



1. 在玻璃容器生产过程中测量模温和热流

在玻璃容器和高压容器生产过程中，控制玻璃尤其是与成型模接触的玻璃表面的冷却速度非常重要。直到最近，由于很难在实际成型过程中测量瞬态温度变化，所以对热传导的认识和控制很有限。

可将直径很小的热电偶嵌入玻璃中测量玻璃温度，但对于玻璃这类温度梯度变化很快的材料，要进行此类测量是相当困难的。

目前的商用辐射高温计不能接触成型模测量热玻璃温度，因而受到严重的限制。数值分析法根据最初测量的成型模温度、按均匀温度分布来计算表面热流量，计算值有局限性，因为在很多成型情况下，模温的分布曲线并不符合最初的均匀温度。

英国玻璃行业研究协会的罗杰·肯特(Roger Kent)先生(参看b)设计了一个一维热流系统，瞬态热量输入一个面。这要求测量模内两个合适测量点的温度时间变化。为此，在模内安装了两个热电偶。采用NANMAC表面热电偶连续测量模表面温度的变化情况。热电偶体的材料与成型模的材料相同，传感面与玻璃接触表面垂直。该热电偶必须满足两个主要要求：必须具有很高的响应速度，以便精确测量成型模表面的瞬态温度变化；同时必须通过现有的模内热流模式模拟内壁表面，使失真度最小。肯特先生在实验室进行的测试表明NANMAC表面热电偶完全能满足这两项要求。

第二个热电偶安装在成型模内壁上，其热电偶结接近上述表面热电偶的安装轴。该嵌入式热电偶配有氧化绝缘不接地金属护套，类似NANOPAK器件。

图1说明表面热电偶的安装，图2说明典型玻璃成型过程的温度/时间变化曲线。熔融玻璃的初始表面温度约为1015°C。温度变化符合期望的一般形式，即喷出后初始温度急剧上升，成型模打开后按指数规律平稳下降。

然而，有两处明显的跳跃，一是发生在正吹结束时，二是发生在进行反吹时。这意味着正吹结束时，测量点的玻璃与成型模之间发生物理分离。进行反吹时，玻璃与成型模立即恢复接触。成型模的最高表面温度约为605°C，模表面温度在成型过程中变化75°C。

可根据此类数据研究完整的热流记录数据，包括模润滑剂、熔融玻璃的冷却、正吹应用和停止、活塞拔出等的影响，以及这些变量的相互作用。就热流量和机器

运转时间而言，这些变化之间存在相互关系，意味着各种成型过程会改变玻璃和成型模之间业已存在的物理接触程度。

随着生产速度提高，以及要求生产质量更轻的玻璃制品，就需要更有效地控制成型过程，以便更好地控制最终产品的尺寸变化。模温测量可用于控制冷却气体活塞温度、停留时间和压力。有效控制热传导可调节润滑剂的应用，更准确地确定其功能。

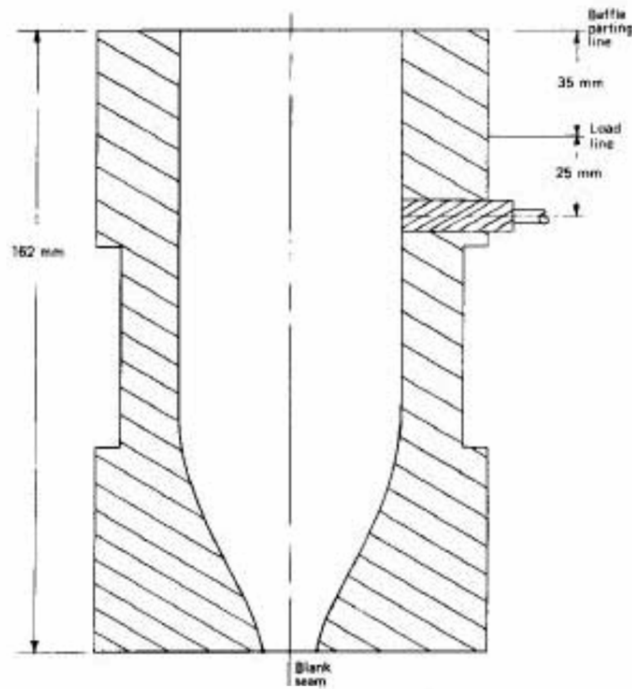


图1 空模截面显示热电偶的安装位置

(参看b)：“在玻璃容器生产过程中测量模温和热流量并控制热传导”，罗杰·肯特，英国玻璃行业研究协会，英国，谢菲尔德。