

全國工業交通展覽會建築工業館

技 術 資 料

水泥混合材料的利用

· 建築工程部水泥研究院原料室 編

建 筑 工 程 出 版 社

內 容 提 要

这本小冊子是比較通俗的科学技术讀物。它把水泥中掺用混合材料的基本原理与使用經驗作了簡單扼要的闡述；并結合我国实际情况对各类混合材料的来源、特征、技术条件及所制成的水泥作了簡單介紹。本書可供水泥工业中生产、使用及研究部門的技术人員参考。

水 泥 混 合 材 料 的 利 用

建筑工程部水泥研究院原料室 編

編 輯：姚留織

設 計：閻正堅

1958年9月第1版 · 1958年9月第1次印刷 · 7,060册

787×1092 · $1/32$ · 25千字 · 印張 $1\frac{1}{8}$ · 定价(9) 0.13元

建筑工程出版社印刷厂印刷 · 新华書店发行 · 統一書号：15040·1256

建筑工程出版社出版(北京市阜成門外大街)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

前 言

目前，在水泥工厂或建筑基地广泛地掺用水泥混合材料是完全符合党中央和毛主席提出来的多快好省地建设社会主义的方针的。

仅就第一个五年计划期间，水泥工厂因掺用混合材料而增产水泥达五百五十九万吨之多，约占五年计划总产量的百分之二十一点三。用这些水泥可建造中小型水库九十三万座；这么多的水库可灌溉农田五亿五千万亩。在这段时期中，由于采取了掺混合材料的措施，我国混合水泥的品种与标号增加到四个品种和二十个标号。第一个五年计划期间，水泥混合材料（仅以矿渣和頁岩来说明）掺用量的增长情况如下表所示。

1953--1957年我国水泥厂掺用的水泥混合材料量（千吨） 表 1

年 代 种 类	1953年	1954年	1955年	1956年	1957年
粒状高爐矿渣	496	718	860	1,074	1,358
赤頁岩	205	303	481	550	741

注：表列数字是建筑工程部水泥局计划处供给的材料。

水泥工业的发展规划，常常靠新建或扩建水泥工厂来完成。但是新建一个年产四十五万吨的水泥工厂（如大同水泥厂），从原料勘探、设计、施工到正式投入生产，大约需要三年多的时间，

扩建旧有的水泥工厂，也要花费不少时间；在新建或扩建的过程中，还可能受机械供应不及时等影响。这就使水泥工业的发展速度不能飞速跃进。第一个五年计划期间，水泥工业超额完成了国家所给予的任务，1957年水泥产量增加到年产686万吨，这是与大量利用混合材料分不开的。

为了改善水泥性能并节省水泥熟料，在水泥工厂磨制水泥或在建筑工地上拌制砂浆或混凝土时，掺用大量磨细的矿物质物料，这些物料可称为水泥混合材料。它与外加剂不同之处，在于掺用量较多，常为10—15%或25—30%，有时为40—60%。

由于水泥熟料与水作用，生成大量的氢氧化钙（如石灰加水后的生成物），易被水侵蚀和溶解出来，使不掺混合材料的水泥混凝土在自然界的各种水中遭到破坏，甚至引起整个建筑物的崩溃。在水泥（或混凝土拌合物）中掺用了混合材料就可减缓或者避免上述不良现象的发生，从而改善水泥的性能并提高工程质量。

水泥中掺用了混合材料，使生产用煤量减少约百分之三十，结果生产成本降低约百分之十到百分之二十。1954年，梅山水库工程在水泥中掺用了混合材料，节省水泥约百分之二十，为国家节约不少资金。加上所掺用的混合材料大都是就地采取价廉的天然岩矿或工业废渣，这对国家节约运输和废渣处理费用来说，也起了不小的作用。一般工程使用了掺混合材料的水泥，就可避免因只使用高标号水泥所造成的严重浪费现象。

以上说明，掺用水泥混合材料，对国家经济建设所起的作用是不小的。它是水泥生产和使用部门贯彻社会主义建设总路线所应遵循的途径之一。

水泥混合材料按其来源可分为天然混合材料和人工混合材料；按其化学成分*可分为酸性混合材料和碱性混合材料；按其

活性可分为活性混合材料（或称水硬性混合材料）和非活性混合材料（又名填充性混合材料）。活性混合材料按其石灰作用不同又分为具有独立水硬性的粒状高炉矿渣和不具有独立水硬性的火山灰质混合材料。为了叙述方便起见，本书把各种天然岩矿与工业废渣分别列在粒状高炉矿渣、火山灰质混合材料与填充性混合材料三大类来叙述。

* 混合材料中碱性氧化物 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) 与酸性氧化物 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) 之比值小于 1 为酸性；反之大于 1 或等于 1 为碱性。

目 录

前 言

一、粒状高爐矿渣	(1)
高爐矿渣的化学成分	(1)
高爐矿渣的显微结构	(5)
高爐矿渣的水硬性	(5)
高爐矿渣的成粒	(8)
矿渣的应用	(9)
二、火山灰質混合材料	(16)
含水矽酸質混合材料	(16)
火山玻璃質混合材料	(17)
燒粘土質混合材料	(19)
火山灰質混合材料的品質鉴定	(21)
火山灰質混合材料和石灰的作用	(23)
火山灰質混合材料的应用	(24)
三、填充性混合材料	(30)

一、粒状高爐矿渣

在熔煉生鉄时得到一种矽酸盐和矽鋁酸盐熔融物，經過快速急剧冷却处理而成为粒状物，这种煉鉄工业的副产品就叫做粒状高爐矿渣。若不經過快速急剧冷却处理，讓熔融物緩慢冷却，就生成块状高爐矿渣。粒状高爐矿渣的活性較高，作为活性混合材料使用，是矿渣水泥中的非煅燒組成部分；块状高爐矿渣的活性較低，作混合材料使用者不多。

高爐矿渣随煉鉄的种类分为鑄造生鉄矿渣、煉鋼生鉄矿渣和特种生鉄矿渣。根据煉鉄过程中所采用燃料的种类，分为焦炭熔煉矿渣和木炭熔煉矿渣。在焦炭熔煉矿渣中，按其化学成分的不同（根据所含碱性氧化物或酸性氧化物的多少而定），又分为碱性和酸性两种。木炭熔煉矿渣大部分是强酸性的。由于熔煉溫度的高低差別，矿渣也可分为高爐正常高溫熔融矿渣（或称熟矿渣）和高爐不正常的低溫矿渣（或称凉矿渣）。作为混合材料用的矿渣，一般是焦炭熔煉的碱性和酸性高爐熟矿渣，特别是用水、壓縮空气或水蒸汽成粒的矿渣。

高爐矿渣的化学成分 高爐矿渣的化学成分与水泥熟料的化学成分相似。不同之点在于矿渣中的鉄以低价鉄存在，含有一些硫化物（如硫化鈣、硫化錳、硫化鉄等），所含的氧化鈣較低，而氧化矽、氧化鋁和氧化鎂却較高，在个别情况下还可能含有氧化鈦、磷化物和和其他氧化物。由于熔煉生鉄时所用的矿石、熔剂（石灰石）和熔煉生鉄的种类不同，矿渣的化学成分范围变化很大。表 2 是我国部分水泥厂所用的粒状高爐矿渣的化学成分。从

表2中看出，氧化鈣、氧化矽、氧化鋁和氧化鎂為礦渣中的主要成分，占总重量的90%以上。作為水泥混合材料用的粒狀高爐礦渣，以含氧化鋁和氧化鈣高，而含氧化矽低的，活性為大，質量很高。氧化鎂在礦渣中大多數是以穩定的化合物狀態存在，它不會使水泥發生破壞性的體積變化（即水泥安定性良好）。這與水泥熟料中的氧化鎂以游離狀態出現，會引起水泥安定性不好是大不相同的。一般礦渣中的氧化鎂含量不超過15%，這樣不會引起礦渣的水硬活性降低。礦渣中的氧化亞鐵含量不多，不會起壞的影響。硫化鈣在礦渣中起着有益的作用；但其他硫化物如硫化錳和硫化鐵在進行水化時，會引起很大的體積變化，一般把這些化合物作為有害成分加以限制。在蘇聯和我國的礦渣技術條件中，規定氧化亞錳的含量不得大於2.0—5.0%（隨礦渣的活性率而異），硫化物中硫的含量在鹼性礦渣中不得大於3.6%（酸性礦渣未作規定）。至於氧化鈦、磷化物以及其他氧化物，一般也是把它們作為礦渣的有害成分來看待的。

各國根據所採用的不同化學成分的礦渣，與激發劑混合物的強度對比試驗結果，提出了不同的化學計算公式，來評定礦渣

的質量。例如蘇聯與我國就採用了鹼性率 $\left(\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}\right)$ 和活性率

$\left(\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2}\right)$ 這兩個計算公式。在礦渣技術條件中規定鹼性礦渣的鹼

性率不得小於1.0，活性率不得小於0.17—0.25（隨礦渣的氧化亞錳的含量而異）；酸性礦渣中，第一級的鹼性率不得小於0.9，活性率不得小於0.40；第二級的鹼性率不得小於0.65，活性率不得小於0.33。在上述的規定中，已肯定鹼性矽礦渣和酸性鋁礦渣兩大類中的鑄造生鐵和煉鋼生鐵礦渣是適用的；鹼性鋁礦渣最適

用，但数量很少；酸性矽矿渣是不合规定的。至于熔炼特种生铁所得的矿渣，尚未包括在现行技术条件中，还需进行研究。此外，在德国标准中，还在不同时期内提出了下列三种公式。最早

$$\text{的是 } \frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \frac{1}{3}\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2 + \frac{2}{3}\text{Al}_2\text{O}_3} \geq 1; \text{ 其次的是 } \frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} \geq 1;$$

$$\text{最近的是 } \frac{\text{CaO} + \text{CaS} + \frac{1}{2}\text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2 + \text{MnO}} \geq 1.5。$$

按照上述计算公式，我国矿渣化学成分的各种率值如表 3 所示。从表 3 中看出，我国水泥厂所用的矿渣，大部分符合上列公式规定数值的要求。其中除石景山与鞍山等地钢铁厂的矿渣外，皆属于苏联标准中一级矿渣的要求。

粒状高炉矿渣的化学成分(%)

表 2

編 号	矿 渣 来 源		CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	FeO*	MnO	S*
	生产厂	使用厂							
1	石景山钢铁厂	琉璃河水泥厂	36.56	35.36	12.04	10.40	0.35	1.54	0.04
2	鞍山钢铁厂	鞍山水泥厂	40.11	41.52	8.21	8.10	0.57	1.53	0.26
3	太原钢铁厂	太原水泥厂	42.45	37.36	11.63	6.38	0.32	—	痕迹
4	重庆钢铁厂	重庆水泥厂	42.90	37.41	10.81	6.56	0.39	—	0.77
5	本溪钢铁厂	本溪水泥厂	42.96	38.72	10.11	6.23	0.24	—	痕迹
6	大冶钢铁厂	华新水泥厂	44.67	35.60	14.31	2.64	0.20	—	痕迹

* FeO系Fe₂O₃折算的；S系硫酐折算的。

表 3

粒状高爐矿渣化学成分間的率值

編 号	矿 渣 来 源		$\frac{\text{CaO}+\text{MgO}}{\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2}$	$\frac{\text{CaO}+\text{MgO}+1/3\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2+2/3\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2}$	$\frac{\text{CaO}+\text{CaS}+1/2\text{MgO}+\text{Al}_2\text{O}_3*}{\text{SiO}_2+\text{MnO}}$
	生 产 厂	使 用 厂					
1	石景山鋼鐵厂	琉璃河水泥厂	0.99	0.34	1.16	1.67	1.46
2	鞍山鋼鐵厂	鞍山水泥厂	0.97	0.20	1.08	1.35	1.24
3	太原鋼鐵厂	太原水泥厂	1.00	0.30	1.17	1.62	1.53
4	重庆鋼鐵厂	重庆水泥厂	1.03	0.29	1.37	1.61	1.57
5	本溪鋼鐵厂	本溪水泥厂	1.01	0.26	1.16	1.53	1.45
6	大冶鋼鐵厂	华新水泥厂	0.95	0.40	1.15	1.73	1.69

* 式中CaS用S量折算。

高爐礦渣的顯微結構 粒狀高爐礦渣除含有少量的結晶礦物外，大部分是以玻璃碎屑狀態出現。結晶礦物在礦渣常遇到的有鈣黃長石($2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$)、鎂方柱石($2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$)、矽酸二鈣($\alpha' - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $\beta - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $\gamma - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)和硫化物(CaS , MnS , FeS)等。上述結晶礦物能與水作用並具有水硬性能者，有 α' 型或 β 型矽酸二鈣和硫化鈣兩種；鈣黃長石在石灰水中也能與水作用並具有水硬性能。我國粒狀高爐礦渣經蘇良赫教授鑑定，大部分都含有90%以上的玻璃碎屑（重慶水泥廠所用礦渣的玻璃質含量僅達70%）。玻璃質中的氧化矽和氧化鋁是以不規則狀態的矽酸根（ SiO_4^{4-} ）和鋁酸根（ AlO_4^{4-} ）出現，並且與陽離子（ Ca^{2+} 和 Mg^{2+} ）化合的。但兩者之間的化合力量非常微弱。在水和礦渣激發劑的作用下，上述電離物質將發生一系列的重新排列和化學反應，生成水化矽酸鈣、水化鋁酸鈣和水化硫鋁酸鈣，加上結晶礦物硫化鈣和矽酸二鈣（ α' 型和 β 型）的水化，這就決定了粒狀高爐礦渣的水硬活性。

礦渣玻璃質的折光率和它的化學成分有關。當它含的氧化鈣愈多時，折光率就愈高。這是由於鈣的原子量比矽、鋁、鎂、氧、硫（鐵的含量很少，除外）等元素的原子量大，同它的離子半徑也較大，因而折光率比較高。有人認為礦渣玻璃質的折光率大於或等於1.65才好用。我國粒狀高爐礦渣玻璃質折光率介於1.6355—1.6530之間。一般認為白色或淡黃色、質輕、松脆的粒狀高爐礦渣活性較高，質量較好。

高爐礦渣的水硬性 由於礦渣成粒後含有大量的玻璃質，它與緩冷的結晶礦渣不同，貯藏有較大的化學內能及活性結構（化合物以電離狀態出現，結合力很微弱），因而具有很大的潛在水硬性能。這性能在某些外加物的作用下就會被激發而表現出來。外加物稱為粒狀高爐礦渣的水硬性激發劑或活化劑，它是加速礦

渣与水反应的促进剂。

作为矿渣激发剂的物质，最普通的是氢氧化钙（以石灰的形式出现或从水泥中析出来）、氢氧化镁（常与氧化钙伴随，以烧白云石的形式加入）以免各种硫酸钙。前两者在水中有氢氧根离子（ OH^- ）出现，因而称之为碱性激发剂；后者称之为硫酸盐激发剂。单独地或混合地使用上述矿渣激发剂，将其掺入粒状高炉矿渣中即可以制成各种矿渣水泥。

当矿渣不加激发剂时，加水后矿渣结晶部分的硫化钙将发生水解作用，分解出氢氧化钙（可作为碱性激发剂）和硫氢化钙（氧化成为硫酸盐激发剂），对矿渣的玻璃部分发生作用。玻璃化不好的强碱性矿渣中可能含有游离氧化钙，水化后生成氢氧化钙，也会发生类似的作用。碱性矿渣结晶部分中的 α' 型或 β 型矽酸二钙也会与水作用生成含水矽酸钙。这样矿渣就具有水硬性能。外加各种激发剂，可以加速与矿渣玻璃质中的活性成分作用，使矿渣的水硬性能更为显著。

粒状高炉矿渣的水硬性与它的化学成分有关，这已在前面加以叙述。碱性铝矿渣的水硬性最大，其次是碱性矽矿渣和酸性铝矿渣（这两种矿渣制成的水泥机械强度，没有显著区别，标号相等），最差是酸性矽矿渣。

粒状高炉矿渣的水硬性也受水淬程度的影响。化学成分相近的矿渣，水淬良好可使矿渣含有较多的玻璃质，因而具有较大的化学内能，表现有较高的水硬性；反之，水淬不良，会使矿渣中的玻璃质含量减少，表现水硬性较低。这个问题，我们曾用本溪水泥厂送来的同铁种但水淬情况不同的矿渣作过对比试验，结果证实了上述情况。

矿渣含有水分，由于在干燥过程中经受干燥温度的不同，它的水硬性也受影响。我们将石景山钢铁厂的矿渣以不同温度处

理，然后制成矿渣水泥进行物理試驗，証明当加热溫度达到 700°C 时，矿渣的水硬性显著下降。这可能与該种矿渣在 700°C 时部分玻璃質轉化为結晶矿物有关。

含水的矿渣堆存時間过久，会因矿渣中的水硬性組成部分（如硫化鈣和矽酸二鈣）遭到水解而變質，結果使矿渣的水硬性降低。这在我們的試驗結果中也曾得到証明。但是矿渣在干燥后堆存，这种變質現象可以減輕或者避免。

評定矿渣的水硬性的方法，除了前述利用它的化学成分計算各率值，并比較这些率值的大小外，也可以用显微鏡觀察的方法，对矿渣玻璃質的含量加以計算，并将它的折光率加以測定，同时对矿渣結晶矿物中的水硬性組成部分进行研究。

一般对矿渣水硬性的檢驗方法，是用實驗室的小型磨机将矿渣（不加激发剂或加3—5%石膏）粉碎到适宜的細度，然后作标准物理机械試驗（期齡为一个月）来評价矿渣的水硬性能。

为了迅速測定矿渣在硫酸鈣方面的化学活性，可将通过90号篩（即每平方公分有4,900孔的篩子）的矿渣20克，放在已溶有2克氧化鈣的石膏溶液（濃度为1.5—1.6克/立升）400毫升中，沸煮2小时，然后根据矿渣吸收硫酸鈣的毫克数来确定矿渣的活性，这样就可把矿渣分为高活性（大于200毫克）、活性（200—100毫克）和低活性（小于100毫克）三种。在用这三种矿渣制造水泥时，石膏的含量最好相应为5%、4%和3%。这个方法我們已加以应用。前述我国六种矿渣的石膏吸收值，最高者为500毫克（华新厂用的矿渣），最低者为213毫克（琉璃河厂用的矿渣）。

用苛性碱（氫氧化鈉或氫氧化鉀）溶液破坏矿渣表面的胶質矽酸薄膜，将大大有利于水向矿渣顆粒内部扩散，加速矿渣水化过程和硬化过程，利用这一机理可以提出另一种評定矿渣水硬性的方法。这个方法目前水泥研究院正在研究試用。采取这个方法

时，要把矿渣粉碎到在90号筛上的筛余为5%，然后用25—30%（按重量计），浓度为200克/立升的纯苛性碱溶液调合，制成 $3 \times 3 \times 3$ 公分的试体，这样就可以直接测定出一晝夜的抗压强度（公斤/平方公分）。试体要放在震动台上震动150次，以资捣实；在进行试验之前，试体一直要放在模型内，不要接触空气。

除了上述方法之外，还有许多试验方法。例如把矿渣放在弱酸中，用量热计比较它的溶解热；把矿渣加热到 850°C 后，比较它的热效应（即矿渣玻璃质转为结晶作用的程度）；在矿渣颗粒上加少许硫酸铝溶液，置于显微镜下，观察硫酸钙结晶的数量与时间等，都可相对地比较说明矿渣的质量和它的水硬性能。

高爐矿渣的成粒 目前我国使用的高爐矿渣成粒设备，大部分是湿法。例如石景山钢铁厂，就是在高爐旁边用湿法成粒的。矿渣由出渣口的斜槽流入渣車，在它的过程中用一股急骤的水流冲向赤热融熔状态的矿渣，使其迅速冷却而成粒的，即是所谓的爐前水淬。这种水淬的方式对矿渣的活性来说是很好的；由于融熔矿渣在很高的温度状态下淬冷，含有更大的化学内能。但是，因爐前水淬所发生的水蒸汽和硫化氢的气味，对高爐工人的健康与高爐设备起着有害的作用。这个厂还有另一种湿法水淬方式，它是把融熔矿渣经过斜槽流入渣車中，运送到高爐車間外的一个水池中去淬冷，再用人工从水池中把渣捞起运至堆存处存放起来。由于融熔矿渣要用渣車运送一段距离，热量散失致使温度降低影响矿渣玻璃中的化学内能减少；同时在渣車中融熔矿渣的表面缓慢冷却凝固而成块渣，减少粒状高爐矿渣的产量。这种湿法成粒设备简单，但耗用劳动力和水量不少。若水源不足，或从水泥生产的经济观点出发，那么采用半干法（鞍钢就有这种设备）或干法成粒，也是很适宜的，这样矿渣的含水量将显著减少。例

如鞍鋼濕法水淬礦渣的含水量一般都在30%以上，半干法成粒的礦渣的含水量可降低到10%左右，使水泥廠用于干燥粒狀高爐礦渣的煤耗量大大減少，并提高礦渣干燥机的生产效能。

礦渣的应用 成粒的和緩冷的高爐礦渣都有广泛的用途。例如制造各种礦渣水泥（作为水泥中的非煅燒的水硬性組成部分）、各种各样的磚、砌块、建筑配件、集料、混凝土、砂浆、絕热材料、“甦醒混凝土”、鋪路石、桥梁基础、铁路道碴等等，本書只介紹用粒狀高爐礦渣制成的各种礦渣水泥。

以碱性激发剂激发礦渣的礦渣水泥有礦渣矽酸盐水泥和石灰礦渣水泥；以硫酸盐激发礦渣的礦渣水泥有礦渣硫酸盐水泥和无水石膏高鋁礦渣水泥；用融熔高爐礦渣制成的礦渣水泥有高爐礦渣水泥、鋁矽酸盐礦渣水泥和高鋁礦渣水泥。在我国还有把礦渣与赤泥（制鋁工业的殘渣）和激发剂配制的赤泥水泥；把礦渣与燒粘土和激发剂配制的高强度石灰燒粘土水泥；把礦渣与明矾渣和激发剂配制的一种新型水泥——矾渣无熟料水泥；把礦渣与大量的无水石膏和10—15%生石灰配制成的一种具有抗水性的无水石膏水泥，因而使粒狀高爐礦渣的应用范围扩大了。至于用礦渣作粘土組分与石灰石制造矽酸盐水泥熟料，在我国已取得显著的成就；把礦渣用于干法制造水泥的过程中，也用于湿法制造水泥的过程中。

礦渣矽酸盐水泥是用矽酸盐水泥熟料同焦炭熔煉生鐵的粒狀高爐礦渣共同粉碎或分別粉碎后再仔細均匀混合而成的一种水硬性胶凝材料。当礦渣掺用量不超过15%时，这种水泥仍称矽酸盐水泥。唯有礦渣掺用量为20—85%时，才称为礦渣矽酸盐水泥。这种水泥在我国解放后1949年鞍山水泥厂就大量生产，其后在本溪、琉璃河、太原、重庆、华新以及其他水泥厂也进行了生产。

礦渣矽酸盐水泥的化学成分除了規定硫酐（ SO_3 ）含量不超

过3%和熟料中氧化镁含量不超过4.5%外,其他均未作规定。

按照我国水泥标准,这种水泥的标号可分为200号、250号、300号、400号和500号五种,它的强度指标不得小于表4中的数据。

表 4

水 泥 标 号	1:3硬煤胶砂强度(公斤/平方公分)			
	抗 压		抗 拉	
	7 天	28 天	7 天	28 天
200	90	200	11	18
250	110	250	11	18
300	140	300	14	22
400	190	400	18	24
500	270	500	22	27

矿渣矽酸盐水泥的强度与强度增进率,决定于水泥熟料的矿物组成、矿渣的化学成分与物理结构以及矿渣的掺用量等三个因素。除此以外,矿渣矽酸盐水泥的细度对强度与强度增进率的影响也很大。在我国水泥厂掺用矿渣生产200号矿渣矽酸盐水泥的,例如,有鞍山水泥厂,掺用鞍山钢铁厂的矿渣约75%;生产300号矿渣矽酸盐水泥的,例如重庆水泥厂,掺用重庆钢铁厂的矿渣约40%;生产400号矿渣矽酸盐水泥的,例如琉璃河水泥厂,掺用石景山钢铁厂的矿渣约20%。

当矿渣矽酸盐水泥中的矿渣含量较高时(60—70%),它的凝结时间确比矽酸盐水泥慢些,而且早期强度也低些,标号也不高,但后期强度增进率大。这种水泥的物理性质(包括细度、凝结时间、安定性)与矽酸盐水泥的规定相同。

矿渣矽酸盐水泥在硬化初期的放热量比矽酸盐水泥小得多，适宜于建筑大型建筑物。这种水泥在凝結和硬化过程中对于周围环境的温度变化的敏感性比矽酸盐水泥大。在低温下，尤其在另下温度时，发生延缓硬化作用；在高温下能加速硬化作用。

在空气中或水中的一般使用条件下，矿渣矽酸盐水泥是耐冻的，与矽酸盐水泥无很大区别；但在循环交替遭受干湿或冻融的循环作用条件下，矿渣矽酸盐水泥就不及矽酸盐水泥。矿渣矽酸盐水泥具有较优良的耐热性、抗水性和抗硫酸盐性。

由于矿渣矽酸盐水泥具有上述的建筑性能，它的使用范围与矽酸盐水泥相同。考虑到这种水泥的抗水性和抗硫酸盐性高，所以把它用在地下和水中以及经受海水和其他侵蚀性水作用的建筑物最合适。这种水泥的水化热较低，耐热性较高，用在大型建筑物和高温车间的钢筋混凝土建筑物中，会比用矽酸盐水泥要可靠得多。

在矿渣矽酸盐水泥中，还有一种矿渣高镁矽酸盐水泥。它与上述矿渣矽酸盐水泥不同点，在于用高镁矽酸盐水泥熟料（含氧化镁在4.5%以上，高达8%）与粒状高炉矿渣配制而成的。矿渣的掺用量为20—30%。这种水泥的建筑性能与上述矿渣矽酸盐水泥基本上相同。它主要用在地下和地上混凝土及钢筋混凝土建筑物中，以及在用水热处理制造建筑配件中使用。还可以用它配制建筑砂浆。在受淡水作用的混凝土及钢筋混凝土建筑物中也可使用。但在抗拉强度要求高的混凝土中，不得使用。

石灰矿渣水泥是用干燥的粒状高炉矿渣和石灰（有时也加5%的石膏）共同粉碎或分别粉碎后，仔细均匀混合而成的水硬性胶凝材料。这种水泥早在1865年德国正式生产。解放后我国在1951年对这种水泥就着手进行试验研究，结果证明用鞍山、本溪等钢铁厂的粒状高炉矿渣配以10—25%的生石灰或消石灰和5%的石