

以车代磨保证表面粗糙度及跳动精度

江苏省无锡交通高等职业技术学校 (214046) 费姝霞

零件罗拉(FK6B-900-5114A)是高速弹
力丝机上的关键零件之一,该零件的表面质量直
影响到所加工化纤丝的质量好坏,其表面粗糙
度值高会造成毛丝和废丝,表面粗糙度值过低会
影响丝的弹力;零件外圆的跳动精度又会直接影
响丝的弹力均匀性和成型的好坏。由于该零件的
加工要求较高,因此一直是依赖进口来完成整机
的安装。该零件批量需求较大,一台设备上就需
要360件。为了降低制造成本,实现该零件的国产
化,现决定对该零件进行试制。在试制过程中,
原采用磨床加工零件的外圆表面,力求达到一个
较稳定的表面粗糙度,但由于现有的外圆磨床没
有冷却液净化过滤装置,加工后的外表面出现苍
蝇脚痕迹,达不到表面的要求。

经过一段时间的试制,加工状况不够理想,

零件合格率比较底。在上述前提下,改用数控车
床,通过选用合理的刀具、切削用量,改进零件
加工时的装夹方式,以车代磨,最终保证了该零
件外圆表面的粗糙度及和跳动精度要求,达到了
图样上的技术要求和实际使用要求,现在该零件
已进入了大批量的生产,有效的降低了制造成
本。

1. 零件简介

罗拉(FK6B-900-5114A)在工作中是处于
高速运转状态。加工的化纤丝直接与罗拉外圆表
面接触,由皮圈架上的橡胶皮辊将丝压紧在罗拉
外表面上,从而由罗拉牵引到假捻器假捻,再经
过罗拉的牵引送到卷绕成型筒子上,卷绕成形。
罗拉的工作状态,对其形位公差的跳动和粗糙度

解:根据题意可求得

$$\delta_1 = (48 - 40) / 2 = 4 \text{ (mm)}$$

$$\delta_2 = (26 - 20) / 2 = 3 \text{ (mm)}$$

求偏心量

$$e = (h_{\max} - h_{\min}) / 2 = (17.5 - 9.5) / 2 = 4 \text{ (mm)}$$

判断能否借料:因为 $e = 4 < \delta_1 + \delta_2 = 7$,或
 $h_{\min} = 9.5 < h_{\text{标}} = 6.5$,所以能借料。

确定借料方向: O_1 向右借, O_2 向左借。

确定借料范围和借料量:根据 $e - \delta_2 < x < \delta_1$,
 x 为 O_1 向右借料量,借料范围为 $0 \leq x \leq 4$,借料量:
 $x = e / 2 + (\delta_1 - \delta_2) / 2 = 4 / 2 + (4 - 3) / 2 = 2.5 \text{ (mm)}$ 。

若此题采用 O_1 或 O_2 单独借料,因为 $e = 4 = \delta_1$,
故为出现危险品。

(2) 例二 某一连杆的二孔坯件经测得:内
孔径分别为10mm、12mm,孔距为36mm,加工后

孔距为40mm,孔径为18mm、22mm,请通过借料
划出坯件加工线。

解:孔距偏移量

$$e = B_0 - B = 40 - 36 = 4 \text{ (mm)}$$

$$\delta_1 = (18 - 10) / 2 = 4 \text{ (mm)}$$

$$\delta_2 = (22 - 12) / 2 = 5 \text{ (mm)}$$

因为 $e = 4 < (\delta_1 + \delta_2)$,且 $e < \delta_1$ 和 $e < \delta_2$,所以
此题可以一孔借料。若一孔借料,则以右孔借料为
好;若采用两孔同时借料,则两孔同时往外借,设
左孔向左借料量为 x ,右孔向右借料量为 $e - x$ 。

$$x = e / 2 + (\delta_1 - \delta_2) / 2 = 4 / 2 + (4 - 5) / 2 = 1.5 \text{ (mm)}$$

在上题中采用一孔借料时虽能保证加工要求,
但对加工造成麻烦,切削会造成单边切削,不利于
切削加工,甚至会出现危险品。**MW**

(收稿日期:20120212)

要求特别高。其外表面圆跳动公差 $\leq 0.02\text{mm}$ ，是为了保证零件在高速转动下的动平衡和控制牵引力的大小，以此来保证丝的涨力达到要求；表面粗糙度值要求为 $R_{z\max} = 5\mu\text{m}$ 。罗拉的外圆表面不许有划伤和苍蝇脚痕迹，以免划伤丝的表面。同时，表面粗糙度值不能过低，过低会造成丝和罗拉在牵引工作中打滑，保证不了丝的涨力，影响丝的质量等级（见图1）。

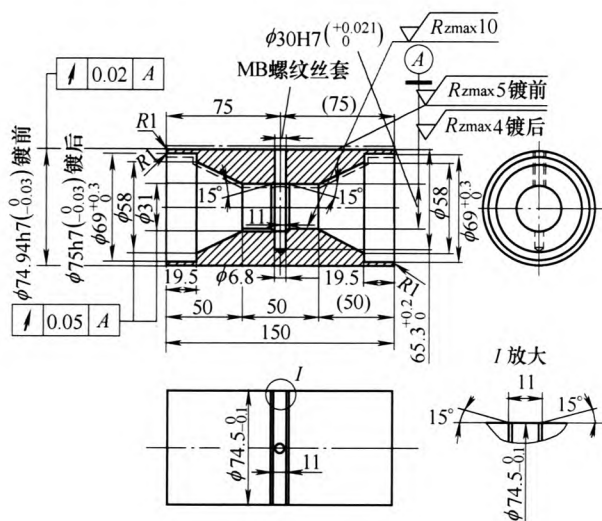


图1 零件简图

2. 零件技术要求及加工精度分析

零件材料为35钢，孔的直径为30mm，孔的长度为50mm，外圆直径为74.94mm，总长度为150mm，外表面对孔的跳动小于等于0.02mm，外圆的表面粗糙度值 $R_{z\max} = 5\mu\text{m}$ ，外圆表面电镀硬铬（暗），电镀硬铬后表面粗糙度值 $R_z = 4\mu\text{m}$ ，左右两端内型腔对孔的跳动为0.05mm，零件外圆中间一个M8螺孔，螺底孔 $\phi 6.8\text{mm}$ ，深度为 $65.3^{+0.2}_0\text{mm}$ 。

经工艺分析，由于零件上的孔和外圆无法在现有的数控车一次加工完成，因此需采取分步的粗精加工来完成。由于零件的外圆对内孔的跳动要求小于等于0.02mm，零件孔的长度只有50mm，外圆的长度为150mm，长度比为1:3，为了保证跳动要求，利用零件上M8螺孔定位在加工心轴上。心轴的外圆尺寸加工到30H6。

3. 加工设备数控车床简介

加工用的设备为日本日立精机公司制造的HT

-25R数控车床，系统为FANUC-18T，最大切削直径是260mm，最大切削长度是650mm，主轴转速范围是35~4000r/min（无极变速），刀架上有10个工位，转刀架重复定位精度0.002mm，x轴（径向）和z轴重复定位精度0.001mm，卡爪夹紧力是3~24MPa，适宜加工小批量多品种为主，更换零件速度快。

4. 加工工艺分析与工艺制定

由于该零件生产批量较大，所以加工工艺是以批量加工的方式为基础制定的。

(1) 夹紧一端，按图样的左端要求尺寸，打孔 $\phi 27.5\text{mm}$ ，长100mm左右，同时粗加工零件外圆，放余量1mm，外圆处R1mm加工对直径尺寸，粗精加工内成型对尺寸，零件内形腔台阶长度加工对图样要求， $\phi 27.5\text{mm}$ 孔不加工。

(2) 用软卡爪来夹紧零件左端，保证零件圆跳动在0.05mm以内，按图样右端的尺寸要求，打孔 $\phi 27.5\text{mm}$ 接通，粗精加工外圆和中间的凹槽放余量0.5mm，零件外圆处的R1mm加工对图样要求，内成型和 $\phi 30\text{H7}$ 及孔内凹槽加工对图样要求，长度加工对尺寸。

(3) 钳工打孔 $\phi 6.8\text{mm}$ 长 $65.3^{+0.2}_0\text{mm}$ ，攻M8螺纹对图样要求。

(4) 在数控车上，将零件定位在一个自制的心棒轴上，利用M8螺孔用螺钉压紧定位，用两顶尖加工外圆对图样要求镀前尺寸 $\phi 74.94_{-0.030}^0\text{mm}$ ，保证表面粗糙度值 $R_z = 5\mu\text{m}$ ，手动粗糙度仪自检。

(5) 检验（1:10的放大镜检验外表无伤痕）。

(6) 液体喷沙，处理零件的外圆表面。

(7) 电镀硬铬（点划线处）。

(8) 检验。

5. 辅助工具心棒的制作及要求

比较分析若用1:1000的锥度心轴，由于孔的长度只有50mm，而外圆的长度是150mm，定位加工后，外圆的长度是孔长度的三倍，引起外圆两端跳动的延伸放大，外圆两端的跳动得不到保证。若用一个靠两端面锁紧的心轴定位后，再用两顶尖加工，经试制加工后，同样达不到跳动

度 $\leq 0.02\text{mm}$ 的要求。为了使加工基准和安装基准以及设计基准相统一,利用试制用的心轴进行改进,以零件上M8的螺钉孔用螺钉定位在心轴上。在心轴的外圆定位处铣削一小平面。由于零件外圆的跳动为 0.02mm ,心轴的直径尺寸加工到 $\phi 29.995 \sim \phi 29.998\text{mm}$,保证零件的安装和跳动要求,零件两端面已有加工好的 $\phi 2.5\text{mm}$ B型的中心孔,一端的台阶用来粗定位零件长度位置尺寸。利用鸡心夹头定位心棒一端,鸡心夹头上的带动螺钉靠在机床三爪自定心卡盘的卡爪上,卡盘上加工一个 60° 的顶尖,材料是用热处理后的45钢加工,机床的尾座上用进口高压顶尖(高压顶尖的圆跳动一般是在 0.005mm 左右,见图2)。

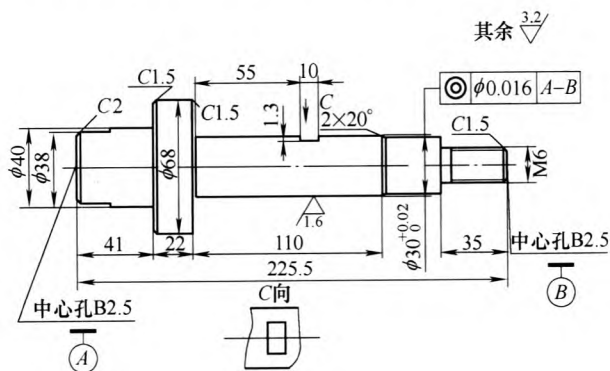


图2 心棒简图

6. 加工刀具及切削用量制定

刀具选用日本京瓷株式会社生产的可转位刀具。

(1) 外圆粗加工用的刀杆WTJN-2525M/R-16,该刀杆是上压板式带刀片中心圆孔定位的,主要用于外圆的仿形切削、重切削。刀杆强度高,加工时稳定性好。该刀杆安装刀片的主偏角为 93° 、副偏角为 27° 。外圆粗加工的刀片采用TNMG160408GT三角形双面使用的刀片,刀片总共有6个刀尖,刀片材质选用CA5025,刀片表面涂三层膜($\text{TiCN}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiN}$),该刀片适用于一般钢材的粗加工,大进给量,具有高速度、高效率加工,断续切削能力强,耐磨损性强,切削速度为 $v=250\text{m/min}$,单面切深为 $a_p=3\text{mm}$ 。

(2) 外圆精加工采用的刀杆同上。刀片采用TNGG160404/R-S三角形双面使用的刀片,刀片

总共有6个刀尖,刀片材质选用TN60(瓷金材质),该刀片适用领域广泛,精加工用,注重加工后的表面粗糙度,有锋利的切削刃口,在切削余量极少时,继续能加工出低粗糙度还非常优质的表面,切削速度广泛 $v=300\text{m/min}$,切削用量小的轻切削刀片,是非常优质的精加工刀具。该刀片广泛用于一般钢材材料的高精度、优质表面的加工,可实现以车代磨的加工。

(3) 孔粗加工镗孔刀的刀杆选用S20X-STUP/R11-25E,该刀杆是一般抗振刀杆,长径比为 $1:5$,刀杆直径为 20mm ,加工最小的孔径为 25mm ,刀杆的主偏角为 93° ,刀片的安装前角为 5° ,刀尖在孔内还可径向切入单面小于 0.9mm 。粗加工选用刀片的型号TPMT110304HQ,刀片材质选用CA5025,该刀片具有高速度、高效率加工,断续切削能力强,耐磨损性能强,单面切削深度为 $0.3 \sim 2.5\text{mm}$,在切削液的冲淋下,能将切屑顺利地由孔内排出,切削速度为 $v=250\text{m/min}$ 。

(4) 孔精加工镗孔刀杆选用S20X-STUP/R11-25E,刀片的型号TPGH110304L,刀片材质选用TN60(瓷金材质),该刀片有非常锋利的切削刃口,单面最大切深 $a_p=1\text{mm}$,该刀片适用领域广泛,注重加工后的表面粗糙度值,有锋利的切削刃口,在极少切削余量时,继续能加工出低表面粗糙度值还非常光洁的表面,切削速度广泛 $v=300\text{m/min}$,切削用量小的轻断屑刀片,同样也是非常优质的精加工刀具。内圆的表面粗糙度值 $R_z=10\mu\text{m}$,通过公式计算得到,精加工内圆时的进给量为 0.1789mm/r 。

(5) 钻头用 $\phi 27.5\text{mm}$ 普通的高速钢麻花钻。

7. 刀具的安装方式

外圆刀是一般的方法安装后使用,镗孔用刀杆为(S20X-STUP/R11-25E),按照相应的比例要求,刀杆伸出长度只需 95mm 就可以了。因为刀套伸出刀座有 10mm ,在加工 $\phi 30\text{mm}$ 孔时,刀套和零件就不干涉,这样顺利的解决了刀杆长径比的问题,在实际加工中,达到了一个较理想的状态。零件的加工程序这里简略不谈。MW

(收稿日期:20120201)