



## 如何使用Hydronix湿度传感器控制混凝土生产中的坍落度

混凝土全球消耗量约为每人每年1吨，这使其成为地球上第二大消耗物质，其排名仅次于水。混凝土由三种成分组成：骨料和砂（填料）、水泥（粘合剂）、水。当以正确的比例混合时，这些成分会产生化学反应，使混凝土固化。

混凝土有两种不同类型，即预拌混凝土和预制混凝土。预拌混凝土通常在搅拌机中制成，并由混凝土搅拌车运送到施工现场，现场拌合现场使用。预制混凝土用于制造单件浇注混凝土构件，然后把构件用于组成更大尺寸的结构体。这种类型的混凝土由一个专门的工厂生产，并接受更高标准的质量监控，其中含水量控制是其制造过程重要一环。这两种类型的混凝土均需以正确配比的物料制成，以确保混凝土的稠度、质量和强度。

混凝土生产商经常会使用坍落度测试来检查混凝土混合料的可操作性、流动度和稠度。影响坍落度测试的有各种因素，包括骨料的比列、外加剂和含水量。本说明将介绍混凝土厂在使用数字微波湿度测量过程中，如何确保不同批次的混凝土质量稳定如一，进而获得一致的坍落度特性。



### 含水量控制为什么很重要？



图 1：天然含水量通过骨料堆放点排水

理想情况下，骨料和水泥均系完全干燥状态，因此每个批次所需的用水量固定在一个设定范围，这令每一个批次生产出来的混凝土质量都是一样的。然而，骨料通常于户外妥善储存。尽管如此，储存在有盖储箱中的物料，其含水量也会因不可避免的排水影响而不断发生变化。

在现代混凝土搅拌站中，配方所需的物料量通常由称重决定，并使用假设的“干”重来计算配方。然而，被称重的骨料含有未知量的水分。虽然这主要影响坍落度，但沙子和骨料中的过剩水分或水分含量也可以对水分/水泥比、骨料/水泥比、出品率以及混合料的颜色产生显著影响。这将导致坍落度、强度、颜色和质量不一致，最终变成劣质产品。

### 正确的含水量计算为什么很重要？

如果混凝土生产商按照既定配方使用称重的骨料和水泥，然后向混合料加入指定水量，则生产出的每批产品将因骨料内所含的水量未知且不同而发生变化。例如，如果配方规定使用1000公斤骨料，那么除非这些骨料是100%干燥的，否则称出来的物料就不会是1000公斤骨料，而是骨料和水的混合料。

#### 含水量计算

通过实验室测试准确测定骨料含水量的唯一方法是取骨料的样品称重（及其容器），然后干燥样品以蒸发水分，然后再重新称样品重量。一般来说，会根据需要进行第二轮和第三轮干燥，直到没有额外的重量损失为止（意味着样品已经完全干燥）。

然后进行计算，以校正物料中的额外含水量，从而根据干重混合配方确保正确的骨料比例。下面使用简单的数字来说明这个概念的计算示例。

容器重量	=	500.0g
湿样品和盘的总重量	=	1500.0g
干样品和盘的总重量	=	1409.1g
加热导致的重量损失	=	1500.0 - 1409.1 = 90.9g
样品干重	=	1409.1 - 500.0 = 909.1g
样品湿重	=	1500.0 - 500.0 = 1000.0g

这些值可用于计算物料中水的百分比，具体如下：

$$\text{干基含水量\%} = 100 \times \frac{\text{水分重量}}{\text{干物料的重量}} = 100 \times \frac{91}{909} = 10\%$$

用于给出湿基含水量的相同值可以给出：

$$\text{湿基含水量\%} = 100 \times \frac{\text{水分重量}}{\text{湿物料的重量}} = 100 \times \frac{91}{1000} = 9.1\%$$

由此可见，任何含水量计算过程和工作过程中，计量基础均需保持一致。

使用干基含水量的好处是，根据设计重量，使用这些值来计算目标重量要简单得多。

## 含水量变化如何影响物料比例

以下示例说明了骨料中含水量变化对混合料中物料比例的影响。除了水分总量外，混合料中的物料比例是确定混凝土坍落度的关键因素。

如果一个批次的沙子称重水分为10%，砂砾中的水分为0%（按干重法计算），下表说明了物料组合配比：

物料	目标重量	含水量	实际干重
沙子	1000kg	10%	909kg
8mm 砂砾	500kg	0%	500kg

沙子与砂砾的比例为1.8：1

然而，如果第二批按此量生产，沙子含水量为0%，砂砾含水量为5%：

物料	目标重量	含水量	实际干重
沙子	1000kg	0%	1000kg
8mm 砂砾	500kg	5%	476kg

沙子与砂砾的比例为2.1：1。

这让批次之间的物料比率产生了显著差异，除非进行校正，否则将直接影响生产出来的混凝土的质量。因此，必须准确地测量骨料的含水量，并据此对添加到混合料中的物料干重进行调整。

在混合阶段添加的最终水量可以根据骨料含水量进行调整，以获得准确的水分/水泥比和一致的坍落度。然而，为了获得最佳性能，建议在搅拌机中单独控制含水量和加水量。欲了解更多信息，请访问我们的网站。

## 与含水量变化有关的问题

如果混凝土混合料的比例不正确或含水量不正确，则会产生混凝土稠度、可用性或坍落度方面的问题。预拌混凝土生产商必须确保他们生产的混凝土仍然保持正确的稠度，并能够在交付给客户使用时提供正确的坍落度和强度。

对于预制混凝土生产商，制造构件时，含水量的变化也会导致模具和模板方面的问题。这方面的例子包括拿掉芯料之后管道塌陷，或者在离开砌块机后混凝土块塌落。空心混凝土板也是一个典型的例子，当空心砌块机向下移动时，混凝土会下垂或变形。

与骨料中的含水量变化相关的其他问题之一，是骨料表面积会改变（即，比预期的骨料少）。当向一批混凝土添加颜色时，这是非常重要的，因为颜料着色的表面积涂层会随着混合料比例的变化而变化。这将导致不同批次之间颜色不一致，可能会导致需要额外花费昂贵的颜料来纠正该问题。



图 2：由于稠度不一致导致空心混凝土构件塌陷示例

## 我应该用什么方法测定含水量？

实验室干燥测试的结果虽然准确，但非常耗时，并且该方法不允许对物料比进行实时更改。含水量测定有几种不同的方法，如电容式、电阻式、红外线和微波，可用于自动化过程，各自有其优点和缺点。最常用的一种检测手段是微波，但与使用模拟方法测量的其他系统不同的是，Hydronix传感器使用独特的数字微波技术，不受杂质、颜色、粒度或温度的影响，精确到 $\pm 0.2\%$ 。

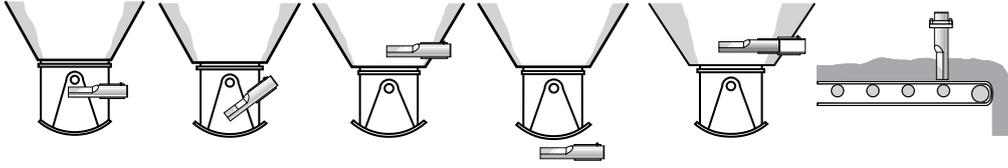
## 使用Hydronix微波湿度测量仪的成本优势

除了立即改进生产的每一批混凝土的质量和稠度，混凝土生产商也将获得更高的利润。这可以通过减少损耗的物料量或减少废物量，或通过提高所用物料的效率来定义。好处包括：

- 减少因不一致的混合比导致的物料量损耗
- 减少为达到正确强度的水泥用量
- 可重复的一致品质
- 可用性/坍落度一致
- 表面处理一致
- 可以更有效地使用颜色添加剂

## 使用哪种传感器？

Hydronix提供一系列数字微波湿度传感器，可以安装在生产过程中的不同部位。所有Hydronix传感器每秒检测25次，并将含水量数据实时传输到控制系统，因而可立即对称重总量、物料混合量或加入搅拌器中的水量进行调整。Hydronix传感器也可以直接在其内部完成所有处理过程，并且可以向控制系统发送真正的线性输出，有别于市场上的其他传感器。



### 测量骨料箱、料斗和输送带中的湿度

使用Hydro-Probe传感器进行的湿度测量通常在集料仓仓门附近进行，因为这样可以确保在骨料通过陶瓷感应头的情况下获得最可靠的读数，而不会阻碍物料流动。根据工厂的具体要求，传感器可以安装在集料仓的颈部或下方。一旦传感器正确设置，含水量读数可以是各个批次的平均值，且设备的控制系统可以实时调整各种骨料的称重重量。这将确保每一批的正确干重。



## 结论

在生产过程中加入数字微波湿度测量及控制为混凝土生产商提供了一种简单而具有成本效益的解决方案。由此生产出来的混凝土将每一批都保持一致，从而提高产品质量，减少浪费或损耗的物料。含水量控制可以很容易地安装到新工厂或现有工厂中，有些在短时间内，通常在安装后几个月，即可看到投资回报，具体时间取决于工厂的产量。

## 关于 Hydronix

Hydronix品牌成立于1982年，销售量超过7万台，是全球混凝土和建筑行业微波湿度测量仪器市场的领导者。Hydronix产品在混合过程中为骨料和新浇/拌混凝土提供含水量检测解决方案，同时提供全球销售和客服网络，是混凝土生产商首选的解决方案。