

随着航天事业的发展，茫茫宇宙空间正逐步成为人类大显身手的理想之处。特别是近年来火箭技术的发展，航天器制造技术的完善和突破，为人类在空间制药创造了有利条件。

在空间制药，具有地球上不具备的优越条件，如失重、高真空、强辐射、无菌等。利用这些特殊条件，可以在空间制造出地球上无法生产或难以生产的特殊药物。

“纯度”这个因素，对制药来说是极其重要的。我们知道，药物分子是一种特殊分子，杂质分子与药物分子很相似。提纯药物，就是将有用的药物分子和杂质分子分开。

提纯药物常采用“电泳法”。在电泳提纯过程中，关键是带电分子受到的电场力与液体的粘滞力的平衡作用。在地面上应用电泳法提纯时，液体微小的流动就会扰乱上述两种力的平衡，而使各种分子混杂起来，从而大大降低了产品的纯度。由于液体各部分的温度不是绝对均匀的，一部分较热的液体就会上浮，而冷的液体却下沉，形成对流。在空间，重力几乎为零，冷而密的液体不会沉至底部，密度较低的液体也不会升至液面，大家都“安分守己”地停留在原处。这样，就能不受干扰地将不同种类的分子分离。美苏等国的空间试验表明，在太空比在地面上分离蛋白质的效率更高。

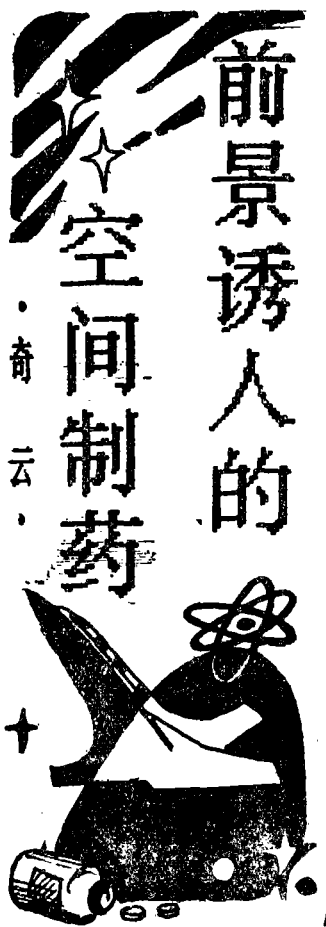
早在1969年，美国国家宇航局就着手研制空间电泳仪。1971年在阿波罗—14号飞船上进行了静态柱状电泳试验，取得部分成功。1972年又在阿波罗—16号飞船上进行了第二次静态电泳试验，取得成功，分离效果良好。1973年在太空实验室—4号上，宇航员用等速电泳将活细胞分离成功。1975年在阿波罗—联盟号联合飞行中，成功地分离了红细胞、淋巴T细胞和B细胞，并从肾细胞中提取了尿激酶。尿激酶有防止血管中形成血栓的能力，可治疗由血栓引起的肺栓塞、脑血栓和心力衰竭等症。在地面上分离肾细胞

中的尿激酶不但十分困难，而且费用很大。目前，分离出供治疗中一次用量的尿激酶耗费的代价约为1000美元。如果按治病需要，仅美国每年就需尿激酶100万剂，总价值达10亿美元。如果在空间分离生

胞移植到人体中，体内就能持续产生胰岛素，这样就能根治糖尿病。

70年代中期，苏联在礼炮6号轨道站上进行了干扰素的生产试验。美国也不甘落后，在空间实现了生产干扰素的愿望。干扰素也是一种非同寻常的药品，它具有较强的抗癌作用，广泛的抗病毒作用，对许多类型的病毒感染和肿瘤起着治疗作用。不过，干扰素十分贵重，想把它制造出来极为不易，提纯就更加难办。大约从45000升的人血中只能提出0.4克干扰素。如果算一笔经济帐，提炼1克干扰素制品，就要花五千万美元。据报道，1979年世界干扰素总产量仅达1克。现在美、日、瑞士等国用遗传工程技术制成干扰素，成本虽下降，但质量尚未完全过关。原因是制取纯干扰素需将由细菌活细胞产生的数百种混合物分离，但地球上的重力影响了对这些混合物的分离。如果到空间进行分离，问题则迎刃而解。其产品不仅纯度高、质量好，而且生产速度极快。在空间一个月的产量，抵地面生产40年的产量。

据报道，德国马普学会研制的空间连续自由电泳仪完成了空间试验并获得成功，日本、法国也开展了空间电泳分离试验。从现在已进行的试验结果看，空间电泳分离技术，是在空间分离蛋白质等药物分子的强有力手段；尤其是连续自由电泳技术，有可能成为空间制药的生产手段。还有一些方法，如凝胶过滤法，由于重力引起局部对流而降低分离效率，也是值得到空间去一试的。人们已知的微生物抗菌药物约有3000余种，由于没有高效提纯方法，大多数目前未得到应用。ATP酶是细胞转换的关键酶，它的几个亚基目前在地面上没法分离，如能在空间将其亚基分离开，将会大大推动细胞工程基础理论的进展。胰蛋白酶是生物工程生产中很重要的催化酶，该酶水解后能使肽链断裂，但其成分极难分开，如能在空间分离，找出酶的活性中心，可以推动蛋



产尿激酶，可使该酶的价格下降十几倍。仅此一项，每年就可节约数亿美元。另外，亦可拯救许多因药价昂贵而“望药兴叹”的病人的生命。

另外一种适合于空间制造的贵重药物，是可以用来治疗血友病的血友病因子 VIII。现在这种药每剂价格约为3000美元。价格昂贵的原因很简单，也是在地球上难以制造。还有一种是胰脏中产生胰岛素的β细胞，在空间运用电泳法，能很容易地将β细胞与其它细胞分离开来。动物试验表明，如果将这些β细

白质工程基础理论工作的进展。

在空间高效率生产贵重药品有着良好的商业前景，已受到各国广泛的注意。美国麦克唐纳-道格拉斯公司实施了代号为 EOS 的空间电泳计划，用了 8 年时间研制成功连续自由电泳仪，并于 1982 年将一台重 263 公斤的电泳系统制药机送上了太空。该公司预计在 90 年代将在空间批量生产 3 种商用药品，每年的销售额可达 10 亿美元。美国宇航局的专家认为，当前我们正处在一个太空制药工业诞生的时代。预计 2000—2010 年间，空间加工的药物将占领医药市场的 25%。

空间环境极有利于物质的结晶成长。而在重力场合，从溶液中析出晶体时，晶体开始成长，其周围的溶质就会结晶析出，造成这部分溶液的比重比周围溶液的比重小，从而形成轻溶液上浮，与重溶液进行位置交换。因此，晶体的成长不均匀。另外，晶体的比重比溶液大，刚开始成长的晶体就会沉降到容器的底部，形成一个凹凸不平的团块（器壁效应），使晶体难于继续成长。

在进行蛋白质结构分析时，采用的是蛋白质 X-射线分析法。这种方法要把蛋白质晶体放在 X 射线的照射下，并研究 X 射线怎样散射到一张底片上，以此分析它们的结构。研究者可以根据散射图象来了解分子是如何构成的。这要用一个结晶理想的蛋白质晶体——其中所有分子都朝同一方向排列——来产生一个清晰得足以供研究的图象。另外，这个供研究的蛋白质晶体不能太小，它的直径必须大于 1 毫米。如果采用中子线分析法，必须要有更大的（直径为 5 毫米）蛋白质晶体。令人遗憾的是，在重力环境中难于获得上述蛋白晶体。目前一个有前途的方向，是在空间生长蛋白质晶体。空间中的微重力环境使液体对流、沉淀和器壁效应等现象减弱或消失，这对晶体生长极为有利。

早在 1983 年哥伦比亚号航天飞机飞行时，生物学家们就开始进

行零重力下制造晶体的尝试。1984 年，德国科学家发表了第一个空间实验结果。该实验是在空间站里生长溶菌酶和 β -半乳糖苷酶的晶体。这些初步研究表明，在空间生长的蛋白质晶体要比地面上用同样条件生长的晶体大得多：可以将地面上难以长大的较大蛋白质—— β -半乳糖苷酶的晶体体积长大 27 倍。而容易结晶的溶菌酶，可长大上千倍。正因为如此，一些有能力从事空间研究的国家，都先后开展了这方面的研究。美国研制出用于空间生长蛋白质晶体的装置，并在 1985、1986 和 1988 三年中先后 5 次在航天飞机上生长蛋白质晶体。1988 年 9 月，美国宇航局的发现者号航天飞机共运载 11 种蛋白质进行实验，带回到地球上的三种蛋白质，不仅晶体大，而且分辨率极高。它们是 γ -干扰素 D、猪胰弹性蛋白酶，以及杜邦公司的异柠檬酸裂合酶。此裂合酶在地球上外形怪异，不规则，呈分枝状。而在空间则是呈棱柱状，很好看。这些晶体给出的 X-射线衍射图象十分清晰，制药商们在设计药物时，可以用它来测定蛋白质三维空间结构。德国一家

公司设计了更灵活的实验装置，并积极准备利用一切空间飞行机会生长蛋白质晶体。法国和西欧的尤里卡计划，也把蛋白质晶体生长列为空间开发的研究课题之一。空间生长蛋白质晶体的研究不仅可能具有深远的理论意义，而且将大大提高生物大分子晶体的培养效率。甚至能在空间这种有利环境中，生长出高质量的生物大分子单晶体，进而使得按人的意愿开辟研究课题成为现实。

在空间还可以生产其它的特殊医用材料。1984 年，在美国挑战者号航天飞机上，成功地生产出了大颗粒等弥散胶乳珠。胶乳珠应用范围很广。在癌症研究方面，用于测量人体肠壁孔径；在青光眼研究方面，用于测量人眼的孔径。它还可以做为一种药物载体，把抗癌药和放射性同位素输送到特定部位。

科学家们预言，随着航天事业的发展，今后人类还可以把“制药工厂”送出太阳系，在宇宙的恒星之间飞行，制造出更多、更好的特异药物。到那时，灵丹妙药从天降，茫茫无际的宇宙空间将会给人类带来更多的福音。

成 功 说 秋 埔

●业精于勤。多数科学家并不都是才华横溢，唯有勤奋、好学，才有希望获得成功。正如爱迪生所说：“成功只属于那些为之流血汗的人。”物理学家钱三强认为：“古往今来，凡成就事业对人类有作为的，无不是脚踏实地、艰苦攀登的结果”。

●开物成务。只有通晓事物的道理，并依据道理行事才能获得成功。物理学家杨振宁以下围棋为例，说明通晓事物道理的过程。对大家很有启发。他说：“如果你有一个原始的想法，不要轻易放弃，可是不要死钻，还应注意别的事情，把视野放大些。这好比下围棋，如果在一块地方你处于不利地位，就不要老钻在那里。换一个地方去发展一个天地。后来情形改变了，也许原来那块地方可以变活”。

●实事求是。从事物理学研究，来不得半点虚假。只有诚实，才有成就。物理学家张文裕说过：“一个合格的科学研究人员，不仅要有广博精深的知识，而且要养成严肃认真、深入细致的科研方法，树立诚实的、实事求是的科学态度。否则，是断然不可能取得什么建树的”。

· 谨言慎行 · 《礼记·缁衣》
言：“民谨于言而慎于行”。凡成就大事者莫不如此。著名学者黄祖洽

说过：“开始探索要大胆，进行研究要细心，遇到问题要多思考，作论断的时候要慎重”。