



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 34501—2017

---

## 硬质合金 耐磨试验方法

Hardmetals—Abrasion tests for hardmetals

(ISO 28080:2011, NEQ)

2017-10-14 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 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。

本标准使用重新起草法参考 ISO 28080:2011《硬质合金 耐磨试验方法》编制,与 ISO 28080:2011 的一致性程度为非等效。

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)归口。

本标准负责起草单位:厦门钨业股份有限公司(技术中心)、厦门金鹭特种合金有限公司、南昌硬质合金有限责任公司、广东省材料与加工研究所、株洲硬质合金集团有限公司。

本标准主要起草人:朱桂容、陈栋玘、聂洪波、刘超、张守全、孙晓昱、黄帅、郑开宏、王娟、谭立群。



# 硬质合金 耐磨试验方法

## 1 范围

本标准规定了硬质合金耐磨试验方法。

本标准适用于硬质合金磨粒磨损的破坏性模拟试验。本标准的试验程序可用于不同刚度的配合轮(如钢与橡胶)、湿磨或干磨、不同磨料粒度、不同化学环境等试验条件。

## 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 3850 致密烧结金属材料与硬质合金 密度测定方法

ASTM B611 硬质合金磨粒磨损标准试验方法(Standard Test Method for Abrasive Wear Resistance of Cemented Carbides)

ASTM G65 用干砂/橡胶轮装置测定磨粒磨损标准试验方法(Standard Test Method for Measuring Abrasion Using the Dry Sand/Rubber Wheel Apparatus)

## 3 术语及定义

下列术语及定义适用于本文件。

### 3.1

**体积磨损量** abrasion volume loss

$V$

试样在试验过程中的体积损失量。

### 3.2

**磨痕深度** abrasion scar depth

$D$

磨痕中间点深度。

### 3.3

**磨粒磨损** abrasion wear

在压力作用下,由浆状磨料在与旋转面接触的试样表面上产生的磨损。

## 4 原理

将试样压在一个旋转的轮子上,在轮子与试样之间引入磨料,从而引起试样磨损。

## 5 材料

### 5.1 试样

#### 5.1.1 整体尺寸

通常,应设计试样使得磨痕全部位于试样测试面内,试样面积应大于试样与旋转轮的接触面积,试

样面积为(40 mm~70 mm)×(20 mm~25 mm)。但是,一些特殊磨损试验对试样接触面形状及尺寸进行了明确规定,这种情况下磨损发生在试样整个接触面。只要试样强度足够,并使得磨损完全发生在试样内,试样的厚度不作要求。

测试带涂层的样品时,需调整试验时间以确保磨损只发生在涂层内。可以通过试验后的检验,确认磨损是否只发生在涂层内。

### 5.1.2 表面制备

试样表面制备可能会影响试验结果,因此,试样在制备过程中出现表层削弱,可能会导致初始磨损值增加。相反地,当试样的表层存在残余压应力时,可能会导致初始磨损值减少。上述两种情况下,当表层区域被磨掉后,磨损率就会接近该材料的正常值。

## 5.2 磨料

应有良好的质量控制程序,保证试验用的磨料具有一致性,从而确保性能差异最小化。通常,磨粒磨损试验结果关键取决于磨料的形貌、粒度和粒度分布。基于这个原因,如果要对比不同试验结果,相关试验应采用相同磨料。

磨料应干燥且能自由流动,以避免堵塞试验设备。必要时,使用之前可采用炉子进行干燥。

磨料可采用 600 μm(30 目)的氧化铝,或以球形为主的石英砂,石英砂粒度符合表 1 的规定,且石英砂水分含量不超过 0.5%。推荐采用 600 μm(30 目)的氧化铝。

表 1

筛网目数	孔径/μm	筛上物(质量分数)/%
40	425	0
50	300	≤5.0
70	212	≥95.0
100	150	100

### 5.3 参比材料

考虑到试验条件存在不受控的微小差异,或者磨料组成改变,某些情况下,在一系列试验中可采用参比材料来校准试验结果,具体方法见 8.7。无论在哪种情况下,均应定期使用参比材料进行校准试验,确保试验系统无差错及试验结果的重现性。

## 5.4 旋转轮

### 5.4.1 材料

旋转轮可采用经过退火处理的优质碳素结构钢(20)制成,当需要采用弹性材料来提供一个柔性表面时,则采用由弹性材料(推荐采用氯化丁基橡胶)制成的轮缘安装在钢制轮毂上制得。氯化丁基橡胶轮缘的邵氏 A 硬度应在 A58~A62 范围内。

### 5.4.2 旋转轮尺寸

旋转轮可采用以下两种尺寸,见表 2,分别适用于直接采用钢轮或采用橡胶轮缘的试验。

表 2

类 型	旋转轮直径 $R/\text{mm}$	轮缘宽度/ $\text{mm}$	橡胶轮缘厚度/ $\text{mm}$
钢轮	$165 < R \leq 169$	$12.7 \pm 0.1$	—
橡胶轮缘旋转轮	$228.6_{-0.25}^0$ ， 含橡胶轮缘厚度	$12.7_{-0.25}^0$	12.7

在试验过程中,旋转轮会受到损坏,应定期进行检查。如果发生了重大损坏,应更换旋转轮。同时,旋转轮的外径应定期检查,当钢轮直径减少至 165 mm 或橡胶轮缘旋转轮直径减少至 215.9 mm 时,应更换旋转轮。

通过检查磨痕(见图 3),很容易检查出接触面的平整度和垂直度。如果磨痕平整、规则,则表明接触面平整且垂直。

## 6 设备

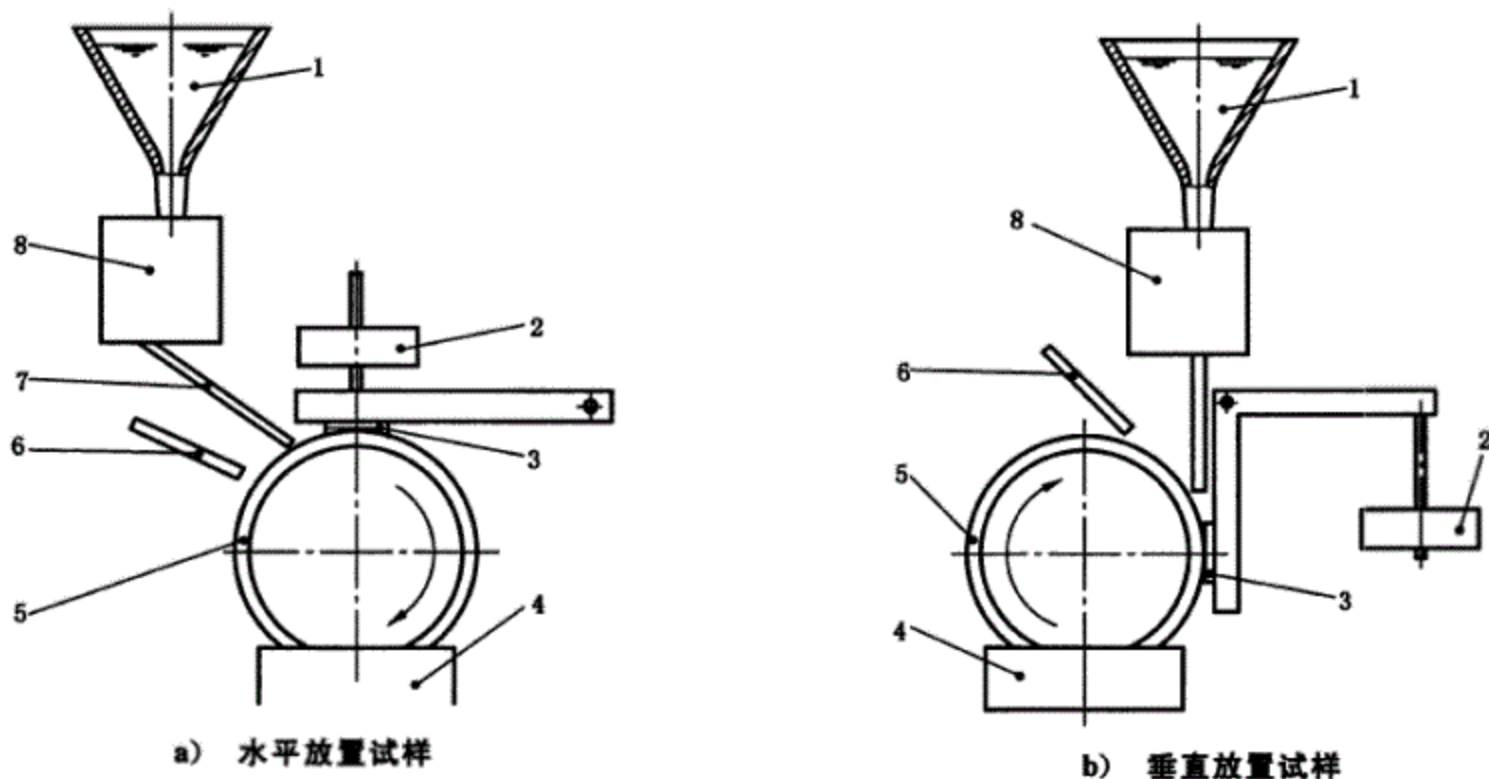
### 6.1 设备概述

图 1 给出两种典型试验装置示意图,第一种类型中试样是水平放置的,并被压贴在旋转轮的顶部。第二种类型中试样是垂直放置的,并被压贴在旋转轮的边缘。推荐采用第二种类型。

注:第二种类型是 ASTM B611 和 ASTM G65 试样方法的例子。

磨料从料斗进入磨料供给系统,然后被输送至试样和旋转轮的接触区。

试验条件是可变的,例如在磨料供给前增加一个流体供给,或者把旋转轮浸入到流体槽里,使旋转轮润湿。



说明:

1—磨料;  
2—砝码;  
3—试样;  
4—磨料料浆槽;

5—橡胶轮缘;  
6—液体供给;  
7—进料槽;  
8—磨料供给装置。

图 1 通过旋转轮测定磨粒磨损的装置示意图,分别采用水平试样或者垂直试样

## 6.2 磨料进给方法

磨料可以通过不同的方法分别供给试样和旋转轮接触面,这些方法包括:

- a) 振动进给;
- b) 螺杆进给;
- c) 用于控制磨料流速的开槽旋转盘,外加导流管。

所有这些方法的基本特征是能够稳定地供给磨料,同时很好的控制磨料到试样和旋转轮接触面。所有这些方法,都能够有效的控制磨料进给速率。

## 6.3 真空抽取系统

对于干法试验,安装真空抽取系统很重要,它可以将所有从试样上落下的细小碎屑(这些碎屑可能会对人体有害)收集起来,并且随后可安全的处理。

## 6.4 旋转轮转速控制

应采用适当功率的电机稳定旋转轮转速,从而确保旋转轮的转速不受施加载荷的影响。应定期(推荐每年一次)校准转速,以确保稳定运行。

## 6.5 磨料流速校准

在试验中,磨料流速是一个非常关键的因素,需要认真测量。确保只测量通过耐磨接触面的磨料是非常重要的。通常通过布置一系列的挡板以分离出未流过接触面的磨料,从而实现仅有流过接触面的磨料被收集,并在预设时间内称重,从而计算出磨料的流速。

为确保两个测量装置之间,能够开展磨损载荷的对比,可以通过式(1)将磨料的流速转换成磨料的覆盖指数:

$$C_a = Q/A_c \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $C_a$  ——磨料的覆盖指数,单位是立方米每平方米秒 $[m^3/(m^2 \cdot s)]$ ;
- $Q$  ——体积流速,单位是立方米每秒 $(m^3/s)$ ;
- $A_c$  ——磨料的覆盖面,单位是平方米 $(m^2)$ 。

只有在配合端面一致时,在试验过程中随着磨损的产生,接触面积才不会显著增加,这个转化步骤才有用。

## 6.6 试验载荷

通常通过杠杆臂系统施加静载荷。然而,也可以有效运用其他类型的载荷系统。在使用试验装置前,应当校准实际施加的载荷,并定期检查(通常每年一次或者每 200 次试验一次)。

## 6.7 液体流

在安装有液体进入的试验系统中,使用前应校准液流速度。通常用简易的重力分析法进行测试。

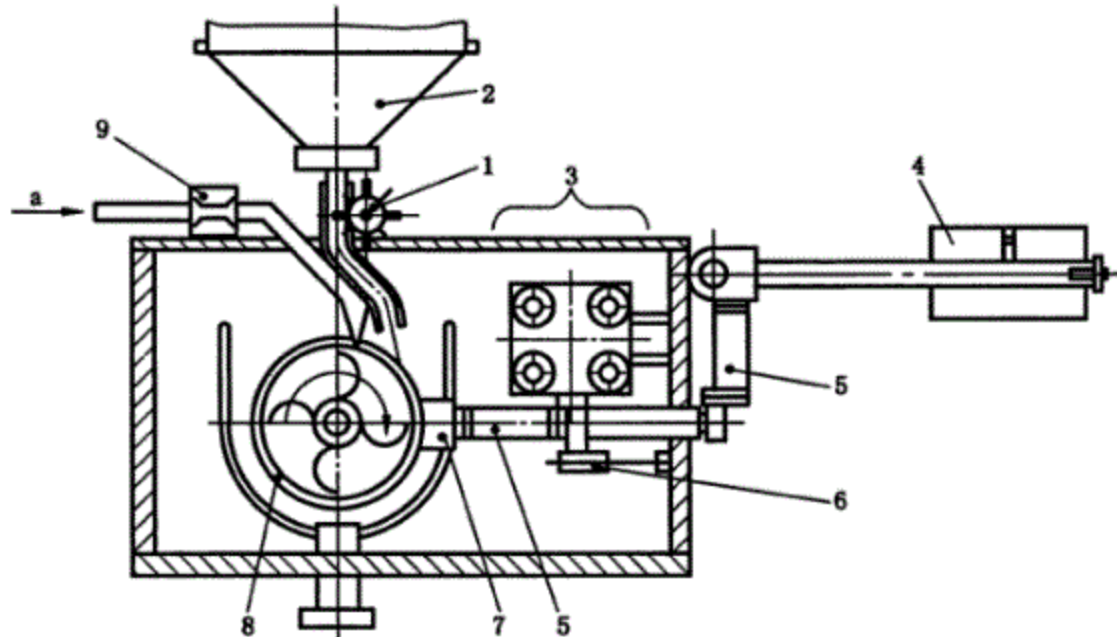
## 6.8 仪器仪表

用于进行硬质合金耐磨试验的一些试验装置,通常配备有各种仪表用于测量并获取试验结果,例如摩擦系数  $F_f$ 、法向力  $F_N$  和磨痕深度  $D$ 。借助于适当的信号调节、模/数转换器和个人电脑就可以获得



试验数据。通过安装合适的压力传感器测定  $F_F$ ；通过安装在杠杆臂上的压力传感器测定  $F_N$ ；通过位移传感器监测旋转轮进入试样的深度，从而获得  $D$ 。

图 2 中给出具有这些仪器测试系统的试验装置。



说明：

1——勺轮；  
2——料斗；  
3——直线轴承；  
4——重物 and 杠杆臂；  
5——压力传感器；

6——位移传感器；  
7——试样；  
8——旋转轮；  
9——流量计；  
a——水。

图 2 用于耐磨试验的三体耐磨试验装置

## 7 试样准备

### 7.1 试样清洗

试样放入试验装置前，应先将试样放入丙酮中，超声清洗 10 min。

### 7.2 试样称重

在试验前，应采用精度为 0.1 mg 的天平测量试样的质量。

### 7.3 测定试样密度

按照 GB/T 3850 测定试样的密度。

## 8 试验步骤

### 8.1 概要

可以通过一个时间相对长的单一步骤完成试验；也可通过一组时间相对短的步骤进行间断试验，每

步骤间均需重新测量试样质量。

间断试验可以用来测定磨损是否存在突变,例如,由于试样表面缺陷的影响。然而,值得注意的是,同样试验时间,间断试验可能给出与非间断试验不同的结果。这可能是由于每步骤结束时,试样的清洗和重新称重工艺会带来表面干扰所致;也可能是从一个步骤到下一个步骤,试样不能够精确地放置回原来位置带来的影响。

## 8.2 试样固定

试样被夹持在实验装置的固定位置。如有必要,应检查和调整试样的基准,使得在旋转轮宽度方向上有一个接触平面。

## 8.3 典型操作条件

设计的试验操作条件应模拟实际应用条件。在实际应用条件无法确定情况下,用下述条件进行试验:

- a) 载荷为 130 N;
- b) 转速为 1 m/s;
- c) 通过接触面的磨料流速为 150 g/min;
- d) 试验时间为 20 min。

## 8.4 试验开始

启动电机前,应将试样移开,不接触旋转轮。启动电机,流入磨料。当电机转速和磨料流速稳定时,放下试样,使试样与旋转轮接触,开始试验。

如果使用仪器测试系统,在将试样接触旋转轮之前应开启数据采集系统。

## 8.5 试验结束或试验停止

当达到规定的试验时间,应当关闭电机,停止磨料流。如果使用仪器测试系统,电机和磨料流关闭后,应立刻停止数据采集。将试样取出,并在重新称重之前按 7.1 清洗试样。

采用目视观察试样,检查磨痕的形状是否平整(见图 3)。若形状不够平整,应检查试验装置的基准和旋转轮的形状,并重新试验。



图 3 用钢轮和石英砂磨料在试样上形成的平整磨痕

## 8.6 间断试验

对于由一系列持续时间非常短的步骤组成的试验,在每步骤结束后需重新称量试样质量,然后安装试样进行下一个试验步骤。重复第7章、8.4和8.5中的操作,直至完成要求的所有试验时间。通常包含至少5个步骤。

## 8.7 参比材料的使用

如果将试验结果与参比材料获得的结果相比较,那么应在相同的条件下进行试验,然后计算试验材料磨损速率与参比材料磨损速率的比值。

## 8.8 重复试验次数

每种材料应在相同条件下至少进行2次重复试验。

# 9 结果表示

## 9.1 单步骤试验

通过初始质量减去试验结束时试样质量,计算出试样质量损失量 $M$ ,并采用式(2)将其转换成体积磨损量 $V$ 。

$$V = M/\rho \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$V$ ——体积磨损量,单位为立方米( $m^3$ );

$M$ ——质量损失量,单位为千克( $kg$ );

$\rho$ ——试样密度,单位为千克每立方米( $kg/m^3$ )。

## 9.2 多步骤试验

### 9.2.1 列表

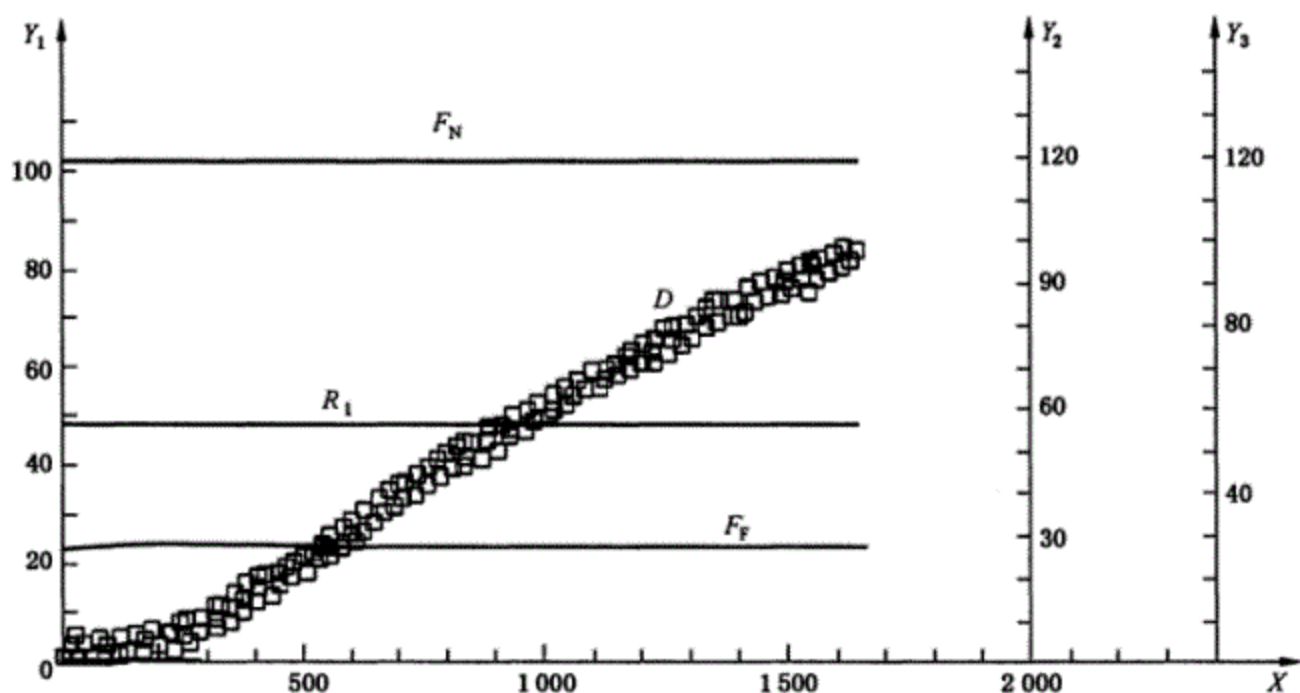
将7.2中测定的质量数值进行列表,通过初始质量减去这些数值计算质量损失。采用棋盘式对照表或者类似程序计算出一个质量损失与磨料质量的表格。利用测定的试样密度将试样的质量损失量转换成体积磨损量。通常用一张图将体积磨损量和磨料质量的关系表示出来。

### 9.2.2 磨损速率的计算

采用渐近线附近的数据点通过回归分析得到材料在该试验条件下的磨损率。

## 9.3 磨损趋势、摩擦力和法向力的关系图

如果使用仪器测试系统,那么应按图4绘制磨痕深度、摩擦力及法向力的趋势图。



说明:

$X$  ——时间  $t$ , 秒(s);

$Y_1$  ——力, 牛顿(N);

$Y_2$  ——流速  $R$ , 毫升每分钟(mL/min);

$Y_3$  ——深度, 微米( $\mu\text{m}$ );

$F_N$  ——法向力, 牛顿(N);

$F_F$  ——摩擦力, 牛顿(N);

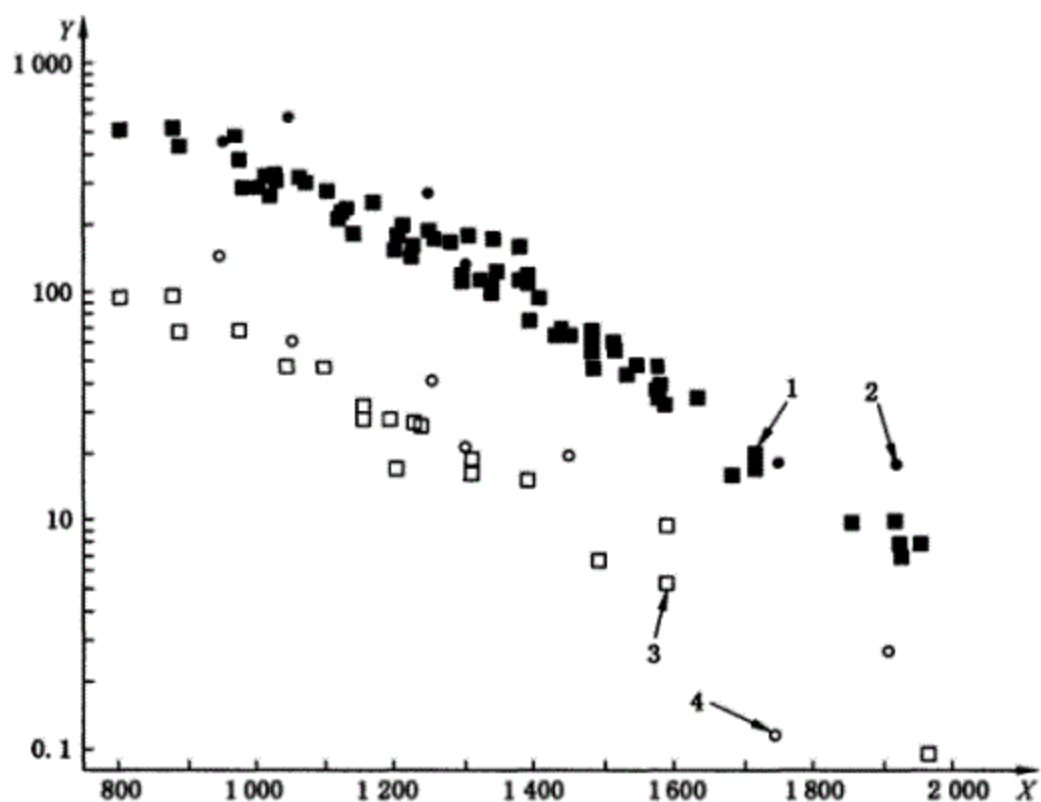
$R_1$  ——磨料流速, 毫升每分钟(mL/min);

$D$  ——磨痕深度, 微米( $\mu\text{m}$ ).

图4 某硬质合金在线采集数据

#### 9.4 绘制用两种磨料进行的对比试验结果

图5给出了两种磨料[氧化铝和石英(砂)]进行试验的对比结果数据。



说明:

$X$  ——硬度值, HV30;

$Y$  ——体积磨损量, 立方毫米( $\text{mm}^3$ );

1 ——样品 2(ASTM B611)采用氧化铝;

2 ——样品 1 采用氧化铝;

3 ——样品 2(ASTM B611)采用石英(砂);

4 ——样品 1 采用石英(砂)。

图5 WC/Co 硬质合金磨损试验结果比较

## 10 试验报告

试验报告应包含以下内容：

- a) 本标准的编号；
  - b) 试验员和试验日期；
  - c) 试验系统类型(测量系统,样品的方向:水平或垂直)；
  - d) 被测材料；
  - e) 被测材料密度；
  - f) 试样表面处理；
  - g) 试样表面粗糙度,单位为微米( $\mu\text{m}$ )；
  - h) 磨料材料；
  - i) 磨料尺寸,单位为微米( $\mu\text{m}$ )；
  - j) 试验条件；
  - k) 对于多步试验,磨损体积与磨料重量图表；
  - l) 体积磨损量,单位为立方毫米( $\text{mm}^3$ ),精确到  $0.1 \text{ mm}^3$ ；
  - m) 磨损率,精确到  $0.1 \text{ mm}^3/\text{s}$ ；
  - n) 如果使用仪器测试系统,绘制磨损趋势、摩擦力和法向力(见 9.3)的关系图；
  - o) 不在本标准规定之内的各种细节；
  - p) 影响结果的任何细节(如:非线性行为,孕育时间等)；  
如果采用参比材料,那么还应提供以下参数：
  - q) 参比材料；
  - r) 参比材料的磨损率,单位为立方毫米每秒( $\text{mm}^3/\text{s}$ )；
  - s) 被测材料与参比材料磨损率比。
-





中华人民共和国  
国家标准  
硬质合金 耐磨试验方法  
GB/T 34501—2017

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 20 千字  
2017年10月第一版 2017年10月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-57945 定价 18.00 元



GB/T 34501—2017