

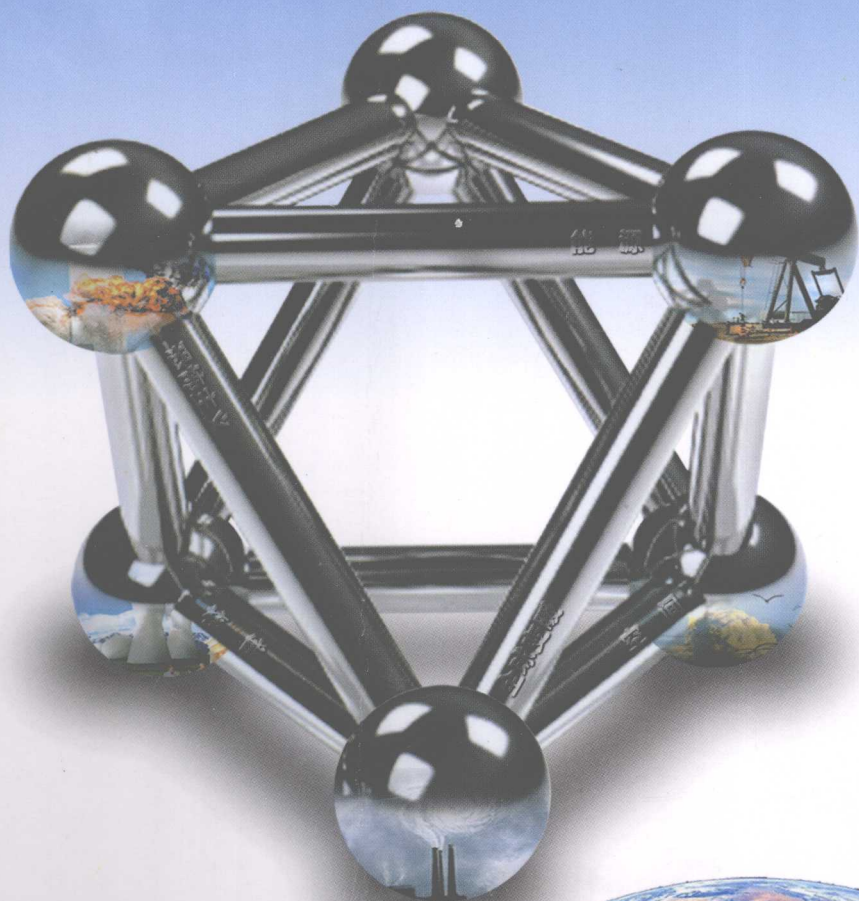
给奥巴马的 5 个忠告

未来总统

的物理课

Physics for
Future Presidents

【美】R·A·穆勒 / 著 李泳 / 译

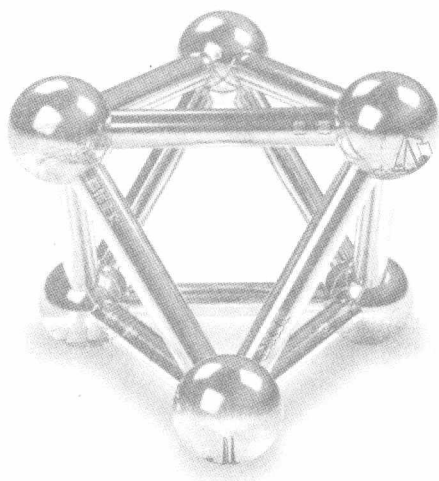


湖南科学技术出版社

未来总统 的物理课

Physics for
Future Presidents

【美】R·A·穆勒 / 著 李泳 / 译



湖南科学技术出版社

Physics for Future Presidents

Copyright © 2008 by Richard A Muller

湖南科学技术出版社通过博达著作权代理有限公司获得
本书中文简体版

中国大陆地区出版发行权

著作权合同登记号:18-2009-036

图书在版编目 (C I P) 数据

未来总统的物理课 / (美) R·A·穆勒著; 李泳译. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2009. 4

书名原文: Physics for Future Presidents

ISBN 978-7-5357-5567-4

I. 未… II. ①穆…②李… III. 物理学—普及读物
IV. 04-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 040088 号

未来总统的物理课

著 者: [美]R·A·穆勒

译 者: 李 泳

责任编辑: 吴 炜

整体设计: 刘苏斌

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731 - 4375808

印 刷: 长沙化勘印刷有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市青园路 6 号

邮 编: 410004

出版日期: 2009 年 4 月第 1 版第 1 次

开 本: 700mm×960mm 1/16

印 张: 20.75

字 数: 272000

书 号: ISBN 978-7-5357-5567-4

定 价: 32.00 元

(版权所有·翻印必究)

目录

开场白 / 1

大多数老百姓的麻烦不在于他们无知，而在于他们知道太多不是那么回事的事情。

I 恐怖主义 / 5

你认为下次恐怖袭击会是什么？核爆炸？十几架商务飞机同时爆炸？还是更传统的——如一架飞机撞击摩天大楼？

1. 9·11 / 7

2. 恐怖核弹 / 18

3. 下一次恐怖攻击 / 28

4. 生物恐怖 / 35

恐怖攻击 总统备忘录 / 41

II 能源 / 45

我们一直爱石油，也可以说真正爱的是开动汽车的油……
为什么不开电动车呢？是谁谋杀了电动车？

5. 能源惊奇 / 47

6. 太阳能 / 58

7. 石油的终结 / 66

能源 总统备忘录 / 71

III 核能 / 73

本书有放射性。你也有，即使你死了。公众对核能的恐惧来自无知而不是知识。政治家认为核废料问题从本质上说是技术的，而科学家和工程师相信问题是政治的。

8. 放射性与死亡 / 75

9. 放射性衰变 / 89

10. 核武器 / 101

11. 核疯狂 / 122

12. 核能 / 129

13. 核废料 / 143

14. 受控核聚变 / 151

核 总统备忘录 / 158

IV 空间 / 161

到多高的天空才算是宇航员呢？答案在于你对宇航员的定义。如果过于担心宇航员的安全返还，不如把他们的工作留给那些了不起的机器人来做。

15. 空间与卫星 / 164

16. 引力应用 / 177

17. 人在太空 / 188

18. “看不见的” 侦察 / 193

空间 总统备忘录 / 208



V 全球变暖 / 211

叫喊狼来了，它真正的危险在于，狼可能不会马上来，而人们将失去兴趣……实际上，公众“知道”的有关全球变暖的很多事情都是基于曲解、夸张或“摘樱桃”……记住 IPCC，它使我们能在严肃的水平上讨论气候变化问题。

19. 气候简史 / 214

20. 温室效应 / 223

21. 一个很可能的原因 / 233

22. 证据 / 238

23. 非解决办法 / 258

24. 落地的果实 / 269

25. 新技术 / 281

全球变暖 总统备忘录 / 294

索引 / 297

译后记 / 321

∠ 开场白

你害怕物理吗？你对全球变暖、间谍卫星、洲际弹道导弹¹³（ICBM）、反弹道导弹（ABM）、核裂变、核聚变等东西感到神秘吗？你想过核弹的核与核电厂的核在本质上是一样的吗？有人说我们正在耗尽化石燃料，反对者却说没有，你感到疑惑吗？有些大科学家说关于全球变暖的争吵已经结束了，而你看到它正如火如荼，是不是感到无所适从呢？你是不是觉得物理学和高技术令人头晕眼花呢？

如果是，那么你还成不了世界的领导者。世界的领导者必须懂得这些问题。如果有人报告恐怖分子在曼哈顿中心留下一颗炸弹，这时候你该不会打电话给你当地的科学顾问，要他告诉你问题有多严重吧？当然你也不能简单地往最坏了想，把所有政府资源都从其他项目抽出来应对眼下的事件。你必须对问题有充分的认识，明智、迅速而恰当地采取行动。

也许你学过物理，喜欢它，或以它为专业，甚至今天已经得了学位，但你可能仍然不明白铀弹与钚弹有什么不同，不明白臭氧损耗与温室效应有什么关系。当朋友问你间谍卫星的事情，你也只能说你在报纸上看到的東西——因为你在课堂上从来没学过它们的细节。¹⁴

如今许多（虽然不是全部）重要决策都要高技术的支持。如果

你不懂太阳能，不知道煤可以转化为天然气，你怎么可能给你的国家带来一个清洁能源的未来？如果你只知道政治问题而不懂技术问题，怎么可能在研究基金、军控谈判和恐怖威胁等重大问题上做出决策呢？即使你不想做世界的领导者，如果不懂这些问题，你又如何理智地投票呢？

想了解现代世界的物理学，同样重要的是忘掉那些你以为正确其实并不正确的东西。人们常引用据说是马克·吐温的一句话：

大多数老百姓的麻烦不在于他们无知，而在于他们知道太多不是那么回事的事情。

有讽刺意味的是，这句话不是马克·吐温说的——真是应验了这句格言。原话出自比林斯（Josh Billings），19 世纪的一个幽默作家。

你还不知道你应该知道的物理吧？幸运的是，你已经找到解决办法了，或者至少已经开始了。本书要讲的现代的物理学，就是世界领导者需要知道的基本常识。我不讲数学，因为你可能没时间（也许不愿意）去掌握它。我只讲重要的问题。当你明白了高技术背后的基本原理（也就是物理学），就不会再为它感到害怕了。如果你还需要具体的计算，可以雇一个物理学家。

如果你讨厌物理学，那不是你的错：也许当年的老师不好。有些物理学家把他们的物理学知识藏在数学的迷雾里，把外行人都吓跑了。在他们圈子里，却要小心翼翼把数学与物理学分开。导师常常警告研究生，“想物理——不要想数学”。但每当问题有点儿难解释时，¹⁵ 物理学老师就会走捷径：“现在我给你们看一个你们不懂的方程，这样你们就不会怪我教得不好了。”

我只提出一点警告：本书并不是对任何问题都综合评述的长篇大论。就是说，关于恐怖与反恐，关于能源、卫星和全球变暖，我都忽略了很多东西。除物理学而外，未来总统还有更多需要知道的东西。许多人希望他们的总统是技术专家。我更现实，我想本书只



讲最基本的事实和思想，即那些能帮助总统做出更好决策的概念。我可以写一本更大的书，但未来总统有那么多时间来阅读和研究它吗？

我从恐怖主义说起，因为它迫在眉睫，也因为它碰巧把我们卷入能量问题。毕竟，炸弹不过就是将大量能量在小空间释放的一种快捷方式。当你明白了物理，世贸中心发生的事情就会更加清楚了。当你明白了相关的物理，就连生物武器也会更容易理解了。

我要讲的第二个主题是能源，这是未来所有的世界领导者的一个核心问题。经济的成败在于能源；国家为能源打仗；生态因为能源的浪费而遭破坏。我们从哪儿获取能源？如何使用它？我们能避免浪费吗？关于能量有很多惊奇的事情，不论是可能的氢经济还是煤、石油和太阳能的未来——它们决定并限制着未来的技术。其实，我们喜欢化石燃料有着它的物理学基础。

与能量密切相关的是原子核：放射性、原子弹、反应堆，以及核废料的危险——这是本书第三部分的主题。总统必须保护公众，但该用核还是废除核呢？我们没有简单的答案，决策在于细节——物理学的细节。

我们的未来显然在太空——是不是呢？阿波罗 11 号已经过去 39 年了，我们还没有重返月球，出了什么事情？我们为什么后退了？是因为经济水平或人的愿望，还是因为物理学？空间的价值在哪里？¹⁶ 进入轨道意味着什么？什么才是真正的限制？本书第四部分就讲空间、卫星和重力的潜能与局限。

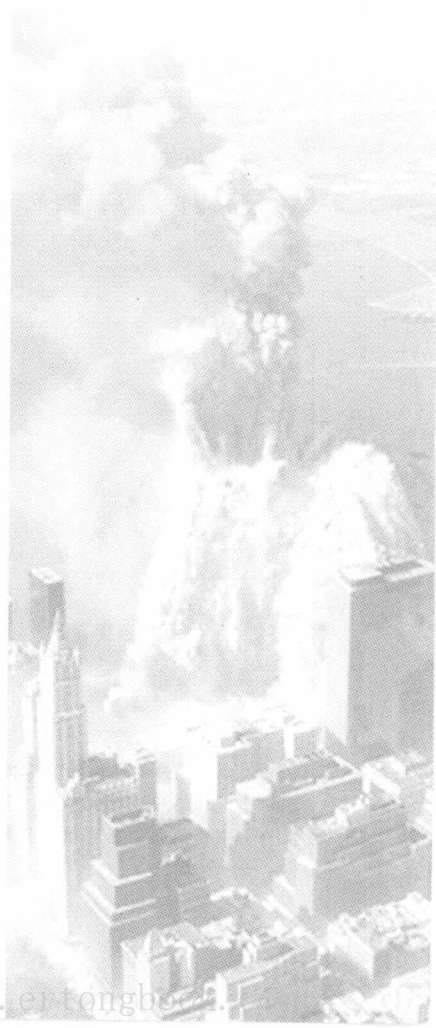
最后我讲一个最火爆的题目——全球变暖。它跨越了很多不同的物理学领域，所以需要一整篇来细说。而且，这是一个误会与真相同样流行的领域。当你做总统时，也许不得不忘掉一些你以前喜欢的事情，但你必须那么做，才可能做出更明智的决策。

总的说来，这些都属于物理学。如果你感到某个问题困惑，不要为它耽误太长的时间。就把它当一门外语来学：下水、游泳、颠簸着前行——然后享受它的乐趣。有些材料在多个章节出现，因为

世界本来就是相互交织的；核牵扯着恐怖、能量、空间和全球变暖。如果这儿没有你喜欢的题目，我表示遗憾；本书只讨论那些最急迫和最有意义的问题。（像 UFO 那样的问题，就留待后来了。）我用心地回避了政治、商业和外交问题。经济确实在踟蹰前行，但那不是重点。本书要讲的是你做领导者需要了解的物理。其余的就看你自己了。

I 恐怖主义

你认为下次恐怖袭击会是什么？
核爆炸？十几架商务飞机同时爆炸？
还是更传统的——如一架飞机撞击摩天大楼？



你认为下次恐怖袭击会是什么？核爆炸？脏弹？¹ 十几架商务飞机同时爆炸？还是更传统的——如一架飞机撞击摩天大楼？

¹⁷ 假如你是总统，那么预防这种恐怖行动就是你头等重要的责任。当然，你会得到帮助——你有国家安全顾问，CIA，能源部，你的内阁，还有几百个社论高手。但最终还是你的责任。如果你不能正确决策，你会一辈子自责，历史也不会原谅你。责任令人敬畏，你真的还想当总统吗？

当总统可不容易。但知道些物理还是有好处的。并非所有可能的恐怖攻击都能实现，都一样危险，都一样难以反击。我们都知道9·11的历史，现在让我们回顾整个事件，不过是用物理学的眼光，它能帮助我们认清到底发生了什么，为我们认识未来的真正危险提供线索。

¹ 脏弹是在传统炸弹里加入放射性物质（即所谓的RDD），从实验结果和前苏联切尔诺贝利事故的后果来看，它不会带来致命伤害，算不得“大规模杀伤性武器”。恐怖分子主要用来制造恐慌。目前为止还没有一次真正的脏弹攻击事件，其后果尚难预料。——译者

1. 9 · 11

2001 年 9 月 11 日的恐怖袭击，其物理实质出人意料。基地组织¹⁹用的武器释放了相当于 1.8 千吨 TNT 的能量，¹ 远远超过了朝鲜在 2006 年 10 月 9 日的核武器试验的能量。

造成破坏的不是飞机。飞机重 131 吨，速度为每小时 600 英里。我们可以用物理公式 $E = mv^2/2$ 来计算运动的能量即动能。用这个公式时，还要选择正确的单位（这通常是最紧要的部分）；² 计算可以发现，能量只有 1 吨 TNT 当量——比恐怖分子实际产生的能量小 18 000 倍。动能不是摧毁大楼的罪魁。其实，世贸中心的双子塔楼在受到飞机撞击时几乎没有动摇。再看看录像（如果你能忍受），仔细看大楼顶部飞机撞击部位以上的地方。你可以看到顶部几乎没动。

1 TNT 炸药的主要成分是三硝基甲苯（Trinitrotoluene），一种带苯环的有机化合物。每千克 TNT 爆炸产生 420 万焦耳的能量，以它做单位，就是 TNT 当量。如果要飞机的动能达到油料燃烧的能量，它的速度就该是每秒 16 千米（即每小时 36 000 英里，1 英里 = 1.6 千米），大约是第一宇宙速度（火箭速度）的两倍！——译者

2 我会在脚注里做些计算，你不妨跳过去，因为它们对未来总统的作为无关紧要。最困难也最令人厌烦的部分是选择正确单位。所有结果我都四舍五入，因为我们关心的只是近似数值。在动能公式 $E = mv^2/2$ 中，我们必须以焦耳为能量（ E ）单位，千克为质量（ m ）单位，米每秒为速度（ v ）单位。在现在的情形，质量是飞机的质量，131 吨，折合为 131 000 千克。速度 600 英里每小时，等于 270 米每秒。于是动能为 $mv^2/2 = 4.7 \times 10^9$ 焦 = 1×10^6 食物卡路里 = 1×10^6 克 TNT 当量 = 1 吨 TNT 当量。

撞击本身没什么影响。

破坏性能量的真正来源简单极了，就是每架飞机携带的驱动着它飞过美国领空的那 60 吨喷气燃料。飞机撞击的背后隐藏着一个惊人的物理事实：1 吨燃料或汽油在空气中燃烧时，释放出 15 吨 TNT 的能量。所以 60 吨油料释放了 900 吨 TNT 能量。两架飞机释放的总能量就是 1 800 吨 TNT 当量。

汽油比 TNT 还厉害？是啊，厉害得多呢。实际上，巧克力饼干都比 TNT 能量大。炸一辆小汽车需要一捆 TNT，而同样重量的巧克力饼干（例如抡大锤的小伙子们吃的），破坏力就大多了。每克（大约两个巧克力碎末的重量）巧克力饼干释放大约 5 食物卡路里的能量，随便一本食谱都能找到这个数字。而每克 TNT 只有 0.65 食物卡路里——小了 9 倍。

这个事实令多数人惊讶，但仔细想想，就会明白其中的道理。原来，用 TNT 不是看它的能量大小，而是因为它能非常迅速地释放其能量。原因在于，它（不同于汽油或巧克力）释放能量不必与空气发生反应。TNT 分子的原子就像固定的被压缩的弹簧，放松弹簧，能量就跑出来。打破 TNT 的一个分子，就等于解开相邻的弹簧扣，于是引爆 TNT 的链式化学反应。弹簧能量可以在百万分之一秒内转化为动能，因而分子具有很高的速度，这意味着它们有很高的温度。

度量能量的方式很多，核武器谈判中，标准单位是吨 TNT 当量。按照武器管理者们的定义，1 吨 TNT 当量等于 100 万食物卡路里（这可不是玩笑），尽管 TNT 实际上只释放了其中的三分之二。物理学家不喜欢食物卡路里，而喜欢焦耳；一食物卡路里大约等于 4 200 焦耳。

不同材料的能量含量是一个关键因子，不仅恐怖分子关心，在很多正当的应用中它也很重要。例如，高效计算机电池释放的能量只是同等重量的汽油能量的 3%。这么低的能量转化率，正是我们现在还开不上电动车的基本物理原因。我们将在专讲能量的第二部分细说电池问题。现在我们还是深入 9·11 袭击的物理学。



汽油（包括其不同形式，如石油和喷气燃料）包含着巨大的能量，因而早就成为武器的理想物质。其应用的历史大概可以追溯到拜占庭时代的希腊人，也许正是神秘的“希腊火”（可查阅维基百科）。¹ 20 世纪 30 年代西班牙用的莫洛托夫鸡尾酒的关键成分就是汽油。（后来它们有了俄文名字。）² 在两次世界大战中，火焰喷射器喷出的就是燃烧的汽油。在越南战争中，以汽油制造的凝固汽油弹臭名远扬。在阿富汗，美国人用“油气弹”摧毁了塔利班军队。这些可怕的事情与 9 · 11 攻击的成功都是同一个原因：汽油有着巨大的能量密度。7 吨汽油混合着空气，从降落伞点燃下来，会释放 100 吨 TNT 的能量。所以，你用不着放 TNT 炸弹，那是在浪费飞机的升空能力。带着汽油就行了，它比炸药的能量高 15 倍呢。

9 · 11 恐怖分子没用强力武器来摧毁世贸中心。他们用的是高能量的喷气燃料。释放的能量产生极高的温度——其实就是建筑物的钢筋中高速运动（振动）的分子。分子前后振动时，会推开邻近的分子。这就是热物体膨胀的原因。但金属分子之间拉开的距离会削弱它们之间的吸引力，结果热钢比冷钢软。钢结构的弱化最终导致了大厦的坍塌。

9 · 11 恐怖分子可怕地利用了这个事实。穆罕穆德 · 阿塔（Mohamed Atta）在波士顿登上美国航空公司 11 号班机时，没带枪，没带炸药，也没带长刀——他随身的唯一非法的东西就是他的图谋。尽管所有航空安检存在诸多缺陷，但阿塔和他的同伙也没胆量冒险携带武器。也用不着。

9 · 11 行动的天才在于它风险很低。不需要炸药，不必在飞机上偷藏武器。其实连一个组织机构也不需要。计划暴露的危险也很小，²²

1 “希腊火”也是一种油料燃烧武器，拜占庭帝国的军队几乎就是靠它赢得胜利的。其成分大概包括煤焦油、生石灰、硫磺和硝石。也叫“拜占庭火”、“罗马火”。——译者

2 莫洛托夫（Molotov）鸡尾酒就是燃烧瓶或燃烧弹。1939 年 11 月苏联入侵芬兰（即所谓“冬战”），芬兰人就用这种土武器来对付苏联坦克，并讽刺性地用当时苏联外长的名字命名它。——译者

因为只需要一个恐怖分子知道任务的细节，那就是飞行员。阿塔的计划还取决于当时的飞行政策——即鼓励飞行员与劫机者合作，不争吵，不恐吓，照劫机者说的做——这样的政策在那时很有效，但以后不会了。这种措施在过去救过很多人的生命（也包括飞机）。

阿塔和他的同伙搭乘早班飞机，是害怕错过了计划时间，也是为了更容易地同时攻击纽约和华盛顿。更重要的是，他们选择了横贯美国大陆的航班，以确保飞机装满了油料。

阿塔明白，9月11日将是轻松劫机的最后时机。过了9月11日，空中警察几乎没有必要了，因为没有哪个飞行员愿意让恐怖分子来操纵。即使劫机者杀了飞行员，也将激起乘客和机组人员的勇气和怒火。就在世贸中心被袭击一小时一刻钟后，联合航空公司的93号航班上就发生了这一幕：乘客冲进了驾驶员的座舱。¹



安检

恐怖分子进行9·11袭击时，钻了机场安检的空子。他们的安检知识并不高深，也不复杂，那是任何了解劫机事件的称职的技术人员都熟悉的东西。我们回想一下9·11之前的安全程序是什么样子的。登机时，随身行李通过X光机。这种机器可以通过形状分析识别隐藏的东西，但X射线图像的精度不足以识别伪装精巧的物体。如果把刀鞘做成安全的形式，虽然材质相同，也很容易藏一把刀。²³ 恐怖分子大概并不想用这样的伪装，因为他们携带的合法的小武器已经足够了。如果带刀被抓住，劫机企图就可能暴露。因为目标是几架飞机，所以在劫持飞机之前不能有任何闪失。

金属探测仪用来探测金属刀具和枪支，其工作原理是金属导电

1 这架波音757飞机在宾夕法尼亚州尚克斯维尔的一片树林坠毁，机上45人全部遇难。媒体广泛猜测，飞机被劫持后，由于乘客奋起反抗，挫败了恐怖分子攻击白宫的企图。电影《联航93号》(United 93)再现了这个故事。——译者



而大多数其他材料不导电。旅客要通过的入口，从物理学角度看，就像一个大线圈。电流通过导线，使它成为一个大磁体。磁体感生出电流，流过通过它的任何金属，同时也使金属成为磁体。于是，线圈可以感知有磁体出现。如果你带有永久磁体，即使是陶做的（这样它就不是良导体了），“金属”探测仪也能发现它。因为这个道理，很多书都藏有小磁条——有人想偷书出门时，书店的探测仪就能逮住他。

金属探测器不是探测刀枪，而是探测导体和磁体。因为人有一定的导电性（主要是因为溶解在血液里的盐），所以探测仪不能太灵敏，这个约束就为偷藏武器留下了漏洞。致命刀具如果用陶（一般是锆石，这种材料也用来假冒钻石）来制造，就可以安然通过检查。如今连枪都可以用陶来做，不过多数这样的枪支都有可以探测的金属枪管，它们会刺激金属探测仪，也会在 X 光机器下显形。

不过，9 · 11 恐怖分子不必私藏高科技的武器，甚至低级的也不需要。他们钻了安全法规的空子，那时允许随身携带刀刃不超过 4 英寸（1 英寸 = 2.54 厘米）的小刀。这是很随意的规则。假如允许 4 英寸的刀，那 10 英寸的怎么就不行呢？这条规则原是一种让步，例如童子军就理所当然佩戴小刀。实际上，在 9 · 11 之前，多数实验物理学家（如我）每次都带小刀，一般是瑞士军刀，它带有几块刀片、两个螺丝起子和一个螺丝锥。这都是从它的多功能（特别是螺丝锥）养成的习惯。²⁴

恐怖分子带的是裁纸刀，刀刃很短，但通常比小折刀锋利得多，几乎和剃须刀片一样。这种武器也更好，因为它不像折叠刀那样，在刺东西时可能会折回来。（像用于弹簧小折刀和“重力”弹簧刀之类的锁片，就因为这个而成为非法的。）裁纸刀可以缩回刀柄，如果不用，看起来就不是危险品。裁纸刀也不像武器，而更像艺术学生带的小玩意儿。这是聪明的选择，9 · 11 之前它们在飞机上完全是合法的。

如果机场人员认为某样东西可疑（如 X 光机发现你的随身行李中有奇怪的物件），就可能检查你——不过很可能只是用嗅探器再查你