

20g(Ti)锅炉板生产工艺研究

刘佩明, 崔风平

(济南钢铁集团总公司, 山东 济南 250101)

摘要: 在生产20g(Ti)、410A、410B过程中, 通过冶炼成分的优化, 钢水净化, 控制开轧温度、终轧温度及过程变形温度, 细化晶粒、改善钢板组织, 解决了锅炉板冲击韧性和时效问题, 提高了锅炉板合格率。

关键词: 锅炉板; 成分优化; 精炼; 保护浇注; 轧制温度

中图分类号: TG142.41 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2001)03-0044-03

Production Process Research on Boiler Steel Plate 20g(Ti)

LIU Pei-ming, CUI Feng-ping

(Jinan Iron and Steel Group, Jinan 250101, China)

Abstract: In the production of 20g(Ti)、410A、410B, the problems of impact toughness and strain aging toughness were resolved by optimizing chemical composition, purification of molten steel, temperature control of the start, final rolling and reduction course, refining the grain size and improving the microstructure of plate. The qualification rate of boiler plate was increased.

Key words: boiler steel plate; optimization of composition; refine; protecting casting; rolling temperature

20g(Ti)锅炉板具有优良的机械工艺性能及良好的焊接性能, 已成为锅炉制造业需求量最多的钢材品种, 被广泛地应用于中低压锅炉及辅助产品的制造。近年来, 随着我国造船行业的迅速发展, 造船规模的扩大, 船用锅炉的用量也呈大幅度增长的趋势, 从而进一步扩大了锅炉用钢板的用量。我国每年锅炉板的用量在50万t左右, 山东省锅炉生产行业的用量调查情况表明, 用量每年都在5万t左右, 并呈增长趋势, 因此市场前景良好。

1 20g(Ti)生产工艺路线

20g(Ti)锅炉板是一种综合力学性能要求较高, 钢质较为纯净、熔炼成分的构成及微合金化元素对各性能影响较为敏感的钢种。因此20g(Ti)生产工艺关键在于优化熔炼成分, 降低钢中的夹杂物总量, 选用合适的微合金化元素, 采用控制轧制, 提高板面质量, 稳定时效冲击等技术的应用。20g的技术路线为: 优质铁水→净化处理→成分优化与钢质净化的冶炼→钢水的微合金化与精炼→保护浇注→优质板坯→控制加热→控温轧制→板型和板厚控制→控制冷却→产品。

2 20g(Ti)锅炉板冶炼

2.1 冶炼及精炼工艺

济南钢铁集团总公司(简称济钢)20g的开发十几年前就进行过, 但限于当时的工艺设备装备水平, 钢板性能不稳定, 常有冷弯及时效性能不合的问题出现。现在着重针对冷弯及时效性能改善、低温冲击韧性保

证方面采取以下措施：(1)调整内控成分，提高锰含量下限到0.65%。(2)采用喂线、调温、吹氩“三位一体”的精炼操作。(3)严格控制浇注温度。(4)微合金化元素Ti的含量由0.003%提高到0.008%以上。(5)采用全程保护浇注工艺，减少N的吸收。

2.2 提高钢水纯净度

在现有条件下，提高钢水纯净度，有两个关键的地方，首先是炉前冶炼操作的强化控制，即采用优化设计的氧枪喷头及音频控制造渣技术，加上炼钢工的经验辅助，在确保脱S、P的前提下，尽可能减少钢中含氧量；出钢过程采用挡渣球+挡渣帽双挡渣工艺，减少转炉渣进入钢包，同时加入具有脱S作用的钢包覆盖剂和钢水净化剂。另外，在炉后精炼工序采用底吹氩强制搅拌措施与喂线工艺结合确保钢水中的夹杂物上浮，加强钢包中渣钢界面的反应，进一步脱除S、P，降低钢中氧含量并改善夹杂物的形态，提高钢水纯净度。

2.3 调整钢的内控成分

根据国家标准规定，在冶炼20g(Ti)钢时，制定了内控成分，首先碳在不变(0.12%~0.20%)的情况下，提高了锰的下限成分，由此使钢的强度等性能指标在充分保证的前提下，韧性有所提高，同时由于纯净度提高，使冷弯性能大大改善，也使钢板的焊接性能得到保证。通过增加Ti含量，改变了N在钢中的形态，形成了TiN化合物，提高了钢的时效性。20g(Ti)钢的冶炼内控成分见表1。

表1 20g(Ti)钢的冶炼内控成分及标准规定 %

元素	C	Mn	Si	P	S	Ti
内控	0.12~0.20	0.65~0.90	0.15~0.30	≤0.030	≤0.030	≥0.008
GB713-1997	≤0.20	0.50~0.90	0.15~0.30	≤0.035	≤0.035	
CCS96规范	≤0.20	0.50~1.30	0.10~0.35	≤0.040	≤0.040	

2.4 钢包烘烤

采用钢包在线烘烤措施，确保红包出钢，实现较低出钢温度，减少过程温降。由此控制钢中氧含量与夹杂物总量，使其保持较低水平。目前控制出钢温度为1640~1660℃，精炼后的温度控制在1580~1600℃。

2.5 终点碳含量的确定

钢液中[N]含量与终点含碳量有密切关系，碳含量低于0.08%时，钢中[N]含量急剧增加，即使加入Ti也难以保其上浮，而终点碳高于0.10%后，[N]含量也随之增长。综合考虑终点碳对合金回收率、消耗等的影响确定将终点碳控制在0.08%~0.14%之间。

2.6 保护渣的选用

采用新研制的保护渣，这种渣具有较强的温度适应范围，吸附夹杂性能好，物化性能稳定。

2.7 保护浇铸

采用大包长水口+氩气密闭式保护浇铸及结晶器侵入式水口+保护渣保护浇铸法，防止钢水二次氧化、防止过程中吸收[N]。中间包采用耐腐蚀性强、寿命长的MgO质涂料涂抹内衬，减少浇铸过程中耐材侵蚀物对钢水的二次污染。

2.8 试制效果

以上措施确保了试制工作的全面成功，钢的成分稳定，纯净度有明显的提高，铸坯表面无缺陷，内在质量好。轧制后各项性能均达到设计目标。

3 20g(Ti)板的轧制工艺

3.1 坯料与成品的合理匹配

在轧制工艺的制定和技术措施上，充分结合炼钢厂铸机台数多，坯料规格多，可灵活进行组坯轧制的特点，在满足压缩比的条件下，实现了轧制道次的优化，减少了控轧时间对产量影响的不利条件，合理的制定了既能确保钢板性能要求，又不影响轧机能力发挥的坯料配置。主要成品尺寸与坯料尺寸的对照见表2。

表2 成品尺寸与坯料尺寸对照表

坯 料		成 品	
规格/mm	重量/t	规格/mm	重量/t
180×1050×1140	1.68	16×1800×6000/8000	1.35
200×1250×1250	2.39	18×1800×8000	2.04
200×1250×1390	2.7	20×1800×8000	2.24

3.2 温度制度的制定

在制定本钢种的温度制度时，根据三、四辊轧机的能力、轧制的成品尺寸、轧制节奏、温降等情况和控轧控冷对开终轧温度的要求，确定了温度制度如表3所示。在进行轧制温度的控制时，根据来料厚度规格、化学成分、成品尺寸等具体情况采取了多种温度的控制。如在轧制过程中，轧制钢板厚度16~20规格、碳当量在0.23%~0.35%时，温度控制在中下限。

表3 20g轧制过程的温度制度%

温度	1120~1170	1100~1130	890~930	820~850	800~830
位置	加热炉	三辊轧机	四辊轧机	四辊终轧	四辊终轧
备注	3.0~3.2h	开轧温度	开轧温度	Cd>0.35	Cd≥0.23

注：(1)终轧温度的控制是指在最后2~3个道次。(2)为了保证终轧温度，钢板可以在四辊轧机后的辊道上游动降温。

3.3 压下规程制度的制定

从济钢低合金和专用板轧制近年来的生产经验来看，23%~27%的道次压下率，对改善钢板的机械性能是最佳的。道次压下率在13%~25%时，如果奥氏体转变温度及终轧温度控制适当，也能得到满意的组织和韧性。由于20g的锰含量较高，在不同温度区间内轧制时，变形抗力的变化是比较明显的。因此，在高温粗轧和低温精轧时的压下量差别较大，原则上以性能要求和板型控制要求为主，并参照上述要求的压下率，进行压下规程的确定。

3.4 三辊压下规程的制定

在轧制中，将三辊轧机的累计变形率控制在70%~75%，充分利用高温阶段进行大的累计变形，这样使原始晶粒得到充分破碎，并使中间坯可以达到使四辊轧机有40%~50%的压下率的厚度要求（中间坯厚度控制为成品厚度的2~3倍），较好地发挥了三辊轧机的能力。由于三辊轧机实现控轧要求时，能力不足，要满足控轧时的大压下量，有一定的困难。为此，根据来料的规格和中间坯厚度要求，采取了纵—角—横轧方式的合理运用，并利用了三辊轧机温度较高的有利条件，这样不仅满足了板型的控制，而且避免了在压下量增加的同时，轧制能力和轧制力矩的大幅度的上升。

3.5 四辊压下规程的制定

在四辊轧机轧制时，继续在大于900℃的温度阶段时采用23%~27%较大压下率，以进一步细化晶粒，降低恢复再结晶的速度。在接近850℃的温度精轧阶段，采用15%~20%的压下率，终轧道次压下率控制在12%左右。这样不仅满足了细化晶粒的最小变形要求，保证了晶粒细化，而且充分发挥了钢的微合金化作用，并较好地满足了板型控制要求。

4 控轧对钢板性能的提高

三辊、四辊轧机压下规程的合理制定与温度的合理制定使20g板在现有轧机能力的条件下，较好地满足了控轧要求。即三辊轧机轧制温度在高温奥氏体再结晶区，四辊轧机轧制温度在低温奥氏体区（再结晶区），从而使钢板的组织结构得到明显的改善，晶粒得到充分的细化。从图1中的金相组织和晶粒度的对比照片中可以清楚地看到这一点。20℃CV型冲击值抽验的性能合格率也达到了98.78%，Ak平均值达到68.53J，有效地提高了钢板的冲击性能。其他性能合格率也得到了提高。与有关标准规定指标对比见表4。



a

b

图1控制轧制前后金相组织对比×100

a 控制轧制前的金相组织

b 控制轧制后的金相组织

表4 济钢20g钢板力学性能与标准和其他实物对比

标准	钢板厚度/mm	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服点 σ_s /MPa 不小于	伸长率 δ_5 /% 不小于	常温冲击功 Ak _v /J	时效冲击功 Ak _u /J
GB713-1997	6~16	400~530	245	26	27.0	29.0
	16~25	400~520	245	25		
DIN17155-83	<16	410~530	235	24		
	16~40		235			
JIS3101-87		450~590	245	19(A号)		
				23		
国内某厂	16~25	440~500	265	30.55	59.6	34.0
济钢	19~20	440~490	274	33.16	66.5	35.0

5 结束语

对1998~1999年间的情况进行分析和总结，在这期间共生产钢板16249t，经质量检测，产品质量完全符合GB713-1997标准规定，其主要性能技术指标达到了国内先进水平，并得到了用户好评。

[返回上页](#)