

## 试谈淬火的冷速问题

刘 同 炘

某些淬透性高的合金钢，淬火时规定可以油冷也可以空冷，这是因为无论油冷或空冷均可获得马氏体组织。因此人们常常利用钢的高淬透性来简化工艺，例如将锻压温度与热处理温度合并，锻后空冷以减少零件的变形。但是，其中有一个问题，很值得注意。

我们知道，钢件在水中或油中冷却时，由于作为淬火介质的油或水的成份及温度，都有明确的规定，因此冷速是在一个比较窄的范围内波动。然而，试验室条件下的单件试样的空冷，与实际生产中的空冷条件有很大不同。实际生产中的淬火空冷，常常是许多零件堆放在一起冷却，堆中心的冷却速度要比单件冷却慢得多，大约只有后者的十分之一左右。同时，工件的几何形状、体积大小不同，冷速也不同；冬天与夏天的气温不同，冷速也不同；有风时和无风时的冷速也不尽相同。如图所示，空冷的冷却速度是在一个很宽的范围内变化的。

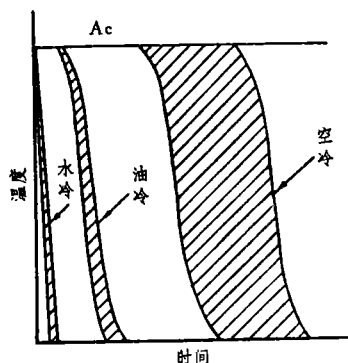


图 在不同冷却介质中淬火时，冷却速度示意图

在这样宽的冷却速度范围冷却，对于某些钢种的某些性能是有影响的。例如，Cr17Ni2马氏体不锈钢，淬火时无论油冷抑或空冷均可获得马氏体组织，但是冷速较慢时，在冷却过程中将沿晶界析出 $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$ 型碳化物，这种碳化物的析出量与淬火的冷却速度有直接关系，冷速愈慢则析出量愈多。这种晶界碳化物的存在使钢的抗应力腐蚀性能下降，其量愈多，影响愈大，严重者就会造成钢件在使用中的应力腐蚀断裂。Cr17Ni2钢制压气机叶片由于这种原因造成的质量事故已非罕见。这是因为在实际生产中的空冷冷速范围甚宽，执行淬火空冷的工艺时，难免有少数冷速过慢而抗应力腐蚀性能甚低的零件匿迹于成批零件之中，给飞行安全带来威胁与隐患。解决问题的办法就是规定Cr17Ni2钢淬火时必须油冷。

在国外也有过类似的教训。美国AISI431不锈钢有过与Cr17Ni2钢几乎相同的遭遇。所以早在六十年代初他们就呼吁：千万不要以为AISI431钢空冷也可以获得马氏体组织就能获得与油淬一样满意的性能。对12Cr型马氏体不锈钢的试验结果表明，即使是比较充分地空冷，它的应力腐蚀性能仍然比油冷的低。最近国外有研究结果报导，提高淬火冷却速度会显著提高低合金超高强度钢的断裂韧性。这都提醒我们对于淬火冷速的重视。

必须指出的是，在处理简化工艺和质量的关系时，质量第一是处理问题的准则。对于某些高淬透性合金钢制零件，例如Cr17Ni2，为了减少热处理变形，宁可麻烦些采用分级淬火的方法，也尽可能不要采用空冷的方法。