

对几种锯链金相组织的对比研究

柯兴彬 黄翠金 梁培文 关存核

(农机系)

(林学系)

提 要

本文对国内外几种锯链的链齿及小轴的金相组织进行观察,目的是找出国内外产品之间的差别。根据所得到的结果,我们认为,就链齿的显微组织来看,天津锯链和美国的俄勒岗牌锯链近似,但它的小轴则不如俄勒岗小轴。

前 言

锯链的质量是影响链锯切削效率的重要因素。而一条锯链的使用性能和使用寿命,除了和齿形参数有关外,还与它的制造材料、锉磨的难易程度、保持锋利的时间以及伸长的多少等因素直接有关。

以往,国内外的一些研究人员对锯链齿形参数都有过很多研究。penberthy (1968)^[4]对锯链齿形的发展过程就有过详细的论述,由于直齿形锯链的齿数多,效率低,锉磨困难而被逐渐淘汰了。

Davis (1978)^[5]的研究表明,变钝了的锯链会使链锯在切削时急跳、加速及振幅急剧增加,而锐利的锯链对减少链锯的振幅是有效的。因此,能长时间地保持锋利的锯链,不仅保证链锯的切削效率,而且对减少链锯的振动、保护操作者的健康都是重要的。

同一个操作者使用同一台链锯,但采用虽然有相同的齿形参数而牌号不同的锯链,其切削效率有很大差距。有的锯链容易产生崩齿、断裂和伸长,而且修锉费力费时,修锉后保持锋利的时间短,因此用于修锉(或换链)的时间多,从而减少了有效的工作时间,且因修锉次数多而直接缩短了锯链的使用寿命。显然,这和制造锯链的材料、热处理工艺有关。可是,从这方面对锯链的使用性能和使用寿命的研究,还没见诸文献记载。据称,世界上90%的名牌链锯都采用美国俄勒岗牌锯链^[6]。我们在使用这种锯链的过程中也证明它能长时间保持锋利,修锉省力、容易,使用后整条锯链的伸长很少。

本文主要对目前国内外流行的半方形锯链的链齿及小轴进行金相组织观察研究,探讨各种产品的性能和寿命与热处理工艺和金相组织的关系,为进一步提高国产锯链品质提供依据。

试 验 方 法

(一) 仪器 本试验所用的洛氏硬度计是广州材料机厂制造的HR—150—A型,显

微硬度计是上海第二光学仪器厂制造的71型,金相显微镜分别为锦州光学仪器制造的XJL—01型和广州光学仪器厂制造的XJ—16A型,并在日本制的JSM—25S型扫描电子显微镜下拍片。

(二) 材料 本试验所采用的材料如表1。

表1 试验用的材料一览表

试件号	厂别 ^[1]	收集时间 ^[2]	齿形	节距(mm)	备注
1	美国俄勒岗	1975	半方	8.30	新链
2	天津林业工具厂	1978	半方	10.26	新链
3	加拿大先锋	1973	半方	9.45	旧链
4	美国俄勒岗	1964	半圆	10.26	旧链
5	天津林业工具厂	1974	半圆	10.26	新链
6	柳州链条厂	1980	半圆	15.00	新链
7	西德多鲁玛	1963	半圆	16.00	旧链
8	哈尔滨林机厂	1972	半圆	15.00	新链

[1] 几种外国锯链中,俄勒岗有本厂标记,多鲁玛、先锋锯链无标记,是从同牌号油锯中卸取的。

[2] 所有八种锯链均无出厂时间标记。表中的收集时间是指我们获得这种锯链的时间。

(三) 试验方法 取出表1所列各种锯链的链齿和小轴,在HR150—A型洛氏硬度计上测定链齿的表面硬度,然后将各种锯链的链齿、小轴截面,打磨抛光制成金相试样,用4%的硝酸酒精溶液腐蚀后进行金相组织的显微观察。由于锯链的小轴十分细小,其表面硬度是根据显微硬度测试值换算成HRC值的。对所有小轴试件的金相组织在JSM—25S型扫描电镜下观察拍片。取试件1, 2, 3, 6的链齿及试件1, 2, 3的小轴粉末进行化学成份分析。

结果及分析

(一) 金相检验观察及硬度测试 结果如表2。

(二) 化学成份 对试件1, 2, 3, 6的链齿及小轴的化学成份测定结果如表3。

(三) 热处理工艺 根据金相组织的观察,对其热处理工艺分析如表4。

从上述结果,结合我们日常使用这些锯链的情况,可以看出几个问题:

1. 凡是组织中马氏体针粗大,其力学性质较差的锯链,如试件5及8,在实际使用中其锋利度保持的时间短,切削效率较低;凡是小轴中没有硬度高、耐磨性好的碳化物粒子时,小轴就易于磨损,因而使锯链容易伸长。

2. 试件1与试件2的链齿金相组织相近,但后者有分散度大而且粒度细的碳化物,这是前者所不及的。这两种产品的主要差距在小轴。试件2的小轴表层是渗碳后高频淬火加低温回火的隐针马氏体组织,耐磨的碳化物粒比试件1的少。

3. 从表面硬度及链齿的化学成份来看,试件2和6近似,但从金相组织看,则试

表2 金相观察及硬度测定结果

样本名称	使用情况 (1)	试验项目	1	2	3	4	5	6	7	8
			采伐时80—90分钟修锉一次, 无断裂和伸长。	采伐时60—70分钟修锉一次, 钟修锉一次, 无断裂和伸长。	同试件2	同试件2	造材时10—15分钟修锉一次, 易断裂, 伸长。	造材时15—20分钟修锉一次, 未见断裂, 伸长。	同试件6	同试件5
链齿	表面硬度		56—58	55—57	58	60	56	52	54	50
	金相组织 ⁽²⁾		M'组织均匀及弥散度大的碳化物 ⁽⁵⁾	M'级别约为3级	M'及弥散度大的碳化物 ⁽⁵⁾	M'	M'针粗	M'	M'针粗分布均匀	M'针细而多, 但分布不均匀
	图号									
小轴轴肩	表面硬度 ⁽³⁾		60—62	56—58	59—60	55—57	54—56	51—52	48—49 ⁽⁴⁾	47—49
	金相组织		M ₁ '加少量分布均匀的碳化物, 组织很细	M ₁ '加少量碳化物, 但淬层均匀性较差。	M ₁ '加少量分布均匀的碳化物, 组织很细	M ₁ '加少量碳化物	M ₁ '针较粗	M'加碳化物	M' + T, 表层粒度细, 有镀层未作分析 ⁽⁶⁾	M'表层粒度细, 有镀层未作分析 ⁽⁶⁾
	图号		1	3	5	7	9	11	13	15
小轴轴心	表面硬度 ⁽³⁾		HB 285—293	HB230—236	HB273—280	HB257—263	35	41—43	43—44	39—41
	金相组织		S粒度细且均匀	S	S组织均匀	S组织均匀	M ₁ '	M ₁ '	低碳M ₁ ' + T	M ₁ '
	图号		2	4	6	8	10	12	14	16

注: [1] 采伐树种为南洋桉, 马尾松及桉属植物, 造材时均经风干的木麻黄、桉属等植物。因发动机故障的停机时间都不算在内。

[2] 因试样取自成品, 马氏体全部是回火马氏体, 故其级别难于确定。

[3] 小轴的硬度值是由显微硬度实测值换算成HRC值, 误差较大。

[4] 西德多普玛的小轴有两个轴肩, 我们取大轴肩测试分析。

[5] 金相观察有碳化物, 与化验成份不大相符。零件热处理工艺可能采用AC₁以下充分预热, 然后在AC₁以上较低温度短时加热淬火。

[6] 因这两种节距的锯齿现已淘汰, 故对小轴表层不再作分析。

[7] 表中符号: M'—回火马氏体, M₁'—回火板条马氏体, M₂'—回火隐针马氏体, S—回火索氏体, T—层氏体。

表 3 四种试件链齿和小轴的化学成份

试件号	名称	化 学 成 份							备注
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	
1	链齿	0.646	0.067	0.480	0.965	2.410			切口镀铬
	小轴	0.790	0.110	1.055	0.100	<0.100			
3	链齿	0.600	0.200	0.420	0.500	0.610	0.150		切口镀铬
	小轴	0.750	0.115	1.065	0.100	<0.100			
2	链齿	0.725	1.050	0.193	0.740				
	小轴	0.208	0.720	0.180	2.660			0.060	
6	链齿	0.635	1.230	0.475	1.240				切口镀铬 无分析
	小轴								

注：表中试件 1，2，6 的链齿化学成份由华南工学院机械系化验室化验，其余都由广东省钢铁研究所化验。

表 4 热 处 理 工 艺 分 析

试件号 名称	1	2	3	4	5	6	7	8
链 齿	淬火加低温回火	810~820°C 淬火加310~320°C回火	淬火加低温回火	同试件 3	淬火加310~320°C回火	同试件 3	同试件 3	同试件 3
小轴轴肩	调质后加高频表面淬火	渗碳后高频淬火加低温回火	高频感应表面淬火	调质加高频表面淬火	渗碳淬火加低温回火	同试件 5	同试件 3	同试件 3
小轴轴心	调 质	调 质	调 质	淬火加高温回火	淬火加低温回火	同试件 5	同试件 3	同试件 3

件 2 优于 6，说明前者的热处理较佳。试件 1 则含有较高的镍，这对细化晶粒，强化基体，增加钢的韧性都很有作用。

4. 从表面硬度、金相组织以及日常使用这些锯链的经验，这八种锯链中，俄勒岗产品最优，天津 1978 年产品也较好。

对小轴显微硬度及渗层深度的讨论

我们认为，小轴质量是影响锯链寿命的重要因素，现仅就试件 1，2 的小轴的显微硬度及淬硬层深度作如下讨论。

从试件 1，2 的小轴的显微硬度和淬硬层深度关系的两组曲线（图 17）可以看到，俄勒岗小轴显微硬度最大值 $HM_{0.2} = 946.0^{[1]}$ ，而天津小轴显微硬度最大值仅是 $HM_{0.2} = 671.6$ ，两者相差 274.4。显然，由于试件 1 的小轴表层硬度高，因而在使用过程中就不易磨损，这是俄勒岗锯链不易伸长的原因之一。

试件 1, 2 小轴渗层均匀度的测量结果如表 5。

还有, 在同一试样同一截面上测得的淬硬深度的波动值, 俄勒岗小轴最大为 0.035 毫米; 天津小轴则为 0.300 毫米。从上述数值可以看出, 天津小轴渗层厚但渗层深度的波动值大, 说明它的渗层厚薄不均。俄勒岗小轴的淬硬层虽然比天津小轴要少, 但它的淬硬层厚薄均匀而且淬硬层的波动值很小。因此, 天津小轴在使用后磨损是不均匀的, 一经磨损还会引起小轴外形的变化。这也是俄勒岗小轴优于天津小轴的原因之一。

此外, 从图 17 还可以看出, 俄勒岗小轴的峰值硬度是在 0.15—0.20 毫米深处, 因而锯链各关节一经磨合即达到峰值硬度, 这是比较理想的。而天津小轴的峰值硬度几乎是在最表层, 即在 0.07—0.08 毫米深处, 这样锯链一经磨合就差不多越过其峰值硬度, 当然它的耐久性就差些了。这是俄勒岗小轴优于天津小轴的原因之三。

上述事实告诉我们, 小轴的硬度不仅要高, 而且淬硬层深度要均匀, 峰值硬度不应在最表层。

表 4 两种小轴的渗层深度

试样号 试 件	1	2	3
俄勒岗小轴	0.285mm	0.285mm	0.290mm
天 津小轴	0.340mm	0.355mm	0.420mm

结 论

(一) 从链齿及小轴的表面硬度、金相组织的力学性质, 结合实际的使用性能和寿命来看, 俄勒岗牌锯链是这八种试样中最佳的, 天津林业工具厂 1978 年产品质量也较好。

(二) 天津锯链的小轴的金相组织、显微硬度及渗层质量则明显地次于俄勒岗小轴。

(三) 要进一步提高国产锯链的质量, 我们认为当前主要是提高小轴的品质, 即要提高小轴渗层的质量。

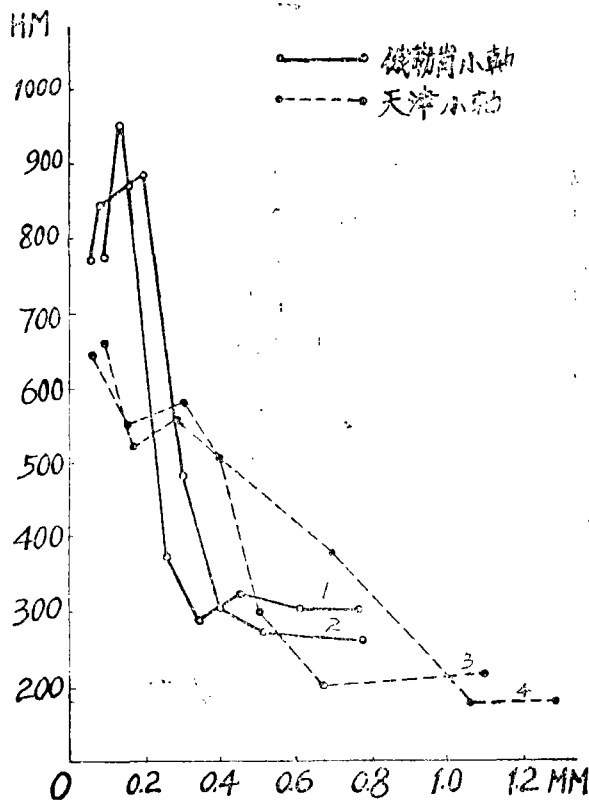


图 17 小轴截面显微硬度分布图

参 考 文 献

- [1] 广东省机械研究所, 韶关链条厂, 1980, 链条气体碳、氮、硼三元共渗研究, 《机械科技动态》1: 26—40, 广东省机械情报站编。
- [2] 荒才透、金子秀夫主编, 1977, 《钢铁材料学》, 北京冶金研究所。
- [3] Davis D. 1978. Noise and vibration hazards in chainsaw Operations. Aust. For. 41(3): 153-159.
- [4] R. J. Penberthy, 1968. Engineering aspects of saw chain Cutting. ASAE. Proceeding: 44-46.
- [5] More chainsaw users cut with Oregon chain than with all other brands combined. 1978. AMJ Garden Equipment Quarterly. 32(9): 14.
- [6] R.C. Fisches, 1977. The diffusion treatment of PM parts with boron, silicon, chromium and carbon, Powder Metallurg. No. 2: 96-99.

A COMPARATIVE STUDY OF THE METALLOGRAPHY OF SEVERAL SAW CHAINS

Ke Xing-bin Huang Cui-jin Liang Pei-wen Kwan Cun-he
(Dept. of Farm Mechanization) (Dept. of Forestry)

ABSTRACT

In order to find out the differences between local chains and foreign chains, the metallography of the cutters and the rivets of several local saw chains and foreign chains were studied. According to results, in so far as the metallographies are concerned the cutter of Tian-Jin saw chain is comparable with Oregon's, but the rivets made in Tian-Jin are not as good as the Oregon's made in the U.S.A.

附 图 说 明

图1	1号试件小轴轴肩组织	200×	图2	1号试件小轴轴心组织	1000×
图3	2号试件小轴轴肩组织	200×	图4	2号试件小轴轴心组织	1000×
图5	3号试件小轴轴肩组织	200×	图6	3号试件小轴轴心组织	1000×
图7	4号试件小轴轴肩组织	200×	图8	4号试件小轴轴心组织	1000×
图9	5号试件小轴轴肩组织	200×	图10	5号试件小轴轴心组织	1000×
图11	6号试件小轴轴肩组织	200×	图12	6号试件小轴轴心组织	1000×
图13	7号试件小轴轴肩组织	200×	图14	7号试件小轴轴心组织	1000×
图15	8号试件小轴轴肩组织	200×	图16	8号试件小轴轴心组织	1000×

