

XYQ420冷拔管在液压缸缸体上的应用研究

张 静,罗海霞,叶海燕,王家聪

(徐州徐工液压件有限公司,江苏 徐州 221000)

摘要:针对27SiMn热轧无缝管生产液压缸缸体各种工艺路线的不足,开发出XYQ420热轧无缝管。对比分析XYQ420的化学成分、热轧管及冷拔管的力学性能,结果表明XYQ420冷拔管的抗拉强度与27SiMn冷拔管相当,但XYQ420冷拔管的塑性韧性指标大大优于27SiMn冷拔管。采用XYQ420高强韧性冷拔管生产高压油缸缸体可有效减少缸体爆裂发生的概率,拓展冷拔管在液压缸行业的应用范围,有效提高液压缸的整体质量水平。

关键词:27SiMn冷拔管;XYQ420冷拔管;高强度;高塑性

中图分类号:TH137 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-0813(2016)04-0055-03

Application of XYQ420 Cold-drawn Tube for Hydraulic Cylinder Casing

ZHANG Jing, LUO Hai-xia, YE Hai-yan, WANG Jia-cong

(Xuzhou XCMG Hydraulics Co., Ltd., Xuzhou 221000, China)

Abstract: To the questions of 27SiMn seamless tube in making hydraulic cylinder casing technologies, the XYQ420 seamless tube was developed. The chemical composition/mechanical property of XYQ420 tube was researched contrastively. It shows that the tensile strength of XYQ420 cold-drawn tube and 27SiMn cold-drawn tube are comparatively, but the toughness of XYQ420 cold-drawn tube is much better. The application of XYQ420 cold-drawn tube in cylinder casing will reduce the probability of casing crack, promote the application filed of cold-drawn tube in hydraulic cylinder, so as to the quality level of hydraulic cylinder.

Key words: 27SiMn cold-drawn tube; XYQ420 cold-drawn tube; high strength; high toughness

0 引言

液压缸的工况条件要求缸体材料具有很高的强度和塑性。目前国内工程机械高压液压缸普遍采用27SiMn热轧无缝管进行制造。通常采用的工艺路线是对27SiMn热轧无缝管进行调质处理^[1]或冷拔^[2],也有很少采用的冷拔后再调质处理^[3-4]。上述三种工艺虽然都提高27SiMn热轧无缝管的强度,但都具有明显的不足[5],见表1和表2:①对27SiMn热轧无缝管进行调质处理,可以获得高强度和高塑性,但存在调质处理费用高,内外圆加工余量大,加工效率低,材料利用率低的问题;②对27SiMn热轧无缝管进行冷拔处理,可以获得较高的强度和很高的尺寸精度,但大幅降低钢管的材料塑性;③对27SiMn热轧无缝管进行冷拔后调质处理,可以获得很高的强度和塑性,但工艺路线最复杂、生产成本最高。

德国的液压缸采用低碳的E355或MW450等,日本、美国的液压缸采用低碳的CrMo钢FGB67WV和FGB78WV^[6],均具有高强度高韧性的特点,同时满足高可焊性的需求。为克服国内液压缸缸体材料目前的高

强韧性与低成本、高材料利用率、高效率生产不能兼得的窘态,徐州徐工液压件有限公司联合国内某钢厂开发出XYQ420低碳热轧无缝钢管,对其进行适当的冷拔加工,分析其力学性能,以期开发出适合高压液压缸缸体使用的高强韧性、高材料利用率材料。

表1 27SiMn钢管不同状态下力学性能

材质	抗拉强度 σ_b (MPa)	屈服强度 σ_s (MPa)	断后伸长率 δ_5 (%)	室温冲击 功Ak2/J	状态
27SiMn	805-875	/	10%-14.5%	6-10	冷拔态
27SiMn	≥ 980	≥ 835	$\geq 12\%$	≥ 39	调质态
27SiMn	892-905	793-810	13.5%-15.5%	84-86	冷拔调质态[3]

表2 27SiMn钢管不同状态下材料利用率

状态	外径 (mm)	内径 (mm)	长度 (mm)	外圆加工 余量(mm)	内孔加工 余量(mm)	材料 利用率
成品 缸体	210	190 (+0.10, +0.03)	8000	-	-	-
调质管	219	181	8015	9	9	52.6%
冷拔管	210	190 (-0.50, -0.80)	8010	0	0.5-0.8	89%(冷拔 过程材料 利用率 90%)

收稿日期:2015-09-17

作者简介:张静(1987-),男,河南汝南人,助理工程师,硕士,主要从事金属材料及液压元件制造技术的研究工作。

1 XYQ420 热轧无缝钢管试制

1.1 化学成分

XYQ420成分是在Q420低合金高强度钢的基础上进行一定的调整优化:为提高钢材的强度,适当提高C含量;采用单一细化晶粒元素V替代Nb、V、Ti组合;大幅降低影响V碳化物相间沉淀形成速度的合金元素Ni含量至0.30%[7],适当降低合金元素Cu、Mo的含量。XYQ420化学成分见表3。

与27SiMn相比,XYQ420的C含量较低,Mn含量稍高,因此XYQ420热轧管的塑性韧性都应高于27SiMn热轧管。更重要的是XYQ420含有细化晶粒元素V,V是强碳氮化物形成元素,能形成弥散分布的颗粒阻止奥氏体晶粒长大,冷却转变形成非常细小的铁素体晶粒和合金碳氮化合物沉淀共同作用,使材料强度大大提高。

表3 XYQ420、Q420、27SiMn化学成分对比

牌号	化学成分,%									
	C	Si	Mn	P	S	V	Cr	Ni	Cu	Mo
XYQ420	0.16~0.23	0.10~0.50	1.30~1.70	0.025	0.035	0.17	0.30	0.30	0.20	0.15
Q420	≤0.20	≤0.50	≤1.70	0.035	0.035	0.20	0.30	0.80	0.30	0.20
27SiMn	0.24~0.34	1.10~1.40	1.10~1.40	0.035	0.035		0.30	0.30	0.20	0.15

1.2 非金属夹杂及金相组织

依据GB/T 10561-2005《钢中非金属夹杂含量的测定标准评级图显微检验法》对XYQ420热轧无缝钢管进行非金属夹杂物检验,结果符合标准要求,见表4。

表4 XYQ420热轧无缝钢管非金属夹杂物评级

试样	夹杂物类别(级)				
	A	B	C	D	DS
试样1	0.5	0.5	0.5	1	0.5
试样2	0.5	0.5	0	1	0.5

经控制轧制成型的XYQ420热轧无缝钢管的金相显微组织见图1XYQ420热轧组织为典型的平衡组织:铁素体+珠光体,块状铁素体均匀分布在珠光体基体中。此组织为冷拔过程的顺利进行和冷拔管的力学性能奠定了良好的组织基础。

1.3 热轧管力学性能

选取两批次XYQ420热轧无缝钢管进行拉伸试验,XYQ420力学性能见表5XYQ420热轧管的抗拉强度约为660MPa,屈服强度约为500MPa,断后伸长率约为25%,-20℃冲击功约为82~93J之间。可见,XYQ420

热轧管具有较高的强度和塑性,即具有良好的综合力学性能。

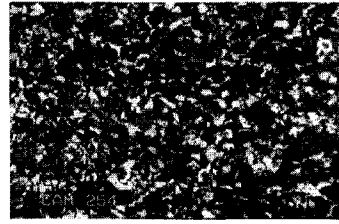


图1 XYQ420热轧无缝管组织形貌

表5 XYQ420热轧管力学性能对比

批次	抗拉强度 σ_b (MPa)	屈服强度 σ_s (MPa)	断后伸长率 δ_5 (%)	-20℃冲击 功Ak2/J	状态
批次1	663-666	497-502	24.5%-26%	79-84	正火
批次2	653-657	504-508	25.5%	89-97	正火

2 XYQ420冷拔管试制

选用XYQ420热轧无缝钢管做冷拔坯料,坯料规格 $\phi 232 \times 18$,冷拔后规格 $\phi 226 \times \phi 200 (-0.5, -0.7) \text{mm}$ 。

2.1 冷拔工艺

冷拔工艺为:坯料退火→表面处理→冷拔I→表面处理→冷拔II→校直I→成品退火→校直II→下料测量。

其中,坯料退火温度:850±10℃,成品退火温度580±10℃,随炉冷却至350℃出炉空冷。冷拔道次变形率:1.15~1.2,冷拔总变形量1.37,控制内孔不圆度≤0.2mm。

2.2 冷拔管力学性能对比

通过表6中力学性能对比可以看出,27SiMn冷拔管的抗拉强度约为845MPa,XYQ420冷拔管的抗拉强度约为835MPa,可见,XYQ420冷拔管和27SiMn冷拔管的抗拉强度基本相当。但XYQ420冷拔管和27SiMn冷拔管却具有明显不同的力学特性:XYQ420冷拔管在拉伸过程中表现出了明显的屈服点,屈服强度约760MPa,断后伸长率达到了16%~18%,室温冲击功65~80J,-20℃冲击功44~49J,表现出了明显的塑性材料特点。27SiMn冷拔管的抗拉强度在一个较大的范围内波动,表现出一定的不稳定性。而且27SiMn冷拔管在拉伸过程一般不出现明显的屈服,断后伸长率和冲击功都很低,表现出了明显的脆性材料特点。

在抗拉强度相当的情况下,材料塑性韧性的提高更能适应高强度液压缸适应恶劣工况的需求^[8]。因此,相比于27SiMn冷拔管,XYQ420高强韧性冷拔管更适合用于生产高压液压缸。采用XYQ420冷拔管可有效降低液压缸缸体因塑性不足导致爆裂的概率。

(下转第60页)

速运动,这样就造成慢的马达产生负压,此时,通过单向阀补油,保证和其他的马达有同样的流量,实现多个缸的同步。由于每只液压缸都有二位四通换向阀,各个液压缸即可以同时同步运行,也可根据需要各自运行。

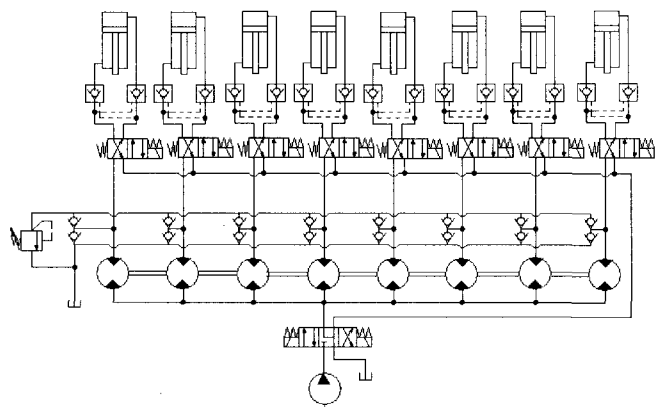


图3 改造后的裙板液压系统图

5 结束语

通过对裙板发生的故障分析,发现造成挂钢、卡钢、弯钢、跑钢等故障的根本原因就是多个液压缸不同步所致。改造前,为了保证裙板各段的位置正确,经常

要手动调整裙板各托料块的位置状态和调节调速阀通过的流量来达到裙板各段工作位置的同步。不但数量多,距离远,给调试带来很大的麻烦,一旦调节不当,就会造成棒材故障率的上升,生产效率受到很大的影响。改造后,棒材的挂钢、卡钢、跑钢、弯曲等故障问题得到根本解决。大幅度提高了生产效率,降低了工人的劳动强度,效果显著。

参考文献

- [1] 刘建,刘勋,李新有,等.棒材轧制中冷床制动裙板液压系统特性分析[J]. 机床与液压,2011,39(22):67-68.
- [2] 郭晓松,祁帅,占今春,等.基于同等方式控制的双缸同步液压系统仿真[J]. 机床与液压,2009,37(3):149-151.
- [3] 宁辰校,张戎社,罗占兴,等.液压同步回路及液压启闭机同步控制研究[J]. 机床与液压,2013,41(14):66-69.
- [4] 田秀平.冷床裙板液压同步控制[J]. 冶金设备,2013,35(3):47-50.
- [5] 李向阳,周恩涛,林君哲,等.四缸同步液压系统的研究[J]. 机床与液压,2010,38(5):28-30.
- [6] 郝志杰,张彦滨,于建升,等.棒材轧机冷床裙板液压缸同步控制阀台的改进[J]. 冶金设备,2013,35(2):148-149.
- [7] 张绍九,等.液压同步系统[M].北京:化学工业出版社,2010.

(上接第56页)

表6 27SiMn、XYQ420冷拔管力学性能对比

材质	抗拉强度 σ_b (MPa)	屈服强度 σ_s (MPa)	断后伸长 率 δ_5 (%)	室温冲击 功 Ak2/J	-20℃ 冲击功 Ak2/J	状态
27SiMn	815-875	/	9-12.5	6-10	/	冷拔+ 退火
XYQ420	834-839	762-763	16-18	65-80	44-49	冷拔+ 退火

3 结论

通过对XYQ420冷拔管和27SiMn冷拔管的力学性能对比研究,本文得出了如下结论:

(1) XYQ420冷拔管的综合力学性能明显优于27SiMn冷拔管,尤其是断后伸长率和冲击功方面。XYQ420冷拔管既具有较高的抗拉强度,又具有较高的塑性韧性。

(2) XYQ420冷拔管既克服了27SiMn冷拔管材料塑性低的劣势,又克服了27SiMn调质管加工效率低材料利用率低的劣势。因此XYQ420冷拔管更能满足高强度液压缸对缸体材料的要求。

(3) 应用XYQ420冷拔管替代27SiMn可拓展冷拔管在液压缸行业的应用范围,推广应用XYQ420冷拔管可使我国液压缸行业产品整体质量有一个较大的提升。

参考文献

- [1] 韩波.一种合金钢的调质工艺:中国,201210172347.5[P]. 2012-09-19.
- [2] 杨道和,张卫群.冷拔技术在液压缸筒上的应用[J]. 煤矿机械, 2007,28(9):178-180.
- [3] 韩波.液压缸缸筒用钢管调质工艺的改进[J]. 钢管,2013,42(1):77-82.
- [4] 刘建荣,刘桂花,张重州.液压支架立柱用冷拔管性能研究与应用[J]. 材料热处理技术,2012,41(16):69-70.
- [5] 葛树才,张英杰.冷拔管缸筒工艺分析[J]. 工程机械,2006,37(12):51-52.
- [6] 陈坤,边华川,滕建明.高强韧性液压支柱无缝钢管的研制开发[J]. 钢管,2009,38(1):26-29
- [7] 胡光立,谢希文.钢的热处理(原理和工艺)[M].西安:西北工业大学出版社,2004,62-66.
- [8] 陈玉清,吴建新.油缸筒爆裂分析[J]. 科技创新与应用,2013,(23):135.