# 原子笔

足见雕虫并非小技，玩物也不一定丧志。

这里要说的是真正的原子笔。不是五十多年前一位美国商人在上海大做广告推销的所谓“原子笔”，其实就是圆珠笔，与原子根本“不搭界”；纯粹是商人利用市民对原子弹好奇心理的促销“噱头”而已。

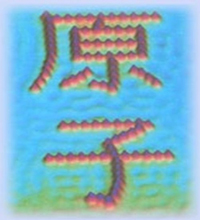
据英国《新科学家》报道，美国和加拿人的两位科学家托玛奈克（David Tomanek）和克瑞尔（Peter Kral）提出了利用纳米管制造原子笔的方案。纳米管是由碳原子构成的极其微小的管子．其直径以纳米计（一纳米等于一百万分之一毫米）。由于管壁的碳原子具有很规则的排列，所以纳米管的结构稳定，强度极高。他们设想以纳米管作为“笔管”，管中充满各种原子作为“墨水”，再以两束精确的激光束驱动管内的原子，使之源源不断地从管子的末端流出，这就是原子笔。

原子笔的妙处在于可以控制单个原子，写出其小无比的字来。原子尺度（小于十分之一纳米）的字小到什么程度呢？不妨作一个比较：这个句子后面的逗点之油墨迹中，至少包含几万亿个原子，将之用作原子墨水，足够供原子笔写出几万本书来！

科学家发明原子笔的主要兴趣不在用来写字，因为写出来的字太小了，要用极高倍的电子显微镜才能阅读，这多不方便。发明原子笔不是用来写字，意欲何为呢？

首先，原子笔可用来制造极其精巧的集成电路。现有的集成电路是由光刻法制成的，由于可见光的波长过大（在390纳米到770纳米之间），就像无法用扫帚写蝇头小楷一样，利用可见光的光刻做不出原子尺度的电路来。而原子笔能控制单个原子，所以是制造原子尺度集成电路的一种理想工具。

其次，原子笔可用来制造微型机械。目前的微型机械是利用光刻法在硅片上制成的，基于上述同样的理由，不可能做得太小，而且只限于硅和少数几种与硅相容的材料。利用原子笔不仅可以造出比微型机械小得多的超微型机械，而且所用材料基本不受限制，只要在笔管中注入所需的原子就行了。

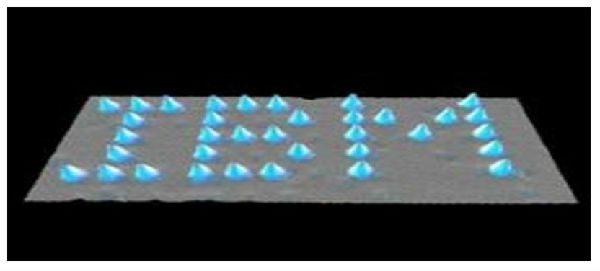
****

**以原子写“原子”**

至此，聪明的读者一定会兴奋地大叫说：“我想出了一种绝妙的应用，利用原子笔可以造出宇宙万物！”想得妙！既然原子笔可以一个个原子地堆砌出集成电路和超微型机械来，在原则上就能制出任何东西，包括一切生物和人类在内！可不是吗？物质世界中的哪一样东西不是由原子所构成？不同的只是组成成分，即所包含原子的数量、种类及其排列而已。只要知道了其组成成分，就可以利用原子笔一个个原子地将之“写”出来。

如此万能之笔，岂不是太妙了吗？是的！从原则上说确实如此，但实际上还存在一些问题。

其一，原子笔还没有造出来，提出的只是一个方案。制造原子笔还存在一些技术上的困难：原子笔的纳水管必须完美无缺，不能有缺陷，否则其中的原子墨水不是被阻塞就是漏出来；纳米管的末端作为原子笔的“笔尖”十分重要，必须精心设计，目前尚未找到最佳设计；驱动原子墨水的激光功率不能过大，否则可能将纳米管烧毁……解决这些技术问题并无原则上的困难，原子笔迟早会造出来的。附带提一下：原子笔虽然尚未造出来，用原子墨水写的字却已经写出来了。国际商业机器公司（IBM）的科学家利用他们发明的“扫描隧道显微镜”的微探针，也能搬动单个原子，已经在晶片上写出了原子尺度的IBM三个字母。附图所示的“原子”两字，也是利用扫描隧道显微镜写出来的。微探针也可以算是另一种原子笔。但问题是速度太慢，操作极为困难，是一支“笨笔”。

****

**原子尺度的IBM字母**

其二，原子笔的书写速度问题。原子笔的设计者预计其速度相当快——每秒可以写出七万个原子。这虽然比人用手写字快得多了，但是要利用它来完成某些任务仍远远不够。不妨看一个例子：比如说要造一个重量为千分之一克的超微型集成电路，这够小了吧？但问题是即使这样小，它仍包含着大约几百亿亿个原子，用每秒能堆砌七万个原子的原子笔．至少要花几十万年才能完成！怎么办？有以下几种方法可以加快速度：其实集成电路并非整体需要一个个原子地堆砌而成，例如电路的基片就可以采用现成的晶体，真正需要用原子笔一个个原子堆砌的只是其表面上的一薄层电路，这样就可以省事不少，如果将来的超级集成电路是立体的，整体都需要一个个原子堆砌，那该怎么办？可以多笔并用：一支原子笔只能一个个字地写，不够快。可将许多支笔连起来构成排笔，就能一行一行地写，包含一千支笔的排笔就比一支笔快一千倍。如果还嫌不够快，可将许多排笔连起来构成笔阵，就能一页一页地写，包含一千支这种排笔的笔阵就比一支排笔快一千倍，比一支原子笔快一百万倍。

问题之三是用原子笔制造活的生物存在原则性困难：前面提到要用原子笔制造东两，必须知道其组成成分、对活的生物而言，要在原子水平上完全了解其组成成分非常困难，除非将之杀死，那就不再是活的了。至于想用原子笔造人，除了解组成成分的困难以外，还有另一个原则性的困难，在自我意识的奥秘尚未揭露以前，无论采用什么方法，根本无法造出具有特定自我意识的人来。再者，就原子尺度而言，人是庞然大物，包含着大约几百亿亿亿个原子，即使用每秒能堆砌七万个原子的原子笔构成！1000×1000的笔阵，也至少要花一千万年才能造出一个人来，这样岂不是尚未诞生就已死了吗？好奇的读者会问：“为什么母亲生小孩只需十月怀胎呢？”问得好！这个问题触及天机：原来大自然的奥妙在于细胞能自我复制，一变二，二变四，四变八……生长速度按指数增加，越来越快，绝非原子笔那样一个个原子堆砌所能企及的。看来在可以预见的未来，即使有了原子笔，也只能做些如集成电路、微型机械等“死物”，要想用它做出“活物”来，科学家还得再参天机。

1997年春我回国时，访问了中国科学院物理研究所和清华大学，发现他们在纳米管技术方面很有特色，做出了世界水平的工作；不久前美国国家科学基金会（NSF）代表团访华，该会主席也盛赞中国在这方面所取得的成就。

唐代大诗人李白曾梦笔生花（见王仁裕《开元天宝遗事》）。我有一个梦，梦见最早问世的第一支原子笔写出来的竟是一句中文：“巧夺天工”！