

《机械工程材料》
课程思政示范课程申报
教学设计样例

湖南工程学院 X X X

教学设计样例说明

授课内容：

4.6 钢的表面热处理

—4 章 钢的热处理

授课班级

材料成型 2001

学时

1 学时/45 分钟

主讲教师

XXX

【教学内容地位与作用】

热处理是机械零件和工具制造过程中的重要工序，通过适当的热处理，可以改善钢的使用性能和工艺性能，充分发挥材料的其他性能潜力，提高零件和工具的质量、可靠性和使用寿命。

据统计，约有 80%失效的机械零件都是因为磨损、腐蚀等表面损伤而造成的，利用表面热处理对机械零件进行表面改性处理是提高材料性能的主要措施之一。随着现代工业技术的发展，对金属材料的表面性能的要求会越来越高，因此本节内容的学习具有重要的应用价值，也是本课程的重点内容之一。

【教学目标】

知识目标：

1. 掌握钢的表面热处理工艺的相关概念、目的与分类；
2. 掌握钢的表面热处理的基本原理和组织变化规律；
3. 掌握钢的表面热处理常用工艺方法及其典型应用。

能力目标：

1. 培养学生理论联系实际，分析问题和解决问题的能力；
2. 具备结合工程实际，合理应用表面热处理工艺的能力；
3. 培养学生良好的学习习惯，提高自主探究学习能力。

育人目标：

1. 培养学生的民族自豪感，精益求精的工匠精神，关注工艺的进步对社会发展的影响
2. 将“钢的表面热处理强化”与“坚韧品格塑造”相结合，刚柔并济，造就和谐自我。

【教学重点及难点】

教学重点：钢的表面热处理常用工艺方法及其典型应用

教学难点：钢的表面热处理的组织转变

【学情分析】

知识背景: 在学习本节内容之前,学生已学习了钢的热处理基本原理、普通热处理方法四把火(退火、正火、淬火和回火)特点及应用,基本掌握了钢在加热、保温、冷却过程的组织转变规律,所以学生已经具备了探究本节内容的理论基础。

学习难度: 表面淬火的原理、组织转变等内容抽象,不太容易理解

【教学思路和方法设计】

1. 采用多媒体课件讲解基本内容,利用多媒体图片解释表面淬火的基本原理以及组织转变,利用多媒体课件中的视频片断讲解表面淬火工艺方法,以便加深对工艺方法原理和特点的理解。

2. 结合生产实例讲解钢的表面热处理的工艺参数选择、组织转变、性能特点及其应用,培养学生工程实践的应用能力。

3. 以“结合古代著名的龙泉宝剑,探寻其中的热处理技艺”为导向,引导同学们进行自主探究学习,在探究学习过程既感受我国汉代时期兵器的先进的渗碳工艺和制造水平,提升学生的民族自豪感和自信心,同时培养学生精益求精的工匠精神;教学中引导学生关注工艺的进步对社会发展的影响

4. 将“钢的表面热处理强化”与“坚韧品格塑造”相结合,百炼钢与绕指柔,刚柔并济,不忘初心,造就和谐自我。

【教学环节】

阶段	相关环节	教师教学组织	学生学习活动	教学意图
课前	任务导学	1.线上预习钢的表面化学热处理 2.要求学生以小组形式“结合古代著名的龙泉宝剑,探寻其中的热处理技艺”,查阅相关文献,制作PPT,准备在课堂上进行汇报。	小组查阅相关文献,完成学习任务。	老师在课前进行指导,把握方向的正确性。
课中	复习巩固 (2分钟)	教师组织回顾“四把火的目的和作用”	回答相关问题	巩固已有知识,并为引入问题的提出做铺垫。
	问题导入 (2分钟)	提问:整体热处理工艺能否曲轴、凸轮、汽车齿轮等表面和心部各具有不同的性能要求?	学生分析得出:整体热处理工艺很难兼顾。	通过分析“四把火”的不足之处,引入新方法、新概念的学习
	目标确定 (1分钟)	1.掌握钢的表面热处理工艺的相关概念、目的与分类; 2.掌握钢的表面热处理的基本原理和组织变化规律; 3.常用表面热处理工艺方法及应用	明确学习目标	让学生明确学习目标、学习内容和重难点
	启发式讲授 参与式学习	以“表面热处理工艺的应用能力培养”为主线,紧密联系工程实际,采	主动思考、细心观察、参与讨论、小	提高学生的课堂参与度和学习的

	(30 分钟)	用问题导向式教学, 案例教学、视频讲解、归纳对比等教学方法, 击破教学重点难点。	组成果汇报等形式, 让学生探究学习和老师启发讲授相融合, 构建知识, 培养能力	深度。培养学生归纳总结能力、自主学习能力和分析解决工程实践问题的应用能力和创新能力
	目标达成 (8 分钟)	通过主题讨论、案例工艺选择、小组学习成果汇报等形式检验学习目标达成情况	巩固、内化和应用知识	了解学习成果及目标达成情况
	总结 (2 分钟)	由学生学习成果报告中的“百炼钢”为切入点, 将钢的表面强化与塑造坚韧品格相结合, 百炼钢与绕指柔, 刚柔并济, 不忘初心, 造就和谐自我。	回顾总结, 知识内化,	在传授知识的同时育人品格
课后	知识拓展 教师反思	引导绘制思维导图, 安排前沿讲座, 开展课外活动小组	绘制思维导图, 参加讲座、活动小组	拓展知识视野, 提高应用能力

教学内容、步骤	方法及策略
<p>【复习回顾】</p> <p>上节重点: 整体热处理“四把火”。</p> <p>引导学生回答钢的整体热处理“四把火”的目的和作用。</p> <p>【问题导入】</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">问题导入</p>  </div> </div> <p>提问: 整体热处理工艺能否满足要求?</p> <p>结论: 整体热处理工艺很难兼顾零件表面和心部各具有不同的性能要求</p> <p>【课程目标】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握钢的表面热处理工艺的相关概念、目的与分类 2. 掌握钢的表面热处理的基本原理和组织变化规律 (难点) 3. 掌握钢的表面热处理常用工艺方法及其典型应用 (重点) <p>【新课讲授】</p> <p>表面热处理的概念、目的、常用工艺</p>	<p>巩固已有知识, 并为引入问题的提出做铺垫。</p> <p>通过分析“整体热处理工艺”局限性, 引入新方法、新概念, 使学生在设问和释问的过程中萌生学习动机</p> <p>让学生明确学习目标和学习重难点</p>

表面热处理就是仅改变工件表面层的组织和性能的热处理工艺方法。

其目的是提高表面硬度、耐磨性、耐蚀性、耐热性，防止或减轻表面损伤，提高零件的可靠性和使用寿命。

常用的有钢的表面淬火和化学热处理。

4.6.1 钢的表面淬火

一、表面淬火的概念、目的、材料

概念：是将钢件表面层以极快的速度加热到淬火温度后（当热量还未传至工件心部）急冷，使表层得到马氏体组织而心部仍保持不变的热处理工艺。

目的：提高表面硬度、耐磨性和疲劳强度，而心部仍为淬火前的组织，具有足够的强度和韧性，使零件满足“**表硬里韧**”的性能要求。

材料：中碳钢或中碳低合金钢（低淬透性钢）：40、45、40Cr、40MnB，含碳量过高则硬度、耐磨性提高，会增加淬硬层的脆性，降低心部塑性和韧性；含碳量过低，则表面强化效果不理想影响硬度和耐磨性；基体组织相当于中碳钢的普通灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁也可通过表面淬火来提高表面耐磨性。

二、表面淬火的工艺基础


表面淬火前的预备热处理：对于结构钢，一般采用调质或正火，前者性能高，用于要求高的重要件，后者用于要求不高的普通件；其目的是获得最终的心部组织。

表面淬火后的回火及组织：表面淬火后一般进行低温回火，回火温度不超过200℃。回火的目的是降低淬火残余内应力，保留淬火高硬度、高耐磨性。回火后表层组织为 $M_{\square}+Ar$ ，满足“**表硬**”的性能要求，心部为 S_{\square} 或 $F+S$ ，满足“**里韧**”的性能要求。

提问：表面淬火后一般采用什么回火？引导同学们应用前期所学来解决问题，培养应用能力。

4.6.1 钢的表面淬火

• 表面淬火后的回火及组织



问题：
为保持表面的高硬度、高耐磨性，表面淬火后一般进行什么回火？

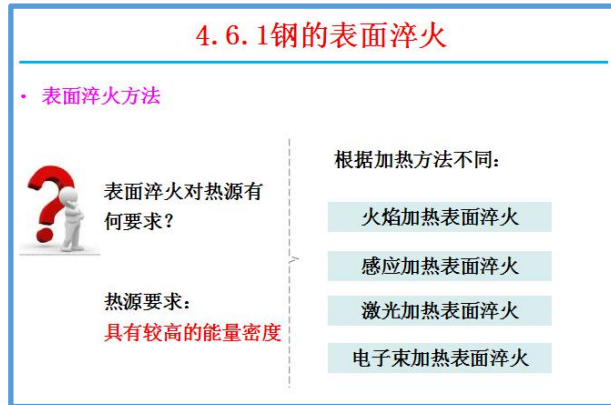
表面淬火后一般进行低温回火，回火温度**不超过200℃**

表面淬火+低温回火后的组织

- ★ 表层: $M_{\square}+Ar$ “**表硬**”
- ★ 心部: S_{\square} (或 $F+S$) “**里韧**”

二、表面淬火的分类

表面淬火热源要求：为了达到只加热工件表层的目的，要求所用热源具有较高的能量密度。根据加热方法不同，表面淬火方法可分为：



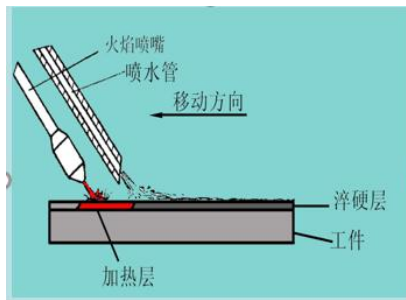
其中，最常用的是火焰加热表面淬火和感应加热表面淬火，比较先进的是激光加热表面淬火。

(1) 火焰加热表面淬火

原理：利用氧—乙炔火焰直接加热工件表面的一种淬火方法。

特点：是淬硬层 2-6mm，操作简便，无需专用设备，但质量不易控制

应用：适合于单件或小批生产的大型零件和需局部淬火的零件或工具，如大型轴类、大模数齿轮等。



火焰加热表面淬火示意图



用数控火焰淬火机床对零件进行表面淬火

(2) 感应加热表面淬火

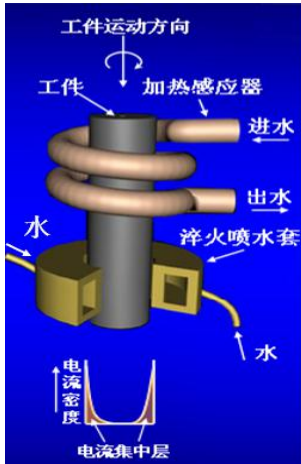
原理：利用交变电流在工件表面感应巨大涡流，使工件表面迅速加热并进行淬火的方法，感应电流透入深度：

$$\delta = \frac{500 \sim 600}{\sqrt{f}}$$

式中： f —交流电频率 Hz； δ —电流透入深度 mm

提问：为什么表面淬火所用热源需要具有较高的能量密度？

通过原理示意图和视频，让学生加深火焰加热表面淬火方法原理和特点的理解



感应加热表面淬火工程应用案例

通过原理示意图和视频，让学生加深感应加热表面淬火方法原理和特点的理解

感应加热表面淬火示意图

特点:

1. 加热速度快，通常只要几秒钟
2. 硬度高、脆性小、疲劳强度高
3. 淬硬层容易控制，可批量生产
4. 设备较贵、复杂零件处理困难

常分为高频加热表面淬火、中频加热表面淬火和工频加热表面淬火。应用:

感应加热的种类及应用：如下表

感应加热的种类及应用

种类	频率范围	淬硬层深度	应用举例
高频感应加热	200~300kHz	1~2mm	中小模数齿轮 (m<3) 中小轴、机床导轨等
中频感应加热	1~10 kHz	2~10mm	大中模数齿轮 (m=8-12) 大直径轴类、机床导轨等
工频感应加热	50Hz	10~25mm	大型零件如：冷轧辊、火车 齿轮、柱塞等

(3) 激光加热表面淬火



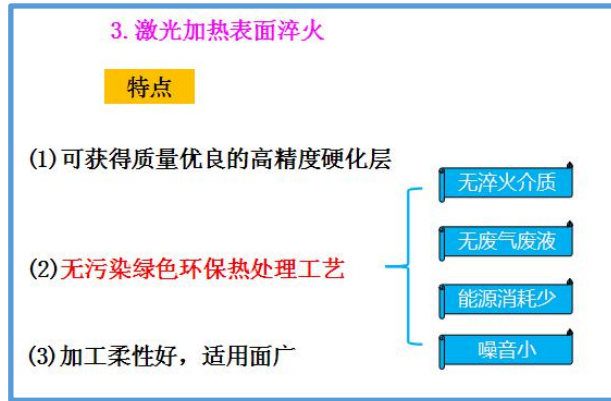
激光加热表面淬火工程应用案例

启发讨论:

先看激光加热表面淬火视频，让学生总结与前面两种表面淬火方法的异同点。培

原理：利用高能量的激光束扫描工件表面，使工件表面快速加热到淬火温度，利用工件基体的热传导进行自冷淬火。

特点：



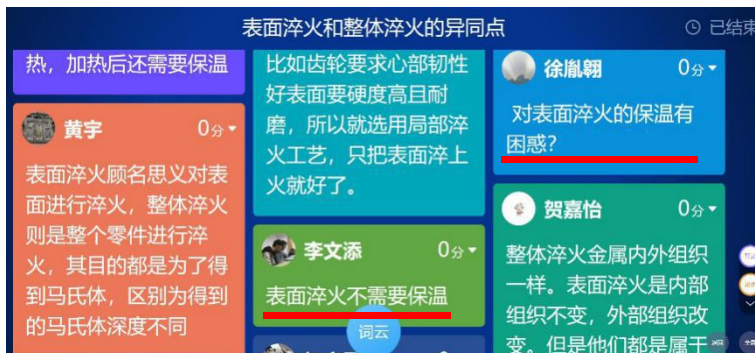
应用：其特别适合高精度要求的零件表面处理及拐角、沟槽、盲孔底部及深孔内壁的表面热处理。



激光加热表面淬火工程应用案例

【课堂讨论】

表面淬火与整体淬火的异同点（学习通发布）



不同点：适用对象不同；热源要求不同；保温时间不同。

相同点：加热到淬火温度以上； $V_{\text{淬火}} > V_k$ ；属最终热处理工艺。

培养分析观察能力

关注：

激光加热表面淬火一种**绿色环保热处理工艺**

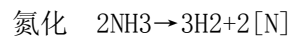
通过学习通，组织课堂讨论，培养学生归纳总结能力，同时了解学生对知识的掌握情况，答疑解惑培养学生运用所学知识分析解决问题的能力

4.6.2 钢的表面化学热处理

化学热处理的概念：是将工件置于特定介质中加热保温，使介质中活性原子渗入工件表层从而改变工件表层化学成分和组织，进而改变其性能的热处理工艺。根据渗入的元素不同，化学热处理可分为渗碳、氮化、多元共渗、渗金属等。

一、化学热处理的基本过程：

①介质（渗剂）的分解：分解的同时释放出活性原子；



②工件表面的吸收：活性原子向固溶体溶解或与钢中某些元素形成化合物；

③原子向内部扩散，形成一定厚度的扩散层（渗层）。

在整个化学热处理进程中，上述三个基本过程是同时发生而又彼此密切相关的。

二、钢的渗碳

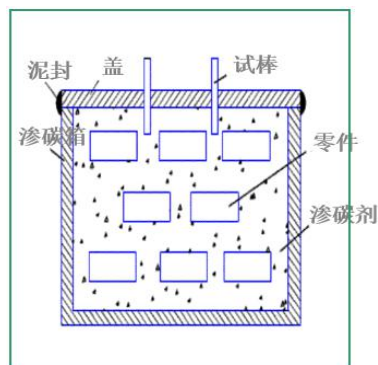
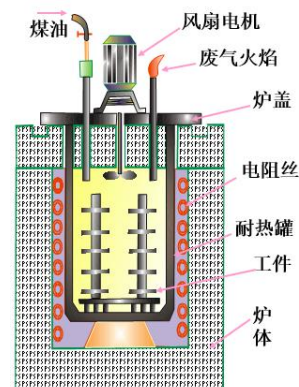
渗碳概念：是为了增加钢件表层的含碳量和一定的碳浓度梯度，将钢件在渗碳介质中加热并保温使碳原子渗入表层的化学热处理工艺。

渗碳目的：是提高工件表面的硬度、耐磨性及疲劳强度，并使其心部保持良好的塑性和韧性。

渗碳用钢：碳含量为 0.1-0.25%的低碳钢或低碳合金钢，碳高则心部韧性降低。

渗氮方法：主要有气体渗碳法、固体渗碳法和真空渗碳法三种，目前生产中应用较多的气体渗碳法。

1. 气体渗碳法。其过程为将工件放入密封炉内，在高温渗碳气氛中渗碳。渗剂为气体（煤气、液化气等）或有机液体（煤油、甲醇等）。优点：质量好，效率高；缺点：渗层成分与深度不易控制。



学生课前已完成
在线学习。

课堂主要解决疑
难问题

2. 固体渗碳法

将工件埋入渗剂中，装箱密封后在高温下加热渗碳。渗剂为木炭和少量的碳酸盐。优点：操作简单；缺点：渗速慢，效率低、劳动条件差。

3. 真空渗碳法

将工件放入真空渗碳炉中，抽真空后通入渗碳气体加热渗碳。优点：表面质量好，渗碳速度快。

渗碳工艺

渗碳温度：900~950℃；

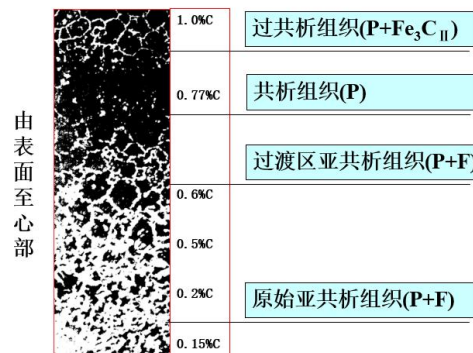
渗碳时间：3~9 小时；

渗碳表面含碳量：0.85~1.05%；

渗碳层厚度：0.5~2mm。

【课堂讨论】

渗碳后，由渗碳温度缓冷至室温应该得到什么组织？

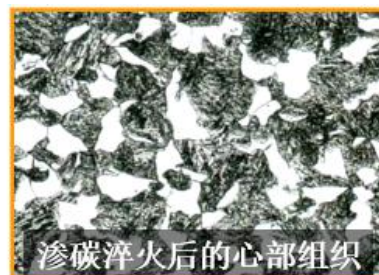
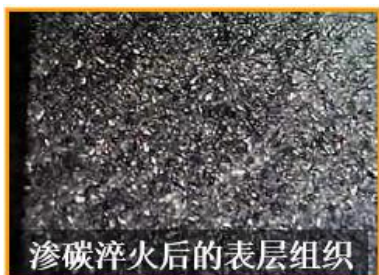


渗碳后的热处理

渗碳后必须进行淬火+低温回火，才能有效的发挥渗碳层的强化作用。

表层组织：高碳回火马氏体+粒状碳化物+残余奥氏体；

心部组织：与工件尺寸有关，也与材料的淬透性有关。在工件淬透的情况下组织为低碳回火马氏体+铁素体。



平台测试结果以及和老师互动情况看，学习存在的主要问题：
渗碳后淬火方案制定存在疑惑？

②钢的渗氮

钢的氮化：是指向钢的表面渗入 N 原子的过程。氮化温度一般为 500~570℃，氮化层的厚度一般不超过 0.6~0.7mm。

氮化的优点：是表面硬度高、耐磨性高、疲劳强度高、工件变形小、耐蚀性好；缺点是工艺复杂、成本高、氮化层薄

氮化方法：常用的有气体氮化法、离子氮化法等

氮化的应用：用于耐磨性、精度要求高的零件及耐热、耐磨及耐蚀件。如仪表的小轴、轻载齿轮及重要的曲轴等，常用钢号为 38CrMoAl。

【学习成果汇报】

结合课前布置任务：“结合古代著名的龙泉宝剑，探寻其中的热处理技艺”，在课堂上随机抽取一组，汇报学习成果。



【总结升华】

由学生学习成果报告中的“百炼钢”为切入点，将钢的表面强化与塑造坚韧品格相结合，百炼钢与绕指柔，刚柔并济，不忘初心，造就和谐自我。

【教学反思】

亮点之处：

1. 教学内容注重知识的关联性

整体淬火→表面淬火→表面化学热处理，注重知识讲授的逻辑性和关联性，由浅入深，循序渐进；引导学生归纳总结各工艺方法的相同点和不同点，从而做到知识的前后连贯，融会贯通。

同学们在探究学习过程既感受我国汉代时期兵器的先进的渗碳工艺和制造水平，提升学生的民族自豪感和自信心，同时培养学生精益求精的工匠精神；

在传授知识的同时育人品格

2. 教学设计注重学生的参与性

通过课前布置学习任务“结合古代著名的龙泉宝剑，探寻其中的热处理技艺”，课中围绕“整体淬火和表面淬火的异同点”、“渗碳后该选择何种热处理”等问题展开课堂讨论，穿插小组学习成果汇报，充分调动学生的学习积极性，让学生探究学习与教师启发讲授相互融合，不断提高学生分析问题、解决问题的能力。其次，充分利用现代技术辅助课堂教学，通过超星学习通，开展主题讨论或课堂测验，加强互动，及时了解学生对重难点的掌握情况。

3. 教学方法注重理论联系实际

紧密联系工程实践，采用启发式讲授、案例教学、探究式教学等教学方法，在“新课导入、实际应用、课外探究”等环节精心遴选来自不同领域的实例，提高学生利用理论知识解决实际问题的能力。

4. 教学过程注重立德树人

通过“结合古代著名的龙泉宝剑，探寻其中的热处理技艺”，让学生了解我国汉代时期兵器的先进的渗碳工艺和制造水平，提升学生的民族自豪感和自信心，同时培养学生精益求精的工匠精神；教学中引导学生关注工艺的进步对社会发展的影响；将“钢的表面热处理强化”与“坚韧品格塑造”相结合，刚柔并济，造就和谐自我。

不足之处：

学生在结合古代著名的龙泉宝剑，汇报热处理学习成果时，面对其他小组的提问，应对能力和知识储备稍显不足，解决措施：今后应继续加强工程实践的应用能力和创新能力的培养。