

DOI: 10.14188/j.ajsh.2020.02.007

# 陕西省陆生缓步动物系统分类组成研究

王立志, 黄海林

(陕西学前师范学院 生命科学与食品工程学院, 陕西 西安 710100)

**摘要:** 缓步动物是一类微小的水生无脊椎多细胞动物,在系统分类上独列一门,与节肢动物有着较近的亲缘关系。目前,缓步动物门分为3纲、5目、13科、110多个属,超过1 250种。本文简要介绍了陕西省缓步动物门的系统分类研究进展,初步分析了陕西省缓步动物的分类组成。在陕西省已描述发表的缓步动物种类107种,隶属于2纲、3目、4科、17属。此外,展望了陕西省缓步动物区系分类的研究方法、研究方向和研究意义。

**关键词:** 缓步动物;陆生;系统分类;陕西省

**中图分类号:** Q959.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2096-3491(2020)02-0205-08

## Study on the taxonomic composition of terrestrial Tardigrada in Shaanxi Province

WANG Lizhi, HUANG Hailin

(College of Life Sciences and Food Engineering, Shaanxi Xueqian Normal University, Xi'an 710100, Shaanxi, China)

**Abstract:** Tardigrada is a kind of micro aquatic invertebrate multicellular animal, which is a unique phylum in systematic classification and has close relationship with arthropod. At present, there are more than 1 250 species in more than 110 genera, 13 families, 5 orders and 3 classes. This paper briefly introduces the progress of systematic classification of Tardigrada in Shaanxi Province, and preliminarily analyzes the taxonomic composition of Tardigrada in Shaanxi Province. There are 107 species of Tardigrada in Shaanxi Province, which belong to 2 classes, 3 orders, 4 families and 17 genera. In addition, the research methods, direction and significance of systematic classification of the Tardigrada in Shaanxi Province are prospected.

**Key words:** Tardigrada; terrestrial; systematic classification; Shaanxi Province

### 0 引言

缓步动物(Tardigrada)是一类微小的水生无脊椎动物,素有“隐生现象”,是微生态系统中重要的动物群落之一。按照动物界的系统分类,缓步动物独列一门<sup>[1]</sup>。18S rRNA 基因序列分析表明,在系统演化上缓步动物与节肢动物有着较近的亲缘关系<sup>[1,2]</sup>。缓步动物门分为3纲:异缓步纲(Heterotardigrada)、中缓步纲(Mesotardigrada)和真缓步纲(Eutardigra-

da),5目:节缓步目(Arthrotardigrada)、棘甲目(Echiniscoidea)、热生目(Thermozodia)、并爪目(Parachela)和离爪目(Apochela);13科:冠状熊虫科(Cornarctidae)、端爪熊虫科(Echiniscoididae)、岩生熊虫科(Oreellidae)、枯枝熊虫科(Carphaniidae)、棘甲熊虫科(Echiniscidae)、热生熊虫科(Thermozodiidae)、大生熊虫科(Macrobiodidae)、秀丽高生熊虫科(Calohypsibiidae)、始高生熊虫科(Eohypsibiidae)、小高生熊虫科(Microhypsibiidae)、高生熊虫科(Hypsibi-

收稿日期:2019-11-12 修回日期:2020-02-16 接受日期:2020-03-10

作者简介:王立志(1979-),男,博士,教授,从事动物生态学研究。E-mail: rj\_wl@126.com

基金项目:陕西省自然科学基金项目(2013JM3013;2014JM2-3026);大学生创新创业训练项目(201614390006;2743;7283;2016DC016)

引用格式:王立志,黄海林. 陕西省陆生缓步动物系统分类组成研究[J]. 生物资源, 2020, 42(2): 205-212.

Wang L Z, Huang H L. Study on the taxonomic composition of terrestrial Tardigrada in Shaanxi Province [J]. Biotic Resources, 2020, 42(2): 205-212.

idae)、寡足熊虫科(Necopinidae)和米氏熊虫科(Milnesiidae),超过110个属。目前全世界已报道的缓步动物超过1250种。缓步动物分布于陆地和海洋生态系统,遍布包括北极地区在内的所有大陆和海洋。缓步动物的系统分类研究在欧洲、北美、澳大利亚、新西兰和日本等国家和地区发展很快,这些国家和地区的缓步动物系统分类研究已相当深入,区系组成也研究得比较清楚。

有关中国缓步动物区系分类的研究论文最早由国外学者发表于1937年<sup>[3-7]</sup>。这5篇论文报道了来自当时9个省市共计25种缓步动物。由中国人报道有关中国缓步动物分类研究的第一篇文章发表于1999年,至今已有70多篇由中国人自己撰写的有关中国缓步动物区系分类的文章发表。截至目前,大约有180余种发现于我国的缓步动物被相继描述报道,分属2纲、3目、5科、21属。根据缓步动物区系的组成特点推测,中国缓步动物门物种总数保守估计超过300种。2004年,陕西师范大学生命科学学院李晓晨等<sup>[8]</sup>报道了来自陕西省秦岭南坡平河梁自然保护区缓步动物门的一个新物种,并发表在新西兰的“动物分类(Zootaxa)”杂志上,这是首次报道有关陕西省缓步动物的分类文章。

## 1 研究方法

中国知网收集发表于国内的有关陕西省缓步动物分类研究论文23篇,博士论文1篇,硕士论文2篇;通过外文期刊网站收集发表于国外的有关陕西省缓步动物分类研究论文9篇。根据35篇论文中关

于缓步动物的分类描述,统计采集于陕西省缓步动物的地理分布、生境信息以及新物种、中国新纪录种的数量。中文分类阶元名称参照李晓晨<sup>[9]</sup>发表的“缓步动物形态构造和分类术语中-西文对照”。

## 2 结果与分析

### 2.1 陕西省陆生缓步动物的分类系统组成

迄今为止,在陕西省发现报道的缓步动物共计107种,隶属于2纲、3目、4科、17属(表1)<sup>[8,10-43]</sup>。陕西省缓步动物的物种数约占世界总种数的8.3%,约占中国缓步动物总种数的59.44%。其中14种是以新物种的形式报道,占中国缓步动物总种数的7.78%;43种是以中国新纪录种的形式报道,占中国缓步动物总种数的23.89%。在陕西省报道的缓步动物主要采集于秦岭山区,特别是其主峰太白山,动物地理区系包括古北界和东洋界。所有陕西省缓步动物种类均采自陆生苔藓或地衣环境,淡水环境下的陕西省缓步动物分类研究至今仍未见报道。

陕西省陆生缓步动物系统分类组成为:异缓步纲主要包括1目(棘甲目)、1科(棘甲熊虫科)和3属(角棘甲熊虫属1种、棘甲熊虫属27种和假棘甲熊虫属8种);真缓步纲主要包括2目(并爪目和离爪目)、3科(大生熊虫科、高生熊虫科和米氏熊虫科)和14属(距突熊虫属1种、大生熊虫属18种、小生熊虫属1种、雷氏熊虫属1种、趾生熊虫属1种、无托熊虫属1种、高生熊虫属9种、等高熊虫属14种、依塔夸熊虫属2种、矮峭熊虫属1种、拉氏熊虫属2种、具矛熊虫属6种、双相熊虫属9种和米氏熊虫属4种)。

表1 陕西省陆生缓步动物名录

Table 1 List of terrestrial Tardigrada in Shaanxi Province

异缓步纲(Heterotardigrada Marcus)

棘甲目(Echiniscoidea Marcus)

棘甲熊虫科(Echiniscidae Kristensen and Hallas)

角棘甲熊虫属(*Cornechiniscus* Maucci and Ramazzotti)

*Co. lobatus* (Ramazzotti, 1943)

棘甲熊虫属(*Echiniscus* Schultze)

*E. angolensis* da Cunha and do Nascimento Ribeiro, 1964

*E. bisetosus* Heinis, 1908<sup>b</sup>

*E. blumi* Richters, 1903

*E. canadensis* Murray, 1910<sup>b</sup>

*E. cheonyoungi* Moon and Kim, 1994<sup>b</sup>

*E. clevelandi* Beasley, 1999

*E. granulatus* Doyère, 1840<sup>b</sup>

*E. japonicus* Morikawa, 1951<sup>b</sup>

*E. limai* de Cunha and do Nascimento Ribeiro, 1964

续表

- E. marleyi* Li, 2007<sup>a</sup>  
*E. mediantus* Marcus, 1930  
*E. melanophthalmus* Bartoš, 1936  
*E. nelsonae* Li, Wang and Yu, 2007<sup>a</sup>  
*E. nepalensis* Dastych, 1975<sup>b</sup>  
*E. perarmatus* Murray, 1907<sup>b</sup>  
*E. perviridis* Ramazzotti, 1959<sup>b</sup>  
*E. ramazzotti* Binda and Pilato, 1969<sup>b</sup>  
*E. reticulatus* Murray, 1905  
*E. shaanxiensis* Li, Wang and Yu, 2007<sup>a</sup>  
*E. spiniger* Richters, 1904  
*E. spitsbergensis* Scourfield, 1897<sup>b</sup>  
*E. taibaiensis* Wang and Li, 2005<sup>a</sup>  
*E. tardus* Mihelcic, 1951<sup>b</sup>  
*E. tessellatus* Murray, 1910<sup>b</sup>  
*E. testudo* Doyère, 1840  
*E. trisetosus* Cuénot, 1932<sup>b</sup>  
*E. wendti* Richters, 1903

假棘甲熊虫属 (*Pseudechiniscus* Thulin)

- P. asper* Abe, Utsugi and Takeda, 1998<sup>b</sup>  
*P. beasleyi* Li, Wang and Yu, 2007<sup>a</sup>  
*P. facettalis* Petersen, 1951  
*P. jiroveci* Bartoš, 1963  
*P. juanita* de Barros, 1939<sup>b</sup>  
*P. papillosus* Li, Wang, Liu and Su, 2005<sup>a</sup>  
*P. pilato* Li, 2007<sup>a</sup>  
*P. suillus* (Ehrenberg, 1853)

## 真缓步纲 (Eutardigrada Marcus)

## 并爪目 (Parachela Schuster, Nelson, Grigarick and Christenberry)

## 大生熊虫科 (Macrobotidae Thulin)

距突熊虫属 (*Calcarobotus* Dastych)

- Cal. digeronimoi* Pilato, Binda and Lisi, 2004<sup>b</sup>

大生熊虫属 (*Macrobotu* Schultze)

- M. adelges* Dastych, 1977<sup>b</sup>  
*M. alekseevi* Tumanov, 2005<sup>b</sup>  
*M. annae* Richters, 1908<sup>b</sup>  
*M. areolatus* Murray, 1907<sup>b</sup>  
*M. ariekammensis* Wéglarska, 1965<sup>b</sup>  
*M. diversus* Biserov, 1990<sup>b</sup>  
*M. echinogenitus* Richters, 1904<sup>b</sup>  
*M. furciger* Murray, 1907<sup>b</sup>  
*M. grandis* Richters, 1911<sup>b</sup>  
*M. harmsworthi* Murray, 1907  
*M. hibiscus* De Barros, 1942<sup>b</sup>  
*M. hufelandi* Schultze, 1833  
*M. mauccii* Pilato, 1974  
*M. montanus* Murray, 1910<sup>b</sup>

续表

- M. occidentalis* Murray, 1910  
*M. ragonesei* Binda, Pilato, Moncada and Napolitano, 2001<sup>b</sup>  
*M. richtersi* Murray, 1911  
*M. tonollii* Ramazzotti, 1956<sup>b</sup>
- 小生熊虫属 (*Minibiotus* Schuster, Nelson, Grigarick and Christenberry)  
*Min. furcatus* Ehrenberg, 1859<sup>b</sup>  
*Min. intermedius* Plate, 1889
- 雷氏熊虫属 (*Richtersius* Pilato and Binda)  
*R. coronifer* (Richters, 1903)<sup>b</sup>
- 趾生熊虫属 (*Dactylobiotus* Schuster, Nelson, Grigarick and Christenberry)  
*Da. Macronyx* (Dujardin, 1851)
- 高生熊虫科 (Hypsibiidae Pilato)  
 无托熊虫属 (*Astatumen* Pilato)  
*A. trinacriae* (Arcidiacono, 1962)
- 高生熊虫属 (*Hypsibius* Thulin)  
*H. convergens* (Urbanowicz, 1925)<sup>b</sup>  
*H. dujardini* Doyère, 1840  
*H. hypostomus* Bartoš, 1935<sup>b</sup>  
*H. microps* Thulin, 1928<sup>b</sup>  
*H. pallidus* Thulin, 1911  
*H. pedrotti* Bertolani, Manicardi and Gibertoni, 1987<sup>b</sup>  
*H. septulatus* Pilato, Binda, Napolitano and Moncada, 2004<sup>b</sup>  
*H. shaanxiensis* Li and Li, 2008<sup>a</sup>  
*H. stiliferus* Abe, 2004<sup>b</sup>
- 等高熊虫属 (*Isohypsibius* Thulin)  
*I. borkini* Tumanov, 2003<sup>b</sup>  
*I. liae* Li and Wang, 2006<sup>a</sup>  
*I. lunulatus* (Iharos, 1966)<sup>b</sup>  
*I. macrodactylus* Maucci, 1978  
*I. marcellinoi* Binda and Pilato, 1971<sup>b</sup>  
*I. prosostomu* Thulin, 1928<sup>b</sup>  
*I. qinlingensis* Li, Wang and Yu, 2005<sup>a</sup>  
*I. rahmi* Li and Wang, 2006<sup>a</sup>  
*I. reticulatus* Pilato, 1973<sup>b</sup>  
*I. saracenus* Pilato, 1973<sup>b</sup>  
*I. sattleri* Richters, 1902  
*I. taibaiensis* Li and Wang, 2005<sup>a</sup>  
*I. tetradactyloides* Richters, 1907  
*I. woodsae* Kathman, 1990<sup>b</sup>
- 依塔夸熊虫属 (*Itaquascon* De Barros)  
*It. placophorum* Maucci, 1972<sup>b</sup>  
*It. umbellinae* De Barros, 1939<sup>b</sup>
- 矮嵴熊虫属 (*Platicrista* Pilato)  
*Pla. angustata* (Murray, 1905)
- 拉氏熊虫属 (*Ramazzottius* Binda and Pilato)  
*Ra. oberhaeuseri* (Doyère, 1804)  
*Ra. thulini* (Pilato, 1970)<sup>b</sup>

续表

具矛熊虫属 (*Doryphoribius* Pilato)*Dor. doryphorus* (Binda and Pilato, 1969)<sup>b</sup>*Dor. flavus* Iharos, 1966*Dor. gibber* Beasley and Pilato, 1987<sup>b</sup>*Dor. qinlingensis* Li, Su and Yu, 2004<sup>a</sup>*Dor. zappalai* Pilato, 1971<sup>b</sup>*Dor. zyxiglobius* (Horning, Schuster and Grigarick, 1978)<sup>b</sup>双相熊虫属 (*Diphascon* Plato)*D. (Diphascon) alpinum* Murray, 1906*D. (Diphascon) patanei* Binda and Pilato, 1971<sup>b</sup>*D. (Diphascon) pingue* Marcus, 1936*D. (Adropion) carolae* Bind and Pilato, 1969<sup>b</sup>*D. (Adropion) linzhiensis* Li, 2007<sup>a</sup>*D. (Adropion) modestum* Binda, Pilato and Dastych, 1984<sup>b</sup>*D. (Adropion) prorsirostre* Thulin, 1928*D. (Adropion) rivulare* (Mihelčič, 1967)<sup>b</sup>*D. (Adropion) scoticum* Murray, 1905<sup>b</sup>

离爪目 (Apocheila Schuster, Nelson, Grigarick and Christenberry)

米氏熊虫科 (Milnesiidae Ramazzotti)

米氏熊虫属 (*Milnesium* Doyère)*Mil. asiaticum* Tumanov, 2006<sup>b</sup>*Mil. katarzynae* Kaczmarek, Michalczyk and Beasley, 2004*Mil. longiungue* Tumanov, 2006<sup>b</sup>*Mil. tardigradum* Doyère, 1840

注:a,作为新物种描述;b,作为中国新纪录种描述

Note: a, described as a new species; b, described as a new record species in China

## 2.2 陕西省陆生缓步动物分类组成的分析

陕西省地处中国内陆西北地区,在陕西省发现的缓步动物均为陆地种类。陕西省陆生缓步动物共有107种,分属于2纲、3目、4科、17属。在陕西省陆生缓步动物属级及其以上分类阶元组成中,陆生异缓步纲(Heterotardigrada)包括1目、1科和3属,分别占陕西省总数的33.33%、25%和17.65%,中国陆生异缓步纲的主要科和属在陕西省都有发现;陆生真缓步纲(Eutardigrada)包括2目、3科和14属,分别占陕西省总数的66.67%、75%和82.35%,中国陆生真缓步纲的主要科和属在陕西省也都有发现。

在陕西省陆生缓步动物物种分类组成中,异缓步纲36种,占中国缓步动物物种总数的20%,占陕西省物种总数的33.64%,其中以棘甲熊虫科(Echiniscidae)类群为主,以棘甲熊虫属(*Echiniscus*)为优势属,具有27种。真缓步纲71种,占中国缓步动物物种总数的39.44%,占陕西省物种总数的

66.36%,其中以大生熊虫科(Macrobiotidae)和高生熊虫科(Hypsibiidae)类群为主,大生熊虫科的优势属为大生熊虫属(*Macrobiotus*),具有18种;高生熊虫科具有3个优势属,分别为等高熊虫属(*Isohypsibius*)(14种)、高生熊虫属(*Hypsibius*)(9种)和双相熊虫属(*Diphascon*)(9种)。

在陕西省陆生环境中发现的107种缓步动物中14种(其中异缓步纲7种,真缓步纲7种)是新物种,占中国缓步动物物种总数的7.78%,占陕西省物种总数的13.08%;43种(其中异缓步纲17种,真缓步纲26种)是中国新纪录种,占中国缓步动物物种总数的23.89%,占陕西省物种总数的40.19%。

缓步动物具有较强的抵抗不良环境(极端温度、高压、辐射和缺氧等)的能力和借助风力、洪水等远距离扩散的分布特点,使不同地区缓步动物的区系组成相当复杂。例如,进行陕西省秦岭地区缓步动物区系初步调查就发现63种缓步动物<sup>[15]</sup>,云贵高原

的缓步动物区系初步调查结果也发现63种缓步动物<sup>[44]</sup>。两个地区发现的相同的物种数达27种,区系差异较小,地区的特有种很少,大多数种类都是广布种。

### 3 陕西省缓步动物区系分类研究的展望

国内外研究人员已经发表了70多篇有关中国缓步动物区系分类的文章,先后发现和报道的中国缓步动物物种数量超过180种,其中在陕西省陆生环境中发现了107种,分属于2纲、3目、4科、17属,占中国缓步动物物种总数的59.44%。其中,新物种和中国新纪录共有57种,占中国缓步动物物种总数的31.67%,说明陕西省缓步动物的特种类别较为丰富。中国陆生缓步动物的主要3个科(棘甲熊虫科、大生熊虫科和高生熊虫科)和5个属(棘甲熊虫属、大生熊虫属、等高熊虫属、高生熊虫属和双相熊虫属)在陕西省陆生环境中都有发现,说明陕西省缓步动物的区系组成和中国缓步动物的区系组成较为相似,其科属组成具有一定的代表性。

从2004年以来发表的有关陕西省缓步动物区系分类的论文看,新物种和中国新纪录种约占总发现种数的53.27%,说明对陕西省缓步动物区系分类研究有待于进一步深入,特别是秦岭山脉的缓步动物区系分类研究还很不充分,已有的研究主要集中在太白山、平河梁等少数几个自然保护区。陕西省北部的北山山脉(桥山山脉、黄龙山脉、子午岭山脉和陇山山脉)缓步动物的区系分类研究,除了一篇关于黄龙山缓步动物区系的初步研究外<sup>[39]</sup>,基本上还处于研究的空白。此外,有关陕西省淡水环境下缓步动物区系分类研究至今还未见报道。

陕西省境内的秦岭山脉横亘于我国中部地区,山体高大,不仅是南北气候的自然分界线,同时也是东洋界与古北界物种分布的重要分界。秦岭地区的生态景观复杂,生物多样性程度高,在整个中国淡水—陆地缓步动物区系组成中占有重要地位。今后,陕西省缓步动物的相关研究可以采用常规动物系统分类并结合分子生物学的研究方法,在深入研究秦岭缓步动物属、种比较形态学和分子生物学的基础上,应用支序系统学研究原理和方法,探讨和推断秦岭缓步动物属级支序关系,建立缓步动物系统演化关系;在系统学研究的基础上,应用支序生物地理学原理和方法,分析、探讨缓步动物种、属分布格局和动物地理学规律。

陕西省缓步动物区系分类研究的成果在一定程度上将会提高中国缓步动物系统学研究水平,对于

与缓步动物有关的生态学、林学、农学和地理学等方面的研究以及对于自然保护和生物多样性保护都具有重要的意义,为我国缓步动物区系分类和多样性研究、为建立中国淡水—陆地缓步动物分类系统和动物地理区划研究奠定基础。

### 参考文献

- [1] Ramazzotti G, Maucci W. Il Phylum Tardigrada. 3rd ed (Beasley CW, English translation) [J]. Mem Ist Ital Idrobiol, 1983, 41: 1-1012.
- [2] Moon S Y, Kim W. Phylogenetic position of the Tardigrada based on the 18S ribosomal RNA gene sequences [J]. Zoo J Linn Soc, 1996, 116(1-2): 61-69.
- [3] Rahm G. Vorläufige erste Mitteilung ueber Tardigraden Chinas [J]. Peking Nat Hist Bull, 1936-1937, 2: 157-160.
- [4] Rahm G. Oekologische und biologische Bemerkungen zur anabiotischen Fauna Chinas (Nematoden und Tardigraden) [J]. Peking Nat Hist Bull, 1936-1937, 2: 233-248.
- [5] Rahm G. Tardigraden vom Yan-Chia-Ping-Tal (Nordchina) [J]. Zool Anzeiger, 1937, 119: 105-111.
- [6] Mathews G B. The Tardigrada or water bears [J]. China Journal, 1937, 26: 97-105.
- [7] Mathews G B. More tardigrades from the far east [J]. China Journal, 1937, 27: 32-35.
- [8] Li X C, Su L N, Yu D. *Biserovus xiae* sp. n. and *Doryphoribius qinlingense* sp. n. new species of eutardigrades from China [J]. Zootaxa, 2004, 660: 1-7.
- [9] 李晓晨. 缓步动物形态构造和分类术语中-西文对照 [J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2008, 36(S2): 34-38.  
Li X C. Chinese-western language comparison of the structure and taxonomic terminologies of Tardigrada [J]. Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition), 2008, 36(S2): 34-38.
- [10] Li X C, Wang L Z, Yu D. *Isohypsibius qinlingensis* sp. nov. (Tardigrada, Hypsibiidae) from China [J]. Zootaxa, 2005, 980: 1.
- [11] Li X C, Wang L Z. *Isohypsibius taibaiensis* sp. nov. (Tardigrada, Hypsibiidae) from China [J]. Zootaxa, 2005, 1036: 55-60.
- [12] Li X C, Wang L Z, Liu Y, et al. A new species and five new records of the family Echiniscidae (Tardigrada) from China [J]. Zootaxa, 2005, 1093: 25-33.
- [13] Li X C, Liu Y. A new subspecies of the genus *Diphasccon* and two new records of Tardigrada (Eutardigrada, Hypsibiidae, Macrobiotidae) from China [J]. Acta Zootaxonomica Sinica, 2005, 30(2): 309-313.

- [14] Li X C, Wang L Z. Two new species and a new record of the genus *Isohypsibius* from China [J]. Acta Zootaxonomica Sinica, 2006, 31(1): 113-119.
- [15] Li X C. Tardigrades from the Tsinling Mountains, central China with descriptions of two new species of Echiniscidae (Tardigrada) [J]. J Nat Hist, 2007, 41(41-44): 2719-2739.
- [16] Li X C, Wang L Z, Yu D. The Tardigrada fauna of the Chinese mainland with descriptions of three new species of Echiniscidae [J]. Zoological Studies, 2007, 46(2): 135-147.
- [17] Li X C, Wang D Y, Wang L Z. The Tardigrada fauna of Hainan island (Asia: China) with descriptions of two new species [J]. Raffles Bulletin of Zoology, 2008, 56(2): 293-305.
- [18] Li H Q, Li X C. Two new species of Hypsibiidae (Tardigrada: Eutardigrada) from China [J]. Proc Biol Soc Wash, 2008, 121(1): 41-48.
- [19] Wang L Z, Li X C. *Echiniscus taibaiensis* sp. nov. and a new record of *Echiniscus bisetosus* Heinis (Tardigrada, Echiniscidae) from China [J]. Zootaxa, 2005, 1092: 39-45.
- [20] Wang L Z, Lian Z M. Newly recorded species of the genus *Isohypsibius* (Tardigrada; Hypsibiidae) from China [J]. J For Res, 2007, 18(4): 322-324.
- [21] Wang Y T, Wang L Z. Two newly recorded species of the genus *Itaquascon* (Tardigrada; Hypsibiidae) from China [J]. J For Res, 2008, 19(1): 67-68.
- [22] Wang L Z, Lian Z M. Two newly recorded species of the genus *Hypsibius* (Tardigrada; Hypsibiidae) from China [J]. J For Res, 2008, 19(4): 340-342.
- [23] Wang L Z. Three newly recorded species of the genus *Diphascon* (Tardigrada; Hypsibiidae) from China [J]. J For Res, 2009, 20(1): 87-90.
- [24] 王立志, 李晓晨. 陕西省缓步动物二新纪录种记述 [J]. 四川动物, 2006, 25(3): 536-538.  
Wang L Z, Li X C. Two new records of Tardigrada for Shaanxi Province [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2006, 25(3): 536-538.
- [25] 王立志, 郑乐. 陕西省双相属(缓步动物, 高生熊虫科)两个新纪录种记述 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(6): 2357-2358.  
Wang L Z, Zheng L. Two new records of *Diphascon* (Tardigrada, Hypsibiidae) in Shaanxi Province [J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2008, 36(6): 2357-2358.
- [26] 王立志, 王雷营. 陕西省棘影属(缓步动物, 棘影科)两个新纪录种记述 [J]. 陕西教育学院学报, 2008, 24(1): 93-95.  
Wang L Z, Wang L Y. Two new records of *Echiniscus* (Tardigrada, Echiniscidae) in Shaanxi Province [J]. Journal of Shaanxi Institute of Education, 2008, 24(1): 93-95.
- [27] 王立志, 邓凌珠. 陕西省双相属(缓步动物, 高生熊虫科)两个新纪录种记述 [J]. 陕西教育学院学报, 2008, 24(4): 73-76.  
Wang L Z, Deng L Z. Two new records of *Diphascon* (Tardigrada, Hypsibiidae) in Shaanxi Province [J]. Journal of Shaanxi Institute of Education, 2008, 24(4): 73-76.
- [28] 王立志. 中国西部缓步动物区系及多样性的研究 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2009.  
Wang L Z. Study on the fauna and diversity of Tardigrada in Western China [D]. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2009.
- [29] 王立志. 陕西省棘甲熊虫属(缓步动物, 棘甲熊虫科)两个新纪录种记述 [J]. 陕西教育学院学报, 2012, 28(4): 86-89.  
Wang L Z. Two new records of *Echiniscus* (Tardigrada, echiniscoidae) in Shaanxi Province [J]. Journal of Shaanxi Institute of Education, 2012, 28(4): 86-89.
- [30] 王汉屏. 陕西省缓步动物两个新纪录种记述 [J]. 陕西教育学院学报, 2007, 23(3): 70-72.  
Wang H P. Two new records of Tardigrada for Shaanxi Province [J]. Journal of Shaanxi Institute of Education, 2007, 23(3): 70-72.
- [31] 王汉屏, 王立志. 陕西缓步动物二新纪录种记述 [J]. 四川动物, 2007, 26(3): 620-621.  
Wang H P, Wang L Z. Two new records of Tardigrada in Shaanxi [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2007, 26(3): 620-621.
- [32] 王汉屏, 王立志. 太白山缓步动物区系初步调查 [J]. 云南农业大学学报, 2007, 22(3A): 176-180.  
Wang H P, Wang L Z. A preliminary survey fauna of Tardigrada in Taibai Mountain [J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2007, 22(3A): 176-180.
- [33] 刘莹. 秦岭南五台缓步动物群落多样性的研究 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2006.  
Liu Y. Studies on Tardigrada community diversity on nanwutai, Qinling mountains [D]. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2006.
- [34] 刘莹, 王立志, 薛静. 陕西省等高属(缓步动物, 高生熊虫科)两个新纪录种记述 [J]. 陕西教育学院学报, 2011, 27(3): 67-70.  
Liu Y, Wang L Z, Xue J. Two new records of *Isohypsibius* (Tardigrada, Hypsibiidae) in Shaanxi Province [J]. Journal of Shaanxi Institute of Education, 2011, 27(3): 67-70.

- [35] 刘莹. 陕西省大生属两个新纪录种记述[J]. 陕西广播电视大学学报, 2018, 20(4): 91-94.  
Liu Y. Two new records of *Macrobotus* in Shaanxi Province [J]. Journal of Shaanxi radio and Television University, 2018, 20(4): 91-94.
- [36] 冯帆, 李晓晨. 陕西缓步动物4新纪录种(缓步动物门:大生熊虫科, 高生熊虫科, 小斑熊虫科)记述[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2006, 34(S1): 37-39.  
Feng F, Li X C. Four new records of Tardigrades (Tardigrada: Macrobiotidae, Hypsibiidae, Milnesiidae) for Shaanxi [J]. Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition), 2006, 34(S1): 37-39.
- [37] 李秉一. 太白山不同海拔缓步动物群落组成的比较[D]. 西安: 陕西师范大学, 2007.  
Li B Y. Comparison of Tardigrada communities at different altitudes on mount Taibai [D]. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2007.
- [38] 李刚, 王大勇. 中国缓步动物两种记述[J]. 广西农业生物科学, 2008, 27(4): 396-399, 404.  
Li G, Wang D Y. Two newly recorded species of Tardigrada from China [J]. Journal of Guangxi Agricultural and Biological Science, 2008, 27(4): 396-399, 404.
- [39] 李宏群, 刘晓莉. 陕西省延安黄龙山缓步动物区系初步调查[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(3): 659-662.  
Li H Q, Liu X L. A checklist of Tardigrada from mount Huanglong of Yan'an City [J]. Agricultural Science of Hubei Province, 2010, 49(3): 659-662.
- [40] 于浩, 赵彦禹, 孙西寨. 陕西省假棘甲熊虫属一新纪录种[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(34): 20960, 20997.  
Yu H, Zhao Y Y, Sun X Z. One new record species of *Pseudechiniscus* from Shaanxi [J]. Agricultural Science in Anhui Province, 2011, 39(34): 20960, 20997.
- [41] 杜祥云, 王立志, 刘艳. 陕西省大生属(缓步动物, 大生熊虫科)两个新纪录种记述[J]. 陕西教育学院学报, 2012, 28(1): 53-57.  
Du X Y, Wang L Z, Liu Y. Two new records of *Macrobotus* (Tardigrada, Macrobiotidae) in Shaanxi Province [J]. Journal of Shaanxi Institute of Education, 2012, 28(1): 53-57.
- [42] 高晓燕, 李晓晨, 王立志. 中国陆地-淡水缓步动物分类组成研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(18): 9721-9725.  
Gao X Y, Li X C, Wang L Z. Taxonomic composition of the Chinese terrestrial-freshwater tardigrada [J]. Agricultural Science in Anhui Province, 2012, 40(18): 9721-9725.
- [43] 叶添彬, 孙西寨, 乔鹏海. 中国棘甲熊虫属缓步动物: 种[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(33): 16038, 16051.  
Ye T B, Sun X Z, Qiao P H. A newly record of genus *Echiniscus* schultze from China [J]. Agricultural Science in Anhui Province, 2012, 40(33): 16038, 16051.
- [44] Wang L Z. Tardigrades from the Yunnan-Guizhou plateau (China) with description of two new species in the genera *Mixibius* (Eutardigrada: Hypsibiidae) and *Pseudechiniscus* (Heterotardigrada: Echiniscidae) [J]. J Nat Hist, 2009, 43(41-42): 2553-2570.

□

(编辑: 杨晓翠)