

技 术 革 新 活 叶 資 料 033

热 鍛 模 (3为2×8) 堆 焊 阶 段 报 告

第一机械工业部新技术宣傳推广所編



机 械 工 业 出 版 社

編著者：第一机械工业部新技术宣傳推广所

NO. 2513

1958 年11月第一版 . 1958 年11月第一版第一次印刷

850 × 1168 $1/32$ 字数 8 千字 印張 $6/16$ 0,001— 6,100 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业
許可証出字第 008 号

統一書号 T15033·1450
定 价 (9) 0.05 元

热鍛模(3 $\frac{1}{2}$ 2 $\times$ 8)堆焊阶段报告

(一) 前 言

哈尔滨轴承厂生产軸承套圈的毛坯,是通过平鍛机热冲鍛出来的。在这种設備上所使用的各項模具材料都是用鉻鎢冲模鋼3 $\frac{1}{2}$ 2 $\times$ 8制成。被加工毛坯材料是軸承鋼4 $\frac{1}{2}$ 15,加工过程中,毛坯棒料要求加热到1050~1100℃高温,鍛造时模具要承受沉重的冲击載荷,因而鍛机上所使用的各項模具的寿命都較短,特别是負担剪切套圈的切截半模(切胎),平均只能工作八小时即告报廢。其他模具如穿孔冲头、成型冲头及夹紧半模等,它們的工作寿命也較切胎模長不了許多。該厂为了解决模具材料供应上的困难,提出希望研究用堆焊方法修复已用廢的各种模具。为了解决这一具有巨大經濟价值和目前生产中較普遍存在的合金鋼材供应困难的問題,我所以軸承厂为重点进行了研究試驗工作。根据初步試驗及生产試用結果,已取得了較大成果。說明用所配制的焊条来堆焊修复这些模具可以节省大量鉻鎢合金冲模鋼,提高模具使用寿命,降低生产成本。

所堆焊的热鍛模在工作中要承受沉重的冲击載荷。模具工作表面随着与被加热金屬的直接接触与分离,表面系周期地加热和冷却。由于在工作表面較小深度層为双軸向最大拉应力作用与温度的周期变化,使表面層金屬热疲劳而产生网状裂紋。热疲劳与一般疲劳的区别是金屬存在着彈性——塑性变形和在温度升高时金屬的工作層發生破坏。据苏联有关資料的研究,热疲劳通常在高应力区迅速發生,而它的深度可以和受热層的深度相当。当存在着机械应力及較大体积的热应力时,这种裂痕可以变为促使整个制品形成較大裂紋以致破裂的萌芽。对热疲劳的抵抗依金屬的物理性能和坚韧性而定。

表面由于热疲劳而裂开增加了接触摩擦系数和加速了磨損进程。一般热鍛模在工作过程中主要是热磨損,对热磨損的抵抗取决于金屬在高温时塑性变形的抵抗能力,也即是取决于合金材料的热稳定性或紅硬性。在用相当3 $\frac{1}{2}$ 2 $\times$ 8成份(适当增加了个别有益的合金元素)

及較3分2×8提高了一定合金成份數量的焊條堆焊修復試用中，初步取得了較滿意的成果。應用這種成份的焊條可以首先應用在各種熱沖模工具的堆焊修復及其他在熱狀態下遭受磨損的零件修復與製造中。

(二) 堆焊用焊條

採用堆焊方法來修復模具方面，近年來在國內外都有了日益增多的研究和應用。其中以用手焊條的電弧堆焊法採用最多，因為它運用起來比較方便靈活。蘇聯用在模具堆焊方面的焊條牌號有中央機器製造與工藝科學研究院提出的ЛШ—1、ЛШ—2、ЛШ—3、ЛШ—4，工廠中創制的Ш—16、Ш—7，另外仍有 HЖ-2、HЖ-3 等牌號的堆焊用焊條。其中大部分都是採用合金鋼芯。在國內原二機部也試制出了 MD—1、MD—2 及 MD—3 等牌號的模具堆焊焊條，分別可以堆焊成 5 XHCB、5XГМ及 7 X 3 型合金鋼成份，在生產中已有較多採用。

在我國目前生產大躍進的形勢下，用熱沖模鋼3分2×8製造成的模具數量也要求大大增加。但這種牌號的合金鋼價值高，且過去大部依靠從國外進口，目前我國自己能生產這種合金鋼的數量也遠不能滿足生產單位的要求，因而用堆焊方法修復與製造這種模具從而解決合金鋼供應上的困難就成為生產上迫切任務。在堆焊焊條配制原材料的選擇方面也同樣應考慮到目前我國原材料生產情況，不可能大量供應3分2×8的合金鋼芯及高速鋼芯。同時這些合金鋼絲的軋制、拔絲過程工序較複雜，因而採用起來很不經濟。管狀焊條能夠較順利地配制達到較高合金成份的堆焊層，化學成份在焊接過程中也較穩定，但它被利用作手焊條卻存在較大困難，因經拔制完的管狀焊芯若再切斷，兩頭被卷緊的粉狀混合料容易鬆散，同時目前我國生產單位還很少具有製造管狀焊條的設備。根據這些情況，所以確定了採用低 碳 鋼 芯 (CB—08)，藥皮中滲入鐵合金以配達到所要求的合金成份。這樣不僅解決了原材料的供應困難，在使用上經濟方便，同時通過調節藥皮中鐵合金的加入數量來改變堆焊層的化學成份也較容易。這樣就可以把各種有益的合金元素過渡到焊縫中去，從而改善焊縫金屬的工作性能，提高堆焊零件工作壽命。

1. 焊条制造用材料:

焊条芯子: 所采用为符合ГОСТ 要求的CB—08号低碳鋼芯, 其化学成份列于表1。

表 1

牌 号	直 徑 (公厘)	化 学 成 份 (%)				
		C	Mn	Si	S	P
CB—08	4	0.11	0.34	微量	0.023	0.10

藥皮組成中的造渣材料: 所用这些材料的化学成份列于表2。矿石粉末讓通过100号篩孔。

表 2

名 称	化 学 成 份 (%)								
	CaCO ₃	CaF ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	S	P
石 灰 石	96.64	—	—	—	0.13	—	—	0.0033	—
螢 石	—	95.52	1.7	—	—	—	—	<0.01	<0.01
長 石	—	—	66.16	17.73	—	9.74	5.10	0.007	0.0055

鉄合金: 試驗中所用的鉄合金化学成份列于表3。鉄合金粉碎后讓通过80号篩孔。

由于冲模鋼中具有一定含碳量, 所以藥皮中所加入的某些鉄合金中, 都是选用高碳的, 这对采用低碳焊条鋼芯时尤其有利。这样不但有可能使碳的过渡系数提高, 并且也可以相应的减少石墨用量。尤其銘鉄应当尽可能采用高碳的, 因为这种銘鉄比較容易粉碎。

表 3

名称	化 学 成 份 (%)											
	C	Mn	Si	Cr	W	Mo	V	Ti	Cu	Al	S	P
FeW	0.21	0.24	0.35	—	71.34	—	—	—	—	—	0.06	痕迹
FeCr	5.48	—	—	68	—	—	—	—	—	—	—	—
FeV	0.35	—	2.08	—	—	—	45.14	—	—	—	0.071	0.052
FeMo	0.08	0.14	0.60	—	—	67.99	—	—	—	—	0.10	0.026
FeTi	0.05	—	1.30	—	—	—	—	21.95	0.22	4.63	0.01	0.03
FeSi	0.039	0.44	76.13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
FeMn	5.55	74.69	2.32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
石墨粉	89.82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

2. 焊条藥皮的配方:

由于所配制的焊条藥皮中希望通过渗入鉄合金使堆焊層达到合金化的目的,因而在塗藥性質的選擇上,應該是碱性的,即应采取 CaO — CaF_2 渣系,加入的塗料主要为石灰石(或大理石)及螢石。这种塗料成份的特点是其中不加氧化鉄、氧化錳及其他能对金屬起积极氧化作用的成份。在这里熔潭金屬的脫氧是利用塗料中的錳鉄、硅鉄、鈦鉄、鋁等。用这类塗料的焊条焊成的金屬特点是有足够的脫氧程度(其中含硅量通常为 $0.25\sim 0.40\%$),这样就保証加入藥皮中的各项有益合金元素不致遭受剧烈氧化損失而較有利地过渡到焊缝金屬中去。根据苏联已有試驗資料确定,大理石及螢石的加入量对合金过渡系数有很大影响。大理石的量增多超过一定值后引起合金元素过渡系数降低。大理石的数量为一定情况下,螢石量在一定範圍內变动时,随着螢石量增加过渡系数也增加。資料中提出了加入大理石及螢石的合理数量。自然实际配制中,还应考虑到焊条的工艺性能。經過試驗調节,将已配制符合3分2×8成份要求及合金成份量增高了的藥皮組成配方列于表4。这种焊条塗料中造渣剂选用了少量長石,是考虑到長石中含有一定量的 K_2O 及 Na_2O ,这对稳定电弧会起良好作用。特别是当藥皮中含有較多 CaF_2 时,設法使电弧稳定就更显得重要。

塗料中加入了鈦鉄,一方面利用它来脫氧,另一方面它还能过渡少量到焊缝金屬中起合金剂的作用。鈦能减少焊缝金屬中的气体含量,还能使晶粒細化而提高鋼的韌性。不过鈦的过渡数量畢竟很微小,因为在焊条或熔剂中最常采用的合金元素氧化損失大致按如下順序遞減Ti、Al、Si、Mn、Cr、Mo、Ni。

在試驗配方工作中,曾就采用鈦鉄脫氧与采用鋁粉脫氧对焊条工艺性能影响方面曾作过比較,發現用鋁粉作脫氧剂的焊条在脫渣方面不如用鈦鉄作脫氧剂的容易,特別是在高溫状态下($700\sim 800^\circ\text{C}$)尤为显著。高溫下能順利脫渣这一点,对需要經過預热并保証在一定溫度以上进行堆焊操作的零件來說,这样就給工艺方面提供了非常方便的條件。另外从实际中也發現,用鈦鉄脫氧的熔潭表面較平靜,析出

气体少，而用鋁粉的則熔潭表面呈沸騰状态，析出气体多。用鈦鉄(6%)、鋁粉(1%)联合脫氧，在脫渣及操作工艺方面尚未發現与全用鈦鉄的有何显著差別。

为能防止晶粒变粗及减低鋼对回火脆性的傾向及提高鋼的冲击韧性等，在藥皮塗料中加入了鉬鉄。

为了提高堆焊層工作壽命，試配了DH—2、DH—3、DH—4、DH—5等几个配方。依次增加了合金成份含量。特别是希望通过增加V与C以达到提高硬度进而提高紅硬性的目的。鈮在回火过程中能較鎢析出較多的細而分散的碳化物，在馬氏体上引起时效硬化而增加二次硬度和提高紅硬性。此外鈮的碳化物(VC)本身亦具有較鎢的复合碳化物較高的硬度。

以上几个配方的焊条只
DH—1及DH—4在旧模上經
堆焊修复进行了生产試用。

这种焊条因渗入了大量铁合金，不能手工沾制，应该在较高压力的焊条压制机

表 4

編号	芯子	藥皮		藥皮組成(%)										化學成份(%)									
		直徑	厚度	石灰	螢石	長石	FeW	FeCr	FeV	FeMo	FeTi	FeSi	FeMn	石墨粉	C	W	Cr	V	Mo	Ti	Mn	Si	
DH—1	CB—08	4	2	36	13	6	18	7	1.0	3	13	1.5	1.3	0.20	3.05	2.60	0.38	1.01				0.54	0.25~ 0.35
DH—2	CB—08	4	2	35	12.5	5.3	18	7	3.0	3	13	1.5	1.2	0.5	7.5 ~9	2.2~ 2.5	1.0~ 1.5	0.6	<0.05	<0.4			
DH—3	CB—08	4	2.25	33	12	5.5	18.5	9	5.5	1.5	12	1.4	1.1	0.50	8.89	4.01	1.55	0.50	0.15				
DH—4	CB—08	4	2.25	32.5	12	5	18	9	5.5	3	12	1.4	1.1	0.5	7.5 ~9	2.2~ 2.5	1.0	0.6	<0.05	<0.4			
DH—5	CB—08	4	2.5	32	12	5	18	9	9	1.5	11.5	1.2	1.0	0.8	7.5 ~9	2.5~ 3.0	1.0~ 1.5	0.4~ 0.5	<0.05	<0.4			

注: 1. DH-1, DH-3 是用比色法或重量法分析的結果;

1. DH-1, DH-3 是用比色法或重量法分析的結果;
2. DH-2, DH-4, DH-5 是用光譜分析法所得結果, 其中 C、Si 未能分析。

上进行压制。經一次在外厂压制試驗，焊条編号是DH—1，需用压力达240~260大气压。但这次試驗中因水玻璃比重取的較小(1.45)且拌的較湿，压出后成形較差。預計水玻璃比重采用1.5，拌的稍干一些，估計用300个大气压进行制压，成形能較好。焊条的干燥规范：低温干燥：室温(15~25℃)，干燥时间18~24小时；高温干燥：温度300~350℃，烘干时间60~90分鐘。

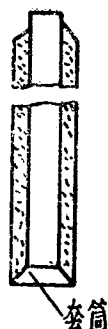


圖 1

所配制的焊条工艺性能尚較滿意，成形及脫渣良好，用直流反接电弧稳定。缺点是因所塗藥皮較厚，熔化过程中藥皮要形成一套筒，如圖1所示，这給第二次引火带来一定困难，往往要在第二次打火时将套筒端部敲打几下或在地板上磨几下讓芯头露出，才会順利引弧。如果熄焰后能馬上在温度較高的熔潭表面处引弧，也能較順利引着。当焊件温度較高时，渣难包全，不过这一点对堆焊来看影响似不大。

(三) 堆焊工艺

1. 焊前准备工作：

堆焊前，將已损坏旧模进行退火或高温回火，使硬度降低后以便机械加工。据3分2×8冲模鋼成份，其退火温度应在820~840℃范围内。高温回火是采取750℃。

硬度降低后，根据模具损坏情况，将龟裂的疲劳層用机械加工方法除去。試驗中对切截半模堆焊部位及焊前加工尺寸如图2所示。

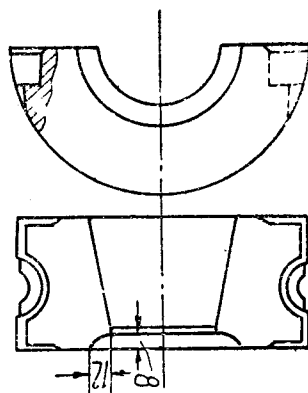


圖 2 切胎堆焊前加工部位及尺寸大小。

为了提高堆焊效率，減輕焊工劳动及获得較精确的堆焊外形，应根据堆焊部位的形状制作相应的模子。模子材料一般常用紫銅及石墨塊作

成。堆焊切胎的模子形状及与切胎配合情况如图 3 所示。

2. 堆焊：堆焊前将被堆焊切胎放电爐中預热 到 $350\sim 400^{\circ}\text{C}$ ，堆焊时从爐中取出放入盛有石棉粉的鉄盘里，迅速将盘移到焊桌上，将准备好的石墨塊模子与它装配好后即开始进行堆焊。

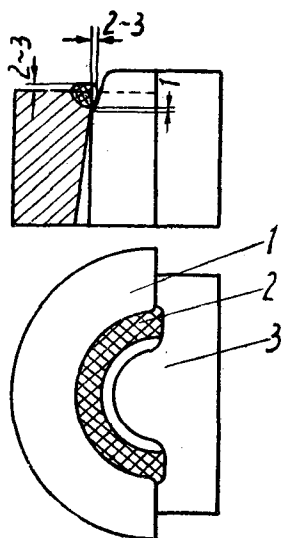


圖 3 堆焊切胎时与石墨塊的装配示意图：

1—切截半模(切胎)；2—堆焊金屬；3—石墨塊模子。

直徑 4 公厘的焊条，焊接电流采用为 $140\sim 160$ 安，电源是采用直流反接，堆焊时焊条可沿切胎半圓弧槽往复走动連續堆焊，如表面渣較多时，可暫将石 墨塊 敲 开，讓渣清除后再合上繼續焊。最后焊内表面应堆焊至高出工作表面 $2\sim 3$ 公厘。为避免影响成份不均匀，每次当把焊条端部套筒敲打后应先在外面引着弧后，再轉移

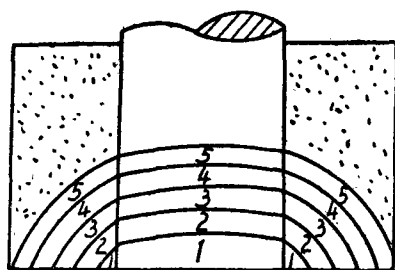


圖 4 厚藥皮焊条形成套筒过程示意图。

到要堆焊的地方。因平头的焊条端部当剛引着弧的片刻時間內，熔化藥皮的量是逐漸遞增到稳定熔化过程。厚藥皮焊条刚开始引弧时的藥皮熔化情况如图 4 所表示。

表 5

編 号	淬 火	回 火	硬度值 R_C
DH—1	1070°C	550°C	49~53
DH—1	1200°C	550°C	53~55

堆焊完畢后最好立即送回爐中进行退火，这样既可避免焊后的裂

紋产生，同时也可缩短退火升温的时间。

退火完毕后按照工作图纸机械加工，待淬火、回火后即可用于生产。用DH—1及DH—4两种焊条进行堆焊修复后热处理规范及硬度值列于表5。

回火是在该温度下保持1.5~2小时后空冷。

经1070℃淬火、500℃回火后DH—1焊条堆焊修复3分2×8切胎的堆焊金属及堆焊金属与母材交界区的金相组织如图5、图6所示。用DH—1焊条堆焊完经热处理后得到的金相组织是回火马氏体上分布为均匀而细小的点状碳化物。

另外，在试验工作中，曾用DH—1、DH—3、DH—4等三种焊条在40号锻钢所制成的模具上进行了堆焊试验，这三付胎模现正在

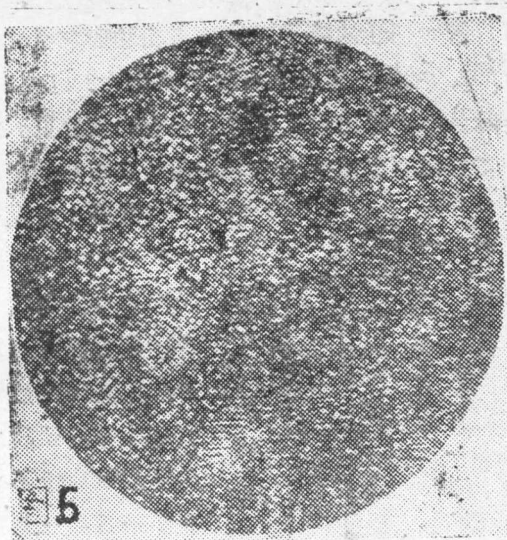


图5 DH—1焊条堆焊层金相组织图：
腐蚀剂：3% HNO_3 酒精溶液。
放大倍率：×730。
组织：回火马氏体+细密的点状碳化物。

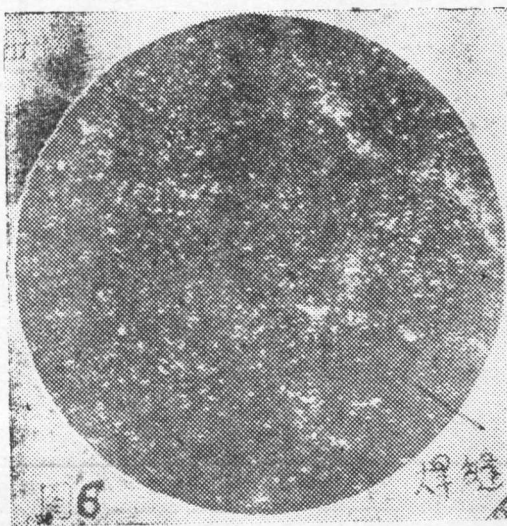


图6 DH—1焊条堆焊层与母材交界区金相组织图：
腐蚀剂：3% HNO_3 酒精溶液。
放大倍率：×730。
组织：回火马氏体+点状碳化物。

厂里加工試用中。

(四) 生产試用及經濟效果

配制的 DH—1 及 DH—4 两种焊条經堆焊修复切截半模后进行了生产試用。根据初步試用結果良好；用 DH—1 焊条修复的切胎其使用寿命較原来用 3 $\frac{1}{2}$ 2 $\times$ 8 作的新模通常工作寿命提高約 60%；用 DH—4 焊条修复后切胎的工作寿命較原来的提高一倍。

根据哈尔滨轴承厂生产轴承套圈的平鍛机上用于模具制造所耗費的鉻鎢合金鋼材数量的初步估計，平均每一台平鍛机每年要耗費这种合金鋼材約十八吨左右。每 1 公斤合金鋼的价值 3 元多，这就相当价值五万多元，如用这种焊条来堆焊修复所有的模具，它的工作寿命都提高一倍，每修复一次就相当用 3 $\frac{1}{2}$ 2 $\times$ 8 鋼材作两倍数量的模具，其节约价值也相当原来的二倍，即十万多元。該厂本年度随着生产任务的扩大，新安装好的一台平鍛机馬上要投入生产，加上原来已进行生产的两台，按提高寿命一倍計算，合計每年則可为国家节省鉻鎢冲模合金鋼相当一百余吨，相应节约人民幣价值近三十多万元。如果再考虑到每一付模具又能反复地修复若干次，这又相当在原来节约合金鋼材的基础上，再节省若干倍，加之由于采用修复办法，每付模具所减少的加工時間及由于提高了模具使用寿命所节省的工人更換模具，調整設備的輔助時間，而用于生产上面所創造出的价值一并計算，則有更大的經濟意义。根据粗略計算，这种焊条的原材料成本每公斤价值 1 元多，每公斤焊条能堆焊上述切胎 2~3 付。

(五) 今后的工作任务

模具的堆焊修复与制造，具有非常巨大的經濟效果。已初步試驗配制成功的焊条可以推广用于生产，另外要繼續研究配制性能更高的，适用于热鍛模具的焊条，并尽量采用国产廉价的原材料。用这些焊条广泛用于修复旧模具的同时，并着手进行在选用中碳鋼作为模体，用堆焊方法制造新模具，徹底代替价值較貴的合金鋼材。

(第一机械工业部机械制造与工艺科学研究院焊接研究所)