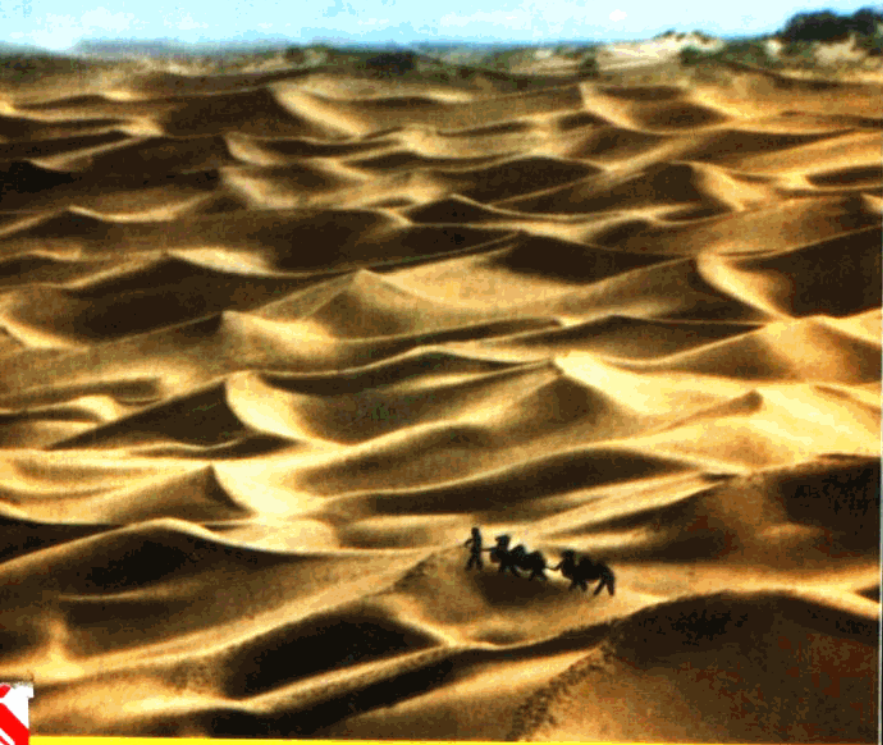


# 中国·沙海动态演化

钟德才 著



甘肃文化出版社

## 内容简介

本书是我国第一部较完整、系统的《中国沙漠动态演化》专著，是国家自然科学基金资助的研究成果。该专著系作者在长期沙漠考察研究的基础上，根据应用遥感方法与地图方法所获得的近 20000 个最新沙漠动态变化数据，用现代“空间与过程研究”理论作指导，经过反复研究后撰写成的。

全书共 8 章，对沙漠的内涵及其分类体系、中国沙漠的面积与演变、中国现代沙漠动态变化规律及其发展趋势、中国沙漠沙丘运动方向及其速度和中国沙漠发育演变理论模式等作了比较全面系统的论述，并有新创见。

书中有图表 100 多幅(张)，图文并茂，颇具特色。

本书可供从事地学、生物学、环境科学等有关科研、教学和管理部门人员参考。

## 序

陳述彭

中国科学院兰州沙漠研究所钟德才研究员,30多年来,鞠躬尽瘁,全身心投入我国沙漠科学事业,专攻遥感与沙漠制图,精益求精,先后主编有两幅反映50年代和90年代沙漠状况的《中国沙漠类型图(1:50万)》,在此基础上,研制出了《中国现代沙漠动态演变图(1:50万)》。经作者对此图进行细心量测,获得反映我国现代沙漠动态演变的各种面积数据。这些研究成果,为国家提供了第一手的图件和数据,为我国科学研究、工程规划和沙漠的改造、利用作出了重大贡献。

《中国沙漠动态演化》一书是作者在掌握先进技术手段、积累系列数据与图件的基础上,结合长期野外实地考察与验证著成的。该书对我国沙漠化趋势与绿洲建设、草原保育的相互制约关系,提出了独到的见解,并充分发挥地图、图解和图表的直观效果,阐述所发现的规律,得心应手,图文并茂。这部书展示出作者从数据升华为信息、从技术到科学的深化的综合创新能力和勤奋努力、扎扎实实的工作态度,确实难能可贵。所以,我特予推荐出版。

1998年5月30日,北京

(陈述彭:当代中国著名地理学家,中国科学院院士)

# 前 言

沙漠化进程,是当今世界上人们最关注的重大环境问题之一。我国是世界上沙漠最多的国家之一,其沙漠面积仅次于澳大利亚和沙特阿拉伯,名列第三。据作者最新的(截至1996年)测度数字,我国沙漠(含沙地)面积为81万平方公里,约占我国国土总面积的8.4%,相当于23个台湾省的面积。

随着人口的激增和经济的发展,50年代以来,我国沙漠的动态变化究竟怎么样?如何发生、发展?沙漠扩大或缩小、活化或逆转的确切数据是多少?以及未来沙漠将如何变化?等等。

虽然我国开展沙漠化研究已有20年之久,但至今还没有人对以上问题进行过全面而系统的研究。

为试图寻求上述问题的答案,揭示沙漠动态变化规律,推导沙漠演化模式,以加深对我国现代沙漠内涵的认识,并希图对之作出一定的解释、论述和评价。作者在国家自然科学基金的资助下,依据从事沙漠和沙漠地图编制研究30多年的基础,采用遥感方法、地图方法和野外实地调查法等手段,对我国现代沙漠动态变化,进行了较全面而系统的研究。

首先,以作者20多年前主编的《中国沙漠类型图》(1/50万)作为基期资料,该图是利用50年代末我国沙漠地区的航空象片(1/5万)编制而成的;其次,利用90年代中期我国沙漠地区的TM卫星图像作为沙漠信息源,编制最新的《中国沙漠类型图》(1/50万);然后,将这两期《中国沙漠类型图》重叠在一起,进行地图叠置分析,研制出《中国现代沙漠动态演变图》(1/50万)。根据这幅《沙漠动态图》,经过精心量算后,得到了近20000个中国现代沙漠及其动态演变的最新面积数据。

经作者对这批数据进行综合分析研究后,发现:一方面,我国

沙漠现代动态变化总趋势是向草原化或绿洲化方向缓慢发展,而并非向流沙化方向演变。从 50 年代末以来,我国沙漠的草原化和绿洲化面积达到 42280 平方公里,而流沙化的面积只有 24460 平方公里。我国沙漠草原化和绿洲化的实际面积达 17820 平方公里,其增长速率为 2.2%。其中,以毛乌素沙地的增长速率最快,高达 11%。

另一方面,我国现代沙漠还在继续蔓延,但其扩大速率颇慢。近 40 年来,我国沙漠面积扩大了约 12420 平方公里,也就是,我国沙漠每年以 310 平方公里的速度在扩大。这主要是过度放牧造成的,以内蒙古较为突出。

作者认为,当前,我国沙漠(沙地)的一些地区,其生态环境遭受不同程度的改变和破坏,是有目共睹的事实,局部区域甚至比较严重。但是,更应该看到,经过解放以来,四十多年的改造,我国沙漠已得到初步治理和利用,尤其是贺兰山以东的广大沙区,有许许多多的沙地,得到了保护、治理和开发利用,如,嫩江沙地,近 40 年来,有 88% 的沙地,被改造成农地或林地。因此,我们要客观地、科学地看待沙漠的动态变化,不能只看到沙漠生态平衡遭受破坏的一面,而更要看到我国沙漠受保护、被改造和重新建设的一面。沙漠并不可怕,随着科学技术的进步和人口的增长,开发沙漠势在必行,沙漠将被人类逐步改造和利用。

本著作所提出的新观点和提供的一系列沙漠数据,为正确认识我国现代沙漠的变化及其发展趋势将具有重要的理论意义和实践意义。

在书中,作者广泛地采用了图表模型(地图、图解和图表),目的是为读者提供一个直观、准确、可靠的形象,便于读者进行思考和发现新规律。

陈述彭院士在百忙中对本书稿进行了审阅,并亲自撰写序言,作者借本书出版之际,对他的热情鼓励和帮助,表示深深的谢意。

在本著作撰写(研究)过程中,陆锦华、胡孟春、王熙章、李炳元、何宝山、胡智育、康国定等同志,给予了积极的帮助,许志红在量算沙漠动态类型面积方面付出了大量的劳动。作者在此对上述同志表示衷心的感谢。

本著作虽然是作者多年来从事沙漠研究的成果,但由于水平有限,错讹背谬之处在所难免,恳请读者和专家们不吝指正。

钟德才

一九九八年五月一日于兰州

# 目 录

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| <b>第一章 沙漠及其分类体系</b> .....                     | (1)  |
| 一、沙漠的内涵和演变 .....                              | (1)  |
| 二、沙漠的数学评判模型 .....                             | (3)  |
| 三、中国沙漠分类体系 .....                              | (5)  |
| (一)沙漠综合分类体系 .....                             | (5)  |
| (二)沙漠动态演变分类体系 .....                           | (8)  |
| <b>第二章 关于中国沙漠的面积</b> .....                    | (12) |
| 一、中国沙漠的面积及其空间分布.....                          | (12) |
| 二、中国沙漠面积的测度和存在的问题.....                        | (15) |
| 三、引用中国沙漠面积数据应注意的几个原则.....                     | (19) |
| <b>第三章 中国沙漠动态基本类型及其空间分布</b> .....             | (21) |
| 一、沙漠动态基本类型划分原则.....                           | (21) |
| 二、沙漠动态基本类型划分指征.....                           | (22) |
| 三、中国沙漠动态基本类型的构成及其空间分布.....                    | (24) |
| <b>第四章 中国现代沙漠(沙地)动态演变及其趋势</b> .....           | (31) |
| 一、研究方法.....                                   | (31) |
| 二、中国现代沙漠(沙地)动态演变的基本规律.....                    | (33) |
| <b>第五章 中国有沙漠的主要省(区)现代沙漠(沙地)动态演变及其趋势</b> ..... | (44) |
| 一、沙漠逆转变化极显著的省份.....                           | (46) |
| (一)黑龙江省沙地.....                                | (46) |
| (二)吉林省沙地.....                                 | (52) |

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| (三)陕西省沙地·····                         | (58)  |
| (四)辽宁省沙地·····                         | (64)  |
| 二、沙地逆转变化显著的省份·····                    | (70)  |
| 三、沙漠(沙地)逆转变化较明显的省份·····               | (75)  |
| (一)甘肃省沙漠·····                         | (76)  |
| (二)河北省沙地·····                         | (81)  |
| 四、沙漠(沙地)活化和逆转变化都较显著的省(区)<br>·····     | (87)  |
| (一)内蒙古沙漠(沙地)·····                     | (87)  |
| (二)宁夏沙地(沙漠)·····                      | (94)  |
| 五、沙漠无明显变化的省(区)·····                   | (100) |
| (一)新疆沙漠·····                          | (100) |
| (二)青海省沙漠·····                         | (112) |
| <b>第六章 中国著名沙漠(沙地)现代动态演变及其趋势</b> ····· | (118) |
| 一、逆转变化极显著的沙地·····                     | (119) |
| (一)嫩江沙地·····                          | (119) |
| (二)呼伦贝尔沙地·····                        | (124) |
| 二、逆转变化显著的沙地(沙漠)·····                  | (129) |
| (一)毛乌素沙地·····                         | (129) |
| (二)河西走廊的沙漠·····                       | (135) |
| 三、逆转变化不甚明显的沙漠·····                    | (141) |
| (一)腾格里沙漠·····                         | (141) |
| (二)乌兰布和沙漠·····                        | (147) |
| (三)库布齐沙漠·····                         | (153) |
| 四、逆转、活化和扩大都显著的沙地·····                 | (158) |
| (一)科尔沁沙地·····                         | (158) |
| (二)浑善达克沙地·····                        | (165) |
| 五、无明显变化的沙漠·····                       | (170) |



|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| (一)巴丹吉林沙漠 .....                | (171) |
| (二)柴达木盆地的沙漠 .....              | (176) |
| (三)库木塔格沙漠 .....                | (180) |
| (四)古尔班通古特沙漠 .....              | (181) |
| (五)塔克拉玛干沙漠 .....               | (187) |
| <b>第七章 中国沙漠沙丘运动方向和速度</b> ..... | (193) |
| 一、沙和沙丘的运动特性 .....              | (193) |
| (一)沙的移动 .....                  | (193) |
| (二)沙丘的移动 .....                 | (194) |
| 二、中国沙漠沙丘运动方向及其速度 .....         | (195) |
| (一)沙丘运动方向和速度的确定 .....          | (195) |
| (二)中国沙漠沙丘运动方向 .....            | (198) |
| (三)中国沙漠沙丘移动速度 .....            | (199) |
| <b>第八章 中国沙漠发育演变理论模式</b> .....  | (204) |
| 一、沙漠发育演变理论模式的基本概念 .....        | (204) |
| (一)沙漠发育演变理论模式的内涵 .....         | (205) |
| (二)沙漠发育演变理论模式的图释 .....         | (208) |
| 二、沙漠发育演变理论模式的发现和建立 .....       | (212) |
| (一)纵向研究和沙漠的演变 .....            | (214) |
| (二)历史比较研究与沙漠的演变 .....          | (214) |
| 三、沙漠演变趋势 .....                 | (220) |
| <b>主要参考文献</b> .....            | (224) |

# 第一章 沙漠及其分类体系

## 一、沙漠的内涵和演变

沙漠这个词,在我国最早见于《汉书·苏建传》:李陵起舞曰:“径万里兮度沙漠,为君将兮奋匈奴”,以及《文选》三国魏诗曹植白马篇:“幽并游侠儿。少小去乡邑,扬声沙漠垂”,又魏诗阮籍的少年学击刺篇:“挥剑临沙漠,饮马九野原”。在这里,沙漠是指位于我国北方的地面为沙砾石覆盖的干旱荒裸的广大地区,既包括了被大片沙丘覆盖的地区,也包含了地面为碎石覆盖的平坦无垠的区域。但是,远在西汉之前,战国时期的作品《山海经》中的《山经》,对我国西北部沙漠的称谓则是另一种叫法:“西行四百里,曰流沙二百里”(西山经)。又如《书·禹贡》:“导弱水,至于合黎,余波入于流沙”。可见,“流沙”是我国对沙漠的最早叫法。在唐代的文选中,“流沙”这个词也经常可以见到,如《旧唐书·西域传》:“西北有流沙数百里”。同时,还出现了“沙碛”、“瀚海”等和沙漠同义的新词,如《全唐诗》的岑参边塞诗:“十日过沙碛,终朝风不休!马走碎石中,四蹄皆血流”,“瀚海阑干百丈冰,愁云惨淡万里凝。轮台东门送君去,去时雪满天山路”,等等。

自宋元时期以来,在这个时期的文选中,又出现了“戈壁”、“库姆”和“大漠”等新词,如“阿拉善戈壁”、“噶顺戈壁”、“库鲁克库姆”、“蒙古大漠”等等。在这里,“戈壁”,为蒙古语,是指“难生草木”的平缓的沙砾石土地;“库姆”,为维吾尔语,意指地面为大片裸露沙丘覆盖的地区;“大漠”,是指一望无际的光秃的沙砾石地表。

从本世纪开始,引进了西方的新名词:“Desert”,译成中文意为荒漠或沙漠,“荒漠”是指气候干燥、降水稀少、蒸发量大、植被贫

乏的地区，由沙漠、砾漠、岩漠、泥漠和盐漠等组成。从“Desert”的词义来看，含意甚广，沙漠是其一部分，但是，在我国以往的著译文中，常常把“Desert”译成沙漠，把沙漠等同于荒漠，如《新英汉词典》（上海译文出版社）：“desert，（1）沙漠，不毛之地；（2）荒凉的地。”又如，《辞海》（上海辞书出版社）：“沙漠，（1）荒漠的通称”。又如，把非洲 Sahara Desert 译成撒哈拉沙漠，而不是撒哈拉荒漠，等等。

通过以上分析，不难看出，沙漠的含义，和“沙碛”、“瀚海”、“戈壁”和“荒漠”一样，目前还缺乏一致的认识。但对地面完全被沙丘覆盖、缺乏流水、气候干燥、植被稀少的地区，称为沙漠，例如，塔克拉玛干沙漠、巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠等，而不叫“戈壁”，也不叫“瀚海”，其认识是一致的。

由此可见，沙漠的含义有广狭二义之分，正如“西域”的含义有广狭二义之分一样。所谓广义的沙漠，就是荒漠，其外延组成成分较多，包括砾漠、岩漠、泥漠、盐漠和沙漠等，相当于英文的“Desert”。所谓狭义的沙漠，就是地面完全被大片沙丘（或沙）覆盖、缺乏流水、植被稀少的地区，是荒漠的一种，即沙质荒漠。在荒漠中，沙漠是最重要的，它所占的范围至为巨大，是面积最广的一种类型。

在实际应用时，如果不分清广义沙漠和狭义沙漠两个不同概念的话，往往引起差错，甚至混乱。例如，在一些教科书中，撒哈拉沙漠面积为 996 万平方公里，鲁卜哈利沙漠面积为 65 万平方公里。从这两个面积数据来看，撒哈拉沙漠的面积约是鲁卜哈利沙漠面积的 15 倍。但实际情况并非如此，因为前者沙漠概念是广义的，应是撒哈拉荒漠，996 万平方公里是其荒漠面积，而其狭义沙漠面积只有 156 万平方公里；后者沙漠概念是狭义的，是真正的沙漠，所以，实际上撒哈拉沙漠的面积只有鲁卜哈利面积的 2.4 倍。

为了避免混淆，作者建议“沙漠”这个词的真正内涵应是它的

狭义概念。今后,在使用“沙漠”这个词的时候,如果是属于广义的概念,可直接用“荒漠”这个词来表达,不再使用“沙漠”一词,这样一来,也利于同国际接轨。

## 二、沙漠的数学评判模型

地面被沙丘或沙覆盖的地区,虽然都属于沙质地表,在科学上也属于同一研究领域,即所谓沙漠科学,但在概念划分上,并不是统统都称为沙漠,而是根据其自然特性,划分为三类,即沙漠、沙地与沙滩(堤)。这些类型之间,有许多共性和特性。它们是沙物质、降水、植被和风力等因素的长期相互作用和相互制约的结果。它们彼此之间大多数是逐步过渡而非突然改变的,不同类别之间不存在截然分明的界限,属于模糊性事物。

区别这些类型,如果分别就某种因素进行评定,很容易作出清晰确定的结论;如果把上述诸多因素联系起来评定,就显得非常错综复杂,很难作出精确的判断。

为此,作者借助于模糊数学方法,在现有资料和认识的基础上,提出主因素决定型模糊数学综合评判模型,对上述沙漠、沙地与沙滩(堤)等类型进行半定量综合评判。该模型用以下方程表示:

$$M = FA(S \times Z) \Delta J$$

式中: M —— 代表沙漠、沙地与沙滩(堤)

F —— 代表年均起沙风日数

S —— 代表沙物质的规模

Z —— 代表植被覆盖度

J —— 代表年均降水量

$\Delta$  —— 模糊数学计算符号,表示取最小值。

从上述模糊数学评判模型,可以看出,沙漠、沙地与沙滩(堤)

的特性主要与风力、沙物质、植被和降雨等因素密切相关。在这些因素中,沙物质是决定沙漠、沙地与沙滩(堤)特性的第一因素,是物质基础。在具备沙物质的前提下,沙漠、沙地与沙滩(堤)的差异性,主要取决于降水量、植被覆盖度和起沙风日数。据著者观察,影响沙漠、沙地与沙滩(堤)差异性的诸因素中,常常有一个或二个因素起决定性作用,而其它因素所起的作用则比较少。这就是我建立上述评判模型的基本理论依据。

以下是进行综合评判计算时,必须用的两个评分分值表:

沙漠、沙地与沙滩(堤)及其总评分表

| 评判类型(M) | 沙 漠              | 沙 地             | 沙滩(堤)      |
|---------|------------------|-----------------|------------|
| 总评分     | $\geq 0.5 - 1.0$ | $< 0.5 - > 0.1$ | $\leq 0.1$ |

影响沙漠、沙地与沙滩(堤)特性的各因子分值表

| F 年均起沙风<br>( $\geq 6$ 米/秒)日数 |     | S 沙物质的<br>规模( $\text{km}^2$ ) |     | Z 植被覆盖度<br>(%) |     | J 年降水量<br>(mm)   |     |
|------------------------------|-----|-------------------------------|-----|----------------|-----|------------------|-----|
| 起沙风<br>日 数                   | 评分  | 沙物质<br>的面积                    | 评分  | 植被覆<br>盖度      | 评分  | 年降水量             | 评分  |
| $\geq 10$                    | 0.5 | $\leq 10$                     | 0.4 | $> 50$         | 0.8 | $\geq 600$       | 0.1 |
| $\geq 30$                    | 0.8 | $\geq 10 - 100$               | 0.6 | $\leq 50 - 15$ | 0.9 | $\leq 600 - 200$ | 0.3 |
| $\geq 50$                    | 1.0 | $\geq 100$                    | 1.0 | $\leq 15$      | 1.0 | $\leq 200$       | 0.6 |

根据以上模糊数学综合评判模型和两个评分分值表,便可以比较准确地判别出究竟是沙漠,还是沙地或沙滩(堤)。

通过简便的综合评判(计算),不难看出:

**沙漠** 是指地表被大面积沙丘覆盖,一般以流动沙丘为主,气候干燥多风,缺乏流水和植被稀少的地区。如新疆的塔克拉玛干沙

漠、内蒙古的巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠等等。

**沙地** 是指地表被沙丘(或沙)覆盖,通常以固定或半固定沙丘为主,气候半干燥或半湿润,多风少水流和植被较少的地区。如内蒙古的毛乌素沙地、科尔沁沙地和浑善达克沙地,等等。

**沙滩(堤)** 是指地表被小片沙或沙丘覆盖,一般以固定或半固定沙为主,气候较湿润或湿润,多风浪和植被较少的地区。如位于沿海的海岸沙滩、沙堤和沙丘;位于河边的河岸沙滩和沙丘;位于湖边的湖岸沙堤和沙滩,等等。

### 三、中国沙漠分类体系

沙漠分类是沙漠科学重要的理论问题之一。它一般是由最高的类别和最低的类别组成的多层次系统,十分复杂。要解决这个问题,必须先把沙漠各种类别(属)关系搞清楚,然后才能导出它们彼此联系变化的关系。在以往的沙漠研究中,有不少学者曾以成因形态原则对沙漠进行过很有意义的分类,但因沙漠各种类属关系错综复杂,加以深入研究不够,所以,迄今尚无一个为大家接受而通用的沙漠分类体系。以下是作者根据 30 多年来从事沙漠研究所得到的感性和理性认识,并应用逻辑学中关于分类和划分的原则,对我国沙漠及其动态变化进行分类的初步尝试。

#### (一)沙漠综合分类体系

沙漠综合分类体系,应该是一个能反映沙漠各类别之间内在逻辑(规律性)关系的科学系统。这种内在的逻辑关系,就是沙漠及其次一级类别的最本质属性(即最具科学意义和实际意义的属性)的固有次序。而且,这种内在的逻辑关系在分类体系中的每个类别

# 中国沙漠综合分类体系

| 等级               | 一级分类     | 二级分类      | 三级分类     | 四级分类     | 五 级 分 类                  |
|------------------|----------|-----------|----------|----------|--------------------------|
| 划分原则             | 时态       | 结构        | 成因       | 动态       | 形 态                      |
| 主要指标             | 演化次序     | 组合形式      | 风力作用性质   | 活 动程 度   | 形态与规模                    |
| 类<br>别<br>名<br>称 | 原始期沙地    | 平缓型沙地     |          | 固定沙地     | 沙平地、缓起伏沙地                |
|                  |          |           |          | 半固定沙地    | 沙平地、缓起伏沙地                |
|                  |          |           |          | 流动沙地     | 沙平地、缓起伏沙地                |
|                  | 扩张期沙丘    | 分散(初始)型沙丘 | 横向沙丘     | 固定沙丘     | 沙堆、梁窝状沙丘                 |
|                  |          |           |          | 半固定沙丘    | 沙堆、梁窝状沙丘、抛物线状沙丘          |
|                  |          |           |          | 流动沙丘     | 沙饼、新月形沙丘                 |
|                  |          | 纵向沙丘      |          | 固定沙丘     | 沙垅                       |
|                  |          |           |          | 半固定沙丘    | 沙垅                       |
|                  |          |           |          | 流动沙丘     | 新月形沙垅、沙垅                 |
|                  |          | 集合型沙丘     | 横向沙丘     | 流动沙丘     | 新月形沙丘链、鱼鳞状沙丘             |
|                  |          |           | 纵向沙丘     | 半固定沙丘    | 线状沙丘、树枝状沙垅、蜂窝状沙垅         |
|                  |          |           |          | 流动沙丘     | 线状沙丘、羽毛状沙垅               |
|                  |          |           | 多向沙丘     | 固定沙丘     | 蜂窝状沙丘                    |
|                  |          |           |          | 流动沙丘     | 星状沙丘、格状沙丘链               |
|                  | 稳定期沙山和沙丘 | 综合型沙山(沙丘) | 横向沙山(沙丘) | 流动沙山(沙丘) | 综合型链状沙山(沙丘)              |
|                  |          |           | 纵向沙山(沙丘) | 流动沙山(沙丘) | 综合型垅状沙山(沙丘)              |
|                  |          |           | 多向沙山(沙丘) | 流动沙山(沙丘) | 综合型星状沙山(沙丘)              |
|                  |          | 复合型沙山(沙丘) | 横向沙山(沙丘) | 流动沙山(沙丘) | 复合型链状沙山(沙丘)              |
|                  |          |           | 纵向沙山(沙丘) | 流动沙山(沙丘) | 复合型垅状沙山(沙丘)、复合型链垅状沙山(沙丘) |
|                  |          |           | 多向沙山(沙丘) | 流动沙山(沙丘) | 复合型穹状沙山(沙丘)              |

是不一样的。

在沙漠的最高级(即一级分类)分类中,沙漠随时间推移而发生明显变化的特性,即不同时期的发展状态,简称时态,是沙漠最本质的属性。所以沙漠动态变化的固有次序,也就是沙漠演化的不同发展阶段,成为这一级分类的最主要划分标准。据此,可将沙漠首先划分为:原始期沙地、扩张期沙丘和相对稳定期沙山(沙丘)等三个演化阶段(类)。所谓沙山,是指比高大于 100 米的沙丘。

在沙漠的二级分类中,根据一级分类划分的三个特大类的结构特性,将原始期沙地进一步划分为平缓型沙地;将扩张期沙丘进一步划分为分散(初始)型沙丘和集合型沙丘;将稳定(相对)期沙山(沙丘)进一步划分为综合型沙山(沙丘)和复合型沙山(沙丘)。

在沙漠的三级分类中,根据二级分类划分的 5 个大类的成因特性,也就是形成机理的差异性,集合型沙丘进一步划分为横向沙丘、纵向沙丘和多向沙丘;将综合型沙山(沙丘)和复合型沙山(沙丘)进一步划分为横向沙山(沙丘)、纵向沙山(沙丘)和多向沙山(沙丘)。

在沙漠的四级分类中,根据三级分类划分的 11 个中类的活动状态的差异性,继续划分为:固定沙丘(沙地)、半固定沙丘(沙地)和流动沙丘(沙地)。这一级划分,称为亚中类,共 20 个类型。

在沙漠的最低级分类(即五级分类)中,根据四级分类划分的 20 个亚中类的形态特征和规模大小续分为:沙平地、沙堆、新月形沙丘、新月形沙丘链、沙垅、星状沙丘、综合型垅状沙山和复合型链状沙山等 34 个小类。在我国沙漠中还有一些形态特征不十分典型,属过渡性质的类型,没有进行独立划分,不包括在上述 34 个小类之中。沙漠形态特征与沙漠形成因素之间有着密切的关系,不同的沙丘(沙山)形态,反映着不同的沙丘(沙山)形成机理。所以,根据沙漠的形态特征,对沙漠进行详细划分,既易于掌握和应用,也便于我们对沙漠的运动发展规律进行了解。



上述中国沙漠分类体系,是根据沙漠形成演化阶段、沙漠结构特性、沙漠动力机制、沙漠活动状态和沙漠形态特征的异同进行类比和划分的。通过分类构成一个由不同分类单元组成的多层次的沙漠分类系统。

## (二)沙漠动态演变分类体系

沙漠的变化与国计民生息息相关,所以研究沙漠的动态变化,尤其是研究在人为干预下沙漠的种种变化,具有重要的理论意义和实践意义。对沙漠进行动态演变类型划分,是深入研究和认识沙漠动态变化的基础。

沙漠动态演变分类体系,是从沙漠动态变化出发,根据沙漠动态随时间而发生变化的异同性,按照一定的层次等级体系,建立起来的单一要素的沙漠分类系统。

沙漠动态演变分类体系采用二级分类法:第一级分类根据沙漠动态演变性质的差异性进行划分;第二级分类是在一级分类的基础上,根据沙漠动态(即活动状态或活动程度)随时间而变化的状况继续划分。

### 1. 一级分类

一级分类把沙漠动态演变划分为五种类型:

1) **活化型沙漠** 是指在自然因素和人为因素的影响下,沙漠范围不变或基本不变,但沙漠的活动程度强化、加剧,由原来的固定沙漠景观变成了半固定沙漠景观或半固定沙漠景观变成了流动沙漠景观,等等。

2) **逆转型沙漠** 是指因受到人为的改造或减轻了人为的不良影响,或者气候变湿润,其活动程度减弱或趋向稳定,由原来的流动沙漠景观变成了半固定沙漠景观或固定沙漠景观,等等。

3) **扩大型沙漠** 是指原为非沙漠景观,由于沙丘在起沙风的作用下向前移动,或人为的破坏,变成了沙漠景观,沙漠蔓延扩大。