

钢线材对钢丝帘线质量的影响

张清珍

(东风轮胎集团 湖北钢丝厂, 湖北 襄樊 441004)

摘要: 分析了优质高碳低合金钢线材的各种特性对子午线轮胎用钢丝帘线生产工艺及产品质量的影响。主要的影响因素有: 钢线材的主要化学成分及其含量、钢线材中的有害脆性夹杂物的成分及其颗粒尺寸以及钢线材的物理性能、轧制质量和表观缺陷的多少等。还分析比较了国内外钢丝帘线用钢线材的质量差距。

关键词: 子午线轮胎; 钢丝帘线; 钢线材

中图分类号: TQ330.38⁺⁹ 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2002)09-0524-05

子午线轮胎增强用钢丝帘线是由高碳低合金钢线材(或称盘条或盘元)经冷拉拔得到单丝再加捻制成的。它是高强度金属微细丝绳制品中技术含量较高的产品,具有强度高、韧性好的突出优点。此种钢丝帘线的抗拉强度一般大于 2 600 MPa, 高强度品种甚至超过 3 000 MPa。因此,必须使用优质高碳低合金钢线材才能生产出如此高质量的钢丝帘线。

本文就钢线材品质对子午线轮胎钢丝帘线的影响进行了分析。

1 钢线材尺寸精度和表观质量的影响

(1) 直径及允许偏差

国内外多采用直径为 5.50 mm 的钢线材生产钢丝帘线。国外有些钢丝帘线生产厂也采用直径为 5.00 mm 的钢线材,它们依靠其先进的技术和设备,将直径为 5.00 mm 的钢线材直接拉拔至所需规格,省去了通常的一次拉拔和中间产品的表面处理和热处理工序。

国外标准对钢丝帘线直径允许偏差的规定比较宽松(± 0.20 mm ~ ± 0.40 mm),但实际产品的直径偏差却普遍较小(± 0.10 mm),且每批产品通条均匀。国内标准的规定比国外要严格些(± 0.15 mm ~ ± 0.30 mm),但因线材轧制水平不同,实际产品质量差别较大。国内目前整套引

进了数十条具有当代国际先进水平的斯太尔摩(Stelomor)生产线,这些生产线的产品质量接近或达到国外同类产品的水平,但国内少数生产厂家由于装备水平或设备管理水平较低,致使产品质量不佳。

但无论是国内还是国外线材产品,其不圆度都能达到技术要求($\leq 1/2$ 直径允许偏差)。

(2) 表观质量

制造钢丝帘线的过程是将直径为 5.50 mm 的线材拉拔至直径为 0.15 mm 帘线的过程。该过程导致钢线材长度增大至 1 344.4 倍,截面积缩小至 0.07%,这是一个接近拉拔工艺极限的加工精度。因此,原材料线材表面任何直观可见的外部缺陷(如椭圆、耳子、折叠、裂纹、结疤、轧痕、麻面、凹坑、机械划伤、厚薄不均的氧化铁鳞以及较重的锈蚀)都会随着拉拔加工深度的发展而在细丝拉拔或合股成绳工艺中产生严重影响,甚至造成无可挽回的损失。

为了防止钢线材表面受到机械损伤和因潮湿而产生锈蚀,国外钢线材制造商多对其产品采用单盘多层不同材质的中性防潮保护包装,并采用大型货柜运输。国内产品在包装和储运方面与国外存在较大差距。

2 化学成分的影响

钢丝帘线生产厂对钢线材中的某些元素含量要做检验。碳、硅、锰、磷、硫、铜、镍、铬和铝元素含量是常规受控必测项目,钛、钼、砷、氧、氮等元

作者简介:张清珍(1949-)男,山东淄博人,东风轮胎集团湖北钢丝厂高级工程师,主要从事钢丝生产工艺研究工作。

素为非必测项目, 根据检测手段和成本因素而定。但是钢线材的生产厂对以上项目都必须严格控制, 因为各种元素含量的多少及其与其它元素化合形成的有害夹杂物在钢丝绳线生产中都有着十分严重的潜在危害。例如, 磷、硫、钼和砷元素含量超标可直接造成拉拔断丝; 碳、锰、硅、铜、镍和

铬元素含量将影响热处理工艺和产品性能; 而铝和钛则可与氧和氮化合生成氧化铝和氮化钛等脆性不可变形夹杂物, 这些夹杂物是拉拔和合股成绳时断丝的致命因素。

我厂曾经批量使用或试用过的国内外钢线材的技术性能示于表 1。

表 1 部分国内外 NT 和 HT 强度钢丝绳专用钢线材性能

项 目	日本神户制钢(KOBE)				新日铁(NSC)				住友钢铁	
	KSC72(NT)		KSC82(HT)		NSC70(NT)		NSC82(HT)		SUM72(NT)	
	规定值	实测值	规定值	实测值	规定值	实测值	规定值	实测值	规定值	实测值
元素质量分数×10 ²										
碳	0.68~0.73	0.715~0.725	0.80~0.85	0.82	0.68~0.73	0.72	0.80~0.85	0.81	0.70~0.75	0.72~0.73
硅	0.15~0.30	0.200~0.215	0.15~0.30	0.20	0.15~0.30	0.23	0.15~0.30	0.19	0.12~0.32	0.21~0.22
锰	0.40~0.60	0.50~0.57	0.40~0.60	0.54	0.40~0.65	0.49	0.40~0.65	0.54	0.30~0.60	0.49~0.50
磷(最大值)	0.020	0.0165	0.020	0.010	0.020	0.016	0.020	0.010	0.025	0.006
硫(最大值)	0.020	0.009	0.020	0.007	0.020	0.015	0.020	0.009	0.025	0.008
铜(最大值)	0.050	0.005	0.050	0.005	0.050	0.006	0.050	0.012	0.050	0.020
镍(最大值)	0.050	0.002	0.050	0.007	0.050	0.019	0.050	0.012	0.050	0.030
铬(最大值)	0.050	0.0135	0.050	0.017	0.050	0.039	0.050	0.020	0.050	0.020
铝(最大值)	0.005	0.002	0.005	0.0005	—	0.003	—	0.0005	—	—
线材直径允许偏差/mm	±0.40	±0.10	±0.40	+0.10	±0.40	+0.10	±0.40	+0.10	±0.40	0.10
物理性能										
抗拉强度/MPa	1040±100	1070	1140±100	1120	—	1000	—	1070	—	1040
断裂伸长率/%	—	10.5	—	11.0	—	9.0	—	4.0	—	8.5
断面收缩率/%	—	42.5	—	37.0	—	44.1	—	30	—	45.0
金相情况										
实际晶粒度/级	—	8.5	—	8.5	—	8.0	—	8.5	—	9.0
脱碳层深度/mm	≤0.15	0	0.15	0	—	0	—	0	—	0
非金属夹杂物	—	AC1	—	AC1	—	AC1	—	AC1	—	AC2
项 目	德国 SAARSTAHL		法国 UNMETAL		韩国浦项		卢森堡 ARBED			
	SKD70(NT)		F54167(NT)		70S(NT)		HT7B(NT)		HT8C(HT)	
	规定值	实测值	规定值	实测值	规定值	实测值	规定值	实测值	规定值	实测值
元素质量分数×10 ²										
碳	0.69~0.75	0.72	0.70~0.75	0.72~0.73	0.68~0.72	0.69~0.71	—	0.73	—	0.82
硅	0.10~0.30	0.21	0.18~0.30	0.22	0.15~0.30	0.18	—	0.23	—	0.20
锰	0.45~0.55	0.56	0.40~0.60	0.51	0.40~0.60	0.46~0.58	—	0.50	—	0.49
磷(最大值)	0.020	0.014	0.015	0.011	0.015	0.013	—	0.008	—	0.009
硫(最大值)	0.025	0.007	0.015	0.010	—	0.011	—	0.008	—	0.008
铜(最大值)	0.080	0.009	0.100	0.013	—	0.012	—	0.010	—	0.009
镍(最大值)	0.100	0.038	0.100	0.030	—	0.015	—	0.015	—	0.013
铬(最大值)	0.050	0.019	0.080	0.024	—	0.013	—	0.030	—	0.035
铝(最大值)	0.010	—	—	—	0.001	—	—	0.001	—	0.001

续表 1

项 目	德国 SAARSTAHL		法国 UNMETAL		韩国浦项		卢森堡 ARBED			
	SKD70(NT)		F54167(NT)		70S(NT)		HT7B(NT)		HT 8C(HT)	
	规定值	实测值	规定值	实测值	规定值	实测值	规定值	实测值	规定值	实测值
线材直径允许偏差/mm	±0.30	0	±0.30	-0.10	±0.40	±0.20	—	+0.10	—	+0.10
物理性能										
抗拉强度/MPa	1 050±90	1 040	1 050±60	1 060	—	980	—	1 050	—	1 120
断裂伸长率/%	—	13.0	≥10	8.0	—	8.0	—	10.0	—	7.5
断面收缩率/%	≥40	50	—	41.3	—	35.0	—	45.5	—	34.0
金相情况										
实际晶粒度/级	—	9.0	—	8.5	—	8.0	—	9.0	—	9.0
脱碳层深度/mm	≤0.15	0	—	0	—	0.12	—	0	—	0
非金属夹杂物	—	AC1	—	AC1	—	AC2	—	AC1	—	AC1
项 目	国内 B-1				国内 W-2		国内 A-3		国内 M-4	
	B70LX(NT)		B80LX(HT)		LXS WRH72A(NT)		A70L		LXG70	
	规定值	实测值	规定值	实测值	规定值	实测值	规定值	实测值	规定值	实测值
元素质量分数×10 ²										
碳	0.68~0.73	0.71~0.73	0.80~0.85	0.81~0.85	0.68~0.73	0.69~0.72	0.67~0.73	0.71~0.73	0.65~0.72	0.63~0.69
硅	0.15~0.30	0.21~0.22	0.15~0.30	0.24~0.26	0.15~0.30	0.24~0.26	0.17~0.37	0.15~0.25	0.17~0.37	0.21~0.26
锰	0.30~0.60	0.51~0.52	0.40~0.60	0.53~0.54	0.45~0.70	0.47~0.50	0.50~0.80	0.55~0.70	0.50~0.75	0.69~0.78
磷(最大值)	0.025	0.021	0.025	0.014	0.025	0.013	0.030	0.015	0.030	0.019
硫(最大值)	0.020	0.020	0.020	0.014	0.025	0.003	0.030	0.010	0.030	0.011
铜(最大值)	0.010	0.010	0.010	0.006	0.080	0.003	—	0.010	0.010	0.027
镍(最大值)	0.040	0.030	0.040	0.013	—	—	—	0.010	0.010	0.011
铬(最大值)	0.060	0.030	0.060	0.022	—	—	—	0.010	0.060	0.025
铝(最大值)	0.005	0.000 5	0.005	—	—	0.003	—	0.001	0.010	—
线材直径允许偏差/mm	±0.30	+0.10	±0.30	+0.10	±0.30	+0.10	±0.30	+0.10	±0.40	+0.30
物理性能										
抗拉强度/MPa	—	1 040	—	1 100	—	1 000	—	1 050	1 050±100	1 020
断裂伸长率/%	—	9.8	—	9.0	—	11.5	—	10.0	—	11.3
断面收缩率/%	—	42.5	—	33.0	—	36.5	—	42.0	—	48.3
金相情况										
实际晶粒度/级	—	9.0	—	9.0	—	9.2	—	8.0	—	9.0
脱碳层深度/mm	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0.08
非金属夹杂物	—	AC1	—	AC1	—	AC1	—	A0.5/B0.5	—	AC4/BD1.5

注: NT 表示普通抗拉强度, HT 表示高抗拉强度。

由表 1 可见, 国内外对于钢线材物理性能和主要元素含量的规定基本相同。但实际产品性能差别明显。以碳元素质量分数为例, 日本 KOBE KSC72 中同一批次在 0.007 0~0.007 3 间分布, 大多数为 0.007 1~0.007 2, 且批量均匀性很好, 而国内产品一般为 0.006 8~0.007 4, 大多数为 0.006 9~0.007 3, 个别品牌甚至低至 0.006 3, 高至 0.007 5。元素含量波动过大给钢丝帘线生产中工艺参数的制定和稳定生产造成极大困

难, 更难以保证钢丝帘线产品质量的均匀性和稳定性。除碳元素外, 其它化学成分也存在同样的问题。

3 综合物理性能的影响

钢线材的抗拉强度、屈服强度、断面收缩率和断裂伸长率等性能是钢丝帘线制造过程中工艺技术参数制定的重要依据, 也是保证钢丝帘线抗拉强度、刚性和韧性的基本条件。对于这些性能, 国

外产品一般都有明确指标规定,而且实际产品也符合规定,波动范围小,批次间均匀性好。而国内产品大多对此不做具体规定,而且实际产品性能也如化学成分含量一样,波动较大,批次间的均匀性和稳定性较差。

国内外产品实测均值水平基本相当。

4 金相检验项目和金相形态的影响

4.1 低倍缺陷

钢线材金相低倍(100倍)显微检测项目及其影响如下:

(1)氧化铁鳞的含量及厚度

国外直径为 5.50 mm 的钢线材氧化铁质量分数为 0.004~0.006,国内采用斯太尔摩生产线的产品也可达到此水平。个别产品因冷却工艺参数波动,有含量稍高且厚薄不均的现象。如果不采用防潮防擦伤包装且为敞开式运输,在运输过程中常会发生散包、擦伤和锈蚀。

(2)表面脱碳

国内外产品表面脱碳一般都能达到不大于 0.10 mm 的规定,国内个别产品偶有单边深度 0.30 mm 以上的现象。

(3)夹渣、折叠和微裂纹等缺陷

由于线材轧制前清理加热钢坯表面氧化铁鳞和凹凸疤不彻底或冷却工艺的影响,产品在低倍显微状态下可发现夹渣、折叠和微裂纹。这些缺陷随着钢丝加工深度增加而不断恶化,最终将导致断丝。

4.2 组织形态

钢线材必须具备适应钢丝帘线加工的组织形态,即必须严格采用斯太尔摩技术,控制索氏体组织质量分数达到 0.92 以上,且要控制线材的通条均匀性和批次间均匀性。

国内钢帘线生产起步较晚,至今尚无索氏体的检测标准。大多数生产厂检测手段也不完善。实际生产中只能凭经验及成品性能判断钢线材的加工性能。

4.3 夹杂物

由于生产钢丝帘线是深加工,钢线材中的有害夹杂物将导致拉拔和合股中的断丝。

控制有害夹杂物的成分和颗粒大小的关键是

炼钢工艺中的炉外精炼技术和设备的先进程度。

日本神户制钢所生产的 KSC 钢帘线专用线材中夹杂物成分多为可变形的硫化物塑性夹杂物,颗粒直径约 $4\ \mu\text{m}$,不可变形的氧化铝、铝酸盐和氮化钛等有害脆性夹杂物和直径大于 $8\ \mu\text{m}$ 的颗粒极少,而且细小颗粒分散均匀,无富集现象。相比之下,国内同类产品中经常发现氧化铝和氮化钛等不可变形脆性夹杂物,且颗粒较大。图 1 所示为国产钢线材拉拔断丝口的脆性夹杂物照片。由图 1 可见,此夹杂物尺寸达到 $30\ \mu\text{m} \times 15\ \mu\text{m}$ 。图 2 所示为典型的脆性夹杂物颗粒富集。



图 1 断丝口的脆性夹杂物(放大 250 倍)

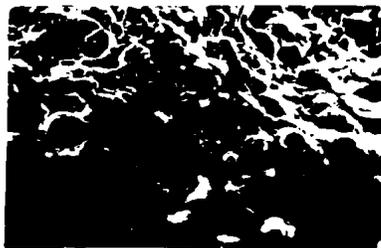


图 2 脆性夹杂物颗粒富集(放大 250 倍)

对于夹杂物的检测方法,国内外也有较大区别。国外分析高纯净钢线材的方法为电子扫描显微镜、电子探针和化学完全溶解过滤显微镜分析法相结合。将截成小段的钢线材试样完全溶解后蒸馏或过滤,再用电子扫描显微镜和电子探针检测分析干物质颗粒中的成分和颗粒尺寸。国内一般采用光学显微镜、电子扫描显微镜或电子探针检测分析金相制样抛光表面或钢丝拉拔、合股断丝的新鲜断口夹杂物的成分和颗粒物大小。国内的这种方法只能分析某一点或某一剖面的局部,不具有普遍的代表性。这也是国内外产品的样品检测结果相近,但国内产品断丝率大大高于国外产品的原因。

4.4 化学成分偏析

钢线材制造钢丝帘线单丝时要经受几近拉拔

极限的冷拉加工,对于钢线材通条的均匀性要求非常严格。因此,尽可能地减少或杜绝各种化学成分及有害夹杂物的富集和偏析是至关重要的。

5 结语

在采用钢线材生产钢丝帘线时,对钢丝帘线质量影响较大的钢线材特性有:

- (1)钢本质的纯净度;
- (2)化学成分的偏析和富集;
- (3)金相组织形态;
- (4)钢丝帘线物理性能指标;
- (5)钢线材的尺寸精度、氧化铁磷含量和厚

度、夹渣、折叠、微裂纹、机械损伤和严重锈蚀等表面缺陷。

提高钢丝帘线用高纯净优质高碳低合金钢线材质量的主攻方向应是提高炉外精炼技术以及生产设备和检测水平。国内很多大型钢铁生产企业的钢线材化学成分、物理性能和外观质量等主要技术指标与国外先进产品已无显著差异,只是整盘钢线材的通条均匀性以及批次间的均匀性和稳定性方面还有待进一步提高。当然,提高产品质量的重中之重还是减少脆性有害夹杂物的含量及其颗粒尺寸。

第一届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文

双星集团总裁汪海提出“三个质量”概念

中图分类号: F270.7 文献标识码: D

双星集团是目前国内实际生产规模最大的制鞋企业集团。到双星集团参观的人们会发现,双星各单位墙上都有这么一句标语:“抓住工作质量、服务质量、产品质量不放松”,在众多企业理念警句中显得尤为令人思考。

双星集团总裁汪海提出“三个质量”概念有其现实意义。现代企业管理中的“质量”应该涵盖工作质量、服务质量和产品质量全过程。

以制鞋业为例,同类产品的质量有好有坏,说明生产厂家的领导责任心不同,工作质量有高有低。严格抓质量的企业,生产出来的产品质量就好;反之,产品质量就差。工作质量和产品质量是相辅相成的。

同样,服务质量欠佳就不可能保证生产出一流的产品。服务于生产一线员工的部门如不能很好地做好后勤工作,职工生活不好,带着情绪工作,工作质量和服务质量就不可能得到保障。而后勤服务工作质量高,职工满意,必然促进职工工作质量的提高,最终体现在产品质量的提高上。

另外,即使有一流的产品,若服务质量差,产品也不可能卖好。现在的消费者在购买产品时不仅看中其本身的质量,更看中购物环境、氛围、美感、服务、个性。他们要求产品质量好,服务质量更好。服务质量好,可直接拉动产品销售工作。

因此,工作质量、服务质量和产品质量是相辅相成的,只有打好这三面旗帜,企业才能不断发展

前进。

(双星集团宣传处 王开良 供稿)

第7期炭黑专业高级技术培训班结业

中图分类号: TQ330.38⁺¹ 文献标识码: D

由中橡集团炭黑工业研究设计院、全国橡胶工业信息总站炭黑分站联合举办的“第7期炭黑专业高级技术培训班”于6月10日在四川省自贡市圆满结业,来自全国24家炭黑生产企业的47名学员参加了培训。通过为期一个月的学习,学员们对炭黑的基本性能、生产及其应用有了较为系统的了解,有助于提高他们的专业理论水平和实际工作能力,为尽快成为企业的技术骨干打下了坚实的基础。

(中橡集团炭黑工业研究设计院 徐忠 供稿)

不同地区近年NR消耗量变化

中图分类号: TQ332 文献标识码: D 万 t

项 目	年份				
	1999	2000	2001	2002	2003
北美	125.80	134.10	113.99	108.29	103.95
欧盟	105.17	115.06	115.64	118.53	122.08
欧洲其它地区	25.68	32.55	32.88	34.52	36.25
日本	73.42	75.18	72.92	72.20	73.28
中国	85.20	108.00	133.92	154.01	169.41
印度	61.91	63.77	64.09	67.29	70.66
亚洲其它地区	140.73	142.94	128.64	122.21	118.54
拉美	37.30	43.60	42.51	44.21	45.98
非洲	11.40	13.20	13.46	14.14	14.56
世界	666.00	732.00	718.00	735.00	755.00
变化率/%	1.8	9.9	-1.9	2.4	2.7

[涂学忠译自英国 ERJ 184(2), 11(2002)]