

国外

硬质合金

冶金工业出版社

国外硬质合金

《国外硬质合金》编写组 编

冶金出版社

《国外硬质合金》一书，系根据近年来国外有关资料编写而成。

全书包括五编，共分二十四章。书中概要地介绍了国外几个主要硬质合金生产国家的产量、品种、质量、生产工艺特点以及主要厂家情况；着重介绍了国外硬质合金生产和检验中出现的新方法、新工艺和新设备；对国外各种硬质合金材料的进展及其发展动向做了较详细的分析，对 Al_2O_3 陶瓷刀具做了适当介绍；最后，书中对国外在硬质合金理论研究中的某些问题进行了粗浅的概括。

本书供从事硬质合金生产、科研的技术人员、工人和领导干部阅读，也可供有关院校粉末冶金专业的教师、学员参考。

国外硬质合金

《国外硬质合金》编写组 编

冶金工业出版社出版
新华书店北京发行所发行
冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 17 1/2 字数 493 千字

1976年12月第一版 1976年12月第一次印刷

印数00,001~10,600册

统一书号：15062·3238 定价（科三）1.65 元

毛主席语录

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

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。

洋为中用。

编 者 的 话

建国二十多年来，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，全国人民以阶级斗争为纲，贯彻执行党的“**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**”的总路线，硬质合金工业也和全国其它部门一样，取得了很大成就。

为适应我国硬质合金发展的需要，遵照伟大领袖毛主席“**洋为中用**”的教导，我们根据国外近十年来有关硬质合金的期刊、会议论文、专利、样本以及一些图书资料，经过整理加工编写成《国外硬质合金》一书，以期对我国从事硬质合金生产、科研的工人、技术人员和领导干部了解国外硬质合金的生产和科研情况有所帮助。

硬质合金工具材料在各工业领域中的地位日益重要，国外生产硬质合金的国家很多，本书仅选择了几个主要生产硬质合金的国家进行介绍。书中所叙述的硬质合金品种，主要是指其成分分类而言，至于合金形状、规格及其使用形式，实在名目繁多，非本书所介绍的范围。

硬质合金工业生产已有五十多年历史，而且形成了一个相对稳定和成熟的生产工艺。鉴于各国硬质合金生产工艺差别不大，因此，本书在“硬质合金生产技术编”中，仅介绍了一些国外近年来已采用或将来有可能采用的生产方法及设备，而对常用的生产工艺未做介绍。“硬质合金的检验编”的内容，亦按上述原则编辑。

硬质合金材料近年来发展较快。本书除简要叙述了各种硬质合金材料的历史外，用较多篇幅介绍了硬质合金材料的现状及其进展，对硬质合金材料的发展动向，也做了大致的估计。这些估计系根据一些文献的提示以及作者对大量文献资料的进一步分析、概括所得，供读者参考。考虑到国外许多硬质合金厂家都生产陶瓷工具以及由于出现了某些新牌号工具材料，使硬质合金和陶瓷工具的界限正在缩小，书中对 Al_2O_3 陶瓷工具材料也做了适当介绍。

“硬质合金理论研究概况编”主要是指对硬质合金体本身的研究

而言，对硬质合金生产过程中的原料制取、混合料研磨、压制、烧结、热压等工艺因素的研究涉及较少。

参加本书编写工作的有陆远明、张超凡、彭日登、黄义铭、肖玉麟、邓平、田金祥、张齐勋、薛波同志。

在编写本书的过程中，得到有关单位领导、工人和技术人员的大力支持和帮助，在此表示感谢。

由于编者水平所限，加之国外资料搜集不够全面，时间较为仓促，书中难免有局限性和不足之处，可能存在一些缺点甚至错误，恳请广大读者批评指正。

编 者

一九七五年九月

目 录

编者的话

第一编 各主要生产硬质合金国家概况

第一章 西德	1
第一节 概述	1
第二节 品种和分类	3
第三节 生产技术特点	8
第四节 主要硬质合金厂简介	10
第二章 瑞典	16
第一节 概述	16
第二节 品种和质量	17
第三节 生产技术特点	23
第四节 主要硬质合金厂简介	25
第三章 美国	28
第一节 概述	28
第二节 品种和分类	34
第三节 生产技术特点	37
第四章 日本	43
第一节 概述	43
第二节 品种和性能	48
第三节 生产技术特点	51
第四节 主要硬质合金厂简介	53
第五章 苏联	61
第一节 概述	61
第二节 品种和质量	62
第三节 生产技术特点	71
第四节 主要硬质合金厂简介	73

第六章 英国	77
第一节 概述	77
第二节 品种和分类	80
第三节 生产技术特点	82
第四节 主要硬质合金厂简介	85
第七章 奥地利	89
第一节 概述	89
第二节 品种和性能	89
第三节 生产技术特点	92
第四节 硬质合金科研工作	94

第二编 硬质合金生产技术

第八章 钨精矿处理方法介绍	96
第一节 经典碱法工艺	96
第二节 经典酸法工艺	101
第三节 碱法现代工艺	110
第四节 酸法现代工艺	118
第五节 其它方法	123
第九章 微细钨粉的制取方法	126
第一节 钨氧化物的氢还原	126
第二节 卤化钨氢还原	130
第三节 其它方法	134
第十章 制取碳化物的新方法	138
第一节 微细碳化物的制取	138
第二节 制取碳化物的其它方法	146
第三节 优质碳化钛的制取方法	149
第十一章 混合料制取的新方法	152
第一节 搅拌球磨	152
第二节 喷雾干燥	157
第三节 复合粉末	162

第十二章	热等静压	168
第一节	概述	168
第二节	热等静压工艺	173
第三节	美国巴特尔-哥伦布(Battelle-Columbus)热等静压机	174
第四节	瑞典ASEA昆塔斯热等静压机	179
第五节	热等静压设备的发展趋向	185
第十三章	真空烧结	188
第一节	概述	188
第二节	真空烧结炉	190
第三节	真空烧结的发展趋向	214
第十四章	硬质合金残料的回收方法	218
第一节	氯化法	218
第二节	锌熔法	220
第三节	酸碱法	222
第四节	机械粉碎法	227

第三编 硬质合金的检验

第十五章	硬质合金的检验	229
第一节	粉末粒度检验	229
第二节	合金物理性能检验	241
第三节	合金机械性能检验	247
第四节	合金组织结构检验	264
第五节	合金切削性能检验	281

第四编 硬质合金工具材料概论

第十六章	WC-Co合金	297
第一节	切削工具用WC-Co合金	297
第二节	矿山工具用WC-Co合金	301
第三节	耐磨工具用WC-Co合金	307
第十七章	WC-TiC-Co和WC-TiC-TaC-Co合金	314

第一节	概述	314
第二节	切钢合金的牌号和成分	316
第三节	切钢合金的进展	323
第四节	切钢合金的研制动向和发展趋势	330
第十八章	TiC基硬质合金	336
第一节	概述	336
第二节	TiC基合金的研究	343
第三节	其它类型的TiC基合金	351
第四节	TiC基合金的发展动向	355
第十九章	超细晶粒WC-Co硬质合金	359
第一节	概述	359
第二节	超细晶粒WC-Co合金的制造	362
第三节	超细晶粒WC-Co合金的应用	374
第二十章	涂层硬质合金	379
第一节	概述	379
第二节	国外涂层硬质合金的特点	390
第三节	涂层硬质合金的研究	394
第四节	涂层硬质合金的发展动向	400
第二十一章	钢结硬质合金	404
第一节	概述	404
第二节	钢结合金的牌号、成分和性能	406
第三节	钢结合金发展的主要特点	412
第二十二章	其它硬质合金	427
第一节	耐腐蚀硬质合金	427
第二节	氮化物硬质合金	435
第三节	铸造硬质合金	446
第四节	含HfC硬质合金	449
第五节	WC-钢硬质合金	454
第二十三章	Al ₂ O ₃ 陶瓷工具材料	460
第一节	Al ₂ O ₃ 陶瓷的起源和发展	460

第二节 Al₂O₃陶瓷牌号 463

第三节 Al₂O₃陶瓷工具材料的特性 467

第四节 新型Al₂O₃陶瓷 473

第五节 Al₂O₃陶瓷的发展动向 475

第五编 硬质合金理论研究概况

第二十四章 硬质合金理论研究概况..... 480

第一节 烧结致密化机理..... 480

第二节 硬质合金结构理论..... 484

第三节 硬质合金断裂机理..... 488

第四节 硬质合金碳化物相粒度..... 499

第五节 硬质合金碳含量..... 506

第六节 硬质合金粘结相..... 513

第七节 硬质合金热处理..... 517

第八节 硬质合金剩余应力..... 521

第九节 硬质合金磨损机理..... 528

第一编 各主要生产硬质合金国家概况

第一章 西 德

第一节 概 述

德国是世界上首先生产硬质合金的国家。1923年K·施律泰尔(Schröter)用粉末冶金法研制成WC-Co硬质合金^[1]。1926年德国克虏伯(Krupp)公司开始工业规模生产商标为Widia-N的WC-Co合金。1931年该公司又研制成WC-TiC-Co系切钢牌号Widia-X。特殊钢厂(DEW)稍晚于1929年才开始研制,1932年制成U1和U2的Titanit硬质合金(稍后称为S1和S2)。

随着硬质合金牌号的增多,德国硬质合金的产量也逐年增加:1926—1.1吨,1930—12.5吨,1935—48吨,1940—125吨,1944年产量达到500多吨(穿甲弹芯产量未计算在内)。第二次世界大战后的一、二年硬质合金工业处于停滞状态,直至1946年才逐渐恢复生产。当时生产厂主要有克虏伯公司和特殊钢厂。随着生产的恢复,1950年克虏伯公司研制成WC-TiC-TaC-Co通用硬质合金。西德硬质合金的产量1958年为180吨,1960年为220吨,目前月产能力为80吨。西

表 1—1 西德十多年来大致产量

年 份	产 量 (吨)	年 份	产 量 (吨)
1961	329	1967	649
1962	288	1968	} 月产量达到60~70[3]
1963	285	1969	
1964	306	1970	
1965	} 600, 月产量50[2]	1971	} 660[4]
1966		1972	
			650[5]①

① 不包括防滑轮胎螺栓。

德近十年产量列于表1—1。

西德硬质合金发展情况见表1—2。

表 1—2 西德硬质合金发展情况

年 份	内 容
1923	压制、烧结WC (6.12% C) 和10%Co 混合料制成合金
1926	市销WC-6%Co烧结的硬质合金
1929~1930	使用两种碳化物固溶体制取合金,特殊钢厂以 Titanit 商标销售TiC + WC + Co合金 (S牌号);制成80%WC、14%TiC 和 6%Co + Ni合金;制成42.5% Mo ₂ C、42.5%TiC、14%Ni、1%Cr硬质合金;发表4~5%C的WC和3%Co的热拉丝模;发表用于凿岩工具和模具的11%Co 硬质合金和成分与G1相同而粒度细的H1合金
1931	制成8.5%TiC、86.5%WC、5%Co(WidiA-X) 合金
1932	工业生产WC-15%Co 硬质合金 (G3)
1935	制成4~5%TiC、8~15%Co、其余为WC的硬质合金 (S3)
1938	制成H 167牌号、切削硬度大的冷铸模、后称为H2, 制成含 TiC 为 25%的WidiA-F1合金
1940	开始使用由WC + TiO ₂ + C制成的TiC-WC固溶体生产S1和S2
1941	制成65%TiC、25%VC、3%Cr ₃ C ₂ 、2%Ni、5%Fe硬质合金
1943~1945	制成V814无钨硬质合金,成分45%TiC + 45%VC + 10%Ni或7%Ni + 3%Co
1950	制成WC-TiC-TaC-Co合金,牌号有FT1, TT1, TT2, TT3
1951	制成含 25%Co 以上的硬质合金和拉丝模用TT4和TT5 合金以及耐氧化的WC-Ni-Cr, Cr ₃ C ₂ (TaC, TiC, WC)Ni(Co, Cu) 合金
1952~1954	研制成可热处理的TiC-钢和TiC-WC-钢结硬质合金
1957	制成铣削牌号TT25和刨削用TT40 和 TT50, 以及高效率加工铸铁和钢材的AT15和TT15
1967	发表特细晶粒硬质合金
1969	公布了TiC涂层硬质合金〔5〕
1971	制成氮化钛涂层硬质合金
1973	公布两个专用于铣削的牌号: 铣削钢材用STi (P) 1254, 铣铸铁为 HTi (K) 3100

注: 本表1945年前的资料为德国的部分情况。

目前, 西德生产硬质合金的公司主要有十家〔6〕。此外尚有近百家工具厂生产自用的硬质合金刀具和异型产品。各主要公司的简况和所生产的牌号分别列于表1—3和表1—4。

表 1—3 西德主要硬质合金厂简况

序号	生产公司（厂）名称	地 址	商 标 名 称	生产规模
1	克虏伯公司维迪阿工厂	埃森/鲁尔	Widia	400~450吨/年
2	西德特殊钢厂	克雷菲尔德	Titanit	150吨/年
3	赫尔特硬质合金股份公司	纽伦堡富尔特	GH-Metall	15~18吨/月
4	西德山特维克分公司	—	—	150吨/年
5	律希林格·布尔巴赫钢铁公司	菲林根	Saramant	10吨/月
6	毕勒尔兄弟公司	杜塞尔多夫, 新址卡 波芬贝格	Böhlerit.	10吨/月
7	布德鲁斯特殊钢厂	维茨拉尔	Miramant	—
8	瓦拉拉姆硬质合金公司	埃林/鲁尔	Wallram	7~8吨/月
9	拜耳轻金属股份公司	瓦尔斯塔特市	Unit	—
10	杜里阿硬质合金厂	诺依斯/莱茵	Duria	—

第二节 品种和分类

现在, 西德的硬质合金品种有以下几种:

纯WC-Co硬质合金, 粒度0.5~5微米, Co含量2~30%;

WC-TaC-Co硬质合金, TaC含量0.5~3%;

WC-TiC-TaC-Co硬质合金, TiC + TaC含量3~64%, Co含量5~20%;

TiC-Mo-Ni硬质合金, TiC含量70~75%, Ni含量10~18%;

WC-Ni硬质合金, 镍含量2~30%;

含WC的或不含WC的 Cr_3C_2 -Ni或 Cr_3C_2 -Co合金, Cr_3C_2 含量2~90%; Ni或Co含量10~20%;

TiC、TiN或碳氮化钛涂层硬质合金;

钢结硬质合金。

其中, WC-Co、WC-TaC-Co和WC-TiC-TaC-Co合金的成分和性能列于表1—5。

碳化钛基硬质合金虽然出现较早, 但因性脆而限制其应用范围的扩大。目前此类合金性能有所改进。例如, 已市销的 Widia-TT03S 碳化钛基合金适用于钢材的通用加工; 瓦拉拉姆硬质合金公司也生产出WT80、WT60和WT50三个牌号碳化钛基合金。

表 1—4 西 德 主 要 硬 质

商标名称	制 造 厂 名	切 削 加 工 用 硬 质 合								
		耐 磨 性 ← P 类 →								
		P01	P05	P10	P15	P20	P25	P30	P35	P40
Widia	克虏伯公司维迪阿 工厂	E115	E115	E115	E115	E125	E125	TT30		TT40
		TT02	TT03S	E125	E125	TT20	TT25			
		TT03S		TT03S	TT03S					
		TT04		TT10	TT15					
Titanit	西德特殊钢厂	STi02	1150	1150	1150	1150	1250	1250	1250	1250
		STi03	STi05	STi10	STi15	1250	STi25	STi30		STi40
						STi20				
Miramant	布德鲁斯特殊钢厂	MiS02	MiS05	MiS05	MiS15	MiS15	MiS25	MiS25	MiS35	MiS35
				MiS15		MiS25		MiS35		MiS45
Wallramant	瓦拉拉姆硬质合金 公司	WS03	WT80	WS10	WT60	WS20	WS25	WS30		WS40
		WT80		WT60		WT60	WT50	WT50		
Unit	拜耳轻金属股份公 司	UF03	US05	US10		US20	US24	US30		US40
Saramant	律希林格·布尔巴 赫钢铁公司		VS05	VS10	VS15	VS20	VS25	VS30	VTC225	VS40
			VTC215	VTC215	VTC215	VTC215	VTC225	VTC225		VTC225
						VTC225				
Hardwell	伯尔·密勒公司硬 质合金和硬质合金工 具制造厂	S02	S05	S10		S20	S25	S30	S35	S40
				S10S						
Böhlerit	毕勒尔兄弟公司			SB10	SB15	SB25 TiC	SB25 TiC	SB30	SBF	SB40
				SBF	SB25 TiC	SBF	SBF			SBF
				SBF						
CH-Metall	赫尔特硬质合金股 份公司		P05	P10	P15	P20	P25	P30		P40

合金厂的牌号对照

金的国际标准分类

初 性		耐 磨 性 ← M 类 → 初 性					耐 磨 性 ← K 类 → 初 性						
P45	P50	M10	M15	M20	M30	M40	K01	K05	K10	K15	K20	K30	K40
		AT10	AT15	AT20		AT40	E215 TH03	E215 TH05	E215 TH10	E215	E215 TH20	TH30	TH40
STi45	STi50	2150 UTi10	2150 UTi15	2150 UTi20	UTi30	UTi40	2150 HTi03	2150 HTi05	2150 HTi10	2150 HTi15	2150 HTi20	HTi30	HTi40
MiS45	MiS45	MiA15	MiA15	MiA15	MiA25	MiA40	MiH05	MiH05	MiH10		MiH20	MiH40	MiH40
	WS50	WA10		WA20		WA40	WH03	WH05	WH10		WH20	WH30	WH40
	US50	UA10		UA20	UA30	UA40	UH03	UH05	UH10	UH15	UH20	UH30	UH40
	VS50	VU10	VTC110 VTC225 VU15	VU20 VTC225	VTC225	VU40 VTC225	VH03	VH05 VTC110	VH10 VTC110	VTC110	VH20 VTC110		VH40
	S50	A10		A20	A30	A40	H03	H05	H10		H20 H10N	H30	H40
	SB50	EB10	EB15	EB20	EB30	EB40		AB05	HB10 HB10S		HB20	HB30	HB40
P45	P50	M10	M15	M20	M30	M40	K03	K05	K10		K20	K30	K40

表 1—5 西德硬质合金符

按加工材料 分 类	按应用分类	特 征①	化 学 成 分 (%) ②			比 重 (克/厘米 ³)
			WC	TiC + TaC	Co	
P 类 钢, 铸钢, 长 切屑的可锻铸铁	P01.2	↑ (2)	30	64	6	7.2
	P01.3	↑	51	43	6	8.5
	P01.4	↑	62	33	5	10.1
	P05	↑	77	18	5	12.2
	P10	↑	63	28	9	10.7
	P20	↑	76	14	10	11.9
	P25	↑	71	20	9	12.4
	P30	↑	82	8	10	13.1
	P40	↑	75	12	13	12.7
	P50	(1) ↓	68	15	17	12.5
M 类 钢、铸钢、硬质 锰钢、合金铸铁、 奥氏体钢、铸钢、 球墨铸铁、高速钢	M10	↑ (2)	84	10	6	13.1
	M20	↑	82	10	8	13.4
	M30	↑	81	10	9	14.4
	M40	(1) ↓	79	6	15	13.6
K 类 铸铁、高硬度 铸铁、短切屑的 可锻铸铁、淬火 钢、有色金属、 非金属、合成材 料、木材	K 01	↑ (2)	92	4③	4	15.0
	K 05	↑	91	3③	6	14.5
	K 10	↑	92	2③	6	14.8
	K 20	↑	92	2	6	14.8
	K 30	↑	89	2	9	14.4
	K 40	(1) ↓	88	—	12	14.3
耐磨零件	G 05	↑ (2)	92	<2	6	14.8
	G 10	↑	93	<1	6	14.8
	G 15	↑	90	<1	9	14.4
	G 20	↑	88	<1	12	14.2
	G 30	↑	85	<1	15	13.7
	G 40	↑	80	<1	20	13.5
	G 50	↑	75	<1	25	13.1
	G 60	(1) ↓	70	<1	30	12.8

① 箭头 (1) 方向, 硬度、耐磨性、切削速度增加; 箭头 (2) 方向, 硬度、耐磨性减

② 西德硬质合金厂的平均值, 例如Böhlerit、Titanit、Widia,

③ 还含有VC。