



中华人民共和国国家标准

GB/T 3142—2019
代替 GB/T 3142—1982

润滑剂承载能力的测定 四球法

Standard test method for determination of load-carrying capacity of lubricants—
Four-ball method

2019-03-25 发布

2019-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 3142—1982《润滑剂承载能力测定法(四球法)》。

本标准与 GB/T 3142—1982 相比除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 计量单位采用国际单位制单位。
- 增加了第 2 章规范性引用文件。
- 将 GB/T 3142—1982 中图 1 四球机的补偿线移至附录 B。
- 更正 GB/T 3142—1982 中的表述错误,将 3.4 和 8.9 中的“5%”改为“(1+5%)”。
- 3.6 中增加对公式中 P 的表述,并针对杠杆式四球机进行说明。
- 5.1 中增加对试剂的详细描述。
- 5.2 中增加对试验钢球材质和硬度的要求。
- 第 6 章中增加对仪器的详细描述。
- 扩大四球机的负荷范围至“59 N~9 810 N”。在 6.1 中做了相应修改,表 1 中增加负荷级别第 23 级,表 4 中增加相应的负荷校正总和数据。
- 增加四球机定期校准的相关内容。6.1 注中增加对四球机校准的说明,附录 A 中表 A.1 对四球机参考油脂作相应修改,并加注说明。
- 7.1 准备工作中增加对四球机转速和试验环境温度的准备。
- 在第 8 章中增加试验详细步骤和注意事项,并对读取磨斑直径的步骤做了详细的规定。
- 为使用方便,在 8.9 中增加表 3,该表是按照 P_B 的测准级别而建立的,操作者可直接根据该表的级别进行试验。在该条注中增加新型润滑剂尤其是非常规润滑剂的 P_B 测定方法。
- 8.11 中增加查表 4 时有关 P_B 靠级的说明。

本标准由全国石油产品和润滑剂标准化技术委员会(SAC/TC 280)提出并归口。

本标准起草单位:中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院。

本标准主要起草人:宋海清、杨鹤、薛颖。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 3142—1982。

润滑剂承载能力的测定 四球法

警示——本标准的应用可能涉及某些有危险性的材料、操作和设备。但并未对与此有关的所有安全问题都提出建议。用户在使用本标准之前有责任制定相应的安全和防护措施,并确定相关规章限制的适用性。

1 范围

本标准规定了采用四球极压试验机测定润滑剂承载能力的方法,包括最大无卡咬负荷(P_B)、烧结负荷(P_D)和综合磨损值(ZMZ)三项指标的测定。

本标准适用于润滑剂。在实际应用中,可根据润滑剂的不同用途选用不同的评定指标。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 308.1—2013 滚动轴承 球 第1部分:钢球

GB 1922—2006 油漆及清洗用溶剂油

GB/T 15894—2008 化学试剂 石油醚

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

赫兹直径 Hertz scar diameter

D_h

在某静负荷下,钢球弹性变形所引起的压痕直径。赫兹直径可由式(1)计算:

$$D_h = 4.08 \times 10^{-2} P_{\text{静}}^{1/3} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

D_h —— 赫兹直径,单位为毫米(mm);

$P_{\text{静}}$ —— 静负荷,单位为牛顿(N)。

3.2

赫兹线 Hertz line

在负荷-磨斑直径双对数坐标图中赫兹直径对静负荷作出的一条直线。

3.3

补偿线 compensation line

在存在润滑剂而又不发生卡咬的条件下,在下面的三个球上产生光亮的圆斑状磨斑;由下球的平均磨斑直径对所加的负荷在双对数坐标图中做出的一条直线。不同润滑剂的补偿线是接近的,可以用一条代表平均斜度的补偿线来表示,如图1所示。

3.4

补偿直径 compensation scar diameter

$D_{\text{补偿}}$

补偿线上相应于某一负荷的磨斑直径。

3.5

负荷-磨损曲线 load-wear line

在双对数坐标上,由不同负荷下钢球的平均磨斑直径所做出的一条曲线(见图 1 中曲线 ABCD)。

图 1 中标明了负荷-磨损曲线各部分的意义。

3.6

最大无卡咬负荷 last nonseizure load

P_B

在试验条件下不发生卡咬的最高负荷。它代表油膜强度。在该负荷下测得的磨斑直径不得大于相应补偿线上数值($D_{\text{补偿}}$)的(1+5%)。

注:卡咬,指润滑剂油膜被破坏,可由磨斑直径增大和摩擦力测量值瞬时增大看出。

3.7

烧结负荷 weld point

P_D

在试验条件下使钢球发生烧结的最低负荷。它代表润滑剂的极限工作能力。

3.8

校正负荷 corrected load

$P_{\text{校}}$

对所加的实际负荷 P 的修正,可用式(2)计算:

$$P_{\text{校}} = P \cdot D_h / D \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

P ——实际负荷。若用杠杆式四球机,则 P 为所加总重量(砝码和砝码盘)乘以杠杆臂比,单位为牛顿(N);

D_h ——赫兹直径,单位为毫米(mm);

D ——实测磨斑直径,单位为毫米(mm)。

3.9

综合磨损值 combined wear number

ZMZ

润滑剂抗极压能力的一个指数。它等于若干次校正负荷的算术平均值,可由式(3)计算:

$$ZMZ = \frac{A + B/2}{10} = \frac{A_1 + A_2 + B/2}{10} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

A ——当 P_D 大于 3 924 N 时, A 为 3 090 N 及小于 3 090 N 的 9 级校正负荷的总和;当 P_D 小于或等于 3 924 N 时, A 为 10 级校正负荷的总和;

B ——当 P_D 大于 3 924 N 时, B 为从 3 924 N 开始直至烧结以前的各级校正负荷的算术平均值,当 P_D 小于或等于 3 924 N 时, B 为 0;

A_1 —— P_B 点以前,即补偿线上的那部分校正负荷的总和;

A_2 —— P_B 点以后,3 090 N 以前的那部分校正负荷的总和。

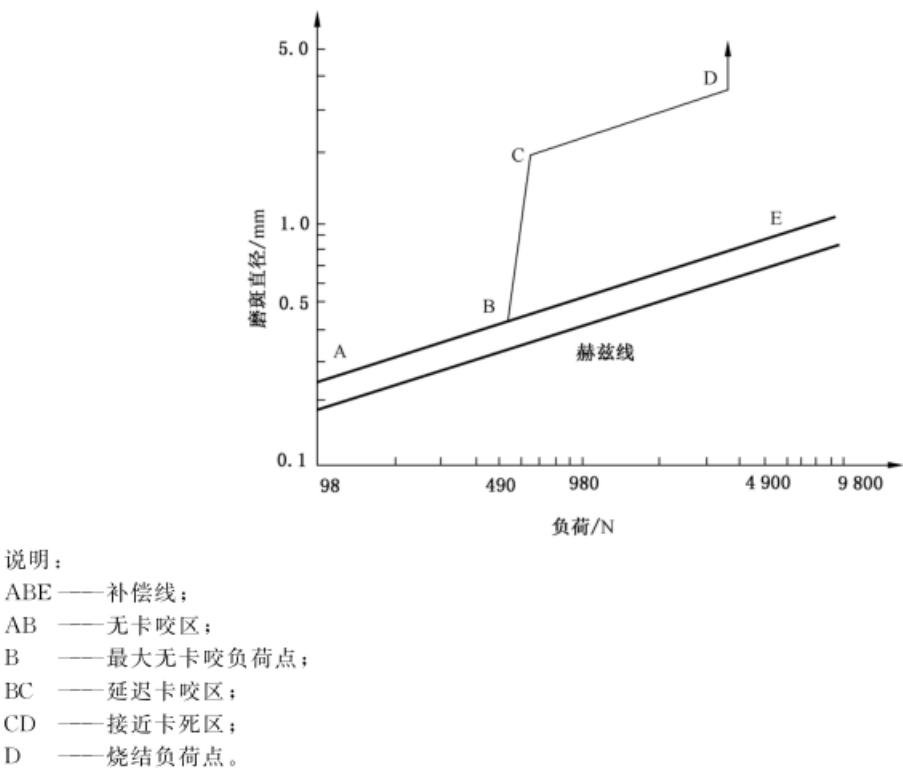


图 1 负荷-磨损曲线

4 方法概要

四个钢球按正四面体排列，上球以 $1\,450\text{ r/min} \pm 50\text{ r/min}$ 的转速旋转，下面三个球用油盒固定在一起，通过杠杆或液压系统由下而上对钢球施加负荷。在试验过程中四个钢球的接触点都浸没在润滑剂中。每次试验时间为 10 s ，试验后测量油盒内任何一个钢球的磨斑直径。按规定的程序反复试验，直到求出代表润滑剂承载能力的评定指标。

5 试剂与材料

5.1 试剂

5.1.1 清洗剂：符合 GB 1922—2006 中的 1 号溶剂油。

警示——易燃，有害健康。

5.1.2 石油醚：符合 GB/T 15894—2008 中沸程为 $60\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的石油醚。

警示——易燃，有害健康。

5.2 材料

5.2.1 钢球：四球机专用试验钢球。材质符合美国 ANSI 标准中 E-52100 铬合金钢球或符合 GB/T 308.1—2013 中高碳铬轴承钢钢球，直径为 12.7 mm ，硬度为 HRC 61~66。

5.2.2 参考油脂：规格要求见附录 A 中的表 A.1。

6 仪器

6.1 四球极压试验机：结构和技术参数如下：

- a) 四球极压试验机的核心部位如图 2 所示；
- b) 四球机的主轴转速为 $0 \text{ r/min} \sim 3\,000 \text{ r/min}$ ，负荷范围为 $59 \text{ N} \sim 9\,810 \text{ N}$ ；
- c) 四球机应有钢性耐震结构。四球机摩擦部件(上部钢球)的径向摆差，在离钢球最低点 3.5 mm 处测得的数值不超过 0.02 mm 。四球极压试验机应每年用参考油脂标定(见附录 A)，并检验其补偿线的可靠性(参见附录 B)。

注：最好不要在同一台四球机上既做极压试验又做磨损试验，以免影响磨损试验的灵敏度。

6.2 显微镜：装有测微计的直读式显微镜或自动精密测量仪器。读数精确到 0.01 mm 。

6.3 计时器：精确至 0.1 s 。

6.4 摩擦力记录仪：能直接记录摩擦力变化的仪器。

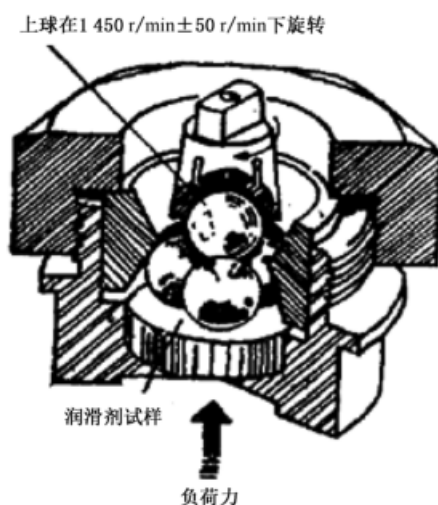


图 2 四球极压试验机示意图

7 准备工作

7.1 控制室温在 $25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，打开四球机电源，调整主轴转速到 $1\,450 \text{ r/min} \pm 50 \text{ r/min}$ ，启动电机空转 $2 \text{ min} \sim 3 \text{ min}$ 。

7.2 用清洗剂清洗钢球、油盒、夹具及其他在试验过程中与试样接触的零部件，再用石油醚洗两次，然后吹干，清洗后的钢球应光洁无锈斑(每个试样试验结束后，都要重复上述步骤为下次试验做准备)。

8 试验步骤

8.1 对于润滑油试样，将三个钢球放在油盒内，压紧环压在钢球上，拧紧螺帽使其固定，将试样倒入油盒中，让其盖过钢球并到达压环与螺帽的接合处，确保试样浸没钢球。对于润滑脂试样，则先在油盒中放上足够数量的润滑脂，把钢球嵌入润滑脂中，放上压环，拧紧螺帽固紧油盒，抹平表面的润滑脂并调整到压环与螺帽的接合处。试样中不能有空穴存在。

8.2 将一个钢球装到夹头中，并把夹头装到主轴上。由于夹头不断地经受磨损和卡咬，因此每次试验前仔细检查夹头，如发现钢球不能与夹头紧密接合或夹头有咬伤痕迹，应及时更换夹头。

8.3 把装好试样和钢球的油盒正中心地安放在上球座上。

8.4 对于液压式四球机，可在油盒上放一防护罩以防止试验中油液飞溅。启动液压油泵，油盒缓慢上升，使下面三个钢球与上面的钢球接触，缓缓地加至规定负荷。对于杠杆式四球机，在油盒和导向柱中间放上圆盘架，将隔板置于油盒和止推轴承之间，松开杠杆臂锁紧装置，使杠杆臂处于水平位置。把砝码盘放在杠杆臂刻槽内，缓缓加砝码至规定负荷。加负荷时应避免冲击，以防止钢球在试验开始之前发生永久变形。

8.5 启动电机同时开始计时,从启动到关闭的试验时间为 10 s。

8.6 取下油盒和夹头,并卸下夹头中的试验钢球。

8.7 每次试验后,按下列方法测量油盒内钢球的磨斑直径:

- a) 方法 A: 去掉螺帽, 取出钢球, 擦拭并清洗后, 将钢球放在合适的球座上, 用显微镜测量三个钢球中任意一个钢球在磨斑的水平方向和垂直方向的直径, 取算术平均值, 精确到 0.01 mm;
- b) 方法 B: 不取出钢球, 倒掉油盒中试样, 并擦拭掉钢球表面多余的试样, 用显微镜测量三个钢球中任意一个钢球在磨斑的水平方向和垂直方向的直径, 取算术平均值, 精确到 0.01 mm;
- c) 说明: 如果磨斑边缘模糊或不规则时, 则用估算法确定磨斑直径。若磨斑形状异常, 或表面有明显的划伤, 即使小于查表数值, 也可直接判断此时油膜已破。

8.8 将每次试验测量的磨斑直径及其平均值记录在表 1 中。

表 1 四球机试验记录

试验编号:

机型:

委托单位:

试样名称:

转速:

操作人员:

试样配方:

钢球：

校对人员:

室温:

试验日期:

负荷 级别	负荷 P/N	磨斑直径/mm			$P \cdot D_b$ 系数	校正负荷 $P_{\text{校}}/$ N	备注
		d_1	d_2	$d_{\text{平均}}$			
1	59				9.32		
2	78				13.73		
3	98				18.44		
4	128				26.19		
5	157				34.53		$A_1 =$
6	196				46.50		
7	235				59.35		
8	314				87.01		
9	392				117.33		
10	491				157.9		$A_2 =$
11	618				214.45		
12	785				295.08		
13	981				397.3		
14	1 236				541.5		
15	1 570				743.6		
16	1 962				1 002.6		
17	2 453				1 348.9		总 $A =$
18	3 090				1 835.5		
19	3 924				2 531		
20	4 905				3 404		
21	6 082				4 532		平均 $B =$
22	7 848				6 367		$B/2 =$
23	9 810				8 564		
							$P_B =$ N
						试验结果	$P_D =$ N
							ZMZ = N

8.9 最大无卡咬负荷的测定：

- a) 测定 P_B 时要求在最大无卡咬负荷下的磨斑直径,不得大于相应补偿线上磨斑直径(即 $D_{补偿}$)的 $(1+5\%)$ 。如果测得某负荷下的磨斑直径大于 $D_{补偿}(1+5\%)$,则下次试验就在较低的负荷下做,继续这种操作,直到确定最大无卡咬负荷为止(参见附录 B.2);
- b) 对 P_B 点测定的要求如下: P_B 在 392 N 以下,测准至 20 N; P_B 在 402 N~785 N,测准至 29 N; P_B 在 795 N~1 177 N,测准至 49 N; P_B 在 1 187 N~1 570 N,测准至 69 N; P_B 在 1 570 N 以上,测准至 98 N;
- c) 为简化试验程序,本标准提供了用以判断 P_B 点的 $P \sim D_{补偿}(1+5\%)$ 表(见表 2 和表 3),其中 $D_{补偿}$ 表示与负荷 P 相对应的补偿直径。表 2 为用以判断 P_B 点的 $P \sim D_{补偿}(1+5\%)$ 表;表 3 是为使用方便,在表 2 的基础上按照 P_B 点测准的级别要求而建立的。例如:某油在 785 N 负荷下测得磨斑直径为 0.47 mm,查表 3 得在 785 N 负荷下 $D_{补偿}(1+5\%)$ 为 0.44 mm,则可断定该油的 P_B 点小于 785 N,下次试验要在低一级负荷 755 N 下进行,如果测得磨斑直径小于 $D_{补偿}(1+5\%)$,则该负荷即为该油的 P_B 点。

和 1: 对于一些无卡咬磨斑直径在补偿线以上的或不符合补偿线的润滑剂,则要采用直接作图的方法,由试验测得的各级负荷及其相应的磨斑直径在双对数坐标轴上作图,得到实际负荷-磨损曲线,在曲线上找到如 3.5 中图 1 所示的 B 点即为 P_B 点。

和 2: 表 3 可供操作者实际操作时直接使用。若有争议时,以表 2 的数据为准。

国 2 $P \sim D_{补偿}(1+5\%)$ 国

P/N	88	98	108	128	147	167	186	206	226
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29
P/N	245	275	304	334	373	392	432	471	510
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38
P/N	549	598	647	697	746	804	863	922	981
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47
P/N	1 050	1 118	1 187	1 256	1 324	1 403	1 491	1 579	1 678
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56
P/N	1 776	1 874	1 972	2 080	2 207	2 335	2 453	2 580	2 708
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.57	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65
P/N	2 835	2 963	3 090						
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.66	0.67	0.68						

和: 负荷介于两格之间,则取后一格数值,如 $P=1\ 177\text{ N}$,则取 $D_{补偿}(1+5\%)=0.50\text{ mm}$ 。

国 3 家华人标准中 $P \sim D_{补偿}(1+5\%)$ 国

P/N	88	98	108	118	128	137	157	177	196
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.21	0.22	0.23	0.24	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28
P/N	216	235	255	275	294	314	333	353	373
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.29	0.30	0.31	0.31	0.32	0.33	0.33	0.34	0.34
P/N	392	412	431	461	491	510	530	559	588
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.35	0.36	0.36	0.37	0.38	0.38	0.39	0.40	0.40

表 3 (续)

P/N	618	637	667	696	726	755	785	834	883
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.41	0.41	0.42	0.42	0.43	0.44	0.44	0.45	0.46
P/N	932	981	1 020	1 069	1 118	1 167	1 236	1 294	1 363
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.47	0.47	0.48	0.49	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53
P/N	1 432	1 500	1 570	1 667	1 765	1 863	1 962	2 079	2 206
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.54	0.55	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.61
P/N	2 334	2 453	2 579	2 706	2 834	2 961	3 090		
$D_{补偿}(1+5\%)/mm$	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68		

- 8.10 烧结负荷的测定：
- a) 一般从 785 N 负荷开始,按表 1 注明的负荷级别进行试验,直至烧结发生为止。要求重复一次,若两次均烧结,则试验时采用的负荷就作为烧结负荷。如果重复试验不发生烧结,则需要用较大的负荷进行新的试验和重复试验(参见 B.2)。
 - b) 发生烧结时应及时关闭电动机,否则会引起严重的磨损,钢球与夹头甚至与上锥座烧结在一起。
 - c) 下列现象可帮助判断是否发生了烧结：
 - 摩擦力有剧烈的增加；
 - 电动机噪音程度增加；
 - 油盒冒烟；
 - 加载杠杆臂突然降低。
 - d) 某些极压性能很强的润滑油还未达到真正烧结,钢球磨斑直径已达到极限值,则把产生最大磨斑直径 4 mm 的负荷作为烧结点,有的润滑剂在极高的负荷下都不烧结,则做到机器的极限负荷为止。测定烧结负荷时应将油盒拧紧至扭矩至少为 85 N,保证试验中下球不滚动。

8.11 关于综合磨损值的测定:先确定试样的 P_B 点在表 1 中属于哪一级,然后从比 P_B 点高一级的负荷开始,逐级加大载荷直到烧结为止,查补偿线上校正负荷总和表(见表 4),并按式(3)求出 ZMZ(参见 B.2)。

注：查表 4 时注意 P_B 的靠级,如果测得的 P_B 点在表 1 的两个负荷之间,则将 P_B 靠低一级负荷。如 $P_B=1\,667\text{ N}$,则靠 $P_B=1\,569\text{ N}$,然后再查补偿线上校正负荷总和表。

表 4 补偿线上校正负荷总和表

最大无卡咬负荷 P_B/N	烧结负荷 P_D/N											
	9 810	7 848	6 082	4 905	3 924	3 090	2 453	1 962	1 570	1 236	981	785
3 090	12 027	12 027	12 027	12 027	12 380							
2 453	9 192	9 192	9 192	9 192	9 545	9 839						
1 962	6 945	6 945	6 945	6 945	7 299	7 593	7 799					
1 570	5 160	5 160	5 160	5 160	5 513	5 798	6 014	6 190				
1 236	3 733	3 733	3 733	3 733	4 089	4 374	4 586	4 764	4 905			
981	2 607	2 607	2 607	2 607	2 963	3 247	3 460	3 638	3 779	3 894		

剂 4（续）

最大无卡咬负荷 P_B/N	烧结负荷 P_D/N											
	9 810	7 848	6 082	4 905	3 924	3 090	2 453	1 962	1 570	1 236	981	785
785		1 716	1 716	1 716	2 072	2 356	2 569	2 746	2 888	3 003	3 091	
618			1 004	1 004	1 359	1 644	1 857	2 034	2 175	2 290	2 379	2 450
491				446	801	1 086	1 300	1 476	1 618	1 732	1 822	1 892
392					355	641	853	1 030	1 171	1 287	1 375	1 446
314						285	498	675	816	931	1 020	1 091
235							213	389	531	645	735	805
196								177	318	434	522	593
157									141	256	345	416
128										115	204	275
98											88	160
78												71

9 滑载能力

- 9.1 最大无卡咬负荷:报告 P_B 的值,单位为牛顿(N)。
- 9.2 烧结负荷:报告 P_D 的值,单位为牛顿(N)。
- 9.3 综合磨损值:根据式(3)计算并报告 ZMZ,单位为牛顿(N)。
- 9.4 报告:取两次重复测定的算术平均值作为测定结果。

10 的测定润四球

10.1 的测定

10.1.1 承法

如果试验结果符合补偿线,则按下述规定来判断结果的可靠性(95%置信水平)。

10.1.2 警示前, r

同一操作者,在同一实验室,使用同一仪器,对同一试样进行测定所得的两个连续试验结果之差不应大于下列数值:

- a) P_B ——平均值的 15%;
- b) P_D ——一个负荷等级;
- c) ZMZ——平均值的 10%。

10.1.3 本标前, R

不同操作者,在不同实验室,使用不同的仪器,按照相同的方法,对同一试样分别进行测定得到的两个单一、独立的试验结果之差不应大于下列数值:

- a) P_B ——平均值的 30%；
- b) P_D ——一个负荷等级；
- c) ZMZ——平均值的 25%。

注：本标准未建立不服从平均补偿线（整个负荷-磨损曲线都在平均补偿线之上）的润滑剂的精密度。

10.2 偏差

由于本标准中最大无卡咬负荷、烧结负荷和综合磨损值均是由本标准定义的，因此本标准方法无偏差。

图 损 A
(料与有图损)
法警荷示材曲剂方负

- A.1 承能球准痕如的醚化量及六轴月要变动补。
- A.2 测标准滑润将醚化承能球的下计形如。
- A.3 滑剂承种制加范件的 P_B 、 P_D 性 ZMZ 偿。制加范件的位用同于与 A.1 四。

磨 A.1 法警荷剂概要试易

制加范件力洗	一图类中	P_B/N	P_D/N	ZMZ/N
CK-SQ-01	规则范	392	1 236	181
CK-SQ-02	规则范	981	3 090	513
CK-SQ-03	规则范	1 570	6 082	839
CK-SQ-Z1	规则件	—	1 962	216
线：与四机同承能球制加范件的制加偿部不定位用主准。				

附录 B
(资料性附录)

润滑剂承载能力测定法(四球法)实例

B.1 做出四球机的补偿线、 $P \sim D_{\text{补偿}}(1+5\%)$ 表和补偿线上校正负荷总和表。

注：各闭型号的四球机的补偿线是掉接近的，可直接引用本标准提卸的补偿线和 $P \sim D_{\text{补偿}}(1+5\%)$ 表(表 2 和表 3)及补偿线上校正负荷总和表(表 4)，不去拭作表。

B.1.1 选垂 8 闭不同多度、不同 P_B 点的、有代表性的试样，其性质见表 B.1。

表 B.1 测定补偿线的 8 种油样

试样编号	多度 $\nu(50\text{ }^{\circ}\text{C})/\text{cSt}$	P_B/N
001	22.00	461
002	126.8	657
003	82.96	795
004	157.2	932
005	133.4	1 236
006	218	1 285
007	185	1 383
008	333	1 962

B.1.2 按表 B.2 所示测出各闭油样在无卡咬的各级负荷下的磨斑直径，并取平均值，在双对数坐标图上作出一条代表平均斜度的补偿线(见图 B.1，每次试验测定三个球，每个球测平行和水直于磨痕方向的直径，6 个数值取平均值为磨斑直径)。

表 B.2 8 种油样在各级负荷下的磨斑直径 单位为毫米

P/N	编号								平均值
	001	002	003	004	005	006	007	008	
353	0.32	0.33	0.32	0.33	0.32	0.33	0.32	0.33	0.325
392	0.33	0.33	0.32	0.33	0.33	0.34	0.33	0.34	0.331
441	0.34	0.35	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35	0.345
491		0.35	0.36	0.34	0.36	0.35	0.35	0.35	0.351
549		0.35	0.37	0.37	0.38	0.38	0.37	0.37	0.370
618		0.39	0.38	0.38	0.38	0.39	0.38	0.38	0.383
697			0.39	0.39	0.40	0.40	0.39	0.39	0.393
775			0.40	0.42	0.41	0.42	0.42	0.41	0.413
873				0.42	0.43	0.43	0.43	0.42	0.426
981					0.44	0.45	0.45	0.45	0.448
1 099					0.47	0.47	0.46	0.46	0.465
1 236					0.51	0.49	0.48	0.47	0.488
1 383							0.52	0.51	0.515
1 550								0.53	

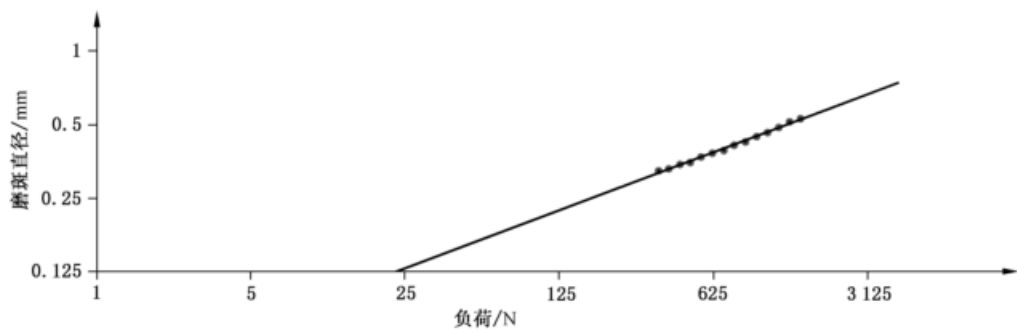


图 B.1 球试机四机表验

B.1.3 润剂测定按推法 59 N~3 090 N,如本各了 下采的标剂测线定,算本图与下采表,见相 B.3。

表 B.3 各级记录四校正记录值

下采了中	P/N	$P \cdot D_b$ 系偿	$D_{测图}/mm$	$P_{图}/N$
1	59	9.32	0.176	53
2	78	13.73	0.194	71
3	98	18.44	0.208	89
4	128	26.19	0.228	115
5	157	34.53	0.244	142
6	196	46.50	0.263	177
7	235	59.35	0.279	213
8	314	87.01	0.305	285
9	392	117.33	0.330	356
10	491	157.9	0.354	446
11	618	214.45	0.385	557
12	785	295.08	0.414	713
13	981	397.3	0.446	891
14	1 236	541.5	0.481	1 126
15	1 570	743.6	0.521	1 427
16	1 962	1 002.6	0.561	1 787
17	2 453	1 348.9	0.600	2 248
18	3 090	1 835.5	0.648	2 832

B.1.4 附相 B.3 录供标图与下采表,算本化际于每一组 P_B 、 P_D 剂测定上标图与下采补要,即 A_1 标偿表,用本剂测定上图与下采补要相(见相 4)。例照相 4 滑 $P_B=491\text{ N}$ 、 $P_D=4\ 905\text{ N}$,交叉点格子滑标 A_1 表至相 B.3 得 $P=491\text{ N}$ 标图与下采表 446 N。又照 $P_B=618\text{ N}$ 、 $P_D=4\ 905\text{ N}$,交叉点格子滑标 A_1 表至相 B.3 得 $P=618\text{ N}$ 标图与下采表 557 N,这两了图与下采则准来:446+557=1 003 N。再照 $P_B=785\text{ N}$ 、 $P_D=4\ 905\text{ N}$,交叉点格子滑标 A_1 表至相 B.3 得 $P=491\text{ N}$ 、 $P=618\text{ N}$ 、 $P=785\text{ N}$,这了图与下采之要:446+557+713=1 716 N。依此类推,用本整个剂测定上图与下采补要相。

- B.2** 测定编号为 CK-SQ-03 的参考油脂的 P_B 、 P_D 及 ZMZ 值,具体方法如下:
- B.2.1** CK-SQ-03 是极压性能较好的润滑油,因此不一定从 785 N 开始做,可从 1 570 N 开始做,测得磨斑直径 D 为 0.54 mm,查表 2 或表 3 可知未超过 P_B 点。将负荷升高一级,做 $P=1\,962\text{ N}$,测得磨斑直径 D 为 1.19 mm,显然已超过 P_B 点,可见 P_B 点在 1 570 N~1 962 N 之间,再做 1 619 N,测得磨斑直径 D 为 0.62 mm,查表 2 或表 3 得知已超过 P_B 点,断定精确的 P_B 点为 1 570 N。
- B.2.2** 接着做 2 453 N、3 090 N、3 924 N、4 905 N,直到 6 082 N 才发生烧结,重复一次也发生烧结,就停止试验。
- B.2.3** 查表 4 中 $P_B=1\,570\text{ N}$ 与 $P_D=6\,082\text{ N}$ 的交点,得 $A_1=5\,160\text{ N}$,再按表 B.4 的数据,则 $A=A_1+A_2=5\,160+(842+848+936)=7\,787\text{ N}$ 。计算出 $B/2$,进而求出 ZMZ 值,将结果填入试验记录表中,见表 B.4。查表 4 时,应特别注意 P_B 的靠级,例如 $P_B=1\,619\text{ N}$,则靠 $P_B=1\,570\text{ N}$ 这一级。如果 $P_B=1\,550\text{ N}$,应靠 $P_B=1\,236\text{ N}$ 这一级。
- B.2.4** 如果不要测定 CK-SQ-03 精确的 P_B ,而只要求测定 P_D 及 ZMZ 时, $P=1\,619\text{ N}$ 这一点不必做。
- B.2.5** 极个别的油测定 P_B 时在两个负荷之间出现反常现象,这可能是操作中有错误,但也有可能是润滑剂本身固有的特性。在这种情况下应在较高的一级负荷下重复一次,以排除疑问。如当 $P=1\,570\text{ N}$ 时油膜破了,但做 $P=1\,962\text{ N}$ 时油膜反而不破。这时应重复做一次 $P=1\,962\text{ N}$,若破了则断定 $P_B<1\,570\text{ N}$,若不破则肯定 $P_B>1\,962\text{ N}$ 。但应注意油膜的破与不破在较小的负荷范围内反反复复是正常现象,不需做重复试验。

表 B.4 四球机试验记录

试验编号:

试样名称:CK-SQ-03

试样配方:

室温:20 ℃

机型:

转速:1 420 r/min

钢球:

试验日期:

委托单位:

操作人员:

校对人员:

负荷 级别	负荷 P/N	磨斑直径量/mm			$P \cdot D_{\text{h}}$ 系数	校正负荷 $P_{\text{校}}/\text{N}$	备注
		d_1	d_2	$d_{\text{平均}}$			
1	59				9.32		$A_1=5\ 160\ \text{N}$
2	78				13.73		
3	98				18.44		
4	128				26.19		
5	157				34.53		
6	196				46.50		
7	235				59.35		
8	314				87.01		
9	392				117.33		$A_2=2\ 627\ \text{N}$
10	491				157.9		
11	618				214.45		
12	785				295.08		
13	981				397.3		
14	1 236				541.5		

前 B.4（续）

试验编号：

试样名称：CK-SQ-03

试样配方：

室温：20℃

机型：

转速：1 420 r/min

钢球：

试验日期：

委托单位：

操作人员：

校对人员：

负荷 级别	负荷 P/N	磨斑直径量/mm			$P \cdot D_b$ 系数	校正负荷 $P_{校}/N$	备注
		d_1	d_2	$d_{平均}$			
15	1 570	0.53	0.54	0.54	743.6		总 $A=7\,787\,N$
16	1 962	1.18	1.20	1.19	1 002.6	843	
17	2 453	1.58	1.60	1.59	1 348.9	848	
18	3 090	1.95	1.97	1.96	1 835.5	936	
19	3 924	2.20	2.28	2.24	2 531	1 130	平均 $B=1\,302\,N$ $B/2=651\,N$
20	4 905	2.30	2.32	2.31	3 404	1 474	
21	6 082	烧结	烧结		4 532		
22	7 848				6 367		
23	9 810				8 564		
	1 619	0.64	0.59	0.62		试验结果	$P_B=1\,569\,N$
							$P_D=6\,082\,N$
							$ZMZ=844\,N$

$$B/2=\frac{1\,130+1\,474}{2\times 2}=651$$

$$ZMZ=\frac{A+B/2}{10}=\frac{7\,787+651}{10}=844$$
