

[美] R·L·DeHART 主编
《航空航天医学基础》翻译组 译

航空航天医学基础

HANG KONG
HANG TIAN
YI XUE
JI CHU

解放军出版社

航空航天医学基础

HANGKONG HANGTIAN YIXUE JICHU

〔美〕R·L·Dehart 主编

《航空航天医学基础》翻译组译

译者（以姓氏笔画为序）

于立身 王 彤 王志翔 田振明 石勇兵 苏先模

陆惠良 邹 鲁 邵 南 李 伟 李革新 张有谟

孟昭璐 郑学秀 秦文翰 饶毓菩 谢兆云 樊树桐

校者（以姓氏笔画为序）

朱增强 秦文翰 饶毓菩 戴自明

解放军出版社

1990·北京

内 容 提 要

本书概述了航空航天医学发展史、现状及未来展望，重点介绍了航空航天环境因素对人体的影响及其防护，临床航空医学问题，空、陆、海三军航空医学勤务，民用航空的医学保障以及航空航天工业对公众健康的影响。各章均由专家撰写，材料翔实，总结了该学科近年来的研究新成果。此书对从事航空航天医学和航空航天工程的工作人员均有重要参考价值。

R · L · Dehart
Fundamentals of Aerospace Medicine
Lea & Febiger, 1985, Philadelphia

航空航天医学基础

〔美〕R · L · Dehart 主编

《航空航天医学》翻译组译

人民军医出版社编辑
解放军出版社出版发行
(北京平安里三号)
(邮政编码100035)
北京孙中印刷厂印刷

开本 787×1092毫米 1/16 印张 50.5 字数 1248 千字
1990年2月第1版 1990年2月(北京)第1次印刷

ISBN 7-5065-1447-8/R·25

(本书发至师以上卫生单位公阅)

出版说明

《航空航天医学基础》一书反映了航空航天医学近10多年来的新进展，内容丰富，几乎涉及该学科的所有方面，并附有大量插图和参考文献。本书对从事航空航天医学研究及临床工作的人员，都有较大参考价值，故此组织空军第四研究所和空军总医院翻译出版。

人民军医出版社

译者的话

《航空航天医学基础》一书反映了美国航空航天医学近10多年来的新进展，内容较丰富，几乎涉及该学科的所有方面，重点介绍了高空生理学、生物动力学、人机工程、航空救生、航空医学勤务、民航医学、临床航空医学等。各章均由专家撰写，附有大量插图和参考文献。本书对航空医生、航空医学教学研究人员、临床航空医生以及航空航天工程人员都有很大参考价值。

此书的翻译工作得到空军航空医学研究所和空军总医院领导的热情关怀和赞助，特此致谢。陈祖荣同志生前审校了第十七章，饶毓善、金经得两同志整理了按汉语拼音字母顺序的名词索引。谢兆云、孟昭璐、王彤、张有谟、陆惠良同志做了不少文字加工方面的工作，为此书顺利出版付出了辛勤的劳动。

由于译校者水平有限，翻译不当之处望读者批评指正。

《航空航天医学基础》翻译组

1988年6月

前 言

这本教科书反映了航空航天医学专业生气勃勃不断发展的特点。本世纪初以来,航空工业有了迅猛的发展,军事航空和民用航空的飞速发展要求为飞行人员服务的医务系统也要有相应的发展。已经取得和正在不断取得的技术进步,使运送机组人员、乘员、军队、病员和货物从时间、规模、重量和距离,都大大超过了人们早先的估计,虽然业已证明航空是一种重要的日益迅速发展的运输方式,但它也为战争和人类探索外星提供了新的手段。

在过去的岁月里,随着航空工业发展,与飞行员有关的各种负荷,如加速度、速度和高度等问题的重要性日益为人们所了解。人们对飞行环境不断扩展而造成的历史性事件一直在作分类工作。研究和探索对人体生理作用的必要性已为人们所认识并执著地进行着。虽然研究无动力气球飞行的影响是很重要的,但与动力推进飞行有关的各种负荷的频度和大小增加了研究工作的紧迫性和复杂性。

第一次世界大战促进了航空医学领域中教育和调查研究工作的共同发展。战争初期,人们强烈地怀疑人的因素是造成许多飞行事故和死亡的原因。1917年,美国陆军航空处在纽约州明尼俄拉的海兹尔赫斯特·费尔德筹建了一所培养航空医生的学校和一个医学研究所。为减少飞行事故和人员损失,最初的工作集中在飞行员和其他机组人员良好的体格和采用较严格的体检标准。1918年,第一期“航空医生”结业。飞行事故和死亡人数的急剧减少是这些人献身工作的直接结果。此后,航空医生就与飞行员的健康和安全紧密地联系在一起了。随着医务责任范围的扩大,发展中的航空工业卫生学既涉及空中任务也涉及地面活动。设在海兹尔赫斯特·费尔德的学校和研究所于1959年迁至得克萨斯州圣安东尼奥的布鲁克斯空军基地的现址。该学校现称为美国空军航空航天医学院。

作为一个职业领域,航空医学几乎从一开始就清楚地显示出需要集体的努力,医生、生理学家、心理学家、兽医、护士、牙科医生和其他有多种技术和兴趣的科学家现正为从事飞行的男男女女而贡献着他们的时间和精力。

虽然开始时重点是在军事方面,但由于民用航空的飞速发展,今天已经有了一个有献身精神的、合作的、世界性的军民航空职业领域。还有一些学校和研究所正致力于科学资料的收集和重要信息的传播。

航空航天医学中有关这些方面的典型事例,在会议上许多国家的医学科学家讨论了复杂的和各种各样的资料。各种期刊和教科书也有助于记载和传播已积累起来的知识。本教科书由40多位作者撰写,内容包括了航空航天医学的各个领域。每位撰稿人都是该专业公认的专家。这些撰稿人继承了50多年前由Louis H. Bauer医生开创的传统,他以《航空医学》一书奠定了第一块基石。Bauer医生的著作由Harry Armstrong以及最近由Hugh W. Randal的贡献得到了发展。因而,本书保持了这一传统,即列举航空航天医学领域中有争议问题的基本原则。本书既是一本学生用的实用教科书,也是一本航空航天医学工作者最有价值的参考书。

Howard W. Unger医学博士

(陆惠良 译)

序

从历史上讲，经典医学只考虑在正常或地球环境中发生生理异常或患病的病人。然而，自从航空问世以及随之航天的出现以来，航空航天医学主要关心的是处于异常飞行环境中的飞行人员及其正常的适应生理学，经典医学中把疾病和环境并列加以考虑的方法是航空航天医学的基础，飞行有可能使人暴露于超过其适应能力的各种负荷之中。可得到的氧气的减少、气压的下降、温度的过高和过低、感觉输入的混乱和生物动力学的加速度力等等只是在飞行中所受到的不寻常负荷因素的一部分。这样，人类发现自己所处的环境充满着在地面上所体验不到的种种挑战。

飞行的要求是严格的，有时只有无缺陷或不失能，具有高超神经运动功能的人才能胜任。这些人是在航空医学领域中医生们心目中的正常人群，

本教科书是为专用航空飞行员提供专业照顾和咨询的医生们准备的，也是为保障航空运输企业、国防部和国家航空航天局的航空航天医学专家准备的，本书也是为学生、居民和对这方面知识有爱好的人撰写的，本书的目的不是成为所介绍的每项内容的论文集，而是对构成航空航天医学实践基础的主要问题的全面综述。对于那些期望得到更多知识的读者，可参考每个部分后面推荐的读物。

为便于学习和作为参考书使用，本书内容共分五篇。

第一篇回顾了航空航天医学演变至今的历史。这一篇的后一部分对于当本世纪我们进入航空航天系统转折点的时刻，航空航天医学需要作出什么贡献作出了预测。

第二篇明确航空环境所存在的问题并讨论飞行对人体生理学的影响。本篇还探讨了飞行负荷环境下把人作为操纵者或乘客来防护的目前的水平。

第三篇介绍选拔飞行人员所需要考虑的医学问题。对飞行人员的保健问题则从基层医学和咨询专家的角度加以论述。重点是飞行环境中乘客和需作航空医学鉴定的病人。

第四篇论述特定飞行活动中特有的，有时还是复杂的要求。讨论了三军（陆军、海军和空军）和航空公司的航空医学计划，专用航空的医务保障以及在载人航天活动中复杂的航空医学专业问题。

最后一篇（第五篇）探讨了航空航天工业对更广大的公众所产生的医学影响。本篇讨论了国际卫生界对飞机传播疾病、与航空工业有关的职业危险和航空航天活动在环境方面的潜在影响等问题。

本书的撰稿人都是各个领域中最受尊敬和最权威的专家。许多撰稿人不仅是航空航天医学专家，而且还持有第二种医学专业的证书或在工程或科学学科中有研究院学衔。他们代表了工业界、学术界、政府和军队的多学科的人才精英。他们都有学会职务，且多数撰稿人都在对政府首脑机构的政策有影响的全国性和国际性咨询机构里工作。

Roy L. Dehart 医学博士

（陆惠良 译）

目 录

第一篇 航空航天医学的过去、现在和未来	(1)
第一章 历史的回顾.....	(3)
第二章 近代的透视.....	(20)
第三章 未来展望.....	(32)
第二篇 飞行环境生理学	(47)
第四章 生物圈.....	(49)
第五章 呼吸生理学.....	(57)
第六章 压力环境的防护：座舱增压和氧气装备.....	(90)
第七章 减压病和肺超压事故.....	(109)
第八章 生物动力学：瞬时加速度.....	(134)
第九章 生物力学：持续性加速度.....	(165)
第十章 振动、噪声与通讯.....	(206)
第十一章 飞行中的空间定向.....	(245)
第十二章 生物圈外.....	(315)
第三篇 航空航天医学的临床实践	(331)
第十三章 飞行员的健康维护.....	(334)
第十四章 临床航空航天心脏病学.....	(348)
第十五章 航空航天医学中的眼科学.....	(383)
第十六章 航空航天医学中的耳鼻喉科学.....	(421)
第十七章 航空航天医学中的神经精神病学.....	(442)
第十八章 航空医学中其他重要的内科及外科情况.....	(470)
第十九章 飞行中的乘客与病员.....	(488)
第四篇 实用航空航天医学	(503)
第二十章 航空航天医学在美国空军中的应用.....	(506)
第二十一章 陆军航空医学.....	(519)
第二十二章 海军航空医学.....	(534)
第二十三章 民航医学.....	(554)
第二十四章 对航空公司的航空医学支援.....	(573)
第二十五章 民航职业飞行员的航空医学康复及健康保障.....	(589)
第二十六章 联邦航空局在航空航天医学中的职责.....	(603)
第二十七章 飞机事故调查.....	(626)
第二十八章 航空航天医学中人的因素.....	(669)
第二十九章 航天生物医学问题.....	(691)
第三十章 飞机事故、生存和救援.....	(707)

第五篇 航空航天工业对公众健康的影响	(729)
第三十一章 飞机在疾病传播中的作用.....	(731)
第三十二章 航空工业的职业医学保障.....	(742)
第三十三章 航空对环境的影响.....	(774)
索引	(788)

第一篇 航空航天医学的过去、现在和未来

医学对航空和航天飞行的贡献始于载人无系留热气球的升空，继而随着新的航空和航天系统概念的发展而不断发挥其作用。通过航空发展史和从航空向航天的过渡可以观察了解航空航天医学的成熟过程。

Icarus 离太阳过近的飞行，达芬奇的人力飞机图稿，Wright兄弟的双翼动力飞行以及人类首次登上月球都标志着载人飞行从梦想到设计、研制、实现的发展过程。这种技术进步同航空航天医学的发展是并行的。

对过去、现在和未来航空航天医学活动的讨论将进一步明确构成航空航天医学实践基础的许多原理。回顾历史，人们可以看到人类探索茫茫苍穹的成功和失败。航空航天医学的现状反映了人类在解决飞行环境挑战时的智慧。对未来的展望则提供了思考今后各种可能性和困难的机会。同医学科学和实践的各个分科一样，航空航天医学的基础也必须通过各个时期的考察来理解它。

推 荐 读 物

1. Anderson, H. G.: *The Medical and Surgical Aspects of Aviation*. London, Oxford University Press, 1919.
2. Armstrong, H. G.: *Principles and Practice of Aviation Medicine*, 3rd Ed. Baltimore, Williams & Wilkins Co., 1952.
3. Benford, R. J.: *Doctors in the Sky*. Springfield Illinois, Charles C. Thomas, 1955.
4. Caidin, M., and Caidin, G.: *Aviation and Space Medicine*. New York, E. P. Dutton, 1962.
5. Combs, H.: *Kill Devil Hill*. Boston, Houghton Mifflin Co., 1979.
6. DeHart, R. L.: *Biomedical Aspects of Soviet Manned Space Flight*. Washington, D. C., Defense Intelligence Agency, 1975.
7. Dhenin, G. (ed): *Aviation Medicine*. London Tri-Med Books Ltd, 1978.
8. Engle, E. and Lott, A. S.: *Man in Flight*. Annapolis, Maryland, Leeward Publications, Inc, 1979.
9. Gillies, J. A. (ed): *A Textbook of Aviation Physiology*. London, Pergamon Press Ltd, 1965.
10. Josephy, A. M.: *The American Heritage History of Flight*. New York, American Heritage, 1962.
11. McFarland, R. A.: *Human Factors in Air Transport Design*. New York, McGraw-Hill

Book Co., 1946

12. National Aeronautics and Space Administration; Foundations of Space Biology and Medicine. Washington, D. C. United States Government Printing Office, 1975.
13. Randel, H. W. (ed); Aerospace Medicine. Baltimore, Williams & Wilkins Co., 1971.
14. Rolt, L. T. C.; The Aeronauts. New York Walker and Company, 1965.

第一章 历史的回顾

Roy L DeHart

借给我既往的顽强力量，我将送给你未来的翅膀。

Robison Jeffers

学科的大厦是在过去成果的基础上建立起来的。航空航天医学的基础是那些为人类向上苍迈出第一步而有所发现，作出设计和研制器具的人们所奠定的。

第一节 幻想、传说和宗教

在史前时期，人们仰望天空，目光追随空中翱翔的珍贵的飞鸟，观看云层翻滚遨游长空的美景，而夜空天穹之壮观景色又使他们产生敬畏之感。人类向往离开地面在空中自由飞翔的愿望乃以幻想、传说和宗教的形式出现。飞行的愿望虽然在过去无数个世纪里未能实现，仍通过许多途径表达了出来。中国人最早记载了人在空中飞行的故事。当皇帝舜还是小孩的时候，曾身穿羽服逃脱了追捕者的毒手，飞向了自由。人类各早期文明的传说和民间故事都有他们的想像中会飞行的神仙、英雄和精灵。

在与飞行有关的传说中，也许最为人们所熟知的是 Daedalus 和他的儿子 Icarus 的故事。被 Minos 国王囚禁在克里特岛上的父子二人，设法用硬腊将羽毛做成的翅膀粘在身上。Daedalus 从囚禁他们的地方看到海鸥随海岛周围沿陡峭悬崖上升的气流直插云天的情景。考虑到太阳的酷热会带来危险，Daedalus 警告 Icarus 不要飞得太靠近那个炽烈的物体，以免硬腊烤软，翅膀脱落。逃跑的时刻来到了，这两名犯人从牢房飞了上去，靠着上升气流直冲云霄。Icarus 由于年轻，有勇无谋，当时欣喜若狂，无视劝说和警告，越飞越高，结果则不出其父所料。如同以后岁月中的教训所证明的那样，飞行是一种不容忍发生错误的工作。故事接下来是，由于理智控制了情感和智慧代替了热情，Daedalus 逃脱成功。

在多数文学作品中，可以找到类似的故事，有乘坐空中战车御风奔驰的神仙，也有翱翔于音乐之乡的带翅膀的天使。古代诗人们写下了描写人在天空飞翔的精彩诗篇，与诗人同时代的画家们又把这些幻想刻画在石头上和羊皮纸上。希伯莱的预言家 Elijah 转世进了天堂。希腊人则有阿波罗每天需为地上的人驾飞行战车载太阳飞过天空。罗马人创造了墨丘利，作为众神之间迅速传递信息的信使。在西半球，一位早期秘鲁印加人首领 Ayar Utso 长着翅膀逃出监狱。甚至直到现在，我们在圣诞节前夕按传统等待着由 8 匹驯鹿拉着雪橇驰过天空的圣诞老人的来临。

第二节 飞行的物体

传说有时是以事实为依据的，有时对发现多少有点促进作用。由于对风车的描述，关于古罗马人就了解螺旋桨并加以应用的观点，已得到人们的赞同。2,000 多年前，中国人发明

了风筝，据报道是作为军事联络信号使用的。与孔子同时代的公输般用木头和竹子做了一只喜鹊，飞了3天。这种会飞的发明很可能是一只风筝。公元前，在意大利南部据记载 Archytas 制造了一只神秘的木鸽。据信这是一只用金属丝悬吊在旋转臂上的鸟的模型，由蒸汽反推装置操纵。

由中国人发明的另一种飞行玩具采用的是直升机原理。这种玩具是一质轻的木纺锤，一端插以羽毛。当把它抛出或落下时，它就迅速地旋转并慢慢下降到地面。

欧洲文艺复兴时期（14至16世纪）“多才多艺的”达·芬奇的笔记里充满着有关飞行方面的资料。他设计了一种用弹簧机械驱动的带螺旋线（又称旋转螺旋）的直升机模型。有人认为，实际上他已经试飞了这种模型。据传说，达·芬奇做了包括热气球在内的各种试验，然而更可能的是一些小型的风筝，虽然他肯定知道空气上升的物理现象。在他的草图中，有一张画画的是一个金字塔状的降落伞，该伞由一亚麻布帐篷构成，按其尺寸制作可使一个人“从任何高度跳下而不受任何损伤”。达·芬奇是一位鸟类飞行迷。他画了几十张操纵者坐在不同位置上的扑翼飞机草图。在达·芬奇所留下的5,000页手稿中，大约有150幅飞行器草图。

一位威尼斯数学家 Giovanni Danti 制造了一具“机翼与其体重成比例”的滑翔机，在佩鲁贾从房顶上起飞。因为没有载人飞行的记载，看来这些只是模型飞行而已。然而，Danti 却由于这些努力而作为巫师被流放。

虽然文艺复兴时期的历史充满着从屋顶、山头和塔上跳下来的故事和传说，但有编年纪载可以凭信者甚少。下述报道可能是准确的。据记载，Marquis de Bacqueville 1742年借助一架类似滑翔机的装置从他巴黎的住房顶上跳了下来。他比大多数希望成为飞人的人考虑得更为周到，把他的航线指向塞纳河。虽然选好了航线，但由于某些构造上的微小失误，这次飞行是短命的，使他落在洗衣女工驳船的甲板上。虽然这是一次不光彩的着陆，但他毕竟是幸存了，Marquis 只摔断了一条腿。

人们用羽毛、纸张和麻布做成翅膀或者借助奇特的机械装置，顽强地作了尝试，但人作长时间飞行的企图全都失败。气体置换和密度等物理原理首次使人类有幸与鸟类一起翱翔天空，并把人类引入一个新的有潜在危险的环境之中。

第三节 气 球

人类对自由飞翔脚踏实地的努力始于13世纪的一位科学家 Roger Bacon，他写了一篇空中航行的论文，提出飞行器要做成体积大、中间空的金属球，重量要轻，以便借助大气密度来支持它。他的主要论点是空气也可以像水能载舟那样支持飞行器。

英国化学家 Henry Cavendish 又前进了一步，1766年他在英国皇家协会宣读了一篇论述氢气重量的论文。他称这种气体为“易燃气体”，并宣布这是一种比普通空气轻得多的气体。但是 Cavendish 并未认识到这一发现对航空的意义。其他人虽然认识到了这种可能性，但并未立即对这一“轻于空气”的特性和它对实现飞行的价值加以证实。两位法国兄弟聪明而又好奇，他们富有探索精神的思想导致理论与实践的结合并获得长时间载人飞行的成功。

一、Montgolfier 兄弟

Joseph Priestly 《不同种类气体的试验和观察》一文对 Joseph Montgolfier (图1-1) 的试验起了促进作用。有关 Joseph 怎样开始感到兴趣的故事和传说很有想象力，而且趣

味盎然。有个故事说，Montgolfier太太的短袖衬衣晾在炉火前时飞了起来。第二个故事说，飞起来的是 Joseph 自己的衬衣。而第三个故事却是 Montgolfier 太太把一张包糖的呈圆锥形的纸丢入火中，Joseph 看见纸内充满热空气，没有烧着就飞进了烟囱^[1]。

Montgolfier 是在制成氢气之后学习化学的，并使用氢气充入纸做的气球。他发现，正如前人所发现的一样，用氢气充入容器的速度有多快，它通过纸的速度也有多快。他又试了丝绸，也不行，因为丝绸不能留住氢气。Montgolfier 然后转向热空气或者他所谓的“稀薄空气”作为产生升力的物质。后来，Joseph 的弟弟 Jacques 也参与了长时间空中飞行的深入研究。这个家庭是造纸业起家的。兄弟二人富有造纸经验，这对于制造大型“稀薄空气”气球是非常重要的。在气球驾驶员的编年史册上，Montgolfier 家族的姓颇有预示性，因为它的意思是“山的主人”。

1782年11月，Joseph 开始进行首批热空气气球的小规模试验。他用优质丝绸制成一个有开口的平行六面体。当放在火焰上时，气球充气并在他住房的天花板下飞来飞去。后来，Jacques 和哥哥一起去户外进行了一次试验，他们给一个小气球充气，气球升到21m左右的高度。

兄弟二人后来做了一个大得多的试验气球，容积为 18m^3 。这个试验气球成功地升到了183m。1783年4月，制成了一个用纸和布做的气球，据计算其升力为204kg。这个气球升到305m，随风飘了1.2km的距离（图1-2）。



图1-1 Joseph Montgolfier,
大容量热气球的设计者。

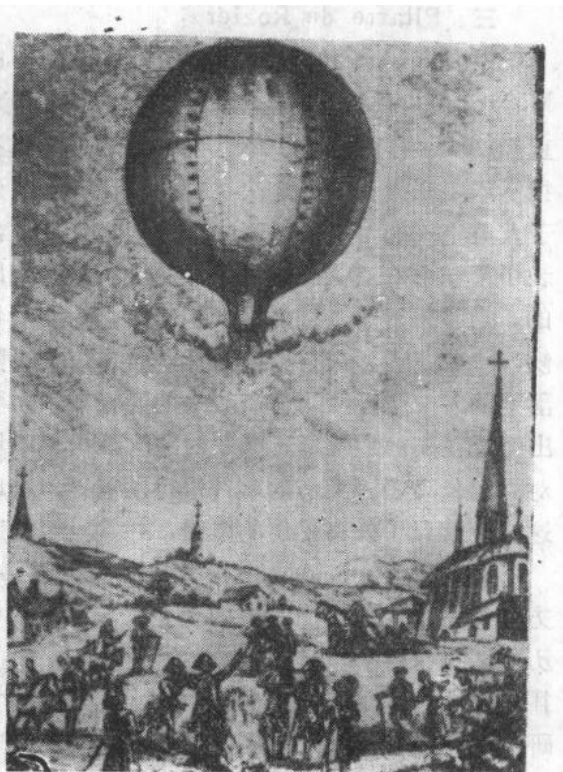


图 1-2 1783年6月升空的第一个热气球。

二、J.A.C.Charles

在Montgolfier兄弟用大容量的热气球做试验的同时，巴黎科学院的成员正支持年轻的物理学家J.A.C.Charles(图1-3)从事另外一项研究。Charles的想法是在试验中用“易燃



图1-3 J.A.C.Charles, 把氢气当作上升力的年轻物理学家。

气体”作为升力。最后，他做成了一个直径3.65m、容积为 27m^3 的球体。为了产生足够的氢气，约需226kg的硫酸和450多kg的铁屑。在充气过程中，一再出现困难和推迟，但在1783年8月27日 Charles 的氢气球终于从巴黎市中心升到了1,000m的高度。

Charles的“易燃气”气球上升时，富兰克林也在观看的人群中，当他听到一位抱怀疑态度的人说：“有意思，可是有什么用？”这位来自美国的使节咆哮道：“刚生下来的婴儿有什么用！”

将近一个小时以后，气球在离巴黎24km的热内塞村附近的田野里降落。然而，受惊吓的村民用干草耙、滑膛枪和所能找到的一

切武器向气球发起了攻击，气球被破坏无遗。

三、Pilatre de Rozier

Montgolfier兄弟用大热气球试验的消息传到了法国君主的耳中。国王路易十六和皇后Marie Antoinette要他们去凡尔赛表演。为此，他们制作了一个五彩缤纷的气球，高17m，直径13m，容量为 1080m^3 。虽然纷纷谣传这是一次载人飞行，国王却考虑到这样做太危险，指示不要乘人。然而这次飞行的确特别，因为正如今航空医学中的惯例一样，动物总是先于人类上天的。气球下面挂了只大柳条笼筐，筐里有一头羊、一只公鸡和一只鸭子。筐里还装了第一个航空仪表，一只气压表。应当指出，这和当今航空航天成就的某些事件是类同的，当时采用了戏剧性的发炮三响作为启动信号。当第三响炮声还在宫殿墙壁上回响的时候，气球飞向了天空。据估计，气球在缓缓降落之前达到了518m的高度。首先到达气球降落的人中有一位从梅斯城来的年轻科学家和医生，他叫Pilatre de Rozier。他看到羊已脱出笼筐在安静地吃草，鸭子对这次经历也不坏，而公鸡的翅膀则受了伤。很像当今的做法，对引起公鸡翅膀受伤的事件进行了调查。有10名目击者证实，在起飞之前羊就踢伤了公鸡，这样就解释了公鸡受伤的原因，并且减轻了对飞行危险性的担心。

载人飞行：Montgolfier兄弟制造了第三个巨大的气球。根据设计，在气球开口的下方带有一个火盆，由两名乘员烧火。年轻的De Rozier医生(图1-4)坚持自愿作为下一次历史性飞行的乘员。10月份，为了熟悉平衡的要领以及向纸和亚麻布气球下面的火盆添火的困难，他进行了几次系留飞行。De Rozier生于洛林，是法国科学院的成员，很早就因为研制一种呼吸装置(即呼吸面罩的前身)而显示了他的科学才华。他颇具戏剧表现意识，其拿手的示范讲座之一是吸入氢气并在呼气时把它点着。

第一个载人气球的体积为 $23\text{m} \times 15\text{m}$ ，其开口直径5m。气球下面是绳索吊着的1m宽的圆形吊篮，绳索则缝在气球布上。吊篮下面又挂一个用熟铁丝编成的烧火篮。气球制成时重

725kg, 容量 $2,250\text{m}^3$, 估计升力或有效载重为770kg。

1783年10月15日, 气球已准备好作第一次试飞。De Rozier 进入吊篮, 在解开只有几呎长的绳子以后, 平衡的重要性就不言自明了, 为了抵销他的重量, 必须加负载物。他又进行了几次系留飞行, 学会了如何调整垂直运动以及扑灭气球上发生的小火。在有把握操纵气球垂直上升之后, De Rozier 接收了 Marquis d'Arlandes 作为唯一的乘客, d'Arlandes 和他一起作了第一次自由飞行。1783年11月21日13时54分, De Rozier 和 Marquis 在自由飞行中上升到85m的高度。由于认识到这次飞行具有相当的危险性, 两位气球驾驶员各人都带了1桶水和1块海绵作为主要的安全设备。挂在他们下面的火堆不时地冒出火星, 飞向涂了油漆的不结实的布和纸。他们简直没有空闲时间, 因为为了保护自己, 常常要扑灭把气球烧得千疮万孔的许多小火。飞行总共持续了大约25min, 气球带着他们穿越巴黎上空, 飞了8km多。这一首次长时间的自由飞行是由1名医生和1名军官完成的。

10天以后, 即12月1日, J.A.C.Charles 进行了首次载人氢气球自由飞行, 带有1名乘客, 吊篮中装有食物、备用衣服、包括温度计和气压计在内的科学仪器以及当负载物用的沙袋(图1-5)。下午3时, 两人升离了Tuileries公园。随风飞行2h大约飞了43km以后气

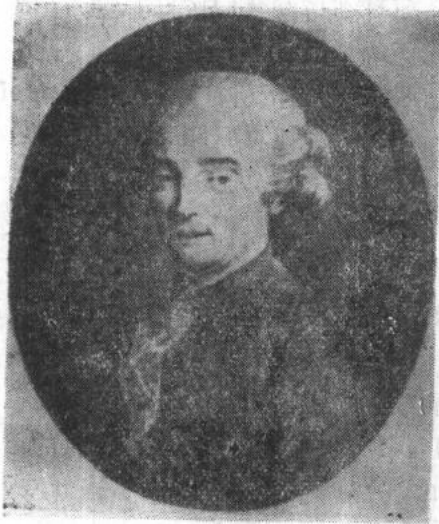


图1-4 Pilatre de Rozier 医生,
第一个升空自由飞行的人。



图1-5 1783年12月首次载人氢气球升空。

球着陆, 乘客离开了。Charles 决定作一次单独的上升, 气球很快升至2,750m, 他开始从生理上体验到这一新环境的某些实质。他说, 在这一高度上他感到刺骨的寒冷, 下降时一耳剧烈压痛。这次飞行不仅是首次单人飞行, 而且 Charles 明确地描述了一些生理上的危险。而这些危险通过航空和医学两者的结合是能够很好地得到解决的。

空中持续飞行获得成功之后, 英吉利海峡两岸涌现出许多气球驾驶员。1785年, 在气球飞行中又发生了一起重大事件, 其中起重要作用的是一位美国医生。

译注: 呎(ft) = 0.3048m, 以下同

四、John Jeffries

John Jeffries医生(图1-6)虽然是个美国人,在独立战争时期却是一个效忠英国的人。



图1-6 John Jeffries, 一位美国医生在准备飞越英吉利海峡。

因此,他发现在一段时间内在英国开业行医是有好处的。他为空中飞行所迷,并找到了当时正在英国表演气球飞行的法国人 Jean-Pierre Francois Blanchard。他们达成协议作一次飞行,于是 Jeffries 为气球上升安装收采数据的科学器具,其中有 Cavendish 为收采高层空气样品用的真空瓶。Jeffries 除测定空气的质量外,他还测定了飞行时的气流和温度的变化。在这次成功的飞行以后, Jeffries 得悉 Blanchard 试图飞越英吉利海峡的打算。他决定参加这次飞行并为这次冒险活动做了组织工作,提供了资金。甚至同意如有必要减轻气球载重,也随时都可以离开吊篮。尽管两人个性有很多矛盾,气球在1788年1月7日升空。在成功地到达法国的加来之前,必须把吊篮里可以移动的东西抛光,包括所有的外套。根据 Jeffries 自己估计大约还有6 lb尿。

五、首次死亡事故

空中飞行的头两年里令人惊奇的是竟然没有一次致命的事故。但这种安全记录没有持续下去。取得持续飞行成功的第一批人中的 Pilatre de Rozier 为了要获得另外一个第一而闻名于世,他不顾众人的劝告,制造了一个混杂气球,即把 Charles “易燃气体”与 Montgolfier 设计的热空气结合在一起。其想法简单得可怜;驾驶员只要控制火的大小就可改变升力。其可悲的结局是预料之中的。1780年夏天,观看者们看到,在 De Rozier 升到1,000m 时,他在摆弄火篮时突然出现蓝色的火苗,接着一声沉闷的爆炸,吊篮拖着长长的烟雾和丝绸的碎片直落地面。De Rozier 和他的乘客均告身亡。

六、美国人的气球飞行

1784年6月24日,一位名叫 Edward Warren 的13岁男孩在美国作了首次气球升空。这个气球是 Peter Carnes 先生在马里兰州巴尔的摩制造的。当解开气球的系留绳开始无计划地上升时,这位青年看来在吊篮里默默沉思。一个月以后, Carnes 先生打算在费城核桃街的监狱大院里进行一次升空。气球上升3m 就重重地撞在监狱的围墙上,把 Carnes 从吊篮中摔了出来。减轻了重量的气球直冲天际并着了火,使这次飞行的结局颇为壮观。

Benjamin Rush; 当时最伟大的气球驾驶家,法国人 Jean-Pierre Francois Blanchard 在欧洲完成了44次升空之后,到美国进行第四十五次升空。作为主办人和表演者, Blanchard 在费城对他的计划广为宣传,以期获取足够的资金补偿其开支。核桃街的监狱大院再

译注: 1b (磅) = 0.45359kg, 以下同