

自动化珩磨机 在制动鼓中的应用

□ 苏州信能精密机械有限公司/夏前永 左朋 李学武

随着“工业4.0”概念的普及，各行各业都在向这方面努力发展，致力于建立自动化、智能化生产线。在中国汽车制造业中也初步形成了以新型传感器、智能控制系统和工业机器人自动化成套生产线为代表的智能制造装备生产线。自动化和智能化成为了现在生产业的必然趋势。

制动鼓

随着中国汽车行业的发展和社会的发展，人们对汽车的需求越来越高，对汽车的性能要求也越来越高。制动鼓（见图1）在汽车中对汽车的制动起到决定的作用，直接影响汽车的安全性，所以对制动鼓的质量精度都有了更高的要求。



图1 制动鼓

从图1中可以看出，制动鼓的加工直径大、深度浅，对鼓的形位公差要求高，普通的加工已无法满足其加工精度要求。

珩磨加工能够满足其加工要求，但也还是存在技术难点：

（1）加工孔径有200mm，这对珩磨头的要求很高，由于其精度要求高，所以珩磨头自身需要很好的加工精度。

（2）加工行程短，只有38mm，而且是盲孔，这就要求往复有很高的定位精度和换向精度。

（3）因其在自动化生产线上生产，所以要求珩磨机也要具备很高的自动化和智能化程度。

（4）加工余量大且要求加工节拍短，单个零件的加工少于1min。

（5）在制动鼓的孔表面形成均匀的网纹交差角，这就要求珩磨机的往复轴和主轴要有很好的配合，同时要求往复轴的换向速度要特别快，不然就会产生乱纹，破坏珩磨效果。所以往复轴既要有很好的换向精度，又要有很高的换向速度，对往复伺服是一个非常大的考验。

经过研究分析和最终试验，我

公司开发出MB42200珩磨机（见图2），该机型集成了伺服转台、桁架机械手及全伺服控制系统等自动化功能部件，完美解决了上面提到的针对制动鼓制造的几点难题，而且可以将其尺寸精度和粗糙度显著提高。在将其精度提高的同时可以在孔壁上留下交叉网纹，在交叉网纹上可以存留一层均匀厚度的油膜，从而可以很好地延长制动鼓的使用寿命。

MB42200系列珩磨机为我公司针对汽车制动鼓及类似零件设计的新型珩磨机，它包括了珩磨主机、伺服转台、自动上下料桁架机械手等功能部件，各个功能部件具有极高的精度且各功能部件之间还有很好的配合度。该款珩磨机能满足孔径大、盲孔、加工行程短、加工节拍短和精度高的技术要求。该系列珩磨机能够与自动上下料系统完美结合，可以实现自动上料至零件加工完成及输出全过程无人化加工。

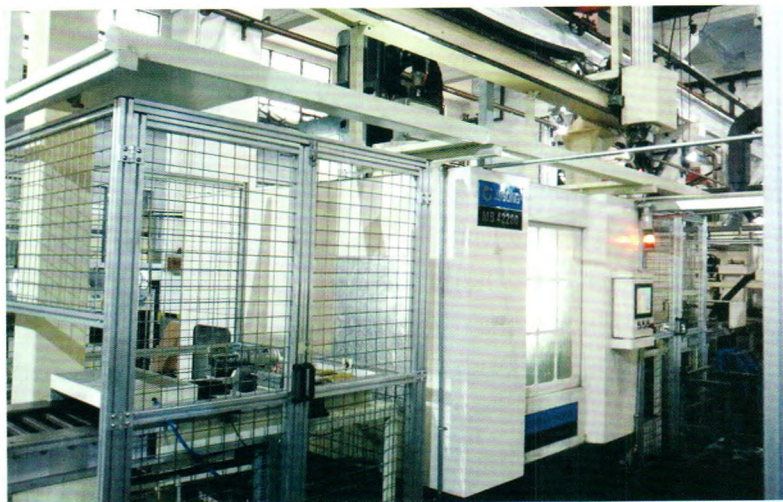


图2 MB42200系列珩磨机

该加工单元有效提高了加工效率，减少操作人员，为智能化工厂企业提供了更好的选择。

设备主要结构特点

1.模块化

该设备以柔性加工系统、自动桁架机械手、机器人自动输料系统及智能控制系统等制造单元模块形式出现，可以满足不同客户不同产品的需求。根据客户需求的不同，进行不同模块的组合，满足客户加工需求。

2.自动化

该设备单元均可根据设定的程序运行，实现被加工零件从进料、定位、装夹、加工、出料等加工全过程的自动化。在设备中采用了德国的转台，自动桁架机械手，以及自制的MB42200珩磨机。

(1) 德国进口转台（见图3）。因该产品采用生产线生产且要求加工节拍短，故采用1轴两工位的结构设计。一个转台上放置两个工位，一个工位加工的同时，另一个工位用来上下料，可以很大限

度地提高加工效率。另一方面为了能够在1min的节拍内给设备提供更多的加工时间，转台的工位切换要在0.7s内完成，速度非常快，对转台性能是一个很大的考验。最终通过考察，选择了德国进口转台，其超高的性能为设备提供了可靠地定位精度，以保证零件每次都被放到加工轴的位置满足加工需求。同时

在转台与设备的连接中针对每个加工位都有报警装置，当转台没有转到对应的位置时，加工系统会给出报警信息提示且停机待检。

(2) 物流线与伺服控制的桁架机械手，在设计中将桁架机械手融入到控制系统中，桁架中的各个轴均采用伺服控制，以保证定位的准确性和稳定性，且在桁架机械手的各个运动环节中都加了检测装置，用于保证超高的安全性。在整个物流线中包括了翻转机构和备料台，每一个机构都加入而检测装置。在机械手爪（见图4）上采用了气动双手爪的设计方式，一个手爪将原工位上加工完成的零件取出，然后另一个手爪再将等待加工的零件放入备加工工位，以节约上下料的时间。在桁架的X和Z方向都采用了全闭环的伺服控制系统，以保证每次上料和下料的准确性，将问题发生的可能性降到最低，将设

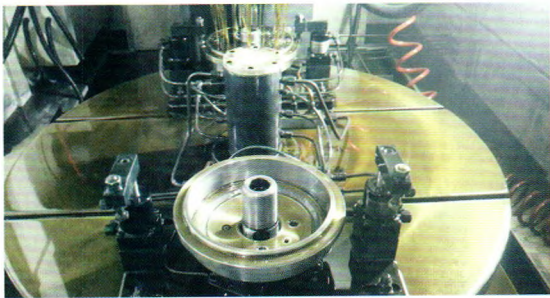


图3 伺服转台

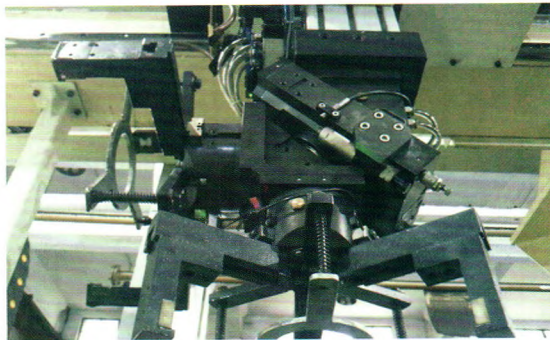


图4 机械手爪

备的安全和稳定性提到最高。

(3) 主机部分。主机部分采用全进口伺服控制，很好地保证了定位精度、重复定位精度和稳定性。因制动鼓的孔径比较大，所以主轴和往复的电动机分别选择了7.5kW和6.5kW以保证加工所需的大扭矩。主轴可以实现无级调速，往复轴可以实现0~20m/min的无极变速，且换向精度 $\leq 0.2\text{mm}$ ，进给轴可以实现0.001mm的单次进给量设定。在加工的界面中将珩磨的工艺分为4个部分，分别为进给1、进给2、进给3和光整。针对每个进给部分有对应的参数设置界面，这样可以通过改变参数来实现1遍珩磨达到4道工序（粗珩、半精珩、精珩、光整）的加工效果。用户可以根据自己的加工需求随意合理地设定加工参数，同时在程序中有刀具磨损补偿。通过大量的实验我们总结出：当被加工零件的加工余量相对稳定，且在不改变加工参数的情况下，砂条的被磨损量可以维持在一个稳定的范围内。例如待加工零件的余量稳定在0.03mm的时候，加工50个零件后砂条会出现0.01mm的磨损量，这个时候可以在参数设置里面将磨损间隔数设定为50，磨损补偿量为0.01mm，这样就可以很好地保证被加工零件的尺寸在加工完成后能保持在一个稳定的区间内。通过这个刀具磨损自动补偿功能，可以很好地保证尺寸精度及尺寸一致性，可以更好地实现自动化生产和无人化生产。

创新点

1. 工艺精准化

针对汽车制动鼓零件的特

点，编制合适的工艺。制动鼓为盲孔类零件且直径大，孔底端空刀仅为1~2mm，孔深比较浅，一般30~45mm，该类零件珩磨难度大，需要珩磨机主轴往复换向精度很高。传统的珩磨机往复轴Z向运动的控制是由伺服液压缸控制的，其往复换向精度经常受液压油的温度、浓度和液压油质量的影响，无法保持一致性和稳定性。珩磨精度无法得到很好的保证，常常出现倒锥或尺寸不稳的问题，影响客户的 C_{MK} 指标要求。针对此问题，我们通过研究和分析，大胆创新设计，采用高精度伺服传动系统（伺服电动机+滚珠丝杆相结合的传动系统，伺服电动机配有编码器可以对位置实时显示，滚珠丝杆采用进口有很好的精度保证，两者相结合效果显著），将机床往复换向精度大大提高，满足加工此类盲孔零件的需求。

2. 珩磨工具专业化

此类零件孔大且短，其珩磨工具也不宜采用传统的设计方法和思路，需另辟蹊径。通过对零件工艺分析，采用了平浮+轻量化的结构设计，很好地解决了珩磨工具由于大且重，回转精度差和往复换向冲击声大的问题。在珩磨头设计上，首先要满足孔径大、盲孔和导向的问题。因制动鼓的孔径大，所以珩磨头也要做到相应的尺寸且要保证质量够轻，最终经过试验设计出如图5所示的珩磨头。

首先，该珩磨头采用新型材料以减轻其质量，在减轻质量的同时又能保证其强度，不会在加工中出现变形。同时在珩磨头的底部有一个导向孔可以保证珩磨头在进入工



图5 珩磨头

件时不会偏，从而保证零件的加工精度。又因客户要求的加工节拍为1min以内，在珩磨头上采用多砂条的设计，这样可以相对提高加工效率满足节拍，同时也有它对应的问题就是珩磨头较大，油石较多，在将其安装到设备之前必须对它进行归圆，只有珩磨头具备了相应的尺寸精度才能加工出合格的产品。

3. 智能化

生产单元采用先进的西门子数控系统和专业的控制软件，实现珩磨单元生产的柔性化和自动化。该系统可以与数字化无人工厂控制中心连接，满足数字自动化工厂的需要。

结语

MB42200系列珩磨机是一款自动化集成度很高的专用珩磨设备，在制动鼓生产线中的应用得到客户的高度认可。该设备可以完美融入“工业4.0”，实现智能化生产，建立无人或少人自动化生产线。在保证加工产品质量的同时可以将单个零件的珩磨成本降到最低。

AUTO1950