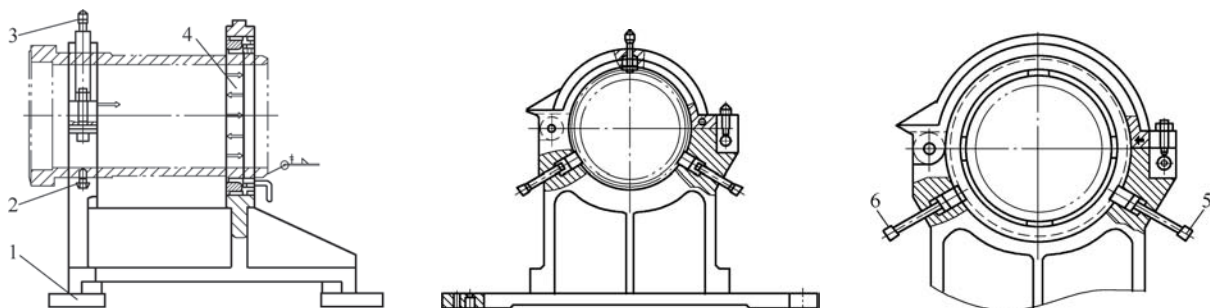


图 3

1.基体 2、3、5、6.前、后端可调节顶紧机构 4.弹簧涨圈

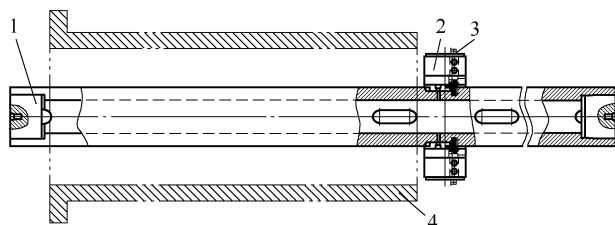


图 4

1.镗杆 2.刀架 3.镗刀 4.工件

3. 结语

通过对上述两种方法的运用，明显提高了套筒类工件内孔的加工质

量，保证了工厂的生产任务。

参考文献：

- [1] 机械设计手册编委会. 机械设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，2004.
- [2] 朱耀祥，浦林祥. 现代夹具设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，2010.

MW（收稿日期：20160223）

孔钻，比如高迈特的KUB深孔钻，该刀具具有自定心功能，可一次完成深孔加工，进给速度达120mm/min。

在通用加工中心上， $L/D > 10$ 倍径的深孔加工，一般采用麻花钻或枪钻加工（其他加工方式，如BTA单管钻、喷吸钻等，对机床系统及内冷系统有特殊要求，在通用设备上不适合，本文不再介绍）。我厂采用枪钻技术，在落地镗铣加工中心上进行加工：①用钻头预钻底孔，直径留余量2mm。②用半精镗刀镗孔，直径留余量0.3mm。③用精镗刀镗孔，其直径比枪钻的直径大0~0.03mm。④用枪钻，以精镗孔为导向进行加工。

用上述技术加工深孔，需要4种刀具，其中前3种用于引导孔加工，依次为钻头、半精镗刀及精镗刀，最后1种为枪钻。本技术在满足加工要求的同时，具有以下缺点：①加工深孔所用刀具数量多，增加刀具的采购成本。②预加工引导孔，延长深孔总加工时间。③枪钻切削速度慢，加工效率低。由于枪钻结构刚度和扭转强度低，使其使用的钻削速度降低，进给量较小，总体加工效率较低，对于直径为30~55mm的深孔，采用的进给速度通常在F60左右。④枪钻返修、刃磨难度高。由于枪钻结构为不对称形状，质心偏离中心，枪钻刃磨时，必须在万能刀具磨床或专用刃磨机床上，将枪钻装在专用夹具上进行刃磨，必须保证正确的几何角度和刃尖位置，这给刃磨和后期质量检测都带来一定的困难。

为了高效率、高质量地完成好10~20倍径深孔的加工，需要在现有加工技术的基础上，不断试验、不断探索，开发出新的深孔加工刀具。

2. 10~20倍径深孔钻的设计及结构

设计并制作出如图1所示的深孔钻，该深孔钻属于内冷外排屑方式，切削液通过中空的钻杆内部，到达钻头头部进行冷却润滑，并将切屑从钻头及刀杆外部的螺旋槽排出。该刀具最大可加工20倍径的深孔，远超高迈特KUB深孔钻10倍径的加工范围。

该深孔钻由刀杆、钻头和刀柄组成。刀杆与钻头采用过定位刚性联接，由螺钉把两者紧固。

(1) 刀杆。刀杆为一体结构，通过复杂的工艺加工完成，为深孔加工提供进深支持。刀杆需要具有足够的强度、刚性，以便在较小的扭转变形下，提供切削所需的转矩，同时又具有足够的韧性，减轻刀具高速旋转时产生的振动。在保证刀杆具有足够的强度和刚性下，杆身两侧的排屑槽、内部的水孔尽量做大，便于钻孔时的冷却润滑及切屑排出。在前期的工艺试验中，试验了40Cr、GCr15等材料，这两种材料制作的刀杆，使用中会出现碎裂现象，初步分析发现刀杆的热处理硬度过高，在长时间的振动作用下，刀杆失效。后来，采用20CrMnTi，该材料是性能良好的渗碳钢，经渗碳淬火后具有

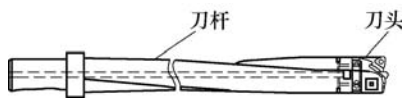


图1 深孔钻示意图

硬而耐磨的表面与坚韧的心部，具有较高的低温冲击韧性。经测定，本次制作的刀杆满足使用要求，渗碳层厚度在1mm左右，心部的热处理硬度在45HRC左右。

刀杆结构如图2所示，其中，定心孔4为钻头提供中心定位，保证钻头位于刀杆的正中心；定位面3为钻头提供端面定位，保证刀杆与钻头紧密贴合；阶梯孔2通过此孔由螺钉，把刀头紧固于刀杆上；柄部1为削平刀柄，用来传递动力，该结构制造简单，与侧固刀柄联接方便。

(2) 刀头（见图3）。定位销2与定位孔4配合；定位面1与定位面3配合；螺纹孔6将刀头紧固于刀杆上；中心钻头3固定于刀头的正中心，在初始加工的刃尖时，起定心作用；边缘刀片4为标准刀片，由刀片螺钉紧固在钻头上，起切削作用，使得孔加工达到要求尺寸。当边缘刀片崩刃或磨损后，可在加工现场直接更换



左视图放大

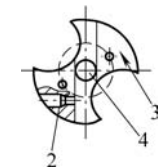


图2 刀杆结构图

1、3.定位面 2.阶梯孔 4.定位孔

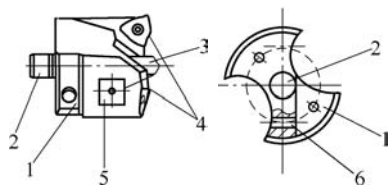


图3 钻头结构图

1、3.定位面 2.定位销 4.定位孔
5.导向刀片 6.螺纹孔

刀片；导向刀片5固定于刀头上，直径略小于边缘刀片直径，在加工时起导向作用，保证后续加工。

3. 深孔钻的使用要求

(1) 对装配的要求。中心钻头必须位于深孔钻的正中心，中心钻头与侧固刀柄的同轴度需保持在0.2mm以内。深孔钻初次装配完成后，在对刀仪上检测中心钻头的同轴度，若同轴度超差，先后有两种办法调整：①刀头旋转180°。②在一侧塞入0.02mm的垫片，调整刀杆柄部与侧固刀柄的配合。

(2) 对机床的要求。内冷系统是该深孔钻使用的一个重要因素，在加工过程中起到润滑、冷却及排屑的作用，切削液通过刀杆中心的水孔进入切削区域内，吸收切削区的热量，进行强制冷却、润滑并帮助排屑，然后再将切屑顺着螺旋槽排出。由于该深孔钻自带螺旋槽结构，在旋转过程中具有一定的排屑功能，因此在加工相同孔的条件下，对机床内冷压力的要求小于枪钻。通过应用我们发现，机床具备1.8MPa的内冷压力，可满足该深孔钻的正常使用。

(3) 加工时的要求。在实际加工中，深孔钻未进入工件时，需采用低速进入，防止转速过高造成定心不稳，同时应打开内冷冷却，当钻入5mm时，可提高转速至正常切削参数。

为了获得更高的加工稳定性，可先用10倍径的深孔钻完成前部分孔的加工，再用10~20倍径的深孔钻完成后部分孔的加工。

4. 实际应用

为了解决L32/40、L27/38机体中的油道孔、贯穿螺栓孔及缸盖螺栓孔等深孔加工效率低的问题，设计并制作了如图4所示的自定心深孔钻，从左到右依次为D33深孔钻、D41深孔钻、D39深孔钻、D34深孔钻和D42深孔钻，其中的D34深孔钻达到了20倍径。经长期验证，该5种自定心深孔钻可满足机体深孔加工的质量要求。

为了更好地说明该深孔钻在深孔加工效率上的优势，以加工L32/40机体的副油道孔为例。如图5所示，L32/40机体副油道孔的



图4 深孔钻实物

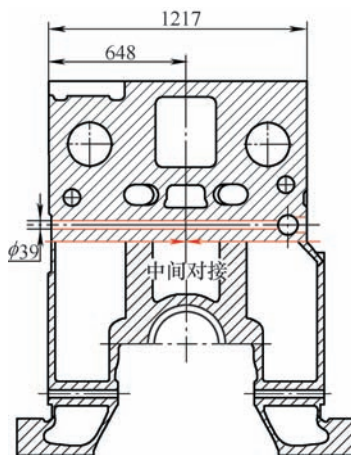


图5 L32/40机体副油道孔尺寸

直径为39mm，总长1 217mm，可从两侧钻孔、中间对接，单侧钻孔的深度可达16倍径。

附表所示为D39深孔钻与D39枪钻加工参数对比，从附表中可以计算得出，加工16倍径的深孔，深孔钻是枪钻加工效率的2.2倍（加工时间包括换刀时间）。

深孔钻与枪钻加工对比表

加工方式	刀具	加工参数	加工时间/min	
			每种刀具	总计
深孔钻	D39深孔钻	S450 F100	8.1	8.1
枪钻	D37钻头	S600 F120	1.8	18.2
	D38.8半精镗刀	S700 F140	1.6	
	D39H7精镗刀	S800 F50	2.6	
	D39枪钻	S500 F60	12.2	

5. 结语

目前，本文提出的新型柴油机深孔加工刀具——自定心深孔钻，实现了L32/40、L27/38机体中的副油道孔、贯穿螺栓孔及缸盖螺栓孔等深孔的加工，在满足质量要求的同时，具有减少刀具使用量、加工效率高等优点。此外，本文提出的自定心深孔钻可以在其他加工领域推广使用。

参考文献：

- [1] 王峻. 现代深孔加工技术[M]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，2005.
- [2] 樊铁铮. 实心料的深孔加工[M]. 北京：机械电子工业部，1988.

MW (收稿日期：20160223)