

序

中国孢子植物志是非维管束孢子植物志，分《中国海藻志》、《中国淡水藻志》、《中国真菌志》、《中国地衣志》及《中国苔藓志》五部分。中国孢子植物志是在系统生物学原理与方法的指导下对中国孢子植物进行考察、收集和分类的研究成果；是生物多样性研究的主要内容；是物种保护的重要依据，对人类活动与环境甚至全球变化都有不可分割的联系。

中国孢子植物志是我国孢子植物物种数量、形态特征、生理生化性状、地理分布及其与人类关系等方面的综合信息库；是我国生物资源开发利用、科学研究与教学的重要参考文献。

我国气候条件复杂，山河纵横，湖泊星布，海域辽阔，陆生和水生孢子植物资源极其丰富。中国孢子植物分类工作的发展和《中国孢子植物志》的陆续出版，必将为我国开发利用孢子植物资源和促进学科发展发挥积极作用。

随着科学技术的进步，我国孢子植物分类工作在广度和深度方面将有更大的发展，对于这部著作也将不断补充、修订和提高。

中国科学院中国孢子植物志编辑委员会

1984年10月·北京

中国孢子植物志总序

中国孢子植物志是由《中国海藻志》、《中国淡水藻志》、《中国真菌志》、《中国地衣志》及《中国苔藓志》所组成。至于维管束孢子植物蕨类未被包括在中国孢子植物志之内，是因为它早先已被纳入《中国植物志》计划之内。为了将上述未被纳入《中国植物志》计划之内的藻类、真菌、地衣及苔藓植物纳入中国生物志计划之内，出席 1972 年中国科学院计划工作会议的孢子植物学工作者提出筹建“中国孢子植物志编辑委员会”的倡议。该倡议经中国科学院领导批准后，“中国孢子植物志编辑委员会”的筹建工作随之启动，并于 1973 年在广州召开的《中国植物志》、《中国动物志》和中国孢子植物志工作会议上正式成立。自那时起，中国孢子植物志一直在“中国孢子植物志编辑委员会”统一主持下编辑出版。

孢子植物在系统演化上虽然并非单一的自然类群，但是，这并不妨碍在全国统一组织和协调下进行孢子植物志的编写和出版。

随着科学技术的飞速发展，人们关于真菌的知识日益深入的今天，黏菌与卵菌已被从真菌界中分出，分别归隶于原生动生物界和管毛生物界。但是，长期以来，由于它们一直被当作真菌由国内外真菌学家进行研究；而且，在“中国孢子植物志编辑委员会”成立时已将黏菌与卵菌纳入中国孢子植物志之一的《中国真菌志》计划之内并陆续出版，因此，沿用包括黏菌与卵菌在内的《中国真菌志》广义名称是必要的。

自“中国孢子植物志编辑委员会”于 1973 年成立以后，作为“三志”的组成部分，中国孢子植物志的编研工作由中国科学院资助；自 1982 年起，国家自然科学基金委员会参与部分资助；自 1993 年以来，作为国家自然科学基金委员会重大项目，在国家基金委资助下，中国科学院及科技部参与部分资助，中国孢子植物志的编辑出版工作不断取得重要进展。

中国孢子植物志是记述我国孢子植物物种的形态、解剖、生态、地理分布及其与人类关系等方面的大型系列著作，是我国孢子植物物种多样性的重要研究成果，是我国孢子植物资源的综合信息库，是我国生物资源开发利用、科学研究与教学的重要参考文献。

我国气候条件复杂，山河纵横，湖泊星布，海域辽阔，陆生与水生孢子植物物种多样性极其丰富。中国孢子植物志的陆续出版，必将为我国孢子植物资源的开发利用，为我国孢子植物科学的发展发挥积极作用。

中国科学院中国孢子植物志编辑委员会

主编 曾呈奎

2000 年 3 月 北京

Foreword of the Cryptogamic Flora of China

Cryptogamic Flora of China is composed of *Flora Algarum Marinarum Sinicarum*, *Flora Algarum Sinicarum Aquae Dulcis*, *Flora Fungorum Sinicorum*, *Flora Lichenum Sinicorum*, and *Flora Bryophytorum Sinicorum*, edited and published under the direction of the Editorial Committee of the Cryptogamic Flora of China, Chinese Academy of Sciences(CAS). It also serves as a comprehensive information bank of Chinese cryptogamic resources.

Cryptogams are not a single natural group from a phylogenetic point of view which, however, does not present an obstacle to the editing and publication of the Cryptogamic Flora of China by a coordinated, nationwide organization. The Cryptogamic Flora of China is restricted to non-vascular cryptogams including the bryophytes, algae, fungi, and lichens. The ferns, a group of vascular cryptogams, were earlier included in the plan of *Flora of China*, and are not taken into consideration here. In order to bring the above groups into the plan of Fauna and Flora of China, some leading scientists on cryptogams, who were attending a working meeting of CAS in Beijing in July 1972, proposed to establish the Editorial Committee of the Cryptogamic Flora of China. The proposal was approved later by the CAS. The committee was formally established in the working conference of Fauna and Flora of China, including cryptogams, held by CAS in Guangzhou in March 1973.

Although myxomycetes and oomycetes do not belong to the Kingdom of Fungi in modern treatments, they have long been studied by mycologists. *Flora Fungorum Sinicorum* volumes including myxomycetes and oomycetes have been published, retaining for *Flora Fungorum Sinicorum* the traditional meaning of the term fungi.

Since the establishment of the editorial committee in 1973, compilation of Cryptogamic Flora of China and related studies have been supported financially by the CAS. The National Natural Science Foundation of China has taken an important part of the financial support since 1982. Under the direction of the committee, progress has been made in compilation and study of Cryptogamic Flora of China by organizing and coordinating the main research institutions and universities all over the country. Since 1993, study and compilation of the Chinese fauna, flora, and cryptogamic flora have become one of the key state projects of the National Natural Science Foundation with the combined support of the CAS and the National Science and Technology Ministry.

Cryptogamic Flora of China derives its results from the investigations, collections, and classification of Chinese cryptogams by using theories and methods of systematic and evolutionary biology as its guide. It is the summary of study on species diversity of cryptogams and provides important data for species protection. It is closely connected with human activities, environmental changes and even global changes. Cryptogamic Flora of

China is a comprehensive information bank concerning morphology, anatomy, physiology, biochemistry, ecology, and phytogeographical distribution. It includes a series of special monographs for using the biological resources in China, for scientific research, and for teaching.

China has complicated weather conditions, with a crisscross network of mountains and rivers, lakes of all sizes, and an extensive sea area. China is rich in terrestrial and aquatic cryptogamic resources. The development of taxonomic studies of cryptogams and the publication of Cryptogamic Flora of China in concert will play an active role in exploration and utilization of the cryptogamic resources of China and in promoting the development of cryptogamic studies in China.

C. K. Tseng
Editor-in-Chief
The Editorial Committee of the Cryptogamic Flora of China
Chinese Academy of Sciences
March, 2000 in Beijing

《中国地衣志》序

基于物种多样性研究的《中国地衣志》编研是中国地衣研究史中的重大事件，也是中国地衣资源研究与开发的基础。

生物多样性是指生存于地球生物圈多样性生态系统中的，含有多样性基因的物种多样性。《中国地衣志》是中国地衣物种综合信息库，是演化系统生物学中物种信息（分类学论著）、物种原型（馆藏标本）和物种培养物（菌种库）三大信息与资源存取系统之一，是中国孢子植物志中的《中国海藻志》、《中国淡水藻志》、《中国真菌志》、《中国地衣志》和《中国苔藓志》五志的组成部分。

虽然真菌和地衣属于真菌界，而非植物界，但是，由于上述五类生物一直未被纳入任何生物志的编研计划，因此，为了启动上述五类生物志的编研工作，根据它们都产生孢子的共性，组建了中国科学院孢子植物志编辑委员会，以主持上述五类生物志的编研工作。

中国孢子植物五志是在国家自然科学基金委员会、国家科学技术部和中国科学院的经费资助下，由“中国科学院中国孢子植物志编辑委员会”主持下进行的编研工作。所谓编研是指对中国孢子植物物种多样性进行研究的基础上进行中国孢子植物五志的编写。

中国地衣研究经历了四个历史时期，即本草时期、传统分类学时期、综合分类学时期及演化系统生物学时期。

第一，本草时期相当于林奈前时期，从公元前 500 年至 18 世纪中叶。中国古代文献《诗经》就有关于“女萝”（松萝）的记载。在唐代，即公元 618~907 年，甄泉在《药性本草》中便有“松萝”、“石蕊”的记载。著名的中国本草植物学巨匠李时珍 190 万字的巨著《本草纲目》于 1578 年开始分 50 卷问世。全卷含本草及其他药物计 1892 种，其中 374 种由该巨著作者所发现。有关地衣的记载为四种，即“石蕊”（21 卷 19 页）、“地衣草”（21 卷 20 页）、“石耳”（28 卷 31 页）及“松萝”（37 卷 12 页）。

根据李时珍的描述，“蒙顶茶”可能是“石蕊”的别名。“地衣草”的别名“仰天皮”可能是指地衣中的“地卷”或“肺衣”，也可能是苔类的“地钱”。而本草中的“石耳”可能是民间当作山珍的“庐山石耳”或称为美味石耳。至于《本草纲目》中的“垣衣”和“屋游”则更可能是指藓类植物（21 卷 20 页）。

在清代，由赵学敏所著的《本草纲目拾遗》于 1765 年问世。该书作者关于“雪茶”（16 卷 251 页）的描述是我国古代文献中有关地衣描述的最佳典范：“雪茶。出滇南。色白。久则微黄，出云南永善县。其地山高积雪。入夏不消。雪中生此。本非茶类。乃天生一种草芽。土人采得炒、焙。以其似茶。故名。其色白。故曰雪茶。”而“色白。久则微黄。”一语，确切的显示出作者所指者实为地茶 [*Thamnotia vermicularis* (Sw.) Ach. ex Schaer.]，而非雪茶 [*Th. subuliformis* (Ehrh.) Culb.]。在我国古代文献中关于其他地衣的描述虽不如关于“雪茶”那样精辟，难以辨其为何种，但可识其大类。总之，我们祖先早在古代就已将地衣作为草药而对人民健康作出过贡献。

第二, 传统分类学时期, 相当于林奈后时期, 从 18 世纪中叶至 20 世纪下叶。在这一时期的前半段, 关于中国地衣的采集和研究, 主要是由外国人进行的, 如欧洲的瑞典、意大利、奥地利、英国、法国、德国、俄国、芬兰, 以及亚洲的日本和美洲的美国植物学家。第一个来中国进行地衣采集的外国人为瑞典的奥斯别克 (P.Osbeck)。

林奈在他的第一版《植物种志》(1753)中共描述了“37”种植物是 1752 年由奥斯别克提供的中国标本; 但是, 其中没有地衣。后来, 奥斯别克将采自中国的一种地衣不合格地发表为“*Lichen chinensis*” (P.Osbeck, 1757:221, see Hawksworth, 2004)。该不合格发表的名称实际上代表的正是现在广为人知的大叶梅 [*Parmotrema tinctorum* (Dilese ex Nyl.) Hale]。

此后经过了约 80 年, 自 19 世纪 30 年代 (1830 年) 至 20 世纪 50 年代 (1950 年) 有 30 多位欧洲人和日本人采集过中国地衣标本。

在 19 世纪, 意大利的吉拉底 (G. Giraldi, 1891~1898) 在陕西秦岭进行过植物标本采集 (崔, 李, 1964; 戴, 1979), 其中 19 种地衣由巴罗尼 (E. Baroni, 1894) 研究发表; 199 种地衣包括 11 个新种由亚塔 (Jatta, 1902) 研究发表。法国人戴拉维 (Abbe Delavay) 于 1882~1892 年采自滇西北的地衣标本由薛 (Hue) 于 1885 年定名为 51 种, 包括新种 8 个, 于 1887 年以“云南地衣”为题发表。同一作者于 1889 年以同一题名又发表了戴拉维于 1886~1887 年所采的 88 种地衣, 含 5 个新种。戴拉维于 1888~1892 年所采集的其余中国地衣标本是薛分别于 1898 年、1899 年、1900 年及 1901 年以“欧洲以外的地衣”为题所发表的。这些地衣标本被保存于巴黎自然历史博物馆孢子植物实验室(PC), 部分副份保存于芬兰土尔库大学标本馆(TUR)。

20 世纪初叶, 奥地利维也纳大学的植物学家罕德尔-马泽梯 (Handel-Mazzetti) 作为奥地利科学院来华考察队成员从云南、四川和其他省区采集了约 850 份地衣标本。这些标本由扎尔布鲁克奈尔 (Zahlbruckner) 定名为 430 种, 包括 4 个新属和 219 个新种, 于 1930 年在罕德尔-马泽梯主编的《中国植物志要》第三卷以“地衣”为题发表。文中所引用的标本除了主要由罕德尔-马泽梯所采集以外, 还有钟心煊 (1929) 采自福建的 129 份地衣标本; 由洛克 (Rock) 采自云南, 史密斯 (Smith) 采自四川、云南的部分标本; 以及部分引自当时文献的种类, 计有 717 种, 分隶于 117 属。此外, 由福勒 (Faurie, 1909) 及其他人采自我国台湾省的地衣标本由扎尔布鲁克奈尔定名为 268 种, 内含 112 个新的分类群, 于 1933 年发表。以瑞典海登 (Hedin) 为首的“中亚科学考察队”于 1927~1935 年在中国西北地区进行了考察。其中的地衣标本主要是由包林 (Bohlin) 于 1930~1932 年在青海和甘肃, 以及休梅 (Hummel) 于 1928~1930 年在新疆及甘肃所采集。此外, 由诺莱 (Norin) 所采集的生有地衣的部分地质岩石标本也作为地衣标本保存在瑞典斯德哥尔摩自然历史博物馆。所有这些地衣标本均由马格努松 (Magnusson) 定名后作为考察队出版物植物学组成部分以“中亚的地衣”分两册 (第 13 号 1940 和第 22 号 1944) 予以发表。这两部出版物共记载地衣 245 种, 其中新种 142 个。

中国植物学家采集并研究中国地衣主要是从 20 世纪 20 年代末至 30 年代初开始的。钱崇澍于 1932 年发表了《南京钟山岩石植被》一文, 内含 15 个地衣分类群。这些地衣标本是由美国地衣学家普利特 (Plitt) 所定名。这是中国植物学家所发表的第一篇关于中国地衣研究的论文。三年后, 朱彦承 (1935) 以他自己定名的标本为基础发表了《中

国地衣初步研究》一文。文中报道了 39 种, 13 变种。时隔 23 年之后, 陆定安 (1958, 1959) 发表了《中国地衣札记 1, 地卷属》。此后, 便有更多的中国地衣学家开始研究中国地衣, 并陆续发表大量研究的论文, 从而开始了中国人研究中国地衣的新时期。

第三, 综合分类学时期是以形态学—生物地理学—化学相结合的中国地衣分类研究为特点。在传统分类学时期虽然也使用显色反应进行地衣化学测定, 但是, 比较精确的显微重结晶检验法 (MCT) 和灵敏度较高的薄层色谱法 (TCL) 在中国地衣分类研究中的使用及推广则开始于 20 世纪 80 年代初。关于《西藏地衣》的研究 (魏、姜, 1980~1986) 是这一时期开始的标志。

第四, 演化系统生物学时期是在表型与基因型相结合中探讨地衣型真菌在生物演化系统中的地位。20 世纪 80 年代末和 90 年代初, 分子生物学“聚合酶链反应”(PCR) 技术的发明为这一时期的兴起创造了条件。表型组、基因组与环境组相结合的综合分析必将是演化系统生物学的发展方向。

“中国科学院中国孢子植物志编辑委员会”于 1973 年成立以后, 《中国地衣志》的编前研究便陆续启动。为了配合《中国地衣志》的编前研究和在研究基础上的编写, 我们于 1973 年着手《中国地衣综览》的编著工作, 并于 1991 年正式出版, 目前正在进行第二版的修订工作。

如果说 20 世纪 30 年代是中国人研究中国地衣的开端, 那么, 《中国地衣志》的编前研究和在研究基础上的编写就是中国地衣学研究中的里程碑。而 21 世纪将是年轻的以年轻的地衣学家为主力的中国地衣学发展时期。

中国科学院中国孢子植物志编辑委员会
主编 魏江春

2010 年 12 月 26 日

2013 年 10 月 9 日修订

北京

Foreword of Flora Lichenum Sinicorum

The compilation of the *Flora Lichenum Sinicorum* based on the research into the lichen species diversity is an important event in the history of the lichen study in China, and also the basis of the R & D of their resources.

The biodiversity refers to the species diversity containing genetic diversity in the ecosystem diversity of the biosphere in the nature. The *Flora Lichenum Sinicorum* is a comprehensive information bank of the lichen species from China, one of the three information and resource storage and retrieval systems, such as species information (publications of taxonomy), species prototype (collections in herbaria), and species culture collection, and one of the “*Cryptogamic Flora of China*”, which contains five parts: *Flora Algarum Marinarum Sinicarum*, *Flora Algarum Sinicarum Aquae Dulcis*, *Flora Fungorum Sinicorum*, *Flora Lichenum Sinicorum*, and *Flora Bryophytorum Sinicorum*.

Although the fungi and lichens belong to the kingdom Fungi, not to Plantae, and the compilation of flora for the above-mentioned five organisms had not been carried out due to be not included in the programme of the compilation of fauna and flora in China. In order to launch the compilation of the flora of above-mentioned five organisms based on producing spores in common as the cryptogamic flora in China, “The Editorial Committee of the Cryptogamic Flora of China, Chinese Academy of Sciences” (ECCFC, CAS) was organized in 1973 for managing the compilation of above-mentioned five floras.

The compilation of the “*Cryptogamic Flora of China*” based on the research into their species diversity has been being financially supported by the National Natural Science Foundation of China, the National Science and Technology Ministry, and the Chinese Academy of Sciences, and managed by the ECCFC, CAS.

The lichen study in China can be divided into the following four periods: the period of herbs, the period of traditional taxonomy, the period of comprehensive taxonomy, and the period of evolutionary systematic biology.

The first period of herbs corresponds to the pre Linnean period from more than 500 years BC to the mid-18th century. The lichen “nūluo” (i.e. *Usnea* spp.) was reported in the Chinese ancient literature “shijing” (A book of songs). In the Tang Dynasty from 618 to 907 AD, Zhen Quan reported the lichen “Song Luo” (*Usnea* spp.) and “Shirui” (*Cladonia* spp.) in his book “Yao xing ben cao” (Materia Medica). A monumental work on Chinese medicinal herbs “Bencao gangmu” (Compendium of Materia Medica) in 50 volumes were published by the famous Chinese medico-botanist Li Shi-Zhen in 1578. The work contains 1892 kinds of medicinal herbs and other kinds of Materia Medica. Among them 374 kinds were discovered by the author himself. Four kinds of lichens were recorded in volume 21 of the

“Compendium”, i.e. “Shi Rui” (*Cladonia* spp., p.19), “Di Yi Cao” (p.20), “Shi Er” (*Umbilicaria* spp., p.31) in volume 28, and “Song Luo” (*Usnea* spp., p.12) in volume 37.

According to the descriptions made by Li Shi-Zhen, “Meng Ding Cha” may be a synonym of the “Shi Rui” (*Cladonia* spp.). The “Yang Tian Pi”, a synonym of “Di Yi Cao”, maybe refers to the lichens *Peltigera* spp. or *Lobaria* spp., or even the liverworts *Marchantia* spp. The “Shi Er”, can be considered as *Umbilicaria* spp. As to the “Yuan-yi” and “Wuyou”, it maybe refers to some mosses rather than lichens (vol.21, p.20).

In the Qing Dynasty, a book “Ben Cao Gang Mu Shi Yi” (Supplement to Compendium of Materia Medica) was published by Zhao Xue-min in 1765. The description of the lichen “Xue Cha” (snow tea) given by Zhao Xue-min in his book (vol.6, p.251) is “Xue Cha is growing on the snowy ground of Li Jiang in Yunnan province. It is of white color, sweet taste. In the course of time after collection the Xue Cha is able to become yellowish color.” According to this description it is easy to recognize the lichen in question as *Thamnolia vermicularis* (Sw.) Ach. ex Schaer. rather than *Thamnolia subuliformis* (Ehrh.) Culb.

In the pre-Linnean period the authors of ancient Chinese literature furnished many valuable records of Chinese lichens which were used for the clinical applications in the Chinese traditional medicine.

The second period of traditional taxonomy corresponds to the post-Linnean era from the mid-18th century to the later 20th century. In the first half of this period, Chinese lichens were collected and studied mainly by the foreign botanists, such as Europeans, including Swedish, Italian, Austrian, British, French, German, Russian, Finnish and also Japanese and Americans. The first foreign collector of the Chinese lichens was Swedish botanist P. Osbeck, who reported an invalid name *Lichen chinensis* Osbeck (Bretschneiser, 1898)= *Parmotrema tinctorum* (Dilese ex Nyl.) Hale.

In the early 1930s, Chinese botanists began study on Chinese lichens. “Vegetation of the rocky ridge of Chung shan, Nanking” published by Chien Sung-shu in 1932. This paper was the first publication concerning 15 taxa of Chinese lichens. The lichen collections cited in Chien’s paper were identified by the lichenologist C. C. Plitt from the United States. Three years later, “Note preliminaire sur les lichens de Chine” containing 39 species with 13 varieties was published by Tchou Yen-tch’eng (1935). The lichen specimens cited in Tchou’s paper were identified by the author himself. About 23 years later, Lu Ding-an (1958) published his first paper under the heading of “Notes on Chinese lichens, 1. *Peltigera*”. From that time, more and more Chinese lichenologists start to study the Chinese lichens and have published a series of papers.

The third period of comprehensive taxonomy began with the use of chemotaxonomy in addition to morphological and biogeographical methods for lichen taxonomy in the 1970s. In the late 1970s microcrystal tests (MCT) were performed under the methods described by Asahina (1936~1940). Thin-layer chromatography (TLC) was used for the Chinese lichens in the early 1980s. The “Lichens of Xizang” (Wei and Jiang, 1986) marked the beginning of

this period.

The fourth period of evolutionary systematic biology is characterized by an ability to grope for evolutionary systematic positions of lichen-forming fungi in combination of phenotype with genotype. In the beginning of the eighties and nineties of the 20th century, the invention of the molecular biotechnique “polymerase chain reaction” (PCR) provided the possibility for the rising of this period. The comprehensive analysis in combination of the phenome with genome and envirome must be the research direction of evolutionary systematic biology for the future.

We started on the research before compilation of the *Flora Lichenum Sinicorum* after “The Editorial Committee of the Cryptogamic Flora of China, Chinese Academy of Sciences” was established in 1973. In order to provide the references for the compilation of the *Flora Lichenum Sinicorum* I started to work on *An Enumeration of Lichens in China*, which was published in 1991, and now it is being revised for the second edition.

The thirties of the 20th century were the beginning of the lichen research from China made by the Chinese botanists, and the start of the *Flora Lichenum Sinicorum* is the milestone in the lichenological progress in China. The lichenology in China during the 21th century is carried out by the young Chinese lichenologists.

J.C. Wei
Editor-in-Chief
The Editorial Committee of the Cryptogamic Flora of China
Chinese Academy of Sciences
December 26,2010
October 9, 2013.revised
Beijing

前 言

地衣是真菌界必须与相应藻类或蓝细菌共生为稳定生态系统才能在自然界生存的真菌，即地衣型真菌，主要隶属于子囊菌门，极少数属于担子菌门。地衣的科学名称即地衣型真菌的科学名称，其中的藻类和蓝细菌则分别具有各自系统的科学名称。

中国地衣分类学即地衣型真菌分类学的研究于 19 世纪初期主要由外国学者进行，直至 20 世纪 30 年代初期，才有我国植物学家钱崇澍和朱彦承发表地衣研究论著。20 世纪 50 年代末开始有我国地衣学家进行地衣分类学研究。从 1973 年开始，在中国科学院中国孢子植物志编辑委员会的主持下组织全国地衣学家启动了《中国地衣志》的编前研究和编写工作。从 21 世纪以来，在我国老一辈地衣学家的培养和支持下，涌现了一批年轻的地衣学专门人才，推动了我国地衣生物学的发展。本卷的问世正是在这一背景下产生的。

著者在进行本卷编研期间，承蒙中国科学院微生物研究所邓红女士、中国科学院昆明植物研究所王立松先生、山东师范大学生命科学学院赵遵田教授提供方便和标本借阅，谨表示感谢。

本卷每一种地衣的解剖线条图由贾泽峰和赵春雅绘制。本卷编前研究和编写过程中，张颖、王延延、刘萌、孙俊杰、王瑞芳、王晓华、师广波、信彩云、曹明浩、王俊刚、王晨莹、寇旭峰、周生梅、宋丽芳、程平言、田延军、战春燕、陈科材、林丹、徐丽丽、李健、孙新增等曾参加部分工作，特此表示感谢。本卷编前研究部分工作分别在山东农业大学生命科学学院、中国科学院微生物研究所及聊城大学进行。

中国科学院微生物研究所陈健斌研究员和河北大学刘华杰副教授对本卷进行了细致的审稿，给予了宝贵的修改意见，在此表示感谢。

作者衷心感谢地衣学家 Klaus Kalb (德国)、Alan W. Archer (澳大利亚)、Robert Lücking (美国)、Urmila Makhija (印度)、Minoru Nakanishi (日本)、Pak Yau Wong (加拿大) 等在该研究期间给予的帮助。

本卷的编前研究与编写工作得到国家自然科学基金委员会、科学技术部及中国科学院的资助；在中国科学院中国孢子植物志编辑委员会的直接主持下，经过 10 年的野外考察、标本采集、分析、研究、鉴定、绘图、照相、编写而完成。

本卷著者
2015 年 12 月

说 明

本卷记述了中国厚顶盘目文字衣科地衣 103 种，包括新种 7 种、新记录种 39 种，其中尚未发表的新记录种 5 种。它们分别隶属于霜盘衣属 (*Diorygma*)、刻痕衣属 (*Glyphis*)、文字衣属 (*Graphis*)、半实衣属 (*Hemithecium*)、灰线衣属 (*Pallidogramme*) 和黑文衣属 (*Phaeographis*)。

研究标本主要保藏于中国科学院微生物研究所菌物标本馆地衣标本室 (HMAS-L)、中国科学院昆明植物研究所隐花植物标本馆地衣分馆 (KUN-L)、聊城大学生命科学学院地衣标本室 (LCU-L)、山东师范大学植物标本馆地衣部 (SDNU)、南京师范大学生命科学学院植物标本室地衣部 (HNNU-L) 和西北农林科技大学植物标本馆 (WUK) 等。

研究标本引证时，在采集人及采集号后括号内引馆藏标本号，如“贾泽峰 HN080679 (HMAS-L 117021)”；凡第二次及以后引证 HMAS-L 标本时，省去标本馆藏外文缩写“HMAS-L”，只引其馆藏标本号，如“贾泽峰 HN080687 (117022)”。在引证其他标本馆的馆藏标本时不得省去标本馆外文缩写，如果连续引证同一标本馆的多份标本时，仅在最后一份引证标本后加注其标本馆外文缩写，如“贾泽峰 GS804、GS805、G806、GS813、GS814 (LCU-L)”，即所引 5 号标本均保藏于 LCU-L。

本卷引证的有关标本馆及其代号如下：

HMAS-L (Herbarium Mycologicum Academiae Sinicae - Lichenes) 中国科学院微生物研究所菌物标本馆地衣标本室；

KUN-L (Herbarium of Cryptopams, Kunming Institute of Botany, Academia Sinica - Lichenes) 中国科学院昆明植物研究所隐花植物标本馆地衣分馆；

LCU-L (Lichen Herbarium of the College of Life Sciences, Liaocheng University) 聊城大学生命科学学院地衣标本室；

SDNU (Plant Herbarium of the College of Life Sciences, Shandong Normal University) 山东师范大学植物标本馆；

HNNU-L (Lichen Section of Plant Herbarium of the College of Life Sciences, Nanjing Normal University - Lichen Section) 南京师范大学生命科学学院植物标本室地衣部；

WUK (North West Agriculture and Forestry University) 西北农林科技大学植物标本馆。

目 录

序

中国孢子植物志总序

《中国地衣志》序

前言

说明

总论	1
一、文字衣科概念及其研究简史	1
1. 文字衣科概念及其系统地位	1
2. 文字衣科研究简史	1
3. 中国文字衣科研究简史	10
二、材料和方法	11
1. 材料	11
2. 方法	11
三、结果和讨论	13
1. 文字衣科地衣的形态学与解剖学特征	13
2. 中国文字衣科地衣的生物地理学分析	17
3. 文字衣科地衣的次生代谢产物	21
4. 经济利用	22
专论	23
文字衣科 GRAPHIDACEAE	23
1. 霜盘衣属 <i>Diorygma</i> Eschw.	26
1.1. 象形霜盘衣 <i>Diorygma hieroglyphicum</i> (Pers.) Staiger & Kalb	28
1.2. 厚粉霜盘衣 <i>Diorygma hololeucum</i> (Mont. & Bosch) Kalb, Staiger & Elix	29
1.3. 容氏霜盘衣 <i>Diorygma junghuhnii</i> (Mont. & Bosch) Kalb, Staiger & Elix	30
1.4. 马氏霜盘衣 <i>Diorygma macgregorii</i> (Vain.) Kalb, Staiger & Elix	32
1.5. 大孢霜盘衣 <i>Diorygma megasporum</i> Kalb, Staiger & Elix	34
1.6. 厚唇霜盘衣 <i>Diorygma pachygraphum</i> (Nyl.) Kalb, Staiger & Elix	35
1.7. 粉霜盘衣 <i>Diorygma pruinosum</i> (Eschw.) Kalb, Staiger & Elix	36
1.8. 白粉霜盘衣 <i>Diorygma soozanum</i> (Zahlbr.) M. Nakan. & Kashiw.	37
2. 刻痕衣属 <i>Glyphis</i> Ach.	39
2.1. 刻痕衣 <i>Glyphis cicatricosa</i> Ach.	39
3. 文字衣属 <i>Graphis</i> Adans.	41
3.1. 灰枝文字衣 <i>Graphis albissima</i> Müll. Arg.	52
3.2. 高山文字衣 <i>Graphis alpestris</i> (Zahlbr.) Staiger	53

3.3. 顶生文字衣 <i>Graphis aperiens</i> Müll. Arg.	54
3.4. 黑脉文字衣 <i>Graphis assimilis</i> Nyl.	55
3.5. 双果文字衣 <i>Graphis bifera</i> Zahlbr.	57
3.6. 淡兰文字衣 <i>Graphis caesiella</i> Vain.	58
3.7. 鹿色文字衣 <i>Graphis cervina</i> Müll. Arg.	60
3.8. 环带文字衣 <i>Graphis cincta</i> (Pers.) Aptroot	61
3.9. 闭毛文字衣 <i>Graphis cleistoblephara</i> Nyl.	63
3.10. 钝盘文字衣 <i>Graphis cognata</i> Müll. Arg.	64
3.11. 密集文字衣 <i>Graphis conferta</i> Zenker	65
3.12. 树突文字衣 <i>Graphis dendrogramma</i> Nyl.	66
3.13. 裂出文字衣 <i>Graphis descissa</i> Müll. Arg.	67
3.14. 蜕皮文字衣 <i>Graphis deserpens</i> Vain.	68
3.15. 无鳞文字衣 <i>Graphis desquamescens</i> (Fée) Zahlbr.	69
3.16. 曲盘文字衣 <i>Graphis dupaxana</i> Vain.	71
3.17. 双文字衣 <i>Graphis duplicata</i> Ach.	72
3.18. 齐文字衣 <i>Graphis elegantula</i> Zahlbr.	74
3.19. 内黄文字衣 <i>Graphis endoxantha</i> Nyl.	75
3.20. 树表文字衣 <i>Graphis epiphloea</i> Zahlbr.	76
3.21. 丝线文字衣 <i>Graphis filiformis</i> Adaw. & Makhija	77
3.22. 裂隙文字衣 <i>Graphis fissurata</i> M. Nakan. & H. Harada	78
3.23. 福建文字衣 <i>Graphis fujianensis</i> Z.F. Jia & J.C. Wei	79
3.24. 叉形文字衣 <i>Graphis furcata</i> Fée	80
3.25. 乳皮文字衣 <i>Graphis galactoderma</i> (Zahlbr.) Lücking	81
3.26. 灰白文字衣 <i>Graphis glaucescens</i> Fée.	82
3.27. 黑白文字衣 <i>Graphis glauconigra</i> Vain.	83
3.28. 层藻文字衣 <i>Graphis gonimica</i> Zahlbr.	84
3.29. 广东文字衣 <i>Graphis guangdongensis</i> Z.F. Jia & J.C. Wei	85
3.30. 汉氏文字衣 <i>Graphis handelii</i> Zahlbr.	86
3.31. 裂文字衣 <i>Graphis hiascens</i> (Fée) Nyl.	88
3.32. 泰北文字衣 <i>Graphis hossei</i> Vain.	89
3.33. 浸鞍文字衣 <i>Graphis immersella</i> Müll. Arg.	91
3.34. 半陷文字衣 <i>Graphis immersicans</i> A. W. Archer	93
3.35. 缠结文字衣 <i>Graphis intricata</i> Fée	94
3.36. 日本文字衣 <i>Graphis japonica</i> (Müll. Arg.) A. W. Archer & Lücking	96
3.37. 基隆文字衣 <i>Graphis kelungana</i> Zahlbr.	97
3.38. 岩生文字衣 <i>Graphis lapidicola</i> Fée	99
3.39. 细果文字衣 <i>Graphis leptocarpa</i> Fée	100
3.40. 梭盘文字衣 <i>Graphis librata</i> C. Knight	101
3.41. 线文字衣 <i>Graphis lineola</i> Ach.	103

3.42. 长枝文字衣 <i>Graphis longiramea</i> Müll. Arg.	104
3.43. 矮小文字衣 <i>Graphis nanodes</i> Vain.	106
3.44. 寡孢文字衣 <i>Graphis oligospora</i> Zahlbr.	107
3.45. 骨针文字衣 <i>Graphis oxyclada</i> Müll. Arg.	108
3.46. 近杜氏文字衣 <i>Graphis paradussii</i> Z.F. Jia	109
3.47. 平行文字衣 <i>Graphis parallela</i> Müll. Arg.	110
3.48. 松皮文字衣 <i>Graphis pinicola</i> Zahlbr.	111
3.49. 短盘文字衣 <i>Graphis plagiocarpa</i> Fée	113
3.50. 多层文字衣 <i>Graphis proserpens</i> Vain.	114
3.51. 李生文字衣 <i>Graphis prunicola</i> Vain.	115
3.52. 伦施文字衣 <i>Graphis renschiana</i> (Müll. Arg.) Stizenb.	116
3.53. 根生文字衣 <i>Graphis rhizocola</i> (Fée) Lücking & Chaves	118
3.54. 小隙文字衣 <i>Graphis rimulosa</i> (Mont.) Trevis.	119
3.55. 粗面文字衣 <i>Graphis rustica</i> Kremp.	120
3.56. 文字衣 <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.	121
3.57. 条果文字衣 <i>Graphis streblocarpa</i> (Bél.) Nyl.	125
3.58. 皱沟文字衣 <i>Graphis striatula</i> (Ach.) Spreng.	127
3.59. 亚黑脉文字衣 <i>Graphis subassimilis</i> Müll. Arg.	128
3.60. 亚纹皮文字衣 <i>Graphis subdisserpens</i> Nyl.	129
3.61. 亚蛇形文字衣 <i>Graphis subserpentina</i> Nyl.	130
3.62. 美林文字衣 <i>Graphis sundarbanensis</i> Jagadeesh & G.P. Sinha	131
3.63. 细柔文字衣 <i>Graphis tenella</i> Ach.	133
3.64. 细裂文字衣 <i>Graphis tenuirima</i> (Shirley) A.W. Archer	134
3.65. 粗皮文字衣 <i>Graphis tsunodae</i> Zahlbr.	135
3.66. 蕊木文字衣 <i>Graphis urandrae</i> Vain.	136
3.67. 疣体文字衣 <i>Graphis verrucata</i> Z.F. Jia & Kalb	137
3.68. 条纹文字衣 <i>Graphis vittata</i> Müll. Arg.	138
3.69. 王氏文字衣 <i>Graphis wangii</i> Z.F. Jia	140
3.70. 魏氏文字衣 <i>Graphis weii</i> Z.F. Jia & Kalb	141
4. 半实衣属 <i>Hemithecium</i> Trevis.	142
4.1. 巴氏半实衣 <i>Hemithecium balbisii</i> (Fée) Trevis.	143
4.2. 坎拉翁半实衣 <i>Hemithecium canlaonensis</i> (Vain.) A.W. Archer	144
4.3. 双砖孢半实衣 <i>Hemithecium duomurisporum</i> Z.F. Jia	145
4.4. 交织半实衣 <i>Hemithecium implicatum</i> (Fée) Staiger	146
4.5. 欧氏半实衣 <i>Hemithecium oshioi</i> (M. Nakan.) M. Nakan. & Kashiw.	147
5. 灰线衣属 <i>Pallidogramme</i> Staiger, Kalb & Lücking	149
5.1. 台地灰线衣 <i>Pallidogramme chapadana</i> (Redinger) Staiger, Kalb & Lücking	149
5.2. 绿果灰线衣 <i>Pallidogramme chlorocarpoides</i> (Nyl.) Staiger, Kalb & Lücking	151
5.3. 乳黄灰线衣 <i>Pallidogramme chrysenteron</i> (Mont.) Staiger, Kalb & Lücking	152

6. 黑文衣属 <i>Phaeographis</i> Müll. Arg.	154
6.1. 兰盘黑文衣 <i>Phaeographis balansana</i> Müll. Arg.	156
6.2. 多枝黑文衣 <i>Phaeographis circumscripta</i> (Krmph.) Zahlbr.	157
6.3. 枝状黑文衣 <i>Phaeographis dendritica</i> (Ach.) Müll. Arg.	158
6.4. 树形黑文衣 <i>Phaeographis dendroides</i> (Leight.) Müll. Arg.	160
6.5. 福建黑文衣 <i>Phaeographis fujianensis</i> X.H. Wang, G. B. Shi & Z. F. Jia	161
6.6. 类杂色黑文衣 <i>Phaeographis heterochroides</i> Zahlbr.	162
6.7. 错综黑文衣 <i>Phaeographis intricans</i> (Nyl.) Staiger	163
6.8. 焚黑文衣 <i>Phaeographis inusta</i> (Ach.) Müll. Arg.	164
6.9. 拟焚黑文衣 <i>Phaeographis inustoides</i> Fink	165
6.10. 平端黑文衣 <i>Phaeographis leiogrammodes</i> (Krmph.) Müll. Arg.	166
6.11. 丽江黑文衣 <i>Phaeographis lidjiangensis</i> Zahlbr.	167
6.12. 星盘黑文衣 <i>Phaeographis neotricosa</i> Redgr.	168
6.13. 扁果黑文衣 <i>Phaeographis platycarpa</i> Müll. Arg.	170
6.14. 霜果黑文衣 <i>Phaeographis pruinifera</i> Zahlbr.	170
6.15. 细枝黑文衣 <i>Phaeographis subdividens</i> (Leight.) Müll. Arg.	172
6.16. 曲枝黑文衣 <i>Phaeographis tortuosa</i> (Ach.) Müll. Arg.	173
本卷未包括的分类单位	174
分布图	177
文字衣属盘型检索表	186
期刊和著作缩写	189
参考文献	191
汉名索引	203
学名索引	205
图版	

总 论

一、文字衣科概念及其研究简史

1. 文字衣科概念及其系统地位

文字衣科地衣是由其各属种的地衣型真菌与植物界中绿藻门 (Chlorophyta) 绿球藻科 (Chlorococcaceae) 共球藻属 (*Trebouxia* spp.) 及橘色藻科 (Trentepohliaceae) 橘色藻属 (*Trentepohlia* spp.) 的种类组成的共生生态系统。该生态系统中的地衣型真菌系真菌界子囊菌门 (Ascomycota) 茶渍纲 (Lecanoromycetes) 厚顶盘亚纲 (Ostropomycetidae) 厚顶盘目 (Ostropales) 文字衣科 (Graphidaceae) 的成员。

Rivas Plata 等 (2008) 以及 Mangold 等 (2008a) 根据表型和基因型特征, 建议将疣孔衣科 (Thelotremaaceae) 中的成员划归文字衣科。随着对文字衣科及其相近类群的研究, 原 Asterothyriaceae、Gomphillaceae 和 Solorinellaceae 三科现在也被划归文字衣科 (Baloch *et al.* 2010; Rivas Plata and Lumbsch 2011; Rivas Plata *et al.* 2012a, b)。现在被接受的文字衣科包括 4 个亚科 80 余属, 共计 2000 余种; 文字衣科的 4 亚科是 Fissurinoideae、Gomphilloideae、Graphidoideae 和 Redonographoideae (Rivas Plata *et al.* 2012a; Rivas Plata and Lücking 2013; Rivas Plata *et al.* 2013; Lücking *et al.* 2013; Lumbsch *et al.* 2014)。

2. 文字衣科研究简史

文字衣科是热带和亚热带壳状地衣中最大的科, 其研究简史可追溯至 18 世纪 60 年代。为了便于说明, 可将文字衣科的研究简史分为 3 个阶段, 即外部形态特征研究阶段、内部解剖特征研究阶段和表型与基因型相结合研究阶段。分述如下:

(1) 外部形态特征研究阶段: 从 1763 年文字衣属建立开始, 到 1880 年 Müller Arg. 文字衣科分属系统概念开始形成, 近 120 年的时间。

Adanson 于 1763 年以具线形子囊盘为特征的 *Lichen scriptus* L. (1753) 为模式种建立了文字衣属 *Graphis* Adan. (1763)。其描述为 “Spreading like a sheet interspersed with simple or branched furrows, sometimes with the edges raised in ribs”。30 年后, Humboldt 又以具线形子囊盘的壳状地衣 *Opegrapha vulgaris* Humb. (1793) 为模式种建立了孔文字衣属 *Opegrapha* Humb. (1793), 用 “lirella” (复数 lirellae) 一词, 即 “线盘” 描述线状子囊盘特征。该属的建立曾被 Persoon (1794) 和 Fries (1823, 1825) 所接受 (Nakanishi 1966; Staiger 2002)。

Acharius (1810) 在其 “*Lichenographia Universalis*” 中把具线状子囊盘的地衣划分为 3 个属, 即 *Arthonia* Ach., *Opegrapha* Humb. 和 *Graphis* Adans.。*Arthonia* 特征: 近圆形子囊盘, 无固有边缘 (proper margin), 有黑色膜质覆盖; *Opegrapha* (s. strict) 特征:

子囊盘贴生线形，具固有边缘，但无体质边缘 (thalline margin); *Graphis* 特征：子囊盘线形，陷于体质边缘中。后来，Acharius (1814) 又增加了部分 *Graphis* 的种类并进行了部分修订；此外，又以子座为特征建立了刻痕衣属 *Glyphis* Ach.。

Dumortier (1822) 以 *Graphis* Adan. 为模式属建立了文字衣科 Graphidaceae Dumort., 其中包括 *Arthonia*、*Graphis* 和 *Opegrapha* 3 属。

Fée (1824) 在其 “*Essai sur les Cryptogames*” 中为 Graphidaceae 增加了 4 个新属：*Heterographa* Fée、*Enterographa* Fée、*Sarcographa* Fée 及 *Fissurina* Fée。从而使文字衣科包括 7 个属。

Eschweiler (1824) 对文字衣科地衣进行研究时，其系统中包括 9 个属，除 *Graphis* 和 *Opegrapha* 外，还有 7 个新属：*Lecanactis* Eschw.、*Oxystoma* Eschw.、*Scaphis* Eschw.、*Scerophyton* Eschw.、*Pyrochroa* Eschw.、*Diorygma* Eschw. 及 *Leiorrcuma* Eschw.。随后，Fries (1825) 对 Eschweiler 系统进行了补充研究，并建立了未被后人承认的新属 *Ustalia* Fr.; Müller Arg. (1882a) 将该属作为了 *Phaeographis* Müller Arg. 的异名。

Meyer (1825) 在其 “*Lichenum Dispositio*” 中新建了 2 个属，即 *Platygramma* Mey. 和 *Leucogramma* Mey.。后来，*Platygramma* 被作为 *Phaeographis* 下的一个类群 (group); *Leucogramma* 被作为 *Graphina* Müll. Arg. 的异名处理 (Müller Arg. 1880a)。

Leighton (1854) 在其英国文字衣亚目专著 (*Monograph of the British Graphideae*) 中的文字衣科包括了 7 个属，其中认可了前人的 4 个属：*Opegrapha*、*Graphis*、*Lecanactis* 及 *Platygramma*; 新建了 3 个属 *Hymenodecton* Leight.、*Chiographa* Leight. 及 *Aulacographa* Leight.。

Massalongo (1854a, b, 1855, 1860a) 在文字衣科中建立了大约 20 个新属，并在其 “*Catagraphia nonnullarum Graphidearum brasiliensium*” (Massalongo 1860b) 中提供了分属分种检索表并对各模式标本进行了描述。但是，其建立的属名大多未得到地衣学者的承认 (Staiger 2002)。

Nylander (1855) 在其 “*Essai d'une Nouvelle Classification des Lichens*” 中的 Graphidaceae 包含 16 个属，其中包括 6 个新属：*Schizographa* Nyl.、*Lithographa* Nyl.、*Thelographis* Nyl.、*Leucographa* Nyl.、*Platygrapha* Nyl. 及 *Melaspilca* Nyl.。

这一阶段的文字衣科分类学特点均以外部形态特征为研究依据，并常常带有主观性。

(2) 内部解剖特征研究阶段：从 1880 年 Müller Arg. 提出文字衣科分属系统至 2002 年 Staiger 分类观点之前为止，主要是以子囊孢子及其子囊盘为特征进行分类学研究。

Müller Arg. (1880a, b, 1882a) 以大量标本为基础对文字衣科进行研究，以孢子形态和颜色与有无子座相结合作为分类依据建立了文字衣科的分类系统：以孢子无色透明的双凸镜平行多胞孢子特征界定了文字衣属 *Graphis*；以无色透明砖壁型多胞孢子者为拟文衣属 *Graphina* (Flora, 63: 22, 1880a)；以褐色双凸镜平行多胞孢子者为黑文衣属 *Phaeographis* Müll. Arg. (Flora, 65: 336, 1882a)；以褐色砖壁型多胞孢子者为黑拟文衣属 *Phaeographina* Müll. Arg. (Flora, 65: 398, 1882a)；每一属下又分有亚属和组。此后，Müller Arg. (1887a, b, 1887c, 1894) 基于子座特征建立了 *Gymnographa* Müll. Arg. (1887)、*Sarcographina* Müll. Arg. (1887) 及 *Medusulina* Müll. Arg. (1894) 等属，同时又承认具子座结构的 *Glyphis* 和 *Sarcographa* 二属，从而建立了较为系统的文字衣科分类系统。

Müller Arg.以孢子和子座为特征承认和建立的这9个属,其中 *Gymnographa* 直到21世纪初才得到地衣学家所承认 (Staiger 2002),因此 Müller Arg.的8属系统在文字衣科的分类学中延续了一个多世纪 (表1)。

表1 文字衣科 Müller Arg. 系统的分属

Table 1 The Müller Arg.'s system of genera in Graphidaceae

子座 Stromata	子囊孢子类型 Type of ascospores			
	无色横隔型	褐色横隔型	无色砖壁型	褐色砖壁型
无子座	<i>Graphis</i>	<i>Phaeographis</i>	<i>Graphina</i>	<i>Phaeographina</i>
有子座	<i>Glyphis</i>	<i>Sarcographa</i>	<i>Medusulina</i>	<i>Sarcographina</i>

Vainio (1890) 则为文字衣科建立了不同于 Müller Arg.分类系统的7属分类系统,即 *Acanthothecium*、*Graphis*、*Helminthocarpon*、*Opegrapha*、*Chiodecton*、*Arthonia* 及 *Melaspilea*。而将 Müller Arg.系统中的 *Phaeographina*、*Graphina*、*Phaeographis* 及 *Scolaecospora* 作为亚属归入 *Graphis* 属下 (表2)。该系统仅见于少量文献 (Vainio 1907, 1915, 1921), 并未被学术界所接受。

表2 文字衣科 Vainio (1890) 系统分属和亚属

Table 2 The Vainio's system of genera and subgenera in Graphidaceae, 1890

属、亚属及分组 Genera, subgenera and sections	属、亚属及分组 Genus, subgenera and sections
<i>Acanthothecium</i> Vain. 1890	<i>Helminthocarpon</i> Fée 1837
Sect.1. <i>Acanthographina</i> Vain.	<i>Opegrapha</i> Humb. 1793
Sect.2. <i>Aoanthographis</i> Vain.	Subg.I. <i>Euopegrapha</i> Müll. Arg.
<i>Graphis</i> Adans. 1763	Subg.II. <i>Sclerographa</i> Vain.
Subg. I. <i>Phaeographina</i> (Müll. Arg.)Vain.	<i>Chiodecton</i> Ach. 1814
Sect.1. <i>Diploloma</i> Müll. Arg.	Subg.I. <i>Enterographa</i> (Fée) Müll. Arg.
Sect.2. <i>Leucogramma</i> (A. Massal.) Vain.	Subg.II. <i>Stigmatidiopsis</i> Vain.
Sect.3. <i>Eleutheroloma</i> Müll. Arg.	Subg.III. <i>Byssocarpon</i> Vain.
Subg.II. <i>Graphina</i> (Müll. Arg.) Vain.	Sect.1. <i>Pycnothallus</i> Vain.
Sect.1. <i>Hololoma</i> Vain.	Sect.2. <i>Byssophoropsis</i> Vain.
Sect.2. <i>Hemiloma</i> Vain.	Subg.IV. <i>Byssophorum</i> Vain.
Sect.3. <i>Chlorographina</i> Müll. Arg.	Subg.V. <i>Mazosia</i> . (A. Massal.) Vain.
Sect. 4. <i>Thalloloma</i> (Trev.) Müll. Arg.	<i>Arthonia</i> Ach. 1810
Subg.III. <i>Phaeographis</i> (Müll. Arg.) Vain.	Subg.I. <i>Arthothelium</i> (A. Massal.) Vain.
Sect.1. <i>Platygramma</i> (Meyer) Vain.	Subg.II. <i>Euarthonia</i> (Th. Fr.) Vain.
Sect.2. <i>Pyrrographa</i> (A. Massal.) Müll. Arg.	Stirps 1. <i>Naeviella</i> Vain.
Subg.IV. <i>Scolaecospora</i> Vain.	Stirps 2. <i>Pachnolepia</i> (A. Massal.) Almqu.
Sect.1. <i>Solenographa</i> (A. Massal.) Vain.	Stirps 3. <i>Ochrocarpon</i> Vain.
Sect.2. <i>Eugraphis</i> Eschw.	Stirps 4. <i>Coniocarpon</i> (D. C.) Vain.
Sect.3. <i>Chlorographopsis</i> Vain.	Subg.III. <i>Allarthonia</i> Nyl.
Sect.4. <i>Fissurina</i> (Fée) Vain.	<i>Melaspilea</i> Nyl. 1857
Sect.5. <i>Glyphis</i> (Ach.) Vain.	

Zahlbruckner (1907) 将地衣分为两个亚纲，即核果亚纲 (Pyrenocarpeae) 和盘果亚纲 (Gymnocarpeae)，而后者又被分为 3 个亚族 (subseries)，其中包括文字衣科 (Graphidaceae) 20 个属 (表 3)。Zahlbruckner 在《世界地衣名录》 (*Catalogus Lichenum Universalis*) (1921~1940) 中的系统，实际上是修订后的 Müller Arg. 系统，含 900 多种，分隶于 20 属，曾被广泛接受。但是在该名录中，具子座特征的刻痕衣属 (*Glyphis*)、星文衣属 (*Sarcographa*)、拟星文衣属 (*Sarcographina*) 及 *Enterodictyon* 这 4 个属却被划归盘菌衣科 (Chiodectonaceae)。

Watson (1929) 根据子囊孢子类型以文字衣科中的孔文衣属 (*Opegrapha*) (圆筒形孢子) 为基础建立了孔文衣科 (Opegraphaceae)，该科还包括文字衣科的 *Gymnographa*、*Diplogramma* 及 *Dictyographa*；以文字衣科中的黑斑衣属 (*Melaspilea*) (双胞胎子) 为基础建立了黑斑衣科 (Melaspileaceae)，该科还包括文字衣科的 *Lithographa*、*Xylographa*、*Ptychographa* 和 *Encephalographa*；以文字衣科中的木文衣属 (*Xylographa*) (单胞孢子) 为基础建立了木文衣科 (Xylographaceae)，该科还包括了文字衣科的 *Lithographa*、*Xylographa*、*Ptychographa* 和 *Encephalographa*。因此，Watson (1929) 的文字衣科包括的属有 13 个 (表 3)。

表 3 文字衣科 Zahlbruckner (1907) 及 Watson (1929) 的分属情况表

Table 3 The genera of Graphidaceae in Zahlbruckner 1907 and Watson 1929

Zahlbruckner (1907)	Watson (1929)
<i>Lithographa</i> Nyl.	
<i>Xylographa</i> (Fr.)Fr.	
<i>Aulaxina</i> Fée	
<i>Encephalographa</i> A. Massal.	
<i>Xyloschistes</i> Vain. ex Zahlbr.	<i>Xyloschistes</i> Vain.
<i>Ptychographa</i> Nyl.	
<i>Diplogramma</i> Müll. Arg.	
<i>Melaspilea</i> Nyl.	
<i>Gymnographa</i> Müll. Arg.	
<i>Spirographa</i> Zahlbr.	
<i>Opegrapha</i> Humb.	
<i>Dictyographa</i> Müll. Arg.	
<i>Graphis</i> Adans.	<i>Graphis</i> Adans.
<i>Phaeographis</i> Müll. Arg.	<i>Phaeographis</i> Müll. Arg.
<i>Graphina</i> Müll. Arg.	<i>Graphina</i> Müll. Arg.
<i>Phaeographina</i> Müll. Arg.	<i>Phaeographina</i> Müll. Arg.
<i>Acanthothecium</i> Vain.	<i>Acanthographis</i> Vain. Walt. Watson
	<i>Acanthographina</i> Vain. Walt. Watson
<i>Helminthocarpon</i> Fée	<i>Helminthocarpon</i> Fée
<i>Opegraphella</i> Müll. Arg.	
<i>Micrographa</i> Müll. Arg.	
	<i>Glyphis</i> Ach.
	<i>Sarcographa</i> Fée
	<i>Sarcographina</i> Müll. Arg.
	<i>Medusulina</i> Müll. Arg.
	<i>Enterodictyon</i> Müll. Arg.

Nannfeldt (1932) 对 *Graphis* 和 *Opegrapha* 进行了较为详细的研究, 确定它们分别隶属于层囊菌目 (Ascohymeniales) 的文字衣科和腔囊菌目 (Ascoloculares) 的孔文衣科。虽然以子囊狭窄、圆筒状, 子囊孢子线状、有隔膜为特征建立了厚顶盘目 (Ostropales Nannf. 1932), 但符合该目特征的地衣型真菌文字衣科却未被包括在内。该系统得到 Redinger (1933, 1934, 1935) 和 Santesson (1952) 等的支持, 而座盘衣科 (Chiodectonaceae Zahlbr.) 中的 *Glyphis*、*Sarcographa* 及 *Sarcographina* 却被置于文字衣科中进行描述。

Wirth 和 Hale (1978) 在分析以解剖特征为基础的 Müller Arg. 分类系统中有关属的模糊概念后建议, 要么将文字衣科的 1000 余种地衣全部归入 *Graphis* 属中, 再分属下单位; 要么建立更多的属。实际上, 他们关于建立更多属的分类学观点在表型与基因型相结合的现代文字衣科分类系统中已经实现。

此后, 依据 Müller Arg. 系统, 很多地衣学者对文字衣科进行了研究, 如 Wirth 和 Hale (1963, 1978)、Nakanishi (1996, 1974, 1977, 1980, 1981)、Nakanishi 等 (1999, 2002)、Awasthi (1975)、Patwardhan 和 Kulkarni (1976, 1977, 1979a~c)、Patwardhan 和 Nagarkar (1979)、Archer (1999, 2000, 2001a~f) 等。期间, 有些新属建立, 如 *Gymnographopsis* C. W. Dodge (Dodge 1967) 和 *Cyclographina* D. D. Awasthi (Awasthi and Joshi 1979) 等。

这一阶段的文字衣科地衣分类学的特点主要在于以其内部解剖学中的孢子特征为依据进行修订后的 Müller Arg. 系统为主流。

(3) 表型与基因型相结合研究阶段: 20 世纪末地衣学家将分子系统生物学手段应用到地衣分类学中, 从而开启了表型与基因型相结合的研究阶段。

Winka 等 (1998) 通过对 18S rDNA 序列的分析, 提出厚顶盘目的分类系统分广义和狭义两种。前者包括地衣型文字衣科和疣孔衣科在内, 后者包括点盘菌科 (Stictidaceae, 仅个别地衣型属) 和齿孔菌科 (Odontotremataceae)。这是有关文字衣科分类学中表型和基因型相结合阶段的首次尝试。

Staiger 和 Kalb (1999) 及 Kalb 和 Staiger (2000) 开始从分子生物学角度研究文字衣科, 对该科部分属 (如 *Acanthothecis* 和 *Dyplolabia*) 进行了修订。Staiger (2002) 对文字衣科进行了表型特征 (子囊盘特征、子囊结构、侧丝特点等) 和基因型相结合的研究。她基于孢子以外的特征结合现有分子数据提出的文字衣科分属系统是该科分类学研究进入表型与基因型相结合阶段的雏形。在 Staiger (2002) 的文字衣科分类系统中, 对原 70 个属名作了异名处理, 保留原有 8 个属, 重新界定 12 属, 新建 2 个属, 因此 Staiger (2002) 所确定的文字衣科包括 22 个属 (表 4)。

表 4 Staiger (2002) 文字衣科分属情况

Table 4 The genera of Graphidaceae of Staiger (2002)

属名 Generic name	属名 Generic name
<i>Acanthothecis</i> Clem. 1909	<i>Gymnographopsis</i> C.W. Dodge 1967
<i>Anomalographis</i> Kalb 1992	<i>Hemithecium</i> Trevis. 1853 *
<i>Anomomorpha</i> Nyl. 1891 *	<i>Leiorreuma</i> Eschw. 1824 *
<i>Carbacanthographis</i> Staiger & Kalb 2002 ^	<i>Phaeographina</i> Müll. Arg. 1882
<i>Diorygma</i> Eschw. 1824 *	<i>Phaeographis</i> Müll. Arg. 1882

属名 Generic name	属名 Generic name
<i>Dyplolabia</i> A. Massal. 1854 *	<i>Platygramme</i> Fée 1874 *
<i>Fissurina</i> Fée 1824 *	<i>Platythecium</i> Staiger 2002 ▲
<i>Glaucinaria</i> A. Massal. 1860 *	<i>Sarcographia</i> Fée 1824
<i>Glyphis</i> Ach. 1814	<i>Solenographa</i> A. Massal. 1860 *
<i>Graphis</i> Adans. 1763	<i>Thalloloma</i> Trevis. 1853 *
<i>Gymnographa</i> Müll. Arg. 1887 *	<i>Thecaria</i> Fée 1824 *

*表示 Staiger (2002) 重新启用属名, ▲表示新建属。

此后, Kalb 等 (2004)、Archer (2004a)、Lücking 等 (2007)、Lücking 等 (2008a) 等对文字衣科进行了修订, 至此有 24 个属的线盘型 (*lirellate-morph*) 文字衣科分类系统已被普遍认可 (Nakanishi *et al.* 2003; Archer 2003a, b, 2005, 2006; Makhija and Adawadkar 2005a, b; Makhija *et al.* 2005a, b; Adawadkar and Makhija 2005, 2006, 2007; Lendener 2007; Lücking *et al.* 2008a; Lücking and Rivas Plata 2008)。文字衣科包括的 24 个属以及这些属的异名统计如下表 (表 5)。

表 5 文字衣科 24 属系统分属表
Table 5 Presence for 24 genera in the recognized Graphidaceae

属名 Generic name	异名 Homonyms
<i>Acanthothecis</i> Clem. 1909	<i>Acanthographina</i> Vain. Walt. Watson <i>Acanthographis</i> Vain. Walt. Watson <i>Acanthothecium</i> Vain. <i>Acanthotheciopsis</i> Zahlbr. <i>Acanthothecomycetes</i> Cif. & Tomas. <i>Psorographis</i> Clem.
<i>Anomalographis</i> Kalb 1992	
<i>Anomomorpha</i> Nyl. 1891	<i>Digraphis</i> Clem.
<i>Carbacanthographis</i> Staiger & Kalb 2002	
<i>Diorygma</i> Eschw. 1824	<i>Solenographa</i> A. Massal. <i>Glaucinaria</i> A. Massal. <i>Cyclographina</i> D.D. Awasthi
<i>Dyplolabia</i> A. Massal. 1854	
<i>Fissurina</i> Fée 1824	<i>Diplographis</i> A. Massal. <i>Medusulina</i> Müll. Arg.
<i>Glyphis</i> Ach. 1814	<i>Gyrostomum</i> Fr. <i>Gymnotrema</i> Nyl. <i>Glyphomyces</i> Cif. & Tomas. <i>Gyrostomomyces</i> Cif. & Tomas.
<i>Graphis</i> Adans. 1763	<i>Opegrapha</i> Humb.

属名 Generic name	异名 Homonyms
	<i>Scaphis</i> Eschw.
	<i>Allographa</i> Chevall.
	<i>Ctesium</i> Pers.
	<i>Aulacographa</i> Leight.
	<i>Schistostoma</i> Stirt.
	<i>Graphina</i> Müll. Arg.
	<i>Graphidomyces</i> Cif. & Tomas.
<i>Gymnographopsis</i> C.W. Dodge 1967	
<i>Hemithecium</i> Trevis. 1853	<i>Leucogramma</i> A. Massal.
<i>Kalbographa</i> Lücking 2007	
<i>Leiorreuma</i> Eschw 1824	<i>Chiographa</i> Leight.
	<i>Leiogramma</i> Eschw.
<i>Pallidogramme</i> Staiger, Kalb & Lücking 2008	
<i>Phaeographis</i> Müll. Arg. 1882	<i>Lecanactis</i> Eschw.
	<i>Platygramma</i> G. Mey.
	<i>Ectographis</i> Trevis.
	<i>Hymenodecton</i> Leight.
	<i>Pyrographa</i> Fée ex A. Missal.
	<i>Flegographa</i> A. Missal.
	<i>Creographa</i> A. Massal.
	<i>Gymnographa</i> Müll. Arg.
	<i>Phlegographa</i> A. Massal.
	<i>Gymnographomyces</i> Cif. & Tomas.
<i>Phaeographopsis</i> Sipman 1997	
<i>Platygramme</i> Fée 1874	
<i>Platythecium</i> Staiger 2002	
<i>Sarcographa</i> Fée 1824	<i>Actinoglyphis</i> Mont.
<i>Sarcographina</i> Müll. Arg. 1887	
<i>Schistophoron</i> Stirt. 1876	<i>Cyclographina</i> Awasthi
<i>Thalloloma</i> Trevis. 1853	<i>Graphina</i> Müll. Arg.
	<i>Graphinomyces</i> Cif. & Tomas.
	<i>Stenographa</i> Mudd.
<i>Thecaria</i> Fée 1824	<i>Pliariona</i> A. Massal.
	<i>Thecographa</i> A. Massal.
	<i>Phaeographina</i> Müll. Arg.
<i>Thecographa</i> A. massal. 1860	

Staiger 和 Kalb (2006) 对文字衣科和疣孔衣科部分代表属进行了分子系统学研究, 根据 mtSSU 序列和 nuLSU rDNA 序列数据分析, 说明 *Dioryma*、*Dyplolabia*、*Fissurina*、

Glyphis、*Phaeographis* 及 *Platygramme* 为单系类群 (monophyletic group); *Graphis*、*Hemithecium*、*Sarcographa* 及 *Fissurina* 几个属由于分子数据缺乏, 还有待进一步研究; 文字衣科作为并系类群 (paraphyletic group) 包括原 *Thelotrema* 科中的一些成属, 如 *Myriotrema* 和 *Ocellularia*。Staiger 和 Kalb (2006) 提出子囊孢子分隔类型是“异型同源的” (homoplasious) 观点, 如 *Fissurina marginata* (砖壁型孢子) 与 *F. triticea* (3 隔膜孢子), *Graphis chrysocarpa* (砖壁型孢子) 和 *G. cinerea* (横隔膜孢子), *Diorygma pruinatum* (砖壁型孢子) 和 *D. circumfusum* (横隔透镜型孢子), 虽子囊孢子分隔类型不同, 但是它们分别相聚在同一个进化枝上; 提出形态多样的子座 (stromata) 是异源的, 如具子座的 *Glyphis cicatricosa*、*Sarcographa fenicis* 和 *Phaeographis intricans* 并不能组成同源组: *G. cicatricosa* 有完全炭化的子座并与无子座的 *G. substriatula* 和 *G. scyphulifera* 组成一单系类群; 具子座囊层基炭化, 但子座上部白色不炭化的 *S. fenicis* 与无子座、棕色孢子的种类成为一类群。实际上, 该观点与一切表现型是基因型表达的末端产物相矛盾, 用分子数据将孢子形态多样性给予了否定。Staiger 和 Kalb (2006) 支持了 Staiger (2002) 提出 *Hemithecium* 分亚属的观点, 即具棕色孢子的种类被划归亚属 *Leucogramma* (subgenus *Leucogramma*), 具无色透明孢子的种类被划归亚属 *Hemithecium* (subgenus *Hemithecium*)。Lücking 等 (2008b) 在此研究基础上, 将亚属 *Leucogramma* 提升为属, 即灰线衣属 (*Pallidogramme* Staiger, Kalb & Lücking)。

Lücking (2009) 应用数值分类法 (numerical taxonomy) 和支序分类技术 (cladistic techniques) 对文字衣属进行更为细致的研究, 也是对 Wirth 和 Hale (1878) 及 Staiger (2002) 的文字衣属概念的完善。此外, 文中又根据文字衣属盘型, 把该属分为 8 个组群 (groups), 即 *G. scripta*、*G. subserpentina*、*G. dussii*、*G. marginata*、*G. symplecta*、*G. acharii*、*G. striatula* 和 *G. nuda* 等组群。Lücking 等 (2009) 对世界文字衣属进行了研究, 提供了包含 330 种的检索表, 此文献是文字衣属研究的重要参考资料。

此外, 有关文字衣科地衣其他方面的研究: Murtagh 等 (2000) 以 *Graphis scripta* 和 *Ochrolechia parella* 为材料, 进行了地衣有性生殖的研究。从单孢子培养的菌丝体中提取 DNA, 随机扩增 218~263 个多态性 DNA 片段显示, 来自相同子囊器的孢子遗传特性一致, 为同宗配合提供了基本证据。

Rivas Plata 等 (2008) 以及 Mangold 等 (2008a) 根据表型和基因型特征, 建议将疣孔衣科 (*Thelotrema* 科) 中的类群并入文字衣科。Mangold (2008)、Mangold 等 (2008b)、Mangold 等 (2009)、Rivas Plata 等 (2010a, b) 等认可此分类概念。Rivas Plata 等 (2011) 把 *Graphis* sensu Staiger 进行了拆分, 将 *G. acharii*、*G. dussii*、*G. marginata*、*G. nuda* 和 *G. symplecta* 这 5 类群 (groups) 归入重新启用的 *Allographa* Chevall. 属。Rivas Plata 等 (2012a) 及 Rivas Plata 和 Lücking (2013) 对文字衣科重新进行了系统描述, 使得科属概念更趋于科学的界定。随着对文字衣科及其相近类群的研究, 原 *Asterothyriaceae*、*Gomphillaceae* 和 *Solorinellaceae* 3 科现在也被并入文字衣科 (Baloch *et al.* 2010; Rivas Plata and Lumbsch 2011; Rivas Plata *et al.* 2012a, b)。文字衣科现在包括 4 亚科, 其中文字衣亚科下分 3 族, 共计 80 余属 (表 6) 2000 余种 (Rivas Plata *et al.* 2012a; Rivas Plata and Lücking 2013; Rivas Plata *et al.* 2013; Lücking *et al.* 2013; Lumbsch *et al.* 2014)。

表 6 文字衣科及其分亚科、族和属一览表

Table 6 A checklist for subfamilies, tribes and genera in the recognized Graphidaceae

Subfamily: Fissurinoideae Rivas Plata, Lücking and Lumbsch
<i>Clandestinitrema</i>
<i>Cruentotrema</i>
<i>Dyplolabia</i>
<i>Fissurina</i>
<i>Pycnotrema</i>
Subfamily: Gomphilloideae (Walt. Watson ex Hafellner) Rivas Plata, Lücking and Lumbsch
<i>Actinoplaca</i>
<i>Aderkomyces</i>
<i>Aplanocalenia</i>
<i>Arthotheliopsis</i>
<i>Asterothyrium</i>
<i>Aulaxina</i>
<i>Calenia</i>
<i>Caleniopsis</i>
<i>Diploschistella</i>
<i>Echinoplaca</i>
<i>Ferraroa</i>
<i>Gomphillus</i>
<i>Gyalectidium</i>
<i>Gyalidea</i>
<i>Gyalideopsis</i>
<i>Hippocrepeida</i>
<i>Jamesiella</i>
<i>Lithogyalideopsis</i>
<i>Paratricharia</i>
<i>Psorotheciopsis</i>
<i>Rolueckia</i>
<i>Rubrotricha</i>
<i>Tricharia</i>
Subfamily: Graphidoideae Rivas Plata, Lücking and Lumbsch (including 3 tribes as following)
Graphideae Rivas Plata, Lücking and Lumbsch
<i>Allographa</i>
<i>Anomomorpha</i>
<i>Diorygma</i>
<i>Glyphis</i>
<i>Graphis</i>
<i>Hemithecium</i>
<i>Kalbographa</i>
<i>Leiorreuma</i>
<i>Pallidogramme</i>
<i>Phaeographis</i>
<i>Phlegographa</i>
<i>Platygramme</i>
<i>Platythecium</i>
<i>Sarcographa</i>
<i>Sarcographina</i>
<i>Schistophoron</i>
<i>Thecaria</i>
<i>Thecographa</i>
Ocellulariae Rivas Plata, Lücking and Lumbsch
<i>Ampliotrema</i>
<i>Compositrema</i>
<i>Fibrillithecis</i>
<i>Gyrotrema</i>
<i>Leptotrema</i>
<i>Melanotrema</i>
<i>Myriotrema</i>
<i>Ocellularia</i>
<i>Redingeria</i>
<i>Reimnitzia</i>
<i>Rhabdodiscus</i>
<i>Stegobolus</i>

Subfamily: Graphidoideae Rivas Plata, Lücking and Lumbsch (including 3 tribes as following)
Thelotremateae Rivas Plata, Lücking and Lumbsch
<i>Acanthohecis</i>
<i>Acanthotrema</i>
<i>Asteristion</i>
<i>Astrochapsa</i>
<i>Borinquenotrema</i>
<i>Carbacanthographis</i>
<i>Chapsa</i>
<i>Chroodiscus</i>
<i>Crutarndina</i>
<i>Diploschistes</i>
<i>Gintarasia</i>
<i>Heiomasia</i>
<i>Leucodecton</i>
<i>Melanotopelia</i>
<i>Myriochapsa</i>
<i>Nadvornikia</i>
<i>Nitidochapsa</i>
<i>Pseudochapsa</i>
<i>Pseudoramonia</i>
<i>Pseudotopeliopsis</i>
<i>Schizotrema</i>
<i>Thelotrema</i>
<i>Topeliopsis</i>
<i>Wirthiotrema</i>
<i>Xalocoa</i>
Graphidoideae: <i>Glaucotrema</i>
Subfamily: Redonographoideae Lücking, Tehler & Lumbsch
<i>Redonographa</i>
<i>Gymnographopsis</i>

这一阶段的文字衣科地衣分类学主要以朝着以表型和基因型相结合的综合分析方向努力探索为特点。

此外, Behera 等 (2003, 2004) 对文字衣科的 5 个属 77 个样品进行化学研究时, 从中筛选出了具清除过氧化物活性物质 SSA (superoxide-scavenging activity) 和黄嘌呤氧化酶抑制剂 XO1 (xanthine-oxidase inhibitory) 的菌种。Behera (2006) 又从 *Graphis guimarana*、*G. nakanishiana* 和 *G. schizograptia* 中发现其乙醇提取物中含抑制酪氨酸酶、黄嘌呤氧化酶和清除超氧化物的生物活性物质。这将为新药的发现提供新的药源。

3. 中国文字衣科研究简史

有关中国文字衣科地衣的研究始于 Krempelhuber (1868) 对 *Graphis balbisii* Fée 的报道。随后, 便有 Leighton (1869)、Rabenhorst (1873)、Krempelhuber (1873, 1876)、Nylander 和 Crombie (1883)、Hue (1891) 及 Paulson (1925) 等学者的零星报道。Zahlbruckner (1930b) 记载了中国文字衣科地衣中 *Graphis*、*Graphina*、*Phaeographis*、*Phaeographina* 及 *Opegrapha* 的 59 个分类单位, 包括 51 种, 8 个种下单位, *Glyphis* 被作为座盘衣科 (Chiodectonaceae) 的 1 种 1 变种予以报道。Zahlbruckner (1933b, c) 还对中国台湾的文字衣科进行了研究。Lamb (1963) 对中国福建和台湾的文字衣科地衣的 5 属 23 种进行了报道。

直到 20 世纪 70 年代以来, 才有中国地衣学家进行中国文字衣科地衣的研究和报道, 如 Wang-Yang 和 Lai (1973, 1976)、Wei 和 Jiang (1986)、Wu (1987) 及 Wu 和 Qian (1989) 等。有关香港文字衣科地衣的研究, 则由英国人 Thrower (1988) 进行。《中国地衣综