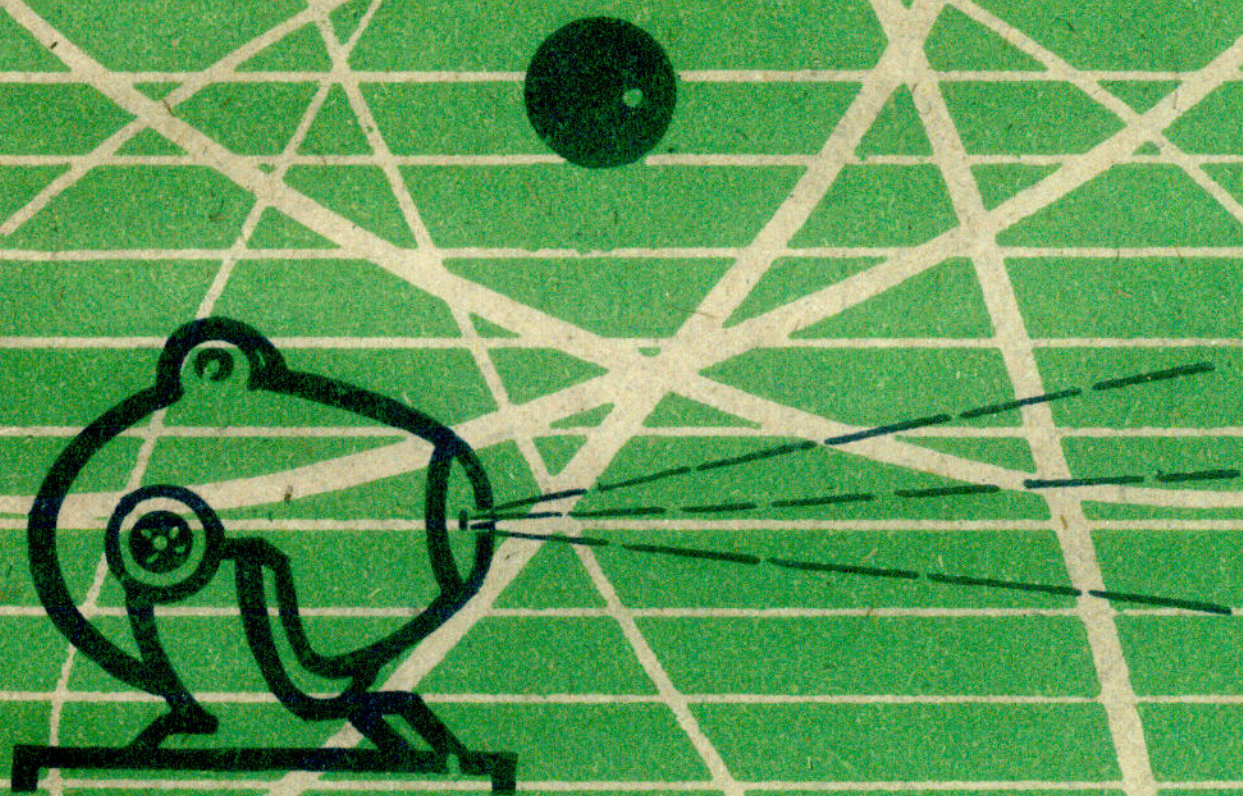


原子能知識小丛书

上海市科学技术协会主編



新兴的辐射化学

科技卫生出版社

新兴的辐射化学

蔡亲颜编写

*

科技卫生出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业许可证出093号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所总经售

*

开本787×1092 耗1/42 印张7/21 字数6,000

1958年12月第1版 1959年1月第2次印刷

印数2,001—12,000

统一书号: T. 13119·225

定价: (七) 0.04 元

目 录

一、輻射化学.....	1
二、化学工业的“促进剂”	3
三、塑料的改造者.....	5
四、为原子能服务.....	7
五、原子能直接轉变为电能.....	9
六、輻射化学实验方法.....	11

輻射化学

过去，人們总以为物質是否容易起化学变化是由溫度、压力、光綫和反应物質的濃度等几种条件决定的。自从发现了催化劑后，化学变化的条件放宽了，原來不容易发生化学变化的物質，有了催化劑在坊，也起了化学变化了。这样就为化学这一門科学打开了一个新的領域；大大地擴大化学在国民經济各部門中的应用。

科学不断地向前发展，人类跨进了原子能时代，又发现了原子核反应所輻射出來的高能粒子和射綫也能促使物質起化学变化。射綫可以使某些不易分解的物質进行分解，例如一杯清水經過射綫照射可以很快地得到氧化氢；也可以使原來不容易起反应的物質发生氧化、还原、聚合、聚解等化学变化，好些催化劑所办不到的事也能够办到了。

在輻射化学研究中，作为射綫源的是核反应器、X射綫或 γ 射綫发生器和放射性同位素，尤其是放射性鈷射綫发生器。

射綫既然促使物質发生各种各样化学变化，这

就决定它将在化学工业、电化学、原子能工业上都获得广泛的应用。现在辐射化学已初步获得了实际应用。

化学工业的“促进剂”

辐射化学在化学工业方面将有广泛的用途。

首先在分解作用方面，利用辐射来制取过氧化氢是一个很好的例子。过去过氧化氢是用过氧化钠或过氧化钡做原料来制造的，现在改用电解的方法。但这两种方法都不及利用射线照射水的方法简单，而且，如果在水里放一些半导体——氧化锌 (ZnO)，过氧化氢的产量还会增加 $3 \sim 5$ 倍。还有象二氧化碳的饱和溶液在一般情况下不会生成甲醛或蚁酸；苯的溶液也不能自动变成酚，可是在辐射作用下都办到了。

再看氧化作用，氮的固定也是一个突出的例子。现在工业上合成氨或者固定氮必须在高温高压和催化剂下进行，可是利用辐射作用，只要有很强的辐射线对着饱和了空气的溶液照射，在常温时也可以使其中的氧和氮化合。如果对着液体空气照射，在更低的温度 ($-190^{\circ}C$) 时，也可以得到氧化氮的产物。现在这一方面虽然还停留在实验阶段，但通过我们的努力，应用到工业上是完全有可能的。

在促进有机化合物反应方面也比其他方法来得优越。例如有机物质的卤化，尤其是芳香族化合物——苯、甲苯、二甲苯等的卤化，需要有催化劑，但将这些化合物与氯混合在一起用射线照射时，就很容易卤化。

在石油热裂方面，射线也是很好的“促进劑”。现在用热裂石油法生产苯，需要复杂的設備和很高的溫度，但在不久前用放射性鈷的 γ 射线照射石油时，发现在常溫下石油就可能变为苯。假如在核反应器中照射石油，結果苯的产量比同量的石油热裂时得到的还多，同时并不生成象碳这种使生产和使用上不方便的付产品。不久的将来，这种方法当可用于制苯的工业生产上。

塑料的改造者

塑料工业是目前化学工业中发展得非常迅速的一个部門。塑料制品有的象鉛那样耐酸，有的象石头那样硬，有的象木头那样輕、象鋼鉄那样結实，它也可以象玻璃那样透明、象紙那样柔軟……。

塑料是由不同的有机物质聚合而成的。聚合就是由简单的分子（叫单体）結合而成巨大的分子的一种化学作用。为了实现这种聚合作用需要高溫高压或催化劑。

輻射化学的研究得出新的有許多优点的聚合方法，例如在輻射的作用下单体不需要高溫高压，也不要催化劑就能起聚合作用，这对难于聚合的单体（如乙烯、丙烯等）和不能加高溫的单体的聚合更有意义。应用輻射作用可以制取具有一定分子量的聚合物，也可以制得具有我們所希望的性質的新的聚合物，例如含氟的塑料——聚多氟乙烯、聚多氟丁烯等等，它們具有許多有价值的性質。

輻射不仅对聚合反应的进行有影响，而且对聚合产物本身也有影响。当高聚合物受輻射时，有些

高分子聚合物分子內的化学鍵发生破裂，生成自由基而分解成几种物质；有些自由基发生了“縫合”过程，重新結合为新分子，就象橡胶硫化时橡胶分子的結合情况一样。

經輻射发生“縫合”作用的聚合物具有許多有价值的性質：它的机械强度被提高了，溶解度却大大的降低。有些聚合物在 100°C 的甲苯或苯溶剂中也不会溶解；耐酸的性質也有显著的提高，假如将一块沒有經輻射照射过的聚乙烯放于沸硫酸中，它立刻就被燒焦；而放进被照射过的聚乙烯，則只有表面少微被燒焦一点。对溫度的穩定性也增加了，沒有被照射过的聚乙烯制品当热到 150°C 时就熔化或不定形的物质，經照射縫合作用的聚乙烯制品在这种溫度时只稍微熔化，而沒有消失自己原来的形狀。

此外某些聚合物受到照射时还会析出气体，經過加热后发生了泡沫，使塑料变成多孔状态，生成泡沫塑料。

为原子能服务

既然这些射线会促使物质起化学变化，原子核反应器本身和它附近的设备材料当然要受到核反应时所放出射线的影响，例如反应器中金属和合金的结构会发生变化，水减速剂由于辐射作用会分解而生成氢和氧的爆炸性混合气体，严重威胁反应的安全。因之研究怎样才使材料设备避免辐射的有害作用，或生产一些对辐射很稳定的新材料是进一步发展原子能事业必须解决的问题。这就要靠对辐射化学进一步的研究来解决。

苏联科学家对在射线的作用下铀、含铀铀合金、锆等材料的研究，已经有了一定的成果。

强射线和中子也会使原子反应堆中用作减速剂和冷却剂的重水和普通水发生分解，产生出氢气和氧气来。由于这两种气体混合在一起，有爆炸的危险，这样便会给反应堆正常工作的进行造成严重的威胁。所以在用重水做减速剂的反应堆中，都设置有精密测量这种爆炸性气体浓度的仪器，并设法把所产生的气体引出来，使它们重新合成为重水。

还有，反应器里铀分裂的结果产生大量的“分裂碎片”，这是各种化学元素的同位素，经常放出 β 射线和 γ 射线。如果它们在反应器里累积起来，当然会妨碍反应器正常的工作。因之必须利用某些物质（例如有机物质）将它们从铀里抽出来。但抽取剂必须具有辐射稳定的性质，才能够多次有效抽取物质。这些问题也得靠辐射化学来解决。

原子能直接轉變为電能

目前原子能发电站是利用原子反应器所发生的热量产生蒸气來发电的。这只应用了一部分原子能，大部分能量都消耗在水的輻射分解方面。事实上，輻射也可能引起电解質溶液产生电化学反应构成原子电池，把輻射能轉變为电能。我們可以想象將來的原子能发电站也許会是这样的：通过反应堆的冷却劑，帶着已发生的热量和吸收的輻射进入热交换器，发生了蒸汽，推动汽輪机組发电。而在热交换器中冷却了的冷却劑又流进一批原子电池組直接产生电流。冷却劑最后又用泵打进反应器，就这样連續不断的工作。

此外，輻射化学的成果也将广泛地应用到其他国民經济部門的生产实践中去。現在，在苏联巴庫的實驗室中，利用射綫照射原油來提高煉油的生产率，已經研究成功了。实验証明，用强射綫照射原油，或者将原油通过裝有放射性鈷的管子，可以使原油的裂解比一般用高溫高压的方法更好地实现。此外，对用射綫合成农葯 666，也做了实验，新的方

法比老的方法來得有效。

上面只是对辐射化学做了簡短的介绍，儘管辐射化学普遍应用在工业上还需要更多的研究，但无疑将有广泛发展的前途。

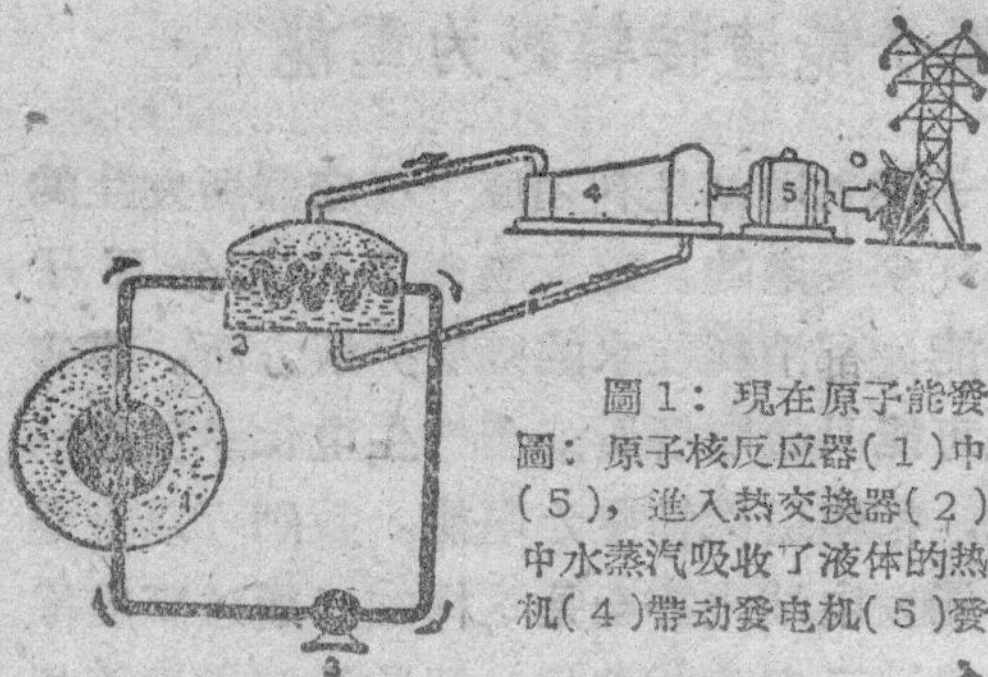


圖 1：現在原子能發電站过程簡圖：原子核反應器(1)中冷却剂經泵(5)，進入熱交換器(2)，熱交換器中水蒸汽吸收了液體的热量進入汽輪機(4)帶動發電機(5)發電。

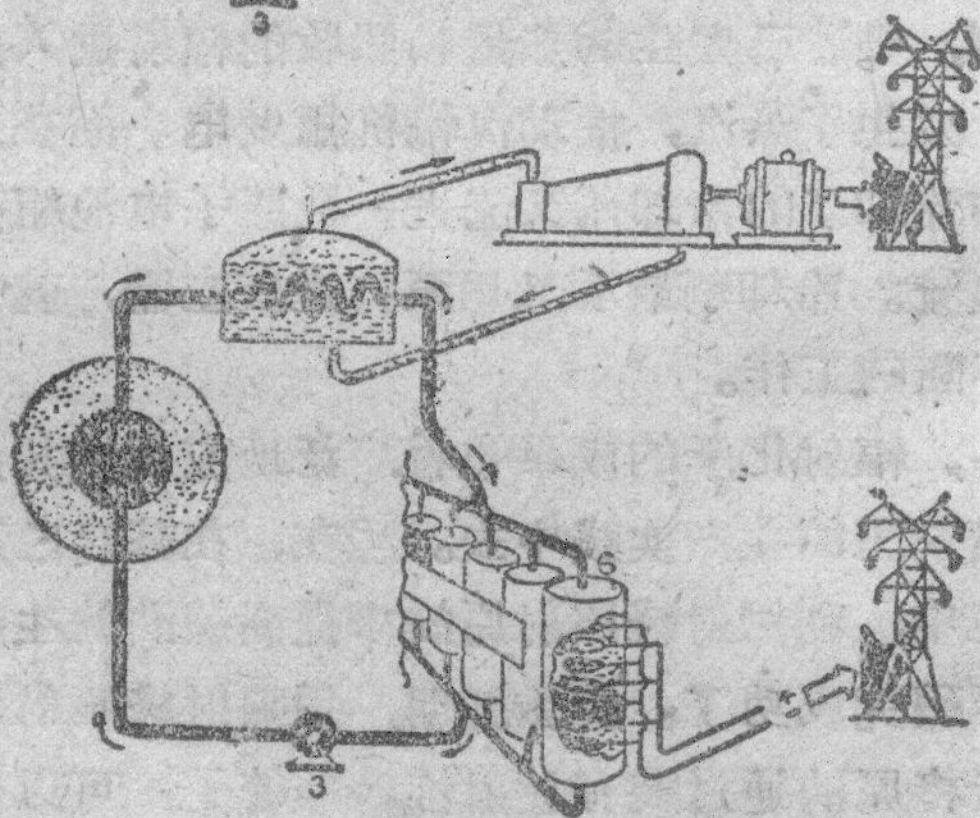


圖 2：將來的原子能發電站：除利用蒸汽發電外，還利用經過熱交換器的放射性物質構成原子電池(6)來發電。

輻射化学实验方法

因为輻射化学的一切实验和操作，都是在射綫的作用下进行的，所以輻射化学所应用的工作方法，也不同于一般化学方法。进行实验的工作人员，必须对輻射源有很好的屏障，才能避免射綫对人体的危害。有一种方法是把作为輻射源的放射性鈷，放在一个鉛制的球形容器中，安置在地面下一米半的地下室里，周圍用混凝土层包圍起来。实验的时候，把要受照射的样品用一个特殊的傳送車送到地下，用远距离操縱的方法使放射性鈷沿着一条隧道跑出来，对样品进行照射。经过规定的照射时间以后，放射性鈷重新回到原来的傳送車提取出来。在操作过程中，在放射性鈷还没有回到容器中去以前，混凝土門是不能够打开的，这样就保证了工作人员不致因为偶然的疏忽誤入室内而受到射綫的伤害。

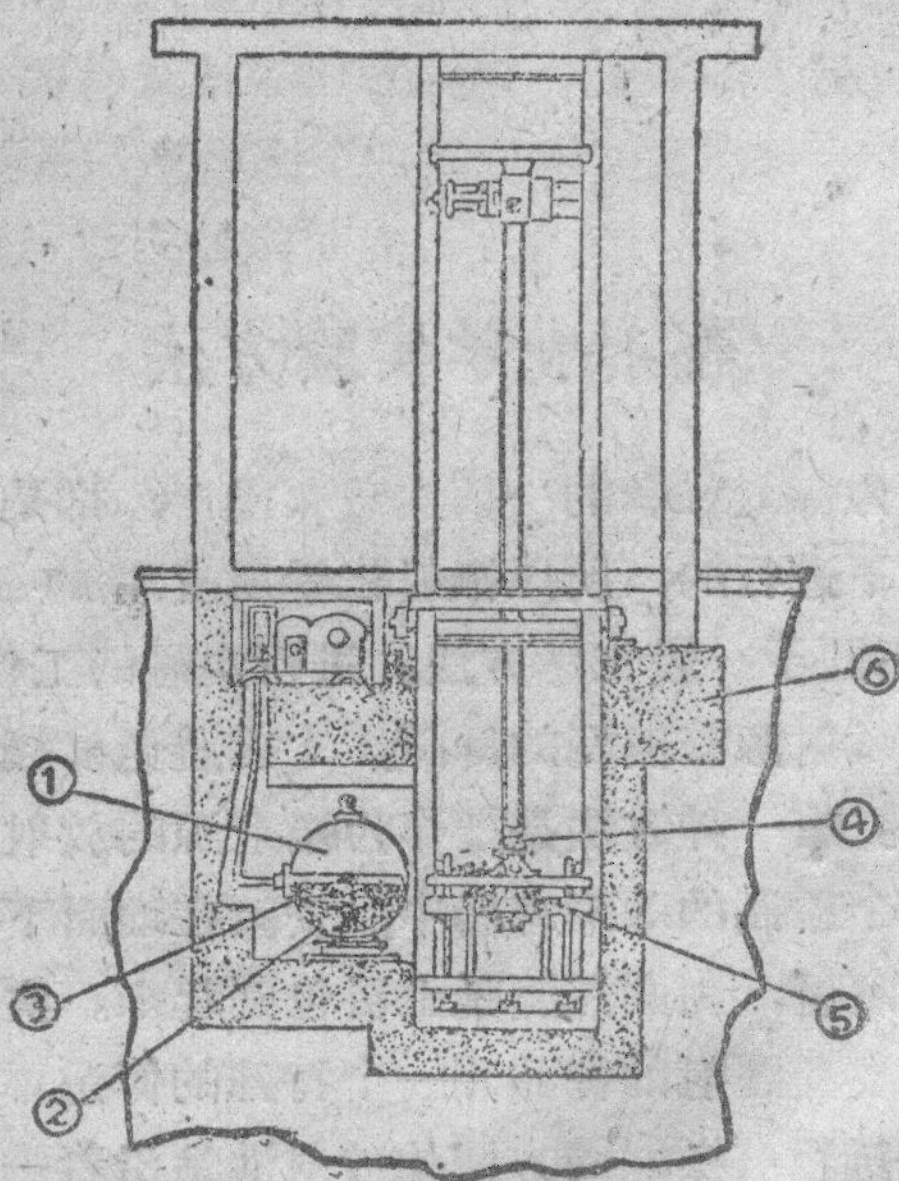


圖 3：小型放射性鈷實驗裝置。

- | | |
|----------|----------|
| 1. 球形容器； | 4. 傳送車； |
| 2. 隧道； | 5. 試驗樣品； |
| 3. 放射性鈷； | 6. 混凝土層。 |