维普资讯 http://www.cqvip.com

·国外冶金技术·

国外高强度耐磨钢生产概述

罗丽军
(舞阳钢铁有限责任公司)

摘 要 随着科学技术和现代工业的高速发展,机械制造厂商更多地采用高强度耐磨钢板来减少工件磨损带来的经济损失,导致高强度耐磨钢板的需求量增长迅速,我国HB400以上强度级别耐磨钢还主要依赖进口。本文简要介绍了国外生产高强度耐磨钢的概况,以及耐磨钢的产品性能。

关键词 高强度 耐磨钢 概况

Overview of High Strength Wear Resistant Steel Production Abroad

Luo Lijun
(Wuyang Iron and Steel Co. Ltd)

Abstract With high speed development of technology and modern industry, manufacturers are more likely to use high strength wear resistant steel plate so as to reduce the economic lost brought by part wear. Thus the demand on high strength wear resistant plate rapidly increases. Our country still mainly relies on import for wear resistant steel plate of strength grade HB400 and above. The paper briefly introduces the general situation of high strength wear resistant steel plate by manufacturers abroad and the properties of wear resistant steel products.

Keywords High strength, Wear resistant steel, General situation

0 前言

高强度耐磨钢板广泛应用于车辆、船舶、矿山设备、工程机械及水泥设备等方面,耐磨板强度一般>1 000 MPa,国外该种类的板材都在调质状态下供货,具有高强度、良好的塑性和韧性。

当前国外生产耐磨钢板的著名厂家有:瑞典奥克隆德生产的HARDOX系列,硬度达HB400、HB500、HB550和HB600;德国迪林根的400V和500V;德国蒂森克虏伯的XAR400、XAR450、XAR500;日本的JFE-EH360、EH400和EH500等。国内能生产高强度耐磨钢的厂家主要有舞钢、鞍钢、武钢、宝钢、南钢等。目前为止,我国耐磨钢产品强度级别、性能与国外产品相比都还有不小差距。

1 瑞钢奥隆公司HARDOX悍达系列耐磨钢

瑞典钢铁奥克隆德有限公司,是SSAB瑞典钢铁集团的成员之一,拥有全球领先的淬火和回火高端技术,是世界最大的耐磨钢板和超高强度钢板制造商,在世界淬火中厚钢板市场中占据60%的市场份额,年产钢坯150万t,钢板60万t,可以生产厚度为3~155 mm、宽度达3 500 mm的钢板,其生产的钢板90%出口,60%的产品销售到欧洲其他国家,另外北美占12%,亚洲占9%。瑞钢奥隆的产品30%用于工程机械,30%用于矿山机械。

瑞钢奥隆拥有世界最先进的四辊轧钢机,轧机等级为1×10^5 kN。同时拥有世界最先进的高自动化淬火线,可以进行热处理、矫平、涂层、搬运等工序。其生产的钢板沿厚度方向性能的均一性得益于轧钢时钢坯厚度的大量降低,晶粒大小控制得益于轧钢时对钢坯厚度和温度的精准控制。

HARDOX悍达耐磨钢板按硬度等级分为:HARDOX悍达400、450、500、550、600和HiTuf。

HARDOX悍达400和450是多用途的耐磨板,由于其高韧性、良好的弯曲和焊接性能,在一些应用中也可用作承载用途。HARDOX悍达500是一种可弯曲和焊接的耐磨板,可应用于对耐磨性能要求更高的领域。HARDOX悍达550是一种平均硬度为550HB的耐磨钢板,其韧性与

维普资讯 http://www.cqvip.com

HARDOX 悍达 500 相同，被应用于高磨损的场合，其主要针对使用高锰钢铸件或布氏硬度为500的耐磨钢板的用户和制造商。当从 HARDOX 悍达500钢板升级到该产品时，在布氏硬度上提高了50个单位，在不损失钢板韧性的情况下延长了耐磨寿命；HARDOX 悍达600是世界上最硬的耐磨钢板，硬度值达到600HB。

2007年，德国 BAUMA2007 展览会上，瑞钢奥隆展示了其目前世界上最硬的淬火和回火钢板 HARDOX 悍达 Extreme 耐磨钢板，其硬度达到700HB。HARDOX 悍达 Extreme 钢板可以在面临极严重磨损的耐磨结构件中起到重要的作用，比如在矿山、水泥及砖模具生产行业的应用。

2　德国蒂森克虏伯 XAR 系列耐磨钢

德国蒂森克虏伯钢铁公司（简称 TKS），从20世纪60年代中期开始生产的具有高耐磨性能的特殊结构钢板，经淬火或淬火加回火热处理，具有致密的马氏体或马氏体－贝氏体显微结构。生产的钢板厚度最大可达100 mm。

除传统的 XAR 400、450、500 级别外，TKS 还成功地开发了三种新级别用于中低磨损环境的 XAR 300 正火钢、更高温度使用的 XAR 400W 和满足更高磨损要求的超硬级 XAR 600。这样，可供选择的钢板硬度覆盖范围可达 300～600HB，几乎对任何使用环境均都提供适当的解决方案。所有级别中，最常用的是 XAR 400，硬度值为 400 HB，其使用寿命可达传统结构钢板的5倍左右。

XAR 耐磨钢化学成分见表1。可供厚度及交货状态见表2。

XAR 钢具有细晶粒显微组织。钢中通过加 Al，有时加 Ti 或 Nb，吸收氮形成氮化物。XAR 450 还可含有不超过 0.30% 的 Cu，而 XAR 500/600 允许有 1.5% 以下的 Ni。

表1　XAR 系列耐磨钢的化学成分/%

XAR	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	B	CET 典型值
300	≤0.21	≤0.65	≤1.50	≤0.025	≤0.025	≤1.20	≤0.30	≤0.005	0.36～0.44
400	≤0.20	≤0.80	≤1.50	≤0.025	≤0.010	≤1.00	≤0.50	≤0.005	0.26～0.40
400W	≤0.26	≤0.80	≤1.30	≤0.025	≤0.025	≤1.20	≤0.60	≤0.005	0.38～0.44
450	≤0.22	≤0.80	≤1.50	≤0.025	≤0.012	≤1.30	≤0.50	≤0.005	0.27～0.44
500	≤0.28	≤0.80	≤1.50	≤0.025	≤0.010	≤1.00	≤0.50	≤0.005	0.38～0.50
600	≤0.40	≤0.80	≤1.50	≤0.025	≤0.010	≤1.50	≤0.50	≤0.005	0.51～0.57

注：CET/% = C + (Mn + Mo)/10 + (Cr + Cu)/20 + Ni/40，其大小根据板厚进行调整。

表2　可供厚度及交货状态

XAR	可供厚度/mm	室温硬度/HB	交货状态
300	6～50	270～340	正火
400	3～100	360～440	淬火(+回火)
400W	4～40	360～430	淬火(+回火)
450	3～100	410～490	淬火(+回火)
500	3～100	450～530	淬火(+回火)
600	6～40	>550	淬火(+回火)

3　德国迪林根 DILLIDUR 系列耐磨钢板

DILLIDUR 系列耐磨钢板根据其生产工艺和硬度值不同分为数个级别，分别满足不同的使用要求。其中，DILLIDUR 400V、500V 两个级别的综合性能更为突出。

DILLIDUR 400V 耐磨钢出厂交货平均硬度达400 HB，在高磨损环境中得到了成功的应用，同时它还具有优良的可加工性能，尤其焊接性能。DILLIDUR 400V 可应用于装载机、挖掘机、自卸车、传送设备、卡车、刀口和破断刀具、废物清理和回收设备等等。供货尺寸可达6～150 mm。

DILLIDUR 500V 耐磨钢出厂交货平均硬度达500 HB。可供厚度为8～100 mm。

DILLIDUR 耐磨钢化学成分、机械性能见表3、表4。

表3　DILLIDUR 耐磨钢化学成分/%

DILLIDUR	C	Si	Mn	P	S
400V	≤0.20	≤0.50	≤1.80	≤0.025	≤0.010
500V	≤0.30	≤0.50	≤1.60	≤0.025	≤0.010

表4　DILLIDUR 耐磨钢机械性能

DILLIDUR	平均硬度/HB	抗拉强度/MPa	屈服点/MPa	延伸率/%	冲击值/J	碳当量/%	弯曲半径
400V	400	1 300	1 000	12	50	0.36	3t
500V	500	1 650	1 300	8	25	0.51	7t

维普资讯 http://www.cqvip.com

4 日本JFE EVERHARD系列耐磨钢板

日本JFE钢铁公司从上世纪50年代中期开始生产和销售JFE EVERHARD系列耐磨钢板，除传统级别外，JFE钢铁公司还成功研发了超级耐磨钢EH－SP，其耐磨性能已超过布氏硬度500级的钢板，以及具有优异韧性的EH360LE和EH500LE钢板。

4.1 品种繁多

JFE耐磨钢板共有11个级别可供选用：标准系列5个，合金系列3个，超耐磨级1个，高韧性360级1个，以及高韧性500级1个。以上产品品种齐全，可满足不同领域的应用要求。

4.2 标准系列

该系列各级别主要侧重硬度指标。化学成分相对简单，添加了B，而对其它合金元素的含量有所限制。

4.3 合金系列

该系列的合金含量高于标准系列。钢板最厚可达100 mm，并能保证硬度。同时对低温韧性也予以一定的考虑。

4.4 超耐磨级EH－SP

客户常常要求能提供一种寿命更加持久的耐磨钢板，以降低其运营综合成本。但以前还很难有一种能在不影响焊接和成型性能的前提下，表现比普通500级更好的钢板。而JFE的超级耐磨钢板EH－SP成功地做到了这一点。

4.5 高韧性耐磨钢板

通常在－40 ℃下，耐磨钢板的韧性难以得到保证。而JFE已成功开发出EH360LE和EH500LE，可保证在－40 ℃下的韧性。对韧性要求在低温和强冲击使用条件下时，它们是最适合的选择。同时EH360LE和EH500LE还具有良好的防焊裂能力，可保证焊缝的质量和安全性。

4.6 JFE EVERHARD可供厚度及化学成分见表5。

表5 JFE EVERHARD钢可供厚度及化学成分/%

类型	级别	可供厚度/mm	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ti	B
标准系	JFE－EH320	6～50	≤0.20	≤0.55	≤1.60	≤0.030	≤0.030	≤0.40			0.005～0.020	≤0.004
	JFE－EH360		≤0.20					≤0.40				
	JFE－EH400		≤0.25					≤0.40				
	JFE－EH450		≤0.35					≤0.40				
	JFE－EH500		≤0.35					≤0.80				
合金系	JFE－EH360A	6～100	≤0.20	≤0.55	≤1.60	≤0.030	≤0.030	0.40～1.20	0.10～0.50	≤0.10	≤0.020	≤0.004
	JFE－EH400A		≤0.25									
	JFE－EH500A		≤0.35									
	JFE－EH－SP	6～65	≤0.35	≤0.55	≤1.60	≤0.030	≤0.030	0.50～1.50				
	JFE－EH360LE	6～19 19～32	≤0.17	≤0.55	≤1.60	≤0.020	≤0.010	≤0.40	≤0.35		≤0.020	≤0.004
	JFE－EH500LE	6～19 19～32	≤0.29	≤0.55	≤1.60	≤0.020	≤0.010	≤0.40	≤0.35		≤0.020	≤0.004

5 结束语

近年来，我国耐磨钢领域的技术发展取得了长足进步，宝钢、武钢、鞍钢、舞钢、南钢等中厚板厂均能够生产HB400强度级别以下的耐磨钢，但HB400以上强度级别耐磨钢还主要依赖进口，舞钢已能生产HB500的耐磨钢。随着国内一批高刚度厚板轧机投入生产，多条调质线的建设及设备改造，为生产更高强度级别调质耐磨钢提供了条件。可以预知，高强度耐磨钢市场竞争必将愈来愈激烈，我国耐磨钢领域的技术开发必将缩小与国外的差距。

参考文献

1 李梅广. 调质工艺在中厚板产品开发方面的应用探讨. 山东冶金，2007，6.

2 汪芙蓉. 淬火中厚钢板市场的领导者－访瑞钢奥隆. 建筑机械，2007，6.

罗丽军，男，2004年毕业于洛阳工学院科技信息专业，助理工程师。

收稿日期：2008－03－19