

## INSIDE IEDS

### 便携式非晶硅平板探测器 X 射线数字实时成像技术在简易爆炸装置处置中的应用

Eli Ben Bassat      2008 年 10 月

随着传统形式的 X 射线技术在爆炸物处置应用中被逐步淘汰，以色列国防军退役中校 Eli Ben Bassat 撰写本文分析了目前最先进的 IED（简易爆炸装置）X 射线探测技术。爆炸装置探测技术先进与否可能决定一名 EOD（爆炸物处置）人员的生死。

恐怖主义就像病毒，可能在任何地方突然爆发而不易察觉。在互联网搜索引擎 Google 上用英语搜索一句简单的关键词“如何制作炸弹”可得到 49,800,000 条搜索结果（2008 年 8 月），其中最前面的四条结果是教学视频。这个搜索只需要不到四分之一秒。如搜索关键词“如何利用家用物品制作炸弹”，也能得到 37,100 条搜索结果，其中两条是视频。



无论是谁，只要具备阅读能力，都能按照网上教授的方法利用超市中就可以买到的合法原材料制作炸弹。恐怖分子无疑已在利用互联网革命进行远程培训。基地组织早已宣布不止以色列是他们的敌人，美国也是。极端分子能够在任何地方制造破坏。在最近的一个案例中，两颗炸弹于 2008 年 7 月 27 日在伊斯坦布尔的一个商业区接连爆炸，造成至少 7 人丧生。

另外，在全欧洲仍散落有许多战后遗留的军火（远至第一次世界大战，近至科索沃战争和 20 世纪末的其他军事冲突）。今天仍活跃在伊拉克和阿富汗的维和力量每天都必须面对各种未知的战争遗留物。这些军火由各种不同材料，用各种不同方法制造。危险无处不在，拆弹专家既要在战区工作，也要在拥挤的城市环境工作。

X 射线已被证明是一种高效的工具，可用于检测可疑物体，以判别其是否为爆炸物；和如果是，应如何拆除。但是，随着 X 射线胶片即将停产，拆弹专家需要寻找一种新的解决方案。

今天最先进的 X 射线技术之一，就是便携式非晶硅（a-Si）平板探测器 X 射线数字实时成像系统。在过去的 20 年中，此类便携式计算机 X 射线实时成像检测系统已被军队和警察广泛应用于探测和处置简易爆炸装置（IED）；同时也用于机场安检、VIP 对象保护、海关和边防、刑事技术，以及工业无损检测（NDT）。

拆弹专家使用 X 射线检测系统工作时，有五条像“圣经”一样重要的基本准则：

- 1、安全和快速；
- 2、穿透力；
- 3、高水平的探测；
- 4、现场/野外适用性；
- 5、使用机器人。

拆弹专家首先要考虑的，是安全和快速。拆弹工作完成地越快，你和你周围的人越安全。这不是什么奢侈的要求，而是保命的基本准则。对一件简易爆炸装置的错误处置会令你丧命。拆弹专家越快拆除处置一件可疑物，世界越早恢复到正常状态——直到下次事件发生。

便携式 X 射线数字成像系统可将实时图像迅速显示在笔记本电脑的屏幕上。使用此类系统，你只需接近可疑物一次（如使用机器人则根本无需人去接近可疑物），迅速架设好设备，然后撤离到安全距离之外，仅需几秒钟的 X 射线发射，即可获得图像。不像使用传统胶片或电子成像板/电子扫描胶片那样需要在 X 射线发射后二次接近可疑物取回底片盒，使用 X 射线数字实时成像系统无需重复接近可疑物，而且没有传统方法在冲洗或扫描底片环节上的时间浪费。这些在等待底片冲洗或扫描时所浪费的时间可能导致严重后果。

对于 X 射线数字实时成像系统来说，重复曝光是没有限制，且无需花费的。因为只需几秒钟，图像就可以显示在笔记本电脑的屏幕上。拆弹专家从不会无视所获得图像的质量。如不满意，他可随时在安全距离外调整曝光参数，进行第二次成像。今天，用便携式非晶硅平板 X 射线探测器进行实时成像所获得的图像具有 14 位动态范围（16,384 灰阶）。这样好的图像质量以前从未达到过。

XRS-3 型 270kV 便携式脉冲 X 射线机仅需 6.7 秒即可发射 99 个脉冲。结合使用非晶硅平板 X 射线探测器系统，我们甚至仅发射 1 个脉冲（需时 60 纳秒）即可成像。时间对于拆弹专家至关重要。这款高能量、高发射速率的 X 射线机结合便携式数字实时成像（DR）系统使用，可令其潜力得到最大发挥。

足够的穿透力可保证获得充分的信息——不是所有的简易爆炸装置都那么容易穿透。拆弹专家在寻找不能直接看到的东西，而恐怖分子不想让这种事情那么容易做到。一个简易炸弹的单壁厚可达 20mm，如考虑到双壁，则需要穿透 40mm 的总壁厚。这不是所有 X 射线机都能

穿透的。而 XRS-3 型 270kV 脉冲式 X 射线机（适用于便携式实时成像检测系统）能够穿透 40mm 的钢。

由以色列军事工业实验室进行的测试证明了 300kV 连续式 X 射线机（Balteau 和 Seifert 牌）具备穿透 122mm 口径格雷德火箭弹弹头的能力。这款火箭弹在上次黎以战争中被黎巴嫩真主党游击队频繁射向以色列北部地区。一些火箭弹落入了居民区成为未爆炸物（UXO），需要小心处置。

由以色列国防军（IDF）爆炸物处置（EOD）小组使用 XRS-3 型脉冲式 X 射线机在现场进行的另一项测试，证明了其穿透厚实的弹体外壳后，能看到内部液面的能力。这对第一次世界大战遗留下的可能含有液态化学物质的未爆炸物（UXO）尤其有意义。在此类案例中，能看到弹体内部液面高度（穿透能力和轮廓描绘能力的结合）非常重要。在一个美国基地用 XRS-3 型 X 射线机和非晶硅平板 X 射线探测器进行的穿透力测试中，非常清楚地显示出了一个未爆炸物（UXO）样品中充满液体的管子。

高质量的图像保证了高水平的探测——如放置在可疑物另一侧的 X 射线探测器分辨率不高，不能提供精确的细节，仅凭一款优秀的高能 X 射线机是无法产生好的结果的。

恐怖分子常常使用精密的引爆装置，例如水银平衡引爆器。例如，一个用鸟笼制成的简易爆炸装置被放置在公共场所路边，可能被任何无法预料的人提起——导致爆炸。此类引爆装置需要极高的探测能力来辨认。核生化（CBRN）炸弹也需要极高的探测能力来识别内部不同的原料。14 位非晶硅数字平板 X 射线探测器通过 143x143 微米级像素点进行成像，该尺寸仅为一般线阵列扫描探测器系统（800x800 微米级）像素点尺寸的 1/32（单个像素点尺寸越小，探测器分辨率越高）。分辨率上的差异可导致“能看到”，与“不能看到”的区别，进而决定试图拆除简易爆炸装置的拆弹专家的生死。精密的软件增强处理工具能让拆弹专家在电脑屏幕上立即看到最细微的细节。便携式非晶硅平板探测器 X 射线数字成像系统还能提供另一种观察维度，以提高探测概率（POD）。这种 X 射线技术基于“双能量”概念，可区分有机物（潜在爆炸物或毒品），用橙色表示；和无机物或金属物质，用绿色/蓝色表示。

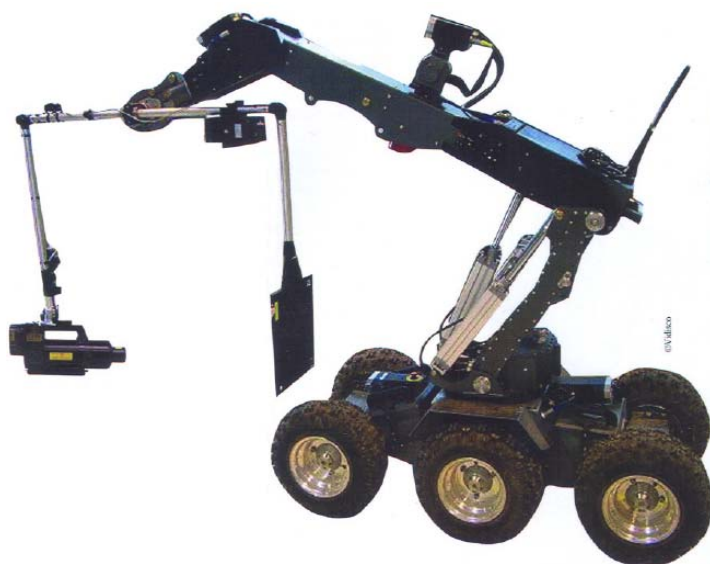
在现场，拆弹专家需要尽可能地接近可疑物或未爆炸物，并尽量避免移动它们。如果拆弹专家不得不移动一个简易爆炸装置，风险会以指数级被放大。——毕竟，仅仅一个微小的移动也可能导致爆炸。所以，必须让检测系统接近可疑物（而不能相反）。



充满液体的水管炸弹是对 X 射线成像系统的典型挑战

在现场工作意味着你无法决定实施检测时所处的环境和条件。高温和沙尘是伊拉克的常态；而大雪是阿富汗冬天的一部分。便携式非晶硅平板探测器 X 射线数字成像系统的专业化设计使得整套系统全部可装入一个带有结实轮子的设备箱，方便移动；甚至可装入一个专利设计的背包中，方便拆弹专家携带徒步进入爆炸物处置现场。这套紧凑设计的系统可完全由电池供电进行工作，其设计完全适应在苛刻条件与环境下使用。13mm 超薄非晶硅平板探测器比胶片盒还要薄，容易放入狭窄的地方使用，对排爆现场的适应性好，且坚固耐用，适合现场使用。

排爆机器人越来越成为提高拆弹专家安全性的一件重要工具。机器人可代替人接近可疑物，并可作为拆弹专家的工作平台。机器人是不容易灵活操纵的，因为精确定位非常困难。但它提供了便利，使得检测可在几百米外进行。在机器人上安装底片盒或数字底片板，然后每一次成像都要操纵机器人行驶一个来回非常浪费时间，是不可能实际应用的。实时成像系统是能够集成到机器人上进行实际工作的唯一解决方案。任务开始时，一次



*使用机器人可令拆弹专家不必冒生命危险即可接近爆炸物*

将 X 射线机和 X 射线数字实时成像平板探测器（接收屏）安装到机器人手臂上后，机器人仅需经单次行程到达检测现场即可开始工作（工作过程中无需返回）。如需要，仅需通过按钮遥控，即可实现定位或图像质量的细微调整，并进行多次成像。

使用同样基于无线通讯模式的便携式 X 射线数字成像系统和机器人协同工作的一个问题是无线信号相互干扰。现代便携式非晶硅平板探测器 X 射线数字实时成像系统可与机器人完全集成化，通过机器人进行控制。拆弹专家可选择仅使用机器人作为 X 射线成像系统的运载工具；或将系统与机器人完全集成化，使得通过机器人的无线通讯系统也能控制 X 射线成像系统。

使用非晶硅（a-Si）平板探测器的便携式 X 射线数字实时成像系统已被证明完全符合拆弹专家和爆炸物处置（EOD）小组使用 X 射线检测系统工作时的五条重要基本准则，是最佳解决方案。此类系统可提供非常短的成像时间。无限制的重复曝光、高质量的实时成像，和在安全距离之外工作的能力，所有这些都确保了简易爆炸装置处置或部分标准操作流程（SOP）执行过程中的安全性得到有效提高。从长远来看，数字 X 射线实时成像技术物超所值。拥有 XRS-3 型脉冲式 X 射线机、双能量有机物/无机物探测系统，和机器人集成控制这些独特功能

的便携式非晶硅平板探测器 X 射线数字实时成像系统，的确是今天专业化爆炸物处置小组的最佳解决方案。

无论是在沙漠或雨雪环境的战区，还是在拥挤的城市环境，拆弹专家和爆炸物处置小组都能彻底和快速地检测和拆除爆炸物，阻止不必要的流血事件发生。这不仅消除了简易爆炸装置的威胁，更打击了放置爆炸物的恐怖势力的气焰。

#### **作者简介：**

退役中校 **Eli Ben Bassat** 曾在以色列国防军（IDF）爆炸物处置小组（EOD）和以色列警察机构中工作 30 余年，曾担任以色列国防军爆炸物处置小组指挥官；在爆炸物处置和反恐行动、爆炸现场调查、培训规划，和以色列警察机构及以色列国防军基本简易爆炸物处置标准操作程序的发展等方面经验丰富。他目前是 **Red Wings Ltd.** 公司的合伙经理人。