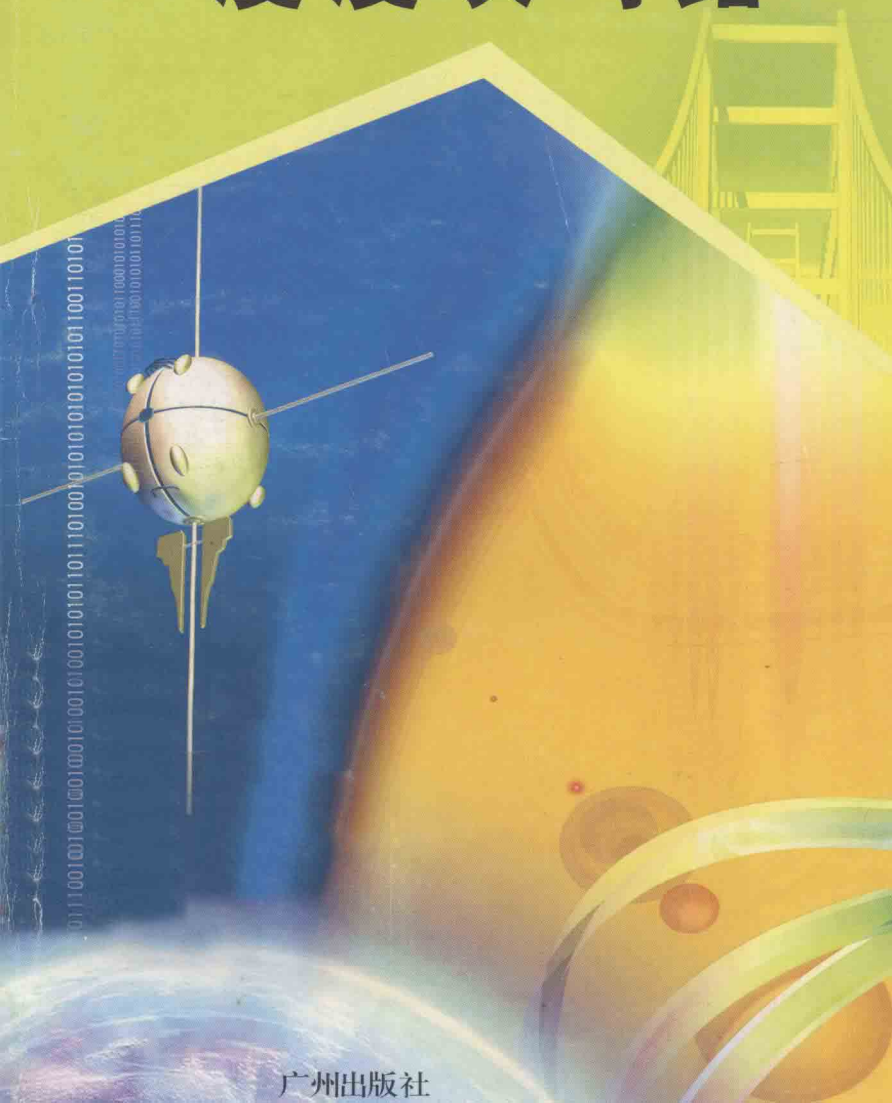


KE XUE WEN CONG

科学文丛

漫漫坎坷路



广州出版社

科学文丛

漫漫坎坷路

(69)

广州出版社出版

图书在版编目 (CIP) 数据

科学文丛. 何静华 主编. 广州出版社. 2003.
形继祖

书号 ISBN7-83638-837-5

I. 科学... II. III. 文丛

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 082275 号

科学文丛

主 编: 何静华
形继祖

广州出版社

广东省新宜市人民印刷厂

开本: 787×1092 1/32 印张: 482.725

版次: 2003 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

印数: 1-5000 套

书号 ISBN 7-83638-873-5

定价: (全套 104 本) 968.80 元

目 录

元素周期律的发现·····	(1)
氟发现的悲壮史·····	(7)
与死神拼搏的诺贝尔·····	(12)
离子论者联盟·····	(18)
铝铸成的友谊·····	(22)
不忽略二百分之一克的误差·····	(25)
“太阳元素”的发现·····	(28)
“隐藏元素”的发现·····	(30)
“镭射气”——氦的发现·····	(32)
捕捉神秘的 X 射线·····	(34)
放射线之谜与贝克勒尔现象·····	(39)
电子的发现·····	(43)
居里夫人的故事·····	(47)
原子核的发现·····	(56)
三代师生建立原子结构模型·····	(61)
质子的发现·····	(65)
中子的发现·····	(69)
格林尼亚发现格氏试剂·····	(73)
揭开元素排列倒置之谜·····	(77)
橡胶和链的学说·····	(81)

核裂变与伟大的科学想象力	(83)
填满元素周期表的空位	(88)
我只是侥幸发现八种新元素	(93)
发明侯氏制碱法	(98)
实现人工降雨理想的朗缪尔	(104)

元素周期律的发现

欧洲具有承认宇宙美存在的传统。西方科学美学思想的基本特征,是承认宇宙美的存在,认为宇宙美的表现形式是秩序与和谐,强调真与美的统一。受到这种科学美传统的影响,科学家们认为整个自然界应是美的荟萃之地,是美的王国,自然界无论从形式到内容,都应符合美的原则。

可当时出现在门捷列夫面前的,却是一幅不美的化学图景:浩如烟海的化学资料急需系统化的整理,63种元素杂乱无章犹如一座化学迷宫,化学研究好像是在茂密的丛林中摸树,不少化学家醉心于分析物质组成等经验性研究。化学从内容到表现形式都存在着无秩序与不和谐。门捷列夫不能容忍这种不美的存在。

当时,动物已有分类,植物已有分类,门捷列夫不能容忍化学分类不明的状况,他决心探索化学元素之间的联系和分类。找出所有元素共同遵守的自然秩序。

伟大的一天

1869年3月1日,门捷列夫发现了元素周期律,后人称这天为“伟大的一天”。

门捷列夫1834年1月27日生于俄国西伯利亚的托波尔斯克,他是其父的第十七个孩子。他的父亲是中学校长,母亲是玻

璃工厂的老板,玻璃生产使他对化学发生了极大兴趣。他念中学是在彼得堡,毕业成绩为全班第一。1854年他毕业于彼得堡师范学院。1856年他通过论文答辩获得硕士学位,1857年他已经是彼得堡大学的副教授了。

1867年,他着手著述《化学原理》一书。他想向大学生们描绘出一幅统一的逻辑的化学图景,找出一切化学元素都服从的自然秩序。他有着极好的科学作风,将当时发现的63种元素都做了卡片,卡片上记载着元素的原子量、化合价、单质及化合物的物理性质、化学性质等。

这些一目了然的元素卡片成为他写作的好帮手。

1869年初,他已编写到卤族、碱金属和碱土金属三章。以往的化学家们对此三个自然族已了若指掌,但以往的化学家们研究这三个自然族时,都犯有经验主义的通病,即在研究同一个自然族时,着重研究同族元素的相似性;而在研究不同自然族的时候,着重研究不同族元素的差异性。不同自然族的元素,除了具有差异性之外,还有什么联系没有?

门捷列夫将这些族中的各相似元素逐个排列如下:

卤素 $F = 19$ $Cl = 35.5$ $Br = 80$ $I = 127$

碱金属 $Na = 23$ $K = 39$ $Rb = 85$ $Cs = 133$

碱土金属 $Mg = 24$ $Ca = 40$ $Sr = 88$ $Ba = 137$

门捷列夫发现: Na 与 F 、 K 与 Cl 的原子量差值均接近4; Mg 与 Na 、 Ca 与 K 的原子量差值均为1。相同自然族元素之间存在着某种联系吗?想到这里,门捷列夫不禁心情激动起来。

他把所有元素卡片拿出来,使用排阵的方法,试着按原子量递增的顺序,先把常见的元素按族排成横行,又把不常见的元素也按族排成横行。再把各横行元素上下对齐排成纵列。当全部元素排完后,所有元素的内在联系终于袒露出来:每一横行化学元素的性质都相似,每一纵列化学元素都是从金属递变到非金

属,整个元素系列呈现周期性的变化。门捷列夫心花怒放,不顾严冬的寒冷,冲出屋外使沸腾的脑海变得冷静。当时他是将族排为横行而将周期排为纵行的。

他坚信自己发现了伟大规律,当发现有些元素原子量与性质不符,他就大胆修正了这些元素的原子量;当发现有些元素之间原子量跳跃太大,他就大胆预言这里该有尚未发现的元素并留下空位。这一切工作,都是在1869年3月1日完成的,这一天的俄历是2月17日。

第二天,门捷列夫将他的发现,编成了第一张元素周期表。此表具有如下4个特征:①按原子量递增顺序排列,纵为周期,横为族。②给未发现的元素留下空位,如类铝、类硅、类硼。③把氢同后继元素分开。④稀土等贵金属元素位置不定,暂列表上方。

1869年3月18日,俄国化学会举行学术报告会,门捷列夫因病缺席。他委托门许特金教授代表他宣读论文《元素属性和原子量的关系》,论文中阐述了元素周期律的基本特点。

1871年,门捷列夫又发表论文《化学元素的周期依赖关系》,并在论文中发表了第二张元素周期表,还给元素周期律下了如下定义:“元素(以及由元素所形成的单质或化合物)的性质,周期地随着它们的原子量而改变。”

他的第二张周期表,已改成横为周期纵为族。

迈尔的贡献

门捷列夫发现元素周期律的消息,像火一样传遍整个欧洲、整个世界。这时半路杀出个程咬金。德国化学家迈尔,坚决提出他是周期律的发现者,迈尔的论据是:

①在1864年,他就发表了《六元素表》。

②1868年,他曾制出一张元素表,但没能及时公布于世(他去世后发现了此表)。

③1870年,他又发表了在1869年作出的第三张表,指出:“化学元素的性质是其原子量的函数。”

④1868年,他曾根据原子体积变化是各元素原子量的函数的原理,画出一张著名的《原子体积周期性图解》,直观地表示各元素原子体积变化的周期性。

迈尔作于1869年,发表于1870年的那张元素表有如下4个特征:

- ①对相似族划分得更细致更规范。
- ②表中出现“过渡元素族”。
- ③表中只列出57种元素,有争议的元素未列其上。
- ④没有预言元素,但留下了空位。

虽然迈尔的元素表有缺陷,但他独立地发现元素周期递变规律也是事实。所以当时公认周期律是门捷列夫和迈尔共同发现的。1882年,英国皇家学会授予他们二人最高荣誉奖章——戴维奖章。

既然元素周期律是由门捷列夫和迈尔共同发现的,但为什么只以门捷列夫的名字命名呢?这牵涉到预言的证实,科学必须经实践检验的问题。

预言的证实

没有大胆的假说,就不会有伟大的科学发现,但假说只有经实践检验并证明是科学,才能成为伟大学说。

门捷列夫的功绩主要有三点:发现规律、预言元素、修订某些元素的原子量。以上三点均得到证实。他所预言的类铝、类硼、类硅,即镓、钪、锗,甚至在他还在世时就一一被发现了。

1875年法国化学家布瓦博德朗发现了一种新元素,命名为镓。当门捷列夫读到关于镓的论文后确信:镓就是类铝。镓的一切性质,都与他五年前的预言相符,甚至连当时他所说“将来一定

有人利用光谱分析法把它查出来”的话，也应验了。他马上给布瓦博德朗写了一封信，指出：镓的比重不是 4.7，而是 5.9。一段时间后，布瓦博德朗回信说：自己的测定不会有错。

全世界的化学家都紧张地注意起巴黎科学院的“科学报告”来了，事情真太有趣：一位俄国科学家坐在彼得堡的书房里作预言；而另一位法国科学家在巴黎摆弄烧瓶作实验，后者还要证实前者的预言。

门捷列夫从彼得堡又回信说：“不对，镓的比重应该是 5.9，您再查一查吧，您的那块物质也许还不够纯。”布瓦博德朗怎么也不明白，世界上只有自己手里有镓，门捷列夫怎能知道镓的比重测错了呢？但他还是以科学家的负责精神，重新对镓进行了提纯和测定，最后测定结果是：镓的比重确实是 5.94。这使布瓦博德朗赞叹不已，他说：“我想没有必要再来说明门捷列夫这一理论见解的伟大意义了。”镓的发现，在全世界引起了极大的震动，元素周期律得到了普遍的重视与承认。

1879 年，瑞典化学家尼尔森，又发现了空位上的第二个元素钪。尼尔森 19 岁考入乌布萨拉大学，25 岁成为博士，39 岁作出震动世界的成果——发现钪。尼尔森发现的钪的物理、化学性质，与八年前门捷列夫关于类硼的预言完全吻合。元素周期律经过第二次考验而威望大增，它强大的逻辑力量，再一次使科学家们为之叹服！

1886 年，德国化学家文克勒，又发现了空位上的第三个元素锗。文克勒所测定的锗的性质，与门捷列夫十五年前预言的类硅几乎完全吻合，只在一点有些出入：门捷列夫预言类硅是难液化的，实验测得锗是较易液化的。这一点丝毫无损于门捷列夫的光辉，因为人毕竟不是神，一点出入没有，人就成为神了。

元素周期表三获证实，其正确性得到举世公认。正如文克勒所说：“很难再有其他例子能够这样明白地证明关于元素周期学

说完全无误了。它使人类在认识领域内前进了伟大的一步。”实践说明：门捷列夫对元素周期律的研究，比当时任何人的研究都更深刻、更正确、更彻底。门捷列夫对元素周期律的发现，作出的贡献最大，所以人们以门捷列夫的名字来命名元素周期律。从那时起，人们就把元素周期律称为门捷列夫周期律。

门捷列夫虽然取得了辉煌的成就，却在本国受到极不公正的对待。腐败的沙皇政府不支持他的研究，这位科学巨匠一直未能当上俄国科学院院士。由于他转递学生们要求改善大学制度的请愿书，得罪了教育部长，被迫辞去教授职务。虽然如此，门捷列夫流芳百世，元素周期律照亮了化学前进的道路，后人把 101 号元素命名为钆(Ma)，以纪念他的伟大功勋。

元素周期律也在不断完善、发展着。惰性元素的发现，使元素周期表整整添了一个零族。20 世纪初，年轻有为的英国化学家莫斯莱，根据 X 射线的实验结果，得出结论：元素周期表中元素的排列顺序，应是以核电荷为依据，而不应是以原子量为依据。从而从本质上阐明了元素周期性的递变规律。

门捷列夫使化学臻至和谐与秩序。他在发现元素周期律时不但运用了归纳法、比较法，而且运用了在数学中广泛运用的公理化的方法，从而使得周期律中渗透着一种科学美的光辉。

门捷列夫的光辉业绩，永远启迪着后人的心灵，使人们的心灵中，迸发出探索和发现的火花！

氟发现的悲壮史

氟是化学性质最活泼的非金属元素了,它性格暴烈,变化奇特,难以驾驭。人们都说“真金不怕火炼”,可黄金受热后也会在氟气中燃烧;人们都知道氧很活泼,可是氟气能与水猛烈作用并置换出氧气,以示它比氧更活泼;人们都知道惰性气体惰性十足,但氟气在一定条件下甚至能与惰性气体发生化学反应,生成惰性元素的氟化物。

氟的化学性质太活泼了,它几乎能和所有的元素化合。而且它与其他元素化合时,总是夺取电子,从来不交出电子,它真是最吝啬电子的元素,因而它是极强的氧化剂。氟有剧毒,它对人体和生物的生理作用比任何其他元素都强烈,氟离子甚至在很低浓度下也能抑制或促进酶化学过程。被氟或氟化氢熏过的树木,很快会枯萎死亡,而且永不复生;吸入大剂量氟的人会中毒,人体各生理系统均遭损伤,甚至会置人于死地;氟和氟化氢能穿过皮肤渗入骨髓,与骨质中的钙生成氟化钙,使人痛不欲生。由于氟的剧毒及令人毛骨悚然的伤害作用,因此氟被人称为“死亡元素”。

氟的发现与制取,是化学史中一段最悲壮的历史。在长达六七十年的艰难制取过程中,科学家们前仆后继,有些被损害了健康,有些甚至献出了生命,科学家们顽强的进攻性格和视死如归的牺牲精神,实在令人钦佩不已。

早在古代,人们就对萤石即氟化钙(CaF_2)有所认识,知道它能使炼铁炉的炉渣易于流动,因而萤石的拉丁文原意为“流动”。1768年,德国矿物学家马格拉夫用硫酸与萤石作用制出“萤石酸”,即氢氟酸。1811年,英国大科学家戴维电解盐酸,证实盐酸的溶质为氯化氢,从而推论“萤石酸”中也溶有与氯化氢相似的气体氢化物,安培建议将该元素命名为氟,取意为“萤石素”。1857年,奥德林已将氟列入元素组。1869年,氟明确地列在门捷列夫第一张周期表中,排在最强非金属元素的独特位置上。在很长一段时间里,人们有时似乎发现了它,但又没能单独制取出它。它时隐时现,时有时无,不露庐山真面目。

1813年戴维尝试利用电解法制取氟,一开始他用金和铂做容器,电解氟化物,但容器都被腐蚀了。他又改用萤石做容器,容器倒不腐蚀了,但怎么也制不出氟。戴维因研究氟而受到毒害,几个月卧病不起。

1836年,爱尔兰科学家诺克斯兄弟以氟化汞为原料制取氟。实验证明他们把金制成了氟化金,但却始终收集不到氟单质。哥哥R·诺克斯几乎丧命,弟弟G·诺克斯严重中毒。两人被迫疗养。

1846年,比利时化学家鲁耶特,由于在长期制取氟的实验中中毒太多,不幸身亡。同一年,法国化学家尼克雷,也惨遭同样命运,为科学献身。

1846年,法国科学家弗雷米电解熔融的无水氟化钾、氟化钙和氟化银,虽然在阴极上析出以上金属,在阳极上也制出了少量气体。但由于是在高温下电解,产生的少量氟气立即与电极反应而消失,并未收集到氟。

1869年,英国化学家哥尔也用电解法分解氟化氢,虽然电解出少量氟气,但氟气立即与氢气发生爆炸化合,实验也遭失败。

1872年,研究氟的法国自然博物馆馆长、工艺学院教授弗雷

米,录取 20 岁的莫瓦桑到自己的实验室工作。莫瓦桑 1852 年 9 月 28 日生于法国巴黎,12 岁才上小学,聪颖好学,由于太迷上化学而耽误了其他课程,加上家境贫寒,终于中途辍学。后曾在一家药房作学徒,在实际工作中获得了很多化学知识。并曾自制解药,救活一个服砒霜而中毒的人。他是带着对化学的执著追求,来弗雷米的实验室学习工作的。

莫瓦桑刻苦自学,1874 年拿到中学文凭;再接再厉,1877 年通过考试获得大学毕业证书;他仍不满足,继续努力,1880 年获巴黎大学物理科学博士学位。他从师多人,特别了解弗雷米教授对氟的研究。

莫瓦桑没有像当时多数人那样,选择有机化学为自己的研究领域,虽然他知道无机化学的研究在当时很难出成绩;莫瓦桑选择最难的制取氟,作为自己的研究课题。虽然他深知制取“死亡元素”的危险与艰巨。面对“死亡元素”的危害和艰巨的研究课题,他发誓:“我一定要制出氟单质来!”

莫瓦桑花了几周的时间翻阅文献,研究了几乎所有关于氟及其化合物的著作。他决定首先用非金属氟化物来制取氟。他先用氟化铅与磷化铜共热制出氟化磷,又使氧气和氟化磷气体通过电火花,但没有制出氟气。莫瓦桑总结经验后,决定改用电解法,弗雷米老师也说过:电解可能是制取单质氟的最有效的方法。

他又电解氟化磷,但仍制不出氟气,宝贵的铂电极一块块地被腐蚀。经过长时间思考,他终于认识到:失败的症结在于高温,以往的实验都是在高温下进行,氟的活泼性随着温度升高而增大,即使制出氟也会立即与电极反应。必须采用低温电解的方法。

莫瓦桑又开始用剧毒物氟化砷进行电解,因为氟化砷室温为液态,适于低温电解。为了使氟化砷导电,又往里面加入氟化钾。电解一段时间后,发现电流停止,原因是阴极表面覆盖上一层砷,

使导电能力减弱,砷也是有毒物质。疲乏不堪的莫瓦桑忽然觉得浑身软弱无力,心脏剧烈跳动,呼吸极为困难,“糟糕,这是砷中毒了”,他想,他虽然神志还清醒,两腿却已迈不动步,他艰难地关上仪器开关,随后就瘫倒在地上。莫瓦桑身体受到极大损害,而且用氟化砷制取氟单质也已证明是行不通了。

病好以后,莫瓦桑又开始实验。唯一的方案是电解氟化氢了,只有它在低温下作为液态能够电解。莫瓦桑采用老师弗雷米的方法,在铂制的曲颈甑里加热氟氢酸钾以制取无水氟化氢。然后,用铂制的U形管做电解容器,用铂铱合金做电极,用萤石制成的螺旋帽封盖管口,用虫胶做封固剂,还用氯代甲烷将电解器冷却到 -23°C ,电解无水氟化氢,并添入氟氢酸钾增强导电性,终于在阳极制取并收集到极活泼的氟气。莫瓦桑悲喜万分,多少年来,化学家们梦寐以求的理想终于实现了,他默默将此消息敬告遇难科学家们的在天之灵。这一天是1886年6月26日。

莫瓦桑的磨难还未结束。当法国科学院派贝特洛、德布雷、弗雷米组成的委员会来审查他的实验时,他精心准备的实验却出现故障,电解槽中既无电流通过,氟气流也始终不产生,看不出发生反应的任何标志。再检查,重新安装,仍然一无所获。莫瓦桑惶恐万分,呆呆站立,简直无地自容。多亏三位化学老前辈关心体谅,安慰他认真检查,说过几天再来审查。

可怜的莫瓦桑两夜没有合眼,表演实验的失败使他心情难以平静。他重新准备了全部原料,详尽检查了仪器装置,终于找到实验失败的原因:说起来好笑,原来那天他将氟化氢提纯得太纯净了,电解槽中连一点氟氢酸钾和氟化钾也没残留。无水氟化氢不导电,想产生电流必须有意识地混入氟氢酸钾或氟化钾。当三位老前辈再来审查时,实验很成功,委员会确认了莫瓦桑的发现。

值得指出的是,莫瓦桑是第一个想到使用类水溶剂氟化氢,成功地电解出氟的人。

莫瓦桑建立了以氟气为工作原料的氟化学实验室,他后来发现,氟并不腐蚀铜,可以用铜代替昂贵的铂制作制取氟的电解容器。他是第一位制备出许多氟化物的化学家。他制备出氟代甲烷、氟代乙烷、异丁基氟。特别是他制备出氟碳化合物四氟化碳,为合成高效制冷剂氟里昂做了准备。

1906年,莫瓦桑由于在制取氟和氟化物的研究方面贡献卓越,荣获诺贝尔化学奖。他为制取氟而四次中毒,由于与氟接触太多,身体受到极大损害,54岁就与世长辞。

在化学元素发现史上,持续时间最长、参加人数最多、过程最为悲壮的元素发现,莫过于氟了。科学家们前仆后继、百折不挠地战斗,表现出视死如归的献身精神和知难而进的进攻性格。

在纪念制取氟单质二十周年大会上,莫瓦桑致答词说:“一个人应该永远为自己树立一个努力为之奋斗的崇高目标,只有这样做的时候,他才会感到自己是一个真正的人,只有这样,他才能前进!”

与死神拼搏的诺贝尔

1833年10月21日，伟人阿尔弗烈·诺贝尔出生于瑞典首都斯德哥尔摩。他的父亲伊曼尼尔·诺贝尔虽是个建筑师，却对实验和发明极感兴趣，尤其醉心于对炸药的研究。小诺贝尔是在炸药的爆炸声中长大的。

19世纪的欧洲，到处都在修铁路、开矿山、挖运河、凿河道。很早以前从中国引入的黑火药，由于爆炸力小，已不能满足生产需要，急需发明新的爆炸威力强大的安全炸药。

1847年，意大利都灵的工业化学家索布雷罗，用硝酸与甘油、甘露醇、蔗糖、糊精等反应，制成一种新炸药——硝化甘油。硝化甘油是甘油（丙三醇）与硝酸的酯化产物，又称甘油三硝酸酯。但索布雷罗由于找不到引燃方法，所以无法将硝化甘油发展成工业炸药。

诺贝尔幼年时曾举家迁居芬兰，还去过彼得堡。青年时曾出国留学，先后到过法国、英国和美国，主要学习化学。1852年他回到瑞典后，跟随父亲研究液体炸药（确切地应说“炸油”）硝化甘油。

在诺贝尔父子眼里，硝化甘油是一种有远大前程却又有种种奇特性质的炸油：燃着的火柴或小火与它接触会熄灭，大面积均匀加热到 180°C 却迅速膨胀而爆炸；受到金属等硬物件撞击、摩擦会立即爆炸，受软金属（铅、锌、锡）物件的撞击却不易爆炸，对