

# 大气腐蚀试验标准中相对湿度和温度控制的考虑

作者：Sean Fowler（美国Q-Lab公司）  
800 Canterbury Road, Westlake OH 44145, USA

在本文中，我们将讨论操作腐蚀试验箱的实验室工程师和研究员提出的众多问题：如何测量和控制这些试验箱中的相对湿度和温度。腐蚀试验标准中对相对湿度测量和控制的描述不具体甚至某些时候是错误的，导致试验者产生了很大的困惑。设备制造商已经使用了各种各样的测量技术，每种测量技术代表对标准的一种合理解释，但是它们相互之间产生的结果不尽相同。除了这些困惑外，对相对湿度控制的需求和人们所期望的现代测试标准同样不明确。最后，实验室条件在满足这些标准要求中有什么意义呢？



## 在标准中定义温度和相对湿度的困难

关于温度和相对湿度，标准都是怎么写的？ISO 16151说明如下：“使用合适的系统保持试验箱体及其中试样在规定的温度和湿度条件下。在距离试验箱壁大于100mm的位置测量温度。”ISO 9227中的描述与此非常类似。尽管ISO要求说明了试验箱壁绝缘层设计不良或其中含有加热器时可能产生问题，如下面讨论的，并未提到温度和相对湿度测量的复杂性。ASTM B117和ASTM G85对温度控制和测量的说法相同：“每个设置值及其误差代表试验箱中某个位置在平衡条件下的操作控制点，而并不代表试验箱中测试参数的均匀性……”

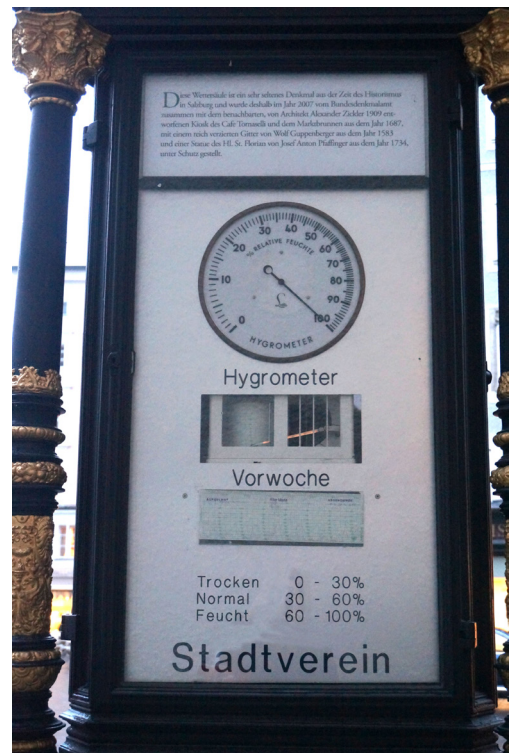
ASTM略有提及在定义腐蚀试验条件时面临的挑战，但并未直接说明。换言之，试样周围变化的微气候给所有循环腐蚀试验带来了温度和相对湿度测量问题。例如，在干燥测试中，潮湿试样和空气交界的地方相对湿度不可避免地接近100%。但是，在距离试样表面几毫米的地方，相对湿度较低。此外，接近试验箱壁并远离潮湿表面的位置相对湿度也较低。以上事实告诉了试验箱制造商，安装传感器是一个复杂的问题。

当人为地在一个大房间而不是设计精良的试验箱中进行循环腐蚀试验时，此问题会变得更加严重。很多汽车循环腐蚀方法的开发就是如此，如GMW 14872。在这种情况下，相对湿度传感器可能距离试样之间潮湿微气候一米开外甚至更远，且室内空气循环程度不如传统试验箱。于是导致室内测量和在试样附近测量得到的结果存在差异。

尽管GMW 14872和大部分国际标准回避讨论相对湿度的测量位置和方法，沃尔沃还是在VCS 1027.149中提供了一些指南，“加速腐蚀试验：大气腐蚀。”与ISO标准不同，沃尔沃直接说明了试验箱绝缘壁问题，而不是规定了安装传感器的最小距离。它还说，“环境试验箱应配备均匀有效的分布空气的装置，以保证试验箱中的温度和湿度变化较小。”经验丰富的读者认为使用“应”和“小”等词，意味着该陈述不是强制要求，而是希望达到的条件。在这种情况下，撰写者明白在试验期间会产生微气候，因此，有必要避免实际上无法达到的均匀性要求。该标准还说，“湿度和温度传感器应体现出每个试验区的气候条件。”使用“体现”一词，好像是故意不精确，因为它意识到在试验期间变化的微气候条件环境中进行测量的复杂性。此外，它还暗示有多种方法可以放置传感器以得到试验箱温度和相对湿度。

这把我们引到了一个有关相对湿度传感器的话题和在腐蚀环境中测量相对湿度面临的难题。现代相对湿度传感器技术名称为“湿度计”，使用电阻和电容技术测量空气中的水分。对探头的准确性和防腐的权衡中，往往破坏了测量。它们中没有一个能够耐受腐蚀条件。而防止传感器腐蚀是试验箱设计中的一个重要因素，因为腐蚀溶液会降低测量的准确性并导致这些（有时）昂贵的传感器出现永久性故障。一些制造商设计出了更加聪明的机制，在使用腐蚀溶液期间取出传感器，以改善相对湿度传感器的耐用性。此类系统面临着设计的复杂性，以及结合箱体中多变的微气候，如何确定传感器的位置。

像沃尔沃此类腐蚀标准很少见，因为它们描述了传感器的类型，称“使用设计用于测量高湿度水平的湿度计，如优质湿度传感器或镀金镜露点计。”第二种无法用于腐蚀试验箱，但是很多试验箱制造商使用湿球/干球温度计，因为其准确度高且易于校准。这项技术是在数个世纪前开发出来的，使用两个温度计，一个保持干燥，测量空气温度，而另一个上面有吸湿“袜”以保持其在测量期间湿润。由于水汽蒸发，导致湿球温度读数较干球温度计的温度读数低。



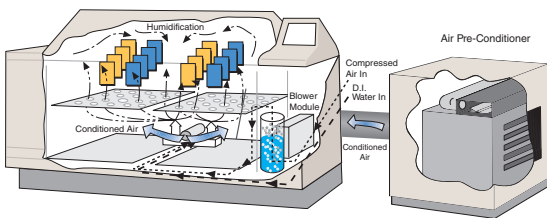
这座位于奥地利萨尔茨堡市的19中后期气象站，在2007年被选为历史地标。右图为其显示相对湿度的侧面。这个时代的湿度计常常用人类头发的张力度量，头发的张力会根据空气中的湿气含量不同而改变。

通过比较这两个温度并借助完善的湿度图，就可以比较准确地确定空气的相对湿度。这些湿度计要求气流流过湿球和干球，以促进蒸发。悬挂式湿度计需要用户在头顶周围摇摆以完成测量。

将此系统用于腐蚀试验箱中时，有两个因素使测试变得复杂。第一，干球温度计必须保持干燥且湿球袜必须保持湿润、清洁且无盐。第二，必须在保持有足够的气流流经湿球以促进蒸发的前提下实现第一点。因此，试验箱制造要么清洗湿球中的盐并保持干球干燥，要么避免湿球和干球处在腐蚀的环境中。而且，涉及到试验箱中的微气候，传感器的安装位置一直是个问题。ASTM使用“代表”一词解决此问题，而沃尔沃采用“体现”。在循环腐蚀试验期间，试验箱空气每分钟交换数次，试验箱最终达到平衡条件。这使得试验箱空气出口成为测量试验箱工作状态的理想位置。

### 腐蚀标准中的相对湿度条件：需要些什么？

我们已经讨论了在循环腐蚀试验中试验箱工作状态的复杂性及用于测量温度和相对湿度的各种技术，现在，我们可以延伸到汽车循环试验。这些试验的一个共同特征是GMW 14872称为“环境阶段”的，它是温度和相对湿度控制室中开发的测试循环的一部分。此阶段的温度为  $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$  且相对湿度为  $45 \pm 10\%$ 。福特和大众的环境阶段温度为  $23^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为  $50\%$ ，采用的误差不同。混淆和一些分歧的来源是设计用于进行这些试验的腐蚀试验箱是否必须能够控制相对湿度。此回答取决于安装试验箱的实验室是否可以可靠的满足规定的条件。



Q-FOG® CRH循环腐蚀盐雾箱可进行相对湿度控制。

如果将实验室精确控制到标准所列环境条件，则可以通过打开试验箱盖子或循环室内空气到箱内试样上等方式，将试样暴露在这些条件中，从而实现试验箱内外的平衡，这样就无需调整和控制试验箱内相对湿度。但是，将实验室条件控制到这些实验要求的精确度的少之又少，尤其是在腐蚀试验中。因此，一种实际的做法是，在试验箱中控制相对湿度来取代环境多变的实验室，这在全球市场是有必要的。此外，此标准还通过测量腐蚀样片的质量损失，以证明采取良好的控制措施是有必要的，以达到要求的质量损失。在一些腐蚀试验中，正确地控制相对湿度非常重要，所以使用标准腐蚀板仍是一个趋势。

针对这些多变的实验室条件，试验箱制造者在设计试验箱时面临的一大难题是，在很多环境中，很难达到环境阶段所要求的温度和相对湿度。例如，如果实验室的温度控制在  $25^{\circ}\text{C}$  且相对湿度上升到  $60\%$ （如在夏季月份，室外露点比较高的时候），进入腐蚀试验箱中的空气必须除湿以达到要求的  $45 \pm 10\%$  的相对湿度。如果实验室温度达到  $29^{\circ}\text{C}$ ，则必须冷却空气，以达到“环境”条件。因为这些原因，很多试验箱制造商设计了制冷机和除湿系统以实现要求的条件。

汽车循环腐蚀试验的最佳实验室规范或许就是，不论标准是否特别要求，都使用有相对湿度控制功能且有空气冷却和除湿系统的试验箱。这样可以保证最佳试验重复性和再现性。

### 试验标准：前路展望

循环腐蚀试验已经有一个世纪的历史，相对而言，相对湿度控制是一个比较新的功能。与很多领域一样，标准和在售试验设备功能之间存在一定的平衡。试验箱制造商和标准撰写者必须并肩齐驱。几十年来，双方已经开发出了在设备中无相对湿度控制的方法，但是越来越多的汽车OEM厂商认为这种测试方法不可靠。随着越来越多的具有相对湿度控制的设备进入市场，标准撰写者还必须将试验方法现代化，以利用更好的试验技术，同时保持硬件中性标准，以便市场公开竞争。

### 结论

在本文中，我们讨论了腐蚀试验箱中相对湿度测量和控制的一些难题及之前采用的解决这些问题的试验标准。因为不同的测量技术可能在试验标准范围内产生不同的试验条件，所以使用质量损失样片等测量参照可能还会增加。在未来几年，试验设备制造商和标准撰写者必须就湿度控制这一重要的试验要求之阐述及改良保持持续沟通。

**Q-Lab Corporation**

**[www.q-lab.com](http://www.q-lab.com)**



**Q-Lab Headquarters**  
Westlake, OH USA  
Tel: +1-440-835-8700  
[info@q-lab.com](mailto:info@q-lab.com)

**Q-Lab Florida**  
Homestead, FL USA  
Tel: +1-305-245-5600  
[q-lab@q-lab.com](mailto:q-lab@q-lab.com)

**Q-Lab Europe, Ltd.**  
Bolton, England  
Tel: +44-1204-861616  
[info.eu@q-lab.com](mailto:info.eu@q-lab.com)

**Q-Lab Arizona**  
Buckeye, AZ USA  
Tel: +1-623-386-5140  
[q-lab@q-lab.com](mailto:q-lab@q-lab.com)

**Q-Lab Deutschland GmbH**  
Saarbrücken, Germany  
Tel: +49-681-857470  
[vertrieb@q-lab.com](mailto:vertrieb@q-lab.com)

**Q-Lab China** 中国代表处  
Shanghai, China 中国上海  
电话: +86-21-5879-7970  
[info.cn@q-lab.com](mailto:info.cn@q-lab.com)