



科技探索·第一视野 王建◎编著



叹为观止的 化学现象



中国出版集团
现代出版社



科技探索·第一视野 王建·编著



叹为观止的 化学现象



中国出版集团
现代出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

叹为观止的化学现象 / 王建编著. — 北京: 现代出版社, 2012. 9

(科技探索·第一视野)

ISBN 978 - 7 - 5143 - 0694 - 1

I. ①叹… II. ①王… III. ①化学 - 青年读物②化学 - 少年读物 IV. ①O6 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 170136 号

叹为观止的化学现象

- | | |
|------|-------------------------------------|
| 编 著 | 王 建 |
| 责任编辑 | 杨立忠 |
| 出版发行 | 现代出版社 |
| 地 址 | 北京市安定门外安华里 504 号 |
| 邮政编码 | 100011 |
| 电 话 | 010 - 64267325 010 - 64245264 (兼传真) |
| 网 址 | www. xdcbs. com |
| 电子信箱 | xiandai@ cnpitc. com. cn |
| 印 刷 | 北京嘉业印刷厂 |
| 开 本 | 710mm × 1000mm 1/16 |
| 印 张 | 14. 5 |
| 版 次 | 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷 |
| 书 号 | ISBN 978 - 7 - 5143 - 0694 - 1 |
| 定 价 | 28. 80 元 |
-

版权所有, 翻印必究; 未经许可, 不得转载

{ 前言 } PREFACE

叹为观止的化学现象

化学是一门研究物质的性质、组成、结构、变化，以及物质间相互作用关系的科学。化学研究的对象涉及物质之间的相互关系，或物质和能量之间的关联。传统的化学常常都是关于两种物质接触、变化，即化学反应，又或者是一种物质变成另一种物质的过程。不过有时化学不一定有关于物质之间的反应。例如，光谱学研究物质与光之间的关系，而这些关系并不涉及化学反应。

“化学”一词，若单是从字面解释就是“变化的科学”。化学是一门以实验为基础的自然科学。化学对我们认识和利用物质具有重要的作用，宇宙是由物质组成的，化学则是人类用以认识和改造物质世界的主要方法和手段之一，它是一门历史悠久而又富有活力的学科，它与人类进步和社会发展的关系非常密切，它的成就是社会文明的重要标志。化学亦经常被称之为“中心科学”，因为其连接物理概念及其他科学，如生物学。当代的化学已发展出许多不同的分支。中学课程中的化学，化学家称之为普通化学。普通化学是化学的导论。普通化学课程提供初学者入门简单的概念，相较于专业化学领域而言，并不甚深入和精确，但普通化学提供化学家直观、图像化的思维方式。即使是专业化学家，仍用这些简单概念来解释和思考一些复杂的知识。

从开始用火的原始社会，到使用各种人造物质的现代社会，人类都在享用化学成果。人类的生活水平能够不断地

提高，化学功不可没。最早的化学研究要算是人类对火的研究。早期的人类使用火烤熟食物，使用火进行其他生产活动。如果没有火，人类不会发明铁和玻璃的制造方法。后来为了追求长生不老，又有了炼丹术。2000年前，人类已广泛使用金、银、汞、铜、铁和青铜。当时的人类文明，对于陶瓷、染色、酿造、造纸、火药等在工艺方面已有一定成就，在技术经验上，对物质变化的理解已有一定观察和文献累积。

早期化学家收集了很多不同物质的资料。在17世纪以前，化学成就并不大。直到1773年，法国化学家拉瓦锡提出了质量守恒定律，并以氧化还原反应解释燃烧现象，推翻了盛行于中世纪的燃素说，才开启了现代化学之路。拉瓦锡因此被尊崇为“化学之父”。接着道尔顿整合当时的化学知识并以自身的实验所得提出了划时代的原子说，此后，一些化学家相继发现了各种化学元素，后来门捷列夫建立了元素周期表，揭示了化学元素之间的内在联系，成为化学发展史上的重要里程碑之一。1901年，化学家诺贝尔以其遗产成立了诺贝尔奖表彰对科学，对人类有贡献者。

20世纪以来，化学发展的趋势可以归纳为：由宏观向微观、由定性向定量、由稳定态向亚稳定态发展，由经验逐渐上升到理论，再用于指导设计和开创新的研究。一方面，为生产和技术部门提供尽可能多的新物质、新材料；另一方面，在与其他自然科学相互渗透的进程中不断产生新学科，并向探索生命科学和宇宙起源的方向发展。

本书从气体、晶体、金属、化学元素、化学材料、化学应用以及化学武器等方面向读者介绍了发生在化学世界中令人叹为观止的各种化学现象。阅读本书，可使读者对化学产生兴趣，从而有动力学好化学，并将其应用于自己的生活和工作中。

CONTENTS

目录 叹为观止的化学现象
TANWEI GUANZHI DE HUAXUE XIANXIANG

气体的奥秘

可以“分割”的空气	2
地球的“棉被”——大气中的二氧化碳	5
让人爱恨交加的臭氧	9
世界上最轻的气体——氢	11
世界上最重的气体——氧	15
在水中溶解度最大的气体——氨	19
令人发笑的气体	22

水——生命之源

揭开水的神秘面纱	28
最受青睐的饮用水——人造纯水	30
死海的故事	35
美丽的“水中花园”	42
黑兽口湖之谜	43
地球最迷人的七大温泉	45
神奇的泉水	49
海洋探宝——化学家的新天地	51
河口化学——从三角洲想到的一门新兴学科	56

地球的宝藏

晶体世界寻宝	64
宝石为什么绚丽多彩	64
石英中的皇后——水晶	69
金刚石与它的“孪生兄弟”石墨	73
石墨粉里“飞”出金刚石	80
人们眼中的“晶体”——玻璃	81
晶洞奇观	86
是谁造出的“仙境”	88
奇特的显示材料——液晶	90
金属王国猎奇	93
古老而又年轻的金属——铁	94
古剑不锈之谜	98
锅中奇才——不锈钢	101
战略金属“铝”建奇功	104
21 世纪的金属——钛	109
液态金属	111
奇妙的银器	114
有记忆能力的金属——记忆合金	118
“烈火金刚”与“抗蚀冠军”——铌与钽	122
稀散三元素——镓、铟、铊	127
稀土金属“十七姊妹”	133

化学元素的奥秘

化学元素之最	140
化学元素与生命	145
人工合成化学元素历史	150
铀不是最后的元素	151
化学元素知多少——元素周期表展望	153
化学材料奇观	154
塑料之王世界上最滑的材料——聚四氟乙烯	159
塑料金花——功能塑料	161
吸水大王——高分子吸水剂	163
弹性之王——橡胶	165
现代魔术师——黏合剂	169
建材奇葩	171
羊毛并不出在羊身上	174
合成纤维的先驱——尼龙	175

化学应用揭秘

空战中的“不速之客”	180
“凯芙拉”从军记	183
遨游大海，梦想成真——人工鳃的产生	187
永不生病的内脏——人工肾、肝、肺	189
开创医学的新纪元——分子病的医治	191
真正的“万能血”——人造血	193
1000 亿个神经细胞——大脑的化学世界	195

蓝色维他命——空气负离子 197

再造“太阳”——受控热核反应 199

土卫六极可能孕育生命 201

化学武器揭秘

恐怖的化学武器 206

“毒气之王”芥子气与它的弟兄们 208

“催泪大王”——苯氯乙酮 211

“速效喷嚏粉”——亚当氏剂 212

“带水果香味的闪电杀手”——沙林 213

令人头疼的“梭曼” 215

新毒王“青出于蓝”，老毒物“青春焕发” 216

新概念化学武器 218

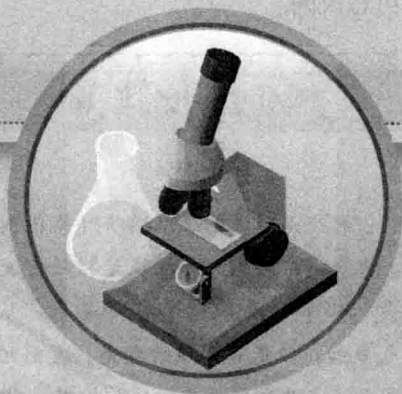
二元化学武器 222

叹为观止的化学现象

气体的奥秘

TANWU GUANZHIDE
HUAXUE XIANXIANG

气体是物质的一个态。气体与液体一样是流体：它可以流动，可变形。与液体不同的是气体可以被压缩。假如没有限制（容器或力场）的话，气体可以扩散，其体积不受限制。气态物质的原子或分子相互之间可以自由运动。气态物质的原子或分子的动能比较高。气体形态可受其体积、温度和其压强所影响。这几项要素构成了多项气体定律，而三者之间又可以互相影响。本章先大致介绍了一般空气的特点，接着详细介绍了一些和人类生活密切相关的气体，如二氧化碳、臭氧、氢气和氨气等，充分展示了它们的神奇和有趣的特点。





可以“分割”的空气

空气是地球上的动植物生存的必要条件，动物呼吸、植物光合作用都离不开空气。大气层可以使地球上的温度保持相对稳定，如果没有大气层，白天温度会很高，而夜间温度会很低。大气层可以吸收来自太阳的紫外线，保护地球上的生物免受伤害。大气层可以阻止来自太空的高能粒子过多地进入地球，阻止陨石撞击地球，因为陨石与大气摩擦时既可以减速又可以燃烧。风、云、雨、雪的形成都离不开大气，音的传播要利用空气。降落伞、减速伞和飞机也都利用了空气的作用力。一些机器要利用压缩空气进行工作等等。

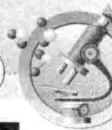
空气是人们赖以生存的必要因素。可是，空气是什么？它是由什么组成的呢？

在远古时代，空气曾被人们认为是简单的物质，直到 1669 年梅猷根据蜡烛燃烧的实验，推断空气的组成是复杂的。德国的史达尔约在 1700 年提出了一个普遍的化学理论，就是“燃素学说”。他认为有一种看不见的所谓的燃素，存在于可燃物质内。例如蜡烛燃烧，燃烧时燃素逸去，蜡烛缩小下塌而化为灰烬。他认为，燃烧失去燃素现象，即：蜡烛 - 燃素 = 灰烬。然而燃素学说终究不能解释自然界变化中的一些现象，它存在着严重的矛盾。第一是没有人见过“燃素”的存在；第二金属燃烧后质量增加，那么“燃素”就必然有负的质量，这是不可思议的。

知识小链接

燃 烧

燃烧一般性化学定义：燃烧是可燃物跟助燃物（氧化剂）发生的剧烈的一种发光、发热的氧化反应。燃烧的广义定义：燃烧是指任何发光、发热的剧烈的反应，不一定要有氧气参加，比如金属钠（Na）和氯气（Cl₂）反应生成氯化钠（NaCl），该反应没有氧气参加，但是是剧烈的发光、发热的化学反应，同样属于燃烧范畴。同时，燃烧也不一定是化学反应，比如核燃料燃烧。



1771年，在瑞典的一个药房里，药剂师卡尔·杜勒做了一个有趣的实验。他从水里夹出了块橡皮似的黄磷，扔进一个空瓶子。黄磷是个脾气暴躁的家伙，它凭空也会“发火”——在空气中会自燃。杜勒把黄磷扔进空瓶子之后，立即用玻璃片盖上瓶口，黄磷燃烧起来了，射出白得炫目的光芒，瓶里弥漫着



空气

白色的浓烟。因为杜勒把瓶子盖死了，所以，黄磷虽然在一开始烧得挺猛烈，但是没一会儿就熄灭了。当杜勒把瓶子倒放到水里，移开玻璃时，水就会自动跑上来，而且总是跑进约五分之一的地方。杜勒感到很奇怪，他想：瓶里剩下的气体是什么呢？当他再把黄磷放进时，黄磷不再“发火”啦。他小心翼翼地一只小老鼠放进瓶子里，只见它拼命地挣扎，不一会儿就死掉了。这件事引起了法国化学家拉瓦锡的注意。1774年拉瓦锡提出燃烧的氧化学说，否定了燃素学说。拉瓦锡在进行铅、汞等金属的燃烧实验过程中，把少量汞放在密闭容器中加热12天，发现部分汞变成红色粉末，同时，空气体积减少了五分之一左右。通过对剩余气体的研究，他发现这部分气体不能供给呼吸，也不助燃，他误认为这全部是氮气。

拉瓦锡又把加热生成的红色粉末收集起来，放在另一个较小的容器中再加热，得到汞和氧气，且氧气体积恰好等于密闭容器中减少的空气体积。他把得到的氧气导入前一个容器，所得气体和空气性质完全相同。

通过实验，拉瓦锡得出了空气为氧气和氮气组成，氧气占其中的五分之一。他把剩下的五分之四气体叫做氮气。氧气能助燃，氮气不能助燃。19世纪前，人们认为空气中仅有氮气与氧气。后来陆续发现了一些稀有气体。目前，人们已能精确测量空气成分。根据测定，证明干燥空气中（按体积比例计算）：氧气约占21%，氮气约占78%，惰性气体约占0.94%，二氧化碳约占0.03%，其他杂质约占0.03%。因此构成地球周围大气的气体空气无色、无味，主要成分是氮气和氧气，还有极少量的氦、氖、氩、氪、氙、氡等稀有气体和水蒸气、二氧化碳和尘埃等的混合物。



空气的成分以氮气、氧气为主，是长期以来自然界里各种变化所造成的。在原始的绿色植物出现以前，原始大气是以一氧化碳、二氧化碳、甲烷和氨为主的。在绿色植物出现以后，植物在光合作用中放出的游离氧，使原始大气里的一氧化碳氧化成为二氧化碳，甲烷氧化成为水蒸气和二氧化碳，氨氧化成为水蒸气和氮气。以后，由于植物的光合作用持续地进行，空气里的二氧化碳在植物发生光合作用的过程中被吸收了大部分，并使空气里的氧气越来越多，终于形成了以氮气和氧气为主的现代空气。

空气是混合物，它的成分是很复杂的。空气的恒定成分是氮气、氧气以及稀有气体，这些成分所以几乎不变，主要是自然界各种变化相互补偿的结果。空气的可变成分是二氧化碳和水蒸气。空气的不定成分完全因地区而异。例如，在工厂区附近的空气里就会因生产项目的不同，而分别含有氨气、酸蒸气等。另外，空气里还含有极微量的氢、臭氧、氮的氧化物、甲烷等气体。灰尘是空气里或多或少的悬浮杂质。总的来说，空气的成分一般是比较固定的。



拓展阅读

二氧化碳

二氧化碳是空气中常见的化合物，其分子式为 CO_2 ，由两个氧原子与一个碳原子通过共价键连接而成，它在常温下是一种无色无味气体，密度比空气略大，能溶于水，并生成碳酸。固态二氧化碳俗称干冰。二氧化碳被认为是造成温室效应的主要来源。

◎ 分层的空气

空气包裹在地球的外面，厚度达到数千千米。这一层厚厚的空气被称为大气层。按照空气的组成及性质，人们把大气层分为几个不同的层，从下到上有对流层、平流层（同温层）、热层、电离层、外层5层。我们生活在最下面的一层（即对流层）中。在同温层，空气要稀薄得多，这里有一种叫做“臭氧”的气体，它可以吸收太阳光中有害的紫外线。热层的上面是电离层，这里有一层被称为离子的带电微粒。电离层的作用非常重要，它可以将无线电波反射到世界各地。若不考虑水蒸气、二氧化碳和各种碳氢化合物，则地



面至 100 千米高度的空气平均组成保持恒定值。100 千米以上 25 千米高空臭氧的含量有所增加。在更高的高空,空气的组成随高度而变,且明显地同每天的时间及太阳活动有关。

◎ “沉重” 的空气

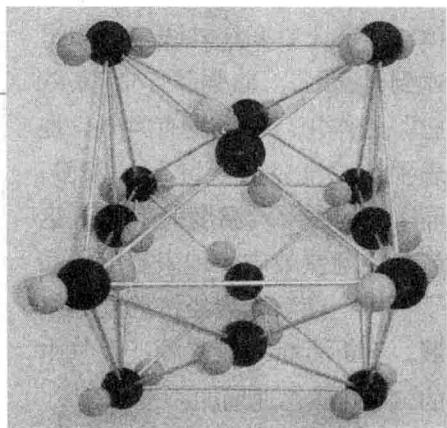
空气看不见,摸不着,但并非没有重量。由于空气存在重量,大气层中的空气始终给我们以压力,这种压力被称为大气压,我们人体每平方厘米上大约要承受 1 千克的重量。因为我们体内也有空气,这种压力体内外相等,所以,大气的压力才不会将我们压垮。

地球的“棉被”——大气中的二氧化碳

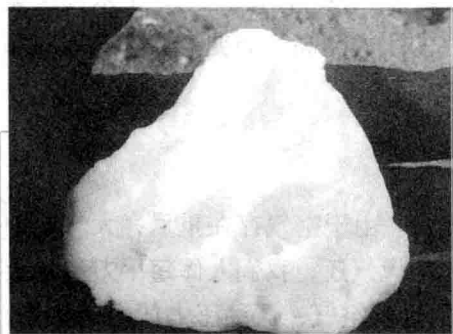
二氧化碳在常温常压下为无色、无味气体。

17 世纪初,比利时化学家范·海尔蒙特在检测木炭燃烧和发酵过程的副产气时,发现二氧化碳。1773 年,拉瓦锡把碳放在氧气中加热,得到被他称为“碳酸”的二氧化碳气体,测出质量组成为碳 23.5% ~ 28.9%,氧 71.1% ~ 76.5%。1823 年,迈克尔·法拉第发现,加压可以使二氧化碳气体液化。1835 年, M. Thilorier 制得固态二氧化碳(干冰)。1884 年,在德国建成第一家生产液态二氧化碳的工厂。

在自然界中二氧化碳含量丰富,为大气组成的一部分。二氧化碳也包含在某些天然气或油田伴生气中以及碳酸盐形成的矿石中。大气里含二氧化碳为 0.03% ~ 0.04% (体积比),总量约 2.75×10^{12} 吨,主要由含碳物质燃烧和动物的新陈代谢产生。在国民经济各部门,二氧化碳有着十分广泛的用途。二氧化碳产品主要是从合



二氧化碳分子模型



二氧化碳压裂

成氨制氢气过程气、发酵气、石灰窑气、酸中和气、乙烯氧化副反应气和烟道气等气体中提取和回收，目前，商用产品的纯度不低于99%（体积）。

二氧化碳不但是绿色植物通过光合作用合成淀粉的不可缺少的物质，同时还起着保护地球的作用，因而通常又被称为地球的“棉被”。大家知道，太阳的短波辐射（主要是可见光）很容易透过大气层达到地球表面。

大气中的二氧化碳和水蒸气一样，对红外波辐射有强烈的吸收作用，能“截留”它，不让它逸散到空间去，因而可增加低层大气的温度，这就是通常所说的“温室效应”。地球上环境温度由于地面和大气层在整体上吸收太阳辐射能量平衡于释放红外线辐射到太空外中的能量而保持稳定。但受到温室气体的影响，大气层吸收红外线辐射的分量多过它释放出到太空外，这使地球表面温度上升，此过程可称为“天然的温室效应”。由于人类活动释放出大量的温室气体，结果让更多红外线辐射被折返到地面上，加强了“温室效应”的作用。如果没有大气，地表平均温度就会下降到 -23°C ，而实际地表平均温度为 15°C ，这就是说温室效应使地表温度提高了 38°C 。随着社会经济的高速发展，不断消耗天然资源，大气中的二氧化碳迅速增加。

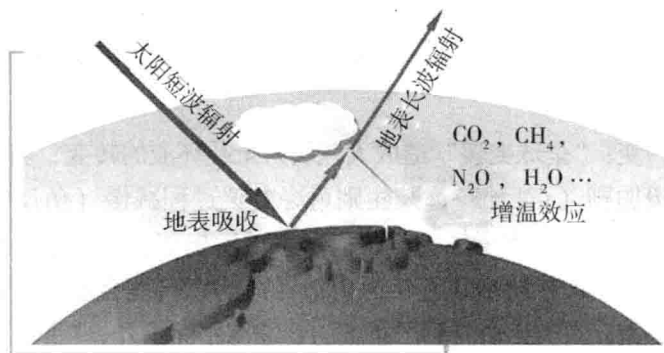
科学家预测，今后大气中二氧化碳每增加1倍，全球平均气温将上升 $1.5^{\circ}\text{C} \sim 4.5^{\circ}\text{C}$ ，而两极地区的气温升幅要比平均值高3倍左右。美国科学家



你知道吗

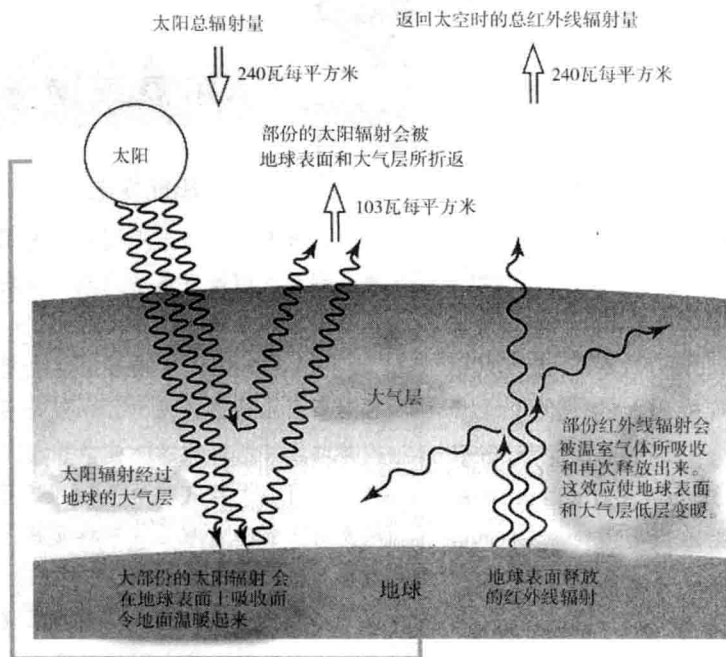
大气层的成分

大气层又叫大气圈，地球就被这一层很厚的大气层包围着。大气层的成分主要有氮气，占78.1%；氧气占20.9%；氩气占0.93%；还有少量的二氧化碳、稀有气体（氦气、氖气、氩气、氪气、氙气、氡气）和水蒸气。大气层的空气密度随高度而减小，越高空气越稀薄。大气层的厚度大约在1000千米以上，但没有明显的界限。



二氧化碳保温

还认为，甲烷的“温室效应”比二氧化碳的效果强 300 倍，氟利昂比二氧化碳强 20000 倍。特别值得指出的是，这些在空气中的痕量气体起着“放大器”的作用，能将二氧化碳的温室效应加以放大，进一步促进地球变暖。对待气



温室效应示意图



候变暖，应一分为二地去看。好的一面，气候变暖可使植物生长期延长，有利于植物生长，有利于农业生产。同时，也应看到气候变暖带来一些不利因素：

①气候转变：“全球变暖”造成大气层云量及环流的转变，当中某些转变可使地面变暖加剧（正反馈），某些则可令变暖过程减慢（负反馈）等不良后果；②地球上的病虫害增加。美国科学家曾发出警告，由于全球气温上升令北极冰层融化，被冰封十几万年的史前致命病毒可能会重见天日，导致全球陷入疫症恐慌，人类生命受到严重威胁；③海平面上升，“全球变暖”会导致海平面升高。全球暖化使南北极的冰层迅速融化，海平面不断上升，世界银行的一份报告显示，即使海平面只小幅上升1米，也足以导致5600万发展中国家人民沦为难民；④气候反常，海洋风暴增多；⑤土地干旱，沙漠化面积增大；⑥经济的影响：全球有超过一半人口居住在沿海100千米的范围以内，其中大部分住在海港附近的城市区域。所以，海平面的显著上升对沿岸低洼地区及海岛会造成严重的经济损失等等不良后果。

温室效应和全球气候变暖已经引起了世界各国的普遍关注，目前正在推进制订国际气候变化公约，减少二氧化碳的排放已经成为大势所趋。为此，世界各国都在采取措施，积极迎接环境变化的挑战，预防气候的进一步变化。迄今规模最大的一次全球盛会——联合国环境与发展大会于1992年6月3日至14日在巴西里约热内卢举行。会议通过了保护世界环境的4个文件，要求各国都必须很好遵守。节约能源，开发新能源，尤其是要发展太阳能、核能，因为太阳能、核能



拓展阅读

太阳能发电

未来太阳能的大规模利用是用来发电。利用太阳能发电的方式有多种。目前已实用的主要有以下两种：

(1) 光—热—电转换。即利用太阳辐射所产生的热能发电。一般是用太阳能集热器将所吸收的热能转换为工质的蒸汽，然后由蒸汽驱动气轮机带动发电机发电。前一过程为光—热转换，后一过程为热—电转换。

(2) 光—电转换。其基本原理是利用光生伏打效应将太阳辐射能直接转换为电能，它的基本装置是太阳能电池。