

UHMWPE 瓷机滤板的研制

杨 军

杨先泽

(湖南工业职业技术学院, 长沙 410007) (长沙南方职业学院, 长沙 410208)

摘要 通过对超高分子量聚乙烯(UHMWPE)特性的分析, 指出用其制作瓷机滤板的可能性, 并针对 UHMWPE 的成型加工性能及瓷机滤板的结构特点, 确定了压制、烧结成型的工艺方案, 阐述了瓷机滤板压制、烧结成型工艺条件, 压缩模具结构, 模具工作过程, 以及成型过程中使用的加热与冷却装置及加热与冷却油路设计, 介绍了压制、烧结成型工艺要点和 UHMWPE 瓷机滤板的应用情况。

关键词 瓷机滤板 超高分子量聚乙烯 压制成型 烧结成型 研制

陶瓷机械(以下简称瓷机)上的滤板等重要零件以往都是用青铜(ZQAL9-4等)或其它铜合金制造, 以适应陶瓷原料瓷泥流动时的高摩擦性和腐蚀性, 保证产品质量、生产稳定性及设备使用寿命。

超高分子量聚乙烯(UHMWPE)是一种性能非常优异的塑料, 它的耐磨损性能非常卓越, 摩擦系数很低, 且有自润滑性, 比一般碳钢和铜合金等金属的耐磨性提高数倍, 是尼龙(PA)耐磨损的5倍, 与钢、铜配对使用时不易产生粘着磨损, 对配套偶件磨损很小; 它的冲击强度极高, 比PA6和聚丙烯(PP)高约10倍, 即使在-70℃的低温下也仍具有相当高的冲击强度, 且能吸收冲击和振动, 防噪音; 它的吸水率小于0.01%, 具有良好的热稳定性和尺寸稳定性; 它还具有优良的耐化学药品性能, 耐一般浓度的酸、碱、盐及有机溶剂, 加之可回收利用, 且价格比铜及其合金便宜, 这些特性使得UHMWPE非常适于用作瓷机滤板材料。

笔者采用北京助剂二厂生产的UHMWPE粉料(几乎未加入改性助剂)和自行设计的压缩模具, 采用压制、烧结成型工艺制备了UHMWPE瓷机滤板, 取得了较好的社会效益和经济效益。

1 成型工艺分析

由于UHMWPE的熔体粘度很高(达 $10\text{ Pa}\cdot\text{s}$), 流动性极差, 在不改性的情况下无法用注塑等工艺加工成型, 只能采用类似于聚四氟乙烯(PTFE)的压制、烧结成型的工艺方法, 而且其临界剪切速率低, 易出现熔体破裂现象, 若采用挤出或注塑加工, 则会使制品表面出现裂纹、气孔或脱层现象, 加之UHMWPE的摩擦系数小, 即使在熔融状态也是如此, 当用螺杆挤出送料时, 加料段会发生打滑现象, 难以顺利生产。另外, UHMWPE成型温度范围窄, 易氧化降解。根据以上的分析和相关经验, 要成型

加工UHMWPE瓷机滤板, 采用压制、烧结成型工艺是较为合理的。

由于UHMWPE瓷机滤板尺寸较大, 需将模具安装在500 t四柱式油压机上。笔者采用压制与烧结同时进行的工艺方法试制了UHMWPE瓷机滤板, 制件外径为830 mm, 最厚处为51.4 mm, 平均厚度约23.3 mm, 件重约12 kg, 结构见图1。

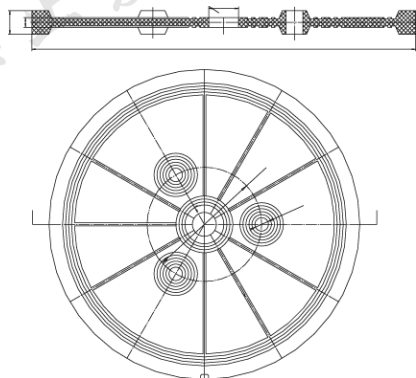


图1 UHMWPE瓷机滤板结构示意图

2 UHMWPE 瓷机滤板用模具

2.1 模具结构设计

如前所述, 由于UHMWPE的流动性太差, 只能按类似于PTFE的模具结构进行设计^[1,2]。其模具结构如图2所示。

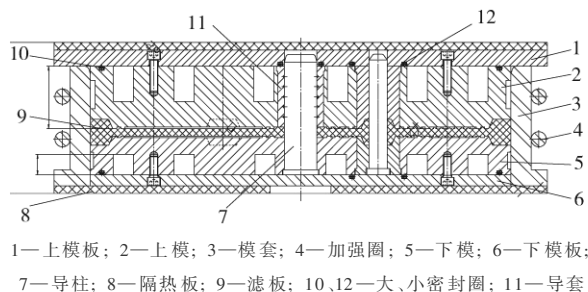


图2 模具结构图

由图 2 可知,这种典型的固定式压缩模通过螺栓、压板将上模部件固定在油压机的上部,将下模模套 3 固定在油压机的下部;上模板 1 与上模 2 由螺钉连接紧固成一个整体,而下模 5 与下模板 6 也用螺钉连接紧固成一个整体,且在模套 3 内可以上下移动。

由于该模具的预热、加热烧结、冷却都由导热油来完成,所以上模 2 及下模 5 都设有油路循环流动,并且采用优质橡胶密封件 10 将上、下模油路密封,以防止导热油和冷却油泄出模外。

由于 UHMWPE 瓷机滤板是用压缩模在高温高压下成型的,其模套 3 侧面受的张力很大,为了防止模套变形,特意增加了两个环形加强筋 4,它们是用优质圆钢(外径 20 mm 左右)弯制焊接而成,以紧配合加焊接的方法与模套形成一个整体。

由图 1 可知,瓷机滤板为圆形制品,因此凸模(上模)和型腔(模套)也相应地为圆形;其导向机构采用中心一组导柱、导套,导柱固定在下模,兼起型芯作用,导柱的高度比模套 3 高 10 mm 左右,这样便于 UHMWPE 粉料的加入;另外为了防止上模转动,引起上、下模错位,在制品三个凸台处增加了辅助导柱,此导柱采用较松动的间隙配合,以方便操作。经生产验证,此种模具结构紧凑合理、经济适用。

UHMWPE 为热塑性塑料,其压制成型所用的模具需要同时具备加热和冷却两种功能,即先将模具预热到 60℃ 左右,将 UHMWPE 粉料加入到模具型腔中,在上模施压的同时,对模具继续加热,当 UHMWPE 充满整个型腔后,对模具继续加热到 200℃,以便对制品进行烧结(烧结工序在模具内进行),保温一定时间后,开启冷却油阀,待模具冷却到 65℃ 左右时开模取出制品。

在整个压制过程中,加热是一个非常重要的环节。为了提高加热速度、节省能源,在模具的上、下模板上都安装了隔热板 8,隔热板采用较为密实的橡胶石棉板制造。

2.2 加热与冷却装置

图 3 是一套简单而适用的塑料模具加热与冷却装置示意图,由高压循环油泵、加热器、冷热油分配阀、过滤器、进出口油温测量热电偶、模温测量热电偶和控制系统等部件组成。为了达到迅速加热和冷却的目的,设置了两个储油箱:一个为热油储油箱,此箱 6 个表面都用隔热保温材料覆盖着,以防热量

过多损失,并由高温油泵控制;另一个为冷油储油箱,提供模具冷却用油,由普通油泵控制。为了防止油箱中的杂物进入油路,冷、热油都经过滤器后再流入模具,给模具加热后导热油可回流到热油储油箱中;给模具降温后冷却油也可回流到冷却油储油箱中。模具各工艺阶段的温度通过热电偶由人工控制。

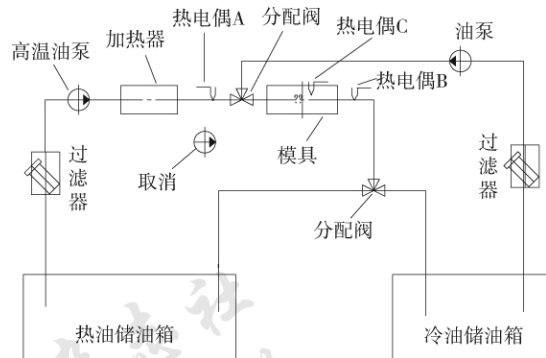


图 3 加热与冷却装置示意图

由于加热油与冷却油分别设置了控制阀门,可以按需要开启或关闭,所以在上模和下模都可以将加热油槽和冷却油槽并在一起。为了能尽量均匀加热和冷却,模具中心与边沿的油槽应尽量合理分布。图 4 为加热与冷却油路循环示意图。由图 4 可以看出,此模具设有三条环形油槽,并相互贯通,以形成循环回路。三条油槽都较深(上模约为 70 mm,下模约为 40 mm),并且设置了三处堵塞,迫使加热油与冷却油都能按设想的油路进行循环,起到了良好的效果。

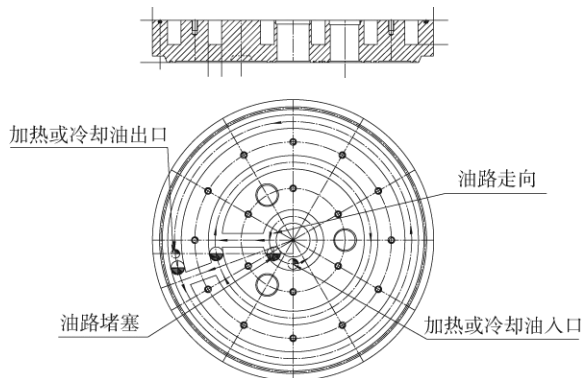


图 4 加热与冷却油路循环示意图

由于导热油的工作温度超过 220℃,而且要求无毒、无臭、无腐蚀、不易挥发、价廉等,故选择了以甘油为主、掺以其它油(如菜籽油等)的混合液体作为导热油,使用效果很好。因为甘油的沸点为 290℃,无色、无毒且有甜味,能与水以任何比例混合,具有润滑作用;而菜籽油也是无毒、无臭、价廉的

油状液体, 加热到 280℃ 时, 油色不变深、无析出物。对冷却油的要求可以低一点, 普通机油即可。

3 UHMWPE 瓷机滤板的压制、烧结成型工艺

图 5 示出 UHMWPE 瓷机滤板的压制、烧结成型工艺流程。对模具预热有利于提高 UHMWPE 瓷机滤板的质量和生产效率。模具预热后再喷涂脱模剂易于使脱模剂均匀分布。一般预热温度为 60℃ 左右。若温度太高, 装料操作不方便, 且易烫伤皮肤, 对装料速度也有影响。预热时间一般为 5 min 左右。

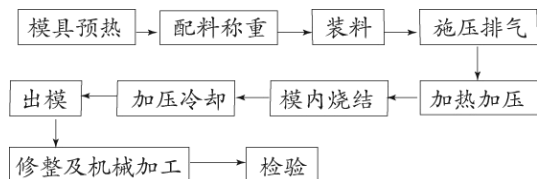


图 5 UHMWPE 瓷机滤板压制、烧结成型工艺流程

称取配好的 UHMWPE 粉料(一般应称取 UHMWPE 瓷机滤板实际件重的 103% 左右, 以考虑飞边等损耗, 确保瓷机滤板的密实度), 装入涂有脱模剂的型腔(模具型腔尺寸应考虑 2.3% 的收缩率)中。此时上模下压, 加压加热, 初始加压 10 MPa 左右以排除粉料中的空气, 使原料密实, 增加热导率, 缩短加热烧结时间; 继续加热加压直至模具闭合。

在加热烧结阶段, 为了快速加热, 导热油的温度应控制在 220℃ 左右, 使 UHMWPE 的熔体温度保持在 200℃ 左右; 而制品的烧结时间即加热时间可参照以下经验公式计算^[3], 即:

$$t = 40(H/10)^{4/3}$$

式中: t ——加热时间, min;

H ——制品的厚度, mm。

瓷机滤板的平均厚度约 23.3 mm, 代入上式, 可得出加热时间约为 100 min。

热压压力仍采用 10 MPa。在此工艺条件下能生产出质量合格的瓷机滤板。

当加热烧结的温度、压力、时间都达到了工艺规范以后, 就进行加压冷却, 即关闭加热油路阀门, 打开冷却油路阀门(一般冷却油温度可控制在 25℃ 左右), 在模具开始冷却的同时, 应将压力加大到 15 MPa, 当模具温度降低到 65℃ 时打开压机, 将上模升至便于操作的位置, 再由压机顶出油缸施压顶出制品。

最后还要对制品进行修整与补充机械加工。由于该瓷机滤板尺寸较大, 凸模与型腔的配合(按 H7/f8 配合加工)间隙不可能很小, 局部难免有一些飞边和毛刺需要进行清除和修整。另外有些部位不便压制, 需要进行少量的机械加工。

4 UHMWPE 瓷机滤板的应用

选用 UHMWPE 为原料, 经模具压制、烧结成型制备的瓷机滤板替代了以往的经铸造后再进行机械加工的铜合金滤板, 其综合成本降低了 70%。

由于 UHMWPE 的耐磨损和自润滑性能很好, 所以该瓷机滤板的实用性能优良, 使用寿命比铜合金瓷机滤板可提高 2~3 倍。目前 UHMWPE 瓷机滤板已经投入生产运行 5 年以上, 从未出现较大的故障, 运行良好。经测量、检查, 磨损甚小, 仍在继续使用中, 达到了预期的效果。

5 结论

针对 UHMWPE 的成型加工性能和瓷机滤板的结构特点, 确定了压制、烧结成型的工艺方案。采用国产 UHMWPE 粉料和专门制订的压制工艺及自行设计的模具, 经压制、烧结成型了 UHMWPE 瓷机滤板。其综合成本比铜合金滤板降低了 70%, 且使用寿命提高 2~3 倍, 已投入生产 5 年余, 运行良好, 从未出现较大的故障。

参考文献

- 1 王鹏驹. 塑料模具技术手册. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- 2 杨先泽. 氟塑料模具设计. 模具工业, 1973(3): 38
- 3 刘广建. 超高分子量聚乙烯. 北京: 化学工业出版社, 2001.

DEVELOPMENT OF UHMWPE CERAMIC MACHINERY FILTRATION BOARD

Yang Jun

(Hunan Industry Polytechnic College, Changsha 410007, China) (Changsha Nanfang Vocational College, Changsha 410208, China)

Yang Xianze

ABSTRACT The application of UHMWPE in the filtration board was valued by analysing the characteristics of UHMWPE. Aiming at the moulding properties and the structure characteristics of the filtration board, the process program of compression moulding and sintering moulding was determined. The moulding condition the structure of the compression mould, the working course of the mould, the heating and cooling equipment used in the compression moulding process and the design of hot oil way and the cold oil way were stated. The main point of the compression moulding and the application of the ceramic machinery filtration board were introduced.

KEYWORDS ceramic machinery filtration board, UHMWPE, compression moulding, sintering moulding, development