

氧化锆陶瓷拉伸试件的精密磨削

戴 勇 张幼桢

(南京航空航天大学 505 教研室, 南京, 210016)

PRECISION GRINDING OF THE ZIRCONIA WORKPIECE USED FOR TENSILE TEST

Dai Yong, Zhang Youzhen

(Faculty 505 of Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, 210016.)

摘 要 对氧化锆陶瓷拉伸试件的精密磨削进行了研究。提出了一种新型的成形修整装置, 用于平型带弧金刚石砂轮的修整; 并对表面粗糙度、弧型部分的廓形、试件的对称性等问题进行了探讨。

关键词 氧化锆, 陶瓷, 精密磨削, 成形修整

中图分类号 TB321, TG580.612

Abstract Much attention is paid to the development and use of ceramic materials in China. Precision grinding is of high importance to make use of ceramic materials in various areas of high technology. An investigation on the precision grinding of zirconia workpiece used for tensile test is reported. A new type of form dresser developed by the authors is used for truing and conditioning the arctype diamond wheel. The surface finish, profile in the arc portion and symmetry of the workpiece are discussed.

Key words zirconia, ceramics, precision grinding, form dressing

典型的陶瓷材料有氧化铝陶瓷、氧化锆陶瓷、碳化硅陶瓷、氮化硅陶瓷以及氮化硼陶瓷等等。这当中, 氧化锆陶瓷是一种很有希望的陶瓷材料之一, 其断裂韧性和强度值高于其它陶瓷。氧化锆陶瓷通常用来制造轴承或刀剪。

精密陶瓷零件的性能好坏, 在很大程度上取决于对它的加工。为了研究陶瓷材料的超塑性, 近年来需做大量的拉伸试验。因此如何制备拉伸试件是很关键的。

表 1 一些陶瓷和金属的抗弯强度及断裂韧性^[1]

名称	抗弯强度 / $\times 6.89\text{MPa}$	断裂韧性 / $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$
氧化铝	30~80	2.0~3.0
碳化硅	60~80	2.5~3.5
氮化硅	90~160	3.5~5.5
氧化锆	140~200	6.0~8.0
镍基高温合金(718)	180~204	24
工具钢	180~290	98

1 实验条件与要求

精密磨削实验是在 M7120 型卧轴矩台平面磨床上进行的。实验所采用的磨料制品

1992年8月24日收到, 1993年3月9日收到修改稿

包括：金刚石砂轮、碳化硅砂轮和电镀金刚石样块。有关参数示表 2。磨削陶瓷所用的切削液为普通乳化液。

表 2 磨料制品的规格

品名	粒度	浓度	硬度	结合剂
金刚石砂轮(1)	100	100%	中	树脂
金刚石砂轮(2)	100	100%		青铜
碳化硅砂轮	80			陶瓷
电镀金刚石样块	120			电镀

氧化锆陶瓷拉伸试件的形状及毛坯形状如图 1 所示。为了符合拉伸试验的需要，拉伸试件应满足以下要求

(1)拉伸试件表面应有足够低的表面粗糙度；(2)圆弧部分应具有准确的廓形；(3)拉伸试件应保证轴对称精度。

2 实验与讨论

2.1 平面磨削

粒度号为 100 的金属结合剂金刚石砂轮对精磨陶瓷而言，磨粒尺寸相对粗了一些，但是对金刚石砂轮进行修整时，由于微崩碎的效果出现许多微刃，使得砂轮适合于精磨陶瓷试件。在磨削氧化锆陶瓷时，除了脆性崩碎以外，还存在明显的塑性变形^[1,2]。这也使得精磨氧化锆陶瓷试件时易获得较低的表面粗糙度。

由图 2 和图 3 可知，当以低的工件速度和小的砂轮切深进行氧化锆陶瓷的精密磨削，可以获得低的表面粗糙度。精磨时参数：工件速度 3~5m/min，砂轮切深 0.005~0.010mm，砂轮速度为 18m/s。这样，试件的表面粗糙度 Ra 值可控制在 0.16 μm 以内。

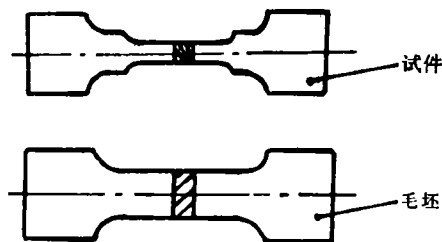


图 1 试件及其毛坯

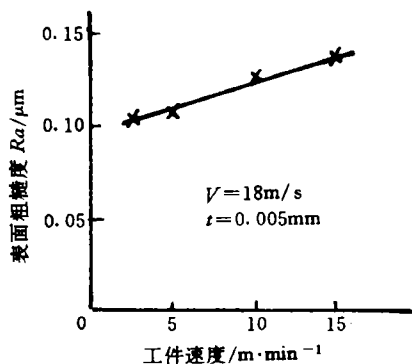


图 2 工件速度对表面粗糙度的影响

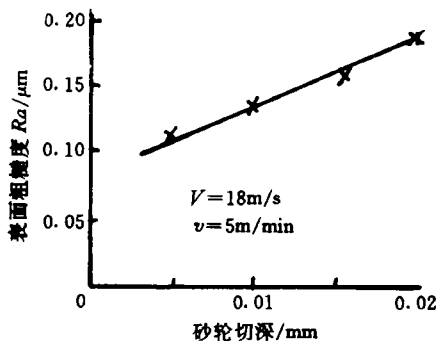


图 3 切深对表面粗糙度的影响

2.2 成形磨削

成形磨削用树脂结合剂金刚石砂轮。陶瓷拉伸试件圆弧部分的成形磨削，首先必须解

决的问题是精确的金刚石砂轮廓形的修整, 为此, 提出了一种新型的成形修整装置。如图4所示, 这种成形修整的装置结构十分简单, 它由电机驱动的碳化硅砂轮和一个装有电镀金刚石样块的摇臂组成。用电镀金刚石样块对碳化硅砂轮进行修整, 再以修好的碳化硅砂轮对金刚石砂轮进行修整, 从而获得所需的廓形。电镀金刚石样块、碳化硅砂轮、金刚石砂轮及工件基本廓形之间的关系如图5所示。

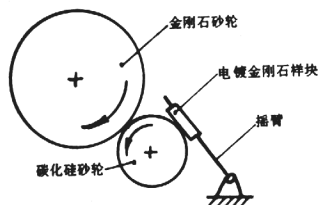


图4 成形修整装置示意图

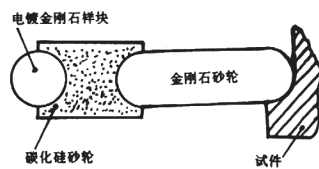


图5 工件、砂轮及样块的基本廓形

为了保证成形修整能够成功地进行, 必须按以下的操作步骤进行(1)在安装之前首先对砂轮进行平衡; (2)将成形修整器放在磨床工作台上, 借助于千分表进行调整, 以保证驱动碳化硅砂轮的电机轴和磨床主轴平行, 然后锁紧修整装置; (3)低速驱动碳化硅砂轮, 其线速度一般为 $3\sim 5\text{m/s}$ 或更低, 使电镀金刚石样块以一定压力接触碳化硅砂轮, 直至碳化硅砂轮廓形与金刚石样块的廓形一致; (4)用修整好的碳化硅砂轮对金刚石砂轮进行修整, 此时, 碳化硅砂轮速度为 22m/s , 金刚石砂轮速度为 3m/s 或更低, 切深一般为 $0.01\sim 0.03\text{mm}$, 进行成形修整, 直到两个砂轮的廓形完全一致; (5)放置一片金属薄片, 对其进行磨削, 以确定廓形是否正确, 如果不正确, 则从步骤(3)开始重复以上操作; 当廓形接近正确时, 提高金刚石砂轮的速度到 $10\sim 15\text{m/s}$ 或正常磨削时的速度; 若廓形正确, 则金刚石砂轮就修好了。

以电镀金刚石样块修整碳化硅砂轮时, 砂轮的转速必须低, 且压力不宜过大。否则, 电镀层将会剥离或被磨掉。图6即为正常样块及剥离后情形的显微照片。当然, 若修整

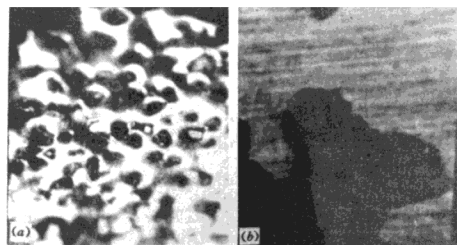


图6 正常金刚石样块及失效模型的显微照片

(a) 正常情况; (b) 剥离后情况

操作符合规定要求, 金刚石样块是很耐磨的。通常一个金刚石样块造价仅十几元, 在二十几次修整操作后仍可保证较高的圆弧精度。

要高效地修整金刚石砂轮, 就必须降低金刚石砂轮的线速度。当金刚石砂轮的线速度降低时, 金刚石磨粒易脱落, 也就是说金刚石砂轮变软, 容易修整了^[3]。这样修整后的金刚石砂轮磨削拉伸试件, 试件圆弧部分的廓形误差可以控制在 0.01~0.03mm。

2.3 拉伸试件的对称性

为了满足对称性的要求, 设计并制造了精磨拉伸试件的专用夹具(图7所示)。

精磨拉伸试件的步骤如下:

(1)将底座放在工作台上, 精确定位并固定;
(2)将试件固定在夹紧框中, 再将夹紧框固定在底座上;
(3)进行精密磨削, 磨削一个弧, 然后翻转夹紧框磨削相对应的另一个弧, 此时, 砂轮与工作台的距离保持不变, 且工作台横向锁紧, 这样磨好的试件就可以保证中心线对称。

就陶瓷拉伸试件而言, 必须有光洁的试件表面, 这可以避免应力集中; 精确的圆弧廓形和良好的对称性同样也是十分重要的, 只有这样才能保证拉力作用在对称轴上。在推荐的条件下进行磨削, 就可以成功地制备拉伸试件。

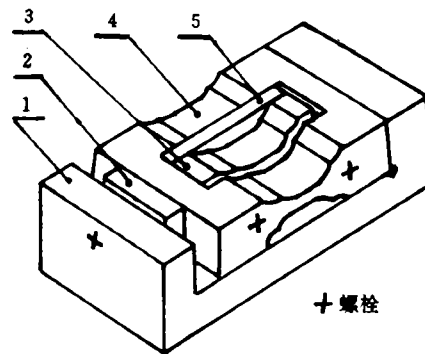


图7 专用夹具示意图

1—底座, 2、3—夹紧块, 4—夹紧框,
5—试件, +—紧固螺栓

3 结 论

(1)当选取较低的工件速度和较小的砂轮切深时, 低的表面粗糙度是可获得的。100号粒度可加工出 $Ra0.16\mu\text{m}$ 以下的工作表面; 因为, 氧化铝陶瓷具有相当高的断裂韧性, 且金刚石磨粒也会形成微刃。

(2)就成形磨削而言, 最重要的是实现金刚石砂轮的精确修整。采用作者所提出的新的成形修整装置对树脂结合剂金刚石砂轮进行修整是成功的。通过选择合适的砂轮速度可以获得高效率、高质量。

(3)陶瓷拉伸试件的对称性完全可以由专用夹具保证。

(4)表面粗糙度、圆弧廓形精度及对称性是陶瓷拉伸试件精密磨削过程中的三个重要问题。采用本文所介绍的成形修整装置、专用夹具及推荐的工艺参数进行加工, 就可以满足这三方面的要求。所加工的试件已成功地用于超塑性拉伸试验。

参 考 文 献

- 1 Ramanath S, Kopp R N, Dudley J A, Juchem O. Progress in precision grinding of technical / advanced / fine / electronic ceramics, Proc of Superabrasives'91, Chicago USA, 1991: 29-50
- 2 戴勇, 张幼楨. 先进陶瓷磨削过程机理研究. 中国高校金属切削研究会第四届全国学术年会, 南京: 1991
- 3 Dai Y, Zhang Y Zh. Form grinding of advanced ceramics with diamond wheel. Proc of Superabrasives'91, Chicago USA, 1991: 9-89-98