

胎圈钢丝的品种、性能及发展趋势

张清珍

(湖北钢丝厂,湖北 襄樊 441004)

摘要:从外观形貌、综合机械性能和表面涂层三方面介绍了胎圈钢丝的主要品种。论述了轮胎制造对胎圈钢丝的主要技术性能要求。分析了胎圈钢丝的发展趋势。指出胎圈钢丝将向多品种、多规格、系列化方向发展;钢丝综合机械性能将向高强度、高韧性方向发展。

关键词:胎圈钢丝;品种;表面涂层;综合机械性能

中图分类号:TQ330.38⁺9 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2002)09-0515-06

胎圈钢丝是各种机动、非机动车辆及飞机等轮胎的胎圈部位必备增强用金属骨架材料。本文就汽车轮胎胎圈钢丝的主要品种、性能及发展趋势做简要阐述。

1 胎圈钢丝的主要品种

胎圈钢丝大致可以从外观形貌、综合机械性能、表面涂层三方面进行分类。

1.1 外观形貌

国内生产的斜交轮胎一直使用圆断面钢丝,且钢丝规格较少,以 $\Phi 1.0$ mm为最多。近年来,为满足轮胎引进制造技术和设备的要求,逐渐形成了从 $\Phi 0.78 \sim \Phi 1.65$ mm多规格系列化,但至今未见到异形断面钢丝的使用报道。至于国外轮胎,我厂曾在20世纪70年代解剖过对比试验用进口全钢载重子午线轮胎,发现其胎圈骨架材料是由10层 $10\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 1.0\text{ mm}$ 光面带钢缠绕而成。用其残片打磨出的刀片非常锋利,弹性很高(遗憾的是因当时不具备检测手段,未能测其机械性能),根据经验分析,可能是用冷轧弹簧钢带制造的。近年来,获悉工程机械轮胎也有采用梯形及扇形等异形断面胎圈钢丝的。当然国外胎圈钢丝也同样以圆断面钢丝为主,只是在特殊用途轮胎中才采用异形断面钢丝。因此,本文以

圆断面钢丝为主进行分析讨论。

1.2 综合机械性能

从综合机械性能上胎圈钢丝大致可分为普通抗拉强度型($1\ 770 \sim 2\ 000$ MPa)、高强度型($2\ 200$ MPa以上)和高延伸率型($3\% \sim 10\%$),并规定了抗扭转变形次数。个别国外公司还有规定低负荷定伸或低定伸负荷等指标要求。

1.3 表面涂层

按涂层方式划分,主要有置换反应式化学涂层、电化学反应式电镀涂层两种。

按涂层种类分,主要有纯铜、锡青铜、黄铜、纯锌等单金属或二元合金涂层。黄铜镀层因工艺复杂,制造成本高而很少采用,纯锌镀层只在特殊用途轮胎中使用。常用涂层以纯铜和锡青铜为主。合金涂层又有所镀金属元素不同质量分数之分,涂层亦有厚薄之分。国内外至今未见使用二元以上的多元合金涂层的报道。

2 轮胎制造对胎圈钢丝的主要技术性能要求

轮胎的胎圈部位是轮胎在动静负荷下的变形应力集中区域,直接关系到轮胎的使用安全性。因此,对其骨架材料的技术特性要求非常严格。主要有直径及允许偏差、抗拉强度、抗扭转变形、破断延伸率、平直性、表面状态(合金镀层组分、厚度及洁净度)、与橡胶的粘合性能等。胎圈钢丝国际、国家、公司标准规定值分别示于表1~8。

作者简介:张清珍(1949-),男,山东沂水人,湖北钢丝厂高级工程师,主要从事钢丝帘线的研究开发工作。

表 1 GB 14450 —93 标准规定值

直径及允许 偏差/ mm	最小破断 拉力/ N	最小抗拉 强度/ MPa	最小扭转 次数/ [次·(nd) ⁻¹]	最小破断 延伸率/ %	最大平 直性/ (mm·m ⁻¹)	镀层(纯铜)	
						ω(Cu)	d/μm
0.96 ±0.02	—	1 770	25/ 100	3.0	600/ 3	1.00	0.06~0.28
1.00 ±0.02	—	1 770	25/ 100	3.0	600/ 3	1.00	0.07~0.30
0.80 ±0.02	1 000	—	50/ 200	5.0	600/ 3	1.00	0.05~0.24
0.89 ±0.02	1 200	—	50/ 200	5.0	600/ 3	1.00	0.06~0.26
1.30 ±0.02	2 400	—	25/ 100	5.0	600/ 3	1.00	0.08~0.39
1.42 ±0.02	2 880	—	22/ 100	5.0	600/ 3	1.00	0.09~0.42
1.55 ±0.02	3 340	—	22/ 100	5.0	600/ 3	1.00	0.10~0.46
1.65 ±0.02	3 680	—	20/ 100	5.0	600/ 3	1.00	0.11~0.49
1.82 ±0.02	3 970	—	20/ 100	5.0	600/ 3	1.00	0.12~0.54

表 2 ISO/ TC17/ SC17 新工作项目《胎圈钢丝》(草案)规定值

直径及允许 偏差/ mm	最小破断 拉力/ N	最小抗拉 强度/ MPa	最小屈服 强度/ MPa	最小扭转 次数/ [次·(nd) ⁻¹]	最小破断 延伸率/ %	最大平 直性/ (mm·m ⁻¹)	镀 层			
							青铜		黄铜	
							ω(Sn)	d/μm	ω(Cu)	d/μm
0.800 ±0.020	1 000	2 200	800	50/ 200	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
0.890 ±0.020	1 200	2 100	960	50/ 200	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
0.890 ±0.020	1 350	2 350(HT)	1 080	50/ 200	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
0.965 ±0.020	1 350	2 000(HT)	1 080	50/ 200	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
0.965 ±0.020	1 525	2 250(HT)	1 220	50/ 200	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.000 ±0.020	1 450	2 000	1 160	25/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.000 ±0.020	1 640	2 250(HT)	1 310	20/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.295 ±0.020	2 400	1 950	1 920	25/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.295 ±0.020	2 795	2 250(HT)	2 240	20/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.420 ±0.020	2 880	1 950	2 300	22/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.550 ±0.020	3 525	2 000	2 820	20/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.550 ±0.020	3 340	1 900	2 670	20/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.550 ±0.020	3 900	2 200(HT)	3 120	20/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.600 ±0.020	3 560	1 900	2 850	20/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.600 ±0.020	4 150	2 200(HT)	3 320	20/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.650 ±0.030	3 680	1 850	2 940	20/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.820 ±0.030	3 970	1 650	3 180	20/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
1.830 ±0.030	5 500	2 200(HT)	4 400	15/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
2.000 ±0.030	4 805	1 650	3 840	20/ 100	5.0	600/ 3	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20
3×1.5(矩形)	7 600	—	6 080	—	2.0	—	≤0.03	0.05~0.22	0.67~0.77	0.10~0.20

注:HT—高强度。

从上述系列标准中看出,GB 14450 —93 国家标准主页及附录 A1 胎圈钢丝主要性能(除 L T 型外),是等效采用 ISO 及欧美国家某些公司 20 世纪 80 年代初、中期标准。但从近年来国外某些公司标准及实物质量看,产品的力学性能渐有提高趋势。尤其是 ISO/ TC17/ SC17 国际标准(草案)中,抗拉强度及屈服强度指标提高幅度十分显著,其中 Φ0.95~Φ1.00 mm 几种常用规格产品的普通抗拉强度型提高幅度达 13%,同规格高强度型产品则高达 27.1%。大于 Φ1.0 mm 规格系列的产品中也出现了高强度型产品。扭转值、破断延

伸率、镀层组分及厚度等技术指标则基本上没有变化。

2.1 抗拉强度

抗拉强度是胎圈钢丝的基本性能要求之一,是轮胎结构设计中重要的技术参数之一。在保证胎圈钢丝优良的综合机械性能的基础上,稳定和提高钢丝的抗拉强度,是保证轮胎安全性和高速性的有效措施。近年来,随着市场经济的发展以及交通运输行业各种经济成分的多层次需求,对车辆及其关键部件之一的轮胎的要求更为苛刻。因此,对载重轮胎而言,无论是普通斜交轮胎还是

表 3 O-B标准规定值

直径及允许 偏差/ mm	最小破断 拉力/ N	最小抗拉 强度/ MPa	最小扭转 次数/ [次·(nd) ⁻¹]	最小破断 延伸率/ %	镀 层			
					青铜		黄铜	
					ω(Sn)	d/μm	ω(Cu)	d/μm
0.800 ±0.020	1 000	1 990	50/200	5.0	≤0.03	0.05~0.13	0.67~0.77	0.09~0.26
0.890 ±0.020	1 200	1 930	50/200	5.0	≤0.03	0.06~0.13	0.67~0.77	0.08~0.25
0.890 ±0.020	1 350	2 170(HT)	50/200	5.0	≤0.03	0.06~0.13	0.67~0.77	0.08~0.25
0.965 ±0.020	1 350	1 850	52/200	5.0	≤0.03	0.06~0.14	0.67~0.77	0.09~0.27
0.965 ±0.020	1 525	2 090(HT)	50/200	5.0	≤0.03	0.06~0.14	0.67~0.77	0.09~0.27
1.000 ±0.020	1 450	1 850	25/100	5.0	≤0.03	0.06~0.14	0.67~0.77	0.09~0.28
1.295 ±0.020	2 400	1 820	25/100	5.0	≤0.03	0.06~0.17	0.67~0.77	0.09~0.24
1.295 ±0.020	2 795	2 120(HT)	25/100	5.0	≤0.03	0.06~0.17	0.67~0.77	0.09~0.24
1.420 ±0.020	2 880	1 820	22/100	5.0	≤0.03	0.05~0.14	0.67~0.77	0.10~0.27
1.550 ±0.020	3 340	1 770	20/100	5.0	≤0.03	0.05~0.15	0.67~0.77	0.07~0.25
1.550 ±0.020	3 900	2 070(HT)	20/100	5.0	≤0.03	0.05~0.15	0.67~0.77	0.07~0.25
1.600 ±0.020	4 150	2 060(HT)	20/100	5.0	≤0.03	0.05~0.16	0.67~0.77	0.07~0.26
1.650 ±0.020	3 680	1 720	20/100	5.0	≤0.03	0.05~0.16	0.67~0.77	0.08~0.27
1.820 ±0.020	3 970	1 530	20/100	5.0	≤0.03	0.06~0.18	0.67~0.77	0.08~0.30

注:O—欧洲;HT—高强度。

表 4 O-N标准规定值

直径及允许 偏差/ mm	最小破断 拉力/ N	最小抗拉 强度/ MPa	最小扭转 次数/ [次·(nd) ⁻¹]	最小破断 延伸率/ %	最大平 直性/ (mm·m ⁻¹)	镀 层			
						纯铜		青铜	
						ω(Cu)	d/μm	ω(Sn)	d/μm
0.900 ±0.030	1 160	1 820	25/200	2.75/5.0	600/3	1	0.10~0.20	—	0.06~0.20
0.965 ±0.030	1 270	1 740	25/200	2.75/5.0	600/3	1	0.11~0.21	—	0.06~0.21
1.000 ±0.030	1 390	1 770	20/200	2.75/5.0	600/3	1	0.11~0.22	—	0.06~0.22
1.300 ±0.030	2 400	1 810	20/100	2.75/5.0	600/3	1	0.14~0.29	—	0.08~0.29
1.400 ±0.030	2 700	1 750	20/100	2.75/5.0	600/3	1	0.15~0.31	—	0.09~0.31
1.600 ±0.030	3 420	1 700	15/100	2.75/5.0	600/3	1	0.18~0.35	—	0.11~0.35
1.800 ±0.030	4 500	1 770	15/100	2.75/5.0	600/3	1	0.20~0.40	—	0.12~0.14
2.000 ±0.030	4 780	1 520	15/100	2.75/5.0	600/3	1	0.22~0.44	—	0.13~0.44

注:O—欧洲。

表 5 O-P标准规定值

直径及允许 偏差/ mm	最小破断 拉力/ N	最小抗拉 强度/ MPa	最小扭转 次数/ [次·(nd) ⁻¹]	最小破断 延伸率/ %	镀层(纯铜)	
					ω(Cu)	d/μm
0.89 ±0.02	1 200	1 930	25/200	5.0	1.00	0.04~0.11
0.96 ±0.02	1 324	1 830	25/200	5.0	1.00	0.04~0.12
1.42 ±0.02	2 943	1 860	20/100	4.5	1.00	0.03~0.09
1.65 ±0.02	3 826	1 790	20/100	4.5	1.00	0.04~0.11
1.80 ±0.02	4 356	1 710	10/100	4.5	1.00	0.04~0.12

注:同表 4。

子午线轮胎,对胎圈钢丝品种、规格及抗拉强度级别的合理选择就显得尤为重要。轿车子午线轮胎为适应越来越高的行驶速度,在保证轮胎高性能的前提下,选用高强度胎圈钢丝,可以减少钢丝使用根数,从而达到轮胎轻量化,降低滚动阻力,提高行驶速度之目的。以表 2 中 Φ0.965 mm 高强

度型(HT)胎圈钢丝为例,比 GB 14450—93 标准中相近规格的 Φ0.960 mm 普通强度型(NT)抗拉强度最小值提高了 24.3%,完全可以相应减少钢丝使用数量,而又不影响轮胎的综合性能。

2.2 扭转值

汽车轮胎在行驶过程中,车辆在急转弯、雨雪

表 6 U G 标准规定值

直径及允许 偏差/ mm	最小破断 拉力/ N	最小抗拉 强度/ MPa	最小破断 延伸率/ %
0.96 ±0.02	1 295	1 830	4.0
1.00 ±0.02	1 390	1 770	4.0
1.42 ±0.02	2 880	1 820	4.0
1.65 ±0.02	3 825	1 790	4.0

注:U—美洲。

表 7 A-J 标准规定值

直径及允许 偏差/ mm	最小破断 拉力/ N	最小抗拉 强度/ MPa	最小破断 延伸率/ %	镀层(青铜)	
				$\omega(\text{Sn})$	$d/\mu\text{m}$
0.94 ±0.02	1 290	1 860	4.0	0.02~0.10	0.08~0.21
0.96 ±0.02	1 340	1 850	4.0	0.02~0.10	0.08~0.21
1.00 ±0.02	1 460	1 860	4.0	0.02~0.10	0.08~0.21
1.30 ±0.02	2 470	1 860	4.0	0.02~0.10	0.08~0.21
1.60 ±0.02	3 550	1 770	4.0	0.02~0.10	0.08~0.21

注:A—亚洲。

表 8 A-K 标准规定值

直径及允许 偏差/ mm	最小破断 拉力/ N	最小抗拉 强度/ MPa	最小屈服 强度/ MPa	最小扭转 次数/ [次·(nd) ⁻¹]	最小破断 延伸率/ %	最大平 直性/ (mm·m ⁻¹)	镀 层			
							纯铜		青铜	
							$\omega(\text{Cu})$	$d/\mu\text{m}$	$\omega(\text{Sn})$	$d/\mu\text{m}$
0.95 ±0.02	1 325	1 870	880	—	6.0	300/3	—	—	≤0.03	0.06~0.14
0.95 ±0.02	1 570	2 220(HT)	880	—	3.0	300/3	—	—	≤0.03	0.06~0.14
1.20 ±0.02	2 050	1 545	—	25/100	5.0	600/3	1.00	0.09~0.38	—	—
1.65 ±0.02	3 825	1 790	—	20/100	5.0	600/3	—	—	≤0.03	0.04~0.11

注:同表 7。

2.3 延伸率

轮胎在动静负荷作用下,在产生法向、周向和侧向冲击、撕裂等变形的同时,均可造成胎圈部位的拉伸变形,在高速行驶中产生热膨胀变形。因此,胎圈钢丝必须具备较高的延伸率,才能承受复杂的拉伸变形,而不至于在拉伸变形状态下造成钢丝断裂,使轮胎胎圈部位爆破,从而导致早期损坏,甚至造成恶性事故的发生。总伸长率的平均值以高出规定最小值 30%~70%为最佳范围,过低或过高同样影响韧性和抗拉强度。

2.4 屈强比和杨氏模量

屈强比是钢丝的屈服强度与抗拉强度之比。杨氏模量是拉伸试验过程中钢丝在弹性应力-应变范围内轴向拉伸应力与轴向拉伸应变之比。从表 9 的实测对比数据可以看出此两项指标呈正比例关系,屈强比高,杨氏模量也高。虽然不少胎圈

天气侧滑等状态下,将承受急剧的侧向变形即扭转变形,胎圈部位则是此种变形的应力集中区域,因此,作为胎圈增强用骨架材料的钢丝,必须具备足够承受扭转变形力的扭转次数规定值(其相应规定技术指标值分别见表 1~8)。批量均值以高出最小规定值 15%~40%为最佳范围,过低和过高分别影响韧性和抗拉强度。

钢丝的产品标准中对此没有明确规定,但却是衡量钢丝刚性和弹性(即通常所说的钢丝挺性)的重要技术指标。对 $\Phi 0.95$ mm 钢丝进行分析,可以看出,表 9 中所示 G-a 产品(国内某厂产品)的抗拉强度为 1 920 MPa,屈服强度为 1 450 MPa,屈强比为 75.5%;C-c 产品(湖北钢丝厂产品)的抗拉强度为 2 050 MPa,屈服强度为 1 970 MPa,屈强比为 96.1%;国外某公司高强度产品的抗拉强度为 2 280 MPa,屈服强度为 2 110 MPa,屈强比为 92.5%。

通过钢丝的应力-应变曲线分析可以看出,屈强比和杨氏模量偏低的样品的应力-应变曲线较早偏离应力-应变的弹性直线段,形成较大的过渡圆弧状。胎圈钢丝具有优良的刚性,有利于提高轮胎胎圈部位的抗变形能力。

根据对国内外同类同规格产品的实测数据及

表 9 国内外同类产品实测值对照

生产厂	规格/	破断拉力/	抗拉强度/	屈服强度/	屈强比/	杨氏模量/	延伸率/	扭转次数/	镀 层	
代号	mm	N	MPa	MPa	%	MPa	%	次	$\omega(\text{Cu})$	$d/\mu\text{m}$
A-K	0.95	1 454	2 020	1 940	96.0	149 400	8.1	33	0.98	0.11
C-a	0.95	1 379	1 920	1 450	75.5	138 300	8.4	39	1.00	0.18
C-b	0.95	1 439	2 000	1 940	97.0	143 900	8.1	44	1.00	0.16
C-b	1.00	1 565	1 990	1 920	96.5	169 980	6.4	31	1.00	0.15
C-c	0.95	1 449	2 050	1 970	96.1	140 500	6.9	31	1.00	0.14
C-c	1.00	1 507	1 930	1 850	95.8	159 120	6.7	32	1.00	0.14
C-d	0.95	1 379	1 920	1 840	95.8	139 700	8.2	36	1.00	0.16
C-d	1.00	1 442	1 850	1 820	98.4	134 100	6.5	25	1.00	0.15
C-e	0.95	1 332	1 850	1 450	78.4	133 900	8.2	26	1.00	0.17
C-e	1.00	1 536	1 970	1 670	84.8	133 300	7.3	31	1.00	0.16
C-f	1.00	1 502	1 910	1 520	79.6	131 250	7.1	27	1.00	0.18

大量的统计分析数据认为胎圈钢丝的屈强比在 90 %~97 %、杨氏模量在 130~135 GPa 范围内为最佳值。过高或过低将分别影响钢丝的韧性和胎圈的抗变形能力。

2.5 表面涂层

钢丝表面涂覆不同的涂层,其主要作用是防腐和保持与橡胶良好的粘合性能。常见的有电镀或化镀纯铜和锡青铜两种(纯锌和黄铜少见,文中不予论述)。无论何种涂层类型和涂覆方式,保证涂层表面洁净、厚度均匀一致及符合技术要求的合金组分都是至关重要的。

(1) 纯铜镀层的防腐和与橡胶的粘合性能可以满足和较广泛适用于国内多数轮胎制造厂家习惯使用的配方。据实测数据和轮胎制造厂家的经验分析,镀层厚度对粘合性能有一定影响。GB 14450—93 标准对镀层的规定为 0.30~1.35 g·kg⁻¹,换算成厚度为 0.066~0.300 μm (以 Φ1.0 mm 钢丝为例),范围较宽。一般控制在 0.35~0.80 g·kg⁻¹,即 0.08~0.18 μm 范围较佳。本厂实物均值在 0.50~0.70 g·kg⁻¹,即 0.11~0.15 μm 范围内。

(2) 锡青铜镀层国外早有使用,国内近几年才随着引进技术出现。少量的锡元素在镀层中的主要作用是提高钢丝的耐腐蚀性能和与橡胶的粘合性能及耐热老化性能等。国外多见的是锡质量分数不大于 0.03 的低锡青铜镀层。但是,也有少数公司主张采用锡质量分数达 0.02~0.10 的锡青铜。据资料介绍,高锡含量虽然对耐蚀性能有利,却不利于与橡胶的粘合。

我厂曾就两种镀层的耐腐蚀性做过对比试

验。将 1999 年 10 月试制的锡质量分数为 0.014,厚度为 0.07 μm 的 Φ0.95 mm 低锡青铜钢丝样品挂于室内墙壁,历经秋、冬、春、夏四季,其中连续近 2 个月干旱和近 1 个月阴雨的恶劣天气环境,至今已有 10 个月,仍有约 30 %的镀层。而同规格纯铜镀层试样在同样环境中不足 6 个月镀层即全部锈蚀。

(3) 国外个别公司规定钢丝金属镀层表面再涂覆一定厚度的树脂涂层(一般为古马隆树脂),这可能是为了增强与橡胶的粘合性能。

2.6 钢丝与橡胶的粘合性能

2.6.1 胶料配方对粘合性能的影响

胎圈钢丝具有与橡胶优良的粘合性能是关键技术指标之一。影响钢丝与橡胶粘合强度的因素很多,诸多因素中,作为钢丝制造厂家,必须保证钢丝洁净、镀层厚度均匀并符合标准规定的单金属或合金镀层厚度及合理的合金镀层组分。作为轮胎制造厂家,胎圈部位的胶料配方设计采用何种硫化体系和粘合体系,合理选择钢丝规格、镀层厚度及合金组分,是保证钢丝与橡胶达到良好粘合的关键。前述的进口轮胎胎圈用光面带钢骨架材料,虽然表面未见任何有色金属涂层,但是与橡胶的结合面却非常牢固,覆胶率达 100 %,用刀片都难以刮除干净,显然是胶料配方中采用了某种增粘剂的缘故。

胎圈钢丝的国际、国家、公司标准中,钢丝与橡胶粘合强度技术指标一项,由于各轮胎制造公司、厂家的橡胶配方不同,选用的钢丝规格、涂层不同,因而不能作强制性规定,只能作为推荐性技术指标,由供需双方协议执行。

2.6.2 检测方法对粘合性能的影响

国内外轮胎制造厂家对用于检测钢丝与橡胶粘合性能的硫化橡胶试样尺寸、硫化条件规定各不相同,测得的粘合强度结果也就各不相同。由于橡胶配方、硫化条件、操作方法等不确定因素太多,本文只简要论及钢丝规格、试样尺寸及相关的粘合界面等。如 GB 14450—93 国标规定试样尺寸为钢丝埋入胶料的长度是 50 mm。而有些引进国外技术的轮胎制造厂家则规定为 25 或 12.5 mm。由于试样尺寸不同,即使是同规格钢丝(以 $\Phi 1.0$ mm 钢丝为例)和同样的橡胶配方,相同的硫化条件,粘合界面也不同,分别为 157, 78.5 和 39.3 mm²,依次相差成倍。因为硫化橡胶块是软弹性物体,在受力状态下易产生滑移,故不同的胶块尺寸所测粘合强度结果不呈线性比例关系,无直接可比性。同理,相同的试样尺寸,钢丝规格不同,粘合界面也相差悬殊,如 $\Phi 0.78$, $\Phi 1.00$ 和 $\Phi 1.65$ mm 钢丝在长 50 mm 胶块中的表面积分别为 122.5, 157.0 和 259.0 mm²。由此测出的粘合强度结果肯定是不同的,显然也是没有可比性的。如果要求达到同等的粘合强度,则是极不合理的。

2.6.3 钢丝镀层组分对粘合性能的影响

无论是纯铜、锡青铜,还是黄铜镀层钢丝,在轮胎硫化过程中,钢丝表面镀层中的铜都通过硫黄与橡胶发生化学反应,生成 Cu_x 的薄膜。为了使硫黄与橡胶烃的交联反应同硫黄与铜层的反应取得平衡,除了胶料配方中硫黄及硫化促进剂、补强剂、软化剂、粘合增进剂的品种用量外,合金镀层中的锡和锌也起着一定的硫化平衡作用。

2.7 使用性能

影响胎圈钢丝使用性能的因素主要有包装、

排线、直线性、平整度。因此,要求产品包装必须牢固、美观,标识清晰易辨,拆装上盘方便。线盘间及逐层排线距必须均匀平整,严禁呈亚铃形、纺锤形、波浪形,避免放线时乱线造成压线、断线而影响钢丝圈成型质量和作业率。钢丝必须保持规定的直线性和平整度,严禁呈小圈、弹簧圈、“S”形、端部矢高超标,否则同样影响钢丝圈成型质量和作业率。

3 发展趋势

(1) 胎圈钢丝将向多品种、多规格、系列化方向发展。

(2) 综合机械性能将向高强度、高韧性的方向发展。

(3) 随着国内引进多条回火涂层作业线的相继投产,成品制作方式将向高速、化镀锡青铜方向发展。但受国内原辅材料质量、生产工艺技术水平、设备配套、备品备件供应等因素影响,要想达到国外同等生产及质量水平,尚需时日。

4 结语

(1) 胎圈钢丝的主要品种,国内外均以圆断面为主,国外特殊用途的有扁平带钢、梯形、扇形等异形断面钢丝。表面涂层以化镀、电镀纯铜、锡青铜为主并有少量纯锌、黄铜镀层钢丝。

(2) 轮胎对胎圈钢丝主要性能要求是良好的综合机械性能、与橡胶优良的粘合性能及满意的使用性能。综合机械性能包括一般强度、高强度、高延伸率、合适的屈强比、杨氏模量及抗扭转变形性能。

第一届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文

广东将开通 3 段山区高速路

中图分类号:U412.36+6 文献标识码:D

据悉,广东近年内将有 3 段通山区高速公路开通,它们是:广州至清远、韶关和深圳至梅州、河源的山区高速公路和广州至云浮的高速公路。届时广东省高速公路的总里程将达到 2 200 km 左

右,全省 21 个地级市将全部通达高速公路。通山区的高速公路至少要打造两条精品路。目前广东通山区的高速公路建设已取得阶段性成果,在建项目全部超额完成进度计划。

(摘自《中国汽车报》,2002-08-05)