

## 锻造测温新方法的开发

---

2011年03月刊 浏览次数: 6

锻造测温新方法的开发

Alexandre Polozine 工程学博士, 南里奥格兰德联邦大学金属成形实验室  
(LdTM/UFRGS)

Diego Rodolfo Sim 鮓 s de Lima 工程学硕士, 南里奥格兰德联邦大学金属成形实  
验室(LdTM/UFRGS)

南里奥格兰德联邦大学(UFRGS)的研究人员开发了一种锻造模具表面温度测量的新方法。相比于目前采用的方法, 这种新方法效率高, 成本低。

关键词: 锻造, 锻模, 测温。

锻造部件的质量和成本取决于原料的物理化学性质和制造工艺。因此, 为了优化锻件的质量和成本, 必须认真地设计工艺。

锻造工艺涉及到许多因素, 模具温度就是其中之一, 它尤其对于模具寿命、材料流动和表面质量极为重要[1]。另外, 模具温度还影响着锻坯的热状态。模具温度越高, 锻坯中的温度梯度就越小, 锻件的冶金质量也就越好。

温度是模具使用寿命的主要决定因素: 它影响着模具的塑性变形和机械性能、热疲劳、摩擦力、应力分布、硬度(图 1)和耐磨性能等许多方面[1]。在实际中, 通常根据经验来为锻造工艺选择合适的模具温度。这一温度值应当得到严格的控制。

锻模加热

在典型情况下, 锻模的加热分为两步进行: 附属设备得到预热, 然后与坯料接触

而被加热。这两步的加热都是通过表面进行的，如图 2 所示。结果，被加热的模具表面温度总是高于其内部，即表面更容易过热。这种情况可能会造成局部的机械性能下降。

### 模具温度的测量

将模具作为一个整体而进行温度测量，是设计方面的一个主要任务，本研究不进行讨论。关于表面温度，实际采用的测量方法有不足之处，使用中存在着困难。这些方法可以分为两类：与被测目标接触或不接触。

为了更加准确地进行非接触式温度测量，需要使用复杂的和昂贵的设备。而且，以激光测量装置为例，只能测量一定的温度范围；因此，为了测量锻造工艺各个步骤的不同温度，必须使用多套装置。

而在另一方面，接触式温度测量在以传统方式采用时的测量误差相对较大。

### ASTM 建议的方法

美国材料测试协会 - ASTM[3]推荐了一种专门用于表面温度测量的方法。

这种方法的缺点是不能直接将灵敏的热电偶安装在被测表面上，即热电偶测量结位于表面以下，为温度测量带来了很大的不确定性，而最关键的测量点正是在模具的表面。因此，许多传热工艺的研究人员都在寻求克服这一缺点的方案。在过去数十年间，温度测量不确定性的问题在一定程度上得到了解决[5, 6]。不过，所需要的设备对于工业应用来说还是过于复杂。

### LdTM/UFRGS 开发的新方法

1 测量锻模表面温度的实验方法如图 3 所示。它在模具表面挖出两道极浅的槽，每道槽内分别放置一根导线。第一根导线的材质是阿卢梅尔镍合金，第二根是铬镍合金

[4, 7, 8]。

该方法的原理是以中间导体定律为基础[3]。根据该定律，在热电偶回路的任何一点接入一种不同的金属，只要形成的新热电偶结保持在相同的温度，则热电偶所产生的电动势不会发生变化。因此，图 3 所示装置可以被看作是模具表面部位的温度传感器。采用该方法对模具的两步加热进行了测试，如第四部分所述。

### 模具加热过程

在实验中，采用两种方式模拟典型的模具加热过程并进行监测：使用液化石油气燃烧器加热和被动体接触加热。

实验的目的是对模具进行加热，直至达到要求的锻造温度和获得推荐的加热曲线。以下对实验进行详细描述和讨论。

### 模具由液化石油气燃烧器加热

采用一支由液化石油气罐提供能源的燃烧器对模具进行加热，如图 4 所示。火焰加热模具表面，然后通过传导将热量分布到模具内部，在模具中产生一定的温度梯度。

### 模具由被动体接触加热

模具的被动体接触加热实验使用了一台水压机、一台加热炉、一套数据采集和记录系统、两件侧面覆以绝热材料的模具和六件被动式发热体。每次一件发热体与模具接触，初始温度为 873 K。实验装置示意于图 5。

### 结果与讨论

图 6 给出了模具由液化石油气燃烧器加热时传感器系统记录的数据。该图展示的是 AB(表面温度)和 A1B1(中心温度)。加热从 A 点开始，持续约 40 分钟后结束于 B

点，表面温度达到将近 573K。

BC 段曲线代表在环境中的热损失所造成的模具冷却。由于热传导的作用，模具中心温度随表面温度同步升高，从 A1 点的 300K 达到 B1 点的 530K。B1C1 段曲线表示模具中心的冷却。

模具由被动体接触加热的热电偶测量结果示于图 7。可以看到，曲线 DE(表面温度)和 D1E1(中心温度)呈波纹状，这是由于连续 6 次放上/取走一件同模具表面相互接触的被动发热体而造成的。每件发热体的接触时间为 4 分钟。

整个加热过程从 D 点开始，持续约 40 分钟后结束于 E 点，表面温度达到将近 690K。EF 段曲线代表在环境中的热损失所造成的模具冷却。与此同时，由于热传导的作用，模具中心温度从 D1 点的 300K 升高到 E1 点的 517K。E1F1 段曲线表示模具中心的冷却。

实验结果的分析表明，模具的加热过程有一些文献中未明确描述的特点，比如：

- 由液化石油气燃烧器加热时，模具的表面温度低于模具钢开始软化的温度，即模具的机械性能不受影响；
- 模具由被动体接触加热的温度高于由液化石油气燃烧器加热，模具材料中产生较大的温度梯度。不过，模具表面的温度绝不会超过发热体的初始温度；
- 两种加热方式都需要相对较长的时间，对控制有利。

## 结论

对加热过程进行监测使技术人员能够详细了解模具的传热情况，有助于深入掌握工艺和为选择更好的加热方式提供数据。

建议的新方法能够直接监测模具的温度，对于预热阶段和锻造过程中均适用。

两种加热方式均证明可行。液化石油气燃烧器加热更安全，因为加热温度要低一些；而被动体接触加热的强度更大，因为温度更高，缩短了预热时间。

所开发的方法对于表面温度的测量十分有效，能够清楚地了解模具中心和表面的温差。因此，建议锻造行业采用这种方法来测量和监控加热过程。

鸣谢

CNPq(国家科技发展委员会)对 UFRGS 金属成形实验室(LdTM/UFRGS)的项目提供了资金支持，作者谨表谢意。

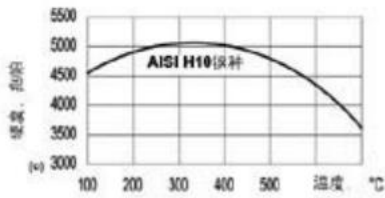


图 1

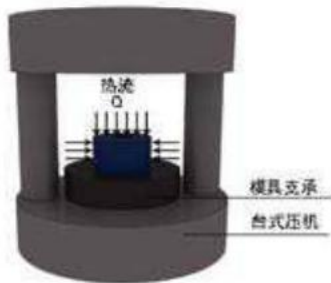


图 2

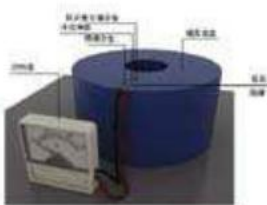


图 3

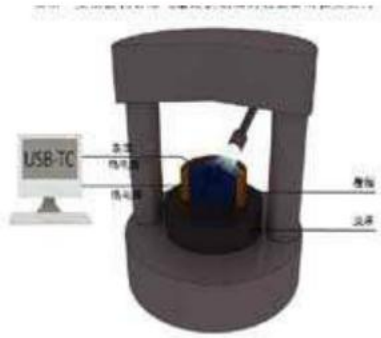


图 4

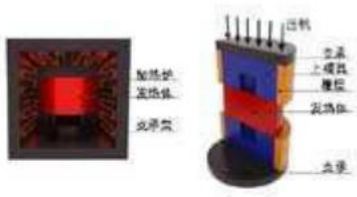


图 5