



减振原理在镗杆上的应用

太原重型机械(集团)有限公司 (山西 030024) 张杰斌 张湧

镗杆是镗削加工的重要辅具,也是镗削工艺系统中刚性最薄弱的环节。悬伸镗孔、刮削孔端面或止口、在孔内挖槽、加工内螺纹等是常见工序,也是镗杆和刀具发生振动频次较多的工序。特别是近年来难加工材料的应用和高速切削的推广,振动成了提高镗削效率的障碍之一。产生镗杆和刀具的振动,直接影响加工精度和表面粗糙度;使刀具磨损加快,甚至产生崩刃,严重降低刀具寿命;振动使镗床各部件之间的配合受损,精度下降;为了避免,不得不降低切削用量,直接影响生产效率;振动产生噪声,污染环境,有时是很刺耳的,使操作者极易疲劳、烦躁,从而影响健康。为了减少振动,技术人员从镗杆着手进行研究,把减振原理应用于镗杆上,研制了许多减振镗杆,在生产中取得较好的效果,现介绍如下。

1. 采用合理的抗振结构

(1) 十字空心吸振镗杆 为了减轻镗杆重量,人们常把它作成空心结构,以增强其刚性。在空心镗杆上加工出十字形孔系,用以改变镗杆的固有频率。如图1所示,使其具有减振作用,称谓吸振镗杆。据资料介绍,在孔深小于700mm的范围内,使用该种镗杆可降低表面粗糙度值2级,孔的几何精度也能得到保证。这种镗杆制作比较简单,使用也很方便。

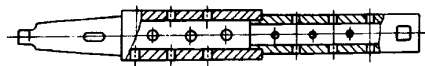


图1 十字空心吸振镗杆

(2) 削扁镗杆 削扁镗杆就是在镗杆任意两个相互平行的侧面铣出两个平面。见图2。镗杆直径 D ,削扁部分厚度 $a = (0.75 \sim 0.85) D$ 。转动镗刀相对于

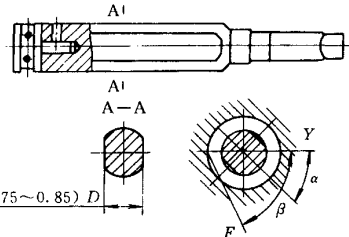


图2 削扁镗杆

镗杆上铣削平面的位置,在 $\alpha > \beta$ 时即可镗削。图中 α 角表示镗杆截面低刚度轴线与 Y 轴的夹角, β 角表示切削力 F 与 Y 轴间的夹角, Y 轴所示方向是加工表面的法线方向。

这种镗杆是利用振型耦合原理设计的。工艺系统的振动受各向振型刚度比及其组合的影响,合理调整它们之间的关系,就可以有效地提高系统的抗振性。

图3是表示直径为 D 的三种不同镗杆的极限背吃刀量 a_p 与 α 角的曲线形状图。曲线1即厚度 $a = 0.8D$,曲线2为 $a =$

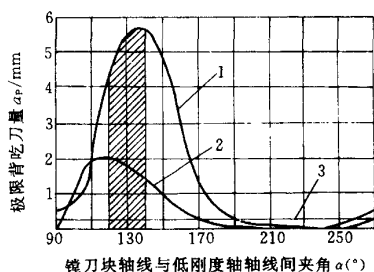


图3 三种镗杆的极限切削深度

0.9 D 的削扁镗杆,曲线3为直径 D 不削扁的圆镗杆。由图中曲线可以看到,把一根镗杆稍微削扁一点,在一定条件下可以显著地提高抗振性能。

2. 利用冲击消振原理

冲击减振器是常用的减振装置,其原理是由一个自由质量反复冲击振动体而消耗其振动的能量,从而达到减振目的。在镗杆上刚性联接一个冲击减振器,构成冲击式减振镗杆。当镗杆振动时,冲击减振器作用,消耗能量而减振,其效果显著。

这种冲击式减振镗杆虽因冲击碰撞产生噪声,但结构不复杂、体积小、重量轻、减振效果好,适用频率范围较大。根据减振器结构不同,可分为内冲击和外冲击两种。

(1) 内冲击式减振镗杆 如图4所示,在镗杆端部有一个可封闭的壳体,自由质量在壳内随着镗杆的振动而运动。由于质量在壳内总是落后于镗杆一个相位,故它可以冲击着镗杆而消

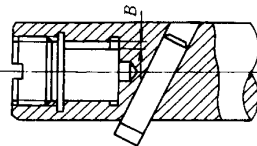


图4 内冲击式减振镗杆

耗能量。

该消振器设计应注意以下几个问题：

①冲击块质量：质量越大，减振效果越好。但受结构限制，一般应取镗杆外伸部分质量的 $1/10 \sim 1/8$ 。

②冲击块和壳体的径向间隙一般取 $0.10 \sim 0.20\text{mm}$ ，最好是通过试验确定。轴向间隙可以随便选取，但不宜过小，以免妨碍冲击运动。

③冲击块的材料应取密度大、硬度较高的淬火钢或硬质合金，也可做成钢套灌铅的形式。

④冲击块和孔壁的表面粗糙度值 $R_a = 0.8\mu\text{m}$ ，以抗疲劳。

(2) 多片内冲击式减振镗杆 这种减振镗杆结构如图 5 所示。也属内冲击式。不同处在于冲击块是由直径、厚度略有差异的多个圆片

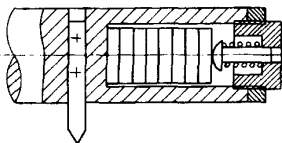


图 5 多片冲击式减振镗杆

组成，在轴向由弹簧销钉对冲击片施加压力。由于圆片质量有差异，在振动时不可能产生共振。经过试验，可使振幅下降 90%。圆片与壳壁之间的间隙大约在 $0.10 \sim 0.20\text{mm}$ 之间。

该镗杆是专为金刚镗削设计。由于金刚石刀片特别硬脆，少有振动就会产生崩刃。该消振器也为金刚镗削表面粗糙度值 $R_a = 0.1\mu\text{m}$ 创造了条件，对克服镗削过程中产生的微颤振起到特别作用。

(3) 外冲击式减振镗杆 如图 6 所示，将一个消振环装在镗杆外部构成冲击消振器。振动时，消振环像冲击块一样在镗杆外冲击消耗振动能量，从而达到减振的目的。

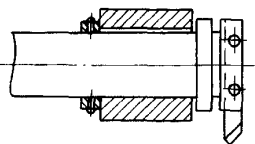


图 6 外冲击式减振镗杆

(4) 可调外冲击式减振镗杆 如图 7 所示，冲击块是用螺栓把紧两半环而组成的内锥形圆环。镗

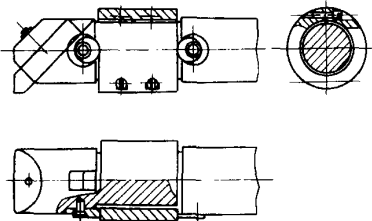


图 7 可调外冲击式减振镗杆

杆受冲击部位是与外环锥度相同的外圆锥面。两端用螺钉固定的偏心环套定位，松动螺钉后，转动偏心环套，使内锥圆环轴向位移，调整环套与镗杆锥面间的径向间隙，改变了冲击块与镗杆振动时的相位差，使减振范围达到可调整，适应范围增大。

3. 动力减振器镗杆

动力减振器是用弹性元件把一个附加质量联系到振动系统上形成的减振装置。安装在镗杆上就构成动力减振镗杆。其减振原理与冲击式或摩擦式减振器不同。它不是靠消耗能量来减振。而是利用附加质量的动力作用，使弹性元件加在主系统的力与干扰力尽量平衡来减弱振动的。

(1) 小直径机夹减振镗杆 该镗杆结构如图 8 装着由弹簧系着重合金块组成的消振组合件。当小镗杆颤振时，组合体在腔内连续运动，平衡镗杆的振动。它主要用于小直径深孔精镗工序。



图 8 可调外冲击式减振镗杆

(2) 带海绵橡皮环减振镗杆 带海绵橡皮环减振镗杆结构如图 9 所示。螺栓把紧的两半套筒

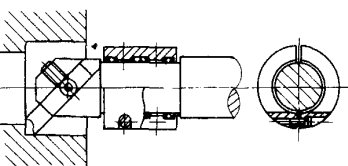


图 9 带海绵橡皮环减振镗杆

靠海绵橡皮圈支承在镗杆上。由于海绵橡皮在径向的变形与负载之间具有非线性特性。使用时不需作精密调整就可有很强的消振功能。它的适用频率范围较广，制造也不复杂。

4. 可调式橡胶圈减振镗杆

可调式橡胶圈减振镗杆结构如图 10。在镗杆端部可封闭的壳内，用橡胶圈支承着消振组合件。组合件是由套在长螺栓 2 上的重金属块 8、锥套 4、锥形瓦块组 5、压缩弹簧 9 等组成。其中锥形瓦块组由 6~8 块锥形瓦块组成，用紧箍弹簧箍扎成内圆锥体。当拧紧蝶形螺母 12 时，两锥套轴向位移，压缩弹簧变形，内外锥面相对滑移，使锥形瓦块组 5 在径向撑大，从而压缩橡胶圈 6 变形。蝶形螺母松开时，压缩弹簧的弹力使锥套轴向复位，锥形瓦块组在紧箍弹簧的作用下径向收缩，橡胶圈还原。就这样调整橡胶圈截面变形，利用橡胶圈径向变形与负载之间具有非线性特性的特征，从而使组

利用滚切割刀实现薄壁筒件密封

胜利油田有限公司临盘采油厂 (山东 251507) 刘 辉 范光辉 程胜利

我单位轻烃厂一项专利产品——石油液化气瓶放倒灌装置中的关键部件为薄壁筒，长度 100mm，筒深 95mm，壁厚 1.5mm，底部要求密封，如图 1。

该工件结构虽然简单,但成形困难,样品是使用 $\phi 90\text{mm}$ 圆钢车削加工,工效低,成本高。我们在卧式车床上使用滚切割刀,利用圆管表面滚压技术,实现成形和密封,效果非常好。

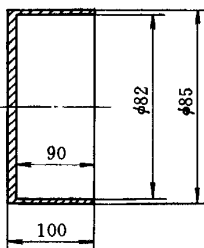


图 1 薄壁筒

1. 滚压工艺分析

将原工件分解成两体：
底板和薄壁通管。

底板上车削 $R1.5\text{mm}$ 环槽, 放置于管件 140mm 需封堵处, 使用夹紧胀套装夹在车床三爪

合件的支承刚性和固有频率发生改变, 扩大了减振范围。若更换圆橡胶圈截面尺寸和性能差异较大的材料, 它的减振范围将更大。

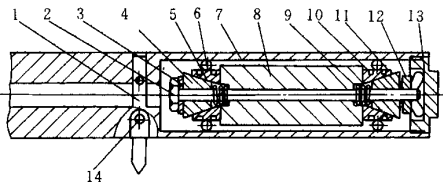


图 10 可调式橡胶圈减振镗杆

1. 镗刀 2. 长螺栓 3. 垫圈 4. 锥套 5. 锥形瓦块组
6. 圆橡胶圈 7. 镗杆 8. 重金属块 9. 压缩弹簧 10. 紧箍
弹簧 11. 弹簧垫圈 12. 蝶形螺母 13. 螺盖 14. 紧定螺钉

该镗杆制造复杂,但使用简单。只需启盖后拧动蝶形螺母即可达到调整之目的。

5. 结束语

(1) 镗削过程中产生振动是多发症, 不可避免。

(2) 调整切削用量, 改进刀具几何参数等都可消振减振, 但在镗杆上采取措施能更好地减振。

(3) 应用减振理论, 研制减振抗振镗杆, 在一定条件下可取得预期的镗削效果。

(收稿日期: 20040613)

自定心卡盘上, 将滚切割刀刀刃磨钝, 成 $R1.5\text{ mm}$ 圆角, 如图 2, 装在刀架上, 驱动中滑板, 调整圆角刀刃与工件环槽位置一致, 开动机床,

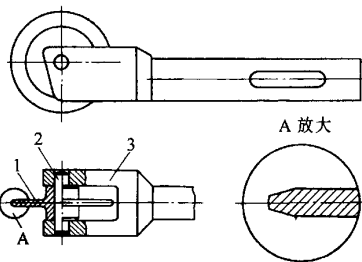


图2 滚压车刀

1. 割轮 2. 销轴 3. 刀体

驱动小滑板,使刀轮压紧工件,利用管壁金属在环槽中的塑性变形实现成形和密封(图3)。机床转速为50r/min,一般车床主轴回转5~6圈便可完成滚压成形。

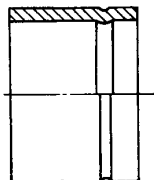


图 3

试验成功后,我们立即购进薄壁管材,改制滚压刀具(滚刀也可用废旧铣刀磨去刀齿改成),制作薄壁筒夹具,投入批量生产。产品经 4h、4MPa 压力试验,密封完好率 98.8%。

2. 工作原理

(1) 滚压成形力 P

$$P = k\sigma_v t^2$$

式中 k ——材料系数, 取 $k = 8 \times 10^{-3}$

t ——管件壁厚, 取 $t = 1 \text{ mm}$

 σ_y ——材料屈服应力, $\sigma_y = 270 \text{ MPa}$

则：

$$P = 216 \text{ N}$$

(2) 滚压驱动力 F 根据力学分析:

$$F = Pl/L$$

式中 l ——滚切刀轮偏心距, $l = 20\text{mm}$

L ——小滑板丝杠手柄偏心距, $L = 60\text{mm}$

则：

$$F = 54 \text{ N}$$

由此可见，液压驱动力完全可以通过人力完成。

3. 工作特点

(1) 成本低 滚压加工将管件和堵板塑性成形, 大量减少钢材消耗和人工工时成本。