

BMW GS95011-4 《机动车辆电子、电气的结露试验》 的试验机理及其实现

江苏省电子信息产品质量监督检验研究院
环境与可靠性实验室 许康权

GS95011-4《机动车辆电子、电气的结露试验》是德国 BMW 集团的关于机动车辆中所用线路板进行结露试验的技术规范（BMW 集团标准），其应用范围是：对应用于机动车辆的电子元器件研发过程中所执行的结露试验进行了规范性描述。试验的目的：是为了在电子元器件研发过程中，对装配好电子元器件的线路板执行结露测试时，发现可能存在的功能性缺陷。

该标准的制定是基于以下考虑：由于机动车辆的使用要适应于各种气候，因此，有关车辆中的各安装位置，其各设备上的露点交叉无法进行规定，这使得电子装配中的线路板不可避免地会出现露点。如电子装配不能满足线路板的要求¹⁾，或无法提供适当的保护措施时，往往在车辆进行调试过程，或当其首次予以使用时，可能会导致功能性故障，如果在线路板上经常出现露点，那么这可能导致电化学的迁移（即：树枝状结晶生长），导致整个装配件故障。

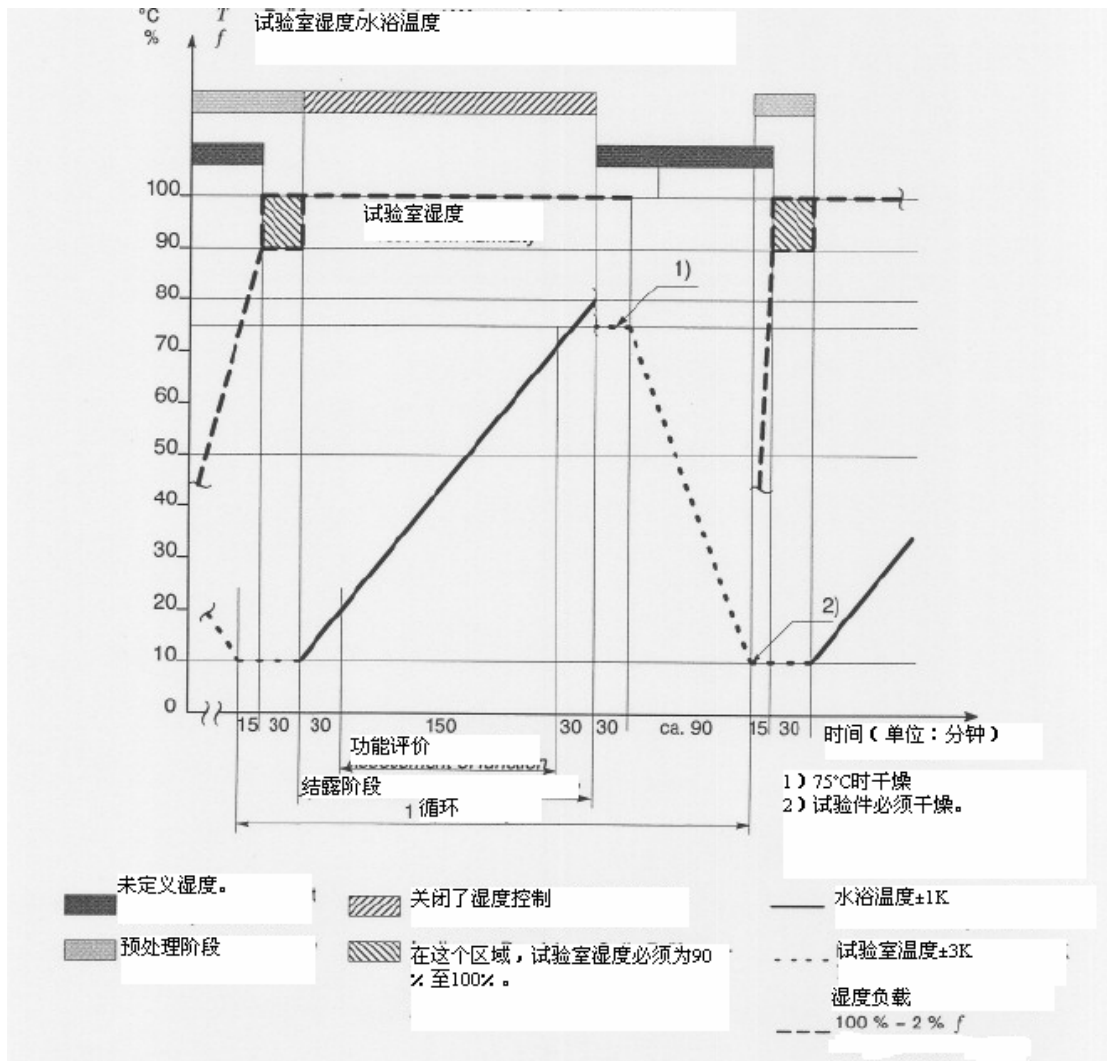
试验要求：组件要去掉外壳后接受结露试验。结露试验时，电路板应处于带电运行中。电子功能最好由一个计算机支持的试验台进行循环监控。试验件应被摆放在试验箱的中心位置。受试的印刷电路板的环境温度总是高出 1K 到 2K。因为当湿度为 98%至 100%时，试验件上会不断出现结露。结露控制的参数是起始温度和结束温度，以及两个重要温度数据 10°C 和 80°C 的时间。

试验过程：从试验的起始温度开始试验。为了让试验件适应环境，气候箱要保持起始温度半个小时。紧接着结露阶段开始。试验开始后 30 分钟直至结束前 30 分钟，所有的功能测试都要在温度升高 10K 的情况下进行。测试循环不得超过 2 分钟，否则试验件将过热并且不会出现结露。测试间隔期间必须关闭试验件。仅备用

耗电装置仍然保持激活。

试验箱的工作原理/试验室的要求：

结露试验可以在一个具有结露功能的气候箱中完成。在结露试验的过程中，因为气流的原因，试验件应被摆放在试验箱的中心位置，关闭气候试验箱的温度控制。通过温度控制水浴提高试验室温度。通过此流程得到理想结露试验结果的前提是，所使用的气候箱提供的试验室内墙和试验室温度的温度差，小于试验件和试验室温度的温度差。试验件上结露薄膜密集度取决于试验室内的相对湿度和水浴温度的梯度。结露试验仅允许使用蒸馏水（在气候试验箱的试验盘中导电性最大为 $5\mu\text{S}/\text{cm}$ ）。图（1）为试验条件控制要求：



图（1）

针对 GS95011-4《机动车辆电子、电气的结露试验》标准的试验目的，首先我们简要分析一下电子元器件发生腐蚀的主要原因：电子元器件绝大部分应用是暴露在大气环境中的，因此，其腐蚀主要原因是大气腐蚀，影响的大气环境因素包括温度、湿度、盐雾、腐蚀性气体、尘埃等。其中温度是促进腐蚀反应的动力之一，温度升高，反应速度增加，在 40℃ 以上，温度每升高 10℃，化学反应增加 2~3 倍，当温度高至一定条件时，不同金属的电位次序可能改变，如镀锌件，会使锌电位比铁高，从而起不到保护作用；而湿度对腐蚀影响的主要原因是结露，尤其是与其他因素（如腐蚀性气体等）同时作用时就更加明显，通常相对湿度在 60% 左右腐蚀速度增大，而超过 75% 时会急剧增大。这主要是由于湿度在金属表面结露形成水膜，从而提供了金属腐蚀所需的电化学环境，如果金属表面附有污物、尘埃的则对水膜的形成有促进作用，进一步加剧腐蚀；结露或称凝露是试样表面温度低于周围空气的露点温度，水汽在试样表面析出现象，即水由汽态聚集成液态。在大气条件下，物体表面都会有凝露期，只是出现的时机及程度不同，一般凝露期的腐蚀速度比无凝露快，如其表面存在一些杂质或易吸湿物体时，更易产生凝露而加快腐蚀速度引起损坏。因此，为克服由上述因素影响引起故障，BMW 集团制定该标准的我们应该比较清楚了。

要达到的目的，能够满足此标准要求的试验设备是必须的。据了解我国现有电子产品试验标准中尚未有同类试验方法，也没有能满足此试验要求的试验设备。GS95011-4 标准推荐使用 Fa.Vötsch 公司的带有相应结露选装件的 VCxxx 系列（以前的型号为：HCxxx）气候箱。其他公司的设备，只要可以证明具有相同特征和结露结果的都可以使用。为此，我们根据标准中关于试验箱工作原理及控制要求（见图 1）考虑在我院现有设备基础上加以改造，所选设备必须满足以下要求：

1. 可编程，并可在两套控制系统间按预设条件自动进行切换；
2. 较宽的控制范围，特别是温度在 10℃ 时，湿度可达到 90%~100%R.H；

3. 考虑到改造成本和便利性，对原有设备的改动尽可能小。

通过选择，我们确定对无锡帕特纳科技有限公司生产的 PGL1402-DU 温湿度振动三综合试验箱进行改造，具体内容包括：

1. 在原安装振动台面的底部孔位置加装一个水浴槽，配置有加热器、温度传感器、供水回路及液位控制器、防干烧保护等；
2. 控制系统增加一套水浴槽温度控制单元，在控制界面另开结露试验的控制窗口进行水浴温度控制，并且能够在原有的温湿度控制界面与结露试验界面根据试验要求（图 1 中的曲线）进行自动切换；
3. 考虑到水浴槽中水的热容量要远大于试验箱的热容量，在每个结露试验周期循环之间，必须将水浴槽中的水冷却到水浴的起始温度：10℃，如果仅靠箱体内部的空气降温来使水浴温度下降是较困难的，所以还需在水箱或供水回路中加装一套制冷系统；
4. 在试验箱中加装一套防凝露滴水装置，以防止水珠滴落在试品上；
5. 提供试验数据的自动记录，包括试验箱温度、湿度，水浴温度和时间等实时参数。

确定了上述改造方案以后，我们会同无锡帕特纳科技有限公司技术人员进行了实施的可行性论证，并实施了改造。改造完成后，我们先按照试验要求进行验证和模拟试验，达到了预期效果。在经由客户技术人员对该装置及整个试验过程现场确认，我们对某汽车部件公司的电子转向柱锁产品进行了试验。以下是试验照片（图 2）和试验数据曲线图（图 3）



图 2

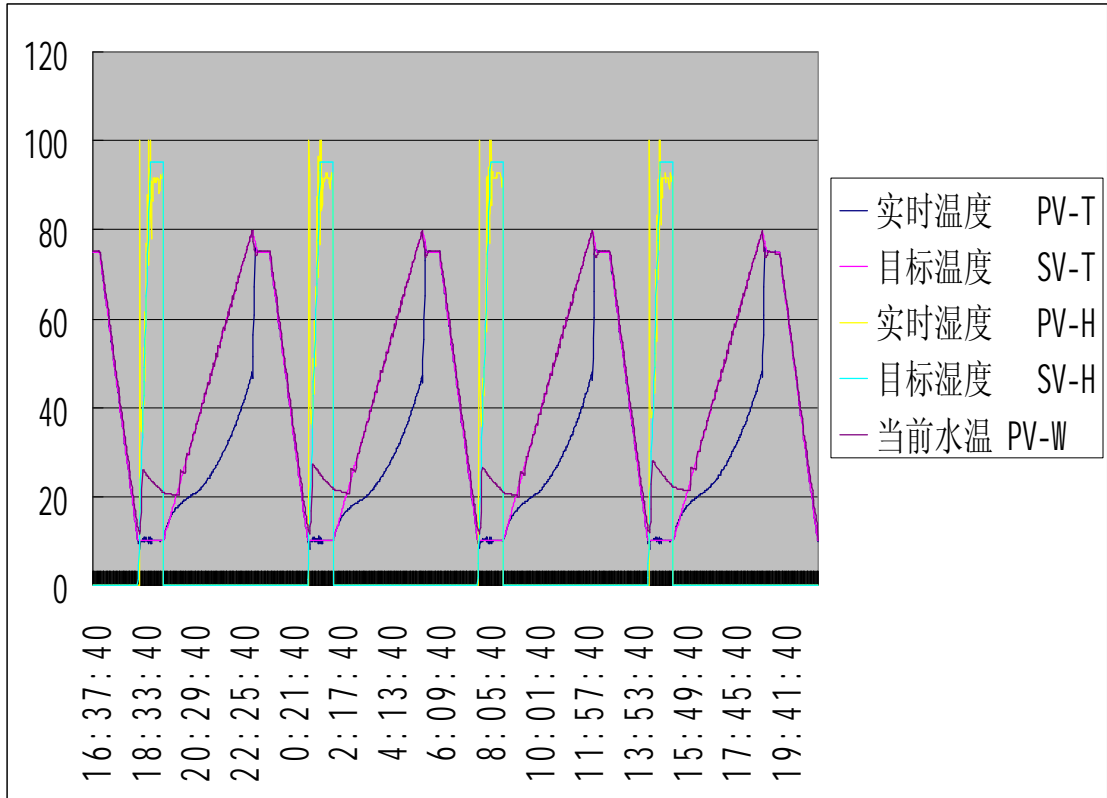


图 3

对于整个试验的过程控制和试验所取得的结果，客户非常满意，我们所设计的利用现有设备技术改造来满足 BMW GS95011-4《机动车辆电气，机动车辆电子的结露试验》标准的试验要求取得较好的效果。

结束语：

目前，各类产品尤其是出口产品由于其出口目的地不同，其试验要求各不相同；还有是汽车零部件产品，各厂家的标准也有较大差异。因此，如何使得我院现有的试验设备能够满足各类产品的试验要求，这一方面是要求我们对各类标准的要求进行充分理解消化，另一方面要对试验设备的功能指标非常熟悉，并且能在必要时通过改造等手段扩展其应用范围，尽可能提高设备的使用能效。只有这样，才能满足更多的产品门类、更多的客户需求。

2008-12-22

参考资料：

- (1) BMW 集团标准：《机动车辆电气，机动车辆电子的结露试验》
GS95011-4 2002年1月
- (2) 丁晓东：电子元器件的腐蚀。《环境技术》2007.03