

深孔加工精度控制方法

■ 河南中光学集团有限公司（南阳 473006）张 勇

摘要：本文从排屑、同轴度及表面粗糙度三个方面分析了深孔加工遇到的难题并提出了解决方案。

我单位近期承接的一种零件，内孔要求较严。工件材料为

42CrMo，形状及相关尺寸如图1所示，未注公差按 $\pm 0.05\text{mm}$ 控制。

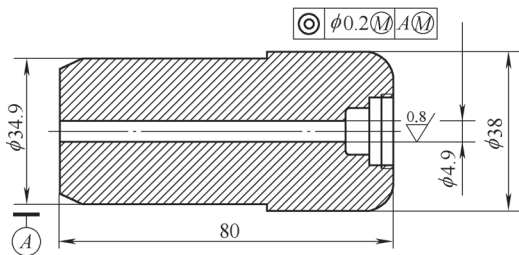


图 1

这个零件内孔要求较严主要体现在三个方面：①内孔长径比较大，钻孔时排屑困难。②内孔同轴度公差要求较严。③内孔表面粗糙度要求较高。这个工件是深孔加工难度方面的典型代表，下面从这三个方面逐一分析解决。

1. 钻孔时的排屑问题

钻削过程中的排屑不畅，极

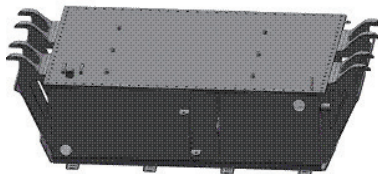


图3 箱盖与油箱装配钻孔

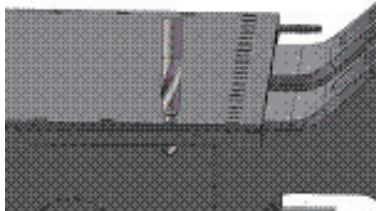
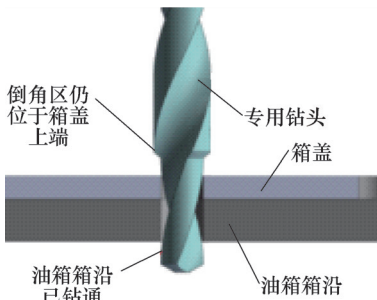


图4 专用钻头钻孔

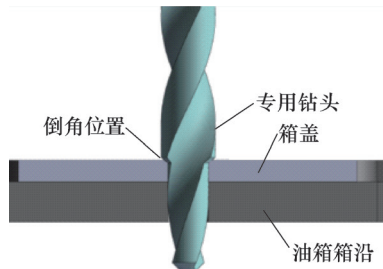


图5 箱盖倒角

3. 工艺改进效果

经过现场执行效果验证，按照改进工艺制造出来的箱盖上表面倒角 $2\sim 3\text{mm}$ ，切倒角中心对称，达到预估效果，满足产品质量要求，并且提高了生产效率，节省了打磨倒角的工序时间。

牵引变压器油箱箱盖钻孔工艺的改进从现场试行效果来看，完全达到预期目标。总的来说新改进工艺与原工艺有以下优点：

(1) 简化钻孔倒角工艺。新

的工艺方法可以不用单独再进行倒角沉孔了，基本在箱沿配钻孔的工序就可以将箱盖上表面的倒角加工出来。

(2) 提高了产品质量。用摇臂钻加工出来了倒角，在同心度上比较高，不会产生倒角单边或伤母材缺陷。

(3) 改进后的钻孔倒角工序需要操作者严格控制好钻头的进给量，倒角质量标准一致。

参考文献：

[1] 王先逵.机械制造工艺学[M].北京：机械工业出版社，2006.

MW (收稿日期：20171025)

易折断钻头，特别是数控钻削过程中，一旦钻头折断，极易造成后续孔加工刀具全部损坏。因此解决排屑问题就显得尤为重要。

为了解决钻小深孔时的排屑问题，我们用宏程序编制了一个通用的钻孔程序解决。其主要思路是，如果钻削的孔比较深，则每次进给更少就要退出钻头排屑。一般来说，孔深大于直径5倍的情况下，每进给一个钻头直径的深度就要进行一次排屑。对于强度高、韧性好的材料，一次排屑的深度应更小。编制宏程序的好处是可以避免程序冗长，通用性好，便于以后调用。

钻孔的主程序如下：

G0 X0 Z0

G65 P9011 Z-50 Q5 R1 F0.1

(Z—所需钻孔深度；Q—每次进给的深度；R—快速进给的安全距离；F—进给速度)

所调用宏程序如下：

O9011(DRILL MACRO)

N1 #1=0

(钻孔深度赋初值)

N2 #2=0

(上次钻孔深度)

N3 #1=#1+#17 (本次钻孔深度)

N4 IF [#1 GT #26] THEN #1= #26 (控制当前孔深)

N5 G0 W-[#2-#18] (快速移动到安全位置)

N6 G1 W-[#1-#2+#18] (切削进给到当前孔深)

N7 G0 W#1 (退回至起点位置)

N8 IF [#1 GE #26] GOTO11 (检查孔深是否到达指定深度)

N9 #1= #2 (储存当

前孔深)

N10 GOTO3

N11 M99

2. 孔对外圆的同轴度问题

在深孔钻削加工的过程中，由于钻头两条切削刃存在对称误差、锋利程度不一致等，都会造成钻削过程中孔位的漂移。正常情况下100mm漂移数值控制在0.1mm就存在一定的难度。通常要求较严的孔在钻削之后都会进行铰削，铰削可控制孔的直径精度、提高表面质量。但不能修正钻削产生漂移。

为了解决这个问题，我们打破常规思路，认为虽然钻孔时的漂移难以避免，但让外圆来适应内孔还是可以保证同轴度要求的。具体工艺步骤是：

(1) 下料，总长留余量2mm。

(2) 车左端面见光，粗车外圆到 $\phi 35.5\text{mm}$ 。

(3) 夹左端粗车过的外圆，精车右端面，保证总长 $80 \pm 0.05\text{mm}$ ，钻、铰 $\phi 4.9 \pm 0.05\text{mm}$ 通孔。

(4) 去两端孔口毛刺，两顶尖顶 $\phi 4.9 \pm 0.05\text{mm}$ 孔，精车 $\phi 34.9\text{mm}$ 外圆。

(5) 再以 $\phi 34.9\text{mm}$ 外圆为基准加工其余各尺寸。

这样先把 $\phi 4.9 \pm 0.05\text{mm}$ 孔加工出来，再以 $\phi 4.9 \pm 0.05\text{mm}$ 孔为基准加工出其余各尺寸，使 $\phi 4.9 \pm 0.05\text{mm}$ 孔加工过程中的漂移误差，在后面的加工中得到纠正。

3. 表面粗糙度要求

$R_a=0.8\mu\text{m}$ 的表面粗糙度值

在切削条件优越的情况下也是不易达到的，在这种极不利的切削条件下更难。如果定制专门的滚压头，成本高、周期长，实现比较困难。比较经济的方法还是用铰刀铰削。

根据经验总结出铰削的特点如下：

(1) 底孔留小而且稳定的余量。底孔不能采用钻头一次钻成，一次钻削的尺寸不稳定，应先用较小一点的钻头钻削，再用合适的钻头进行扩孔，底孔余量 $0.05 \sim 0.1\text{mm}$ 之间，底孔粗糙度也不能太差，应达到 $R_a=6.3\mu\text{m}$ 。

(2) 铰刀的切削刃要经过研磨，粗糙度 $R_a=0.4\mu\text{m}$ 以下，在导向刃和切削刃之间推磨过渡圆弧，避免退刀时拉伤零件。

(3) 铰削时的切削速度小于 20mm/min ，进给速度为 0.2mm/r 为宜；

(4) 铰削时加注皂化液，有助于降低表面粗糙度值。

加工出的零件如图2所示。

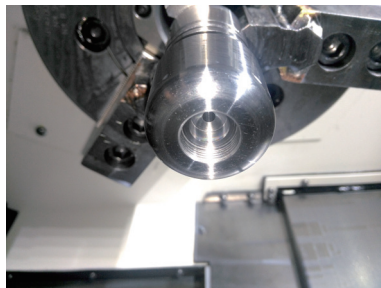


图 2

参考文献：

- [1] 杨叔子. 机械加工工艺师手册 (第二版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [2] 上海市金属切削技术协会. 金属切削手册 (第三版) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2000.

MW (收稿日期: 20170905)