



罗斯基通过本文讲述了半径小、电负性高的氟原子的本事：它一方面揭露了惰性气体也有化学反应活性，并且在实际应用中大显身手，另一方面却又能将有机化合物变成剧毒物或是污染物。

氟（Fluorine）的名字来自萤石，或者叫**氟石**（ CaF_2 ，fluorspar/ fluorite），过去它曾被用作冶炼时的助熔剂。早在17世纪，人们就发现萤石在被加热时会放光：它的命名正是来自于这种荧光（fluorescence）现象。到了1886年，法国化学家亨利·莫瓦桑

(Henri Moissan) 电解了以无水氢氟酸为溶剂的 KHF_2 溶液，得到了一种能瞬间点燃晶体硅的气体。他马上向法国科学院报告了他的发现：“对释放出的这种气体的性质，我们可以提出各种假说，但最简明的是，我们面前的正是氟气。”1906年，莫瓦桑因为发现了“氟”(le fluor)而被授予诺贝尔化学奖。

在第二次世界大战期间，氟化学得到了迅速的发展，这要归功于执行“曼哈顿计划”的美国科学家们试图将能进行裂变的铀-235从铀-238中分离出来。自然界中存在的铀包含了三种同位素：铀-238、铀-235和铀-234（丰度分别为99.28%、0.73%和0.005%），但它们之间性质差异很小，难以进行分离。最后，六氟化铀的挥发性成为导向分离成功的关键发现：现行的富集流程采用气体扩散-离心法，依赖的便是两种同位素的六氟化物之间微小的相对原子质量之差。保证这项技术不扩散是现代政治的重头大戏之一。

即使不断有像 K_2MnF_6 和 SbF_5 这样的新的氟化物被合成出来，氟化物的制备方法仍然在相当大程度上依赖于莫瓦桑的开拓性工作。除了 UF_6 ，工业规模的氟化物合成还包括 SF_6 ，后者被用来作为电子设备内的绝缘介质。而近年来，像 AuF_5 、 AgF_3 、 NiF_3 、 NiF_4 以及 HgF_4 这样的有异常高价态的金属氟化物也被制备出来，被用作非常强的氧化剂。

化学史上的一座里程碑也是借由氟的使用而奠定的：1962年，尼尔·巴特利特(Neil Bartlett)制备了氟化氙，这证明了惰性气体的反应活性，也挑战了一种被广为接受的观点——“惰性气体不反应”。这引发了一系列包括氟化氙和氟化氡在内的惰性气体氟化物及其衍生物的制备。

由于氟极小的原子半径和共价性，在有机分子上用氟取代氢或氧能构成极其稳定的碳-氟共价键，这往往能够产生大量具有奇妙特性的新化合物，最著名的例子莫过于不粘锅上广泛使用的特氟龙（聚四氟乙烯）。

在设计具有药用活性的分子时，这种稳定的碳-氟键的应用也带来了巨大的成功。碳-氢和碳-氟键长区别不大，但在药物设计上，碳-氟的稳定性，以及其强大的吸电子能力能提供不少非常令人愉快的特性，而且大多数有机氟化物都可以安全应用，不必考虑释放出有毒氟化物的问题。例如在芳环的对位上进行氟化，得到的产物不会在体内被酶转化为有毒的过氧化物。当下，大约20%的医药产品，以及30%的农用化合物都含有氟，而且这一比例仍在上升。

但有机氟化物也可能有剧毒。举例而言，单氟乙酸会破坏人体内负责为细胞供能的三羧酸循环，口服2~ 8 mg/ kg（剂量/体重）就会致命。另一方面，由于其在大气层中极高的动力学稳定性，氟氯烃（CFCs）在冰箱和气溶胶中被广泛应用，但在平流层中它却会带来破坏臭氧层的灾难。

近年来氟化学的进展包括了利用全氟化碳和氢氟醚进行液-液萃取分离，以及含氟催化剂。三氟一茂钛及其衍生物在苯乙烯的聚合反应中发挥了高效的催化能力： Cp^*TiF_3 （ $\text{Cp}^* = \text{C}_5\text{Me}_5$ ）的活性大约是对应的氯化物的50倍，并且具有更低的助催化剂/催化剂比（300，相较于氯化物体系的900）。在工业应用上，高活性和低助催化剂/催化剂比能极大地降低支出。

最后让我们回到萤石上来： LCaF 类型（其中L是一个 β -二酮乙胺配体）的化合物已经被制备出来。和萤石相反，这类化合物可以溶于有机溶剂，因而能用来为所需的表面覆盖上 CaF_2 涂层：该涂层对可见光透明，且耐酸耐碱。

虽然氟化合物在电子汽车、电子设备、太空技术和医药行业中都扮演着重要的角色，它们同时也可能引发灾难性的后果，在这一领域工作的科学家们必须多加小心。