**邓昱：微纳失效分析**

人类自带的最灵敏的检测系统，是味觉。所以一些晶体学家、化学家、画家，他们在工作中，会时不时地尝一尝晶体材料、合成材料、颜料等固体材料的表面；像西班牙的田园画家歌雅这帮人，他在调颜料的时候，包括铅白、铅红，为了调得更正，他会舔一下，通过味觉而不是视觉，来看看颜料调得准不准，效果比视觉还好，但往往到了画家的生命后期，日久天长的低剂量摄入有毒重金属元素，往往会中毒发疯，神经系统受到损伤，开始画一些抽象风格的画。用生命来饯行艺术，这种行为称得上是真正的艺术。同样，厉害的音乐家，听音乐能听出音乐起伏的二阶导数来。

在疫情的大环境下，中国很多企业是非常悲催的，由于检测手段跟不上，对于很多进口产品，进口时能不能够达到标准而通过，比如口罩、制口罩的机器。一方面国内可能会因此收到不合格产品；另一方面，国外收到了中国出口援助的中国认为合格的口罩，但合格与否的定价权在外国手中，因此外国却反过来霸王条款让中国的企业赔钱，好心没好报，人力物力都亏损。都是因为我们分析检测行业、制订标准的秘书处没有话语权。

从2001年开始，中国意识到这件事情，但做这件事情，像战场一样。比如前不久在聚焦离子束的行业标准上，在北京与日本打了一场。但也有高光时刻，比如2007到2008年，中国从NASA手里抢回了保险丝标准。

板极失效分析，流程上，一般先光学+电学测试，比如先插上电，查看所有同批次产品的输入和输出，正如“不怕不识货，就怕货比货”，一比较就能比较出来，产线上每秒能测上千个器件，甚至一边生产，一边检测。有两个办法是提高良率的，一是改善原始的制备材料，二是通过准确快速地大数据超快全测所有产品，提高 σ。

对于1亿个三极管，怎么能发现哪两个不好。实际上，在电路设计上，相对来说，不会让一个地方特别热；热量是相对平均的，因为反过来思考的话，电阻率大，则产生的焦耳热更多，产生的热会导致电阻率的提高，进一步产生更多的热量，因此，所有的正反馈都是灾难性的。所以只需要探测发射X射线的分布图，并将其与同类的好板子比较一下，就能发现哪出了问题。比如该导电的地方被击穿而不导电了，该不导电的地方被击穿而导电了，比如电容被击穿了。过流会倾向于大面积烧融化为球状或圆状、水滴的形状，倾向于在同体积的情况下，表面积最小。

聚焦离子束，是显微术中的蓝翔挖掘机，几乎能做所有的事情。机械手是镍合金，有可焊性，接触点喷射离子束，完成金属成分的沉积成膜，离子束溅射成膜，纯金属或碳的导电材料膜，也可以沉积不导电的二氧化硅膜、水玻璃膜。所以聚焦离子束可以做类似焊而不是切割的活。机械手也可以转角和改变地点，一共6维的自由度，还可以切割或焊，也就相当于一根能缝能切的针，能探测能加工，既能挖坑、也能种树、还能转移树，所以几乎什么都能做。因此，FIB对于工业电镜行业，是个降维打击，几乎都被FIB淘汰掉了。

聚焦离子束发展最快的就是中国大陆，7、8年前，全国大概25台左右，全国就一个品牌一统江湖，现在全国有数千台；而且因为大陆的发展速度快，许多大厂，像蔡斯等不做FIB的厂，都发力做FIB了。所以，好产品是用出来的，也就是，只要有市场，有需求，供给就会百分百跟上。只有FIB市场、技术起来了，我们国家的半导体产业是起不来的。

以后的高科技领域只存在两种能力，一种是降维打击别人的能力，另一种是被降维打击后，转移赛道，打不过就加入的能力。弯道超车是上一个赛道的概念，在现在的产业中，实力是越来越不对称了。在《三体》中，“消灭你与你何干”。现在，用某领域、维度所没有的，前所未有的能力，移植到某另一看似毫不相关的领域、维度中，会给他们带来致命打击。战斗一旦开始，就结束了。

所以问题不在于战斗开始之后，而是开始之前。应该早10年去试错，试100件事，利用AI，尝试的速度比以前快10000倍。不建议大家做传统领域的深耕，传统领域的大的技术问题，都已经被别人刨了无数遍了，除非你早100年生能赶上上一波，晚生100年能赶上下一波，但这100年没有这波行情。一个是朝深度方向走，一个是朝广度方向走，但我们这个时代，深度方向深不见底，真黑，而我们的人的精力是有限的，不应该我们集中精力去深耕。

我们这个时代，除非基础科学有更大的突破，否则不要尝试着往新兴的基础科学的深度方向走。而是要往广度方向走，我们用本来不属于这个领域的能力来到这里，最大的风险在于如何找到这个领域，在这个领域中，从任何角度出发，你所携带的东西都不属于这个领域，你并不知道你能在哪里找到这个属于你自己的领域。在找到这个领域之前，你要穿越一个沙漠。但我们仍能够完成这件事，因为我们现在有更快的手段，和更广的领域，去试。早10年，我们没法同时试100件事。AI时代可以捡起一些大炼丹时代的活来干。以前一辈子可以做的事情，现在非常短的时间内可以完成。

不要赌1件事情的成功率，要赶快做1w件事情。