

天山乌鲁木齐河源区大西沟表土花粉散布特征

杨振京^{1,2}, 孔昭宸¹, 阎顺³, 倪健¹, 马克平¹, 许清海⁴

(1 中国科学院植物研究所植被数量生态学重点实验室, 北京 100093; 2 中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北正定 050803;

3 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011; 4 河北师范大学资源与环境学院, 石家庄 050016)

摘要: 在天山乌鲁木齐河源区大西沟垂直植被带表土孢粉分析及植被调查的基础上, 对大西沟垂直带的植被与表土孢粉的关系进行了探讨。从表土孢粉百分比含量可划分出4个孢粉带, 其对应的植被带分别为高山垫状植被、高山草甸、亚高山草甸和云杉(*Picea*)林带。孢粉百分含量基本上反映了大西沟地区垂直植被带分布的特征。云杉、麻黄(*Ephedra*)、藜科(*Chenopodiaceae*)和蒿属(*Artemisia*)等植物花粉明显表现为超代表性。山谷上升气流在天山山地垂直植被带的表土孢粉散布中起着重要的作用。

关键词: 表土 花粉散布 大西沟 乌鲁木齐河 天山

中国分类号: Q913.84 **文献标识码:** A

1 引言

近年来, 晚第四纪古气候研究、特别是全新世环境变化研究非常活跃, 利用孢粉转换函数或花粉—气候响应面模型取得了许多成果^[1~7], 大量的表土孢粉资料是建立花粉—气候关系数学模型的基础。新疆地区位于西北内陆干旱—半干旱区, 是全球变化敏感区域之一, 自20世纪80年代以来, 表土孢粉工作取得了一些成果和资料^[8~12], 但对于广阔的新疆地区表土孢粉研究工作来说尚比较薄弱。为此在阎顺以前工作^[8]的基础上, 笔者对天山乌鲁木齐河源区大西沟又重新进行了系统的表土孢粉工作。

2 自然地理概况

乌鲁木齐河源区位于天山中部喀拉乌成山主脉北坡(图1)。区内一般山脊海拔高度4100~4300m, 主峰4486m, 现代雪线4000~4100m, 冰舌末端3650~3700m, 多年冻土下界3200~3300m, 森林带上限2600~2900m。在大地构造单元上属于天山地槽褶皱带。该区属于大陆性山地气候, 垂直分带性明显, 低山带以下极为干燥, 向上气候则逐渐转为冷湿, 气温随高度的增大而急剧下降, 但各地段的梯度值不同。根据海拔3588m的大西沟气象站资料, 年均温为-5.4℃, 气温年较差为35.9℃, 年降水量为430.2mm, 降雪量占全年总

降水量的74.5%。降水主要集中在夏季6~8月, 占全年的66%^[13,14]。

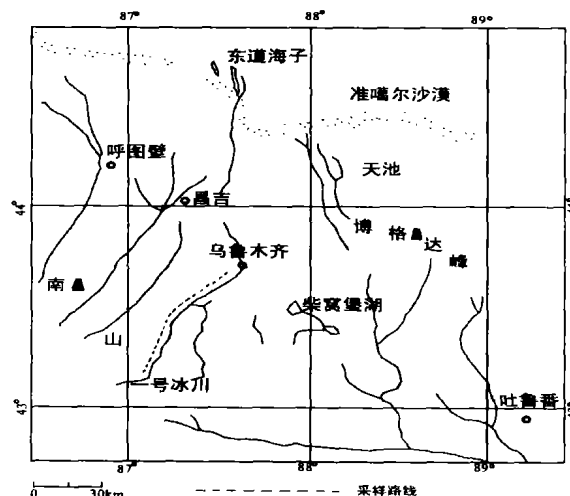


图1 采样位置示意图

Fig. 1 Geographical location of the sampling sites

3 工作方法

本次调查从乌鲁木齐河源区海拔3780m的冰川前缘表层开始, 沿大西沟以海拔每下降100m采集一个表土花粉样品, 到接近乌鲁木齐的大西沟口(海拔2200m)为止, 目的在于了解花粉在不同垂直高度上的散布, 调查中共采得14块表土样品。在实验室每块样品取50g, 用常规方法处理, 花粉鉴定统计在光学显微镜下进行, 共统计到4794粒花粉, 平均每个样品约342粒。在对资料进行分析时, 结

收稿日期: 2004-05-07; 修订日期: 2004-10-10

基金项目: 中国科学院知识创新重大项目(KZCX1-10-05)、国家自然科学基金重点项目(NSFC90102009)和国家博士后科学基金(2003033253)资助

作者简介: 杨振京(1966-), 博士(后), 副研究员, 主要从事第四纪孢粉和环境演变研究

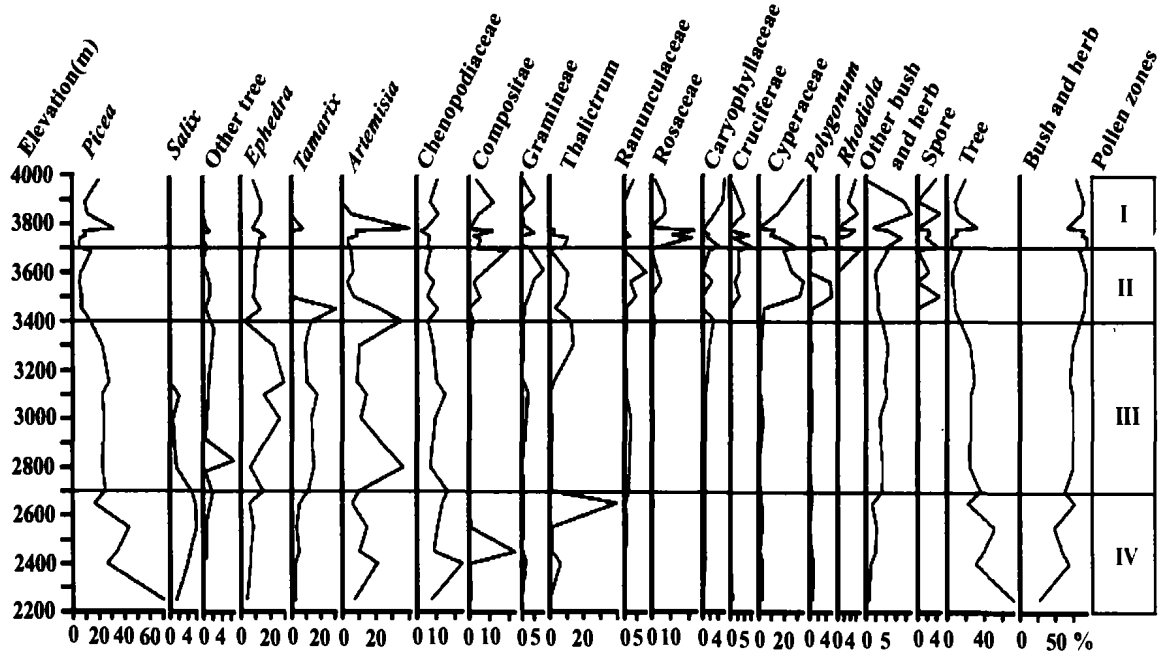


图2 大西沟表土孢粉百分比图谱

Fig. 2 Percentages of pollen in topsoil along the Daxigou Valley in the central Tianshan Mountains

合阎顺以前在乌鲁木齐河源区海拔3500m以上采集的11块样品^[8],共计25块表土孢粉样品参与分析。所有的孢粉分属39个科属,均为新疆地区的现生植物种类,选取云杉(*Picea*)、柳(*Salix*)、麻黄(*Ephedra*)、怪柳(*Tamarix*)、蒿(*Artemisia*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、菊科(*Compositae*)、禾本科(*Gramineae*)、唐松草(*Thalictrum*)、毛茛科(*Ranunculaceae*)、蔷薇科(*Rosaceae*)、石竹科(*Caryophyllaceae*)、十字花科(*Cruciferae*)、莎草科(*Cyperaceae*)、蓼(*Polygonum*)、红景天(*Rhodiola*)等16个主要科属做出孢粉百分比图式(图2)。

4 孢粉组合与植被

根据孢粉图式,整个孢粉剖面可划分为4个孢粉组合带,各孢粉组合带带与植被有较好的对应关系。

I带位于海拔4000~3700m之间,属于高山垫状植被。孢粉组合中草本和灌木植物花粉占绝对优势,含量在66.8%~94.5%,平均为85.5%,主要为莎草科15.8%(0.6%~35.0%)、麻黄12.4%(7.9%~14.0%)和蔷薇科10.3%(0%~23.0%),其次有蒿9.7%(0%~40.5%)、藜科7.2%(2.4%~11.4%)和菊科6.0%(0.6%~12.3%),还有少量的红景天、石竹科、唐松草、十字花科、禾本科、怪柳、毛茛科和蓼等;乔木植物花粉含量在5.5%~33.2%,平均为14.5%,以云杉为主14.1%(5.5%

~32.6%);还见少量蕨类孢子2.2%(0%~4.9%)。现代植被主要有苔草(*Carex*)、高山莓(*Sibbaldia tetrandra*)和高山红景天(*Rhodiola coccinea*)等植物类型,该类植被适应高山地区恶劣、多变的环境条件,整个植株紧缩成密实的垫状体,分布于这一地区的空冰斗中、下部分以及空冰斗以下的新冰期终碛中、上部。

II带位于海拔3700~3400m的高山草甸地带。孢粉组合中草本和灌木植物花粉仍占绝对优势,含量91.6%(84.3%~94.9%),主要为莎草科24.3%(4.1%~35.0%)和麻黄11.1%(8.6%~13.7%),其次有蒿8.3%(3.3%~22.9%)、藜科7.3%(4.8%~11.1%)、唐松草6.8%(0%~10.5%)和菊科6.5%(0%~19.4%),还有少量的禾本科、毛茛科、十字花科、蓼、蔷薇科、石竹科和红景天等;乔木植物花粉占8.4%(5.1%~15.7%),主要是云杉7.6%(5.1%~14.8%);还有少量的蕨类孢子1.9%(0%~4.7%)。高山草甸植被主要有苔草草甸组成,其次有嵩草(*Kobresia myosuroides*)草甸和以珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)为主要成分的杂类草草甸。

III带位于海拔3400~2700m的亚高山草甸地带。孢粉组合中草本和灌木植物花粉含量有所下降,但仍占绝对优势,为73.9%(63.2%~85.8%),主要为蒿18.2%(9.0%~36.5%)、麻黄16.8%(2.6%~29.1%)、怪柳13.0%(9.2%~17.7%)和藜科10.3%(5.8%~16.1%),还有少量的唐松草、

莎草科、毛茛科、石竹科、禾本科、蔷薇科、菊科和藜等;乔木植物花粉含量增加,为 26.1% (14.2% ~ 36.8%),主要为云杉 22.8% (13.6% ~ 28.0%) 和少量的柳。植被组成主要是嵩草草甸,伴生有冷蒿 (*Artemisia frigida*)、高山唐松草 (*Thalictrum alpinum*)、高山早熟禾 (*Poa alpina*)、准噶尔金莲花 (*Trollius dschungaricus*)、珠蓼和准噶尔蓼 (*Polygonum songoricum*) 等植物群落,海拔 2 900 m 以下出现稀疏的云杉林。

IV 带 位于海拔 2 700 ~ 2 250 m 的天山云杉林地带。孢粉组合中草本和灌木植物花粉含量降至 56.4% (27.5% ~ 77.0%), 主要是藜科 12.9% (7.8% ~ 23.8%) 和蒿 12.1% (6.0% ~ 21.3%), 其次有唐松草 9.7% (0% ~ 39.5%)、麻黄 6.4% (4.1% ~ 8.7%) 和菊科 5.1% (0.6% ~ 22.8%), 还有少量的怪柳、莎草科、毛茛科、禾本科、石竹科、藜、蔷薇科和十字花科等;乔木植物。花粉含量增加,为 43.6% (23.0% ~ 72.5%), 主要是云杉 38.3% (16.8% ~ 70.5%), 其次有少量的柳。植被组成主要是天山云杉 (*Picea schrenkiana* var. *tianshanica*) 林,林间混生有一些山柳,林间空地上生长有以藜科、蒿、唐松草和菊科植物为主要成分的杂草草丛。

5 结论与讨论

上述孢粉组合带的变化表明本区孢粉组合特征与植被组成相对应,在垂直方向上产生显著变化,有时对局部环境的分异也解释得很清晰,但在植被稀疏地段,外来花粉的存在是不容忽视的。

(1) 各植被带的代表性成分不同。高山垫状植被带中虽然植物稀少,但以莎草科、蔷薇科、菊科和红景天花粉等草本植物花粉以及蕨类孢子为代表。高山草甸有较多的莎草科植物花粉,其次有唐松草、蒿、禾本科、十字花科、毛茛科和藜等草本植物花粉以及蕨类孢子。亚高山草甸中以蒿、唐松草和禾本科等草本植物花粉为代表。云杉林带以云杉花粉为代表。

(2) 在天山垂直植被带中可依据建群种植物花粉含量峰值的位置划分植物群落。在高山垫状植被带,莎草科、菊科、蔷薇科和红景天等草本植物花粉含量依次出现峰值,与其相应的植物群落白尖苔草 (*Carex atrofusca*) 群落、细果苔草 (*Carex stenocarpa*) 群落、黑穗苔 (*Carex melanantha*) 群落、高山莓 - 高山红景天群落和高山莓 - 短叶羊茅

(*Festuca brachyphylla*) 群落等位置吻合;高山草甸中,莎草科、唐松草、菊科和禾本科等草本植物花粉含量依次出现峰值,与其相应的植物群落细果苔草群落、黑穗苔群落、白尖苔草 - 珠芽蓼群落等位置吻合^[8];亚高山草甸中,蒿、藜科、唐松草等草本植物花粉含量依次出现峰值,与其相应的有冷蒿和高山唐松草为主要成分组成的群落^[15];云杉林带云杉花粉含量达峰值,代表天山云杉林,出现的蒿、唐松草和菊科植物花粉含量峰值代表林间空地上生长的以蒿、唐松草和菊科植物为主要成分的杂草草丛。

(3) 外来花粉的相对性。各植被带的孢粉组合中均含有较多的外来花粉,根据 Davis(1963)提出的用表土中植物花粉含量与植物在植被中所占百分含量的比值,即 R 值探讨花粉含量与植被之间的关系^[16],云杉、麻黄、藜科和蒿属等几种植物花粉明显表现为超代表性,尽管它们在一些植被带中并不出现,只是在周围数百米到数公里才有分布,然而在表土孢粉剖面的所有样品中均有这些花粉出现,且含量较高。这也许在大西沟地区,山谷风常年存在,山区河谷内风速可比附近山坡大 1m/s 左右^[17]。在中国西部山区,这种上升气流携带大量花粉的现象经常出现^[18],它很可能是一种带有普遍意义的花粉传播现象。因此,在植被分析中绝不能依据几个数字来判断植被的类型,而要结合其它环境指标,对突出代表性花粉成分做全面的分析。外来花粉在地区上和含量上均是相对而言的。

(4) 云杉花粉的散布特征。云杉是新疆针叶林的主要建群树种,新疆的云杉有两种,即雪岭云杉 (*Picea schrenkiana*) 和西伯利亚云杉 (*Picea obovata*),前者又称天山云杉,后者又称新疆云杉。其中雪岭云杉主要分布于天山北坡和南坡,云杉作为新疆山地垂直地带性植被的一种重要植物,其种类少,分布范围局限^[19],然而在新疆各植被带表土中都有云杉花粉出现。正是因云杉花粉具有的这种“飞行”能力,使其在依据地层中出现的云杉花粉在恢复植被和环境解释上遇到难题,也成为孢粉界研究的重要课题。大西沟垂直植被带的表土孢粉剖面中,虽然在植被稀疏的高山垫状植被和高山草甸带,没有云杉生长,但云杉花粉含量却可达 5.0% ~ 32.6%, 平均 11.1%。特别值得注意的是在海拔 3 780 m 处,现代冰川前缘采集的一块表土孢粉样品,镜下统计孢粉 316 粒,云杉有 103 粒,占 32.6%,但是云杉花粉大多个体较小,破碎的比较多,这很可能是云杉花粉随山谷上升气流吹送到冰川地带,冰川前缘的陡坎阻挡山谷风而使其减速,大量云杉花粉

降落而致;再次,降落于冰川表面的云杉花粉又经过冰川的摩擦碰撞作用而破碎,后被冰川融水将其搬运到冰川前缘地带较低的地方沉积下来长期富集所致。周昆叔在研究乌鲁木齐河源第四纪沉积物中的孢粉时,采集的 1 号冰川表层样中云杉花粉也有很高的含量^[20]。

(5)百分含量花粉谱基本上反映了植被特征,但不能准确反映植物在群落中的数量关系。

综上所述,在表土孢粉组合分析中必须对其所处的环境有一个全面的了解;探讨孢粉-植被-气候关系时必须建立在统计学的基础上,只有依据不同植被环境中的大量表土孢粉资料才能得到比较正确、完整的孢粉-植被-气候关系模型。本文仅是天山地区初步调查的部分资料的小结,整个天山地区乃至整个新疆地区有些地方样点太少或缺乏,有待今后进一步工作。

参 考 文 献

- [1] 宋长青,孙湘君. 花粉-气候因子转换函数建立及其对气候因子定量重建[J]. 植物学报,1997,39(6):554~560.
- [2] 孙湘君,王奉瑜,宋长青. 中国北方部分科属花粉-气候响应面分析[J]. 中国科学(D辑),1996,26(5):431~436.
- [3] 童国榜,吴锡浩,童琳,肖华国,等. 太白山最近 1000 年的孢粉记录与古气候重建尝试[J]. 地质力学学报,1998,4(4):58~63.
- [4] 童国榜,石英,吴瑞金,等. 龙感湖地区近 3000 年来的植被及其气候定量重建[J]. 海洋地质与第四纪地质,1997,17(2):53~61.
- [5] 王玮瑜,宋长青,孙湘君,等. 中国北方 4 个乔木属花粉-气候响应面模型研究[J]. 植物学报,1997,39(3):272~281.
- [6] Peyron, O., D. Jolly, R. Bonnefille, A. Vincens & J. Guiot. Climate of East Africa 6000 14C Yr B. P. as inferred from pollen data. Quaternary Research, 2000,54:90~101.
- [7] Bush, M. B. Deriving response matrices from central American modern pollen rain. Quaternary Research, 2000,54:132~143.
- [8] 阎顺,贾宝全,许英勤,等. 乌鲁木齐河源区植被及表土花粉[J]. 冰川冻土,1996,18(增刊):264~273.
- [9] 阎顺,阚耀平. 吉木萨尔地区历史时期环境演变与人类活动[J]. 干旱区地理学集刊,1993,3:162~175.
- [10] 阎顺. 新疆表土中松科花粉分布探讨[J]. 干旱区地理,1993,16(3):1~9.
- [11] 许英勤,阎顺,贾宝全,等. 天山南坡表土孢粉分析及其与植被的数量关系[J]. 干旱区地理,1996,19(3):24~30.
- [12] 潘安定. 天山北坡不同植被类型的表土孢粉组合研究[J]. 地理科学,1993,13(3):227~233.
- [13] 刘潮海. 中国天山冰川站手册[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,1991,21~22.
- [14] 朱诚,崔之久. 天山乌鲁木齐河源区冰缘地貌的分布和演变过程[J]. 地理学报,1992,47(6):526~535.
- [15] 中国科学院新疆综合考察队,中国科学院植物研究所. 新疆植被及其利用[M]. 北京:科学出版社,1978,378.
- [16] Davis, M. B. On the theory of pollen analysis. American Journal of Science, 1963,261, 897~912.
- [17] 国土资源乌鲁木齐编辑委员会.《乌鲁木齐国土资源》[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1993,52.
- [18] 李旭. 四川西昌螺髻山全新世植被与环境变化[J]. 地理学报,1988,43:44~51.
- [19] 《新疆森林》编辑委员会编著. 新疆森林[M]. 北京:中国林业出版社,1989,123~124.
- [20] 周昆叔,梁秀龙,刘瑞玲. 天山乌鲁木齐河源冰川冰和第四纪沉积物的孢粉学初步研究[J]. 冰川冻土,1981,3(增):97~105.

Pollen Distribution in Topsoil along the Daxigou Valley in the Headwaters of the Urumqi River, the Central Tianshan Mountains

YANG Zhen-jing^{1,2}, KONG Zhao-che¹, YAN Shun³, NI Jian¹, MA Ke-ping¹, XU Qing-hai⁴

(1 Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China;

2 Institute of Hydrologic and Environmental Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Zhengding 050803, Hebei Province, China;

3 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China;

4 College of Resources and Environment, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016, China)

Abstract: The headwaters of the Urumqi River is located in the central Tianshan Mountains, the elevations of the main peak and the most mountain ridges are 4 486 m and 4 100~4 300 m a. s. l. respectively, and the elevations of the snowlines, glacier terminuses, lower lines of permafrost and upper timber lines vary in ranges of 4 000~4 100 m, 3 650~3 700 m, 3 200~3 300 m and 2 600~2 900 m a. s. l. respectively. It belongs to the continental mountainous climate, the vertical zones are significant, and it is extremely arid in the low mountain zone but cold and humid in the alpine zone. According to the meteorological data observed by Daxigou

Meteorological Station, the annual air temperature and the annual temperature difference are -5.4°C and 35.9°C respectively, and the annual precipitation is 430.2 mm, in which the snowfall and the precipitation in summer (from June to August) occupy 74.5% and 66% of the annual precipitation respectively. In this paper, the relationship between the pollen in topsoil and the modern vegetation along the Daxigou Valley in the headwaters of the Urumqi River in the central Tianshan Mountains is researched based on analyzing the pollen in topsoil in the different vertical vegetation zones and the investigation on the modern vegetation. According to the percentages of pollen in topsoil, four pollen zones can be divided, and the corresponding vertical vegetation zones are the alpine meadow-like vegetation zone, alpine meadow zone, subalpine meadow zone and montane forest zone of *Picea asperata*, respectively. The features of the vertical vegetation zones are basically reflected by the percentages of pollen in topsoil in the Daxigou Valley. The analyzed results of pollen in topsoil reveal that the typical plants in this region are *Picea asperata*, *Ephedra sinica* and *Artemisia* L. Updraft in the valley plays an important role in the distribution of pollen in topsoil in the vertical vegetation zones.

Key Words: topsoil; pollen distribution; Daxigou Valley; Urumqi River, the Tianshan Mountains.

《干旱区地理》征稿简则

1 来稿要求

1.1 **交稿构成** 依次由(1)题名;(2)作者姓名;(3)作者单位全称,所在城市,邮政编码;(4)摘要;(5)关键词;(6)中图分类号;(7)文献标识码;(8)第一作者简介(包括姓名、性别、年龄、职称、所获学位、目前主要从事的研究方向、联系方式),并在文稿首页地脚处注明论文所属项目(国家、省、部级重大科技项目和攻关项目、基金资助项目、编号);(9)正文(标题、图、表、注释);(10)参考文献(中英文);(11)英文摘要;(12)英文关键词(3-5个)共12部分组成。论文以不超过8000字为宜,其它形式应更为简练。

1.2 **中、英文摘要** 中文摘要尽量写成报道性的(250字左右),应具有摘要正文对文章的方法、结果、某些关键数据及论文的主要创新点,进行详尽说明。英文摘要应包括题目、作者姓名、作者单位译名、摘要正文(相当于中文500字)、关键词。

1.3 **关键词** 关键词的提取要以利于计算机文献检索为原则,主要从文章的题目中选取关键的词,一般选取3-5个,中、英文关键词应一一对应。

1.4 **正文** 一般包括研究目的、实验方法、资料与数据的分析与讨论,以及结论。如不能导出结论,可进行必要的讨论。

1.5 **插图** 插图一般不宜超过5幅。插图必须用计算机绘制,大小要适宜,请用Excel、Photoshop、CorelDRAW等软件进行处理,图中文字、符号、纵横坐标必须清晰准确,凡涉及国界的图件,须绘在地图出版社公开出版的最新地理底图上。半栏图不超过80mm,通栏图不超过155mm,图件中的文字不小于6号字。

1.6 **附表** 已用曲线图示或文字叙述的数据不再列表。表格采用三线表(必要时加辅线),每表应有序号和表名,中、英文对照一并置于表上方。

1.7 **参考文献** 应在论文中注意引用近2-3年的主要相关文献。一般需列出正文中引用的公开出版的文献,按文中出现的先后顺序编码(在引用处右上角用方括号标注)。对文中注释或未正式发表的文献可作为脚注处理,用数字加圆圈标注。引用文献资料和数据要认真核实,注明出处。

1.8 **文责自负** 文稿中所有文献、资料和数据等应认真核对,准确无误,不得泄露国家机密。否则文责自负。

2 投稿须知:

2.1 来稿一律用A4纸打印,一式二份。为了使审稿过程更加客观,请作者来稿时将姓单位名称、地址、邮编及作者简介(姓名、出生年、性别、民族、籍贯、职称、学位、研究方向)附于另纸,为了便于联系,来稿请附E-mail地址和电话(手机)号码。

2.2 来稿经审阅通过,作者应将修改稿(二份)连同软盘(或电子邮件)寄回《干旱区地理》编辑部。

2.3 本刊拒绝一稿多投,来稿一律不退,请作者自留底稿,4个月内若未收到刊用通知,作者可自行处理,稿酬在论文发表后一次付清,并寄样刊2册。

来稿请寄: 乌鲁木齐市北京南路40号附3号(中国科学院新疆生态与地理研究所《干旱区地理》编辑部)

邮编: 830011 **电话号码** 0991-7885364 **E-mail:** aridlg@ms.xjb.ac.cn

《干旱区地理》编辑部