



## 创新文化

- 文化活动的
- 所报
- 形象标识
- 创新文库

## 园区风貌



当前位置: 首页 > 创新文化 > 创新文库

### 挑战光电难题，创新发展之路——我们的芯片故事

| 发布时间: 2020-10-23 | 【打印】 【关闭】

如何提高红外探测灵敏度一直是光电信息领域的一个难题，每前进一步都不容易，就像奥运会百米赛跑，但总有勇者在努力地寻求突破。

红外探测器的有两个核心，即焦平面与读出电路芯片。焦平面即像素平面将红外辐射转化为电荷，读出电路芯片用来控制曝光、转移电荷并输出信号。前者长期以来一直是光电子领域的焦点，设计难度大，制备工艺复杂，而后者受关注度较低，发展相对缓慢。

中国科学院光电信息处理重点实验室坐落在沈阳自动化所，在光信息、光电成像探测、目标识别及精确跟踪方面具有研究特色。探索如何将信息技术渗透到光电子学，是实验室的一个新方向，高灵敏红外探测被列入沈阳自动化所“一三五”5个重点培育项目之一。

早在2013年，我的博士生导师史泽林研究员，在信息光电子学实验室年会上首次提出，将信息处理技术融入到红外焦平面探测器研发，寻求红外成像探测能力的突破。“提高探测器的灵敏度，我们在读出电路上做一番文章，是有可能解决实际问题的”，导师在2014年指导我博士研究生开题时如是说。

#### 啃最硬的骨头——导师为我设立了目标

2015年年底，面对接下来的“十三五”开局，尽管已经在理论研究方面有了一定的积累，但考虑到我们在大尺寸光电芯片设计经验方面经验尚浅，而且测试实验条件不足，我希望能在具体目标上降低难度。于是，我向导师提出，鉴于中波辐射的电荷利用率相对长波要高几倍，做起来可能容易一点，而且中波焦平面的价格要明显低于长波，我们能否选择中波红外探测器作为高灵敏度探测研究的切入点？“经费与焦平面的事不用你来考虑，要做就做最难的，做有前瞻性的”。导师的一番话令我坚定了啃最硬那块骨头的信念。导师还提出，技术路线有多条可选，根据现有设计条件，我们是不是先尝试通过多次像素级曝光的方式累积更多的辐射电荷？以这种等效的方式提高探测器灵敏度？从问题的提出直到现在，导师每周都会找我详细询问研究进展，只要不出差在外，他每周都会找我讨论相关科学与技术问题。“哪怕你这周啥也没干，我们也得讨论讨论”。

要从根本上解决核心问题，就要对本质机理做透彻的研究分析。为此，我们开展了一年多的理论建模与分析研究，期间还完成了高精度光电噪声测试实验室的建设。从无到有，一步一个脚印。2016年，我们首次制备了辐射累积的红外探测器芯片——单像素读出电路芯片。2017年，我们完成了4x4阵列与32x32阵列小面阵新型高灵敏读出电路芯片的设计流片与测试，实现了预期的功能性能，验证了所提出的创新设计方法在理论上的正确性和有效性，确立了高灵敏探测器的技术研究方向。

当时芯片课题组人员较少，主要是电路和版图设计人员，也就是在这个过程中，我们摸索着形成了核心设计靠自己、加工制备靠外协的工作模式。这一步标志着我们基本具备了自主研发红外探测器核心芯片设计的能力。

#### 创新征途，一波三折

这时，我们又面临了新的挑战——芯片与焦平面如何互联？

由于经验的缺乏，第一次将独立研发的芯片去跟红外焦平面互联，工艺上遇到了不小的麻烦。高灵敏系统集成课题的负责人是常铮研究员。从2017年开始，常老师就开始与合作单位开展积极协调，为我们协调好了焦平面的选型和采购，并跟协作单位的互联工艺人员做好了对接。2018年9月，经过一年多的定版设计，第一轮新型读出电路芯片完成流片。正当我们准备按计划推进探测器互联封装工艺的时候，发现芯片与焦平面无法实现电学互联。当时协作单位也没想到会出现这种情况，该怎么办一时没人知道。这时，芯片主要设计人之一，90后小伙子乔俊，凭借对半导体工艺的深刻理解，提出通过离子束注入的方式，将我们芯片的地线按照焦平面位置重新刻蚀，并据此制定了修改方案，通过微电子业内朋友的帮忙，联系到了可以加急的公司，48小时内即可完成芯片修改。

第二天，我带着芯片到北京修改，乔俊留在协作单位继续沟通互联工艺。我怀着焦躁的心情等待芯片修改，毕竟，11月份课题要迎来第一个里程碑检查，现在已经10月了，探测器的影子还没有。中午，我接到导师打来的电话，在听我汇报完目前尴尬的

处境后，老师笑着宽慰我说，第一次搞这些工艺，遇到问题属于正常情况，注意一下项目验收的时间节点，还关心我有没有吃午饭，“我正好在北京开会，这儿午饭不错，要不你来吃个饭吧”。导师的理解与包容态度，让我的紧张情绪缓解了很多。修改后的芯片在倒装焊机下准确地实现了与焦平面的互联，互联后的探测器杜瓦验证了电学的连通性，问题终于解决了！

2019年9月，我们完成了芯片功能和性能的测试，符合设计预期。然而，就在我们刚刚松了一口气的时候，又出了新问题。互联后的探测器产生了完全没有预料到的测试现象，面对这种情况，想到这些年的努力却还没有得到想要的结果，我的情绪有些沮丧。于是，我提出将探测器拿回沈阳所里做故障分析，现在回想起来，当时真有一点打退堂鼓的意思。幸好，在常老师和同事们的指导和帮助下，我稳定了心态。一番冷静思考后，我把注意力放在了规范测试状态，从细节中寻找问题线索，最后确定，是焦平面与芯片在行列对准上发生了错位。2019年11月12日，我们研制的高灵敏探测器读出芯片首次实现了长波红外预期的信号输出，验证了设计的正确性，这是令人非常难忘的一天。

紧接着的成像问题也同样不简单。我还记得，在那段艰难的日子里，常铮研究员和赵耀宏研究员两位老师经常在晚上九点多暂时放下手中的其它任务，与我们共同探讨技术问题直至深夜。

### 保持定力，继续攀登

科研攻关是一个漫长又寂寞的过程，中间还往往伴随着困惑和失败，需要科研人员沉得住气、耐得住寂寞，更需要大胆假设、不惧失败、契而不舍的执着。凭借这样的坚持，我们研发的芯片技术已展现出在高灵敏红外探测上诱人的应用潜力。在这个领域里，尽管我们前面的路还很长，困难和未知还有很多，但我们有带头人在前面领路，有老中青三代科研人员的传承与团结协作，更有沈自所“献身、求实、协作、创新”的精神动力，我相信，通过我们对核心问题坚持不懈的研究和对创新的持之以恒，我们一定可以趟出一条先进红外探测的创新之路。（作者：光电信息技术研究室 王霄）



版权所有：中国科学院沈阳自动化研究所 辽ICP备05000867 辽公网安备 21010302000503号  
地址：辽宁省沈阳市浑南区创新路135号 邮编：110169  
留言反馈 网站地图 联系我们



官方微信



官方微博