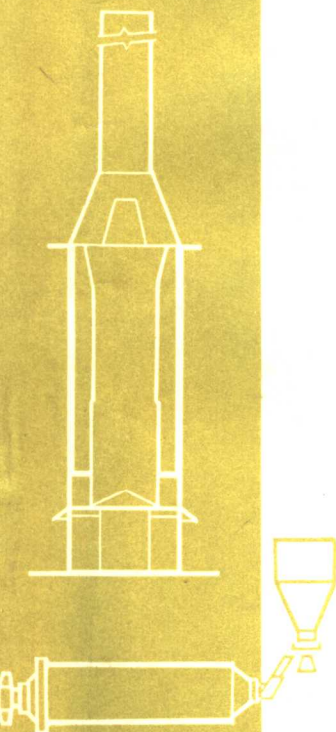


中-3563



“小水泥”技术丛书

无熟料水泥



中国建筑工程出版社

“小水泥”技术丛书

无熟料水泥

“小水泥”技术丛书编写组

中国建筑工业出版社

本书概要地介绍无熟料水泥的原料、品种、性能、生产工艺、用途和使用方法等，并扼要地说明无熟料水泥与普通水泥的相同和不同之处。特别是原料部分，本着因地制宜、综合利用的精神，对钢铁废渣、煤渣和煤矸石、其它火山灰质材料，以及石膏、石灰的化学成分，用于制造无熟料水泥的性能、质量要求都作了简明的介绍。本书可供无熟料水泥厂生产工人、技术人员及使用单位阅读参考。

本书由江苏省基本建设局组织江南水泥厂水泥工业设计院有关人员编写。

“小水泥”技术丛书
无熟料水泥
“小水泥”技术丛书编写组

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：2 1/2 字数：52千字

1973年9月第一版 1976年6月第二次印刷

印数：24,201—35,600册 定价：0.17元

统一书号：15040·3086

出版者的話

在毛主席制定的“以农业为基础、工业为主导”的发展国民经济总方针和一整套“两条腿走路”方针指引下，我国小水泥工业得到了蓬勃的发展。广大群众发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神，就地取材，土法上马，使一个个小水泥厂迅速建成，投入生产，有力地支援了农田水利建设和地方工业基本建设。目前，各省、市、自治区都在以路线斗争为纲，坚持为农业服务的方向，狠抓巩固提高，有计划地发展小水泥生产。

为了适应小水泥工业的发展形势，以及加强企业管理和进行技术教育的需要，我们请山东省建委、广东省建工局、江苏省基建局、浙江省基建局、四川省建委组织有关单位编写了这一套“小水泥”技术丛书，给小水泥厂广大职工提供必要的生产知识和技术资料。

这一套丛书共分为《水泥生产知识》、《原料与配料》、《粉磨》、《烧成》、《生产设备》、《化学分析与生产控制》、《简易物理检验》和《无熟料水泥》八个分册，将陆续出版。

这一套丛书从当前大多数小水泥厂的实际情况出发，重点介绍年产量在一、二万吨左右的小水泥厂有关生产设备、操作技术以及简易检验方法等。为了便于新工人学习技术，有些分册还专门写了一些基础知识。

在编写过程中，承蒙山东省建委、广东省建工局、江苏省基建局、浙江省基建局、四川省建委的大力支持，组织编

VI

写人员深入到小水泥厂作了一些调查研究，收集了有关的技术资料，征求过一些小水泥厂工人、技术人员的意见；同时还得到国家建委设计、科研单位的帮助。“小水泥”技术丛书编写组同志，集体讨论审查了各分册的具体内容，力求使这套丛书能适合初中文化程度的广大职工阅读。但是，由于小水泥工业是个新事物，经验总结得还不够，书中缺点、错误在所难免，希望广大读者提出意见，以便再版时订正。

毛主席语录

社会主义不仅从旧社会解放了劳动者和生产资料，也解放了旧社会所无法利用的广大的自然界。人民群众有无限的创造力。他们可以组织起来，向一切可以发挥自己力量的地方和部门进军，向生产的深度和广度进军，替自己创造日益增多的福利事业。

目 录

第一章 概述	1
第二章 哪些原料可以制造无熟料水泥	5
第一节 炼钢炼铁的废渣	5
第二节 煤渣与煤矸石	15
第三节 其它火山灰质材料	19
第四节 赤泥和磷矿渣	23
第五节 石膏	24
第六节 碱性激发剂	28
第七节 外加物	31
第三章 无熟料水泥的品种	33
第一节 无熟料水泥能够结硬的道理	33
第二节 石膏矿渣水泥	36
第三节 石膏化铁炉渣水泥	41
第四节 钢渣水泥	42
第五节 石灰矿渣水泥	43
第六节 石灰火山灰质水泥	43
第七节 赤泥硫酸盐水泥	45
第四章 怎样生产无熟料水泥	46
第一节 一般生产工艺	46
第二节 质量控制上须注意的问题	46
第三节 劳动保护	54
第五章 无熟料水泥的性能	55
第一节 无熟料水泥的性能和用途	55
第二节 无熟料水泥混凝土和砂浆	61

VI

第六章 怎样使用无熟料水泥.....	65
第一节 貯存.....	65
第二节 浇灌和养护.....	66
第三节 起砂問題的討論.....	70

第一章 概 述

无熟料水泥与普通水泥一样，也是水硬性胶凝材料。但由于它的生产特点，不经过生料粉磨和熟料煅烧，只是将原料按适当的比例配合，混匀磨细便成，所以称为无熟料水泥。

无熟料水泥的水硬性、强度和其它性能，主要决定于原料的性质、成分以及原料的配合比例。凡将具有一定活性和适当化学成分的材料，与激发剂按恰当的比例配合，一起粉磨（或将它们分别粉磨后，再均匀混合）所制成的水硬性胶凝材料，总称为无熟料水泥。

无熟料水泥的原料，是天然矿物质材料，或是工业废渣，无熟料水泥的具体名称，往往也就根据这些原料名称而定。如石灰煤渣水泥、石膏矿渣水泥等等。

生产无熟料水泥，不但主要原料可以利用工业废渣，如铝渣、钢渣、炼铁排出的矿渣，以及煤渣、粉煤灰等等，而且激发剂原料，也可以利用工业废渣，如磷肥厂的磷石膏残渣、染化厂的黄石膏残渣，都可以代替天然石膏使用。因此，无熟料水泥的生产，可以说是一项很好的综合利用。

大量的工业废渣，堆在地上将占去大片农田和土地，抛在水里又将污染水源，而有些废渣往往具有腐蚀性，甚至有毒性。如不很好利用，不但会污染空气、毒化水源、危害人的身体健康、影响农业渔业的发展，而且抛运废渣还要占用不少设备和车船，耗费大量人力和运输费用。

随着工业的发展，废渣的种类不断增加，数量也越来越大。试举几个例子：

铝厂加工一吨氧化铝，就有赤泥（铝渣）1.7~1.8吨，原料品位越低，渣子就越多；

高炉冶炼一吨生铁，往往排渣0.6~0.8吨，最少的也超过0.3吨；

电石厂和维纶厂每生产一吨电石，排出的含水湿渣有6~12吨（折成干渣1.1~1.45吨）；

冶炼一吨钢水，钢渣量常常超过0.1~0.2吨，有些转炉出渣甚至超过一吨；

锅炉每烧一吨煤，大约有0.15~0.4吨煤渣；

煤矿的煤矸石堆放还要占田占地；

盐田每亩每年约有硝皮子废渣1.1吨左右；

染化厂生产一吨染料中间体（克利夫酸），黄石膏残渣量接近三吨；

磷肥厂和合成洗涤剂厂，每使用一吨磷矿粉制造磷酸，就有磷石膏1.6~2吨；

氢氟酸厂每生产一吨氢氟酸，氟石膏量将近四吨。

以上所举的仅是和水泥工业综合利用有关的一部分例子。除电石渣目前因含水量过大，脱水困难，不便于利用外，其它都可以选作无熟料水泥原料。因此，无熟料水泥对于综合利用的发展有着密切的关系。

通常一个年产万吨普通硅酸盐水泥的工厂，每年需要石灰石10000~12000吨、天然粘土2500~3500吨，还要近300吨铁粉。利用工业废渣生产无熟料水泥，就不需要这些原料。有些地区石灰石和粘土来源相当困难，他们就利用工业废渣，同样可以生产水泥，供本地区工农业生产建设的需

要。

生产无熟料水泥，既可以利用工业废渣，也可以采用天然矿物质材料，如凝灰岩、砖瓦粉、烧页岩等，这就为充分利用地方原料开辟了广阔的途径。它可以因地制宜、就地取材、就地生产、就地使用。根据不同的原料，生产不同的品种，为农业提供更多的水泥。

生产无熟料水泥，由于不经过生料粉磨和高温煅烧过程，所以用电比较省，电耗不到普通水泥的一半。同时也省去了大量的烧成用煤。某些原料虽需烘干或低温煅烧，但用煤仍比普通水泥低。有些品种用煤量仅为普通水泥的五分之一。目前某些厂虽因缺少合适的烘干设备，用煤量偏高，也在加以改进中。

无熟料水泥生产所需要的动力、设备、投资比较少，容易解决，因而建厂较快，不需要很长时间。投产后管理和维修工作也较简单，费用也省。这样，建厂规模也就可大可小，根据当地具体情况而定。

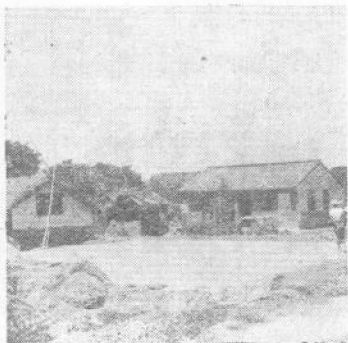


图 1 打谷场

有些小厂开始生产都只有几个人，利用工业废渣生产无熟料水泥和水泥制品，逐步摸索，逐步扩大，趋于完善。这类艰苦创业，自力更生的小厂例子，遍于各省各地，为无熟料水泥的发展，提供了多方面的经验。

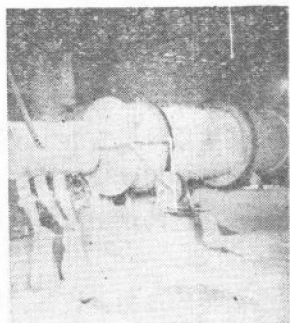


图 2 磨机基础



图 3 工厂路面

第二章 哪些原料可以制造无熟料水泥

第一节 炼钢炼铁的废渣

冶金工业排出的废渣最多，尤其是钢铁工业，每天有大量废渣需要处理和利用。

高炉炼铁时排出的废渣，通常叫矿渣，它的数量最多，应用较早较广，与无熟料水泥的关系非常密切。还有炼钢时熔化生铁的化铁炉、翻砂铸造业的化铁炉，都有废渣产生，如平炉化铁炉渣、钢厂废渣、转炉化铁炉渣等都是，近几年来已逐步用于生产无熟料水泥。炼钢用的电炉、平炉、转炉，在冶炼钢水时又有废渣排出，这些钢渣目前也开始利用。它们都可选作无熟料水泥的原料。

一、怎样了解钢铁废渣的质量

（一）水淬的效用

钢铁废渣都在高温时排出，呈熔融的能流动的液相状态，如在空气中慢慢冷却，就会结成坚硬难磨的大块，不利于利用。但经过水淬，即在出渣时用水使渣子急冷，常会变得疏松或散碎，容易粉磨加工。

矿渣经过水淬，往往散结成粒，所以叫做水淬粒化，并称为粒化高炉矿渣。

化铁炉渣也容易水淬或粒化，最难水淬的就是钢渣，因为它遇水常会发生爆炸，造成事故。对此，我国工人阶级运用毛主席的哲学思想，以“一不怕苦，二不怕死”的革命精神，通过实践找到了引起爆炸的原因，提出防止爆炸的措

施，使钢渣水淬和利用得到了发展。

水淬不仅使渣子疏松或散碎，便于粉磨加工，而且还使一些渣子的内部结构发生变化，提高活性。

矿渣等钢铁废渣，从化学成分看，含有大量的氧化钙、氧化硅、氧化铝等成分，并结合成硅酸盐、硅铝酸盐等多种矿物组成，如硅酸二钙、硅铝酸二钙。若是慢冷，这些矿物组份将形成稳定的结晶状态，用在水泥里活性不高，不容易起化学反应。

水淬急冷，会使液相渣子的粘度很快加大，渣内的分子等质点来不及按一定次序排列，阻止了矿物的结晶，而且大量转化成无定形的“玻璃质”结构。这种玻璃质结构处于不稳定不均衡状态，具有较高的潜在化学能，在一定外界条件影响下，很容易重新排列，起化学反应。对无熟料水泥来说，容易在激发剂作用下与水化合，产生胶凝性。所以水淬可以提高一些渣子的活性。

对于酸性渣或含氧化钙特别高（例如 $>50\%$ ）的渣子，水淬的影响比较小。因为酸性渣子的粘度本来就比较大大，而氧化钙很高及含铁酸盐的渣子，水淬以后往往还呈结晶状态，几乎没有玻璃体（但它存在高钙硅酸盐等能够水化的成分，仍有相当活性）。但水淬常能使渣子松散，所以大多数渣子，不管是酸性的，还是氧化钙很高的，都应经过水淬。

（二）色泽和容重

渣子的各种成分来源于钢铁熔炼过程中加入的熔剂、焦炭、碎蚀的炉衬、原矿石的杂质、碎电极等等，所以钢铁熔炼的好坏，炉温高低，都会影响出渣的成分和质量。实际上，渣子成分的变化以及水淬是否充分，往往会表现在渣子的松散容重（单位体积内松散渣子的重量）和色泽深浅上，

这是帮助我们鉴别渣子的有利条件。

一般讲来，颜色浅、容重小、疏松多孔和粒块较小的渣子，活性较高。

渣子白色的比较好，黄白色、浅黄色的也好，黄褐色、灰白色的次之。浅褐色、棕色的就比较差，灰黑、棕黑甚至黑色的最不好用。熔炼和出渣温度高、水淬好、熔剂石灰加得充分和恰当，渣子的颜色就偏白。熔炼不正常，铁质杂质带得多，渣子的颜色就偏黑。

出渣温度高、水淬急冷比较充分，渣子结构疏松或块粒较小，因此松散容重也就比较小。渣子原来比重在1.5~3左右，水淬干燥后的松散容重，大约在0.6~1.3克/厘米³范围。棕黑色渣子容重都超过1，带硬质大块的就更高了。

颜色深沉和夹有杂质的渣子，使用时要和好的渣子搭配，并挑剔或筛除杂质铁粒，才能保证水泥质量，提高磨机能力。

(三) 化学成分分析

化学成分分析是判断渣子质量的重要根据。为了衡量矿渣的活性，定有三个系数。这也可以作为其它钢铁废渣评定活性的参考依据。

碱性系数 即 $\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$ 的比值。例如某矿渣含氧化钙 (CaO) 43.65%、氧化镁 (MgO) 5.75%、氧化硅 (SiO_2) 40.10%、氧化铝 (Al_2O_3) 8.31%，其碱性系数即 $\frac{43.65 + 5.75}{40.10 + 8.31} = 1.02$ 。凡是碱性系数大于1的称碱性矿渣，小于1的叫酸性矿渣。但这里所说的酸性，仅是矿渣性质的划分，不是游离酸，用作原料时不需要先去中和。

活性系数 即 $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2}$ 的比值。氧化铝 (Al_2O_3) 成分在水泥水化时起重要作用, 而氧化硅 (SiO_2) 水化很慢, 所以活性系数高的矿渣质量较好。

质量系数 即 $\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2 + \text{MnO}}$ 的比值。质量系数高表示有用的成分多, 比值 > 1.6 时, 矿渣活性比较高。

此外, 也有以 $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$ 的比值来衡量渣子的碱度, 比值大的渣子质量较好。

当然, 对于上面所说的一些系数, 应该全面衡量分析, 不能单看一项。例如有的渣子碱性系数不高, 但活性系数、质量系数都比较高, 活性就很好。而有时 (如某些钢渣) 碱性系数虽高, 但其它杂质较多, 系数中未能反映, 它的活性也就不高。

国家标准 GB203-63 规定了作为普通水泥混合材料用的矿渣分类指标, 见于表 1。表中指标也可供我们选择无熟料水泥原料时参考。但因矿渣是无熟料水泥的一种主要原料, 所以希望各系数值大一些, 以保证配制的水泥质量良好。

矿 渣 分 类 指 标

表 1

技 术 指 标	粒 化 矿 渣 分 类	
	一 类	二 类
碱 性 系 数 不 低 于	0.65	0.50
活 性 系 数 不 低 于	0.20	0.12
质 量 系 数 不 低 于	1.25	1.00

(四) 石膏吸收值

除了根据化学成分评定渣子活性以外，还有一个办法，就是测定渣子同石膏的作用能力(即渣子吸收石膏的数值)，作为评定活性的指标。

因为石膏吸收值能体现渣子和硫酸钙之间的反应速度，所以这项指标对于石膏矿渣水泥等品种，更有重要意义。

其方法是称取有代表性的渣子试样20克，与2克纯氧化钙一起放入烧瓶，注入400毫升石膏溶液(每立升溶液含硫酸钙 CaSO_4 1.5~1.6克)，混匀后加热煮沸2小时，冷却到 $90 \pm 2^\circ\text{C}$ ，然后测定溶液中的硫酸钙浓度。这浓度数值与最初浓度的差额，就是20克渣子所吸收的硫酸钙量，称为石膏吸收值。

这种方法简便迅速，又有比较重要的实用价值。缺点是没有全面反映渣子的各项活性成分。

一般认为石膏吸收值大于200毫克/20克的渣子，具有较高活性，而小于100毫克/20克的属于低活性。作为无熟料水泥的原料，如果石膏吸收值大于150毫克/20克，这渣子的质量就比较好。

二、矿渣的基本性质

(一) 矿渣的一般组成

矿渣的矿物组成以硅酸盐、硅铝酸盐为主，在玻璃质结构中，氧化铝、氧化硅又往往不呈盐类结晶状态，而是以无定形的活性氧化铝、活性氧化硅等存在，不稳定地结合于玻璃体中。含氧化钙很高的矿渣，还含有硅酸三钙等矿物组成。

若按化学成分分析，矿渣中含有氧化钙、氧化镁、氧化