

1. 低温离子渗硫 45 钢内外圈滚动轴承

用经过渗硫 45 钢做轴承的内、外圈，而球仍为 GCr15 钢制造的 203 单列向心球轴承，在 ZS15-30 试验机上进行疲劳寿命试验，试验转

表 7-1 低温离子渗硫轴承与普通轴承的疲劳寿命

项目	渗硫 45 钢内外圈轴承	普通轴承
试验数量 N(套)	10	10
额定寿命 L_{10} (h)	127.7	123
中值寿命 L_{50} (h)	496.5	229
可靠性 Re (%)	92.76	94.6

* 轴承型号:203 单列向心球,设计寿命 1000h

速 104rpm, 径向负荷 1873N, 20 号机油循环喷射润滑, 同时还对同型号的 GCr15 作了试验进行对比, 表 7-1 是疲劳试验的结果。可以看到离子渗硫的 45 钢内外圈轴承, 其疲劳寿命与 GCr15 钢轴承相当。这说明一些合金钢零件, 有可能以低温离子渗硫的碳钢代替。

2. 梯度材料 LGM 干摩擦轴承

单列向心 204 轴承, 轴承材料为 GCr15 钢。无油干摩擦疲劳实验在 7502 杠杆式加载试验机上进行, 转速 2400rpm/min 径向载荷 1863N, 试验用轴承: 单列向心 204 轴承试验轴承 LGM-GCr15 8 套, GCr15 8 套 试验条件: 无油干摩擦 试验机: 7502 杠杆式加载试验机转速: 2400rpm, 径向载荷: 1863N, 冷却方式: 自然冷却

干摩擦轴承的疲劳寿命与油润滑普通轴承设计寿命对比如图 7-1 和图 7-2。图 7-1 是干摩擦运行的普通 GCr15 轴承与 LGM 轴承疲劳寿命对比。普通轴承干摩擦平均运行寿命仅有 62 分钟, 是油润滑 GCr15 轴承设计寿命 1/1000; LGMGCr15 干摩擦平均寿命 15426 分钟 (257.1 小时)。图 7-2 干摩擦运行的

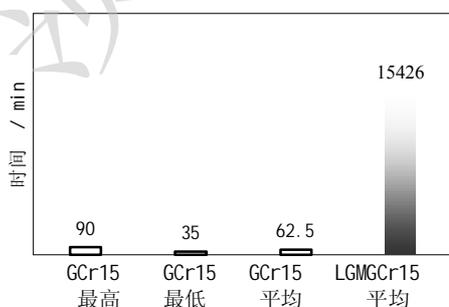


图 7-1. 无油干摩擦运行的普通 GCr15 轴承疲劳寿命与 LGMGCr15 轴承平均寿命

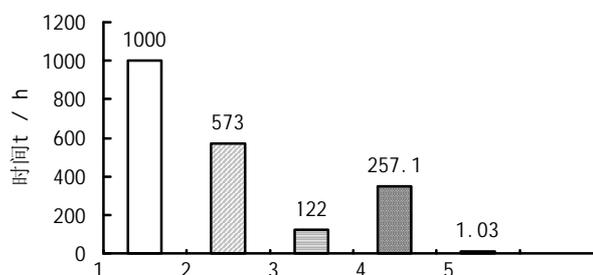


图 7-2. 干摩擦轴承寿命与油润滑轴承设计寿命对比

LGM 轴承平均寿命为油润滑轴承设计寿命的 1/4，是普通轴承干摩擦运行寿命(1.03 小时)的 250 倍。LGM 轴承疲劳寿命最高达 573 小时，是有油润滑轴承设计寿命 57%；这说明通过进一步研究，LGMGCr15 干摩擦运行的平均疲劳寿命完全可能达到油润滑普通轴承设计寿命的 1/2。表 7-2 是普通 GCr15 轴承与梯度材料 LGM 轴承无油运转试验。结果，可以看到，LGM 轴承是游隙

表 7-2. 普通 GCr15 轴承与梯度材料 LGM 轴承对比试验

序号	普通轴承			梯度材料轴承		
	轴承寿命 (小时)	轴承温升 (°C)	破坏情况	轴承寿命 (小时)	轴承温升 (°C)	破坏情况
1	0.58	120	保持架烧坏	200	30	游隙略增大
2	1.50	125	保持架内外套球烧坏	200	30	游隙略增大
3	0.60	120	保持架球烧坏	122	72	游隙略增大
4	0.92	120	保持架球烧坏	247	70	游隙略增大
5	1.17	120	保持架球烧坏	275	75	钢球麻点
6	1.18	120	保持架球烧坏	573	80	游隙略增大
7	1.46	120	保持架球烧坏	196	90	钢球麻点
8	0.82	120	保持架球烧坏	244	90	钢球麻点
平均	1.03	120.6		257.1	79.6	

增大,精度失效而终止试验(轴承仍可继续运行)。不象普通轴承都是由于烧坏卡死而失效。

3. 渗硫 GCr15 钢油脂润滑滚动轴承

203GCr15 钢滚动轴承,经低温离子渗硫处理,按国家机械工业局滚动疲劳寿命规程,分组淘汰法进行,试验机型号 zs/30,试验转速 10000 转/分,径向负荷 1873N,20 号机油循环润滑,在洛阳轴承厂常温下进行,结果如表 7-3。由于轴承在运输过程中略有锈蚀,试验数据有些影响。但仍大大提高了疲劳寿命。首都钢铁公司带钢厂,在年产 21 万吨热轧窄带钢的链板运输机 488 个 308 轴承上,使用了低温离子渗硫轴承,轴承平均寿命由 6 个月提高到 20 个月。

表 7-3 低温离子渗硫 203 轴承的疲劳寿命

	试验数量 N(套)	有效数量 N(套)	额定寿命 L ₁₀ (h)	中值寿命 L ₅₀ (h)	特征寿命 V(h)	平均寿命 L _m (h)
低温离子渗硫轴承	20	10	161	361	1423	386
GCr15 轴承	10	9	123	229	258	259
渗硫轴承 /GCr15 轴承			1.31	1.58	1.64	1.49

4. 渗硫及梯度材料 LGM 轧辊轴承

在轧辊轴承 3046156、3248124、22216、53516、97516 等型号进行了工业化生产，使用寿命可以达到原寿命的 1~3 倍，宝钢、首钢、重钢、唐山、鄂城、湘潭、天津等钢铁厂已经批量使用。

下表是应用梯度材料 LGM 的部分风机轴承和轧辊轴承的型号

	规格	总重	名称	个/套	单重	直径
1	2248	86.1	内圈	1	19.2	240mm
			外圈	1	27.9	440mm
			滚子	$\phi 56*88$	17	1.68
2	18/670	75.5	内圈	1	27.6	670mm
			外圈	1	28.1	820mm
			滚子	$\phi 36*36$	65	0.286
3	18/530	38.1	内圈	1	13.6	530mm
			外圈	1	12.3	650mm
			滚子	$\phi 32*32$	58	0.201
4	1072	65.1	内圈	1	16.5	360mm
			外圈	1	26.9	540mm
			滚子	$\phi 45*45$	28	0.553
5	2244	62	内圈	1	12.1	220mm
			外圈	1	19	400mm
			滚子		16	1.38
6	2240	46	内圈	1	10.5	220mm
			外圈	1	15.6	360mm
			滚子		18	0.752
7	32972/	78	内圈	2	14.6	360mm
			外圈	2	10.2	480mm
			滚子		82	0.242

5. 钢轴瓦

A) 热轧薄板轧机中设置前后摆放,用以控制多片轧制中,片与片之间距挡不支撑瓦。30 多年来一直是用 ZQSn6-6-3 铸造青铜制作。轴瓦的尺寸 $\phi 50/\phi 35 \times 40$ 。运行温度在 100℃ 以上。动作频繁,承受每月平均 1.7 万次的冲击载荷。所以使用周期不到一个月、不能保证一月小修周期的要求。首钢特钢薄板厂用低温离子渗硫的 45 钢制造,投入生产运行三个月,打开机器检查,基本无磨损,而且与之配合的轴也未见磨损。寿命较青铜至少是三倍以上。

B) 950 叠轧薄板轧机对轧辊的低温离子渗硫 10 钢侧瓦,轧机与瓦座示意图如图 7-3 所示。低温离子渗硫 10 钢侧瓦试验在上海矽钢片厂进行,原 ZQALP-4

铜侧瓦一般使用 128~160 小时即报废,且铜瓦铸造质量不稳定,常因缩孔,夹渣引起断裂提前报废。在轧制过程由于青铜强度不够。使用过程中容易变形,发生与瓦座卡死现象,造成拆卸困难。低温离子渗硫 10 钢侧瓦寿命 64~96 小时,表面局部磨损,经修整后,重新合成低温离子渗硫。如再磨损仍可修整,依次修整后的 10 钢瓦比铜瓦寿命长数倍。又钢瓦机械性都优于铜瓦,可避免变形、铸造缺陷等缺点。钢瓦与铜瓦的寿命与经济性的比较如表 7-4。

表 7-4 铜轴瓦与钢轴瓦的性能比较

类别	成本价(元/件)	重量(kg)	寿命(32h/次)	经济性
铜轴瓦 (ZQA19-4)	350	14.5	使用 4-5 次 瓦体报废	一般消耗铜瓦 200 件,费用 7 万元,由专门的铸造厂生产
渗硫 20 钢 轴瓦	100	13.0	使用 3-4 次瓦 体不报废	价格是铜瓦的 1/3.制造容易节约铜金属,每次钢瓦修正后经过渗硫依然使用,周期更长

由于轧辊寿命为 32 小时。而侧瓦寿命较长。所以只要轧辊磨损能保证 32 小时,完全可以将侧瓦的硬度提高,即用 45 钢 60 钢或 T8 钢来做侧瓦,则钢瓦的寿命将会更长。

C) 液压摆式剪板机液压缸的导向套:原液压缸的导向套采用双金属浇铸,基体为碳钢,内壁为离心浇铸铜套。现在取消双金属浇铸采用碳钢一次加工到位,然后应用低温离子渗硫,使导向套成本降低 93.6%。在每分钟往复运动 36 次,连续运动 60000 次(有油润滑 8600 次,无油干摩擦运动 52000 次)考核试验,磨损量仅 0.005mm,明显优于双金属导向套,已经用于剪板机中。应用离子渗硫及梯度材料的滚动轴承和滑动轴承(轴瓦)种类见表 7-5

表 7-5 离子渗硫及梯度材料滚动轴承和滑动轴承的应用

序号	轴承种类	使用状况	备注
1	渗硫 45 钢内外圈轴承	疲劳寿命与 GCr15 钢轴承相当	台架试验
2	梯度材料 GCr15 钢干摩擦轴承	平均寿命为油润滑轴承设计寿命的 1/4,是普通轴承干摩擦运行寿命(1.03 小时)的 250 倍	型号:单列向心 204 轴承 台架试验
3	渗硫 GCr15 钢脂润滑轴承	平均寿命为普通轴承 1.49 倍	型号:203 轴承 台架试验
4	488 个 308 轴承	平均使用寿命由 6 个月提高到 20 个月	年产 21 万吨热轧窄带钢的链板运输机
5	梯度材料汽车推力滚针轴承	通过桑塔纳汽车制造厂 1000 小时台架试验	
6	梯度材料 6206 导卫轴承	平均寿命 8-16 小时超过进口轴承	小批量用于高速线材轧机
7			宝钢初轧厂测长辊轴承

		渗硫轧辊轴承	使用寿命可以达到原寿命的 1.5~3 倍，平均由 3 个月提高到 6 个月	鄂城钢厂棒材生产线 3652168 轴承 湘潭钢厂初轧厂加热炉出炉口 3526 轴承 唐钢的 3852168 轴承
8	滑 动 轴 承	离子渗硫 45 钢轴瓦	使用寿命比 ZQSn6-6-3 铸造青铜提高 3 倍以上	用于首钢特钢薄板厂
9		离子渗硫 10 钢轴瓦	比 ZQALP-4 铜侧瓦成本节约 2/3，经修正后多次使用。	用于上海矽钢片厂
10		离子渗硫碳钢轴瓦	替代双金属导向套，成本降低 93.6%，使用寿命优于双金属套	用于剪板机中