

柴油机机油消耗测定方法

Measurement of lubricant oil consumption for diesel engines

1 主题内容与适用范围

本标准规定了柴油机在台架试验时,机油消耗(包括机油消耗量和机油消耗率)的测定方法。以下简称《测定方法》。

本标准适用于大中小型柴油机,根据具体情况选用其中一种方法进行测定。

2 引用标准

GB 1105.1 内燃机台架性能试验方法 标准环境状况及功率、燃油消耗和机油消耗的标定

3 技术要求

3.1 测定的标准环境状况

柴油机机油消耗测定时,采用如下标准环境状况:

大气压力 $p_0 = 100 \text{ kPa}$ (750 mmHg)

环境温度 $t_0 = 25^\circ\text{C}$

相对湿度 $\phi_0 = 30\%$

空气冷却器进水温度 $t_{c0} = 25^\circ\text{C}$

3.2 对测定仪器仪表的要求

3.2.1 测定用计量器具、仪器仪表,均应经过有关的计量部门校验和校准,并应附有效的检验合格证书。

3.2.2 机油重量的测定可采用防水打印台式电子秤,电子秤的量程应与测量的油量相适应。其精度不得低于Ⅲ级。

3.2.3 测定机油消耗的计时器,可采用石英电子表,其精度不得低于 $\pm 0.02 \text{ s/h}$ 。

3.2.4 机油消耗测定的精度

机油消耗量精度为 $\pm 10\%$,机油消耗率精度为 $\pm 10.5\%$ 。

3.3 机油消耗测定的技术要求

3.3.1 机油消耗的测定应在柴油机制造厂规定的磨合期后进行测定。

3.3.2 测定用的机油应符合柴油机使用说明书中规定的机油并明确写明使用机油的牌号。

3.3.3 柴油机更换机油时,弃掉的废旧机油不计算在测定的机油消耗量内。

3.3.4 柴油机的机油泄漏量应计算在其机油消耗量内。

3.3.5 在测定机油消耗过程中,柴油机的各项性能参数不得调整。

3.4 机油消耗测定时采用的功率和转速

3.4.1 标定功率为15 min功率的柴油机;采用标定转速下85%的标定功率。

3.4.2 标定功率为1 h功率的柴油机;采用标定转速下90%的标定功率。

- 3.4.3 标定功率为 12 h 功率和持续功率的柴油机,采用标定转速下 100% 的标定功率。
 3.4.4 根据需要也可做部分功率和部分转速时的机油消耗测定。但必须注明其测定的转速和功率。
 3.4.5 若机油消耗的测定在非标准状况下,应按 GB 1105.1 进行功率修正。

3.5 测定间隔时间和次数

测定的间隔时间,柴油机功率在 1 000 kW 以上为 4 h。功率在 1 000 kW 以下为 12 h。

测定次数一般测定一次。

4 机油消耗的测定方法

4.1 重量法

4.1.1 放油称重法

对具有湿式油底壳结构的中小型功率柴油机可采用此法。

4.1.1.1 方法提要

测出柴油机试验前后机油重量差,然后根据柴油机运转时间和功率,便可求出柴油机的机油消耗。

4.1.1.2 测定的程序

a. 往柴油机油底壳加入机油到油标尺的上限,起动柴油机,按柴油机说明书规定进行暖机,直至柴油机油温达到使用说明书规定暖机参数后(按 3.4 条要求)调节柴油机运转工况,达到标定转速和规定功率以及机油温度达到使用说明书要求数值时,稳定运转 10 min 后停机。

b. 随后盘车,使第一缸活塞处于上死点位置。再转动曲轴三圈,然后开始放油,直接有规则地滴油(30 滴/min 左右)为止。记录下每分钟的实际油滴数。

c. 放出的机油连同容器,用防水台式电子秤,称出其总重量 m_1 。

d. 将放出的称过的机油倒回柴油机油底壳,再称机油容器重量 m_2 。两次重量之差($m_1 - m_2$),即为加入的机油量 m_E 。

e. 再次起动柴油机,运转工况以及机油温度和 a. 相同,柴油机试验运转达到 3.5 条要求测定间隔时间时停机。

f. 按上述方法,相同顺序操作、盘车、转动曲轴、放油、直至再次出现有规则的滴油(30 滴油/min 左右),应该是每分钟油滴数和 4.1.12b. 条实测的油滴数相等、称重。测得试验后放出的机油连同容器(上述装、倒油的原容积)的重量 m_3 、 m_3 与 m_2 之差即为试验后放出的机油的重量 m_F 。

4.1.1.3 测定结果的计算

a. 机油消耗量按公式(1)计算。

$$G_m = \frac{m_E - m_F}{t} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: G_m —— 机油消耗量, kg/h;

m_E —— 试验前加入的机油重量, kg;

m_F —— 试验后放出的机油重量, kg;

t —— 柴油机测定时运转的时间, h。

b. 机油消耗率按公式(2)计算。

$$g_m = \frac{10^3 \times G_m}{P} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: g_m —— 机油消耗率, g/kW · h;

P —— 柴油机试验时有效功率, kW。

c. 机油燃油消耗百分比按公式(3)计算。

$$A = \frac{G_m}{G_T} \times 100(\%) = \frac{g_m}{g_e} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：A——机油燃油消耗百分比，%；

G_T ——机油消耗测定期间的燃油消耗量，kg/h；

g_e ——机油消耗测定期间的燃油消耗率，g/kW·h。

柴油机机油消耗放油称重法测定记录表见附录 A(参考件)。

4.1.2 直接称重法

对中小功率柴油机其油底壳结构为干式时，可采用此法(见图 1)。如非飞溅润滑的湿式油底壳结构柴油机经过改装后，也可采用此法。

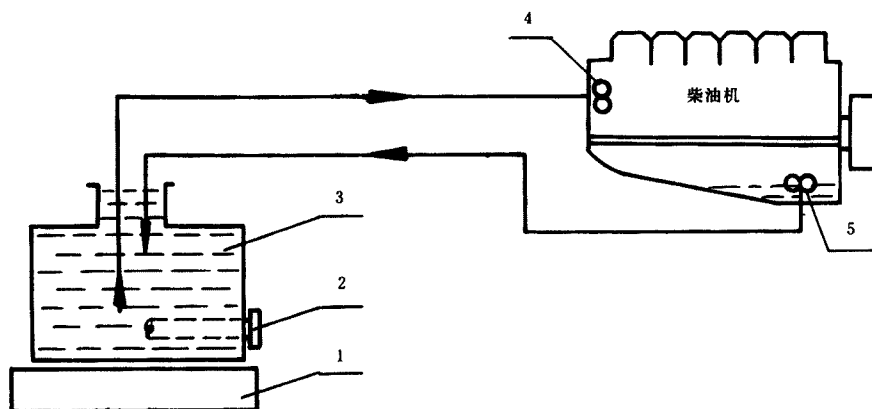


图 1 直接称重法示意图

1—防水打印电子台秤；2—电加热器；3—测定循环机油泵；

4—柴油机压油泵；5—柴油机回油泵

4.1.2.1 测定装置要求

a. 柴油机油底壳为干式结构，自带压油泵和回油泵，对湿式油底壳柴油机应加装外接回油泵，回油泵流量应大于压油泵流量。

b. 在试验台机油循环系统中，外接一个测定循环机油箱，测定时机油箱坐落在防水打印电子台秤上，而当称重完毕时，油箱与电子秤应能脱开。

c. 外接测定循环机油箱液面要求低于柴油机工作时油底壳的机油液面。

d. 外接测定循环机油箱的进、出管子，安装时要求不接触机油箱，以防干扰电子秤。

4.1.2.2 方法提要

测出柴油机试验前后外接测定循环机油箱中机油的重量差，然后根据柴油机运转的时间和功率，便可求出柴油机机油消耗。

4.1.2.3 测定程序

a. 在柴油机运转到规定功率和标定转速按 3.4 条要求工况，和机油温度达到说明书要求时，稳定运转 10 min 后，才能开始测定称重。

b. 开始测定，记录柴油机功率、转速、开始测定时刻、开始测定机油箱中机油重量。

c. 柴油机按 3.4 条要求工况运转，当达到按规定测定间隔时间后，记录测定结束时刻，柴油机功率、转速和测定结束时机油箱中机油重量。

4.1.2.4 测定结果计算

a. 机油消耗量按公式(4)计算。

$$G_m = \frac{m_4 - m_5}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (4)$$

式中： G_m ——机油消耗量，kg/h；

t_1 ——开始测定时刻，h；

t_2 ——测定结束时刻，h；

m_4 ——开始测定时机油重量，kg；

m_5 ——测定结束时机油重量，kg。

b. 机油消耗率按公式(2)计算。

c. 机油燃油消耗百分比按公式(3)计算。

柴油机油消耗直接称重法记录表见附录 A(参考件)。

4.1.3 液面动平衡重量法

4.1.3.1 人工加油液面动平衡重量法

此法适用于湿式油底壳结构的柴油机，尤其是小型柴油机。如图 2。

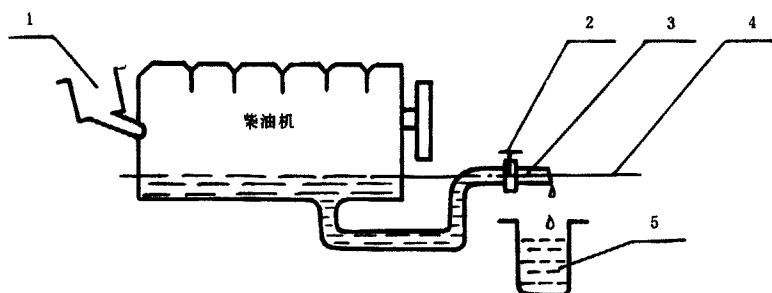


图 2 人工加油液面动平衡重量法示意图

1—加油口；2—截止阀；3—溢流管；4—柴油机运转时油底壳机油液面；
5—回收机油容器

4.1.3.1.1 测定装置要求

a. 利用油底壳放油孔(或曲轴箱侧面在油位线处打孔)安装带截止阀 2 的溢流管 3,注意溢油管处溢落油滴时的高度应与柴油机工作时,油底壳机油液面的高度相等,而且管子越短越好。

b. 利用曲轴箱检查孔或呼吸口处插进加机油漏斗。

c. 备好机油回收容器、电加热器和电子台秤。

4.1.3.1.2 测定方法提要

柴油机按要求参数试验时用滴油法控制,油底壳机油液面的高度,经过一段时间运转试验后,因机油消耗而使液面下降,用与油底壳机油温度相同和经过称重的机油加入油底壳,等达到原溢滴机油时的液面高度。加入的机油重量即为试验期间的消耗量。

4.1.3.1.3 测定程序

a. 往柴油机油底壳加入机油到油标尺的上限、起动柴油机,暖机运转合格后,调节柴油机到 3.4 条规定的工况,并经机油温度达到说明书要求(油温允差不大于 $\pm 2^\circ\text{C}$),稳定运转 10 min 后,开始测定。

b. 测定时,打开阀 2,从加油口 1 处加入机油,直至溢流管口处以 30~35 滴/min 油滴滴落时,关闭阀 2,随后记录首次以 30~35 滴/min 滴油结束时刻 t_1 、柴油机功率 P 、转速 n 。

c. 柴油机按 3.4 条规定工况运转,当达到 3.5 条规定的测定时间时,打开阀 2,从加油口 1 处加入与油底壳机油相同温度和经过称重 m_1 的机油直至再次出现以 30~35 滴/min 油滴滴落时为止(在操作中,即使加油过量,致使过量机油溢流回收机油容器中也不影响测定结果)。

d. 记录再次出现以 30~35 滴/min 滴油结束时刻 t_2 , 关闭阀 2。

4.1.3.1.4 测定结果计算

a. 机油消耗量按公式(5)计算。

$$G_m = \frac{m_6 - m_7}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (5)$$

式中： G_m ——机油消耗量，kg/h；
 m_6 ——加入称重的机油量，kg；
 m_7 ——回收称重的机油量，kg；
 t_1 ——首次滴油结束时刻，h；
 t_2 ——再次滴油结束时刻，h。

- b. 机油消耗率按公式(2)计算。
- c. 机油燃油消耗百分比按公式(3)计算。

柴油机机油消耗人工加油液面动平衡重量法测定记录表见附录 A(参考件)。

4.1.3.2 机油泵加油液面动平衡重量法

此法(如图 3)适用于湿式油底壳结构的大中小型柴油机，尤其是大型柴油机。

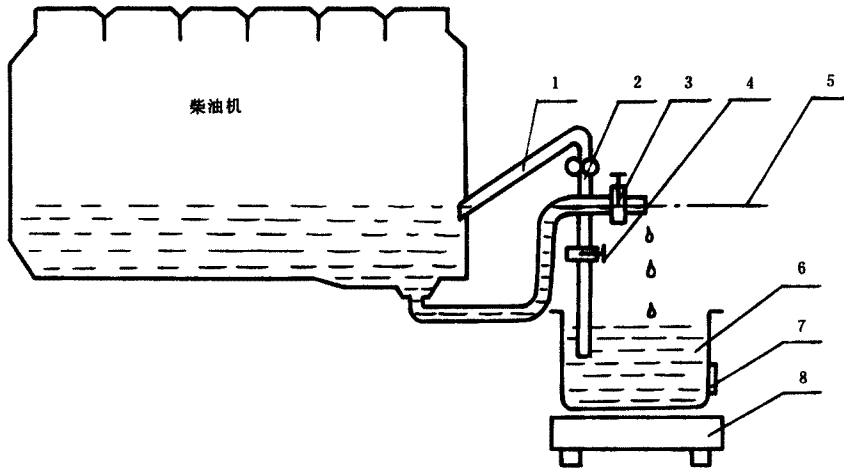


图 3 机油泵加油液面动平衡称重法示意图

1—加油管；2—机油泵；3—带截止阀溢流管；4—止回或调节阀；5—柴油机
 工作时机油液面；6—测量机油箱；7—电加热器；8—电子秤

4.1.3.2.1 测定装置要求

- a. 利用油底壳放油孔(或曲轴箱侧面在油位线处打孔)安装带截止阀的溢油管子，注意溢油管口处滴油滴时的高度应与柴油机工作时油底壳机油液面的高度相等，而且溢流管越短越好。
- b. 利用曲轴箱检查孔或呼吸口插进带油泵 2 和截止阀 4 的加油管 1，注意此管系越短越好，以不影响电子秤称重。
- c. 用数字式防水台式电子秤称机油重量，而且称后即脱开。

4.1.3.2.2 测定方法提要

用泵加油到溢油口处滴油即停泵，测出柴油机按要求参数运转时，油底壳机油液面的高度，经过一段时间运转试验后，因机油消耗使液面下降，再次开泵加油到原滴油时的液面高度，称出测量油箱(连同机油)前后的重量差，即等于加入的机油重量为试验期间的消耗量。

4.1.3.2.3 测定程序

- a. 利用电加热器，保持测定油箱中机油温度与柴油机被测工况时，油底壳机油温度相等。
- b. 柴油机按 3.4 规定的工况运转(转速允差不大于±1%)并使机油温度达到说明书要求(油温允差不大于±2℃)，稳定运转 10 min 后，开始测定。

c. 测定时,打开阀 3 和阀 4,启动泵 2,直至溢油口处溢油时停泵,当 30~35 滴/min 滴落油时,关闭阀 3,记录首次 30~35 滴/min 滴油结束时刻 t_1 ,柴油机运转功率 P ,转速 n ,往测量油箱加足机油,同时称重油箱(连同机油) m_1 。

d. 柴油机按 3.4 规定工况运转,达到 3.5 规定测定时间时,打开阀 3,启动泵 2,直至再次出现以 30~35 滴/min 油滴滴落时为止。(操作中,即使加油过量而溢流回收机油容器,这并不影响测定结果)。

e. 记录再次以 30~35 滴/min 滴落油结束时刻 t_2 ,同时测量油箱(连同机油)的重量 m_2 ,关闭阀 3。

4.1.3.2.4 测定结果计算

a. 机油消耗量按公式(6)计算。

$$G_m = \frac{m_8 - m_9}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (6)$$

- 式中: G_m —— 机油消耗量,kg/h;
- m_8 —— 测定开始测量油箱和机油重量,kg;
- m_9 —— 测定结束测量油箱和机油重量,kg;
- t_1 —— 首次滴油结束时刻,h;
- t_2 —— 再次滴油结束时刻,h。

b. 机油消耗率按公式(2)计算。

c. 机油燃油消耗百分比按公式(3)计算。

柴油机机油消耗机油泵加油液面动平衡重量法测定记录表见附录 A(参考件)。

4.1.4 气缸机油消耗测定方法

测定方法可按 4.1.3.1 条规定方法(如图 4)。也可采用本标准中规定的其他方法。

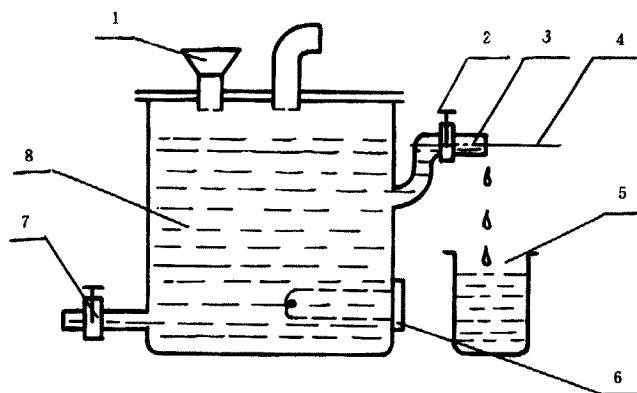


图 4 柴油机气缸机油消耗重量法测定示意图

- 1—加油漏斗; 2—截止阀; 3—溢油管; 4—测量油箱溢滴油时
- 机油液面高度; 5—回收机油容器; 6—电加热器; 7—通气缸润滑
- 机油管道; 8—测量机油箱

4.2 容积法

当重量法无法测定时才使用容积法测定。

容积法测定,即测出柴油机经过一段时间运转试验后的前后机油容积(外接机油箱或油底壳中机油的容积)之差,然后根据机油密度,柴油机运转时间和功率,便可求出柴油机机油消耗。

容积法又分为:外接测定循环油箱容积法和湿式油底壳柴油机外接玻璃液位计容积法两种。

4.2.1 外接测定循环油箱容积法

此法(如图5)适用于干式油底壳结构或经改装,外接回油泵的湿式油底壳结构的大中功率型柴油机。

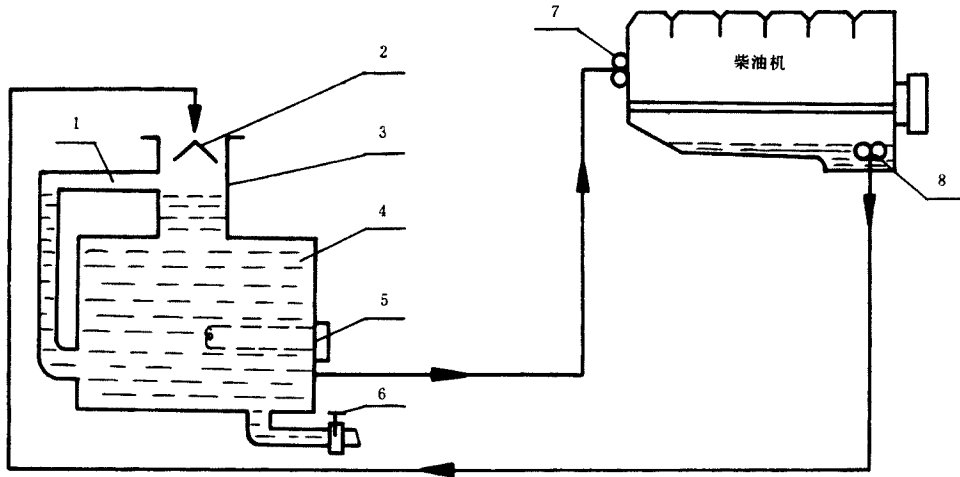


图5 外接测定循环油箱容积法示意图

1—玻璃液位计;2—逸流罩;3—油箱束口;4—测定循环机油箱;

5—电加热器;6—放油阀;7—压油泵;8—回油泵

对测定装置要求

a. 在柴油机试验台机油循环系统中外接测定循环机油箱。如系湿式油底壳结构柴油机应再外接回油泵,其流量应大于压油泵。

b. 为了提高测定精度,可把油箱上部做成束口。

c. 在机油管进机油箱处做成各种缓冲装置,如逸流罩和导流板等。

d. 测定循环机油箱的定标

油箱加足机油,当柴油机循环后油箱油位仍在束口上限为好,开电加热器,起动循环油泵,循环油箱中机油,使机油温度达到规定功率时的温度,关闭电加热器和油泵,控制放油阀6,边放油边测定放油的容积,同时记下油箱的相应变化容积,把容积数值刻在玻璃液位计的标尺上。

4.2.2 外接玻璃液位计容积法

对于湿式油底壳结构柴油机,利用油底壳放油孔,外接带放油阀旁通路和玻璃液位计。对油底壳机油的容积进行定标,对停机两天以上的柴油机,往油底壳加预热(油温和规定功率时油温相同)机油,到油标尺上限,按4.2.1d.的油箱定标方法(如图6)进行定标。

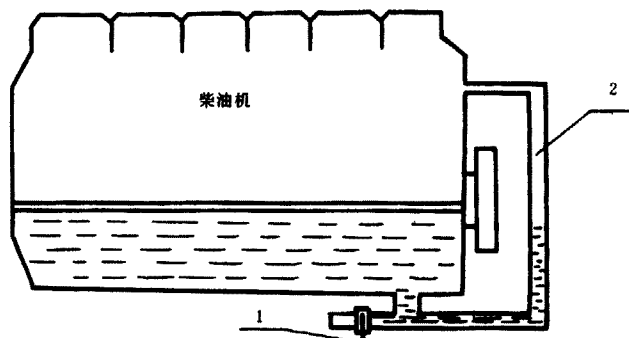


图 6 湿式外接玻璃液位计容积法示意图
1—放油阀；2—玻璃液位计

4.2.3 测定程序

- a. 柴油机按 3.4 条规定工况运转(转速允差不大于±1%),并使机油温度达到说明书要求(允差不大于±2℃);稳定运转 10 min 后,开始测定。
- b. 测定时记录柴油机运转功率、转速、开始测定时刻,开始测定时机油密度、机油箱中或油底壳中机油容积。
- c. 柴油机按 3.4 条规定工况运转,当达到 3.5 条规定时间后,记录结束时刻,测定结束时机油密度,测定结束时,机油箱或油底壳机油容积。

4.2.4 测定结果计算

- a. 机油消耗量按公式(7)计算。

$$G_m = \frac{m_1 - m_2}{t} = \frac{(\gamma_1 V_1 - \gamma_2 V_2) \times 10^3}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (7)$$

式中: G_m —— 机油消耗量;

- V_1 —— 开始测定时机油箱或油底壳中机油体积, m^3 ;
- V_2 —— 测定结束时机油箱或油底壳中机油体积, m^3 ;
- γ_1 —— 开始测定时机油箱或油底壳中机油密度, t/m^3 ;
- γ_2 —— 测定结束时机油箱或油底壳中机油密度, t/m^3 ;
- t_1 —— 开始测定时刻, h;
- t_2 —— 测定结束时刻, h。

- b. 机油消耗率按公式(2)计算。
- c. 机油燃油消耗百分比按公式(3)计算。

柴油机机油消耗容积法测定记录表见附录 A(参考件)。

4.3 油耗仪法

该法适用范围、标定、测定方法及其计算按油耗仪说明书的规定和具体操作方法进行。

附录 A
柴油机机油消耗测定记录表
(参考件)

A1 放油称重法测定记录表见表 A1。

表 A1

序号	测定项目	符号公式	单位	实测值	备注
1	放出机油加容器总重量	m_1	kg	先称好 m_2	
2	未倒净剩油加容器重量	m_2	kg		
3	测定前加机油重量	$m_E = m_1 - m_2$	kg		
4	柴油机测定时功率	P	kW		
5	柴油机测定时转速	n	r/min		
6	柴油机测定机油消耗运转时间	t	h		
7	放油加容器总重量	m_3	kg		
8	柴油机试验后放油净重	$m_F = m_3 - m_2$	kg		
9	机油消耗量	$G_m = \frac{m_E - m_F}{t}$	kg/h		
10	机油消耗率	$g_m = \frac{10^3 \times G_m}{P}$	g/kW·h		
11	机油燃油消耗量百分比	$A = \frac{G_m}{G_T} \times 100$	%		
12	机油燃油消耗率百分比	$A = \frac{g_m}{g_c} \times 100$	%		

A2 直接称重法测定记录表见表 A2。

表 A2

序号	测定项目	符号公式	单位	实测值	备注
1	柴油机功率	P	kW		
2	柴油机转速	n	r/min		
3	测定开始时刻	t_1	h		
4	测定结束时刻	t_2	h		
5	开始测定时机油箱机油重量	m_4	kg		
6	测定结束时机油箱机油重量	m_5	kg		
7	机油消耗量	$G_m = \frac{m_4 - m_5}{t_2 - t_1}$	kg/h		
8	机油消耗率	$g_m = \frac{10^3 \times G_m}{P}$	g/kW·h		
9	机油燃油消耗量百分比	$A = \frac{G_m}{G_T} \times 100$	%		
10	机油燃油消耗率百分比	$A = \frac{g_m}{g_c} \times 100$	%		

A3 人工加油液面动平衡重量法测定记录表见表 A3。

表 A3

序号	测定项目	符号公式	单位	实测值	备注
1	柴油机测定功率	P	kW		
2	柴油机测定转速	n	r/min		
3	加入称重的机油重量	m_6	kg		
4	回收称重的机油重量	m_7	kg		
5	首次滴油结束时刻	t_1	h		
6	再次滴油结束时刻	t_2	h		
7	机油消耗量	$G_m = \frac{m_6 - m_7}{t_2 - t_1}$	kg/h		
8	机油消耗率	$g_m = \frac{10^3 \times G_m}{P}$	g/kW·h		
9	机油燃油消耗量百分比	$A = \frac{G_m}{G_T} \times 100$	%		
10	机油燃油消耗率百分比	$A = \frac{g_m}{g_c} \times 100$	%		

A4 机油泵加油液面动平衡称重法测定记录表见表 A4。

表 A4

序号	测定项目	符号公式	单位	实测值	备注
1	柴油机测定功率	P	kW		
2	柴油机测定转速	n	r/min		
3	测定开始油箱机油重量	m_8	kg		
4	测定结束油箱机油重量	m_9	kg		
5	首次滴油结束时刻	t_1	h		
6	再次滴油结束时刻	t_2	h		
7	机油消耗量	$G_m = \frac{m_8 - m_9}{t_2 - t_1}$	kg/h		
8	机油消耗率	$g_m = \frac{10^3 \times G_m}{P}$	g/kW·h		
9	机油燃油消耗量百分比	$A = \frac{G_m}{G_T} \times 100$	%		
10	机油燃油消耗率百分比	$A = \frac{g_m}{g_c} \times 100$	%		

A5 柴油机气缸机油消耗重量法测定记录表见表 A5。

表 A5

序号	测定项目	符号公式	单位	实测值	备注
1	柴油机测定功率	P	kW		
2	柴油机测定转速	n	r/min		
3	加入称重机油的重量	m_{10}	kg		

续表 A5

序号	测定项目	符号公式	单位	实测值	备注
4	回收称重机油的重量	m_{11}	kg		
5	首次滴油结束时刻	t_1	h		
6	再次滴油结束时刻	t_2	h		
7	机油消耗量	$G_m = \frac{m_{10} - m_{11}}{t_2 - t_1}$	kg/h		
8	机油消耗率	$g_m = \frac{10^3 \times G_m}{P}$	g/kW·h		
9	机油燃油消耗量百分比	$A = \frac{G_m}{G_T} \times 100$	%		
10	机油燃油消耗率百分比	$A = \frac{g_m}{g_e} \times 100$	%		

A6 容积法测定记录表见表 A6。

表 A6

序号	测定项目	符号公式	单位	实测值	备注
1	柴油机功率	P	kW		
2	柴油机转速	n	r/min		
3	测定开始时刻	t_1	h		
4	测定结束时刻	t_2	h		
5	开始测定时机油的密度	γ_1	t/m ³		
6	测定结束时机油的密度	γ_2	t/m ³		
7	开始测定时机油箱或油底壳机油体积	V_1	m ³		
8	测定结束时机油油箱或油底壳机油体积	V_2	m ³		
9	机油消耗量	$G_m = \frac{(\gamma_1 V_1 - \gamma_2 V_2) \times 10^3}{t_2 - t_1}$	kg/h		
10	机油消耗率	$g_m = \frac{10^3 \times G_m}{P}$	g/kW·h		
11	机油燃油消耗量百分比	$A = \frac{G_m}{G_T} \times 100$	%		
12	机油燃油消耗率百分比	$A = \frac{g_m}{g_e} \times 100$	%		

附加说明:

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由中国船舶工业总公司第七研究院第七一一研究所归口。

本标准由中国船舶工业总公司第七研究院第七一一研究所负责起草。

本标准主要起草人张解扬。