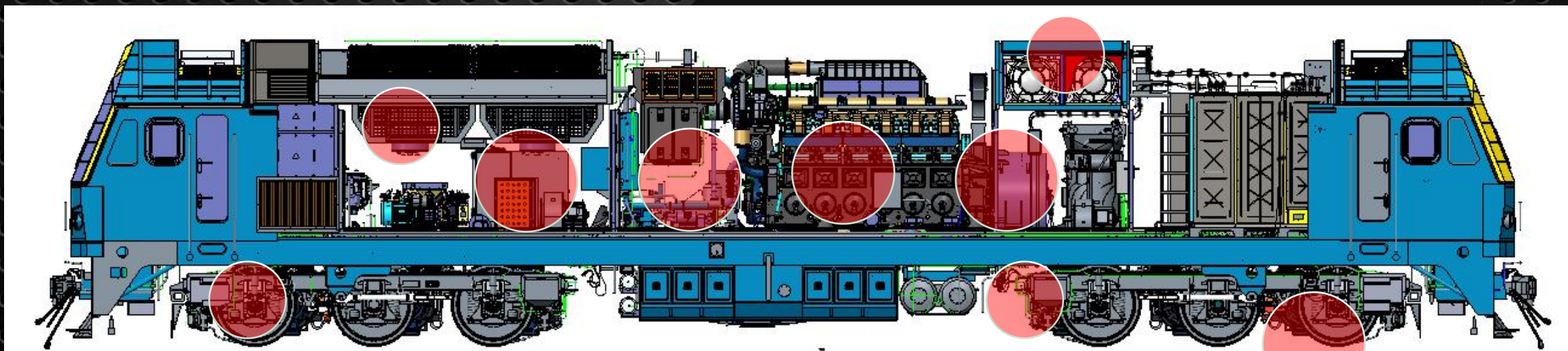


我国铁路机务系统成为全国第一个试验MAT技术的部门。2002年，在原铁道部运输局装备部主持下，组织包括制造、研发、运用、检修等专业在内的技术队伍，在4台新造大功率货运主型内燃机车柴油机上，开展了实时的运输生产应用试验。结果表明，采用金属减摩自修复技术后，机车动力柴油机的主要摩擦副缸套与活塞的使用寿命可延长至2~3倍；燃油节约率为2.2%。其中，一台已牵引累计115万km机车，在返厂大修解体检测时发现，缸套内径除全部都在正常范围内以外，其中相当部分仍是出厂尺寸，即出现零磨损。历时五年的试验取得预期效果，原铁道部运输局装备部发文，全路机务系统推广应用。至今已有近1000台次机车应用了该技术。

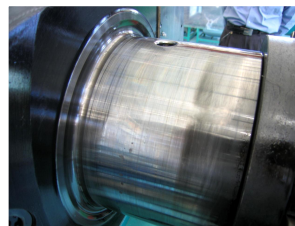


机车摩擦治理部位示意

关键零部件寿命延长2-4倍 | 省油4% | 延长润滑油换油周期 | 出现负磨损

试验组织单位: 铁道部运输局装备部
 试验机车: DF8B型内燃机车16V280型柴油机
 试验周期: 2002.12-2007.11
 累计试验里程: 115.2万公里
 试验检测阶段: 60.9万公里、87.4万公里、115.2万公里
 实施试验单位: 铁道部乌鲁木齐铁路局原哈密机务段
 检测单位: 资阳机车厂、威墅堰机车车辆工艺研究所

试验结论:
 1) 柴油机技术状态、润滑油理化性能、光谱铁谱监测等项考核指标在试验期内全部正常;
 2) 缸套在60、87、115万公里平均磨损量分别仅为到限值的23.0%、19.0%和0.24%, 缸套寿命可延长三倍;
 3) 活塞环槽侧隙在60、87万公里平均增值分别仅为到限值的27.0%和1.9%; 活塞寿命可延长两倍;
 4) 比较考核柴油机在运行60、90 和115万公里的缸套内径、活塞环槽侧隙磨损数据, 确认对缸套内表面和活塞环槽有明显的“修复”效果;
 5) 与对比车(新车)平均燃油单耗相比, 考核机车燃油节约率为2.2%; 与全段同型号机车平均燃油单耗相比, 考核机车燃油节约率为4.0%。



115.2万齿轮箱

缸套115.2万齿

60万轴瓦

87万曲轴

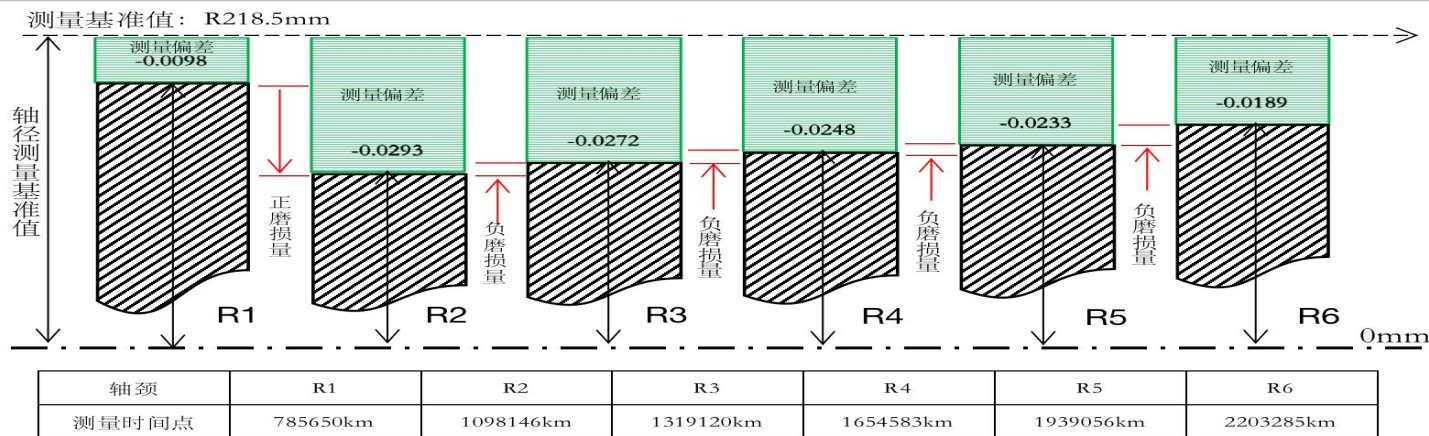
哈密试验机车60、90、115万公里缸套磨损情况对比分析表

方案		1 (R)			2 (X)		对比车	
机车号		5321	5318 ~5381	5493 ~5380	5317	5319 ~5355	5320	5322
考核周期 (机车走行万公里)		60.9	87.4	115.2	60.3	85.2	41.3	41.0
缸套 磨损 对比	16个缸套内径磨耗之平均值A (mm)	0.057	0.047	0.007	0.048	0.052	0.093	0.099
	B=A/十万公里	0.0083	0.0054	0.0006	0.008 0	0.0061	0.023	
	B/0.023 (%)	36.1	23.5	2.6	34.8	26.5	100.0	
	A/内径允许磨耗值 (0.248mm) (%)	23.0	19.0	0.24	19.4	21.0	38.7	

哈密试验机车60、90、115万公里缸套磨损情况

方案		1 (R)			2 (X)			对比车		
机车号		5321	5318	5318~ 5381	5493~ 5380	5317	5319	5319~ 5355	5320	5322
考核周期 (万公里)		60.5	60.4	87.4	115.2	60.3	60.1	85.1	41.3	41.0
缸套内径 平均磨耗 (φmm)*		0.035 ~ 0.085	0.060 ~ 0.093	0.043 ~ 0.058	0.000 ~ 0.015	0.030 ~ 0.068	0.030 ~ 0.095	0.050 ~ 0.085	0.068 ~ 0.118	0.068 ~ 0.130

注*: 为活塞置于上死点(A-A)处之缸套内径平均磨耗增大值。(中修限度: 缸套内径允许磨耗值: 0.248mm。)



广州机务段 90S-12 号曲轴主轴颈相对磨损对比分析

图示为一根曲轴在5个修程（行驶1417635km）内的轴颈变化，第一个修程未治理，主轴颈平均磨损量为0.0195mm，中2修后实施了MAT治理，在剩下的4个修程中，不仅没有继续磨损，反而逆向增长，均出现0.0015mm-0.0044mm的负磨损。

项目组先后与国铁广州铁路集团广州机务段和怀化机务段、上海铁路集团杭州机务段，集通大板机务段等合作，对近1000台次DF4、DF8、DF7、DF11、HXN3、HXN5等多型机车实施了MAT治理，在铁路内燃机车实车应用及检测考核结果说明，MAT技术的介入，通过对摩擦副表面材料的强化治理、装配间隙的动态优化控制、过程磨损的靶向性修复，再加上MAT复合功能粉体的固液多元润滑作用，彻底改变了柴油机的摩擦环境，并长期处于动态优化调整中。

- 与摩擦磨损相关的故障率下降90%以上
- 燃油单耗相对下降4-10%以上
- 节省润滑油30%以上
- 柴油机摩擦件的使用寿命可以满足一个大修期，其中气缸套寿命延长近3倍，活塞寿命延长了两倍。
- 曲轴轴颈和连杆颈在一个大修期内可以实现无磨损，甚至负磨损

柴油机车号: 1483	车号	曲轴号: QS99-34											
		未经MAT治理											
2018.09柳厂临修	3872		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
主轴颈 (220.00)	I-I	a-a	-0.05	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	-0.03		
		b-b	-0.04	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02		
		II-II	a-a	-0.04	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	-0.02	-0.04	
		b-b	-0.03	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	-0.03		
		平均	-0.04	-0.02	-0.0225	-0.0275	-0.025	-0.0175	-0.025	-0.0175	-0.03		
连杆颈 (195.00)	I-I	a-a	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.04	-0.03	-0.03	-0.03	-0.01	-0.01	
		b-b	-0.02	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01			
		II-II	a-a	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	-0.05	
		b-b	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	-0.03			
		平均	-0.0175	-0.015	-0.025	-0.025	-0.025	-0.0325	-0.025	-0.03			
2020.04广州中修	7641	I-I	a-a	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04	-0.06	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	
			b-b	-0.06	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.03	-0.06	-0.04	-0.05	
			II-II	a-a	-0.06	-0.05	-0.05	-0.04	-0.05	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05
		b-b	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05		
		平均	-0.0575	-0.045	-0.045	-0.0425	-0.0525	-0.035	-0.0475	-0.045	-0.0475		
连杆颈 (195.00)	I-I	a-a	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	
		b-b	-0.04	-0.05	-0.04	-0.04	-0.05	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05		
		II-II	a-a	-0.05	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	
		b-b	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.04	-0.05			
		平均	-0.045	-0.0475	-0.0425	-0.0475	-0.045	-0.0475	-0.04	-0.05			
主轴颈磨损			0.0135	0.025	0.0225	0.0155	0.0275	0.0175	0.0225	0.0255	0.0175		
	平均		0.021										
连杆颈磨损			0.028	0.033	0.018	0.023	0.02	0.016	0.015	0.02			
	平均		0.022										

这根轴未治理过，行驶26万公里，表现正常1个修程的磨损量0.022mm左右

广州机务段1483号柴油机QS99-34曲轴轴颈磨损对比表

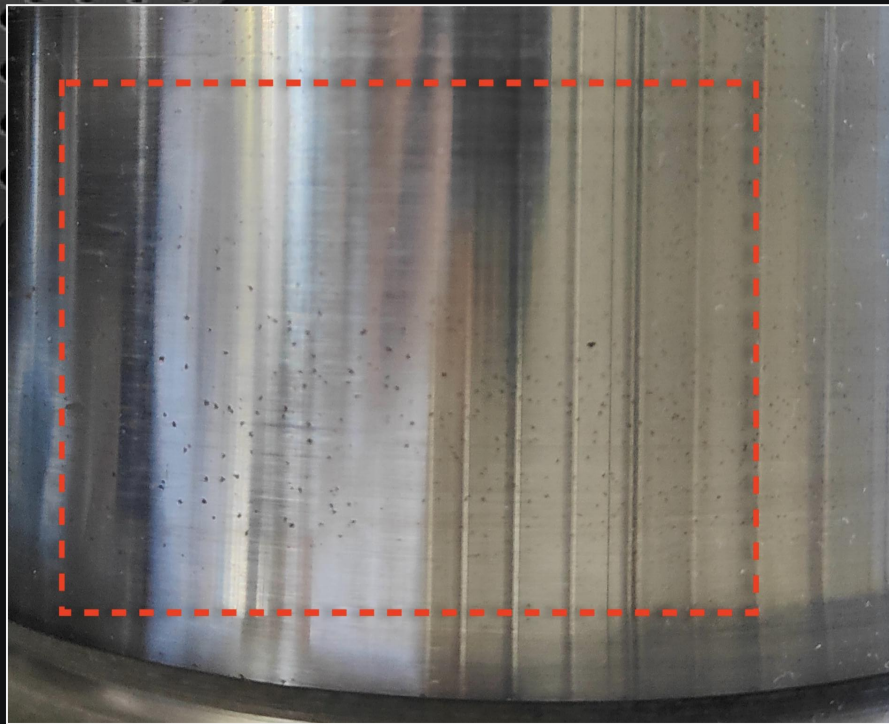
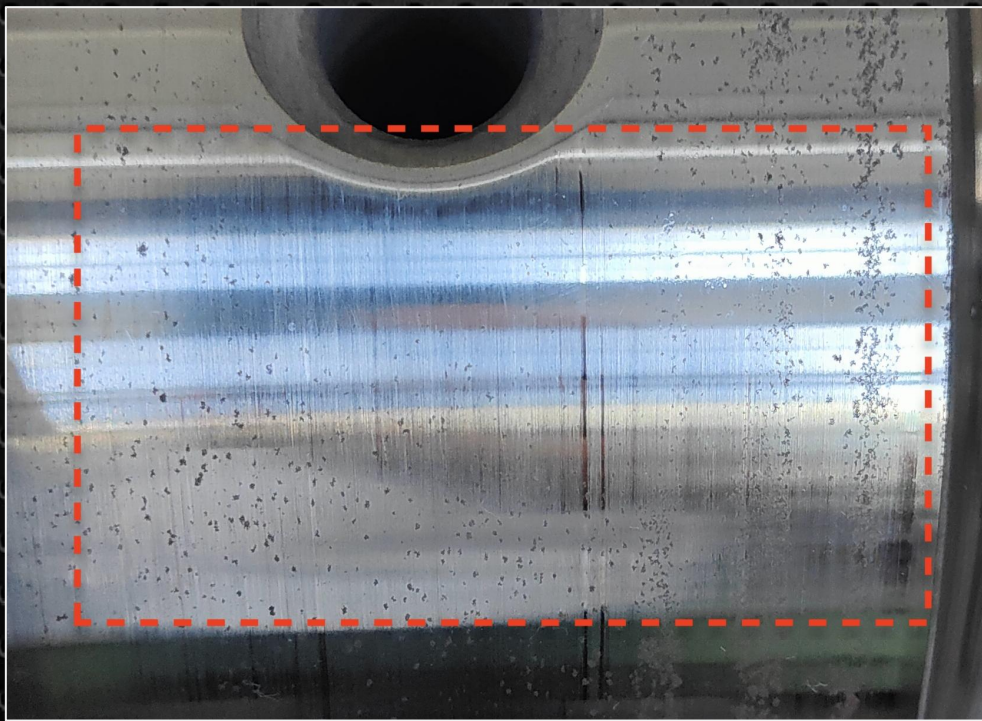
柴油机车号: 130	曲轴号: DL94-409	车号	2017年MAT治理									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2016.12柳厂大修	2667	I-I	a-a	-0.02	0	0	-0.01	-0.01	0	-0.01	0	-0.01
			b-b	-0.02	0	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
			II-II	a-a	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	0
		b-b	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	0	-0.01	
		平均	-0.015	-0.005	-0.01	-0.015	-0.015	-0.01	-0.01	0	-0.01	
连杆颈 (194.00)	I-I	a-a	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01	
		b-b	-0.02	-0.01	-0.01	-0.03	-0.01	-0.03	-0.01	-0.01	-0.01	
		II-II	a-a	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0	-0.01	-0.01	-0.01	
		b-b	-0.02	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01		
		平均	-0.02	-0.01	-0.01	-0.0175	-0.0075	-0.02	-0.01	-0.01		
2018.12广州临修	7641	I-I	a-a	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	
			b-b	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	
			II-II	a-a	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		b-b	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02		
		平均	-0.0175	-0.02	-0.025	-0.02	-0.0175	-0.0175	-0.02	-0.0175		
2020.05广州中修	2602	I-I	a-a	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	
			b-b	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	-0.02	-0.03	-0.02	-0.01	
			II-II	a-a	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01
		b-b	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01		
		平均	-0.0225	-0.02	-0.025	-0.0175	-0.0175	-0.025	-0.0175	-0.01		
主轴颈磨损		位置磨损	0.002	0.015	0.015	0.005	0.002	0.007	0.01	0.017	0.005	
	平均磨损		0.009									
连杆颈磨损		位置磨损	0.002	0.01	0.015	0	0.01	0.005	0.007	0		
	平均磨损		0.004									

经历了1个修程，中间有过一次临修，轴颈磨损量很小，甚至测量轴颈有20个点位出现相对负或0磨损，等级不变，几乎没有磨损，均在限值内。红色数字代表0或负磨损点。

广州机务段130号柴油机DL94-409曲轴轴颈磨损对比表

MAT治理后对轴颈表面的点蚀表现出明显的修复趋势

观察0101002EQ号曲轴轴颈表面状态，发现表面存在点蚀，但却有明显的修复趋势。分析应该是在进行MAT治理前，机车已经运行了至少30万km以上，表面出现了点蚀，在实施MAT治理后，点蚀减弱甚至停止，并对此前形成的凹坑开始修复。如果继续运行一定的时间，有可能把点蚀全部修复。

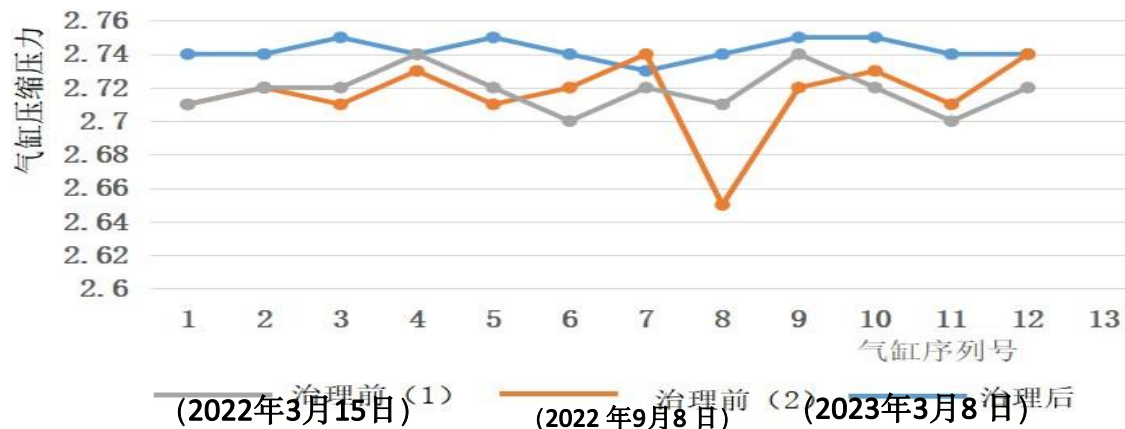


恢复、均衡气缸压缩压力，提高燃烧效率，节能降碳

5074机车压缩压力变化对比曲线
2022.06.23/10.22添加MAT



5236机车气缸压缩压力均衡对比图

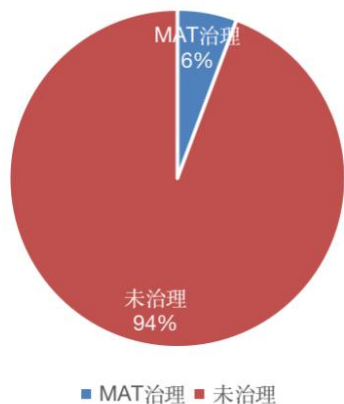


7640号机车压缩压力变化分析图



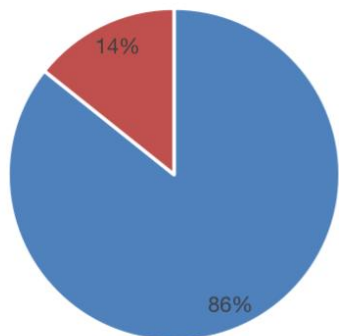
降低故障率，提高机车利用率，降低维修成本

因摩擦磨损引起的故障维修中MAT治理机车占比



DF4机车碾瓦故障中MAT治理和未治理占比

■ 未治理机车 ■ MAT治理机车

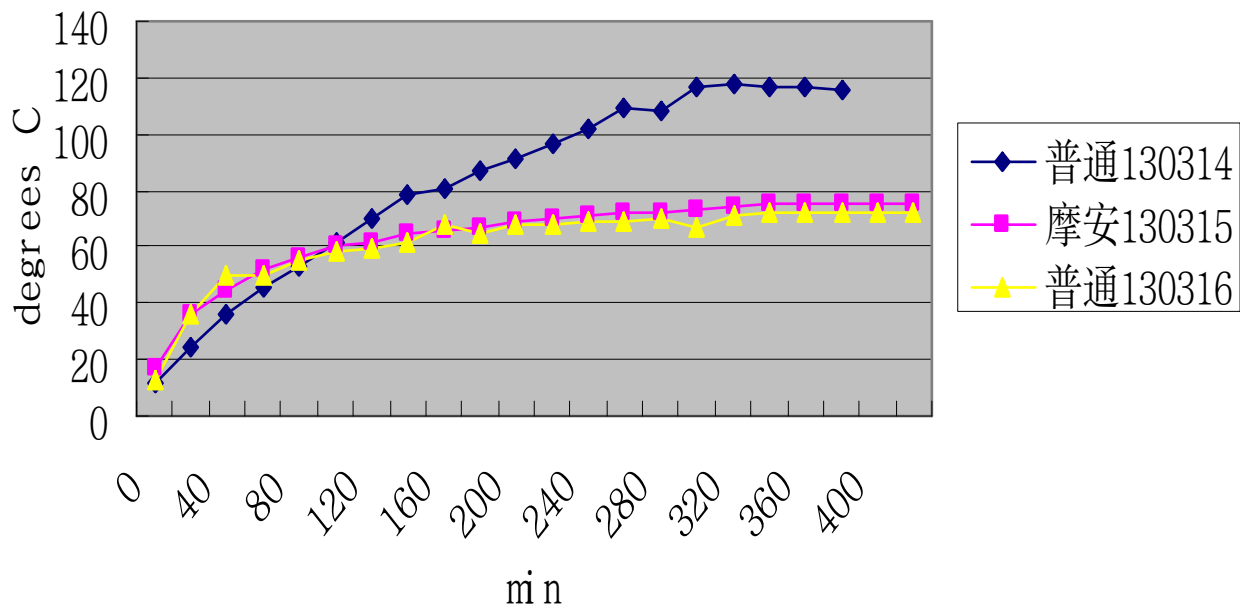


DF4 型内燃机车故障统计 (2012--2022)

全段DF4 型机车配属数量	台数	118
MAT 治理机车台次	台次	159
MAT 治理机车数量	台数	73
未治理机车数量	台数	45
因柴油机故障引起的总故障数	起数	879
柴油机故障中因摩擦、磨损、碾瓦引起的总故障数	起数	50
柴油机故障中因摩擦、磨损、碾瓦引起的机破数	起数	15
柴油机故障中因摩擦、磨损、碾瓦引起的机破-未治理	起数	15
	% (占 DF4 总机破数)	100%
柴油机故障中因摩擦、磨损、碾瓦引起的机破-添加 MAT	起数	0
	% (占 DF4 总机破数)	0
柴油机故障中因摩擦、磨损引起的碾瓦数	起数	14
柴油机故障中因摩擦、磨损引起的碾瓦-未治理	起数	12
	% (占 DF4 总碾瓦数)	85.7%
柴油机故障中因摩擦、磨损引起的碾瓦-添加 MAT	起数	2
	% (占 DF4 总碾瓦数)	14.3%

机车驱动齿轮箱 的稳定性是机车安全运行的重要因素，尤其是高铁的驱动齿轮箱温度控制直接关系机车能否安全、高效的运行。为了实现机车高载荷高速度运行，摩擦磨损是不可避免的，尤其是摩擦所产生的热量，会对零部件的性能和润滑介质的性能产生非常大的影响。MAT能够降低齿轮箱的摩擦热生成，RH40E齿轮箱台架对比试验，在相同工况下，**实施MAT治理后，齿轮箱的温度能相对下降10%以上。**对于高速重载齿轮箱，尤其是高铁驱动齿轮箱，MAT将会对均衡温度起到非常好的作用。

RH40E齿轮箱试验



变速箱减摩剂使用情况报告

续报日期: 2010年6月11日

使用单位名称: 龙川机务段
 地址: 广东省龙川县附城镇 邮编: 517300
 联系电话: 0582-25233 传真: 0582-25233
 执笔部门名称: 技术科
 试验产品单位名称: 北京天捷优越有限公司
 试验产品名称: 摩安金属减摩修复剂
 质量情况及评价:
 由北京天捷优越有限公司自主研发的摩安金属减摩修复剂, 于2007年8月19日分别装在我段大中修机车静液压变速箱和启动变速箱上进行试验, 大中修机车走行一个中修期后进行相关数据检测, 主要指标基本在中修限度内。1. 齿轮啮合间隙均在 0.13—0.19 毫米; 2. 齿轮没有腐蚀; 各项指标都符合技术要求; 3. 轴承安装孔(斜齿变速箱 317 孔)为 180.06 毫米,(斜齿变速箱 317 孔)为 160.07 毫米; 4. 轴承内外套圈、滚珠表面光洁无磨伤, 保持架良好无磨损; 5. 空载试验时变速箱外部温度为 68 度, 无噪音。
 没有装上摩安金属减摩修复剂的静液压变速箱和启动变速箱, 走行一个中修期后, 齿轮啮合间隙均在 0.19 毫米以上; 轴承有磨损现象, 需要更换; 空载试验时变速箱外部温度和噪音明显高于装上摩安金属减摩修复剂的变速箱。
 填报单位盖章: 龙川机务段技术科

RH40E齿轮箱试车数据对照表

普通齿轮油			普通齿轮油加摩安金属减摩修复剂		
时间	温度(°C)	噪音(dB)	时间	温度(°C)	噪音(dB)
起始17:40	12	84.2	起始9:35	17	81
18:00	24	83	9:55	36	82.4
18:20	36	83.7	10:15	45	81.8
18:40	46	82.9	10:35	52	83.3
19:00	53	81.6	10:55	56	84.8
19:20	61	81.1	11:15	60	83
19:40	70	82.4	11:35	62	82.8
20:00	78	82.4	11:55	65	84.2
20:20	81	82.5	12:15	66	83.7
20:40	87	81.2	12:35	67	84.4
21:00	91	81.6	12:55	69	83.6
21:20	97	82.2	13:15	70	83.7
21:40	102	82.7	13:35	71	84
22:00	109	83.1	13:55	72	84
22:20	108	82.2	14:15	72	83.1
22:40	117	83.1	14:35	73	83.5
23:00	118	82.9	14:55	74	83.4
23:20	117	82.3	15:15	75	83.7
23:40	117	83.1	15:35	75	84.7
0:00	116	82.7	15:55	75	83.4
			16:15	75	84.2
			16:35	75	83.6

试验时间: 2013年3月14日17:40至2013年3月15日16:35
 试验地点: 蚌埠市行星工程机械有限公司 试验室
 检测仪器: 红外测温仪, CEM DT-8850声级器
 环境温度: 3月14日: 12°C, 3月15日: 14°C
 试验主持人: 孙加勇
 试验参加人员: 孙加勇, 苏建峰





2024年8月14日, 新乡检修累计接收到 30 支减摩剂,

日期	机车型号	轴位
2024-8-15	DF8B-5430	第 2 轮齿轮箱
2024-8-15	DF8B-5430	第 5 轮齿轮箱
2024-9-3	DF8B-0101	第 6 轮齿轮箱
2024-11-2	DF8B-0100	第 2 轮齿轮箱
2024-11-11	DF8B-0100	第 1 轮齿轮箱

一般商密
唐智科技

加注减摩剂

SV 值趋势反映:
5 轴齿轮箱减摩剂加注后, 52 位 sv 明显下降。

加注减摩剂

温度实时反映:
5 轴齿轮箱减摩剂加注前后, 52 位温度无明显变化。

一般商密
唐智科技

加注减摩剂

dB 值趋势反映:
加注前: 存在较连续的大齿轮故障冲击信息。
加注后 1 个月内: 存在较连续的小齿轮故障冲击信息。
近期: 存在不连续的齿轮故障冲击信息。

加注减摩剂

SV 值趋势反映:
2 轴齿轮箱减摩剂加注后, 22 位 sv 明显下降。