

高温水式模温机的对比与分析

石旭伟, 张骏

(威猛工业自动化系统(昆山)有限公司, 江苏 苏州 215000)

摘要: 模具温度控制机简称模温机, 在工业领域应用十分广泛。模温机从介质上可以分为水式和油式两种类型, 在橡塑行业中, 水式模温机占主导地位。本文从原理上分析对比了直冷和间冷两种高温水式模温机, 得出间冷式高温水式模温机温度稳定性及控制精度高, 使用寿命长但冷却效率低, 成本高。直冷式高温水式模温机结构简单, 价格便宜但温度稳定性及控制精度较差。

关键词: 模温机; 高温水式; 直冷 / 间冷

引用论文: 石旭伟, 张骏. 高温水式模温机的对比与分析 [J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(10):43-46.

中图分类号: TQ330.4

文章编号: 1009-797X(2026)10-0043-04

文献标识码: B

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2026.10.008

0 引言

模具温度控制机(简称模温机)是一种精确控制模具或设备温度的工业设备, 广泛应用于橡塑领域、复合材料成型、化工反应釜等工业领域^[1~2]。依据传热媒介, 模温机可以分为水式模温机和油式模温机。油式模温机温度控制范围广(可达 350 °C), 高温稳定但有油污污染 / 变质的风险。水式模温机具有传热速度快、效率高、使用方便、环境影响小等特点。在橡塑领域, 模温机可以提高橡塑产品的成型效率, 有效避免因模温差异而导致开裂、翘曲变形、熔接痕等^[3]。基于温度匹配性、环保安全等因素, 水式模温机在橡塑行业占主导地位。

水式模温机分为普通水式模温机和高温水式模温机, 通常低于 98 °C 的称为普通水式模温机, 98~180 °C 为高温水式模温机。依据水温 and 饱和蒸汽压的关系, 水的沸点要高于 100 °C 时, 必须对水进行加压否则水会气化。相比于普通水式模温机, 高温水式模温机需额外增加加压泵及密闭系统。密闭系统中水的加热会导致系统压力的增加, 考虑到系统的稳定及安全性, 还需增加泄压阀。因此高温水式模温机相比普通水式模温机在结构上更为复杂。

国内市场的高温水式模温机通常为 140 °C、160 °C、180 °C 三种类型, 本文以 160 °C 模温机为例, 对比直冷式与间冷式结构工作原理, 分析其各自优缺点。

1 高温水式模温机原理

1.1 基本组成

高温水式模温机主要由五个组成部分, 包括加热模块, 循环系统模块, 冷却模块, 安全保护模块以及微机控制模块。

标准大气压下水温不超过 100 °C, 因此在加热模块中必须有密封可加压的水箱。水在密封水箱中通过增压泵进行加压, 并依靠加热管使得水温升高, 通常水压在 5~12 bar 之间, 依据模温机的控制温度不同而进行设置。加热管的功率输出依靠微机控制模块进行控制。循环系统模块主要由水泵, 阀及管路组成, 管路元器件都必须耐高温。部分企业还会额外设计膨胀罐用于补偿水温变化引起的体积变化, 便于维持系统压力的稳定。冷却模块依据冷却方式分为直接冷却和间接冷却两种方式, 直接冷却即将冷却水直接接入水箱, 冷却效率高。间接冷却即通过冷却回路冷却水温, 通常为冷却盘管或者冷却器方式等进行水温冷却。安全保护模块由各类传感器组成, 如超温保护器 / 过流保护 / 压力传感器等, 进行过热 / 过流 / 超压等系统保护。微机控制模块是模温机温度控制的核心, 控制器依据各公司的控制逻辑进行设置, 通常采用 PID 算法动态调整加热管的输出功率从而控制温度精度。温度传感器多使用 PT100, 依据模温机的控制精度进而选择不同的等级。市面上越来越多模温机带有人机界

作者简介: 石旭伟 (1992-), 男, 工学硕士, 工程师, 主要从事橡塑机械设备的设计及研究。

区螺旋式加热管，每个区域设置高温报警器。该加热器承担了水箱 / 冷却 / 加热的三种功能。冷 / 热水在加热器内进行直接交换，当加热器内水温过高时，打开增压泵进行加注冷水，同时打开电磁阀释放高温水。其加热器内水压稳定性会因增压泵及电磁阀的通断而产生影响，从而影响水温稳定性。

下图为直冷式加热器，左侧为三区螺旋式加热的电缆，右侧为高温报警器的线缆。内部直通可以看作为一体式水箱，通过管接头与水泵及冷水回路连通。



图5 直冷高温水式模温机加热器

1.4 间冷 / 直冷高温水式模温机控制柜

两种类型的模温机的控制柜基本一致，主要由微控制器，固态继电器，接触器等组成。加热管多使用固态继电器进行控制，能够精密控制且使用寿命长。若模温机带反转功能，则电机多增加一组接触器用于反转。微控制器是整个控制柜的关键，对各个传感器的监控及加热控制都由其控制。内部程序设置依据设定温度不同而有所差异，如设置 160 °C 时，加热管开始加热，加热期间控制整个水箱内压力不超过 5 bar，超过则通过排气阀进行泄压。当温度上升至 130 °C 时，微控制器将控制系统压力与水温的平衡。这种温度临界点的设置各个厂家都有所区别，主要还是取决于这款模温机的温度控制精度。微控制器上预留通讯接口及 HMI 端口，便于与注塑机或者多台模温机的交互。HMI 界面多采用触屏式界面，能够实时显示温度 / 压力等曲线，可视化程度更高。

2 间冷 / 直冷式高温水式模温机对比分析

间冷 / 直冷两种技术路线的区别在于高温水与冷却水是否直接接触，将从以下几个纬度进行分析。

控温精度及温度稳定性：间冷式温控精度及稳定性更好。从图 1 可以看出间冷式加热与冷却两条管线互不干扰，系统压力不会因冷却水的注入而变化。系统压力波动小，温度稳定性高。图 4 显示直冷式冷却

水直接注入水箱中，注入的同时会对水压产生影响，从而对水温产生影响，这对微控制器的 PID 控制算法要求更高。市面上可以找到大量直冷式模温机宣传精度为 $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，仔细查阅其宣传手册可以发现为模温机显示面板的显示精度，拆机检查其温度传感器，其温度传感器的检测精度为 $\pm 2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，其宣传的精度与温度控制精度有所差异。

冷却效率：直冷式冷却效率更高，没有中间热损失。间冷式存在二次换热，无论是冷却盘管还是板式冷却器都有一定的热损失。

维护与保养：间冷式维护保养更为便捷，对水质适应性也更高。加热与冷却独立，若某侧管路堵塞时，可以单独维护。直冷式则对冷却水质要求高，若长期使用硬水冷却会导致加热管表面结垢，影响加热管寿命及密封性。一体式的加热器还需整体更换，拆装及维护成本高。

成本：直冷式结构简单，结构紧凑，其制造成本低于同规格的间冷式模温机。间冷式受制于冷热分开，结构复杂，零部件更多，其成本上处于劣势。

3 结论

(1) 间冷高温水式模温机温度控制精度及稳定性高，维护与保养方便且使用寿命长，但冷却效率较低，成本高。

(2) 直冷高温水式模温机结构简单，价格便宜，冷却效率高，但温度控制稳定性差，对水质要求高。

(3) 直冷 / 间冷高温水式模温机的选择要因地制宜，预算有限，大流量，温控精度要求不高时选择直冷式模温机，如生产显示器塑料外壳。温度控制稳定性要求高，预算充足，则选择间冷式模温机，如车灯类塑料制品。

参考文献：

- [1] 陶永亮. 模温机在注塑工艺中应用实例 [J]. 现代塑料加工应用, 2012, 24(2): 52-55.
- [2] 谢仲铭, 吴峻睿, 王泽文, 黄伟钊. 一种新型高温水式模温机的设计 [J]. 机电工程技术, 2022, 51(3): 258-260.
- [3] 李合春. 塑料制品成型缺陷的检测与控制 [J]. 化纤与纺织技术, 2020, 49(12): 50-52.
- [4] 朴龙吉, 胡鲁杰, 朴龙哲. 面向 MES 系统的数据采集与整合 [J]. 橡塑技术与装备, 2022, 48(12): 70-75.
- [5] 何成, 王更新. 国际橡胶塑料机械标准化工作现状与展望 [J]. 橡塑技术与装备, 2021, 47(19): 6-10.

Comparison and analysis of high-temperature water-type mold temperature machines

Shi Xuwei, Zhang Jun

(Weimeng Industrial Automation System (Kunshan) Co. LTD., Suzhou 215000, Jiangsu, China)

Abstract: Mold temperature controllers, commonly referred to as mold temperature machines, are widely used in the industrial sector. These machines can be categorized into two types based on their medium: water-based and oil-based. In the rubber and plastics industry, water-based mold temperature machines dominate. This article conducts a theoretical analysis and comparison between direct-cooling and indirect-cooling high-temperature water-based mold temperature machines. It concludes that indirect-cooling high-temperature water-based mold temperature machines exhibit high temperature stability and control accuracy, along with a long service life, but suffer from low cooling efficiency and high cost. Conversely, direct-cooling high-temperature water-based mold temperature machines have a simpler structure and are less expensive, but they exhibit poorer temperature stability and control accuracy.

Key words: mold temperature machine; high-temperature water type; direct cooling/indirect cooling

(R-03)

斥资超 4 000 万！橡胶企业加码高端新材料

Investing over 40 million! Rubber enterprises are increasing their investment in high-end new materials

2026年8月28日晚间,山东道恩高分子材料股份有限公司发布公告,公司拟合计斥资4 084.59万元自有资金,完成对两家特种材料企业的股权收购,正式向电磁屏蔽橡胶、导热橡胶、特种电缆料等高附加值新材料赛道延伸,完善高端高分子材料产业布局。

根据公司第五届董事会第三十八次会议审议通过的相关议案，本次收购分为两部分。其中，道恩股份将以 938.59 万元收购张永丽持有的北京新橡特种材料科技有限公司 6.7% 股权；同时以 3 146 万元收购北京新橡及自然人刘力持有的江苏北化新橡新材料科技有限公司 91.4% 股权，两笔交易资金合计 4 084.59 万元。本次交易无需提交股东大会审议，不构成关联交易及重大资产重组。

交易完成后，江苏新橡将成为道恩股份控股子公司，纳入公司合并报表范围。据悉，新橡科技及江苏新橡深耕特种橡胶新材料领域多年，核心产品聚焦电磁屏蔽、导热改性橡胶、高端特种电缆料等前沿材料，广泛适配电子电气、新能源、高端装备等高端制造场景，具备成熟的技术储备与市场应用基础。

道恩股份表示，本次收购是公司优化产业结构、升级产品矩阵的重要举措。依托标的企业的核心技术与细分市场优势，公司可有效补齐高端特种橡胶材料产能与技术短板，打破原有产品结构局限，切入高附加值、高成长性的新材料细分领域。未来公司将依托资源整合优势，深化技术研发与市场拓展，提升核心竞争力与整体盈利能力，为企业长远发展注入新动能。

摘编自“聚胶”

(R-03)

