

文章编号: 1002-5855 (2008) 03-0019-03

阀体锻件制造工艺的研究

文长春¹, 那帅¹, 王永山², 岳景东¹

(1. 沈阳科金特种材料有限公司, 辽宁 沈阳 110015; 2. 沈阳盛世高中压阀门有限公司, 辽宁 沈阳 110142)

摘要 介绍了用于苛刻工况的阀体用高性能不锈钢 0Cr18Ni10Ti 的冶炼和锻造方法, 论述了高性能不锈钢的性能和特点, 分析了钢试样的测试结果。

关键词 阀体; 工艺; 冶炼; 锻造

中图分类号: TG316

文献标识码: A

Research on body forgings manufacturing technology

WEN Chang-Chun¹, NA Shuai¹, WANG Yong-shan², YUE Jing-dong¹

(1. Shenyang Kejin Special Material Co., Ltd, Shenyang 110015, China;

2. Shenyang Shengshi High and Medium Pressure Valve Co., Ltd, Shenyang 110142, China)

Abstract: Introduces smelting and forging methods of high properties stainless steel 0Cr18Ni10Ti used for body in severe service, discusses the performance and characteristics of high properties stainless steel, analyses testing results of steel samples.

Key words: body; technology; melting; forging

出售阀门小样图 美标图纸 设计认证图纸 QQ1263719818

1 概述

用于特殊工况的阀体锻件其使用安全等级为核一级, 质保一级, 设计使用寿命达 30 年。因此要求阀体用高性能不锈钢锻件, 应该具有高纯度、低缺陷、低偏析、细晶粒和优良的高温机械性能以及良好的耐蚀性, 同时具有一定比例的相存在。但是, 现有奥氏体钢的力学性能无法满足制造工艺的技术要求, 所以研究其制造工艺是非常重要的。

2 冶炼

阀体锻件对钢的化学成分有严格的要求 (表 1)。选用镍板的钴含量应 $< 0.050\%$, 对基本炉料严格控制微量元素 Zn、Sn、Sb、Bi 和 As^[1], 以保证钢的高温强度和防止低熔点共晶相而引起的热脆性。将电弧炉熔化后的钢液转入 VOD 炉精炼。冶炼中, 真空缶的压力为 $0.13 \times 10^3 \sim 0.2 \times 10^3 \text{ Pa}$,

根据不同熔炼期碳含量变化相应调整氧的吹入量。氧的吹入量控制在 $600 \sim 400 \text{ nm}^3/\text{h}$ 。在钢液中的碳接近 0.05% 时停止吹氧, 通入氩气搅拌, 促进钢液中 [C] 和 [O] 反应, 使钢液中的 [C] 小于 0.04% , 钢液中的氮随着氩气泡的形成而一同逸出钢液, 从而达到降氮效果。用氧浓差电极测定钢中 [O] 含量为 0.038% , 将造渣材料 CaO、CaF 和还原剂 Si - Ca 先后加入钢液中, 在还原结束时钢液中加入铝终脱氧, 经 15min 脱氧后测定钢液中 [O] 含量是为 0.002% 。在 VOD 炉冶炼中达到了降碳脱氧和去除钢液中氮的效果。在浇注中采用了防护与滤渣相关措施铸成 4t 重的八角锭。对 VOD 炉冶炼的钢锭取样分析 (表 2), 钢锭的化学成分满足工艺要求。

表 1 0Cr18Ni10Ti 化学成分

Wt %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Ti	Co
0.08	1.00	2.00	0.030	0.035	17.0/19.0	9.0/12.0	5 xC %	0.080

3 锻造

由于含钛的奥氏体不锈钢在浇注时钢液的流动

作者简介: 文长春 (1971 -), 男, 工程师, 从事金属材料及热处理工艺的研究工作。

性较差,影响钢锭的表面质量,也给锻造带来一定困难。阀体锻件用的奥氏体不锈钢要求具有 4%~12% 的 δ 相,由于 δ 和 γ 两种相的高温变形抗力不

同,在锻造过程中如果锻造温度和锻比控制不当很容易在晶界产生内部裂纹而使锻件报废。所以选择合理的锻造温度与锻比尤为重要。

表 2 VOD 炉冶炼钢锭的化学成分

Wt %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Ti	Co	Cu
0.040	0.61	0.82	0.028	0.012	17.90	9.80	0.56	0.060	0.16
B	Nb + Ta	Sn	Sb	Pb	As	Ce	[O]	[N]	
0.0002	0.020	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.002	0.025	

锻造前,将钢锭表面打磨光亮装炉加热。在高温下长时间加热(图 1)使合金元素充分进行动态迁移,使钢锭的化学成分趋向均匀,避免锻后合金成分偏析,以保证 δ 相的稳定性和锻件机械性能的均匀性。铁素体的存在能引起 δ 之间的相间隔强化,提高钢的抗拉强度和屈服强度^[2]。在锻造加热中游离的铁素体会促进钢中 δ 相增加^[3],同时钢中的 δ 相将有一部分转变成 γ 相^[4]。奥氏体不锈钢的晶粒尺寸也是影响屈服强度的重要因素,其强化规律遵循 Hall - Petch 公式,屈服强度与晶粒直径 $D^{-1/2}$ 成正比。经分析,在锻造中采用形变与再结晶工艺(图 2)5 次锻成阀体锻件,总锻比 > 6,终锻温度 900℃,水冷。

较高的纯净度,而且组织均匀,晶粒度达 6 级(图 3)。

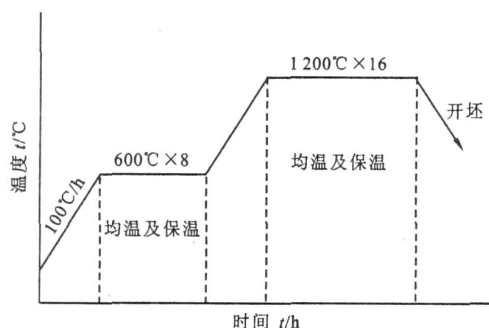
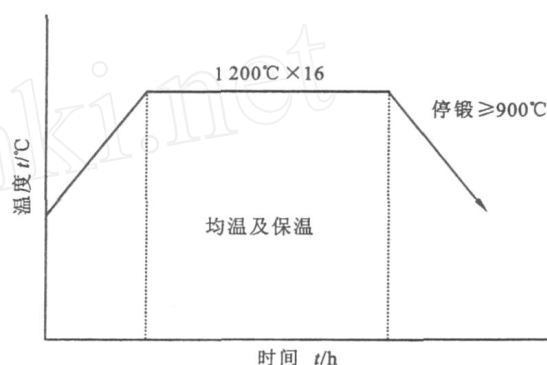


图 1 钢锭加热曲线

4 试样测试

金相试样和力学性能试样均取自经过 1 050℃×5h 固溶处理水冷后的本体件上。试样经抛光和化学试剂腐蚀后在金相显微镜下观察金相组织及夹杂物。金相检验依据 GB/T 13305 - 1991《奥氏体不锈钢中 δ 相面积含量金相测定法》、GB/T 10561 - 2005《钢中非金属夹杂物含量的测定标准评级图显微检验法》和 GB/T 6394 - 2002《金属平均晶粒度测定法》评定。锻件金相试样在显微镜下观察有少量氧化物存在,仅在个别微区存在弥散分布的微量 Ti (N、C) 细小夹杂物,因此锻件具有

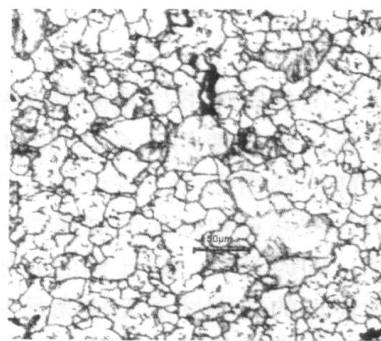
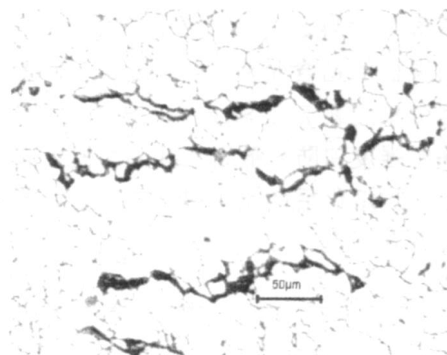


图 3 奥氏体组织及晶粒度 200 ×

图 4 锻件中的 δ 相 300 ×

由于在冶炼时将钢液中的氧控制在较低水平,结合浇注过程中采用防护与滤渣相关措施,减少了

生成氧化物的可能性,因此在金相显微镜下观察有少量氧化物的存在。钢液中钛的存在易与氮或碳结合生成微量的 Ti (N、C) 细小夹杂物(图 4,表 3)。

表 3 锻件的晶粒度、相及夹杂物评定

晶粒度 (级)	相 (%)	夹杂物(级)			
		A 类	B 类	C 类	D 类
6	7	0	0	0	1

晶间腐蚀试样经 650 ±10 的敏化处理,保温 2h 后空冷。依据 GB 4334.5 - 2000《不锈钢硫酸-硫酸铜腐蚀试验方法》进行晶间腐蚀试验,试样经腐蚀后双面冷弯 180°,放大 10 倍观察弯曲表面无晶间腐蚀裂纹。

标准拉伸试样是在 AG-5000A 和 DCS-25T 试验机上进行拉伸测试,标准冲击试样是在 JB-30B 试验机上进行试验。试样在高温及室温下的机械性能见表 4,阀体锻件对机械性能要求见表 5。

表 4 试样在高温及室温下的机械性能

样品 编号	温度	b MPa	0.2 MPa	%	冲击(室温) MJ/m ²	
a	室温	545	260	63	81	206
	350	415	196	40	77	200
b	室温	535	250	66	80	192
	350	410	200	39	76	203

通过对阀体进行 100% 的超声波探伤和液体渗透探伤均未发现大于 1.6mm 当量的缺陷,质量

完全达到了核工程的技术要求。

表 5 阀体锻件机械性能

温度	b MPa	0.2 MPa	%	%	冲击(室温) a _{KU} (J/cm ²)
室温	520	210	40	50	128(纵)
350	提供数据	147	35	46	80(横)

5 结语

经过大量的试验,研制出高性能的 0Cr18Ni10Ti 钢制造的阀体锻件,该锻件由于采用形变与再结晶工艺,使锻造中产生的大量位错得以保留,为获得均匀的组织 and 细小的晶粒创造了有利条件。另外,在制造工艺中除了从原材料控制微量元素 Zn、Sn、Sb、Bi 和 As 外,应对钢中间隙元素 C、N 和 O 加以限制。在浇注时采取防护及滤渣等工艺防止氧化物的产生和夹杂物进入钢中,保证了锻件具有高纯度和较高的综合性能,验证了冶金工艺和锻造工艺的合理性。

参 考 文 献

- [1] 唐纳德·麦克纳, 不锈钢手册, (M), 北京:机械工业出版社, 1990.
- [2] Journal of the Iron and Steel Institute, July 1969.
- [3] 中国机械工程学会锻造学会. 锻压手册 第一卷 [M]. 北京:机械工业出版社, 1990.
- [4] 美国金属学会. 金属手册, 第九版, 第三卷 [M]. 北京:机械工业出版社, 1990.
- [5] Journal of the Iron and Steel Institute, October, 1971.

(收稿日期: 2008.02.10)

书讯

1. 《2008 机电产品报价手册-阀门分册》——本书由机械工业信息研究院编,机械工业出版社出版发行。本书是中国阀门价格信息数据库 2008 年版的纸质出版物,产品价格信息由各单位自报,其内容包括产品名称、规格、主要技术参数及备注、参考价格、生产厂家、地址、邮政编码及电话等。书号 ISBN 978-7-111-21952-1,定价 135.00 元/册。

2. 《实用阀门设计手册(第 2 版)》——本书是 2002 版《实用阀门设计手册》的修订版。在技术内容上更加充实和实用。本书共 10 章,主要介绍了阀门的分类、名词术语、型号编制、压力损失及主要参数、结构要素、配合精度和表面粗糙度标准、材料及选用、设计计算和设计数据、零部件及选用原则、驱动装置、检验和试验方法等。书中图、表、公式、数据资料齐全,包括我国现行标准规范、国际通用标准规范以及相关数据和设计方法,查找方便。本书可供从事阀门设计、安装调试、使用与维修工作的技术人员参考,也可供相关专业院校师生参考。本书由陆培文主编,机械工业出版社出版。书号 ISBN 978-7-111-21599-8,定价 188.00 元/册。

每册加收书价 10% 的邮寄包装费,需要者,请与沈阳经济技术开发区开发大路 15 号沈阳阀门研究所科技开发信息中心的尹玉杰联系,邮编:110142,电话:024-25653780。

E-mail: sfskkxz@chinalvalveinfo.net http://www.chinalvalveinfo.net