

改变金属性能的新探索

李湘洲

大家知道，液态物质内部原子的排列相对于固态来说，是处在一种无序的状态。随着温度的下降，原子将会按照一定的规律排列成为有序的状态，这样一个排列的过程称为“相变”。材料完成相变过程所需要时间的长短，则因不同的物质有很大的差别。比如，一般的纯金属大约只需一亿分之一秒就可完成，但是像玻璃、陶瓷和一些聚合物却需要长达几昼夜、甚至几十昼夜的时间才能完成。根据这种情况，我们如能想法使熔化金属的散热速度达到极大，那么，它的凝固速度就会超过它的相变速度，金属内部的原子来不及进行有序排列，我们就能得到表面是固态、而内部仍保留液态原子无序排列的一种完新的金属状态，这就是快速凝固技术的基本原理。

显然，这种新状态的金属将具有与常态金属不同的性质，因为它实质上是液体，所以它化学成分在整体上都是均匀的，决不会存在常态合金所无法避免的偏析现象，它实质上没有发生相变，所以它不受那些反映常态凝固相变的平衡规律的限制。换句话说，用快速凝固技术生产的合金，其化学成分没有任何限制，这是传统冶金方法无法办到的事。但是，因为它是一种无序的非晶均匀状态，所以我们总可以找到适宜的条件和方法对它进行变形加工。快速凝固技术的出现，使人类又有一种制取新材料的技术手段。

近年来，各国都在大力开展快速凝固这门新技术的研究。快速凝固工艺过程多种多样，像电沉积、真空镀、等离子喷射、液体合金溅射、快速冷却等等，都有所采用。

快速凝固技术的出现打破了许多在配制新合金上传统工艺的限制。例如冶金学家已经预测到在铝锰合金中增加锰的含量，会大大提高铝锰合金的机械性能，但是由于锰在铝中的溶解度有限而无法实现。快速凝固技术就为冶金学家解决了这个难题，制成了含锰量非常高的铝锰合金。使用快速凝固技术制造的产品不足之处是一般不能用在超过 300°C 的温度，因为此时产品就会自然结晶而变成传统工艺方法制成的产品。

美国的普拉特·惠特尼航空发动机公司却巧妙地利用这个“缺点”，将铝锰合金快速凝固。他们先将用快速凝固技术制好的合金粉末冷挤成板坯，

利用它的良好变形性质制成板材，同时在板上用光刻技术腐蚀出将来成品需要的通风槽，再将这样的板，8块或6块一组在高压下使它们彼此相互扩散连接“长”在一起，然后再把这些类似夹心饼干似的板进行高温热处理，使其再结晶。但这时并不是让它进行自然结晶，而是使它在人的控制下，沿着将来零件承载时的受力方向成为柱状的结晶，这样消除了与受力方向垂直而又高温强度较低的横向晶界，可以大大改进零件的机械性能。该公司利用上述工艺制成的航空

燃气涡轮发动机的涡轮叶片，工作温度可以达到 700°C ，突破了80年代最先进的发动机的工作温度，成为世界尖端技术之一。

人类使用金属的历史已经有数千年之久。但是除水银外，金属都是在结晶的固态下使用，现有几乎所有的有关金属的论著都是在这个基础上论述的。但是自从20世纪70年代中叶出现了快速凝固技术以后，人们对金属有了新的认识，改变了金属的概念，原来有关金属的理论有的已不再适用，在这个基础上就需要科学家重新建立一套能反映这种新状态规律的金属科学。因此快速凝固技术的意义远不止是一种先进工艺技术的成就，而更重要的是它为人类展现出又一个有待深入探索的处女地。研究探索配制合金材料的新工艺，提高合金材料的性能，使之适应科学技术发展的需要，是目前金属科研人员新的重要任务之一。21世纪人们将努力开垦这块处女地，让它为人类做更多的贡献。□