

大直径直缝埋弧焊管行业现状与展望

魏伟荣¹, 荆松龙², 杨专钊^{3,4}, 吴金辉^{3,4}

(1.中海石油(中国)有限公司深圳分公司,广东 深圳 518067;

2.中国石油物资上海公司,上海 201103;

3.中国石油集团石油管工程技术研究院,西安 710065;

4.北京隆盛泰科石油管科技有限公司,北京 100101)

摘 要: 介绍了目前国内外大直径直缝埋弧焊管的发展概况,并对大直径直缝埋弧焊管产业市场需求现状进行了分析与预测。重点分析了 X70 级和 X80 级直缝埋弧焊管在国内的应用现状,以及我国 X100 级直缝埋弧焊管等新产品的研发情况,并对国内外大直径直缝埋弧焊管制造企业的供应能力进行了探讨。最后指出,我国直缝埋弧焊管行业将面临供大于求的局面,没有稳定可靠的板材来源是制约国内直缝埋弧焊管生产经营的瓶颈。

关键词: 大直径直缝埋弧焊管; JCOE 工艺; UOE 工艺; 市场预测

中图分类号: TG335.75

文献标志码: A

文章编号: 1001-3938(2012)04-0005-05

Industry Status and Prospect of the Large Diameter SAWL Pipe

WEI Wei-rong¹, JING Song-long², YANG Zhuan-zhao^{3,4}, WU Jin-hui^{3,4}

(1.Shenzhen Branch, China National Offshore Oil Corporation, Shenzhen 518067, China;

2.CNPC Materials Company Shanghai Branch, Shanghai 201103, China;

3.CNPC Tubular Goods Research Institute, Xi'an 710065, China;

4.Beijing Longshine Oil Tubular Technology Co., Ltd., Beijing 100101, China)

Abstract: In this article, it introduced the general situation of development for large diameter SAWL pipe at home and aboard, analyzed and predicted market demand status. It emphatically analyzed the application status of X70 and X80 SAWL pipes at China domestic, the research and development situations of X100 SAWL pipe and other new products in China, and discussed the supply capacity of large diameter SAWL pipe at home and aboard. In the end, it pointed out that oversupply and without stable reliable steel plate source are the bottleneck of SAWL pipe production operation.

Key words: large diameter SAWL pipe; JCOE process; UOE process; market prediction

0 前 言

直缝埋弧焊管在中国油气输送工程的应用相对于其他种类钢管较晚,但起步迅速,成绩显著。大直径直缝埋弧焊管主要承担海洋及陆地油气、煤及矿浆等介质的管道输送,主要适用于 3 级地区和 4 级地区。此外,大直径直缝埋弧焊管还用作高强度桩管、压力容器柱体制造和弯管制造等。

1 国内外大直径直缝埋弧焊管发展概况

德国 EUROPIPE(原国际著名的曼内斯曼)公司、日本住友、日本 JFE、新日铁和印度 WEL-SPVN 制管公司,都有其独到的制管技术,皆为国际制管业的精英,以技术精湛、高度集中的自动化、管理先进高效等特点独占一方。

国内现有大直径直缝埋弧焊管生产线 10 多条,主要是 UOE 和 JCOE 生产线。生产企业主

要有宝山钢铁集团、中油宝世顺(秦皇岛)钢管有限公司、巨龙钢管公司和番禺珠江钢管有限公司等。UOE 生产线设备投资大,技术要求高,国内为数不多,只有 3 条;而 JCOE 生产线,相对工艺简单,设备投资小,被国内大多直缝埋弧焊管生产企业采用,大约占国内直缝埋弧焊管生产线总数的 80%。

2 我国大直径直缝埋弧焊管产业技术发展分析

2.1 X70 级钢管应用情况

长期以来,我国油气长输管线的应用一直采取在 1 级地区使用螺旋焊管,在 2 级、3 级和 4 级地区使用直缝埋弧焊管的方针。这是因为与螺旋焊管相比,直缝埋弧焊管的成型和焊接是分开进行的,焊接作业不受成型工序的制约,而且在内焊之前增加了预焊,焊接在平面位置进行,焊缝外形轮廓比较理想,后续无损探伤容易实现自动化,焊后全管冷扩径,残余应力的消除效果较好,焊缝的综合质量容易保证。并且,直缝埋弧焊管适应钢管的壁厚范围较宽,X70 级钢管的壁厚最大可达到 27 mm。一般在管线建设中,穿越段、重要地段以及海底管线都选用直缝埋弧焊管。例如,西气东输管线直径大,压力高,以至于在 2 级、3 级和 4 级地区都使用直缝埋弧焊管,使直缝埋弧焊管的用量大大增加,超过了螺旋焊管的用量,这使直缝埋弧焊管国产化的要求更加迫切。

在西气东输建设过程中,科技人员解决了高钢级管线钢专有技术、大壁厚管道焊接技术和复杂地质大直径管道穿越技术等难题,使我国在管道技术上一举跨入世界先进行列。该系列科技成果获得了 2010 年度国家科技进步一等奖,也是管道工程项目所获的最高奖。

2.2 X80 级钢管应用情况

西气东输二线是国际上使用 X80 管线钢建设的距离最长、管径最大的管线。西气东输二线工程西起新疆霍尔果斯口岸,南至广州,东达上海,途经新疆等 14 个省、自治区、市,管道主干线和 8 条支干线全长 9 102 km。工程从 2007 年 10 月开始动工,至 2010 年底干线建成。全线分东、西段两部分,西段干线从霍尔果斯至中

卫,东段干线从中卫至广东、香港。

西段共用 X80 级钢管 2 851 km, 163×10^4 t。其中,X80 级直缝埋弧焊管 51×10^4 t,占钢管总量约 31.3%。在这些 X80 级直缝埋弧焊管中,国产 24.5×10^4 t,进口 26.74×10^4 t,国产化率为 47.8%。东段共用 X80 级钢管 112.7×10^4 t,其中 X80 级直缝埋弧焊管 22.3×10^4 t,国产化率 100%。

可见,我国已经具备大型长输管道工程钢管保障供给能力和水平。近 10 年时间,从西气东输一线开始,将大直径直缝埋弧焊管制造技术带入高潮。进口比率逐渐缩小,国产化率迅速提高。

2.3 海洋管及 X100 级钢管等新产品的开发

2010 年下半年,宝钢 UOE 生产线,巨龙 JCOE 生产线和番禺 JCOE 生产线,在中海油组织下,试制成功了 X70 级海洋管,壁厚可达 31.8 mm。同时验证了现有生产线生产和设备能力的不足,对于高钢级、厚壁直缝钢管,如水压能力、扩径能力等存在一定困难。

湘钢、本钢、宝钢、巨龙钢管公司、华油钢管公司等国内大型钢铁企业和制管企业正在联合研发 X100 级管线钢及钢管。

3 大直径直缝埋弧焊管产业市场现状分析与预测

3.1 国际市场状况与钢管需求预测

20 世纪 90 年代以来,世界石油年产量已经超过 31×10^8 t,天然气总产量超过 $22\,000 \times 10^8$ m³。截止 2003 年底,全世界已建成的长输油气管道约 250×10^4 km,其中天然气管道总长 160×10^4 km,原油管道总长 56.8×10^4 km,成品油管道总长 23.4×10^4 km,海洋输气管道 4.7×10^4 km,海洋输油管道 3.7×10^4 km。这些管道主要集中在北美、欧洲、独联体和中东。美国和俄罗斯的油气管道长度分别位居世界第一位和第二位,美国油气管道总长约 80×10^4 km,其中天然气管道约 49×10^4 km,原油管道约 17×10^4 km,成品油管道约 16×10^4 km;俄罗斯油气管道总长约 48×10^4 km,其中天然气管道约 26×10^4 km,原油管道约 12×10^4 km,成品油管道约 10×10^4 km。

在亚太地区,澳大利亚天然气公司正在建设 1 条从巴布亚新几内亚高地到昆士兰的长度

为 8 707 km 的天然气管道；东南亚天然气管道工程计划建设连接缅甸和泰国、印尼和新加坡、印尼和马来西亚以及马泰联合开发区和马来半岛的管道，估计需要新敷设 4 500 km 的管道。中缅管道进入实施阶段。在欧洲地区和中东地区也有非常大的管道需求。

美国阿拉斯加州北坡至加拿大和美国本土的天然气管道，又称阿拉斯加输气管线项目，钢管需求总数约 200×10^4 t。阿拉斯加地理条件特殊，该管线工程为当今管线技术性能要求最高、制造难度最大、技术标准最严的最高等级输气管线。该工程用管将在全球进行招标，工程建设于 2016—2020 年期间进行。宝钢已经于 2010 年 10 月启动了阿拉斯加输气管线项目的准备工作。

最近 10 多年来，全世界每年新建管道约 4.5×10^4 km，成品油管道建设超过了原油管道。其中新建天然气管线约 2.6×10^4 km，原油管线约 0.3×10^4 km，成品油管线约 1.6×10^4 km。

3.2 国内市场情况与钢管需求预测

国内油气管网建设正步入高潮。“十二五”规划提出，“加快西北、东北、西南和海上进口油气战略通道建设，完善国内油气主干管网。”

2011 年 3 月 23 日，中国石油规划总院海外管道研究所透露，到 2015 年，国内油气管道总长度约 14×10^4 km。目前，中国油气管道长度 7.7×10^4 km，将新增约 6×10^4 km。其中，原油管道建设 1×10^4 km 以上，成品油管道将在 $(1 \sim 1.5) \times 10^4$ km，天然气管道建设将在 3×10^4 km 以上，建设速度和规模超过原油和成品油管道。可以估测，在“十二五”期间平均每年新建管线近 1.2×10^4 km。

天然气管道将围绕全国天然气管道联网，进行配套城市分输支线建设，建成“横跨东西、纵贯南北、连通海外”的基本框架，形成以四大气区（新疆、青海、陕甘宁和川渝）外输管线和进口天然气管线为主干线，连接海气登陆管线和进口 LNG 等气源的全国性天然气管网。

中石油正规划 20 项天然气管线项目建设，包括西二线、西三线（霍尔果斯—韶关）、西四线（吐鲁番—中卫）、中缅管线、中卫—贵阳管线、萨哈林天然气管线、陕京三线、秦沈线以及山东天然气管网等，2015 年上述管线将大部分投产。

中石油在东南沿海、长三角和环渤海等优质

市场布局大量天然气管线。东南沿海规划建设西二线、西三线、中缅管线和福建支干线；长三角地区规划建设西二线上海支干线、金华—丽水—温州—台州支线及如东—南通—江都管道，主供气源为西一线、西二线、冀宁线和江苏 LNG。环渤海地区规划新建秦沈线、陕京三线和山东管网等干线管道，基本实现地级市全覆盖，主供气源为陕京一、二、三线和唐山 LNG。

中石化正加快建设广西 LNG 项目、连云港 LNG 项目、青岛 LNG 项目以及沿线支干线管网建设，意在开拓山东、长三角和珠三角等主要目标市场。同时，规划建设中石化塔里木天然气出疆管线，与川气东送贯通相连，为长三角地区供气。

2010 年 12 月 12 日，中石化与新疆维吾尔自治区政府在北京签署战略合作框架协议，进一步推动中石化在新疆的油气勘探开发、出疆天然气管道、煤制天然气等煤化工项目、炼油化工、油品销售和网络等方面的建设。中石化将加快在新疆的油气勘探开发，计划建设出疆天然气外输管道以及煤制天然气（SNG）开发。

中海油正以广东、福建、上海、秦皇岛等沿海 LNG 接收站为依托，新建海南 LNG 项目、珠海 LNG 项目、滨海 LNG 项目、浙江宁波 LNG 项目和汕头 LNG 项目，构建天然气沿海大动脉管网，占领珠三角、长三角和环渤海等发达地区市场，积极发展陆上天然气管网。同时加大对南海、东海、环渤海的油气资源勘探和开发力度。海上油气管道输送全部采用直缝埋弧焊管，而且逐渐向大直径、高钢级、大壁厚方向发展。2010 年启动的南海荔湾深水天然气开发项目，项目用管外径 762 mm，壁厚最大 31.8 mm，钢级最大为 X70，总长达 300 km。

此外，国内逐步兴起的矿浆输送和液煤输送项目，也是管道输送主要行业板块之一。2011 年，陕西煤业化工集团有限责任公司正在规划神木至渭南的神渭管道输煤工程，全长 728 km，设计压力 11~14 MPa，年输精煤 $1 000 \times 10^4$ t，计划 2 年完工。

4 大直径直缝埋弧焊管企业竞争分析

4.1 国际市场的供应现状

1990 年以来，随着世界各国的经济发展，

能源需求量急剧增加,长输管道建设进入了一个新的高峰期。由于前几年钢铁行业不景气,北美和澳洲有多套直缝机组停产,设备拆除出售,导致北美和澳洲地区钢管生产能力不足。西方先进工业国家油气输送钢管,尤其是直缝埋弧焊管新的生产线基本处于停滞状态,主要是应用现代信息和控制技术对现有装备进行技术改造,尤其是检测控制系统的改造,一些老的钢管机组逐渐淘汰,转移到发展中国家,亚洲(印度和马来西亚等国)新的焊管机组还在继续建设。国外主要直缝埋弧焊管生产线情况如下。

4.1.1 美国和加拿大

2005 年,俄勒冈钢铁公司永久性关闭了纳帕钢管公司,将设备出售给第三世界国家,并在美国北部新建两套螺旋缝埋弧焊管机组,以弥补因关闭纳帕钢管公司而减少的产能。欧洲钢管公司在美国巴拿马城还有 1 家直缝埋弧焊管厂(berg steel pipe),采用三辊弯板成型,但没有扩径设备。美国西北钢管公司正在从中国进口螺旋缝埋弧焊管生产设备。

STELCO 钢铁公司是加拿大最大的钢铁公司,创立于 1910 年,钢材年产量为 480×10^4 t,约占加拿大年钢产量的 40%。WELLAND 钢管公司是 STELCO 钢铁公司的子公司,是北美大直径油气输送管的主要生产厂,该厂有 1 条 UOE 焊管机组,因经营困难已破产,将设备出售给印度 WELSPUN 公司,现加拿大公司还有 IPSCO 公司(生产螺旋缝埋弧焊管)和 Berg 公司(生产直缝埋弧焊管)生产油气输送钢管。

近几年北美油气管线建设重新启动,已经出现了钢管供不应求的局面,尤其是直缝埋弧焊管生产能力不足,大量进口印度等国的直缝埋弧焊管,并积极寻求从中国进口。

4.1.2 欧洲

欧洲是世界上钢管生产能力最强的地区之一。EUROPIPE 公司是欧洲最大的钢管公司,也是世界最大的跨国钢管公司,钢管年产能 120×10^4 t。主要生产直缝埋弧焊管,该公司在米尔海姆共有 2 条直缝埋弧焊管生产线,1 条生产大直径 UOE 钢管,钢管长度 18 m,另 1 条是 RBE 生产线,钢管长度 12 m,钢级可达 X100。UOE 焊管机组生产管径最大 1 600 mm,壁厚 6.4~44.4 mm,生

产能力为 60×10^4 t/a; RBE 焊管机组生产管径为 508~1 067 mm,壁厚 6.4~25.4 mm,生产能力为 15×10^4 t/a。还有意大利的 ILVA 钢管公司具有年产 30×10^4 t 直缝埋弧焊管的能力。

维克萨冶金工厂、车利亚宾斯克制管厂、伊若尔斯克钢管厂和伏尔加钢管厂是俄罗斯和乌克兰以及前苏联地区大直径直缝埋弧焊管的主要生产厂家。

维克萨冶金工厂目前有 PFP 大直径直缝焊管生产机组,可生产管径 508~1 420 mm、最大长度 12.2 m、最大壁厚 48.0 mm、最高钢级 X70 的钢管; UOE 大直径直缝钢管生产机组、可生产直径 508~1 016 mm、最大长度 12.2 m、最大壁厚 32.0 mm、最高钢级 X70 的钢管。

车利亚宾斯克制管厂已建成年产 60×10^4 t 的大直径直缝埋弧焊管生产线,其设备完全从德国的 SMS Meer 公司进口。

伊若尔斯克钢管厂目前拥有 1 条 PFP 大直径直缝钢管生产机组,可生产直径 610~1 420 mm、最大长度 18.3 m、最大壁厚 40.0 mm、最高钢级 X70 的钢管。

伏尔加钢管厂已投产 1 条设计年产量 65×10^4 t、最大壁厚 42.0 mm、最大直径 1 420 mm 的大直径直缝埋弧焊管生产线。

4.1.3 日本

新日铁、日本 JFE 和住友公司是日本直缝埋弧焊管的主要生产厂家。UOE 钢管的外径 406.4~1 422.4 mm,壁厚 6~44.5 mm,生产钢级最高 X120。这 3 家公司的年生产能力为 120×10^4 t。

4.1.4 南亚地区

南亚地区的印度和伊朗等国也均有 UOE 和 JCOE 机组,年产能达 300×10^4 t。

4.2 国内市场供应现状

国内现有大直径直缝埋弧焊管生产线 17 条,其中 UOE 工艺 5 条, JCOE 工艺 12 条。分别为宝山钢铁集团宝钢 UOE 生产线,中油宝世顺(秦皇岛)钢管有限公司 JCOE 生产线,巨龙钢管公司 JCOE 生产线,巨龙钢管南京分公司 JCOE 生产线,辽阳钢管股份有限公司(简称辽阳钢管公司) UOE 生产线,番禺珠江钢管有限公司(简称珠江钢管公司) UOE 生产线,番禺珠江钢管江阴分公司 JCOE 生产线,沙钢集团 JCOE 生产线(购自原

番禺珠江张家港分公司), 秦皇岛万基钢管公司(简称万基钢管公司)JCOE 生产线, 江汉石油管理局沙市钢管厂(简称沙市钢管厂)JCOE 生产线, 江苏玉龙 JCOE 生产线等。

国内大直径直缝埋弧焊管生产线的具体情况见表 1。从表 1 可以看出, 目前国内直缝埋弧焊管机组有 17 套, 设计年产能达到 $375 \times 10^4 \text{ t}$, 2010 年总体产量约 $219 \times 10^4 \text{ t}$, 占设计产能的 58.4%。

表 1 国内大直径直缝埋弧焊管机组现状表

厂家名称	生产工艺	机组数量/套	外径/mm	壁厚/mm	年产能/($\times 10^4 \text{ t}$)	2010 年产量/($\times 10^4 \text{ t}$)	装备水平
宝钢钢管公司	UOE	1	508~1 422	6.0~40.0	40	30	主要设备进口
中油宝世顺钢管公司	JCOE	1	457~1 422	8.0~40.0	20	20	主要设备德国进口
辽阳钢管有限公司	UOE	1	457~1 016	8.0~20.0	15	25	国产设备
	UOE	1	406~1 420	6.0~32.0	35		
	UOE	1	406~1 625	5~32	40		
巨龙钢管公司	JCOE	1	406~1 422	6.4~32	15	10	主要设备进口
	JCOE	1	406~1 452	6.4~40.0	20	12	主要设备进口
南京巨龙钢管公司	JCOE	1	508~1 422	8.0~40.0	30	20	主要设备进口
沙市钢管厂	JCOE	1	457~1 422	8.0~32.0	20	20	部分设备进口
珠江钢管公司	UOE	1	610~1 118	6.4~25.4	20	37	1954 年二手设备
	JCOE	1	406~1 829	6.0~25.4	30		澳大利亚二手设备
珠江钢管公司江阴分公司	JCOE	1	508~1 422	6.0~32.0	15	15	国产设备
沙钢集团	JCOE	1	508~1 422	6.0~32.0	15		国产设备
万基钢管公司	JCOE	1	508~1 422	6.0~32.0	15	10	主要设备台湾引进
江苏玉龙钢管公司	JCOE	1	457~1 422	6.0~32.0	15	10	国产设备
	JCOE	1	813	6.0~25.4	10	5	
扬州亚联钢管公司	JCOE	1	508~1 422	8.0~50	20	5	部分进口设备

4.3 潜在供应商

番禺珠江钢管有限公司珠海项目近日在高档港经济区动工, 这个投资约 50 亿元的项目, 将在珠海建设一个全新的、装备自有专利技术设备的大型直缝焊管制造基地。珠江钢管珠海项目将分三期建设螺旋焊管生产线、JCOE 直缝焊管生产线、HFW 焊管生产线、防腐和管件生产线以及配套的大型钢管专用码头等。项目完工后, 3 条生产线将形成年产 $50 \times 10^4 \text{ t}$ 高性能管线钢管的生产能力。

江苏经济报报道, 2010 年 12 月 19 日, 连云港徐圩新区管委会和番禺珠江钢管有限公司举行了年产 $380 \times 10^4 \text{ t}$ 高性能管线钢管及相关产业项目签约仪式。年产 $380 \times 10^4 \text{ t}$ 高性能管线钢管及相关产业项目计划从 2010 年—2013 年分三期建设, 项目总投资 380 亿元。一期项目重点建设轧板生产线, 并动工兴建重型机械厂和钢结构厂。据了解, 包括钢板轧制和 4 条 JCOE 生产线。

5 结 语

目前, 我国已有大直径直缝埋弧焊管生产线 17 条, 年产能达到 $375 \times 10^4 \text{ t}$, 中石油所属企业年产能达到 $70 \times 10^4 \text{ t}$, 约占整个市场产能的 17.5%。我国直缝埋弧焊管行业将面临供大于求的局面, 2010 年下半年起, 西气东输二线工程结束, 行业市场不景气, 原本生产任务一直比较饱满的中石油几大制管企业也开始拓展地方市场, 很多民营制管企业不得已转行, 将产品由油气输送钢管改为水管和桩管等结构钢管, 甚至有的企业转型到清洁能源等其他行业。

此外, 目前国内制管企业宽厚钢板(管线钢)的来源主要是国内钢铁企业供货和进口两个渠道, 但由于国产管线钢价格较低, 同时相对于钢铁企业的其他产品, 管线钢成材率较低, 而国外进口的供货周期长且价格高, 因此, 近年来国内外管线钢市场资源持续短缺, 没有稳定可靠的板材来源也成为国内直缝埋弧焊管生产经营的瓶颈。

(下转第 14 页)

4.63%。其原因是:

(1) JK01 连续管的 C 含量要略高于 GC01, 随着钢中 C 含量增加, 容易出现碳化物偏析, 造成偏析区的硬度偏高, 并与周围组织出现差异, 从而加大 HIC 的敏感性。

(2) JK01 连续管的 S 含量要略高于 GC01, S 在钢中易形成 MnS 的带状分布夹杂物, 同时, 管材中还出现了部分氧化物夹杂, 如图 13 所示, 这些夹杂物致使局部显微组织疏松, 成为钢中的微阴极, 可加速局部腐蚀, 因而增加了湿 H_2S 环境下 HIC 的敏感性。

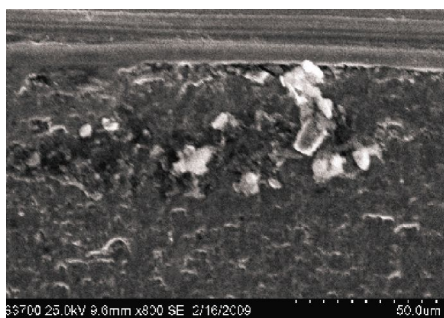


图 13 管材近表面的夹杂物带

(3) 沿板材轧制方向易形成偏析带, 如图 14 所示, 这些偏析带平行于板面和轧制方向, 它们



图 14 沿轧制方向出现的 HIC 裂纹

和材料内部的夹杂、微裂纹、气孔等缺陷为氢离子的聚集提供了有利场所, 所以在横向剖面检测时, 易于发现 HIC 裂纹。

4 结 论

国产 CT80 连续油管采用全流程高洁净炼钢轧钢技术以及精密 HFW 成型焊接技术和焊缝热处理技术, 有效减小了管材和焊缝中的缺陷, 使母材和焊缝对 HIC 均不敏感, CSR, CLR 和 CTR 值均为零; 相比较进口连续油管由于 C 和 S 含量偏高, 带状偏析和夹杂物含量较严重, 在酸性介质中, 氢离子易于在此处聚集, 造成沿轧制方向出现微裂纹。

参考文献:

- [1] 毕宗岳, 金时麟. 连续管[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(02): 100-102.
- [2] 梁根选, 金时麟. 连续油管下井作业技术与设备[J]. 焊管, 2011, 34(10): 72-77.
- [3] NACE TM 0284—2003, Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen Induced Cracking[S].
- [4] 李景辉. 管线中钢管的氢蚀致脆问题—含硫环境中氢的侵蚀裂纹研究[J]. 国外油田工程, 2002, 8(06): 39-42.
- [5] 李经涛, 蔡庆伍, 莫德敏. 武钢湿硫化氢环境用低合金高强度钢[J]. 宽厚板, 2006, 12(04): 13-21.

作者简介: 李建军(1978—), 男, 硕士研究生, 主要从事制管及炼化装备工程项目管理。

收稿日期: 2012-01-04

编辑: 李红丽

(上接第 9 页)

参考文献:

- [1] 王秀强. “十二五”油气管网建设迎来 3500 亿投资盛宴[EB/OL]. (2011-03-23) [2011-07-19] <http://www.sina.com.cn/chanjing/cyxw/20110323/22329582848.shtml>.
- [2] 李阳丹. 中石化出疆天然气管道建设受关注[EB/OL]. (2010-12-15) [2011-07-19] http://www.cs.com.cn/sylm/jbsd/201012/t20101215_2711108.html.
- [3] 王波. 徐圩新区签约年产 380 万吨高性能钢管项目[N/OL]. 江苏经济报, 2010-12-21(A03) [2011-07-19] <http://>

jsjib.xhby.net/html/2010-12/21/content_308764.htm.

- [4] 彭在美. 低碳经济对中国焊管业的影响[J]. 焊管, 2010(11): 5-11.
- [5] 张伟卫, 熊庆人. 国内管线钢生产应用现状及发展前景. 焊管, 2011(01): 5-8.
- [6] 王晓香. 坚持结构调整和科技进步继续向焊管强国迈进. 焊管, 2011(02): 5-9.

作者简介: 魏伟荣(1972—), 男, 工程师, 现从事海洋石油天然气工程开发项目建设。

收稿日期: 2011-07-19

编辑: 黄蔚莉