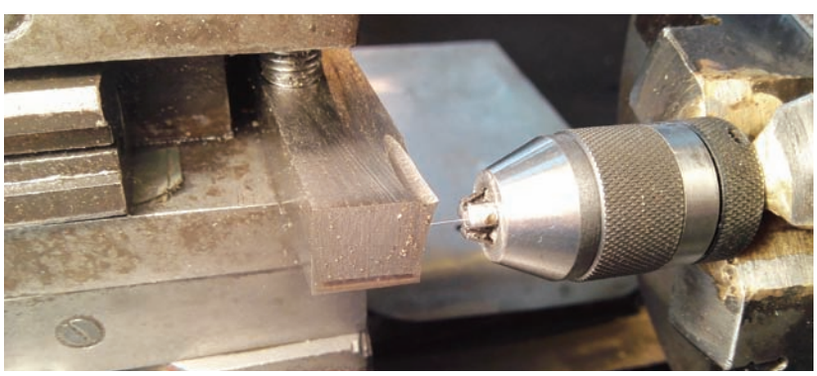
微孔瓷管压型模具的设计与制造

■ 中国电科第五十五研究所 （江苏南京 210016） 王存磊 朱开宏 王继顺 许 海

摘要：介绍一种微孔瓷管压型模具的结构设计、工作过程及关键零部件的加工工艺。



随着微电子技术的发展，微波器件对管壳的要求越来越高，而瓷管是微波管壳的关键零件之一。瓷管制作方法之一是通过压型模具由瓷浆压型而成，该方法可手工操作，简单易行，可成形复杂形状、高精度的瓷管，但是这也给压型模具的设计、加工提出了很高的要求。

1. 瓷管结构特点

瓷管结构如图1所示，其最大的特点是尺寸小、精度高，并且在ϕ1.6mm的圆孔底有0.2mm深的台阶和2个ϕ0.3mm的小孔，这给模具的设计、加工带来了很大的难度。并且加工该瓷管的压型模是一种手动模具，要求模具具有结构紧凑、质量轻、体积小和操作简单的特点，这也需要在模具的设计、制造中加以考虑。

2. 模具结构设计及工作过程

整个模具结构如图2所示。模具工作时瓷浆料在压铸机柱塞作用下压入型腔，并充满整个型腔，型腔表面用刮刀刮平，零件很快冷却凝固，通过外力推动顶板6，顶板6推动顶杆8，进而推动顶件器2把瓷管顶出，最后通过弹簧来复位型腔。

设计该模具时，重点关注了以下几个关键点：

（1）凹模设计为镶块镶嵌式。镶块式凹模的优点是淬火时可仅对镶块淬火，因为镶块淬火变形较小，而且磨损后方便更换。而整体式凹模淬火变形大，磨损后整个模具只能报废，不可维修。

（2）凸模的设计及加工是整副模具的关键。凸模整体设计成分段台阶式，这样可有效增加凸模的强度，因为瓷管的内腔尺寸

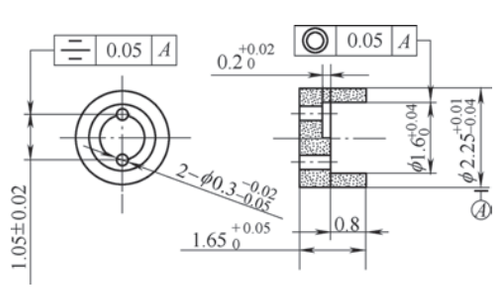


图 1

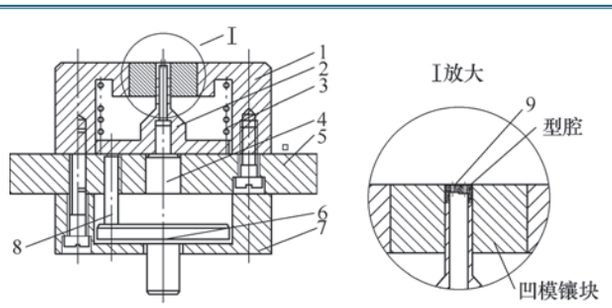


图 2

1.凹模 2.顶件器 3.弹簧 4.凸模 5.底板 6.顶板 7.盖板 8.顶杆 9.凸模芯

只有φ1.6mm，凸模端部也只能是这个尺寸，强度很小。该瓷管腔底有半圆台阶和2个φ0.3mm的微孔，凸模的设计如图3所示，凸模端部安装两个小凸模芯φ0.3mm，考虑到该瓷管内孔尺寸太小，只能采用压配凸模芯的方式。

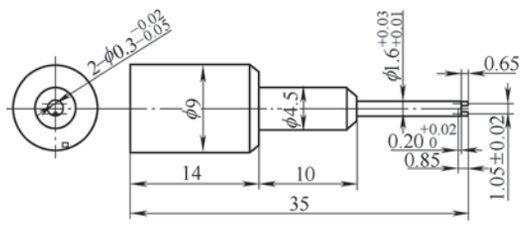


图 3

（3）该瓷管零件尺寸小、精度高，也对模具的各个配合尺寸提出了很高的要求。经多次试验，顶件器与凹模、凸模之间必须配合0.01～0.02mm的间隙，间隙太小会使腔内空气无法排除，瓷料填充不满形成气泡；间隙太大容易使瓷料进入间隙，造成瓷管有毛边而报废。必须保证凸模与凹模的同心度在0.02mm以内，以及凸模及凸模芯与凹模顶面的垂直度在0.02mm以内，否则瓷管尺寸极易超差，瓷管壁厚不均匀，造成瓷管焊接漏气而报废。

3. 关键零部件的加工要点及装配

该压型模的关键零件有4个：凹模及凹模镶块、凸模及凸模芯、顶件器及底板。由于该瓷管件尺寸太小，关键零部件的加工难度大，因此采用特殊加工工艺来保证零件的尺寸要求。

（1）凹模的加工。凹模的加工工艺过程为：下料→车凹模外形（两端留0.1mm余量供磨，中心打穿丝孔）→磨出两端面（平行度≤0.01mm）→线切割割配合孔（与底板装配好后同底板一同割出）→扩孔、铰孔→车凹模镶块→镶块热处理→镶块磨内孔→镶块抛光、压配→磨端面。

关键加工工艺为线切割割配合孔。因为凸模和凹模孔同底板垂直度必须在0.02mm以内才能保证瓷管的垂直度，为了凸模安装孔与凹模孔同心且垂直于底板，必须待打好穿丝孔的底板与凹模装配合固后一同割内孔，这样可以保证凸模的安装孔和凹模镶块的安装孔同心且垂直于底板。

（2）凸模及凸模芯的加工。凸模的加工是这副模具制作的难点。凸模的设计采用了分段台阶、凸模芯压配的方式（见图3），但是凸模端部及凸模芯尺寸太小，加工难度大。工艺过程为：车凸模初坯外形（见图4）→数控铣床铣台阶、做2个φ0.25mm孔→精车外形→车凸模芯→压配凸模芯。

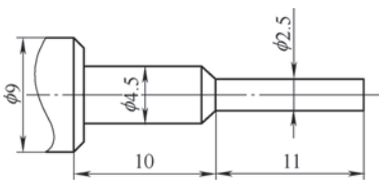


图4 凸模初坯

关键工艺为：①凸模的加工。在φ1.65mm的直径上加工2个φ0.25mm安装孔，试过很多办法都不理想，最后确定使用新引进的高速数控雕铣机，采用高速铣削技术加工。先车好初坯图（见图4），这时留有余量。然后用高速数控雕铣机以中心定位（见图5），铣φ2.5mm外形到φ2mm，打2个深2mm φ0.25mm孔。这样做的优点是可以使2个φ0.25mm孔与中心对称。②凸模芯的加工（见图6）。车床车凸模芯成形，关键点在车φ0.25mm时与孔配做，需过盈0.003～0.008mm，间隙过大凸模芯会随瓷管滑出，间隙过小压配时难以进入而使凸模芯弯曲变形。③精车凸模、压配凸模芯。以凸模粗端定位，对铣过的外形φ2mm打表找中心，然后精车到φ1.65mm保证公差，解决了2个φ0.25mm的中心与φ1.65mm的中心同心的问题。

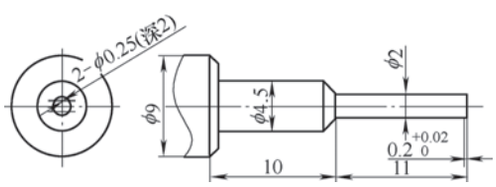


图5 凸模台阶和孔的成形

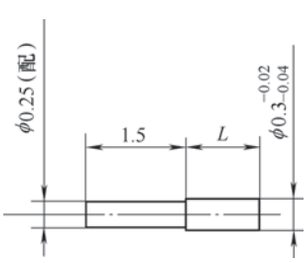


图6 凸模芯

由于凸模芯尺寸太小，压配十分困难。我们设计了压配夹具（见图7），夹具两端有φ0.25mm孔，深度分别为1.2mm和0.6mm，两端圆柱体加工成近半圆形，是为了压配一个凸模芯时避开另一个。压配时先把凸模芯放在深1.2mm的φ0.25mm孔中，压入凸模，

水轮发电机镜板加工工艺

福建南电电机有限公司　（南平　353001）　应恒晶

摘要：分析了镜板的作用和技术要求，制定出镜板的机械加工工艺。在立车上通过精车→砂带磨削→研磨、抛光的方法使加工镜面的平面度、平行度以及表面粗糙度都得到可靠保证。

镜板是水轮发电机组推力轴承的关键部件之一，它和推力轴承瓦构成摩擦副，当轴承运行时，它承受机组的全部轴向负荷。而油膜厚度只有0.03～0.07mm，因此对镜板的材质、加工精度和表面粗糙度都有较高要求。如果镜面有伤痕、硬点等缺陷，则可能破坏油膜，甚至造成烧瓦事故；如果镜面的平面度和表面粗糙度达不到要求，则轴承的承载能力下降，摩擦损耗增加。镜板上、下两平面的平行度对安装时机组摆度的调整和运行稳定性有直接影响。因此，镜板的加工是水轮发电机制造厂的一项核心技术。

1. 镜板的技术要求

如图1所示，镜板的上平面是通过螺栓孔和销孔与推力头把合的结合面，下平面是镜面（摩擦面），外侧圆柱面上有一对装吊柄用的螺孔。

镜板多采用45号锻钢，对材

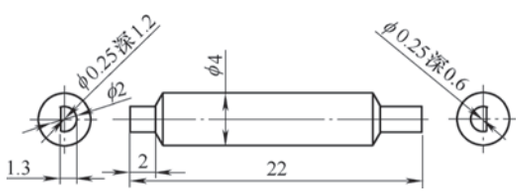


图7　压配夹具

然后用夹具另一端浅孔把凸模芯压紧。压配凸模芯时要注意垂直压入，用力适中，不能使凸模芯弯曲。凸模芯台阶位置要压平，保证凸模芯根部无缝隙，否则瓷料会渗入造成瓷管飞边。

（3）顶件器的加工。加工顶件器的工艺过程为：车外形→淬火→磨两端面配型腔高度→抛光。该零件加工的关键点在于顶件器的内、外形尺寸要与凸模、凹模的配合间隙在双边0.01～0.02mm，间隙过小会不透气而使瓷管有气孔，过大会使瓷管有飞边。

（4）底板的加工。底板的加工工艺过程为：车外形→磨两端面→做穿丝孔→线切割割内孔（与凹模装配后与凹模孔一同割出）→铰孔→凸模压配→做其余安装孔。

底板加工的关键点在于：①磨两面的平行度≤0.01mm。②割内孔时与凹模一同割出，保证与凹模孔的同心度≤0.01mm。③凸模孔与底板的垂直度≤0.01mm。

4. 结语

模具解决了瓷管内腔、微孔成型的问题，制作的瓷管尺寸公差符合要求；整个模具结构紧凑、操作简单；采用镶嵌式结构，凹模及凸模在磨损后维修方便。

参考文献：

[1] 王孝培. 冲压设计资料[M]. 2版. 北京：机械工业出版社，2005.
[2] 冯炳尧，韩泰荣，殷振海，等. 模具设计简明手册[M]. 上海：上海科技出版社，1984.
[3] 周泽清，黄建方，顾柏峰. 一模四出瓷管压铸模设计及加工[J]. 模具工程，2005（6）：17-18.

MW（收稿日期：20150228）