

1958年全国軋鋼會議資料

科学试验研究成果

冶金工业部鋼鐵司 編

内部資料·注意保密



冶金工业出版社

1958 年全国軋鋼會議資料

科學試驗研究成果

冶金工業部鋼鐵司 編

內部資料·注意保密

讀者注意

本書系內部資料，只供有關部門、人員工作參考，所有材料、數據，未經冶金工業部同意，不得在公開書籍、文章上引用，亦不得翻印。

冶金工業出版社

1958年全国軋鋼會議資料
科學試驗研究成果
冶金工業部鋼鐵司 編

—— * ——
冶金工業出版社出版(北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

五三六工廠印刷 內部發行

—— * ——
1959年9月第一版

1959年9月北京第一次印刷

印數2,020冊

開本850×1168· $\frac{1}{32}$ ·110000字·印張5 $\frac{20}{32}$ ·插頁18

—— * ——
統一書號15062·1874 定價0.91元
1.10

編者的話

1958年冶金工業部召開了二次全國性的軋鋼生產會議。在會議上提出了許多有關軋鋼方面的科學試驗研究報告，其中很多報告的內容豐富，極有參考價值。

現選出十二篇研究報告彙編成本書，推薦給各企業和各研究單位作參考。此外上海市冶金局所屬各單位在1958年也作了不少試驗研究工作，有的已經出單行本，因此沒有收集在本書內。

目 录

1. 沸騰鋼三軋后淬冷提高强度代替建筑用鋼五鋼筋的生产研究
.....鞍鋼中央試驗室 1
2. 含銅鋼的軋制.....大冶鋼厂 40
3. 复合不銹鋼板的制造.....冶金工业部鋼鉄研究院 56
4. 扭耳鋼筋試驗总结.....冶金工业部鋼鉄研究院 68
5. 旧式煤爐中减少鋼材脫炭及氧化的工作經驗.....
.....大連鋼厂和撫順鋼厂 87
6. 无錠軋制硅鋼板及球墨鑄鉄板的初步总结.....
.....东北工学院无錠軋制研究小組 102
7. 液体軋制初步总结.....
.....北京鋼鉄学院液体軋制研究小組 121
8. 关于液体軋制鑄鉄板的脫碳退火.....
.....北京鋼鉄学院液体軋制研究小組 128
9. 58-2 型鑄板机說明書(草案).....
.....北京鋼鉄学院液体軋制研究小組 138
10. 用离心鑄造空心鋼管坯軋制无縫鋼管試驗总结.....
.....鞍鋼中央試驗室 142
11. 行星軋机初步研究报告.....
.....北京鋼鉄学院压力加工教研組 146
12. 改进軋鋼机机架构造适应鋼鉄生产大跃进.....
.....北京鋼鉄学院徐宝陞 169

1. 沸騰鋼三軋后淬冷提高强度代替 建筑用鋼五鋼筋的生产研究

鞍鋼中央試驗室

提 要

对淬火低炭沸騰鋼筋进行了各种机械性能、焊接及鋼筋混凝土結構試驗，确定了水压水溫、淬冷溫度对鋼材机械性能的影响，以及能达到較好綜合机械性能的化学成分范圍。在生产厂建立了生产設備并已試行生产。試驗結果确定低炭沸騰鋼利用軋制余热淬冷可以提高屈服極限 30—60%，抗張強度也相应提高，在焊接后仍能保持較高的強度，用水淬冷还可以消除沸騰鋼的冷脆性和对时效敏感性的缺点，达到某些優質鎮靜鋼或低合金鋼的性能要求。

一、引 言

我国工农业建設正以空前的速度向前飞跃发展，鋼材需要量剧增，虽然鋼的产量也在迅速增长，仍有供应緊張之势。解决的途徑除了更多更快地增产鋼材以外，研究提高鋼材的質量，以節約鋼的消耗，也就能使較少的鋼材發揮較大的作用。鋼材在各种工业建筑上的耗用量最大；目前，我国基本建設的鋼結構及混凝土結構中最常用的是沸騰鋼三方圓鋼及各种断面的型钢。沸騰鋼三是一种价格极低廉的建筑鋼材，但是它的强度較低，因此对承受一定負荷的构件，就需要較大的断面而比較笨重，同时，由于热軋低炭沸騰鋼具有冷脆性和对时效的敏感性等主要缺点，限制了它作为重要构件和在低溫地区使用，以致在許多情况下不得不

采用鎮靜鋼。近年来，由于工业的发展，需要采用較小断面的鋼材以減輕结构的重量，鋼三的强度性能就远不能滿足这一要求。为了克服以上这些缺点，節約鋼材的消耗，最近世界各国发展了高强度可焊低合金建筑鋼，但是根据我国的情况，某些合金資源并不十分富有，而且合金鋼的成本較貴，普遍采用是不够經濟的，因此，如何能获得更为簡單和廉价的优質鋼材，确是一个重要的經濟課題。許多文献資料指出炭素鋼在强度和韌性方面存在着巨大的潛力，將沸騰鋼或鎮靜低炭鋼在热軋后施行热处理或者加速冷却，可以大大提高鋼的抗張强度、屈服极限及低溫时的冲击韌性，并且能改善它对时效的敏感性。苏联“鋼”杂志在十月革命四十周年紀念总结研究新鋼种和热处理方法方面的成就时，曾明确指出將低炭鋼材进行热处理是今后鋼材生产的发展方向[1] 我公司在生产实践中也曾多次发现低炭鋼材軋后的冷却速度对鋼材的机械性能有着巨大的影响，如在53年，即发现沸騰鋼三中板軋后单張冷却屈服极限能滿足技术条件的要求，而延伸率或冷弯性能則有可能不合格，反之，如軋后堆垛緩冷則屈服极限下降，而塑性則显著提高。故曾利用这一特性，采用噴水冷却、空冷和緩冷来控制各种厚度鋼板的机械性能[2][3]。54年又在大型厂采用軋后噴水冷却来提高桥梁用沸騰鋼三型鋼的質量，但是，由于当时种种原因，这些措施沒有能在生产上长期贯彻和累积到更多的經驗。57年年底，在工业发展的形势要求下，由于国外研究試驗成果的启发和鞍山冶金建筑总公司一些工作同志的积极倡議，才將此項工作重新提到日程上来，通过半年多的試驗室和工厂試驗，对于沸騰低炭鋼淬水冷却的有关問題已基本掌握，并已試行生产得到成功。現將試驗的主要內容及結果分述如下：

二、試驗的目标

我公司生产的普通热軋炭素鋼有小型方鋼、圓鋼、螺紋鋼筋、各种断面的型钢及鋼板，其中絕大部分是沸騰鋼三，这些鋼

材主要用于鋼結構、混凝土結構、桥梁建筑、造船及機車制造等方面。对于桥梁及鍋爐用的鋼，除要求一般机械性能外，尚要求在低溫时或时效后具有一定的冲击韌性。因为沸騰鋼偏析較重，相当于鋼錠边部或尾部炭分負偏析外的鋼材，机械强度往往尚达不到鋼三的标准，同时低溫及时效后的冲击韌性不良，因此，生产不久即全部改用鎮靜鋼三，此外，沸騰鋼三圓形鋼筋是混凝土結構的主要材料，近年来也有被鎮靜鋼鋼五螺紋鋼筋取代之势。我公司生产鎮靜鋼切头切尾率总共达 20%，而沸騰鋼則仅 4%，同时由于沸騰鋼熔炼及澆注時間較短，可节约脫氧剂，且表面質量优良，可减少处理鋼坯鋼材表面裂紋的費用及時間，其价格比鎮靜鋼低廉約 50%，因此本試驗的目标是要使沸騰鋼經热处理或軋后淬水后，超过鎮靜鋼三的标准，达到鎮靜鋼五和接近于低合金建筑鋼的各项机械性能指标，以获得廉价的优質鋼材。鎮靜鋼三、鋼五及部分低合金建筑鋼的性能要求与沸騰鋼三的比较見下表（表 1-1）。

三、試驗經過及結果

开始时，我們在生产厂用小型圓鋼、螺紋鋼筋及板鋼进行了半生产性的初步試驗，結果証明鋼材在軋后利用軋制余热噴水和淬水冷却确实能大大提高其各种机械性能，但是由于生产厂的設備条件一时还不能滿足大量生产的要求，因此在試驗室进行了一系列的試驗，找寻各种因素对水淬鋼的性能影响，以便为建立生产设备及生产試制提供資料，待基本掌握到有关因素的影响后，即开始在現厂建立設備，試行生产。試驗过程中，小型鋼筋淬水試驗得到鞍山冶金建筑总公司的贊助与支持，并同意在試驗成功后即行采用，条件較好，因此是本試驗的重点，試驗数据也較完全。

1. 初步試驗——在生产厂半生产性質的試驗

a) 小型圓鋼鋼筋試驗[4]: 考虑到鋼錠偏析情况的影响，挑

表 1-1

鋼 号	屈服极限抗張强度		延伸率%		冷 弯 (180°)	附 注
	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	δ_5	δ_{10}		
沸騰及鎮靜 鋼 三	≥ 24	38 47	38 40 41 43 44 47	27 23 26 22 25 21	+20°C 型鋼 10 板鋼縱橫 8.7	$d=0$
鎮靜鋼五	≥ 28	50 62	50 53 54 57 58 62	21 17 20 16 19 15		$d=3a$
苏联 低合金鋼	12XFH	≥ 31	≥ 48	≥ 18		$d=2a$ 厚度 21—30公厘
	14F2	≥ 33	≥ 47	≥ 18	-40°C ≥ 3	$d=2a$ 厚度11—20
美国 低合金鋼	ASTMA 52T	≥ 32	≥ 46	≥ 19		厚度20—38
英国 低合金鋼	BSS968	≥ 33	55—65	≥ 18		厚度13—25

选 74675—甲 缶头、尾以及 71667—甲 缶中相当于鋼錠头、中 (50%) 及尾三个部位的 90×90 公厘的鋼坯，在小型厂軋制成直徑为 28 公厘的圓鋼，用 76755—甲 缶头、尾鋼坯軋成 $\phi 25$ 公厘的圓鋼，鋼材的軋制按现行技术規程进行，軋毕溫度約 1150—1050°C。軋制后在同一根鋼筋上連續切取长 2 公尺的鋼筋两段，分别在空气中及靜水槽中冷却，水槽尺寸为 500×500×2000 公厘，水容量为 0.5 立方公尺淬水后水溫由室溫提高到約 30—50°C。

两种方法冷却的試样分别沿軸向切取拉力、冷弯及不同試驗溫度的冲击試样 (試样用梅氏槽口，經用 $\phi 1.7$ 公厘的鋼綫作成軸蘸 200# 金剛砂粉将槽口研磨过)，每根試样的端部均取样进行化学成分的分析。为了研究經淬水的鋼对时效的傾向，将水冷

及空冷的鋼條进行人工时效处理。考虑到这种建筑鋼材在实际使用时受到冷作硬化的机会可能不大，因此沒有全部采用机械时效方法，而想观察其在自然时效后性能的变化可更接近实际情况，但自然时效在短时期內不能得出結果，因而根据 Cottrell 及 Bieby 的理論，采用加热的方法以加速测出鋼材对时效的傾向，按照 Cottrell 的推导 [5]，在一定溫度下时效的时间 t 与在室溫下自然时效的时间 t_r 关系式如下：

$$\log_{10} \frac{t_r}{t} = 4400 \left(\frac{1}{T_r} - \frac{1}{T} \right) - \log_{10} \left(\frac{T}{T_r} \right) \quad (\text{对于 C 原子作用下的时效})$$

以及

$$\log_{10} \frac{t_r}{t} = 4000 \left(\frac{1}{T_r} - \frac{1}{T} \right) - \log_{10} \left(\frac{T}{T_r} \right) \quad (\text{对于 N 原子作用下的时效}).$$

式中 T_r 及 T 分别表示室溫及人工时效时的溫度，用絕對溫度 °K 表示。上二式只在 200°C 或甚至 150°C 以下才准确，因此我們采用 100°C 的溫度进行試驗，將試样在 100°C 之沸水中恒溫 4 小时及 8 小时，按上式計算即分别相当于在 15°C 时效 1 年和 2 年，这样試驗的結果当然只能近似地說明鋼材在自然时效时的行为。

試驗結果，相当于鋼錠头部的鋼筋淬水后屈服极限及延伸率均达到鋼五及低合金鋼的标准，仅延伸率較鋼五标准稍低但平均均在 13.5% 以上，中尾部試样淬水時間需稍长，其延伸率較头部試样远为优越，能保証在 20% 以上。淬水后的鋼材低溫冲击韌性提高很多，經时效后也沒有改变其性能，这与一些資料指出的沸騰鋼淬水后能提高时效后的冲击值，即具有較小的时效傾向和較小的对降低溫度的敏感性是相符的，人工时效前后，淬水鋼的机械性能中抗張强度及屈服极限較空气中冷却的圓鋼有显著提高，延伸率虽稍有降低，但还能达到一定的水平，詳細結果可以由表 1-2，图 1-1，图 1-2 看出。

我們又在現厂当軋制 $\phi 25$ 公厘以上的圓鋼时，未分头尾取样淬水試驗，对所取的每根試样都进行了化学分析，按照 68 个試样統計的結果，炭分在 0.23% 以上者占 11.7%，含炭量 0.15—

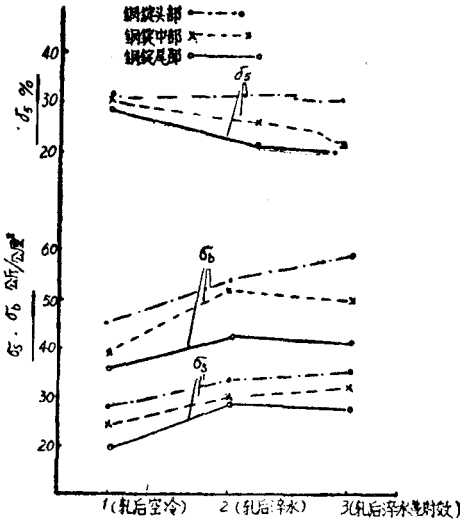


图 1-1 軋后不同方法热处理与机械性能的关系

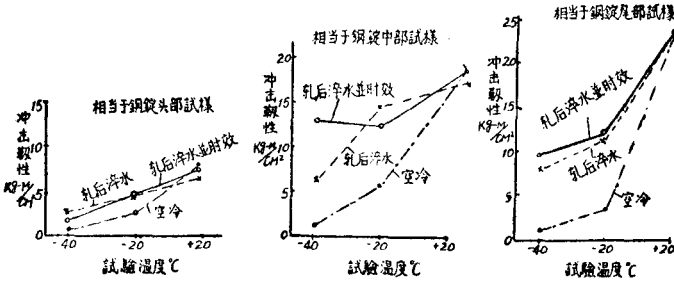


图 1-2 軋后經不同方法热处理对各种試驗溫度下冲击韌性的影响

0.22% 者占 79.4%，含炭小于 0.15% 者占 8.9%，這說明所取的試樣絕大部分是屬於鋼錠中部的試樣，淬水試樣達到鋼五的百分数与日常生产中热轧鋼材达到鋼三的合格率对照如下表（表 1-3）：

由表 1—3 可以看出沸騰鋼三热轧后空冷时屈服极限往往达不到鋼三的标准，并且其合格率随着鋼材直徑的增大而降低，但在淬水后屈服极限和抗張强度值 100% 达到鋼五，仅延伸率稍低

表1-3

鋼 号	圓 鋼 直 徑	25公厘			28公厘		32公厘	
		洋 透	10"	15"	冷 透	10"	冷 透	
各項指标均达到鋼五		100			25	100	40	
σ_s, σ_b 达到鋼五, 而 δ_5 在 11% 以上者		—	99	100	100	—	100	
于某月按 σ_s 統計的热軋未淬火的鋼三合格率%		78.2		74.0			66.6	

但均在 11% 以上, 絕大部分尚在 15—16% 以上。

b) 用淬水沸騰鋼三螺紋鋼筋制作的鋼筋混凝土梁的試驗 [6]:

根据上次試驗結果, 沸騰鋼三淬水以后基本上可以达到鋼五的要求, 鉴于混凝土結構所用鋼五鋼筋均为螺紋形, 如以沸騰鋼三淬水代替鋼五, 应当也軋成螺紋形, 才能便于比較, 因此挑选熔炼成分为 $C=0.20\%$ 的沸騰鋼三鋼坯軋成直徑为 25 公厘的螺紋鋼筋, 在軋后切取长 2.0 公尺的試样于水槽中淬冷, 經過淬冷的試样进行了抗張强度試驗, 并且由鞍山冶金建筑总公司中央試驗室将鋼筋与混凝土作成矩形及 T 形的橫梁, 測定其破坏强度, 并与由同样直徑的鋼五鋼筋作成的梁相比較。一部分淬水沸騰鋼三螺紋鋼筋与鋼五鋼筋的机械性能比較如表 1-4。

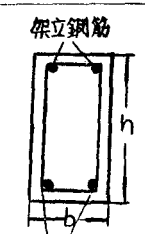


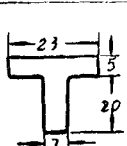
表 1-4

試样編号	鋼 号	σ_s 公斤/公厘 ²	σ_b 公斤/公厘 ²	δ_5 %
B-1	淬水沸騰鋼三	36.5	53.5	24
B-2	淬水沸騰鋼三	35.5	46.5	—
B-3	鋼 五	34.0	60.0	32

試驗共分 3 批进行, 每批有 2 根用淬水鋼三作的梁, 1 根用

鋼五作的梁，其尺寸及配筋情况如下表（表 1-5）。

表1-5

梁 号	配筋位置图	$h \times b$ (公分 ²)	长度 (公尺)	跨度 (公尺)	配筋率 (%)
B-1 B-2 B-3		36×20	2	1.8	1.54
B-1 B-2 B-3		32×16	2	1.8 1.6 1.6	2.19
T-1 T-2 T-3			2	1.6 1.6 1.8	1.93

B型梁除配筋率与B型梁不同外，試驗方法也有所不同。B型梁是在200吨压力机上进行試驗的，其試驗程序如下：第一次加荷至 $0.5M_P$ ，此 $0.5M_P$ 分級加荷，从开始加荷每次加 $0.05M_P$ ，加好后保持不变約5分鐘，再测应变、撓度和观察裂痕至 $0.3M_P$ ，以后則每次加 $0.1M_P$ ，加好后仍旧每次停留約5分鐘，观测其变化，待至 $0.5M_P$ 后全部卸荷，并测残余变形。随后进行第二次加荷，这次是从0载荷开始，每次加 $0.1M_P$ ，加后仍停留約5分鐘，分級加荷一直加到 $0.7M_P$ 全部卸荷，测其残余变形，再进行第三次加荷，这次每級加 $0.1M_P$ ，仍停留約5分鐘，直加到破坏为止。

B型梁第一次是在20吨压力机上試驗的，第二次是在200吨压力机上試驗的，其試驗程序如下：第一次試压在出現裂縫前每次加荷675公斤（約 $0.020-0.023M_P$ ），每次停留10-15分

鐘，測其變形，至出現裂縫后每次加 1350—2025 公斤（約 $0.04 - 0.06M_P$ ）每次仍停留 10—15 分鐘，測其變形，至 $0.5M_P$ 后停留 12 小時，卸荷測其殘余變形。第二次試壓每次加荷 $0.1M_P$ ，加荷后停留約 5—10 分鐘，測其變形和裂縫變化情況，直至破壞為止。

T 型梁的試驗機器及程序與 B 型相同，B 型及 B 型只測了混凝土的應變，而 T 型則同時測量了鋼筋的應變。所有混凝土的應變是用百分表或千分表測量的，撓度則用撓度計和百分表同時測量。鋼筋的應變是用電阻應變儀測量的，經校正，所用機器及儀器的誤差均不超過 2%，試驗結果如表 1-6。

根據對鋼五及淬水鋼三螺紋鋼筋梁的平行試驗結果，可得出下述兩點初步結論：

(1) 無論從強度、剛度及裂縫方面看，用淬水沸騰鋼三螺紋鋼筋作的梁均不遜色於用鋼五螺紋鋼筋作的梁，相反地還略為好一些（B-1 梁因鋼筋過短產生滑動者除外），因此在受靜載荷的一般受撓構件中，完全可以以淬水鋼三鋼筋代替鋼五鋼筋，亦即淬水鋼三的計算屈服點可採用 $\sigma_T = 3500$ 公斤/公分²。

(2) 淬水沸騰鋼三螺紋鋼筋與鋼五螺紋鋼筋一樣，與混凝土有很好的粘着力。

2. 影響淬水沸騰鋼三性能的因素的詳細研究

在試驗室內詳細研究了化學成分、水壓及噴水量、水溫、淬冷時鋼材的溫度以及焊接條件等對鋼材機械性能的影響。試樣在電爐內加熱至 $980 - 1050^\circ\text{C}$ ，取出后置于特別的噴水架上淬冷，在架上試樣的上下方相對地裝有兩個噴頭，其相互間的距離以及與試樣間之距離均可按需要任意調整。噴頭是用鋼管制成，一端進水，另一端封閉，並可在其上裝壓力表測量水壓，沿鋼管縱長方向密集交錯地鑽有 9 排直徑為 1 公厘的小孔，噴頭的尺寸及孔間距離見圖 1-3。淬冷所用之水由一離地面 900 公厘高 1.0 公尺

津水沸騰鋼三螺紋鋼筋混凝土梁与鋼五螺紋鋼筋混凝土梁的比較

表 1-6

梁 号	鋼筋种类	計算屈服点 σ_T (公斤/公分 ²)	計算破坏弯矩 (T.M)	实际破坏弯矩 (T.M)	$\frac{M_P \text{测量}}{M_P \text{計算}}$ (%)	在使用荷載(0.45—0.55 M_P)T		破坏原因
						量得的相对撓度	最大裂縫寬度② (公厘)	
B-1	淬水鋼三		10.10	11.32	112.1	1/818	0.10	压剪联合破坏
B-2	淬水鋼三	3500	9.80	11.30	115.2	1/692	0.10	压剪联合破坏
B-3	鋼 五		10.10	11.00	109.0	1/818	0.07	压剪联合破坏
B-1	淬水鋼三		8.68	7.39	35.2	1/730	0.13	剪切破坏①
B-2	淬水鋼三	3500	8.63	9.24	107.0	1/875	0.10	压剪破坏
B-3	鋼 五		8.93	9.10	102.0	1/722	0.13	压剪破坏
T-1	淬水鋼三		3.30	3.25	97.4	1/572	0.15	压剪破坏
T-2	淬水鋼三	3500	3.30	3.59	107.8	1/626	0.14	弯曲破坏
T-3	鋼 五		3.39	3.30	97.2	1/561	0.15	压剪破坏

① 由于錯着长度太短，鋼筋产生了滑動；② 允許的最大裂縫寬度为0.2公厘。

的水缶供給，由胶皮管連接于上下噴头，缶之上方有小管由自来水水道注入水，并由空气压缩机引入压缩空气，調整空气压缩机之压力，即可維持一定的喷射水的水压，試样淬冷时的情况见图 1-4。試驗时每一組試样中在一試样端部鑽有直徑 3 公厘，深約 20 公厘的小孔插入热电偶以控制淬冷的溫度。

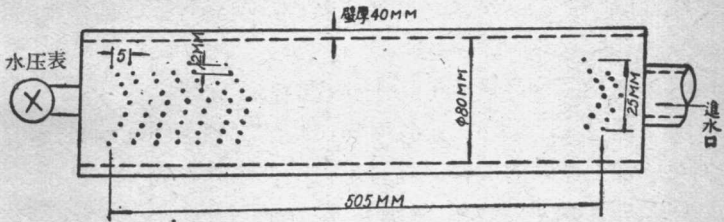


图 1-3 噴头尺寸 (其上共有 965 个孔)

經過淬冷的試样在 50 吨的万能試驗机上測定其机械性能，考虑到淬冷的影响可能只发生于鋼筋的表面层，故試样未經加工成标准試样即測定其抗張强度、屈服极限、延伸率、断面收縮率及冷弯性能，螺紋形鋼筋本不宜于測定断面收縮率，但因試样常断在虎口內，不能測出延伸率，故按原断面的計算方法測定了断裂后的断面并計算出大致的断面收縮率作为鋼筋塑性的参考数据，由于試样未經加工，且在淬火时鋼筋端部有

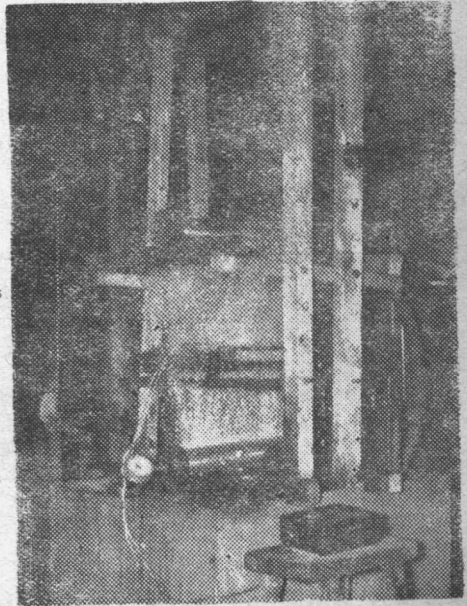


图 1-4 淬冷时的情况

时冷却情况不良，故絕大部分抗張試样均断在夹具內或距夹具边缘不远处，因此，所測得的延伸率比鋼实际所具有者为低，經過淬冷的鋼筋屈服极限多不明显，絕大部分試样均系繪圖測定其标准屈服点。冷弯試样对直徑 25 公厘的螺紋鋼采用弯心直徑 $d = 3a$ (試样直徑)，对直徑为 28 公厘的圓鋼則采用 $d = 4a$ (按鋼五試驗标准)，总共試驗了 400 余試样，現將各因素的影响分述于次：

(1) 化学成分的影响 (每一試样的实际化学成分)

炭素鋼中各元素以炭及錳对淬冷后的机械性能影响較大，但我公司日常生产的沸騰鋼三錳含量波动甚小，因此試驗是以炭含量由 0.028 至 0.28% 的鋼筋加热到 1050—980°C，然后噴水淬冷，以了解其性能的变化情况，从而找寻能得出最优良的綜合机械性能的化学成分。預定的淬火制度系以各种炭含量的鋼均能达到鋼五的强度性能为原则，試驗結果指出当炭含量高时，噴水時間应較短，以便試样能具有較高的自身回火溫度，反之，炭含量較低时，噴水時間可稍长，使試样自身回火的溫度降低或甚至冷透，如要保証达到鋼五的机械性能，对不同炭含量范围的鋼的适宜淬冷制度約如表 1-7。

表 1-7

炭含量范围, %	噴射水的压力 (公斤/公分 ²)	噴水時間(秒)	試样自身回火 的溫度(°C)
0.22—0.28	0.10	12—95	400—500
0.13—0.18	0.10	18—15	200—300
0.03—0.10	0.10	25—20	20—100

总共試驗了約 250 个試样，按照炭含量統計的机械性能結果如图 1-5 所示，由图可以看出，鋼材的强度随炭含量的增加而升高，塑性則相应地降低，炭含量在 0.10—0.18% 范围內者不仅屈服极限和抗張强度达到要求，而且具有較大的延伸率和断面收縮