

I-Cal Flex 超高性能等温量热仪

产品名称	I-Cal Flex 超高性能等温量热仪
公司名称	热安（上海）仪器仪表有限公司
价格	.00/个
规格参数	
公司地址	上海市浦东新区绣川路581号813室
联系电话	021-61140501 13773398768

产品详情

I-Cal Flex

背景介绍：等温量热仪在水泥混凝土测试研究中的应用

等温量热仪是测试水泥基材料水化热的绝佳工具，测试结果可作为其水化速率的指标。鉴于水化速率对于水泥基材料的工作性、凝结时间、早期强度发展等工程性能来说非常重要，等温量热仪作为水化速率的测试工具也被广泛地应用于新型水泥生产工艺、建筑材料质量控制、外加剂性能以及混凝土配合比设计等多方面工程实际和科学研究中。

众所周知，水泥基材料的养护温度会极大地影响其水化速率进而对其工程性能产生实质性的影响。而 I-Cal 系列等温绝热量热仪配备有独立的高精度温度控制系统，便于研究者进行相同温度下的重复性实验或者研究不同养护温度对

水泥基材料水化速率的影响。

I-Cal Flex 超高性能等温量热仪

I-Cal Flex 是由美国 Calmetrix 公司自主研发生产的 8 通道水泥混凝土等温量热仪，单个测试通道最大样品容量为

20ml。I-Cal Flex 在设计之初就秉承高精度的原则，这使得它可以进行超长龄期的水化热测试。I-Cal Flex 充分消除了不同测试通道之间的相互影响，甚至可以说，它是八个单通道高精度量热仪的集成。测试过

程中，样品放热曲线会在周围

环境保持恒定的情况下绘制在软件界面。温度控制系统是经过最优化控制设计的反馈回路，可由软件界面方便设置，

与此同时温度传感器也会记录早龄期混凝土中水泥浆体反应产生的热流量。记录的数据可在 Calmetrix 设计的 Cal Commander 软件中检索和分析。Cal Commander 软件由混凝土专业人员设计，它包含了原始数据分析、活化能的定义、凝结时间的估算、抗压强度的预测、水化热测试以及最优化石膏掺量等多个功能。

主要功能：

- | 测试不同水泥熟料水化性能
- | 预测和估算抗压强度或凝结时间
- | 温度敏感性测试
- | 确定水泥或胶凝材料的标准水化热（ASTM C1702）
- | 优化配合比设计，选择合适的化学外加剂和矿物外加剂掺量
- | 测试外加剂或其他原材料变化下水泥浆体的性能变化
- | 定义活化能，为成熟度、强度和温度裂缝提供预测
- | 测试超长龄期水化热，探讨水泥基材料耐久性和水化热的定量关系

应用范围

作为目前市场上精度最高的水泥等温量热仪，I-Cal Flex 适用于所有与水泥相关的测试和研究工作。与 Calmetrix 其它等温量热产品一样，I-Cal Flex

主要用于新型建筑材料和外加剂的研发、水泥基材料性能研究和测试工作，以及水泥混凝土产品的日常质量管理等。用户广泛分布于全球各地的水泥生产实验室、大学、混凝土生产商、粉煤灰经销商、外加剂生产商以及测试实验室等科研机构 and 水泥混凝土相关企业中。

I-Cal Flex 产品技术规格参数

运行电压-频率

样品容量

量热通道	110~240V-50/60Hz	20ml/450ml
温度准确度	8	不限
测量精确度	± 0.01	测试龄期
运行温度范围	$\pm 10\mu\text{W}$	24 小时基线 漂移
	4~90	输出波动 误差
		$< \pm 1\mu\text{W}$
		$< 5\mu\text{W}$
		$< \pm 10\mu\text{W}$

测试环境温度范围	5~40	仪器尺寸	50cm × 40cm × 108cm
软件系统要求	Windows XP 或以上	重量	34kg

*基准为 50g 的样品在 23 下的测试结果。对能量-时间数据进行线性回归拟合，漂移为回归线的斜率，输出波动为标准差。

应用案例

F 采用等温量热仪测试水泥基材料拌合物的石膏最佳掺量

背景介绍

在波特兰水泥的生产过程中，石膏的加入是为了控制水化过程铝酸盐的早期水化从而达到控制混凝土凝结时间等目的。但是由于水泥生产中石膏掺量很多都是在水泥净浆测试下得出的，与实际混凝土还有一定差别。例如矿物外加剂和化学外加剂的掺入就会对石膏掺量产生较大影响。基于水泥水化动力学和量热学原理，I-Cal 等温量热仪提供了一种更方便，性价比更高同时也更精确的方法来测定石膏最佳掺量。

测试原理

图 1 显示的是采用 I-Cal Flex 测量的波特兰水泥水化放热曲线。水灰比为 0.45，测试温度为 23。在波特兰水泥与水拌合初期，化合物快速溶解同时铝酸三钙水化，样品会呈现出强烈的放热曲线（A）。而假如溶液中有足够的石膏，铝酸盐会与硫酸钙反应生成钙矾石相，受此影响，水化速率会迅速下降（B）。一段时间后，硅酸三钙大量水化并形成强度，导致长时间的快速放热（C），混凝土的凝结也会在 C 阶段的初期开始，因此我们也可以通过等温量热仪来估计水泥的凝结时间。与此同时，硅酸三钙和铝酸盐共同水化直到孔溶液

中的石膏消失，此时会出现“石膏耗尽峰（”

D）。对于水

泥生产商来说，石膏耗尽峰在优化石膏添加量和选择石膏品种方面是非常重要的指标。

掺入外加剂后的水泥内部石膏平衡性测试

图 2 显示的是采用粉煤灰取代 25%水泥熟料后并添加不同掺量分散剂的砂浆混合物量热曲线。测试仪器为 I-Cal Flex 等温量热仪，测试温度 23℃，水灰比为 0.50。

可以看出，缺少石膏的混合物均未出现石膏耗尽峰；分散剂掺量较小时，拌合物的水化放热曲线和不掺外加剂的拌合物比较相似，而当分散剂掺量增加到原来的 150%和 200%时样品呈现反常的水化放热现象。外加剂掺量过大会使水化过程发生剧烈变化并伴有反常的凝结现象，这也是拌合物缺少石膏的一个显著标志，主要后果就是导致拌合物工作性极差。

显著标志，主要后果就是导致拌合物工作性极差。

精确优化石膏掺量

图 3 为在图 2 中的各拌合物的水泥熟料中掺入质量分数 1.4%（SO₃ 相对水泥熟料）的半水硫酸钙后的测试结果。

可以看出，图 3 中各拌合物的水化性能与图 2 相比都有了较大的提高，说明图 2 中的各混合物确实存在缺少石膏的情况。石膏的掺入使拌合物水化更加均匀，即减小了水化初期的水化热过大问题，也使后期水化产物更加密实，强度发展更有保证。另外，对比

图 2 和图 3 可看出掺入石膏后，过掺的分散剂对拌合物工作性的不利影响也被中和。

图 1 波特兰水泥水化量热曲线

图 2 25%粉煤灰掺量、不同分散剂掺量的水泥砂浆水化放热曲线

图 3 硫酸盐的掺入对图 2 中各拌合物放热曲线的影响