

先進經驗彙編

鍛造、熱處理

全國機械工業先進生產者代表會議

籌備委員會編印

說 明

幾年來機械工業系統各個部門的廣大职工創造了許許多多的先進經驗，在生產和建設工作中起了極重要的作用。我們為了將這些經驗在全國機械工業先進生產者代表會議上介紹交流，從各部門總結的先進經驗中挑選了二百多篇，按照車工、鉋工、鑽工、磨工、銑工、電焊、組裝、鑄工車間管理、鑄工電爐冲天爐熔煉、鑄工造型、鍛冶熱處理、設計以及各種管理工作，分門別類編訂成24本，其中有一部分是單篇。這二百多篇資料還包括不了機械工業系統全部的先進經驗，其中部分的經驗是還不十分成熟的，但有參考交流價值的也選印在內。有些單位因資料報送過晚或總結的不具體來不及彙編在內，晚送的正進行補印；不具體的已根據不同情況通知有關企業進行補充。有些工廠經驗相同的我們在彙編時便只挑選其中一、二篇，以省篇幅。

因編印時很匆忙，錯漏一定很多，希代表們指正。

大會籌委會辦公室

目次

300馬力柴油機曲軸試鍛總結	第一機械工業部	
曲軸鍛造技術研究會議籌各工作組.....	(1)	
鍛冶車間D軸鍛制經驗.....	大連機車車輛廠.....	(33)
推行胎模作業的經驗.....	齊齊哈爾機車車輛廠...	(49)
高速鋼拉細法.....	上海工具廠.....	(60)
軸承環鍛造工藝的改進.....	瓦房店滾珠軸承廠...	(63)
局部鍛粗工藝介紹.....	齊齊哈爾機車車輛廠	(69)
合金鋼鍛造工藝.....	437 廠.....	(70)
熱鍛反印法製造鍛模的經驗.....	第一汽車附件廠.....	(76)
劉立富鍛工小組工作法.....	401 廠.....	(79)
熱處理車間高溫鹽浴脫氧經驗.....	上海工具廠.....	(82)
氮化處理.....	上海機床廠.....	(86)
改進滲炭氣體分析方法，提高效率一倍.....	第一汽車製造廠.....	(97)
曲軸火焰表面硬化總結.....	濟南柴油機廠.....	(102)
推行快速加熱法的體會.....	天津拖拉機製造廠...	(116)
馬忠良小組貫徹蘇聯專家建議積極推行		
「快速加熱」的經驗.....	天津彈簧工廠.....	(123)
快速加熱法.....	第一汽車附件廠.....	(129)
高速鋼螺絲搓板熱處理方法的改進.....	上海工具廠.....	(131)
減少大型鋸片變形.....	第一汽車製造廠.....	(133)
鍛模熱處理尾部回火工藝規程的改進.....	第一汽車製造廠.....	(137)
發蘭淬火經驗.....	南京機床廠.....	(138)
無毒液體滲炭法.....	第一汽車附件廠.....	(141)
錠子表面局部淬火裝置的改進.....	上海公私合營誠孚鐵工廠	(144)

300 匹馬力柴油機曲軸試鍛總結

第一機械工業部

曲軸鍛造技術研究會議籌備工作組

船舶工業局兩個廠代上海汽輪機廠鍛造的 300 馬力柴油機曲軸在 1953 ~ 54 年間報廢十分嚴重，影響到上海汽輪機廠生產計劃的完成，造成巨大損失。今年初，以船舶局為主，在第四機器局上海綜合工業試驗所和若干工廠的協助配合下，成立工作組，從嚴格控制原材料質量和工藝過程着手，對 300 馬力柴油機曲軸進行了系統的試鍛研究工作。

(一) 鍛造及熱處理部分

I. 前言：

此次試鍛的 300 馬力六彎曲軸，系用於柴油機者，由於過去對曲軸的鍛製沒有給以專門的重視，因此對於材料的採用，技術標準的選擇及工藝規程的編制方面沒有一定的標準，也沒有法定的條例，使得在產生了廢品以後各執一說，追究不出原因，找不出辦法。

這次試鍛的目的主要是找出過去報廢的原因，並通過這種有系統的並有嚴密檢驗的試鍛，累積起實踐的結果來編定適合於我國情況的各種有關曲軸的規程及標準。

在試鍛開始前我們擬定了一個計劃，內容如下：

1. 選擇材料：

材料我們共選擇了兩種，即上海汽輪機廠自煉的 45 號優質鋼及西德出品的相當於 S·A·E 1040 的圓鋼。

上海汽輪機廠的 45 號鋼系由電爐煉出約 5 噸重的鋼錠，在 443 廠延壓成 350 公厘的方鋼。在鍛打前曾經在滬東廠以退火處理（ $650^{\circ}\sim 700^{\circ}\text{C}$ 保溫 10 小時爐內冷卻），然後兩端鋸切 25 公厘厚的切片兩片，供粗視檢驗。中間留下約 2200 公厘長的一段鍛曲軸用。

2. 試鍛數量：

原來規定試鍛的數量為 12 根，內中 8 根選用 45 號鋼坯，4 根選用

SAE1040，但其后因为 45 号鋼坯数量不足，而 SAE 1040 料經切片粗視檢查后認為不好，故全部改为 9 根，起初僅选用 SAE 1040 鋼料 2 根，45 号鋼料少一根，到鍛造开始后，始从上海汽輪机厂新运到的 45 号鋼料內再选一根补入，因此共計 10 根。

我們对曲軸加以編号如下：

45号鋼料 ——*

30101~5667	30007~5453
30102~5790	30008~4590
30103~5646	30009~5363
30104~5771	30010~6021

SAE1040 鋼料計——

32105

32106

3. 分配試鍛地点：

436 厂試鍛 4 根即 07, 08, 09, 10

滬东厂試鍛 6 根，即01, 02, 03, 04, 05, 06

並規定热处理工序一律在滬东厂進行。

4. 試鍛步驟：

(1) 根据專家捷哥洽廖夫同志在 436 厂及滬东厂現厂觀看每鍛造的二根曲軸所提出的意見，結合厂內情况訂出“300 馬力曲軸試鍛工藝規程草案”。

(2) 按照試驗要求規定取各种試样的位置方法及数量，並編寫“曲軸試棒編号及說明”。

(3) 編定在以上二厂的試鍛進度日程表及上海汽輪机厂加工進度日程表，並商得厂方同意。

(4) 根据草案在以上二厂進行試鍛。

(5) 將按照規定取下來的試样交上海綜合試驗所作試驗。

(6) 根据試鍛的實踐記錄及檢驗結果作編寫各种資料的主要参考依

*附註：以下均予此編号的末尾二数字代表整个編号，即01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10。

据，並修訂 300 馬力曲軸工藝規程。

5. 對於扭轉主軸頸發生裂紋的原因由上海綜合試驗所研究，並請上海汽輪機廠撥給我們一根去年報廢的曲軸作試樣。

在以后全部試鍛過程中均按照試鍛步驟進行，但因在過程中發生了意外的問題影响加工及試驗使進度一再延遲。

II. 工藝規程草案的編訂：

苏联專家捷哥洽廖夫同時曾對曲軸鍛造工藝作過建議性的發言，我們根據他的建議及廠內過去所訂的工藝規程編訂了工藝規程草案，在試鍛中執行。

(一) 專家建議的要点如下：

1. 加热採用快速加热。
2. 减少鍛造加热火数。
3. 編制正确的工藝規程。
4. 選擇良質的材料，並需經檢驗。
5. 鍛造時從鋼坯的中部向兩端錘击。
6. 出坯後採用正火
7. 扭轉後採用正火帶回火。
8. 冷却時置於沙中。
9. 主軸承檔採用機床加工去掉。
10. 法蘭頸不許割掉一塊，應改用錯開壓出。

(二) 承鍛廠過去主要情况：

1. 滬東廠加热系鋼坯連同加热反射爐同時升溫，而 436 廠的加热則全部採用地爐。
2. 工藝規程制訂的加热火数为 13 火。但实际上往往超过，甚至有 17~18 火。
3. 無論何種鋼料均不檢驗。
4. 工藝規程卡片虽已編訂，但並不嚴格執行。僅供工人參考，更不控制溫度。
5. 出坯後不作熱處理，扭轉後則為高溫退火。
6. 主軸承檔的形成採用方式不一，機械加工去掉或鍛造斬掉，壓檔

均有。

7. 法蘭頸系先斬掉一塊再鍛出。

我們在採用快速加熱減少火數的原則下，全部採納專家的建議，並結合我們試鍛的目的與要求。制訂了“工藝規程草案”見附錄（甲）。

（三）加熱時間的擬定。

關於鋼坯加熱時間的確定，根據專家建議為 15 秒/公厘，則全部加熱時間應為 $\frac{350 \times 15}{3600} \approx 1.4$ 小時，但我們在參考了 443 廠的快速加熱經驗後改用該廠的數字即 22~23 秒/公厘，經計算為 $\frac{350 \times 22}{3600} \approx 2$ 小時，我們就規定冷鋼料冷爐加熱時間 2 小時。

為了減少加熱火數，規定主軸承檔用鑽床鑽去，可以減少四次加熱。另一方面根據蘇聯資料均認為如主軸承檔用機床切割必致割斷纖維影響質量。經我們研究後乃以 9 根按照草案鍛制，而另以 1 根（即 10 號軸）改為壓檔工序，以資比較，而此 1 根的大部分操作依 436 廠的現有操作鍛造*。

其餘反射爐的溫度規定保持為 1250°C，並須用高溫計及煙道閘門控制和調整爐溫。

（四）各種情況的熱處理：

在熱處理方面除了採納專家的建議外，並應用了上海綜合試驗所在“船舶局曲軸試塊物理性能試驗”報告中的扭轉後用重複正火（950°C 高溫正火後再進行 850°C 正火帶回火）的意見，並結合我們試驗的目的，將熱處理分為兩種情況處理：（指扭轉曲柄以後）

（1）扭轉後一次正火帶回火，按照這種方法計有曲軸六根。

05, 06, 07, 08, 09, 10

（2）扭轉後重複正火回火。

第一種加熱及保溫時間按照專家建議，第二種的時間為小組根據廠中目前加熱時間與上海綜合試驗所共同討論決定。按照這種方法計有曲軸四根：

01, 02, 03, 04,

*附註：此軸的工藝規程基本上同修改後的工藝規程，見第 V 節“重訂工藝規程”。

但实际执行时 05 及 06 兩根軸因一次正火帶回火后晶粒仍然粗大，只得再正火帶回火一次。而 01 及 04 兩根軸則因弯曲故又重新加上一次正火（不帶回火）。

故实际上热处理的情况有四种即：

1. 一次正火帶回火（850°C 正火，650°C 回火）

07, 08, 09, 10

2. 重复正火帶回火（950°C 高溫正火，850°C 正火，650°C 回火）

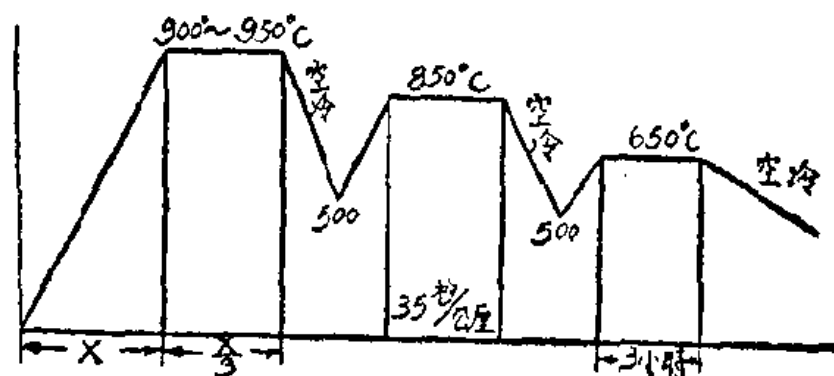
02, 03

3. 二次正火二次回火（同 1，再進行一次）

05, 06

4. 重复正火帶回火后又一次正火（同 2，再加 850°C 正火）

01, 04



III. 436厂進行情况*

（一）出坯

該厂从前一直系採用地爐加热來鍛制曲軸，但在这次試鍛开始前我們曾請求厂內能將一新建成的反射爐完工应用，厂內答应了我們的請求並做好，因此出坯就在反射爐內加热。先將爐子燒到 1220°~1250°C 然后將冷鋼坯置入，每隔 3~5 分鐘即記錄爐溫及鉄溫一次，爐溫的測量採用热电偶，鉄溫的測量則用光学高溫計，俟鉄溫到达1200°C时即取出拔長，由中部向兩端錘击，第一火因为爐子系新造的加上加热工系生手，技術不熟，所以加热了兩小时 20 分鐘鉄溫始达 1200°C。

但是由於鋼坯太大，採用快速加热不能燒透而汽錘的能力又不足，因此虽然在爐內測的鉄表面溫度为 1200°C，但取至錘砧上溫度很快降低到 1100°C，錘击时虽在热狀況下却發生如冷击时相似的声音，到規定停鍛溫度时，原定一火完成拔長及鍛出軸尾的工序，僅完成拔長，工人对此有意見而我們也無把握，因此在第二火加热时即將時間延長，鉄表面溫度到达

* 附註：每根軸的全部詳細操作記錄及檢驗結果見“300匹馬力柴油机曲軸試鍛記錄”。

1200°C以后再加上約半小时的保温時間。全部時間約 $2\frac{1}{2}$ 小时，並維持爐溫在1300°C。鉄溫在1200°~1250°C时取出运至錘砧时降为1300°C，錘击时的情况即較好。

在这种情形下我們不得不立即修改了部分的工藝規程，改定加热時間为冷鋼坯为 $2\frac{1}{2}$ 小时，热鋼坯为 $1\frac{1}{2}$ 小时，並分开拔長及鍛出軸尾梢为二火完成。出坯后的冷却因無砂坑均置於地上，以鉄皮遮盖。出坯完畢后交金工車間鑽檔並粗車主軸頸，然后运至滬东厂正火处理。用压档法鍛制的10号軸，我們原來規定为7火出坯完畢。因当时正值暑天，工人體力不够，以八火完成出坯操作，即較鑽檔增加了三火。这一根軸出坯完畢后僅由金工車間粗車主軸頸，再進行正火扭轉、正火帶回火等工序。

(二) 扭轉

扭轉这一工序仍系採用地爐加热。每扭一档，加热部分为主軸頸及其相鄰兩曲柄，不加热的部分均露出煤棚外面，扭轉时以一端置於鉄砧上，以人力吊車傾斜一角度，以錘击置於鉄砧上的一端，而另端裝夾头由人握住，因震动关系扭轉曲柄，扭轉至90°时，即進行校直軸中心線，然后再繼續扭轉到120°再全部校直。由於該厂工人技術較高而且組織也好，因此扭轉到120°的工序差不多均能在規定溫度950°C前完成，停鍛溫度也按照規定，在扭轉时錘击重而次数少。

扭轉角度完畢后运至金工車間進行平台划線以檢驗尺寸及角度，但因07及09兩根角度不到120°又重新各加一火，方使全部工序完畢。

10号軸則因出坯压档时曲柄間距离尺寸弄錯，在扭轉曲柄后在金工車間划線时發覺第1曲柄或第6曲柄相距尺寸太大，以第1曲柄为基准則第6曲柄即加工不出，反之亦然，而且軸尾向上弯曲乃多加热二火，一火將第5主軸承档鍛粗，一火將軸尾中心線校直，但在鍛粗时第6曲柄角度因受震动而多扭，再加一火扭正。

扭轉后将軸置於地上，以白鉄皮遮盖剛扭过的軸頸，待全部扭完后运至滬东厂正火帶回火。

(三) 工作小結

436厂工人技術較高，組織較嚴密，而且車間技術領導对这次試鍛工作亦很支持，但是仍然不能完全按照工藝規程進行。

(1) 反射爐系新造而加熱工又系生手，不能掌握爐溫，常有高低，最高溫度達到 1350°C 太高。

(2) 反射爐燒碎煙煤，加煤時爐溫上升很快，最快上升 $80\sim 100^{\circ}\text{C}$ ，但不到三分鐘即降落，後曾改用白煤塊，爐溫雖較穩定，但又不易升高，後來採取勤加碎煙煤。

(3) 每火的停鍛溫度並不能嚴格控制，尤其出坯時的校正溫度大多在 700°C 左右，其原因多為工人對低溫出坯的認識不足，而工人對扭轉已熟知容易發生問題，故對扭轉溫度尚能在規定範圍內。

(4) 加熱時間亦未能完全符合規定，例如 09 號軸第一火加熱時間為 3 小時 4 分（規定 $2\frac{1}{2}$ 小時）。

10 號軸第二火加熱時間為 3 小時 9 分（規定 $1\frac{1}{2}$ 小時）。加熱時間不定的原原有：

1. 爐溫不定。
2. 錘及加熱爐的使用沒有密切配合。

但該廠在操作工藝上具有獨特的優點。例如：扭轉時先扭好 90° 將軸中心線校直再繼續扭至 120° 後再校直中心線。這種方法使中心線易於校直，既不容易發生偏誤，又大大縮短了全部扭轉操作時間，使停扭溫度均能保持在 950° 附近。

該廠在接受了我們的快速加熱，從鋼坯中部向兩端拔長及法蘭軸頸鍛出的意見後，結合工人的經驗，對於主軸承檔採用壓檔鍛制的曲軸訂立了另一種工藝規程，經在生產中的實踐證明是先進的，10 號軸即根據此種工藝規程鍛出，並為我們以後重訂工藝規程的主要依據。

IV. 滬東廠進行情況：*

(一) 出坯

該廠原來生產任務中並沒有 300 馬力中的曲軸鍛造任務，因此試鍛的六根是臨時安排計劃插入的，車間中僅以一整天（三班）的時間全部出坯完畢。但結果仍花費了四班的時間才鍛完。

*附註：每根軸的全部詳細操作記錄及檢驗結果見“300 匹馬力柴油機曲軸試鍛記錄”。

六根鋼坯系分兩批鍛造，每批三根分別在兩個反射爐及一個油爐內加熱，交叉鍛打。

但冷鋼坯第一火的加熱時間全部超過規定。03號軸最長共加熱 5 小時 17 分，04 號軸最短亦加熱 3 小時 5 分，原因分析有：

(1) 反射爐系燃燒白煤塊，溫度穩但是上升慢。

(2) 加熱爐工不能按照規定加煤及清理，使溫度上昇很慢和起伏不定（如 2[#]爐加煤太多，煤層厚約 300 公厘）。

(3) 有一座反射爐能力不夠，不能加熱 350 公厘的鋼料（2[#]反射爐），而油爐的噴嘴又常出毛病。

(4) 根據原定的加熱時間安排的順序交叉出坯，但因意外事故出得太多使全部進度打亂。

該廠的汽錘實際上較 436 廠者稍大，因此我們原定的第一火須完成，拔長一端並鍛出軸尾二道工序並未更改。第一根（01 號軸）第一火在操作時雖在一火中完成了這兩道工序，但停鍛溫度為 600°C 已成冷錘，在此情況下不得不同在 436 廠一樣將這二道工序改為二火完成。

05 及 06 兩根系西德 400 公厘圓鋼鍛出，鍛造時顯得較硬，錘擊變形較難，而且又從圓柱形拔長至長方形，所以加熱時間均較長，以使其燒透，但表面氧化皮亦因而較多。

出坯後的冷卻 01 及 02 號軸系置於冷的正火爐內，03 則放在沙坑中使慢冷，04、05 出坯完畢後立即置於正火爐內進行正火，06 置於地上冷卻。

原定無論冷熱鋼坯進爐爐溫必需維持在 1250°C，但實際上往往因加熱爐的控制不良並未能嚴格執行，甚至有在爐溫為 850°C 時將熱料進爐，然後一起升溫。

曾發現 01 軸在拔長時表面有少許砂眼，04 軸拔長時表面亦有裂縫，均以鑿刀去掉。

出坯完畢後鍛壓處理分下列三種情況：

(1) 先鑽檔，兩塊作試樣，再正火，有 01 軸

(2) 先正火處理再鑽檔，有 02、03 及 06 軸

(3) 出坯後熱料立即正火後再鑽檔，有 04 及 05 軸

如此處理的目的為研究出坯後及正火鍛件的組織及機械性能的改变，

以及出坯与正火間時間長短对鍛件性能之影响。

(二) 扭轉

扭轉时的加热同 436 厂一样採用地爐。

對於加热時間工人並未嚴格按照規定，多少随工人的安排，最長者加热約 2 小时 42 分（由於加热時間長，工人开关風門以控制溫度），最高溫度加热到 1220°C 使加热部分过热，溫度不均甚至鄰近不須扭轉的主軸頸亦被加热，不得不以冷水噴冷以免同时被扭。扭轉操作系一次扭至 120° 錘击輕而次数多，並常因角度扭轉过多而反复扭轉，校正亦費时，最低停扭溫度为 800°C ，校直为 750°C ，甚至如 04 号軸第一火反复扭轉仍不能完成，再置於地爐中加热 34 分鐘取出校直好。

扭轉前主軸頸須粗車，按照規定粗車后的表面应不得有顯著的特深刀痕，但該厂加工的 05 及 02 号兩軸表面即如此又重返車床加一刀。

全部軸在扭轉完畢后均置於沙坑中冷却。

但由於測量角度的角尺量具不正确，而操作主持人又未檢查，使已扭好的軸在平台划線时發覺共有四根角度不对，因此又重新加热修正。

全部軸均按原定計劃，分不同情况進行热处理。

(三) 發生的問題及补救

(1) 扭轉主軸頸表面發現裂紋

該厂在進行扭轉工序时，陸續在主軸頸表面發現裂紋見圖。

01#——四处：在第 3 第 5 兩档，見圖（1）

04#——一处：在第 3 档，見圖（2）

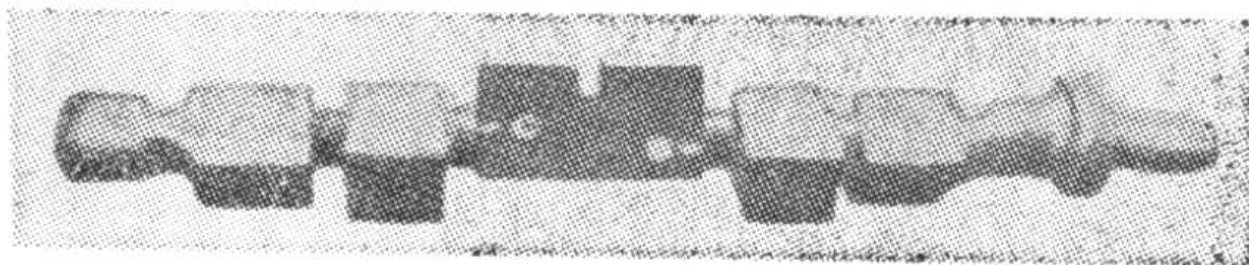


圖 1



圖 2

06#——三处：在第2第3，第6三档，見圖（3）

另04#第5档主軸頸表面有綫紋一处，見圖（9）

其余的軸僅表面有小裂紋，但与氧化皮混淆不清，以后均去掉如02、05兩軸。

裂紋的形狀可以分为兩種：一种是圍繞軸頸圓周（其平方与軸中心線垂直）成線狀（見圖4，5，6，7，8，）；一种是順扭轉方向或不順扭轉方向排列，成斷續狀（見圖10，11，12），而發現裂紋的時間，亦有正在扭轉及冷却后兩種。

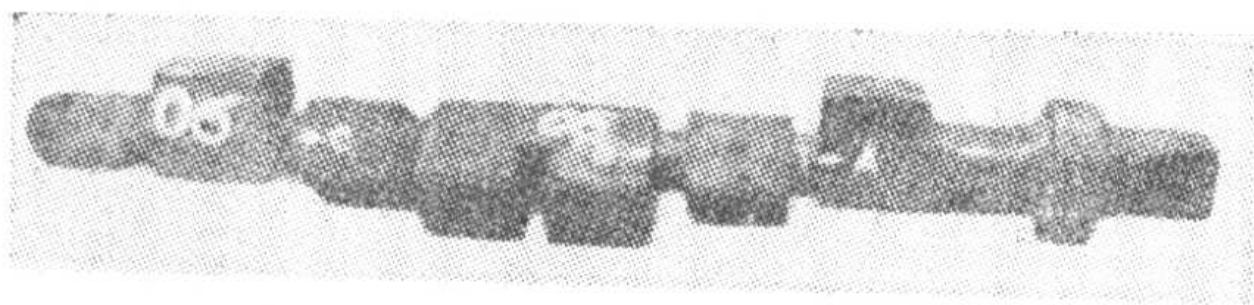


圖 3

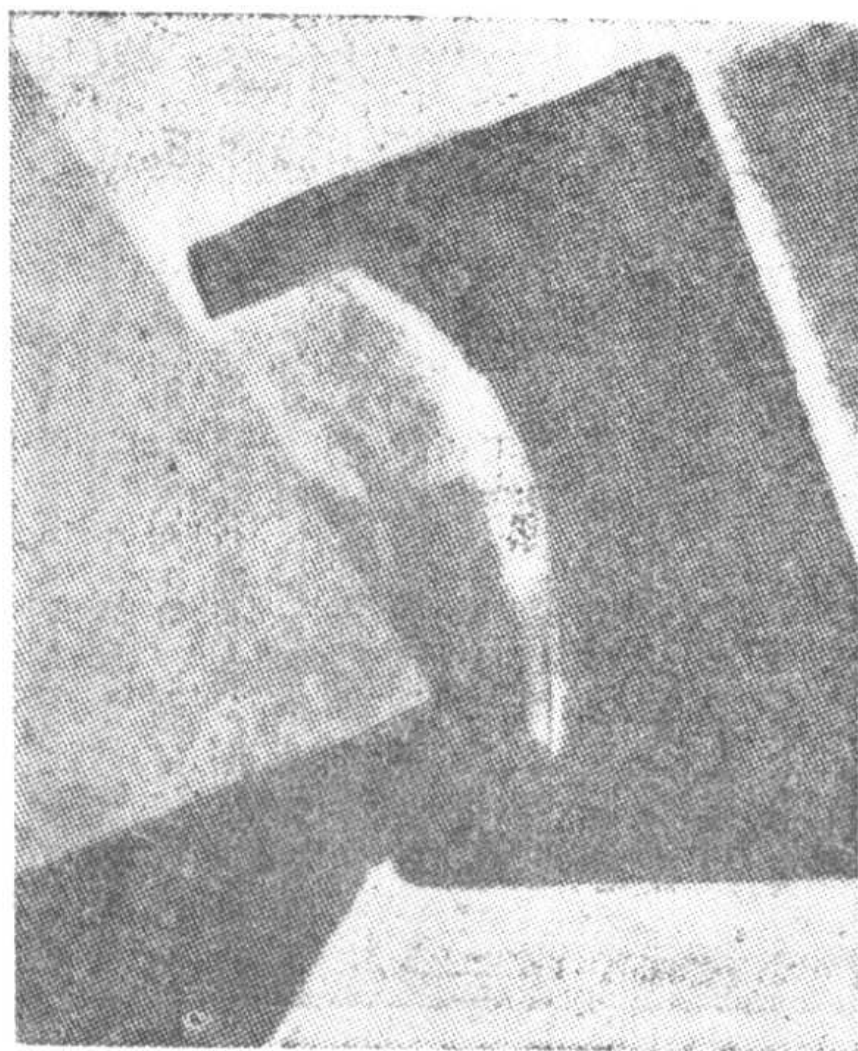


圖 4

数量：1根 闊：0.3~1公厘
長：340公厘。

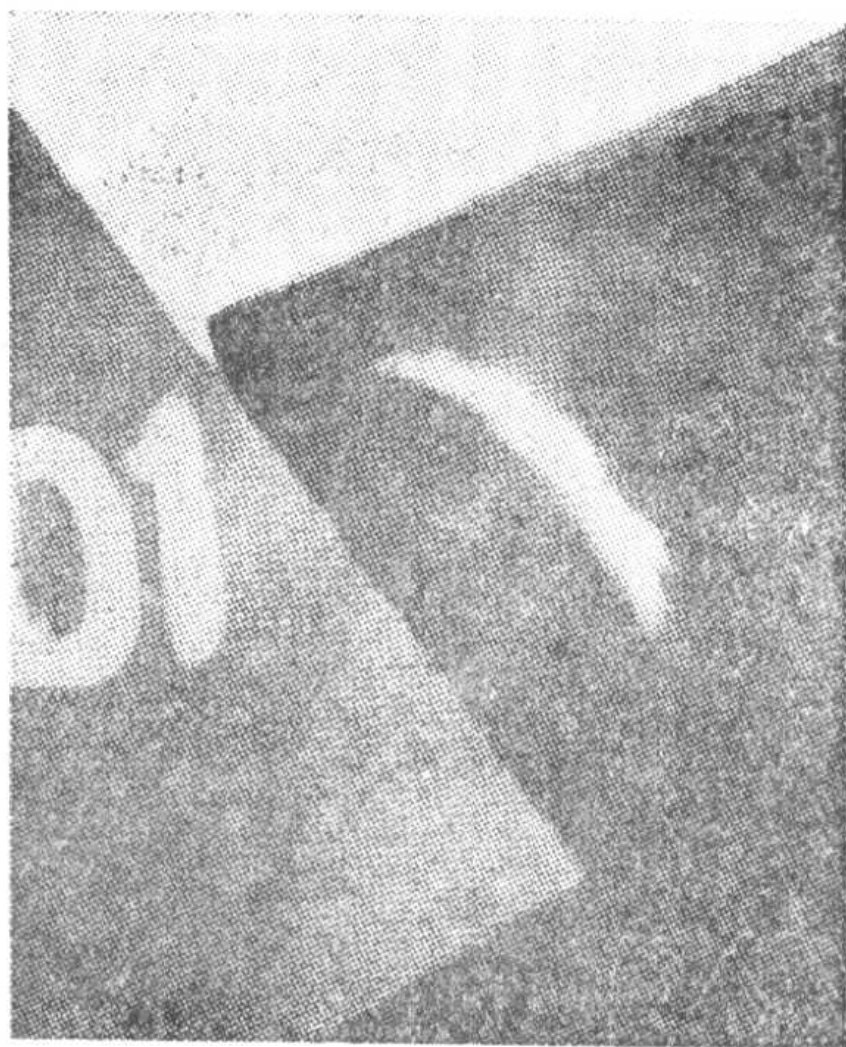


圖 5

数量：1根 闊：0.1~1公厘
長：240公厘。

在热状态下所發現的裂紋，尽量以鑿刀去掉，並以鑿下的塊料送上海綜合試驗所試驗。大部分未去掉裂紋的軸，均重在車床上加工主軸頸，使



圖 6

数量: 2 根 闊: 0.2~1.5公厘
長: 230公厘。

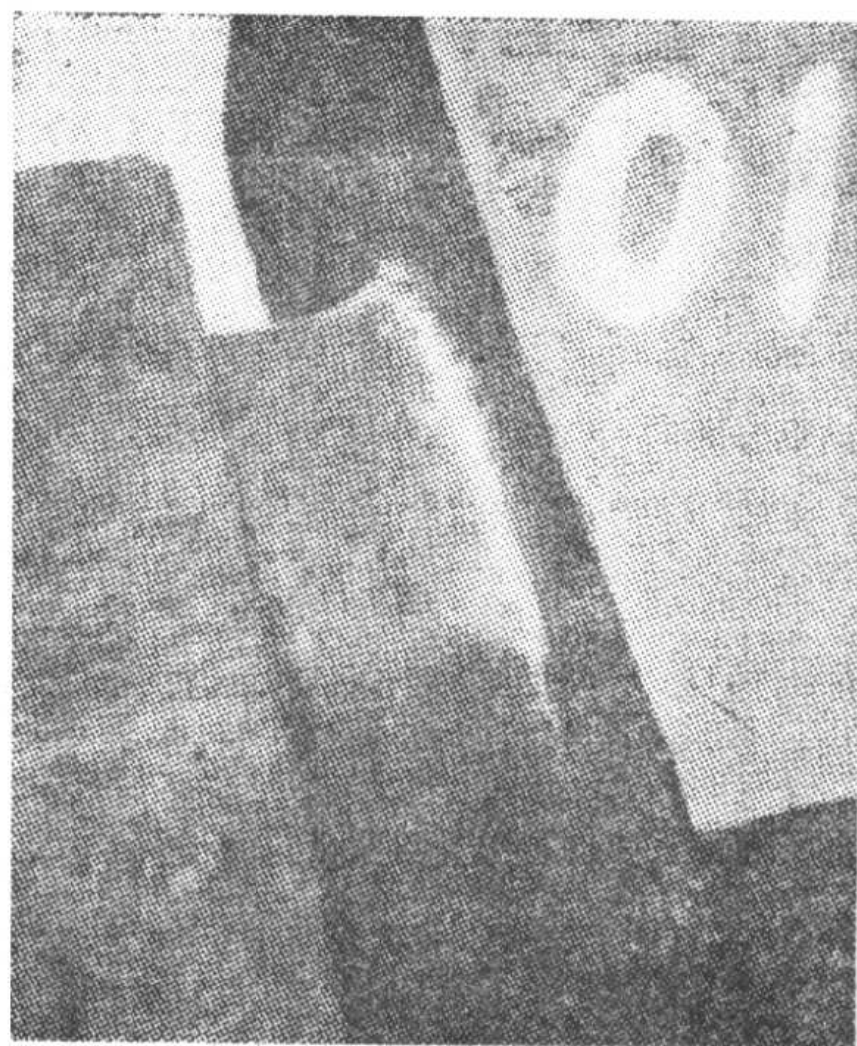


圖 7

数量: 1 根 闊: 0.2~1公厘
長: 300公厘。



圖 8

数量: 5 根 闊: 0.3~1.5公厘
長: 360公厘。

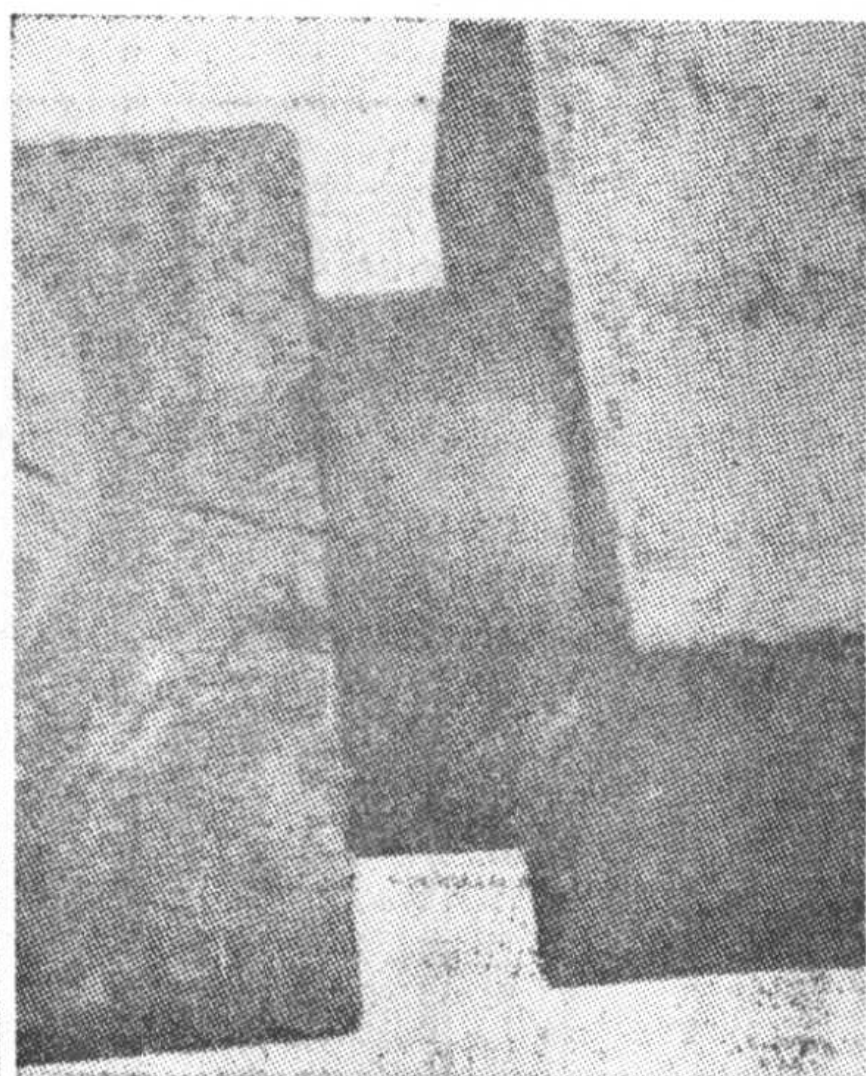


圖 9 順扭轉方向

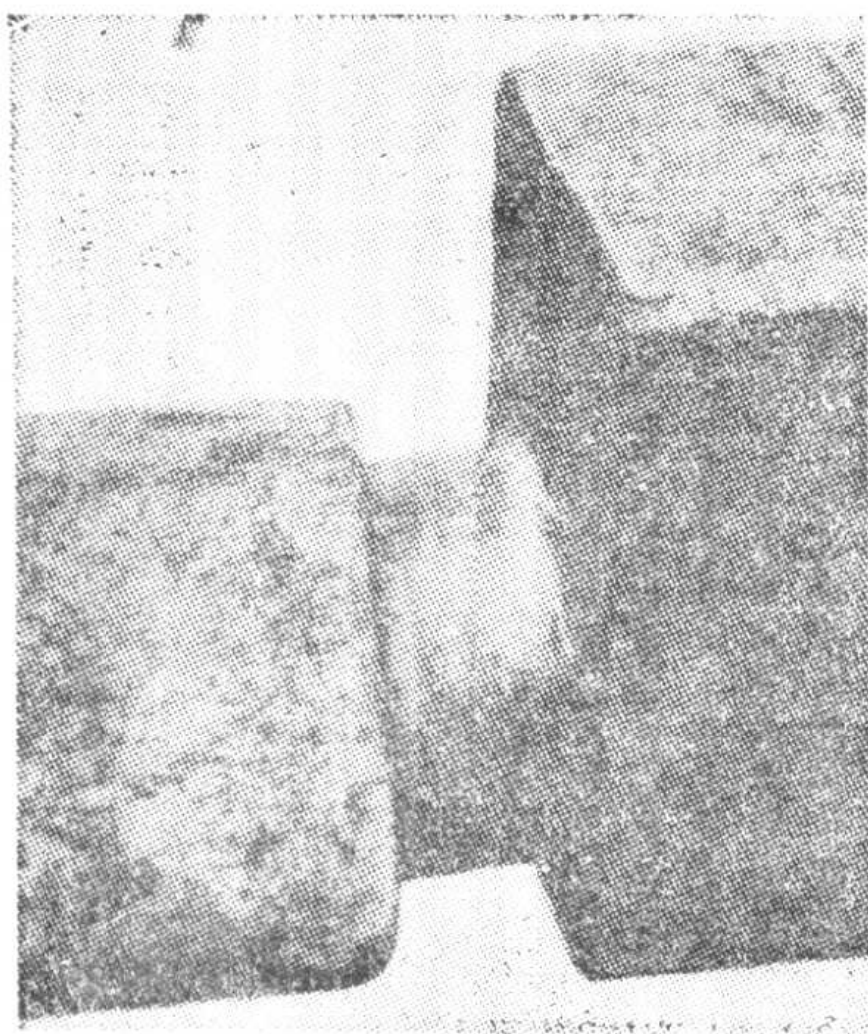


圖 10

数量: 5 根 闊: 1~3公厘
長: 150公厘。

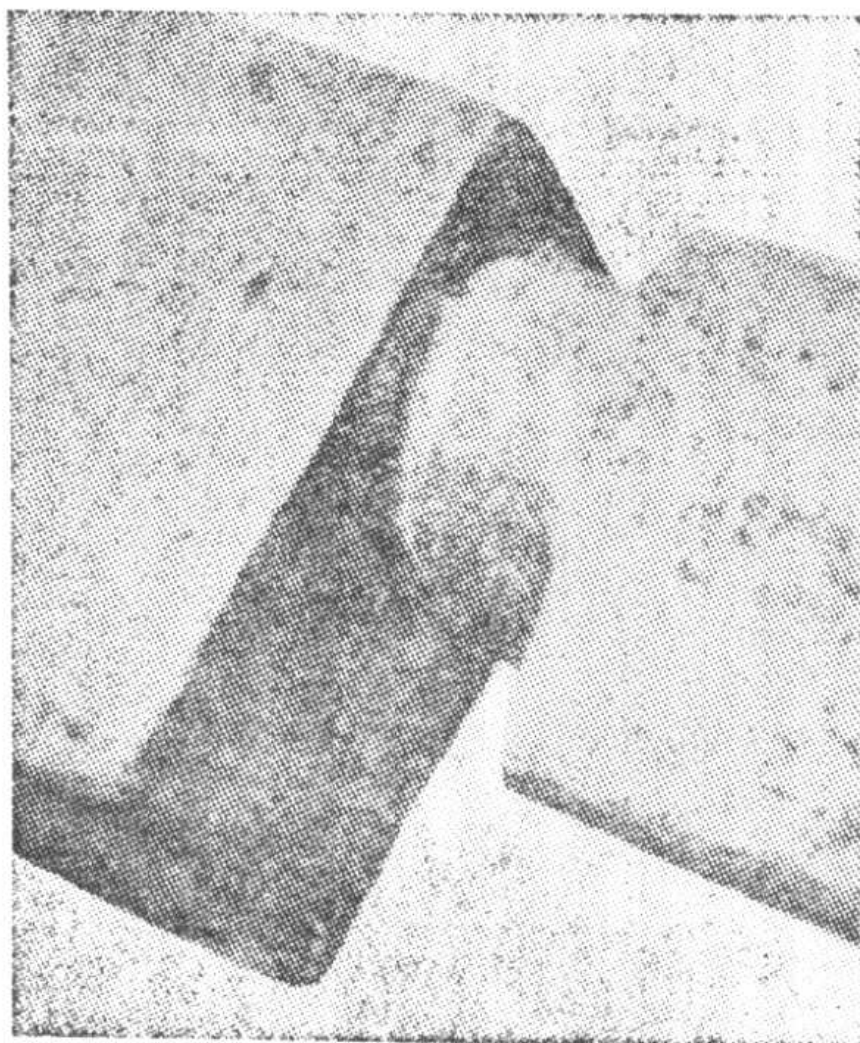


圖 11

数量: 3 + 6 根 闊: 1~2.5公厘
長: 65~85公厘。



圖 12

数量: 1 根 闊: 0.5~3公厘 長: 240公厘。

知裂紋被車削掉后是否尚能应用，鍛件主軸頸的尺寸原系 180 公厘，01及04兩軸車削到 170 公厘后已將裂紋車掉。

而 06 軸車削到 170 公厘后仍有深約 2 公厘的裂紋存在，另以細銼刀銼至 164 公厘后以酸浸蝕觀察，裂紋始被去掉。

在軸粗加工后，曾進行过磁粉探伤及超音波試驗，原有裂紋的主軸頸处未再發現，因此这些裂紋僅存在於表面。

研究裂紋發生的原因因為我們这次試鍛工作的主要目的之一，因此在裂紋發生了以后會尽力設法挽救。設若報廢時則切割開檢驗，但当車光后並經檢驗裂紋已不存在，因此不如我們想像的坏。又該厂在進行扭轉工序時，會因加熱部分太長，使不扭轉的鄰近主軸頸亦被加熱，採用冷水將其噴冷，这样等於是局部淬火，但当我們根据記錄分析后，發現裂紋的地方並非噴过冷水处（見下表）。

扭轉時以冷水噴冷的記錄表

軸號	火次	冷却部分	冷却時間	裂紋情況
02	第二火	第三主軸承檔	1'20"	無裂紋
02	四	五	1'5"	無裂紋
03	四	三	50"	無裂紋
04	四	五	15"	此軸的裂紋在第 3 主軸承檔
05	二	三	50"	此軸第三檔有裂紋磨去掉
06	二	三	35"	第三檔第一火時發現裂紋
06	五	五	45"	此軸第五檔無裂紋。

該厂在進行扭轉工序時，沒有 436 厂控制的好，溫度有降低至 800°C 又有反復扭轉的現象，而且加熱時間更不等，但採用地爐加熱之錘击扭轉却一樣，至於原材料方面，除滬東厂多加兩根西德貨鋼坯外，全系上海汽輪机厂自行冶煉者，不過就鋼坯的切片熱蝕檢驗結果來看，西德貨鋼坯並非可作鍛曲軸用者。總之根据鍛造工藝來看，找不出能產生裂紋的唯一原因，我們的意見是裂紋的形成是由多方面的因素構成的。首先是原鋼坯的質量優劣問題。合乎要求的鋼料即使在鍛造過程中對溫度、時間、工藝等控制稍差，或在地爐中加熱時發生過熱脫碳、滲硫等現象，鋼料本身能承受這些額外負擔，但当鋼料質量差，不合乎要求時，在鍛造過程中嚴格的

控制一切还可能不出什么毛病。設有一因素控制不嚴时，則鋼料本身的疵病随即暴露出來，形成裂紋。

關於裂紋的研究，在本文試驗部份中有較詳細說明。

(2) 热处理后鍛件發生弯曲

在热处理时，我們对弯曲現象很少加以注意，因为曲軸成品的主軸頸尺寸为 150 公厘，而鍛件的相同部分的尺寸为 180 公厘，在如此多的余量下曲軸鍛件的稍为弯曲，在加工时並無若何关系。

但如前述当 01 及 04 兩軸發現裂紋，並使裂紋試样不因热处理而改变起見，遂將主軸頸先車小，后高溫正火，因此兩根軸的弯曲均超过規定，不能加工出。我們認為弯曲的原因如下：

1. 爐子溫度不均；
2. 高溫正火溫度太高，平車僅三排輪軸攔支，本身变形。
3. 攔置鍛件的底座同鍛件間的空隙未能填塞好，垫片有的用生鉄塊有的用鋼片，因而膨脹收縮不同。
4. 爐子平車軌道不平，正火出爐时，平車搖动，原塞好的垫片，因而松脫。

在此情況下遂決定再將鍛件加热將其敲直，經平台画線檢驗合格后为尽量減少弯曲和因粗加工后尚有低溫退火工序，故僅再進行正火，未帶回火。

(3) 热处理爐溫不均匀。

該厂用於曲軸正火的热处理爐，爐內溫度相差甚大，爐內共有三支热电偶測溫仪，分前后中排列，溫度以中間为最高，工人操作即以中間的測溫仪表为准，但在中間的表溫已达到規定的 850°C 並开始保溫时，爐前的表溫僅 640°C ，爐后表溫 730°C ，俟保溫完畢，爐前表溫升至 720°C ，爐后表溫剛升到 850°C ，溫度相差甚大，因此热处理件的質量就很难控制，往往因正火后晶粒大小不合格而重行正火（試鍛軸中如 05 及 06 兩根是）。又因鍛造时有过热現象，鍛件本身晶粒粗大不均，通常正火不能使晶粒細化，故採用高溫正火。其后尽力設法糾正爐溫不均匀的現象，先調整爐子气孔溫度差減少不多，遂再將可疑的溫度表調換后爐內溫度差才減至約 50°C 。

在進行高溫正火时由於溫度太高，平車膨脹过度，保溫及冷却时不能