精密小孔的加工和测量

广东省高级技工学校 （博罗 516100） 罗晓霞

在机械加工中，精密小孔（ϕ5mm 以下，IT6 级精度以上）的加工、检测，至今还是比较困难的，且孔径愈小愈深，加工难度就愈大。随着科学技术的飞跃发展，精密小孔的加工不仅越来越多，精度也越来越高，为此，采用什么加工机床、工艺方案来保证精密小孔的加工质量和工效，选用什么加工刀具、检测工具，对于精密小孔的加工精度尤其重要。

1. 精密小孔加工的理想机床及最佳工艺

机械加工中，孔的种类很多，加工方法也不一样，具体采用什么方式，主要根据被加工孔的种类、大小和精度来决定。

钻孔是工厂最常用的一种加工方法，它是用麻花钻对整体工件进行加工的一种切削方式，加工范围约在 ϕ0.3 ~ ϕ80mm，只是加工精度低，表面粗糙度值高，仅作为粗加工或一般加工用。

铰孔则是一种常用的精加工方法，它是在钻孔基础上再用铰刀铰孔，一般精度可达 IT7 ~ IT9 级，表面粗糙度 R_a1.6 ~ 0.8μm，使用经过研磨修背的组合铰刀铰孔，精度可达 IT6 级以上，表面粗糙度 R_a0.4 ~ 0.1μm。铰孔的技术性较强，其精度很大程度上取决于工人的技术水平，使用不当往往造成尺寸超差、精度低、表面粗糙度值高等现象。

除上述钻、铰传统工具外，还有车、镗、磨孔、金刚镗镗孔，深孔钻钻孔，拉、滚压、挤压孔，研磨、珩磨孔以及超声波、电火花、激光穿孔等。这些加工方法大多适合精度较高的单孔加工，或者适合孔间距离尺寸、角度精度要求较低的孔系加工。

精密小孔的加工工艺，钻→扩→铰孔工艺及钻→镗孔工艺都是工厂最常用的工艺方法，既经济又方便，只是精度较低（IT6 级精度）。前者的工艺关键在于铰刀的研磨、修背是否良好；后者在不具备铰刀的情况下采用，工艺关键是几次变径扩孔钻头的选择、匹配以及钻头刃磨修背的质量。但是无论采用哪种工艺都不能忽略用中心钻钻孔定位工序，这是工艺的保证。坐标镗床加工工艺多采用钻→镗孔工艺和钻→镗→铰孔工艺作为粗加工，此时加工精度在 IT6 级精度以下，孔距精度 > 0.03mm，然后半精镗，留余量 0.02 ~ 0.03mm，最后进行精镗，达到精度要求，即粗加工→半精镗→精镗工艺。

2. 精密小孔加工与小孔测量仪

机床、工艺方案确定后，精密小孔加工成败的关键在于加工时所选用的刀具与测量方法。众所周知，刀具仅是加工的手段，测量则是精度的保证。加工刀具固然很重要，但必须依靠检测控制进刀。有无精密的检测工具，将直接关系到加工的质量和精度。当前，精密小孔的加工所以困难，主要问题是缺少检测小孔的精密测量量具，这就给加工带来了极大的困难。“专用小孔精镗刀”就是针对这一具体问题而设计的，这是一种既有良好的切削性能，又能够保证达到一定尺寸精度的新型刀具。

据了解，很少厂家拥有 ϕ5mm 以下的精密小孔测量量具，大多数厂还采用塞规比较测量，这种落后的检测方法，既费时又难于控制尺寸，加工精度也不容易保证。我们实习工厂外接的加工产品中，也经常遇到 ϕ5mm 以下孔径、IT6 级精度以上的小孔的加工。为了保证尺寸精度和表面粗糙度，我们除了设计专用的“小孔精镗刀”外，就是解决检测小孔的精密测量量具。

我们根据百分表回程示值精度稳定可靠这一原理特性，改装成一种简易、实用的小孔测量仪，使用效果很好，其结构如图所示。它以精度很好的千分表 1 作为主体，加装定位体 2、测量体 6 组成一个测量整体。定位体 2 装在千分表 1 的表杆上，由调整螺钉 3 固定，可根据测量的需要任意调整方位（定位体中心槽必须与测量体中心凸键相吻合方可调整）。测量体 6 组装在百分表 1 的表端触头位置上（去掉触头），由连接螺钉 5 连接，形成一个完整的测量体系。定位爪 8 与测量爪 7 分别装配在定位体 2 与测量体 6 上，起基准定位与测量作用。制造时，两爪尺寸必须一致，装配必须与千分表 1 的中心线垂直相交，偏差≤0.003mm。定位体 2 上端（附件 1）定位爪伸出部位中心处开有精密键槽，它

有角度零件尺寸的测量

陕西汽车配件厂　（岐山　722408）　朱　红

如图所示为汽车上的一较重要零件。因其形状不规则，尺寸较繁琐，给测量带来许多麻烦。所以每批加工时由于测量误差的存在，使许多零件需要返修。那么是什么原因使该零件质量无法控制呢？主要是与回转和锁紧有关的尺寸 4mm 和 70mm 无法准确测量。

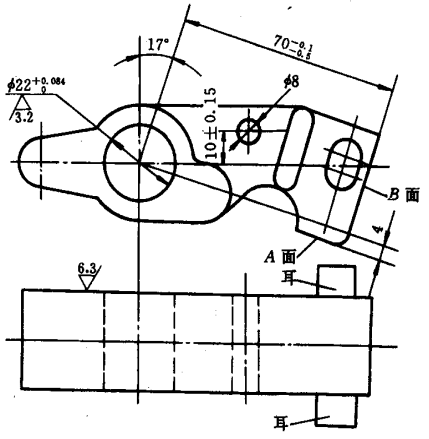
1. 尺寸 4mm 的测量

根据工艺安排，首先加工出 $\phi22^{+0.084}_{0}$ mm、ϕ8mm 孔，同时配作与这两孔小间隙配合的销轴，将 ϕ22mm 销子夹紧在万能回转分度头上，该零件穿入销轴，同时把“耳”挡在左面三爪的一个爪侧面，使需测量尺寸 4mm 朝上，插入 ϕ8mm 销子。其次是找平零件，按图示大孔（$\phi22^{+0.084}_{0}$mm）与小孔（ϕ8mm）的中心距为 10mm ± 0.15mm，用高度规测出大销轴的最高尺寸值减去销轴的半径，即 250mm 或 125mm，再减去理论中心距 10mm，为小销子的中心高度，此值加上小销子的半径，等于需要调整的高度尺寸，即 250 − 10 + 8/2 = 244（mm）或 125 − 10 + 4 = 119（mm）。此时测量小销子的最高尺寸为上述值时，该零件即为找平。最后，由调平时分度头的度数减去 17°。此时用高度规测量 *A* 平面的高度值，即可准确知道尺寸 4mm 的数值。

2. 尺寸 $70^{-0.1}_{-0.5}$mm 的测量

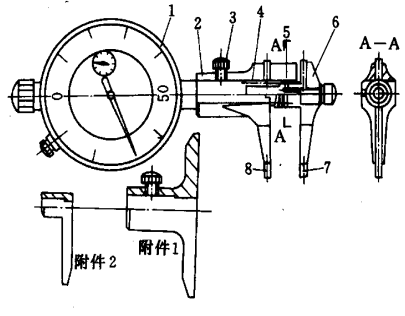
所需两种销轴同上，将零件“反扣”在分度头的销轴上，插入 ϕ8mm 销子，用一“耳”挡在右面三爪的一个爪侧面，零件找平，调至理论高度（方法同上）。最后将零件旋转 90°，达到垂直位置，再转过 17°，即可使 *B* 面达到水平，测量其高度值，可知尺寸 $70^{-0.1}_{-0.5}$mm 正确与否。

通过以上方法，使我们能方便地测量出这两个关键尺寸，并且为操作工人对刀、首检节省了不少时间，测量所需的分度头、角度规、销轴均为车间常见备件，切实可行。



（收稿日期：20031116）

与测量体 6 上端（附件 2）测量爪相配合，控制测量体 6 作定向水平滑移动。测量则由定位爪和测量爪实现。测量前，首先令两爪重合，再用块规与块规附件作基准尺寸定位、校准（有条件时，可用环规校准、尽量不用外径千分尺，以避免引入测量误差）。在其最大值时，即将主体百分表表盘指针调整（定位基准尺寸确定后，再重复进行一次，以检查示值有无误差）。测量时，先令两爪重合，慢慢放置在被测孔中，待放松两爪后，即可轻微摆动。于是，利用千分表的回转和弹簧）的平衡，即可在径向找到其最大值。此时表上指针所指示的读数，即为孔的实际测量尺寸。



1. 百分表　2. 定位体　3. 调整螺钉　4. 弹簧
5. 连接螺钉　6. 测量体　7. 测量爪　8. 定位爪

（收稿日期：20031027）