

爐內快速加熱經驗 匯編

第一機械工業部 新技術宣傳推廣所 匯集
工藝院熱處理研究所



機械工業出版社

爐內快速加熱經驗匯編

第一機械工業部 新技術宣傳推廣所 工藝院熱處理研究所 彙集



機械工業出版社

1958

出版者的話

本書是第一机械工业部新技术宣傳推广所、工艺院热处理研究所及天津拖拉机厂共同負責于58年8月在天津召开的「爐內快速加热現場經驗交流会」的資料汇编。这次會議中各厂介紹了电爐、反焰爐以及其他爐型的經驗，同时也介紹了淬火、正火、回火和鍛造的加热經驗，加热的鋼种和产品非常广泛，这就提供了在各方面应用快速加热的可能性。本汇编中共选載了十篇資料，这些資料都是这次「爐內快速加热現場經驗交流会」上比較典型的經驗介紹，对各厂是很有参考价值的。

本汇编可供各机械制造厂及从事热处理工作的技术人員和工人参考。

NO. 2527

1958年12月第一版 1958年12月第一版第一次印刷
850×1168 $1/32$ 字数 89 千字 印張 3 $9/16$ 0,001— 6,800 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

北京市書刊出版业營業許可証出字第 008 号 定价(11) 0.75 元

热处理与鍛造工作中，加热时间的長短，是影响生产率提高的重要关键。苏联專家捷格洽廖夫同志来中国工作期間，曾在各厂推行爐內快速加热，頗具成效。此种加热方法在于利用原有設備，仅借提高爐溫来达到加速工件升溫的目的。經驗証明，此种加热方法不但在經濟效果方面可以大大地节约电力，燃料，提高設備利用率，在質量方面并无逊色。同时快速加热的实践，完全解除了旧的加热理論的束縛。因而我們認為爐內快速加热是一种技术革新，是符合于多快好省的社会主义建設总路綫的，應該大力推广。

第一机械工业部新技术宣傳推广所，工艺院热处理試驗所及天津拖拉机厂共同負責于58年8月23~26日在天津召开了爐內快速加热現場經驗交流会。通过會議使我們更进一步認識到此項新技术的推行須建立在破除迷信解放思想的基础上，过去推行此种加热方法的各厂，都是由于冲破了旧的加热理論的束縛，大胆試用后获得了成效。因此可以設想在整風运动偉大胜利的基础上，我們热处理与鍛造加热工作将会提高到一个新的阶段。

通过这次會議交流，肯定了快速加热可以减少变形的論点。虽然在理論工作上还做的不够，但是實踐証明这一論点是正确的。

过去一段时期中，由于各厂大胆革新的結果，爐內快速加热已在各种热处理工艺和鍛造方面普遍开花，这次會議中各厂介紹了电爐，反焰爐以及其他爐型的經驗，同时也介紹了淬火、正火、回火和鍛造的加热經驗，加热的鋼种、产品非常广泛，这就提供了在各方面应用快速加热的可能性。

快速加热無論作为一个加热方法或者作为一个减少变形的工艺，都須要依靠工厂和学校研究單位的協力合作，进一步做些工

4
作，使得爐內快速加熱能進一步提高和深入。發展成為熱處理與鍛造的典型加熱方法之一。

大會認為今后的工作方向應是：

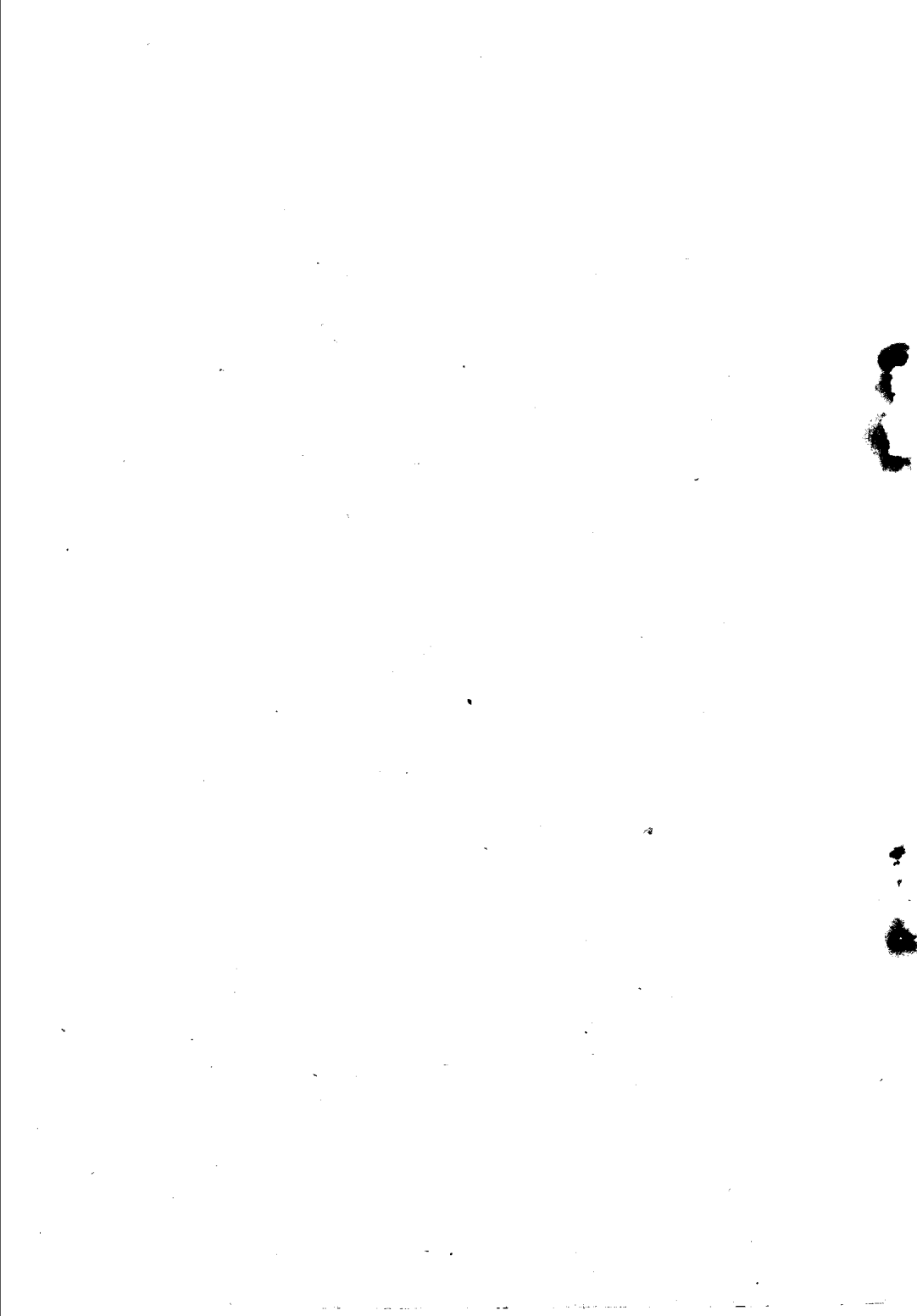
（1）理論上應從減少變形的理論，快速回火對斷面上應力消除的影響，鋼種過熱敏感性對快速加熱的影響，以及對大斷面工件表面與心部機械性能的影響等問題進行進一步的研究。

（2）實踐上除繼續擴大爐內快速加熱的應用範圍並穩定具體工件的操作規程外，應針對大型工件加以推廣。

本彙編中所刊載的十篇資料是這次現場經驗交流會上比較典型的經驗介紹。供各單位參考使用。

目 录

前 言.....	3
爐內快速加热時間系数的試驗.....	7
天津拖拉机制造厂关于推行快速加热法的报告.....	18
热处理爐內快速加热法試用小結.....	26
快速加热在汽車变速齿輪及轉向节热处理中的应用.....	41
碳鋼鍛件快速正火处理.....	59
鋼錠的快速加热总结.....	67
热处理快速加热总结.....	72
碳素工具鋼冷冲模的快速加热.....	93
碳素工具鋼模具减少热处理变形的办法.....	101
型鍛模的快速加热.....	110



爐內快速加熱時間系數的試驗

機械製造與工藝科學研究院熱處理研究所

一 試驗目的

為探求在爐內快速加熱淬火工藝中鋼材的表面溫度的適宜範圍，結合不同爐型與爐溫，提出適當的加熱時間系數，並與生產中現行的加熱系數進行印證。

二 理論根據

很容易想到在一般加熱淬火時，工件到達淬火溫度後要保溫一段時間，以使內外溫度均勻，奧氏體有時來轉變完成和成分均勻，但是在爐內快速加熱時，工件以一定的速度升到一定的溫度後立即取出冷卻，並沒有保溫時間，那末我們在決定加熱的時間時是用一般加熱的淬火溫度，還是要求比一般加熱時更高的溫度呢？對於高頻感應加熱來說，淬火溫度的確定是和一般淬火溫度有所不同的。高洛文（Г. Ф. Головин）〔1〕曾提出如下數據：

鋼 號	爐內一般 加 熱	以一定速度加熱的淬火溫度			
		100°C/秒	250°C/秒	400°C/秒	500°C/秒
40	840~860	850~900	880~920	930~980	960~1020
45	810~830	830~880	860~910	900~950	930~1000
50	820~840	810~850	830~880	870~920	900~960
У8	790~820	780~820	780~830	780~860	820~920
У12	760~780	780~820	780~850	780~860	820~920
40X	850~870	830~880	860~920	900~960	950~1000
50Г	820~840	810~850	830~880	870~920	900~960
45Г2	830~850	810~850	830~880	870~920	900~960
50ХГ	830~850	810~850	830~880	870~920	900~960
ХВГ	800~830	830~870	860~900	880~920	900~950

从数据中可以看出，鋼种不同，加热速度不同，引起淬火溫度一般的有所提高，同时溫度范围也比较寬。所以造成这样的原因主要是由于奥氏体转变是在一个溫度范围内进行，而这个溫度范围是随着加热速度的提高而升高〔2、3、4、5〕。另一方面转变为奥氏体的速度是随着加热溫度的提高而剧烈加速〔6〕，因而在快速加热沒有保温的条件下，虽然成分不能完全均匀〔7〕，但转变是可以完成的。但是在爐內快速加热情况下，加热速度比感应加热要低得多，一般的小于 $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ ，而和感应加热同样的沒有保温時間，那末淬火溫度究竟如何选择才較恰当，过去还没有这方面的資料可查，需要进行試驗加以解决。

然而提高处理溫度对于奥氏体晶粒長大的影响如何呢？高频感应加热的淬火組織是不造成晶粒粗大的，根据烏曼斯基(Уманский)等人〔6〕的解釋是由于加热速度很大时，溫度提高可大大縮短起始晶粒細化的高溫時間，可以保持起始晶粒不致長大，但是在爐內快速加热的情況下，在高溫時間較長要使晶粒不致長大就要对选择工件淬火溫度加以适当的从转变完成与晶粒長大两方面来考虑，这样在生产中推行快速加热时，确定加热時間系数有了一定的淬火溫度作为准繩。

三 試驗过程与結果

1 主要設備

- (1) Siemens 箱式电爐 9 KW 最高溫度 1350°C 。
- (2) Bvk 高溫电盐爐 30 KVA，盐的成分为 70% BaCl + 30% NaCl 。
- (3) EPP-09 型自动記錄电子定位溫計 0.5 級。
- (4) 測量表面溫度裝置。

如圖 1 所示，在試样 1 的橫向中間鑽孔到对边离开表面約 2 公厘处，孔的直徑上面为 20 公厘，下面为 6 公厘并将黑鉄管 2 用絲扣装到工件上。热电偶套在瓷管內并縛在細鉄棒 3 上，鉄棒上

端裝有定位螺絲帽 6，再裝固定螺絲帽 7 与接綫圓盤 8，从接綫圓盤上接出补偿導綫 4，和導綫到 EPP-09 电子电位計上去。在鉄管外纏以石棉繩并塗以耐火泥，然后烘干。試样加热前將热电偶鉄棒插入鉄管内，按照鉄管和試样上的孔深將定位螺絲帽放在一定位置上，用固定螺絲帽轉在鉄管上將热电偶压紧接触于試样孔內。

(5) 冷却水槽、油槽。

2 試驗方法 为了确定在爐內快速加热时鋼种淬火的表面溫度，我們用箱式电爐与盐爐来进行試驗，爐溫采取 $960 \sim 980^{\circ}\text{C}$ 和 $1060 \sim 1080^{\circ}\text{C}$ ，这样就可以获得四种不同的加热速度，然后选择一般加热所用的淬火溫度

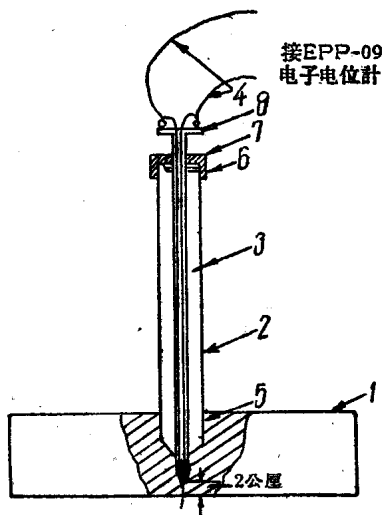


圖 1

以及提高 50°C 的淬火表面溫度来从金相組織中观察其差別，主要是組織的轉变完全与否，以及是否細化。

鋼种选择基本上按照亞共析鋼，过共析鋼与合金鋼，結合天津拖拉机厂所提的鋼种来試驗，我們采用了 45, Y10, XBΓ 三种。

按照我們爐子尺寸，根据長度为直徑的 3~5 倍的原則，所用試样为圓形，直徑为 35 公厘，長度为 120~150 公厘，为了印証所得的加热時間系数，我們又采取了 20~25 公厘的圓形試棒按所得的加热時間系数来加热，檢查其結果。

以上各种鋼种的試样，在同样条件下均試驗三个或两个，以資核對。

試驗进行时由 EPP-09 电子电位計記錄試样的升温曲綫，同

时利用秒表测定其达到淬火表面温度的时间互相印证。

3 原材料的处理 原材料中除 Y10 及 XBT 情况尚可外, 45

原材料的化学成分与金相組織

鋼 号	化 学 成 分							显 微 組 織
	C	Mn	Si	P	S	Cr	W	
45	0.44~ 0.46	0.60	0.21~ 0.22	0.017~ 0.018	0.023~ 0.027			Φ10 輕微魏氏組織中 心帶狀組織較嚴重并有見 綫, 本質晶粒度 2~5 級
Y10	1.11~ 1.13	0.19~ 0.20	0.23					大部分球化, 个别部分 仍有片狀 Fe_3C 存在, 本 質晶粒度为 1~5 級
XBT	1.03	0.91				1.10	1.80	碳化物与李氏体, 碳化 物偏析由材料邊緣到中心 逐漸嚴重, 碳化物偏析为 4 級, 碳化物稍有球化, 本質晶粒程度为 4~5 級

鋼存在的严重 帶狀偏析我們曾加以 950°C 保溫 3 小时室冷的正火处理, 帶狀偏析基本消除, 如圖 2, 3 所示。

4 試驗結果 在 9KW 箱式电爐与 30 KVA 的高溫盐爐中, 在 960~980 °C 与 1060~1080°C 的爐溫时, 对于 35 公厘直徑試样的平均加热速度如表 1 所示。

以上三种鋼的加热速度来看有这样的傾向即加热到同样的表面溫度 Y10 与 XBT 的平均

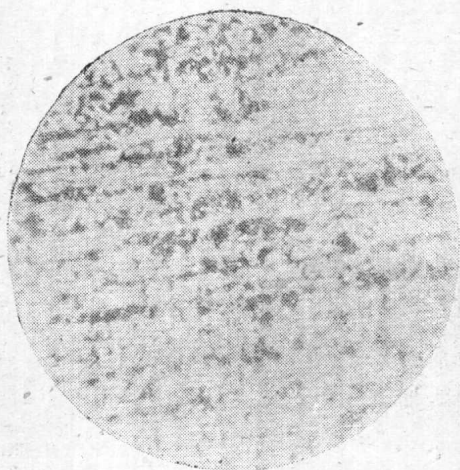


圖 2 处理前。
90 × (1451)

加热速度要比 45 鋼低，而表面溫度要求越高，則平均加热速度也就越低，同时 45 鋼表面溫度提高 50°C 时，平均加热速度的降低，要比 Y10 与 XBT 同样提高 50°C 的平均加热速度的降低要大些，因此加热時間系数的确定固然与爐型有关，同时也与要求的表面溫度鋼种均有关系，按照所得的数据，应与含炭量及合金元素等有关。

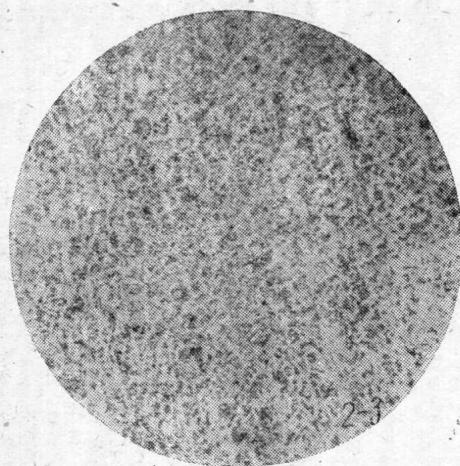


圖3 处理后。
90X(1452)

5 不同的加热時間系数表面溫度与显微組織的关系

鋼号	加热時間系数 (秒/公厘)	表面溫度 (°C)	淬硬層显微組織
45	18	850	表層非結構M稍进 M23 級有少量純鉄体
45	26.1	900	馬氏体为 2 級，一般为 4 級如圖 4，7
45	12.4	850	表層馬氏体为 1~2 級，一般为 2~3 級少量点状純鉄体
45	12.86	900	表層为非結構M一般为較均匀的 3 級M
45	3.66	850	表層为非結構M一般为 2~3 級M
45	4.7	900	1 級M
45	2.8	850	表層为非結構M一般为 1~2 級
45	3.4	900	表層为非結構M一般为 3~4 級
太10	19	790	表層为 1 級M碳化物成較大塊状分布少量残余 A
太10	22.6	850	表層为非結構M塊状碳化物很少，多为小点分布有較多残余 A。一般为 3 級M(如圖 5)
太10	13	790	表層为 1 級M一般为 3~4 級M，塊状碳化物較少而点状較多残余 A 少
太10	14	850	表層为 2 級M少量点状碳化物一般为 4~6 級M残余 A 較多，碳化物極少
太10	3.1	790	1 級M与粒状碳化物

鋼 號	加熱時間 系 數 (秒/公厘)	表面溫度 (°C)	淬 硬 層 顯 微 組 織
去10	4.12	850	1 級M与少量粒狀碳化物
去10	2.6	790	表層为非結構馬氏体与少量塊狀碳化物，一般为 2 級馬氏体与小塊狀碳化物及粒狀碳化物
去10	3.04	850	2 級M+較多粒狀碳化物
XBF	19.9	830	表層 1 級M碳化物質点很多有殘余 A 分布均匀
XBF	22.7	880	非結構M但M含碳量不均匀碳化物量同上有殘余 A
XBF	14.3	830	非結構馬氏体碳化物成小質点分布(如圖 6)
XBF	14.2	880	非結構M碳化物質点較少馬氏体含炭量不均
XBF	4.33	830	非結構M碳化物質点較少馬氏体含炭量不均
XBF	4.8	880	非結構M碳化物質点較少馬氏体含炭量不均
XBF	2.85	830	非結構馬氏体与少量未溶碳化物
XBF	3.44	880	非結構馬氏体与少量未溶碳化物

表 1

鋼 號	爐 型	功 率	爐 溫 (°C)	表面溫度 (°C)	到 達 時 間	平均加 熱速度 (°C/秒)	加熱系數 (秒/公厘)
45	KO11	9KW	960~980	850	10'30"	1.35	18
45	KO11	9KW	960~980	900	15'13.5"	0.985	26.1
去10	KO11	9KW	960~980	790	11'9"	1.18	19
去10	KO11	9KW	960~980	850	13'10"	1.07	22.6
XBF	KO11	9KW	960~980	830	11'37.4"	1.19	19.9
XBF	KO11	9KW	960~980	880	13'16.5"	1.1	22.7
45	KO11	9KW	1060~1080	850	7'12"	1.97	12.4
45	KO11	9KW	1060~1080	900	7'30"	2	12.86
去10	KO11	9KW	1060~1080	790	7'27"	1.77	13
去10	KO11	9KW	1060~1080	850	8'10"	1.74	14
XBF	KO11	9KW	1060~1080	830	8'21.4"	1.56	14.3
XBF	KO11	9KW	1060~1080	880	8'17.6"	1.77	14.2
45	BVK	30KVA	960~980	850	2'8"	6.65	3.66
45	BVK	30KVA	960~980	900	2'44.5"	5.5	4.7
去10	BVK	30KVA	960~980	790	1'48.6"	7.3	3.1
去10	BVK	30KVA	960~980	850	2'24.7"	5.88	4.12
XBF	BVK	30KVA	960~980	830	2'31.5"	5.5	4.38
XBF	BVK	30KVA	960~980	880	2'47.5"	5.25	4.8

(續)

鋼 号	爐 型	功 率	爐 温 (°C)	表面温度 (°C)	到 达 时 間	平均加 热速度 (°C/秒)	加热系数 (秒/公厘)
45	BVK	30KVA	1060~1080	850	1'37.5"	8.74	2.8
45	BVK	30KVA	1060~1080	900	1'58.7"	7.58	3.4
太10	BVK	30KVA	1060~1080	790	1'31.2"	8.68	2.6
太10	BVK	30KVA	1060~1080	850	1'46.5"	7.96	3.04
XBT	BVK	30KVA	1060~1080	830	1'40.7"	8.25	2.85
XBT	BVK	30KVA	1060~1080	880	1'59.2"	7.35	3.44

以上結果指出，在快速加热的情况，淬火溫度在50°C範圍內变动，基本上对于組織的轉變完全以及晶粒細化方面，没有什么影响，这与在高温时轉變所需的時間極短（如0.83的炭鋼在800°C



圖 4 630 X 3% 硝酸酒精侵蝕表層稍進的淬火層組織。



圖 5 630 X 3% 硝酸酒精侵蝕表層稍進的淬硬層組織。

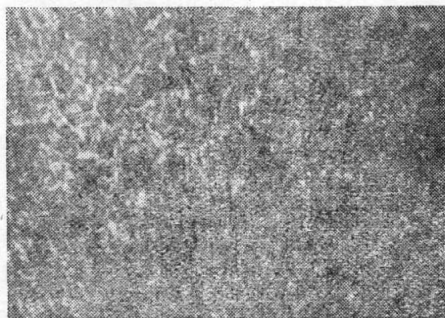


圖6 630X 3%硝酸酒精侵蝕表層稍進的淬硬組織。



圖7 630X 3%硝酸酒精侵蝕边部表面層組織。

时轉變立即开始一秒鐘內即可轉變完結)和在高温时停留時間短, 可以保持起始晶粒大小有关〔6〕, 但是为了更好的使奧氏体均匀化, 淬火溫度采取較高亦即加热時間系数采取較高为合适。

尺寸对于加热時間系数的影响 为了考驗所得的加热時間系数对于較小直徑的适用性, 我們就去 10 与 45 鋼 采取 25 公厘和 20 公厘两种直徑, 分別在箱式电爐与盐爐中以爐溫 960~980°C 和 1060~1080°C, 按已得的加热時間系数加热淬火, 进行显微組織檢查所得結果如下表。

表中指明以前所求出的加热時間系数对于不同直徑鋼材, 从所得的显微組織来看是适用的, 只是对于 45 鋼來說所得的組織稍粗, 但并不显示过分粗大, 可以看出在一定的範圍內尺寸对于加

鋼号	試样尺寸	爐 型	爐 温 (°C)	加熱時間 系 数 (秒/公厘)	淬 硬 層 顯 微 組 織
去10	BVK盐爐	∅25×75	960~980	3.1	非結構馬氏体碳化物質点很細分 布在馬氏体基体上
去10	BVK盐爐	∅25×75	960~980	4.12	非結構馬氏体碳化物質点很細， 分布尚均匀
去10	BVK盐爐	∅25×75	1060~1080	2.6	表層非結構馬氏体稍进则为3級 馬氏体有較多的殘余A碳化物 質点很小，分布尚均匀
去10	BVK盐爐	∅25×75	1060~1080	3.04	4級馬氏体碳化物質点有聚集現 象
去10	KO11	∅25×75	960~980	19	表層为非結構馬氏体与少量碳化 物，一般馬氏体为一級
去10	KO11	∅25×75	960~980	22.6	表層为1~2級馬氏体稍进行为 3~4級馬氏体碳化物質点較少
去10	KO11	∅25×75	1060~1080	12.8	表層为非結構馬氏体，稍进行为 3~4級馬氏体
去10	KO11	∅25×75	1060~1080	13.7	馬氏体为3級并有碳化物及殘余 奧氏体
45	BVK盐爐	∅20×60	960~980	3.66	馬氏体为3級
45	BVK盐爐	∅20×60	960~980	4.7	3級馬氏体(如圖8)
45	BVK盐爐	∅20×60	1060~1080	2.8	表層为非結構馬氏体一般馬氏体 为3級
45	BVK盐爐	∅20×60	1060~1080	3.4	馬氏体为4級
45	BVK盐爐	∅20×60	960~980	18	馬氏体为3級
45	BVK盐爐	∅20×60	960~980	26.1	4級馬氏体
45	BVK盐爐	∅20×60	1060~1080	12.3	6級馬氏体
45	BVK盐爐	∅20×60	1060~1080	12.86	6級馬氏体



圖8 630× 3% 硝酸酒精侵蝕，淬硬層組織。

熱時間系数的影响不致很大。

四 結 語

1. 加熱時間系数根据爐型爐溫不同而不同,也因鋼种与所要求的表面溫度不同而异。

2. 从显微組織来考虑,所有 45, Y10 与 XBT 無論在箱式电爐或盐爐中进行快速加热时,均可按所要求的表面溫度来找出加热時間系数,我們提出的系数与表面溫度的对照表如下:

鋼号	爐 型	爐 温 (°C)	表面溫度 (°C)	加熱時間系数 (秒/公厘)	备 注
45	KO11	960~980	850~900	18~26.1	
45	KO11	1060~1080	850~900	12.4~12.86	
45	BVK盐爐	960~980	850~900	3.66~4.7	
45	BVK盐爐	1060~1080	850~900	2.8~3.4	
Y10	KO11	960~980	790~850	19~22.6	
Y10	KO11	1060~1080	790~850	13~14	
Y10	BVK盐爐	960~980	790~850	3.1~4.12	
Y10	BVK盐爐	1060~1080	790~850	2.6~3.04	
XBT	KO11	960~980	830~880	19.9~22.7	
XBT	KO11	1060~1080	830~880	14.2~14.3	
XBT	BVK盐爐	960~980	830~880	4.3~4.8	
XBT	BVK盐爐	1060~1080	830~880	2.85~3.44	

我們的試驗室数据与工厂現行的数据比較,可以認為在盐爐中加热时基本上在工厂現行規範的範圍內,而在箱式爐內加热时,数据相差較远,我們举出如下的数据为例:

厂 名	鋼 号	爐 型	爐 温	加熱時間系数 (秒/公厘)		备 注
				Ø10以下	Ø10~60	
天津拖 拉机厂	渗碳的零件 碳工具鋼	盐 爐	960~980	6~7	3~6	[8]
	碳結構鋼, 合金結構鋼 合金工具鋼	盐 爐	960~980	7~9	6~8	
	各种鋼料	反 射 爐	960~980	20~25		
	各种鋼料	箱 式 电 爐	960~980	25~30		