

# 脉冲回火方法

**总构思：**在注塑成型时使用受专利保护的脉冲回火技术可以简化模具设计、缩短周期时间、降低能源成本以及提高产品质量。可精确地控制重要温度，即模具壁温度、换热介质温度、热流道温度以及模具架温度。利用这一软件可以使这些温度一起显示在用户界面上。

对“注射周期中的能量平衡”进行的计算机模拟[1]示出必须考虑模具中的整个热平衡以便确保完全控制注塑成型工艺。专业术语“脉冲回火”适用对在注塑成型工艺中起重要作用的模具温度的控制。在不能从文献中得知这些工艺的情况下，作者重新定义这些工艺并引入相关模具温度。图 1 列出设备模块，在其下方象征性地示出使用 **Wieder** 的脉冲回火系统来进行脉冲回火的温度控制方法的运行模式。图 2 示出可在脉冲回火控制中监视和控制的模具温度。这些模式包括模具壁温度控制（MWTC）、模具介质温度控制（MMTC）、模具热流道温度控制（MHTC）以及模架温度控制（MFTC）。

## 脉冲冷却的限制

当剩余的热量 ( $Q_R$ ) 大于零时，传统的脉冲冷却是有利的。剩余的热能量  $Q_R$  表示的是由熔体  $Q_M$  和外部热源  $Q_E$  提供的总热能与通过与外界交换被带走的热能  $Q_S$  之间的差。在脉冲冷却时，模具壁

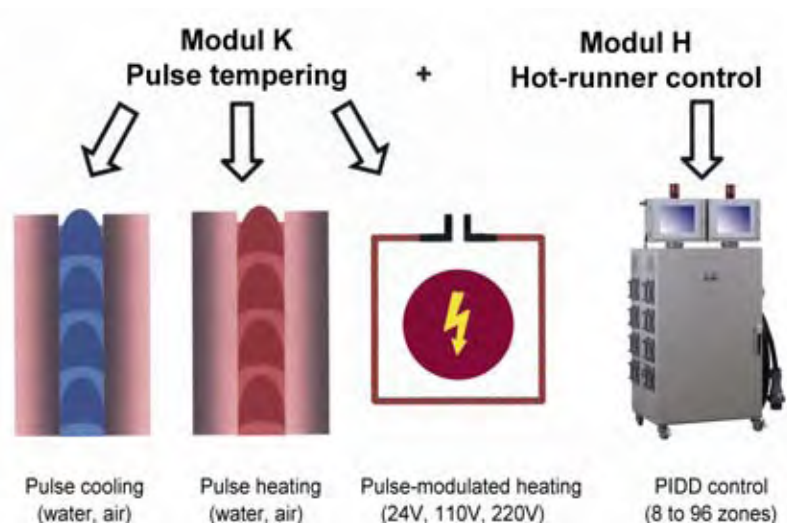


图 1 是各种脉冲回火模块和它们的运行模式

的温度通常由于热浇注而升到工作温度。在昂贵的聚合物的加工处理中，可以在生产开始之前或在生产中断之后通过将热水灌入冷却通道以获得所期望的温度，这样做是经济的。同样可使用电加热器加热模具。

一旦达到初始温度，在脉冲冷却时,系统切换到使用被再冷却的水或冷风来工作。但是，如果来自熔体的热能和来自热流道的外部能量不足以将模具壁温度保持在所要求的水平，则不能利用脉冲冷却来操[2].

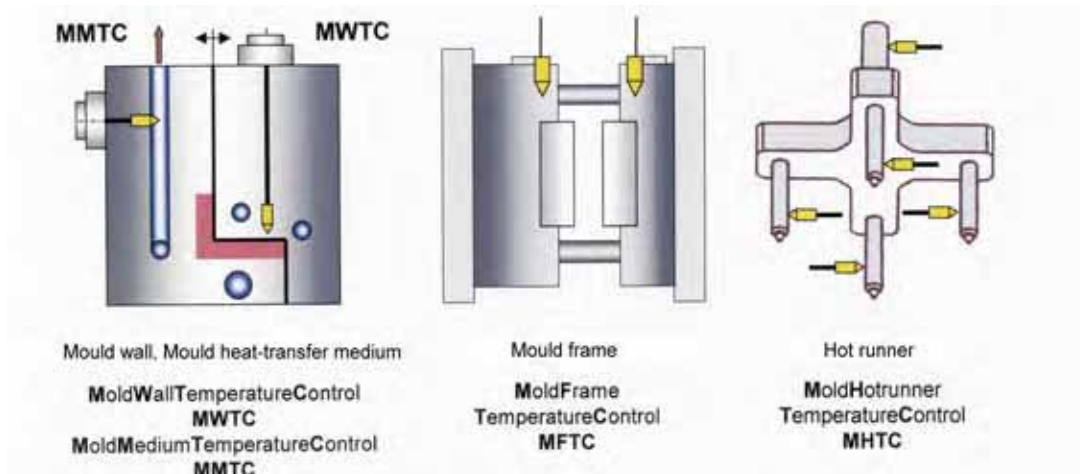


图 2 示出注塑模具中的重要参数为模具壁温度（MWTC）、 模具介质温度（MMTC）、热浇道温度（MHTC）以及模具框温度（MFTC）

### **脉冲加热代替多回路控制装置 (Pulse Heating Replaces Multicircuit Control Units)**

如果注塑件达到脱模温度而不能脱模——例如因为机器具有很长的非生产时间，并且因此流到外界的热量损失大于由熔体提供的热量，则必须向模具提供额外的外部能量（ $Q_E$ ）。在脉冲加热时，由模具壁（MWTC）中或换热介质（MMTC）中至少一个的传感器记录温度的

周期性变化。使用一个控制器确定产生精确的温度周期性补偿的阀（FloValve 类型）的开启时间。在脉冲加热控制中，用于一个或多个机器的水加热器用于提供输入温度(feed temperature)，该温度应该比模具中所期望的最大温度高约 10°C。如果我们将传统温度控制装置的复杂构造与用于脉冲回火的设备进行比较，会发现脉冲回火的投资成本非常低。对运行操作而言，其它优点 x 在于提高产品质量、降低能源成本。实际上发现，传统温度控制装置产生很高的维护和维修成本，而脉冲回火几年内都无需维护。这主要是因为脉冲回火所要求的设备简单——仅具有少量损耗部件。

对于具有保形冷却通道的模具，脉冲加热也是有利的。ToolMaster

K 由位于保护壳体内部的 WPC（Wieder 工业 PC）、控制装置以及 6 个流量控制阀组成。实际上，该单个装置可以替换 6 个传统的多回路温度控制装置。在此只能有限地缩短周期时间。在此模具设计中，需要相对高的换热介质温度以避免热量消除太快，也避免型腔内温度不均匀。

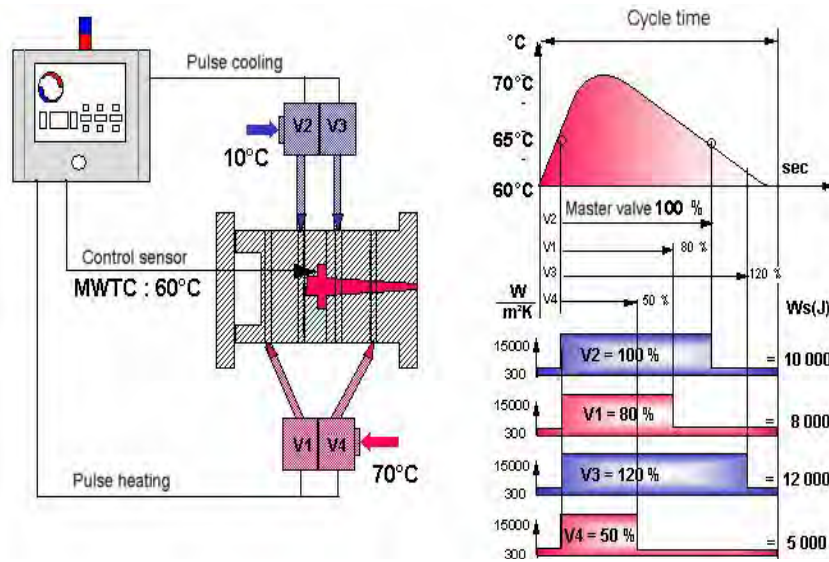


图 3 中顶部为组合脉冲温度控制的运行模式，中间为模具壁的温度分布；底部为阀开启时间对传热的影响

## 脉冲调制加热以及有利组合 (Pulse-modulated Heating and an Advantageous Combination)

脉冲调制加热在高模具温度的情况下特别有利，并且也用于模架温度控制 (MFTC)。该技术包括具有 NTC 和 Pt100 传感器的模块 K 和具有 J 型热电偶的模块 H (图 1)。可利用具有 24V、110V 和 220V 输入的电加热器。对于模具外部，Wieder 提供板式加热器和框式加热器，对于内部则提供管式加热器和加热管。如果要求模具中的温度部分地升高，脉冲调制加热也是有利的。这样有助于型腔内的熔体流动，以便例如改变接合线或将它缩小到看不见的程度。

脉冲冷却和脉冲加热的组合使得完全可以进行模具内的温度控制 [3,4]。如图 3 所示，脉冲冷却是用有 10°C 的温度的媒介，以迅速地从型腔内带走热量。为了补偿流到外界的大量热损失，同时使用具有 70°C 的输入温度的脉冲加热。在脉冲回火中，可通过一个并且是同一个温度传感器控制脉冲冷却和脉冲加热。该控制传感器对应于一只主阀，该主阀的开启时间可用于控制多达 7 个随动阀。调制脉冲加热和脉冲冷却的组合在高模具温度的情况下尤其有利，其中优选地使用空气作为带走热能的冷却剂。

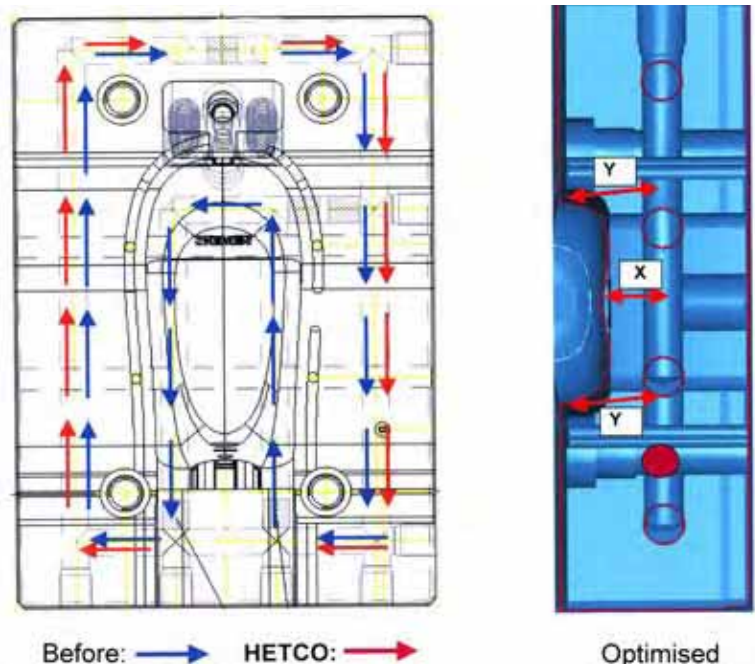


图 4 为在采用 C-Hetco 优化之前和之后冷通道的布置的比较

## **重要温度的控制 (Control of Important Temperatures)**

热流道控制 (MHTC)：当生产小体积零件时，来自热流道的外部能量对热平衡的影响变得明显。在此时，来自热流道的外部能量往往大于来自熔体的热能。因此，逻辑上通常是这样的：将脉冲温度控制和热流道控制组合在一个装置内[5]。具有模块 H 的 ToolMaster 提供实践中证明有利的 PID 热流道控制。通过新一代的 ToolMaster, Wieder 已能满足许多用户要求开放式软件概念的需求。ToolMaster 在 Windows XP 操作系统下在触摸式屏幕 Wieder PC (WPC) 上运行。由于该操作系统能多任务运行并且由于可通过串行通讯端口或以太网进行通讯，在热流道控制中也可结合第三方产品 (third party product)。共同的 WPC 监视器用于所有相连接的模块和第三方产品的工作过程的可视化。

## **模具壁温度 (MWTC) 和模具介质温度 (MMTC)**

在工艺过程的发展中，注意力主要集中在模具壁温度的控制上，并且优选安装在型腔后 2.5mm 处的传感器作为动态温度测量的仪器。模具介质温度控制在旧模具和加工聚烯烃时被证明是有效的。现在，使用新改良的传感器和新一代控制器中 0.1℃ 的控制步长，即使对于小体积零件也能确保热量的周期性消除。

## **模架温度控制 (MFTC)**

在加热期间在热流道模具上进行的温度测量证实热流道电加热器有高达 30% 的名义功率以热量的形式传递给模具。当模具开启时，热量保留在作为定模的一半模具内。当进行生产并且模具闭合时，该能量的一部分传递到作为动模的另一半模具。如果模具发生分离，则定模中的温度升高，并且因此渐渐偏离动模的温度。拉杆 (tie bar) 间间距为 600mm 的模具在温差为 12℃ 的情况下尺寸变化为 0.07mm。因此，不仅 导引件 (guide element)，而且在垂直 溢料面 (flash face)

和在模芯的导件(guide)中都存有损耗。该基本已知的问题已由 MFTC 从根本上解决，MFTC 在模具框架区域内使用温度传感器来监测和控制。通过相应触发电加热元件来补偿热能的不足。即使在中断期间模具开启时，也可消除温度的偏离——即模具损耗的起因。

### 实例：双组份 (two-component)手机面板 (Practical Example: Two component Mobile Phone Facelate)

采用 C-Hetco 程序对为 Maguro 手机面板 (Siemens) 设计的注塑模具的分析示出周期时间可减少超过 65%。为了在型腔内提供均匀的温度分布，采用 C-Hetco 方法对冷却通道布置进行优化[6]，并且仅利用约 50%的可利用冷却通道。图 4 左侧示出优化前和优化后的冷却通道。在右边的视图中，“X”表示所计算出的模具壁与冷却通道之间的距离，该距离确保冷却通道内的热传递  $Q_R$  和从熔体到模具壁的热交换同时发生，并且热传递  $O_R$  是在脱模之前完成。为了避免在模具中产生过热部位，确定模具壁与冷却通道之间的最大距离“Y”，在周期结束时热传递  $Q_R$  进入冷却介质。

最后，在生产设备上装备控制模具壁、热流道以及模架的温度的 ToolMaster —— 在该情况下包括：用于 MWTC 的模块 K 脉冲冷却、具有用于 MFTC 的电加热元件的脉冲加热、IP54 开关柜中具有八区 PID 热流道控制 MHTC 的模块 H (图 5)。

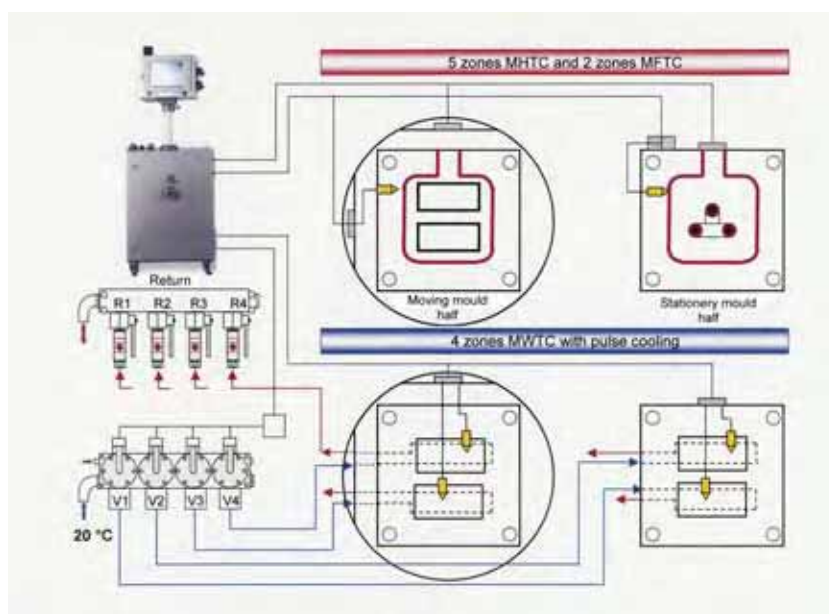


图 5 为用于双组份手机面板的示例的设备功能图

其它部件——用于 MWTC 的四个温度传感器、用于 MFTC 的两个温度传感器以及两个加热管安装在 Oechsler AG, Ansbach/Germany 的模具上。通过 Polar-Form GmbH, Lahr/Germany 转盘的滑动触头实现到用于 MFTC 的温度传感器和加热框的电连接。

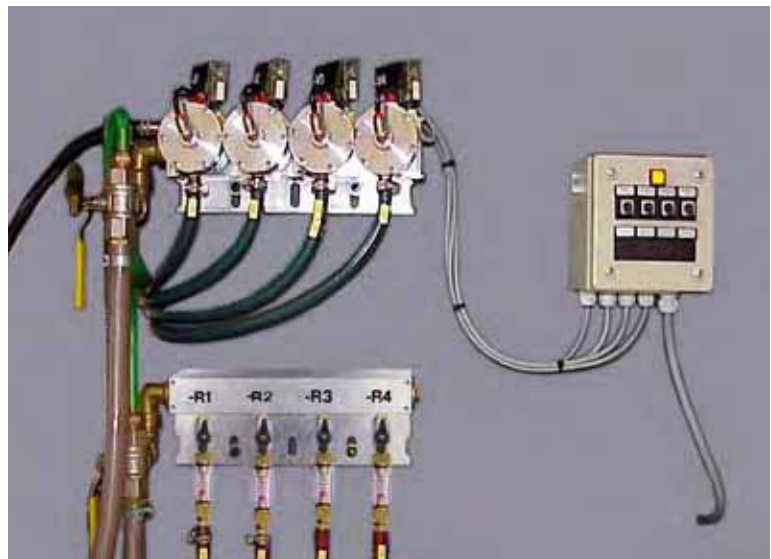


图 6 中顶部为“FloValve”控制阀模块，底部为具有流量指示器的回流管路模块。

周期时间的大量且显著减少来自于 K-Tec 110-2K 注塑成型机（制造商：Ferromatik Milacron Maschinenbau GmbH, Malterdingen/Germany）的很短的非生产时间以及由 Ilseman automation, Bremen/Germany 的自动控制系统（机械手）快速的部件的取出。用于注塑成型零件和模具的 C-Hetco 模拟证实：对于同样的零件质量，周期时间缩短的底线是 18.2s 到 5.8s。

### **新一代阀 (New Valve Generation)**

来自 Wieder 的新 Flovalve 控制阀用于 Maguro 手机面板。这些阀由金属制成，因此它们也可用于带高传热介质温度的脉冲加热（图 6）。在回流管路中安装有流量指示器。阀的切换时间明显缩短，因此控制精度提高。新阀也可用于冷却通道排气。

脉冲回火可用于所有已知的聚合物。它使得生产可以做到零缺陷。在下面的版次中将说明此类具有一体的照相监控成型零件的加工单元。

## REFERENCES

- 1 Kotzab, W.: The Impulse to Save Energy. Kunststoffe/plast europe 91 (2001) 5, pp. 29-31
- 2 Bösche, U.; Gipp, O.: Impulskühlung – Ein Bericht aus der Praxis: Wirtschaftliche Fertigung mit optimierten Temperierungen. SKZ-Seminar, Würzburg 1999
- 3 DE 43 07 347: Verfahren zum Temperieren einer Spritzgießform (1996) Kotzab, W.
- 4 US 5.427.720, UK 2276 017 B, AU 403 856, Japan Hei-6-315 963
- 5 DE 44 44 092: Verfahren und Anordnung zum Temperieren einer Spritzgießform mit wenigstens einer beheizten Düse oder einem Heißkanal (1997) Kotzab, W. (US-Patent 577 2933)
- 6 DE 44 44 197 C2: Verfahren zum Temperieren einer Spritzgießform und Spritzgießform zur Durchführung des Verfahrens (1997) Kotzab, W. (US 582 7 465, UK 229 5 984 A)

## CONTACT

[www.wieder.biz](http://www.wieder.biz), [www.wieder.cn](http://www.wieder.cn), [www.pulsetempering.de](http://www.pulsetempering.de), [www.pulsecooling.de](http://www.pulsecooling.de)