

水泥性能及其检验

中国建材研究院水泥所 编著

中国建材工业出版社

水泥性能及其检验

中国建材研究院水泥所 编著

中国建材工业出版社

(京)新登字 117 号

责任编辑:吴海根、李卫东

水泥性能及其检验

中国建材研究院水泥所 编著

*

中国建材工业出版社出版发行

河北省清河县印刷厂印刷

*

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:14 $\frac{1}{4}$ 字数:371 千字

1994 年 7 月第一版 1994 年 7 月第一次印刷

印数:1—5000 册 定价:28.80 元

ISBN7-80090-225-0/TQ·6

《水泥性能及其检验》编委会

主 编 张大同

副主编 王文义、杨基典、白显明

编 委 王文义、张大同、杨基典、白显明

前 言

水泥物理性能及其检验,虽然不能作为一门学科,但它在水泥生产,水泥使用和水泥科学研究中是不可缺少的知识和手段。我国众多水泥厂的生产和庞大发展工程中水泥的选用都需通过水泥物性知识和检测手段来保证质量,提高效率,降低成本;科研部门在改变现有水泥性能的研究中也须正确检测和评价水泥的物理性能,并进而找出与其相关的因素。我国对水泥物理性能的研究主要是从解放以后开始的,依靠这些研究建立了我国水泥性能检测比较完整的系统。今年是中国建材研究院成立四十周年,四十年来曾有很多同志在我院从事过这项工作的研究,并为我国水泥性能研究和检测工作的发展作出了重大贡献。然而坦诚而言,我国目前对水泥性能了解的深度和所拥有的检测手段,并不能完全适应当前有关方面的需要,也没有达到国际先进水平,在当前研究体制改变的状况下,此项工作不但前进非常困难甚至有倒退的危险。为了总结过去,也向同行提供参阅资料,我们将过去曾经出版的,包括公开的和内部的书和文章进行修订合并定名为“水泥性能及其检验”,既希望对同行工作有所帮助,也作为我们对从事过这项工作的同志和我院成立四十周年的纪念!

水泥性能及其检验内容比较多,近年来为了使我国经济与国际接轨,国家要求我国标准向国际靠拢,因此与八十年代相比已制修订了很多水泥产品标准和检验方法标准,这些标准与过去的标准都有一定的差别。本书在编写时侧重当前的需要,选择其中主要的、常用的、最新的内容,由从事该项研究或熟悉该项内容的同志执笔。在编写过程中对于过去曾有过而现在仍适用的内容尽可能保留原有的风格,也曾打算对书中内容的出处列出,但终因比较困难没有办成。下面是负责各章节编写和修订的人员名单:

- | | |
|--------------------------------|--------|
| 1. 第一、第五、第十七和第二十章 | 杨基典 |
| 2. 第二、第三章和第十六章 16—1~16—4 | 王文义 |
| 3. 第四章 4—9~4—19、第十六章 16—5~16—8 | 白显明 |
| 4. 第四章 4—8、第十五章 | 崔学玲、王健 |
| 5. 第六章 6—1、第十二章 12—3、第十三章 13—3 | 张秋英 |
| 6. 第六章 6—2、第七章 7—3~7—5 | 陈 萍 |
| 7. 第七章 7—2、第十九章 | 刁志坚 |
| 8. 第九章 | 颜碧兰 |
| 9. 第十三章 13—4 | 黄添益 |
| 10. 其余各章节 | 张大同 |

全书编审工作由张大同同志负责。鉴于编写人员多,时间仓促、书稿中疏、漏、差、误都可能存在,望同行指正。

编者 1994 年 2 月

目 录

第一章 水泥的分类.....	1
第二章 硅酸盐水泥熟料的生产.....	3
2—1 水泥生产工艺.....	3
2—2 硅酸盐水泥熟料的化学成份.....	7
2—3 硅酸盐水泥熟料的矿物组成.....	9
2—4 硅酸盐水泥熟料的率值	11
2—5 硅酸盐水泥熟料的形成	13
2—6 硅酸盐水泥熟料矿物的水化及产物	16
第三章 通用水泥的组成与性能特点	21
3—1 硅酸盐水泥	21
3—2 普通硅酸盐水泥	28
3—3 矿渣硅酸盐水泥	34
3—4 火山灰质硅酸盐水泥	40
3—5 粉煤灰硅酸盐水泥	44
3—6 复合硅酸盐水泥	49
第四章 特种水泥的组成与性能	58
4—1 快硬硅酸盐水泥	58
4—2 中热和低热水泥	60
4—3 抗硫酸盐硅酸盐水泥	64
4—4 白色硅酸盐水泥	66
4—5 无收缩快硬硅酸盐水泥	68

4—6	道路硅酸盐水泥	69
4—7	砌筑水泥	71
4—8	油井水泥	73
4—9	高铝水泥	79
4—10	高铝水泥—65	84
4—11	快硬高强铝酸盐水泥	87
4—12	特快硬调凝铝酸盐水泥	89
4—13	硫铝酸盐水泥	92
4—14	铁铝酸盐水泥	95
4—15	自应力硅酸盐水泥	98
4—16	自应力铝酸盐水泥	100
4—17	型砂水泥	105
4—18	快凝快硬硅酸盐水泥	107
4—19	低热微膨胀水泥	110
第五章	水泥的次要组份材料	113
5—1	调凝剂	113
5—2	混合材料与特定掺合料	115
5—3	非活性混合材料	146
第六章	水泥的密度和容重	149
6—1	水泥密度测定方法(液体排代法)	151
6—2	水泥密度测定方法(气体排代法)	153
6—3	水泥容重的测定	162
第七章	水泥细度	165
7—1	概述	165
7—2	筛分析方法	166
7—3	透气法测定比表面积	171
7—4	颗粒级配测定方法	183
7—5	费氏平均粒度仪法	198

第八章 水泥的需水性	205
8—1 概述	205
8—2 水泥净浆标准稠度用水量的测定	207
8—3 水泥胶砂流动度测定	209
8—4 水泥保水性和泌水性	210
第九章 水泥的凝结	217
9—1 概述	217
9—2 水泥凝结时间的测定	218
9—3 水泥不正常凝结测定方法	221
第十章 水泥的安定性	226
10—1 水泥沸煮安定性试验方法	226
10—2 压蒸安定性试验方法	231
10—3 浸水安定性试验方法	233
第十一章 水泥强度	235
11—1 概述	235
11—2 水泥强度标准检验方法	243
11—3 国际上的主要强度试验方法	250
11—4 水泥强度快速测定	254
11—5 水泥强度检验误差分析	257
第十二章 水泥水化热	262
12—1 概述	262
12—2 水泥水化热直接测定法	265
12—3 水泥水化热溶解热测定方法	273
12—4 混凝土绝热温升试验方法	287
12—5 水泥水化热测定方法评价	291
第十三章 水泥膨胀与收缩	293
13—1 水泥胶砂干缩试验方法	295
13—2 膨胀水泥膨胀率测定方法	300

13—3	自应力水泥自应力值和强度的测定方法	303
13—4	水泥开裂性试验方法	309
第十四章	水泥耐磨性	313
14—1	水泥胶砂耐磨性试验方法	313
14—2	影响水泥胶砂耐磨性的因素	320
第十五章	油井水泥性能的检定	321
15—1	油井水泥性能检验概述	321
15—2	水泥浆的制备	323
15—3	游离水含量的测定	325
15—4	抗压强度检验	327
15—5	稠化时间和稠度的测定	330
15—6	水泥浆流变性能测定	338
第十六章	水泥其它物理性能	341
16—1	抗硫酸盐侵蚀性	341
16—2	抗渗性	353
16—3	抗冻性	356
16—4	耐热性	360
16—5	碳化与钢筋锈蚀	363
16—6	白度	369
16—7	混合材活性	371
16—8	火山灰性	374
第十七章	水泥物性试验用相关材料	379
17—1	水泥强度试验用标准砂	379
17—2	水泥胶砂流动度标准样	380
17—3	颗粒级配标准样	383
17—4	水泥细度、比表面积标准粉	385
第十八章	水泥物理性能检验常用仪器及试验条件	388
18—1	水泥物理性能检验常用仪器一览表	388

18—2	双转双速水泥净浆搅拌机	391
18—3	标准稠度与凝结时间测定仪	397
18—4	水泥胶砂搅拌机	400
18—5	水泥胶砂振动台	406
18—6	电动抗折试验机	411
18—7	胶砂强度试模	415
18—8	抗压夹具	417
18—9	流动度跳桌	420
18—10	试验室温湿度	421
第十九章	水泥包装用袋	424
19—1	水泥包装用袋的分类	424
19—2	水泥包装袋的技术要求及检验方法	425
19—3	水泥包装袋质量判定规划	428
第二十章	实验数据处理	130
附 录		449
附录 1	国家技术监督局公告	449
附录 2	我国试验筛规格系列表	452
附录 3	摄氏、华氏温度换算及干湿球湿度表	460
附录 4	部份机构和单位介绍	462

第一章 水泥的分类

水泥是一种水硬性的胶凝材料。我国标准对水泥的定义是：加水拌合成塑性浆体，能胶凝砂、石等适当材料并能在空气中和水中硬化的粉状水硬性胶凝材料。水泥的种类很多，通常水泥按其主要的水硬性矿物可分为硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥、铁铝酸盐水泥和氟铝酸盐水泥等。水泥也可按其性能和用途分为一般用途和特种用途水泥。一般用途水泥如硅酸盐水泥、普通水泥、矿渣水泥、粉煤灰水泥、火山灰水泥和复合水泥等。特种用途的水泥如用于快速和抢修工程的快硬水泥和快凝快硬水泥；用于大体积混凝土的中热、低热水泥；用于防渗堵漏的膨胀水泥；用于炉衬材料的耐火水泥以及其它特种水泥等等。目前水泥品种已达一百多种。

为了便于命名和分类、从水泥本身的特点和使用角度出发，我国标准按水泥的用途和性能分为三类，即通用水泥，特性水泥和专用水泥。

一、通用水泥——用于一般土木建筑工程的水泥。这类水泥实际上是硅酸盐水泥及其派生的品种，掺各种混合材料的水泥。它用量大，使用面广，主要品种有硅酸盐水泥、普通水泥、矿渣水泥、粉煤灰水泥、火山灰水泥和复合水泥。其中普通水泥和矿渣水泥是我国水泥市场的主导产品。

二、特性水泥——某种性能比较突出的水泥。这类水泥主要是为满足不同的工程要求，使用面比通用水泥窄。主要品种有用于补偿收缩混凝土工程的膨胀水泥，用于大坝混凝土工程和要求水化

热低的结构工程的中热硅酸盐水泥和低热矿渣(粉煤灰)硅酸盐水泥,用于要求早期强度较高的快硬硅酸盐水泥和硫铝酸盐水泥,用于高温条件的高铝水泥,用于装饰工程的白色硅酸盐水泥以及用于水泥混凝土路面工程的道路硅酸盐水泥等等。

三、专用水泥——专门用途的水泥。这类水泥单一用途,使用量有限。如专用于固油、气井工程的油井水泥,专用于铸造行业的型砂水泥。

此外,还有一类以火山灰质混合材料和(或)具有潜在水硬性的材料为主要组份材料配以各种激发剂做成的水泥。这类水泥地方性强,常就地取材,且性能比通用水泥差,一般用于要求较低的工程。这类水泥主要有石膏矿渣水泥,石灰火山灰水泥。

第二章 硅酸盐水泥熟料的生产

2—1 水泥生产工艺

水泥生产过程分三个阶段：石灰质原料、粘土质原料与少量铁质校正原料经破碎后按一定比例配合磨细，并调配成分合适、质量均匀的生料，称为生料制备；生料在水泥窑内煅烧至部分熔融得到以硅酸钙为主要成分的水泥熟料，称为熟料的煅烧；熟料添加适量石膏，有时还有一部分混合材料或外加剂共同磨细成为水泥，称为水泥的粉磨。生料制备，熟料煅烧和水泥粉磨这三个阶段，亦可简称为“两磨一烧”的工艺过程。

水泥的生产方式因生料制备方法不同，可分为湿法、干法和半干法三种。

湿法生产是原料粉磨时加水制成含水分 32~38% 的料浆，在旋窑内烧制水泥熟料。其优点是制备生料时扬尘少，易于调和均匀，有利于提高熟料质量，但由于蒸发多余的水分要耗用大量的能源，所以其熟料热耗比干法要高 2093~2931KJ/kg (500~700KCal/kg)。目前随着能源的紧缺，湿法生产正逐步为新型的干法窑所取代。

干法生产是原料采用干法粉磨，回转窑煅烧熟料，再粉磨制成水泥。由于干法生产热耗低，质量好，生产工艺技术发展很快，它已由原始的中空回转窑发展为带余热锅炉发电的回转窑、立筒予热器回转窑、多级旋风予热器的回转窑以及新型干法窑——窑外分解窑。水泥熟料的烧成热耗现已降至 3140~3559KJ/kg (750~850KCal/kg)，单机生产能力亦大幅度提高。先进的干法生产是当

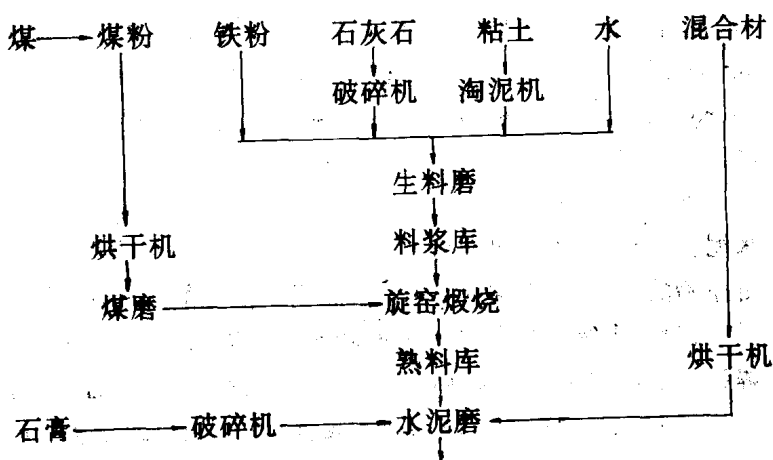
代水泥工业的主流,是水泥工业节能挖潜的主要方向,有着广阔的发展前景。

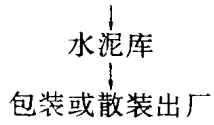
半干法生产,是将干生料加水成球(水分 12~15%)后入窑煅烧。最典型的是三十年代所广为推行的立波尔窑(采用炉篦加热机预烧),其特点介于干湿生产之间,主要优点是单机产量较高而热耗较低。

立窑也属于半干法生产,由于立窑比回转窑有其特殊的优点,所以在我国获得了广泛的应用,至今在我国水泥工业有着相当重要的地位,立窑的优点是:1. 与回转窑相比基建投资省,占地面积小,金属耗量低,易于建设,有利于利用地方的财力,物力发展水泥生产。2. 能利用就近的廉价劣质燃料,在交通不便的边远地区,就地生产就地使用。3. 热效率高,能源消耗低,立窑生产虽然具有许多优点,但它的最大弱点是熟料煅烧质量稳定性差,特别是工艺装备落后的厂尤为突出。

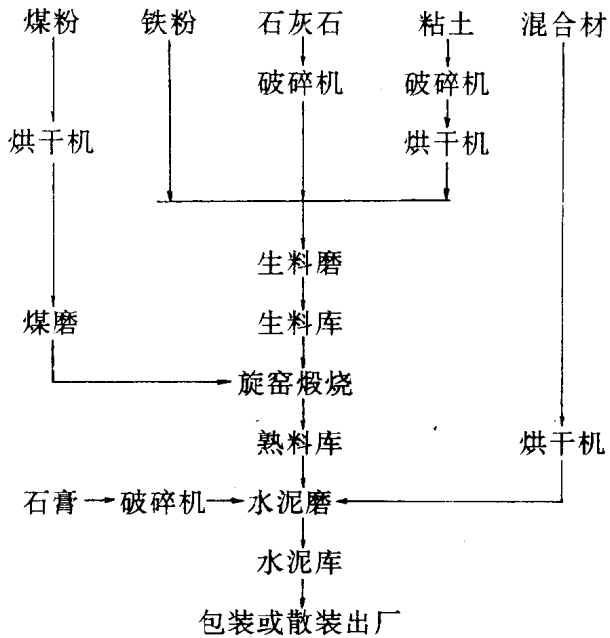
现将湿法回转窑,干法回转窑和立窑半黑生料生产的典型工艺流程介绍如下:

一、湿法生产的工艺流程





二、干法生产的工艺流程



三、立窑生产的工艺流程(半黑生料法)

