高精度圆柱角尺的加工工艺改进

中国船舶工业集团总公司第六三五四所　（江西九江　332000）　雷继辉　关福州

该产品是我所研发的新产品，没有成熟的工艺方法可参考，也没有相关的技术信息资料可借鉴，经过首套圆柱角尺的加工，零件的最终圆度、圆柱度、表面粗糙度等精度达不到图样的要求，影响到产品质量。

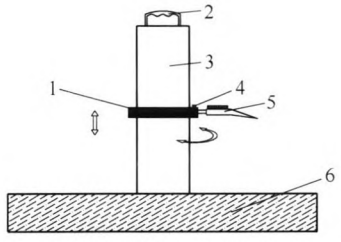

图　1

1. 柱套　2. 手柄　3. 圆柱

4. 锁紧螺钉　5. 杠杆表　6. 平板

通过分析，我们找出了以下三个方面的原因：一是圆柱与柱套的配合精度不够理想；二是圆柱的圆柱度、圆度不够理想，会产生两边小、中间大的鼓形形状，造成柱套在圆柱上下滑动不够理想；三是圆柱与柱套的表面粗糙度不够高，且有振纹。

针对以上圆柱角尺加工中存在的原因分析认为，圆柱与柱套的配合精度不够理想，主要是工艺方法不够完善，在线测量方法不到位；圆柱的圆柱度、圆度不够理想，主要是中心孔表面粗糙度较差，工件旋转轴线与工作台运动方向不平行；圆柱与柱套的表面粗糙度较差，主要是切削液不清洁，砂轮粒度号过大。对此我们分别对圆柱、柱套的加工确定了新的工艺方案。

1. 圆柱的加工

（1）工艺流程　圆柱如图 2 所示：材料为 CrWMn，重量 35kg，硬度要求：淬火 60～64HRC 并进行稳定性处理，外径 110mm，长度 500mm，精度分别为：圆柱度 0.002mm，直线度 0.0015mm，轴线与端面 A 的垂直度 0.004mm，表面粗糙度值 R_a = 0.1μm 级。根据以上精度要求我们制定了新的加工工艺：将加工分粗磨、半精磨和精磨，并在每次磨削加工后对零件进行相应的热处理以消除应力，便于最后尺寸的稳定。即下料→球化退化→车→淬火→研中心孔→粗磨留余量 0.2mm→人工时效→研中心孔→半精磨留余量 0.05mm→油煮定性并 Ct.0→研中心孔→精磨达图样要求。

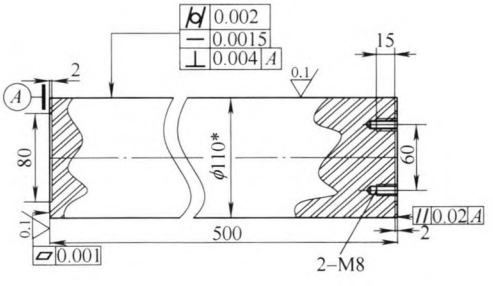

图　2

（2）关键工序的处理　在磨削前，首先将中心孔进行仔细地研磨，使两端中心孔表面质量达 10 级以上。在准备磨削前，将机床空运转一段时间（约 30min），防止机床有爬行现象，使机床在工作时性能稳定，空运转时，除油泵、工作台往复运动及砂轮轴应起动外，头架也起动，避免头架热变形的作用会改变工件的锥度，并检查两顶尖与中心孔接触是否良好。当顶尖中心线与圆柱中心线相偏斜而不重合时，这种接触状况不仅使圆度减小，而且对表面粗糙度也有影响。在温度的控制方面，温度在 ±20℃，湿度在 50%～75%，以更好地控制圆度和尺寸等。用两顶尖定位时，不能过松或过紧，过松在磨削时圆柱会有微量窜动和跳动，影响加工精度和

表面粗糙度；过紧则使圆柱中心孔与顶尖摩擦大，发热大，使圆柱产生弯曲变形，加工后的表面粗糙度和圆度也较差，一般以用手能轻轻转动为宜。安装圆柱时一定要将中心孔和顶尖用干净的布或棉花清洗，并加入适量的润滑油，为了达到圆度0.001mm，采用清洁的L－AN32全损耗系统用油为宜，因为用润滑脂往往易夹入杂质而影响工件的圆度。在精磨阶段，由于精磨这道余量偏少，对刀是很重要，一般只有0.05mm余量，因为还要对工件进行锥度调整，否则尺寸精度很难控制。加工时要用带表千分尺反复地测量两端尺寸，把工作台调到最佳位置。如果工件是鼓形形状必须减小磨削深度，多作“光磨”行程，及时修整砂轮，使其经常保持良好的切削性能。如果第一次对刀进给太大，不仅会破坏砂轮表面的微刃，而且由于砂轮切削能力所限，将会使圆柱产生烧伤和螺旋形。在砂轮选用方面，为了达到较低的表面粗糙度值，选用PA120K6的砂轮，用乳化液冷却，在达到最终尺寸时，光磨时间不宜过长，大概光磨5～6次，表面粗糙度值就可以达到R_a=0.05mm以下；如光磨时间太长了，由于砂轮钝化后所引起的自激振动，会使圆柱表面产生振纹，影响表面粗糙度。

采用以上的工艺和加工方法，解决了圆柱的加工精度问题，获得更高的圆柱度、直线度，圆度和表面粗糙度。

2. 柱套的加工

（1）工艺流程　柱套如图3所示：材料为CrWMn要求硬度为60～64HRC，内径110mm，外径132mm，长度45mm，在内孔与外圆上分别有两处对称的3mm×2mm的凹槽。柱套精度要求：圆柱度0.001mm，内孔表与端面的垂直度0.0015mm，内孔表面粗糙度值R_a=0.1μm，与柱身配磨的相对间隙0.002～0.004mm，并且要求柱套两端磨成比中间大0.002～0.003mm的喇叭口形状，位置从开槽处开始。可以看出：内孔的圆度、圆柱度，孔对端面的垂直度、与圆柱的配合间隙要求极高，所以在加工中这几项技术指标加工控制最为重要。根据以上精度要求，我们制定了新的工艺过程：柱套的加工分粗磨、精磨、半精磨和超精磨，并在每次磨削加工对零件进行相应的热处理工序以消除应力，便于最后尺寸的稳定。即下料→球化退化→车→淬火→粗磨留余量0.2mm→人工时效→精磨留余量0.1mm→油煮定性并Ct.0→半精磨留余量0.03mm（这之前要测量圆柱的实际尺寸）→自然时效→超精磨与圆柱实际配磨。

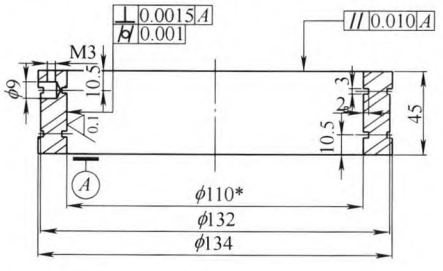

图　3

（2）关键工序的处理　在设备选择方面，考虑到数控内圆磨床是采用乳化液冷却，便于柱套温度的控制以获得理想的尺寸精度，并可进行相对磨头的微调，所以在锥度、垂直度、圆度及尺寸上更易控制。在砂轮选择方面，选用陶瓷结合剂的单面凹白刚玉砂轮，粒度为120号、直径70mm，长度40mm的砂轮。在装夹方面，采用磁力吸盘吸柱套A面，在测量方法方面，采用相对测量的方法测量柱套的尺寸，方法是先加工一件柱套零件，定温后经精测仪器将内孔尺寸测量出来，然后以此零件的内孔尺寸为基准，用杠杆千分表测量配磨柱套尺寸，以达到与圆柱0.003mm的间隙配合。在加工最终尺寸时，可不进给而进行循环十次左右的光磨，以降低表面粗糙度值。在温度控制方面，室内温度控制在20℃左右。采用以上的工艺方法与加工方法，很好的解决了柱套与圆柱的配磨精度问题，并获得更高的圆柱度、圆度和表面粗糙度。

通过以上工艺方法，精度较以前有了明显的提高。

3. 结语

通过摸索、实践，我们总结了圆柱角尺加工的工艺新方法，满足了图样的各项指标要求。该新产品在转台、六面体等高精度产品的检测方面得以广泛应用，提高了检测质量和效率。该工艺方法为我所精密检具产品加工铺垫了基础，为今后研发其他精密检具提供了一套很好的工艺方法。**MW**

（收稿日期：20130806）