> 与传统的可控气氛相比，低压真空渗碳具有许多优点，但是这些优点有时因为工艺处理不当反而会成为缺点。

# ECM低压真空渗碳炉使用心得

江苏双环齿轮有限公司 （223200） 郝丰林
浙江双环传动机械股份有限公司 （317600） 罗 聪 章塞丹

由法国ECM开发的低压真空渗碳专利技术，在欧美多家大汽车公司及其他机械行业获得了应用。根据工件渗层的要求，计算机模拟系统Infracarb将计算出渗碳和扩散过程的时间和循环次数，最终模拟精度可达到±5%。我厂引进的ECM 低压渗碳炉已使用10余年。与传统的可控气氛相比，低压真空渗碳具有许多优点，但是这些优点有时因为工艺处理不当反而会成为缺点。本文主要讨论使用过程中出现的问题，供同行借鉴。

## 1. 变形问题

由于在低压真空渗碳（或碳氮共渗）热处理过程中，零件一直处于真空状态下，不存在氧气氛，因而不会产生内氧化、表面非马氏体组织、表面黑色组织等，同时零件不会产生表面合金元素的贫化及其带来的表面淬透性降低等问题，零件表面硬度、表面残余应力水平将明显提高，因而可以明显降低零件表面的早期失效，提高零件的使用寿命。

我们曾开发的一根空心轴，由于轴上尺寸很多，采用气氛炉会出现变形一致性较差，增加调试的难度。开发时对多用炉和真空炉同时试验，发现真空炉的变形一致性优于多用炉，因此产品就在真空炉中处理。

## 2. 裂纹问题

此产品量产已达3年左右，工艺如图1所示，偶尔有从圆角断裂的产品，量很少。但有一段时间处理的产品裂纹率10%，给公司带来巨大的损失。对比前后热处理结果，没有发现有太大的区别，裂纹的产品热处理检测结果符合要求。热处理装夹方式按照图2一直没有改变。对于真空处理后的产品，先全部进行无损检测，没有发现裂纹，校直后出现裂纹，出现裂纹的区域皆在图2中指示的*R*角位置，裂纹示意见图3。并且校直出现裂纹的产品AE值没有报警。我们对*R*角的大小进行检测，共检测6件，图样要求在0.60～1.0mm，检测裂纹工件数值分别为0.60mm、0.78mm、0.85mm、0.92mm、0.65mm、0.79mm，符合要求，且尺寸在上差、下差、中差时都出现裂纹，说明裂纹与*R*角大小无关。

综上分析结果如下：

（1）工件采用真空炉处

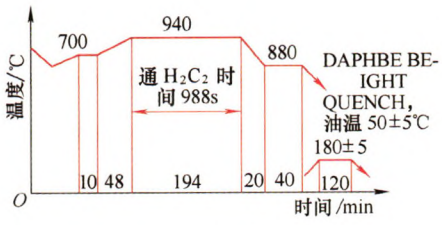


图 1

图 2

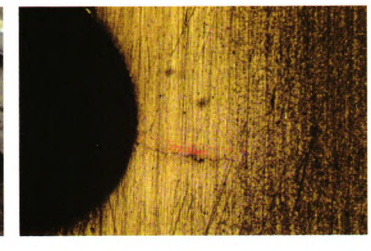

图 3

理，表面质量好，强度高，应力大，校直易出现裂纹和压伤。

（2）工件在合格的情况下减小硬化层深度。

根据现有类似产品，在气氛炉处理没有发现这么大量的裂纹，因此认为采用气氛炉热处理，由于表面热处理后存在客户还可以接受的缺陷（非马氏体≤0.02%），校直时韧性好。于是我们在多用炉进行处理，校直后100%合格。工艺如图4所示。

### 3. 变速箱齿轮热处理问题

对于热处理过的汽车变速箱齿轮，发现输出轴采用气氛炉热处理变形不一致比输入轴明显，对于每批钢材都要进行热处理试验。一旦有个批次没有试验，就有热处理变形超差的风险。连续线的热处理装夹方式见图5，热处理工艺见图6。真空炉热处理的装夹方式与连续线一样，热处理工艺如图7。

对于真空炉工艺与连续线工艺对比可看出，连续线有一个（450±10）℃的预处理，而真空炉有一个（700±5）℃的均温，700℃消除应力比450℃消除的会更好。因此，只要钢材的淬透性在合格的范围内，热处理后的质量就非常稳定。有时在气氛炉处理的产品变形超差，余下的产品放在真空炉处理就合格。但由于材料淬透性在高差或超差，热处理后工件弯曲，校直不合格率有时达到10%，于是采用氮气气淬，淬火后的变形反而没有规律，变形更大，校直不合格率没有改善。此时，对于没有剃齿的产品，到连续线采用冷速慢的淬火油重新做变形试验，产品校直合格率基本达100%。由于采用真空炉处理，在开始阶段可以增加一个去应力的温度段，因此处理的产品无论是盘齿还是轴齿，比连续线、多用炉处理的偏差明显小。对于齿形齿向曲线单看起来明显一致性好得多。

### 4. 真空炉渗碳介质

真空炉渗碳介质可选用乙炔也可选用丙烷。有时采购不到乙炔就用丙烷代替。但是在长时间的生产中发现，丙烷非常容易产生焦油，造成工件与工装接触的区域没有硬化层。对于其余的区域没有问题。停炉对喷嘴进行清理，选用乙炔处理再也没有出现类似的情况。

以上情况希望对于使用该设备的厂家有所借鉴。

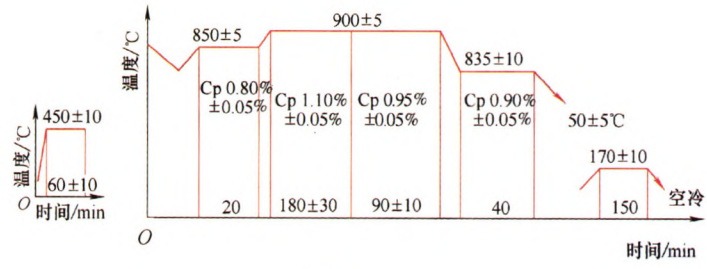


图 4

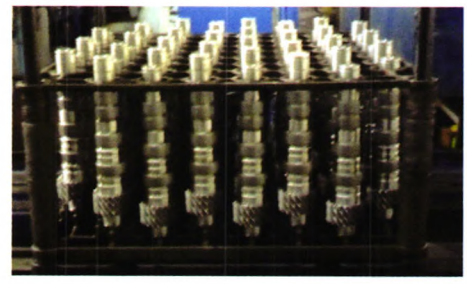

图 5

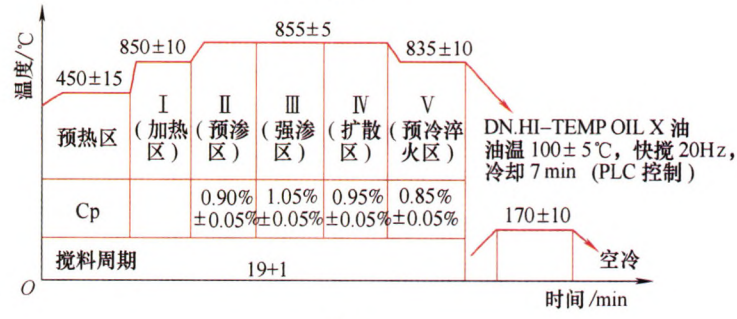


图 6

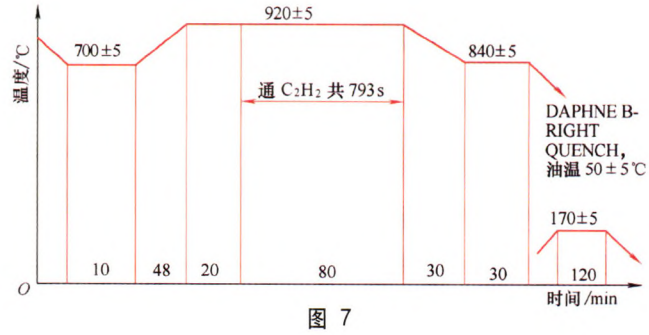


图 7

MW 20140514