

北京图书馆藏

· 21334 ·

中文资料

热处理技术資料选編

赠阅请交换

上海市第一机电工业局科技组情报站

6783/15

77 28

编 者 的 话

在毛主席革命路线指引下，在无产阶级文化大革命及批林批孔运动的推动下，上海机电系统热处理行业广大职工，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，高举“鞍钢宪法”的旗帜，开展群众性的技术革新和技术改造，在热处理工艺和设备方面搞出了一批效果比较显著的项目。

一九七四年九月，机电一局系统召开了热处理经验交流会，并交流了技术资料。在局热处理行业组的同志做了调研、定题及组稿等工作的基础上，现选编二十九个项目，以供参考。

对选编工作中的缺点和错误，希望批评指正。

一九七五年四月



A 793823

目 录

气相复盖碳化钛	上海市机械制造工艺研究所 (1)
碳、氮、硼三元共渗化学热处理工艺	上海市机械制造工艺研究所 (8)
低温电解渗硫	上海机械学院、上海汽车发动机厂 (17)
真空渗铬工艺	上海开关厂 (32)
辉光离子氮化	上海汽轮机厂 (40)
气体氮化	上海压缩机厂 (58)
三乙醇胺气体氰化试验	星火模具厂 (70)
柴油机喷油咀光亮淬火炉及工艺	上海柴油机厂 (81)
氩气光亮淬火	上海第一汽车附件厂 (87)
水下内孔高频淬火	江南造船厂 (91)
几种典型零件的热处理工艺	上海热处理厂 (95)
几种典型零件的火焰淬火工艺	上海淬火厂 (103)
9Mn2V钢精密丝杆热处理工艺	上海机床厂 (111)
压铸模具用钢及其热处理	上海开关厂 (128)
Φ1600×2300 整锻支承辊热处理工艺	上海重型机器厂 (133)
铸造铝合金的性能及其热处理	上海五七〇三厂 (148)
铸造铝合金热处理	上海市机械制造工艺研究所 (159)
应用红外线CO ₂ 分析仪控制气氛的碳势	上海市机械制造工艺研究所、中国轴承厂 (167)
井式炉气体渗碳红外线自动控制碳势	上海探矿机械厂 (171)
转子锻件喷水淬火	上海重型机器厂 (178)
可控气氛热处理自动线	上海第一石油机械厂 (184)
45米 ³ /时放热型保护气体发生炉与水油两用振底式连续淬火炉	上海柴油机厂 (191)
放热式保护气体淬火炉	上海弹簧垫圈厂 (199)
高速钢刀具氮气保护淬火炉	上海工具厂 (202)
旁入式电极盐浴炉	上海刀具厂 (206)
16米分段式燃油热处理炉	中华造船厂 (213)
轴类半自动淬火机	上海柴油机厂 (216)
木工园锯片淬火机	上海机械刀片厂 (222)
1400铁铬铝高电阻电热合金	上海电合金厂 (225)

气相复盖碳化钛

上海市机械制造工艺研究所

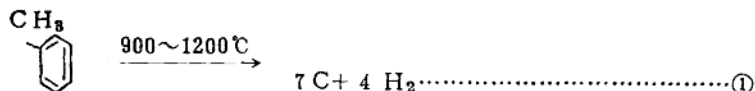
为了进一步提高刀具、工模具及其他一些机械零件的使用寿命，发展了在金属表面气相沉积碳化钛 (TiC) 的新工艺，为化学热处理开辟了新的领域。

这种表面涂复工艺在国内外受到重视，这是因为TiC涂层具有某些极好的性能，它的硬度极高，达HV3000~5000公斤/毫米²，具有很高的耐磨性，低的摩擦系数 (0.08~0.10) 和强的抗腐蚀性能等。应用于工模具一般可提高其使用寿命达5~20倍之多，应用于刀具和一些机械零件也能取得较好的技术经济效果。

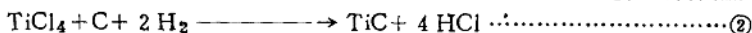
我所于1972年底，开始试验研究气相涂复TiC工艺，并重点放在工模具上。虽然，我们的工作还处于试验阶段，但是我们初步看到，经过气相复盖碳化钛的Cr12MoV冷墩模，在生产中能大大地提高使用寿命，显示了这种新兴的表面涂复工艺的很大生命力。

基 本 原 理

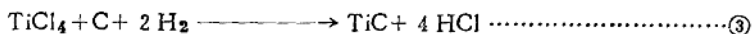
我所进行的气相复盖碳化钛，是将钢件放在氢气保护下，加热至900~1200℃，然后并以氢气作载气把四氯化钛、甲苯蒸汽带入炉内，使TiCl₄中的钛和碳氢化合物中的碳(以及钢件表面的碳份)，在高温的条件下，在钢件表面进行化学反应，从而生成一层TiC复盖层。因为这个过程是在气相中进行的，所以叫气相复盖碳化钛。整个反应的热力学和动力学过程比较复杂，我们以碳氢化物甲苯和四氯化钛为原料作例，在钢件表面沉积TiC的化学反应，可简化为三个主要的方程式：



①式中生成的平衡状态中的碳原子，在高温下立刻和TiCl₄在钢表面上进行反应：



同时，钢件表面的活化的碳也要和TiCl₄反应：



由②式和③式可见，TiC生成物中的碳的来源，取自于甲苯热分解出来的碳原子和钢表面上的碳原子，事实正是如此，我们的试验证明，Cr12类苯氏体钢、高速钢、碳素工具钢及铸铁等高碳黑色金属的表面较易生成TiC复盖层。

应该指出，碳虽然是强碳化物形成元素。但是，上述反应不是任何情况下都可以产生TiC复盖层的，首先必须控制一定范围的反应温度，其次必须控制反应①式产生的游离碳的量，使它不大于由TiCl₄所供给的Ti的量，根据资料介绍，最好使Ti和C的比例为1:0.85~1:0.97之间。如果此比例控制失当，将会使TiC硬度降低，或者出现复盖层龟裂，或者出现大

量碳黑，使TiC复盖层无法生成。

设备及工艺过程

(一) 设备：

气相复盖TiC所采用的加热方式，一般常用两类：用电热丝或其他发热体加热的外热式管状炉和高频感应加热，为了保证气相复盖反应罐的寿命，反应罐可采用石英管或耐高温性能较好的耐热钢。

根据气相复盖工艺要求的特殊性，最好能设计专用设备。目前我所采用的试验设备之一的简图，如图1所示，其中：

- 1——氢气瓶，氢气采用工业瓶氢；
- 2——减压阀，氧气压力表；
- 3——流量计，型号LF-6-2；
- 4——5 A 分子筛，用来除去氢中水份；
- 5——银分子筛，用于去除氢气中氧气；
- 6、7——玻璃三通活塞；
- 8 玻璃容器，内装TiCl₄+3~5%（体积）甲苯溶液；
- 9——可调节温度的恒温水浴；
- 10——管状加热电炉，功率6 瓩，采用Fe—Cr—Al电热丝加热，加热温度最高为1200℃；
- 11——Φ78×1150反应罐，材料为Cr25Ti；
- 12——涂复后钢件直接淬火入油口（油封）或气封入口；
- 13——水冷套；
- 14 橡皮塞，起炉门及防爆作用；
- 15——废气出口（兼工件出料拉料口）。

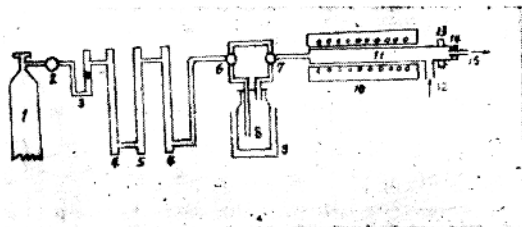


图1 装置流程图

(二) 工艺过程：

我们在钢件表面上气相复盖TiC的工艺如图2所示。

其过程简述如下：

1. 炉子升温，并将一定量的纯氢通入反应罐中。

2. 当炉温升至一定温度（如800℃）准备进料时，加大氢气流量并在炉门口附近气管中，再通入氢气或其他保护性气体，进行气封，防止开启

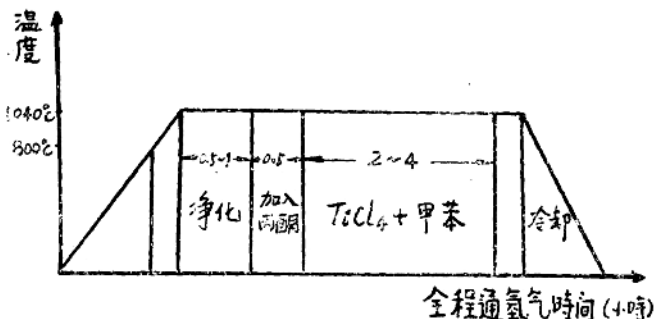


图2 气相复盖TiC的工艺曲线

炉门时空气倒流回炉内，而引起钢件的氧化或爆炸事故。

3. 打开炉门，将所处理的工件或试样（事先经过表面涂油除锈处理）送入反应罐高温区，然后关上炉门，停止气封，继续升温至预定的温度。

4. 到温的工件在炉内通氢净化处理持续0.5~1小时，目的是为了脱除高温下由工件内部放出的 N_2 和 O_2 等杂质气体。

5. 然后缓慢地通入丙酮，持续半小时约十几毫升，目的是为了防止氢气对钢件的脱碳作用。

6. 停止通入丙酮，约15分钟后，旋转三通活塞6、7，使氢气经过恒温水浴加热至45~50℃的容器8，把 $TiCl_4$ 和甲苯的蒸汽带入反应罐11。

7. 经过2~4小时的持续时间反应，将玻璃三通塞6和7旋转回到原来位置。

8. 约过15分后，拉掉废气排气管（但不打开炉门），将工件拉至炉口气（氢）冷或淬入油中。

实物涂复工艺及应用情况举例

Cr12MoV的M12内六角螺帽冷墩模，按上述工序经1040℃±10℃，2.5小时的气相复盖，继之在水冷套强制冷却的氢气中冷却，再在280℃空气介质中回火2小时，结果如下：

工件基体硬度为HRC58~60，随炉金相试样的观察，TiC复盖层厚度为5~10μ，经上海螺帽一厂试用，为原氰盐中加热淬火工艺处理的模具使用寿命的3~8倍，不复盖碳化钛的模具寿命为二个生产班，约墩6.5万次，经复盖碳化钛的模具最高已达16班，约墩55万次。冷墩模复盖碳化钛后生产中损废情况见表1。

M12内六角螺帽冷墩模TiC复盖处理后使用情况及损废原因分析表 表1

模具编号	冷墩时间（74年10月）	实数班墩	损 坏 原 因
4 号	5日15时装7日12时卸	7	机床故障，非涂层磨损。
3号A	7日21时装8日0时卸	3	同 上
2号A	11日12时装15日4时卸	11	涂层拉毛
2号B	16日22时装19日12时卸	8	模具内棱角边的一边中部崩裂一小块
3号B	20日4时装25日14时卸	16	涂层拉毛



注：同一炉次的编号同号，用A、B分其件数。

M12内六角螺帽冷墩模形状及TiC复盖层损坏情况分别见图3。

图3 M12内六角螺帽冷墩模

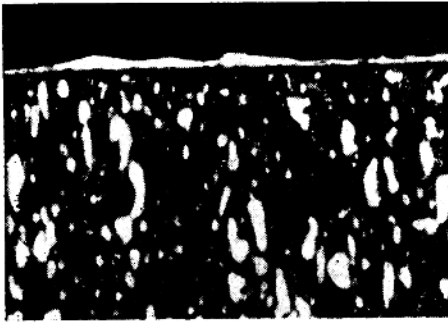


图4 Cr12MoV, 经1040℃, 1.5小时复盖TiC的金相照片, 浸蚀剂: 氯化高铁溶液。放大倍数: 550。

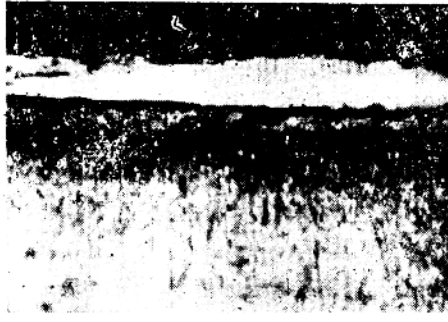


图5 W18Cr4V复盖TiC后金相照片, 浸蚀剂: 硝酸酒精溶液。放大倍数: 550。

TiC复盖层的结构与性能

(一) 金相分析:

1. Cr12MoV 钢在 1040℃ 温度下, 经 1.5 小时复盖 TiC 后油淬, 复盖层厚为 4~7 μ, 见图 4。

2. 高速钢 W18Cr4V, 经 1040℃ 3 小时表面复盖处理后油淬, TiC 涂层厚度为 15 μ 左右, 见图 5。

3. GCr15 钢在 1020~1050℃ 经 3 小时涂复后油淬, TiC 层厚为 20 μ, 从试验中可以看到 GCr15 钢极易涂复 TiC 层, 但是在此高温下基体组织产生过热, 淬火后为粗针状马氏体, 此钢不宜于涂复与淬火直接复合处理(见图 6)

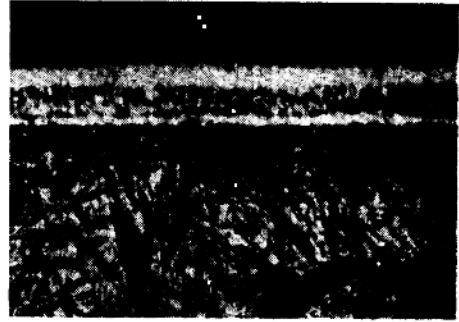


图6 GCr15钢, 复盖TiC后的金相照片。浸蚀剂: 硝酸酒精。放大倍数: 550。

4. 3Cr2W8 钢, 经 1040℃ 1.5 小时复盖处理后油淬, TiC 层厚为 4~5 μ 左右。见图 7。

5. Cr6WV 钢在 1040℃ 经 3 小时复盖处理后油淬, TiC 层厚度为 15 μ 左右。见图 8。

6. 工业纯铁经 1.5 小时复盖处理, TiC 厚度为 3 μ 左右。见图 9。

从金相照片上, 我们可以看到就是工业纯铁的表面也能复盖上碳化钛, 当然, 含碳含铬量较高的材料对复盖物的生成是有利的。



图7 3Cr2W8 钢复盖 TiC 后的金相照片, 浸蚀剂: 硝酸酒精。放大倍数: 550。

TiC 复盖层与基体结合情况见图 10, 此图为 Cr12MoV 钢 M12 内六角螺帽冷墩模具实物解剖电子显微金相照片。图 11 为碳素工具钢 T10A 试样经 TiC 气相沉积后的电子显微金相照片,

从图中可见涂层与基体的结合是良好的。



图8 Cr6WV 钢复盖TiC后的金相照片。浸蚀剂：硝酸酒精。放大倍数：550。



图9 工业纯铁复盖TiC后的金相照片。浸蚀剂：硝酸酒精。放大倍数：550。

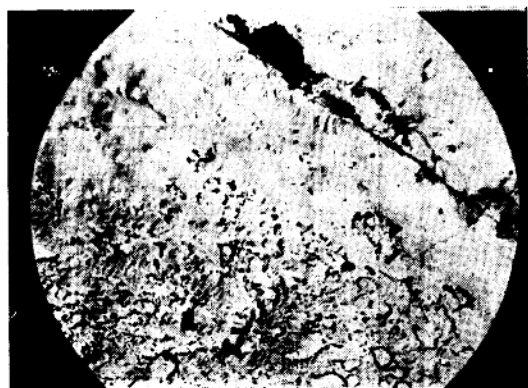


图10 Cr12MoV 模具TiC 涂层电子显微镜照片，放大倍数：4000。



图11 T10A 钢试样TiC涂层电子显微镜照片，放大倍数：5000。

(二) 复盖层的X—衍射分析：

试样经TiC复盖处理后，进行X—衍射分析，证实复盖层为TiC，且纯度很高，未发现其他结构物生成。TiC层具有择优取向，见图12。

(三) 复盖层的显微硬度：

由于TiC复盖层的硬度极高，从显微硬度表格中查不到，可用下列公式计算：

$$HV = \frac{Kg \times 1.8544}{d^2}$$

式中：Kg—负荷值（单位：公斤）。

d—金刚钻头压痕菱形对角线（单位：毫米 $\times 10^{-2}$ ）。

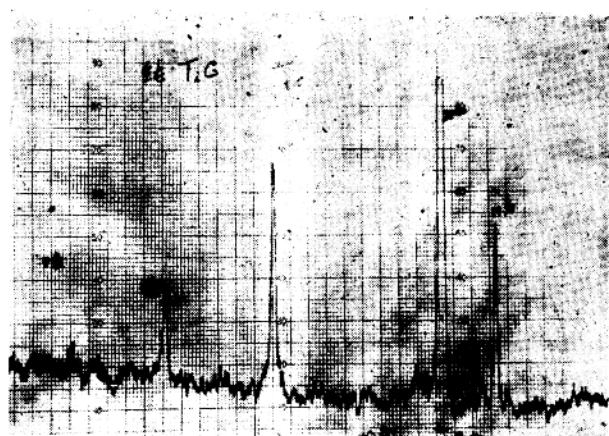


图12 复盖层TiC衍射峰

复盖TiC后对显微硬度值测量计算结果见表2。

钢件 TiC 复盖层的显微硬度

表2

材 料	负 荷(克)	压痕d (毫米 $\times 10^{-2}$)	HV(公斤/米 ²)
Cr 1 2 MoV	5 0 0	1 5 . 5	3 6 9 9
Cr 1 2 MoV	5 0 0	1 6 . 5	3 3 6 2
Cr 1 2 MoV	5 0 0	1 5 . 2	4 0 1 3
W 1 8 Cr 4 V	2 0 0	≤ 10	3 7 0 0
GCr 1 5	1 0 0	7 . 2	3 6 0 0
3 Cr 2 W 8	1 0 0	7 . 2	3 6 0 0

(四) 复盖层的耐蚀性:

TiC是一种稳定的化合物,具有较好的抗蚀性。试样经复盖TiC后,用10%盐酸溶液加热至沸,表面不被浸蚀,仍保持光亮表面,如浸入10%硝酸溶液,TiC表面仍不被腐蚀。

(五) 复盖层的抗氧化性能:

复盖层的TiC具有一定的抗氧化性能,我们将有TiC的试样,放入马沸罐中在空气介质中加热。经100℃、150℃、200℃、250℃、300℃和350℃各半小时,观察表面情况,看不出变化,仍保持光亮银灰色的表面,当温度升至400℃时,表面颜色变成紫红色,复盖层出现疏松的钛的氧化物,说明TiC复盖层在400℃以上将被氧化而失去其原来的一切特征。

问 题 与 讨 论

钛和碳虽然只形成一种碳化物 TiC,但它是一种非定比化合物。据资料介绍,碳化钛在 $TiC_{0.28} \sim TiC$ 的非常广泛的范围中进行变化,而我们希望控制涂复层 TiC 中的 Ti 和 C 含量

的比例最好为 $1:0.85\sim0.97$ 。如果碳的含量太小,则TiC涂层硬度降低,含量过大将易使复盖层龟裂。涂层显微硬度随着涂层中含碳量的变化而变化,而TiC复盖层中含碳量的多少除了与工件表面含碳量有关外,主要取决于一定温度下炉内反应气氛的碳势。所以控制炉温、控制四氯化钛和甲苯溶液的配比及其恒温水浴的温度以及氢气的流量,对于TiC复盖层的生成状况就显得十分重要。

(一) TiC复盖层生成温度为 $900\sim1200^{\circ}\text{C}$,在一般情况下,在 900°C 以下碳化钛复盖层往往不易生成,即使生成的话,其速度也很慢,且复盖层易剥落,当炉温在 950°C 以上才能复盖成有实用价值的涂层厚度,只有在 1000°C 以上TiC涂层才能缓慢地溶入铁的固溶体中,生成 $1\sim2\mu$ 的中间层,使复盖层结合牢固,所以TiC的复涂温度常选用 1000°C 左右。

(二) 溶液配比, TiCl_4 和甲苯含量的比对TiC复盖层的生成有着重要的关系,为了保证在气相复盖温度下有合适的Ti与C的比例,常采用 $\text{TiCl}_4:\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3=100:3\sim5$,当涂复温度较高时,甲苯含量可取下限,因为炉温越高,甲苯越易分解,使气氛中的碳势提高。当采用 1050°C 温度涂复时采用4%甲苯,看来是较合适的。

同时,我们还必须注意到,四氯化钛和甲苯溶液温度升高,也会使气氛中的碳势升高,所以必须设置恒温水浴。

虽然测定和控制气氛中的Ti和C的比例量十分重要,但这是一个比较复杂的问题,它不仅牵涉到炉温、溶液温度及溶液配比问题,也还牵涉到溶液配比经使用后变化的问题,这个问题如何进一步解决,有待今后继续探索。

(三) 关于TiC复盖层和基体结合问题:TiC层即使能够产生了,但是和基体结合得不牢,这这也是一个关键问题。

影响复盖层与基体结合力的因素很多,除上面所述的涂复温度, Ti、C在气氛中的比例之外,还有被复工件表面的显微状况,灰尘、油脂、氧化皮等杂质的存在;载气中氮气和氧气及水份等杂质的存在,基体中的杂质如 N_2 、 O_2 气在高温下向表面层扩散并和TiC层作用;反应过程中产生的HCl对基体的腐蚀;基体和TiC涂层膨胀系数的差异而引起的界面应力,以及基体表面层的脱碳等因素,将影响TiC层和基体的结合力。

针对上述可能产生剥落的原因,我们采取了一些措施,例如:预先基体真空脱气,或者在 H_2 保护下高温加热脱去基体中的 N_2 和 O_2 气;降低炉中气压,迅速排除废气,从而减小HCl气体对基体的腐蚀,严格清洗工件表面;严格控制 TiCl_4 和甲苯蒸汽在气氛中的比例,使气氛中的碳势不至太高;提高淬火油温,使淬火应力不致太大,这些措施都有利于金属表面生成牢固的复盖层。最近,我们采取了在复盖TiC处理前,在通 H_2 的同时通入一些丙酮的方法,目的是使基体在氢气中加热少脱碳或不脱碳,甚至渗入一些碳,而这些具有活性的碳将能提高TiC的反应速度,并出现和基体及TiC层不同的生成层,这个生成层中据报导含有TiC和基体金属,它大大地增加TiC和基体之间的结合力。为了保证TiC复盖层及基体的结合力,看来无论是常压还是降低炉压复盖TiC工艺,使基体表面不脱碳或适当渗碳,这将是气相复盖TiC工艺的一个重要手段。

我们工作中还存在不少问题,例如:油淬时表面TiC生成层易被氧化,在控制Ti和C的比例时缺少分析手段,因此工艺还不很稳定,现在的设备还太简陋,沉积温度还太高等等。今后准备设计一个较大尺寸的专用设备,在保证结合力和沉积速率的情况下降低沉积温度,使较多的工模具材料可以进行气相沉积,扩大TiC工模具上的使用范围。

碳、氮、硼三元共渗化学热处理工艺

上海市机械制造工艺研究所

为了提高石油机械易损零件的质量,延长使用寿命,加速我国石油工业的迅速发展,在综合分析渗碳、渗氮、渗硼工艺优缺点的基础上,一九七三年玉门石油管理局机械厂用了四个月时间初步试验成功了碳、氮、硼三元共渗(以下简称三元共渗)新工艺,并在生产上已初见效果。

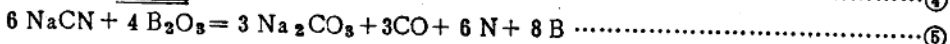
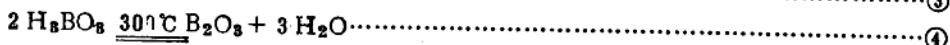
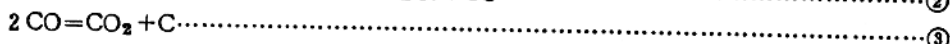
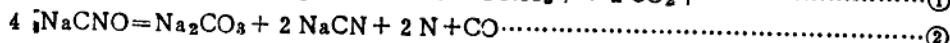
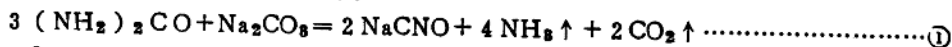
七四年五月份我们曾到玉门石油管理局机械厂学习碳氮硼三元共渗化学热处理新工艺,听取了关于碳氮硼三元共渗新工艺试验过程和生产应用的介绍,学习了三元共渗操作全过程和部分质量检验分析,并到现场了解经过三元共渗的一些零件使用情况。在学习过程中,我们看到压裂车凡尔座等一些石油机械易损件经过三元共渗后,提高了硬度,增加了耐磨性,并且经过三元共渗的零件,在某些介质中有一定的抗触能力,对易损件寿命的延长起了一定作用。该工艺设备简单,操作简便,盐浴原料供应方便,是一种有发展前途的化学热处理新工艺。

为了进一步扩大该工艺的试验和试用,现将玉门石油机械厂“碳氮硼三元共渗”试验小结摘要介绍如下。

一、三元共渗的基本原理、工艺和装备

1. 基本原理

三元共渗是一种液体处理方法,盐浴是由尿素、碳酸钠、硼酸、氯化钾和氢氧化钾五种成份组成。它们的反应机理大致如下:



综合上述五个化学反应方程式,可以看出C、N、B三种活性原子在盐浴中都存在,它们的原子半径都比铁小得多,因此在适当温度下较容易扩散入铁内。

2. 三元共渗的配方和盐浴配制方法

三元共渗盐浴配方如表1所示。

表 1

原 料 名 称	重 量 比	重 量 百 分 比 %	备 注
尿素 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	7	46.67	工 业 纯
碳酸钠 Na_2CO_3	3	20.00	"
氯化钾 KCl	2	13.33	"
氢氧化钾 KOH	1	6.67	"
硼酸 H_3BO_3	2	13.33	"

上述配方是目前在生产上应用的, 如果固定其它四种成份比例的情况下, 减少硼酸的数量可以降低盐浴的熔点。但硼酸减少到多少为宜, 尚在摸索中, 因此表列配方是不是“最佳点”, 尚不能作出结论。

盐浴的配制方法:

为防止盐浴熔化过程中剧烈反应使盐液溢出炉外, 应将上述五种原料捣碎, 混合均匀, 在140—150℃温度下进行烘干, 然后再将烘干后的原料倒入坩埚加热使其熔化。为防止盐液溢出, 第一次不可将混合原料加得太满, 可分两次或三次加入, 按表列配方在680—700℃温度开始熔化成液体。为防止盐浴对工件产生腐蚀现象, 配制新盐时, 化开后的盐浴还须在700℃左右保温15—24小时, 直到盐黄色挥发物很少且在液面形成黑色结盖时, 才可将工件放入盐浴内进行三元共渗。

3. 三元共渗的工艺

共有以下几道工序:

清洗——入炉保温——出炉冷却——清洗。

1) 清洗: 清洗的目的是去除工件的锈斑和污物, 以保持盐浴的纯净。

2) 入炉保温: 将清洗后的工件放入夹具内或以铁丝扎好放入盐浴中。大型工件入炉前最好在400—450℃予热, 以防炉温突然下降而影响共渗。

3) 出炉冷却: 冷却方法有空冷、油冷和水冷, 视工件的技术要求而定。

4) 清洗: 水冷的可不必再清洗, 空冷或油冷的工件需用清水冲洗以去除残盐。

4. 三元共渗的工艺装备

1) 加热炉: 电热或燃油的外热式坩埚炉。

2) 控温仪表。

3) 冷却系统: 水槽、油槽和排水管道。

二、三元共渗的优点

根据玉门石油机械厂的试验和生产实践, 对该厂三元共渗的优点归纳如下:

1. 处理温度较低, 变形较小。

在目前的化学热处理工艺中, 除氮化、硫化和碳氮共渗外, 三元共渗的处理温度比其它

方法低，因而有助于克服大多数化学热处理工艺存在的处理温度过高，工件变形较大，对设备的耐热度要求高等缺点。

2. 渗层硬度高，耐磨性好。

碳氮硼三元继承了渗硼获得高硬度的优点，渗层具有比渗碳、渗氮、碳氮共渗等为高的硬度。表2为玉门石油机械厂整理的一些钢材铁料经三元共渗后的渗层最高硬度值

表 2

材 料	三 元 共 渗 处 理 规 范	显微硬度 HV100	试 验 日 期
20 钢	650℃, 3.5 小时	1072	1973.5.5
35 钢	650℃, 6 小时, 淬火	960	1973.5.7
45 钢	680℃, 1.5 小时	1048	1973.6.21
T8 钢	700℃, 4 小时	1004	1979.11.7
T8	700℃, 4 小时, 淬火	1048	1973.11.7
20CrMo	680℃, 2 小时	1004	1973.8.19
30CrMo	680℃, 6 小时	960	1973.8.25
42CrMo	700℃, 6 小时, 淬火	1004	1973.11.2
38CrMoAl	650℃, 6 小时, 淬火	960	1973.5.5
球墨铸铁	720℃, 8 小时	1098	1973.10.10

3. 三元共渗后还可以进行复合强化。

如某些机械零件除要求有高的表面硬度外，尚要求强而韧的综合机械性能，则三元共渗后还可进行淬火。经淬火后还可使性能发生显著的变化，它使渗层硬度在原有基础上又有所

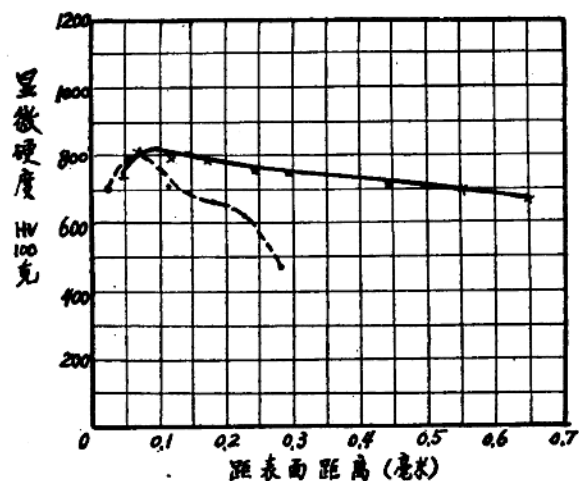


图1 淬火对45钢三元共渗渗层硬度的影响。

处理规范：

710℃, 4 小时。实线—已经淬火的，虚线—未淬火的。

提高，且硬化层深度又进一步扩大。

图1~4为45钢，T8钢，35CrMo钢和球铁，经过700—720℃保温4小时的三元共渗后，淬火对渗层硬度和深度影响的曲线图。

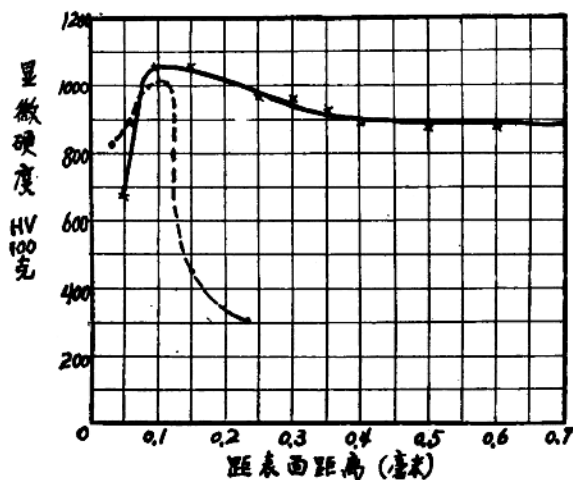


图2 淬火对T8钢三元共渗渗层硬度的影响。

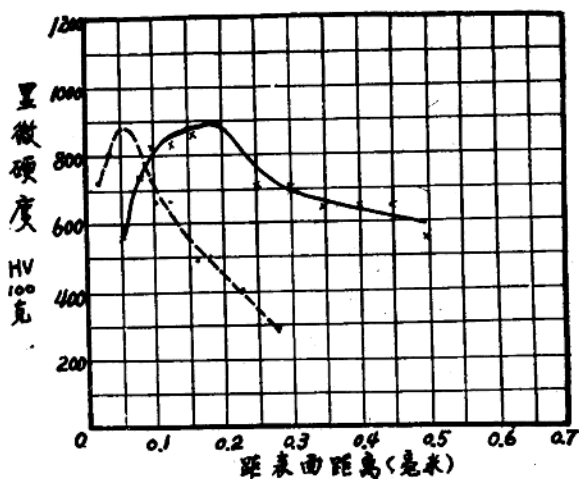
处理规范：

700℃，4小时。实线——已经淬火的，虚线——未淬火的。

图3 淬火对35CrMo钢三元共渗渗层硬度的影响。

处理规范：

710℃，4小时。实线——已经淬火的，虚线——未淬火的。



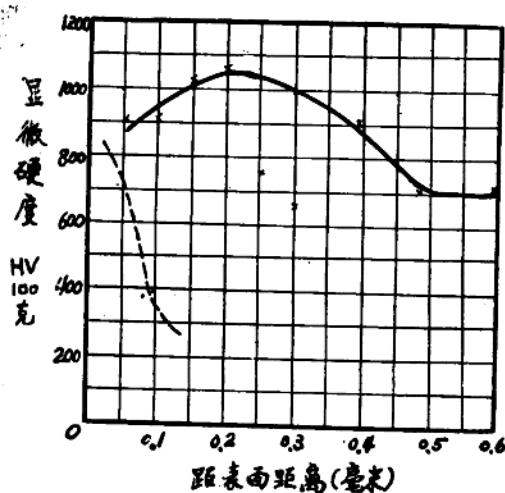


图4 淬火对球铁三元共渗层硬度的影响。

处理规范:

710℃, 4小时。实线—已经淬火的, 虚线—未淬火的。

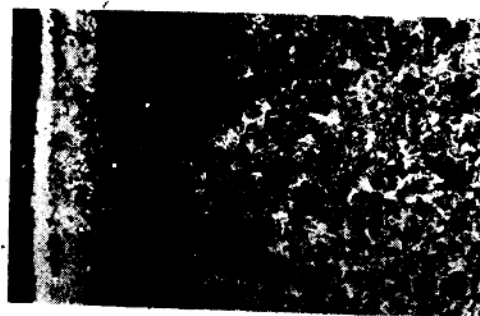
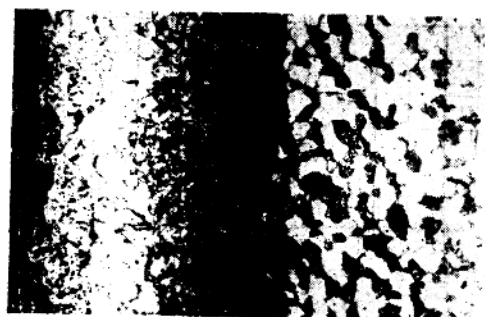
图5~7为直径12毫米试样经过720℃保温4小时的三元共渗后, 直接水冷淬火的显微组织。照片左面是试样表面。

图5 材料: 20CrMo钢

处理规范:

740℃ 4小时三元共渗后淬火。

放大倍数: 200× 腐蚀剂: 3%硝酸酒精。



↑ 马氏体
↑ 残余奥氏体+马氏体
↑ 化合物层
↑ 心部

图6 材料: 20CrMo钢

处理规范:

740℃ 4小时三元共渗后淬火。

放大倍数: 200× 腐蚀剂: 3%硝酸酒精。

↑ 马氏体层
↑ 残留奥氏体+马氏体层
↑ 疏松的化合物层
↑ 心部

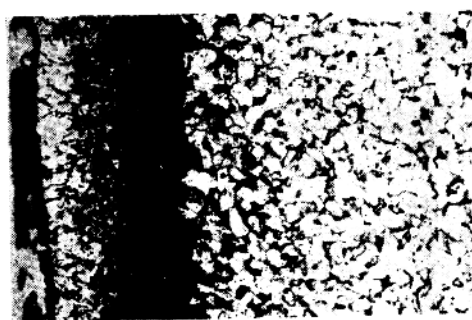


图7 材料: 20钢

处理规范:

720℃ 4小时三元共渗后淬火。

放大倍数: 200× 腐蚀剂: 3%

硝酸酒精。

↑
↑
↑ 心部
— 马氏体层
— 残留奥氏体+马氏体层

由图可知, 三元共渗并经淬火试样渗层的金相组织甚为复杂, 变化幅度也颇大, 一般系由疏松度不同的化合物层, 残余奥氏体和马氏体以及针状马氏体层所组成。但也有看不到明显化合物层的(见图7)。

此外, 三元共渗零件尚有经共渗后零件表面光洁度变化不大; 便于清洗; 经济效果好; 零件在某些介质中具有较好抗蚀性等优点。

三、现场工业性试验情况

1. 压裂车凡尔座三元共渗

玉门石油管理局现用压裂车凡尔座, 材料为40Cr, 热处理后硬度为HR50左右。这种凡尔座硬度低, 磨损严重、使用寿命短, 如压大砂子, 立刻会出现大麻坑, 凡尔不再上水。有时一口井也压不完, 凡尔座就不能用了。

玉门石油机械厂对上海生产的压裂车凡尔座进行了三元共渗处理提高了表面硬度、耐磨性和疲劳强度。为防止渗层剥落, 又经淬火以提高过渡区的强度和抗塑性变形能力。表3所列压裂车凡尔座三元共渗前后的硬度值。

表3

硬 度	上 海 制 凡 尔 座	经 三 元 共 渗 后 的 上 海 制 凡 尔 座
洛氏硬度 HRC	47~53	63~64

对上海制凡尔座经三元共渗后在现场使用的结果如表4所示。

表4

砂 粒 直 径 (毫米)	不经三元共渗的凡尔座压 砂量(米 ³)	经过三元共渗的凡尔座压砂量 (米 ³)
小砂(0.5~0.8)	50~60	100~200
中砂(0.8~1.5)	20~30	100
大砂(1.5~2.5)	少于5	50~60

由表 4 可知凡尔座再经三元共渗后能显著提高硬度, 增加压砂量, 提高使用时间, 提高压裂工效, 节约材料及劳动力。

2. 碳肥装置鼓风机叶片三元共渗的应用

玉门炼油厂磷肥装置的矿粉原料经球磨机磨成细粉后, 由一高速鼓风机提升到分离器上。在生产中发现高速鼓风机的叶片磨损十分严重。叶片原用 2 毫米厚铁皮冲制而成, 它仅能使用 20~30 小时。后改用在叶片上镀铬, 也只能用 50~60 小时, 之后又在叶片上堆焊高速钢, 能用 90~100 小时。经三元共渗后试用寿命能保持 110~120 小时。

3. 2 时闸阀阀杆螺母用球墨铸铁三元共渗代铜。

2 时闸阀阀杆螺母原用青铜制造, 以防止大气腐蚀, 并要求有一定的耐磨性和抗咬合性。为了节约铜, 用稀土镁球墨铸铁代铜制造阀杆螺母并进行三元共渗试验, 试验结果表明: 未进行三元共渗的球铁螺母, 只经过 4~5 小时即产生严重黄锈。青铜螺母经过一个月腐蚀未见锈斑, 但颜色已变暗。三元共渗的球铁螺母经一个月腐蚀, 只发现局部有些红锈, 但一擦就掉, 其余部分仍完好无损, 表面颜色变化不大。

试验室加速腐蚀试验结果表明: 球铁经三元共渗后其抗蚀性提高了一倍。在有氨和硫化氢的介质中球铁的抗蚀性超过铜, 但在室外乏汽管口模拟试验中暂不如铜。

4. 2 时闸阀阀杆用 35CrMo 钢三元共渗代 2 Cr13 不锈钢。

由于阀门的生产批量大, 其不锈钢用量也就大, 为了节约不锈钢, 进行用 35CrMo 钢代替 2 Cr13 不锈钢制造阀杆的试验室加速腐蚀试验。

试验内容为:

四种腐蚀液: 10% 氯化钠溶液; 人造海水; 1% 盐酸溶液; 10% 氢氧化钠溶液, 腐蚀液温度一律为 60℃。

两种材料: 2 Cr13 不锈钢和 35CrMo 钢。

五种处理状态: 2 Cr13 淬火和不淬火; 35CrMo 钢原料; 35CrMo 钢氮化; 35CrMo 钢三元共渗。

试验结果如图 8~11 曲线所示

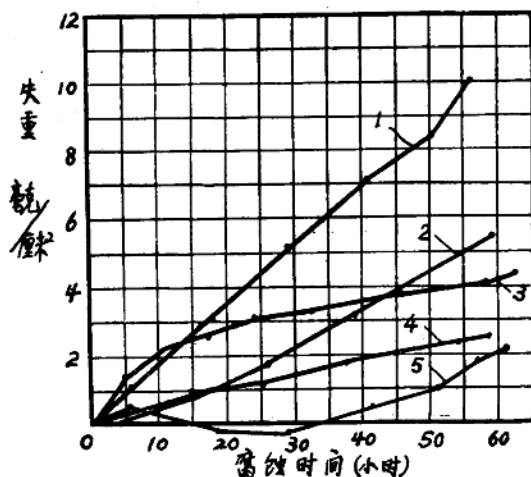


图 8 不锈钢和 35CrMo 钢在 10% 氯化钠溶液中的抗蚀性。

- 1 — 35CrMo 钢原料
- 2 — 35CrMo 钢氮化
- 3 — 2 Cr13 淬火
- 4 — 2 Cr13 原料
- 5 — 35CrMo 钢三元共渗