

水泥物理检验

建筑工程部建筑材料科学研究院編

中国工业出版社

水泥物理檢驗

建筑工程部建筑材料科学研究院編



中国工业出版社

本书第一、二两章汇集了各品种水泥的品质标准和試驗方法，第三章专对土立窑水泥及无熟料水泥的簡易試驗方法作了介紹。第四章到第八章系統地介紹了水泥的各种性能和試驗方法。其中有我國自己的研究成果，也有苏联和其他国家在这方面的先进經驗，可供水泥物理檢驗人員，和从事水泥生产、使用、科学研究及教学工作参考之用。

本书由建筑工程部建筑材料科学研究院物理室集体編写，参加执笔的有黃人能、李家祉、童三多、施娟英、沙凤丹、石世貴、刘洪魁等同志。最后由黃人能、童三多两同志作了校閱。

水 泥 物 理 檢 驗

建筑工程部建筑材料科学研究院編

*

中国工业出版社建筑图书編輯室編輯（北京修鐵廠路丙10号）

中国工业出版社出版（北京修鐵廠路丙10号）

（北京市书刊出版业营业許可証出字第110号）

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

开本 $850 \times 1168^{1/8}$ ·印張 $11^{1/4}$ ·字数284,000

1962年10月北京第一版·1962年10月北京第一次印刷

印数0001—1,570·定价（10-7）1.90元

*

統一書号：15165·1362（建工-184）

序 言

建国十二年以來，我國水泥工業有了很大發展，特別是1958年以來，在社會主義建設總路綫的光輝照耀下，出現了空前大躍進的局面。水泥產量的提高和品種的增多，對於水泥質量的控制和提高提出了更高的要求。

水泥物理檢驗是控制和提高水泥質量的必要手段。水泥標準的貫徹執行不能離開水泥物理檢驗。物理檢驗對於水泥廠的生產控制十分重要。同時，為了保證工程質量，節約水泥和降低工程造价，水泥使用單位也有必要通過物理檢驗來正確和及時地掌握水泥的各種性能。

水泥物理檢驗水平，同水泥標準一樣，在一定程度上反映了一個國家水泥工業的發展水平。它隨著水泥工業的發展而發展，同時，它也能在一定範圍內推動水泥工業的前進。我們編寫這本書的目的，除了總結我們幾年來這方面的成果外，也希望對於我國水泥工業的進一步發展和提高能起到些微的作用。

這本書的第一、第二兩章，匯集了各種品種水泥的品質要求和試驗方法，其中除常用的硅酸鹽水泥外，還包括我國最新出現的各種特性水泥，如高級水泥、抗硫酸鹽水泥、石膏礦渣水泥等；第三章概括地介紹了我們近年來對土立密生產的水泥和無熟料水泥簡易試驗方法的研究成果。以上三章主要可供一般水泥檢驗人員查閱參考。第四章到第八章系統地介紹了水泥的各種性能和試驗方法，其中有我們的研究成果，也有蘇聯和其他國家在這方面的先進經驗。這幾章除了供檢驗人員參考外，對於水泥科學研究工作者以及大專學校的教學可能也會有些幫助。

然而，由於我們的水平有限，錯誤和訛漏之處在所難免。因

此，希望讀者在參考中如發現任何問題，直接和我院联系，以便
在今后再版时补充修正。

建筑工程部 建筑材料科学研究院

1961年12月北京

目 录

序言

第一章 硅酸盐水泥品质标准及物理試驗方法	1
1 1 硅酸盐水泥的品质标准	1
1 2 物理檢驗标准方法及其解說	2
1 3 标准砂	26
1 4 混合材料	32
第二章 特性水泥品质标准及物理試驗方法	42
2 1 白色硅酸盐水泥	42
2 2 堵塞水泥	43
2 3 氧化鎂硅酸盐水泥及矿渣氧化鎂硅酸盐水泥	48
2 4 快硬硅酸盐水泥	50
2 5 纸土水泥	52
2 6 高級水泥	54
2 7 大埠水泥	55
2 8 石膏矿渣水泥	56
2 9 塑化硅酸盐水泥	60
2 10 抗硫酸盐硅酸盐水泥	61
第三章 土立密生产的水泥及无熟料水泥簡易試驗法	64
3 1 概說	64
3 2 土立密生产的硅酸盐水泥	65
3 3 石灰矿渣水泥	66
3 4 石灰火山灰质水泥	67
3 5 标准稠度、凝結时间及体积安定性的簡易測定法	68
3 6 土立密生产的水泥簡易抗拉强度測定法	73
3 7 簡易鋼球冲击强度測定法	80
3 8 簡易抗折强度試驗法	85

第四章 細度的測定	94
4-1 概說	94
4-2 篩分析法	95
4-3 透气法測定比表面積	100
4-4 低壓透气法測定比表面積	115
4-5 沉降分析法	125
4-6 空氣离析法	134
4-7 渾濁度計測定比表面積	139
第五章 物理和力學性能試驗法	159
5-1 比重的測定	159
5-2 容重的測定	161
5-3 需水性的測定	162
5-4 凝結時間的測定	165
5-5 体積安定性的測定	169
5-6 軟練胶砂強度試驗法	176
5-7 关于硬練和軟練方法	185
5-8 劈裂抗拉強度測定法	188
5-9 保水性和泌水性的測定	192
5-10 抗滲試驗	198
5-11 干縮試驗	201
5-12 耐磨試驗	204
5-13 耐熱試驗	208
5-14 小試体強度測定法	210
第六章 水泥強度快速測定法	219
6-1 概說	219
6-2 苏联工业建筑中央科学研究所的強度快速測定第三法 (ЦНИПС-2法)	220
6-3 苏联南方科学研究所的強度快速測定法 (ЮжНИИ法)	223
6-4 苏联北高加索科学研究所的強度快速測定法	237
6-5 稀盐酸的強度快速測定法	241
6-6 淨漿干硬小試体強度快速測定法	246

6-7 各种强度快速测定法的评价	253
第七章 抗蚀性试验法	258
7-1 环境水对水泥侵蚀的分类及其特征	258
7-2 水工混凝土环境水侵蚀标准	253
7-3 用强度变化测定水泥抗硫酸盐侵蚀方法	273
7-4 用试体长度变化测定水泥抗硫酸盐侵蚀的方法	280
7-5 用对硫酸盐的敏感性测定水泥抗硫酸盐侵蚀的方法	283
7-6 用雷氏夹测定混合材料对改善水泥抗硫酸盐性能 的方法	289
7-7 其他类型侵蚀的试验方法	292
第八章 水化热的测定	298
8-1 概說	298
8-2 直接测定法	299
8-3 間接测定法	313
8-4 間接法测定掺有混合材的水泥的水化热	334
附录1 国定全苏标准檢驗用的及高精度的方孔金屬絲織篩网 ГОСТ3584-53	340
附录2 德国工业标准試驗篩的絲織篩网 1934年3月第二版 DIN1171	348

第一章 硅酸盐水泥品质标准及 物理試驗方法

1-1 硅酸盐水泥的品质标准

在我們社会主义国家中，产品标准对于保証和提高产品质量具有十分重要的意义。对于水泥來說，它的标准，如果訂得合适，不仅能提高水泥质量，促进水泥生产，并且还能帮助水泥使用部門更准确地設計混凝土工程結構，因而能根据工程需要，更合理更节约地使用各种品种和标号的水泥。

我国水泥工业虽然已有較长的历史，但在全国解放以前，在反动政权統治下，却从来没有一个統一的国家标准，也从来没有一个統一的水泥质量檢驗方法和統一采用的标准砂。因此，各水泥厂的产品质量經常随着市場供求情况而变化，无从測知其好坏，而水泥使用单位也只是凭着水泥商標牌号，盲目采用，造成严重的浪費和不合理現象。

全国解放以后，党和政府非常重視全国統一使用的水泥标准的制訂問題。1950年冬在前重工业部华北窯业公司召开的全国水泥厂代表會議中第一次商討了水泥标准問題。經過該公司所屬的研究所(今建筑工程部建筑材料科学研究院前身)进行研究，着手准备，终于在1952年冬，在前重工业部召开的第一次全国水泥标准會議中討論通过了我国第一个水泥国家标准，并在1953年4月由前重工业部頒布試行。以后，到1956年，在前重工业部召开的第二次全国水泥标准會議中，根据前建筑材料綜合研究所所提供的研究資料，对水泥标准作了修訂，通过了我国目前采用的硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥及火山灰质硅酸盐水泥的标准，同时还提出了現行水泥物理檢驗标准方法及統一采用福建平潭天然海砂經加

工制成的标准砂的决定。这些标准，在1956年4月由中华人民共和国国家建设委员会批准后颁布。

在上述三种硅酸盐水泥的品质标准中，需要按照物理检验标准方法加以检验以控制质量的包括以下几个方面：

細度：4900孔/平方厘米标准筛筛余不得超过15%。

凝結時間：初凝不得早于45分钟，終凝不得迟于12小时。

体积安定性：用汽蒸及沸煮法試驗，試体体积变化必須均匀。

强度：各龄期强度檢驗結果，不得低于下列数值：

水泥标号	硅 酸 盐 水 泥			火山灰質硅酸 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/平方厘米）

200	—	100	200	90	200	90	200
250	—	140	250	110	250	110	250
300	—	180	300	140	300	140	300
400	160	250	400	170	400	190	400
500	220	350	500	270	500	270	500
600	260	420	600	—	—	—	—

抗拉强度（公斤/平方厘米）

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 物理檢驗标准方法及其解說

水泥物理檢驗标准方法是用以鉴定我国硅酸盐水泥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。必須准确地、严格地、毫不疏忽地按照标准方法中所規定的内容进行試

驗，才能正確地鑑定水泥質量。因為試驗程序中任何一個環節都會在一定程度上影響試驗結果，而標準中的條文不可能細致地講清楚試驗細節，為了幫助正確領會條文的意義和取得統一認識，所以在下面提出的各節條文中插入一些解說，以供試驗工作者參考。

一、總 則

1. 本檢驗方法適用於現有標準的硅酸鹽水泥、礦渣硅酸鹽水泥和火山灰質硅酸鹽水泥。

2. 送至檢驗室的試樣，在檢驗前，應原封放於乾燥的處所。如原送樣的容器已受潮或破損，必須將水泥另裝入乾燥的容器內加以密封。原容器的種類與情況，應記入記錄本中。

3. 在檢驗前，須將試樣充分拌和，并用每平方厘米64孔篩過篩一次。稱量篩余物（稱後可拋掉），計算它在試樣內的百分數。篩余百分數及其性質（結塊、金屬塊、木屑等等）應記入記錄本中。

4. 在檢驗前，一切檢驗用的材料（水泥、砂子、水等），均應保持在檢驗室溫度範圍內（ $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ）。檢驗室溫度應每日檢查，並記入記錄本中。

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、匙具等。

解說

本方法只適用於規定的三種硅酸鹽水泥。對於其他品種的水泥，除非特別注明，不應隨便採用本方法。

水泥物理試驗方法本身屬於一種假設的，有條件的方法，而這種假設和條件，都是根據客觀要求和主觀可能而制訂出來的。因此，在試驗前，必須使樣品、儀器設備、試驗條件等完全符合條文中的要求，才能通過試驗正確地鑑定水泥的質量。這裡特別要指出的是所用的水泥、標準砂和水，它們的溫度十分重要，必須盡可能在檢驗前先使它們與室溫相同，愈接近 20°C 愈好，否則對試驗結果會有影響。

送到試驗室的樣品放在容器中，在試驗前最好是密封着的

(鉄桶、焊封或胶布封)，桶上須注明水泥厂別、品种、標号及出厂日期等。由于水泥很易風化，尤其在潮湿环境中，因此对于存放較久的水泥样或容器未曾密封的样品，都須特別注意有无結块現象，或有无其他杂质。試驗前把样品充分拌和和过篩是必要的。对于容器破損或未密封的情况，篩出的結块或杂质情况，都須詳細記載，在发試驗报告时通知委托单位。

試驗室溫度不論冬夏季节，都应控制在 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 範圍內，愈接近 20°C 愈好。室内应尽量避免阳光直射或强烈通风。室溫最好每日记录3次。

不准用鋁或鋅的器皿是因为它們易与水泥浆发生化学作用，并且这种金屬易于磨損或变形，因此最好用銅或鉄制的。

二、細度檢定

(一) 仪器

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。篩体有外直徑为159毫米，高50毫米；篩布为4900孔/平方厘米。

(二) 檢定方法

8. 將水泥試样約200克放在干燥箱($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$)內烘干一小时。然后称取試样淨重50克，倒入篩內，一手执篩往复搖动，一手在篩框外拍打。搖动速度，每分钟約125次。每搖动25次，將篩向一定方向旋轉 60° ，使試样均匀分布在篩布上。將近篩完时，改在紙上篩动，至每分钟通过篩孔的重量不超过0.05克时为止。称量篩余物，以其克数乘2，即得篩余百分数。

注：(1) 在开始进行細度檢驗时，允許不按上述方法或用振動篩代替手篩。但在將近篩完时，仍应改在紙上篩动并按照本条規定的方法处理。

(2) 篩子必須保持干燥潔淨。篩布孔眼必須定期檢查是否有破損及堵塞情况。

9. 篩余百分数的精密度須至小数后第一位。細度檢定应作两次，以其平均数为結果。如两次篩余結果相差在1%以上时，須作第三次檢定，而以最接近的两次結果的平均数，作为試样細度的檢定結果。

解說

水泥熟料的粉磨是水泥生产工序中的重要环节之一，熟料的

粉磨程度直接影响水泥的质量、产量与成本，因此細度的檢定与控制是一件重要的工作。

試驗用篩应符合标准要求，篩框应用金屬制成（不宜用木制），篩布綑紧度应均匀一致，沿篩框边，篩布与框連接处应用錫焊住。注意篩布的“有效”面积是否合格。所用篩布应符合下列要求：

篩孔直徑	0.083毫米	公差平均值 $\pm 5\%$
鋼絲直徑	0.055毫米	公差平均值 $\pm 5\%$

篩孔应防止堵塞变形，篩子应定期檢查。試驗室內最好經常备有一个标准的备用篩，定期以标准备用篩校对常用的篩。

手篩时，須注意使水泥經常均匀地分布在篩布表面上，并須防止飞散。用机械振动篩篩析时，一次可同时进行多个样品試驗，但必須注意最后一分钟的篩析必須用手篩，下置白紙，注意在一分钟內的通过量不超过0.05克时，方为篩析終了。

三、标准稠度与凝結時間的檢定

（一）仪器

10. 水泥净浆的标准稠度与凝結時間用图1-1所示仪器檢定。这仪器是由鉄座A与自由滑动的圓金屬棒B所构成。金屬棒旁的松紧螺絲C，用以調整金屬棒的高低。金屬棒上附有指針D，利用針后刻度板E以測定金屬棒移动情况。

檢定标准稠度时，棒下应装一金屬試杆（图1-2）。試杆直徑为 10 ± 0.1 毫米，长为50毫米。

檢定凝結時間时，可将試杆取下换用試針（图1-3）。試針直徑为 1.1 ± 0.04 毫米，长为50毫米。試針必須用硬鋼絲制成，不得有絲毫弯曲。試杆与試針表面須經常保持光滑清結。

仪器滑动部分的总重量为 300 ± 2 克；当用試針代替試杆时，可在棒頂附加圓板（图1-4）以增荷重。

仪器中各項附件的重量如表1-1規定。

11. 装净浆的圓模（图1-5）必須用不吸水的材料制成。圓模上部內徑A为 65 ± 5 毫米，下部內徑B为 75 ± 5 毫米，圓模高C为 40 ± 0.5 毫米。檢定时須將圓模放在不吸水的平板上。

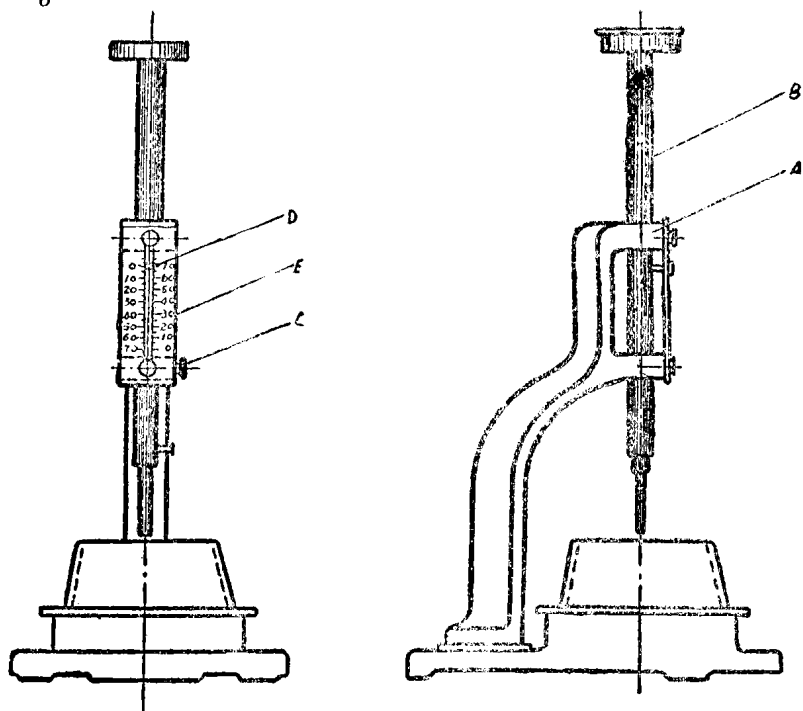


图 1-1 凝結時間測定儀

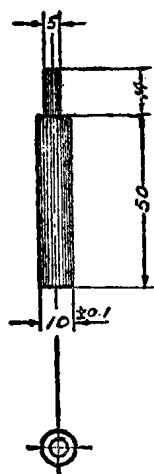


图 1-2 試 杆

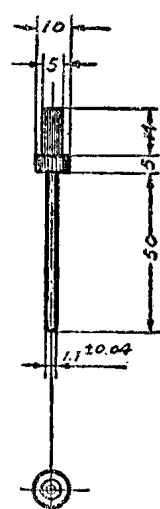


图 1-3 試 針

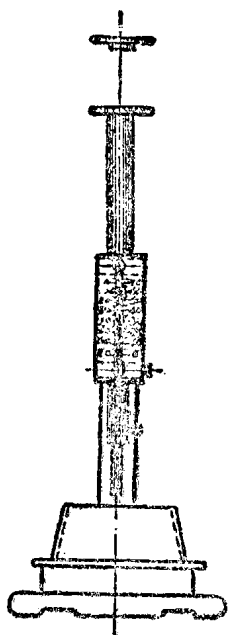


图 1-4 附加圓板

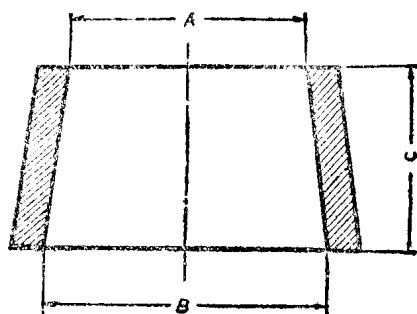


图 1-5 圓模

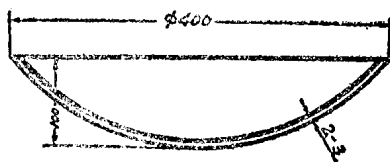


图 1-6 球形鉢

仪器中各项附件的重量

表 1-1

金屬棒及附件重	265±2克
試杆重	35±1克
試針重	7.5±0.5克
附加圓板重	27.5±0.5克
儀器滑動部分总重量	300±2克

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

13. 攪拌用的鍬子 (图 1-7) 用銅皮制成。直徑 100 毫米, 厚 1 毫米。

(二) 水泥淨漿标准稠度的檢定

14. 檢定前須檢查儀器: 圓金屬棒是否能自由滑動; 試杆降落至平板上面時, 指針是否在刻度板的零点上, 如不在零点上時, 應加以調整。圓模

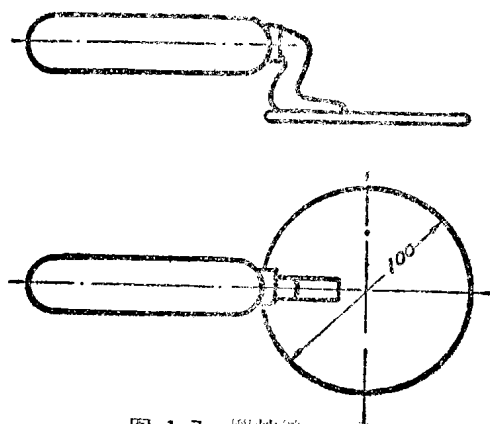


图 17 攪拌器

內壁与平板表面均应涂抹机器油。

15. 称取水泥試样400克放入洁净的球形鉢內，在水泥上划一深沟，将一定量的水（精密度为0.5毫升，盛水的容器应先洗净）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净浆。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圓模內，振动圓模及底板5—6次，然后用湿布擦过的抹刀将圓模上多余的净浆刮去，使与圓模边平齐。

17. 将盛满净浆的圓模，放在檢定器的試杆下面，試杆应对准圓模的中心，放松螺絲，將試杆降至与净浆面接触时，用螺絲紧住。然后，突然将螺絲放松，让試杆自由沉入净浆中。自試杆放松时起到第30秒钟时，观察試杆降落距离。

18. 如試杆降至距圓模底板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，按水泥重量百分数計算。

19. 稠度不合标准时，須另取試样，改变用水量，重行檢驗，直到符合上条规定的标准为止。

（三）凝結時間的檢定——初凝与終凝

20. 用第10条所述的仪器檢定水泥净浆的凝結時間。按照第15、16两条的规定制成标准稠度的水泥净浆，装入圓模內。將試針降至与净浆面接触时，用螺絲紧住，然后突然将螺絲放松，使試針自由沉入水泥净浆中。但最初檢驗时，应輕輕扶持金屬棒，使其徐徐下降，以防止試針因撞击底板而弯曲。但初凝時間仍必須以自由降落測得的結果为准。初凝前，每5分钟

檢定一次；初凝后，每15分钟檢定一次。每次測定須將圓模稍稍移动，使試針不再落入原針孔內。每次檢定后，須將試針擦淨。

21.由加水时起至試針沉入淨漿中距離底板 $0.5 \sim 1.0$ 毫米时止，所需的時間为初凝時間。由加水时起至試針沉入淨漿中不超过 1.0 毫米时止，所需的時間为終凝時間。

檢定凝結時間时，圓模不得受任何振动。

22.檢定凝結時間时，溫度須保持在 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 以內。儲放圓模的养护箱的相對湿度須保持在90%以上。檢定时应避免直射阳光及流动空气。檢定后应迅速將圓模放回养护箱內。

解說

水泥加水后，发生化学反应。首先是現凝結現象，然后逐漸硬化。凝結过程的快慢，受到許多条件的影响，其中主要的一点是加水量。水加得多，凝結時間长，反之，凝結時間短。因此，在測定凝結時間前，必須首先測定标准稠度的需水量，根据这一需水量再測定凝結時間。

試驗所用仪器都应符合标准要求，尤其对于注有公差范围的，必須注意勿使超出范围。維卡仪試杆必須灵活，試針应注意勿使弯曲。使用后的稠度棒与試針应随时拭淨。

測定标准稠度时的用水量必須一次加入，切勿因水量不足，在攪拌后繼續加水。攪拌必須十分均匀，并且不使淨漿逸出球形鉢外。淨漿最好也要一次装入模內。

作标准稠度和凝結時間測定时，室溫与养护箱的溫度和湿度都必須保持在允許範圍內，否則，試驗結果会有較大的誤差，因而影响到强度試驗結果。溫度愈接近 20°C 愈好。試体应避免放在空气流动或阳光直射之处，因为这样將使水分較快蒸发，并易造成表面先凝而內部后凝的現象。

如果在水泥加水混拌时，发现很快結硬，但当繼續混拌則又軟化，这种現象不是急凝而是假凝現象。除非結硬迅速，以致不能再拌，才称急凝。

初凝時間規定每5分钟測定一次，終凝時間規定每15分钟測