

# Q345D Q345B

## 正火对特厚板组织及性能的影响

杨永达 李春智 沈钦义 姜中行

(首钢技术研究院, 北京 100043)

**摘要** 通过小炉正火热处理实验,研究了正火处理对 125mm 及 150mm 特厚板微观组织及力学性能的影响。比较了轧态与正火后钢板力学性能及微观组织,结果表明:正火后,表面处的贝氏体转变成铁素体和珠光体,厚度方向 1/4 处和 1/2 处铁素体及珠光体组织较轧态明显细化;表面处的屈服强度及抗拉强度明显降低,冲击韧性得到改善,厚度方向 1/4 处和 1/2 处屈服强度及冲击韧性明显提高,抗拉强度略有降低。为现场生产 125mm 或 150mm 特厚钢板提供了指导,提高了产品的质量,增强了产品的市场竞争力。

**关键词** 特厚板 正火 微观组织 力学性能

## Effect of Normalize on Microstructure and Properties of Ultra Heavy Plate

Yang Yongda Li Chunzhi Shen Qinyi Jiang Zhonghang

(Shougang Research Institute of Technology, Beijing, 100043)

**Abstract** Through the normalizing experiment in the small furnace, Effect of normalize on microstructure and mechanical properties of heavy plate with thickness of 125mm and 150mm-thick was investigated. Experimental results show that after normalized, bainite of surface of steel plate change into ferrite and pearlite. Comparing with microstructure of steel plate with hot rolling process, grain of ferritic and pearlite in one quarter and one half of the steel along thickness direction visibly got refined after normalizing. Yield strength and tensile strength on the surface of steel plate obviously declined and impact toughness significantly improved. In one quarter and one half of the steel plate, yield strength and impact toughness obviously improved after normalizing, however, tensile strength decreased a little. The results of investigation will provide a guideline for the production of 125mm and 150mm-thick ultra heavy plate and improve the quality of the products to enhance competitiveness of product in the market.

**Key words** ultra heavy plate, normalizing, microstructure, mechanical properties

随着我国重工业化进程的深入,国家经济建设对厚钢板的需求量越来越大。厚钢板主要应用在建筑钢结构、水压力钢管、舰船、重型机械等行业,每年需求量达到几十万吨[1~4]。由于厚钢板多用于重要结构或者设备,用户对厚板的内部质量、机械性能提出了很高的要求,轧制后钢板往往需要进行正火热处理。

为提高秦皇岛首秦金属材料有限公司特厚板产品质量,提高特厚板产品市场竞争力,研究了正火热处理对厚钢板力学性能的影响,取现场采用 TMCP 工艺生产的 125mm 及 150mmQ345 级特厚板各一块钢板试样,将试样切分成两部分,一部分在厢式电阻炉内进行小炉正火热处理,另一部分保持轧态。检测钢板轧态及正火态力学性能及微观组织并进行对比分析。

## 1 试验材料及方法

### 1.1 化学成分

采用 400mm 铸坯及 TMCP 工艺轧制 Q345 系列钢板 9885 及 9882，化学成分如表 1 所示。

表 1 钢板的化学成分(质量分数/%)

板号	钢种	规格/mm	C	Si	Mn	P	S	Alt
9885	Q345D	125	0.15	0.20	1.47	0.018	0.004	0.031
9882	Q345B	150	0.16	0.25	1.35	0.02	0.007	0.035

### 1.2 正火工艺

在箱式电阻炉中加热到 900℃，保温 2~3.5h，然后空冷。

### 1.3 钢板轧态力学性能

轧态钢板力学性能如表 2 所示。屈服强度 290~305MPa 之间，抗拉强度 490~500MPa 之间，0℃冲击功满足标准要求。

表 2 钢板轧态力学性能

板号	钢种	位置	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	延伸率/%	0℃冲击功/J	-20℃冲击功/J
0279885	Q345D	1/4处	290	490	32.5	109	26
0279882	Q345B	1/4处	305	500	26.0	36	11
	标准		285	450	19	34	34

## 2 轧态与正火态力学性能对比

### 2.1 性能检测

在钢板表面、厚度 1/4 处及 1/2 处取试样，检测轧态及正火态钢板拉伸性能、冲击性能及金相组织。

### 2.2 拉伸性能的对比

如图 1 所示，图 (a) 及图 (b) 分别为钢板 9885 及钢板 9882 轧态与正火态强度对比示意图。钢板 9885 正火后表面屈服强度下降在 110MPa，抗拉强度下降 85MPa；1/4 处和 1/2 处屈服强度增加 35~50MPa，抗拉强度变化不大。钢板 9882 正火后表面屈服强度下降在 185MPa，抗拉强度下降 140MPa；1/4 处和 1/2 处屈服强度增加 10~25MPa 之间，抗拉强度有所下降。综上所述，正火后钢板表面屈服强度和抗拉强度明显下降；1/4 处和 1/2 处屈服强度明显提高，抗拉强度略有降低。

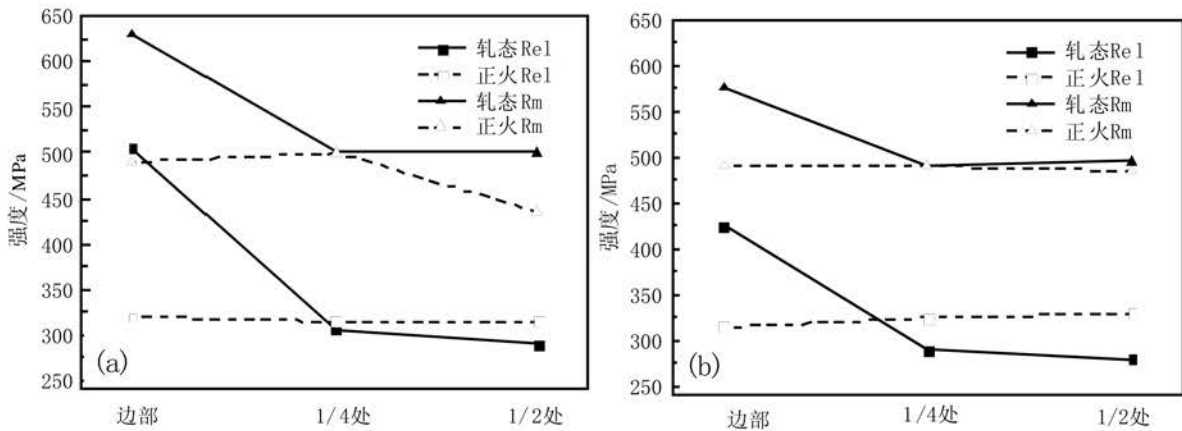


图1 强度对比示意图

### 2.3 冲击性能的对比如

如图2所示,图(a)及(b)为钢板9882和9885在0°C、-20°C温度下轧态及正火态冲击功韧性对比示意图。钢板9885和9882正火后,表面冲击功在0°C下提高30~56J之间,-20°C下提高28~51J之间;1/4处冲击功在0°C下提高98~107J之间,-20°C下提高103~148J之间;1/2处冲击功在0°C下提高107~190J之间,-20°C下提高69~81J之间。综上所述,正火热处理可以显著改善特厚板冲击韧性。

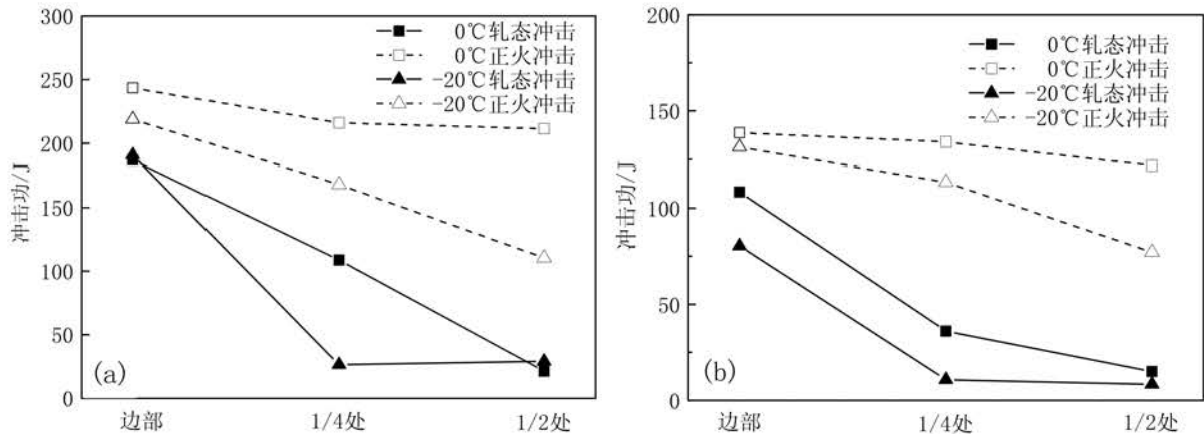


图2 冲击韧性示意图

## 3 金相组织

### 3.1 金相组织的比较

如图3所示,图(a)、(b)及(c)分别为钢板9885轧态的表面、1/4处及心部组织,图(d)、(e)及(f)分别为钢板9885正火态的表面、1/4处及心部组织。钢板轧态表面组织主要以贝氏体和铁素体为主,1/4处和1/2处组织主要以铁素体和珠光体为主;正火后钢板表面组织以铁素体和珠光体为主;1/4处和1/2处铁素体和珠光体较轧态组织明显细化。

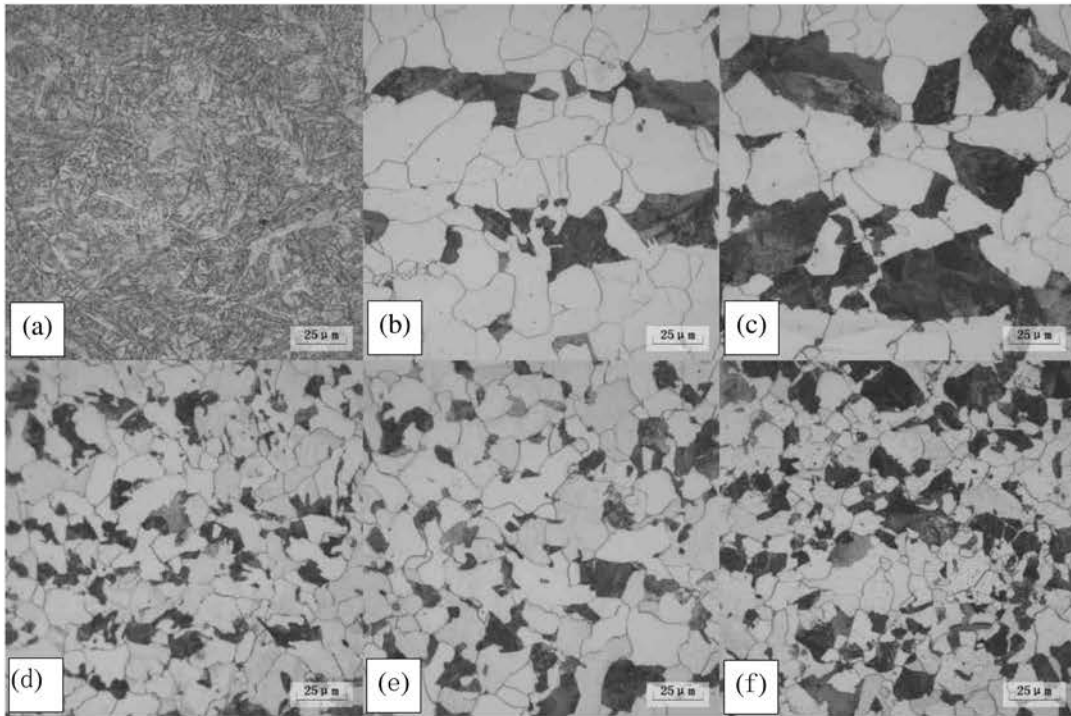


图3 钢板 9885 金相组织

如图 4 所示，图(a)、(b)及(c)分别为钢板 9882 轧态的表面、1/4 处及心部组织，图(d)、(e)及(f)分别为钢板 9882 正火态的表面、1/4 处及心部组织。钢板 9882 轧态表面组织主要以贝氏体和块状铁素体为主，1/4 处和 1/2 处组织主要以铁素体和珠光体为主；正火后表面组织以铁素体和珠光体为主；1/4 处和 1/2 处铁素体和珠光体较轧态组织明显细化。

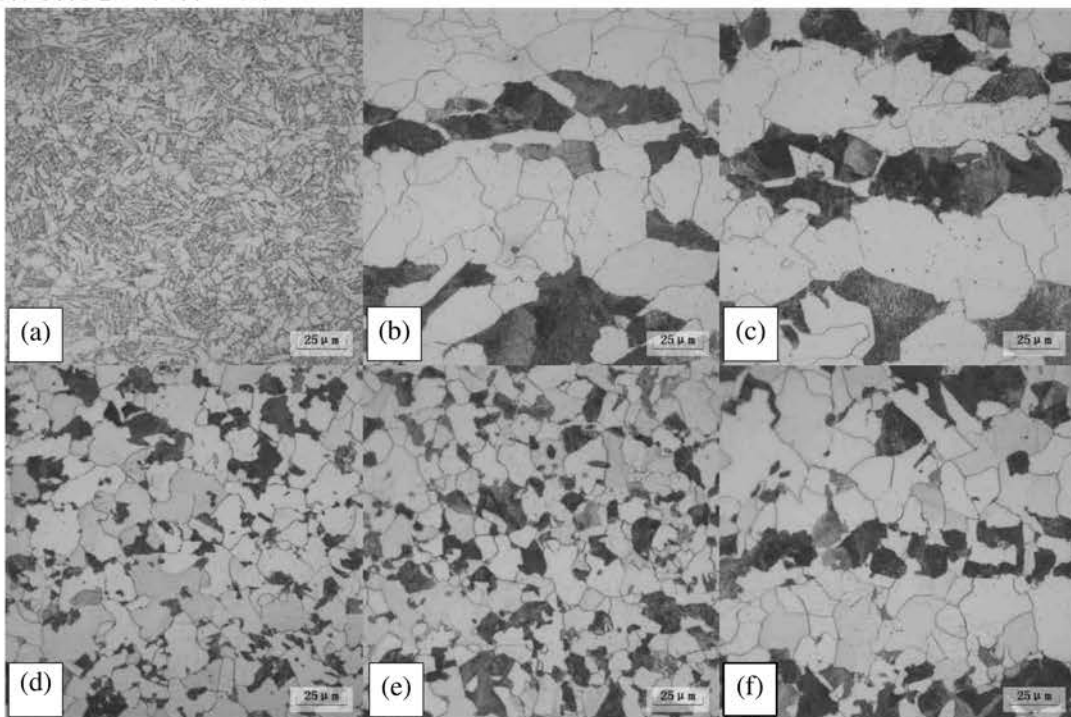


图4 钢板 9882 金相组织

### 3.2 轧态与正火态晶粒度的比较

钢板 9885 及 9882 正火与轧态组织晶粒度评级如表 3 所示。钢板 9885 正火后 1/4 处晶粒度由 8.5 级提高到 10 级, 心部晶粒度由 8 级提高到 10.5 级; 钢板 9882 正火后 1/4 处组织晶粒度由 7.5 级提高到 9.5 级, 心部晶粒度由 7 级提高到 9 级; 正火后特厚钢板 1/4 处和 1/2 晶粒较轧态明显细化。晶粒越细, 同一体积内, 晶界所占的比例越大, 晶界两边晶粒取向不同, 滑移很难直接从一个晶粒直接传播到有取向差异的另一个晶粒上<sup>[5]</sup>。所以为了使临近晶粒也发生滑移就必须加大外力, 这是 1/4 处和心部屈服强度提高的主要原因。

表 3 钢板 9885 和 9882 组织晶粒度

板号	钢种	位置	晶粒度/级	
			轧态	正火
9885	Q345D	1/4处	8.5	10
		1/2处	8	10.5
9882	Q345B	1/4处	7.5	9.5
		1/2处	7	9

## 4 结论

(1) 125~150mm 钢板正火后表面组织由贝氏体和铁素体转变成铁素体和珠光体; 1/4 处和 1/2 处组织为铁素体和珠光体, 晶粒明显细化, 晶粒度显著提高。

(2) 125~150mm 钢板正火后, 表面屈服强度及抗拉强度明显降低, 1/4 处及心部屈服强度明显提高, 抗拉强度有所降低; 0℃ 及 -20℃ 冲击韧性显著改善。

### 参考文献

- [1] 大型特厚板用扁钢锭的研制. 宝钢技术, 2007, (4): 45~48.
- [2] 厚钢板坯料生产制备方法的研究. 宽厚板, 2009, 15 (3): 40~43.
- [3] 马朝辉, 屈朝霞, 王海涛. 100mm 厚高层建筑用 Q345GJD 特厚板的焊接性能研究[J]. 钢结构, 2009, 24 (1): 54~57.
- [4] 王国栋. 认清形势, 自主创新, 调整结构, 保持增长——论轧钢行业 2009 年的任务[J]. 轧钢, 2009, 26 (1): 1~5.
- [5] 王有铭, 李曼云, 韦光等. 钢材的控制轧制和控制冷却[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2008: 20~26.