

86.1689

042004

ZYZ

湿碾混凝土

赵耀振 编

辽宁人民出版社

湿 碾 混 凝 土

赵 耀 振 编



辽宁人民出版社出版(沈阳市沈阳路二段官前里2号) 沈阳市书刊出版业营业许可証文出字第1号
北京新华印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

787×1092 耗 $\frac{1}{32}$ ·1 $\frac{1}{8}$ 印张·24,000字·印数:1—3,000 1960年8月第1版
1960年8月第1次印刷 统一书号:T15090·158 定价(5)0.10元

編 者 的 話

两年來，在党的正确领导下，积极学习苏联的先进經驗，我国建筑科学研究、設計和施工等单位对湿碾矿渣和爐渣混凝土做了許多的研究、試制工作，至今已經成功，并在各建筑施工单位广泛推广应用。

为了适应我国迅速发展的建筑工业对原材料供应的迫切要求，編者一考了苏联有关湿碾混凝土的文献，搜集了我省撫順、旅大等建筑企业在生产中的实际經驗和个人在实际工作中的体会，归納整理，編写成这本小冊子，以供建筑工人、工长和工程技术人员在生产中参考。但由于水平所限，時間仓促，錯誤……之处在所难免，希望讀者指正。

本书的写成，主要归功于撫順、旅大等建筑单位在研究、試制和生产上的成就。同时，在編写过程中，又得到辽宁省建設厅工程处許多同志的帮助，特此致謝。

編 者

1960年4月

目 录

編者的話

第一章	概述	1
第二章	湿碾机械加工的工作特点	3
第三章	湿碾混凝土的原材料和技术条件	4
第四章	湿碾混凝土組成成分的确定	10
第五章	湿碾混凝土的湿碾机械加工設備	14
第六章	湿碾混凝土的主要生产工艺	20
第七章	生产工艺及制品質量的檢查	27
第八章	湿碾混凝土的物理、力学性能	29
第九章	湿碾混凝土的使用范围	32
第十章	湿碾混凝土的发展展望	33

第一章 概 述

湿碾混凝土是一种新型的混凝土。它根据所用原材料的不同，現在一般常用的有二种。用炼铁高爐中排弃的矿渣为主要原材料制成的叫湿碾矿渣混凝土；利用各种鍋爐中的廢弃爐渣（也叫煤渣）为主要原料制成的叫湿碾爐渣混凝土。在这統称之为湿碾混凝土。

湿碾混凝土是把水渣（炼铁高爐中排出的熔融矿渣，經過水淬处理的）或爐渣，掺入石灰或水泥和石膏等活化剂，有时也掺入化学附加剂，如氯化鈣和塑化剂等，拌合后在輪碾机里加水进行湿碾，制成的活化胶砂再与骨材同时投入攪拌机里攪拌，經過震搗成型后，就制成了湿碾混凝土。因为矿渣或爐渣在这样湿碾的情况下，有如“活化”“苏醒”和“再生”的过程，所以通常也被称之为活化混凝土、苏醒混凝土或再生混凝土。

关于湿碾加工方法的研究，苏联早在1931年就获得了足够的重視。随后苏联学者在湿碾混凝土的理論及施工工艺方面的研究和生产等方面都取得了丰富的經驗。还在1937年11月17日，苏維埃人民委员会的指令中，就已建議把湿碾混凝土作为水泥混凝土的代用品。这种混凝土根据苏联和我国科学研究部門的試驗結果：湿碾矿渣混凝土經過一般的蒸汽和自然养护后强度可达 $600\sim 800\text{kg/cm}^2$ ，如經蒸压养护后强度尚能达到 1000kg/cm^2 以上。湿碾爐渣混凝土的强度較湿碾矿渣混凝土的强度略低些，但是，也可以达到 $300\sim 500\text{kg/cm}^2$ 左右。同时这种

混凝土的耐磨性不亚于石材，抗冻、抗渗和与钢筋的粘着能力比普通混凝土还高，其余如耐热和弹性模量等性能都不低于普通混凝土。

近一年来，这种混凝土的发展是非常迅速的，仅1959年下半年我国各地就生产了8000多 m^3 湿碾矿渣混凝土构件。其中，有加筋构件，也有无筋构件；有普通钢筋混凝土构件，也有预应力钢筋混凝土构件。石景山钢铁公司试制成功30吨的中、重级制的湿碾矿渣的预应力钢筋混凝土吊车梁。包头钢铁厂也曾试制成功18m的湿碾矿渣的预应力钢筋混凝土桁架。山西省晋东南建筑工程公司除了生产2000多 m^3 的一般湿碾矿渣混凝土构件外，还生产了湿碾矿渣的预应力钢筋混凝土芯棒构件，并利用它建成了五层高的办公大楼。

湿碾矿渣或炉渣混凝土，它随着我们党提出技术革新、技术革命和综合利用资源的号召后，越来越被建筑工作者所重视。现在各地都积极地发展这种混凝土的生产。推广湿碾混凝土是解决当前建筑材料不足的最有效、最彻底的措施，它可以少用甚至不用水泥就可以做出高标号混凝土，所用材料都能就地取材，它的成本较普通混凝土低30~50%。同时，利用它强度高的特点做成无筋的拱型楼板，可以代替钢筋混凝土楼板，使建筑物的耗钢量可以大大降低。因此它是最有发展前途的新型混凝土，除此，它更深远的意义在于：

第一，湿碾混凝土的出现，改变了人们对混凝土材料的固定看法。从来混凝土都是用水泥、砂、石做的。水泥是混凝土中不可缺少的胶结材料。历年来我们一贯重视水泥的节约，曾采取改善配合比、干硬性混凝土、掺合材料、塑化剂等等一系列节约水泥措施。这些措施是十分有效的，但它只能节约一部分水泥。湿碾混凝土则不同了，在这里水泥不是胶结材料而是

活化剂，且用量很少，甚至可以完全不用。从部分的节约水泥到可以不用水泥，这是一个重大的跃进。

砂、石看来不是什么貴重材料，但是用量很大，其成本占混凝土成本的 $\frac{2}{3}$ 左右。大家知道，湿碾混凝土是不用砂子的，它也可以用重矿渣、块炉渣代替石子，这样就自然可以大大降低混凝土成本，而且节约了砂石采运所需要的大量劳动力和大量运输设备。

这是混凝土材料的重大技术革命，这一革命将给我们带来巨大的增产节约效果。

第二，湿碾混凝土革了混凝土生产工艺的命。湿碾混凝土是直接把水渣或炉渣加工成混凝土，一道轮碾工序代替了水泥生产的全部过程。如果不用骨材，还可以免去搅拌过程，大大地简化了生产工艺，节约了许多劳动力和设备。

第三，湿碾混凝土是一种性能良好的混凝土，它完全不是混凝土要求中的配角，而是混凝土技术很有发展前途的角色。各种性能比起用水泥制成的混凝土来，都有过之而无不及。它是一种高强度混凝土的相当理想的材料，用它比水泥配制高强度混凝土容易的多。目前我们正在大量发展预应力钢筋混凝土结构，湿碾混凝土对此将能作出重要的贡献。

第二章 湿碾机械加工的工作特点

利用湿碾机械加工的方法，矿渣或炉渣的完全利用以及它从废料转变成为有价值的建筑材料的课题，才能获得解决。这种方法几乎对各种水硬性的潜在活性材料都是适用的。

在矿渣或炉渣内掺以适当比例的活化剂，即加入水泥或石

灰和石膏等材料，放入輪碾机里加水进行湿碾。在湿碾过程中同时产生化学活化和机械活化作用。这是普通混凝土中所沒有的特殊作用。它之所以不用水泥或者少用水泥能获得优等質量的原因，也就在这里。企图用任何干磨加工方法，同时获得化学活化和机械活化作用都是不可能的。

所謂化学活化作用，主要是由于石灰和水泥中所含的氧化鈣（ CaO ）和石膏中的硫酸鈣（ CaSO_4 ）的激发而产生的。氧化鈣的激发作用在于它对矿渣或爐渣周围包裹的氧化矽（ SiO_2 ）薄膜起一种中和、腐蝕的作用，并与其内部物質发生反应，生成具有一定强度、并保証混凝土安定性的硫鉛酸鈣結晶。湿碾机械加工就是能使这些物質的化学活化作用更充分更彻底。

所謂机械活化，是指矿渣或爐渣在湿碾过程中，同时发生輪碾、破碎和摩擦的外力作用。因而使矿渣或爐渣和活化剂顆粒之間，以及这些顆粒和水之間产生强烈的相互作用，混凝土就提前发生水化作用。由于湿碾加工的机械作用，使形成新的构成物不断被排除，顆粒表面被层层剝落，不断出現新的表面及胶凝物質。随着輪碾作用的繼續，新的表面及胶凝物質不断增加，水化作用将不断加剧，这給混凝土获得强度創造了优越条件。

第三章 湿碾混凝土的原材料和技术条件

如上所述，湿碾机械加工是在胶結材料結硬时，利用机械加工的方法，加速混凝土的水化作用。但是在加工的物質中，有現成的活化剂和矿渣或爐渣組成时，活化作用才能出現。假如沒有这些活化剂或矿渣、爐渣等活性物質，那么湿碾这些物質就不会成功。湿碾机械加工不能創造任何新的物質或活性，

在湿碾混凝土沒有足够数量的活化剂，沒有良好活性的材料，也容易造成生产上的錯誤和不能获得优等質量。因此預先知道矿渣或爐渣以及活化剂的特性是很重要的，从而对制品的質量有所把握，并可以帮助生产者独立地或借助試驗室作出現有原材料的技术鉴定，选择最符合原材料特性的配合成分。

水 渣

水渣是粒状的，就是高爐中熔融的矿渣經過快速冷却而成的。化学成分組成相同的水渣，由于爐前或爐后冷却時間不同，它的活性也有高有低。

在爐前快速冷却的水渣，是輕質的，乳白色或淡黄色的脆性材料，最具有活性。在干燥状态下容重为 $300 \sim 600 \text{ kg/m}^3$ ，最适合做矿渣矽酸盐水泥的摻料。一般炼铁高爐在爐前水淬比較困难，所以这种水渣的数量較少。

作为湿碾矿渣混凝土原料比較容易得到的是爐后水渣。这种水渣是重質粒状水渣，在干燥状态下容重是 $800 \sim 1000 \text{ kg/m}^3$ 以上，它是褐色、灰綠色或綠色的玻璃質結構。应该指出，重質粒状矿渣西方学者認為是无活性的，不适合制造水泥。苏联科学家的研究和生产实践駁倒了这一論点，并証明重質粒状矿渣是制造水泥的头等材料，也是制造湿碾矿渣混凝土的头等材料。如今，我們也証实了苏联学者这一論点的千真万确。

水渣的化学成分和普通水泥很相近，只不过CaO的含量稍少一些而已。其中：

Al_2O_3 ：水化后生成鋁酸盐結晶，是使湿碾矿渣混凝土获得强度和安定性的重要因素。

CaO：水化后生成矽酸二鈣和鋁酸二鈣。

SiO_2 ：除了部分經水化后生成矽酸盐外，其他部分則分布

在矿渣颗粒四周，起阻碍水化、降低矿渣活性的作用；

在 SiO_2 含量过多的情况下，水渣呈酸性，因此必须采用碱性激发剂使其中和才能收到较好的效果。

MgO: 从活性观点来评水渣时，其作用与 CaO 相同，不过它不能降低水渣粘度和不能增进它的活动性，但能生成较稳定的玻璃质结构。这对湿碾矿渣混凝土的水硬性是有好处的。

S 化物: 水解后能生成与之相对应的氢氧化物，增进活性。比如 CaS 水解后会生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，而代替 CaO 增进活性。

MnO 和 FeO: 能代替 CaO 生成低活性化合物，从而降低矿渣的活性。如果 MnO 和 FeO 与 S 化物相遇，能生成 MnS 或 FeS ，这样既削减了对增进活性有益处的 S 化物，同时 MnS 或 FeS 的体积变化也会使模板胀裂破坏。

由此可见，在水渣中的 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 和 S 化物的含量越多活性也越大。而过多的 SiO_2 、 MnO 和 FeO 对于增进水渣的活性不利。它的技术条件如下表：

指 标 名 称	硷 性 矿 渣				酸性矿渣	
	一級	二 級			一級	二級
		甲种	乙种	丙种		
硷性系数大于 $\frac{\text{CaO}\% + \text{MgO}\%}{\text{SiO}_2\% + \text{Al}_2\text{O}_3\%}$	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.65
活性率不小于 $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3\%}{\text{SiO}_2\%}$	0.25	0.25	0.20	0.17	0.40	0.33
氧化亚锰的含量($\text{MnO}\%$)不大于	2.0	5.0	4.0	2.0	2.0	4.0
硫化物中硫的含量($\text{S}\%$)不大于	3.6	3.6	3.6	3.6	不 規 定	

爐渣 (煤 渣)

未燃燒的煤不能進行濕碾機械加工，爐渣的活性是由燃燒化學變化過程的結果而來的。在原煤的成分里未燃燒部分含有粘土。這種粘土經過溫度 $400\sim 900^{\circ}\text{C}$ 的鍛燒生成燒粘土，是爐渣具有活性的原因，也就是爐渣最有效部分。如果鍛燒溫度低於 400°C 時，粘土仍然是原來的粘土，活性小。而當溫度超過 $900\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 時，粘土將分裂成非活性部分。這種鍛燒溫度常常是隨着原煤成分和鍋爐燃燒性質等不同而變化。當然，讓我們把這些都掌握，事實是有困難的。但是從爐渣色澤也能粗略估計出它的活性高低，活性較高的爐渣是有光亮的，並帶有紅的色澤。

存留在爐渣中的煤質，能大大地影響爐渣的活性，破壞長期強度的穩定性，這常常是我們最擔心的問題。這是由於未燃燒的煤質薄膜，在濕碾過程中阻礙和活化劑的相互作用。此外，未很好地在鍋爐中燃燒的煤質，未喪失其本身的能力，能在以後燃燒，有時爐渣有着火燃燒現象，有時未着火而漸漸的變成氣體。當這種現象發生在混凝土中的時候，它變成更多的孔隙而喪失重量，並且降低強度。爐渣在堆積中，常常發生煤質揮發物質的消失。不論看得見的自燃現象或是不容易看到的气化現象，陳旧的爐渣常較新鮮爐渣未燃燒的成分少，這就減少了它對混凝土的為害作用。同樣的原因，由爐膛中用干燥方法排出的爐渣常常繼續產生自燃，因此比用潮濕方法排出的活性為大，穩定性也較好。

各種形狀的爐渣，其特性的不同，在外形上不象高爐礦渣表現的明顯，所以爐渣的比較必須依靠化學分析和試驗室的試驗。它的技術條件常常如下列各值加以控制：

未燃燒的顆粒含量，即含碳量不宜超過20%；

含硫量（按算成 SO_2 ）不超过4%（按重量計）；

氧化鉛的含量越高越好，一般不应低于15%；

粒度在1.2mm 以下的粉狀顆粒含量不应超过 25%（按重量計算）。

活 化 剂

1. 水泥：为了改善湿碾混凝土的性能，可掺入少量的水泥。一般采用矽酸盐水泥，其标号不低于300[#]，如使用矿渣矽酸盐水泥时，其标号应不低于400[#]。

2. 石灰：应尽量采用生石灰，其技术条件亦应符合下列要求：

CaO含量不低于70%，MgO含量不大于10%；

石灰的磨細度，通过 4900孔/cm² 篩子，篩余量不大于20%；

石灰的消化程度不低于70°C，消化時間应在30分鐘以內；

石灰磨細后，必須严加保管，防止消化和碳化引起制品質量下降。每天应对石灰进行消化温度与消化時間的檢驗。每来一批新石灰还应作化学分析，測定CaO和MgO的含量。

3. 石膏：最好采用半水石膏，当然高强石膏更好，如条件不足也可改用二水石膏，但强度有所降低；

石膏的磨細度，通过4900孔/cm²篩子，篩余量不大于20%。

化学附加剂

1. 氯化鈣：既有激发作用，又有塑化作用，同时还能提高早强。不过在使用前应配成溶液。

但氯化鈣的掺量不得大于水渣重量的1.5%，如在加筋构件中掺入氯化鈣时，其活化剂必須有水泥，且水泥的用量不得

少于水渣的10%。

2. 塑化剂：掺入亲水性表面活性物质塑化剂，不但可以改进湿碾混凝土的和易性，提高混凝土密实性，还可改变混凝土晶体结构，提高混凝土的强度。

当矿渣或炉渣与石灰化合所生成的矽酸钙和铅酸钙之类的微小结晶，被表面活性剂即塑化剂的分子包裹起来，形成坚固的薄膜，限制了结晶体的生长。这时其他结晶开始生成，这样结晶就变小、变多，从而增加了混凝土的强度。

这种表面活性分子在颗粒表面及钻入矿渣或炉渣之间，起到滑润作用。它能协助碾磨机使颗粒更易粉碎，提高胶砂细度。因此塑化剂的适当掺用是十分必要的，其适当掺量一般为活化剂用量的0.5%左右。

骨 材

在湿碾混凝土中不掺骨材是可以的。但加入骨材，可以大量节约经过湿碾后的胶砂及其他附加剂，在经济上是有很意义的。因此适当加入骨材，混凝土强度与活化胶砂大致相同，且有提高的趋势。骨材在湿碾混凝土中可以起骨架作用，经过湿碾的活化胶砂本身强度很高，当加入石子后，通过胶结作用，活化胶砂紧密的包围骨材，硬化后制成坚固的整体，因而强度很高。

1. 制配较高标号的湿碾混凝土，适用碎石和卵石作骨材。对骨材的要求与普通混凝土的要求相同。

2. 制配 300# 以下的湿碾混凝土，可以用重矿渣作骨材。容重应大于 1200 kg/m^3 ，孔隙率小于45%，内部不得含有有机杂质，且无分解性能。

3. 制配200#以下的湿碾混凝土，可使用块状炉渣作骨材。

使用这种骨材必須严格地檢查其質量。含碳量不应超过20%，并有体积变化的均匀性及稳定性。不应含有垃圾、树叶等雜質。

注：分解性能試驗方法：一般常用的方法，是把重矿渣放在90~100°C烘箱內蒸煮5小时，用毛巾將試样表面水擦干，再放入105°C烘箱內干烘5小时，称为一个循环。經過反复五次循环，矿渣上发生酥裂、膨胀和外表皮剥落情形时，即証明重矿渣无分解性能，可充当湿碾混凝土的骨材。

快速鉴定法：即將重矿渣的化学成分进行快速分析，以CaO的含量多少来确定有无分解能力。即CaO含量超过45%时，就有分解的可能。但是，这种方法往往是不够可靠，除了CaO外，还需考虑其他成分。

目前比較簡便而又可靠的方法是：將矿渣置于800~900°C的高温下保持2小时，然后降到常温。如降温后不发生酥裂、膨胀和外表皮剥落情形时，証明它以后不会再产生分解現象。

第四章 湿碾混凝土組成成分的确定

湿碾混凝土的組成成分，是由主要原材料的选择和活化剂的选择来决定的。在每一个建筑地区內找到的原材料常常不只是一种，而是多种。每一种都有它固有的优点和缺点。正确地混合使用它們，常常可能得到沒有缺点的原材料混合物。这种混合不單純对不好的原材料有效，而且两种十分合适的原材料也可达到更好質量的混合物，比每一种原材料单独使用时，更具有活性。例如，輕質的乳白色、淡黃色、脆性的高活性水渣与重質的褐色、灰綠色、綠色、呈玻璃質結構的水渣混合物；爐渣与爐渣的混合物等等。

根据已有的經驗，就爐渣和矿渣两种原材料，可以作如下几种混合使用：

1. 酸性水渣 + 礮性水渣；
2. 重質的水渣 + 輕質的水渣；
3. 爐渣 + 礮性水渣。

在這些組成中，兩種原材料之一，比另一種較貴或具有較高的質量。經過混合後，比較低等的原材料摻加比較好的原材料，能使低等的原材料變為高等。那麼，比較貴的或過多活性的原材料，可以達到最大限度的節省。同時也應看到單獨使用貴的或過多活性的原材料，反而不如混合使用效果好。因此，混合使用原材料無論在經濟上或技術上，效果都是非常明顯的。

混合物中每一批原材料的比例，最好用試碾磨來規定。但是如果採用 1 : 1 作為一般的規定，或者原材料品種之一是比較貴的，比較少的时候，採用 1 : 1 到 1 : 2，甚至採用 1 : 3 或 1 : 4，是不會有更大的錯誤。

規定原材料的組成後，還應該選擇活化劑和它的摻量。選擇活化劑和摻量的原則是：既要保證混凝土要求的強度，又要考慮經濟地使用活化劑。活化劑成分中幾乎都含有 CaO ，它对濕碾混凝土的作用在上面已做了分析。但是還應清楚的認識到，酸性礦渣和爐渣對於 CaO 是絕對需要的，其數量應滿足原材料最徹底的化學結合。在其中摻以石膏可以顯著的促進它的水化作用，尤其是在爐渣中摻入石膏也是必需的。氯化鈣對於提高濕碾混凝土的強度和在自然養護下提高混凝土早期強度等作用，都是很明顯的。因此在一般情況下，混合使用活化劑，對增進混凝土強度是有好處的。實驗得出各種原材料的最好的活化劑摻量如下：

1. 對於礮性礦渣：
 - 1) 2 ~ 3 % 水泥；

2) 2~3%水泥+1%氯化鈣;

3) 3%石灰+2%石膏;

4) 3%的石膏。

2. 对于酸性矿渣:

1) 2%水泥+2%石膏;

2) 5~10%石灰;

3) 5~10%石灰+0.5~1%氯化鈣;

4) 5~10%石灰+1~2%石膏。

3. 对于爐渣:

1) 10~15%石灰+2%水泥或石膏;

2) 5%石灰+2%水泥+10~20%硷性矿渣。

活化剂的正确选择及其数量是关系湿碾混凝土强度高低的
重要条件。低估了这点和不善于正确地选择活化剂, 在實踐中
将造成原材料活性的降低。因此, 必須根据所用原材料的情
况, 加强試驗和研究, 找出每一种原材料和每一种原材料混合
物最适合的活化剂和恰当的掺合数量。

当原材料的組成和活化剂及其数量选择出以后, 还要繼續
确定經过湿碾后的胶砂和骨材的配合成分。

苏联南方建筑科学研究院, 对于湿碾混凝土的配合比設
計, 是在輪碾后活化胶砂做成 $70.7 \times 70.7 \times 70.7$ mm立方体試
块, 在硬練成型机上用3kg的錘冲击30次, 以80~90°C蒸汽养
护24小时, 經过抗压試驗, 求得活化胶砂强度, 再按下列計算
公式求得活化胶砂和骨料的配合成分:

$$C_H = \sqrt{\frac{C_R^2}{4} + \frac{100R_6 C_B}{AR_p}} - \frac{C_B}{2} \dots\dots\dots (1)$$

$$N_{9\text{ДН}} = 100 - (C_B + C_H) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

C_n ——湿碾混凝土中活化胶砂含量（以重量计%）；

C_B ——湿碾混凝土中用水量（以重量计%）；

R_p ——活化胶砂的活性（ kg/cm^2 ）；

R_0 ——湿碾混凝土的预定标号（ kg/cm^2 ）；

$N_{\text{砂}}$ ——湿碾混凝土中骨材含量（以重量计%）；

A ——系数，根据 $\frac{R_0}{R_p}$ 的比值确定。

$\frac{R_0}{R_p}$	0.15~0.2	0.25~0.45	0.5~0.55	0.6~0.65
A	—	0.20	0.18	0.15

由于矿渣和炉渣的种类很多，且现有的碾磨设备都没有标准型号，无论原材料或设备大都就地取材。利用这个公式，根据我国各地试验结果，不太符合我国的具体条件。同时这个公式是在确定胶砂活性的基础上，再以不同的胶砂与骨料比例来配制所要求的混凝土强度。这样胶砂用量是随着混凝土的强度而改变，当配制低标号混凝土时，胶砂用量很少，不能满足施工的和易性与稠度要求。实际上事先确定用水量，也不易准确。因此，我认为这个计算公式只能作试验时参考。为了保证施工方便，使胶砂与骨料保持一定的比例，采取调整胶砂的活性来调整混凝土强度的办法比较好一些。

活化胶砂与骨料的比例，一般是采用 $1:0.8 \sim 1$ ，这个比例对混凝土的强度要求是比较好的。但是，有些地区原材料不是很方便，为了节省胶砂起见，也可将骨材所占比例加宽，即采用 $1:1.25$ 或 $1:1.5$ 。这样胶砂的活性，必须提高碾磨细度