

鲁法增 编著

生产过程 中的 质量检验

中国建材工业出版社



水泥生产过程中的质量检验

鲁法增 编著

中国建材工业出版社

一九九六年

004018

004018

(京)新登字 177 号

图书在版编目 (CIP) 数据

水泥生产过程中的质量检验/鲁法增编著. -北京:
中国建材工业出版社, 1996. 10

ISBN 7-80090-474-1

I. 水… II. 鲁… III. 水泥-生产过程-质量检验
IV. TQ172.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 17036 号

* * *

水泥生产过程中的质量检验

鲁法增 编著

*

中国建材工业出版社出版 (北京海淀区三里河路 11 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市海淀区跃华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 7.75 字数: 174 千字

1996 年 10 月第一版 1996 年 10 月第一次印刷

印数: 1—5000 册 定价: 11.80 元

ISBN 7-80090-474-1/TQ·21

内 容 提 要

本书系统地介绍了水泥生产过程中质量检验的内容和检验方法。主要包括对生产过程中的各种原料、燃料、半成品以及成品的化学性质和物理性能的检验。同时,还简要介绍了水泥的基本性能和水泥生产的基本过程以及检验样品的采集与制备等。

本书内容详细,实用性强。对于从事水泥生产的管理人员、质量检验操作人员及有关的工程技术人员都有很高的实用价值。也可供质检机构、院校师生参考。

前 言

水泥是最重要的建筑材料之一，其质量的优劣对于保证建筑工程的质量、保护国家财产和人民生命安全关系极大。因此，确保水泥产品的质量具有重要意义。

水泥是经过一系列的加工过程而生产出来的工业产品。在这一系列的加工过程中，每道工序、每个环节的质量指标完成情况都会对水泥的质量产生影响，因此，在水泥生产过程中，除了对最终产品水泥进行严格的质量检验与控制之外，还要特别注意加强对整个水泥生产过程中的质量检验工作。这样才能及时地发现问题、解决问题，保证最终产品符合质量要求。

本书就是基于上述指导思想，根据有关的标准和资料，结合一些水泥企业的实践经验而编写的。在本书中，比较系统地介绍了水泥生产过程中的质量检验内容和检验方法。包括对各种原料、燃料、半成品、成品等的物理化学性能的检验等。同时，还简要介绍了水泥生产的基本过程和水泥的基本性能以及检验样品的采集与制备等方面的内容。

本书是一本实用型的技术书籍，它对于从事水泥生产的管理人员、质量检验人员及有关的工程技术人员和技术工人都具有较强的实用价值。也可供有关院校的师生参考。

在本书的编写过程中，得到了许多同志的大力支持和热情帮助。同时本书还参考和引用了一些有关的文献资料，在此，一并表示深切的谢意。

由于编者水平所限，书中错误与不妥之处在所难免，敬

请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 水泥生产过程中质量检验的意义	(1)
第二节 水泥生产过程中质量检验的内容和方法	(3)
第二章 硅酸盐水泥的生产及其性能	(5)
第一节 硅酸盐水泥的生产方法	(5)
第二节 硅酸盐水泥的主要组成	(8)
第三节 硅酸盐水泥的水化和硬化	(13)
第四节 硅酸盐水泥的物理力学性能	(19)
第三章 原料和燃料的质量检验	(29)
第一节 水泥生产对各种原料的质量要求	(29)
第二节 石灰石的质量分析	(33)
第三节 粘土的质量分析	(39)
第四节 铁矿石的质量分析	(45)
第五节 石膏的质量分析	(52)
第六节 萤石的质量分析	(55)
第七节 煤的质量分析	(57)
第八节 矿渣的质量检验	(63)
第九节 火山灰质混合材料的质量检验	(72)
第十节 粉煤灰的质量检验	(75)
第四章 水泥生料的质量检验	(78)
第一节 生料碳酸钙滴定值的测定	(78)
第二节 生料中氧化钙和氧化镁的测定	(80)
第三节 生料中三氧化二铁的测定	(82)
第四节 生料中含煤量的测定	(84)
第五节 生料中氟的测定	(95)

第六节	生料化学全分析	(101)
第七节	生料细度的测定	(105)
第五章	物料工艺性能的测定	(107)
第一节	物料粒度与水分的测定	(107)
第二节	水泥原料易磨性的测定	(112)
第三节	水泥生料易烧性的测定	(120)
第四节	水泥生料球的性能测定	(122)
第六章	水泥熟料的质量检验	(133)
第一节	水泥熟料主要成分的化学分析	(133)
第二节	水泥熟料中游离氧化钙的测定	(145)
第三节	水泥熟料中三氧化硫的测定	(147)
第四节	水泥熟料不溶物的测定	(149)
第五节	水泥熟料烧失量的测定	(151)
第六节	水泥熟料立升重的测定	(151)
第七节	水泥熟料物理力学性能的检验	(152)
第七章	水泥的质量检验	(155)
第一节	水泥不溶物的测定	(155)
第二节	水泥中氧化镁含量的测定	(157)
第三节	水泥烧失量的测定	(160)
第四节	水泥中三氧化硫含量的测定	(162)
第五节	水泥中氧化钾和氧化钠的测定	(163)
第六节	水泥密度的测定	(166)
第七节	水泥细度的检验	(168)
第八节	水泥比表面积的测定	(172)
第九节	水泥标准稠度用水量、凝结时间和安定性的 检验	(178)
第十节	水泥胶砂强度的检验	(187)
第十一节	水泥胶砂流动度的检验	(195)
第十二节	水泥中矿渣添加量的测定	(198)

第十三节	水泥中石灰石掺加量的测定	(204)
第十四节	水泥中火山灰质混合材料和粉煤灰掺加量的 测定	(210)
第十五节	水泥包装质量的检验	(214)
第十六节	散装水泥的质量检验与管理	(218)
第八章	检验样品的采集与制备	(222)
第一节	样品的代表性	(222)
第二节	样品的采集	(225)
第三节	样品的制备与保管	(232)
主要参考文献		(239)

第一章 概 述

第一节 水泥生产过程中质量检验的意义

水泥生产工艺是连续性很强的过程。水泥的生产一般要经过各种原料、燃料的破碎、配料、粉磨、煅烧、再粉磨以及包装等一系列的加工过程。在水泥生产的整个工艺过程中，每道工序的工艺质量指标的实现情况都会对最终产品出厂水泥的质量产生重要的影响。因此要求水泥企业在水泥生产中要十分重视对每道工序的质量检验与控制，把质量检验和质量控制工作贯穿于水泥生产工艺的全部过程中去。只有这样，作为水泥生产企业才能有计划地生产出高质量的水泥产品，同时也有利于企业的各项管理工作的顺利进行和更有效地发挥企业的经济效益。

为了使水泥生产正常进行，保证产品的质量，在水泥生产过程中，必须科学地、系统地对生产工艺过程中的各个环节进行严格的质量检验和质量控制，使水泥生产中的每道工序都按照预定的工艺指标进行，使每道工序都处于受控状态。这是保证水泥质量的基石。

一般来讲，在水泥生产工艺过程中，质量上要把好三大关：

1. 把好原料、燃料质量关

原料和燃料是水泥生产的基础。没有合格的原料和燃料，难以生产出高质量的水泥产品，所以，把好原料和燃料的质

量关是很重要的。

对原料和燃料的质量要求主要有两点，一是要求其化学成分、物理性能及矿物组成等符合水泥生产所要求的工艺指标；二是要求其成分均匀、稳定，这样才有利于水泥企业稳定生产。

2. 把好半成品的质量关

在水泥生产过程中，最主要的半成品是生料和熟料。生料和熟料的质量状况对水泥的质量具有至关重要的影响。在某种意义上可以这样说，生料和熟料的质量控制得好，就为水泥的质量打好了基础，对水泥的质量控制相对地就容易多了。要保证生料和熟料的质量，一般要做到以下几点：

(1)要采用符合要求的原料与燃料以及合理的配料方案。

(2)要采用精确的计量设备，以保证配料方案的准确实施。

(3)采用先进可行的均化措施，包括原料、燃料预均化和生料及熟料的均化，保证半成品质量的均匀性。

(4)采用先进的工艺技术和装备，完善生产工艺条件。

(5)加强培训与岗位练兵，提高工艺质量管理与操作人员的技术水平。

3. 把好最终产品的质量关

这是水泥生产的最后一关，也是决定产品质量合格与否的关键的一关。要从出磨水泥抓起。为了保证最终产品水泥的质量，在磨制水泥时，要充分了解熟料的质量情况，根据熟料的各种性能和本厂生产的水泥的品种、标号合理地确定混合材料及其他外加剂的掺加量。同时还要保证粉磨细度符合要求。

水泥出磨后不能直接包装，要进入均化库进行均化以后，

才能包装或散装出厂，以保证出厂水泥的均匀性。经检验不合格的水泥或未经检验的水泥绝对不允许出厂。

上述所讲的是在水泥生产中把好质量关的主要内容。要了解和掌握以上工作的完成情况，就需要对生产过程中每道工序的质量指标的完成情况进行检验，这就是本书所讲的水泥生产过程中的质量检验。水泥生产过程中的质量检验是一项十分重要与复杂的工作。只有通过对整个水泥生产过程中的每道工序的工艺质量指标进行检测和检验，才能系统地、全面地了解水泥生产过程中的实际情况，才能随时发现问题，以便及时改进工艺，指导生产。所以说，及时、准确的质量检验是在水泥生产过程中保证质量的必不可少的手段。这对于加强水泥企业的质量管理、改善工序质量，直至保证最终产品的质量都具有非常重要的意义。

第二节 水泥生产过程中质量检验的内容和方法

1. 检验的内容

水泥生产过程中的质量检验的内容繁多。从检验对象上来说，可概括为以下几个方面：

(1) 待用原料和燃料的质量检验

待用原料和燃料是指准备在水泥生产中使用而还未用的原料和燃料。如进厂的石灰石、粘土、铁矿石、页岩、煤矸石、石膏、萤石、混合材料、烟煤、无烟煤等等。对这些原料和燃料一定要坚持先检验后使用的原则，在使用前要先取样检验，经检验符合要求才准予使用。

(2) 在用原料和燃料的质量检验

在用原料和燃料已经用于水泥的生产过程中，并随着水泥的生产工艺过程而流动，变为流动物料，且发生着某些变化。如需要经过破碎、输送、配料、入磨等，最后变成半成品生料或煤粉。

(3) 生料和熟料的质量检验

在水泥生产过程中，生料和熟料是最主要的半成品，其质量的好坏，对最终产品影响极大，因此，必须严格进行质量检验与控制。

(4) 出磨水泥与出厂水泥的质量检验

出磨水泥和出厂水泥已经接近或到达质量检验与控制的最后关头，所以一定要加倍小心，严格把关，坚决杜绝不合格水泥出厂。

(5) 其他物料的质量检验

在水泥生产工艺过程中，还有其他一些需要检验的物料，如立窑生产时的生料球、入窑煤粉；旋窑生产时的料浆、煤粉等。

2. 检验的方法

(1) 水泥生产企业首先应当按照国家标准、质量管理规程及上级有关规定，并结合本企业的实际情况，制订出本企业的工艺质量标准（或管理办法）和工艺质量检验方法，并严格执行。现在各水泥企业都普遍绘制有生产流程质量控制图和生产流程质量控制表。在这些图、表中实际上就给出了工艺质量检验的内容、检验项目、检验频次、工艺技术指标等。其完善者可作为水泥生产工艺质量检验的参照依据。

(2) 严格按照制订的标准和办法中所要求的内容按规定进行取样检验，并将检验结果及时反馈给工艺质量管理部门，以指导水泥生产的顺利进行。

第二章 硅酸盐水泥的生产及其性能

第一节 硅酸盐水泥的生产方法

硅酸盐水泥的生产分为三个阶段：石灰质原料、粘土质原料与少量校正原料（立窑生产时还有燃料煤）经破碎后按一定比例配合、磨细，并配合成为成分合适、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所得以硅酸钙为主要成分的硅酸盐水泥熟料，称为熟料煅烧；熟料加适量石膏，有时还加适量混合材料或外加剂，共同磨细为水泥，称为水泥粉磨，又称制成。

水泥的生产方法按照生料制备方法不同，可分为湿法、干法和半干法三种。

1. 湿法生产及其典型流程

湿法生产是将原料加水磨制成含水 32~38% 的料浆，在湿法回转窑内烧制成水泥熟料。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能源，所以其热耗比干法要高 2000~3000kJ/kg 熟料，随着能源的日益紧缺，湿法生产正逐步为新型的干法生产所取代。

湿法生产的典型流程如图 2-1 所示。

2. 干法生产及其典型流程

干法生产的特点是生料采用干法粉磨，原料需经干燥设

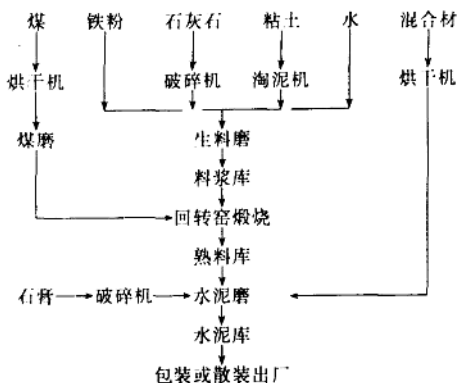


图 2-1 典型的湿法生产工艺流程

备烘干。生产中扬尘多，配料调和比较困难，但热耗较低。近代随着生产技术的发展，原料预均化，生料风动搅拌及收尘设备的完善与提高，干法生产已由原始的中空回转窑或带余热锅炉型回转窑发展为立筒预热器、旋风预热器以及现代先进的窑外分解窑。水泥熟料烧成热耗已经降至 $3140 \sim 3560 \text{ kJ/kg}$ ，单机生产能力亦大幅度提高。先进的干法窑是当代水泥工业的主流，是水泥工业节约能源、挖掘生产潜力的主要方面，它是一种具有广阔的发展前景的水泥生产方法。

如图 2-2 所示，为最典型的干法生产的工艺流程。

3. 半干法生产及其典型流程

半干法生产，是将干生料加水（水分一般在 $12\% \sim 16\%$ ）成球后入窑煅烧，最典型的是 30 年代所广为推行的立波尔窑（采用炉篦加热机预热），其特点介于干法与湿法之间，主要优点是单机产量较高而热耗较低。

立窑生产也属于半干法生产。立窑与回转窑相比，具有基建投资少、建设快、能耗低，便于就地取材等优点，但其

生产水平、产品质量等方面与回转窑相比还存在着一些差距。

图 2-3 为典型的立窑生产工艺流程。

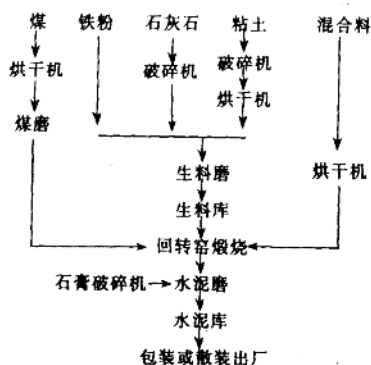


图2-2 典型的干法生产工艺流程

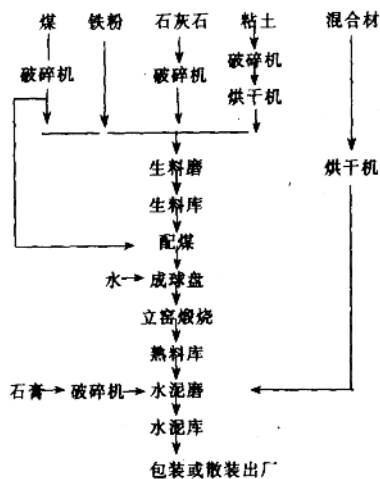


图2-3 典型的立窑生产工艺流程(半黑生料法)

第二节 硅酸盐水泥的主要组成

硅酸盐水泥是以适当的生料，烧至部分熔融，得以硅酸钙为主要成分的硅酸盐水泥熟料，加入适量的石膏磨细而制成的水硬性胶凝材料。在硅酸盐水泥熟料的基础上，加入不同品种不同数量的混合材料共同粉磨，就可制得硅酸盐系列的不同品种的水泥，如普通水泥、矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥、砌筑水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥、中热硅酸盐水泥和低热矿渣硅酸盐水泥等等。

1. 化学成分

硅酸盐水泥的成分组成，主要取决于硅酸盐水泥熟料的组成。硅酸盐水泥熟料主要由氧化钙 (CaO)、二氧化硅 (SiO_2)、氧化铝 (Al_2O_3) 和三氧化二铁 (Fe_2O_3) 四种氧化物组成。

这四种氧化物通常在熟料中占 95% 以上。同时，熟料中还含有少量其他氧化物，如氧化镁 (MgO)、三氧化硫 (SO_3)、氧化钛 (TiO_2) 及碱 ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 等。

现代生产的硅酸盐水泥熟料，各主要氧化物的含量的波动范围为：

CaO : 62~67%;

SiO_2 : 20~40%;

Al_2O_3 : 4~7%;

Fe_2O_3 : 2.5~6.0%。

当然，在某些情况下，由于水泥品种、原料成分以及生产工艺过程的差异，各主要氧化物的含量也可能不在上述范围之内，例如白色硅酸盐水泥熟料中 Fe_2O_3 含量必须小于