

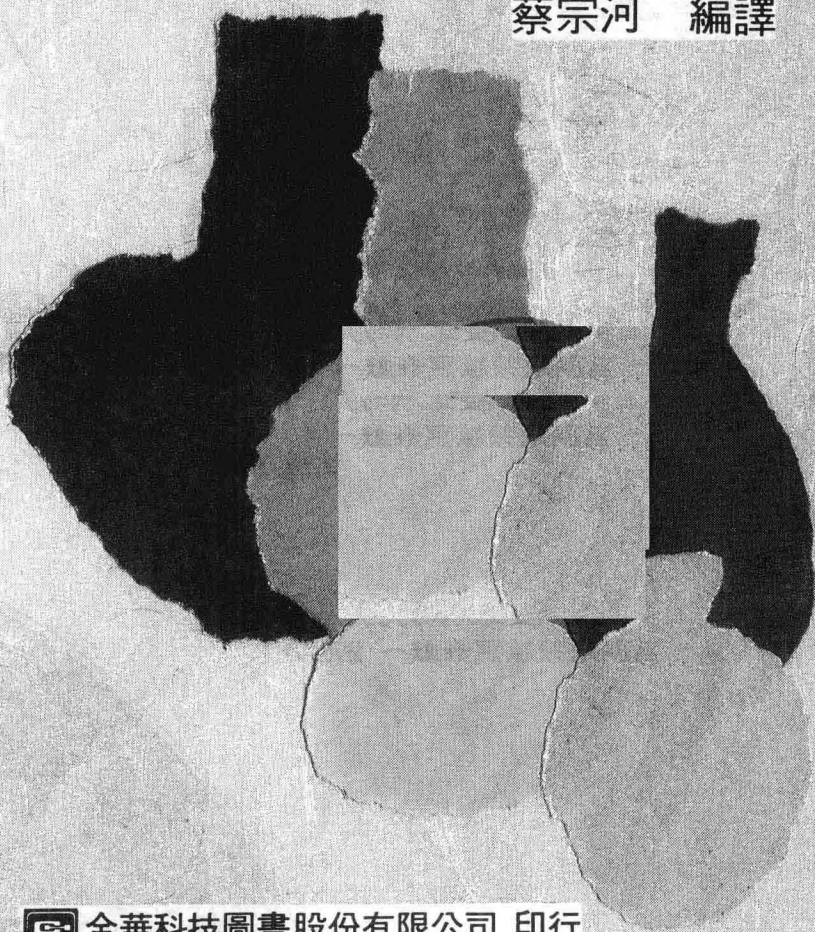
陶瓷的機械加工

蔡宗河 編譯



陶瓷的機械加工

蔡宗河 編譯



 全華科技圖書股份有限公司 印行

國立中央圖書館出版品預行編目資料

陶瓷的機械加工 / 蔡宗河編譯 . - - 初版 . - -

臺北市：全華，民80

面；公分

譯自：セラミックスの機械加工

參考書目：面

ISBN 957-21-0114-5 (平裝)

1. 陶瓷 - 材料

460.26

80001401

法律顧問：蕭雄淋律師

陶瓷的機械加工

蔡宗河 編譯

定價 新台幣 260 元

初版 / 80年6月

圖書編號 0212055

版權所有・翻印必究

出版者 / 全華科技圖書股份有限公司

地址：台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話：5071300(總機) FAX:5062993

郵撥帳號：0100836-1號

發行人 / 陳 本 源

印刷者 / 宏懋打字印刷股份有限公司

72.01元

418.18
121

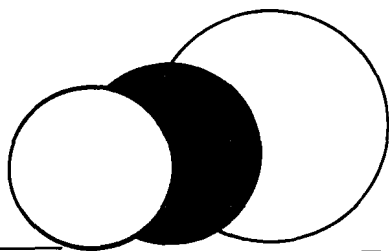
我們的宗旨：

提供技術新知 帶動工業升級 為科技中文化再創新猷

資訊蓬勃發展的今日，
全華本著「全是精華」的出版理念
以專業化精神
提供優良科技圖書
滿足您求知的權利
更期以精益求精的完美品質
為科技領域更奉獻一份心力！

為保護您的眼睛，本公司特別採用不反光的米色印書紙！！

原 序



近幾年來，拜尖端技術（high technology）之賜，富含多種機能的新素材得以不斷的被研發出來。帶給工業界莫大的鼓舞。這其中尤以陶瓷為最具代表性產物。只不過它的竄起猶如突發之火，頗具傳奇性，似乎驟然間被重視了，又有美好的遠景。這在在令一向以研究陶土為職志的製陶家們感到迷糊呢！

研發之路頗艱辛坎坷，從事此項神聖工作的人，當他們的研究尚未有結果之前，只能在陽光照射不到的一隅，默默地努力、不斷重覆其研究，直到有成。那時舉世都將沐浴在其德澤之下。

日本在陶瓷方面的研究，水準之高向為世界所公認。只是這成果絕非一朝一夕之功，而是在過去的數十年間，尤其是最近的 30 年，研究人員嘔心絞腦才得到這不易的成果，這實在是令人興奮的事。只是這一群研究者在新聞、雜誌等媒體上不約而同的希望各界，對其成果不必給予過高的評價，即連小小的美譽也謙辭不受，他們唯一的期許是：不斷地研究、開發，希冀對這世界有些許的裨益罷了。

在如此的背景下，今日以“機械構造”用材料而言，人人皆將焦距集中在陶瓷上，亦即是所謂的工程陶瓷。工

程陶瓷使用在切削刀具方面，大約在 30 年前，人們便已熟知其優秀性，但若對“一般構造”用材料來說，人類更希望其及早能嶄露頭角。只不過當這日子到來時，料想不到的難題也隨之而至。

到目前為止，陶瓷的研究幾乎是集中在新素材的開發，當然材料合成便是其中主流了。由於對機械構造用材料的訊息急增，雖然得知材料合成的技術如何優越，但真正使用在機械構造用材料上的卻寥寥可數。關於這點人們也注意到了。例如在素材上如何達到所需要的形狀、那一種才是最適當的方法呢？此外，當以機械構造物而使用時，能保證得到其脆性材料特有的強度和壽命呢？

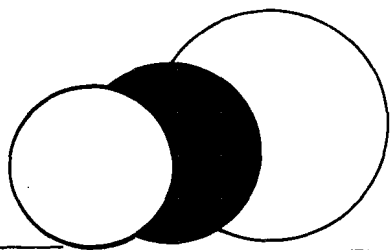
面對這兩個問題，是當前機械技術者無可避免的，也是亟須解決的。如果本身都不能解決，那麼更遑論對工程陶瓷的處理及使用了。由此不難明白加工的重要性和加工的宗旨所在了。尤其在重視生產性和經濟性的產業社會中，機械加工所占的比例相當大。可是至今人們仍以金屬加工方法來考慮陶瓷的加工，因此衍生了一些問題。但願假以時日，上述問題都能明朗化。

本書除採各名家觀點外，尤考慮工程陶瓷在機械加工時，於實用上的應用所需正視的一些過程，同時亦提供諸如被覆或接合等最新的方法，以補正機械加工的缺失，冀望能全盤掌握陶瓷加工的情形，對業界盡一己棉薄之力，是所至盼。

本書之出版，首當感謝（株）養賢堂及川清董事，與其他相關之人的幫助。另外對提供文獻的作者，亦表示最深摯的謝意。

杉田忠彰

譯者序



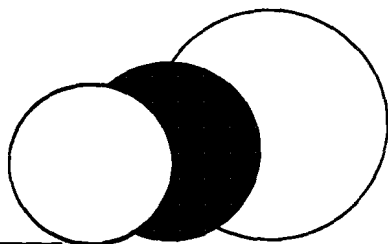
最近，只要翻閱報紙或雜誌，常可看到介紹有關新素材的文章，新素材之風行，正顯示著材料界對其形成及製作非常關注。其中陶瓷材料的應用正是這新素材的代表。根據日本通產省隸屬下的“尖端技術調查委員會”之資料，近十年來，陶瓷材料的需求量正大大飆升，可能達到63倍以上的成長。因為舉凡電子零件、家用品、機械零件……等，它都能派上用場。所以陶瓷技術的能否提升，是未來工業發展的一大成敗關鍵。

由於陶瓷是高硬度、低韌性的材料，明顯地與金屬的性質迥然不同。而由形成至成品，其間的技術非常重要。只是目前國內在這方面的技術，卻還在萌芽階段，因此在實際應用上，並未達至令人滿意的效果。反觀近鄰的日本，在這方面的進展舉世肯定，但他們並不自滿，仍孜孜不倦研究中，兩相比較，我們要想迎頭趕上，必得加倍努力才行。

年中恰逢全華出版社施顧問談及此書，因此欣然同意將此書推介給國人。書中除有系統的介紹陶瓷方面的基本知識外，兼以實驗結果作為理論的佐證。同時也提及充分應用陶瓷的必經途徑，尤其在陶瓷加工方面，更是提供了難能可貴的新方法。綜觀此書，可說是理論與實際並重，

學理與應用合一。既不流於空談，也不淪為閉門造車。不僅擴展了學界人士的視野，更可作為業界追求陶瓷技術更上一層樓之指標。

編輯部序



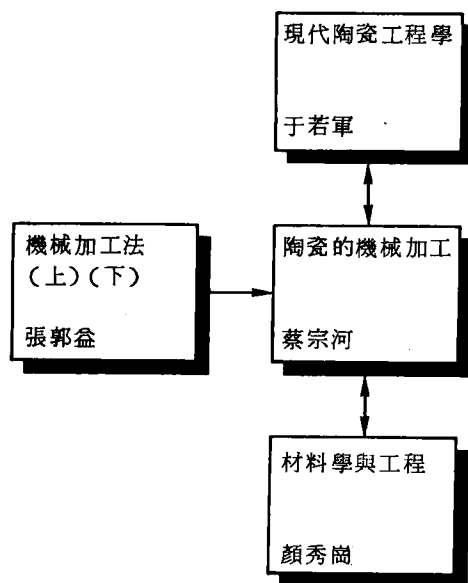
「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

陶瓷是一種高硬度、低韌性的材料，與金屬性質可說是大不相同，這種新材料的開發、技術的提升，是未來工業發展的一大關鍵，也算是一種尖端科技產物。

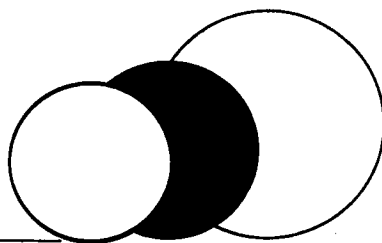
本書先介紹陶瓷材料的一些機械性質、破壞力學等等，再詳述各種加工法的應用，包括磨削加工、微細加工、超精密加工及切斷、穿孔、接合、被覆，並對其材料強度作一評估，極適合大專院校作為教材，及專業人士研究之用。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習相關方面的叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

流 程 圖



目 錄



第一章 概論	1
1.1 陶瓷加工的意義與特殊性	1
1.2 陶瓷各種加工法的概要	3
1.3 陶瓷技術和加工的系統	6
第二章 適用於構造用零件材料與其加工	11
2.1 材料強度與其問題	11
2.1-1 材料的製造與組織構造	11
2.1-2 高密度化	13
2.1-3 微粒子化	14
2.1-4 裂痕和強度	17
2.2 表面性質和強度	20
2.2-1 表面粗度的影響	20
2.2-2 退火效果	22
2.2-3 殘留應力的影響	24
2.3 形狀設計與其問題	26
2.3-1 成形法和形狀之限制	26
2.3-2 對強度的顧慮	31
2.3-3 加工上的限制和顧慮	33

2.4	機械加工的問題點	34
2.4-1	機械加工的基本問題	34
2.4-2	加工目標和限度	35
2.4-3	加工方法的選擇	39
2.4-4	在加工上對工件損傷的顧慮	41
2.4-5	工具機	44
第三章	陶瓷的機械性質和破壞力學	47
3.1	陶瓷的微細構造	47
3.2	陶瓷機械性質的特徵	51
3.2-1	彈性的性質	51
3.2-2	塑性的性質	52
3.2-3	破壞強度	54
3.2-4	熱衝擊性	54
3.3	線性破壞力學的基礎	55
3.3-1	龜裂前端附近的應力特異性之描述	56
3.3-2	龜裂的不安定傳播和脆性破壞之條件	59
3.4	破壞韌性試驗和 K_{Ic}	61
3.4-1	破壞韌性試驗	61
3.4-2	陶瓷的實際破壞韌性	65
第四章	陶瓷的機械加工用刀具與其問題點	75
4.1	對加工陶瓷所用刀具要求的機能	75
4.1-1	除去材料的能力	75
4.1-2	耐久性	76
4.1-3	微小除去量	76
4.2	對加工陶瓷所用刀具的必要條件	78

4.2-1	硬度	78
4.2-2	強度	79
4.2-3	刀尖的銳度	85
4.2-4	耐磨耗性	86
4.2-5	耐熱性	89
4.3	用在加工陶瓷刀具的金剛石（鑽石）	92
4.4	切削刀具和其問題點	94
4.5	磨削刀具和其問題點	97
4.5-1	磨粒	98
4.5-2	粒度	99
4.5-3	集中度	100
4.5-4	結合劑	100
4.5-5	陶瓷磨削時之加工條件	103
4.5-6	用於陶瓷磨削加工的工具機之條件	104
第五章	陶瓷的微細切削	109
5.1	陶瓷微細切削的意義	109
5.2	解析在微細切削中的材料除去機構	110
5.2-1	適用線性破壞力學的基本考慮方式	110
5.2-2	解析順序和解析模型	113
5.2-3	破裂舉動的解析	115
5.3	利用SEM直接觀察微細切削之過程	119
5.3-1	SEM直接觀察法	119
5.3-2	觀察動態破裂舉動的例子	120
5.4	脆性破壞型的除去材料之機構	121
5.5	塑性變形型的除去材料的可能性	124

第六章 陶瓷的磨削加工	129
6.1 陶瓷磨削加工的必要性	129
6.2 陶瓷磨削的力學機構	130
6.2-1 利用磨粒壓入模型解析應力和將應力擴大係數 K 公式化	131
6.2-2 脆性破壞條件和降伏條件	136
6.2-3 在磨削加工中的除去材料機構	138
6.3 被磨削性的評價	140
6.3-1 從磨削力看被磨削性的評價	141
6.3-2 以工件特性的評價	144
6.3-3 以加工能量的評價	147
6.4 加工條件帶給微粒砂輪磨削特性的影響	148
6.4-1 工件速度的影響	149
6.4-2 砂輪周速度的影響	149
6.4-3 砂輪切削量的影響	151
6.5 砂輪條件的影響	151
6.5-1 集中度的影響	151
6.5-2 修整砂輪的影響	152
6.5-3 磨粒粒徑的影響	153
6.5-4 磨粒強度的影響	154
6.6 砂輪的選擇和使用法	155
6.7 磨床的選擇	156
6.8 定壓磨削加工	157
6.8-1 一般的磨削特性	157
6.8-2 依工件材質的磨削特性	158
6.8-3 磨削液的效果	161

6.9	高精度磨削加工	161
6.9-1	在陶瓷其高精度磨削加工的必要性	161
6.9-2	重複加工的鏡面磨削	162
6.9-3	以普通砂輪界面反應的鏡面磨削	163
第七章	陶瓷的磨粒加工和超精密加工	167
7.1	磨粒加工的機構	167
7.1-1	以微小壓痕器的變形、破壞和加工	167
7.1-2	加工單位和變形、破壞	169
7.1-3	破壞韌性和表面損傷	171
7.1-4	以游離磨粒的加工狀態	173
7.2	玻璃的研磨、拋光加工	175
7.2-1	研磨加工的特性	175
7.2-2	拋光加工和其機構	180
7.2-3	透鏡的加工	184
7.3	陶瓷的研磨、拋光加工	187
7.3-1	電子用陶瓷的磨粒加工	187
7.3-2	絕緣用陶瓷的加工	187
7.3-3	元件用陶瓷的加工	191
7.3-4	磁性材料的加工	193
7.4	界面反應加工的機構	196
7.4-1	界面反應現象與對加工的應用	196
7.4-2	能利用在加工的界面反應現象	198
7.5	利用固體粒子的界面反應之拋光加工	203
7.5-1	加工特性	203
7.5-2	加工面性質	206
7.6	利用水的界面反應之拋光加工	209

7.6.1	加工特性	209
7.6.2	加工面性質	212
7.7	E. E. M	214
7.7-1	原理和裝置	214
7.7-2	加工的機構和特性	216
7.7-3	表面性質	218
7.8	流體浮上研磨	222
7.8-1	非接觸研磨的必要性	222
7.8-2	原理和裝置	223
7.8-3	加工特性和表面性質	225
第八章	陶瓷的切斷和穿孔	231
8.1	切斷、穿孔加工的意義和分類	231
8.2	利用外圓周刀刃作切斷加工	233
8.2-1	外圓周刀刃的特徵和用途	233
8.2-2	外圓周砂輪的切斷性能	234
8.2-3	切斷砂輪和切斷性能	236
8.3	利用內圓周刀刃作切斷加工	239
8.3-1	內圓周刀刃的特徵和用途	239
8.3-2	新式的內圓周刀刃砂輪之開發	241
8.4	利用複式線鋸作切斷加工	243
8.4-1	複式線鋸的原理和特徵	243
8.4-2	複式線鋸的適用例子和切斷性能	244
8.4-3	新型複式線鋸的開發	246
8.5	利用慣用多刃方式作切斷加工	247
8.5-1	慣用多刃方式的原理和特徵	247
8.5-2	慣用多刃方式的切斷性能	249

8.6	利用振動多刃方式作切斷加工	250
8.6-1	振動多刃方式的原理和特徵	250
8.6-2	利用 X 方向加振系統的振動多刃方式之切斷性能	252
8.6-3	利用兩方向加振系統的振動多刃方式之切斷性能	256
8.7	利用超音波作穿孔加工	260
8.7-1	超音波加工的原理和特徵	260
8.7-2	超音波電震板和擴大振幅用的搪磨工具	261
8.7-3	加工特性和加工效率的提昇	265
8.7-4	和低周波振動加工的比較	267
8.8	利用雷射作穿孔加工	268
8.8-1	雷射加工的原理和特徵	268
8.8-2	穿孔特性和問題點	271
第九章	陶瓷的接合	277
9.1	接合的意義和任務	277
9.2	接合法的分類	279
9.3	機械的接合法	279
9.3-1	螺栓結合固定	279
9.3-2	收縮配合	280
9.4	化學反應接合法	281
9.4-1	有機、無機接著劑接合	281
9.4-2	金屬助劑接合	282
9.4-3	氧化物助劑接合	283
9.4-4	化合物助劑接合	283
9.5	擴散反應接合法	287