

“小水泥”生产和应用

“小水泥”生产和应用编写组

上海人民出版社

“小水泥”生产和应用

《“小水泥”生产和应用》编写组



上海人民出版社

“小水泥”生产和应用

《“小水泥”生产和应用》编写组

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷六厂印刷

开本 787×1092 1/82 印张 7.25 字数 157,000

1975年7月第1版 1975年7月第1次印刷

统一书号: 15171·139 定价: 0.43 元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

我们必须逐步地建设一批规模大的现代化的企业以为骨干，没有这个骨干就不能使我国在几十年内变为现代化的工业强国。但是多数企业不应当这样做，应当更多地建立中小型企业，并且应当充分利用旧社会遗留下来的工业基础，力求节省，用较少的钱办较多的事。

前 言

在毛主席制定的社会主义建设总路线、“以农业为基础、工业为主导”的发展国民经济总方针以及一整套“两条腿走路”方针指引下，我国农村小水泥工业得到了蓬勃的发展，有力地支援了农业生产和地方建设，加强了战备。

为了适应农村小水泥工业巩固提高和进一步发展的需要，我们编写了这本书。本书主要介绍县、社、队小水泥厂生产熟料水泥、无熟料水泥和湿碾混凝土的原材料、配料方法、生产设备和工艺、生产控制以及简易化学分析和物理检验等基本知识，供各类小水泥厂工人、技术人员和干部阅读参考。

本书中熟料水泥、无熟料水泥部分由上海市建筑科学研究所、洋泾水泥厂负责编写，湿碾混凝土部分由上海市城市建设局养护工程处水泥制品厂负责编写。松江水泥厂、三林公社水泥厂、唐镇公社水泥厂、六灶公社水泥厂、虹桥公社电力排灌管理站等参加编写工作。

由于小水泥工业是个新事物，我们的经验、水平也有限，书中的缺点、错误在所难免，希广大读者批评指正。

《“小水泥”生产和应用》编写组

一九七四年十二月

目 录

第一章 小水泥生产	1
一、为什么要生产水泥	1
二、县、社、队水泥厂有哪些主要产品	2
三、水泥的凝结和硬化	6
四、水泥的生产过程	9
第二章 建厂	11
一、建厂时要考虑哪些条件	11
二、几个有关建厂的问题	12
第三章 原材料	14
一、石灰质原料	14
二、粘土质原料	16
三、硫酸盐原料	18
四、混合材料	19
五、其他原料	20
六、燃料	20
第四章 工业废料	22
一、冶金炉渣	22
二、燃料灰渣	28
三、硫酸盐类废渣	30
四、含氧化铁废渣	31
五、其他废料	31

第五章	配料	32
一、	普通硅酸盐水泥的配料	32
二、	无熟料水泥的配料	45
三、	湿碾水渣混凝土的配料	52
第六章	烘干	57
一、	物料的烘干	57
二、	烘干设备	57
第七章	破碎和粉磨	63
一、	物料的破碎和粉磨	63
二、	破碎设备	64
三、	粉磨工艺技术条件	68
四、	粉磨设备	71
五、	研磨体的填充率和级配	75
六、	磨机的转速、所需功率和生产能力	80
七、	磨机操作	80
第八章	轮碾	83
一、	入碾物料的技术处理	83
二、	轮碾机	84
三、	湿碾加工的作用	87
四、	轮碾机操作	88
五、	湿碾加工中含水率和细度的简易控制方法	90
六、	提高轮碾机产量的经验措施	92
第九章	煨烧	93
一、	生料成球	93
二、	立窑中的熟料形成过程	97
三、	立窑的构造	98
四、	立窑的煨烧技术	100

五、立窑的煨烧操作	103
第十章 生产控制	110
一、普通立窑生产控制	110
二、无熟料水泥生产控制	116
三、湿碾水渣混凝土生产控制	117
第十一章 水泥原料和成品的化学分析	119
一、试样的采取和制备	119
二、水泥原料酸碱滴定法	122
三、简易化学全分析	132
第十二章 水泥物理检验	184
一、水泥物理检验标准方法简介	184
二、简易标准稠度和凝结时间测定法	188
三、净浆试饼抗折强度检验法	190
四、湿碾水渣混凝土物理检验方法	197
第十三章 除尘	199
一、密闭	199
二、收尘	200
第十四章 怎样使用水泥	206
一、各种水泥的特点和使用范围	206
二、砂浆	211
三、混凝土	213
四、应注意的问题	221

第一章 小水泥生产

一、为什么要生产水泥

水泥是现代重要的建筑材料之一，用途十分广泛，建房屋、修水库、筑堤坝、造桥梁、铺渠道、砌窑炉等都要用水泥。

水泥是一种胶凝材料，它能把分散的材料如砖、石块、石子、砂子等胶结在一起，成为一个坚固的整体。在建筑工程中，所用的胶凝材料的种类很多，除水泥外，还有石灰、石膏、粘土等。石灰、石膏、粘土等加水后成为粘浆，在空气中逐渐凝结硬化，并产生一定的强度；但是，把它们放在水里浸泡，就要变软、松散，消失强度。它们被叫做气硬性胶凝材料。而水泥就大不相同，它不但能在空气中凝结硬化，而且能在水中凝结硬化，并继续增长它的强度，因而叫做水硬性胶凝材料。水硬性胶凝材料不但适用于地上建筑，而且还适用于地下或水中建筑。因此，在胶凝材料中应用最广的就是水泥。

水泥是良好的水硬性胶凝材料，它具有良好的粘结性和可塑性，可制成任意形状的构筑物，硬化后成为机械强度相当高的人造石材。水泥加水均匀拌和，就成水泥浆。但是，在实际应用中，这种水泥净浆是很少使用的，而往往是与砂子和水一起拌和成水泥砂浆，或再加上石灰膏拌和成混合砂浆。砂浆可用来砌筑砖石，粉刷表面，用途很是广泛。如果水泥、砂子、石子和水按一定比例拌合在一起，就得到混凝土。混凝土可以在工地上预制各种构件和制品，再运到现场装配使用。

它是工程上用得最多的建筑材料。混凝土里预埋了钢筋，就成了钢筋混凝土，大大提高了材料的抗拉强度，使水泥的用途更加广泛了。

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国社会主义建设事业获得了蓬勃发展，特别是农田水利基本建设的迅速发展，农村需用水泥的数量大大增加。广大工农群众遵照伟大领袖毛主席关于独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国的教导，利用当地资源，因地制宜，土法上马，就地取材，就地生产，就地使用，掀起了大办小水泥的群众运动的热潮。各地还大搞综合利用，利用工业废料生产各种水泥。小水泥工业的蓬勃发展，不仅强有力地支援了农业建设，而且对于支援地方建设、加强战备也越来越显示出它的重要作用。

目前，各地小水泥厂正在党的一元化领导下，以党的基本路线为纲，高举“鞍钢宪法”的旗帜，进一步深入开展“工业学大庆”运动，坚持“独立自主，自力更生”的方针和为农业服务的方向；兴起学习无产阶级专政理论的热潮，普及、深入、持久地开展批林批孔运动，充分发动群众，加强管理，大搞技术革新，挖掘生产潜力，努力增加产量，提高质量，降低成本，把小水泥工业的巩固提高推向一个新的阶段。

二、县、社、队水泥厂有哪些主要产品

现代水泥工业生产的水泥品种已有几十种，这些品种之中除了一般用途的水泥以外，还有些高级水泥和特殊用途的水泥。县、社、队工业的水泥厂，就地取材，因地制宜，也已生产了多种水泥，也就是本书所介绍的“小水泥”。

我们按照小水泥生产的特点，把小水泥产品分成下列三大类：

熟料水泥；

无熟料水泥；

湿碾混凝土。

每一类产品中的各种水泥，尽管原材料不同，成分不同，但是从生产工艺过程来看，基本上是接近的，甚至是类似的；从性能来看，也还比较接近，因此，在使用方面，也就有不少共同点。

现将这三类产品简要地介绍如下：

1. 熟料水泥

熟料水泥一般是指普通水泥。在生产这种水泥的时候，先把原料配制成生料，再把生料放到窑炉中煅烧成熟料，熟料加工磨细，就得到水泥。

因为从生料变成熟料要用窑炉煅烧，所以窑炉是水泥工业最主要的生产设备。普通煅烧水泥的窑炉有回转窑、立窑等，而县、社、队水泥厂一般采用构造比较简单的小型立窑，还有在近年技术革新群众运动中所创造的“蛋窑”、“轮窑”等。

从生料到熟料，起了质的变化。在煅烧的过程中，按一定比例配合的生料成分中的氧化钙（ CaO ）和二氧化硅（ SiO_2 ）在高温条件下结合起来，生成新的化合物硅酸钙。硅酸钙是熟料的主要成分，还有其他成分也参与作用，生成铝酸钙、铁铝酸钙，它们对熟料的性质也有相当大的影响。生料在窑炉中烧到部分熔融，冷却以后，变成了硬粒，就成熟料。这样的熟料可以说是水泥的半成品。熟料中加入适量的石膏，一起磨细，便是成品水泥。

为了提高水泥产量，改善水泥性能，降低成本，在熟料粉磨时，往往还掺入一定数量的混合材料。混合材料有两大类：一类是掺入水泥后能起化学作用的，叫做活性（水硬性）混合

材料,一类是仅仅起填充作用的,叫做填充性(非水硬性)混合材料。根据国家标准,在熟料中掺入不超过水泥重量的15%的活性混合材料,如火山灰质的材料或粒状高炉矿渣,或者掺入不超过10%的填充性混合材料,如石英砂、石灰石等,或者掺入不超过15%的活性和填充性混合材料,但其中填充性混合材料不超过10%,共同磨细而成的水泥,还是属于普通水泥。由于熟料的主要成分是硅酸钙,因此标准中的正式名称是普通硅酸盐水泥(简称普通水泥)。

如果掺入的混合材料超过上面所说的规定,水泥品种的名称就要改变了。在硅酸盐水泥熟料中,按照水泥成品重量,均匀地掺入20~50%的火山灰质混合材料,并按需要掺入适量的石膏,磨细而成的水泥,称为火山灰质硅酸盐水泥(简称火山灰质水泥)。

在硅酸盐水泥熟料中,按水泥成品重量,均匀地掺入20~85%的粒状高炉矿渣(还允许不超过15%的火山灰质混合材料代替部分粒状高炉矿渣),并按需要掺入适量的石膏,磨细而成的水泥,称为矿渣硅酸盐水泥(简称矿渣水泥)。

在硅酸盐水泥熟料中,均匀地掺入10~65%的填充性混合材料,并按需要掺入适量的石膏,磨细而成的水泥,称为混合硅酸盐水泥(简称混合水泥)。

还有其他的熟料水泥,用途不如上述几种那样广泛,这里就不详细介绍了。

熟料水泥质量稳定,可以达到较高标号,但生产工艺和设备比较复杂,耗用燃料多。

2. 无熟料水泥

无熟料水泥是指不经过窑炉煨烧,而是将水硬性混合材

料(如冶金炉渣、燃料灰渣、烧粘土等)和石灰、石膏等按适当比例配合起来,磨成细粉制成的水泥。

因为无熟料水泥不需要经过窑炉煨烧,它的生产工艺和设备就要比熟料水泥简单得多。更重要的是生产无熟料水泥可以大量利用工业废料和地方材料,节约燃料,成本低,便于多快好省地发展县、社、队工业,支援农田水利建设。目前,上海地区县、社、队办的水泥厂大多数是生产无熟料水泥的。存在的问题是:质量还不够稳定,早期强度低,不易达到较高的标号;同时,由于对这类水泥的性能不够了解,往往使用不够恰当,不能充分发挥它的特性。

无熟料水泥的原材料有很多种类,目前尚无统一的名称,一般是根据所采用的主要原料——活性材料的特性,区分为火山灰质无熟料水泥、矿渣无熟料水泥、其他无熟料水泥等。有些无熟料水泥中,也可能掺入少量熟料,有人就称为“少熟料水泥”,但从水泥的性质和用途来看,还是与无熟料水泥类似的,一般仍把它们归属于“无熟料水泥”。

3. 湿碾混凝土

湿碾混凝土并不是一种水泥,而是把水泥和混凝土的生产合并在一个过程中的产品。把水硬性材料(冶金炉渣和火山灰质材料)和石灰、石膏,按适当比例喂入轮碾机中,在潮湿的状态下,共同碾磨,就成为混合均匀的湿料,即湿碾混凝土。湿料中的浆体部分起水泥的作用,细粒部分起填充性混合材料的作用,粗一些的粒子就起黄砂和石子的作用,又因为各种材料在一起碾磨,有利于颗粒表面的结合。经过碾磨后的湿料,就可以直接浇制混凝土制品,或者掺加部分砂、石料或砂、石料的代用品,再拌匀后使用。由于它是由湿料碾磨而成的,所以,群众又叫它做“湿水泥”。

湿碾混凝土的生产工艺和设备比无熟料水泥更简单，它不需要烘干、破碎和粉磨设备，而仅需要一至数台简易轮碾机。它的生产成本低，不必耗用燃料。它可以完全不用水泥、黄砂、石子而全用废料制成，更适合于在那些工业废料来源多而又离黄砂、石子产地远的地区生产。存在的问题是：施工灵活性小（需定点生产），不能长时间储放，质量波动幅度较大，产量不够高等。

目前，湿碾混凝土生产的主要品种是湿碾水渣混凝土。本书介绍的也仅限于湿碾水渣混凝土。

三、水泥的凝结和硬化

水泥中的主要成分能与水起作用，发生凝结和硬化。其过程大致可以分为下面四个阶段：

第一阶段，在水泥与水拌和的初期，水泥颗粒均匀地散布到水中，被水浸湿包裹起来（图 1-1, 1）。因为拌和水一般占水泥重量的 30~70%，水泥颗粒之间有了一层水分，所以水泥浆具有一定的流动性，可能浇灌成各种形状。

第二阶段，水泥中的成分与水发生水化作用。水化作用的结果，使每个颗粒表面迅速地生成一层水化产物并逐渐增多（图 1-1, 2）。水化产物的颗粒大多数是十分细小的胶体，但也可能形成一些较大的晶体颗粒。

第三阶段，随着水化作用的深入进行，由水化产物构成的“壳”逐渐扩大，并且彼此间互相接触，形成了凝胶结构（图 1-1, 3）。这时，水泥浆失去了流动性，而表现为水泥的凝结。

第四阶段，水化作用继续深入进行，水化产物格外密集，凝胶结构也更加紧密。在这一阶段中，部分微小的水化产物还会发生重新结晶作用，以至析出了一些大的结晶体夹杂在

凝胶结构中间。由于凝胶结构的密集和晶体的增多,使原来是软质的浆体开始硬化并产生一定的强度(图 1-1, 4)。

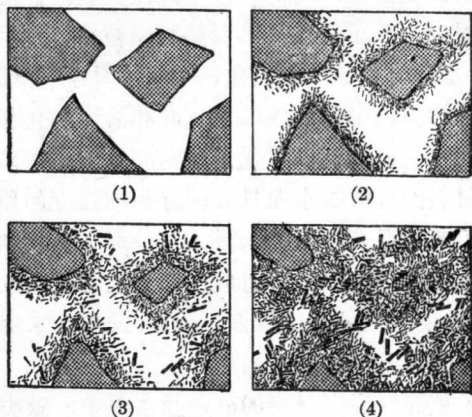


图 1-1 水泥凝结和硬化的四个阶段

1—水泥颗粒均匀散布在水中; 2—水泥颗粒表面生成水化产物并逐渐增多; 3—由水化产物构成的“壳”逐渐扩大,并开始连结形成凝胶结构; 4—凝胶结构密集变硬和结晶体增多

各种水泥在拌水之后所发生的凝结和硬化作用都可以用图 1-1 描述的过程去解释。不同品种的水泥,由于它们的化合物不完全相同,水化作用的速度也不一样,生成的水化产物的组成、结晶形状、颗粒大小以及彼此间连结力也有区别。这样,就造成它们的凝结时间和强度发展情况有所不同。

在普通硅酸盐水泥中,熟料中存在着硅酸三钙(简写为 C_3S)、硅酸二钙(简写为 C_2S)、铝酸三钙(简写为 C_3A)和铁铝酸四钙(简写为 C_4AF)四种化合物。硅酸三钙和硅酸二钙与水反应,生成的水化硅酸钙是凝胶状的物质,它的密集和部分结晶作用是使水泥凝结、硬化和产生强度的主要方面。

铝酸三钙水化速度快，但是它的水化产物——水化铝酸钙强度较低，只影响水泥的凝结时间和早期强度。

在前面提到的掺入高炉矿渣或火山灰质活性混合材料的硅酸盐水泥中，除了硅酸盐水泥熟料颗粒自行发生的水化作用外，熟料水化时生成的氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 能够与矿渣或火山灰质混合材料中的活性二氧化硅和活性氧化铝起作用，又生成新的水化硅酸钙和水化铝酸钙，这就是掺矿渣或火山灰质混合材料的硅酸盐水泥具有较好后期强度的原因。如果矿渣或火山灰质混合材料掺入量太多，那么熟料颗粒水化产生的氢氧化钙就不够用了，造成一部分混合材料没有与石灰结合，这样就使水泥的强度变低。因此，硅酸盐水泥熟料中活性混合材料的掺入量必须适当。

在掺入填充性混合材料的硅酸盐水泥中，这类混合材料不参与水化作用，它们作为起填充作用的颗粒存在于硬化水泥的结构之中。因此，填充性混合材料掺入水泥中，主要是为了增加水泥产量，调整水泥的标号，有时也可增加水泥浆的流动性和保水性，但不能改变水泥的主要性质。

对无熟料水泥来说，就它们水化作用的特点大致可分下述两种类型：一种是硫酸盐激发类型；一种是石灰激发类型。在硫酸盐激发类型的无熟料水泥中，最普遍的是石膏矿渣水泥，它们一般都掺入10~20%的石膏。石膏中的硫酸钙 (CaSO_4) 激发了矿渣的活性，即增强了矿渣与水作用的能力，使水化作用加快。硫酸钙参与矿渣的水化作用，一方面它和渣粒中的铝酸钙作用生成针状的水化硫铝酸钙结晶体，另一方面也加速渣粒中硅酸钙的水化。针状的水化硫铝酸钙和凝胶状的水化硅酸钙使水泥发生正常的凝结和硬化。在石灰激发类型的无熟料水泥中，最典型的是石灰矿渣水泥和石灰粉

煤灰水泥，它们一般都掺入15~30%的生石灰。石灰水化生成的氢氧化钙激发了矿渣或粉煤灰的活性，主要是氢氧化钙与矿渣或粉煤灰中活性二氧化硅和活性三氧化二铝起反应，生成水化硅酸钙和水化铝酸钙。在常温下，这一反应比较缓慢，当采用蒸汽养护时，这一反应就被大大加速，凝结和硬化过程就能较快地完成。因此，在使用石灰激发类型的无熟料水泥时，往往采用蒸气养护方法，使制品在较短时间内获得较高的强度。

湿碾混凝土的凝结硬化过程，也可以根据所用原材料的性质，参考无熟料水泥两种类型的水化、凝结和硬化过程来说明。在湿碾过程中，原材料经过破碎、碾磨、挤压、拌和，加速了水化。

四、水泥的生产过程

1. 熟料水泥的生产过程

水泥生产过程中各个工序之间是密切联系的，所以在工艺布置上，要求合乎它们之间的内在联系，各加工物料能由上一道工序通畅地转到下一道工序，中间不发生往返倒流现象，运输距离要尽量短，并且要求留有发展和逐步改进的余地，以便做到占地小，设备少，节约劳动力和投资，同时又便于维护和管理，当工厂需要进一步扩建时也不会破坏合理的工艺流程。

熟料水泥的生产过程大致是这样安排的：

原料堆场→原料干燥→破碎→配料→生料粉磨→生料库→成球→煅烧→破碎→水泥粉磨→包装→成品库。

以上仅仅是个大致的过程。“原料”在这里包括各种原材料和燃料，有的要经过干燥、破碎，有的也许不需干燥或破碎，