

《国外机械工业基本情况》参考资料

# 磨料、磨具、人造金刚石

郑州磨料磨具磨削研究所

第一机械工业部情报所

## 出 版 说 明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，在党的十大精神鼓舞下，我国机械工业形势一派大好。广大革命职工，高举毛泽东思想伟大红旗，深入开展批林批孔运动，狠抓革命，猛促生产，巩固和发展了无产阶级文化大革命的丰硕成果，毛主席关于“**中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平**”的伟大号召，正在胜利地实现。

“**知彼知己，百战不殆**”。为了介绍国外机械工业基本情况，我们组织有关单位，按机械工业各行业分别编写出版一套《国外机械工业基本情况》参考资料。

毛主席教导我们：“……一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。”资本主义、修正主义国家的东西，必然打上资本主义的社会烙印和带有资产阶级的偏见。因此，在参考国外情况的过程中，必须遵照伟大领袖毛主席的教导，采取分析、批判的态度。

本册为磨料磨具和人造金刚石部分，编写单位为郑州磨料磨具磨削研究所。

由于我们水平有限，编辑工作中定有不少缺点和错误，请读者批评指正。

第一机械工业部情报所

一九七四年

# 目 录

## 国外磨料磨具行业基本情况

导言	1
第一章 国外磨料磨具行业概况	1
第一节 行业规模	3
第二节 行业内外构成比	8
第三节 特点和发展趋势	14
第四节 发展水平	15
第二章 国外磨料磨具行业主要企业情况	16
第一节 主要企业介绍	16
第二节 国外磨料磨具厂技术经济指标对比	33
第三章 国外磨料磨具产品情况	34
第一节 国外磨料产品的品种特点及用途	34
第二节 国外磨具的品种	38
第三节 磨料磨具产品的发展趋势	44
第四节 产品的标准化系列化情况概要	45
第五节 产品的制造及其工艺设备水平	45
第四章 国外磨料磨具行业的科研和学术活动	49
第一节 行业科研和管理的组织体制	49
第二节 近年的研究课题	50
<b>国外人造金刚石概况</b>	
第一章 金刚石的工业用途及重要性	51
第二章 人造金刚石的发展概况	53
第一节 美、苏、日、瑞典、南非、爱尔兰等国的人造金刚石发展简史	53
第二节 各国人造金刚石行业和企业情况	54
第三章 人造金刚石产品	59
第一节 各国人造金刚石产品种类、特点、用途	59
第二节 各国人造金刚石工艺	60
第三节 国外超高压设备	62
第四节 产品测试技术	63
第五节 人造金刚石磨粒的标准	63
第四章 国外人造金刚石的科研及学术活动	65
第一节 国外有关科研组织、体制、人员和科研动向	65
第二节 人造金刚石产品的发展趋势及有关问题的解决办法	65
第三节 新型超硬材料	68
第四节 行业性的国际组织、学术会议、出版刊物等情况	69
第五节 国外人造金刚石的特点	70

# 国外磨料、磨具行业基本情况

## 导 言

磨具是进行磨削加工的工具，磨料是构成磨具的主要原料。

磨削加工的历史可以追溯到远古的石器时代。但现代磨料磨具工业是在 1860 年第一台磨床出现以后才开始的。随着磨削加工的发展，磨料磨具不仅在品种和数量以及质量上有了较大的发展，而且从直接利用天然产物的磨料，过渡到人造磨料，并逐步发展成为生产工业体系的一个组成部分。

由于磨削加工的方式和要求不同，磨具大致可分为砂轮、砂瓦、磨头、油石、砂纸、砂布和研磨膏六大类。前四类统称为固结磨具，砂纸、砂布称为涂附磨具。人造磨料中包括刚玉，碳化硅以及金刚石和其他超硬质材料三大类。

## 第一章 国外磨料磨具行业概况

国外的磨料磨具工业大致是十九世纪末、二十世纪初在北美首先发展起来。美国的诺顿和卡普伦登公司，建立于十九世纪末，至今仍控制着大部分资本主义国家的磨料磨具生产和市场。本世纪二十年代，美国和加拿大的磨料磨具工业已初步形成体系，目前在这两个国家有 361 个磨料磨具厂（职工总数约 27000 人），其中磨料厂有十多家，规模较大的六家均设在尼亚加拉大瀑布区，利用当地便宜的水电资源进行生产。加拿大生产的磨料占美、加磨料总产量的很大比重，但加拿大的磨料厂几乎都是美国公司的分厂，生产的磨料结晶块全部运往美国进行制粒加工，只有少量（约 2% 左右）运回加拿大制造磨具。美国的磨具制造厂以中小型居多，遍布于各工业区。

西欧的磨具制造业发展得较早，英、德一些有名的磨具厂都建于十九世纪七十年代，但它的人造磨料工业却基本上是靠美国的技术和资本发展起来的，目前总生产能力相当于北美。西德、英、法、意是主要生产国，此外挪威、奥地利和瑞士在其电力资源区都建有相当规模的磨料厂。

日本于 1914 年开始生产磨具，1927 年开始生产磨料。到 1937 年磨料磨具产量分别达到 25000 吨和 28000 吨，在侵略战争以失败告终后，生产一落千丈，1950 年时产量分别降到 3700 吨和 5000 吨。到六十年代后期，随着钢铁、汽车和机床制造业的发展，磨料磨具的产量分别达到 13 万吨/年和 8.3 万吨/年，但七十年代初，已呈下降趋势，目前日本有 120 多家磨料磨具制造厂，人数约一万人，磨料磨具基本自治。

苏联的磨料磨具生产开始于 1932 年，目前磨料产量水平为 30 万吨/年，磨具为 25 万吨/年。

东德、捷克、波兰和匈牙利也建有一定规模的磨料磨具工业。

表1和表2分别列出国外一些磨料和磨具研制成功和投入生产的年代。

表1 国外一些磨料品种的研制和投产年代<sup>[1,2,3,4]</sup>

年 度	企 业 名 称	摘 要
1891	美国卡普伦登公司	碳化硅研制成功(于1906年投入生产)
1897	美国诺顿公司	棕刚玉研制成功(于1900年投入生产)
1910	美国诺顿公司	白刚玉研制成功
1925	美国卡普伦登公司	绿色碳化硅研制成功
1934	美国诺顿公司	开始生产碳化硼磨料
1936	美国诺顿公司	研制成功半脆性低钛刚玉(57A)
1938	美国诺顿公司	研制成功棕白刚玉混合磨料(19A)
1946	美国诺顿公司	单晶刚玉研制成功
1953	美国和瑞典通用公司	研制成功人造金刚石
1954	美国诺顿公司	研制成功微晶刚玉(44A)新品种
1957	美国通用电气公司	立方氮化硼研制成功
1962	美国卡普伦登公司	研制成功铬刚玉
1962	美国诺顿公司和卡普伦公司	研制成功高韧性磨料烧结刚玉(75和R61等)
1962	美国国际铅公司	研制成功高韧性钴钛磨料(TAM)
1962	美国诺顿公司	开始采用单晶刚玉和低钛刚玉的混合磨料(23A)
1963	美国埃克沙伦公司	研制成功钴刚玉(AZ)
1970	美国赛蒙兹公司	研制成功钽刚玉

表2 国外一些磨具的研制和投产年代<sup>[1,2,3,4]</sup>

年 度	国别或企业名称	摘 要
1760	法国	砂纸研制成功
1823	美国	建成天然油石厂
1825	印度	虫胶结合剂磨具研制成功
1830		开始生产天然树脂结合剂金刚石砂轮
1857	比利时	橡胶结合剂砂轮研制成功
1868		研制成功硅酸盐结合剂磨具
1872	美国诺顿公司	制成陶瓷结合剂磨具
1880		制成树脂结合剂磨具
1893		研制成功第一片碳化硅砂轮
1921	美国诺顿公司	开始制造磨纸浆砂轮
1923		酚醛树脂砂轮研制成功
1936	美国诺顿公司	开始制造金属结合剂金刚石砂轮
1942	美国诺顿公司	开始制造陶瓷结合剂金刚石砂轮
1948		研制成功强化树脂树脂砂轮
1964	美国卡普伦登公司	研制成功无心孔砂轮
1967	美国杜邦公司	研制成功聚酰亚胺金刚石砂轮

## 资料来源

- 〔1〕 L. Coes, Jr, Abrasives, 1971.  
 〔2〕 《精密机械》1973, №2.  
 〔3〕 Повышение качества шлифованных поверхностей и режущих свойств абразивно-алмазного инструмента. Минск. 1972.  
 〔4〕 Grindig & Finishing, 1963, №2, 22~27.

以下分节介绍各国磨料磨具行业的规模, 构成比、特点、水平和发展趋势。

## 第一节 行业规模

### (1) 美国和加拿大

美国磨料磨具行业的规模见表3。

表3 美国磨料磨具行业规模<sup>〔1〕</sup>

单位: 仟美元

年 份	企 业 数	职工总人数	生产工人数	生产净值	总销售额	备 注
1933	77	5857	4890	18810	30159	
1939	124	11321	7734	44765	71271	
1947	254	21042	16068	127954	225399	
1954	312	22345	15756	198983	349184	
1958	354	23955	15971	277706	490752	
1963	378	28170	18583	416415	740212	
1966	—	34900	23300	619900	1015600	
1967	361	27200	18900	420700	725000	

如按1967年的情况计算, 其总销售额(从历年的净产值看, 该总销售额大体相当于总产值)为7.25亿美元, 每个职工的年平均销售额(大体相当于劳动生产率)为2.66万元。1967年的净产值为4.2亿美元, 每个职工的年平均净产值为1.54万美元。由1958年至1967年的10年间, 总销售额由4.9亿美元增长到7.25亿美元, 平均每年增长率为4.7%。

美加两国近年来的磨料磨具产量及产值见表4和5:

表4 美、加两国磨料的总产量<sup>〔2〕</sup>

单位: 千吨

种 类	1961年	1962年	1963年	1964年	1965年	1966年	1967年	1968年	1969年	1970年
刚 玉	123	163.9	144	153.9	175	219.6	186	172.8	195.3	175
碳 化 硅	113	104	98	118	124	143.1	127.8	143.1	144.9	150.3
合 计	236	267.9	242	271.9	299	362.7	313.8	315.9	340.2	325.3

注: 原资料以短吨表示, 本表已折算成公吨

表5 美国磨具产值(销售额)<sup>[1]</sup>

单位: 百万美元

种 类	1954年	1958年	1963年	1967年
固结磨具	158	164	247	308
涂附磨具	112	127	176	236
合 计	270	291	423	544

由1961年至1970年的10年间,美、加两国磨料产量由23.6万吨增长到32.53万吨,平均年增长率为3.8%。而磨具产值在1958年到1967年的10年间由2.9亿美元增长到5.44亿美,平均年增长率为8.7%。1967年生产25万吨<sup>[9]</sup>固结磨具和9200万平方米涂附磨具,每个职工年劳动生产率分别为17吨和10000平方米。

美、加两国还从欧洲和日本进口部分白刚玉,并对等出口34000吨棕刚玉和12000吨碳化硅。

## 资料来源

- [1] Census of manufacture 1954.1958.1963.1967.  
 [2] G. P. 6424(1971) The Abrasive Products industry in 1969.  
 [3] 按产值估计的产量。  
 [4] Industry minerals, 1971. No45, 9~28.  
 [5] G. P. 13268.  
 [6] Maschinenmarkt, 1970, No73, 1633~1638.  
 [7] Станки и инстру мент, 1967, No11, 24~28.  
 [8] 《砥粒加工》, 1965年〔6〕No1, 5, 1969年No8~9, 28~32.  
 [9] 《セラミックス》, 1970年, No9, 755.  
 [10] 《マシナリー》, 1967年〔30〕, No4, 62.  
 [11] 《日本工业年鉴》, 1972年, 479~497.  
 [12] 《通产统计》, 1972年,〔25〕, No12; 1973年〔26〕, No4.  
 [13] 《セラミックス》, 1971年, No1, 79.

## (2) 西欧

1970年西欧的磨料总生产能力估计为35万吨。其中刚玉为20万吨,碳化硅为15万吨。主要生产情况见表6<sup>[4]</sup>。

表6 1970年西欧主要国家磨料生产情况

单位: 吨

国 别	产 量	其 中		进 口	出 口	消 耗 量
		刚 玉	碳 化 硅			
西 德	130000	100000	30000	25000	42000	113000
英 国	45000	45000	—	38000	3000	80000
法 国	60000	20000	40000	15000	15000	60000
意 大 利	20000	—	20000	3000	11000	12000
奥 地 利	30000	30000	—	3000	23000	10000
挪 威	55000	—	55000	—	50000	5000
瑞 士	10000	1000	—	—	5000	5000
共 计	350000	205000	145000	84000	149000	285000

西德是西欧最大的磨料生产国家，以生产刚玉为主。同时也是最大的刚玉输出国，据统计1969年出口了35000吨。但碳化硅的产量不足以维持国内需要，尚需由挪威和苏联等国家进口一部分。

英国的刚玉生产能力约为50000吨，它不生产碳化硅。近年来，每年需进口3~4吨磨料，其中50%为刚玉，主要来自加拿大，碳化硅来自挪威和意大利等国。

法国的磨料产量在西欧仅次于西德，用自己的矾土原料生产刚玉，因此成本比西德和美国约低20~25%。

奥地利有一家规模较大的磨料厂，生产各种品种刚玉磨料，年产量约为30000吨，本国磨具厂耗用量约为10000吨，其余则向欧洲各国出口。

挪威是欧洲最大的碳化硅生产国，其三家磨料厂均为美国的分公司，总生产能力超过55000吨。其中90%向国外出口。

西欧的磨具生产不像磨料那样集中，每个国家均生产一部分磨具，产量由几千吨到5-6万吨不等。西欧各国磨具的产量如表7所示。

表7 西欧磨具厂产量<sup>(1)</sup>

类 别	国 别	产 量	
		1961年	1970年
固结磨具(吨)	西 德	35690	46488
	英 国	44682	60000※
	法 国	19548	30000※
	意 大 利	7934	
	奥 地 利	5910	
	瑞 士	4230	
涂附磨具(千平方米)	西 德	39126	65000
	英 国	22400※	25000※
	法 国	16320	
	意 大 利	5750	
	瑞 士	4416	

注：※ 系按增长率推算的产量。

以西德为例1961年~1970年的10年间，固结磨具产量由36000吨增加到46000吨，平均每年增长3%弱，而在同期涂附磨具由3900万平方米增长到6500万平方米，平均年增长6%强，超过固结磨具的一倍。

1970年西德共有96家磨具制造厂，拥有职工共计11550人。其中固结磨具厂82家，职工7430人，每个职工年平均劳动生产率为6.3吨，涂附磨具厂14家计有职工4120人，每个职工年平均劳动生产率为1.57万平方米。按产值计算平均每年每个职工约43000马克。

西德也是欧洲最大的磨具输出国，1969年约有20%的固结磨具和40%的涂附磨具出口。其生产发展的特点是涂附磨具发展较快，60年代后期，涂附磨具的产值超过固结磨具产值。以1967年为最高，达到磨具总产值的54.3%。其原因为金属加工工业，首先是汽车工业以及木材加工工业大量采用砂纸和砂带。出口量增加也是一个原因。<sup>(2)</sup>

西德的96家磨具厂中，规模超过250人的已算大厂，最大的涂附磨具厂拥有职工约1100人，而固结磨具厂相对较小，500人以上的工厂只有两家。见表8。



表 8 西德磨具厂规模

规 模	各种规模企业的职工人数	
	固 结 磨 具 厂	涂 附 磨 具 厂
≤50	1255	45
51~100	950	120
101~250	1750	455
251~500	2425	1800
501~1000	1050	600
1000<	—	1100
总 计	7430	4120
工 厂 数(家)	82	14

西欧其他国家的磨具生产情况与西德类似，如英国有 60 多家磨具厂，约有职工 1 万人左右，年产砂轮约 6 万吨，砂纸、砂布约 2500 万平方米，砂轮制造技术高于西德，但涂附磨具的生产与使用水平较落后。法国和意大利的磨具厂都在 100 家以上，绝大部分都是小厂，职工人数均在 10~30 人之间，法国最大的砂轮厂杜尔施密特，约有职工 500 人；意大利最大的西马特砂轮厂，约有职工 120 人，而技术员只有两人。

(3) 苏联

苏联没有公布过磨料产量的绝对指标，其相对增长指数如表 9 [7]。

表 9 苏联磨料相对增长指数 单位：%

种 类	1940年	1946年	1950年	1955年	1967年
刚 玉	100	120.4	174.0	469.0	1150.0
碳 化 硅	100	178.0	324.0	481.0	1700.0

苏联于 1959 年磨料的产量为 14.6 万吨，根据这一数字推算，1967 年苏联的磨料产量估计为 30 万吨左右。即在这 10 年间产量约增长一倍。平均年增长率约为 7%。

苏联的磨具产量如表 10。

表 10 苏联磨具产量 单位：吨

年 度	产 量
十月革命以前	300
1922年	460
1940年	18100
1946年	26700
1950年	47000
1955年	85500
1956年	98100
1958年	111000
1959年	119000
1967年	260000(推算)

1967 年，苏联自称磨具量是 1940 年的 11 倍，若以此推算当年的产量约为 20 万吨，由 1957 年~1967 年 10 年间，苏联磨具生产量平均每年增长率为 7% 左右。

苏联磨料磨具工业的特点是工厂规模较大。1962年苏联有16家磨料磨具厂，计划改建其中的12家，并新建6个厂。1968年又分别在各个磨具厂进行车间扩建。据报导苏联列宁格勒的依里奇厂1967年的每个职工劳动生产率为18吨。

#### (4) 日本

日本的磨料、磨具历年的产量如表11。<sup>[8] [9] [10] [11] [12]</sup>

表11 日本的磨料、磨具历年产量

年 份	磨 料 产 量 (吨)	磨 具 产 量	
		固结磨具(吨)	涂附磨具(千米 <sup>2</sup> )
1937	5000	4800	
1941	25296	28000	
1950	3701	5016	
1951	6337	7844	3900
1952	7129	7692	3805
1953	9761	9115	4280
1954	11872	9821	3975
1955	12004	9687	4431
1956	19087	13744	5579
1957	22842	16799	5908
1958	18530	15250	6509
1959	23837	21550	8720
1960	34095	29600	9970
1961	48443		
1962	46785	36157	
1963	48186	41239	
1964	51210	44136	
1965	41252	40300	
1966	48243	46402	
1967	65948	54649	
1968	84380	64494	22140
1969	101234	76892	24420
1970	129252	83360	26820
1971		66711	

注：因资料来源不同，数字略有差异。

日本有磨料磨具厂120家。其中磨料厂9家，以盐尻的昭和电工磨料厂规模最大，产量占全国磨料总产量的50%以上；固结磨具制造厂70家，以吴制砥所，日本陶器和三井金属矿业等几家规模较大；涂附磨具制造厂约有40家，较大规模的均为外资开办的企业。

日本的磨具厂中，绝大多数为中小型企业，生产固结磨具的70家工厂中，拥有职工30人以内的22家，31~100人的34家，101~300人的12家，301以上的只有两家。87%厂家的资金都不超过5000万日元。

日本的磨料磨具工业，也像其他工业部门一样，60年代处于畸形发展之中。1960年~1970年10年间，磨料磨具产量分别由3.4万吨和3万吨上升到13万吨和8.3万吨。两项产量的平均增长率约为13%。但日本整个磨具工业的全员劳动生产率较低，据统计1965年以后，由于将原有65000个品种规格数量削减为12500个，职工劳动生产率已由1965年的6.4吨提高到1970年的10.8吨<sup>[13]</sup>。由此推算出磨具制造厂的职工总数约为8000人左右，估计

整个磨料磨具行业职工总人数超过1万人。

日本磨料磨具的进出口数量都不大，几年来每年出口的磨料约达4000吨，磨具2000~3000吨。约占年产量的3~4%左右，低于机械工业其他行业的出口率。

日本的出口价格比美国便宜1/3，但由于质量稍差，又加上缺乏使用技术的宣传指导，因此影响在国外竞销。只有手提型砂轮机以及切断用的砂轮质量较好，出口量会有增加。日本进口磨具较少，不到产量的1%，一般进口国内不生产的大型砂轮和特种精密磨具。进口的磨具主要来自美国和西德。

## 第二节 行业内外构成比

### (1) 磨料磨具与钢铁产量及机床拥有量的比例

磨料磨具工业作为整个工业体系中的一环，它与钢铁和机械工业的发展是密切相关的。根据西德对1960年至1969年磨料磨具生产情况的调查，其增长曲线与粗钢生产增长曲线的走向基本一致。可参阅图1。通常用每吨钢所要求的磨料产量和每台机床所要求的磨具消耗量来标志磨料磨具工业的基本水平。一些国家的情况见表12和表13。

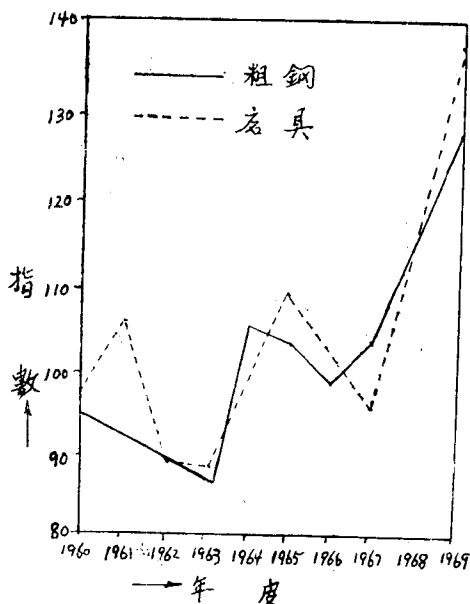


图1 西德的粗钢和磨具产量对比曲线

表12 1970年各国生产每吨钢的磨料生产水平<sup>[1]</sup>

国别	钢产量(百万吨)	磨料产量(千吨)	相当于每吨钢的磨料产量(公斤)	备注
美国	120.00	362	3	
苏联	115.00	300	2.6	
日本	93.42	129	1.3	
西德	45.10	130	2.88	
英国	26.80	45	1.68	
法国	22.50	60	2.66	
意大利	16.40	20	1.22	
瑞士	4.53	10	2.21	

表13 1970年各国的磨具消耗水平

国 别	磨 具 产 量 (千吨)	金属切削机床拥有量 (千台)	磨具消耗水平 (公斤/台(机床))	备 注
美 国	300	2620	115	
苏 联	250	3425	73	
日 本	83	824	101	
西 德	46	1300	36	
英 国	60(估计数)	728	82	
法 国	30(估计数)	600	50	

由表6中看出,美国、西德、法国、苏联等国家的磨料消耗水平都比较高,每吨钢消耗人造磨料约在2.6~3公斤/吨之间。美国自50年代以来保持在3公斤/吨左右、日本在50年代中期为1.5公斤/吨,近年来由于钢产量的大幅度上升致使比数有所下降、英国、意大利等国,由于进出口情况较复杂,磨料产量并不能反映该国的磨料使用水平。

磨具的消耗水平反映着一个国家加工工业的精密程度,每台机床消耗的磨具以美国和日本最高,分别为115公斤/台和101公斤/台,其次是苏联,英国和法国。西德的磨具消耗水平比美、日、苏、日低的很多,可能与涂附磨具的大量采用有关。(当然一个国家的磨具产量往往不等于它的实际磨具消耗量)。

60年代中各国的磨具消耗水平有所上升。美国由1960年时的81公斤/台(机床拥有量为253.7万台,磨具产量为20.6万吨)增至115公斤/台。美国磨床的拥有量在整个金属切削机床中的比例,一直保持在26%左右<sup>[3]</sup>。日本由1960年的50%公斤/台(机床拥有量为67.1万台,磨具产量3.4万吨)增加到101公斤/台。日本于1967年磨床的拥有量为11万台,占金属切削机床的13%,按产值计算,1970年磨床占14.4%<sup>[4]</sup>。苏联由1960年的56公斤/台,增至73公斤/台,1967年苏联磨床占金属切削机床总拥有量的21%<sup>[5]</sup>。1969年西德磨床产值占切削机床总产值17.6%<sup>[6]</sup>,英国为16%<sup>[7]</sup>。

### (2) 磨料磨具工业内部构成比

各国磨料磨具工业的内部构成比,依各国情况的不同而异。美国的磨料磨具工业有四个组成部分,其中包括非金属磨料、固结磨具、涂附磨具和金属磨料(见表<sup>[14]</sup>)

表14 1967年美国磨料磨具工业组成情况<sup>[15]</sup>

项 目	企 业 数	职工总人数	生产工人数	净 产 值 (万美元)	销 售 额 (万美元)
磨料磨具工业总计	361	27200	18900	42070	72550
其中人造非金属磨料	19	1300	1100	2970	12500
固结磨具(包括金刚石磨具)	154	14700	10060	22480	35950
涂附磨具	51	9000	5500	10980	19740
金属磨料	31	3100	1700	4670	7590

以总销售额计,美国磨料磨具业的内部构成比是:固结磨具占47.4%,涂附磨具26.1%,人造非金属磨料16.5%,而金属磨料为10%。但以净产值计,美国的人造非金属磨料只占7.2%,在职工总数中,人造非金属磨料也只占5%,这是由于美国的磨料有2/3来自其在加拿大的子公司。至于西欧各国由于其进出口情况复杂,故其产量不能反映其与需要相应的内部构成比。

### (3) 磨料生产品种及用途的构成比

人造磨料包括棕刚玉、白刚玉、黑碳化硅和绿碳化硅四个基本品种。各国的构成情况大致如表 15。

表15 几个国家各种磨料的产量构成比

国 别	年 度	磨 料 产 量 构 成 比 (%)			
		棕 刚 玉	白 刚 玉	黑 碳 化 硅	绿 碳 化 硅
美国和加拿大	1950	54.08	14.3	31.62	
	1959	40.40	14.2	45.40	
	1969	51	6.5	42.5	
	1970	46.50	7.3	46.2	
日本	1950	63	2.2	30.5	4.3
	1954	55.3	8.2	28.1	8.4
	1967	39.6	19.8	30.4	10.2
	1968	40	20	31.5	8.5
	1970	35	25.4	34	5.6
苏联	1955	76.3	10.4	13.3	
	1956	75.0	7.0	80	8.0(另外有其他磨料2%)
西欧	1969	60		40	

从表中可看出棕刚玉是人造磨料的基本品种。碳化硅的比重，近年来逐步上升，美国、日本现在已由过去的 30% 增加到 40~45%。刚玉系中、棕、白刚玉之比在美国保持 7:1 或 8:1 左右。即白刚玉占磨料总量的比重稍多于 10%，但在日本的白刚玉已由 50 年代占磨料总量不到 10%，逐渐达到近年的 25.4%。

碳化硅，特别是黑碳化硅和白刚玉的比重增长的主要原因，是由于耐火材料等非磨削用途的增长。例如美国用于非磨削用途的磨料早在 1959 年就占 40%，1968 年降至磨料产量的 25%，1970 年回升到 35.8%；日本由 1967 年的 1/3 增加到 46.6%。各国一般约有 50% 以上的黑碳化硅或白刚玉用于下列各种用途：

- ① 制造优质耐火材料。日本用于这项用途的磨料数量已赶上了生产固结磨具用量。
- ② 炼钢和炼铁工业中作为脱氧或造渣剂。在美国约有 50% 以上的黑碳化硅作为脱氧剂使用，而苏联则用刚玉作冶炼优质钢的造渣剂，其消耗量为每百万吨钢约用 2~2.5 万吨。
- ③ 用以制造避雷器、变阻器或其他电器材料。
- ④ 用以制造喷嘴、模具和发热元件等。

表 16 是日本 1970 年磨料用途的构成情况。

表16 日本1970年磨料用途构成比<sup>(%)</sup>

用 途	产 品 名 称	耗 用 量 (吨)	%	备 注
磨 削	砂 轮	52284	41	
	砂纸砂布	4836	3.8	
	微 粉	6200	4.9	
	刚 砂	4714	3.7	
其 他	耐火材料	52323	41	
	发热元件	205	0.2	
	电气材料	499	0.4	
	其 他	1703	1.3	
	出 口	4757	3.7	

#### (4) 磨具产品内部构成比

##### 1. 固结磨具与涂附磨具

磨具包括固结磨具和涂附磨具两大系列。两个系列的产值构成比见表 17：

表 17 固结磨具和涂附磨具的产值构成比

国 别	年 份	固结磨具产值	%	涂附磨具产值	%
美国(千美元)	1942	79493	58.7	49672	41.3
	1954	158067	58.5	111893	41.5
	1958	164406	56.4	127387	43.6
	1963	247275	58.7	176273	41.3
	1967	308300	56.6	236400	43.4
日本(亿日元)	1968	154.5	73.6	55.5	26.4
西德(亿马克)	1956		60		40
	1966	2.2	46	2.6	54
	1969	2.95	48	3.2	52
	1972	2.7	50	2.7	50

涂附磨具的生产和使用水平，不同的国家有较大的差异。尤其是西德 50 年代中涂附磨具的产值占磨具总产值的 40~44%，60 年代一直保持在 50% 以上。以 1969 年为例，西德生产涂附磨具 6500 万平方米，产值为 3.2 亿马克，占磨具总产值 6.15 亿马克的 52%。西德涂附磨具所消耗的磨粒占其所生产的磨粒总量 35~40%，比英国的 15~20% 约高一倍。美国则自 40 年代以来，涂附磨具长期保持在 40% 左右。以 1967 年为例，其产量为 9184 万平方米，产值为 2.36 亿美元，占磨具总产值 5.45 亿美元的 43.4%。

日本使用涂附磨具的水平较低，50 年代用量很少，近年随着汽车、电气等工业自动加工的需要，同时也进口了一些砂带机，从而用量有了相当增长。1968 年日本涂附磨具的产量为 2214 万平方米，产值为 55.5 亿日元，约占磨具总产值 210 亿日元的 25%。

有的国家认为涂附磨具易于实现生产自动化，使用上也比砂轮方便安全。特别是砂带机的结构比较简单，制造成本低，加工面积大，生产效率高，更适于曲面加工。目前已能用砂带作强力重磨削和各种方式的加工。意大利和法国的一些砂轮厂，鉴于砂轮滞销，将砂轮厂原有一些生产设备改为砂布生产线<sup>[9]</sup>。

涂附磨具和固结磨具的用途，大体上作如下分工。

① 在精密磨削即必须严格控制几何形状时用砂轮，只要求外表美观，型面光滑的木材或金属的抛光等则用砂带。

② 外圆和无心磨削时，磨削宽度大、又不能采用较重的磨削压力时则用砂带，而磨削肩台、凹槽及型面则用砂轮。

③ 磨削橡胶和非铁金属材料用砂带较合适，磨削硬度大的材料如铸铁等，则使用砂轮可以取得较高的生产效率。

##### 2. 金刚石磨具与普通磨具

50 年代国外金刚石磨具的产量很少。除美国外，其他国家只有少量用于贵重的超硬质材料的研磨上。60 年代随着人造金刚石的生产，金刚石磨具逐渐形成了独立的体系。

美国 1947 年金刚石磨具的产值为 905.3 万美元，占固结磨具总产值 7949.7 万美元的

12%弱。到1967年金刚石磨具的产值达4560万美元，20年间产值增长了5倍。消耗金刚石将近900万克拉，金刚石磨具占磨具总产值的14.8%。

日本1960年用于砂轮上的金刚石，只有27.5万克拉，1968年达250万克拉，占当年的日本工业金刚石的消耗量300万克拉的5/6，产值约44亿日元。1970年日本生产了约400万克拉的金刚石磨具，产值约65亿日元，占磨具总产值的25%左右。

目前在一些主要工业国家中，金刚石磨具在硬质合金、玻璃、陶瓷、宝石等脆硬材料的加工中已基本上取代了普通磨具。国外正在大力开展用金刚石磨具磨削普通钢材的研究，并认为这是有前途的。据美国资料估算，如果美国普通碳钢产量中普通磨料磨削加工量的1/10由金刚石磨料来磨削，则每年就需耗用金刚石2000万克拉。

### 3. 刚玉磨具和碳化硅磨具

普通磨具按材质的不同可以分为刚玉磨具和碳化硅磨具两类、其所占的比重如表18。

表18 磨具按材质的构成比

国 别	磨具材质	构 成 比 %					备 注	
		1954年	1958年	1963年	1966年	1970年		1972年
美 国	刚 玉	68.6		72.5	67.0			按 产 值
	碳 化 硅	31.4		27.5	33.0			
西 德	刚 玉	81.2	78.8					按 产 量
	碳 化 硅	18.8	21.2					
英 国	刚 玉	73.9						按 产 量
	碳 化 硅	26.1						
日 本	刚 玉	70.6	76.2	71.8	71.4	79.1		
	碳 化 硅	29.4	23.8	28.2	28.6	20.9		
苏 联	刚 玉				85.0			
	碳 化 硅				15.0			

刚玉仍然是目前磨具的主要材质。碳化硅磨具的比重在美国约占30%。日本和西德约占20%，苏联约占15%。刚玉磨具的比重仍有增长趋势，其原因是：①碳化硅的非磨削用途大量增长；②金刚石磨具取代了一部分碳化硅磨具用于诸如硬质合金刃磨等方面；③刚玉系出现了一系列高韧性专用磨料，更适于制造用量越来越大的重负荷荒磨砂轮。

### 4. 陶瓷磨具和树脂磨具

目前所生产的磨具按结合剂来划分，主要有陶瓷、树脂和橡胶三种，其他如虫胶、硅酸盐、氧化镁结合剂等，或由于原材料缺乏，或由于加工范围有限，所占的比重很少，各国磨具按结合剂的构成比如表19。

由表19可以看出在磨具结合剂的发展上，以日本最为突出。1955年，日本的陶瓷磨具占磨具总产量的90%以上，而树脂磨具不到3%，1968年，树脂磨具的绝对产量已经超过了陶瓷磨具，1970年树脂磨具的产量已占磨具总产量的1/2，而陶瓷磨具下降到36.8%。美国的树脂磨具早在1958年就占磨具总量的40%。近10年来仍略有上升的趋势。西德的树脂磨具由1955年的22%上升到目前的41%，但这两个国家的陶瓷磨具比重，仍保持在50%以

表19 磨具按结合剂的构成比

国 别	磨具结合剂	结 合 剂 构 成 比 %						备 注
		1955年	1958年	1960年	1965年	1970年	1972年	
美 国	陶 瓷		43	49.5	50.7			按产值计算
	树 脂		40	43	41.9			
	橡 胶		5	7.5	7.4			
	其 他		12					
西 德	陶 瓷	71.8	68.3	63.8	55.9	52	47.0	按产量计算
	树 脂	21.7	25.7	30.6	37.1	41	45.5	
	橡 胶	6.5	6.0	5.6	7.0	7	7.5	
	其 他							
日 本	陶 瓷	92.7	76.5	67.7	47.8	36.8		按产量计算
	树 脂	2.9	16.5	26.3	36.3	50.1		
	橡 胶	4.4	7.0	6.0	15.9	13.1		
	其 他							
苏 联	陶 瓷	66	59.0				50~55 <sup>(12)</sup>	按产量计算
	树 脂	27	36.8				35~40	
	橡 胶	5	3.3				5	
	其 他	2	0.9				<5	

上。苏联的情况与西德相似，其陶瓷磨具与树脂磨具的比重分别为50%和40%。

树脂磨具增长的原因是这种结合剂的结合强度高、弹性好，防震能力强，可以通过加固，热压等方法以提高砂轮的转速和磨削负荷，从而有利于提高生产效率。它适于制造用量越来越大的荒磨、粗磨和切断砂轮。另外，随着化学工业的发展，树脂价格日趋便宜，加上树脂磨具的生产周期较短，已有可能使树脂磨具的生产成本低于陶瓷磨具。如日本在1968年每吨树脂磨具的价格为37.6万日元，低于陶瓷磨具的每吨37.91万日元。

橡胶结合剂在不同国家中发展情况也各有不同。在美国，其比重约占7.5%，在西德，约占3~4%，而在日本近年产量高达10000吨，约占总产量的16%左右。

### (5) 磨具用途的构成比

日本1972年磨具用途在各部门的构成比如表20。

表20 日本1972年磨具在各部门的构成比

需 要 部 门	需 要 量 (吨)	占 %	
钢铁业	16013	19.8	
铁道、车辆、船舶业	2178	2.7	
汽车制造业	6017	7.5	
机械工业	电气机械	1695	2.1
	精密机械	1623	2.0
	金属加工	3015	3.7
	轴承	3354	4.2
	其他机械加工	3874	4.8
其他	2511	3.1	
商业零售	40370	50	
合 计	80707	100	



由表 20 中可看出以钢铁工业部门的磨具需要量最大，其次是汽车制造和轴承工业。由于大部分商业另售量销于机械工业，机械工业各部门的磨具需要量应大大高于表列的数字。<sup>〔13〕</sup>

〔14〕

#### 资料来源：

- 〔1〕 Maschinenmarkt, 1970, [76], №73, 1637.
- 〔2〕 国家计委统计组，国外经济统计提要。
- 〔3〕 Grinding & Finishing, 1967, №8, 25.
- 〔4〕 《日本机械学会志》，1972年，〔75〕№，644, 110~118.
- 〔4〕 《日本机械学会志》，1972年，〔75〕№644, 110~118.
- 〔5〕 Станки и инструмент, 1967, №11, 24~28.
- 〔6〕 Maschinenmarkt, 1970〔76〕, №73, 1636.
- 〔7〕 上海科技情报所：《国外科技消息》1972.№3.
- 〔8〕 《日本工业年鉴》，1972年，479~492.
- 〔9〕 西欧磨料磨具考察报告之四(66), 103.
- 〔10〕 Industrial Diamond Review, 1971.№5, 184~188.
- 〔11〕 Синтетические алмазы, 1971, №6, 17~20.
- 〔12〕 Повышение качества шлифованных поверхностей и режущих свойств абразивно-алмазного инструмента, Минск 1972.
- 〔13〕 赴日机床与工具考察报告，第七分册。
- 〔14〕 《日本工业年鉴》，(1972年)。

### 第三节 特点和发展趋势

(1) 磨料磨具工业是机械工业中一个较小的行业，就规模而言，各国拥有人数不同，在几千人到2~3万人之间，就产值来说约占国民经济总产值的千分之一（美国的磨料磨具行业产值约10亿美元，日本约400亿日元，西德约5亿马克），但它是一个重要而不可缺少的高精度和高光洁度，一系列高效耐磨的工模具就无法推广使用。

(2) 由于行业小，磨料磨具在许多中小国家还没有形成稳固的专业体系，管理体制也不健全。苏联由国立研究所、其他国家多半靠协会来协调行业内部的事务和关系，实际上则为少数几个大厂所控制垄断。

(3) 从生产布局来说，几个工业水平较高国家，多半是磨料厂集中，而磨具厂分散。由于磨料生产的特点是耗电量大，每吨产品耗电量达几千度，因而许多磨料厂均设在水电资源比较丰富的地区，进行大规模的集中生产。磨具厂则除了少数大厂进行磨料、磨具、磨床配套生产外，绝大部分是中小规模的工厂，而且散布在各个工业地区，依靠外来原料，凭传统的操作经验，并与用户对口生产一两种具有特点的产品。

(4) 就产品性质来说，磨具由于材质、结合剂不同，再加上粒度、硬度以及形状尺寸等各种要求，其品种规格数以万计。据统计苏联磨具约有1万个规格品种。美国诺顿公司一家就有两万个规格品种。日本磨具的规格品种数在1965年多达65000个。

由于磨具行业多品种小批量生产方式，给生产机械化和自动化带来一定的困难，而且也影响着设备的更新以及生产效率的提高。为此，日本在机械工业振兴计划中采取分期分批削