



“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国生物物种名录

Species Catalogue of China

第三卷 菌物

Volume 3 Fungi

锈菌 黑粉菌

RUST, SMUT FUNGI

庄剑云 郭林 编著

Authors: Jianyun Zhuang Lin Guo



科学出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中 国 生 物 物 种 名 录

第三卷 菌 物

锈菌 黑粉菌

RUST, SMUT FUNGI

庄剑云 郭 林 编著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书收集和汇总了 1912~2018 年国内外学者对我国锈菌和黑粉菌的记载,参考了大量著作和国内外学术文献,系统地收集了中国锈菌和黑粉菌的物种名称。截至 2018 年,我国已报道锈菌 1 目 15 科 72 属(包括 5 个式样属)1175 种,黑粉菌 2 目 8 科 24 属 207 种。本书列出了它们的汉语学名和拉丁学名,提供了其基原异名及我国曾经报道或使用过的主要同物异名。学科在发展,真菌分类系统在不断更新,分类观点也随之发生变化,书中试图采用当前最合理的物种名称。

本书可供生物学、菌物学、植物检疫、自然资源开发等方面的工作者,以及大专院校和科研单位相关专业的师生及其他有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国生物物种名录. 第三卷, 菌物. 锈菌、黑粉菌/庄剑云, 郭林编著. —北京: 科学出版社, 2019.3

“十三五”国家重点出版物出版规划项目 国家出版基金项目

ISBN 978-7-03-060925-0

I. ①中… II. ①庄… ②郭… III. ①生物-物种-中国-名录 ②锈菌目-物种-中国-名录 ③黑粉菌目-物种-中国-名录 IV. ①Q152-62 ②Q949.329-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 051833 号

责任编辑: 马 俊 王 静 付 聪 侯彩霞 / 责任校对: 郑金红
责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 刘新新

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 3 月第 一 版 开本: 889×1194 1/16

2019 年 3 月第一次印刷 印张: 9 3/4

字数: 344 000

定价: 128.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

Species Catalogue of China

Volume 3 Fungi

RUST, SMUT FUNGI

Authors: Jianyun Zhuang Lin Guo

Science Press

Beijing

《中国生物物种名录》编委会

主 任（主 编） 陈宜瑜

副主任（副主编） 洪德元 刘瑞玉 马克平 魏江春 郑光美

委 员（编 委）

卜文俊 南开大学

陈宜瑜 国家自然科学基金委员会

洪德元 中国科学院植物研究所

纪力强 中国科学院动物研究所

李 玉 吉林农业大学

李枢强 中国科学院动物研究所

李振宇 中国科学院植物研究所

刘瑞玉 中国科学院海洋研究所

马克平 中国科学院植物研究所

彭 华 中国科学院昆明植物研究所

覃海宁 中国科学院植物研究所

邵广昭 台湾“中央研究院”生物多样性
研究中心

王跃招 中国科学院成都生物研究所

魏江春 中国科学院微生物研究所

夏念和 中国科学院华南植物园

杨 定 中国农业大学

杨奇森 中国科学院动物研究所

姚一建 中国科学院微生物研究所

张宪春 中国科学院植物研究所

张志翔 北京林业大学

郑光美 北京师范大学

郑儒永 中国科学院微生物研究所

周红章 中国科学院动物研究所

朱相云 中国科学院植物研究所

庄文颖 中国科学院微生物研究所

工 作 组

组 长 马克平

副组长 纪力强 覃海宁 姚一建

成 员 韩 艳 纪力强 林聪田 刘忆南 马克平 覃海宁 王利松 魏铁铮

薛纳新 杨 柳 姚一建

总 序

生物多样性保护研究、管理和监测等许多工作都需要翔实的物种名录作为基础。建立可靠的生物物种名录也是生物多样性信息学建设的首要工作。通过物种唯一的有效学名可查询关联到国内外相关数据库中该物种的所有资料，这一点在网络时代尤为重要，也是整合生物多样性信息最容易实现的一种方式。此外，“物种数目”也是一个国家生物多样性丰富程度的重要统计指标。然而，像中国这样生物种类非常丰富的国家，各生物类群研究基础不同，物种信息散见于不同的志书或不同时期的刊物中，加之分类系统及物种学名也在不断被修订。因此建立实时更新、资料翔实，且经过专家审订的全国性生物物种名录，对我国生物多样性保护具有重要的意义。

生物多样性信息学的发展推动了生物物种名录编研工作。比较有代表性的项目，如全球鱼类数据库（FishBase）、国际豆科数据库（ILDIS）、全球生物物种名录（CoL）、全球植物名录（TPL）和全球生物名称（GNA）等项目；最有影响的全球生物多样性信息网络（GBIF）也专门设立子项目处理生物物种名称（ECAT）。生物物种名录的核心是明确某个区域或某个类群的物种数量，处理分类学名称，厘清生物分类学上有效发表的拉丁学名的性质，即接受名还是异名及其演变过程；好的生物物种名录是生物分类学研究进展的重要标志，是各种志书编研必需的基础性工作。

自 2007 年以来，中国科学院生物多样性委员会组织国内外 100 多位分类学专家编辑中国生物物种名录；并于 2008 年 4 月正式发布《中国生物物种名录》光盘版和网络版（<http://www.sp2000.org.cn/>），此后，每年更新一次；2012 年版名录已于同年 9 月面世，包括 70 596 个物种（含种下等级）。该名录自发布受到广泛使用和好评，成为环境保护部物种普查和农业部作物野生近缘种普查的核心名录库，并为环境保护部中国年度环境公报物种数量的数据源，我国还是全球首个按年度连续发布全国生物物种名录的国家。

电子版名录发布以后，有大量的读者来信索取光盘或从网站上下载名录数据，取得了良好的社会效果。有很多读者和编者建议出版《中国生物物种名录》印刷版，以方便读者、扩大名录的影响。为此，在 2011 年 3 月 31 日中国科学院生物多样性委员会换届大会上正式征求委员的意见，与会者建议尽快编辑出版《中国生物物种名录》印刷版。该项工作得到原中国科学院生命科学与生物技术局的大力支持，设立专门项目，支持《中国生物物种名录》的编研，项目于 2013 年正式启动。

组织编研出版《中国生物物种名录》（印刷版）主要基于以下几点考虑。①及时反映和推动中国生物分类学工作。“三志”是本项工作的重要基础。从目前情况看，植物方面的基础相对较好，2004 年 10 月《中国植物志》80 卷 126 册全部正式出版，*Flora of China* 的编研也已完成；动物方面的基础相对薄弱，《中国动物志》虽已出版 130 余卷，但仍有很多类群没有出版；《中国孢子植物志》已出版 80 余卷，很多类群仍有待编研，且微生物名录数字化基础比较薄弱，在 2012 年版中国生物物种名录光盘版中仅收录 900 多种，而植物有 35 000 多种，动物有 24 000 多种。需要及时总结分类学研究成果，把新种和新的修订，包括分类系统修订的信息及时整合到生物物种名录中，以克服志书编写出版周期长的不足，让各个方面的读者和用户及时了解和使用新的分类学成果。②生物物种名称的审订和处理是志书编写的基础性工作，名录的编研出版可以推动生物志书的编研；相关学科如生物地理学、保护生物学、生态学等的研究工作

需要及时更新的生物物种名录。③政府部门和社会团体等在生物多样性保护和可持续利用的实践中,希望及时得到中国物种多样性的统计信息。④全球生物物种名录等国际项目需要中国生物物种名录等区域性名录信息不断更新完善,因此,我们的工作也可以在一定程度上推动全球生物多样性编目与保护工作的进展。

编研出版《中国生物物种名录》(印刷版)是一项艰巨的任务,尽管不追求短期内涉及所有类群,也是难度很大的。衷心感谢各位参编人员的严谨奉献,感谢几位副主编和工作组的把关和协调,特别感谢不幸过世的副主编刘瑞玉院士的积极支持。感谢国家出版基金和科学出版社的资助和支持,保证了本系列丛书的顺利出版。在此,对所有为《中国生物物种名录》编研出版付出艰辛努力的同仁表示诚挚的谢意。

虽然我们在《中国生物物种名录》网络版和光盘版的基础上,组织有关专家重新审订和编写名录的印刷版。但限于资料和编研队伍等多方面因素,肯定会有诸多不尽如人意之处,恳请各位同行和专家批评指正,以便不断更新完善。

陈宜瑜

2013年1月30日于北京

菌物卷前言

《中国生物物种名录》(印刷版)菌物卷包括国内研究比较成熟的门类,涵盖菌物的各大类群。全卷共计五册名录和一册总目录,其中盘菌、地衣各单独为一册,而锈菌与黑粉菌,壶菌、接合菌与球囊霉,黏菌(包括根肿菌)与卵菌则分别各自组成一册。本卷五册名录提供各个分类单元的中文名称(汉语学名、别名和曾用名)、拉丁学名及其发表的原始文献、地理分布和报道国内分布的文献等信息。此外,也尽量提供有关模式材料的信息,尤其是模式标本来自我国的分类单元。异名主要包括基原异名和与我国物种分布有关的文献报道中出现的名称。总目录一册包括本卷各册名录所涉及的全部菌物,为索引性质,不包括异名、分布及文献等信息。菌物卷各册分别在各大类群下按分类单元的拉丁学名字母顺序排列,共约 7000 种。

为了保持菌物卷内容及格式的统一,便于读者查阅,我们拟定了菌物名录编写原则和格式。分类单元的汉语学名以中国科学院微生物研究所 1976 年发表的《真菌名词及名称》中所采用的名称为基础,并根据戴芳澜 1979 年发表的《中国真菌总汇》和郑儒永等 1990 年发表的《孢子植物名词及名称》中所采用的名称作必要的修订;地衣型真菌的汉语学名则以 Wei 1991 年发表的 *An Enumeration of the Lichens in China* 中所采用的名称为基础。本卷所收录的分类单元若不在此范围,则依据中国植物学会真菌学会 1987 年发表的《真菌、地衣汉语学名命名法规》选择或新拟汉语学名,并在名称结尾处方括号内写明名称的来源,如新拟的汉语学名在名称结尾处加“[新拟]”来标注。汉语别名收录数量不超过 3 个,由作者根据其使用的广泛性进行排列,注意在使用时要选用该分类单元特产地所用的别名,以及应用行业(如食药菌)的名称。汉语学名用黑体,别名和曾用名在其后,包括在小括号内,用白宋体。新拟汉语学名遵循已有的命名惯例,如根据菌物特征和产地等来命名,慎用人名,种级名称长度一般不超过 8 个汉字(含种加词和属名)。

国内的分布准确到省级行政区,并按以下顺序进行排列:黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、天津、北京、山西、山东、河南、陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆、安徽、江苏、上海、浙江、江西、湖南、湖北、四川、重庆、贵州、云南、西藏、福建、台湾、广东、广西、海南、香港、澳门。为了便于国外读者阅读,将省级行政区英文缩写括注在中文名之后,缩写说明见附表。各省(自治区、直辖市、特别行政区)名称之间用顿号分开,如果随后列有跨省的山脉、流域或大区的名称以逗号结束,国内所有分布列举完毕用分号结束。分布存疑的省(自治区、直辖市、特别行政区),以问号(?)加省(自治区、直辖市、特别行政区)名称表示,排在确定分布的省(自治区、直辖市、特别行政区)之后。当大区与已有分布的省级行政区出现重叠、交叉时,因无法确认大区中具体分布的省份,为了保证分布范围不缩小,本卷不对大区进行删除,保留大区名称作为参考,如国内分布“黑龙江、河北、黄淮海地区”中,保留“黄淮海地区”。国外分布按亚洲、欧洲、非洲、北美洲、南美洲和大洋洲的顺序进行排列;在洲以下,按照国家英文名称的字母顺序排列。必要时可用“中亚”“太平洋诸岛”等大区域名称。如果是多个国家或泛指时,可用洲名或亚区名称,如欧洲、北非、北美洲、南美洲、大洋洲、泛热带等。区域性名称、旧的国家名称(如苏联)及分布存疑的国家或地区名称置于最后。

《中国生物物种名录》(印刷版)菌物卷的编著得益于2010年开始进行的“菌物物种名录数据库建设”项目。该项目由中国科学院生物多样性委员会资助,从文献收集整理、数据库软件设计到相关数据录入,至今已形成了全面包括已报道的在我国分布的菌物物种信息的数据库。目前这个数据库包含两大内容,即《中国真菌总汇》中的信息和自1970年以来国内外发表的与我国分布的菌物有关的文献资料。这些信息资料均已数字化,便于查询和分析。

本卷计划的各册名录是作者在长期从事相关类群研究的基础上完成的。盘菌卷是庄文颖院士根据长期的研究成果进行汇总而编写成文的。地衣名录以魏江春院士的 *An Enumeration of the Lichens in China* 第二版书稿为基础,按《中国生物物种名录》(印刷版)菌物卷的格式要求进行编排。其他各册则在其相应作者的研究工作,特别是《中国真菌志》的编撰基础上,结合“中国菌物名录数据库”中的信息,通过数据库的信息查询、整理、编排,直接输出名录数据,经作者核查后,确定收入的名录。菌物卷各册名录中分类单元的拉丁学名、命名人、原始文献、分类单元归属关系及现异名关系等信息与格式参考 Index Fungorum (IF; Royal Botanic Gardens, Kew; Landcare Research-NZ; Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences. 2015. www.indexfungorum.org) 数据库。作者的研究结果与 IF 数据库的信息不符时,则以作者的处理为准,并将情况通报给 IF 数据库。

菌物卷各册名录通过多次数据整理和修改,并经过相关专家审核,形成最终的版本。各册作者不仅负责具体卷册的编写,还审阅了其他卷册的书稿,感谢各位作者的辛勤劳动和严格把关。在这里我们要感谢魏江春、郑儒永、李玉和庄文颖四位院士,正是他们对名录项目的关心和支持,才保证了菌物卷任务的完成;特别是庄文颖院士在项目进行过程中始终给予的极大关注和指导,使菌物卷得以成功编撰。全国有许多专家学者关心本菌物卷的编写,并以各种方式提供了帮助和支持,尤其是在完成书稿的最后阶段,牛永春研究员、范黎教授、魏鑫丽副研究员、邓晖副研究员、纪力强研究员、覃海宁研究员等专家参与了审稿工作,感谢各位专家的关心、支持和把关。目前,我国的菌物卷名录虽然还不完整,但全面的中国菌物名录有望在不久的将来得以问世,希望有更多的同行专家参与,给予更大的帮助和支持。

在此我们衷心感谢《中国生物物种名录》主编陈宜瑜院士和工作组组长马克平研究员对菌物卷的关心和重视,他们的大力支持使得本卷得以顺利出版。同时感谢科学出版社编辑在书稿的编写、审稿、编辑和排版中给予的精心指导和提出的严格要求,保证了全卷的水平和质量;中国科学院生物多样性委员会办公室刘忆南主任在项目执行中给予了多方面的帮助和支持,使项目能够平稳运转。

菌物卷工作组最初由姚一建研究员、魏铁铮副研究员和杨柳高级实验师组成,但参加本项目具体实施工作的人员很多,特别是在李先斌先生和赵明君女士加入后,工作组的力量得到了很大增强。我们也特别感谢苏锦河博士和王娜女士设计了“中国菌物名录数据库”软件包并在网络上安装运转,赵明君女士、刘朴博士、蒋淑华博士和徐彪博士等同行进行了大量枯燥的信息录入工作,李先斌先生负责早期的数据管理、提取和书稿的版面编排工作,赵明君女士和王科博士做了后期的数据处理、书稿修改工作,同时也得到了中国科学院微生物研究所菌物标本馆的邓红和吕红梅两位老师的全力配合。正是他们的默默的奉献才奠定了菌物卷名录印刷版编研的基础。最后,再次对众多同行专家的贡献表示诚挚的谢意。

《中国生物物种名录》菌物卷工作组

2018年4月

中国各省（自治区、直辖市和特别行政区）名称和英文缩写

Abbreviations of provinces, autonomous regions and special administrative regions in China

Abb. Regions	Abb. Regions	Abb. Regions	Abb. Regions	Abb. Regions	Abb. Regions
AH Anhui	GX Guangxi	HK Hong Kong	LN Liaoning	SD Shandong	XJ Xinjiang
BJ Beijing	GZ Guizhou	HL Heilongjiang	MC Macau	SH Shanghai	XZ Xizang
CQ Chongqing	HB Hubei	HN Hunan	NM Inner Mongolia	SN Shaanxi	YN Yunnan
FJ Fujian	HEB Hebei	JL Jilin	NX Ningxia	SX Shanxi	ZJ Zhejiang
GD Guangdong	HEN Henan	JS Jiangsu	QH Qinghai	TJ Tianjin	
GS Gansu	HI Hainan	JX Jiangxi	SC Sichuan	TW Taiwan	

前 言

锈 菌

锈菌在真菌中是一个很大的类群，全世界已知近 8000 种，寄生在绿色维管束植物上，广布全球。许多种类常在植物上产生黄色或褐色粉状孢子堆，肉眼看上去像生锈了似的，故被称作锈菌（rust fungi）。锈菌引起的植物病害称为锈病。

锈菌对农林业生产的影响

锈菌危害多种经济植物，给农林业生产造成极大损失。三种小麦锈病：小麦条锈病（病原 *Puccinia striiformis* Westend.）、小麦秆锈病（病原 *Puccinia graminis* Pers.）和小麦叶锈病（病原 *Puccinia recondita* Roberge ex Desm.），在全世界小麦产区均有发生。在我国小麦产区，每年以小麦条锈病为害最为严重，然后是小麦秆锈病和小麦叶锈病，在大流行年份三种病害可造成小麦减产 20%~30%，特大流行年份减产高达 50%以上（李振岐和商鸿生 1989）。玉米锈病（病原 *Puccinia sorghi* Schwein.）、燕麦锈病（病原 *Puccinia coronata* Corda var. *avenae* W.P. Fraser & Ledingham）和小米锈病（病原 *Uromyces setariae-italicae* Yoshino）等也是我国常见的粮食作物锈病。大豆锈病（病原 *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.）是油料作物最常见的锈病，在亚洲和澳大利亚大豆产区流行（杨又迪 1994）。我国已有 19 个省（自治区、直辖市）部分地区发生大豆锈病，正常年产量损失达 15%~20%，严重年产量损失达 30%~50%（余子林等 1994）。花生锈病（病原 *Puccinia arachidis* Speg.）也是一种为害大的流行性锈病，已蔓延至亚洲、美洲、非洲、大洋洲的 30 多个国家或地区，在我国已有十余个省（自治区、直辖市）发生。此外，向日葵锈病（病原 *Puccinia helianthi* Schwein.）发生普遍，是我国油料作物生产上的主要病害之一。蔬菜类的锈病主要为害豆科蔬菜和百合科蔬菜。菜豆锈病（病原 *Uromyces appendiculatus* Unger）、蚕豆锈病（病原 *Uromyces viciae-fabae* J. Schörtl.）和豇豆锈病（病原 *Uromyces vignae* Barclay）是世界广布的重要豆类病害。葱柄锈菌（*Puccinia allii* Rudolphi）在我国已知寄主有洋葱、大葱、蒜、韭菜等，葱类锈病流行年份也会造成商品质量低劣，影响销售。糖料作物锈病中最值得注意的是甜菜锈病（病原 *Uromyces betae* Lév.），此锈病在加拿大和欧洲国家曾造成严重为害，我国已将它列为植物检疫对象（郑怀真 1986）。桑赤锈病（病原 *Aecidium mori* Barclay）是我国广大蚕区为害相当严重的桑树病害之一，以陕北、山东临朐县、浙江太湖及广东等蚕区受害最重（夏志松等 1981；蒯元章和夏志松 1986）。果树锈病种类很多，其中，苹果锈病（病原 *Gymnosporangium yamadae* Miyabe ex Yamada）、梨锈病（病原 *Gymnosporangium asiaticum* Miyabe ex Yamada）、枣锈病（病原 *Phakopsora ziziphi-vulgaris* Dietel）、桃锈病（病原 *Tranzschelia pruni-spinosae* Dietel）等在我国普遍发生。森林锈病种类很多，冷杉、云杉、落叶松、柏、杨、柳、桦等经济林木都有锈病发生。红松疱锈病（病原 *Cronartium ribicola* J.C. Fisch.）为害松树枝干，据辽宁、吉林等地调查，生长 10 年以下的幼树发病较重（刘正南等 1981）。樟子松疱锈病（病原 *Cronartium flaccidum* G. Winter）也为害松树枝干，在东北地区普遍为害樟子松，在云南为害云南松，在长江流域为害马尾松，在华北为害油松和赤松，随着人工林的大面积栽植，病害正在扩大和加重（鞠国柱 1984；景耀等 1985）。松瘤锈病（病原 *Cronartium orientale* S. Kaneko）也是重要的松树枝干病害。安徽的黄山松、湖北和四川的马尾松发病率高，常引起侧枝枯死，主干枯梢乃至整株死亡（刘世骥 1984）。近年来，落叶松褐锈病〔病原 *Triphragmiopsis*

laricina (Y.L. Chou) F.L. Tai] 对落叶松幼苗和幼树的为害日趋严重, 辽宁草河口为重病区 (苑健羽 1981)。云杉球果锈病 (病原 *Thekopsora areolata* Magnus) 是云杉林的一种重要种实病害。我国横断山地区、秦岭、小兴安岭、长白山、喜马拉雅山脉东部、天山等的林区普遍发生, 四川马尔康、丹巴等林区为重灾区 (陈守常 1984)。其危害性表现为病果提早枯裂, 结实少或不结实, 种子发芽率低, 给云杉的天然或人工更新带来很大影响。锈病对热带作物和林业的影响也不可低估。咖啡锈病 (病原 *Hemileia vastatrix* Berk. & Broome) 在我国咖啡产区均有发生, 严重发生时产量下降, 几乎失收 (余卓桐 1989)。柚木锈病 (病原 *Olivea tectonae* Thirum.) 主要为害柚木老叶, 使其提前掉落, 对苗木生长影响较大, 此病在广东、广西和云南普遍发生。药用植物、观赏植物及其他特种作物的锈病种类繁多, 对植株造成不同程度的影响并带来经济损失, 在此不再一一列举。

锈菌侵染植物的症状

锈菌侵染植物地面上部各器官并产生各种症状。转主寄生的种类在互转的两种寄主上的症状常显著不同。罹病植物常呈现发育不良 (hypoplasia)、结实差、籽粒变小。矮化现象一般不显著, 但幼苗期受害严重时可能造成矮化直至枯死。失绿或黄化 (chlorosis) 常发生在孢子堆或孢子堆群四周, 变色斑轮廓明显或不明显, 也有只见孢子堆而褪绿不明显者。有时叶片已大面积失绿而孢子堆四周仍保持绿色, 形成所谓的“绿岛 (green island) 现象”。单核菌丝阶段系统侵染常造成受害茎叶的整体黄化。落叶 (leaf casting) 现象在罹病植物上常发生。病菌侵染造成的植物坏死 (necrosis) 现象较为少见, 往往在患部大面积扩展足以切断植株局部或整体的水分和营养运输时才发生。锈菌在免疫、抗病或不相宜的植物上侵染受阻时仅在寄主上留下小斑 (flecking), 病菌最终因缺营养而死亡, 这样的病斑不扩展也不产生孢子堆, 常见于小麦抗锈品种植株上。锈菌侵染引起寄主细胞过度增生多发生在春孢子器四周的表皮细胞或殃及邻近的薄壁细胞。当发生在分生组织时, 过度肥肿 (hypertrophy) 会造成植物器官的扭曲变形。瘿瘤 (gall) 的形成在寄主的草质或木质部均可发生, 持续时间可达一年或多年, 如松瘤锈病严重时每树瘿瘤可达数十个, 常引起侧枝枯死、主干枯梢乃至全株死亡。病菌入侵芽或嫩枝的分生组织有时会引起枝叶丛生, 呈“扫帚”症状 (witches' brooms), 即丛枝病。簇生的枝叶常缺叶绿素, 与四周正常的浓绿枝叶对照醒目。此症状多由单核菌丝引起, 可发生在一年生或多年生的草本或木本寄主上, 如冷杉丛枝病 (病原 *Melampsorella caryophyllacearum* J. Schröt.). 溃疡 (canker) 多发生于多年生树木枝干皮部, 患部常显梭形肿胀、粗糙开裂、溢脂, 逐渐产生黄白色或枯黄色孢囊 (春孢子器), 孢囊破裂散发春孢子, 如红松疱锈病。

形态

锈菌的菌丝体 (mycelium) 有隔膜 (septum) 并有分枝, 在寄主细胞间发展蔓延, 以吸器 (haustorium) 穿入寄主细胞吸取养分。吸器形状有疣状、囊状、圆筒状、螺旋状、分枝状、葡萄状等。一般每个寄主细胞仅有一个吸器, 偶尔出现多个。锈菌的隔膜不同于高等担子菌的桶孔隔膜 (dolipore septum), 在超微结构上近似于大多数子囊菌所具有的简单的中央具孔的隔膜。菌丝上通常无锁状联合。多型现象 (polymorphism) 是锈菌区别于其他真菌的一个重要特征。它们除产生担孢子 (basidiospore) 外, 还顺序产生性孢子 (spermatium)、春孢子 (或称锈孢子) (aeciospore)、夏孢子 (urediniospore) 和冬孢子 (teliospore) 四种不同类型的孢子, 构成锈菌特有的生活史。产生这四种孢子的结构分别称为性孢子器 (spermogonium)、春孢子器 (或称锈孢子器、锈子器) (aecium)、夏孢子堆 (uredinium) 和冬孢子堆 (telium)。这四种孢子阶段及担孢子常用罗马数字 0、I、II、III、IV 表示。

锈菌分类学家对锈菌各种孢子堆和孢子所用的术语和所下的定义常因人而异, 大体上分为依据形态和依据个体发育两个派系。早期的欧洲学者强调依据形态对孢子下定义。例如, 给春孢子下的定义是“串生、有疣的孢子”, 而给夏孢子下的定义是“单生、有柄、有刺的孢子”。美洲学者则强调依据个体发育

对孢子定位，据此给各种孢子下定义如下。

性孢子：单倍体配子 (haploid gamete)。

春孢子：双核化后产生的非重复性的营养阶段孢子，常与性孢子器相联系，萌发后开始产生双核菌丝。

夏孢子：在双核菌丝上产生的重复性营养阶段孢子。

冬孢子：产生担子的孢子。

担孢子：减数分裂后在担子上产生的单倍体孢子。

上述两派的术语在应用上有时容易混淆。例如，金锈菌属 (*Chrysomyxa*) 和鞘锈菌属 (*Coleosporium*) 在非球果植物寄主上产生成串有疣的孢子，形态派称作春孢子，个体发育派则称为夏孢子。在本书中，作者采用后者的观点。

性孢子器在担孢子萌发侵入寄主形成的单倍体单核菌丝体上产生。性孢子器内有许多平行排列的孢子梗，从孢子梗顶端相继产生球形或卵形的性孢子。性孢子不易萌发，无直接侵染寄主的能力，起着配子的作用。突出在性孢子器口外的菌丝称为周丝或缘丝 (periphysis)，起着受精丝的作用。性孢子器和性孢子分为“+”和“-”两类，只有“+”性孢子与“-”性孢子器的受精丝结合或“+”和“-”单核菌丝结合才能形成双核菌丝，由此再产生春孢子器。性孢子在形成过程中常分泌蜜类物质将性孢子裹在一起，蜜类物质产生特殊气味吸引昆虫，昆虫则成为传播性孢子的媒介。

春孢子器和春孢子是锈菌菌丝双核化后紧随着性孢子器和性孢子而产生的一种孢子类型。春孢子器可分为杯型春孢子器 (aecidioid aecium) (有包被，开口呈杯状，包被由一层细胞组成)、毛型春孢子器 (roestelioid aecium) (亦称角状春孢子器，常呈角状、管状、橡子状或毛状，包被由一层细胞组成，侧面开裂成许多长缝)、有被春孢子器 (peridermioid aecium) (叶上常呈舌状或圆筒状，枝干上呈疱状或扁平，包被由一层或多层细胞组成，开裂不规则，生于针叶树上)、裸春孢子器 (caecomoid aecium) [无包被结构，有时具周生侧丝 (paraphysis)] 及夏型春孢子器 (uredinoid aecium) [无包被结构的夏孢子堆式的春孢子器，孢子单生、有柄、有刺，亦称初生夏孢子堆 (primary uredinium)]。

夏孢子堆和夏孢子是在春孢子萌发形成的双核菌丝体上产生的第三种孢子堆和孢子类型。一些低等种类 [如膨痂锈菌科 (Pucciniastraceae) 锈菌] 的夏孢子堆有包被，其中某些属 [如长栅锈菌属 (*Melampsoridium*)] 还有由特化细胞所组成的孔口。大多数锈菌的夏孢子堆没有包被，但有一些种类的夏孢子堆有侧丝 (paraphysis)。夏孢子在功能上类似于分生孢子，是一种连续发生的无性孢子，利于锈菌传播蔓延。一般不休眠，萌发时菌丝通过气孔入侵寄主。除了上述正常的夏孢子外，一些种类的锈菌尚可产生另一种厚壁并有较深色泽的休眠夏孢子 (amphisporium)。

冬孢子是锈菌的有性孢子，它可以由春孢子、夏孢子或担孢子萌发所产生的菌丝体上形成。冬孢子聚集在一起成为冬孢子堆。冬孢子堆呈粉状、垫状、壳状、圆柱状、丝状或毛状，有些永久埋于寄主表皮下、表皮细胞内或叶肉组织内。冬孢子大多是单胞、双胞或多胞，离生或簇生于孢子柄上，也可以是缺孢子柄单层或多层联结或聚集在一起；有些属的冬孢子呈串珠式。冬孢子是进行核配的场所，一般需要经过一个或长或短的休眠期后才萌发，但也有些种类的冬孢子成熟后就立即萌发。有些产生双胞冬孢子的锈菌有时也产生单胞的冬孢子，称为变态冬孢子或一室冬孢子 (mesospore)。

冬孢子萌发产生担子。担子通常分成四个细胞，每个细胞有一个单倍的细胞核，并产生一个小梗 (sterigma)，担孢子生在小梗顶端。锈菌冬孢子是核配的场所，可称为原担子 (probasidium)，而担子是减数分裂的场所，可称为异担子或变态担子 (metabasidium)。担子有时亦称为先菌丝 (promycelium)，一般有外生担子 (external basidium)、内生担子 (internal basidium) 和半内生担子 (semi-internal basidium) 三种类型。大多数种类的锈菌产生外生担子，即担子在冬孢子外面形成和成熟。有若干属 [如鞘锈菌属 (*Coleosporium*)、拟鞘锈菌属 (*Goplana*)、赭痂锈菌属 (*Ochropsora*) 等锈菌] 由冬孢子本身的原生质体

分隔成四个细胞，每个细胞萌发并在冬孢子外产生担孢子，这样冬孢子不再产生担子，称为内生担子。还有个别属〔如囊孢锈菌属 (*Blastospora*) 等〕的冬孢子成为担子的一部分，担子的另一部分由孢子顶端延伸而成，而基孔单胞锈菌属 (*Zaghouania*) 的担子一部分留在孢子内，一部分伸出孢子外，这两种情况的担子称为半内生担子。担孢子一般呈圆形、卵形、卵圆形或肾形，壁薄，光滑。担孢子立即萌发生出短细芽管侵入寄主的角质层和表皮细胞，有时亦可通过气孔侵入寄主。

生活史

一些锈菌春孢子萌发后所侵染的寄主植物与原来产生春孢子器和春孢子的寄主植物相同，称为单主寄生锈菌 (autoecious)，它们的性孢子器、春孢子器、夏孢子堆和冬孢子堆全在同一寄主上形成。另一些锈菌春孢子萌发后所侵染的寄主植物与原来产生春孢子器的寄主植物不是同种，而且在亲缘关系上也不相近，这些需要两种完全不同的寄主来完成生活史的锈菌称为转主寄生锈菌 (heteroecious)。例如，禾柄锈菌 (*Puccinia graminis* Pers.) 在小檗属 (*Berberis*) 或十大功劳属 (*Mahonia*) 植物上产生性孢子器和春孢子器，春孢子萌发后不再侵染小檗属或十大功劳属植物，只能侵染小麦或其他禾本科植物，在其上产生夏孢子堆和冬孢子堆。生活史中可循序产生性孢子、春孢子、夏孢子、冬孢子和担孢子五种孢子类型的锈菌，称为全孢型锈菌 (eu-form) 或长循环型锈菌 (macrocyclic)。锈菌的生活史并非都是全孢型，其中可能缺少一种或一种以上类型的孢子。根据锈菌所产生的孢子类型可把它们的生活史划分为以下几类 [(0) 表示性孢子器有或无]。

1. 转主长循环型 (heteromacrocyclic): (0) + I + II + III + IV, 转主寄生。例如，紫菀鞘锈菌 [*Coleosporium asterum* (Dietel) Syd.]、茶藨子生柱锈菌 (*Cronartium ribicola* J.C. Fisch.) 等。

2. 自主长循环型 (automacrocyclic): (0) + I + II + III + IV, 自主寄生。例如，短尖多胞锈菌 [*Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schtdl.]、向日葵柄锈菌 (*Puccinia helianthi* Schwein.) 等。

3. 转主半循环型 (heterodemicyclic): (0) + I + III + IV, 转主寄生，缺夏孢子阶段。例如，亚洲胶锈菌 (*Gymnosporangium asiaticum* Miyabe ex Yamada)、匍匐苦苣菜柄锈菌 (*Puccinia lactucae-repentis* Miyabe & Miyake) 等。

4. 自主半循环型 (autodemicyclic): (0) + I + III + IV, 自主寄生，缺夏孢子阶段。例如，佩克裸双胞锈菌 [*Gymnoconia peckiana* (Howe) Trotter] 等。

5. 短循环型 (microcyclic): (0) + III + IV, 缺春孢子和夏孢子阶段。例如，林克柄锈菌 (*Puccinia linkii* Klotzsch)、细纹单胞锈菌 (*Uromyces striatellus* Tranzschel) 等。

6. 内循环型 (endocyclic): (0) + III + IV, 亦称春孢状冬孢型 (endo-form)。此型形成性孢子器和类似春孢子器的冬孢子堆，冬孢子外观似春孢子，萌发不形成双核菌丝，而是形成担子。例如，鸡爪簕内锈菌 [*Endophyllum griffithiae* (P. Henn.) Racib.]、鸡矢藤内锈菌 [*Endophyllum paederiae* (Diet.) Stevens & Mendiola] 等。

以上类型的生活史并不是一成不变的。哈克尼斯内柱锈菌 [*Endocronartium harknessii* (J.P. Moore) Y. Hirats.] (在我国未记载) 的春孢状冬孢子萌发后在担子上直接产生侵染性菌丝而不形成担孢子，春孢状冬孢子可重复侵染同一种松树。在上述各种生活史类型中，有些种可省略性孢子器阶段，我们称为无性孢器锈菌种 (cata-species)。在极少数的种中，如咖啡驼孢锈菌 (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome)，除产生正常的冬孢子外，有时核配和减数分裂可发生在夏孢子中，这样的夏孢子实际上起着冬孢子的作用，称为夏型冬孢子 (uredinoid teliospore)，这种现象被称为夏孢核融合现象 (kamat-phenomenon)。凡未发现冬孢子的种都归入式样属 (form genera) [如春孢锈菌属 (*Aecidium*)、夏孢锈菌属 (*Uredo*) 等]，习惯上仍将其置于锈菌目的不完全锈菌类 (uredinales imperfecti) 而不放入半知菌中。

寄 主

锈菌都生长在绿色植物的活体上。尽管自 20 世纪 50 年代初以来已有少数几种锈菌可以在人工综合培养基上进行纯培养 (axenic culture), 但在自然界中未发现能营腐生生活的锈菌, 因此人们仍把锈菌称为专性寄生菌或绝对寄生菌 (obligate parasite)。锈菌的寄生专化性很强。不同种类寄生在不同的植物科、属或种上。如果是转主寄生菌, 生活史中的两个阶段也分别寄生在一定范围的植物科、属或种上。一个形态种在不同寄主和栽培品种上可以分化出许多专化型和生理小种。

锈菌的寄主包括陆生维管束植物相当多的种类, 从蕨类植物、裸子植物到系统地位很高的被子植物的兰科和菊科植物都有锈菌发生。

在蕨类植物中, 目前仅知真蕨亚门 (Filicophytina) 的水龙骨科 (Polypodiales) 和紫萁目 (Osmundales) 植物上有锈菌。松叶蕨亚门 (Psilophytina)、石松亚门 (Lycophytina)、楔叶蕨亚门 (Sphenophytina) 和水韭亚门 (Isoephytina) 等拟蕨类, 以及真蕨类中的瓶尔小草目 (Ophioglossales)、莲座蕨目 (Marattiales)、蘋目 (Marsileales) 和槐叶蘋目 (Salviniales) 植物上均未发现锈菌。蕨类植物上的锈菌仅有四个属, 即拟夏孢锈菌属 (*Uredinopsis*)、迈尔锈菌属 (*Milesina*)、明孢锈菌属 (*Hyalopsora*) 和束柄锈菌属 (*Desmella*) (分布在南美洲)。前三个属可转主寄生于冷杉属 (*Abies*) 植物上, 被认为是锈菌中最古老的类群。

裸子植物中目前仅知松柏目 (Coniferales) 和买麻藤目 (Gnetales) 植物上有锈菌。苏铁目 (Cycadales) 和银杏目 (Ginkgoales) 植物上至今未发现锈菌。松柏目植物上的锈菌主要寄生于松科 (Pinaceae) 和柏科 (Cupressaceae) 植物上。柏科植物上的锈菌以胶锈菌属 (*Gymnosporangium*) 锈菌为主, 寄主范围包括翠柏属 (*Calocedrus*)、扁柏属 (*Chamaecyparis*)、柏木属 (*Cupressus*)、刺柏属 (*Juniperus*) 和圆柏属 (*Sabina*) 等植物; 崖柏属 (*Thuja*) 和罗汉柏属 (*Thujopsis*) 植物上仅见桦囊孢锈菌 (*Blastospora betulae* Kaneko & Hirats. f.) (分布在日本) 一种; 我国特有的福建柏属 (*Fokienia*) 植物上未发现锈菌。松科植物上的锈菌包括膨孢锈菌科 (Pucciniastraceae)、鞘锈菌科 (Coleosporiaceae)、柱锈菌科 (Cronartiaceae)、金锈菌科 (Chrysomyxaceae) 和栅锈菌科 (Melampsoraceae) 的所有锈菌。蕨类植物上锈菌的三个属 (*Uredinopsis*、*Milesina* 和 *Hyalopsora*) 及小栅锈菌属 (*Melampsorella*)、膨孢锈菌属 (*Pucciniastrum*) 和茎孢锈菌属 (*Calyptospora*) (在我国无记载) 锈菌仅限于冷杉属 (*Abies*) 植物上; 长栅锈菌属 (*Melampsoridium*) 锈菌仅限于落叶松属 (*Larix*) 植物上; 鞘锈菌属 (*Coleosporium*) 和柱锈菌属 (*Cronartium*) 锈菌仅限于松属 (*Pinus*) 植物上。金锈菌属 (*Chrysomyxa*) 锈菌已知寄主有云杉属 (*Picea*)、油杉属 (*Keteleeria*) 和铁杉属 (*Tsuga*) 植物。栅锈菌属 (*Melampsora*) 锈菌寄生范围较广, 包括落叶松属、松属、冷杉属等的植物。南洋杉科 (Araucariaceae) 植物上目前仅有小内格尔锈菌属 (*Mikronegeria*) 锈菌 (在我国无记载)。

被子植物上着生的锈菌占锈菌种类的绝大多数, 双子叶植物上的种类又远较单子叶植物上的多。锈菌种系发生在较原始的杨柳科 (Salicaceae)、桦木科 (Betulaceae) 和壳斗科 (Fagaceae) 植物上, 寄生种类以较低等的长栅锈菌属 (*Melampsoridium*)、膨孢锈菌属 (*Pucciniastrum*)、栅锈菌属 (*Melampsora*) 等锈菌为多, 这些植物上至今未见较高等的柄锈菌科 (Pucciniaceae) 锈菌。金锈菌属 (*Chrysomyxa*) 锈菌的被子植物寄主仅限于杜鹃花科 (Ericaceae)、鹿蹄草科 (Pyrolaceae) 和岩高兰科 (Empetraceae) 植物; 帽孢锈菌属 (*Pileolaria*) 锈菌仅寄生于漆树科 (Anacardiaceae) 植物; 多胞锈菌属 (*Phragmidium*)、戟孢锈菌属 (*Hamasporea*) 和鞘柄锈菌属 (*Coleopuccinia*) 锈菌全部寄生于蔷薇科 (Rosaceae) 植物上。豆科 (Leguminosae) 植物上的锈菌种类非常丰富, 包括了歧柄锈菌属 (*Uromycladium*) 和品字锈菌属 (*Hapalophragmium*) 的所有锈菌、伞锈菌属 (*Ravenelia*) 和球锈菌属 (*Sphaerophragmium*) 的绝大多数锈菌及单胞锈菌属 (*Uromyces*) 的大多数锈菌。寄生在菊科 (Compositae) 植物上的锈菌种类最多, 以柄锈菌属 (*Puccinia*) 和鞘锈菌属 (*Coleosporium*) 锈菌为主, 有 1000 种以上。单子叶植物上的锈菌大多数

集中于禾本科 (Gramineae)、莎草科 (Cyperaceae) 和百合科 (Liliaceae) 植物上, 以柄锈菌属 (*Puccinia*) 和单胞锈菌属 (*Uromyces*) 锈菌为主。

锈菌大多数种的寄主仅限于一个属的植物或一个科中相近几个属的植物上。但也有一些种的寄主范围可包括同科许多属的植物, 如禾柄锈菌 (*Puccinia graminis* Pers.) 的寄主包括禾本科近 100 个属的数百种植物; 有些锈菌的寄主仅限于一个属的植物, 如薹草柄锈菌 (*Puccinia caricina* DC.) 是一个大的集合种, 寄生于薹草属 (*Carex*) 的许多植物上, 堇菜柄锈菌 [*Puccinia violae* (Schumacher) DC.] 也仅限寄生于堇菜属 (*Viola*) 植物上。有些锈菌春孢子阶段的寄主范围可以很广, 如北非芦苇柄锈菌 (*Puccinia isiacae* G. Winter) 的春孢子阶段可寄生于木犀科 (Oleaceae)、十字花科 (Cruciferae) 等 20 余科的植物上。

分 类

锈菌的研究历史已有两百多年。早在 1729 年, P.A. Micheli 在他的专著 *Nova Plantarum Genera Juxta Tournefortii Methodum Disposita* 中就已记载了柄锈菌属 (*Puccinia*) (以佛罗伦萨学者 Thomas Puccini 的姓名命名)。最早对锈菌进行较系统研究的是 C.H. Persoon, 他的专著 *Synopsis Methodica Fungorum* (1801) 在 1981 年以前的植物命名法规中一直作为锈菌命名起点著作。1981 年生效的《国际植物命名法规》虽然把真菌的命名起点改为 1753 年 5 月 1 日 (起点著作为 Linnaeus 的 *Species Plantarum* Ed. 1), 但对 C.H. Persoon 著作中的名称仍予以特殊的保护地位。C.H. Persoon 在他的著作中设立了柄锈菌属 (*Puccinia*)、春孢锈菌属 (*Aecidium*) 及夏孢锈菌属 (*Uredo*) 三个锈菌属。1824 年, A.T. Brongniart 首次将锈菌予以“目” (ordo) 的地位, 命名为 Uredinees, 承认了 *Uredo*、*Aecidium*、*Puccinia*、*Podisma*、*Phragmidium* 和 *Gymnosporangium* 六个属。Engler 和 Prantl (1897) 将真菌作为植物界真原植体植物门 (Euthallophyta) 的一个亚门, 即真菌亚门 (Eumycetes), 下设藻状菌纲 (Phycomycetes)、子囊菌纲 (Ascomycetes) 和担子菌纲 (Basidiomycetes) 三个纲。锈菌目作为担子菌的一个目被确定。尽管以后许多学者在真菌的目级以上分类系统提出种种不同观点, 但锈菌作为目的地位始终没有改变。1983 年, 英国国际应用生物科学中心 (Centre for Agricultural Bioscience International, CABI) 编辑的 *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi* (7th Ed.) [《真菌字典》(第 7 版)] 中建立了锈菌纲 (Urediniomycetes), 下设一个目。这是首次将锈菌予以纲的地位。Hawksworth (1991) 甚至建立锈菌门 (Urediniomycota), 与担子菌门 (Basidiomycota) 同级。在《真菌字典》(第 8 版) (Hawksworth et al. 1995) 中, 锈菌目被置于担子菌门的冬孢纲 (Teliomycetes) 中, 而在《真菌字典》(第 9 版) (2001 年) 中, 锈菌目被置于担子菌门的锈菌纲 (Urediniomycetes) 中。锈菌的目级名称长期以来一直采用 Winter (1880) 创立的、符合植物命名法规的 Uredinales。Clements 和 Shear (1931) 将锈菌目改为 Pucciniales, 但长期以来几乎无人采用, 而在最新版的《真菌字典》(第 10 版) (2008 年) 予以采用。本书作者按照大多数锈菌分类学家的习惯, 仍使用 Uredinales。

科、亚科和族 (tribe) 的分类各家意见分歧很大, 难以统一。早期学者 Rabenhorst (1844) 对锈菌仅设 1 科, 包括 42 属 (含黑粉菌的一些属)。Dietel (1900) 提出四科系统, 即栅锈菌科 (Melampsoraceae)、鞘锈菌科 (Coleosporiaceae)、柱锈菌科 (Cronartiaceae) 和柄锈菌科 (Pucciniaceae)。Dumée 和 Maire (1902) 根据基孔单胞锈菌属 (*Zaghouania*) 极为奇特的半内生担子创立了基孔单胞锈菌科 (Zaghouaniaceae), 和柄锈菌科 (Pucciniaceae) (产生外生担子) 及鞘锈菌科 (Coleosporiaceae) (产生内生担子) 并列构成三科系统。P. Sydow 和 H. Sydow (1904, 1910, 1915, 1924) 在其专著 *Monographia Uredinearum* (共四卷) 中根据锈菌冬孢子柄的有无和担子类型设立了柄锈菌科 (Pucciniaceae)、栅锈菌科 (Melampsoraceae)、基孔单胞锈菌科 (Zaghouaniaceae) 和鞘锈菌科 (Coleosporiaceae) 四科, 并将所有未见冬孢子的种归入不完全锈菌类 (Uredineae Imperfectae)。Liro (1908) 将芬兰的锈菌划分为 7 个科, 即柄锈菌科 (Pucciniaceae)、多胞锈菌科 (Phragmidiaceae)、柱锈菌科 (Cronartiaceae)、金锈菌科 (Chrysomyxaceae)、鞘锈菌科

(Coleosporiaceae)、栅锈菌科 (Melampsoraceae) 和内锈菌科 (Endophyllaceae)。Dietel 在 1928 年简化了自己在 1900 年提出的四科系统, 只设了柄锈菌科 (Pucciniaceae) 和栅锈菌科 (Melampsoraceae) 两个科。此二科系统影响较大, 许多作者都相继采用, 但在亚科或族的设置上仍各持己见, 观点不统一。Gäumann (1949, 1959, 1964) 将锈菌分为柄锈菌科 (Pucciniaceae)、柱锈菌科 (Cronartiaceae)、栅锈菌科 (Melampsoraceae)、鞘锈菌科 (Coleosporiaceae)、膨痂锈菌科 (Pucciniastraceae) 和金锈菌科 (Chrysomyxaceae) 六科。Leppik (1972) 在 Gäumann 的六科系统的基础上又作了修订, 把伞锈菌科 (Raveneliaceae) 从柄锈菌科中分出独立成科。Hiratsuka 和 Cummins (1963) 对以往过分强调冬孢子特征作为分科依据提出了不同见解, 认为一向被忽略的性孢子器在锈菌各类群中的性状非常稳定, 于是强调性孢子器在分类上的重要性。根据性孢子器类型并结合其他性状, Cummins 和 Hiratsuka (1983, 2003) 在前人研究成果的基础上把已知的锈菌划分为 14 个科, 即膨痂锈菌科 (Pucciniastraceae)、鞘锈菌科 (Coleosporiaceae)、柱锈菌科 (Cronartiaceae)、栅锈菌科 (Melampsoraceae)、层锈菌科 (Phakopsoraceae)、小内格尔锈菌科 (Mikronegeriaceae)、查科锈菌科 (Chaconiaceae)、肥柄锈菌科 (Uropyxidaceae)、帽孢锈菌科 (Pileolariaceae)、伞锈菌科 (Raveneliaceae)、多胞锈菌科 (Phragmidaceae)、球锈菌科 (Sphaerophragmiaceae)、柄锈菌科 (Pucciniaceae) 和链孢锈菌科 (Pucciniosiraceae), 科下不设亚科或族。Cummins 和 Hiratsuka 的 14 科系统在锈菌科级分类上有了很大的改进, 特别是将性孢子器作为重要性状引进锈菌分类中得到了大多数锈菌分类学家的支持。然而, 此系统在属的归类上仍存在不少问题, 一些地位未定的属被拒之于上述 14 科以外。我们在本书中大体上采用了这个系统, 但对于产生链状冬孢子和外生担子的金锈菌属 (*Chrysomyxa*), 我们认为将之置于鞘锈菌科 (Coleosporiaceae) 中是不合适的, 因此支持了 Liro (1908)、Leppik (1972) 及 Gäumann (1959, 1964) 的意见, 保留了金锈菌科 (Chrysomyxaceae)。

由于锈菌孢子的多态性、生活史的多变性及寄主的专化性, 给锈菌分类带来了较大的困难。在属级分类上存在不少问题, 各家意见不一, 很难找到合理分属的原则, 同物异名甚多。迄今已发表的锈菌属名有 300 余个。Cummins 和 Hiratsuka (2003) 在 *Illustrated Genera of Rust Fungi* (第 3 版) 中只承认了 121 个属, 另加 12 个式样属。我们在处理我国所有的锈菌属级分类时基本上采用了 Cummins 和 Hiratsuka (2003) 的系统, 但对于个别属的处理保留了自己的意见。例如, 白双胞锈菌属 (*Leucotelium*) 已被 Cummins 和 Hiratsuka (2003) 作为索拉塔锈菌属 (*Sorataea*) 的异名, 在本书中我们采纳 Hiratsuka 等 (1992) 的意见予以承认。我们不赞成 Cummins 和 Hiratsuka (2003) 将鞘柄锈菌属 (*Coleopuccinia*) 作为胶锈菌属 (*Gymnosporangium*) 的异名, 也不赞成 Hiratsuka (1937) 将小鞘柄锈属 (*Coleopucciniella*) 从鞘柄锈菌属 (*Coleopuccinia*) 中分离。我们认为鞘柄锈菌属 (*Coleopuccinia*) 是个“好”属, 按照 Cummins (1959) 的意见予以承认, 但其科级地位尚未确认。轮孢锈菌属 (*Trochodium*) 也是个有争议的属, Doidge (1926)、Cummins 和 Hiratsuka (l.c.) 等将之作为单胞锈菌属 (*Uromyces*) 的异名, 本书中按 Dietel (1928)、Thirumalachar (1942) 和 Durrieu (1980) 的意见予以承认。

锈菌各属的种数极不均衡, 特大属柄锈菌属 (*Puccinia*) 计 4000 种、单胞锈菌属 (*Uromyces*) 约有 700 种、伞锈菌属 (*Ravenelia*) 约 200 种, 其他大属是栅锈菌属 (*Melampsora*) (约 100 种)、鞘锈菌属 (*Coleosporium*) (约 100 种)、多胞锈菌属 (*Phragmidium*) (约 70 种)、胶锈菌属 (*Gymnosporangium*) (约 60 种) 以及膨痂锈菌属 (*Pucciniastrum*)、饰柄锈菌属 (*Prospodium*)、驼孢锈菌属 (*Hemileia*)、柱锈菌属 (*Cronartium*)、拟夏孢锈菌属 (*Uredinopsis*) 等 (各有 30~40 种)。这些大属种数合计约占锈菌总种数的 80%, 其他均为寡种属和单种属。寡种属和单种属多数产于热带。我国迄今已发现的锈菌属有 72 个, 包括 5 个式样属, 总计 1100 余种。

中国锈菌分类及区系调查简史

我国锈菌方面的研究始于 19 世纪末。1881~1893 年, 法国天主教神甫 J.M. Delavay 在我国云南采集