

0130694

宇宙医学

人 民 卫 生 出 版 社

宇 宙 医 学

余 貽 佩 譯
賈 司 光 校

人 民 卫 生 出 版 社

一 九 六 四 年 • 北 京

内 容 提 要

宇宙医学是从航空医学发展起来的一门新兴学科，也是六〇年代的医学科学者必须具备的常识。本书根据同名日文译出，内容包括宇宙飞行的实验设备、缺氧、体液沸腾、减压、超重、失重、定向和视觉听觉障碍、宇宙射线、紫外线、高低温等宇宙现象和针对这些现象的供氧、抗压、加压服、密封舱等设备措施，旁及训练、救护、通讯、营养以及天体与生命、变龄等，对于有关宇宙医学各方面的知识，作了较全面的介绍，不失为了一本较好的入门书。

宇 宙 医 学

开本：850×1168/32 印张：6²/16 字数：155千字

余 贻 偶 译

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京书刊出版业营业许可证出字第〇四六号)

· 北京崇文区横子胡同三十六号 ·

人 民 卫 生 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 · 各地新华书店经售

统一书号：14048·2992

1964年7月第1版—第1次印刷

定价：(科八)1.00元

印 数：1—3,700

中文版前言

宇宙医学是一门新兴的综合性科学，随着尖端科学与技术特别是火箭技术的飞跃进展，在第二次世界大战以后才得到有组织有系统的发展。目前世界上许多国家在不同程度上着手宇宙医学（包括宇宙生物学）的研究，有关的报导很多，已累积了大量资料。此书包括航空与宇宙医学两大内容，但对宇宙医学的阐述较为系统全面。这是此书的突出之点。宇宙医学是研究人在宇宙空间与天体上生存和工作的科学，包含内容甚广，大体上可归纳为四个主要方面：

1. 阐明宇宙（包括诸天体）与飞行各种因素对机体的危害性以及机体的适应性与耐受限度；
2. 阐明飞行器与各种防护救生工具对机体的影响，并以“人的因素”为依据，提供其设计上必要的数据和资料；
3. 解决人在宇宙衣、食、住与生活环境必需的生理卫生学问题；
4. 确定有效的各种医务保证措施（包括训练制度、生活制度、工作效率与保健等等）。

此书对以上各个研究方面，由理论到实际都做了一定程度的阐述，并介绍了在地面模拟条件下研究航空与宇宙医学的基本设备。各章节的内容似嫌不足，但基本上概括地反映了有关内容的基本知识，特别是理论知识。

书中引用文献较丰富。取材主要是美国的研究成就与日本的部分研究成果；缺少苏联的研究成就是其不足之处。图表较多，有些颇有参考价值。

宇宙医学是在航空医学的基础上发展起来的一门尖端科学，在许多问题上两者不能截然划分。特别是短时期的宇宙飞行更是如此。如低压、缺氧、超重、知觉、温度与训练等都是两者共通的问题，惟在宇宙医学又增添了新的内容。书中有关章节基本上反映了

这一特点，但某些章节过于偏重航空医学而缺少宇宙医学的应有内容。

由于各章节是多人分工执笔，内容的叙述难免重复。为了尽量保存某一问题的完整性与系统性，做了必要的删改。高度的单位不统一，呎与米二者混用；鉴于文献上亦分别使用这两种单位，又为了避免换算数字的烦杂，故未作统一折核。需要时读者可按 $1 \text{ 呎} = 0.3048 \text{ 米}$ 自行换算。文中错误较多，仅对明显者作了改正。

近几年来，宇宙医学的发展颇迅速，对书中部分内容难免产生不足与过时之感。尽管如此，作为航空与宇宙医学基本理论与实际知识的参考书，仍不失其应有的价值。

此书由余貽侗同志精心翻译，并做了部分补充，由本人进行了校核，但由于我们的水平都有限，难免有不当与错误之处，尚希读者指正。

贾 司 光

1963 年 4 月

譯 者 序

宇宙飞行(在现阶段应称为“星际航行”)的实现是现代科学技术最新成就的综合,是工业化水平的集中表现。而宇宙飞行的实现这一事实,又对自然科学提出了更艰巨的任务;它促进和组织现代科学技术力量,推动各门自然科学向更高的目标前进。医学科学也不例外:在航空医学的基础上发展起来的这一门新学科——宇宙医学(又名“太空医学”)是研究宇宙飞行中人的因素的科学;无疑,它在宇宙飞行事业中占重要的地位。宇宙飞行的实践又丰富了人类对宇宙的认识,包括对人类本身的认识。从这一意义来说,宇宙医学对于一般医学科学工作者,也是一项不可缺少的知识。

本书一般地介绍了宇宙医学各方面的基本知识:从地面模拟实验到宇宙飞行的实践,从缺氧、失重等基本现象到宇宙飞行中的营养、救护问题,无不具备;作为一本宇宙医学概论或入门书是适宜的。鉴于国内尚无此类专书出版,爰试译日文本《宇宙医学》(1959)以饗读者,非以炫新,仅供补缺云尔。

译文内容基本上按原文译出,惟由于翻译本书的目的主要在于介绍这门新兴科学的基本知识,因此删节了参考价值不大、科学论据不足的若干章节。但在全稿中仍难免存在错误或含糊之处,尚望读者以批判的态度阅读。

宇宙医学是一门新兴的科学,译者对此缺乏知识,加以本专业技术尚无统一译法,而原书的文体和印刷都很草率,错误颇多,在翻译过程中遇到不少困难,幸承贾司光同志认真审校,本书得以较完善的面目与读者相见,谨赘数语,以志谢忱。

余 贻 偶

1963年4月

目 录

第一章 宇宙医学概论	1
第二章 宇宙飞行的实验设备	7
第一节 导言	7
第二节 实验用密封舱	7
第三节 低压变温舱	8
第四节 人造气候室	9
第五节 失重现象的飞行实验	10
第六节 直线加速度实验装置	12
第七节 高空气球	13
第八节 人体实验离心机	13
第九节 旋转台	15
第十节 遥测仪	15
第十一节 宇宙飞船模拟装置	16
第三章 低气压	19
第一节 缺氧对机体的影响	19
一、概论	19
二、缺氧的发生因素	19
三、缺氧的症状	22
四、缺氧时机体的主要机能改变	23
五、缺氧的分类	30
第二节 航空减压症	33
一、航空减压症的病因	34
二、航空减压症的发生条件	34
三、航空减压症的症状	36
四、并发症和后遗症	36
五、航空减压症的预防及治疗	37
第三节 体液沸腾	38
一、体液沸腾研究史	38
二、体液沸腾的定义	38

三、病理生理学的研究	39
第四节 急速减压和爆发式减压	42
一、体腔气体的膨胀	42
二、减压和意识的关系	45
三、爆发式减压的危险极限	48
四、防护法	48
第五节 供氧装置	48
一、供氧的生理学	49
二、供氧装置改进史	49
三、供氧装置的必备性能	50
四、供氧装置的类型	52
五、氧气	59
六、供氧装置使用法	59
第四章 加压服	60
第一节 加压服的生理学	60
第二节 加压服各论	61
一、全身加压服	61
二、部分加压服	62
第三节 宇宙飞行服的结构	66
一、宇宙飞行服内部的人造环境	66
二、失重	68
三、宇宙射线	68
四、流星	68
五、遮光设备	69
六、宇宙飞行服关节部的屈伸性能	69
七、通讯系统	69
八、宇宙飞行筒	73
第五章 加压舱	75
第一节 加压舱的生理学意义	75
第二节 加压舱	76
一、何谓加压舱	76
二、加压舱的优缺点	76
三、加压舱和吸入氧气的比较	76
四、加压舱的必备性能	76

五、加压舱内的气压调节·····	77
六、飞行高度、加压高度和舱内外压差·····	79
七、加压舱的效能·····	80
第三节 加压舱故障·····	80
一、爆发式减压·····	80
二、空气喷射·····	80
三、温度的影响·····	81
四、相对气体膨胀的影响·····	81
五、急性缺氧与有效意识时间·····	83
第六章 密封舱·····	85
第一节 密封舱的必要性·····	85
第二节 密封舱研究史·····	86
第三节 密封舱的必备性能·····	88
第四节 密封舱的生物学机构·····	89
一、供氧与二氧化碳的处理·····	89
二、营养供应和排泄物的处理·····	90
三、密封舱内小球藻的应用·····	91
四、气压、温度、湿度的调节和尘埃、臭气的排除·····	92
五、宇宙射线和紫外线的防御·····	93
六、其他问题·····	93
第五节 密封舱的机械构造·····	93
第七章 重力(G)·····	95
第一节 重力对人体的影响·····	97
一、重力由头向足·····	97
二、重力由足向头·····	97
三、重力方向与体轴成直角·····	97
四、无重力状态·····	97
第二节 人体对重力的耐受限度·····	98
第三节 对重力的防护方法·····	100
第八章 失重状态·····	103
第一节 失重的产生·····	103
一、自由落下·····	103
二、电梯的实验·····	103

三、水中漂浮·····	103
四、人造卫星或宇宙飞行·····	103
五、弹道飞行·····	104
第二节 失重对人体的影响·····	105
一、循环系统·····	105
二、呼吸系统·····	106
三、消化系统·····	106
四、运动器官·····	106
五、感觉器官·····	108
六、视觉·····	108
七、重力感觉·····	110
八、降落感·····	111
九、宇宙病·····	112
第九章 昼夜交替·····	113
第一节 宇宙飞行与昼夜交替·····	113
第二节 昼夜的生理学周期·····	116
第三节 宇宙空间的睡眠和注意事项·····	116
第十章 宇宙射线·····	118
第一节 宇宙射线的量·····	118
一、宇宙射线研究史·····	118
二、空中宇宙射线的量·····	119
第二节 宇宙射线对人体的影响·····	121
第三节 宇宙射线的防御·····	124
第十一章 紫外线·····	125
第一节 大气中的紫外线·····	125
第二节 紫外线对人体的影响·····	126
一、紫外线缺乏·····	126
二、紫外线对眼的作用·····	127
三、紫外线对皮肤的作用·····	127
第三节 紫外线的防护·····	127
第十二章 温度·····	129
第一节 高温·····	129
一、温度的实质·····	129

二、高温对人体的影响·····	129
第二节 低温·····	132
第三节 舒适温度·····	133
第四节 温度的允许限度·····	134
第五节 高温低温的防护·····	135
一、对高温的防护·····	135
二、对低温的防护·····	136
第十三章 速度与变龄·····	137
第一节 速度演进史·····	137
一、往复式发动机时代·····	137
二、喷气发动机与火箭发动机时代·····	137
第二节 宇宙飞行速度·····	138
一、人造卫星的速度·····	138
二、脱离速度与行星际飞行·····	139
三、解放速度与恒星际飞行·····	140
第三节 速度对人体的影响·····	142
一、速度问题·····	142
二、速度伴随的几个问题·····	142
第四节 速度与变龄的关系·····	143
一、相对论原理·····	143
二、宇宙飞行中的变龄·····	144
第十四章 适应性问题·····	145
第一节 适应性检查的必要性·····	145
第二节 适应性的检查·····	147
第三节 训练计划·····	148
第十五章 宇宙救护·····	150
第十六章 天体与生命·····	155
第一节 生物生存的必要条件·····	155
第二节 其他天体有无生物的研究方法·····	157
第三节 地球以外的天体是否存在生物·····	158
第四节 天体的形成过程·····	159
第五节 生命的起源·····	161
第十七章 宇宙空间的知觉·····	165

第一节	定向	165
第二节	影响视觉的因素	166
一、	对流层诸现象	166
二、	太阳光线	168
三、	地球圈外的反射气体	169
四、	地球光	169
五、	星光	169
六、	黑暗天体	170
七、	从大气层外看地球	171
第三节	宇宙飞行中的听觉	172
一、	有害音响及其防护法	172
二、	无音状态对心理的影响	174
第四节	宇宙航行的人体工学问题	174
第十八章	宇宙旅行的其他问题	177
第一节	宇宙旅行	177
一、	关于速度	178
二、	火箭的发射方向	179
三、	火箭发射时间的选择	179
第二节	通讯	181
第三节	食粮及装备	182
第四节	宇宙检疫	183

第一章 宇宙医学概論

人类生活于地球表面,但活动却逐渐向立体方向发展。从平面扩展看,人类的足迹已遍及南北极。并已在南极极地长期居住,进行国际地球物理年(IGY,international geographical year)的活动。世界最高峯的珠穆朗玛峯等高山已被征服。球形深海探测艇(Батисфера)已深达海底2,000~3,000米。

往上看,种类繁多的飞机飞翔于天空,人造飞行器或成为地球卫星,或成为太阳系行星进行公转。人类的足迹到达地球外其他天体,已不是遥远的将来。人类仅能生存于地面的概念即将过时,人类的宇宙时代即将开始。

人类活动范围日益扩大,保障健康的医学科学当然也要随着扩大。按着人类活动范围的扩展,医学科学将会相应地扩展新的领域(如表1)。

宇宙医学(space medicine)是一门崭新的科学。和宇宙医学相近的还有导弹医学(missile medicine)和天体生物学(astro-biology)。

据1958年3月《航空时代》宇宙飞行特辑号报道:苏联和美国几乎同时提出表2所示的计划,约在2040年到达最终目标。

宇宙医学包括的各种问题,将分别叙述于以下各章节。由总的方面看,宇宙医学研究的基本课题可概括于表3。

所谓宇宙,应该从何处算起呢?从宇宙医学角度考虑的宇宙概念和实际宇宙的概念是不同的。H. Strughold 试图从生物学角度划分宇宙,即从宇宙医学角度,以外界因素对机体的作用程度为划分指标,而不必拘泥于外界因素本身的变化如何。按这种方法划分,称为宇宙当量(space equivalence)。

表1 医学领域的扩展

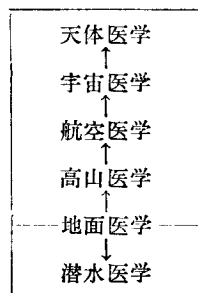
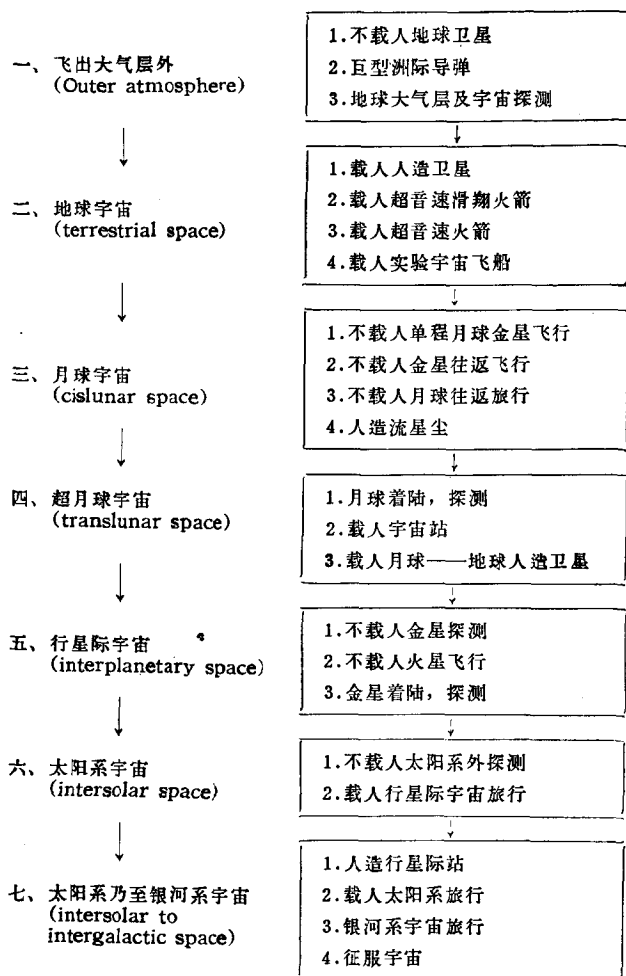


表 2 宇宙飞行计划



高度愈高, 空气愈稀薄; 约在 600 哩(1,000 公里)以上, 空气已不作为连续的媒介物质存在于空间。从物理学角度论, 1,000 公里高度是大气层和宇宙的境界。然从人体机能论, 宇宙的下界远远低于这个境界。Strughold 提倡表 4 的分类:

Strughold 将大气层分为三层(如表 5), 并将大气层细分为下列十层:

表 3 宇宙医学研究的基本课题

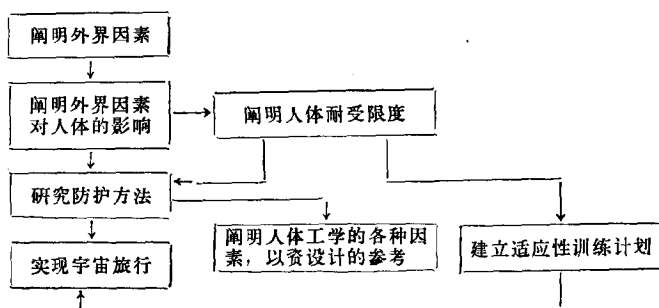


表 4 宇宙的区别(Strughold)*

高 度	区 分
1,000公里	宇宙
200公里	物质存在的极限
20公里	大气机能的极限, 完全宇宙层
	大气机能的上界, 准宇宙层

表 5 大气层划分(Strughold)*

↑能保持飞行的空气动力学层 ↑借助过滤以保护生命的层 ↑能维持生命的气压层

1. 在 50,000 呎高度, 外界气压已等于肺泡内水蒸气压 (47 毫米汞柱) 与二氧化碳分压 (40 毫米汞柱) 之和 (87 毫米汞柱)。已不能由外界获得氧气, 必须供氧呼吸; 不然, 就发生无氧症 (anoxia)。此高度可称为第一宇宙当量高度 (space equivalent level)。

2. 到 63,000 呎高度, 气压低于 47 毫米汞柱, 就会发生体液沸腾。此高度可称为第二宇宙当量高度。

3. 只有在 80,000 呎以下的高度, 才有可能利用压缩外界空气的办法来维持舱内必要气压。超过此高度就必须用密封舱和供氧装置供给空气或氧气。故 80,000 呎高度可以看作宇宙的起点。

* 原书两表的次序是自下而上, 译者特加颠倒, 改为自上而下。

4. 到 120,000 呎高度以上,必须采用某些方法过滤大气;特别需要防御宇宙射线。从宇宙射线的意义上讲,此高度以上可称为宇宙。

5. 在 140,000 呎以上的高度,不存在吸收紫外线的大气层和臭氧等,需防御紫外线,从这一意义上讲,此高度以上已可称为宇宙。

6. 在 80 哩以上的高度,天空漆黑,白昼亦可见到星光。从这个意义上讲,80 哩高度,可以认为是由大气光学(atmospheric optics)向宇宙光学(space optics)过渡的境界。

7. 50~70 哩以上高度,需要设法防御陨石击毁密封舱。

8. 50~100 哩以上高度,空气已不能作为媒介传导音响。

9. 120 哩以上高度,不存在空气;当然不发生空气动力学的推力。

10. 120 哩以上,不存在传导热能的空气,温热仅靠直接辐射。故在此高度以上,密封舱表面已不复发生摩擦生热的现象。

如上所述,从机能上再度划分大气层与宇宙的境界,远远低于物理学的境界。从机能上讲,120 哩已经是完全的宇宙。

天体医学

将来人类踏上其他天体,维持生活,进行活动,必然遇到与地球完全不同的各种问题。解决这些问题的科学——所谓天体医学,已在成长中。

表 6 和表 7 表示各天体的环境因素。根据现实,展望将来,综合地研究一切天体,有赖于宇宙医学、天体医学的发展。直到人类的足迹踏上其他天体,才是宇宙时代的真正开始。

表 6 在月球上与人类生存有关的各种条件

- (1) 27 天绕地球 1 周,连续 $13\frac{1}{2}$ 天是白昼,另外 $13\frac{1}{2}$ 天是黑夜。
- (2) 27 天自转 1 周。
- (3) 月球面向地球的半面永不变换。
- (4) 大气稀薄,仅相当于地球大气的万分之一。
- (5) 重力小,只有地球的六分之一(0.16G)。

- (6) 直径 2,160 哩, 相当于地球直径的四分之一。
- (7) 昼夜温度相差悬殊, 自 100°C 至 -170°C 。
- (8) 表面堆积很厚的尘埃, 含大量放射性物质。
- (9) 表面堆积尘埃, 因而步行困难。
- (10) 无风, 表面脆弱而多尖峰。
- (11) 月球的脱离速度是 1.5 哩/秒。
- (12) 密度小, 若以地球密度为 1, 则月球密度为 0.606。
- (13) 质量为 0.0123。
- (14) 表面多凹陷之处, 可能由陨石冲击造成。