

D i y i z h a n g 第 1 章

沙漠的形成原因

中国东起东北平原西部，西迄新疆喀什噶尔的北方九省区)都分布有大大小小的沙漠。这样多的沙漠究竟是怎样形成的呢？中国沙漠的成因概括起来就是：在干燥气候和丰富的沙漠沙物质来源等自然条件下，长期发展演变而形成的。

一、沙漠形成的气候因素

可以这样说，沙漠是干燥气候的产物，干燥少雨是沙漠形成的必要条件。从整个地球来看，干燥气候区域（干旱区）的形成，主要与纬度、大气环流等因素有关。在南北纬 15°~35° 之间，是副热带高压带（又称回归高压带）控制的范围，终年为信风吹刮的区域。在高压带内的空

气具有下沉作用，空气下沉时形成绝热增温，使相对湿度减小，空气非常干燥。信风具有由副热带高压带吹向赤道低压带的稳定风向，它在吹向赤道的过程中不断增温；空气越热，消耗的水量也就越大，结果使它成为十分干燥的风。这样，在副热带高压带控制区，大气很稳定，湿度低，少云而寡雨，成为地球上雨量稀少的干旱区。世界上多数大沙漠都分布在这里，如北非的撒哈拉沙漠，西南亚的阿拉伯沙漠，南美的阿塔卡马沙漠等。因此，有“回归沙漠带”之称。

中国沙漠位于北纬 35 ~ 60 度、东经 75 ~ 125 度之间的温带地区。按照它们的纬度来说，不在世界上的沙漠带范围内要偏北 15 到 20 度左右。而中国与世界上沙漠带同纬度的华南地区，不但没有沙漠，相反却是温暖湿润，终年常青；无论是平原还是山区，到处是一片郁郁葱葱。这究竟是怎么回事？

中国位于世界上最大的大陆——欧亚大陆的东南部，濒临世界上最大的海洋——太平洋，这种海陆分布形势，海陆之间的热力差异，对中国气候产生了很大影响。冬季，大陆上的空气比海洋上的空气要冷，并收缩得比海洋上的空气厚重，空气压力增大。特别是位于中、高纬度内陆腹地的俄罗斯西伯利亚和蒙古国，那里冬季太阳辐射的热量很弱，黑夜又漫长，失热很多，因此空气十分干燥寒冷，冷空气大量积存形成强大的高压区。而中国南方海洋相反是个低压区。高压区的空气不断流向低

压区 形成了中国冬季盛行的偏北风。到了夏季 大陆上的空气比海洋上要热 并膨胀得比海洋上的空气稀薄 海洋上的空气压力大 形成高气压区 空气就从湿润的海洋吹向大陆 使中国盛行偏南风 这种随季节而变动 交替的风 叫做季风。



一望无际的沙漠

由于中国是东亚季风盛行的地区，降水的水汽主要是由西南太平洋、南海、孟加拉湾和印度洋上吹来的湿润的夏季风带来的。因此，处于亚热带的中国东南沿海和华南地区 正好首当其冲 降水丰沛 成了世界上同纬度雨量较多的湿润地区。然而，位于温带的广大西北和内蒙古地区 因深居内陆 距离海洋遥远 夏季风到那里已成了强弩之末。再加上其南部和东南边缘，有在第三纪

末和第四纪初的造山运动中升起的天山、昆仑山、秦岭、吕梁山及大兴安岭等高大山系，特别是有巨大的青藏高原，形成了夏季风难以逾越的屏障。这样，湿润的海洋气流（东南季风和西南季风）无法吹进，水汽来源被隔绝。致使夏季的西北和内蒙古地区，水汽十分贫乏，降雨量稀少。冬季，由于西北和内蒙古地区的北方地形比较开阔，无高山屏障，来自蒙古——西伯利亚高压区的强大干冷气流可以倾注直泻，造成异常干燥寒冷的气候。

正是上面的原因，使得中国西北和内蒙古的广大地区，终年处于极端干燥的情况下，形成了世界上最巨大的、具有典型大陆性气候的温带内陆干旱和半干旱区。气候干燥 降水稀少 流水作用变得微弱 相反 风的活动十分活跃，特别是在干燥气候影响下形成的缺少植物被覆的光裸地面，更加促进和加强了风的作用，使它成了塑造地貌的主要动力。疏松裸露的沙质地表在风的作用下，发生强烈的风蚀，沙土被风吹腾搬运；在风力减弱或遇到障碍物，风力无法挟带沙子继续前进时，沙子便堆积成沙丘，并进一步发展扩大，终于形成为广袤千里的沙漠。

二、丰富的沙漠沙来源

形成沙漠除了要有干燥的气候条件外，还要有丰富

的沙漠沙的来源。丰富的沙源是沙漠形成的物质基础。

以塔克拉玛干沙漠为例。塔克拉玛干沙漠位于塔里木盆地的中央，覆盖在巨大的古塔里木平原上。盆地四周有天山、帕米尔、昆仑山和阿尔金山等高山环抱，它们的高度都在 4000 米以上，山顶有大面积冰雪分布。在第四纪冰期时，这里降温剧烈，降雪更多，山地冰川发育的规模比现在要大得多。目前，塔里木盆地平原地区气候干旱，河流很少，流水作用微弱，只有和田河等少数几条比较大的河流，水量比较丰富，流程也比较远，其他河流大都在山麓洪积扇边缘地带就消失了。但在第四纪冰期时，因有大量的冰雪水补给，河流水量比现在要大。在塔里木盆地的中、南部，就发现有很多发源于昆仑山的古代河流的痕迹，它们由现在的塔克拉玛干沙漠的边缘，一直伸展到沙漠内部 200 ~ 250 公里的腹地，有的甚至流得更远。如克里雅河，现在的洪水只能流到沙漠中的通古兹巴斯特一带，但从地面上还清楚地遗留着的古河床遗迹来看，古老的克里雅河曾经向北注入塔里木河。发源于昆仑山北坡的和田河，由玉龙喀什河和喀拉喀什河汇合而成。根据测定，现在玉龙喀什河的年平均径流量为 23.4 亿立方米，每立方米水中平均带有的悬浮泥沙为 3.57 公斤；喀拉喀什河平均年径流量是 21.25 亿立方米，挟带的悬浮泥沙为 2.02 公斤 / 立方米。它们一年可以给塔里木平原带去 620 多万立方米的泥沙。如果我们假定在第四纪的 100 万年时间里，和田河每年都挟带这么多

的泥沙，并在它当年奔腾澎湃的地方均匀堆积下来。那么，仅仅只是水中的悬浮泥沙就足够沉积 124 米厚的冲积地层。叶尔羌河的水量和含沙量比和田河还要大，它每年的悬浮沙量高达 1676 万多立方米，所以沉积作用当然更大。正是在第四纪冰期时有着许多大量冰雪水补给的、水量丰富的河流，有巨大的搬运能力，把昆仑山、阿尔金山的大量山地破坏产物带到下游并堆积在盆地里，才能在盆地的中南部造成了一个广大的三角洲平原。根据皮山、墨玉、于田等地的地质钻孔记录，在地下 100 ~ 200 米深度内，都是灰色的中细沙和细粉沙。



生命力旺盛的胡杨木

发源于西昆仑山、帕米尔和天山西段南坡的许多河流，主要有阿克苏河、和田河、叶尔羌河等，汇集成塔里木

河，流经塔里木盆地的北部。众多的支流不但注入了大量水，也从山区带来了大量泥沙。特别在洪水季节，河流的沉积作用很强，河床不断垫高，河道经常发生变迁，加上塔克拉玛干沙漠内部隆起，迫使塔里木河不断向北迁移。在现有河道的南部遗留有多条东西向延伸的古河床，其南界可以扩展到 80~100 公里的沙漠里。塔里木河阶段性向北迁移的结果，就在塔里木盆地的北部造成了宽度达 130 公里、长度近 1000 公里的巨大冲积平原。根据物探资料，冲积平原第四系沉积厚度有 500 米，沉积物以细沙为主。

塔里木盆地的东部，是一个构造陷落洼地，是盆地最低洼部分，最低处海拔为 780 米。它是整个盆地的集水中心，汇集了塔里木河、孔雀河、车尔臣河、米兰河，甚至疏勒河等河的尾水，分滞成罗布泊和台特马湖。由于第四纪以来河流、湖泊位置的多次变迁，河流的冲积、湖泊的沉积形成了广大的三角洲平原和湖成平原。从钻孔资料和出露地层剖面观察，沉积物是由淡黄和浅灰色的细沙、粉沙和沙粘土，中间夹着薄层青灰色亚粘土组成的，有明显水平层理，富含植物（芦苇）和软体动物（淡水螺）贝壳的残余遗体。

塔里木盆地这些深厚疏松的古代河流和湖泊的沉积沙层，从第四纪中期以来，由于气候日臻干旱，冰川不断退缩，水源减少，平原上河流逐渐干涸缩短，地下水位下降，水分条件迅速恶化，受到风的强烈吹扬，为塔克拉玛

干沙漠的形成提供了丰富的沙子来源。像位于塔克拉玛干沙漠最东端的库鲁克库姆，原来是三角洲与湖相沉积交错的冲积平原。这里吹刮强烈的东北风，顺着风向，处在迎风侧的东部风蚀地貌极其发育，向西过渡到夹有风蚀地貌的风积沙丘区，到下风侧的西部则是全部发育成新月形沙丘和沙丘链的风积区。说明这个沙漠的沙子是由原来的河、湖相沉积层中吹扬出来的。根据楼兰附近实测风蚀量的计算结果，在一块面积 775 平方公里的地区 每年所提供的沙量有 2000 万立方米 数量惊人。由此可见，经受千百年，甚至上万年的吹扬，形成一大片沙漠，也就丝毫不足为奇了。

整个塔克拉玛干沙漠，如同库鲁克库姆一样，就是在干旱气候条件下，风力就地吹扬它下伏的第四纪疏松的沉积沙层而形成的。

中国其他沙漠的情况也是这样。第四纪时许多发源于天山北麓有大量冰雪水补给，水量丰沛的古河流，把山地破坏物质冲下来，在准噶尔盆地堆积了厚度达 200 ~ 400 米的古冲积平原沙质地层，它为古尔班通古特沙漠的形成提供了沙物质来源。发源于祁连山的古代河流巨厚冲积物和湖积物，为巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠提供了沙漠沙的来源。发源于大兴安岭的西辽河，下游冲积平原的第四纪疏松沙质沉积物厚度也有 130 多米 为科尔沁沙漠的形成提供了重要沙源。

正因为中国西北和内蒙古地区的内陆高原上，特别

是巨大的内陆盆地里，分布有深厚疏松的、沙质的河流冲积物和 泊沉积物，有十分丰富的沙漠沙的物质来源，在干旱多风的气候条件下，容易被风吹扬，才形成了中国浩瀚无垠的沙漠。



奇特的沙漠景观

Di er zhang 第 2 章

沙漠的分布特征

中国是世界上沙漠最多的国家之一。沙漠广袤千里，呈一条弧形带绵亘于西北、华北和东北的土地上，这一弧形沙漠带，南北宽 600 公里，东西长达 4000 公里，面积有 71 万多平方公里。若连同戈壁，总面积达 128 万多平方公里，占全国陆地总面积的 13%。在沙漠的面积中，荒漠、半荒漠地带（干旱区）的沙质荒漠约 60 万平方公里，占 84.5%，主要分布在新疆、甘肃、青海、宁夏及内蒙古西部；干草原地带（半干旱区）的沙漠为 11 万多平方公里，占 15.5%，主要分布在内蒙古东部、陕西北部以及辽宁、吉林和黑龙江三省的西部等地。中国沙漠的分布特点主要有以下几方面：

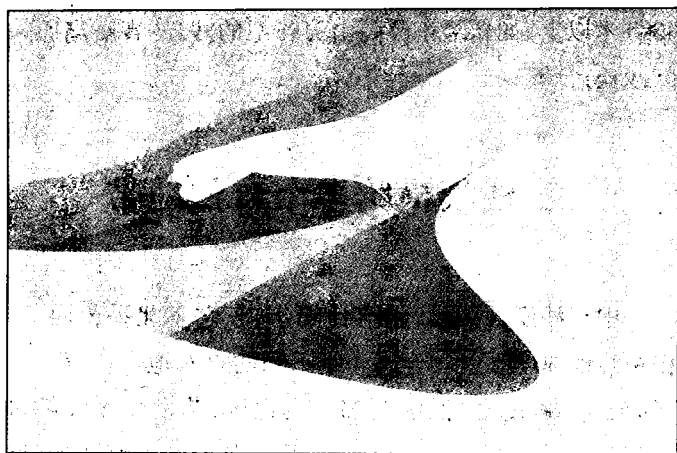
一、沙漠多深居内陆盆地和高原

中国沙漠约有 75% 的面积分布在乌鞘岭和贺兰山以西的大陆腹地，而且绝大部分都在内陆巨大盆地中，如塔里木盆地中的塔克拉玛干沙漠，准噶尔盆地中的古尔班通古特沙漠，柴达木盆地中的沙漠，吐鲁番盆地中的库姆塔格沙漠等等。一部分分布在海拔 1000 米以上的内陆高原上，如海拔 1200 ~ 1800 米的阿拉善高原上的巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠，海拔 1200 ~ 1500 米的鄂尔多斯高原上的库布齐沙漠和毛乌素沙漠等；最高可分布到海拔 4000 米以上，如新疆东部高山河谷中的沙丘，青藏高原上的沙丘等等。

二、沙漠横跨多个自然地带

中国沙漠，西起新疆喀什噶尔，东迄东北平原西部，横跨经度 50 度之多，分属 4 个不同的自然地带。贺兰山（约东经 106 度）以西的西部沙漠地区，蒸发量大大超过降雨量，干燥度都在 4.0 以上，属温带干旱荒漠地带，其中塔克拉玛干沙漠为暖温带干旱荒漠，柴达木盆地沙漠为高寒干旱荒漠。中国大部分沙漠都分布在这一地带，

沙漠面积约占全国沙漠 不包括戈壁 总面积的 80%。贺兰山与温都尔庙——鄂托克——定边一线之间的中国中部沙漠地区，主要包括库布齐沙漠、宁夏河东沙漠以及毛乌素沙漠的西部，干燥度在 2.0~4.0 之间，属于温带干旱半荒漠地带。这一地带比较窄，沙漠面积小，仅占全国沙漠总面积的 3% 强。温都尔庙——鄂托克——定边一线以东的中国东部沙漠的大部分 包括毛乌素沙漠、浑善达克、小腾格里沙漠、科尔沁沙漠等，干燥度在 1.5~2.0 之间，属温带半干旱干草原地带，其沙漠面积占全国沙漠总面积的 15% 左右。科尔沁沙漠的东部和松嫩等地区的沙漠，干燥度小于 1.5 属于温带半湿润的草原地带，它在中国沙漠中所占的面积最小，还不到 1%。



起伏的沙丘

三、新疆沙漠分布最广 塔克拉玛干沙漠最大

从各省区沙漠分布的面积来说，新疆分布最广，约占全国沙漠总面积的60%左右，其次是内蒙古、青海、甘肃、陕西、宁夏、吉林、黑龙江和辽宁。

从各个沙漠的面积来说，新疆南部的塔克拉玛干沙漠是中国面积最大的沙漠，包括周围零星的沙漠在内，面积共达33.7万平方公里，约占全国沙漠总面积的1/2。它也是中国沙漠中流沙分布最广的一个，其面积为27.7万平方公里。新疆北部准噶尔盆地的古尔班通古特沙漠是中国第二大沙漠，包括周围零星沙漠在内，面积共有4.8万平方公里，也是中国最大的固定、半固定沙漠。内蒙古西部的巴丹吉林沙漠是中国第三大沙漠，也是我国沙丘最高大的一个沙漠。风蚀地分布最多的是在柴达木盆地的西北部，面积为2.24万平方公里。

D i san zhang 第 3 章

沙漠里的水

水是沙漠地区最宝贵的自然资源。由于沙漠地区降水稀少，因而水资源一般来说是比较贫乏的。不过，中国沙漠地区由于四周多有高山环抱，高山降水比较丰富，一般可达 500 ~ 600 毫米，降水中心更可高达 800 ~ 1000 毫米，成为河流和地下水的主要补给来源。此外，高山顶峰终年积雪，冰川广布，根据冰川编目统计和部分山区冰川的估算，中国沙漠地区外围高山冰川的总面积有 2.8 万平方公里，大量的冰雪融水，源源不断地流向山前平原和沙漠地区，并成为天然的“固体调节水库”。如素有“沙漠中的湿岛”之称的天山，仅中国境内部分每年就有 400 多亿立方米的地表水流到周围的平原和沙漠区，差不多等于一条黄河的总流量。所以，中国沙漠地区的水资源，与世界上其他沙漠地区比较，相对地说还是比较多的。

一、河流水

中国沙漠地区的河流水资源（河川径流），根据资料统计共有大小河流 480 多条，总径流量约 1300 多亿立方米。可是，它在地区上的分布是极不平衡的，在新疆的北部和西部，内蒙古的东南部和东北平原西部的沙漠地区比较丰富，而新疆和甘肃交界的地区，以及内蒙古西部的沙漠戈壁地区较少。各河流的水量季节分配也不均匀，多集中在夏季。夏季洪水过分集中，不能充分利用，有时甚至造成灾害；而春季来水量又太少，使大部分地区的农用水感到不足。

沙漠地区是中国内陆河集中分布的地方，数量很多，据初步统计共有大小内陆河 447 条，径流量 800 多亿立方米，占沙漠地区河流总流量的 60%。因此，内陆河水是中国沙漠地区可利用的主要地表水资源，因地形、气候等多种自然条件的影响，中国沙漠地区的内陆河，具有以下典型特点：

1. 多数河流有头无尾

发源于山区的内陆河，流出山口后，由于山麓平原和沙漠地区降水稀少，蒸发旺盛，加之地面坡降平缓，地表

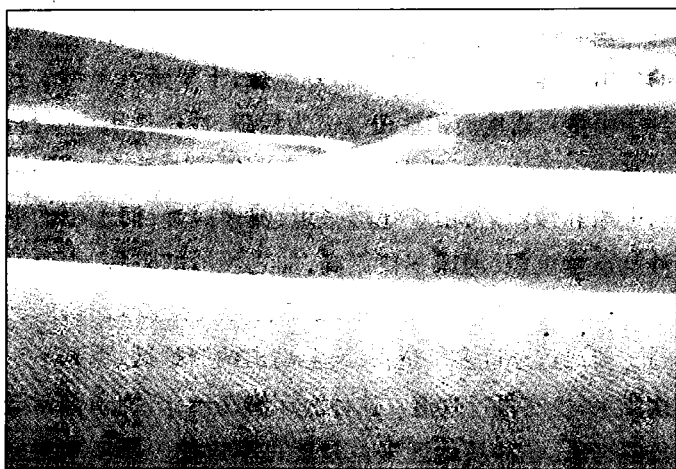
组成物质为沙砾，渗透性很强，不利于径流的形成，因此，河流出山口后，一般都没有支流汇入，河系成单线状，水量因沿途大量蒸发和渗漏而逐渐减少。只有一些大型内陆河可以穿行较长的沙漠地段，下游尾水在一些低洼处滞积成内陆湖泊。如塔里木河汇注罗布泊洼地，玛纳斯河归宿于玛纳斯湖等，而大多数中小河流，一出山口不远即消失在山前平原或沙漠之中。所以，它们只有河源而没有河口，成为典型的有头无尾河，例如塔里木盆地的克里雅河、尼雅河、安迪尔河、哈拉米兰河等。

这种有头无尾河由于河源水量供应情况不一样，河流最后消失的地点也时常变更，流程长短不一。在夏季（6~8月）高山区降水和冰雪融水大量补给，常形成奔腾咆哮的滚滚浊流，流程就远一些；平常枯水季节，下游往往断流，成为季节性的间隙河，像和田河这样年径流量有40亿立方米的河流，在沙漠中的河段，每年也只有在6~8月的3个月中才有洪流通过，全年绝大部分时间里，河水只能流到和田以北八九十公里的库鲁洛克附近。

2. 河流数目多而流量小

沙漠地区的河流因出山口后水量逐渐散失，又无补给水来源，对中小河流来说，不可能相互汇集成较大水系，而是各自分散成为独立水系，各自消失于山前平原和沙漠之中。所以，沙漠地区内陆河的一个重要特点就是

水量小，长度不大，水量相应集中在少数大型内陆河中，就拿西北沙漠地区来说，据统计，这一地区共有内陆河 428 条，其中水量超过 10 亿立方米的大型内陆河只有 15 条，占内陆河总数的 3.5%，但却集中了一半以上的水量；1 亿立方米以上的内陆河有 110 条，占内陆河总数的 25.7% 而水量竟占总径流量的 87% 其余 300 多条内陆河径流量只占 13% 平均每条河流的水量只有 0.3 亿立方米左右。



腾格里沙漠局部景观

由于多数河流流出山口以后，水量很快在沙漠边缘散失，所以在沙漠内部必然会出现大面积的无流区。例如，塔里木盆地中的塔克拉玛干沙漠，除和田河、叶尔羌河和克里雅河等少数河流能伸入沙漠一定范围外，绝大