

大型钢锭生产工艺技术研究

窦立英

欧冶链金再生资源有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v3i5.883

[摘要] 目前中国国内大型合金钢钢锭产品主要应用在电力、船舶、冶金、石化等相关产业的重大装备制造上,十三五期间国家为加快发展先进制造业,提高重大装备国产化水平,积极鼓励发展大型、精密、专用制造件的技术开发,制造业的发展带动了市场对大型钢锭产品的需求。目前大型钢锭的生产分为上注法和下注法,上注法工艺需配备大型真空炉设备进行浇铸,工艺复杂,钢锭产品质量控制难度大。下注法工艺生产的大型钢锭工艺简单,但在钢锭质量控制方面难度大,钢锭质量难以得到保障。因此开展对大型钢锭的冶炼和浇铸工艺研究很有必要。

[关键词] 大型合金钢锭; 工艺; 质量控制

中图分类号: S220.6 **文献标识码:** A

大型钢锭内部质量控制,由于浇铸钢锭量级本身的存在,控制难度较大,其对钢水成分控制、低气体含量及夹杂物等级控制,钢锭疏松、偏析低等,尤其是对氢含量要求极为严格。国内大多数大型钢锭在生产过程结束后需红送,大型钢锭加工成大型工件后在机械性能方面的要求主要是高的抗接触疲劳强度和抗剥落性;足够的硬度和耐磨性;足够的硬化层和过渡层深度;良好的冶金质量保证工件的使用可靠性。围绕上述机械性能要求,马钢公司开展了对大型合金钢锭生产技术研究工作。

1 关键技术要求

1.1 熔炼化学成分要求

钢的熔炼化学成分取样及测定:钢液浇注过程中,使用取样器在注流取样,使用真空直读光谱仪测定钢中化学成分。具体见表1、表2。

1.2 气体含量要求

钢锭气体含量要求见表3。其中钢锭中氢含量是在浇铸过程中从锭模内使用真空管抽取试样后立即放置到专业配比液体容器内冷却保持,后使用定氢仪测定的结果。

钢锭中T.O、[N]含量是在浇铸末期,使用取样器在注流中取样,使用氧氮分析仪进行测定的结果。

表1 大型合金钢锭熔炼客户要求化学成分要求, wt %

项目		C	Si	Mn	Cr	Mo	V
CrMo 合金钢 锭	目标成分	0.50	0.37	0.27	5.12	0.53	0.06
	控制范围	0.47-0.53	0.29-0.45	0.23-0.41	5.00-5.24	0.49-0.57	0.05-0.09
+/-		0.03	0.08	0.04	0.12	0.04	+0.03/-0.01

表2 钢中残余元素控制要求, max wt %

P	S	Cu	Ni	Al	W	Co	Pb	B	Ti	Sn
0.015	0.012	0.20	0.30	0.02	0.05	0.10	0.05	0.0003	0.002	0.05

表3 钢锭气体含量要求, ppm

[H]	[N]	T. O
≤1.5	≤100	≤30

1.3 夹杂物控制要求

夹杂物控制要求:使用ASTM E45规范要求进行取样检测:夹杂物(细系)控制要求见表4。

表4 非金属夹杂物级别要求(max, 级)

A(硫化物)	B(氧化铝)	C(硅酸盐)	D(球状氧化物)
≤0.5	≤0	≤0.5	≤1.0

1.4 钢锭质量控制要求

钢锭表面质量要求,不允许存在任何影响进一步锻造加工的缺陷存在,钢锭内部要求无缩孔、小的疏松区、低的成分偏析。因此,对铸锭的浇铸温度、浇

铸方式、锭型尺寸等提出较高要求。

2 大型合金钢锭生产设计

2.1 产品质量控制方面工艺设计

2.1.1 氢气体控制是大型合金钢锭的重要质量指标,氢一般要求控制在1.5ppm,主要控制点在冶炼和浇注工序,采用真空脱气处理,如无真空铸锭设备,需采用保护浇注措施。

2.1.2 钢中气体及夹杂物控制是影响钢锭质量及性能的关键,A1203类夹杂是目前国内大型工件失效的一个主要因素,因此国内外大型工件用钢基本采用Ca、Si等的无铝脱氧工艺,避免A1203夹杂物。

2.1.3 钢锭内部质量控制,重点是中

心疏松区的大小及缩孔的控制, 主要手段是通过控制浇铸温度、速度, 浇铸方式、钢锭模的优化设计等控制。

2.2 大型合金钢锭生产工艺流程设计

75tEAF熔炼→出钢→出钢过程钢流真空脱气→吹氩搅拌→浇铸(真空浇铸)→脱锭→钢锭红送入炉。

生产工艺简要描述如下:

(1) 炉料: 钢铁料全废钢。

(2) 冶炼: 冶炼总周期1小时、精炼期1小时。

(3) 脱氧方式: 无铝脱氧、Si质材料脱氧。

(4) 造渣材料: 石灰、白云石、萤石、硅质材料。

(5) 出钢: 出钢方式炉体倾动出钢, 过程无保护。

(6) 真空脱气: VD炉真空脱气处理。过程真空度达0.5毛以下, 脱气时间约为15分钟, 真空过程底部吹氩。

①浇铸: 采用上注法。特点是在正空状态下进行浇铸, 控制钢中气体含量对钢锭质量影响, 浇铸示意图如下。



图1 浇铸

②脱锭: 钢锭保温一定时间后, 进行钢锭脱锭, 采用行车吊挂、倒置, 即顺利

完成脱锭操作。脱锭后的钢锭呈暗红色, 表面温度在700℃左右。



图2 脱锭

3 支大型钢锭生产技术难点分析

3.1 冶炼工艺中的技术难点

3.1.1 [P]含量的问题, 采用现行电炉冶炼工艺, 可以满足钢中[P]含量控制, 初炼钢水中[P]必须控制在0.010%以下。

3.1.2 气体含量, 尤其是[H]含量是控制的难点, 针对马鞍山的地域和气候条件, 长年空气湿度较大的特点, 以及蒸汽等工辅条件的保供问题, 均给钢水脱气效果带来一定影响, 双真空处理保障对氢含量的控制, 浇铸过程采取取样, 特殊装备保存, 送检, 提前预知钢液中氢含量。

3.1.3 夹杂物控制技术, 尤其是B类夹杂控制技术对各生产线均是一个非常不确定的环节。大型钢锭对B类夹杂的要求非常苛刻, 采用无铝脱氧工艺, 而LF精炼后由于采用VD脱气, 相对RH处理时钢水要与真空室耐材接触, 且炉渣裸露于空气中, 造成LF精炼后钢水的二次污染和顶渣的还原性变弱, 严重削弱了LF炉的精炼效果, 这是RH工艺与VD工艺相比的弱点。因此工艺设计采用了VD工艺录像。

3.1.4 钢包耐材对夹杂物的控制极为不利, 生产必须使用专用钢包。

4 铸锭过程中的技术难点

大型钢锭浇铸是重型机械生产企业所面临的共同问题, 目前马钢公司所生产的最大钢锭为116t, 从铸锭技术发展和技术调研看, 大型钢锭控制技术与小型钢锭浇铸技术有着本质的区别。其重点要解决的问题是:

● 钢锭模、浇铸系统设计问题

● 钢锭模制作技术、质量问题

● 浇铸方式的科学选择(上注、下注, 是否采用注流保护)

● 浇铸工艺(铸温、铸速控制等)

● 浇铸用原辅材料

大型钢锭浇铸技术仍然是大型钢锭产品的技术难点, 多支钢锭同时浇铸是行业的空白, 浇铸系统实现多钢锭浇铸以及其质量控制的难点巨大, 必须尽快进行相应技术研究。

5 结束语

随着国内经济的迅猛发展, 大型机械制造需求也与日俱增, 由此更凸显对原材料的生产工艺的技术研究的重要性。当即国际形势复杂, 拥有独立的技术和知识产权对冶金、制造行业以及国家都有具有十分重要的意义。

[参考文献]

[1] 王兆达. 电弧炉炼钢工艺与设备[M]. (第二版), 2001.

[2] 沈才芳, 孙社成. 电弧炉炼钢工艺与设备[M]. 冶金工业出版社, 2001.

[3] 中国机械工程学会. 中国模具设计大典. 铸造工艺装备与压铸膜设计[M]. 江西科学技术出版社, 2003.