

**ASTM C403/C403M-2008**

**贯入阻力法测定混凝土拌合物凝结  
时间的标准试验方法**

Standard Test Method for Time of Setting of Concrete  
Mixtures by Penetration Resistance

# 贯入阻力法测定混凝土拌合物凝结时间的标准试验方法<sup>1</sup>

本标准以固定标号 C403/C403M 发布，标号后面的数字表示最初采用的年份，或如有修订，则表示上次修订的年份。圆括号内的数字代表上次重新批准的年份。上标字母 e 表示从上一次修订或重新批准有编辑上的修改。

本标准由美国国防部批准使用。

## 1. 范围

**1.1** 本试验方法涵盖了坍落度大于零的混凝土凝结时间的测定，该测定借助于在混凝土拌合物中筛出的砂浆上测量贯入阻力。

**1.2** 本试验方法仅适合用在试验砂浆部分将提供所需信息的时候。

**1.3** 本试验方法也可以应用于制备好的砂浆和水泥浆。

**1.4** 本试验方法在可控实验室条件下适用，也在现场条件下适用。

**1.5** 以 SI 单位或英寸-磅单位表示的数值分别视为标准值。每一种体系表示的数值可能不是完全等效的。因此，每一种体系应独立于另一种体系来使用。组合使用两种体系的数值可导致不符合本标准。

**1.6** 本标准未能详细列明所有与其用途相关的安全问题（如有）。本标准的使用者在使用前有责任确立合适的安全健康规程，并确定法规限制的适用性。

## 2. 引用文件

### 2.1 ASTM 标准：<sup>2</sup>

C125 与混凝土和混凝土集料相关的术语

C143/C143M 水凝水泥混凝土坍落度的试验方法

C172 新拌合混凝土取样规程

<sup>1</sup> 本试验方法受 ASTM 委员会 C09（混凝土和混凝土集料砂）管辖，并直接由分委员会 C09.23（化学外加剂）直接负责。

现行版本于 2008 年 4 月 1 日批准，2008 年 5 月发布。最初于 1957 年批准。前一版本于 2006 年批准的 C403/C403M-06。DOI:10.1520/C0403\_C0403M-08。

<sup>2</sup> 对于引用的 ASTM 标准，请访问 ASTM 网站 [www.astm.org](http://www.astm.org) 或通过 [service@astm.org](mailto:service@astm.org) 联系 ASTM 客户服务中心。关于 ASTM 标准卷册年鉴的信息可参考 ASTM 网站上的标准文件总结页。

C173/C173M 体积法测定新拌合混凝土中空气含量的试验方法

C192/C192M 实验室中混凝土试验样品的制作和养护规程

C231 压力法测定新拌合混凝土中空气含量的试验方法

C670 制定建筑材料试验方法的精密度和偏差说明的规程

D1558 细粒土的水份含量贯入阻力关系的试验方法

E11 钢丝网试验筛布和试验筛标准规范

E2251 含有低危害精密液体的玻管液体 ASTM 温度计规范

### 3. 术语

3.1 定义—术语 C125 给出了定义。

### 4. 试验方法摘要

4.1 通过筛选有代表性的新拌混凝土试样获得砂浆试样。砂浆被放入容器中，并在规定的环境温度下储存。以有规律的时间间隔，通过标准针测量砂浆的贯入阻力。由贯入阻力相对于经过时间的曲线图测定初凝和终凝时间。

### 5. 意义和用途

5.1 由于混凝土的凝结是一个渐变的过程，任何凝结时间的定义必然是武断的。在本试验方法中，砂浆达到规定的贯入阻力值所需的时间被用于定义凝结时间。

5.2 本试验方法可用于确定变量的影响，如水含量；胶凝材料的品牌，类型和用量；或根据混凝土凝结时间的外加剂。本试验方法也可以用于确定符合规定凝结时间的要求。

5.3 本试验方法也可以应用于制备好的砂浆和水泥浆。然而，当希望得到混凝土的凝结时间时，试验应在混凝土拌合物中筛出的砂浆上而不是在制备好的砂浆上进行，这种制备好的砂浆的目的是模拟混凝土的砂浆部分；已被证明，使用制备好的砂浆时，初凝和终凝时间可能会增加。

### 6. 仪器

6.1 砂浆试样容器—容器应是刚性的，防水的，非吸收性的，无油或油脂，并且横截面是圆柱形的或矩形的。砂浆表面积应按照程序规定的净距要求提供十个未受干扰的贯入阻力读数。水平尺寸至少应为 6 in.[150 mm]，并且高至少 6 in.[150 mm]。

**6.2** 测针—应提供测针，该测针可连接至加荷装置，并且具有下述承压面积：1，1/2，1/4，1/10，1/20，和 1/40 in.<sup>2</sup> [645，323，161，65，32，和 16 mm<sup>2</sup>]。每个针尾应在离承压面 1 in. [25 mm] 的距离处刻一圈标记。1/40 in.<sup>2</sup> [16-mm<sup>2</sup>] 测针的长度应不大于 3 1/2 in. [90 mm]。

**6.3** 加荷装置—应提供设备，用以测量引起测针贯入所需的力。该设备应具有测量贯入力的能力，精度为 ±2 lbf [10 N]，并且至少应能够容纳 130 lbf [600 N]。

注 1：相配的加荷装置可以是试验方法 D1558 中描述的弹簧反应型，或带有校准力测量设备的其它类型，如电子称重传感器或液压压力计。

**6.4** 捣棒—捣棒应是圆形的，直的，直径为 5/8 in. [16 mm] 的钢条，且长度大约为 24 in. [600 mm]，捣棒一端或两端修整为半球形尖端，其直径为 5/8 in. [16 mm]。

**6.5** 移液管—应使用移液管或其它适合的仪器抽走来自测试试样表面的排水。

**6.6** 温度计—温度计应能够测量新拌砂浆的温度，精确至 ±1 °F [±0.5 °C]。按规范 E2251 的规定，温度范围从 0 到 120 °F [-20 到 50 °C]，并且符合温度计 97F (或 97C) 的要求的 ASTM 玻管液体温度计是令人满意的。其它所需精度的温度计，包括金属浸入式，是可接受的。

## **7. 取样，测试试样，和测试单元**

**7.1** 对于现场条件下的测试，从每个混凝土样本中制备三个试样。

**7.2** 对于实验室条件下的测试，要求取决于测试的目的。

**7.2.1** 对于为了证明有性能要求的材料的合规性测试，每个研究变量至少完成三个独立的混凝土批次。每个批次上进行一次凝结时间的试验。任意一天的每个变量完成同等数量的批次。当任意一天的每个变量不能完成至少一次试验时，尽可能在几天内混合所有系列的批次，并每天重复混合物的一种，作为比较标准。

**7.2.2** 对于其它测试，从混凝土的一个批次中为每个测试变量制备三个测试试样。

**7.3** 记录水泥和拌合水之间进行初次接触的时间。

**7.4** 对于现场条件下的测试，根据规程 C172 获得新拌混凝土的一个典型样本。对于实验室条件下的测试，根据规程 C192/C192M 制作混凝土。测定并记录新拌混凝土的坍落度（试验方法 C143/C143M）和空气含量（试验方法 C173/C173M 或 C231）。

**7.5** 从不用于坍落度和空气含量试验的混凝土中选择足够体积的有代表性的部分，以提供充足的砂浆，使其填满一个测试容器，或多个容器，深度至少为 5 1/2 in. [140 mm]。

**7.6** 使用规程 C172 中的程序，通过对穿过一个 4.75-mm 筛网<sup>3</sup>至一个非吸收性表面上的所选混凝土部分进行湿法筛分来获得一个砂浆样本。

**7.7** 通过手工法在非吸收性表面上彻底重新混合砂浆。测量并记录砂浆的温度。使用一个单层将砂浆放入一个容器或多个容器中。巩固砂浆以消除试样中的气泡并使顶面平整。这可能通过在固体表面上反复振动容器，使用捣棒轻敲容器的侧面，用捣棒捣实砂浆，或将容器放置在振动台上来完成（见注 2）。如果使用捣棒，使用捣棒的半球形一端捣实砂浆。试样每 1 in.<sup>2</sup> [645 mm<sup>2</sup>] 的顶部表面积捣一次砂浆，并在试样横截面上均匀分布捣实笔画线。完成捣实后，使用捣棒轻轻地敲打容器的侧面，以关闭捣棒留下的空隙并使试样的表面进一步平整。试样制备完成后，砂浆表面应低于容器顶部边缘至少 1/2 in. [10 mm]，以便为收集和除去排水提供空间，以及避免砂浆表面和第 8 节规定的保护层之间的接触。

注 2：筛过的砂浆通常具有流体稠度，并且气泡易通过所列巩固方法消除。用户应在选择巩固方法时作出判断。振动容器或敲打侧面对流体砂浆应是足够的。捣实或使用振动台可能对坚硬砂浆是满足需要的。当使用振动台时，使用低振幅振动，以使样本部分不会从容器中喷射出来。

## 8. 条件

**8.1** 对于实验室条件下的试验，试样的储存温度应在 68 到 77 °F [20 到 25°C] 范围内，或由用户指定。

**8.2** 对于现场条件下的试验，在环境条件下储存试样，或由用户指定。遮蔽试样，避免阳光直射。

**8.3** 试验开始和结束时测量并记录环境空气温度。为了避免水分的过度蒸发，在试验持续期间使用适当的材料覆盖试样，如湿麻袋，或紧身盖，不渗水的盖子，除去排水或正在进行贯入试验时除外。

## 9. 程序

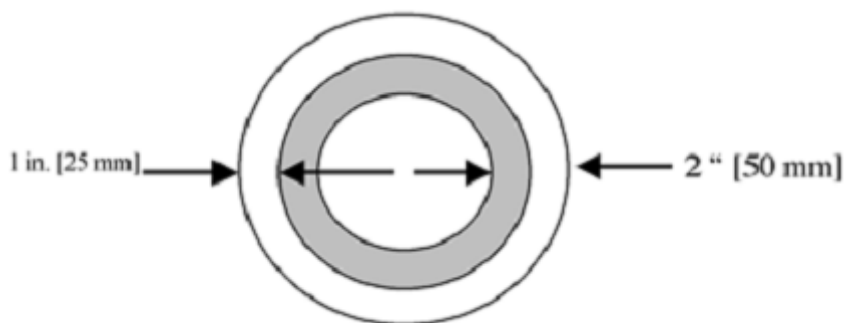
**9.1** 仅在进行贯入试验前，借助于移液管或适当的仪器从砂浆试样表面除去排水。为了帮助收集排水，在除水前 2min，通过在试样一侧下面放置障碍物，使试样小心倾斜，大约与水平面成 10° 角。

**9.2** 根据砂浆凝结度，在贯入阻力仪中插入适当尺寸的测针，并使测针的承压面与砂浆表面接触。逐步且均匀地对仪器施加一个向下的垂直力，直到测针贯入砂浆的深度达  $1 \pm 1/16$  in.

<sup>3</sup> 规范 E11 给出了该筛网的详细要求。

[25±2 mm]，由划线所示（注 4）。贯入 1-in. [25-mm] 深度所需的时间应为 10±2 s。记录产生 1-in. [25-mm] 贯入所需的力及其施加时间，该时间被测量作为水泥和水初次接触后的经过时间。由记录的力除以测针的承压面积来计算贯入阻力，并记录贯入阻力。在后续的贯入试验中，注意避免砂浆受到之前试验干扰的区域。测针压痕之间的净距至少应为所使用测针直径的两倍，但不小于 1/2 in. [15 mm]。任一测针压痕和容器侧面之间的净距至少应为 1 in. [25mm]，但不超过 2 in. [50 mm]，如图 1 所画。

注 3：对于具有 6 in. 最小允许外径的圆柱形容器，按理操作员可以预期，在与前面的贯入冲撞前大概获得八次贯入。这以使用下述表面积的测针为基础：1 @ 1/2 [13]，2 @ 1/4 [6]，2 @ 1/10 [2.5]，2 @ 1/20 [1.3]，和 1 @ 1/40 [0.6] in.<sup>2</sup> [mm<sup>2</sup>]。



注 1：暗色区域定义了允许测针贯入的地方。

**图 1 砂浆测试试样的顶视图**

注 4：为了帮助已获得所需贯入时的测定，可以在针阀杆上附加一个滑动标记。例如，可以将纸夹或遮蔽胶带放置在阀杆上，以便其与划线同时发生。该标记不应干扰测针贯入砂浆。进行贯入前，应检查标记的位置。

**9.3** 对于实验室温度为 68 到 77°F [20 到 25°C] 的传统混凝土拌合物，水泥和水之间初次接触后，在时间经过 3 到 4 h 以后，进行初始试验。应以 1/2-到 1-h 的间隔进行后续试验。对于含有催化剂的混凝土拌合物，或温度高于实验室的温度，时间经过 1 到 2 h 后进行初始试验以及以 1/2-h 间隔进行后续试验是适当的。对于含有缓凝剂的混凝土拌合物，或温度低于实验室的温度，初始试验可能被推迟，直到时间经过 4 到 6 h。在所有情况下，后续试验之间的时间间隔可根据凝结速率按需要进行调整，以获得所需的贯入数。

**9.4** 每一凝结时间的试验至少进行 6 次贯入，这期间以时间间隔进行贯入以提供一条贯入阻力相对经过时间的符合要求的曲线（注 5）。继续试验，直到至少有一次试验的贯入阻力读数等于或大于 4000 psi [27.6 MPa]。

注 5：符合要求的曲线是这样的，其代表贯入阻力的总体发展，并包括初凝和终凝时间前后的点，以

提高所需插值的精度。对于常规的凝结拌合物，试验点通常等时间间隔排列。过早的贯入试验将产生过多早于初凝时间的数据点。在使用回归分析来分析贯入阻力数据时，这可能通过偏置最佳拟合线而降低预计凝结时间的精度。

**9.5 试验结果绘图**—下述备选程序之一可被用于试验结果绘图，并可获得凝结时间（注 6）。

附录 X1 阐明了这些程序的应用。

注 6：贯入阻力相对经过时间的曲线提供了关于凝结速率的信息。该曲线可被用于选择后续贯入试验的时间，并且它可以帮助识别错误的试验结果。因此，当数据累积时，建议绘制该数据。

**9.5.1** 使用下述绘图程序通过手工拟合一条穿过数据的平滑曲线来确定凝结时间。制作一张贯入阻力（作为纵坐标）相对经过时间（作为横坐标）的图形，使用这样一种比例，500 psi [3.5 MPa] 和 1 h 分别由至少 1/2 in. [15 mm] 的距离表示。绘制贯入阻力值作为经过时间的函数。

**9.5.2** 利用一个适当的计算器，使用下述绘图程序通过数据对数值的线性回归分析来确定凝结时间。使用对数坐标纸，制作一张贯入阻力（作为纵坐标）相对经过时间（分钟，作为横坐标）的图形。纵坐标上贯入阻力的范围应从 10 psi [0.1 MPa] 到 10000 psi [100 MPa] 延伸，而横坐标上经过时间的范围应从 10 到 1000 min 延伸。如果使用缓慢的凝结拌合物，时间范围可能不得不为 100 到 10000 min。绘制贯入阻力值作为经过时间的函数（注 5）。

**9.5.3** 使用下述程序，如果使用电脑绘制试验结果并通过数据的回归分析获得凝结时间。由于获得了试验结果，在电脑中输入时间和贯入阻力，并绘制贯入阻力（作为纵坐标）和经过时间（作为横坐标）。对于仅允许线性回归分析的软件，通过取对数来转换数据。该转换数据将用一条直线<sup>4</sup>来拟合（见公式 1）：

$$\text{Log}(PR) = a + b \text{Log}(t) \quad (1)$$

其中：

PR=贯入阻力

t=经过时间

a 和 b=回归常数

该数据不需要转换，如果软件允许直接拟合幂函数：

$$PR = ct^d \quad (2)$$

<sup>4</sup> Popovics, S., 1971, “硅酸盐水泥混凝土凝结的物理性质”, Journal of Materials, JMLSA, Vol. 6, No. 1, March, pp. 150–162.

其中:

c 和 d=回归常数

**9.5.4** 9.5.2 和 9.5.3 中的程序假设, 数据服从 (公式 1) 或 (公式 2)。证明数据服从这些关系的其中之一。如果用于回归分析的相关系数, 除去异常值后 (见注 7), 小于 0.98, 使用 9.5.1 中的程序。

## 10. 计算

**10.1** 对于研究中的每个变量, 分别绘制三个或更多凝结时间试验的结果。对于根据 9.5.1 制作的每条曲线, 手工拟合一条数据点的平滑曲线。对于根据 9.5.2 或 9.5.3 制作的每条曲线, 使用最小二乘法来获得最佳拟合关系的常数, 该常数由 (公式 1) 或 (公式 2) 给出, 以适用者为准。忽略明显与趋势异常的数据点, 该趋势由剩余点定义 (注 7)。

注 7: 因为某些因素, 可能出现异常值, 如: 由于砂浆中大颗粒的干扰; 贯入区域内大孔洞的存在; 邻近贯入引起的压痕的干扰; 贯入期间不能保持仪器垂直于测试表面; 载荷读取错误; 贯入深度的变化; 或载荷速率的变化。需要操作员的判断来识别那些不应包含在数据分析中的点。

**10.2** 对于每个图形, 分别按照贯入阻力等于 500 psi [3.5 MPa] 和 4000 psi [27.6 MPa] 的时间来确定初凝和终凝时间。对于根据 9.5.1 完成的图形, 通过所绘曲线的视觉检查来确定凝结时间。对于根据 9.5.2 或 9.5.3 完成的图形, 使用最佳拟合回归方程通过插值法确定凝结时间。记录以小时和分钟为单位的凝结时间, 近似至 5 min。

**10.3** 对于研究中的每个变量, 计算初凝和终凝时间, 作为独立试验结果的平均值。记录以小时和分钟为单位的平均时间, 近似至 5 min。

## 11. 报告

**11.1** 关于混凝土拌合物的数据—报告下述关于混凝土拌合物的信息:

**11.1.1** 胶凝材料的品牌和型号, 胶凝材料的数量 (质量), 每立方码 [每立方米] 混凝土的细集料和粗集料, 集料最大公称粒径, 和水灰比或水胶比,

**11.1.2** 所用外加剂的名称, 型号和数量,

**11.1.3** 新拌混凝土的空气含量和测定方法,

**11.1.4** 混凝土的坍落度,

**11.1.5** 筛分后砂浆的温度,

**11.1.6** 试验期间环境温度的记录, 和



**11.1.7** 试验日期。

**11.2** 凝结时间结果—报告下述关于凝结时间试验的信息：

**11.2.1** 每一凝结时间试验的贯入阻力相对经过时间的图形，

**11.2.2** 每次试验的初凝和终凝时间，以小时和分钟为单位报告，近似至分钟，和

**11.2.3** 每一试验条件的初凝和终凝的平均时间，以小时和分钟为单位报告，近似至 5 min。

## 12. 精度和偏差

**12.1** 使用本试验方法的英制版本获得用于发展精度说明的数据。凝结时间的估计值由图形法和回归分析确定。混凝土拌合物筛分处的实验室的温度和产生的用于贯入阻力测量的砂浆部分的温度在循环试验期间维持在  $73 \pm 2$  °F [ $23 \pm 1$  °C]。

**12.2** 下述精度值从实验室间研究<sup>5</sup>获得，该实验室间研究涉及五个操作员和三种混凝土拌合物。平均初凝时间在 169 和 252 min 之间变化，并且平均终凝时间在 240 和 341 min 之间变化。每个操作员在由每种拌合物单一批次制成的试样上进行三次重复测定。

**12.3** 一个操作员的精度—一个操作员独立试验的结果的标准偏差如表 1 所示。<sup>A</sup>由同一操作员进行的两次正确试验的结果差异预计不会超过表 1 第三列所示的数值。<sup>A</sup>本试验方法要求报告三个试验结果。由同一操作员在来自混凝土同一批次的试样上获得的三个试验结果的范围（最高和最低之间的差值）预计不会超过表 1 第四列所示的数值。<sup>B</sup>

**12.4** 多个操作员的精度—多个操作员独立试验的结果的标准偏差如表 2 所示。<sup>A</sup>由不同操作员在相同材料上进行的两次正确试验的结果差异预计不会超过表 2 第三列所示的数值。<sup>A</sup>由两个不同的操作员在来自同一混凝土单一批次的试样上获得的三个试验结果平均值的差异预计不会超过表 2 第四列中的数值。<sup>B</sup>

**表 1 一个操作员的精度**

凝结时间	一个操作员的标准偏差， min <sup>A</sup>	可接受的两个结果之间的 差值，min <sup>A</sup>	可接受的三个结果的范 围，min <sup>B</sup>
初凝	3.5	9.8	11.4
终凝	4.4	12.5	14.6

<sup>A</sup> 这些数字分别代表规程 C670 中描述的(1s)和(d2s)。

<sup>B</sup> 按照规程 C670 的“两个结果以上的可接受范围”章节中的描述计算。

**12.5** 因为凝结时间仅依据本试验方法定义，不能确定该试验方法的偏差。

<sup>5</sup> 支撑数据已在 ASTM 总部存档，并且可通过请求研究报告 RR:C09-1032 获得。

表 2 多个操作员的精度

凝结时间	多个操作员的标准偏差, min <sup>A</sup>	可接受的两个结果之间的 差值, min <sup>A</sup>	可接受的三个结果平均 值之间的差值, min <sup>B</sup>
初凝	6.9	19.4	11.1
终凝	10.1	28.7	16.4

<sup>A</sup> 这些数字分别代表规程 C670 中描述的(1s)和(d2s)。

<sup>B</sup> 按照规程 C670 的“多实验室精度，表示为两个平均值之间的最大允许差值”章节中的描述计算。

### 13. 关键词

13.1 混凝土；砂浆；贯入阻力；终凝时间；初凝时间。

## 附录

### (非强制性信息)

#### X1. 例证

**X1.1** 表 X1.1 中的贯入阻力 (PR) 数据和经过时间 (t) 数据将被用于举例说明凝结时间的测定程序。

**X1.2** 手工拟合—图 X1.1 是表 X1.1 中的贯入阻力值相对经过时间值的图形。该平滑曲线通过使用一条灵活的绘图曲线手工绘制而成。该曲线绘制的目的是达到数据的最佳视觉拟合。注意, 经过时间为 335 min 的贯入阻力是一个明显的异常值, 且在绘制最佳拟合曲线时忽略该点。贯入阻力值为 500 和 4000 psi 处绘制水平直线。水平直线与曲线的交叉点定义了初凝和终凝时间, 在该情况下, 初凝和终凝时间分别为 289 min 和 389 min。

**X1.3** 回归分析:

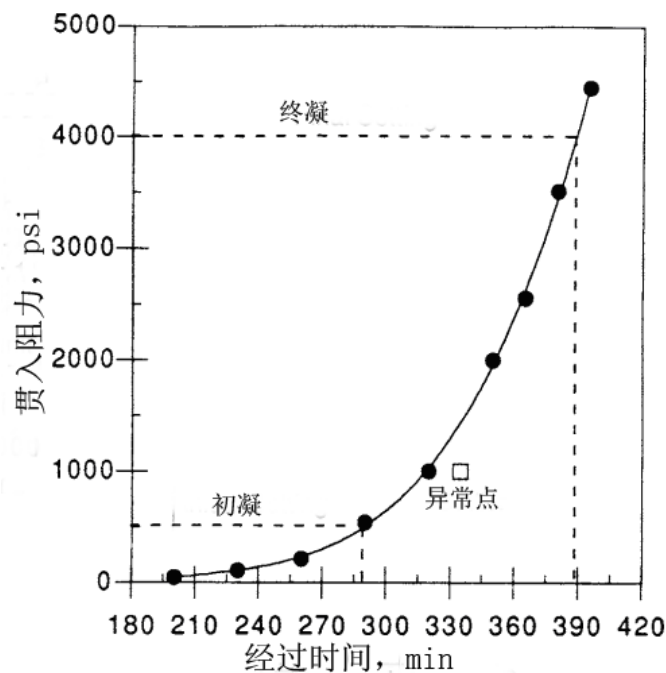


图 X1.1 贯入阻力值相对经过时间的图形和用于确定凝结时间的手工拟合曲线

(注: 未按实际比例绘制)

**X1.3.1** 图 X1.2 是贯入阻力值相对经过时间值的双对数图。该图表明, 异常值除外, 贯入阻力和经过时间的对数之间有一个近似于直线的关系。该直线通过使用表 X1.1 第三列和第四列所示的对数值进行线性回归分析来获得。该直线的方程为:

$$\text{Log}(PR) = -14.196 + 6.871 \text{Log}(t) \quad (\text{X1.1})$$

其中:

PR=贯入阻力, 和

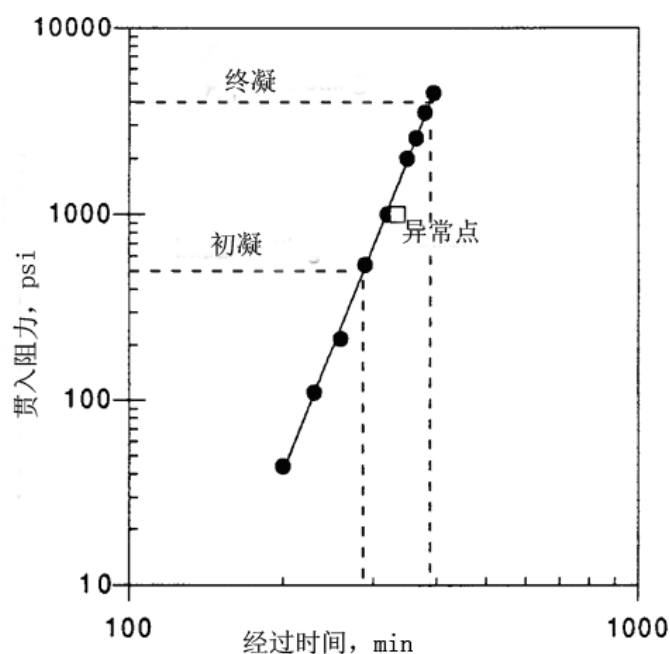
t=经过时间。

相关系数为 0.999, 因此, 使用线性回归分析是可接受的。

**表 X1.1 贯入阻力**

贯入阻力(PR)(psi) <sup>A</sup>	经过时间(t)(min)	Log(PR)	Log(t)
44	200	1.643	2.301
110	230	2.041	2.362
216	260	2.334	2.415
540	290	2.732	2.462
1000	320	3.000	2.505
1000	335	3.000	2.525
2000	350	3.301	2.544
2560	365	3.408	2.562
3520	380	3.547	2.580
4440	395	3.647	2.597

<sup>A</sup> MPa=psi×0.00689。



**图 X1.2 通过使用回归分析确定凝结时间的双对数显示直线**

**X1.3.2** 为了获得凝结时间, 该方程被改写为:

$$\text{Log}(t) = \frac{\text{Log}(PR) + 14.196}{6.871} \quad (\text{X1.2})$$

**X1.3.3** 对于初凝时间，用数值 500 替换 PR：

$$\text{Log}(t) = \frac{\text{Log}(500) + 14.196}{6.871} = \frac{2.699 + 14.196}{6.871} = 2.458 \quad (\text{X1.3})$$

因此：

$$t = (10)^{2.458} = 287 \text{ min.}$$

**X1.3.4** 对于终凝时间，用数值 4000 替换 PR：

$$\text{Log}(t) = \frac{\text{Log}(4000) + 14.196}{6.871} = \frac{3.602 + 14.196}{6.871} = 2.590 \quad (\text{X1.4})$$

因此：

$$t = (10)^{2.590} = 389 \text{ min.}$$

## 更改摘要

C09 委员会已经标记了相对于前一版本(C403/C403M-06)发生的可能影响本规程使用的修改位置。(2008 年 4 月 1 日批准)

- (1) 引用文件和 6.6 中用规范 E2251 替换规范 E1。

C09 委员会已经标记了相对于前一版本(C403/C403M-05)发生的可能影响本规程使用的修改位置。(2006 年 12 月 15 日批准)

- (1) 修订了第 12 节并新增表 1 和表 2。

*ASTM 国际不对与本标准中提及的任何项目相关的任何专利权的有效性发表意见。特此建议本标准的用户确定任何此类专利权的有效性，侵犯此类专利的风险全部由用户自行承担。*

*责任技术委员会有权在任何时候对本标准进行修订，并且必须每 5 年重新审核一次。若无修订，则要么重新批准，要么撤销。欢迎您对本标准或其他标准提出意见，请向 ASTM 国际总部发表您的意见。您的意见将会在责任技术委员会的会议上受到仔细考虑，而且您可能将被邀请参加这个会议。如果您觉得您的意见没有被公正对待，则应按下列地址将您的意见告知 ASTM 标准委员会。*

*本标准的版权归 ASTM 国际所有，地址：100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States。如果需要本标准的个别重印版（单本或多本），可通过以上地址联系 ASTM，也可致电 610-832-9585，或传真至 610-832-9555，或发电子邮件至 [service@astm.org](mailto:service@astm.org)，或访问美国试验与材料协会网站 ([www.astm.org](http://www.astm.org))。拷贝标准的许可权也可通过 ASTM 网址 ([www.astm.org/COPYRIGHT/](http://www.astm.org/COPYRIGHT/)) 获得。*