螺旋推进器的车削加工

河南省开封市技师学院 (475000) 孙 强

螺旋推进器在包装机械中与料筒配合担负着灌装送料、包装计量的作用，其加工质量的高低直接影响计量的准确度和送料的稳定性。

螺旋推进器在车削加工中突出的问题有：车刀的几何形状受限制，工件很容易产生弯曲变形，工件尺寸、位置精度及表面粗糙度难以控制，进刀次数多、劳动强度大。笔者根据多年来的工作经验，从以下几个方面入手解决了这些难题，大大提高了加工质量和加工效率。

1. 刀具的几何形状选择与装夹

根据螺旋推进器（见图 1）螺距大、牙型深、车削过程中螺旋升角变化大、材料难加工（1Cr18Ni9Ti）的特点，可以采取下面的方法加以解决。

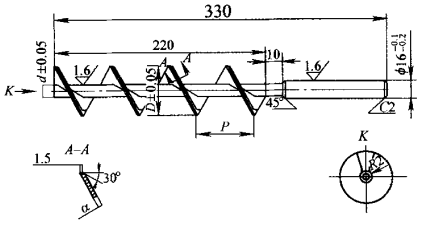

图 1

(1) 车刀几何形状的选择 螺旋推进器的牙型近似于矩形螺纹，车刀可参考矩形螺纹车刀的几何形状和角度刃磨，考虑到车刀强度及切削系统刚性和车削过程中左右借刀的方便，车刀采用高速钢材料（W18Cr4V），刀头刃磨时左右切削刃分别不对称（如图 2），即向床头一端借刀时则选用图 2a 形状的车刀，车刀向尾座一端借刀时选用图 2b 形状的车刀，这样既解决了车刀的强度问题，又方便了车削时的排屑，同时提高了车刀的寿命和锋利程度。

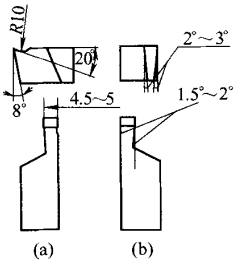

图 2 车削螺旋推进器的刀头形状

(2) 车刀特殊的装夹方法 由于螺旋推进器车削时螺旋升角变化较大（以 ϕ50mm规格为例，从 14°18′ ~ 44°25′），而车刀刃磨的实际后角满足不了这样的要求，要解决这一突出问题，可将车刀装夹在可以旋转角度的刀排中（如图 3，刀排材料为 40Cr 正火、调质处理），这样可方便地调整出所需要的工作后角，从而方便了车刀的刃磨，节省了刀具材料，使突出的问题迎刃而解（调整时，要兼顾到螺旋升角的变化，精车螺纹侧面时尤为重要）。

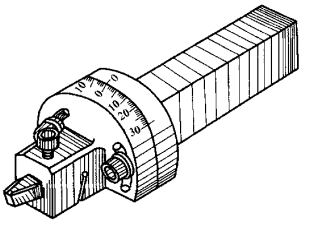

图 3 可调整角度的旋转刀排

2. 工件的定位与跟刀架的改进

(1) 工件的定位 螺旋推进器螺纹的直径变化大，车削时进、退刀次数多，螺纹小径最小的只有 ϕ10mm，所以考虑工件加工时进刀的方便，工件两端各钻出一中心孔，中心孔圆锥大端直径不能过大或过小，过大车刀会与后顶尖碰撞，不方便进刀；过小工件用后顶尖定位不牢靠，一般要求在 ϕ3.5 ~ ϕ4mm（如图 4）。

(2) 跟刀架的改进 由于工件螺旋部分的螺旋槽较宽，车削时工件的强度较低，采用普通跟刀架跟刀时，支撑爪的使用受工件螺距的限制，CA6140 跟刀架支撑爪只适合于加工螺距不大于 25mm 的螺旋推进器，对于螺距大于 25mm 的螺旋推进器，用普通跟刀架跟刀，会出现支撑爪与工件脱离的现象，这对防止工件弯曲变形是极其不利的，很容易产生“扎刀”和“让刀”现象。为解决这一问

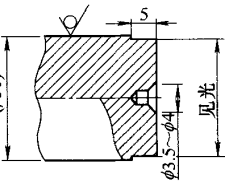

图 4 两端中心孔的要求

题，可将跟刀架改进，把支撑爪的前端更换为自制的直径稍大于螺距、宽度为22mm的宽平支撑爪（如图5，材料为球墨铸铁），并使其与工件大径始终保持良好的接触，配合小滑板调整车刀的轴向位置进行车削，较好地体现出了宽平支撑爪的作用，提高了工件的加工强度，特别是对于螺距较大、螺纹部分相对较长的螺旋推进器跟刀稳定性的改善效果特别明显。另外，为消除工件装夹误差，使得工件与支撑爪有良好的接触，跟刀前可将工件的大径重新车一刀，避免工件越车越弯的弊端。

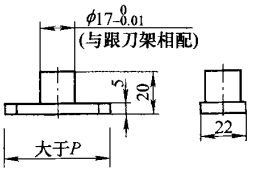

图5 跟刀架宽支撑爪

3. 控制工件小径尺寸与表面粗糙度的措施

螺旋推进器螺纹小径尺寸和表面粗糙度要求较高，为此可以从三方面加以控制。

（1）精车螺纹小径前，需校直小滑板　精车螺纹小径时，由于选用的是刀宽小于螺纹牙槽宽度的矩形螺纹车刀，利用小滑板左右“排刀”并配合中滑板刻度使刀具进至同一进刀位置来消除“排刀”痕迹的，为此，对小滑板导轨的平直性及小滑板与工件轴线的平行度要求相当严格，可用标准试件、百分表来校直小滑板移动方向与工件轴线的平行度（见图6），要求手摇小滑板误差不超过0.02mm/100mm。

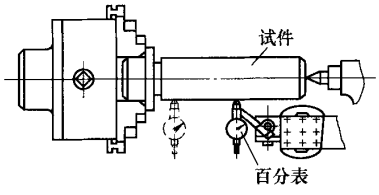

图6 小滑板的校直方法

（2）改变车刀主切削刃状态进行反复“排刀”　精车螺纹小径时，由于刀排旋转后，刀具的主切削刃与工件轴线不在同一水平面内，主切削刃上各点的前、后角发生了改变，这对精车小径时有弊无利。为防止“排刀”后螺纹小径出现锥形，影响小径尺寸和表面粗糙度值，可在装刀时校直车刀主切削刃，还可将主切削刃装成水平状态，以改善主切削刃的工作和排屑状况，然后，采用较小的背吃刀量进行多次“排刀”，若“排刀”后仍有细小的刀痕，可采用抛光的方法加以消除（特别提示：对由于床鞍间隙大，手轮转动造成床鞍移动不均匀影响表面粗糙度的现象，可将手轮卸下排除），牙槽侧面$R2$mm的圆弧可用成形刀分多次直进车至小径，但不可“重刀”，否则会留下“重刀痕迹”，影响侧面表面粗糙度，由于车刀刃磨圆弧后切削力会大大增加，一般牙侧面单边余量不大于3mm。

（3）加注切削液，降低切削热和表面粗糙度值，防止工件变形　车削螺旋推进器的螺纹部分时采用的是一夹一顶的装夹方法，由于材料为不锈钢，其强度高，导热率低（约为普通钢的1/3～1/2），塑性大、韧性高，切削变形大，切屑容易堵塞，相应产生的切削热较多；而由切屑带走的热量很少；加工时容易产生冷硬现象，加剧了车刀的磨损，工件的表面粗糙度不易控制。鉴于这些问题的出现，建议粗车时使用乳化液，精车时用硫化油添加四氯化碳，煤油添加油酸或植物油并充分地浇注，这样可大大降低切削热，减小表面粗糙度值和工件的弯曲变形。

4. 制定合理的加工工艺解决变形保证位置精度

（1）加工工艺

① 车总长，钻两端中心孔$A2.5$mm（锥面不能过大或过小）。

② 一夹一顶粗车各外圆和限位台阶，留精车余量。

③ 用同样的装夹方法，夹限位台阶，半精车螺纹大径。

④ 用跟刀架跟刀，粗车螺旋槽至柄部尺寸。

⑤ 车退刀槽$10\times d_1\pm0.05$mm，45°倒角。

⑥ 精车螺旋槽至小径$d_1\pm0.05$mm，牙侧各留余量3mm。

⑦ 用$R2$mm的成形刀，分别精车螺纹牙侧面至小径$d_1\pm0.05$mm，控制牙厚尺寸a。

⑧ 利用三角形螺纹车刀倒角30°，并控制牙顶尺寸小于1.5mm（螺纹大径还有精车余量）。

⑨ 工件用两顶尖装夹，精车螺纹大径至$D\pm0.05$mm。

⑩ 调头，用同样的方法精车柄部直径尺寸$\phi16_{-0.20}^{-0.10}$mm，倒角$C2$。

⑪ 抛光，保证表面粗糙度值$R_a=1.6\mu$m（主轴空挡）。

（2）预防工件弯曲变形，保证大径与外圆间位置精度的方法

① 针对螺距大、牙型深、走刀快、退刀槽窄、车削

偏心轴车削加工的三种方法

江苏多棱数控机床股份有限公司 （常州 213012） 夏向阳

根据笔者的经验，在车床上加工偏心轴类零件有以下四种方法：双顶尖法、三爪自定心卡盘加垫片法、偏心轴套法、偏心轴套加胀紧套法，其中双顶尖法较简单且加工精度不高这里不作具体介绍，下面就另外三种方法作详细的分析。

1. 三爪自定心卡盘加垫片法

最传统的偏心轴车削方法为三爪自定心卡盘加垫片法，如图1所示，在三爪自定心卡盘上任取一个卡爪，在卡爪与工件 ϕD 圆柱面之间垫上一块厚度预先计算好的垫片，垫片厚度可按下式计算：

$$x = 1.5e + k$$

$$k = 1.5\Delta e$$

$$\Delta e = | e - e' |$$

式中 x——垫片厚度

e——工件偏心距

e'——试车后实测工件偏心距

k——修正系数

Δe——试车后偏心距的误差值

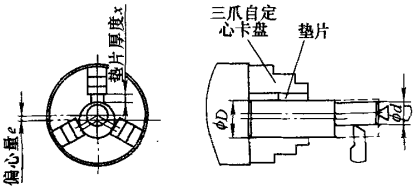

图1 三爪自定心卡盘加垫片法图示

下面以图1所示的工件为例来说明一下垫片厚度的整个计算过程，$\phi D = 30$mm，$\phi d = 18$mm，$e = 4$mm，则

时视线受影响的困难，要采用分层切削法，先将螺纹部分车至一定的深度后，利用借刀法分别向两侧“排刀”车削（使螺旋槽成台阶形状），这时螺旋槽的排屑既顺利，有利于操作者的视线观察，还可提高工件的实际加工强度，避免了直进法车削时因阻屑产生的“打刀”现象。另外，控制车床操纵离合器正、反车的摩擦片应调整得松紧适当，以提高退刀和停车的准确性。

特别提示：对于闭合螺母间隙较大的车床，一定要配上闭合螺母挂砣，防止车削过程中闭合螺母自动跳起而造成事故。

② 进、退刀准确性的保证。小径较小的螺旋推进器，精车时，因受后顶尖的影响，往往会出现进刀困难或根本无法进刀的问题，解决问题的方法有：a. 中心孔可钻得小一些；b. 将后顶尖更换为带台阶的固定顶尖；c. 将工件的螺纹一端面加长3～5mm，长出部分车成小于螺纹小径的尺寸，留作进刀位置，工件加工完毕后截去；d. 因螺纹深度较深，需经多次反复车削，为防止中滑板多进一圈将工件顶弯造成事故，还可以在中滑板旁边放置一物作为进刀的参照物，提高进刀的准确性；e. 精车螺纹时，因退刀的空间较小，很容易与工件的柄部发生碰撞，为降低操作者的紧张情绪，可将操作杆离合器调整到可以“溜车”的松紧程度，以提高退刀的准确性；f. 批量车削时粗、精车分开，以便消除粗加工时工件的内应力，减少工件的变形。

③ 大径尺寸和位置精度的保证。因工件螺纹大径和柄部均留有精车余量，所以测量大径时，可以利用外径千分尺配合辅助测量板（测量板要求平直、尺寸准确；测量时，测量板平放于两牙型顶端），大径的实际尺寸等于外径千分尺的读数减去测量板的厚度，大径精车完毕后，工件可装夹在两顶尖间车削加工柄部，以保证同轴度要求，若夹持柄部可用鸡心夹头，若夹持螺纹大径可用加工好的内孔略大于螺纹大径的开缝套，并借助对分夹头加紧，从而完成螺旋推进器精车外圆的车削加工，保证位置精度要求。

（收稿日期：20070518）