

文章编号: 1008-2786-(2016)5-599-07

DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000167

# 天山托木尔峰国家级自然保护区生态系统 服务价值评估

满苏尔·沙比提 娜斯曼·那斯尔丁 艾萨迪拉·玉苏甫

(新疆师范大学地理科学与旅游学院 新疆 乌鲁木齐 830054)

**摘 要:** 利用天山托木尔峰自然保护区 2014 年 8 月的 Landsat ETM+ 影像解译数据,采用 Costanza 生态系统服务价值计算公式,参照谢高地等提出的中国陆地生态系统服务价值当量,结合研究区各生态系统类型的生物量和生物多样性,制定研究区各生态系统类型的服务功能价值当量,计算与分析各生态系统的服务功能价值。结果表明:①托木尔峰自然保护区的生态地位是巨大的,生态服务总价值达 52.31 亿元/a。生态系统在单位面积服务功能中水文调节价值最高,占总价值的 58.45%,其与研究区所占 52% 冰川面积有关系;食物生产服务价值较低,占 0.95%,这与保护区以非生产性为主的经营方式有关系。②各生态系统在单位面积服务价值构成中,水体的服务价值最高,占总价值的 58.73%;其次是寒温带和温带山地针叶林,占 8.2%;温带草原化灌木荒漠服务价值最低,占 1.45%,其与各生态系统类型服务功能价值当量有关系。③各生态系统类型服务价值对总价值的贡献率差异较大,贡献率最高的是冰川雪地,贡献率为 50.14%,这主要由极大的冰川面积所致;其次是温带禾草和杂类草草甸,贡献率为 16.87%,贡献率最低的是温带禾草和杂类草草甸草原,贡献率只有 1.13%。

**关键词:** 生态系统;服务功能价值;托木尔峰自然保护区

**中图分类号:** Q149 X171.1

**文献标志码:** A

生态系统是人类社会赖以生存和现代文明得以发展的物质基础<sup>[1-3]</sup>。生态系统服务是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用,包括生态系统为人类所提供的生态系统产品和生态服务功能<sup>[4-6]</sup>。维持与保育生态系统服务功能是实现可持续发展的前提。随着世界范围的资源、环境和人口问题日益加剧以及可持续发展机制研究的深入,人们发现维持与保育生态系统服务功能是实现可持续发展的基础,分析与评估生态系统服务功能的价值已成为当代生态系统可持续发展研究的前沿课题<sup>[7-9]</sup>。自然保护区是客观存在的最重要的自然绿色生态工程,对其生态服务价

值评估是自然保护区健康、持续发展的重要基础和前提,是实现绿色 GDP 核算体系的重要基础,现已受到国内外的广泛重视<sup>[10-13]</sup>。托木尔峰自然保护区生物资源丰富,生物多样性复杂,自然景观优美,其生态系统对于南疆乃至全疆的经济建设和生态环境保护均具有重要价值。但是,20 世纪 90 年代后期资源经济型的煤炭资源和旅游开发已对保护区的生态系统造成了一定程度的破坏,使其面临着诸多环境压力问题。为此,本文以天山托木尔峰自然保护区 2014 年遥感数据为基础,对保护区生态系统服务价值进行评估,为维护保护区生态系统的结构、功能安全以及生态环境的建设提供参考。

收稿日期(Received date): 2015-12-11; 改回日期(Accepted): 2016-02-11。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金(41461107);新疆师范大学地理学博士点支撑学科开放课题基金项目(XJNU-DL-201304)。

[National Natural Science Foundation of China(41461107); Geography Doctoral Supporting Discipline Open Project Fund, Xinjiang Normal University(XJNU-DL-201304).]

作者简介(Biography): 满苏尔·沙比提(1963-),男,新疆阿克苏人,教授,主要从事干旱区环境演变与灾害防控研究。[Mansur Sabit(1963-), male, Akesu, Xinjiang, professor, studies mainly in environmental change, disaster prevention and control in arid area.] E-mail: mansur-sa@163.com

# 1 研究区概况

托木尔峰国家级自然保护区位于南天山的托木尔峰山汇处,西部与吉尔吉斯斯坦、南部与阿克苏以北的低山山麓地带、北部与昭苏盆地的特克斯河、东与木扎尔特河毗连,地理坐标为  $79^{\circ}50' \sim 80^{\circ}54' E$ ,  $41^{\circ}40' \sim 42^{\circ}04' N$ ,总面积  $34.36 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,是我国海拔最高的自然保护区之一。自然保护区拥有天山南坡最完整的垂直自然带谱,是“中亚山地草原与林地生态区”中的天山山麓干旱草原生态区的典型代表;同时,托木尔峰区是世界上雪豹重要的天然栖息地之一,也是其中亚分布中心<sup>[14]</sup>,是以保护高山冰川和其下的森林和野生动植物及其生境为主,兼具科学研究,自然保护教育,生态旅游和可持续利用等多项公益事业于一体的超大型、综合性的国家级自然保护区。保护区是木扎尔特河、大库孜巴依河、小库孜巴依河、大台兰河、小台兰河、塔拉克河和阿托依那克河等几条内陆河水系的发源地,是新疆重要的水资源补给区,因而是“天然水塔”;其下为生

物繁衍生存地带,生态地位十分重要,是新疆的生态屏障,而且还是重要的农牧业生产地,其生态环境的优劣,直接关系到新疆两千多万人口的生态安全<sup>[15]</sup>。

# 2 数据来源与研究方法

## 2.1 数据处理与生态系统分类

本文以托木尔峰自然保护区 2014-08-22 的 Landsat ETM+ 遥感影像(分辨率 30 m,云量低于 10%)作为主要数据来源,以保护区的地形图和实地考察数据为参考,将保护区的土地利用/覆被类型划分为冰川雪地、水体、林地和草地 4 个一级土地类型;冰川雪地、水体、寒温带和温带山地针叶林、温带半灌木和矮半灌木荒漠、温带丛生矮禾草和矮半灌木荒漠草原、温带丛生禾草典型草原、温带禾草和杂类草甸、温带禾草和杂类草甸草原、温带草原化灌木荒漠、高寒蒿草和杂类草甸 10 个二级生态系统类型(图 1)。在地理信息系统技术的支持下,对植被图进行配准、数字化等操作从而确定出各生态

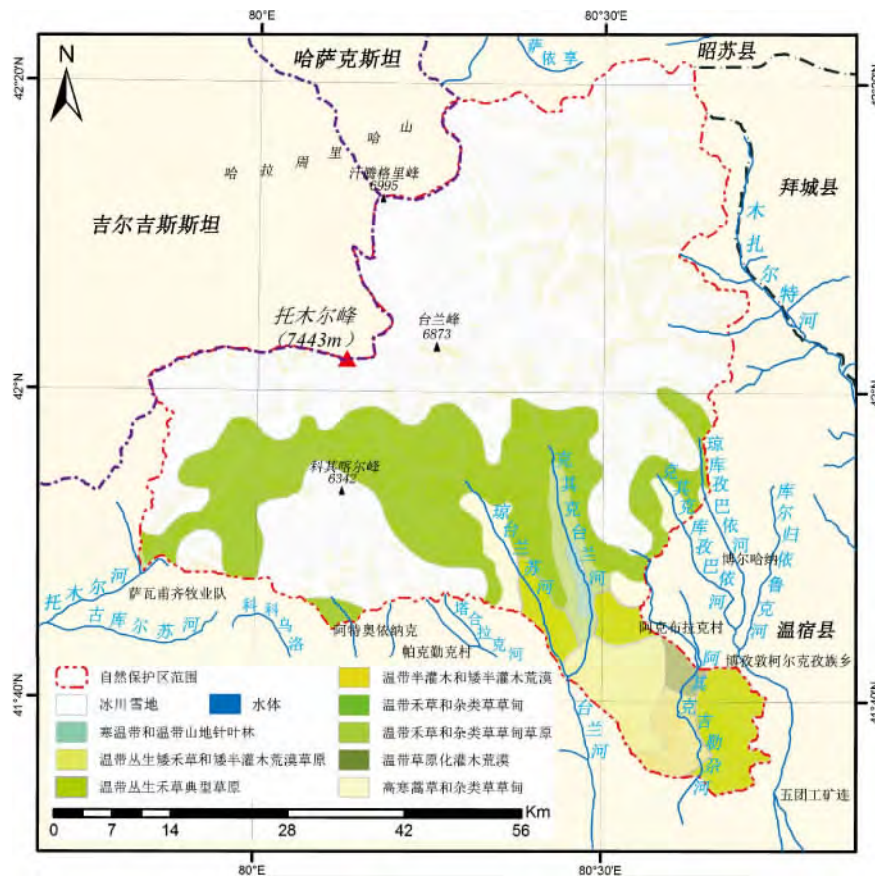


图 1 托木尔峰自然保护区生态系统类型

Fig. 1 Ecosystem types of the Tomur National Nature Reserve

系统类型的总体特征及面积(表1)。

2.2 生态系统服务价值计算方法

本文生态系统服务价值的计算采用参数借用法,依据 Costanza 研究原理,参照谢高地等提出的中国陆地生态系统服务价值当量<sup>[16-17]</sup>结合托木尔峰自然保护区各生态系统类型的生物量和生物多样性<sup>[18-20]</sup>确定了托木尔峰自然保护区各生态系统类型服务功能相对于农田提供生态服务单价的当量(表2)。

2.2.1 单位面积农田食物生产服务功能价值计算

托木尔峰自然保护区单位面积农田食物生产服务功能价值计算模型为:

$$E_a = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^n \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} \frac{m_{ij} p_{ij} q_{ij}}{M_j} (i=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式中  $E_a$  为新疆单位面积农田生态系统提供食物生产服务功能的经济价值(元/hm<sup>2</sup>);  $i$  为新疆作物种类;  $m_{ij}$  为新疆第  $i$  种粮食作物 2005 年至 2014 年种植的面积(hm<sup>2</sup>);  $p_i$  为第  $i$  种粮食作物 2005 年至 2014 年的价格(元/kg);  $q_i$  为新疆第  $i$  种粮食作物 2005 年至 2014 年的单产(kg/hm<sup>2</sup>);  $M_j$  为新疆  $n$  种粮食作物 2005 年至 2014 年的总播种面积(hm<sup>2</sup>);  $j$  为 2005 年至 2014 年的各年份;考虑在没有人力投入的自然生态系统提供的经济价值是现有单位面积农田提供的食物生产服务经济价值的 1/7<sup>[18-20]</sup>。

2.2.2 生态系统单位面积生态服务价值计算

$$VC_{ij} = e_{ij} \times E_a \quad (i=1, \dots, 11 \quad j=1, \dots, 9) \quad (2)$$

式中  $VC_{ij}$  为第  $j$  种生态系统类型第种生态服务功能的单价(元/hm<sup>2</sup>);  $e_{ij}$  为第  $j$  种生态系统类型第种生态服务功能相对于农田提供生态服务单价的当量;  $E_a$  为新疆单位面积农田生态系统提供食物生产服务功能的经济价值(元/hm<sup>2</sup>)。

2.2.3 生态系统生态服务价值

$$ESV = \sum_{i=1}^{11} \sum_{j=1}^9 E_{ij} \times A_j \quad (3)$$

式中  $ESV$  为生态系统服务总价值(元);  $E_{ij}$  为第  $j$  种生态系统类型提供的第  $i$  种生态服务功能的单位价值(元/hm<sup>2</sup>·a);  $A_j$  为第  $j$  种生态系统类型的面积(hm<sup>2</sup>);  $i$  为生态系统服务功能;  $j$  为生态系统类型。

表1 托木尔峰自然保护区生态系统类型及面积

Tab.1 Ecosystem types and area of the Tomur National Nature Reserve

编号	土地类型	生态系统类型	面积/hm <sup>2</sup>
1	冰川雪地	冰川雪地	178 856
2	水体	水体	3 217
3	林地	寒温带和温带山地针叶林	3 360
		温带半灌木和矮半灌木荒漠	17 121
		温带丛生矮禾草和矮半灌木荒漠草原	22 392
4	草地	温带丛生禾草典型草原	16 994
		温带禾草和杂类草草甸	74 593
		温带禾草和杂类草草甸草原	5 764
		温带草原化灌木荒漠	13 719
		高寒蒿草和杂类草草甸	7 618

表2 托木尔峰自然保护区各生态系统类型单位面积生态服务功能价值当量

Tab.2 Unit area ecosystem service function equivalent weight of different ecosystem types in the Tomur National Nature Reserve

服务类型	寒温带和温带山地针叶林	温带半灌木和矮半灌木荒漠	温带丛生矮禾草和矮半灌木荒漠草原	温带丛生禾草典型草原	温带禾草和杂类草草甸	温带禾草和杂类草草甸草原	温带草原化灌木荒漠	高寒蒿草和杂类草草甸	冰川积雪	水体
食物生产	0.22	0.19	0.15	0.10	0.16	0.14	0.06	0.22	0.00	0.80
原料生产	0.52	0.43	0.29	0.14	0.24	0.20	0.09	0.33	0.00	0.23
水资源供给	0.27	0.22	0.15	0.08	0.13	0.11	0.05	0.18	2.16	8.29
气体调节	1.70	1.41	0.96	0.51	0.83	0.72	0.31	1.14	0.18	0.77
气候调节	5.07	4.23	2.79	1.34	2.18	1.90	0.72	3.02	0.54	2.29
净化环境	1.49	1.28	0.86	0.44	0.72	0.63	0.38	1.00	0.16	5.55
水文调节	3.34	3.35	2.17	0.98	1.6	1.39	0.60	2.21	7.13	102.24
土壤保持性	2.06	1.72	1.17	0.62	1.01	0.88	0.38	1.39	0.00	0.93
维持养分循环	0.16	0.13	0.09	0.05	0.08	0.07	0.03	0.11	0.00	0.07
生物多样性	1.88	1.57	1.07	0.56	0.92	0.80	0.34	1.27	0.01	2.55
提供美学景观	0.82	0.69	0.47	0.25	0.41	0.35	0.15	0.56	0.09	1.89

表 3 托木尔峰自然保护区各生态系统类型单位面积生态服务功能价值

Tab. 3 Unit area ecosystem service function value of different ecosystem types in the Tomur National Nature Reserve

/( yuan/hm<sup>2</sup> · a)

服务类型	寒温带和 温带山地 针叶林	温带半灌 木和矮半 灌木荒漠	温带丛生矮禾 草和矮半灌木 荒漠草原	温带丛生 禾草典型 草原	温带禾草 和杂类草 草甸	温带禾草 和杂类草 草甸草原	温带草原化 灌木荒漠	高寒蒿草和 杂类草草甸	冰川 积雪	水体
食物生产	314.18	271.34	214.22	142.81	228.5	199.94	85.69	314.18	0	1 142.5
原料生产	742.62	614.09	414.15	199.94	342.75	285.62	128.53	471.28	0	328.5
水资源供给	385.59	314.18	214.22	114.25	185.65	157.09	71.41	257.06	3 084.71	11 839.0
气体调节	2 427.78	2 013.63	1 370.98	728.34	1 185.33	1 028.24	442.71	1 628.04	257.06	1 099.6
气候调节	7 240.51	6 040.9	3 984.42	1913.67	3 113.28	2 713.41	1 028.24	4 312.89	771.18	3 270.4
净化环境	2 127.88	1 827.98	1 228.17	628.37	1 028.24	899.71	542.68	1 428.11	228.5	7 926.0
水文调节	4 769.88	4 784.16	3 099.00	1 399.55	2 284.97	1 985.07	856.87	3 156.12	10 182.41	146 009.8
土壤保持性	2 941.90	2 456.35	1 670.89	885.43	1 442.39	1 256.74	542.68	1 985.07	0	1 328.1
维持养分循环	228.50	185.65	128.53	71.41	114.25	99.97	42.84	157.09	0	100.0
生物多样性	2 684.84	2 242.13	1 528.08	799.74	1 313.86	1 142.49	485.56	1813.7	14.28	3 641.7
提供美学景观	1 171.05	985.39	671.21	357.03	585.52	499.84	214.22	799.74	128.53	2 699.1
合计	25 034.73	21 735.8	14 523.87	7 240.54	11 824.74	10 268.12	4 441.43	16 323.28	14 666.67	179 384.7

表 4 托木尔峰自然保护区各生态系统类型生态服务总价值

Tab. 4 Ecological service value of the Tomur National Nature Reserve ecosystem types

生态服务 总价值	寒温带和 温带山地 针叶林	温带半灌 木和矮半灌 木荒漠	温带丛生矮 禾草矮半灌 木荒漠草原	温带丛生 禾草典型 草原	温带禾草 和杂类草 草甸	温带禾草 和杂类草 草甸草原	温带草原化 灌木荒漠	高寒蒿草 杂类草草甸	冰川 积雪	水体
面积/hm <sup>2</sup>	3 360	17 121	22 392	16 994	74 593	5 764	13 719	7 618	178 856	3 217
单价/(元/hm <sup>2</sup> · a)	25 034.73	21 735.80	14 523.87	7 240.54	11 824.74	10 268.12	4 441.43	16 323.28	14 666.67	179 384.7
总价值/(10 <sup>6</sup> 元/a)	84.12	372.14	325.22	123.05	882.04	59.19	60.93	124.35	2 623.22	577.08
百分比%	1.61	7.11	6.22	2.35	16.87	1.13	1.16	2.38	50.14	11.03

3 结果与分析

3.1 各生态系统单位面积服务功能价值

将托木尔峰自然保护区各生态系统类型服务功能相对于农田提供生态服务单价的当量和新疆 2005—2014 年的粮食单价代入公式(1)、(2),便可计算出托木尔峰自然保护区各生态系统类型单位面积服务功能价值(表 3)。

3.2 各生态系统服务总价值

通过托木尔峰自然保护区 2014 - 08 - 22 的 Landsat ETM + 遥感影像解译和实地考察数据,将保护区的土地利用/覆被类型划分为 10 个生态类型,并确定各生态系统类型的面积。将各生态系统类型的面积代入公式(3),便可计算出各生态系统类型

的生态服务总价值(表 4)。

3.3 价值分析

各生态系统类型,由于其具有组成、功能、结构及环境条件的差别,其生态功能及价值所占的比重有所不同。本文对托木尔峰自然保护区生态系统的食物生产、原材料生产、水资源供给、气体调节、气候调节、净化环境、水文调节、保持土壤、维持养分循环、维持生物多样性和提供美学景观 11 项服务功能进行价值评估,其中水文调节、气候调节、净化环境、水资源供给、生物多样性、土壤保持性和气体调节 7 项服务功能的单位面积价值均高于万元/(hm<sup>2</sup> · a),约占总价值的 95%;其余 4 项功能的单位面积服务价值较低,只占总价值的 5%(表 3)。按位面积服务功能价值高低排序,依次为水文调节 > 气候调节 > 净化环境 > 水资源供给 > 生物多样性 > 土壤

保持性 > 气体调节 > 提供美学景观 > 原料生产 > 食物生产 > 维持养分循环。在单位面积服务功能中水文调节价值最高为 178 527.83 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ) , 占总价值的 58.45% , 其次气候调节价值为 34 388.9 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ) , 占总价值的 11.26% , 水资源供给价值为 16 623.16 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ) , 占总价值的 5.44% , 其与大面积的冰川有关系 , 托木尔峰自然保护区冰川雪地面积极大, 是天山南北坡众多河流的发源地和水源补给区。保护区单位面积净化环境、维持生物多样性和土壤保持性服务功能价值也较高, 分别为 17 865.64 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )、15 666.38 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ) 和 14 509.55 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ) , 说明托木尔峰自然保护区的森林、灌木和草地生态系统对净化环境、维持生物多样性和防治水土流失等诸多方面起着重要作用。食物和原料生产价值较低, 这与保护区以非生产性为主的经营方式有关系。

从生态系统 11 项服务功能的总价值来看, 水文调节、气候调节和水资源供给 3 项服务功能总价值达 40.13 亿元/a, 分别占总价值的 51.61%、13.24% 和 11.87% , 这也是与托木尔峰自然保护区极大的冰川雪地面积极大; 粮食生产服务功能总价值较低, 只占总价值的 0.73% , 这与保护区以非生产性为主的经营方式有关系。按服务功能总价值高低排序, 依次为水文调节 > 气候调节 > 水资源供给 > 气体调节 > 土壤保持性 > 净化环境 > 生物多样性 > 提供美学景观 > 原料生产 > 食物生产 > 维持养分循环, 这就表明生态系统单位面积服务功能价值与生态系统服务功能总价值之间存在有所差异。

从各生态系统类型单位面积服务功能价值的高低来看, 水体和冰川雪地生态系统类型的水文调节和水资源提供服务功能价值最高, 原料生产和维持养分循环服务功能价值较低; 其余 8 项生态系统类型的气候调节和水文调节服务功能价值最高, 维持养分循环和粮食生产服务功能价值较低。

各生态系统类型在单位面积服务价值构成中, 水体的服务价值最高为 179 384.7 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ) , 占总价值的 58.73% ; 其次寒温带和温带山地针叶林 25 034.73 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ) , 占总价值的 8.2% ; 单位面积服务价值最低的是温带草原化灌木荒漠为 4 441.43 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ) , 占总价值的 1.45% 。按各生态系统类型单位面积服务价值高低排序, 依次为水体 > 寒温带和温带山地针叶林 > 温带半灌木和矮

半灌木荒漠 > 高寒蒿草和杂类草草甸 > 冰川雪地 > 温带丛生矮禾草和矮半灌木荒漠草原 > 温带禾草和杂类草草甸 > 温带禾草和杂类草草甸草原 > 温带丛生禾草典型草原 > 温带草原化灌木荒漠。

从各生态系统类型的服务总价值构成来看, 服务总价值最高的是冰川雪地为 26.23 亿元/a, 占总价值的 50.14% , 其次温带禾草和杂类草草甸为 8.82 亿元/a, 占总价值的 16.87% ; 服务总价值最低的是温带禾草和杂类草草甸草原, 只占总价值的 1.13% (表 4)。按对保护区生态系统总价值贡献率的高低排序, 依次为冰川雪地 > 温带禾草和杂类草草甸 > 水体 > 温带半灌木和矮半灌木荒漠 > 温带丛生矮禾草矮半灌木荒漠草原 > 高寒蒿草杂类草草甸 > 温带丛生禾草典型草原 > 寒温带和温带山地针叶林 > 温带草原化灌木荒漠 > 温带禾草和杂类草草甸草原。冰川雪地和温带禾草和杂类草草甸生态系统类型的服务总价值较高主要是由其极大的面积所致, 而水体和林地生态系统类型的服务价值较高主要是由其具有较高的生态服务价值系数所致。

## 4 结论与讨论

托木尔峰自然保护区生态系统具有巨大的生态服务价值, 是突出了保护区重要的生态地位。在 11 项生态服务功能中水文调节、气候调节、净化环境、水资源供给和生物多样性 5 项功能对生态系统单位面积服务功能总价值的贡献率为 86.13% , 其中水文调节功能的贡献率最高为 58.45% , 这与大面积的冰川雪地有关系, 托木尔峰自然保护区冰川雪地面积极大, 是天山南北坡众多河流的发源地和水源补给区; 维持养分循环和食物生产功能的贡献率最低为 0.37% 和 0.95% , 这与保护区的生物量和以非生产性为主的经营方式有关系。按生态系统服务功能总价值的高低排序, 依次为水文调节 > 气候调节 > 净化环境 > 水资源供给 > 生物多样性 > 土壤保持性 > 气体调节 > 提供美学景观 > 原料生产 > 食物生产 > 维持养分循环, 这正反映了托木尔峰自然保护区生态系统构成的基本特征和生态服务功能的价值特征。

各生态系统类型服务价值对总价值的贡献率具有较大的差异, 其中对生态系统服务总价值贡献率最高的是冰川雪地为 50.14% , 其次温带禾草和杂类草草甸为 16.87% ; 贡献率最低的是温带禾草和

杂类草甸草原,贡献率只有 1.13%。按对总价值贡献率的高低排序,依次为冰川雪地>温带禾草和杂类草甸>水体>温带半灌木和矮半灌木荒漠>温带丛生矮禾草矮半灌木荒漠草原>高寒蒿草杂类草甸>温带丛生禾草典型草原>寒温带和温带山地针叶林>温带草原化灌木荒漠>温带禾草和杂类草甸草原。冰川雪地和草地生态系统类型的服务价值最高,主要是由其极大的面积所致,而水体和林地生态系统类型的服务价值较高主要是由其具有较高的生态服务价值系数所致。

通过对托木尔峰自然保护区各生态系统类型的 11 项主要服务功能的价值评估可知,托木尔峰自然保护区生态系统的主要服务功能总价值为 52.31 亿元/a,这部分隐藏的价值往往被人们所忽视,通过对自然保护区生态系统主要服务功能的经济价值进行量化估算,可使人们更加直观地认识托木尔峰自然保护区巨大的生态地位,有利于人们制定合理的经营方案,充分发挥保护区的生态系统服务功能。

生态系统服务价值计算方法较多,计算结果受多种因素的影响,彼此之间难以统一,其绝对价值意义较弱。尽管如此,从这不完整的评估中可以发现,托木尔峰自然保护区生态系统具有巨大的生态经济效益,有助于加深人们对生态系统价值的了解,为生态环境保护政策的制定提供参考。

## 参考文献(References)

- [1] Liu Yongjie, Wang Shichang, Peng Hao, et al. Evaluation of ecosystem service values of the forests of Shennongjia Nature reserve [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2014, 25(5): 1431–1438 [刘永杰, 王世畅, 彭皓, 等. 神农架自然保护区森林生态系统服务价值评估[J]. 应用生态学报, 2014, 25(5): 1431–1438]
- [2] Ouyang Zhiyun, Wang Xiaoke, Miao Hong. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic values [J]. Acta Ecologica Sinica, 1999, 19(5): 607–613 [欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607–613]
- [3] Zhang Shuhua, Zhang Xueping. Analysis on the change of Ecosystem service value in Zhulong natural protection area [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2010, 17(4): 73–77 [张淑华, 张雪萍. 扎龙自然保护区生态系统服务价值变化研究[J]. 水土保持研究, 2010, 17(4): 73–77]
- [4] Liang Meixia. The Ecosystem service valuation of Daiyunshan nature Reserve in Fujian [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014, 29(1): 263–268 [梁美霞. 福建戴云山自然保护区生态系统服务价值评估[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(1): 263–268]
- [5] Jin Fang, Lu Shaowei, Yu Xinxiao, et al. On Forest Ecosystem Services and its Evaluation in China [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2005, 20(3): 18–22 [靳芳, 鲁绍伟, 余新晓, 等. 森林生态系统服务功能价值评估问题[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(3): 18–22]
- [6] Li Cai, Han Guihong, Hymit Yimit, et al. Effects of Land Use Change on the service value of Ecosystem in Kanas Natural Reserve [J]. Areal Research and Development, 2011, 30(3): 123–127 [李傥, 韩桂红, 海米提·依米提, 等. 土地利用变化对喀纳斯自然保护区生态系统服务价值的影响[J]. 地域研究与开发, 2011, 30(3): 123–127]
- [7] Wang Tianwei, Gao Zhaoliang, Li Yonghong, et al. Effects of Different Land Use Types on Ecosystem Service Value [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2011, 31(3): 225–228 [王天伟, 高照良, 李永红, 等. 土地利用类型变化对生态服务价值的影响[J]. 水土保持通报, 2011, 31(3): 225–228]
- [8] Jin Fang, Zhang Zhenming, Yu Xinxiao, et al. Value evaluation of forest Ecosystem services of Qilian mountain in Gansu province [J]. Science of Soil and Water Conservation, 2005, 3(1): 53–57 [靳芳, 张振明, 余新晓, 等. 甘肃祁连山森林生态系统服务功能及价值评估[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(1): 53–57]
- [9] Rao Liangyi, Zhu Jinzhao. Evaluation of Forest Ecosystem Services in Simian Mountain of Chongqing City [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 17(5): 5–6, 44 [饶良懿, 朱金兆. 重庆四面山森林生态系统服务功能价值的初步评估[J]. 水土保持学报, 2003, 17(5): 5–6, 44]
- [10] He Hao, Pan Yaozhong, Zhu Wenquan, et al. Measurement of terrestrial ecosystem service value in China [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(6): 1122–1127 [何浩, 潘耀忠, 朱文泉, 等. 中国陆地生态系统服务价值测量[J]. 应用生态学报, 2005, 16(6): 1122–1127]
- [11] Li Haitao, Xu Xuegong, Xiao Duning. Service value of forest ecosystem at middle section on northern slope of Tianshan Mountain [J]. Chinese Journal of Ecology, 2005, 24(5): 488–492 [李海涛, 许学工, 肖笃宁. 天山北坡中段自然生态系统服务功能价值研究[J]. 生态学报, 2005, 24(5): 488–492]
- [12] He Wenhui, Zhang Baiping, Pang Yu, et al. Effect of slope aspect on the distribution of mountain Forest in the northern flank of the central Tianshan mountains [J]. Mountain Research, 2015, 33(5): 546–552 [贺文慧, 张百平, 庞宇, 等. 天山北翼坡向对森林分布的影响[J]. 山地学报, 2015, 33(5): 546–552]
- [13] Zhang Yanwei, Wei Wenshou, Jiang Fengqing, et al. Trends of extreme precipitation events over Xinjiang during 1961–2008 [J]. Journal of Mountain Science, 2012, 30(4): 417–424 [张延伟, 魏文寿, 姜逢清, 等. 1961–2008 年新疆极端降水事件的变化趋势[J]. 山地学报, 2012, 30(4): 417–424]
- [14] Liu Pujiang. Present situation and counter measures of Protection and Exploitation of resources in Xinjiang Tuomuerfeng Nature Reserve [J]. Central South Forest Inventory and Planning, 2014, 33(1): 40–42 [刘浦江. 新疆托木尔峰国家级自然保护区资源保护与开发利用现状和对策[J]. 中南林业调查规划, 2014, 33(1): 40–42]
- [15] Jiang Zequn, Abdulla Abbas, Anwar Tumor. The saxicolous lichens diversity in Tumor peak national natural reserve, Xinjiang

- [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2015, 29(5): 82–86 [姜泽群, 阿不都拉·阿巴斯, 艾尼瓦尔·吐米尔. 新疆托木尔峰国家级自然保护区岩面生地多样性的研究[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(5): 82–86]
- [16] Xie Gaodi, Zhang Caixia, Zhang Leiming, et al. Improvement of the evaluation method for Ecosystem service value based on per unit area [J]. Journal of Natural Resources, 2015, 30(8): 1243–1254 [谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243–1254]
- [17] Xie Gaodi, Zhen Lin, Lu Chunxia, et al. Expert knowledge based valuation method of Ecosystem services in China [J]. Journal of Natural Resources, 2008, 23(5): 911–919 [谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. 自然资源学报, 2008, 23(5): 911–919]
- [18] Ye Mao, Xu Hailiang, Wang Xiaoping, et al. An assessment of the value and valuation of the grassland ecosystem in Xinjiang [J]. Acta Pratac Ultrae Sinica, 2006, 15(5): 122–128 [叶茂, 徐海量, 王小平, 等. 新疆草地生态系统服务功能与价值初步评价[J]. 草业学报, 2006, 15(5): 122–128]
- [19] Li Cai, Li Xiaodong, Hymit Yimit. Analysis on the change of Ecosystem service value in Kanas natural reserve [J]. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(11): 146–152 [李恺, 李晓东, 海米提·依米提. 喀纳斯自然保护区生态系统服务价值变化研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(11): 146–152]
- [20] Wang Yan, Gao Jixi, Wang Jinsheng, et al. Responses of Ecosystem services value to land use change in national nature reserves in Xinjiang, China [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2014, 25(5): 1439–1446 [王燕, 高吉喜, 王金生, 等. 新疆国家级自然保护区土地利用变化的生态系统服务价值响应[J]. 应用生态学报, 2014, 25(5): 1439–1446]

## Evaluation on Ecosystem Service Value of Tianshan Tomur National Nature Reserve

Mansur Sabit, Nasima Nasirdin, Asaddulla Yusup

(School of Geographic Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China)

**Abstract:** Based on Landsat ETM+ images of the Tianshan Tomur National Nature Reserve in August 2014, using Costanza ecosystem service value computational formula and the Chinese terrestrial ecosystem service value proposed by Xie Gaodi, the paper combined with the different ecosystem types of biomass and biodiversity of the study area, worked out equivalent weight of the service function value of the ecosystem types in the Tomur National Nature Protection Area, calculated and analyzed the service function value of per unit area of different ecosystem. Results show that: ① Ecological status of the Tomur National Nature Reserve was enormous, the total value of ecosystem services amounted to 5 231 million yuan/a. In the unit area ecosystem service function, hydrological regulation had the highest value, which was 58.45%; this had a relationship with the glacier area which was up to 52% of the total study area. The value of food production service was the lowest, which was 1.41%, and it was related to the non productive operation mode in the study area. In the form of unit area service value of different ecosystem types, the service value of water was the highest, up to 58.45% of the total. The second was the cold temperate and temperate mountain coniferous forests, which was 8.2%. The lowest service value was temperate steppe desert, up to 1.45% of the total; it's related to the service function value of different ecosystem types. The contribution rate of different ecosystem services value to total value was relatively different, the highest contribution rate came from glacier snow with the contribution rate of 50.14%, and this was mainly due to the great glacier area. The second was temperate grasses and forbs meadow, which was 16.87%, the temperate grasses and forbs meadow steppe had the lowest contribution rate, which was only 1.13%.

**Key words:** ecosystem; service function value; Tomur National Nature Reserve