

內 部
參 考 資 料

軸 承 環 超 精 加 工 用 磨 條 試 制 小 結

第 3 8 期

第 一 機 械 工 業 部

機 械 制 造 與 工 藝 科 學 研 究 院

1959.10.北 京

目 錄

一、序言.....	(1)
二、粘土粘結劑磨條的試制.....	(1)
1. 工艺过程.....	(2)
2. 磨條試制及性能試驗.....	(4)
三、树脂粘結劑磨條試制.....	(5)

一、序 言

超精加工是一种重要的精密加工方法。在采用超精加工中磨条是关键问题之一，如果没有合适的磨条，超精加工则不能发挥其应有的作用。

轴承环的最后一道加工工序为超精加工，超精加工的质量严重地影响着轴承的使用寿命。为协助洛阳轴承厂解决自制超精加工磨条问题，我们和工厂一起试制成功了超精加工磨条，经过初步试验，效果良好，基本上可以满足生产上的要求。

这里必须说明，利用自制 $\Phi B600cM_1K$ 加工 $III \times 15$ 硬度 $Rc61 \sim 65$ 的材料，经过30秒可达到 $\nabla \nabla \nabla, \approx \nabla \nabla \nabla \nabla_{10}$ 的光洁度。

用 $\Phi B320M_2B$ 及 $\Phi B240M_2B$ 的油石加工上述同样材料经过30~37秒可达到 $\nabla \nabla \nabla \nabla_{11}$ 的光洁度。

因此与过去研究成果019号所说“树脂粘结剂磨条切削性能差，使用范围不广”的这种概念有所不同，需有进一步分析研究的必要。

本总结，对轴承厂或小规模的砂轮厂制造超精加工磨条有一定的作用，可供有关工厂参考。

二、粘土粘结剂磨条的试制

试制磨条，首先是掌握磨条的硬度，为了迅速掌握磨条的硬度，我们采用固定配料，改变成形的单位体积比重，得出所需硬度的单位体积的成型比重。

根据轴承环的材料 ($III \times 15$)，硬度高 ($Rc61 \sim 65$)，机械强度亦高，同时要满足大量生产及自动线生产的要求，所以要求试制的磨条要有高的生产率，高的耐用度，同时要满足图纸要求的光洁度。据此，我们选择硬度范围在软——中软 ($M2 \sim cM_1$) 中间的小级。

组织选择：5~6号 适中。

原料：厂中原有有限。

磨料： $\Phi B600$ 号——山东张店产二级品。

粘结剂：1. 粘土——焦作产。

2. 长石——湖南产。

湿润剂：1. 糊精——白色粉状

2. 水玻璃——1.4比重。

为适合于5~6号组织，选择单位体积成型比重为 $2.35g/cm^3 \sim 2.4g/cm^3$ ，试制时增加 $2.3g/cm^3$ 及 $2.45g/cm^3$ 两种成型比重作为对比。

1. 工 艺 过 程

(1) 原料的准备:

精超加工用磨条, 如有粗粒的磨料及粘結剂混入其中, 在加工中必然会破坏工件的光洁度, 所以我們首先將磨料 (ЭБ 600) 及长石, 粘土进行简单的风选, 目的是去掉混入其中的粗粒。經处理过的原料, 必須存放在干燥的密封器內, 切忌有灰尘落入, 因灰尘中含有大量的鉄質及磁性物質, 严重的影响到制品的質量。

(2) 混料:

按配料单, 用1/5g精度的天平称量原料, 先将磨料及粘結剂 (长石, 粘土, 粉状糊精) 在容器內进行混和。由于我們是小量試制, 混料是手工操作, 并用 60# 篩过篩 4~5 次以求均匀。

但事实上手工混料不可能得到均匀的混料, 因为磨料的粒度是 600 号, 而长石与粘土一般都在 320 号以下, 不管手工混料的时间多长, 只能得到长石或粘土的周围包一层氧化鋁, 而我們要求的适得其反, 是氧化鋁周围包一层粘結剂或相等粒度的均匀混合物, 所以这种微粉磨料的混料工序, 最好是在瓷質球磨机中进行。

待得到均匀的混合物后, 再加入用水稀释过的水玻璃, 加入水玻璃時, 須用篩子过滤, 以免有凝結的水玻璃块混入而造成废品, 然后再搓揉混和, 并用 60# 篩过篩 4~5 次, 务使水玻璃分布均匀, 不使成块状存在。

稀释水玻璃用水的多少与空气的干湿冷热有关, 干而热要多加一些, 冷而湿要少加一些, 混好的料用手一抓能成块, 一捻能碎即可, 在压制过程中須防止损失湿度, 以免造成制品分层, 破碎、裂痕等废品。

(3) 压制:

超精加工用磨条最大要求之一是得到均匀的硬度, 所以宜采用較大的压制面积, 以便布料均匀。在試制过程中, 我們在未得到新的压模之前曾用 $25 \times 25 \times 100$ 磨条压模压制, 发现燒結后硬度不均, 相差多至两小級, 分析原因, 是由于布料不均, 因微粉磨料的松装比大, 装料時不能全部装入, 一部份須用压力填入, 所以不可能得到均匀的布料, 后借用 ПП 型砂輪压模 ($\Phi 125 \times \Phi 32 \times 20$) 压制, 結果情况大有改善, 大部制件硬度相差不超出 R_{H10} 的范围。

在設計压模時, 要預先測好成型料的松装比, 以免在布料時压模的容量不够而造成布料困难。大致 ЭБ 600K 成型料的松装比約 1:3。

ЭБ 320B 成型料的松装比約 1:2.7。

为要达到成型料在压模內均匀分布, 我們用 $\Phi 1^{\text{mm}}$ 左右的鋼絲垂直插入成型料內并作圓圈繞軸心运动, 至成型料均匀分布为止。

压制時, 为了得到上下受压面均匀的硬度, 須用垫板压制法, 垫板高約等于成型料松装高度的 20%。

压制成型后如用頂出法出模, 制件周围与压模磨擦, 生一层灰色的含鉄質层, 組織特別密, 在干燥过程中使內部水份不易逸出而致裂紋, 并在燒結后形成一层棕色的氧化鉄, 所以这一层最好用砂布先把它打掉。

压制超精加工用磨条的压模，最好是用较大面积的方形四墙可卸的压模。

为减少加压过程中磨料与模壁发生剧烈的磨擦，可在模壁布一层石墨，并可避免粘模现象。

压模的制造精度，不能低于3级精度，否则会造成因边缘漏失过多以致与中间部分硬度不均，严重的会使模内成型料滑移形成隔层。

(4) 干燥：

已成型的制件必须进行干燥以除去水份，并增高机械强度，干燥过程并不要求将水份完全除去，使残余水份含量在0.4~0.6%为宜，这样成型件的机械强度最高。

如采用自然干燥，应注意室中空气的燥湿，制件的含水量是根据空气中的含水量而定。

应特别注意的是在干燥过程中不使尘土落在制件上，由于尘土中含有大量的铁质及磁性物质，尤其是在厂区更甚，否则制件烧结后满布氧化铁斑点，严重的影响制品质量，甚至成为废品。

(5) 烧结：

烧结是在间歇式矩形窑内进行，燃料为煤。升温曲线如下：

0~11小时	500°C	每小时升温40°C
11~16小时	675°C	每小时升温35°C
16~23小时	855°C	每小时升温30°C
23~30小时	1030°C	每小时升温25°C
30~31小时	1050°C	每小时升温20°C
31~32小时	1060°C	每小时升温10°C
32~38小时	1100°C	每小时升温20°C
38~50小时	1250°C	每小时升温10°C

保温5小时，随窑冷却至80°C以下出窑。

间歇式矩形窑内温度分布是不均匀的。一般有下列情况：

窑顶温度高，下部的温度低。

靠近烟道的一边高，相反的一边低。

相同的配料，同一的成型比重，在窑内置于同一的高度，但在平面上处于不同的点，而所得硬度不一样，差1~2小级，下面举例：

成型料配料比：

A. 3B 600：100 重量单位。

B. 粘剂：（长石60%，粘土40%）占磨料重的15%。须视烧结温度酌量增减。

B. 湿润剂：〔糊精40%水玻璃（1.4）60%〕占粘剂重量的40%。

Г. 水：适量，约占粘剂重量的25%，视空气的冷热湿燥酌量增减。

单位体积的成型比重2.4g/cm³。

件号	RH（每件测四点）				硬度级
1	67	65	67.5	71.5	CM ₁
2	74	74.5	73	77	CM ₂

3	73	72.5	71.5	79	CM ₂
4	76	77.5	78.5	80	* C ₁

由此可知在燒結過程中除要嚴格控制窯的溫昇外，並且要固定適當的裝置點，否則就難以掌握所要求的硬度。

2. 磨條試制及性能試驗：

1. 配料：同上述。

2. 燒結昇溫：同上述。

3. 裝置點：在小型間歇式矩形窯內，制件裝置在平面及高度都處於中間位置。

成型比重	硬度	RH值			
2.3g/cm ³	M ₂	42	48	46	43
2.35g/cm ³	M ₃	50	50	56	52

以上兩種加有占磨料重量5%石墨。

2.35g/cm ³	CM ₁ -	61	63.5	63	59
2.4g/cm ³	CM ₁ ⁺	67	65	67.5	71.5

由上述試制結果中可看出，欲得CM₁硬度的磨條，單位體積成型比重處於2.35g/cm³與2.4g/cm³之間。含有石墨成型料的（燒結後石墨燒去）較不含石墨硬度略低，這是因為它的組織比較疏松的緣故。

當窯齡較長，溫度昇不高的時候，可用低溫配料。茲舉例如下：

(1) 配料：

① 5B600：100重量單位。

② 粘結劑：（長石80%，粘土20%）占磨料重的20%。須視燒結溫度酌量增減。

③ 溫潤劑：〔糊精40%，水玻璃（1.4）60%〕占粘結劑重量的40%。

④ 水：約占粘結劑重量的25%，視氣候的冷熱濕燥酌量增減。

(2) 燒結溫度：同上，唯最高溫度為1200°C，保溫15小時。

(3) 成型比重與硬度的關係。

成型比重	硬度級	RH值			
2.3g/cm ³	M ₁	24	37	31	28。
2.4g/cm ³	CM ₁	60	63	64	61。

以上兩種外加占磨料重5%石墨。

2.35g/cm ³	M ₃	54	59	58	56。
2.4g/cm ³	CM ₁	61	64	60	63。

根據上述試制結果，在配料中降低粘土含量，適當的增加粘結劑比重，在較低的燒結溫度和延長保溫時間下，仍可得到預期的硬度。

我們用自制磨條作了一些性能試驗，基本上達到預期的要求。

試驗條件一：

(1) 機床：ЛЗ—15型超精加工滾道的專用機床，經改裝為超精加工溝道的機床上進行試驗。

(2) 磨条: ЭБ600CM₁K, 断面积10×8

(3) 工件: 207轴承内环, 材料III×15, 硬度RC61~65, 要求光洁度▽▽▽。

(4) 冷潤液: 煤油90%, 机油10%。

切削规范:

試件编号: 504 (光洁度检验号同)。

工件轉数: 初420轉/分, 終840轉/分。

工件轉速: 初60公尺/分, 終120公尺/分。

磨条振摆数: 870次/分。

磨条振摆角: 約23°

加工余量: 0.01毫米

压力: 1公斤 (約合1.25kg/cm²)

机动時間: 初420轉/分30秒鐘, 終840轉/分10秒鐘。

加工后光洁度: ▽▽▽。

試驗条件:

1. 机床: 27A 型超精加工沟道专用机床。

2. 磨条: ЭБ600CM₁K (低温配料断面积10×8)。

3. 工件207轴承内环, 材料III×15, RC61~65, 要求光度▽▽▽。

4. 冷潤液: 煤油90%, 机油10%

切削规范:

試件编号: 603 (光洁度检验号同)。

工件轉数: 1270轉/分。

工件轉速: 180公尺/分。

磨条振摆数: 870次/分。

振摆角: 約25°

压力: 2公斤 (約合2.5公斤/cm²)。

机动時間: 37秒。

加工后光洁度: ▽▽▽▽。

后經較長時間的切削試驗, 磨条未发生堵塞現象, 工作面呈灰色, 耐用度良好。

三、樹脂粘結劑磨條試制。

树脂做粘結剂制造的磨条应用在珩磨工艺上已具有显著的优点, 主要有列几点:

1. 較同样粒度粘土粘結剂的磨条, 有更高光洁度的加工表面。

2. 机械强度高, 可以提高单位面积的压力來提高生产率, 而工件不致发高热, 因而保證得到較高的几何精度。

3. 生产周期短, 質量較粘結剂的磨条易于掌握。

4. 要求▽▽▽。~▽▽▽▽₁₁級光洁度的, 只須用中等粒度(120~320号)的磨料就可以

达到，不必用价贵的微粉。

5. 少量的生产，所需设备简单。

树脂粘結剂的磨条虽具有以上优点，但有些缺点，最主要的缺点是切削性能較差，在超精加工方面，一般只用于要求光洁度特別高的单件或小批生产，所以大量生产的轴承加工就很少用到它，过去虽也有厂試用过，結果都認為光洁度很好，但切削性能差，故树脂粘結剂磨条不适用于要求高生产率的产品上。

我們根据現厂产品的要求，結合树脂粘結剂磨条的特性，采用較粗粒度的磨料（240~320号），控制适当的硬度， $M_1 \sim M_2$ ，进行試制，結果滿意，切削性能不低于 $\Phi B600CM_1K$ 磨条，而光洁度大大的提高了，且較为稳定。

原料：

磨料：B240， $\Phi B320$ ，——山东张店产。

树脂：①固体酚醛树脂：——上海2123

②液体树脂：——郑州产。

硬化剂：烏洛托品：——工业用。

酒精：工业用酒精。

1. 工艺过程：

（1）原料的准备：

如用固体酚醛树脂（諾娃蜡克型）为粘結剂，需預先进行粉碎，并过120号篩，如用量較大，可将硬化剂烏洛托品（占树脂重量的12%）混入一起粉碎并混合均匀，存放在密封器中，注意勿使受潮，否則便要結成块状。

（2）混料：

按配料单用1/5g精度天平称取或粉状树脂置于容器內，另加入定量的酒精，溶解成有粘性的胶体，另按比例称取烏洛托品加入胶体内并調和均匀，如树脂及烏洛托品溶解較困难，可在水溶鍋上加溫以助溶解然后将溶解成胶体的树脂通过篩网过滤，加入預先称量好的磨料中。进行攪拌混和，使磨粒周围均匀的粘附一层树脂，再放入溫度不超过 $60^{\circ}C$ 的烘箱內进行干燥，待酒精挥发后結成固体物，再进行粉碎，經80号篩子过篩后，即成为可以压制的或型料，如經粉碎的成型料过于干燥，用手指用力挤压不能成块，可噴入适量的酒精，再經60号篩子过篩，即可压制。

（3）压制：

要求与粘土粘結剂磨条的制造同。

（4）干燥：

压制后的制件，内部尚含有部份酒精及水份，（酒精中都含有一定量的水份）必須經干燥除去，否則在老化过程中会造成裂縫，起泡等废品。干燥溫度 $70 \sim 80^{\circ}C$ ，維持4~6小时。視压制件情况而定，一般組織密，硬度高的制件，干燥時間要长一些。

（5）硬化：

由于磨条一般体积小，并經过干燥，可縮短昇溫時間，其老化曲綫：

0 ~ 1 小时

$110^{\circ}C$

1 ~ 2 小时

$140^{\circ}C$

2 ~ 3 小時

180°C

3 ~ 4 小時

210°C

± 5 °C保溫 3 小時，隨爐冷至70°C以下出爐。

2. 試制举例及性能試驗。

配料：——

1. 磨料：Э240；100重量单位。

(2) 粘結剂：酚醛树脂（固体上海2123）占磨料重量16%。

(3) 硬化剂：烏洛托品 ($C_6H_{12}N_4$) 占树脂重量12%。

(4) 酒精：約占树脂重80%。

(5) 成型比重：2.4g/cm³。

(6) 昇溫曲綫：同上述。

(7) 硬度：M₂。

(8) RH 值：22.5~31（压模过小，布料不均）另外我們用ЭБ320 进行試制并用液体树脂与粉状树脂进行对比。

配料：——

(1) ЭБ320，100重量单位

粉状树脂：占磨料重15%

烏洛托品：占树脂重12%

酒 精：适量

昇溫曲綫：同上

成型比重：2.4g/cm³

硬 度：M₂~M₃

(2) ЭБ320，100重量单位

液体树脂：占磨料重16%

酒 精：适量

成型比重：2.4g/cm³

昇溫曲綫：同上

硬 度：M₁

从上面的試制結果中可看出，液体树脂的比重尚須增加。

我們用树脂粘結剂的磨条进行性能試驗，得到下列結果：

試驗条件：

(1) 机床：27A 型超精加工沟道专用机床。

(2) 磨条：ЭБ 320 M.B（断面积10×9）

(3) 試件：207內环，材料III×15，RC61~65，要求光洁度，▽▽▽。

(4) 冷潤液：85%煤油，15%机油。

切 削 規 范：

試件編号：771，772（光洁度檢驗号同）

工作轉数：1270轉/分。

工作轉速：180公尺/分。

振 摆 数：900次/分。

振 摆 角：約20°

压 力：2 公斤

机动時間：（771）30秒，（772）37秒

光 洁 度: (771) $V V V V_{11}$ 低, (772) $V V V V_{11}$ 高。

此外还用 $\Theta 240M_2B$ 磨条进行了性能試驗, 結果并不次于 $\Theta B320M_2B$ 所得結果。

根据以上試驗結果, 建議采用 $\Theta B240M_2B$ 或 $\Theta_2XB320M_2B$ 两种磨条。以上两种磨条經洛軸承厂 207 自动綫較长期的生产考驗, 証明工艺性能稳定。

关于粘土粘結剂的磨条, 我們用它对 7310.7360 滾道軸承环进行超精加工的工艺性能試驗, 也得到較好的結果, 机动時間 20~30 秒鐘可提高光洁度两大級以上。(另有試驗报告)。