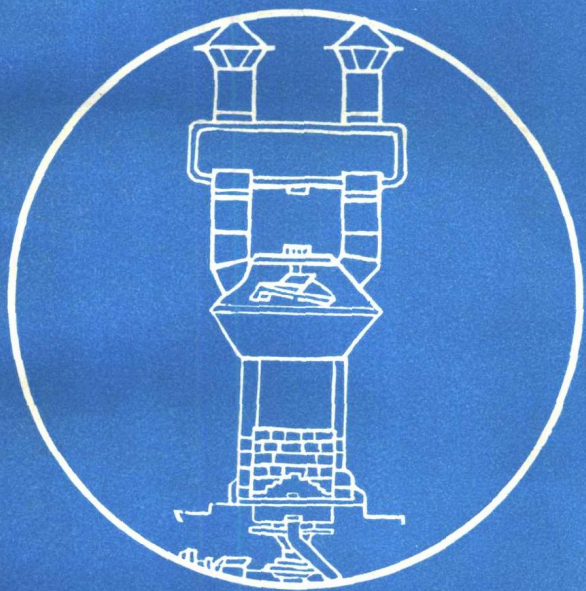


小水泥技术文集

第五集



四川省小水泥技术情报网

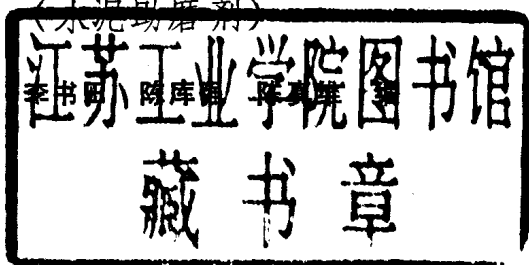
59
023
5

小水泥技术文集

第五集

(水泥助磨剂)

朱宪伯



四川省小水泥技术情报网

出版说明

党的十一届三中全会后，我国地方小水泥工业得到了很大的发展，但普遍反映可供参考的技术资料不足，为此，我网愿为补充这“不足”贡献一份力量。并以小水泥技术丛书形式陆续编辑出版。

为了向同行们提供必要的、多方面的技术信息，除部份专著可以定名外，大多在一集中包含许多方面的内容，因此将丛书书名定为《小水泥技术文集》。愿为您的工作顺利开展起到一定的帮助作用。

本套丛书因内容、册工不限，恕不能列出每册要目；著者也不能一起编入此处。在此，对支持我们工作的所有著者一并致谢！

限于水平，在编辑出版中，错误和不当之处在所难免，希大家在应用和生产实践中加以验证，并提出宝贵意见，让今后的《文集》编得更实用些。

小水泥技术文集

第五集

四川省小水泥技术情报网 编辑出版

四川省自贡市沿滩印刷厂 印刷

1988年6月

内部交流

地址：四川省自贡市大安区凉水井

目 录

前 言	(1)
第一章 水泥助磨剂技术的发展概况·····	(3)
第二章 水泥助磨剂的技术经济效果·····	(6)
第三章 水泥助磨剂的种类及选择·····	(21)
第四章 水泥助磨剂的掺入量和掺入方法·····	(42)
第五章 水泥助磨剂对水泥与混凝土性能的影响···	(56)
第六章 水泥助磨剂的作用机理·····	(84)
结 语	(91)

前 言

我国水泥工业的能量消耗很高，每吨水泥的平均综合能耗折合标准煤 226 公斤，而在综合能耗中，电耗占 18.5%。在当前我国电力供应比较紧张的情况下，采取措施降低水泥电耗意义重大。

水泥生产中，电能主要消耗在物料的粉碎上。粉磨电耗大约占总电耗的 2/3，而粉磨过程中的能量利用率却很低。从理论上计算，粉磨能的有效利用率（用于增加物料新表面的所量占粉磨作业消耗的总能量之比）只有 1% 左右。为了降低能耗，提高效率，人们采取了两大措施：一是改善粉碎机械的结构，改进工艺流程和粉碎方式，以使更多的机械能通过粉磨介质作用于物料的粉碎上。在这方面的措施有：改进隔仓板和衬板的形式，改变磨机的长径比，加强磨内通风，寻求合理的研磨体级配，采取中间卸料两级粉磨，增添选粉设备等。其中效果较显著的是增加选粉机，可提高产量 15% 左右，但增加了设备投资和辅加的动力消耗；二是在粉碎系统中加入少量化学添加剂去影响粉磨的力学化学过程以达到提高效率的目的。这些化学添加剂就是助磨剂。助磨剂能显著提高粉磨效率（提高 15~20%），而投资少，见效快。近一二十年来的生产实践证明，这一措施对于高细快硬水泥的生产是必不可少的。

本书是在收集了国内外有关水泥助磨剂的大量文献资料

的基础上，经过归纳整理编写而成的。书中介绍了水泥助磨剂技术在国内外的发 展概况，使用助磨剂的技术经济效益，以及助磨剂对水泥和混凝土性能的影响，着重介绍了可选为水泥助磨剂的各种化学物质的成分，性质，来源和生产上使用助磨剂的方法。本书的目的是想为国内同行提供这方面的比较系统，全面的情报资料，促进这项新技术的推广应用，为水泥行业提高质量，降低电耗做出贡献。

由于编者学识有限，书中缺点错误在所难免，恳请读者批评指正。

本书承原四川水泥研究所，华南工学院，国家建材局技术情报标准研究所，广州水泥厂、柳州水泥厂，广东省化工研究所，广东省建材工业设计科研所等单位许多同志的支持，如：肖启恒、张瑞美、杨伟良、黄参吾、郭昌奎、徐昌维、樊立言、于纪英等，提供了大量信息及资料，在此一并表示衷心感谢。

编 者

一九八七年五月

第一章

水泥助磨剂技术的发展概况

水泥助磨剂技术的发展史，最早可以追溯到波特兰水泥的发明者英国人阿斯普丁（Aspdin）的年代——1824年。这位波特兰水泥的鼻祖当年就曾经使用过包括煤和水在内的许多天然物质来提高他的磨机效率。但是，“助磨剂”这一概念以及它对水泥工业的粉磨作业所起的重要作用正式为水泥界所认识，则是本世纪三十年代以后的事。自一九三〇年英国人高达（Goddard）^[6]以树脂作为助磨剂在英国首先取得专利以来，有目的寻找和研究水泥助磨剂的工作就开始了。五十多年来，人们先后试验了醋酸、磷酸盐、木质素磺酸盐、乙二醇、酚等上百种无机和有机化学物质。公布了许多助磨剂专利。其中有一九三五年美国人肯尼迪(kennedy)和马克(Mark)^[7]以三乙醇胺和木质素磺酸钙的混合物(取名TDA)为助磨剂的美国专利；有一九五二年特劳特曼(Trautmann)^[10]以桐油和沥青为助磨剂的德国专利；有一九六五年公布的乙酰乙醇胺基醋酸盐(取名HEA—2)为助磨剂的德国专利等。

从六十年代以来，工业发达国家，象西德，美国，日本和苏联等，对水泥助磨剂的研究和应用越来越广泛。不仅市场上有越来越多的商品助磨剂出售，而且在相应的国家标准中也列入了有关助磨剂的条文（例如ASTMC—465），对助磨剂的性质，用量等问题作出明确的规定，使助磨剂的研究和使用工作标准化，科学化。到一九六九年，掺用助磨剂生产的水泥在西德已占年产量的10%。

我国的助磨剂技术起步较晚。一九五八年前后只有少数水泥厂试验过煤，纸浆废液，肥皂废液等作水泥助磨剂，效果不够明显，有的还给水泥的品质带来不良影响。此后，除个别厂仍以煤为助磨剂外，研究工作基本中断了。国内比较系统地深入地对助磨剂进行研究和推广应用是从七十年代初开始的。由于我国化学工业的发展和水泥生产的迫切需要，四川水泥研究所⁽¹⁾、⁽²⁾、⁽³⁾从一九七一年以来又继续对水泥助磨剂进行研究。在实验室试验磨上，他们对几十种有机物的助磨效果进行了试验，发现了一些规律：在各种类型的有机表面活性剂中，大部分非离子型表面活性剂有良好的效果，阳离子和阴离子型表面活性剂稍次。根据这一规律，他们选择了效果较好而来源又广的几个品种在四川资中水泥厂、广西柳州水泥厂、山西大同水泥厂等单位进行生产试验。与此同时，抚顺、首都、吴淞等水泥厂也在试验，同济大学和华南工学院也开始这一课题的研究。这样，到七十年代中、后期和八十年代初，国内形成了研究试用水泥助磨剂的热潮。先后做过试验和使用助磨剂的厂除上述几家外，还有大连、哈尔滨、松江、唐山启新、中国、上海、光华、广州等水泥厂，作为助磨剂的物质有三乙醇胺、多缩乙二醇、二三

乙醇胺、乙二醇下脚料、三乙醇胺下脚料等。所有这些试验都收到了一定的效果。

随着水泥工业的发展，磨机日益大型化，磨内物料粘聚现象加剧；高强快硬水泥的生产，对水泥细度的要求提高；微介质、高冲击频率的新型粉磨设备的出现；石油危机造成能源的短缺，这些都促使水泥助磨剂技术的研究不断深化、应用日益扩大。可以预计，在水泥界科技人员和工人师傅的共同努力下，这项新技术也必将为我国的四化建设做出应有的贡献。

第二章

水泥助磨剂的技术经济效果

助磨剂的英语原名是grinding aids, 直译为“粉磨助剂”。顾名思义, 助磨剂的作用主要就是帮助粉磨过程的进行, 提高磨机的效率。除此之外, 助磨剂多数可以增加水泥的流动性, 便于输送、拌和, 减少(抑制)水泥在贮存过程中常常发生的“压实凝结”。

助磨剂的效果体现在以下几个方面:

一、提高磨机的台时产量。当对出磨水泥的细度要求维持不变时, 掺助磨剂可缩短粉磨时间(对于间歇磨)或提高磨机产量(对于连续磨), 增产的幅度通常在15—30%左右, 而磨制高细快硬水泥时, 增产幅度可达40%以上。产量提高的同时总电耗并不增加, 因此单位产品的电耗下降。

二、提高产品的细度[注]。在同样的粉磨条件下, 磨制同样的物料, 维持同样的产量, 掺助磨剂后, 产品的标准筛余显著减小, 比表面积显著增大。产品细度的提高, 常常带

注: 关于“细度”这一术语, 工厂常指筛余量, 这就容易造成误解, “细度”提高, 应是平均颗粒尺寸减小, 筛余减少, 而不是筛余增加。

来水泥强度的提高。

三、增加了磨内水泥的流动性，有利于磨机的正常操作，“满磨”现象减少。即使偶尔发生“满磨”，在瞬间内适当增加助磨剂用量，磨机很快可恢复正常。因此，有的水泥厂把掺助磨剂作为处理“满磨”的应稳手段。

四、增强了磨机对温度偏高的熟料的适应能力。1972年，柳州水泥厂为了及时完成20万吨出口水泥的生产任务，不得不使用了刚出窑的熟料（因熟料库存太少），入磨熟料温度高达190℃左右。由于熟料温度过高，磨内粘球现象十分严重，磨机产量急骤下降。在四川水泥研究所合作下，及时采用了多缩乙二醇作助磨剂，克服了粘球现象，保证了正常的粉磨进程。

五、水泥流动性增加后，提高了气力输送系统及空气选粉机的效率，降低了循环负荷量，使磨机系统的操作管理和质量控制更容易，产品合格率上升。

六、改善产品的粒度分布。许多试验资料表明，助磨剂在降低粗颗粒含量的同时又避免了“过粉磨”现象，减少了超细颗粒的含量，产品中最有用的粒级（5—30 μ 的颗粒数起）增多，至使水泥强度有所提高。

国内、外在试验磨和生产磨上使用各种助磨剂的实际效果见（表2—1）（表2—2）、（表2—3）、（表2—4）、（表2—5）。

必须指出的是，助磨剂的效果受三大因素的影响：一是助磨剂的本质与用量；二是被磨物料的性质与细度要求；三是粉磨设备的工艺条件。这些问题将在后续各章阐述。

关于使用助磨剂的经济效果，资料甚少。经济效果如

何，主要取决于助磨剂的成本。而不同的助磨剂种类、不同的来源，成本相差甚远。

个别资料提到西德所用醋酸铵、乙二醇、丙二醇等助磨剂的成本费用为每公斤0.24—0.40美元，而加入水泥中的用量为1公斤/吨水泥。使用助磨剂后降低了电耗，节省下来的电费略大于助磨剂成本开支，使总成本每吨水泥降低0.025美元。苏联某水泥厂用羊毛脂废料的钠盐部分代替三乙醇胺使用，每年却可以节约五万卢布。

国内有的水泥厂使用南京钟山化工厂和常州化工厂的副产品多缩乙二醇为助磨剂，其售价约在500—800元/吨，若以每吨水泥掺用1市斤（万分之五）计算，助磨剂成本为0.25—0.40元，再加上人工和设备方面所增加的开支，同节省的电费可能相当。

因此，使用助磨剂的效益目前主要体现在技术上：增产、节能、改善产品性质。除非从工业废料和副产品中寻找高效低价的助磨剂新品种，否则单从水泥成本来看收益是很有限。

最近国外有人指出：在直径达到和超过四米的现代化大型磨机中，当要求产品磨得很细时，没有助磨剂是不可思议的。这句话指出了助磨剂在将来水泥工业中所处的地位。

国外工业性粉磨中使用的助磨剂及其效果

表2—1

助磨剂名称或主要成份	掺入量 %	所磨的水泥种类	生产率提高 (%)	粉磨时间缩短 (%)	能耗降低 (%)	水泥比表面积 (cm ² /g)
二甘醇		普通水泥, 掺二水石膏		10—20		3200
乙二醇、丁醇废料		普通水泥, 掺半水石膏		50		4000
环氧乙烯	0.01—0.05	矿渣含量40% 水泥		10		
丙二醇	0.05	矿渣含量25% 水泥		25—40		
乙二醇	0.08—0.22	普通水泥	>20		10	增20%
木质素磺化物	0.01—0.02		>10			
二乙醇胺、三乙醇胺	0.03	纯熟料水泥	>20	13		
		普通水泥	20—30			增25%
			10—15			

国外工业性粉磨中使用的助磨剂及其效果 (表2—1 续)

助磨剂名称或主要成份	掺入量 %	所磨的水泥种类	生产率提高 (%)	粉磨时间缩短 (%)	能耗降低 (%)	水泥比表面积 (cm^2/g)
向日葵油皂类物质			34		25	
醋酸胺			15—20			
二乙基碳酸盐			20—30			6000—9000
羊毛酯乳状废液			30—40			
尿素	0.1			15		
硬脂酸一酯	0.05			16		
十二烷基苯磺酸铵	0.05					
ФФекТ ДХТИ		矿渣水泥	50			

西德一些生产磨机助磨剂工业试验粉磨效果

表2—2

磨机规格 (m)	系 统	助 磨 剂 品 种	加 入 量 (%)	比 面 积 (cm^2/g)	增 产 (%)
$\phi 2.2 \times 13.0$	开 路	乙 二 醇	0.04	2850	47
$\phi 2.6 \times 13.6$	闭 路	胺 基 醋 酸	0.03	3140	20
$\phi 2.0 \times 12.0$	开 路	三 乙 醇 胺	0.01	3300	27
$\phi 3.4 \times 12.2$	闭 路	三 乙 醇 胺	0.04	3500	15
$\phi 2.4 \times 14.0$	开 路	乙 二 醇	0.07	3800	36
$\phi 2.4 \times 14.0$	闭 路	丙 二 醇	0.05	5000	55

■ 内水泥厂试用助磨剂后的经济效果 表2—3

厂名	磨机规格 mm	助磨剂		水泥品种	磨机产量		电耗		备注
		名称	掺量 (%)		产量 t/h	提高 %	度/吨	降低 (%)	
柳州	φ2.5×14	二	—	600*出口水泥	20.7		38.64		
		三乙醇胺	0.043	同上	28.83	39.3	27.75	28.0	
抚顺	φ2.2×13	"	—	600*普通水泥	17.3		38.54		
		"	0.014	同上	20.0	15.4	34.71	10.0	
大连	φ2.15×11	"	—	600*出口水泥	12.50		53.0		
		"	0.01		15.32	26.0	39.0	26.4	
大同	φ2.4×13	"	—		17.57		41.19		
		"	0.01	400*快硬水泥	20.00	14.0	37.70	8.4	
松江	φ2.4×12	多	0.02		21.80	24.0	33.26	19.2	
		缩乙醇	—	油井水泥	13		68.9		
			0.02		15—16	15—20	57.4	16.7	

国内各厂实验磨助磨剂助磨效果试验

表2—4

序号	厂名	实验磨情况	粉磨时间(分)	助磨剂		水泥品种	细度4900孔 %	比面积 cm ² /g	备注
				名称	产地				
1	柳州水泥厂	规格: $\phi 600 \times 600$ mm 动力: 2.6kw 转速: 48rpm 装球: 110kg	29	多缩乙二醇	太原化工厂	纯熟料水泥	6.3	2850	1972年12月 试验 试样为 5—7mm 筛选熟料
				不加	抚顺石油二厂	"	5.0	2920	
				0.02			4.6	2920	
		规格: $\phi 400 \times 500$ mm 动力: 2.6kw 转速: 48rpm 装球: 80kg	60	0.03			4.3	3035	
				0.05			4.1	3265	
				0.09					
		规格: $\phi 600 \times 600$ mm 动力: 2.6kw 转速: 48rpm 装球: 110kg	30	不加	钟山化工厂	普通水泥 (矿渣15%)	9.6	2790	1972年3月 试验
				0.02			4.8	3030	
				0.03			2.7	2950	
				0.038			2.9	2940	
				0.05			2.6	3141	
				0.062			2.3	3010	
				不加			5.8	2810	1976年8月 试验
				0.03			4.0	2830	
				0.05			4.5	2910	
				0.08			4.0	2890	