

团体标准

T/CSAE XXXXX—2024

乘用车发动机润滑油节能测试 4A15J1 法

Standard test method for fuel economy evaluation of passenger car engine
oils in 4A15J1 engine

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

乘用车发动机润滑油节能测试 4A15J1 法

1 范围

本文件描述了乘用车发动机润滑油节能测试的试验条件、试验程序和方法。

本文件适用于 0W-16、0W-20、0W-30、5W-20、5W-30 黏度级别的汽油乘用车发动机润滑油，也适用于其他与汽油乘用车发动机润滑油相关的节能技术产品。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 265 石油产品运动黏度测定法和动力黏度计算法

GB/T 1884 原油和液体石油产品密度实验室测定法（密度计法）

GB/T 1995 石油产品黏度指数计算法

GB/T 11140 石油产品硫含量的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法

GB/T 17476 润滑油和基础油中多种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法

GB/T 18297 汽车发动机性能试验方法

GB 18352.6-2016 轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）

GB/T 19233 轻型汽车燃料消耗量试验方法

SH/T 0251 石油产品碱值测定法（高氯酸电位滴定法）

NB/SH/T 0703 润滑油在高温高剪切速率条件下表观黏度的测定 多重毛细管黏度计法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

参比油 reference oil

已知其性能特性的发动机润滑油，标定试验台架和校准样品油测试结果时作为比较基准。

3.2

样品油 candidate oil

需要通过试验来评价其性能的发动机润滑油。

3.3

清洗油 detergent oil

对于发动机润滑油路具有清洁作用的专用润滑油。

4 方法概要

将参比油和样品油在发动机台架上按照相同的流程进行循环测试，该循环测试规定的试验发动机转速、扭矩、冷却液出口温度及油底壳润滑油温度条件与装有同型号发动机的整车进行GB/T 19233所述的全球统一轻型车辆测试循环（WLTC）时的条件一致。通过对比样品油与参比油在循环测试中获得的燃油消耗量，计算样品油对发动机的节能率。

5 试验条件

5.1 试验室环境

5.1.1 环境温度：23 °C ±5 °C。

5.1.2 相对湿度：50% ±5%。

5.1.3 大气压力：101 kPa ±3 kPa。

5.2 试验发动机

5.2.1 4A15J1 发动机满足本试验要求，其主要参数见表 1。

表1 试验发动机主要参数

项目	参数	项目	参数
气缸数	4	每缸气门数	4
排放水平	国VI	排量/L	1.495
额定功率/kW	120	额定转速/（r/min）	5000
最大扭矩/（N·m）	250	最大扭矩转速/（r/min）	1700~4000
燃油类型	92 号汽油	装车润滑油推荐黏度级别	5W-30

5.2.2 试验发动机不含排气后处理系统，通过调节台架排气背压阀将发动机额定点的排气背压调节到 63 kPa ±0.5 kPa。

5.2.3 对于全新试验发动机，在试验前按表 2 完成磨合程序。

表2 磨合工况条件

序号	转速 r/min	扭矩 N·m	时间 min	备注	序号	转速 r/min	扭矩 N·m	时间 min	备注
1	1500	64	10		33	4000	190	10	

表2 磨合工况条件（续）

序号	转速 r/min	扭矩 N·m	时间 min	备注	序号	转速 r/min	扭矩 N·m	时间 min	备注
2	1500	96	10		34	3000	228	10	
3	2000	76	10		35	3000	304	10	
4	2000	114	10		36	3500	228	10	
5	2500	76	10		37	3500	304	10	
6	2500	114	10		38	4000	228	10	
7	1500	128	10		39	4000	304	10	
8	1500	160	10		40	3000	380	30	全负荷
9	2000	152	10		41	3500	380	30	全负荷
10	2000	190	10		42	4000	380	30	全负荷
11	2500	152	10		43	4500	72	10	
12	2500	190	10		44	4500	108	10	
13	1500	192	10		45	5000	65	10	
14	1500	256	10		46	5000	97	10	
15	2000	228	10		47	5250	62	10	
16	2000	304	10		48	5250	93	10	
17	2500	228	10		49	4500	144	10	
18	2500	304	10		50	4500	180	10	
19	1500	320	30	全负荷	51	5000	130	10	
20	2000	380	30	全负荷	52	5000	162	10	
21	2500	380	30	全负荷	53	5250	124	10	
22	3000	76	10		54	5250	155	10	
23	3000	114	10		55	4500	216	10	
24	3500	76	10		56	4500	288	10	
25	3500	114	10		57	5000	195	10	
26	4000	76	10		58	5000	260	10	
27	4000	114	10		59	5250	186	10	
28	3000	152	10		60	5250	247	10	
29	3000	190	10		61	4500	360	30	全负荷
30	3500	152	10		62	5000	325	30	全负荷
31	3500	190	10		63	5250	309	30	全负荷
32	4000	152	10		注：累计磨合时间 810 min				

5.3 对温度和压力测量部位的要求

按照 GB/T 18297 规定的测量部位对试验发动机的润滑油温度、冷却液温度、燃油温度、排气温度、排气背压、润滑油压力、曲轴箱压力进行监测。在试验发动机进、排气侧机体表面分别安装贴片温度传感器，监测机体温度。

5.4 发动机控制及测试设备

5.4.1 进气温度湿度压力控制系统

进气温度控制精度不超过±1℃；湿度控制精度不超过±3 %RH；压力控制精度不超过±1 kPa。

5.4.2 交流电力测功机及控制系统

使用转速/油门控制模式，稳定运行发动机全部瞬态工况，扭矩测量误差不超过发动机最大扭矩的±1%，转速测量误差不超过所测值的±0.5%。使用电压信号控制油门开度，测功机应具备倒拖功能。发动机边界条件参数与电子控制单元控制参数记录频率不低于 1 Hz。

5.4.6 燃油消耗测量仪

采用质量流量计测量燃油消耗质量，测量不确定度要求不大于 0.1%（k=2 时）。

5.4.2 开式润滑油恒温控制系统

润滑油温度控制精度不超过±1℃。

5.4.3 冷却液恒温控制系统

冷却液温度控制精度不超过±1℃。

5.4.5 燃油恒温控制系统

燃油温度控制精度不超过±1℃。

5.4.7 直流稳压电源

输出电压范围为 14 V ±0.5 V。

5.5 试验用燃油

5.5.1 采用同一批次生产的符合 GB 18352.6-2016 附录 K 要求的常温试验用基准汽油。

5.5.2 按照 GB/T 1884 的规定测定试验用燃油的密度。

5.6 参比油

参比油的质量等级为 SN，黏度等级为 5W-30，黏温性能及理化性能要求见表 3。

表 3 参比油黏温性能及理化性能要求

序号	项目	要求	试验方法
1	运动黏度 100℃/（mm ² /s）	10.5～11.5	GB/T 265
2	黏度指数	160～170	GB/T 1995
3	高温高剪切黏度（150℃，10 ⁶ s ⁻¹ ）/（mPa·s）	2.9～3.1	NB/SH/T 0703
4	碱值（以 KOH 计）/（mg/g）	不小于 6.0	SH/T 0251
5	钙（质量分数）/%	不小于 0.10	GB/T 17476
6	镁（质量分数）/%	不大于 0.05	GB/T 17476
7	锌（质量分数）/%	不小于 0.07	GB/T 17476
8	磷（质量分数）/%	0.06～0.08	GB/T 17476
9	钼（质量分数）/%	不大于 0.01	GB/T 17476
10	硫（质量分数）/%	不大于 0.5	GB/T 11140

5.7 清洗油

清洗油的黏度等级为 10W-30，黏温性能及理化性能要求见表 4。

表 4 清洗油黏温性能及理化性能要求

序号	项目	要求	试验方法
1	运动黏度 100℃/（mm ² /s）	11.0~12.5	GB/T 265
2	黏度指数 不小于	140	GB/T 1995
3	高温高剪切黏度（150℃，10 ⁶ s ⁻¹ ）/（mPa·s） 不小于	3.2	NB/SH/T 0703
4	碱值（以 KOH 计）/（mg/g） 不小于	8.0	SH/T 0251
5	钙（质量分数）/% 不小于	0.10	GB/T 17476
6	镁（质量分数）/% 不大于	0.05	GB/T 17476
7	锌（质量分数）/% 不小于	0.07	GB/T 17476
8	磷（质量分数）/%	0.08~0.09	GB/T 17476
9	钼（质量分数）/% 不大于	0.001	GB/T 17476
10	硫（质量分数）/% 不大于	0.5	GB/T 11140

6 试验程序和方法

6.1 发动机台架试验程序

6.1.1 在试验发动机台架上，按照以下顺序对参比油和样品油分别进行测试：

- a) 参比油进行第一次发动机台架测试；
- b) 样品油进行发动机台架测试；
- c) 参比油进行第二次发动机台架测试。

6.1.2 参比油或样品油在发动机台架上进行一次测试的流程见图 1。

6.2 发动机台架试验方法

6.2.1 测试预备

在预备阶段，按照附录 A 的规定对试验发动机进行预热、润滑油路清洗和状态判断。

6.2.2 循环测试

6.2.2.1 在发动机台架上按照附录 B 规定的循环程序对润滑油进行测试。发动机运行过程中各边界条件的控制要求如下：

- a) 循环测试起点的油底壳润滑油温度为 25℃±2℃，冷却液出口温度为 25℃±2℃，机体温度为 30℃±2℃，进气温度为 25℃±2℃；
- b) 每一循环测试中，油底壳润滑油温度、冷却液出口温度的实时结果与目标设定值相差不大于±5℃。

6.2.2.2 在每一循环测试结束后，读取该循环测试过程中燃油消耗仪显示的油耗累积值，结果精确到

0.01 g。

6.2.2.3 发动机停车降温，按 6.2.2.1~6.2.2.2 重复进行下一次循环测试，直至第八次循环测试结束。

6.2.2.4 按照 GB/T 18297 的规定，做发动机试验数据记录。

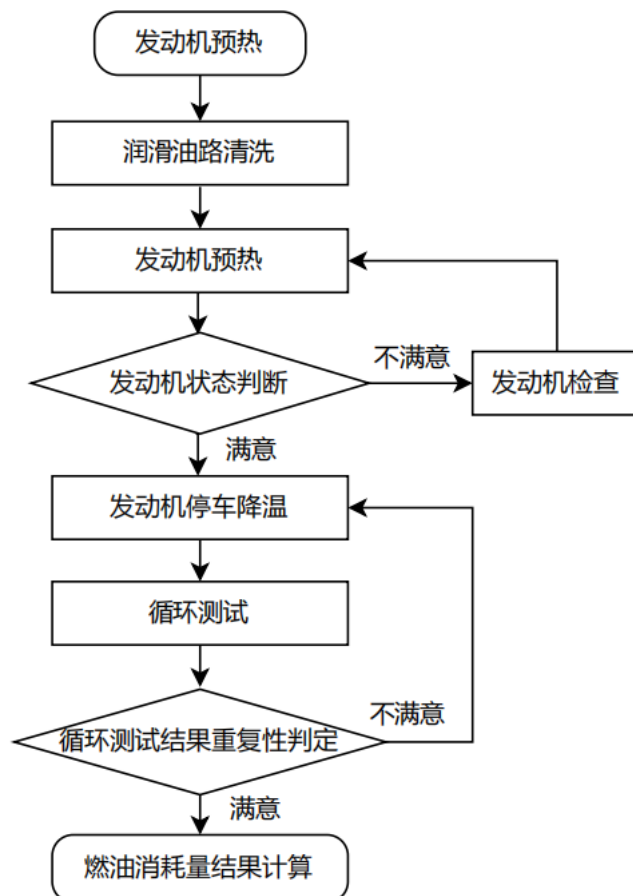


图 1 发动机台架测试流程

6.2.3 循环测试结果重复性判定

根据后五次循环的油耗累积值结果做循环测试结果重复性判定。当五次结果的相对标准偏差在 0.10% 以内时，判定重复性满足要求；当超出该范围时，判定重复性不满足要求，应在排查问题后，重新对该润滑油进行发动机台架测试，直至满足要求。

6.2.4 润滑油燃油消耗量结果计算

6.2.4.1 计算后五次循环的油耗累积值的平均值，作为被测润滑油本次测试获得的油耗累积值的有效值。

6.2.4.2 按公式（1）计算被测润滑油燃油消耗量的最终结果：

$$Q = \frac{G_f}{23.27 \times \rho} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q ——被测润滑油的燃油消耗量，单位为升每百千米（L/100 km）；

G_f ——被测润滑油油耗累积值的有效值，单位为克（g）；

ρ ——试验用燃油密度（20℃），单位为千克每立方米（kg/m³）；

23.27——每一循环的模拟行驶里程，单位为千米（km）。

6.3 发动机台架稳定性判定

6.3.1 在参比油和样品油按照 6.1.1 的顺序完成全部发动机台架测试后，以参比油两次测试获得的燃油消耗量结果一致性判定发动机台架稳定性。当第二次与第一次结果的相对偏差在± 0.15%以内时，判定发动机台架稳定性满足要求；当超出该范围时，判定发动机台架稳定性不满足要求。

6.3.2 如发动机台架稳定性判定不满足要求，应在排查问题后，重新将参比油和样品油按照 6.1.1 的顺序完成全部发动机台架测试，再按照 6.3.1 进行发动机台架稳定性判定，直至稳定性满足要求。

6.4 样品油对发动机的节能率计算

按公式（2）计算样品油对发动机的节能率：

$$\eta = \frac{Q_C - (Q_{R1} + Q_{R2}) / 2}{(Q_{R1} + Q_{R2}) / 2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

η ——样品油对发动机的节能率；

Q_C ——样品油在发动机台架的燃油消耗量测试值，单位为升每百千米（L/100 km）；

Q_{R1} ——参比油第一次在发动机台架的燃油消耗量测试值，单位为升每百千米（L/100 km）；

Q_{R2} ——参比油第二次在发动机台架的燃油消耗量测试值，单位为升每百千米（L/100 km）。

7 试验报告

试验报告格式见附录 C。

附录 A

（规范性）

测试预备阶段的操作规程

A.1 发动机预热

在发动机台架上运行转速 2000 r/min、扭矩 100 N·m 的稳定工况，直至发动机状态满足以下条件：循环测试起点润滑油温不小于 85 °C，冷却液出口温不小于 85 °C。

A.2 润滑油路清洗

A.2.1 润滑油路清洗流程

使用清洗油对润滑油路连续清洗两次后，再使用待测润滑油对润滑油路连续清洗三次。最后一次清洗结束后，加入 4 L 待测润滑油。

A.2.2 润滑油路清洗方法

在发动机油底壳放油螺栓处放出全部旧油，放油时间 30 min。更换机油滤清器，加入 4 L 新油，加注至发动机油标尺上限。运行试验发动机，至冷却液出口温度及润滑油温度达到 80 °C，停车；均匀转动曲轴，在 1min 内顺时针转动曲轴一圈，再继续顺时针转至第一缸上止点。

A.3 发动机状态判断

A.3.1 在试验发动机台架上使用待测润滑油按照 GB/T 18297 的规定进行总功率试验及负荷特性试验。负荷特性试验测试的工况点顺序见表 A.1。

表 A.1 负荷特性试验测试的工况点顺序

序号	转速/（r/min）	负荷百分比/%	序号	转速/（r/min）	负荷百分比/%
1	1500	100	7	1500	40
2	2000	100	8	1500	70
3	2500	100	9	2500	40
4	3000	100	10	2500	70
5	3500	100	11	3000	40
6	5000	100	12	3000	70

A.3.2 通过对比总功率试验获得的不同转速下的校正有效扭矩以及负荷特性试验获得的不同转速和负荷下的燃油消耗率与该试验发动机的测试经验值，判断发动机工作状态是否正常，如全部测试结果与经验值相对偏差不超过 $\pm 1.5\%$ ，则判定发动机工作状态满足要求；如超过该范围，则判定发动机工作状态不满足要求，需检查试验发动机状态，直至满足要求。

附 录 B
(规范性)
循环测试中发动机测功机及边界条件的的设定规范
表 B.1

时间 (s)	转速 (r/min)	扭矩 (N·m)	冷却液出口 温度(°C)	润滑油温度 (°C)		时间 (s)	转速 (r/min)	扭矩 (N·m)	冷却液出口 温度(°C)	润滑油温度 (°C)
1	1363	-8.0	25	24		51	1391	27.4	38	30
2	1311	-8.5	25	24		52	1130	-4.5	38	30
3	1202	-3.3	25	24		53	977	-2.6	38	30
4	1204	16.7	25	24		54	979	-0.2	39	31
5	1085	-0.2	25	24		55	970	3.1	39	31
6	1033	0.2	25	24		56	976	5.6	39	31
7	1057	0.0	25	24		57	1021	14.4	40	31
8	1017	4.6	25	24		58	1066	25.4	40	31
9	1040	3.8	25	24		59	1140	44.0	40	32
10	1045	1.8	25	24		60	1077	25.7	40	32
11	1036	4.1	26	24		61	1168	43.2	41	32
12	1061	1.3	26	24		62	1247	39.2	41	32
13	1005	11.4	26	24		63	1297	47.8	41	33
14	1053	1.0	26	24		64	1407	45.2	41	33
15	920	45.9	26	24		65	1486	43.2	41	33
16	1021	46.7	26	24		66	1494	36.2	41	33
17	1268	52.6	26	24		67	1565	36.8	41	33
18	1481	51.0	26	24		68	1591	35.4	41	34
19	1788	79.1	26	24		69	1645	41.5	42	34
20	2404	110.7	26	24		70	1832	56.8	42	34
21	3096	113.5	26	24		71	2081	84.3	42	34
22	2171	67.0	27	24		72	2184	66.2	43	34
23	2201	36.1	27	24		73	1915	111.3	43	35
24	2224	55.9	27	25		74	2083	127.8	43	35
25	2363	58.2	28	25		75	2029	70.7	44	35
26	2470	59.5	28	25		76	2125	74.8	44	35
27	2682	72.2	29	25		77	1760	85.7	44	36
28	2821	61.3	29	25		78	1653	44.1	44	36
29	2041	83.7	29	25		79	1633	40.2	44	36
30	2243	88.1	30	25		80	1649	40.1	45	36
31	1923	105.0	30	25		81	1651	40.3	45	37
32	1968	94.2	31	25		82	1624	32.7	45	37
33	1969	78.7	32	26		83	1591	30.0	46	37
34	1954	67.6	32	26		84	1429	6.6	46	37
35	1929	56.8	32	26		85	1346	4.5	47	38
36	1878	38.2	33	26		86	1381	-2.4	47	38
37	1784	18.8	34	26		87	1343	-6.3	47	38
38	1525	-5.1	34	27		88	1345	1.6	47	38
39	1603	-1.2	35	27		89	1206	6.2	48	39
40	1589	-4.4	35	27		90	1237	-1.5	48	39
41	1430	-13.0	35	27		91	1456	-13.9	48	39
42	1247	-10.1	35	28		92	1153	-3.1	49	39
43	1488	-20.0	36	28		93	968	6.3	49	40
44	1294	-17.2	36	28		94	1025	0.3	49	40
45	980	0.6	37	28		95	1020	22.1	49	40
46	978	1.7	37	29		96	945	31.5	50	41
47	1060	-3.4	37	29		97	1063	18.1	50	41
48	1039	-6.9	38	29		98	936	35.2	50	41
49	1013	-7.8	38	29		99	936	41.8	50	41
50	1069	1.4	38	30		100	919	38.3	50	42

表 B.1 (第 2 页/共 18 页)

时间 (s)	转速 (r/min)	扭矩 (N·m)	冷却液出口 温度(°C)	润滑油温度 (°C)		时间 (s)	转速 (r/min)	扭矩 (N·m)	冷却液出口 温度(°C)	润滑油温度 (°C)
101	904	38.5	50	42		151	1833	79.1	55	48
102	927	11.9	50	42		152	1457	-2.3	55	48
103	931	8.9	50	42		153	1237	-7.6	55	48
104	929	8.7	50	43		154	1084	-4.0	55	48
105	921	8.4	50	43		155	822	24.0	56	49
106	917	8.1	50	43		156	1120	-1.7	56	49
107	911	8.4	50	43		157	999	10.2	56	49
108	914	9.5	50	43		158	985	20.3	56	49
109	914	7.9	50	43		159	1208	49.8	56	49
110	911	7.0	50	44		160	1437	71.7	56	49
111	908	7.8	50	44		161	1662	77.3	56	49
112	912	10.6	49	44		162	1917	90.5	57	50
113	920	7.8	49	44		163	2227	104.4	57	50
114	921	6.6	49	44		164	1546	55.9	57	50
115	918	7.3	49	44		165	1678	73.9	57	50
116	924	6.0	49	44		166	1866	100.7	58	50
117	923	7.4	49	44		167	1933	85.4	58	50
118	913	7.6	50	44		168	2018	83.2	58	51
119	902	9.3	50	44		169	2111	81.9	58	51
120	914	7.2	50	44		170	2112	70.4	59	51
121	911	6.9	50	44		171	1701	65.8	59	51
122	913	5.8	50	45		172	1256	8.4	59	51
123	909	7.4	50	45		173	1368	-4.1	59	51
124	911	7.3	50	45		174	1215	-4.9	59	52
125	915	6.7	50	45		175	1435	-13.4	59	52
126	907	6.8	50	45		176	1236	-10.0	59	52
127	908	7.4	50	45		177	1042	-5.0	60	52
128	910	8.5	51	45		178	1007	0.1	60	52
129	912	6.8	51	45		179	1331	43.7	60	52
130	913	6.0	51	45		180	1669	80.5	61	53
131	906	7.5	51	46		181	1910	95.2	61	53
132	913	7.5	52	46		182	1103	13.1	61	53
133	912	5.9	52	46		183	1201	-4.1	61	53
134	913	5.8	52	46		184	1065	1.2	62	53
135	906	7.4	52	46		185	1081	-4.8	62	53
136	917	5.4	52	46		186	1053	-7.1	62	54
137	914	6.4	53	46		187	955	3.6	62	54
138	910	4.6	53	46		188	1078	-5.9	62	54
139	891	9.1	53	47		189	979	-1.7	62	54
140	833	38.4	53	47		190	966	-0.4	62	54
141	875	41.2	53	47		191	927	3.7	63	54
142	1132	63.1	53	47		192	905	6.8	63	55
143	1601	82.1	53	47		193	985	6.0	63	55
144	2150	63.2	53	47		194	1087	22.1	63	55
145	1667	76.4	53	47		195	1037	25.7	63	55
146	1800	70.5	53	47		196	1046	22.9	63	55
147	1865	53.9	54	48		197	1059	21.9	64	55
148	2026	60.3	54	48		198	1050	20.7	64	56
149	1647	84.1	54	48		199	1050	26.2	64	56
150	1782	89.4	54	48		200	1086	25.8	64	56

表 B.1（第 3 页/共 18 页）

时间 (s)	转速 (r/min)	扭矩 (N·m)	冷却液出口 温度(°C)	润滑油温度 (°C)	时间 (s)	转速 (r/min)	扭矩 (N·m)	冷却液出口 温度(°C)	润滑油温度 (°C)
201	1044	14.6	64	56	251	994	0.2	74	64
202	1104	35.2	64	56	252	1058	-4.6	74	65
203	1249	51.5	65	56	253	1048	-7.6	74	65
204	1403	54.6	65	56	254	1003	-5.3	74	65
205	1589	65.6	65	57	255	1100	6.3	74	65
206	1857	82.9	65	57	256	936	-0.5	74	65
207	2089	88.8	65	57	257	952	3.7	74	65
208	1959	71.2	65	57	258	1054	13.4	74	65
209	1994	129.5	65	57	259	1358	60.1	74	66
210	2144	136.5	65	57	260	1518	55.4	74	66
211	2247	120.9	65	58	261	1724	71.1	75	66
212	1944	120.9	65	58	262	1990	92.0	75	66
213	1835	66.9	65	58	263	2312	118.7	75	66
214	1668	48.7	66	58	264	1890	113.9	75	66
215	1782	56.0	66	58	265	2019	112.7	75	66
216	2048	114.1	66	58	266	2145	114.8	75	67
217	2171	126.5	66	58	267	2263	118.7	75	67
218	2202	116.4	67	58	268	1896	95.6	75	67
219	2210	99.5	67	59	269	1872	81.6	76	67
220	2269	93.5	68	59	270	1949	90.7	76	67
221	1607	64.1	68	59	271	2048	103.8	76	67
222	1457	64.2	68	59	272	2055	84.8	76	67
223	1469	48.9	68	59	273	1779	16.0	76	67
224	1497	49.0	68	59	274	1681	-0.2	77	67
225	1513	67.8	68	60	275	1693	-3.5	77	68
226	1506	72.0	68	60	276	1627	-13.7	77	68
227	1548	82.4	69	60	277	1466	-13.5	77	68
228	1569	89.9	69	60	278	1330	-14.1	77	68
229	1588	90.3	70	60	279	1298	-17.2	77	68
230	1583	73.9	70	61	280	1292	-16.9	78	68
231	1574	43.8	70	61	281	953	3.8	78	68
232	1561	-1.3	71	61	282	1097	4.8	78	68
233	1513	-2.6	71	61	283	1660	47.8	78	69
234	1507	-2.1	71	61	284	1972	84.7	78	69
235	1465	-9.7	71	61	285	2435	155.4	79	69
236	1438	-15.7	71	62	286	1940	114.3	79	69
237	1411	-19.8	71	62	287	2142	136.3	79	69
238	1381	-23.4	71	62	288	2319	137.5	79	69
239	1332	-25.6	72	62	289	2062	116.4	79	69
240	1302	-27.7	72	62	290	2149	152.9	79	70
241	1260	-26.7	73	63	291	2176	128.0	80	70
242	1381	-29.4	73	63	292	2212	106.1	80	70
243	1544	-28.9	73	63	293	1625	4.3	80	70
244	1458	-29.8	73	63	294	1725	2.7	80	70
245	1377	-28.3	73	63	295	1799	-2.5	80	70
246	1266	-26.2	74	64	296	1778	-4.2	80	70
247	1332	-29.0	74	64	297	1796	38.8	80	70
248	1158	-16.0	74	64	298	1908	48.0	81	70
249	925	2.8	74	64	299	1960	56.6	81	70
250	980	-0.6	74	64	300	1994	55.2	82	70

表 B.1 (第 4 页/共 18 页)

时间 (s)	转速 (r/min)	扭矩 (N·m)	冷却液出口 温度(°C)	润滑油温度 (°C)		时间 (s)	转速 (r/min)	扭矩 (N·m)	冷却液出口 温度(°C)	润滑油温度 (°C)
301	1937	38.5	82	70		351	1578	44.1	82	73
302	1879	23.6	82	70		352	1570	34.6	82	73
303	1616	-2.0	83	70		353	1496	9.4	82	73
304	1728	1.6	83	70		354	1314	2.7	81	73
305	1693	-5.6	83	70		355	1261	2.6	81	74
306	1651	-15.6	83	70		356	1258	11.2	81	74
307	1604	-18.4	83	70		357	1536	49.2	81	74
308	1556	0.5	83	70		358	1636	55.9	81	74
309	1531	13.9	83	70		359	1435	0.7	81	74
310	1640	32.8	83	70		360	1193	-7.6	81	74
311	1634	28.4	83	70		361	1071	-6.9	81	74
312	1572	15.7	83	70		362	991	-4.9	81	74
313	1349	-4.7	83	70		363	989	-3.6	81	74
314	1451	-4.3	82	70		364	990	-2.6	81	74
315	1418	-5.3	82	70		365	976	0.2	81	74
316	1373	-18.0	81	70		366	1114	-11.3	81	74
317	1328	-20.8	81	70		367	1158	9.5	81	75
318	1274	-23.6	80	70		368	1634	51.1	81	75
319	1519	-28.5	80	71		369	1813	57.9	81	75
320	1438	-27.7	80	71		370	1926	56.0	81	75
321	1189	-15.9	80	71		371	2083	59.8	81	75
322	948	-1.2	80	71		372	1271	13.5	81	75
323	974	-2.0	80	71		373	1053	-5.7	81	75
324	1072	3.7	80	71		374	972	-1.5	81	75
325	1047	-0.3	81	71		375	1042	-4.9	81	75
326	1119	12.5	81	71		376	976	-4.2	81	75
327	1259	24.1	81	71		377	926	1.4	81	75
328	1295	24.7	81	71		378	924	5.7	81	75
329	1148	1.5	81	71		379	988	18.6	81	76
330	976	1.1	81	71		380	970	19.0	81	76
331	1046	-5.3	81	71		381	901	28.7	82	76
332	985	-3.9	81	71		382	974	20.5	82	76
333	1028	6.3	81	71		383	915	30.7	82	76
334	1302	35.5	82	71		384	902	26.5	82	76
335	1316	23.0	82	72		385	835	28.0	82	76
336	1222	3.3	82	72		386	817	26.8	82	76
337	987	-4.1	82	72		387	812	25.2	82	76
338	960	12.8	82	72		388	890	-0.1	82	76
339	1239	36.2	82	72		389	826	5.4	82	76
340	1373	46.3	82	72		390	822	4.5	82	76
341	1547	59.3	83	72		391	817	4.4	82	76
342	1800	82.8	83	72		392	816	3.5	82	76
343	2064	89.7	83	72		393	684	26.1	82	76
344	1452	48.4	83	73		394	797	25.8	82	76
345	1209	1.4	82	73		395	974	45.3	82	76
346	1078	0.3	82	73		396	1263	56.7	82	77
347	1407	44.5	82	73		397	1645	70.6	83	77
348	1514	52.6	82	73		398	2126	72.3	83	77
349	1563	54.4	82	73		399	1758	89.8	83	77
350	1553	44.1	82	73		400	2070	112.9	83	77

表 B.1（第 5 页/共 18 页）

时间 (s)	转速 (r/min)	扭矩 (N·m)	冷却液出口 温度(°C)	润滑油温度 (°C)		时间 (s)	转速 (r/min)	扭矩 (N·m)	冷却液出口 温度(°C)	润滑油温度 (°C)
401	1793	18.0	82	77		451	817	3.4	83	80
402	1370	8.3	82	77		452	808	4.8	83	80
403	1147	-2.1	82	77		453	810	4.9	83	80
404	1059	-3.5	82	77		454	809	5.1	83	80
405	992	-1.4	82	77		455	813	4.3	83	80
406	985	0.7	81	77		456	811	4.0	83	80
407	1070	-7.2	81	77		457	807	5.6	83	80
408	1005	-6.3	81	77		458	811	4.5	83	81
409	950	-3.7	81	78		459	814	4.0	83	81
410	933	-1.4	81	78		460	812	4.6	83	81
411	936	0.9	81	78		461	810	4.9	83	81
412	1076	25.7	81	78		462	814	4.8	83	81
413	1283	47.5	81	78		463	811	5.4	83	81
414	1408	47.6	81	78		464	810	4.6	83	81
415	1449	35.2	81	78		465	809	5.0	83	81
416	1492	32.4	82	78		466	813	5.0	83	81
417	1531	30.8	82	78		467	812	5.2	83	81
418	1606	37.4	82	78		468	818	3.4	82	81
419	1642	29.7	82	78		469	807	5.1	82	81
420	1285	-9.7	82	78		470	811	4.7	82	81
421	1098	-7.0	83	78		471	813	4.1	82	81
422	1027	-8.0	83	78		472	809	4.9	82	81
423	952	-1.8	82	79		473	806	5.1	82	81
424	954	1.2	82	79		474	809	5.8	82	81
425	1432	61.7	82	79		475	811	4.4	82	81
426	1748	83.3	82	79		476	808	5.4	82	81
427	2046	102.1	82	79		477	808	5.9	82	81
428	2344	106.4	82	79		478	808	5.6	82	81
429	1945	119.7	82	79		479	808	5.8	82	81
430	1920	66.0	82	79		480	810	4.7	82	81
431	1542	3.1	82	79		481	811	4.9	82	81
432	1601	-2.6	82	79		482	808	5.6	82	81
433	1572	-3.5	82	79		483	808	6.1	82	81
434	1537	7.9	82	79		484	817	3.8	82	81
435	1527	33.0	81	79		485	803	6.6	82	81
436	1547	7.0	81	80		486	807	6.5	82	82
437	1215	-9.2	81	80		487	813	5.5	82	82
438	1074	-8.9	81	80		488	813	4.9	82	82
439	963	-1.9	81	80		489	811	5.1	82	82
440	990	-0.9	81	80		490	812	6.0	82	82
441	978	-2.0	82	80		491	812	5.6	82	82
442	922	28.8	82	80		492	810	6.3	82	82
443	930	30.4	82	80		493	807	6.3	82	82
444	923	37.3	82	80		494	805	7.0	82	82
445	925	31.2	82	80		495	808	5.8	82	82
446	876	23.6	82	80		496	812	5.2	82	82
447	876	-2.1	82	80		497	812	5.4	82	82
448	841	0.7	82	80		498	806	6.5	82	82
449	819	3.6	82	80		499	815	5.5	82	82
450	812	4.7	82	80		500	809	6.7	82	82

表 B.1 (第 6 页/共 18 页)

时间 (s)	转速 (r/min)	扭矩 (N·m)	冷却液出口 温度(°C)	润滑油温度 (°C)		时间 (s)	转速 (r/min)	扭矩 (N·m)	冷却液出口 温度(°C)	润滑油温度 (°C)
501	807	6.3	82	82		551	948	-0.5	83	84
502	812	6.3	82	82		552	934	2.1	83	84
503	813	6.0	82	82		553	931	3.5	83	84
504	814	5.0	82	82		554	934	5.2	83	84
505	811	5.1	82	82		555	948	4.7	83	84
506	809	6.7	82	82		556	880	11.4	83	84
507	808	6.6	82	82		557	1111	31.4	83	84
508	812	5.8	82	82		558	1202	43.2	83	84
509	809	5.8	82	82		559	1271	40.5	83	84
510	809	7.2	82	82		560	1279	33.8	83	84
511	813	6.3	82	82		561	1374	47.5	83	84
512	812	5.8	82	82		562	1505	54.3	83	84
513	769	16.3	82	82		563	1427	20.8	83	84
514	780	36.6	82	82		564	1191	-3.2	83	84
515	1252	73.2	82	82		565	1057	-1.9	83	85
516	1590	70.6	82	83		566	930	1.5	83	85
517	2061	76.7	82	83		567	951	25.3	83	85
518	1715	91.2	82	83		568	893	38.6	83	85
519	1930	86.3	82	83		569	930	36.8	83	85
520	1483	-2.7	82	83		570	939	32.8	83	85
521	1255	-4.0	82	83		571	884	4.4	83	85
522	1520	13.5	82	83		572	848	6.4	83	85
523	1380	-3.1	82	83		573	835	5.9	83	85
524	1113	-4.7	82	83		574	819	6.2	83	85
525	999	-4.7	82	83		575	819	5.7	83	85
526	882	7.3	82	83		576	806	8.0	83	85
527	922	27.7	82	83		577	813	8.1	83	85
528	922	33.3	82	83		578	814	7.3	83	85
529	913	38.4	82	83		579	813	7.0	83	85
530	928	37.5	82	83		580	808	9.0	84	85
531	894	26.5	82	83		581	809	9.1	84	85
532	832	28.3	82	83		582	815	7.2	84	85
533	831	10.9	82	83		583	808	8.0	84	85
534	814	10.1	82	83		584	807	8.3	84	85
535	763	34.8	82	83		585	812	8.2	84	85
536	803	30.1	82	83		586	812	8.3	84	85
537	1002	57.2	83	83		587	810	7.4	84	85
538	1303	67.3	83	83		588	805	9.0	84	85
539	1752	81.0	83	83		589	810	8.7	84	85
540	2310	89.6	83	84		590	815	7.4	84	85
541	1930	106.4	83	84		591	811	7.6	84	85
542	2104	68.6	83	84		592	811	8.5	84	85
543	1155	4.2	83	84		593	810	9.5	84	85
544	1083	0.0	83	84		594	808	8.3	84	85
545	1008	0.5	83	84		595	809	8.1	84	85
546	984	2.0	82	84		596	807	8.0	84	85
547	988	2.7	83	84		597	814	7.6	85	85
548	1061	-1.2	83	84		598	812	7.8	85	85
549	1040	-4.2	83	84		599	810	8.8	85	85
550	990	-2.0	83	84		600	803	9.8	85	85

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/738046010042006034>