

水泥物理检验

建筑材料科学研究院 編

中国建筑工程出版社

水泥物理檢驗

(增訂版)

建筑材料科學研究院編

中國建築工業出版社

本书汇集各种水泥的品质标准和物理检验方法，叙述物理和力学性能试验法、细度测定法、强度快速测定法、抗蚀性试验法、水化热测定法和非破损检验法；另外，还介绍简易试验法和小试体试验法，作为标准检验方法的补充。

本书初版于一九六二年。这次增订再版，根据近年来新颁布的水泥标准和物理检验方面的新成果，对各章内容作了相应的修改、补充和删节。

先后参加本书编写和修改工作的有黄大能、李家礼、童三多、施娟英、沙凤丹、石世贵、刘洪魁、王文义、杨斌、曾重庆等。本增订版由黄大能作了校阅。

水泥物理检验

(增订版)

建筑材料科学研究院 编

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西外向东路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: 850×1168 1/32 印张: 11 字数: 205千字

1962年10月原中国工业出版社第一版·1962年10月第一次印刷

1973年2月增订版

1973年2月第一次印刷

印数: 1~21,800册

定价: 1.12元

书号: 15040·3027

增訂版序言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国水泥工业有了很大的发展。水泥产量的增加和品种的增多，对水泥质量的检验工作不断地提出新的要求。

水泥质量问题，不仅是技术问题，而且是政治问题，是路线问题。毛主席教导我们：“一切产品，不但求数量多，而且求质量好”。因此，不论是大水泥厂，还是中、小水泥厂，一定要坚持社会主义方向，在努力增加水泥产量、品种的同时，把水泥质量放在第一位，使水泥质量完全符合国家规定的标准，切实做到优质、高产、低消耗。

水泥物理检验，是研究水泥性能、控制水泥生产的必要手段，是贯彻执行水泥标准，保证工程质量的重要措施。为了适应水泥工业的发展形势，满足物理检验工作的需要，我们编写了《水泥物理检验》一书。

本书自一九六二年初版，迄今已有十年。这个期间，特别是无产阶级文化大革命以来，随着思想和政治路线教育的深入进行，水泥工业有了更大的发展，国家陆续颁布了新标准，物理检验方面的科学技术也取得了新的成就。这些，都为我们增订本书，提供了有利的条件。

本书增订版第一、二章，汇集了各种水泥的品质标准和物理检验方法，其中除常用的硅酸盐水泥外，还包括各种特种水泥和地方性水泥（无熟料水泥）。第三章为物理和力学性能试验法，增加了通过混凝土试块来测定水泥强度的方法，并对软、硬练强度试验法作了进一步的探讨。第四章除初版中细度的测定内容

VI

外,增加了动态吸附法。第五章介绍简易试验法及小试体试验法,作为标准方法检验的补充。第六章在水泥强度快速测定法的基础上,增加了一种在短时间内能大致鉴定水泥标号的化学法。第七章为抗蚀性试验法。第八章为水化热的测定。非破损检验对于水泥物理力学性能的测定,具有重要意义。因此,我们这次将应用回弹仪和声学技术进行检验方面的研究成果列为第九章。

此外,对于初版各章内容,包括收集的国外有关技术资料,我们根据我国颁布的标准以及水泥厂的实际情况,进行了具体分析,作了相应的修改、补充和删节。

毛主席教导我们:“一个正确的认识,往往需要经过由物质到精神,由精神到物质,即由实践到认识,由认识到实践这样多次的反复,才能够完成。”本书这次增订,虽然做了一些工作,但限于水平和时间,可能仍有疏漏和错误,请广大读者指正,以便再作进一步的修改。

建筑材料科学研究院

1972年7月北京

目 录

第一章	硅酸盐水泥品质标准及物理检验方法	1
1-1	硅酸盐水泥品质标准	1
1-2	硅酸盐水泥物理检验标准方法及其解说	2
1-3	标准砂	25
1-4	混合材料	28
第二章	特种水泥和地方性水泥（无熟料水泥）品质标准及 物理检验方法	34
2-1	白色硅酸盐水泥	34
2-2	油井水泥	34
2-3	氧化镁硅酸盐水泥和矿渣氧化镁硅酸盐水泥	41
2-4	快硬硅酸盐水泥	42
2-5	矾土水泥	44
2-6	高级水泥	46
2-7	硅酸盐大坝水泥和矿渣硅酸盐大坝水泥	48
2-8	石膏矿渣水泥	50
2-9	塑化硅酸盐水泥	53
2-10	抗硫酸盐硅酸盐水泥	54
2-11	石灰矿渣水泥	55
2-12	石灰火山灰质水泥	56
第三章	物理和力学性能试验方法	58
3-1	比重的测定	58
3-2	容重的测定	60
3-3	需水性的测定	61
3-4	凝结时间的测定	64
3-5	体积安定性的测定	68
3-6	劈裂抗拉强度的测定	77
3-7	软练和硬练胶砂强度试验	78

V

3-8	用混凝土法测定水泥标号	80
3-9	保水性和泌水性的测定	83
3-10	抗渗试验	89
3-11	干缩试验	90
3-12	耐磨试验	92
3-13	耐热试验	96
第四章	细度的测定	99
4-1	概述	99
4-2	筛分析法	100
4-3	透气法测定比表面积	105
4-4	低压透气法测定比表面积	118
4-5	动态吸附法测定比表面积	126
4-6	沉降分析法	135
4-7	空气离析法	144
4-8	浑浊度计法	149
第五章	简易试验方法及小试体试验方法	167
5-1	概述	167
5-2	简易试验方法	167
5-3	小试体试验方法	184
第六章	水泥强度快速测定方法	201
6-1	概述	201
6-2	统计和推算法	201
6-3	掺盐酸的强度快速测定法	203
6-4	净浆干硬小试体强度快速测定法	209
6-5	化学法	216
6-6	蒸汽处理法	229
6-7	对各种强度快速测定法的评价	234
第七章	抗蚀性试验方法	236
7-1	环境水对水泥侵蚀的分类及其特征	236
7-2	水工混凝土环境水侵蚀标准	241
7-3	根据试体强度变化测定水泥抗硫酸盐侵蚀性的方法	251
7-4	根据对硫酸盐的敏感性测定水泥抗硫酸盐侵蚀性的方法	260

7-5 其他类型侵蚀的試驗方法	263
第八章 水化热的測定	270
8-1 概述	270
8-2 直接測定法	271
8-3 間接測定法	284
8-4 間接法測定摻有混合材的水泥的水化热	303
第九章 水泥物理力学性能的非破损检验	308
9-1 概述	308
9-2 用回弹仪測定水泥强度	310
9-3 声学測試方法	318
9-4 音频共振法用于水泥强度的測定	329
9-5 声学方法用于水泥抗硫酸盐侵蚀性能的鉴定	335

第一章 硅酸盐水泥品质标准及物理检验方法

1-1 硅酸盐水泥品质标准

在水泥生产中，水泥标准对于保证和提高水泥质量具有重要的意义。水泥生产是不断发展的，水泥标准也随之不断完善。我们要遵循“实践、认识、再实践、再认识”的认识规律，坚持科学的操作工艺和严格的检验制度，努力使水泥质量完全符合国家规定的标准，满足社会主义建设的需要。

根据一九六二年十月二十七日批准、一九六三年一月一日实施的国家标准 GB175-62 规定，普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥与矿渣硅酸盐水泥的品质标准中，需要按照物理检验标准方法检验，以控制质量的，有以下几项：

细度：4900孔/厘米²标准筛筛余不得超过15%。

凝结时间：初凝不得早于45分钟，终凝不得迟于12小时。

注：如因需要，經使用部門要求和生产部門同意，凝結時間的規定可以变动。

体积安定性：用汽蒸及沸煮法试验，试体体积变化必须均匀。

强度：各龄期强度检验结果，不得低于下列数值：

水 泥 标 号	普 通 硅 酸 盐 水 泥			火 山 灰 质 硅 酸 盐 水 泥		矿 渣 硅 酸 盐 水 泥	
	3 天	7 天	28 天	7 天	28 天	7 天	28 天
抗压强度(公斤/厘米 ²)							
200	—	100	200	90	200	90	200
250	—	140	250	110	250	110	250
300	—	180	300	140	300	140	300
400	160	260	400	190	400	190	400
500	220	350	500	270	500	270	500
600	260	420	600	—	—	—	—

續表

水泥标号	普通硅酸盐水泥			火山灰质硅酸盐水泥		矿渣硅酸盐水泥	
	3 天	7 天	28 天	7 天	28 天	7 天	28 天
抗拉强度(公斤/厘米 ²)							
200	—	12	18	11	18	11	18
250	—	12	18	11	18	11	18
300	—	15	22	14	22	14	22
400	15	19	24	18	24	18	24
500	19	23	27	22	27	22	27
600	21	27	32	—	—	—	—

1-2 硅酸盐水泥物理检验标准方法及其解说

水泥物理检验标准方法是用来鉴定国家标准中所列的几种硅酸盐水泥的物理性质是否符合品质标准。必须严格地按照标准方法的规定进行试验,才能正确地鉴定水泥质量。由于试验程序中各个环节都会在一定程度上影响试验结果,而标准中的条文不可能详细地叙述,因此为了帮助正确领会条文的意义,我们在下面各节条文中插入一些解说,以供试验人员参考。

一、总 则

1.本检验方法适用于 GB175-62 “普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥与矿渣硅酸盐水泥”以及允许采用本标准方法的各种水泥。

2.送至试验室的试样,在检验前,应原封放于干燥的处所。如原送样的容器已受潮或破损,必须将水泥另装入干燥的容器内加以密封。原容器的种类与情况,应記入记录本中。

3.在检验前,須将试样充分拌和,并用64孔/厘米²筛过筛一次。称量筛余物(称后可抛掉),計算它在试样内的百分数。筛余百分数及其性质(结块、金属块、木屑等等)应記入记录本中。

4.在检验前,一切检验用的材料(水泥、砂子、水等),均应保持于试验室温度范围内(20±5°C)。试验室温度应每日检查。

并記入記錄本中。

5. 檢驗時必須用潔淨的淡水（飲用水）。

6. 檢驗時不得用鋁制或鋅制的模型、鉢器和匙具等。

解說

本方法只适用于规定的三种硅酸盐水泥。对于其他品种的水泥，除非特别注明，不应随便采用。

水泥物理试验方法属于一种人为规定的、有条件的方法，而这种假设和条件，都是根据客观要求和主观可能制订出来的。因此，在试验前，必须使样品、仪器设备、试验条件等完全符合条文中的要求。这里特别要指出的是所用的水泥、标准砂和水，它们的温度十分重要，必须尽可能在检验前先使它们与室温相同，愈接近 20°C 愈好，否则对试验结果会有影响。

送到试验室的样品放在容器中，在试验前最好是密封着的（铁桶、焊封或胶布封），桶上须注明水泥厂名称、品种、标号及出厂日期等。由于水泥很易受潮，尤其在潮湿环境中，因此对于存放较久的水泥样品或容器未曾密封的样品，都须特别注意有无结块现象，或有无其他杂质。试验前把样品充分拌和和过筛是必要的。遇到容器破损或未密封的情况时，筛出的结块或杂质情况，须详细记载，在发试验报告时通知委托单位。

试验室温度不论冬夏季节，都应控制在 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 范围内，愈接近 20°C 愈好。室内应尽量避免阳光直射或强烈通风。室温最好每日记录3次。

铝或锌的器皿易与水泥浆发生化学作用，并且易于磨损或变形，因此不准使用；最好用铜或铁制的。

二、細 度 檢 定

儀 器

7. 檢定細度用的篩子为圓筒形，上有篩蓋。篩布綑紧在篩框上，所有接縫，必須紧密。篩体有效直径为150毫米，高50毫米；篩布为4900孔/厘米²。

檢 定 方 法

8. 將水泥試樣約 200 克放在干燥箱 ($110 \pm 5^\circ\text{C}$) 內烘 干一小時, 然後取稱試樣淨重 50 克, 倒入篩內, 一手執篩往復搖動, 一手在篩框外拍打。搖動速度每分鐘約 125 次, 每搖動 25 次, 將篩向一定方向旋轉 60° , 使試樣均勻分布在篩布上。將近篩完時, 改在紙上篩動, 至每分鐘通過篩孔的重量不超過 0.05 克時為止。稱量篩余物, 以其克數乘 2, 即得篩余百分數。

注: (1) 在開始進行細度檢驗時, 允許用振動篩代替手篩。但在將近篩完時, 仍應改在紙上篩動, 並按照本條規定的方法進行。

(2) 篩子必須保持干燥清潔。篩布孔眼必須定期檢查 是否有破損或堵塞情況。

9. 篩余百分數的精密度須至小數點後第一位。細度檢定應作兩次, 以其平均數為結果。如兩次篩余結果相差在 1% 以上時, 須作第三次檢定, 而以最接近的兩次結果的平均數, 作為檢定結果。

解說

水泥熟料的粉磨是水泥生產工序中的重要環節之一。熟料的粉磨程度直接影響水泥的質量、產量與成本, 因此細度的檢定與控制是一件重要的工作。

試驗用篩应符合標準要求。篩框應用金屬制成(不宜用木制), 篩布繃緊度應均勻一致, 沿篩框邊, 篩布與框連接處應用錫焊住。注意篩布的有效面積是否合格。所用篩布应符合下列要求:

篩孔直徑	0.088 毫米	公差平均值 $\pm 5\%$
銅絲直徑	0.055 毫米	公差平均值 $\pm 5\%$

篩孔應防止堵塞變形, 篩子應定期檢查。試驗室內最好有一個標準篩, 以便定期校對常用篩。

手篩時, 須注意使水泥經常均勻地分布在篩布表面上, 並須防止飛散。用機械振動篩篩析時, 一次可同時進行多個樣品試驗, 但最後一分鐘的篩析必須用手篩, 下置白紙, 在一分鐘內的通過量不超過 0.05 克時, 方為篩析終了。

三、标准稠度与凝结时间的检定

仪 器

10. 水泥净浆的标准稠度与凝结时间用图1-1所示仪器检定。这个仪器是由铁座1与可以自由滑动的圆金属棒2所构成。金属棒旁的松紧螺丝3，用以调整金属棒的高低。金属棒上附有指针5，利用针后刻度板4以测定金属棒移动情况。

检定标准稠度时，棒下应装一金属试杆（图1-2）。试杆直径为 10 ± 0.1 毫米，长为50毫米。

检定凝结时间时，可将试杆取下换用试针（图1-3）。试针直径为 1.1 ± 0.04 毫米，长为50毫米。试针必须用硬钢丝制成，不得有丝毫弯曲。试杆与试针表面须经常保持光滑清洁。

仪器滑动部分的总重量为 300 ± 2 克；当用试针代替试杆时，可在棒顶附加圆板（图1-4）以增荷重。

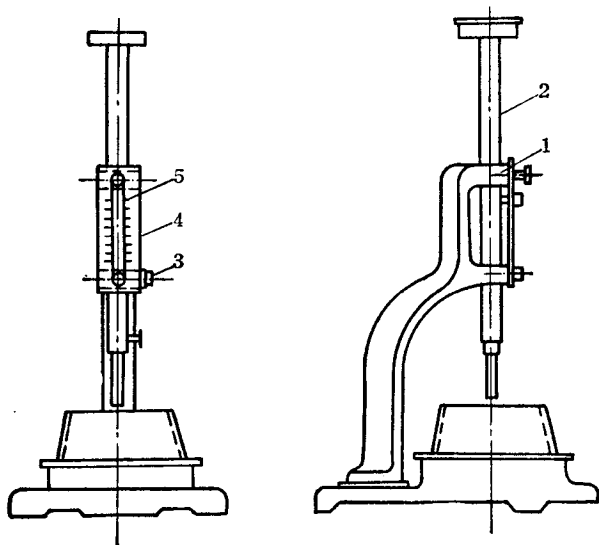


图 1-1 凝结时间测定仪

仪器各项附件的重量如表1-1。

表 1-1

金属棒及附件重	265±2克
试杆重	35±1克
试针重	7.5±0.5克
附加圆板重	27.5±0.5克
仪器滑动部分总重量	300±2克

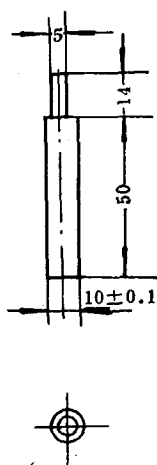


图 1-2 试杆

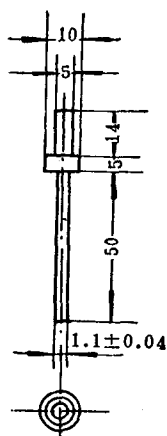


图 1-3 试针

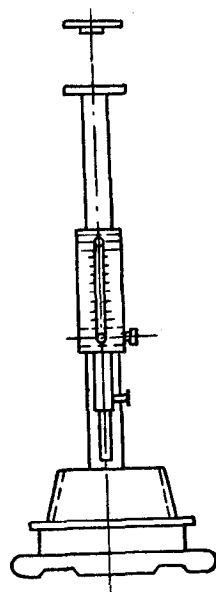


图 1-4 附加圆板

11. 装净浆的圆模 (图 1-5) 必须用不吸水的材料制成。圆模上部内径为 65 ± 5 毫米, 下部内径为 75 ± 5 毫米, 圆模高为 40 ± 0.5 毫米。检定时须将圆模放在不吸水的平板上。

12. 加水拌和时用球形钵 (图 1-6)。球形钵口径 400 毫米, 高 100 毫米, 厚 2~3 毫米。

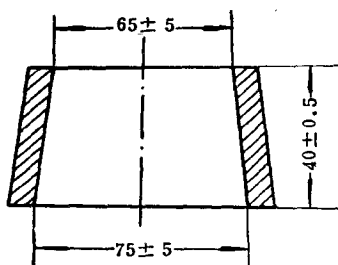


图 1-5 圓模

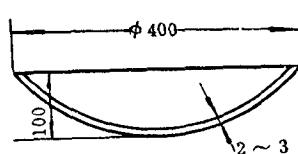


图 1-6 球形鉢

13. 攪拌用的鏟子 (图 1-7) 用薄鋼板制成, 直径 100 毫米, 厚 1 毫米。

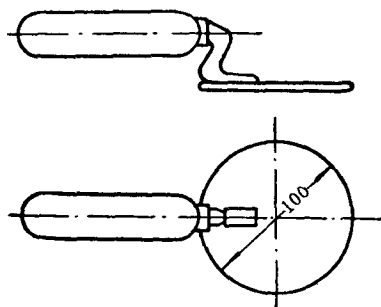


图 1-7 攪拌鏟

水泥淨漿标准稠度的检定

14. 检定前須检查仪器: 圓金屬棒是否能自由滑动; 試杆降落至平板上面时, 指針是否在刻度板的零点上, 如不在零点上时, 应加以調整。圓模內壁与平板表面均应塗抹機器油。

15. 称取水泥試样 400 克放入洁淨的球形鉢內, 在水泥上划一深沟, 将一定量的水 (精密度为 0.5 毫升, 盛水的容器应先洗淨) 一次倒入沟中, 用水泥将沟盖沒。30 秒钟后, 用鏟輕輕拌和, 然后再在互相垂直的方向均匀拌和淨漿。水泥和水攪拌的时间从水注入时起, 共需 5 分钟。

16. 将拌和均匀的净浆一次装入圆模内，振动圆模及底板 5~6 次，然后用湿布擦过的抹刀将圆模上多余的净浆刮去，使与圆模边平齐。

17. 将盛满净浆的圆模，放在检定器的试杆下面，试杆应对准圆模的中心。放松螺絲，将试杆降至与净浆面接触时，用螺絲紧住。然后，突然将螺絲放松，让试杆自由沉入净浆中。自试杆放松时起到第 30 秒钟时，观察试杆降落距离。

18. 如试杆降至距圆模底板 5~7 毫米时，这种稠度称为水泥净浆的标准稠度。标准稠度以用水量表示，按水泥重量百分数计算。

19. 稠度不合标准时，须另取试样，改变用水量，重行检验，直到符合上条规定的标准为止。

水泥净浆凝结时间的检定——初凝与终凝

20. 用本标准第 10 条所述的仪器检定水泥净浆的凝结时间。按照第 15、16 两条的规定制成标准稠度的水泥净浆，装入圆模内。将试针降至与净浆面接触时，用螺絲紧住，然后突然将螺絲放松，使试针自由沉入净浆中。但最初检验时，应轻轻扶持金属棒，使其徐徐下降，以防止试针因撞击底板而致弯曲。但初凝时间仍必须以自由降落测得的结果为准。初凝前，每 5 分钟检定一次；初凝后，每 15 分钟检定一次。每次测定须将圆模稍稍移动，使试针不再落入原针孔内。每次检定后，须将试针擦净。

21. 由加水时起至试针沉入净浆中距离底板 0.5~1.0 毫米时止，所需的时间为初凝时间。由加水时起至试针沉入净浆中不超过 1.0 毫米时止，所需的时间为终凝时间。

检定凝结时间时，圆模不得受任何震动。

22. 检定凝结时间时，温度须保持在 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内。储放圆模的养护箱的相对湿度须保持在 90% 以上。检定时应避免直射阳光及流动空气。检定后应迅速将圆模放回养护箱内。

解说

水泥加水后，发生化学反应。首先呈现凝结现象，然后逐渐硬化。凝结过程的快慢，受到许多条件的影响，其中主要是加水量。水加得多，凝结时间长，反之，凝结时间短。因此，在测定

凝结时间前，必须首先测定标准稠度的需水量，根据这一需水量再测定凝结时间。

试验所用仪器都应符合标准要求，尤其对于注有公差范围的，必须注意勿使超出范围。凝结时间测定仪试杆必须灵活，试针勿使弯曲。使用后的稠度棒与试针应随时拭净。

测定标准稠度时的用水量必须一次加入，切勿因水量不足，在搅拌后继续加水。搅拌必须十分均匀，并且不使净浆逸出球形钵外。净浆最好也要一次装入模内。

作标准稠度和凝结时间测定时，室温与养护箱的温度和湿度都必须保持在允许范围内，否则，试验结果会有较大的误差，因而影响到强度试验结果。温度愈接近 20°C 愈好。试体应避免放在空气流动或阳光直射处，否则将使水分蒸发较快，并易造成表面先凝而内部后凝的现象。

如果在水泥加水混拌时，发现很快结硬，但当继续混拌则又软化，这种现象不是急凝而是假凝现象。除非结硬迅速，以致不能再拌，才称急凝。

初凝时间规定每5分钟测定一次，终凝时间规定每15分钟测定一次。这个规定主要目的是要求初凝时间的准确性以5分钟为度，终凝时间的准确性以15分钟为度。试验开始时，可根据具体情况延长测定时间的间隔，但接近初凝时，必须5分钟测定一次，接近终凝时，必须15分钟测定一次。

四、体积安定性检定

仪 器

23. 检定体积安定性所用的蒸煮箱如图1-8。这箱可用电炉或其它加热器加热。箱内装有两层篦板的架子一个。两层篦板的距离不得少于50毫米。下篦板与箱底的距离不得少于20毫米；上篦板高出水面不得少于30毫米。在箱的一边连接一盛水的容器，用以均匀地补充箱内水量。