

反恐怖安全检测技术的物理基础<sup>\*</sup>陈心中<sup>†</sup> 徐润君 吴礼林

(中国人民解放军汽车管理学院物理教研室 蚌埠 233011)

**摘要** 反恐怖安全检测技术已成为人们的热门话题.安全检测技术的诞生和发展离不开物理学家的贡献.物理学为反恐怖安全检测孕育了多种手段和方法.文章简要介绍了 X 射线探测、 $\gamma$  射线探测、四极共振分析、脉冲式快中子分析、离子迁移率光谱测量、毫米波探测、声学探测、磁场探测、电磁脉冲探测等安全检测技术的物理基础.

**关键词** 反恐怖,安全检测,物理基础

## THE PHYSICS OF ANTI-TERRORIST SAFETY INSPECTION TECHNOLOGY

CHEN Xin-Zhong<sup>†</sup> XU Run-Jun WU Li-Lin

(Physics Teaching and Research Section of Automobile Management Institute of the PLA, Bengbu 233011, China)

**Abstract** Anti-terrorist safety inspection technology has become a hot topic. The birth and development of anti-terrorist safety inspection technology are the contribution of physicists, because physics provides various ways to perform safety inspection. This paper briefly describes the basis of technologies such as X-ray and  $\gamma$ -ray detection, quadrapole resonance analysis, pulsed fast neutron analysis, ion mobility spectrometry, millimeter wave detection, acoustic inspection, magnetic field deflection and electromagnetic pulse detectors.

**Key words** anti-terrorism, safety inspection, physical basis

美国“9.11”事件发生后,反恐怖安全检测技术已成为人们的热点话题.要把恐怖活动遏制在未遂状态,对爆炸物、武器、毒品以及恐怖人员的探测、监视、识别显得尤为重要.利用警犬不失为一种好办法,但人们把更多的目光投注在当今物理、化学、生物等科学检测技术上.实际上化学、生物等仪器的分析又离不开物理原理和物理手段.因此,“怎样及时、有效地发现爆炸物、武器、毒品以及恐怖人员”是对物理学提出的极为艰难而富有挑战性的课题.由于爆炸物的主要成分(碳、氮、氧和氢)与大部分衣服和塑料相近,恐怖分子只需 0.5kg 的爆炸物即可使波音 747 飞机在高空粉身碎骨;塑料炸药又可制成任何形状(如镶嵌在衣物中的薄片等),因此不能仅从重量和形状来确定是否为爆炸物.用于港口、机场、车站的安全检测系统,既要求速度快、准确率高,又不能被恐怖分子的简易反探测措施欺骗.显然,一般的物理方法不易满足反恐怖安全检测的需要.

面对着爱好和平人们的期待目光,物理学家和工程师们提出了许多方案.

## 1 X 射线探测技术

X 射线探测已被广泛应用于港口、机场、车站的行李检查.其实,X 射线探测技术从诞生到发展都离不开物理学家的贡献.众所周知,1895 年,德国物理学家伦琴(W. C. Röntgen)在研究稀薄气体放电时发现了穿透力很强的 X 射线.1963 年,美国物理学家科马克(A. M. Cormack)发表了数据重建图像的数学方法,可以将 X 射线探测器测得的数据转换为数码信号,送进电子计算机进行处理,经过排列重建,以图像的形式显示在计算机的荧光屏上.1972 年,英国 EMI 公司的电子工程师洪斯菲尔得(G. N. Hounsfield)在科马克的数据重建图像数学方法的基础上发明了 X-CT 技术(CT 是“电子计算机断层扫描”英文“computed tomography”的缩写),它可以清晰

\* 2002-03-27 收到初稿,2002-04-26 修回

† 通讯联系人, E-mail: cxzxj@ahhb.net

地显示人体器官各种断面的“切片”图,使医学影像技术发生重大变革.1979年,科马克和洪斯菲尔得因此获得诺贝尔医学奖.不久,CT技术从医学影像诊断推广应用到工业中.现代工业CT不但用于工业设备或部件的无损检测,也可用于生产过程的在线实时质量监控和安全检测,当然也可用于反恐怖安全检测.虽然反控安全检测中的CT与医用CT、工业CT检测的目的不同,检测指标和措施不同,但都是基于射线与物质相互作用的原理.

射线穿越物体时,由于产生光电子及光子散射等物理过程,相当部分的入射光子被物质吸收,一束初始强度为  $I_0$  的 X 射线(或  $\gamma$  射线)穿越厚度为  $d$  的均匀物质后,其强度减弱为

$$I = I_0 e^{-\mu d},$$

式中  $\mu$  是物质吸收系数,与物质的成分、结构及其密度等因素有关.将旅客的行包置于样品检测台上,用 X 射线对被测行包的某层面进行照射,测得衰减后的 X 射线强度和其他物理量,可得到该层面各部位的吸收系数、物质密度等信息,经计算机快速处理,可使这些信息还原为反映这一层面内部情况的图形,并将所测得的数据与预存的爆炸物有关数据进行比较,就可确定行包中是否含有爆炸物.

X 射线透视成像原理已被广泛用于安全检测.新型的 X 射线探测器,能够根据各位置测得的数据,由计算机处理后自动地为不同形状和密度的有机材料或金属材料加上不同的“伪彩色”,并对某些有特定密度、尺寸和形状的物品给予提示,发出警报.这种成像系统工作效率高,行包或车辆在经过检测点时,其中的物品在操作员面前的荧光屏上清晰可见(图1).

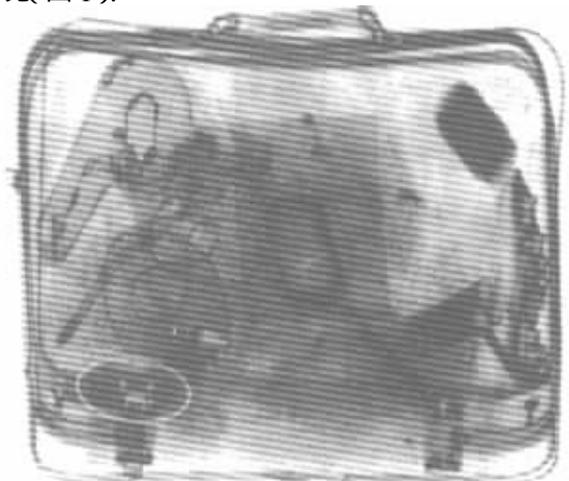


图1 行包中的物品清晰可见

除 X 射线透视成像探测技术外,还有 X 射线反散射探测技术.当低剂量 X 射线照射在人体和物品上时,由于康普顿散射效应,碰撞出电子.对于低原子数的物质(如人体组织)反弹回的电子较多,在监视器上显示为亮点,而金属物(如手枪、刀具等)在监视器上则显示为暗区.例如 X 射线反散射探测器生成的图像可以清楚地显示出卡车内的偷渡者(图2)和塞在轮胎中的毒品(图3).

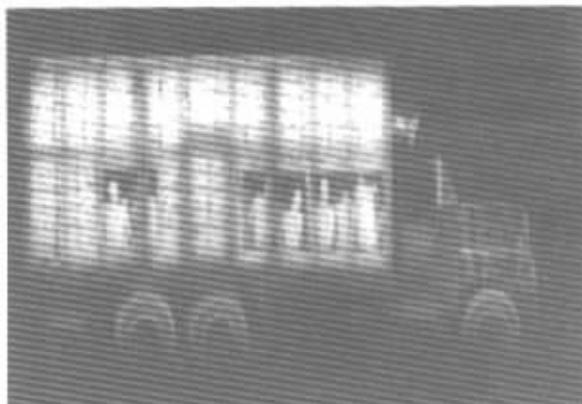


图2 藏在车厢内的偷渡者



图3 藏在轮胎内的毒品

人们无需担心 X 射线探测技术是否会对人体产生不良影响.因为在 3s 的探测时间内人体仅受到  $3\mu\text{rem}$  的辐射剂量,而且能量只沉积在人体的皮肤或几厘米的表层上,远小于医院 X 透视时  $3 \times 10^4 - 3 \times 10^5 \text{rem/h}$  的辐射剂量.

## 2 $\gamma$ 射线探测技术

$\gamma$  射线的成像探测技术的基本原理与 X-CT 相似,只是以  $\gamma$  射线替代 X 射线.由于  $\gamma$  射线的穿透力更强,生成的图像质量更好.





电磁波,一般的衣服对电磁波的反射率较小,而藏匿在衣服下的枪、刀和塑料炸药等物品对电磁波的反射率较大.接收装置将接收到的电磁波反射信号通过一组光学仪器聚集到硅晶片上,并转化为图像显示在计算机的荧光屏上,从而可发现武器携带者.这一武器探测器的样机将在2002年底前研制出来.

#### 7.4 人体生物特征识别的物理方法

人的某些特征(如声音、面孔、指纹、掌纹、人眼虹膜等)因人而异,因此利用物理方法搜集人体的各种生物特征,也可有助于追踪、搜捕犯罪嫌疑人.例如,每个人的说话声音不同,有各自的共振频率模式,将其转化成数码,可通过对比、分析,进行识别.

利用数码相机拍摄被监视人的面部照片,测量几个角度的面部曲线,将之数字化,提取某些关键点的数据,与数据库中恐怖分子的相应数据进行三维比较,可以进行人员识别.

用红外相机拍摄人面部热成像图,与已存数据库对比.

拍摄人的掌纹图、指纹图,与已存数据对比.

利用人眼虹膜识别技术.虹膜是指眼睛瞳孔周围的一道有色彩的圆圈,人出生一年半以后,眼睛的虹膜就终生保持不变,而且结构复杂,虹膜的可变项可达260项,千变万化,各人不同,即使是双胞胎也不同,也无遗传性,使用摄像机捕捉样本,然后由软件来对所得数据与储存的模板进行比较.

目前,一些基于物理学原理的人体生物特征识别技术已被实际应用,例如,辨声法在比利时用于跟踪嫌疑犯,面孔识别法被用于美国得克萨斯州的部分自动柜员机,在美国佛罗里达州坦帕市的闹市区建筑物上安装了一些摄像镜头,系统中的软件可以

自动将来往人群的面孔与系统中预先存入的3万张犯罪嫌疑人的面孔数据进行比较,而发出告警.斯洛伐克共和国建立了世界上最大的掌纹数据库;指纹识别方法更被许多国家的执法部门使用,等等.当然,使用这些方法一般都需要预先向系统输入犯罪嫌疑人的有关数据,而且不同的方法也有不同的缺陷,所以应注意使用条件.例如,利用辨声法时要考虑因疾病或其他因素使人声音发生改变或利用录音作假的情况,利用掌纹或指纹辨别时,手掌与手指必须洁净;用红外相机拍摄面孔时必须注意喝酒后人的面部热辐射发生了改变;用可见光相机拍摄面孔有时可能会把外表极像的两人搞错.因此,人类生物特征识别的物理方法还正在不断探索和改进中,从目前情况看,虹膜识别技术比较安全可靠,在国外有一定的推行发展趋势.

综上所述,物理学为反恐怖安全检测孕育了多种手段和方法,在今后的道魔相争中,世界和平更需要物理学的贡献.

#### 参 考 文 献

- [ 1 ] 褚圣麟.原子物理学.北京:人民教育出版社,1982[Zhu S L. Nuclear Physics. Beijing:People Education Press, 1982(in Chinese)]
- [ 2 ] 段金梅,唐伟国,马予振.物理与生活教学手册.北京:高等教育出版社,1995[Duan J M, Tang W G, Ma Y Z. Education Manual of Physics and Living. Beijing:Higher Education Press, 1995(in Chinese)]
- [ 3 ] 物理编辑部等.物理、技术与现代社会.上海:上海科技教育出版社,1996[Editorial Office of WULI et al. Physics, Technology and Modern Society. Shanghai:Shanghai Sciences and Technology Press, 1996(in Chinese)]