

预拌混凝土 质量检测、控制与管理

刘祥顺 刘雪飞 编著

YUBAN HUNNINGTU
ZHILIANGJIANCE KONGZHI YU GUANLI

中国建材工业出版社

预拌混凝土质量 检测、控制与管理

刘祥顺 刘雪飞 编著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

预拌混凝土质量检测、控制与管理/刘祥顺, 刘雪飞编著. —北京: 中国建材工业出版社, 2007.3

ISBN 978-7-80227-246-0

I. 预… II. ①刘…②刘… III. ①预搅拌混凝土-质量检验②预搅拌混凝土-质量控制③预搅拌混凝土-质量管理 IV. TU528.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 024209 号

内 容 简 介

本书以现行的国家标准及行业标准为依据, 介绍了预拌混凝土原材料、拌合物及硬化后混凝土的质量指标、检测依据、组批原则、取样方法及数量、检测方法、质量评定等内容; 预拌混凝土通用品及常用特种混凝土配合比设计方法及要求; 预拌混凝土生产及供应过程、质量控制及质量管理方法。

本书供预拌混凝土企业的质量检测、质量控制及质量管理人员使用。也可供建筑施工单位、混凝土制品生产单位、建筑材料检测单位、高等及中等学校材料试验及教学人员参考。

预拌混凝土质量检测、控制与管理

刘祥顺 刘雪飞 编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 12

字 数: 292 千字

版 次: 2007 年 3 月第 1 版

印 次: 2007 年 3 月第 1 次

书 号: ISBN 978-7-80227-246-0

定 价: 24.00 元

网上书店: www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

自 20 世纪 70 年代末混凝土以商品形式在我国出现以来，至今已有 30 个年头。这 30 年中，预拌商品混凝土的发展从无到有；规模上从小到大；技术上从落后到先进。20 世纪 90 年代，建设部提出推广“十项新技术”，其中混凝土技术在全国得到了全面的发展，在全国范围内掀起了推广“商品混凝土”的高潮。目前，在全国绝大部分大、中城市都建立起了预拌混凝土搅拌站，这无疑对建筑业的工程质量和建设速度起到了不可估量的作用。

然而，迅速发展壮大的混凝土生产企业，需要大量混凝土方面的技术及管理人才。在一些新建混凝土企业中技术力量缺乏，管理不能很快到位，使得预拌混凝土的质量波动较大。可见，在我国预拌混凝土的发展过程中还存在着许多问题需要我们去解决，而且，我国的混凝土技术与发达国家相比较还存在着较大的差距。

预拌混凝土的质量受到原材料、生产工艺、运输、浇注成型、养护等多方面因素的影响。同时，企业管理水平的高低既影响产品的质量，又影响企业的经济效益。因此，为了保证混凝土材料的质量，应不断地提高预拌混凝土从业人员的技术水平和管理人员的管理水平。

笔者曾从事过混凝土方面的教学、生产及施工方面的工作，深知肩负的责任。为此组织编写了《预拌混凝土质量检测、控制与管理》一书，其内容包括有关的现行国家标准及行业标准；预拌混凝土原材料、拌合物及硬化后混凝土的质量指标、检测依据、组批原则、取样方法及数量、检测方法、质量评定；预拌混凝土通用品及特种混凝土配合比的设计方法及要求；预拌混凝土生产及供应过程、质量控制及质量管理方法等。献给广大的预拌混凝土企业的质量检测、质量控制及质量管理人员使用。

参与本书编写的人员有刘祥顺、刘雪飞、沈雪惠和陈本宝。

目 录

第一章 原材料的质量检测与控制	1
第一节 水泥.....	1
第二节 砂	24
第三节 石子	36
第四节 拌合用水	49
第五节 混凝土外加剂	52
第六节 混凝土矿物掺合料	84
第七节 原材料的质量管理	91
第二章 混凝土配合比	94
第一节 混凝土配合比设计应满足的基本要求	94
第二节 混凝土配合比设计的基本方法与步骤	96
第三节 普通混凝土配合比设计.....	104
第四节 粉煤灰混凝土配合比设计.....	110
第五节 有特殊要求的混凝土配合比设计.....	115
第六节 冬期施工的混凝土	123
第三章 预拌混凝土的质量检测与评定	129
第一节 预拌混凝土的质量要求	129
第二节 混凝土拌合物的质量检测与评定	132
第三节 混凝土强度的检测与评定	147
第四节 混凝土耐久性的检测与评定	155
第四章 预拌混凝土的质量控制与管理	160
第一节 预拌混凝土的生产与供应	160
第二节 预拌混凝土质量的初步控制	169
第三节 预拌混凝土质量的生产过程控制	172
第四节 预拌混凝土的质量管理	174
附录 预拌混凝土生产企业常用技术标准	182
参考文献	184

第一章 原材料的质量检测与控制

混凝土是由水泥和水经拌合形成的水泥浆，在硬化过程中，将砂、石子等骨料粘结在一起而形成。因此，混凝土的主要组成材料就是水泥、水和砂、石子骨料，有时为了改善混凝土的性能还需加入一些外加剂和矿物掺合料。

原材料的质量检测与控制是保证混凝土性能和质量稳定的关键。因此，必须了解混凝土各组成材料的性质、作用，根据所设计混凝土的特点，合理地选择原材料。必须了解各组成材料的质量要求，质量检验方法及质量判定，以便控制各种原材料的质量。

第一节 水 泥

一、水泥的分类

水泥是一种水硬性的胶凝材料，呈粉末状。当它与水混合形成浆体时具有流动性和可塑性，经凝结硬化后形成石状物。其凝结硬化过程，可在空气中进行，也可在水中进行。并在硬化过程中，可将砂石颗粒牢固地粘结在一起形成坚硬的人造石材即混凝土（或砂浆）。

（一）按水泥的矿物成分分类

水泥的种类通常按其矿物组成为三大类：硅酸盐类水泥（称第一系列水泥）、铝酸盐水泥（称第二系列水泥）和硫铝酸盐水泥（称第三系列水泥）。在建筑工程中主要使用硅酸盐类水泥。

（二）硅酸盐类水泥分类

硅酸盐类水泥分为三类：即通用水泥、专用水泥与特性水泥。

通用水泥是在建筑工程中使用最广泛、用量最大的水泥。通用水泥按其生产时掺入混合材料的种类与数量不同分为：硅酸盐水泥（代号 P·I 及 P·II 两种）、普通硅酸盐水泥（代号 P·O）、矿渣硅酸盐水泥（代号 P·S）、火山灰质硅酸盐水泥（代号 P·P）、粉煤灰硅酸盐水泥（代号 P·F）和复合硅酸盐水泥（代号 P·C）。

专用水泥是专门适用于某种工程使用的水泥，如专门用在砌筑工程中配制砌筑砂浆用的砌筑水泥；用于石油油田固井用的油井水泥；用于混凝土路面工程中使用的道路水泥等。

特性水泥是具有某种特殊性能的水泥，如快硬水泥、低热水泥。

（三）按水泥生产工艺分类

按水泥的生产工艺方法可分为两类，即立窑水泥（俗称小窑水泥）和回转窑水泥（俗称旋窑水泥或大窑水泥）。

立窑水泥设备简单，技术容易掌握，但烧成不易均匀，常被地方性小水泥厂采用。这类水泥质量波动较大，在重要工程和预拌混凝土中不宜使用。

回转窑水泥生产稳定，产品质量高，产量大。现代化的大型水泥厂普遍采用回转窑，生产品质优良的水泥。建筑工程中的重要建筑部位和预拌混凝土均须采用回转窑水泥。

二、水泥的技术要求

(一) 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥

1. 硅酸盐水泥

凡由硅酸盐水泥熟料，0~5%石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，称为硅酸盐水泥（即国外通称的波特兰水泥）。硅酸盐水泥分为两种类型，不掺加混合材料的称Ⅰ型硅酸盐水泥，代号P·Ⅰ；在硅酸盐水泥熟料粉磨时掺加不超过水泥质量5%石灰石或粒化高炉矿渣混合材料的称Ⅱ型硅酸盐水泥，代号P·Ⅱ。

硅酸盐水泥的强度等级分为：42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5、62.5R。

根据国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB 175—1999中的规定：对硅酸盐水泥有如下技术要求：

(1) 不溶物

Ⅰ型硅酸盐水泥中不溶物不得超过0.75%；

Ⅱ型硅酸盐水泥中不溶物不得超过1.50%。

(2) 烧失量

Ⅰ型硅酸盐水泥中烧失量不得大于3.0%；

Ⅱ型硅酸盐水泥中烧失量不得大于3.5%。

(3) 氧化镁

水泥中氧化镁的含量不宜超过5.0%。如果水泥经压蒸安定性试验合格，则水泥中氧化镁的含量允许放宽到6.0%。

(4) 三氧化硫

水泥中三氧化硫的含量不得超过3.5%。

(5) 细度

硅酸盐水泥比表面积大于300m²/kg。

(6) 凝结时间

硅酸盐水泥初凝不得早于45min，终凝不得迟于6.5h。

(7) 安定性

用沸煮法检验必须合格。

(8) 强度

水泥强度等级按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分，各强度等级水泥的各龄期强度不得低于表1-1中数值。

表 1-1 硅酸盐水泥各龄期强度值

强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
	3d	28d	3d	28d
42.5	17.0	42.5	3.5	6.5
42.5R	22.0	42.5	4.0	6.5
52.5	23.0	52.5	4.0	7.0

续表

强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
	3d	28d	3d	28d
52.5R	27.0	52.5	5.0	7.0
62.5	28.0	62.5	5.0	8.0
62.5R	32.0	62.5	5.5	8.0

(9) 碱

水泥中碱含量按 $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$ 计算值来表示。若使用活性骨料, 用户要求提供低碱水泥时, 水泥中碱含量不得大于 0.60% 或由供需双方商定。

2. 普通硅酸盐水泥

凡由硅酸盐水泥熟料, 6% ~ 15% 混合材料, 适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料, 称普通硅酸盐水泥 (简称普通水泥), 代号 P·O。

普通硅酸盐水泥强度等级分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R。

根据国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB 175—1999 中规定, 对普通硅酸盐水泥有如下技术要求:

(1) 烧失量

普通水泥中烧失量不得大于 5.0%。

(2) 氧化镁

水泥中氧化镁的含量不宜超过 5.0%。如果水泥经压蒸安定性试验合格, 则水泥中氧化镁的含量允许放宽到 6.0%。

(3) 三氧化硫

水泥中三氧化硫的含量不得超过 3.5%。

(4) 细度

普通水泥 80 μm 方孔筛筛余不得超过 10.0%。

(5) 凝结时间

普通水泥初凝不得早于 45min, 终凝不得迟于 10h。

(6) 安定性

用沸煮法检验必须合格。

(7) 强度

普通水泥强度等级是按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分, 各强度等级水泥的各龄期强度不得低于表 1-2 中数值。

表 1-2 普通水泥各龄期强度值

强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
	3d	28d	3d	28d
32.5	11.0	32.5	2.5	5.5
32.5R	16.0	32.5	3.5	5.5
42.5	16.0	42.5	3.5	6.5
42.5R	21.0	42.5	4.0	6.5
52.5	22.0	52.5	4.0	7.0
52.5R	26.0	52.5	5.0	7.0

(8) 碱

水泥由碱含量按 $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$ 计算值来表示。若使用活性骨料，用户要求提供低碱水泥时，水泥中碱含量不得大于 0.60% 或由供需双方商定。

(二) 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥

1. 矿渣硅酸盐水泥

凡由硅酸盐水泥熟料和粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，称为矿渣硅酸盐水泥（简称矿渣水泥），代号 P·S。

矿渣硅酸盐水泥强度等级分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R。

根据国家标准《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》GB 1344—1999 中规定，对矿渣硅酸盐水泥有如下技术要求：

(1) 氧化镁

熟料中氧化镁的含量不宜超过 5.0%。如果水泥经压蒸安定性试验合格，则熟料中氧化镁的含量允许放宽到 6.0%。

(2) 三氧化硫

矿渣水泥中三氧化硫的含量不得超过 4.0%。

(3) 细度

80 μm 方孔筛筛余不得超过 10%。

(4) 凝结时间

初凝不得早于 45min，终凝不得迟于 10h。

(5) 安定性

用沸煮法检验必须合格。

(6) 强度

矿渣水泥强度等级按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分，矿渣水泥的各龄期强度值不得低于表 1-3 中规定。

表 1-3 矿渣水泥各龄期强度值

强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
	3d	28d	3d	28d
32.5	10.0	32.5	2.5	5.5
32.5R	15.0	32.5	3.5	5.5
42.5	15.0	42.5	3.5	6.5
42.5R	19.0	42.5	4.0	6.5
52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
52.5R	23.0	52.5	4.5	7.0

(7) 碱

水泥中碱含量按 $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$ 计算值来表示。若使用活性骨料，要限制水泥含碱量时，由供需双方商定。

2. 火山灰质硅酸盐水泥

凡由硅酸盐水泥熟料和火山灰质混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，称为火山灰质硅酸盐水泥（简称火山灰水泥），代号 P·P。

火山灰水泥强度等级分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R。

根据国家标准《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》GB 1344—1999 中规定，对火山灰质硅酸盐水泥有如下技术要求：

(1) 氧化镁

熟料中氧化镁的含量不宜超过 5.0%。如果水泥经压蒸安定性试验合格，则熟料中氧化镁的含量允许放宽到 6.0%。

(2) 三氧化硫

火山灰水泥中三氧化硫的含量不得超过 3.5%。

(3) 细度

80 μ m 方孔筛筛余不得超过 10%。

(4) 凝结时间

初凝不得早于 45min，终凝不得迟于 10h。

(5) 安定性

用沸煮法检验必须合格。

(6) 强度

火山灰水泥强度等级按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分，火山灰质硅酸盐水泥的各龄期强度值不得低于表 1-4 中规定。

表 1-4 火山灰质硅酸盐水泥各龄期强度值

强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
	3d	28d	3d	28d
32.5	10.0	32.5	2.5	5.5
32.5R	15.0	32.5	3.5	5.5
42.5	15.0	42.5	3.5	6.5
42.5R	19.0	42.5	4.0	6.5
52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
52.5R	23.0	52.5	4.5	7.0

(7) 碱

水泥中碱含量按 $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$ 计算值来表示。若使用活性骨料，要限制水泥含碱量时，由供需双方商定。

3. 粉煤灰硅酸盐水泥

凡由硅酸盐水泥熟料和粉煤灰、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，称为粉煤灰硅酸盐水泥（简称粉煤灰水泥），代号 P·F。

粉煤灰硅酸盐水泥强度等级分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R。

根据国家标准《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》GB 1344—1999 中规定，对粉煤灰硅酸盐水泥有如下技术要求：

(1) 氧化镁

熟料中氧化镁的含量不宜超过 5.0%。如果水泥经压蒸安定性试验合格，则熟料中氧化镁的含量允许放宽到 6.0%。

(2) 三氧化硫

粉煤灰水泥中三氧化硫的含量不得超过 3.5%。

(3) 细度

80 μm 方孔筛筛余不得超过 10%。

(4) 凝结时间

初凝不得早于 45min，终凝不得迟于 10h。

(5) 安定性

用沸煮法检验必须合格。

(6) 强度

粉煤灰硅酸盐水泥强度等级按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分，粉煤灰水泥的各龄期强度值不得低于表 1-5 中规定。

表 1-5 粉煤灰水泥各龄期强度值

强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
	3d	28d	3d	28d
32.5	10.0	32.5	2.5	5.5
32.5R	15.0	32.5	3.5	5.5
42.5	15.0	42.5	3.5	6.5
42.5R	19.0	42.5	4.0	6.5
52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
52.5R	23.0	52.5	4.5	7.0

(7) 碱

水泥中碱含量按 $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$ 计算值来表示。若使用活性骨料，要限制水泥含碱量时，由供需双方商定。

(三) 复合硅酸盐水泥

凡由硅酸盐水泥熟料、两种或两种以上规定的混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，称为复合硅酸盐水泥（简称复合水泥），代号 P·C。

复合硅酸盐水泥的强度等级分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R。

根据国家标准《复合硅酸盐水泥》GB 12958—1999 中规定，对复合水泥有如下技术要求：

(1) 氧化镁

熟料中氧化镁的含量不宜超过 5.0%。如果水泥经压蒸安定性试验合格，则熟料中氧化镁的含量允许放宽到 6.0%。

(2) 三氧化硫

水泥中三氧化硫的含量不得超过 3.5%。

(3) 细度

80 μm 方孔筛筛余不得超过 10%。

(4) 凝结时间

初凝不得早于 45min，终凝不得迟于 10h。

(5) 安定性

用沸煮法检验必须合格。

(6) 强度

复合硅酸盐水泥强度等级按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分，矿渣水泥的各龄期强度值不得低于表 1-6 中规定。

表 1-6 复合水泥各龄期强度值

强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
	3d	28d	3d	28d
32.5	11.0	32.5	2.5	5.5
32.5R	16.0	32.5	3.5	5.5
42.5	16.0	42.5	3.5	6.5
42.5R	21.0	42.5	4.0	6.5
52.5	22.0	52.5	4.0	7.0
52.5R	26.0	52.5	5.0	7.0

(7) 碱

水泥中碱含量按 $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$ 计算值来表示。若使用活性骨料，要限制水泥含碱量时，由供需双方商定。

(四) 各种水泥的主要特点及选用

常用品种水泥的主要特性及其适用范围见表 1-7。

表 1-7 水泥的主要特点及适用范围

品种	主要特点	适用范围	不适用范围
硅酸盐水泥	1. 早强、高强、快硬 2. 水化热高 3. 耐冻性好 4. 耐热性差 5. 耐腐蚀性差	1. 适用快硬早强工程 2. 配制强度等级较高的混凝土	1. 大体积混凝土工程 2. 受化学侵蚀水及压力水作用的工程
普通水泥	1. 早强 2. 水化热较高 3. 耐冻性较好 4. 耐热性较差 5. 耐腐蚀性较差	1. 地上地下及水中的混凝土 2. 钢筋混凝土和预应力混凝土结构，包括早期强度要求较高的工程	1. 大体积混凝土工程 2. 受化学侵蚀水及压力水作用的工程
矿渣硅酸盐水泥	1. 早期强度低，后期强度增长较快 2. 水化热较低 3. 耐热性较好 4. 抗硫酸盐侵蚀性好 5. 抗冻性较差 6. 干缩性较大	1. 大体积混凝土工程 2. 配制耐热混凝土 3. 蒸汽养护的构件 4. 一般地上地下的混凝土和钢筋混凝土结构	1. 早期强度要求较高的混凝土工程 2. 严寒地区并在水位升降范围内的混凝土工程
火山灰质硅酸盐水泥	1. 早期强度低后期强度增长快 2. 水化热较低 3. 耐热性较好 4. 抗硫酸盐侵蚀性好 5. 抗冻性较差 6. 抗渗性较好 7. 干缩性较大	1. 大体积混凝土工程 2. 有抗渗要求的工程 3. 蒸汽养护的构件 4. 一般混凝土和钢筋混凝土结构	1. 早期强度要求较高的混凝土工程 2. 严寒地区并在水位升降范围内的混凝土工程 3. 干燥环境中的混凝土工程 4. 有耐磨性要求的工程

续表

品种	主要特点	适用范围	不适用范围
粉煤灰硅酸盐水泥	1. 早期强度低, 后期强度增长较快 2. 水化热较低 3. 耐热性较好 4. 抗硫酸盐侵蚀性好 5. 抗冻性较差 6. 干缩性较小	1. 地上地下、水中和大体积混凝土工程 2. 蒸汽养护的构件 3. 一般混凝土工程	1. 早期强度要求较高的混凝土工程 2. 严寒地区并在水位升降范围内的混凝土工程 3. 有抗碳化要求的工程

三、水泥的质量检测

(一) 检测依据

水泥的质量检测应依据水泥质量检测标准:

1. 《水泥比表面积测定方法 (勃氏法)》GB 8074—1987
2. 《水泥细度检验方法 筛析法》GB/T 1345—2005
3. 《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346—2001
4. 《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671—1999

(二) 检验批的确定

1. 生产单位

水泥出厂前按同品种、同强度等级编号和取样。袋装水泥和散装水泥应分别进行编号和取样。每一编号为一取样单位, 水泥出厂编号按水泥厂年生产能力规定

- 120 万 t 以上, 不超过 1200t 为一编号;
- 60 万 t 以上至 120 万 t, 不超过 1000t 为一编号;
- 30 万 t 以上至 60 万 t, 不超过 600t 为一编号;
- 10 万 t 以上至 30 万 t, 不超过 400t 为一编号;
- 10 万 t 以上, 不超过 200t 为一编号。

2. 使用单位

使用单位在水泥进场后, 应按批对水泥进行检验。根据国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2002 规定, 按同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥, 袋装不超过 200t 为一批, 散装不超过 500t 为一批, 每批抽样不少于一次。

(三) 检验方法

对进场的水泥首先应检查其产品合格证和出厂检验报告, 然后再进行进场复验。经复验应满足技术要求中的各项指标要求。

(四) 检验项目

水泥的检验项目, 根据 GB 50204—2002 规定, 应对其强度、安定性进行复验, 合格后方可使用。必要时还应对其他性能指标进行复验, 如细度、凝结时间等。

(五) 水泥的取样

1. 取样单位

即按每一检验批作为一个取样单位, 每检验批抽样不少于一次。

2. 取样数量与方法

为了使试样具有代表性,可在散装水泥卸料处或输送水泥运输机具上 20 个不同部位取等量样品,总量至少 12kg。然后采用缩分法将样品缩分到标准规定的规定量。

(六) 试验室条件

试验室的温度为 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度不低于 50%;水泥试样、拌合水、标准砂、仪器和用具的温度应与试验室一致;水泥标准养护箱的温度为 $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$,相对湿度不低于 90%。

(七) 水泥细度检验

细度是指水泥颗粒的粗细程度。一般来说,水泥颗粒越细,制成水泥浆后水泥颗粒与水接触的表面积越大,水泥的水化反应速度越快,水泥的强度增长也越快。但是,若水泥颗粒太细,会使水泥的需水量增大,配制的混凝土也会越稠。因此,对于预拌混凝土来说也不希望水泥颗粒太细。

根据国家标准,水泥细度有两种检测方法。一种是比表面积法,即单位质量的水泥粉末所具有的总表面积,以 m^2/kg 表示。这种方法适用于硅酸盐水泥(P·I 及 P·II)。其余的硅酸盐水泥的细度检验都采用第二种方法,即筛析法。

1. 比表面积法测定水泥细度

依据国家标准《水泥比表面积测定方法》(勃氏法) GB 8074—1987 进行。

(1) 主要仪器

Blaine 透气仪(如图 1-1、图 1-2 所示,由透气圆筒、压力计、抽气装置三部分组成)、穿孔板、捣器、滤纸、分析天平、烘干箱、秒表等。

(2) 基准材料

采用中国水泥质量监督检验中心制备的标准试样(俗称标准粉),即符合 GSB 14—1511 要求的标准样品。

(3) 仪器校准

1) 漏气检查

将透气圆筒上口用橡皮塞塞紧,接到压力计上。用抽气装置从压力计一臂中抽出部分气体,然后关闭阀门,观察是否漏气。如发现漏气,用活塞油脂加以密封。

2) 试料层体积的测定

① 水银排代法

将两片滤纸沿圆筒壁放入透气圆筒内,用一直径比透气圆筒略小的细长棒往下按,直到滤纸平整放在金属的穿孔板上。然后装满水银,用一小块薄玻璃板轻压水银表面,使水银面与圆筒口平齐,并须保证在玻璃板和水银表面之间没有气泡或空洞存在。从圆筒中倒出水银,称量,精确至 0.05g。重复几次测定,到数值基本不变为止。然后从圆筒中取出一片滤纸,试用约 3.3g 的水泥,倒入圆筒,轻敲圆筒的边,使水泥层表面平坦。再放入一片滤纸,用捣器均匀捣实试料直至捣器的支持环紧紧接触圆筒顶边并旋转两周,慢慢取出捣器。再在圆筒上部空间注入水银,同上述方法除去气泡、压平,倒出水银称量,重复几次,直到水银

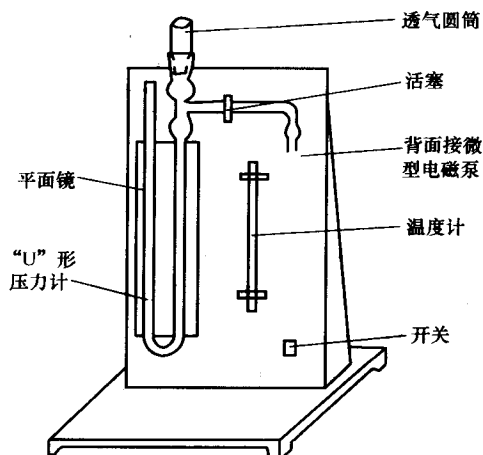


图 1-1 Blaine 透气仪示意图

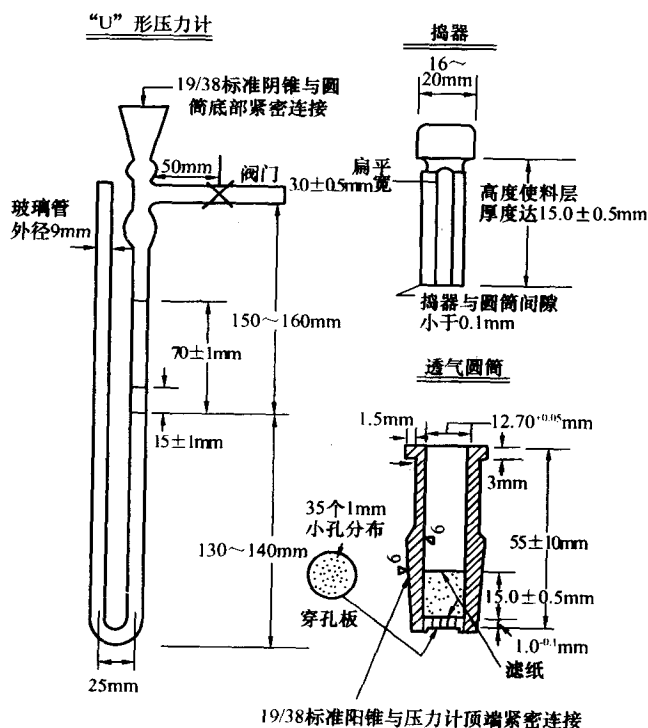


图 1-2 Blaine 透气仪结构及主要尺寸图

称量值相差小于 50mg 为止。

注：应制备坚实的水泥层。如太松或水泥不能压到要求体积时，应调整水泥的试用量。

②试料层体积的计算

圆筒内试料层体积 V 按式 (1-1) 计算，精确到 0.005cm^3 。

$$V = (P_1 - P_2) / \rho_{\text{水银}} \quad (1-1)$$

式中 V ——试料层体积， cm^3 ；

P_1 ——未装水泥时，充满圆筒的水银质量， g ；

P_2 ——装水泥后，充满圆筒的水银质量， g ；

$\rho_{\text{水银}}$ ——试验温度下水银的密度， g/cm^3 （见表 1-8）。

③试料层体积的测定

测定至少应进行两次。每次应单独压实，取两次数值相差不超过 0.005cm^3 的平均值，并记录测定进程中圆筒附近的温度。每隔一季度至半年应重新校正试料层体积。

(4) 试验步骤

1) 试样准备

①将 $110 \pm 5^\circ\text{C}$ 下烘干并在干燥器冷却到室温的标准试样，倒入 100mL 的密闭瓶内，用力摇动 2min，将结块成团的试样振碎，使试样松散。静置 2min 后，打开瓶盖，轻轻搅拌，使在松散过程中落到表面的细粉，分布到整个试样中。

②水泥试样，应先通过 0.9mm 方孔筛，再在 $110 \pm 5^\circ\text{C}$ 下烘干，并在干燥器中冷却至室温。

2) 确定试样量

校正试验用的标准试样量和被测定水泥的质量, 应达到在制备的试料层中空隙率为 0.500 ± 0.005 , 试样量按式 (1-2) 进行计算。

$$W = \rho V(1 - \epsilon) \quad (1-2)$$

式中 W ——需要的试样量, g;

ρ ——试样密度, g/cm³;

V ——按仪器校正时测定的试料层体积, cm³;

ϵ ——试料层空隙率 (见表 1-10)。

注: 空隙率是指试料层中孔的容积与试料层总的容积之比, 一般水泥采用 0.500 ± 0.005 。

3) 试料层制备

将穿孔板放入透气圆筒的突缘上, 用一根直径比圆筒略小的细棒把一片滤纸送到穿孔板上, 边缘压紧。称取按第 2) 条确定的水泥量, 精确到 0.001g, 倒入圆筒, 轻敲圆筒的边, 使水泥层表面平坦。再放入一片滤纸, 用捣器均匀捣实试料直至捣器的支持环紧紧接触圆筒顶边并旋转两周, 慢慢取出捣器。

穿孔板上的滤纸, 应是和圆筒内径相同、边缘光滑的圆片。穿孔板上滤纸片如比圆筒内径小时, 会有部分试样粘于圆筒内壁高出圆板上部; 当滤纸直径大于圆筒内径时会引起滤纸片皱起使结果不准, 每次测定需用新的滤纸片。

4) 透气试验

①把装有试料层的透气圆筒连接到压力计上, 要保证紧密连接不致漏气, 并不振动所制备的试料层。

为避免漏气, 可先在圆筒下锥面涂一薄层活塞油脂, 然后把它插入压力计顶端锥形磨口处, 旋转两周。

②打开微型电磁泵慢慢从压力计一臂中抽出空气, 直到压力计内液面上升到扩大部下端时关闭阀门。当压力计内液体的凹月面下降到第一条刻度线时开始计时, 当液体的凹月面下降到第二条刻度线时停止计时, 记录液面从第一条刻度线到第二条刻度线所需的时间。以秒记录, 并记下试验时的温度 (°C)。

(5) 计算

1) 当被测物料的密度、试料层中空隙率与标准试样相同

试验时温差 $\leq \pm 3^\circ\text{C}$ 时, 可按式 (1-3) 计算:

$$S = \frac{S_s \sqrt{T}}{10 \sqrt{T_s}} \quad (1-3)$$

如试验时温差大于 $\pm 3^\circ\text{C}$ 时, 则按式 (1-4) 计算:

$$S = \frac{S_s \sqrt{T}}{10 \sqrt{T_s}} \frac{\sqrt{\eta_s}}{\sqrt{\eta}} \quad (1-4)$$

式中 S ——被测试样的比表面积, cm²/g;

S_s ——标准试样的比表面积, cm²/g;

T ——被测试样试验时, 压力计中液面降落测得的时间, s;

T_s ——标准试样试验时, 压力计中液面降落测得的时间, s;

η ——被测试样试验温度下的空气黏度, Pa·s (见表 1-9);

η_s ——标准试样试验温度下的空气黏度, Pa·s (见表 1-9)。

2) 当被测试样的试料层中空隙率与标准试样试料层中空隙率不同
试验时温差 $\leq \pm 3^\circ\text{C}$ 时, 可按式 (1-5) 计算:

$$S = \frac{S_s \sqrt{T} (1 - \epsilon_s) \sqrt{\epsilon^3}}{10 \sqrt{T_s} (1 - \epsilon) \sqrt{\epsilon_s^3}} \quad (1-5)$$

如试验时温差大于 $\pm 3^\circ\text{C}$ 时, 则按式 (1-6) 计算:

$$S = \frac{S_s \sqrt{T} (1 - \epsilon_s) \sqrt{\epsilon^3} \sqrt{\eta_s}}{10 \sqrt{T_s} (1 - \epsilon) \sqrt{\epsilon_s^3} \sqrt{\eta}} \quad (1-6)$$

式中 ϵ ——被测试样试料层中的空隙率;

ϵ_s ——标准试样层中的空隙率。

3) 当被测试样的密度和空隙率均与标准试样不同
试验时温差 $\leq \pm 3^\circ\text{C}$ 时, 可按式 (1-7) 计算:

$$S = \frac{S_s \sqrt{T} (1 - \epsilon_s) \sqrt{\epsilon^3} \sqrt{\rho_s}}{10 \sqrt{T_s} (1 - \epsilon) \sqrt{\epsilon_s^3} \sqrt{\rho}} \quad (1-7)$$

如试验时温度相差大于 $\pm 3^\circ\text{C}$ 时, 则按式 (1-8) 计算:

$$S = \frac{S_s \sqrt{T} (1 - \epsilon_s) \sqrt{\epsilon^3} \sqrt{\rho_s} \sqrt{\eta_s}}{10 \sqrt{T_s} (1 - \epsilon) \sqrt{\epsilon_s^3} \sqrt{\rho} \sqrt{\eta}} \quad (1-8)$$

式中 ρ ——被测试样的密度, g/cm^3 ;

ρ_s ——标准试样的密度, g/cm^3 。

4) 试验结果的确定

水泥比表面积应由两次透气试验结果的平均值确定。如两次试验结果相差 2% 以上时, 应重新试验。计算应精确至 $10\text{cm}^2/\text{g}$, $10\text{cm}^2/\text{g}$ 以下的数值按四舍五入计。

以 cm^2/g 为单位算得的比表面积值换算为 m^2/kg 单位时, 需乘以系数 0.1。

5) 计算参数

在计算中, 所用的各种参数见表 1-8、表 1-9、表 1-10。

表 1-8 在不同温度下水银密度、空气黏度 η 和 $\sqrt{\eta}$

室 温 ($^\circ\text{C}$)	水银密度 (g/cm^3)	空气黏度 η (Pa·s)	$\sqrt{\eta}$
8	13.58	0.0001749	0.01322
10	13.57	0.0001759	0.01326
12	13.57	0.0001768	0.01330
14	13.56	0.0001778	0.01333
16	13.56	0.0001788	0.01337
18	13.55	0.0001798	0.01341
20	13.55	0.0001808	0.01345
22	13.54	0.0001818	0.01348
24	13.54	0.0001828	0.01352
26	13.53	0.0001837	0.01355
28	13.53	0.0001847	0.01359
30	13.52	0.0001857	0.01363
32	13.52	0.0001867	0.01366
34	13.51	0.0001876	0.01370