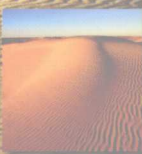


西部地标



中国的沙漠·戈壁

王涛 陈广庭 编著

西部地标系列

■ 《中国的草原》

■ 《青藏高原》

■ 《黄土高原》

上海科学技术文献出版社

西部地标



中国的沙漠·戈壁

王涛 陈广庭 编著

上海科学技术文献出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

西部地标: 中国的沙漠·戈壁/王涛等编著. —上海:
上海科学技术文献出版社, 2008.4

ISBN 978-7-5439-3520-4

I. 西… II. 王… III. 沙漠-中国-普及读物IV.
P942.073-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 032266 号

责任编辑: 石 婧
特邀编辑: 林前汐
封面设计: 钱 祯

西部地标
中国的沙漠·戈壁
王 涛 陈广庭 编著

*

上海科学技术文献出版社出版发行
(上海市武康路2号 邮政编码 200031)

全国新华书店经销
常熟市华顺印刷有限公司印刷

*

开本 830×1050 1/16 印张 14.5 字数 287 000
2008年4月第1版 2008年4月第1次印刷

ISBN 978-7-5439-3520-4

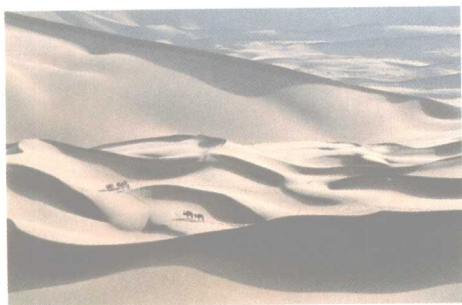
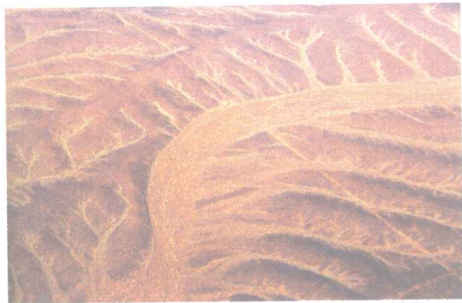
定价: 38.00 元

<http://www.sstlp.com>



西北地形图

目录



第一章 沙漠溯源

- 2 / 从流沙到荒漠
- 8 / 沙漠是干旱气候的产物
- 12 / 就地起沙——沙漠沙从哪里来

第二章 中国沙漠的气候特点

- 16 / 典型的温带沙漠
- 21 / 中国沙漠气候的形成
- 25 / 控制中国沙区气候的三股大气环流

第三章 风沙环境

- 28 / 风沙运动
- 31 / 风沙堆积
- 34 / 风沙危害
- 40 / 风沙地貌
- 59 / 鸣沙现象

第四章 绿洲

- 68 / 绿洲的概念
- 68 / 绿洲的特性
- 70 / 绿洲的类型
- 72 / 特殊的气候效应
- 74 / 丰富多样的绿洲生物
- 77 / 绿洲农业
- 79 / 绿洲的形成与演变
- 93 / 绿洲生态危机

第五章 沙漠化和沙尘暴

- 102 / 什么是沙漠化

110 / 沙尘暴

117 / 土地沙漠化和沙尘暴的现状与发展态势

第六章 沙漠戈壁地区的自然资源

122 / 沙漠戈壁地区自然资源与沙产业

122 / 丰富的光热和风能

126 / 珍贵的水资源和植物资源

134 / 沙漠戈壁的矿产资源



第七章 中国的沙漠和沙地

147 / 中国最大的沙漠——塔克拉玛干沙漠

154 / 充满生机的古尔班通古特沙漠

158 / 中国最美的沙漠——巴丹吉林沙漠

165 / 天上掉下来的腾格里沙漠

169 / 柴达木盆地的沙漠

172 / 神秘的库姆塔格沙漠

176 / “红色公牛”——乌兰布和沙漠

181 / “弓上的弦”——库布齐沙漠

186 / 赛乌素——毛乌素沙地

197 / 距离北京最近的沙地——浑善达克沙地

204 / 辽阔富饶的科尔沁沙地

209 / 呼伦贝尔沙地和松嫩沙地



第八章 中国的戈壁

216 / 阿拉善高原戈壁

218 / 新疆东部的戈壁

219 / 河西走廊西北部戈壁

222 / 准噶尔盆地戈壁

223 / 塔里木盆地戈壁

224 / 柴达木盆地戈壁



225 / 主要参考文献



第一章

沙漠溯源

塞上听吹笛

(唐)高适

雪净胡天牧马还，
月明羌笛戍楼间。
借问梅花何处落，
风吹一夜满关山。

“上无飞鸟，下无走兽，遍望极目，欲求度处，则莫知所拟，惟以死人枯骨为标识耳”，“夜则妖魃举火，灿若繁星；昼则鹫风拥沙，散如时雨。”这是一千六百多年前，东晋高僧法显西行求法，在《佛国记》中对沿途沙漠情景的描述。一百多年前，瑞典探险家斯文·赫定的驼队“鲁莽地”（有人甚至称其“愚蠢地”）闯入塔克拉玛干沙漠，遇险逃生后，发出了这是一片“死亡之海”的长叹。1980年，著名的植物学家彭加木在库姆塔格沙漠离奇失踪，更增添了沙漠在人们心中的神秘感和恐惧感。

从流沙到荒漠

沙漠一词的由来

我国古代文献对沙漠最早的称谓是“流

沙”。《尚书·禹贡》：“导弱水，至于合黎，余波入于流沙”。《山海经》多次提到流沙，如：“西行四百里，曰流沙二百里。”（《山海经·西山经》）

“沙漠”一词最早出现于西汉：“径万里兮度沙漠，为君将兮奋匈奴。”（《汉书·苏建传》）从“少小去乡邑，扬声沙漠垂”到“挥剑临沙漠，饮马九野原”，诗词中出现了“沙漠”一词，表明古人的视线已经超越单纯的流沙堆积，开始关注更为广阔的沙、砂砾石或碎石覆盖以及风蚀裸地的干旱荒凉地域。

汉唐文献中出现了“流沙”、“沙河”、“大漠”、“沙碛”、“瀚海”等和沙漠同义的新词。从“大漠孤烟直，长河落日圆”到“今君度沙碛，累月断人烟”，从“十里过沙碛，终朝风不休！走马碎石中，四蹄皆血流”到“瀚海阑干百丈冰，愁云惨淡万里凝”，均为我们描绘了西北沙漠的苍凉景象。

宋代大科学家沈括使辽，多次用“沙碛”、“大碛”来描述西辽河的沙地景观。“碛”本来指浅水中的沙石，这里引申为沙漠。宋代官员张洎在给宋太宗的奏折中多次提到瀚海，如





东疆与河西走廊连接地带雅丹地形映衬下的黑戈壁

“瀚海七百里，斥卤枯泽”。这是因为流沙上有许多波纹，就好像海水从这里流过，留下了波浪的流痕，所以沙漠又被称为瀚海、翰海或早海。“卤”则指沙漠地区常见的干湖盆——盐漠。张泊所说的“瀚海”指的是今天中蒙边界的戈壁荒漠。蒙古国与中国相邻的区域有广袤的戈壁，历来被看做是难以逾越的界限。蒙古高原有漠南和漠北之分，这就有了“驱匈奴于漠北”之说和“漠南蒙古”、“漠北蒙古”的划分，可见这里的“漠”泛指戈壁，并非流沙。

元代，随着民族文化的交流和融合，不同民族语言的称谓、音译词汇融入汉语，如“戈壁”、“库姆”。“戈壁”为蒙古语，原意为“茫茫一片”，现在被地理学家用来专指难生草木的平缓砂砾石地。“库姆”则是维吾尔语，意指地面为大片裸露沙丘覆盖的地区。

20世纪初，西方语汇传入我国。“desert”泛指一切缺少水分，缺少生物的荒凉境地。最初

各种类型的desert均被译成“沙漠”，到了20世纪30年代，开始有了“荒漠”的新译法。至今，广义的沙漠和荒漠是等同看待的。如《辞海》载：“沙漠，①荒漠的通称”；2001年修订版《新华词典》沙漠词条：“一般终年少雨、气温变化大、植被贫乏的地方。地面多流沙、砾石、岩块或盐碱滩，风力作用活跃，日照较多”，而荒漠词条：“②荒凉的沙漠或旷野。”可见沙漠有广义和狭义之分：狭义的沙漠是指布满沙子的



土地；而广义的沙漠则和荒漠一样，泛指干旱区一切不毛之地。

虽然有了“荒漠”这一新名词，但早期已被冠名的一些著名荒漠地带均保持沙漠的叫法。如“Sahara Desert”习惯译成撒哈拉沙漠。实际上，撒哈拉内部以布满大小石块的岩漠和砾漠为主，流沙所占面积不及10%，且分布在外围。称为荒漠是正确的，但是如果称其为“撒哈拉荒漠”，人们反倒不知所指或不习惯了。

荒漠的分类

按组成物质不同，荒漠分为岩漠、砾漠、沙漠、泥漠和盐漠五大类。其中，岩漠和砾漠属于戈壁的范畴。

1. 岩漠

岩漠（rocky desert）指岩石裸露的岩漠或石漠。干旱地区地势较高的地带，因风的作用，再加上强烈的物理风化作用和暴雨的洪流冲刷作用，形成基岩裸露、地面起伏不平、水土缺乏、植物稀少（植被覆盖度一般在10%以下）的地貌景观，这样的地区就叫做岩漠。岩漠在



戈壁砾石

西北地区 and 青藏高原很常见。石漠指湿润或半湿润地区流水冲刷去土壤层，岩石裸露的山地，如云南、广西石灰岩组成的石林。

小型风蚀地貌在岩漠地区较为常见，如蘑菇石、风蚀坑、风蚀洞、风蚀残丘等。岩漠有两个显著特征：一是风棱石相当普遍，多呈三棱形，表面十分光滑，这是它们经受风沙流夹带沙粒磨蚀的结果；二是暴露于地表的岩石和碎石，它们表面水分蒸发时将所溶解的矿物残留下来，并经过磨蚀，天长日久，形成了一层厚约1毫米、乌黑发亮的深褐色铁链化合物——荒漠岩漆，地表呈现黑色，被称为“黑戈壁”。

我国的岩漠，集中分布在新疆东部、河西走廊的西部，包括中央戈壁、嘎顺戈壁及准噶尔盆地东部的诺敏戈壁。

2. 砾漠

砾漠（gravel desert）指小石子（有棱有角的叫碎石，较圆无棱角的叫卵石）堆积覆盖地面的砂砾石戈壁。砾漠的地表物质成分主要是砾石并夹有沙土，多见于山麓倾斜平原地带。砾漠的物源地区是山地，山地中风化剥蚀的岩石碎屑经流水搬运出山后，随着流水的面状分散，流速大减，所搬运物质沉积在山麓地带。这些山麓堆积主要有冲积和洪积两种：冲积砾石可分布较远，但多顺着河流呈线状，面积有限；暴雨形成的洪水，流量大，流速猛，山坡和山谷的碎屑极易被冲走，沉积在山麓地带，形成大面积的洪积扇，其组成物质砾径大而分选差。这些砾石层堆积很厚，一般越近山麓厚度越大，从几十米到几百米不等。风力在砾石层





天山山麓的冲积—洪积戈壁

表层进行吹蚀，把较细的物质吹走，较粗的物质残存于地面，从而形成了砾面。

由于山麓河流较多，水分条件较好，砾漠的植被覆盖度可达10%~30%。砾漠形成时间较短，砾石表面岩漆化过程不充分，难以形成荒漠漆皮。砾漠表面仍保留着原来堆积时的灰白色，所以又被称为“白戈壁”。

在我国西北内陆大型盆地的周边，如准噶尔盆地、塔里木盆地和柴达木盆地，在一些山系的山麓地带如祁连山、阿尔金山、昆仑山、天山、阿尔泰山，都分布着这类戈壁。

3. 沙漠

沙漠 (sandy desert) 指干旱地区地表为大片沙丘覆盖的沙质荒漠及其边缘的严重沙漠化土地。沙漠地表为沙丘所覆盖，致使地面起伏。沙丘一般高10~25米，低矮者在5米以下，巨大者高100~300米。这些沙丘，一般在风力作用下，都有显著的丘体顺主风方向前移的现象。沙丘移动速度的大小，与风力和沙丘高低有关。在相同风力条件下，沙丘愈高大，移动速度就愈慢。在水分条件较好（如降水稍多或地下水位较高）的地区，流沙往往被植物固定

形成草灌丛沙堆，多为圆形，高度不大，前移不显著。

根据沙丘活动的程度大小，一般将沙丘分为以下三种：

(1) 流动沙丘：植被稀疏，覆盖度在10%以下，丘表甚至完全裸露，风沙活动极为显著。

(2) 半固定沙丘：植被覆盖度为10%~50%，丘表流沙呈斑块状分布，有显著的风沙活动。

(3) 固定沙丘：植被覆盖度在50%以上，丘表风沙活动不显著。

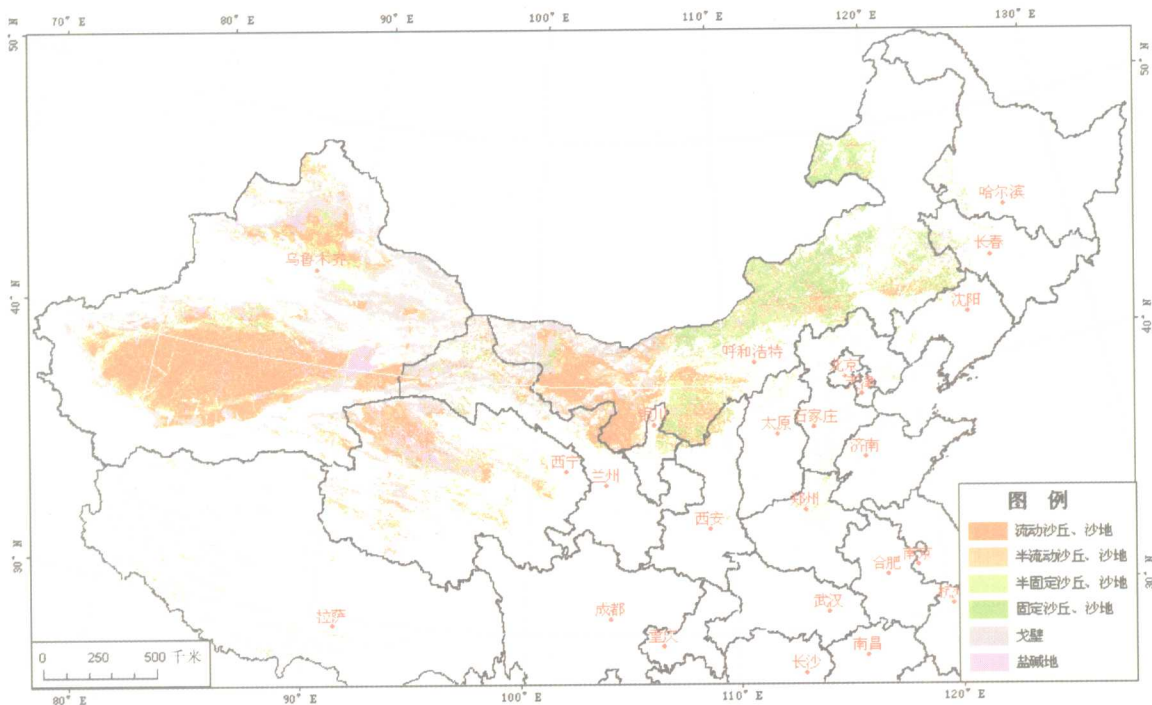
此外，在荒漠地带外围的半干旱草原地带，也有不少区域被沙丘所覆盖，这就是习惯上称的沙地。如毛乌素沙地、科尔沁沙地、浑善达克沙地等。因其性质（特别是风成地貌）与沙质荒漠相似，通常也被泛称为“沙漠”。本书所介绍的沙漠，实际上是沙区，主要指干旱荒漠地带的沙质荒漠及半干旱草原地带的沙地。

4. 泥漠

包括泥漠和土漠两种。

泥漠是由黏土物质组成的荒漠，它形成于干旱地区的低洼地带或封闭盆地的中心，是洪流从山区搬来的细粒黏土物质淤积的地方。黏土变干时会发生多边形网状裂隙，形成龟裂地。

土漠是由土状堆积，如黄土或黄土状岩石组成的荒漠。由于流水的不断冲刷，使地面被密集的流水沟切割。在复合侵蚀地区，雨季季节性流水的水蚀和干季的风蚀都很严重，形成了地面十分破碎的劣地或恶地，主要分布在黄土高原。



中国的沙漠、戈壁分布图

5. 盐漠

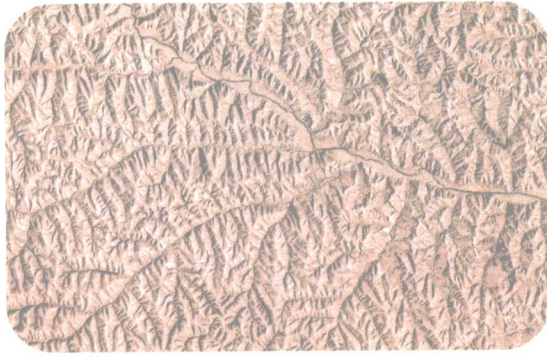
盐漠分布在大河下游和湖泊周围，因地下水位高，蒸发强烈，次生盐渍化严重，形成硬的盐壳或盐结皮，一般没有植物生长或只有很稀疏的盐生植物，地面景象荒凉。我国盐漠的盐分多是卤盐（氯化物）、硫酸盐或磷酸盐等。

盐漠在我国西北地区的分布，以疏勒河下游和罗布泊一带为多。

此外，从成因上还可以把荒漠分为：① 风力作用形成的沙漠、戈壁、岩漠和雅丹。② 流水侵蚀形成的劣地和石漠。③ 土壤盐渍化作用形成的盐漠。④ 在高山上部和高纬度亚极地地



疏勒河下游干涸河道里的泥漠



千沟万壑的黄土高原是典型的土漠





盐漠地表

区，因为低温引起生理干燥而形成的植被贫乏地区——寒冻荒漠（cold desert）。另外，露天开矿、矿渣堆放、土壤污染也能形成小面积的荒漠化土地。

荒漠的分布概况

地球上干旱荒漠从热带至温带呈环带状分布，面积约5 336.7万平方千米，约占世界陆地面积的1/3。



科尔沁沙地东北地区大型甸子中心的盐漠

世界上的荒漠集中分布在三个区域：

一是南、北纬 $15^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 的亚热带信风带。这里常年为高压控制，天气和风向比较稳定，常年吹刮自陆地向海洋的干旱风，雨量稀少。这一区域的荒漠可以直抵海岸边。撒哈拉大沙漠、阿拉伯半岛的鲁卜哈里沙漠分别是热带、亚热带沙漠的代表。

二是在温带的内陆区。远离海洋，又有高大山脉阻挡，海洋湿润的空气很难到达，降雨稀少，地势又往往低下。包括我国西北

水力和风力复合作用形成的劣地（内蒙古）





流水侵蚀作用形成的劣地（新疆）



世界干旱区分布（浅色区域）

知识链接

盐湖

在内陆盆地中心，地势低洼，雨季时常积水成湖或盐沼。雨季过后，湖沼干涸，这种由雨季地表径流补给的暂时存在的湖泊，称为季节湖。也有一些湖泊可以较长期地保留下来，由于常年蒸发，湖水盐分不断浓缩，含盐浓度逐渐增大，就成为盐湖。盐湖中盐水达到饱和状态后，即沉淀成为岩盐。我国的柴达木盆地有15万年以来形成的一些盐湖，岩盐层厚达20米。此外，在阿拉善高原上，在北疆的准噶尔盆地中，都有一些盐湖，如吉兰泰盐池、艾比湖等。盐湖中出产的岩盐是重要的矿产，可作为化工原料。

沙漠的中亚地区沙漠就属于这种温带大陆内部荒漠。

三是地球的南北极和世界屋脊——青藏高原。这一类区域常年被冰雪覆盖，低温使生物不能生长，为寒冻荒漠。

沙漠是干旱气候的产物

太阳辐射、空气和水是生命存在的基本条件。太阳照射的不均匀、空气流动、水分循环演绎出了地球上千变万化的气候条件。荒漠地区光照充足，也不缺乏清静的空气，唯有降水稀少是荒漠形成的基本原因。

通常干旱荒漠的形成条件是气候的大陆性强，降水稀少，蒸发强烈，植被因缺乏水分而难以生存。另一类寒冻荒漠分布在两极附近和高海拔的高原、山地，因常年低温，水分呈固态不能被植物利用（生理性干旱）而形成。以下我们主要介绍干旱荒漠。

干旱是由降水决定的

荒漠气候的形成主要与纬度、大气环流有关，有热带、亚热带与温带荒漠气候之分。突出特点在于干燥，无雨或少雨，多以250毫米等雨线作为荒漠气候的上限。如下表所示，世



| 荒漠分类 | 年降水量(毫米) |
|--------|----------|
| 超干旱荒漠 | 0~20 |
| 极端干旱荒漠 | 20~50 |
| 干旱荒漠 | 50~150 |
| 半荒漠 | 150~250 |

界荒漠雨量悬殊。

世界荒漠的热量条件和蒸发强度有很大的差异。可以说是降雨和蒸发强度决定了地区气候的干旱程度。一般用干燥度指数^①(可能蒸发量与降水量之比)来显示气候干燥的程度,分为极度干旱区(或称荒漠气候区,干燥度指数 ≥ 4.0)、干旱区(干燥度指数 $2.0\sim 3.99$)和半干旱区(干燥度指数 $1.5\sim 2.0$)。世界极度干旱区面积约占荒漠面积的12%,干旱区和半干旱区面积各占荒漠面积的44%。

为什么地球上有的地方一年的降水量超过6 000毫米,而有的地方却降水甚微,年平均不足20毫米?要了解这一问题,首先要了解有关大气降水的基本知识。

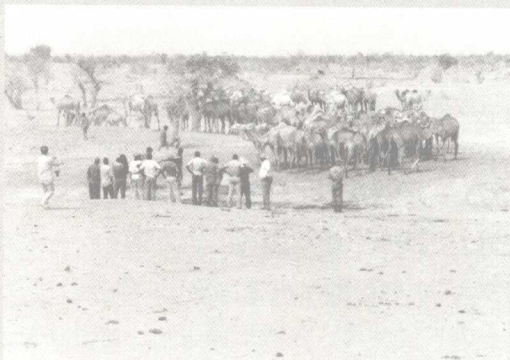
地球上充满一切生物生存的必要条件——空气(大气)层,空气是弥漫于地球周围的混合气体。

(1)空气的密度随着温度改变而变化。空气受热膨胀,密度变小,单位体积重量变小。相反,空气冷却时,密度变大,单位体积重量变大。冷热空气之间的压力差是大气运动的基本动力。这种冷热空气的运动称为热力环流。热源上面的空气受热上升,而两侧较冷的空气流入补充。在热汇上面空气变冷下沉。空气形成闭合环流圈。

知识链接

沙漠之最

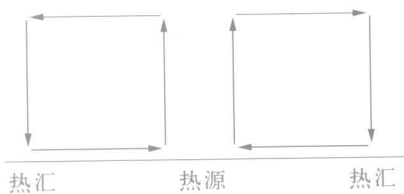
世界最大和最著名的荒漠是非洲北部的撒哈拉大沙漠,面积约780万平方千米。它虽然名叫沙漠,实际上是由各种类型的荒漠组成,其中沙漠所占面积不及10%。多干谷,谷谷相通成沟谷系统,有人把它比作多河之地变成的僵尸。现今的撒哈拉可以分为三部分:①内部是山地,可以截取空气中的水汽而降雨,并非特别干旱。②山地以外是广大的石漠和砾漠,当地人分别称之为哈马达(Hamada)和锐格(Reg)。③再向外有许多并不完全连贯的沙漠。埃及西部与利比亚东部是世界上著名的沙海,因为沙丘连续起伏,好似有波浪的海面。因此,巴黎—达喀尔汽车拉力赛(参赛车辆从法国巴黎出发,穿越撒哈拉沙漠、非洲热带草原和热带雨林,途经10个国家,最后抵达终点——塞内加尔首都达喀尔,总行程约1.3万千米)可以在撒哈拉进行。



撒哈拉大沙漠边缘地区印象

世界流动性沙漠最集中的地方是阿拉伯半岛,沙漠几乎充填整个半岛,面积约130万平方千米。其中鲁卡哈里沙漠约77万平方千米,是世界上最大的流动性沙漠。

帕米尔高原以西,从我国新疆到蒙古国,再延续到我国东北西部的戈壁,约有129.5万平方千米,老一辈地学工作者称之为“瀚海”,它是世界上最大的砾漠和石漠。



大气热力环流示意图

(2) 地球的大气温度随高度而变化。与人类关系最为密切的大气对流层紧邻地表, 平均每升高1千米, 气温约降低 6.5°C , 至对流层顶, 温度降到最低。

(3) 大气中的水汽来自江河、湖泊和海洋表面的蒸发、植物的蒸腾以及其他含水物质的蒸发。一般大气中水汽的含量在 $0.01\%\sim 4\%$ 。水汽随大气温度发生相变, 成云致雨, 成为陆地降水。

降水的特征主要决定于上升气流、水汽供应和云的微物理特征, 其中以上升气流最为重要。但凡上升气流控制的地域经常下雨, 下沉气流控制的地域空气都是干燥的。地球的地形起伏也会造成这种情况, 一股带有水汽的气流流经高大的山体时, 迎着气流(风)的一面, 气流要上升爬坡, 空气变冷, 密度增大, 相对湿度变大, 空气中的水汽变为降雨; 翻过山顶, 气流变为下沉气流, 变得干燥炎热, 这种现象叫做“焚风效应”。经常处在气流路径高大山体后面干旱的区域叫做“雨影区”。

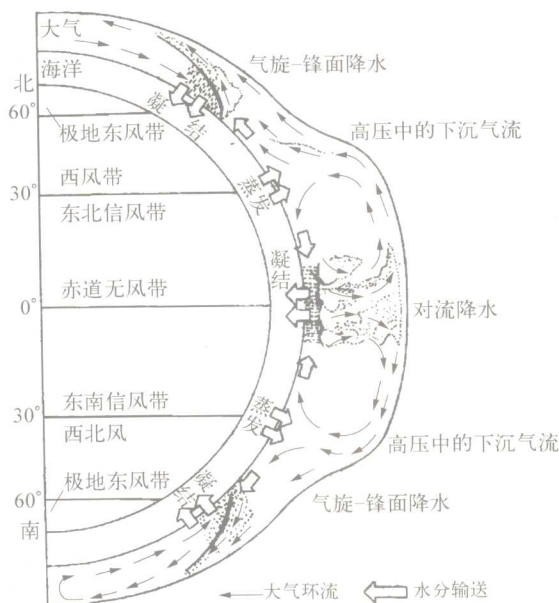
我国干旱荒漠地带的气候成因

赤道的两侧南、北纬 $15^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 之间的热

带、亚热带, 也就是南、北回归线附近, 为什么会形成带状分布的荒漠呢?

地球赤道附近一年四季均可以得到近乎直射的太阳辐射, 地面反射作用也强, 近地面空气受热膨胀变轻上升, 上升过程中随着空气降温, 所含水汽凝结成降雨, 所以赤道地带炎热多雨, 为热带雨林气候。随着赤道地带空气的膨胀上升, 赤道空气压力减小, 两侧的气流向赤道补充。而赤道地带升空的气流从高空向两侧地区下沉, 已经损失了大部分水汽的空气下沉中受热膨胀, 空气密度变小, 变得非常干燥, 这就形成了行星风系的干燥带——亚热带干燥带。

在我国, 23° 日照北回归线从台湾省的嘉义、广东省的汕头和广州、广西壮族自治区的



地球行星风系示意图

① 干燥度指数 = $0.16 \times [\geq 10^{\circ}\text{C} \text{积温} (^{\circ}\text{C}) \div \text{同期降雨量} (\text{毫米})]$ 。





青藏高原地形图

梧州、云南省的蒙自穿过，北纬 35° 已到达陇海铁路（连云港—郑州—天水）以北。按上述的行星风系，我国江淮和江南地区理应在亚热带干燥带范围，自然景观应和西亚、澳大利亚一样为亚热带荒漠。而为什么情况完全不同呢？这是因为青藏高原隆起的作用。

根据地质学家的研究，世界现代的海陆分异和相对位置是1亿年前形成的，那时候欧亚大陆、非洲大陆、印度次大陆是分离的，在这三块陆地之间有一片海，叫做古地中海。

地质学家在我国江南找到的地层证据表明，在青藏高原出现以前的南中国内地确实和西亚一样是一派干旱的亚热带荒漠景观，并且指认江南的一些红色砂岩是沙漠沉积而成。

2500万年前，这里的地理情况发生了巨大的变化，由于印度大陆板块不断向欧亚大陆靠拢，古地中海隆起逐渐消失，从一片汪洋变成陆地，并迅速上升，到250万年前大约上升到4000米的高度，这样一个既庞大又高耸的青藏高原屹立在世界的东方，打乱了整个东亚乃至世界的大气环流格局：第一，把亚洲干旱区的位置向北挤压，使之分布到温带地区；第二，西风吹过高原出现绕流，从南侧绕过高原变为一支暖湿的西南气流，北侧绕过高原的气流汇合了从极地南吹的西北气流，经常以寒流形式出现；第三，形成了亚洲东南季风，随着热季的到来向北扩展，并在夏秋形成热带风暴，登陆即为台风。东南季风影响到整个东亚。