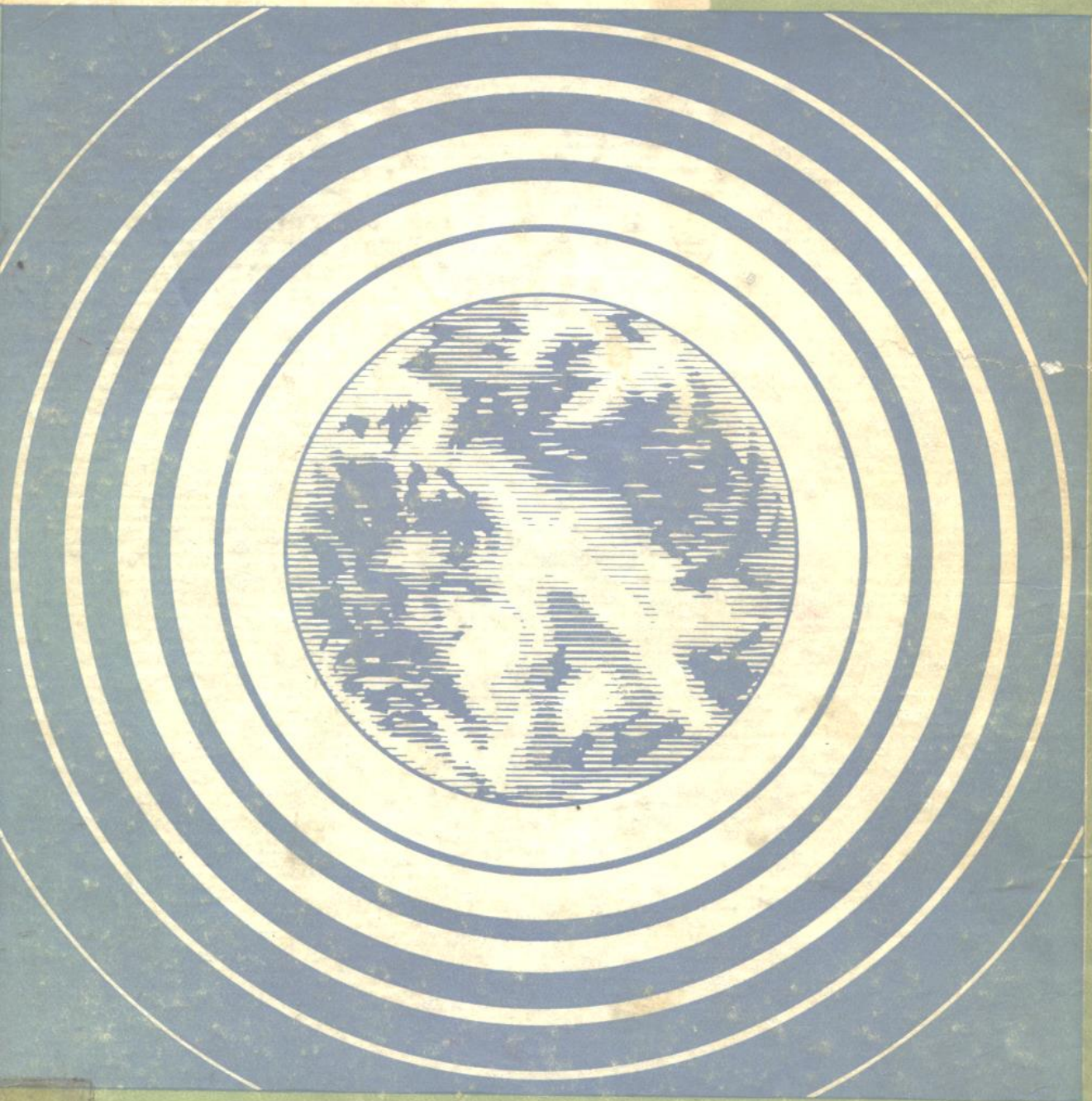


标准大气 (美国, 1976)



美国国家海洋和大气局
国家航宇局和美国空军部 著

科学出版社

P351.1
MGHY

标准大气

(美国, 1976)

美国国家海洋和大气局、国家航宇局和美国空军部 著

任现森 钱志民 译

李明熙 等 校

T1127 / 1-4



科学出版社

1982

001473
1473

内 容 简 介

本书是美国国家海洋和大气局等 29 个组织数十名科学家和工程师的集体成果,是 1962 年美国标准大气的修订本,它是在上一个太阳活动周期期间对高层大气的知识有了更广泛了解的情况下产生的。本标准在 50km 以上制定的依据是中层和较低热层大量的新的探空火箭数据和理论,以及一个以上完整的太阳活动周期中人造卫星探测取得的关于热层的大量数据。本标准在 32km 以下和 1964 年国际民用航空组织标准大气相同,在 50km 以下和 1973 年国际标准化组织的标准相同。全书共四章,第一章常数和方程的确定,是计算大气性质主表的基础;第二章介绍大气模式和使用的数据;第三章是微量成分;第四章给出了 1000km 以下大气性质的主表。使用的是国际米制单位系统。

本书是从事飞机和火箭设计、航空和气象等方面的研究、设计人员必备的工具书;同时,对高等学校相应专业的师生也有益。

National Oceanic and Atmospheric Administration

National Aeronautics and Space Administration

United States Air Force

U. S. STANDARD ATMOSPHERE, 1976

Washington, D. C. October 1976

标 准 大 气

(美国, 1976)

美国国家海洋和大气局、国家航宇局和美国空军部 著

任现森 钱志民 译

李明熙 等 校

责任编辑 侯建勤

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982 年 1 月第一版 开本: 787×1092 1/16

1982 年 1 月第一次印刷 印张: 15 3/4 插页: 2

印数: 0001—1,200 字数: 350,000

统一书号: 13031·1777

本社书号: 2418·13—15

定价: 4.15 元

译 者 的 话

本书的典型用途是作为压力高度计校准、飞机性能计算、飞机和火箭设计(包括弹道、气动、载荷、稳定和制导等)、弹道制表和气象制图的基准。

经我国国家标准总局批准,在建立我国自己的标准大气之前,可使用 1976 年美国标准大气,其 30km 以下作为国家标准。

在翻译和审校过程中,对本书的错误之处,凡已发现的,均予以改正,有的加了“译者注”,以提请使用者注意。

本书第三章微量成分由钱志民译;其余部分由任现淼译;第三章和附录部分由霍宏暹、沈长寿、陈仲生校,其余部分为李明熙校。对本书的出版,陆龙骅、黄祖蔚、孙超以及已故的陈哲明等同志给予了很大帮助,译者在此表示感谢。由于译者水平有限,尽管校者订正了很多错误之处,出版物的差错在所难免,恳请读者批评指正。

译 者

特殊的表彰

早在二十世纪五十年代“空间竞赛”的初期，Norman Sissenwine 就清楚地认识到，迫切需要关于高层大气性质的更完整的数据。他于1953年推动建立了美国标准大气推广委员会（COESA），随后出版了1958年“美国推广国际民用航空组织标准大气”、“1962年美国标准大气”和“1966年美国标准大气补充”。从1953年标准大气推广委员会成立到1973年7月，Norman Sissenwine 一直担任委员会的两主席之一。最初，和美国气象局已故的 Harry Wexler 博士一起，后来，和美国国家海洋和大气局的 Sidney Teweles 博士，及美国国家航宇局的 Maurice Dubin 一起。在这二十年的时间里，他还担任标准大气推广委员会工作组执行书记，是美国对标准大气和参考大气研究的推动力量。标准大气推广委员会以前的和现在的全体成员对他表示感谢，并高度评价 Norman Sissenwine 二十年来在处理标准大气推广委员会事务中，孜孜不倦的努力，及其成就与领导能力。

标准大气推广委员会全体成员也对曾在1962年到1974年期间担任本委员会两主席之一的 Sidney Teweles 博士表示感谢。他的贡献首先是直接担任委员会杰出的领导工作；同时，间接地始终对平流层问题从事有成就的研究。他的关于奇妙的冬季“突然增温”的著作，增加了我们对于与这种目前在标准大气的描述中受到较大注意的现象相联系的巨大变化的认识。

各符号的含意

- a 系数,用于规定温度-高度廓线图 $T(Z)$ 的椭圆部分
 a_i 一种和气体种类有关的系数,它和 b_i 值一起用于确定和高度有关的函数 D_i
 A 用于规定 $T(Z)$ 的椭圆部分的系数
 b 规定为整数的无量纲下标
 b_i 一组和气体种类有关的指数,它和 a_i 值一起用于确定和高度有关的一组函数 D_i
 C_s 和高度有关的音速
 D_i O_2 , O_3 , Ar , He 和 H 的与高度、气体种类有关的一组分子扩散系数
 $f(Z)$ 在 n_i 的高度关系表达式中的流体静力学项
 F_i 几种大气气体成分海平面的一组分体积浓度
 F'_i 几种大气气体成分的一组分体积浓度,已修正到考虑在 86km 高度 O_2 分离的影响
 g 和高度有关的,纬度 45° 的重力加速度
 g_0' 在标准位势米的定义和位势高度与几何高度之间的关系中采用的常数
 H 在所有到 $84.852\text{km}' * (86.000\text{km})$ 的表中用做位势高度的自变量
 H_p 和高度、地区有关的,构成大气混合气体的压力标高
 H_ρ 和高度、地区有关的,构成大气混合气体的密度标高
 i 一组空气成分中第 i 种的下标
 k 玻耳兹曼 (Boltzmann) 常数
 k_i 和高度有关的热传导系数
 K 和高度有关的涡流扩散系数
 L 和高度有关的平均自由程
 $L_{M,b}$ 一组 T_M 对于 H 的梯度
 $L_{K,b}$ 一组 T 对于 Z 的梯度
 M 和高度有关的组成大气混合气体的平均分子量
 M_i 大气各种气体的分子量
 N 和高度有关的组成中性大气的各种气体总的数密度
 n_i 和高度有关的组成大气的各种气体的数密度
 N_A 阿伏伽德罗 (Avogadro) 常数
 0 海平面参变量值的下标
 P 和高度有关的总的大气压力
 P_i 第 i 种气体的分压力
 q_i 和气体种类有关的六组常数中的一组,这六组常数为 q_i , Q_i , u_i , U_i , w_i 和 W_i 。它们都用于经验的和气体种类有关的通量项 $v_i/(D_i + K)$ 的表达式中
 Q_i 参看 q_i
 r_0 采用值为 6356.766km , 有效地球半径。用于计算北纬 45° 的 $g(Z)$ 和用于描述在那个纬度上的 H 和 Z

* km' 为位势千米。——译者注

- R^* 通用气体常数
- S Sutherland 常数, 用于计算 μ
- t 和高度有关的摄氏 (Celsius) 温度
- T 和高度有关的开氏 (Kelvin) 运动温度, 在 86km 以上的全部高度做为 z 的函数, 在 86km 以下从 T_M 导出
- T_C 导出的系数, 用来确定 $T(Z)$ 的椭圆部分
- T_M 和高度有关的分子标度温度, 从海平面到 86km 作为 H 的函数
- T_∞ 外层温度
- u_i 参见 q_i
- U_i 参见 q_i
- v_i 第 i 种气体的流速
- v_m 和高度有关的克分子体积
- V 和高度有关的微粒平均速度
- w_i 参见 q_i
- W_i 参见 q_i
- Z 几何高度, 在 86km 以上做为所有表的自变量
- Z_C 确定 $T(Z)$ 一部分的椭圆中心的高度坐标
- α_i 和气体种类有关的一组热传导系数
- β 用于计算 μ 的常数
- γ 描述定压比热和定容比热之比的常数, 用来确定 C_s
- Γ 比率 g_0/g'_0
- δ F_i 与 F'_i 的相关系数
- η 和高度有关的动力粘度
- λ 用来说明确定 $T(Z)$ 指数部分表达式的系数
- μ 和高度有关的动力粘性系数
- ν 和高度有关的平均碰撞频率
- ξ Z 的函数, 用来确定 $T(Z)$ 指数部分的表达式
- ρ 和高度有关的空气的质量密度
- σ 有效平均碰撞直径, 用来确定 L 和 ν
- τ 和高度有关的系数, 用于描述原子氢相对于特定的参考高度所降低的高度和用于计算 $n(H)$
- ϕ 原子氢的垂直通量
- Φ_G 万有引力下每单位质量的位能
- Φ_C 考虑了离心力的单位质量的位能

前 言

1976年美国标准大气的数表和曲线,延伸的高度到1000km,1975年2月被美国标准大气推广委员会(COESA)所采用。这个新版本在50km以下和美国标准大气推广委员会的“1962年美国标准大气”是相同的,但是,在更高的高度上,更换了1962年标准大气。

1962年和1976年美国标准大气,在32km以下的部分和国际民用航空组织(ICAO)于1964年修订的(国际民用航空组织1964)“ICAO标准大气手册”是相同的。对于50km以下的部分被国际标准化组织(ISO)审查委员会推荐为国际采用标准ISO/TC 20/SC6,作为国际标准草案ISO/DIS 2533出版。1973年9月被国际标准化组织批准,作为ISO标准大气(ISO 1973)。从50km到80km的大气特性,作为ISO/DIS 2533的补充I,包括在表格中,定为暂用标准大气。补充I中的数据也和这个标准中的数据相同。经美国标准大气推广委员会的推荐,国际民用航空组织为了得到一个简单的可以接受的达到50km的国际标准,也扩展了它的标准大气到50km的高度,确认1962年和1976年美国标准大气从32km到59km为自己的标准。国际民用航空组织在本出版物出版时还没有正式推荐。

标准大气推广委员会这个组织建立于1953年,它的作用是为新生的导弹工业提供更切合实际的标准大气,延伸高度范围超出一般的飞机飞行高度。这项任务的发起者是美国国家航宇局(NASA),美国国家海洋和大气局(NOAA),美国空军部(USAF)。空军把任务分配给美国空军剑桥研究实验室(AFCRL)。现在,有29个组织参加,代表政府、工业部门、研究院和综合大学,他们支持了这项任务。这些组织中的科学家和工程师的名单如下,他们都是标准大气推广委员会工作组成员:

宇航协会	美国空军部空军天气局
James A. Pearson	H. S. Appleman
Hugh R. Rugge	G. S. Boughton
美国空军部空军装备司令部空军	T. E. Stanton (工程任务分配中心)
剑桥研究实验室	约翰·霍布金斯大学应用物理实
K. S. W. Champion	验室
A. E. Cole, 工作组执行书记	陆军弹道学研究实验室
J. F. Forbes	美利坚合众国陆军电子设备指挥部
A. J. Kantor	(大气科学实验室)
T. J. Keneshea	D. P. Avara
N. Sissenwine	N. Byers
S. P. Zimmerman	美利坚合众国陆军导弹司令部
美国空军部空军装备司令部	O. M. Essenwanger
W. A. Finley	美国巴德尔研究所

波音公司
 R. R. Green
 核防护局
 环境保护局
 H. J. Viebrock
 美国运输部联邦航空署
 国家航宇局戈达德宇宙飞行中心
 A. J. Krueger
 R. A. Minzner
 G. P. Newton
 C. A. Reber
 J. S. Theon
 国家航宇局兰利研究中心
 R. A. Hord
 G. M. Keating
 洛克希德导弹和空间公司
 A. D. Anderson
 国家航宇局马歇尔宇宙飞行中心
 L. DeVries
 O. E. Smith
 R. E. Smith
 麦克唐奈·道格拉斯航空公司
 O. K. Moe
 美国贸易部国家标准局
 D. P. Johnson
 全国大气研究中心
 H. D. Axelrod
 I. H. Blifford, Jr.

R. D. Cadle
 国家海洋和大气局
 J. O. Ellis (环境数据局)
 A. R. Hull (环境数据局)
 R. S. Quiroz (国家气象局)
 T. Shimazaki (环境研究实验室)
 T. E. Van Zandt (环境研究实验室)
 美国海军海军研究所
 P. Mange
 美国国家航空和宇航协会总部
 M. Dubin
 宾夕法尼亚州立综合大学
 J. Nisbet
 斯密松天体物理观测站和哈佛大学观测站
 L. Jacchia 工作组主席
 J. Slowey
 雷达协会
 E. S. Batten
 G. F. Schilling
 密执安大学高层工程实验室
 F. L. Bartman
 L. M. Jones
 明尼苏达大学
 A. O. Nier
 达拉斯·得克萨斯大学
 B. A. Tinsley

1976年美国标准大气的前身是1962年美国标准大气,它试图描述理想的中纬度的、在太阳黑子最多和最少太阳活动范围内的年平均状况。然而,以后测量表明,太阳活动平均状况相当低。世界气象组织(WMO)关于标准大气的定义,已被美国标准大气推广委员会接受,特叙述如下:

“……所谓标准大气,就是能够粗略地反映出周年、中纬度状况的,得到国际上承认的,假定的大气温度、压力和密度的垂直分布。它的典型用途是做为压力高度计校准、飞机性能计算、飞机和火箭设计、弹道制表和气象制图的基准。假定空气服从使温度、压力和密度与位势发生关系的理想气体定律和流体静力学方程。在一个时期内,只能规定一个标准大气,这个标准大气,除相隔多年做修正外,不允许经常变动。”

由于标准大气推广委员会感兴趣的的标准大气和参考大气的高度比世界气象组织通常考虑的高度要高得多,所以工作组对上述定义同意增加如下说明:

“这个大气要考虑到随地球的旋转,并且是在周日循环、半年变化、从活动到平静的地磁影响条件范围、以及从活动到平静的太阳黑子条件的平均值。超过湍流层顶(大约110km)采用流体静力学方程的一般形式。”

自1962年以来,收集了大量的实验数据,这些数据是修正的基础,在太阳周期的超过部分,对1962年标准大气是不适用的。最近的资料统计揭示出的大气密度和1962年美国标准大气相比,在70km到80km的高度范围低大约10%,在90km的高度范围高10%。目前,考虑有代表性的平均太阳活动,在外层等温层的温度是1000K,比“1962年美国标准大气”的1500K冷了500K。在二十世纪六十年代上层大气科学的发展是广泛的,发展的结果证明这个新修改本的需要。

鉴于这种情况,标准大气推广委员会工作组,在编完“1966年美国标准大气补充”后停止了休止状态,重新活跃起来。在1971年9月开了会议并作了修改的建议。成立了三个工作组检查大气结构,(1)中层,(2)从中层到热层的过渡层,(3)热层。第四工作组,负责前三个工作组的召集和三个工作组的协调工作。第五工作组负责收集关于大气次要组成部分补充资料,这些工作组的成员是:

第一工作组(50到100km)

A. E. Cole 召集人,空军剑桥研究实验室

N. J. Byers 美国陆军电子学部门

L. M. Jones 密执安大学

A. J. Kantor 空军剑桥研究实验室

O. E. Smith 马歇尔宇宙飞行中心

T. E. Stanton 空军天气局(工程任务分配中心)

J. Theon 戈达德宇宙飞行中心

R. Quiroz 国家海洋和大气局

第二工作组(80到200km)

R. A. Minzner 召集人,戈达德宇宙飞行中心

C. Reber 召集人,戈达德宇宙飞行中心

K. S. W. Champion 空军剑桥研究实验室

F. G. Huang 计算机科学协会

O. K. Moe 麦克唐奈·道格拉斯航空公司

A. O. Nier 明尼苏达大学

G. Swenson 马歇尔宇宙飞行中

心

S. P. Zimmerman 空军剑桥研究实验室

第三工作组(140到1000km)

L. Jacchia 召集人,斯密松天体物理观测站和哈佛大学

J. Forbes 空军剑桥研究实验室

G. A. Keating 兰利研究中心

P. Mange 美国海军研究所

G. P. Newton 戈达德宇宙飞行中心

J. Nisbet 宾夕法尼亚州立大学

R. Smith 马歇尔宇宙飞行中心

B. A. Tinsley 得克萨斯大学

T. E. Van Zandt 国家海洋和大气局

第四工作组(50到1000 km)

K. S. W. Champion 召集人,空军剑桥研究实验室

E. S. Baten 雷达协会

A. E. Cole 空军剑桥研究实验室

L. DeVries 马歇尔宇宙飞行中心

O. M. Essenwanger 陆军导弹司令

部

R. Hord 兰利研究中心

L. Jacchia 斯密松天体物理观测
站和哈佛大学
R. A. Minzner 戈达德宇宙飞行
中心
第五工作组 (收集直到中层的决要成
分,包括粒子)
R. D. Cadle 召集人, 全国大气
研究中心
H. D. Axelrod 全国大气研究中
心
I. H. Blifford 全国大气研究中心
K. S. W. Champion 空军剑桥

研究实验室

L. DeVries 马歇尔宇宙飞行中心
W. Hering 空军剑桥研究实验室
A. Kreuger 戈达德宇宙飞行中心
T. Keneshea 空军剑桥研究实验
室
T. Shimazaki 国家海洋和大气局
N. Sissenwine 空军剑桥研究实
验室
D. Snider 空军天气局
H. Viebrock 环境保护局
R. C. Whitten 航空研究委员会

虽然,在很高的高空,测量的或者推算到的密度是主要大气特性,但是,为了使高空和低空保持连续,必须在标准大气中改用温度。在 1962 年美国标准大气中,这一点是靠确定分子标度温度完成的,假定在所有高度上,分子量是常数。运动温度靠计算平均分子量垂直廓线,从分子标度温度中得来,假定中层以上,大气处在扩散平衡状态。对这个修订,充分的科学数据和物理理论可用来估算不同高度的运动温度,和用作为高度函数的温度解析表达式去拟合,从中层到热层高度一直是连续的。低空的温度-高度廓线,是由线性段构成,在中层,与这个解析的温度-高度廓线连接得很平滑。

这个修订本的第一章提供了为计算在第四章列出的数表的依据。第二章描述的是 (a) 86km 以下和 (b) 86km 以上的新标准的模式和数据,以及关于大气可变性的基础资料。第三章提供的是关于次要的大气组成成分的资料。第四章的数表采用的是米制单位,符合废弃英制单位的趋向。并给出了到英制单位的换算因子及其造表(用米做单位)其高度用英制单位。

这个出版物是由如下各个发起组织中的科学编辑们根据标准大气推广委员会工作组提供的资料制定的: 空军剑桥研究实验室的 A. J. Kantor; 国家航宇局的 R. A. Minzner 和国家海洋和大气局的 R. S. Quiroz。从这些组织和其它组织来的作出贡献的其它人员是: 空军剑桥研究实验室的 D. D. Grantham, 国家海洋和大气局的 W. Winkler, J. O. Ellis 负责检查和技术编辑工作; 国家海洋和大气局的 E. Koehler, 美国政府印刷局的 I. Brainerd, 国家海洋和大气局的 S. Chahin, H. Hoener, E. Liddel 负责复制和出版准备工作; 国家海洋和大气局的 T. Carpenter 和美国通讯卫星公司的 F. G. Huang 负责主要数表的计算程序设计。

合作主席对各工作组的科学家和工程师们表示感谢,为了这册新版本大气的产生,他们忘我地贡献了他们的时间和精力,我们及整个标准大气推广委员会组织还特别感谢为这个版本某部分做出贡献的人。

美国标准大气推广委员会主席:

国家航宇局 Maurice Dubin

国家海洋和大气局 Arnold R. Hull

美国空军部 K. S. W. Champion

目 录

前言	xi
第一章 常数和方程的确定	1
1.0 概述	1
1.1 国际单位制	1
1.2 基本假设和公式	2
1.2.1 采用的常数	2
1.2.2 平衡假设	7
1.2.3 重力和位势高度	9
1.2.4 平均分子量	11
1.2.5 对应于位势高度为 0.0km' 到 84.8520km' 间的分子标度温度	12
1.2.6 对应于几何高度为 0.0km 到 1000km 间的运动温度	13
1.3 计算方程	15
1.3.1 大气压力	15
1.3.2 各种气体成分的数密度	16
1.3.3 总数密度	19
1.3.4 质量密度	19
1.3.5 克分子体积	19
1.3.6 标高	20
1.3.7 空气微粒平均速度	21
1.3.8 平均自由程	21
1.3.9 平均碰撞频率	22
1.3.10 音速	22
1.3.11 动力粘度	23
1.3.12 运动粘度	23
1.3.13 热传导系数	24
1.4 选择的大气特性数值表和从米制到英制的换算系数	25
1.4.1 海平面的值	25
1.4.2 从米制到英制的换算	26
第二章 大气模式	27
2.0 概述	27
2.1 高度在 86km 以下的模式和数据	27
2.1.1 数据的来源	27
2.1.2 数据的处理	27
2.1.3 数据和模式的比较	29
2.1.4 系统性的变化、观测和推断的极值	30
温度变化	31

密度变化	32
数据来源	32
2.2 高度在 86km 以上的模式	34
2.2.1 综合考虑	34
2.2.2 数据的可用性	34
2.2.3 模式结构的基本原理	34
2.2.4 温度-高度廓线	36
2.2.5 密度	36
2.2.6 模式与观测比较	37
温度高度廓线和氮气的数密度	37
动力学特性	39
成分	39
第三章 微量成分	41
3.0 概述	41
3.1 各种微量成分	41
3.1.1 中纬度地面的臭氧	41
3.1.2 一氧化二氮	42
3.1.3 一氧化氮和二氧化氮	42
3.1.4 硝酸蒸气	43
3.1.5 硫化氢	43
3.1.6 氨	43
3.1.7 氢	43
3.1.8 甲烷	44
3.1.9 二氧化硫	44
3.1.10 一氧化碳	45
3.1.11 二氧化碳	45
3.2 中纬度臭氧模式的概述	45
3.3 水汽	50
3.3.1 表面层	50
3.3.2 对流层	51
3.3.3 平流层	53
3.4 标准气溶胶	56
3.4.1 概述	56
3.4.2 气溶胶来源	57
3.4.3 化学成分	60
第四章 主要数表	61
I 米制单位位势高度和几何高度上的温度、压力和密度	62
II 米制单位位势高度和几何高度上的重力加速度、压力标高、数密度、平均微粒速度、平均碰撞频率、平均自由程和平均分子量	86
III 米制单位位势高度和几何高度上的音速、动力粘度、运动粘度和热传导	110
IV 以英尺为单位的位势高度和几何高度上的温度、压力和密度。表列值用米制	

单位	128
V 以英尺为单位的位势高度和几何高度上的重力比、数密度、平均碰撞频率、 平均自由程、音速、粘度比和热传导比。表列值用米制单位.....	159
VI 用米表示的位势高度与用毫巴表示的压力的函数关系.....	189
VII 用英尺表示的位势高度与用毫巴表示的压力的函数关系.....	203
VIII 大气成分の数密度,包括氮、原子氧、分子氧、氩、氦和原子氢.....	218
参考文献	224
附录A 大气成分数密度的边界值	229
附录B 表示温度和高度关系的椭圆段	232
附录C 1976年美国标准大气动力学模式计算	234



图号

1	分子扩散系数和涡流扩散系数与几何高度的函数关系	9
2	重力加速度和几何高度的函数关系	10
3	分子标度温度和位势高度的函数关系	12
4	运动温度和几何高度的函数关系	14
5	单一大气成分数密度和总数密度与几何高度的函数关系	17
6	平均分子量和几何高度的函数关系	19
7	总压力和质量密度与几何高度的函数关系	20
8	克分子体积和几何高度的函数关系	20
9	压力标高和密度标高与几何高度的函数关系	21
10	空气微粒平均速度和几何高度的函数关系	22
11	平均自由程和几何高度的函数关系	22
12	碰撞频率和几何高度的函数关系	23
13	音速和几何高度的函数关系	23
14	动力粘度和几何高度的函数关系	24
15	运动粘度和几何高度的函数关系	24
16	热传导系数和几何高度的函数关系	24
17	加拿大曼尼托巴丘吉尔堡月中温度谐波分析	29
18	美国弗吉尼亚州沃洛普斯岛月中温度谐波分析	29
19	年平均温度随纬度的变化	30
20	1976 年美国标准大气温度-高度廓线图	30
21	加拿大曼尼托巴丘吉尔堡月中温度剖面	30
22	美国弗吉尼亚州沃洛普斯岛月中温度剖面	30
23	年平均密度-高度廓线	31
24	年平均密度随纬度的变化	31
25	相对于 1976 年美国标准大气温度的系统变化范围	32
26	相对于 1976 年美国标准大气密度的系统变化范围	32
27	单个卫星通过时测得的氩、氮和氦数密度廓线的波形结构	36
28	各种太阳活动程度下温度-高度廓线与目前模式的偏差	37
29a	太阳活动最小期大气成分相应的浓度曲线	37
29b	太阳活动最大期大气成分相应的浓度曲线	37
29c	由于太阳和地磁活动氮、氩和氦数密度廓线的可能变化范围	38
29d	由于太阳和地磁活动氧、原子氧和原子氢数密度廓线的可能变化范围	38
30	各种太阳活动程度下密度-高度廓线与标准值的偏差	40
31	中纬度臭氧密度模式和高度的函数关系	49
32	由中纬度臭氧模式推得的混合比与高度的函数关系	50
33	同时测得的温度-高度和臭氧-高度廓线图	52
34	霜点廓线图的比较	54

35	平均对流层气溶胶粒子大小分布	57
36	平均平流层气溶胶粒子数和高度的函数关系	57
37	在 115nm 到 310nm 范围内太阳辐射通量与波长的函数关系(根据 Ackerman)	236
38	涡流扩散系数和高度的函数关系	236
39	运动温度高度廓线图和氮分子浓度高度廓线图	236
40	原子氧、氧和氩日平均浓度的高度廓线图	236

数 表

表号

1	1976 年美国标准大气使用的单位.....	2
2	采用的常数	2
3	海平面干燥空气各种气体成分的分子量和理论上占的体积比率	3
4	从地球表面到几何高度 86km 的温度-高度廓线图上的各段的参考高度和梯度	4
5	从 86km 到 1000km 温度-高度廓线图上的各参考高度和对四段中每段的指定函数, 两个线性段规定的梯度和关于采用原子氢数密度值的中间参考高度	4
6	一组与气体种类有关的热扩散系数和确定表中列出的几种气体的分子扩散系数随高度变化的函数中需要的另外两组与气体种类有关的常数	4
7	适用于四种气体数密度方程中描述通量项 $v_i/(D_i + K)$ 经验表达式的和气体种类有关的六组系数值	5
8	米制位势高度和几何高度上的分子量之比	12
9	在 86km 高度上各种气体成分的数密度	16
10	海平面大气特性值	25
11	1976 年美国标准大气特性从米制到英制换算系数.....	25
12	探空火箭发射地点和数据来源	28
13	一年和半年波动的显著性水平	28
14	在选定的高度上五种大气成分的数密度、质量密度和平均分子量.....	35
15	对流层接近地球表面各微量成分的浓度	41
16	甲烷 (CH_4) 的参考浓度	44
17	在北纬 45° 处的二氧化硫、一氧化碳和二氧化碳年平均混合比	45
18	中纬度的臭氧模式	48
19	臭氧单位的转换	49
20	对流层和低平流层的水汽	55
21	自然平流层和中间层内水汽的可能的混合比	55
22	稳态对流层气溶胶成分	57
23	早期文献和由 Gillette 和 Blifford 观测的最低层高度要素的典型浓度的比较	58
24	大气气溶胶基本成分的平均质量	59
25	海平面的大气成分	229
26	在 86km 高度上的数密度和分子量	231
27	化学反应和以其速率系数 A_j, B_j 和 C_j 值表示的反应率	235