

“小水混”技术资料

无熟料水泥

中国建筑工业出版社

“小水泥”技术资料
无熟料水泥

*

中国建筑工业出版社出版（北京西外向东晓19号）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京印刷六厂印刷

•

开本：787×1092 1/32 印张：3/4 字数：14千字

1972年9月第一版 1972年9月第一次印刷

印数：1—17,300册 定价：0.05元

统一书号：15040·3016

毛主席语录

我們必須逐步地建設一批規模大的現代化的企業以為骨幹，沒有這個骨幹就不能使我國在幾十年內變為現代化的工業強國。但是多數企業不應當這樣做，應當更多地建立中小型企业，並且應當充分利用舊社會遺留下來的工業基礎，力求節省，用較少的錢辦較多的事。

无 熟 料 水 泥

遵照伟大领袖毛主席关于“自力更生，艰苦奋斗”，“勤俭建国”和有关综合利用的伟大教导，我们本着因陋就简、就地取材、土法上马的精神，在党组织的领导下，利用钢渣、炉灰、矿渣、粉煤灰、废石膏等工业废料，试制出多种水泥，部分已投入生产。做到了变“废”为宝，化害为利，为多快好省地发展水泥工业与工业废料的综合利用开拓了广阔的前景。在试制生产过程中，得到了兄弟省、市和有关单位的大力帮助和支持。

已试制成的水泥，其中无熟料水泥有：钢渣水泥、石灰蜂窝煤炉灰水泥、石灰矿渣水泥、烟灰无熟料水泥；有熟料水泥有：烟灰硅酸盐水泥。

钢 渣 水 泥

北京市建设局、仪表局等单位利用首都钢铁公司多年积存的炼钢废渣，掺入少量的化工厂的氢氟酸渣（氟石膏）混合磨细制成了抗压强度达250~400公斤/厘米²的钢渣水泥。

首都钢铁公司的钢渣过去是工业废料，每年为运输和处理这些“废料”要花不少钱，用不少运输力量，堆放这些废料还要占用土地。现在利用钢渣制造钢渣水泥，不需要煅烧，

工艺设备也简单。做到了变“废”为宝，化害为利。

一、原 材 料

1. 鋼渣

鋼渣的化学成分和普通硅酸盐水泥相近，只是鋼渣中氧化鈣 (CaO) 稍低，而三氧化二鉄 (Fe₂O₃) 和氧化鎂 (MgO) 稍高 (見表 1)。随着炼鋼品种的变化，鋼渣成分也发生变化。

鋼渣与硅酸盐水泥高炉矿渣化学成分比較 表 1

材 料 名 称 化学成分 (%)	氧化鈣 (CaO)	二氧化硅 (SiO ₂)	三氧化二鋁 (Al ₂ O ₃)	三氧化二鉄 (Fe ₂ O ₃)	氧化鎂 (MgO)	烧失量
水淬鋼渣	58~60	18左右	10~14	7左右	4~5	1
未水淬鋼渣	48~60	19~25	4~7	12以上	5~9	—
普通硅酸盐水泥	62~67	20~24	4~7	2~5	<4.5	—
高炉矿渣	35~45	30~35	8~12	1~3	4~6	—

未經水淬的鋼渣或水淬的鋼渣，掺入一定量的外加剂，磨細至4900孔/厘米²篩篩余小于15%，都可以作为水硬性胶凝材料使用。水淬鋼渣的优点是活性較高，鋼渣經水淬后成为似水泥熟料状的小顆粒，制造水泥时不需要破碎。未水淬的鋼渣，因为是大硬块，常包含大块的鋼，开采与破碎困难，对破碎设备損耗較大，鋼渣成分随炼鋼品种不同而波动較大，水淬过程中还可以适当混合均匀。

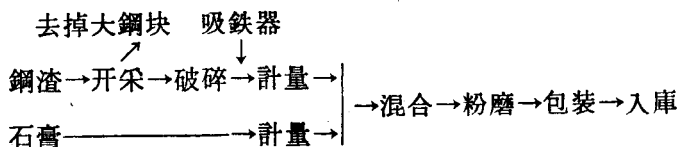
2. 外加剂

鋼渣在粉磨过程中，需要加入少量外加剂，以激发鋼渣的活性，并調整凝結時間，一般摻入3~8%的石膏。石膏可用半水石膏，二水石膏和各种廢石膏。天然石膏、煅燒后的半水石膏对激发鋼渣活性更为有利，化工厂廢料氟石膏，其效果不次于天然石膏。

氯化鈣 (CaCl_2) 可以作为鋼渣水泥外加剂，摻量为3~5%能較好的激发鋼渣水泥活性，但对鋼筋会引起銹蝕，所以只能用于素混凝土。

二、鋼渣水泥的生产工艺

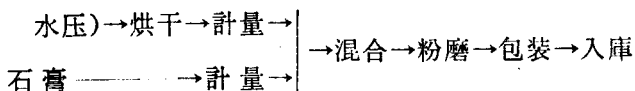
1. 未水淬鋼渣



硬鋼渣用爆破法、落錘法或其他方法开采后，破碎至球磨机所要求的进料尺寸。破碎时，要考虑用电磁吸鉄器将鋼渣中較大鉄块吸掉，以减少破碎机磨損，并可稍提高水泥强度。

2. 水淬鋼渣

鋼渣 → 水淬 (5~9 公斤/厘米²)



鋼渣經水淬后，含有少量水分需要烘干或晒干后再进行粉磨。

三、鋼渣水泥性能

1. 細度：一般4900孔/厘米²篩餘小于15%。

2. 比重：3.20~3.29克/厘米³。較普通水泥大(普通硅酸盐水泥为3.1克/厘米³，矿渣硅酸盐水泥为3.0克/厘米³，火山灰硅酸盐水泥为2.9克/厘米³)。

3. 标准稠度：一般为19.0~23.0%，低于普通硅酸盐水泥的用水量。

4. 凝結時間：一般初凝不早于30分钟，終凝不迟于24小时，比普通水泥标准規定寬一些。但也有少量凝結時間太快或太慢的，使用时应加以注意。

5. 安定性：按普通水泥的安定性标准檢驗法对未水淬鋼渣水泥进行檢驗，除經蒸煮試驗有相当数量表现为安定性不好外(如試餅强度消失、翹曲、龟裂等)，在常溫下浸入水中或放在湿空气中28天以上，未发现安定性不好的現象。而且将那种經蒸煮試驗表现为安定性不好的鋼渣水泥，制成混凝土試块和制品，經過半年以上的時間，也未发现由于安定性不好而造成脹裂或变形的問題。对于鋼渣水泥这一新事物在安定性方面特殊規律尚須进一步研究弄清。为了确保工程质量，建議对經蒸煮試驗安定性不合格的水泥不用于承重結構。

6. 强度标号：用国家水泥硬练强度檢驗法檢驗，目前生产的水泥分为250号、300号、400号三种。各标号水泥在不同齡期的抗拉与抗压强度之間的关系，基本符合国家标准《GB175-62》关于矿渣硅酸盐水泥規定的指标。

《GB175-62》中有关矿渣硅酸盐水泥的强度指标見表2。

表 2

水 泥 标 号	抗 拉 强 度 (公斤/厘米 ²)		抗 压 强 度 (公斤/厘米 ²)	
	7 天	28 天	7 天	28 天
250	11	18	110	250
300	14	22	140	300
400	18	24	190	400

用这种水泥配制混凝土在潮湿环境中后期强度发展较好。从半年以上的六组混凝土试块的平均数据看，三个月强度为28天的1.59倍，半年强度为28天的1.82倍。

四、鋼渣水泥混凝土

1. 鋼渣水泥混凝土的性能

用鋼渣水泥配的 150 号混凝土，物理性能試驗数据（見表 3）。

根据表 3 数据說明，鋼渣水泥混凝土的性能与普通水泥混凝土性能相近，比一般无熟料水泥混凝土的性能好。

2. 鋼渣水泥砂浆和混凝土的配合比

用鋼渣水泥可配制多种标号的抹面及勾縫砂浆。为了群众使用方便，提出如下参考配合比（表 4）。

表 4 配合比为重量比，括号中数据是混合砂浆，混合材一般用石灰膏（稠度为 8~12 厘米，含水量为 50% 左右）。砂一般用中砂（粒径为 0.25~0.3 毫米的砂）或偏細砂。如用細砂或含泥量較大的砂，可适当减少灰膏用量；用偏粗的

表 3

序号	試驗項目	鋼渣水泥 混凝土的 試驗数据	普通水泥 混凝土的 試驗数据	說明
1	軟化系数: $K_{直} = \frac{\text{直接泡水强度}}{\text{自然强度}}$ $K_{烘} = \frac{\text{烘干后泡水强度}}{\text{烘干强度}}$	0.965 0.85	0.85以上 0.6以上	
2	干湿循环: $\alpha = \frac{\text{15次循环后泡水24小时强度}}{\text{直接泡水24小时强度}}$	86.95%		烘干温度为 105~110°C
3	15次冻融循环强度损失	5.1%	少于25%	
4	碳化31天(碳酸气浓度为70%) $\frac{\text{碳化后强度}}{\text{同齡期未碳化烘干强度}}$ 的比值	1.055		1.055>1, 說明碳化并未 損失强度,反 而略有增加
5	弹性模量(公斤/厘米 ²)	353,000	230,000	
6	鋼筋粘結力(公斤/厘米 ²)	38.1	25~35	

表 4

砂浆标号	用 250 号水泥	用 300 号水泥	用 400 号水泥
200	—	—	1:2.5
150	—	1:2.5	1:3.3
100	1:3	1:4(1:0.2:4)	1:4.5(1:0.3:4.5)
75	1:4(1:0.2:4)	1:5(1:0.5:5)	1:5.5(1:0.55:5.5)
50	1:5(1:0.5:5)	1:6(1:0.6:6)	1:7(1:0.7:7)
25	1:7(1:0.7:7)	1:8(1:1:8)	1:10(1:1:10)

砂，可加大一些灰膏用量，以砂浆和易性适宜为度。另外，在潮湿环境中，可适当减少灰膏用量。在春天干燥季节，宜适当增加一些灰膏用量，以增加砂浆的保水能力。

用鋼渣水泥可配制各种标号的混凝土及加筋混凝土。經一年多的試驗，初步归納可供使用的水灰比与混凝土强度关系（見表5）。

表 5

混凝土28天强度 水泥标号	水 灰 比			
	0.3	0.4	0.6	0.8
250	180	125	70	40
300	200	150	90	60
400	240	180	100	70

为了群众使用方便，提出如下混凝土重量参考配合比（表6）。

配合比中，砂用中砂，如采用細砂，应减少一些用砂量。1:2:4的配合比，如用細砂，就可改为1:1.9:4。石子用5~40毫米卵石或碎石。配合比系按干燥的砂、石設計的，如砂、石潮湿，应各取代表性的砂、石一市斤左右，先称量湿重，烘干后再称量干重，湿重减干重即含水量。配混凝土时，应按含水量比例相应加大砂、石用量，减少含水量。砂、石要洁淨，含泥、树枝、树叶等有机物质多的不宜使用。

表 6

水泥 标号	混标 凝 土号	配 合 比 (水泥:砂:石)	水 灰 比	砂 率 (%)	每立方米 混凝土 水泥 用量 (公斤)	混凝土 坍落度 (厘米)	每50公斤袋装 水泥需砂、石、 水用量(公斤)		
							砂	石	水
250	150	1:1:3	0.37	25	485	0~2	50	150	18.5
	100	1:1.6:3.6	0.47	31	390	0~2	80	180	23.5
	75	1:2.3:4.6	0.57	33	308	0~2	115	230	28.5
300	200	1:0.8:2.8	0.3	22	530	0~2	40	140	15
	150	1:1.2:2.3	0.4	24	465	0~2	60	150	20
	100	1:2.1:4.2	0.55	33	330	0~2	105	210	27.5
	75	1:3:6	0.66	33	243	0~2	150	300	33
400	250	1:0.8:3	0.35	21	505	0~2	40	150	17.5
	200	1:1.4:3.2	0.43	30.5	431	0~2	70	160	21.5
	150	1:2:4	0.53	33	345	0~2	100	200	26.5
	100	1:2.3:5.5	0.63	34	262	0~2	140	275	31.5
	75	1:3.3:6.6	0.72	33	222	0~2	165	330	36

五、鋼渣水泥混凝土制品的荷載試驗情况

按某試点工程設計图紙，預制了两种鋼渣水泥混凝土板，做了荷載試驗，結果表明两种板的挠度和裂縫开展規律（表 7），符合使用要求。

表 7

构 件 尺 寸 (米)	設計荷載 (吨/米 ²)	构 件 自 重 (公斤)	标准 荷載 (吨)	超載 倍 数	破 坏 荷 載 (吨)	标准荷載下的变形 (毫米)			
						实有 挠度	容許 挠度	最大 裂縫 寬度	容許 裂縫 寬度
2.79×0.80×0.11	0.8	613	1.59	3.0	4.16	1.5	8.3	0.1	0.15
2.50×0.50×0.175	8.0	553	9.20	1.46	12.88	4.29	7.7	0.1	0.15

六、鋼渣水泥的使用情况

北京市建設局、仪表局生产的鋼渣水泥（主要是未水淬的鋼渣水泥），已用于地下工程的拱、板、盖板、基础、地面抹面及砌筑砂浆等，工程质量符合要求。

七、几点說明

1. 用鋼渣水泥拌制混凝土混合物，宜采用低流动性的（坍落度为0~2厘米）。流动性大，混凝土不易凝結，因此施工时要严格控制用水量。

2. 鋼渣水泥砂浆、混凝土，三日內不宜浇水养护，浇水过早反而不易凝固。初期宜用干草袋覆盖，以减少蒸发量又不致过湿。三日后开始浇水养护至七天。在潮湿环境中三个月强度比28天强度增加40%以上，因此适用于地下工程。

3. 用鋼渣水泥浇制混凝土制品时，可采用自然养护。如采用蒸汽养护，溫度宜控制在60~70°C范围内。

4. 鋼渣水泥不宜于低温施工，在日平均溫度低于5°C时，可采用一层席一层油毡的簡易蒸汽套，通上蒸汽，使蒸汽套內保持20~50°C七天左右。混凝土达到一半以上强度时，即不怕受冻。但再养护时，混凝土表面应盖一层紙，以免冷凝水滴在上面。

5. 对凝結过快的水泥，在施工中搅拌的砂浆和混凝土混合物最好在半小时內用完。对个别凝結过慢的水泥浇制的混凝土制品，初期只能盖干草袋保持水分，三日內不能让人踩，混凝土表面凝結后，再浇水养护。

6. 对于經蒸煮法檢驗安定性不合格的水泥，或未得到出厂檢驗单，弄不清安定性檢驗結果的水泥，只能用于非承重

結構,如地面混凝土、抹面及勾縫砂浆、非承重墙砌筑砂浆等。

7. 目前試生产的未水淬鋼渣水泥, 可能由于鋼渣堆放过久, 人工选矿不均匀等原因, 水泥的强度、安定性、凝結時間等质量指标不够稳定。为提高水泥质量, 改善生产工艺, 今后拟在鋼渣堆場中增加磁选设备, 实现机械化选矿。

將鋼渣水淬是改进鋼渣水泥质量的較好措施。

石灰蜂窝煤炉灰低标号水泥

北京市煤建公司和北京市宣武区有关单位在北京市建筑材料研究所的配合下, 学习了华南工学院等单位的經驗, 发动群众, 努力变“廢”为宝, 利用家庭生活烧用的蜂窝煤所排出的灰等原料, 制成了100号石灰蜂窝煤炉灰低标号水泥, 現在已經在北京市試点推广。

一、原材料、配合比及生产工艺

原材料包括蜂窝煤炉灰、生石灰和石膏三种。炉灰的化学成分見表1。

表 1

二氧化硅 (SiO ₂)	三氧化二鋁 (Al ₂ O ₃)	氧化鈣 (CaO)	氧化鎂 (MgO)	三氧化二鉄 (Fe ₂ O ₃)	烧失量
41.27	27.03	17.77	2.45	3.63	3.51

要求炉灰不能受潮, 其含碳量应少于15%, 炉灰中应不含有有机质, 要随收随用, 不能积压時間过长。

由于炉灰中含氧化鈣量低, 所以需掺入10%以上的生石灰, 使水泥中活性鈣量大于10%。考虑到氧化鎂对水泥安定

性有不良影响,所以宜采用鈣石灰。为了提高水泥的强度,最好采用活性鈣含量高、消化速度快、消化温度高的优质石灰。

为了调节水泥的凝結时间,提高水泥强度,需加入3%的石膏。采用二水石膏、模型石膏、染料厂废石膏、氟石膏均可。其中以氟石膏对提高强度最有利。

配合比为蜂窝煤炉灰87%,生石灰10%,石膏3%。将三种原材料按重量比配合混匀后,在球磨机里混磨至4900孔/厘米²篩篩余少于10%即成炉灰水泥。

二、炉灰水泥的主要性能

炉灰水泥的主要性能列于表2。

表 2

性能	細度 (4900孔/厘米 ² 篩篩余%)	比重	标准稠度 (%)	凝結时间 (时:分)		安定性		抗压强度 (公斤/厘米 ²)	
				初凝	終凝	蒸	煮	7天	28天
炉灰水泥	<10	2.88	35~48	0:35~ 3:00	3:30~ 15:00	良好	良好	30	100

安定性是指試餅在标准养护一周后,再蒸煮的結果。其余性能都按原建筑工程部頒标准关于普通硅酸盐水泥檢驗方法进行測定。

水泥中含生石灰較多,受潮后生石灰就会逐漸消解成消石灰,比表面积增加,消解热也逐漸失掉,使标准稠度增大,凝結时间緩慢,强度也下降。所以这种水泥存放时间不宜太久。

在一定范围内,水泥細度对标准稠度影响不大,对凝結时间有一定影响。水泥越細,凝結越快。但細度对强度的影响很显著,細度从4900孔/厘米²篩篩余2%增至20%时,强度降低50%。所以水泥細度必須控制在4900孔/厘米²篩篩余小于10%,最好少于5%。

三、使 用

这种水泥已开始小量生产，成本每吨14元，售价每吨15元。目前主要用于：

1. 配制建筑砂浆

用炉灰水泥可配制25号砂浆，若在炉灰中掺入2%的400号矿渣硅酸盐水泥，可配制50号砂浆，砂浆的配合比(重量比)均为水泥:砂=1:3。

2. 配制混凝土

一般情况，这种低标号水泥不宜用来配制混凝土，必需时，可采用水泥:砂:石子=1:1:3(重量比)配制100号混凝土。混凝土宜采用蒸汽养护，若采用静停一天，升温三小时，95°C下恒温八小时，降温三小时的养护制度，混凝土强度可达到150公斤/厘米²。混凝土的耐火性和干湿循环性能良好，但抗冻、耐磨和耐腐蚀性差。

石灰矿渣水泥

一、原材料与配合比

1. 原材料化学成分

表 1

名 称	化学成分 (%)	二氧化硅 (SiO ₂)	三氧化二铁 (Fe ₂ O ₃)	三氧化二铝 (Al ₂ O ₃)	氧化钙 (CaO)	氧化镁 (MgO)	三氧化硫 (SO ₃)
矿 渣		37.74	1.48	9.98	39.87	9.14	—
二 水 石 膏		1.38	0.23	0.17	32.57	1.85	42.05

2. 配比

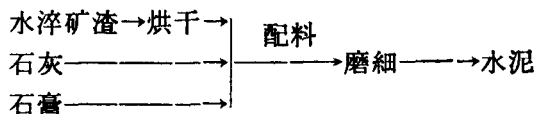
石灰矿渣水泥

矿渣:生石灰:石膏=80:15:5

石膏矿渣水泥

矿渣:烧石膏=85:15 (烧石膏是二水石膏在600~700°C煅烧一小时的产物)

二、工艺流程



三、水泥的物理性能

表 2

生产单位	配合比(%)			细 度 (4900孔/厘米 ² 筛 筛 余 %)	安定性	抗压强度 (公斤/厘米 ²)	备 注
	石灰	石膏	水渣				
首钢总公司	11	7	82	5	良好	250~300	蒸后强度
北京市水泥制品厂	15	5	80	10	良好	200	硬练砂浆强度 (自然养护)
北京市水泥制品厂	—	15	85	10	良好	400	硬练砂浆强度 (自然养护)
北京无线电厂	10	5	85	14.5	良好	194	硬练砂浆强度 (自然养护)

石灰矿渣水泥, 抗压强度可达200~300公斤/厘米², 石膏矿渣水泥抗压强度可达400公斤/厘米²。石灰矿渣水泥和石膏矿渣水泥抗硫酸盐性能均较好。

四、混凝土的物理性能

表 3

配合比 (重量比)			蒸后抗压强度(公斤/厘米 ²)	
水 泥	砂 子	石 子	出 池	14 天
1	1	2	232.0	278.0
1	1	2	293.0	372.0

五、注 意 事 项

1. 水泥应尽早使用，一般贮存期最好不超过两个月。
2. 混凝土在硬化过程中，应保持足够的湿度。

烟 灰 水 泥

北京西郊高井烟灰制品厂、石景山发电厂等单位广大职工以大庆为榜样，遵循毛主席“自力更生，艰苦奋斗”和有关综合利用的教导，发动群众，在有关单位的协助下，自1970年5月以来，先后生产出烟灰无熟料水泥和烟灰硅酸盐水泥。

烟灰属火山灰质材料，其化学成分近于黄土，由于烟灰经过了1200~1400°C的高温煅烧，有一定的活性，与石灰、石膏等在温、湿条件下相互作用，生成新的水化产物而硬化，产生一定的机械强度。烟灰中含有较高的二氧化硅和三氧化二铝等成分，也可以代替部分粘土，作为烧熟料水泥的原料，或作为水泥的活性混合材料，生产烟灰硅酸盐水泥。

(一) 烟灰无熟料水泥

一、原材料及配比

1. 配比

烟灰：石灰：石膏=70~75：25~20：5

采用上述配比可以生产出抗压强度200~250公斤/厘米²以上的烟灰无熟料水泥。

2. 化学成分(表1)