

砂 輪

張 瀚 福 編 著

科學技術出版社

輪 砂

張 瀚 福 編 著



科 学 技 術 出 版 社

內 容 提 要

本書以介紹砂輪及其使用方面的基本知識為主，對各國砂輪的形狀、代号、結構、性質及如何在工作中選擇使用，均作詳細介紹。同時亦介紹了現場工作中砂輪硬度的化學調整法。書后附有常用砂輪尺寸表格，以備選擇查考之用。對砂輪使用前的檢查校整及安裝，砂輪使用時的磨削加工用量，以及砂輪的儲藏及運輸，均一一詳述。本書可作為現場技術人員、磨床工作者及材料員的參考。

砂 輪

編著者 張 瀚 福

*

科學技術出版社出版

(上海遼國西路 336 弄 1 號)

上海市書刊出版業營業許可證出〇七九號

中科藝文聯合印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號：15119·169

(原大東版印 1,500 冊)

開本 787×1092 耗 1/32·2 11/16 印張·60,000 字

一九五六年五月新一版

一九五六年五月第一次印刷·印數 1—2,020

定價：(10) 三角六分

目 錄

引 言	1
一 砂輪的形狀與構造	2
1. 砂輪的形狀	2
2. 砂輪的構造	7
二 砂輪的選擇	20
1. 一般性磨削砂輪的選擇	20
2. 磨刀具砂輪的選擇	22
3. 砂輪代號的實例	23
三 砂輪的使用	25
1. 使用前的檢查、校正及安裝	25
2. 砂輪使用時	38
3. 砂輪使用時磨削用量	42
4. 砂輪的儲藏及運輸	52
四 砂輪硬度的調整法	54
1. 提高砂輪的硬度	54
2. 減低砂輪的硬度	59
附錄 一般性砂輪的常用尺寸	61
1. 平面直邊形“III”型砂輪的常用尺寸	61
2. 雙斜邊形“2II型”砂輪的常用尺寸	76
3. 小角度單斜邊形“4II型”砂輪的常用尺寸	76
4. 圓柱歪形“VII型”砂輪的常用尺寸	77
5. 圓錐碗形“VK型”砂輪的常用尺寸	78
6. 碟形“1T、2T、3T型”砂輪的常用尺寸	79

引 言

砂輪是用若干種具有切削作用的礫粒所壓凝成的輪狀物，而這些磨粒（上稱的礫粒）又是與普通的粒子相似，因此俗名稱之為砂輪。磨料的粒子粗細不一，而各粒子的角度又是各不相同，粒子的角度絕大部分呈負前角，磨粒用結合劑黏合即成砂輪。在進行磨削時，各磨粒如同刀具的刀刃作用一樣，因此砂輪實是多刃刀具之一種。砂輪的切削深度雖然很淺，但切削作業的分布面積，則遠較單刃刀具為大；而且具有能夠切削（或可稱為磨削）硬度很高的物質，特別是金屬。其本身又具有磨耗很小的特性，因此適合於加工經過淬火的高硬工作物，加工後並能得到很高的尺寸精度和表面光潔度，它在近代的機械加工工作上已佔了非常重要的地位。

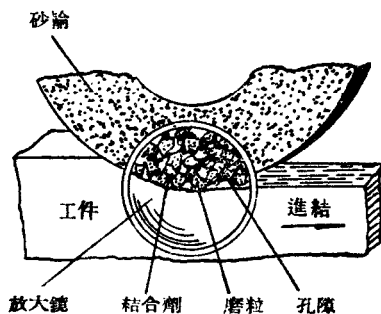


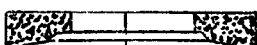
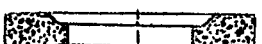
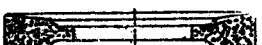
圖 1 砂輪磨削平面時的情形

一 砂輪的形狀與構造

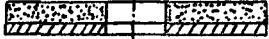
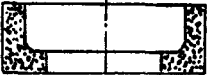
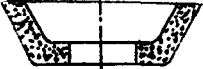
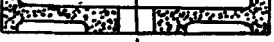
1. 砂輪的形狀

當看到一個砂輪和思考選用砂輪時，首先是看到和考慮到砂輪的形狀，為此現在首先從砂輪的形狀介紹如下：

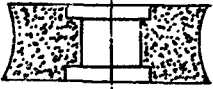
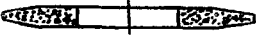
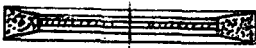
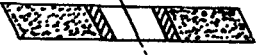
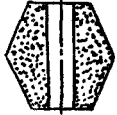
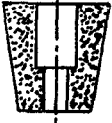
(1) 蘇聯國定標準的砂輪斷面形狀及其代號：

砂 輪 的 形 狀	名 稱	代 號	ГОСТ 號
	平面直邊形	ПП	2425-44
	平面雙斜邊形	2П	2426-44
	平面單斜邊形	3П	2426-44
	平面小角度單斜 邊形 (不超過 30°)	4П	2426-44
	平面單面凹形	ПВ	2427-44
	平面帶錐單面凹 形	ПВК	2428-44
	平面兩面凹形	ПВД	2429-44
	平面兩面帶錐凹 形	ПВДК	2430-44

(續)

砂 輪 的 形 狀	名 稱	代 號	ГОСТ 號
	平面燕尾形	ПБЛ	2431-44
	平面多錐孔形	ПР	2432-44
	平面結合式	ПН	2433-44
	切斷用	Д	2434-44
	環形	1K	2435-44
	帶槽環形	2K	2435-44
	圓柱盂形	ЧЛ	2436-44
	圓錐碗形	ЧК	2437-44
	碟形	1T	2438-44
	碟形	2T	2438-44
	碟形	3T	2438-44
	磨齒輪用	III	2439-44
	磨外徑量規用	C	2440-44

(續)

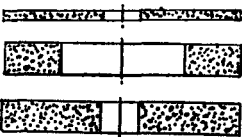
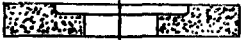
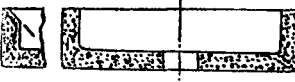
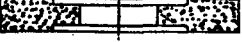
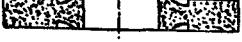
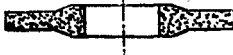
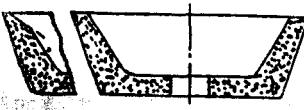
砂 輪 的 形 狀	名 稱	代 號	ГОСТ 號
	磨針用	И	2441-44
	片形	Кр	2442-44
	切斷礦石用	М	2443-44
	耐火材料加工用	О	2444-44
	磨割草機刀片用	Кс	2445-44
	磨鉸刀用	Р	2446-44

除以上的砂輪外，尚有各種不同形狀的磨頭，可以作磨削不同形狀的衝模用。可以用油石作圓柱形孔的砥磨及內外圓柱表面的精密研磨之用。可以用砂瓦作磨削大的工作物表面等等。

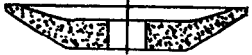
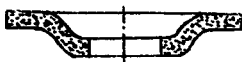
(2) 歐美式砂輪的標準形狀：

1. 歐美式砂輪斷面形狀.

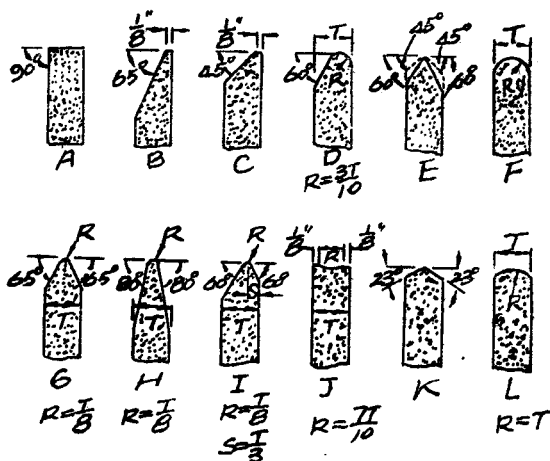
(正表)

砂 輪 的 形 狀	名 稱	型 類
	平直形	第一型
	環形	第二型
	一面斜形	第三型
	兩面斜形	第四型
	一面凹形	第五型
	盃形	第六型
	兩面凹形	第七型
	凹入鳩尾形	第八型
	兩面盃形	第九型
	鳩尾形	第十型
	碗形	第十一型

(續表)

砂 輪 的 形 狀	名 稱	型 類
	碟形	第十二型
	鋸齒形	第十三型
	凸出形	第十四型

2. 第一型的砂輪又可分好幾種輪面如下:



(3) 我國砂輪的形狀: 解放以前, 我國工業狀態非常落後, 所以談不上有砂輪製造工業; 解放後, 隨着祖國大規模經濟建設的迅速發展, 我國砂輪工業同樣地在飛快前進。解放初期, 我國的砂輪形狀多是參照歐美的型式; 但現在我國除極少數的私營小型砂輪廠仍採用歐美的型式外, 我國的國營砂輪廠如蘇家

屯砂輪廠，已完全採用蘇聯的技術規格，製造我國的新型砂輪。因此，如選用我國自己的砂輪，其型號可以按照選用蘇聯砂輪的辦法。如蘇聯“III”形砂輪，我國砂輪廠的代號是仿蘇“III”型式即是。

2. 砂輪的構造

(1) 砂輪的磨料

(甲) 天然磨料

1. 剛砂 俗名金剛砂，為一種天然礦石。由25%—30%氧化鋁(Al_2O_3)及氧化鐵所組成，呈黑色。

性質：有適合於磨削用的硬度與韌性。目前用來製造粗磨的大砂輪用。

2. 剛玉 與剛砂一樣，是天然礦石即礬土，由50%—60%氧化鋁組成，顏色較剛砂淺，呈灰黑色。但純潔的剛玉即是寶石，含有鉻的呈紅色，即紅寶石；含有鉻的呈藍色，即藍寶石。

性質：硬度較剛砂高，黏結性差，適合於較小的工作。目前用來製造磨滾珠的砂輪和無心磨床的導輪用。

3. 石英 即二氧化矽(SiO_2)又名砂土，其最純潔者即是水晶。舊式磨刀石(砂石)，就是石英、氧化鐵、碳酸鈣之類結合在一起的天然磨料。

性質：脆硬，可作磨料。砂皮即是為石英砂用膠質結合於紙上而成的。天然磨料雜質頗多，質量不均勻，硬度不夠高，耐熱度也不够理想，缺點頗多。因此必須把天然磨料加以提煉，使成為符合所要求的規格的人造磨料。

(乙) 人造磨料

1. 紅茶色氧化鋁 在電弧式電爐中加入礬土，與一定量的焦炭粉末和鐵屑在1800°C的高溫下熔化。當礬石中的水分被燒去，雜質還原成鐵化合物，沉澱於爐底，即可得大塊的氧化鋁結晶，晶體屬 α 結晶，呈紅茶色。標準電爐氧化鋁含氧化鋁可達92—97%。比重3.75—4.0，磨粒硬度大、鋒利，韌性好，適宜於加工碳鋼、合金鋼、可鍛鑄鐵、硬青銅等。

2. 白色及粉紅色氧化鋁 含氧化鋁可達98—99%。白色氧化鋁砂輪的磨粒，因含氧化鋁成分頗多而純潔，磨粒硬度極高，鋒利，結晶韌性稍低於紅茶色氧化鋁，容易磨削工作物，可以減少工件的變形及減少工作時產生的熱量，加工磨削力可以減少。因此，可得到精密的尺寸及光潔的表面，適用於精磨之用；如磨淬火鋼、滲

礮鋼、高速鋼及鑄螺紋、鑽頭、鉸刀、拉刀、插齒刀、銑刀、齒輪等。假如要磨細長的中軸或磨洋火的高速鋼刀具工件時，以用白色氧化鋁最為合宜；經磨製後的工件不致產生細小的裂紋或退火現象，表面一定能達到所要求的光潔度。惟白色氧化鋁成本較高，從經濟核算上考慮，除非必要，仍選用紅茶色氧化鋁為合算。

3. 黑色碳化砂 在電阻爐中，放入石英砂與焦炭，另加少許鋸屑與食鹽做促煤劑，加熱到 2200°C 高溫，保持 30 小時以上徐徐冷卻，冷卻後即得碳化砂結晶，其結晶非常美麗。再用輾輾反覆地壓碎，除淨雜質即得磨料。黑色碳化砂含 95% 左右碳化砂，呈黑色。比重 3.1—3.2，性質極硬、脆、鋒利，不適宜用於抗張強度高的工件，如鋼料等，而適用於磨灰口鑄鐵，冷硬鑄鐵、黃銅、紫銅、軟青銅、鋁、大理石、花崗石、寶石、玻璃、橡膠、皮革等。

4. 綠色碳化砂 含 97% 以上的碳化砂，呈綠色，綠色碳化砂砂輪磨粒比黑色碳化砂砂輪磨粒更鋒利，脆性大。通常綠色碳化砂砂輪，主要是用來磨硬質合金，或精磨其他脆性的材料。

(丙)磨料的代號

磨料類別		蘇聯國定標準	美國監登公司	美國西蒙公司
天然磨料	剛砂	H		
	剛玉	E		
	石英	—		
人造磨料	紅茶色氧化鋁	Θ	—	—
	白色氧化鋁	ΘB	38	W
	黑色碳化砂	KV	37	E
	綠色碳化砂	K3	—	G

註：我國的國營蘇家屯砂輪廠磨料代號同蘇聯國定標準代號，故未列入上表。

(2)砂輪磨粒的粒度

(甲)砂輪磨粒粒度的分類辦法 從爐中提鍊後的磨料是成塊狀結晶，經輾輾軋碎和研磨後，形成大小不同的磨粒，以符合各種工作的需要。因此而有各種大小而分成許多種粒度，磨粒的粒度分類法有 1. 篩羅分析法；2. 顯微鏡分析法；3. 沉澱

法(水份分析法)。

1. 篩羅分析法: 篩羅是蠶絲製成的, 25.4 公厘長度的網眼可從 6~240 眼, 即每 25.4×25.4 平方公厘內有從 36~57600 個網眼。如篩孔 25.4 公厘長內有 30 孔, 即 25.4×25.4 平方公厘中有 $30 \times 30 = 900$ 孔, 經過這篩孔的磨粒即稱 30 粒度; 每種粒度的磨粒是經過兩相隣篩子分離出來的。如用 24 和 36 號分離後, 必能通過 30 號篩子, 即得 30 粒度磨粒。磨粒之數愈大, 磨粒的實際尺寸愈小(見表 1)。

表 1 篩羅號數與篩孔的尺寸表

篩 號	8	10	12	16	20	24	36
孔徑(公厘)	2.38	2.0	1.68	1.19	0.84	0.71	0.50

46	60	80	100	120	140	170	200
0.35	0.25	0.177	0.149	0.125	0.105	0.088	0.074

2. 顯微鏡分析法: 磨粒尺寸在 0.04 公厘以下時, 一般得用顯微鏡來分析。240~320 粒度的磨粒就是用篩羅和顯微鏡合併來進行分析的。

3. 沉澱法(水份分析法): 細的磨粒, 亦可用沉澱法來分析, 粒子的粗細以沉澱所需的時間為準。用磨粒在 1 公尺深的水面上沉澱下去所需時間長短來區別: 時間長即粒度號數大, 磨粒尺寸小; 時間短即粒度號數小, 磨粒尺寸大。例如: 180 粒度的磨粒沉澱時間需 2 分鐘; 320 粒度的磨粒沉澱時間為 10 分鐘。

經過以上的分析後, 磨粒就按照它的尺寸分成各等級的粒度, 各粒度的實際大小可見下表所載:

表 2 各磨粒粒度的實際尺寸(蘇聯國定標準 ГОСТ 3238—46)

磨粒粒 度 號	磨粒尺寸 ($\frac{1}{1000}$)公厘	磨粒粒 度 號	磨粒尺寸 ($\frac{1}{1000}$)公厘	磨粒粒 度 號	磨粒尺寸 ($\frac{1}{1000}$)公厘
10	2300—2000	60	300—250	280	53—42
12	2000—1700	70	250—210	320	42—28
14	1700—1400	80	210—180	M28	28—20
16	1400—1200	90	180—150	M20	20—14
20	1000—850	100	150—125	M14	14—10
24	850—700	120	125—105	M10	10—7
30	700—600	150	105—85	M7	7—5
36	600—500	180	85—75	M5	5—3.5
46	420—355	220	75—63		
54	355—300	240	63—53		

註：磨粒的上限尺寸相當於砂粒所能通過的篩子眼；其下極尺寸相當於不能通過的篩子眼。

(乙)磨粒組成砂輪的分類法 通常的砂輪只用一種粒度

組成。其分類如下表：

粒 度 組 名			蘇 聯 ГОСТ 3647-47	我國國營蘇家 屯 砂 輪 廠	美 國 聯 登 公 司	美 國 西 蒙 公 司
磨 粒	粗 粒	最粗粒	10	10	6,8,10	8~30
		粗 粒	12,14,16,20, 24,	12,14,16,20, 24	12,14,16, 20,24	
	中 細	粒	30,36,46,54, 60	30,36,46,54, 60	30,36,46, 54,60	36~100
		粒	70,80,90	70,80,90	70,80,90, 100,120	120~320
細 粉		100,120,150, 180,220,240, 280,320	100,120,150, 180,220,240 280,320	150,180,220, 240,F,FF, FFF		
微 粉		M28(400),M20 (500),M14(600) M10,M7 & M5;	—	280,320,400, 500,600		

有時爲了工作需要，常常用兩種或兩種以上大小的磨粒合製成一個砂輪，這種砂輪叫做組合砂輪；磨輪上所附帶的簽條上，第一個數字指明顆粒或粒度大小，如有組合情形，也包括在這數字以內。例如有一個砂輪第一個數是 144，即指第 14 號粒度與第 4 號組合法。歐美各砂輪廠的標誌法各有不同。組合砂輪的優點是可利用它的大粒子磨粒作吃深用，利用小粒子磨粒作磨光用；磨製的工件比較細緻，而且在產量與砂輪耐熱性方面都比純粹細粒砂輪較好。它的形狀的耐磨性比粗粒砂輪耐久，不易因磨耗而變形，適宜於單件生產的小型機械工場中磨床之用。

(丙)各種砂輪粒度的應用範圍 砂輪粒度的應用範圍如下表：

砂 輪 粒 度	應 用 範 圍
10 ~ 16	粗磨，大型鑄件的粗加工和打毛刺及手動切刀用
16 ~ 24	粗磨，鋼、生鐵和青銅的粗磨，手動切刀及切削耐火材料和大理石等。
30 ~ 46	初磨，磨紫銅、黃銅、硬鑄件和大型刀具用。粗平磨、外圓磨和無心磨。
46 ~ 120	精磨，各種零件的精磨，刃磨高速鋼和硬質合金刀具用。
150 ~ 220	精磨，磨螺絲鏤板和絲錐等用。
240 ~ M28	精磨，旋磨和精磨螺紋用。
M20 及更細	超精磨用

(3)砂輪的結合劑 磨粒依靠結合劑結合而製成砂輪。結合劑的種類很多，有無機性的及有機性的兩大區別。通常的結合劑有下列數種：

(甲)黏土結合劑 又名磁製法，砂輪的絕大部分是用黏

土結合劑製成，是屬於無機性的結合劑，燒成的砂輪可叫做熔化輪。這種砂輪由軟至硬，種類頗廣。製造的方法是用黏土、長石等作結合劑，與原料加水拌和，直至混合均勻後，可使用沉澱模型，或水壓機製成坯料，比原尺寸稍大些。待砂輪坯料乾燥後，即可加工到大約所需要的尺寸及形狀，然後放進窖中，按放的方法需要特別小心，以防變形；在窖中加熱到 1300°C ，保持溫度在 100 小時以上，使結合劑與原料完全凝合，燒成後使之緩緩冷卻，時間在一星期以上，再施以車製及進行各種試驗即成。

優點：1. 硬度範圍較廣，故應用範圍亦廣；

2. 組織疏鬆多孔，磨屑有自由的去路，使砂輪能切削自如，砂輪稜角不易被工件的磨屑所阻塞；

3. 整個砂輪大體上硬度一致，不致造成軟、硬不一的現象；

4. 結合強韌，磨耗量少；

5. 不怕水、酸、油類的侵入及氣候寒暑的變化，因此工作時可以使用任何冷却劑，當然亦適宜於乾磨；

6. 品質較純潔，耐熱性強。

缺點：1. 製造這種砂輪花費時間較長；

2. 直徑在一公尺以上的，不能用這種方法製造；

3. 因為沒有彈性，太薄的砂輪，不能用這種方法製造。

應用範圍，如軸承套及汽缸的內圓磨削；凸輪軸、機床主軸及曲軸的外圓磨削；千分尺、千分墊的平面磨削；活塞的內圓無

心磨削；活塞及汽門閥的無心磨削；以及各種刀具的研磨工作中均可採用。

黏土結合劑製成的砂輪，其圓周速度不得超過 35 公尺/秒。

(乙)矽酸鈉結合劑 屬於無機性的，用矽酸鈉($\text{Na}_2\text{Si}_4\text{O}_9$ ，即水玻璃)及長石作結合劑，使用壓榨法製成，其加工方法與黏土法同，爐溫要低，時間較短，目的是使結合劑起化學變化，凝結磨料使其硬化即可。製成的砂輪又名半熔化輪。

- 優點：
1. 製造成型時較黏土法容易；
 2. 能製較黏土法尺寸大的砂輪；
 3. 切削時可得到勻靜的切削力，水玻璃本身可作為一種潤滑劑，加水使用，被磨工件不易發熱。

- 缺點：
1. 耐濕性稍差於熔化輪；
 2. 它不能像熔化輪那樣切削自如，所以切削速度沒有熔化輪高；
 3. 組織空隙亦不如熔化輪那樣疏鬆；
 4. 得不到像熔化輪所要求的硬度；
 5. 無彈性，同樣不能製成薄型砂輪。

適用於濕式（加水的）刀具磨床及使用碗形、環形砂輪等的件與件之間接觸面積大的平面加工用。

(丙)人造樹脂結合劑 屬於有機性的結合劑，為有機結合劑中用途最廣的一種。人造樹脂結合劑的原料為液狀或粉狀的人造苯酚甲醛樹脂，與磨粒混合之，放在鋼製硬模內加壓成型，在 150°C 爐內加溫製成。