

获取知识,开阔眼界
凭借知识的力量竞相成功



航空航天知识丛书
HANG KONG HANG TIAN ZHI SHI CONG SHU

衣食住行在太空

王 冈 曹振国 主编

北京科学技术出版社
中国社会出版社

航空航天知识丛书

衣食住行在太空

主编 王 冈 曹振国

北京科学技术出版社
中国社会出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

航空航天知识丛书/季羨林总主编. - 北京: 北京科学技术出版社, 1997.10 (科普卷)

ISBN 7-5304-1868-8

I. 航… II. 季… III. ①航空-基本知识-青少年读物
②航天-基本知识-青少年读物 IV. V-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 23747 号

航空航天知识丛书 (科普卷)

衣食住行在太空

主编 王 冈 曹振国

北京科学技术出版社
中国社会科学出版社 出版

北京英杰印刷有限公司 新华书店经销

850×1168 1/32 5印张 105千字

1998年8月第1版 2005年1月第2次印刷

印数: 1—10000册

ISBN 7-5304-1868-8/Z·923

定价: 300.00元 (全套24册)·单册定价: 12.50元

生活在太空	(1)
特殊的航天环境	(2)
冲击和振动	(2)
失重环境	(2)
真空环境	(3)
“流星”的危害	(4)
航天噪声及其危害	(4)
其他不利因素	(5)
宇航员的“家园”	(7)
座舱	(7)
座舱的结构布局	(8)
空间站	(9)
“家园”里的“小气候”	(10)
宇航员的卧具	(12)
“家园”的能源	(13)
太空洗澡	(17)
太空睡眠	(19)
宇航员的个人卫生	(24)
太空中的体育活动	(29)

太空婴儿何时诞生	(34)
太空中的建筑群	(37)
太空织物的性能	(40)
太空织物的强度	(40)
太空衣料的卫生性能	(41)
太空材料的热稳定性	(43)
太空衣料的防火性能	(44)
太空材料的热物理和光学特性	(45)
太空织物总述	(47)
宇航员的服饰	(50)
宇航员服饰的用途和要求	(50)
宇航员的内衣	(52)
宇航员的飞行服	(55)
宇航员的保温服	(56)
宇航员的鞋袜的使用性能	(57)
宇航员的飞行鞋的结构	(58)
宇航员的手套	(60)
预防失重服	(61)
加载式防护服	(61)
负压式防护服	(62)
飞行后防护服	(65)
应急救生全压服	(67)
全压服的作用	(67)
全压服的设计要求	(69)

应急全压服的结构	(69)
应急全压服的受力层	(70)
全压服的头盔	(75)
全压服的罩衣	(76)
全压服的通风服	(77)
全压服的手套	(79)
全压服的鞋袜	(80)
全压服的仪表附件	(80)
全压服上的通讯设备	(81)
舱外活动服	(83)
出舱全压服的构造	(86)
出舱全压服的外衣	(87)
出舱服衣体	(88)
登月全压服	(90)
登月全压服的用途及要求	(90)
登月全压服结构特点	(90)
与众不同的太空饮食	(94)
宇航员的食谱	(94)
宇航员的饮食要求	(95)
航天食品的类型	(96)
宇航员饮食常规	(98)
宇航员的口粮	(101)
美国航天飞机食品	(104)
航天食品的特点	(105)

宇航员的饮用水	(108)
太空疾病与防治	(110)
太空会产生哪些疾病	(110)
宇航员的医疗保障	(113)
太空医院的构想	(115)
太空的白衣天使	(119)
宇航员服用的药	(121)
宇航员应急救生手段	(126)
应急救生食品	(127)
应急救生饮水储备	(127)
应急救生装备	(127)
应急救生漂浮装置	(128)
海上救生服	(129)
服装配套	(131)
通讯及信号设备	(131)
宿营装具	(132)
太空采访	(133)
太空电话	(136)
太空度新年	(139)
前途光明的太空工业	(142)
未来的太空农业	(147)

生活在太空

1957年10月4日，前苏联成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星“卫星”号，标志着人类已经具备了靠人的智慧和力量初步挣脱地球引力把一种重物推出大气层的能力。1961年4月12日，前苏联宇航员加加林驾驶飞船首次进入太空，开创了载人航天的新纪元，人类真正实现了“冲出大气层”的愿望，树立了人类向太空进军的里程碑。随后的30多年，世界航天技术实现了巨大的突破，人上月球，“船”探宇宙，卫星定点，往返天地，真乃花样繁多，日新月异，使人惊叹不已。

航天飞行的成功是几千年来人类积累的物质和精神财富结出的光辉硕果。二次世界大战以来，基础研究包括材料、工艺、医学等领域的长足进展更给它提供了丰富而直接的营养。

航天事业的发展又回过头来，以其自己的成果扩大了人类的眼界，推动了许多学科的蓬勃发展，帮助我们获得更多的，甚至无法在地面上得到的精神和物质财富。

然而，人类不能“赤手空拳”地进入空间和踏上别的星球。他需要解决从地球到遥远的空间或其他星球必然会遇到的所有切身问题：缺氧、失重、低气压、真空、极端温度、饮食、排泄、睡眠、行走、工作……那么人类要生活在太空须具备什么条件呢？

特殊的航天环境

冲击和振动

火箭发射的时候，存在着巨大的冲力，这种冲力是汽车和电车的几十倍。一般人在 0.15g 冲击下，就会感到不舒服。而运载火箭发射时有几个 g 和十几个 g 的冲击力。怎样战胜这种冲击力，人们通过离心装置测定，如果躺在飞船内，在 7g 的冲击力下，可经受 100 秒，在 10g 冲击力下可经受 30 秒钟。利用这一生理特点，让人横躺在飞船内，让火箭用较小的加速度起飞，宇航员就可以摆脱冲击力的折磨而顺利踏上飞往太空的旅途。

振动来源于火箭发动机。运载火箭在发射台点火时抖动，其低频振动最大，但时间很短。随着上升速度迅速增大，气动力更会引起火箭剧烈振动。上升到一定高度时，大气密度减小，振动逐步减弱。由于火箭点火发射上升所需的时间只要 2 分多钟，因此，只要采取适当的减振措施，振动并不是十分严重的威胁。

失重环境

失重是人进入飞行轨道遇到的一个特殊物理因素。宇宙

飞船绕地球轨道作圆周运动时，飞船运动的离心力和地球对飞船的引力相等，由于这两种作用力方向相反，使飞船中的人和物体处于一种失重状态。宇航员在太空飞行，少则几天、几个月，多则一年甚至几年。长期处在失重条件下，对人体产生许多不良影响。人在长期稳定的地心引力条件下生活，重力对人体各部分的作用不同，因而形成了一定的比例，骨骼结构的坚固性和它的功能，肌肉活动、体液分布的特点，保证了人体对重力的对抗，使人得以生存和发展。习惯于地球重力条件下生活的人，一旦进入失重环境，人体重量就会顿然消失，行动起来就会身轻如燕，犹如飞翔在空中，有“飘飘然”的新奇感，吃饭、喝水、穿衣、睡觉等一切生活同地球重力环境有根本的区别。更为重要的是，在失重环境下，人的生理功能也要发生变化，如血液要重新分布，大量血液涌向上身，骨盐代谢紊乱，骨质会严重失钙。多数初入失重环境的人出现类似地面晕车、晕船的航天综合征。

失重并不会引起严重的生理障碍，消除了失重危害人体安全的顾虑。只是人在失重条件下生活与地球上有许多不同，人必须从生活内容、生活方式、生活习惯上要适应失重的变化，采用全新的方式进行。

真空环境

随着飞船离开地面高度的增加，空气越来越稀薄，大气压强不断下降。人在这种环境中生活，必须采取特殊的保障措施，如载人飞船必须天衣无缝，并在飞船内造就人工的小

气候，与地球气候大致相似，以保证宇航员的正常生活和工作。考虑到飞船漏气和裂纹等故障时，不使宇航员暴露在真空环境中，宇航员必须身着宇航服，以加强自我保护。

“流星”的危害

当地球公转经过某些流星体轨道时，流星体会以每秒 11 至 73 千米的速度闯入地球大气层，与大气分子剧烈撞击和摩擦，产生强烈的热和光，这叫“流星”现象。没有燃烧完的流星体落到地面上来叫做“陨星”。根据其化学成分可分为陨石、陨铁、陨铁石。目前世界上已发现的陨星约 1700 颗。另据卫星测量，每天约有 3000 吨的流星物质进入大气层，形成宇宙尘。此外，自 1957 年发射第一颗人造卫星以来，全世界已发射了 3000 多颗卫星入轨，目前约有 1600 颗卫星尚在轨道运行。每发射一颗卫星，在太空要留下 10 个左右的辅助设备残骸。这些卫星寿终正寝后的碎片及其辅助设备的残骸，散落在茫茫的宇宙中，形成新的流星，即宇宙垃圾。1983 年，前苏联发射的一颗宇宙系列人造卫星，曾被宇宙垃圾击中留下了撞击的伤痕。1984 年美国“挑战者”号航天飞机返回地球时，发现一处有直径为 1 厘米的裂纹，经查实系 0.2 毫米左右的涂料碎片撞击所致。

航天噪声及其危害

在发射上升阶段的噪声，主要是火箭发动机所产生的喷

气噪声和飞船通过稠密大气层所产生的摩擦噪声。当发动机点火时，地面噪声最大，噪声以发射台为中心向四面扩散，这一阶段噪声持续时间为 120 秒。其中飞船起飞后 60 秒时总声压级最大，高达 162 分贝，其舱内噪声达 125 分贝。

在轨道飞行阶段噪声，主要来源于飞船舱内的生命保障体系。由于生命保障体系必须始终保持运转状态，因此噪声一直伴随着宇航员，其总声压达 30~75 分贝。

根据地面测定，人耳所承受的噪声是有限度的，声压超过 140 公贝时，会引起耳痛，超过 160 分贝，会损伤听觉机构。45 分贝噪声会妨碍通话，30 分贝以上的噪声，会干扰睡觉和休息。噪声声频若接近人体腹部的自然频率，还会造成人的内脏移动，导致肠胃紊乱，出现头晕和呕吐等病状。据此，为太空飞行制定了噪声的容许标准。这些标准是：上升和返回阶段舱内容许噪声为 125 分贝，轨道飞行阶段容许噪声 30 昼夜飞行行为 60 分贝，8 昼夜飞行行为 75~80 分贝。采取以下措施防止噪声的干扰，座舱壁衰减噪声 30~40 分贝，宇航服可衰减 5~10 分贝，头盔可衰减 20~25 分贝。这样以来，到达宇航员耳朵和身体表面的短时噪声强度就只有 115~120 分贝，是能够抗拒的。

其他不利因素

超重、高能粒子、宇宙线等空间环境对宇航员太空飞行也有影响。

载人飞船在上升阶段的加速度达 8g，再入大气层时减速

度达 $11g$ ，在加速度作用下，人体的体液和内部组织发生位移，引起胸痛、呼吸困难、肌肉紧张、极端受压、流泪黑视。

载人飞船在外层空间飞行，失去了大气层的保护，完全处在紫外线、宇宙线、高能粒子的包围之中。在这种状况下，人若没有特殊保护一刻也不能生存。

宇航员的“家园”

座 舱

座舱是整个载人飞船或空间站的核心部分，由于要为宇航员提供类似地球环境的生活条件，其特点一是坚固，座舱的结构要有足够的强度与刚度，经受大气层的剧烈摩擦而不解体，能承受 200℃ 以上温差的变化不变形，能在辐照和强烈振动的条件下可靠地工作；二是轻便，轻便是航天器设计的重要指标，发射飞船时，运载火箭的运载能力与有效载荷（卫星或飞船）的比例大致为 100:1，即 100 千克的火箭仅能把 1 千克的有效载荷发射入轨；三是密封好，飞船运行在几乎没有空气的太空，轻微结构变形都会导致飞行器内部气压的变化，使仪器设备失灵，导致严重的人身事故。

因座舱的设计不仅要考虑到发射时的要求，还得考虑返回时经受巨大的大气摩擦，外形选择十分讲究。从前苏联第一艘载人宇宙飞船“东方”号到美苏两国的航天飞机，外形可分为两种类型。其一是无翼式，前苏联的“东方”号飞船、“上升”号飞船、“联盟”号飞船，美国的“水星”号飞船、“双子星”座飞船等均属于无翼式。这种无翼式飞船，结构简单，工艺技术要求略低，工程上易于实现，其缺陷是不能获

得很大的升力，返回地面时，宇航员无法控制飞船的落点。其二是翼式，美苏两国研制的航天飞机就是这种类型，能够获得巨大的升力，能在预定的机场跑道降落。

座舱的结构布局

太空居室必须注意合理的结构布局，这不仅是宇航员生活舒适的需求，也是太空居室本身的需要。座舱中需要安置座椅、仪表、照明灯、生命保证系统、通信系统以及各种服务设施和设备。还要保障宇航员有足够的活动空间，要考虑宇航员进出方便，要有逃逸口。如果发生故障，需要紧急弹射时，座舱门要能自动打开，保证宇航员安全逃离，确保安全。如果是海面降落，返回的座舱必须密封。无论降落在海面和地面，座舱必须经得起冲撞而不损坏。此外，座舱还应有开阔的视野，宇航员可以透过飞船的石英玻璃舷窗欣赏太空壮丽的景色，观察发射前的各种准备活动，飞船在太空轨道上对接情况，返回时点火姿态和着陆情况，使宇航员在太空生活中有兴奋感，在太空活动中有安全感，同时也是对地观察的需要。

“天空实验室”由工作舱、太阳能望远镜、过渡舱等5部分组成，总重77.5吨，有效容积360立方米。宇航员居室是其主体部分，是个长约15米，直径为7米的圆柱体，用隔板隔成卧室、餐室、观察室和盥洗室。卧室内有床铺、书柜、衣柜等生活设施。从1973年5月到1974年2月，先后有第三批9名宇航员在“天空实验室”工作，分别停留了28天、59天、

84天，拍摄了太阳观测照片18万多张，地球资源照片4万多张，进行了材料加工和医学、物理、化学等数百项科学实验。

空间站

前苏联的“礼炮6”号空间站是1977年9月29日从丘拉坦空间发射场发射的。初始轨道近地点219千米。远地点275千米，轨道倾角51.6度，周期89.1分。“礼炮6”号主要由一服务舱和两个可居住的密封舱组成。这两个密封舱1个位于站体后边的过渡舱，1个是工作舱。工作舱系由两个不同直径的圆柱体构成，中间同舱间段连接起来。“礼炮6”号设有两个对接装置和20多个观测窗口，“礼炮6”号所装载的观测仪器设备，均比以前各型号所载仪器有所改进。当“礼炮6”号同两艘“联盟”号飞船对接后总长可达30米，总重约32吨。

工作舱是空间站的中心。舱内设有各种仪器设备、控制中心、电传打字机及宇航员体育锻炼设施、医学监控设备、卫生设备，废品贮存容器、两架遥控相机等。过渡舱设有天文观测定向设备、照相控制设备等。在过渡舱和工作舱的舱间段中，装有生物医学设备，以及光谱仪、多光谱摄像机、两台黑白站内摄影机、3台站外摄影机和1台彩色摄影机。服务舱呈圆柱形，由螺栓固定在工作舱后面。舱内装有机动变轨系统、燃料箱、气箱、供电线路设备、姿态控制发动机、交会信标、电视摄像机、对接装置闪烁信号灯、无线电天线系统、太阳能电池帆板、对日定向设备等。工作舱长9米，

衣食住行在太空

直径 2.9 米至 4.2 米，容积 90 立方米，是宇航员工作和生活的居室，自发射上天，先后有数批宇航员进入其间进行了时间不等的太空飞行。

“家园”里的“小气候”

“气候”，包括座舱温度、湿度、气流等方面。为造成与地球相似的生活环境，宇宙飞船设计时采取了一系列十分可靠的技术手段。其一模拟大气的混合比例，造成大气条件。太空的空气异常稀薄。在 200 千米的近地轨道，大气压力仅为地面的六百万分之一。人若无保护，就会造成体液沸腾，失去意识。因此，座舱大气的确定，是载人航天的一个重要考虑。为保证座舱内有近似地球的大气环境，座舱采取一个大气压的氧、氮混合压力制度，用罐装气体或电解供氧的办法使座舱中氧气占 80%，氮气占 20%，保障宇航员每人每天所需的 576~930 克氧气。对每人每天呼出的约 1000 克二氧化碳，采用分子筛吸附等方法处理，规定其浓度不大于 1%。其二，保持座舱内适当的温湿度。座舱通过自动调温、调湿和通风系统来实现温湿度的控制。座舱热源首先来自人体热，每人每天大约产生 75~150 大(314~628 千焦)卡，占总热量的三分之一；其次太阳辐射和各种电子仪器散发的热量，亦占三分之一左右。除座舱壳体采取隔热措施外，还采用专门的热交换器，把多余的热量吸收和辐射出去，使温度维持在 18~25℃。人体每天呼吸、出汗和皮肤蒸发排出水分 1.5 升，对座舱内形成水蒸汽，不及时除去，会使电路造成短路，座舱采取冷凝和化学吸收办法，使相对湿度控制在 30%~70%