自主开发的屏蔽与导流技术

针对桑塔纳（轿车手动变速器中的三/四档）同步器齿毂高频感应淬火的关键技术，创新设计并开发的“屏蔽导流技术”，突破了复杂、异形齿轮高频感应加热的难关，使工件的表面硬度、深度达到了西德大众的硬化特性曲线的技术要求。工艺先进，性能稳定，质量能力达到A级。



上海工业大学嘉定通用机械有限公司
朱会文

为配合桑塔纳轿车国产化，1993年成立了我现在所任职的公司，公司起步时主要从事变速器内零件的感应热处理。

那时我们用的都是早期的国产感应热处理设备，能级不高。但我们从19种需要感应热处理的桑塔纳轿车变速器零件中，选择了难度最大的关键零件三/四档同步器齿毂进行技术攻关，如果不成功，公司只能出巨资从国外引进感应热处理设备。

1. 屏蔽导流技术的开发与应用

桑塔纳轿车手动变速器中的三/四档同步器齿毂在整体气体氮碳共渗后，还要进行局部的感应加热淬火。三/四档同步器齿毂周向每隔120°有一滑块槽，图样规定对其周向的齿的表面进行感应加热淬火时，滑块槽及其两侧半齿不允许加热淬火硬化。在策划桑塔纳轿车手动变速器零件热处理国产化时，了解到1982年德国大众开始生产桑塔纳轿车时，采用了沿齿毂周向分段连续感应加热淬火方法处理三/四档同步器齿毂，后来改进为周向分段同时感应加热淬火，一汽大众从国外引进了周向分段同时感应加热淬火设备。上述两种方法虽能做到滑块槽及其两侧半齿不被加热淬火硬

（1）齿轮设计部门应根据齿轮应用的工况，确定承载能力范围，合理选用热处理强化方式，不要一味采用渗碳淬火，尤其在目前钢材涨价、渗碳淬火齿轮制造成本相当高的情况下，更应充分考虑企业的承受能力。

（2）齿轮生产厂近些年来在渗碳淬火热处理方面已进行了大规模的技术改造，对我国硬齿面齿轮的生产起到很大的促进作用；现在应根据产品需要适当在感应淬火硬件和软件方面作一些投资，改善和提高其生产技术水平，同时改变单一的生产方式。

（3）我国的感应加热电源及淬火设备生产厂（公司）应针对齿轮产品的工艺技术需要，与齿轮生产厂合作，从开拓自己市场的角度出发，开发成套装备和相应的工艺，如前景看好的双频、多频，同时加热大功率电源、脉冲加热电源、CNC齿轮淬火机床及配套的辅助设施和工艺软件等方面，都具有潜在的市场。

总之，从齿轮生产全局来看，感应淬火技术的应用还是很有发展潜力的。

化，但既费时又耗电。如果不分段进行同时感应加热淬火，就要解决好滑块槽及其两侧半齿不被加热淬火硬化的问题。对此，从感应加热原理出发，根据齿形零件特点，我们运用了屏蔽与导流技术，设计了三/四档同步器齿毂周向不分段同时感应加热淬火工艺，并成功地应用于生产。

以上海交通大学潘健生教授为组长的专家组的评审意见是："上海工业大学嘉定通用机械厂依托学校科技力量的优势，攻克了桑塔纳（轿车手动变速器中的三/四档）同步器齿毂高频感应淬火的关键技术，创新设计并开发的"屏蔽导流技术"，突破了复杂、异形齿轮高频感应加热的难关，使工件的表面硬度、深度达到了西德大众的硬化特性曲线的技术要求。工艺先进，性能稳定，质量能力达到A级，使用该产品的上海汽车齿轮总厂得到上海大众汽车公司的配套认可，为桑塔纳轿车国产化产品关键配套做出了积极贡献。经上海科技情报所检索，该项目达到国际领先水平。

屏蔽导流技术的应用，使三/四档同步器齿毂感应加热淬火工效提高了2倍，还节省了进口感应加热设备的300多万元人民币。

从1993年屏蔽导流技术应用于感应加热淬火至今，三/四档同步器齿毂已装配桑塔纳轿车150余万辆，仅此项产值就累计达到1500余万元人民币。

屏蔽导流技术以"一种齿轮齿廓高频感应淬火装置"的名称申请，并获得中华人民共和国知识产权局授与的发明与实用新型专利各一项。

现在这项技术又成功地应用于上海汽车齿轮三厂齿圈的高频感应加热淬火上。图样规定齿圈的齿根不能淬硬，轮齿的硬化区域从齿顶到节圆附近。同样是在国产感应热处理设备上，屏蔽导流技术使齿圈的实物质量完全达到了图样的技术要求。

随着我国轿车工业的发展，公司业务也从单一的轿车变速器零件扩大到轿车、轻型客车的变速器、制动器、转向器及电动工具内零件的感应热处理，零件用于上海通用、上海大众、沈阳金杯、东风汽车、日本牧田等产品。公司的感应热处理设备也从当初的电子管电源加液压淬火机床，逐步为数控或PLC控制的晶体管电源加全机械淬火机床所替代。到2005年，公司累计实现的利税是建厂时投入资金的11倍。

2. 感应热处理技术存在的问题及对策

感应热处理是一种低能耗、无污染的一种先进的热处理工艺方法。从我们公司统计的数据看，实现同样的产值，感应热处理的电费是化学热处理的一半。在当前我国倡导科学发展观，发展先进制造业，建设资源节约型社会的大背景下，进一步扩大低能耗、无污染的感应热处理应用范围，对我国的机械制造业来说尤显重要。

然而从我所在公司生产实践看，这些年来渗碳和碳氮共渗产值增长的速度比感应热处理快了2.1倍，许多可以用感应热处理来替代渗碳或碳氮共渗的零件依然采用渗碳或碳氮共渗进行处理。究其原因有二：

（1）感应加热电源的多样性不够、淬火机床的自动化程度不高，这是制约我国感应热处理发展的原因之一。我所在公司附近的一家美资企业有小模数齿轮需要仿形感应加热淬火，而我们现有的感应加热电源无法达到技术要求。我们曾经找过国内多家感应热处理设备生产企业，都被告之"做不了"，最终我们选择了放弃。"工欲善其事，必先利其器"，在"器"不行的情况下，通常我们会设法用"工"来补，但实践证明十补九不行。

(2)感应加热淬火工艺的研究处于停顿状态。记得好多年前，福建省机械研究所与福建省三明齿轮厂、福建省南平手扶拖拉机厂合作开展了齿轮、链轮等通过感应加热淬火获取"沿着齿轮轮廓表面具有连续淬硬层"的研究，对扩大我国感应热处理的应用范围做了非常有益的工作。现在许多研究机构由事业改制为企业，纵向课题经费没有了，横向课　题又没有生产企业买单。

要改变我国感应热处理有发展但步子不快的局面，我想《机械工人》、《金属热处理》和中国热处理行业协会、中国机械工程学会热处理学会能否联手组织一次这方面的调研，向有关政府机构反映情况并争取扶持政策；与此同时，《机械工人》、《金属热处理》是否可以牵线搭桥组成有感应热处理设备制造厂、感应热处理设备使用厂和有关专家参加的项目组，经费由感应热处理设备制造厂与感应热处理设备使用厂承担，用"引进、消化、吸收、创新"的方法，按谁投资谁出力谁就得益的原则分享成果。