

The Late Paleozoic Spores and Pollen of China

中国晚古生代孢粉化石

—— 下册 ——

欧阳舒 卢礼昌 朱怀诚 刘 锋 编著

中国科学技术大学出版社



中国晚古生代孢粉化石

—— 下册 ——

The Late Paleozoic Spores and Pollen of China

欧阳舒 卢礼昌 朱怀诚 刘 锋 编著

资助项目

中华人民共和国科学技术部基础性工作专项 (2006FY120400, 2013FY113000)

中国科学技术大学出版社

目 录

上 册

前言	(i)
第一章 中国晚古生代化石孢粉的形态分类系统及属种描述(欧阳舒、卢礼昌、朱怀诚、刘锋)	(1)
第一节 中国晚古生代化石孢粉的形态分类系统	(1)
第二节 中国晚古生代化石孢粉属种描述	(10)
光面三缝孢属 <i>Leiotriletes</i> (Naumova) Potonié and Kremp, 1954	(10)
匙唇孢属 <i>Gulisporites</i> Imgrund, 1960	(24)
瓦尔茨孢属 <i>Waltzispota</i> Staplin, 1960	(29)
里白孢属 <i>Gleicheniidites</i> (Ross, 1949) Delcourt and Sprumont, 1955	(31)
网叶蕨孢属 <i>Dictyophyllidites</i> Couper, 1958	(32)
伊拉克孢属 <i>Iraqispora</i> Singh, 1964	(33)
厚唇孢属 <i>Auritulinasporites</i> Nilsson, 1958	(34)
凹边孢属 <i>Concavisporites</i> (Pflug, 1952) Delcourt and Sprumont, 1955	(34)
楔唇孢属 <i>Cuneisporites</i> Ravn, 1979	(35)
金毛狗孢属 <i>Cibotiumspora</i> Chang, 1965	(35)
芦木孢属 <i>Calamospora</i> Schopf, Wilson and Bentall, 1944	(36)
圆形光面孢属 <i>Punctatisporites</i> (Ibrahim, 1933) Potonié and Kremp, 1954	(48)
盾壁孢属 <i>Peltosporites</i> Lu, 1988	(72)
卜缝孢属 <i>Leschikisporites</i> R. Potonié, 1958	(74)
杯叶蕨孢属 <i>Phyllothecotriletes</i> Lubert, 1955 ex R. Potonié, 1958	(74)
三堤孢属(新修订) <i>Trimontisporites</i> (Urban, 1971) Ouyang and Zhu emend. nov.	(75)
弓脊孢属 <i>Retusotriletes</i> (Naumova) Streel, 1964	(76)
三瘤孢属 <i>Trirhiospora</i> Ouyang and Chen, 1987	(92)
三巢孢属 <i>Trinidulus</i> Felix and Paden, 1964	(93)
胀角孢属 <i>Scutulispota</i> Ouyang and Lu, 1979	(95)
枕凸孢属 <i>Pulvinispota</i> Balme and Hassel, 1962	(96)
三角粒面孢属 <i>Granulatisporites</i> (Ibrahim) Potonié and Kremp, 1954	(97)
圆形粒面孢属 <i>Cyclogranisporites</i> Potonié and Kremp, 1954	(104)
坚壁孢属 <i>Hadrohercos</i> Felix and Burbridge, 1967	(114)
三角块瘤孢属 <i>Converrucosisporites</i> (Ibrahim) Potonié and Kremp, 1954	(115)
圆形块瘤孢属 <i>Verrucosisporites</i> (Ibrahim) Potonié and Kremp, 1954	(119)
稀圆瘤孢属 <i>Cycloverruiriletes</i> Schulz, 1964	(136)
中体冠瘤孢属 <i>Grumosisporites</i> Smith and Butterworth, 1967	(137)
夏氏孢属 <i>Schopfites</i> Kosanke, 1950	(139)
瘤面弓脊孢属 <i>Verruciretusispota</i> Owens, 1971	(140)

三角刺面孢属 <i>Acanthotriletes</i> (Naumova) Potonié and Kremp, 1955	(142)
刺棒孢属 <i>Horriditriletes</i> Bharadwaj and Salujha, 1964	(154)
隆茨孢属 <i>Lunzisorites</i> Bharadwaj and Singh, 1964	(154)
三角细刺孢属 <i>Planisporites</i> (Knox) emend. R. Potonié, 1960	(155)
三角刺瘤孢属 <i>Lophotriletes</i> (Naumova) Potonié and Kremp, 1954	(156)
开平孢属 <i>Kaipingispora</i> Ouyang and Lu, 1979	(167)
雪花孢属 <i>Nixispora</i> Ouyang, 1979	(167)
印度孢属 <i>Indospora</i> Bharadwaj, 1962	(168)
稀锥瘤孢属 <i>Pustulatisporites</i> Potonié and Kremp, 1954	(170)
圆形刺面孢属 <i>Apiculatasporites</i> Ibrahim, 1933	(173)
圆形背刺孢属 <i>Anaplanisporites</i> Jansonius, 1962	(176)
视饰孢属 <i>Videospora</i> Higgs and Russell, 1981	(178)
圆形刺瘤孢属 <i>Apiculatisporis</i> Potonié and Kremp, 1956	(178)
背刺瘤孢属 <i>Anapiculatisporites</i> Potonié and Kremp, 1954	(188)
心形孢属 <i>Cadiospora</i> (Kosanke) Venkatachala and Bharadwaj, 1964	(193)
纹饰弓脊孢属 <i>Apiculiretusispora</i> Streel emend. Streel, 1967	(195)
盔顶孢属 <i>Corystisporites</i> Richardson, 1965	(208)
锚刺孢属 <i>Hystricosporites</i> McGregor, 1960	(210)
尼氏大孢属 <i>Nikitinsporites</i> (Chaloner) Lu and Ouyang, 1978	(214)
棒刺孢属 <i>Bullatisporites</i> Allen, 1965	(217)
叠饰孢属 <i>Biornatispora</i> Streel, 1969	(217)
双饰孢属 <i>Dibolisporites</i> Richardson, 1965	(218)
二型棒刺孢属 <i>Umbonatisporites</i> Hibbert and Lacey, 1969	(224)
莓饰孢属 <i>Acinosporites</i> Richardson, 1965	(225)
沟刺孢属 <i>Ibrahimisporites</i> Artüz, 1957	(227)
叉瘤孢属 <i>Raistrickia</i> (Schopf, Wilson and Bentall) Potonié and Kremp, 1954	(228)
新叉瘤孢属 <i>Neoraistrickia</i> R. Potonié, 1956	(244)
棒瘤孢属 <i>Baculatisporites</i> Thomson and Pflug, 1953	(248)
辐脊孢属 <i>Emphanisporites</i> McGregor, 1961	(250)
假网穴面孢属 <i>Pseudoreticulatispora</i> Bharadwaj and Srivastava, 1969	(254)
细网孢属 <i>Microreticulatisporites</i> (Knox) Potonié and Kremp, 1954	(255)
织网孢属 <i>Periplecotriletes</i> Naumova, 1939 ex Oshurkova, 2003	(260)
平网孢属 <i>Dictyotriletes</i> (Naumova) Potonié and Kremp, 1954	(262)
皱面孢属 <i>Rugulatisporites</i> Pflug and Thompson, 1953	(272)
蠕瘤孢属 <i>Convolutispora</i> Hoffmeister, Staplin and Malloy, 1955	(273)
曲饰孢属 <i>Crissisporites</i> Gao emend. Wang, 1996	(286)
背穴孢属 <i>Acritosporites</i> (Obonizkaja) Lu, 1988	(286)
大穴孢属 <i>Brochotriletes</i> (Naumova) ex Ischenko, 1952	(287)
疏穴孢属 <i>Foveosporites</i> Balme, 1957	(288)
真穴孢属 <i>Eupunctisporites</i> Bharadwaj, 1962 emend. Ouyang and Li, 1980	(293)
冠脊孢属 <i>Camptotriletes</i> (Naumova) Potonié and Kremp, 1954	(294)
石盒子孢属 <i>Shihezisporites</i> Liao, 1987	(298)

囊盖孢属 <i>Vestispora</i> (Wilson and Hoffmeister, 1956) emend. Wilson and Venkatachala, 1963	(299)
央脐三缝孢属 <i>Psomospora</i> Playford and Helby, 1968	(302)
粗网孢属 <i>Reticulatisporites</i> (Ibrahim, 1933) Potonié and Kremp, 1954	(302)
陆氏孢属 <i>Knoxisporites</i> Potonié and Kremp, 1954	(315)
球棒孢属 <i>Cordylosporites</i> Playford and Satterthwait, 1985	(320)
周壁三缝孢属 <i>Perotrilites</i> (Erdtmann, 1945, 1947) ex Couper, 1953	(321)
周壁三瘤孢属 <i>Peritrihiospora</i> Ouyang and Chen, 1987	(322)
网面周壁孢属(新修订) <i>Peroretisporites</i> (Lu) Lu emend. nov.	(323)
膜壁孢属 <i>Velamispores</i> Bharadwaj and Venkatachala, 1962	(324)
异皱孢属 <i>Propriospores</i> Neves, 1958	(328)
三肩孢属 <i>Tantillus</i> Felix and Burbridge, 1967	(329)
星状孢属 <i>Stellisporites</i> Alpern, 1958	(330)
耳角孢属 <i>Ahrensispores</i> Potonié and Kremp, 1954	(331)
厚角孢属 <i>Triquitrites</i> (Wilson and Coe) Potonié and Kremp, 1954	(333)
长汀孢属 <i>Changtingispora</i> Huang, 1982	(350)
叉角孢属 <i>Mooreisporites</i> Neves, 1958	(351)
三瓣孢属 <i>Trilobosporites</i> (Pant, 1954) ex R. Potonié, 1956	(352)
三片孢属 <i>Tripartites</i> (Schemel, 1950) Potonié and Kremp, 1954	(352)
环形弓脊孢属 <i>Ambitisporites</i> Hoffmeister, 1959	(357)
无脉蕨孢属 <i>Aneurospora</i> Streele, 1964	(358)
背饰盾环孢属 <i>Streelispora</i> Richardson and Lister, 1969	(362)
杂饰盾环孢属 <i>Synorisporites</i> Richardson and Lister, 1969	(363)
窄环孢属 <i>Stenozonotriletes</i> (Naumova, 1937) emend. Hacquebard, 1957	(364)
沙氏孢属 <i>Savitrisporites</i> Bharadwaj, 1955	(374)
齿环孢属 <i>Bellisporites</i> Artüz, 1957	(375)
鳞木孢属 <i>Lycospora</i> (Schopf, Wilson and Bentall) Potonié and Kremp, 1954	(375)
糙环孢属 <i>Asperispora</i> Staplin and Jansonius, 1964	(385)
皱脊具环孢属 <i>Camptozonotriletes</i> Staplin, 1960	(388)
背网环孢属 <i>Bascaudaspora</i> Owens, 1983	(389)
异孔孢属 <i>Heteroporispora</i> Jiang, Hu and Tang, 1982	(391)
网环孢属 <i>Retizonospora</i> Lu, 1980	(392)
背饰波环孢属 <i>Callisporites</i> Butterworth and Williams, 1958	(393)
套环孢属 <i>Densosporites</i> (Berry) Butterworth, Jansonius, Smith and Staplin, 1964	(393)
链环孢属 <i>Monilospora</i> Hacquebard and Barss, 1957	(408)
墙环孢属 <i>Murospora</i> Somers, 1952	(409)
维斯发孢属 <i>Westphalensisporites</i> Alpern, 1958	(415)
盖环孢属 <i>Canthospora</i> Winslow emend. Lu, 1981	(415)
凹环孢属 <i>Simozonotriletes</i> (Naumova, 1939) Potonié and Kremp, 1954	(416)
波氏孢属 <i>Potoniespores</i> Artüz, 1957	(420)
整环孢属 <i>Cingulatisporites</i> (Thompson and Pflug) emend. R. Potonié, 1956	(421)
瘤环孢属 <i>Lophozonotriletes</i> (Naumova, 1953) emend. R. Potonié, 1958	(421)
瘤面具环孢属 <i>Verrucizonotriletes</i> Lu, 1988	(429)

肋环孢属 <i>Costazonotriletes</i> Lu, 1988	(430)
葛埂孢属 <i>Gorganispora</i> Urban, 1971	(431)
繁瘤孢属 <i>Multinodisporites</i> Khlonova, 1961	(432)
杯环孢属 <i>Patellisporites</i> Ouyang, 1962	(432)
波环孢属 <i>Sinulatisporites</i> Gao, 1984	(434)
泡环孢属 <i>Vesiculatisporites</i> Gao, 1984	(438)
原始凤尾蕨孢属 <i>Propterisispora</i> Ouyang and Li, 1980	(439)
棒环孢属 <i>Clavisporis</i> Bharadwaj and Venkatachala, 1962	(440)
耳瘤孢属 <i>Secarisporites</i> Neves, 1961	(441)
具环锚刺孢属 <i>Ancyrospora</i> Richardson emend. Richardson, 1962	(442)
埃伦娜孢属 <i>Elenisporis</i> Archangelskaya in Byvscheva, Archangelskaya et al., 1985	(452)
壕环孢属 <i>Canalizonospora</i> Li, 1974	(452)
夹环孢属 <i>Exallospora</i> Playford, 1971	(453)
远极环圈孢属 <i>Distalanulisporites</i> Klaus, 1960	(453)
背光孢属 <i>Limatulasporites</i> Helby and Foster, 1979	(454)
多环孢属 <i>Polycingulatisporites</i> Simoncsicus and Kedves, 1961	(455)
盔环孢属 <i>Galeatisporites</i> Potonié and Kremp, 1954	(455)
盾环孢属 <i>Crassispora</i> (Bharadwaj) Sullivan, 1964	(456)
剑环孢属 <i>Balteusispora</i> Ouyang, 1964	(464)
壮环孢属 <i>Brialatisporites</i> Gao, 1984	(465)
丽环孢属 <i>Callitisporites</i> Gao, 1984	(466)
膜环孢属 <i>Hymenozonotriletes</i> (Naumova) Potonié, 1958	(467)
褶膜孢属 <i>Hymenospora</i> Neves, 1961	(475)
梳冠孢属 <i>Cristatisporites</i> (Potonié and Kremp) Butterworth, Jansonius, Smith and Staplin, 1964	(476)
稀饰环孢属 <i>Kraeuselisporites</i> (Leschik) Jansonius, 1962	(484)
墩环孢属 <i>Tumulispora</i> Staplin and Jansonius, 1964	(487)
丘环孢属 <i>Clivosispora</i> Staplin and Jansonius, 1964	(490)
缘环孢属 <i>Craspedispora</i> Allen, 1965	(491)
刺环孢属 <i>Spinozonotriletes</i> (Hacquebard, 1957) Neves and Owens, 1966	(491)
穴环孢属 <i>Vallatisporites</i> Hacquebard, 1957	(494)
垒环孢属 <i>Vallizonosporites</i> Doring, 1965	(500)
辐脊膜环孢属 <i>Radiizonates</i> Staplin and Jansonius, 1964	(500)
陡环孢属 <i>Cingulizonates</i> (Dybova and Jachowicz) Butterworth, Jansonius, Smith and Staplin, 1964	(503)
坑穴膜环孢属 <i>Cirratriradites</i> Wilson and Coe, 1940	(506)
楔膜孢属 <i>Wilsonisporites</i> (Kimyai, 1966) emend. Ouyang, 1986	(509)
翅环孢属 <i>Samarisporites</i> Richardson, 1965	(510)
原冠锥瘤孢属 <i>Procoronaspora</i> (Butterworth and Williams) emend. Smith and Butterworth, 1967	(512)
厚膜环孢属 <i>Pachetisporites</i> Gao, 1984	(514)
楔环孢属 <i>Rotaspora</i> Schemel, 1950	(515)
具饰楔环孢属 <i>Camarozonotriletes</i> Naumova, 1939 ex Staplin, 1960	(518)
辐间棘环孢属 <i>Diatomozonotriletes</i> Naumova, 1939 ex Playford, 1962	(520)
鳍环孢属 <i>Reinschospora</i> Schopf, Wilson and Bentall, 1944	(523)

栎环孢属 <i>Tholiosporites</i> Butterworth and Williams, 1958	(525)
网栎孢属 <i>Chelinospora</i> Allen, 1965	(528)
光面栎环孢属 <i>Leiozonotriletes</i> Hacquebard, 1957	(531)
古栎环孢属 <i>Archaeozonotriletes</i> (Naumova) emend. Allen, 1965	(532)
杯栎孢属 <i>Cymbosporites</i> Allen, 1965	(537)
新栎腔孢属 <i>Neogemina</i> Pashkevich in Dubatolov, 1980	(548)
弓凸孢属 <i>Cyrtospora</i> Winslow, 1962	(549)
角状孢属 <i>Cornispora</i> Staplin and Jansonius, 1961	(549)
菱环孢属 <i>Angulisporites</i> Bharadwaj, 1954	(550)
皱脊孢属 <i>Rugospora</i> Neves and Owens, 1966	(552)
束环三缝孢属(修订) <i>Fastisporites</i> (Gao, 1980)emend. Zhu and Ouyang	(555)
科拉特孢属 <i>Colatisporites</i> Williams in Neves et al., 1973	(556)
卵囊孢属 <i>Auroraspora</i> Hoffmeister, Staplin and Malloy, 1955	(558)
透明孢属 <i>Diaphanospora</i> Balme and Hassell, 1962	(562)
腔壁孢属 <i>Diducites</i> van Veen, 1981	(563)
厚壁具腔孢属 <i>Geminospora</i> Balme emend. Playford, 1983	(564)
棒面具腔孢属 <i>Rhabdosporites</i> Richardson emend. Marshall and Allen, 1982	(569)
蔷薇孢属 <i>Calyptosporites</i> Richardson, 1962	(570)
碟饰孢属 <i>Discernisporites</i> Neves, 1958	(571)
大腔孢属 <i>Grandispora</i> Hoffmeister, Staplin and Malloy, 1955	(574)
网膜孢属 <i>Retispora</i> Staplin, 1960	(588)
隆德布拉孢属 <i>Lundbladispora</i> (Balme, 1963) Playford, 1965	(590)
假鳞木孢属 <i>Pseudolycospora</i> Ouyang and Lu, 1979	(592)
刻纹孢属 <i>Glyptispora</i> Gao, 1984	(593)
异环孢属(新修订) <i>Dissizonotriletes</i> (Lu, 1981) Lu emend. nov.	(593)
腔网孢属 <i>Orbisporis</i> Bharadwaj and Venkatachala, 1962	(594)
斯潘塞孢属 <i>Spencerisporites</i> Chaloner, 1951	(594)
环囊孢属 <i>Endosporites</i> Wilson and Coe, 1940	(595)
腔状混饰孢属 <i>Spelaotriletes</i> Neves and Owens, 1966	(600)
三翼粉属 <i>Alatisporites</i> Ibrahim, 1933	(609)
光面单缝孢属 <i>Laevigatosporites</i> Ibrahim, 1933	(612)
横圆单缝孢属 <i>Latosporites</i> Potonié and Kremp, 1954	(620)
双褶单缝孢属 <i>Diptychosporites</i> Chen, 1978	(622)
粒面单缝孢属 <i>Punctatosporites</i> Ibrahim, 1933	(623)
外点穴单缝孢属 <i>Extrapunctatosporites</i> Krutzsch, 1959	(628)
穴面单缝孢属 <i>Foveomonoletes</i> van der Hammen, 1954 ex Mathur, 1966	(629)
细网单缝孢属 <i>Hazaria</i> Srivastava, 1971	(629)
网面单缝孢属 <i>Reticulatamonoletes</i> Lu, 1988	(629)
大网单缝孢属 <i>Schweitzerisporites</i> Kaiser, 1976	(630)
盾环单缝孢属 <i>Crassimonoletes</i> Singh, Srivastava and Roy, 1964	(631)
湖南单缝孢属 <i>Hunanospora</i> Chen, 1978	(631)
云南孢属 <i>Yunnanospora</i> Ouyang, 1979	(632)

和丰单缝孢属 <i>Hefengitosporites</i> Lu, 1999	(633)
刺面单缝孢属 <i>Tuberculatosporites</i> Imgrund, 1952	(634)
密刺单缝孢属 <i>Spinospores</i> Alpern, 1958	(638)
赘瘤单缝孢属 <i>Thymospora</i> (Wilson and Venkatachala) Alpern and Doubinger, 1973	(639)
瘤面斧形孢属(新修订) <i>Thymotorispora</i> (Jiang, 1982) Ouyang emend. nov.	(642)
凸瘤水龙骨孢属 <i>Polypodiidites</i> Ross, 1949	(643)
斧形孢属 <i>Torispora</i> (Balme, 1952) emend. Alpern and Doubinger, 1973	(645)
大斧形孢属 <i>Macrotorispora</i> (Gao ex Chen, 1978) emend. Ouyang and Lu, 1980	(648)
细纹单缝孢属 <i>Stripites</i> Habib, 1968	(650)
条纹单缝孢属 <i>Striolatospora</i> Ouyang and Lu, 1979	(651)
线纹单缝孢属 <i>Stremmatosporites</i> Gao, 1984	(654)
周壁单缝孢属 <i>Perinomonoletes</i> Krutzsch, 1967	(655)
梯纹单缝孢属 <i>Striatosporites</i> Bharadwaj emend. Playford and Dino, 2000	(655)
肋纹单缝孢属 <i>Taeniaetosporites</i> Ouyang, 1979	(658)
具环粒面单缝孢属 <i>Speciososporites</i> Potonié and Kremp, 1954	(659)
古周囊孢属 <i>Archaeoperisaccus</i> (Naumova) Potonié, 1958	(660)
离层单缝孢属 <i>Aratrisporites</i> (Leschik) Playford and Dettmann, 1965	(664)
套网无缝孢属 <i>Reticulatasporites</i> (Ibrahim, 1933) Potonié and Kremp, 1954	(665)
科达粉属 <i>Cordaitina</i> Samoilovich, 1953	(666)
弗氏粉属 <i>Florinites</i> Schopf, Wilson and Bentall, 1944	(673)
脐粉属 <i>Umbilisaccites</i> Ouyang, 1979	(680)
连脊粉属 <i>Iunctella</i> Kara-Murza, 1952	(680)
十字粉属 <i>Crucisaccites</i> Lele and Maithy, 1964	(682)
井字双囊粉属 <i>Corisaccites</i> Venkatachala and Kar, 1966	(683)
滴囊粉属 <i>Guttulapollenites</i> Goubin, 1965	(684)
波托尼粉属 <i>Potonieisporites</i> Bharadwaj, 1954	(685)
萨氏粉属 <i>Samoilovitchisaccites</i> Dibner, 1971	(690)
许氏孢属 <i>Schulzospora</i> Kosanke, 1950	(690)
内袋腔囊孢属 <i>Endoculeospora</i> Staplin, 1960	(691)
匙叶粉属 <i>Noeggerathiopsidozonotriletes</i> (Luber, 1955) emend. Ouyang and Wang, 2000	(692)
雷氏孢属 <i>Remysporites</i> Butterworth and Williams, 1958	(693)
威氏粉属 <i>Wilsonites</i> (Kosanke, 1950) Kosanke, 1959	(694)
顾氏粉属 <i>Guthoerlisporites</i> Bharadwaj, 1954	(696)
洁囊粉属 <i>Candidispora</i> Venkatachala, 1963	(697)
瓣囊粉属 <i>Bascanisporites</i> Balme and Hennelly, 1956	(697)
侧囊粉属 <i>Parasaccites</i> Bharadwaj and Tiwari, 1964	(698)
维尔基粉属 <i>Virkkipollenites</i> Lele, 1964	(698)
棋盘粉属 <i>Qipanapollis</i> Wang, 1985	(699)
铁杉粉属 <i>Tsugaepollenites</i> Potonié and Venitz, 1934 ex R. Potonié, 1958	(700)
努氏粉属 <i>Nuskosporites</i> (Potonié and Klaus, 1954) emend. Klaus, 1963	(700)
辐脊单囊粉属 <i>Costatascyclus</i> Felix and Burbridge, 1967	(702)
葛蕾孢属 <i>Grebespora</i> Jansonius, 1962	(702)

聚囊粉属 <i>Vesicaspora</i> (Schemel, 1951) Wilson and Venkatachala, 1963	(703)
桑尼粉属 <i>Sahnisporites</i> Bharadwaj, 1954	(708)
残缝粉属 <i>Vestigisporites</i> (Balme and Hennelly, 1955) Tiwari and Singh, 1984	(708)
直缝二囊粉属 <i>Limitisporites</i> Leschik, 1956	(710)
折缝二囊粉属 <i>Jugasporites</i> (Leschik, 1956) Klaus, 1963	(717)
假二肋粉属 <i>Gardenasporites</i> Klaus, 1963	(718)
尼德粉属 <i>Nidipollenites</i> Bharadwaj and Srivastava, 1969	(721)
对囊单缝粉属 <i>Labiisporites</i> (Leschik, 1956) emend. Klaus, 1963	(722)
瓦里卡尔粉属 <i>Walikalesaccites</i> Bose and Kar, 1966	(722)
皱囊粉属 <i>Parcisporites</i> Leschik, 1956	(723)
开通粉属 <i>Vitreisporites</i> Leschik emend. Jansonius, 1962	(724)
克氏粉属 <i>Klausipollenites</i> Jansonius, 1962	(725)
单束松粉属 <i>Abietineaepollenites</i> Potonié, 1951 ex Delcourt and Sprumont, 1955	(727)
葵鳞羊齿粉属 <i>Pteruchipollenites</i> Couper, 1958	(727)
镰褶粉属 <i>Falcisporites</i> (Leschik, 1956) emend. Klaus, 1963	(728)
云杉粉属 <i>Piceaepollenites</i> R. Potonié, 1931	(730)
雪松粉属 <i>Cedripites</i> Wodehouse, 1933	(730)
松型粉属 <i>Pityosporites</i> (Seward, 1914) Manum, 1960	(731)
蝶囊粉属 <i>Platysaccus</i> (Naumova, 1939) Potonié and Klaus, 1954	(734)
具沟双囊粉属 <i>Sulcatisporites</i> (Leschik, 1956) Bharadwaj, 1962	(739)
阿里粉属 <i>Alisporites</i> (Daugherty) Jansonius, 1971	(741)
原始松粉属 <i>Protopinus</i> (Bolchovitina, 1952) ex Bolchovitina, 1956	(745)
休伦粉属 <i>Scheuringipollenites</i> Tiwari, 1973	(747)
逆沟粉属 <i>Anticapipollis</i> Ouyang, 1979	(748)
棒形粉属 <i>Bactrosporites</i> Chen, 1978	(751)
单脊粉属 <i>Chordasporites</i> Klaus, 1960	(753)
罗汉三囊粉属 <i>Podosporites</i> Rao, 1943	(755)
角囊粉属 <i>Triangulisaccus</i> Ouyang and Zhang, 1982	(755)
假贝壳粉属 <i>Pseudocrustaesporites</i> Hou and Wang, 1990	(756)
条纹单囊粉属 <i>Striomonosaccites</i> Bharadwaj, 1962	(757)
多肋勒巴契粉属 <i>Striatolebachites</i> Varjukhina and Zauer in Varjukhina, 1971	(757)
单束多肋粉属 <i>Protohaploxylinus</i> (Samoilovich, 1953) emend. Hart, 1964	(758)
冷杉型多肋粉属 <i>Striatoabietes</i> Sedova, 1956 emend. Hart, 1964	(766)
罗汉松型多肋粉属 <i>Striatopodocarpites</i> Sedova, 1956	(768)
哈姆粉属 <i>Hamiapollenites</i> (Wilson, 1962) emend. Zhan, 2003	(772)
金缕粉属 <i>Auroserisporites</i> Chen, 1978	(774)
伊利粉属 <i>Illinites</i> (Kosanke, 1950) emend. Jansonius and Hills, 1976	(775)
叉肋粉属 <i>Vittatina</i> (Luber, 1940; Samoilovich, 1953) Wilson, 1962	(776)
绕肋粉属 <i>Weylandites</i> Bharadwaj and Srivastava, 1969	(779)
缘囊叉肋粉属 <i>Costapollenites</i> Tschudy and Kosanke, 1966	(781)
二肋粉属 <i>Lueckisporites</i> (Potonié and Klaus, 1954) emend. Jansonius, 1962	(783)
盾脊粉属 <i>Scutasporites</i> Klaus, 1963	(785)

四肋粉属 <i>Lunatisporites</i> (Leschik, 1956) emend. Scheuring, 1970	(786)
贝壳粉属 <i>Crustaesporites</i> Leschik, 1956	(787)
夏氏粉属 <i>Schopfipollenites</i> Potonié and Kremp, 1954	(788)
袋粉属 <i>Marsupipollenites</i> Balme and Hennelly, 1956	(790)
苏铁粉属 <i>Cycadopites</i> (Wodehouse, 1935) Wilson and Wibster, 1946	(791)
唇沟粉属 <i>Cheileidonites</i> Doubinger, 1957	(796)
宽沟粉属 <i>Urmites</i> Djupina, 1974	(796)
横纹单沟粉属 <i>Decussatisporites</i> Leschik, 1956	(797)
麻黄粉属 <i>Ephedripites</i> Bolchovitina, 1953 ex Potonié, 1958 emend. Krutzsch, 1961	(797)
蠕状藻属 <i>Reduviasporonites</i> Wilson, 1962	(798)
环圈藻属 <i>Chomotriletes</i> Naumova, 1939 ex Naumova, 1953	(799)

下 册

第二章 中国泥盆纪孢粉组合序列及泥盆 - 石炭系孢粉界线	(801)
第一节 中国泥盆纪孢粉组合序列(卢礼昌)	(801)
第二节 中国泥盆 - 石炭系孢粉界线(欧阳舒、卢礼昌、朱怀诚)	(819)
第三章 中国石炭纪孢粉组合序列,兼论石炭系的中间界线(朱怀诚、刘锋、欧阳舒)	(832)
第一节 中国石炭纪孢粉组合序列	(832)
第二节 中国石炭系的中间界线	(844)
第四章 中国二叠纪孢粉组合序列,兼论石炭 - 二叠系及二叠 - 三叠系孢粉界线(欧阳舒、刘锋、朱怀诚)	(845)
第一节 中国二叠纪孢粉组合序列	(846)
第二节 中国石炭 - 二叠系孢粉界线	(853)
第三节 中国二叠 - 三叠系孢粉界线	(853)
第五章 关于古生代孢粉植物群几个重要演化事件的讨论(欧阳舒、刘锋)	(860)
第一节 关于陆生维管束植物起源于早志留世的孢粉证据	(860)
第二节 关于我国石炭纪一二叠纪孢粉植物群分区	(862)
第三节 裸子植物花粉优势组合在我国石炭纪一二叠纪出现的时间和空间分布序列及其在植物学、地质学上的意义	(866)
第四节 华夏孢粉植物群的主要特征、组合序列及某些孢粉属的首现层位	(870)
主要参考文献	(874)
索引	(892)
英文摘要	(949)
图版说明及图版	(983)

第二章 中国泥盆纪孢粉组合序列及泥盆-石炭系孢粉界线

第一节 中国泥盆纪孢粉组合序列

一、早泥盆世孢子组合序列

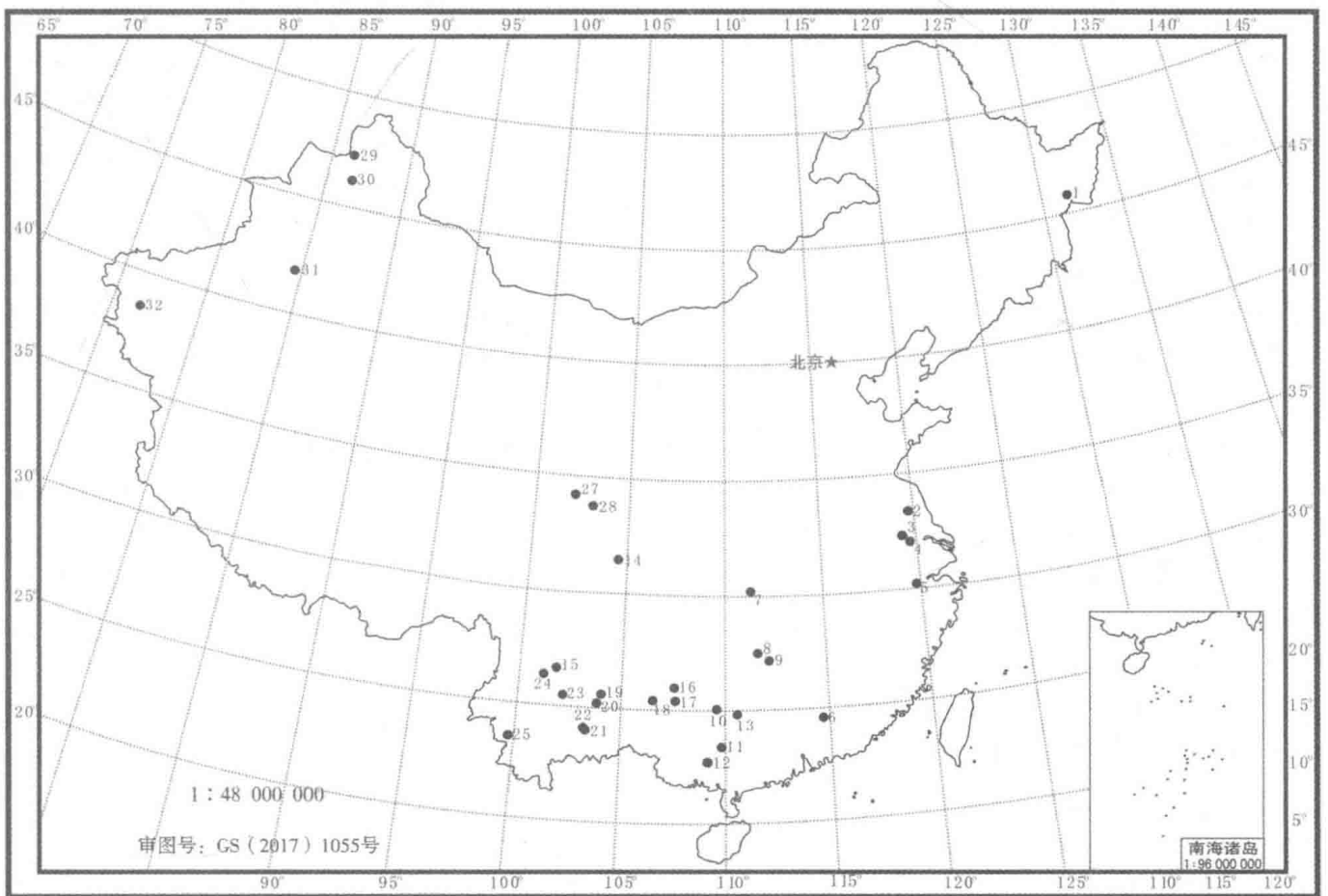


图 2.1 中国泥盆系主要化石孢子产地

Fig. 2.1 Main localities of Devonian palynofloras in China

1. 黑龙江密山 2. 江苏宝应 3. 江苏南京龙潭 4. 江苏句容 5. 浙江富阳 6. 江西全南小慕 7. 湖北长阳 8. 湖南锡矿山 9. 湖南界岭 10. 广西融安 11. 广西象州 12. 广西六景 13. 广西桂林 14. 四川龙门山地区 15. 四川攀枝花(渡口) 16. 贵州都匀 17. 贵州独山 18. 贵州陆化 19. 云南沾益 20. 云南曲靖(西山和翠峰山) 21. 云南婆兮 22. 云南盘溪 23. 云南禄劝 24. 云南华坪 25. 云南耿马四排山 26. 西藏聂拉木 27. 甘肃碌曲 28. 甘肃迭部 29. 新疆和布克赛尔俄姆哈山 30. 新疆沙尔布尔提山 31. 新疆塔里木盆地草1井 32. 新疆塔里木盆地莎车。

(一) 北方地区

甘肃碌曲-迭部地区下泥盆统孢子组合(高联达、叶晓荣,1987;高联达,1993)获自羊路沟与普通沟剖面

羊路沟组上部与下普通沟组下、中部,包括丰富的小孢子与少量的疑源类、几丁虫等。羊路沟组以 *Apiculiretusispora minor*, *Leiotriletes parvus* 与 *Retusotriletes* spp. 的存在为特征。这些种的孢体很小(20—40 μ m),且纹饰简单。此外,还含有海相微体化石:*Leiosphaeridia wenlokia*, *Macroptycha uniplicata*, *Pterospermella* spp. 与 *Hoegisphaera* spp.。顶界以 *Apiculiretusispora spicula*, *Leiotriletes laevis*, *Retusotriletes* cf. *warringtonii*, *R. sp. A*, *R. sp. C* 与 *R. sp. F* 等的出现为标志。下普通沟组下、中部则以 *Streelispora newportensis*, *Ambitisporites dilutus* 的出现为特征,并含有 *Synorisporites* spp., *Tholisporites chulus* var. *chulus*, *T. chulus* var. *nanus*, *Retusotriletes aureoladus*, *R. cf. warringtonii*, *Apiculiretusispora synorea*, *Cymbosporites* cf. *senex*, *Brochotriletes* sp. 与 *Amicosporites* sp. 等。上述两组地层产出的孢子合称为 *Streelispora newportensis* - *Ambitisporites dilutus* (ND)组合。地质时代最初归属晚志留世—早泥盆世。其后,高联达(1993)在研究西准噶尔早泥盆世材料时,认为沙尔布尔提山乌吐布拉克组 MN 组合可与当前 ND 组合对比,时代应归属早泥盆世吉丁期(Gedinnian)。

西准噶尔沙尔布尔提山下泥盆统乌吐布拉克组孢子组合(高联达,1993)由占绝对优势(95%)的三缝孢类与极少数(3%—5%)疑源类等组成,包括自下伏 DS 组合上延的 *Retusotriletes dittonensis*, *R. aureoladus*, *R. warringtonii**, *R. minor*, *Ambitisporites dilutus**, *A. avitus*, *Apiculiretusispora spicula**, *A. synera*, *Tholisporites* (al. *Archaeozonotriletes*) *chulus* var. *chulus**, *T. chulus* var. *nanus**, 新出现的 *Emphanisporites micornatus*, *E. decornatus*, *Streelispora newportensis**, *Cymbosporites echinatus*, *C. dittonensis*, *Coronaspora mariae*, *Ebreosispora glabella*, *Acinosporites salopiensis*, *Synorisporites verrucatus*, *Stenozonotriletes pumilus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Concentricosporites sapittarius* 等三缝孢,以及少量的疑源类与几丁虫。本书称之为 *Emphanisporites micornatus* - *Streelispora newportensis* (MN)组合(上列名单中具*号者为 MN 组合与 ND 组合的共有孢子属种)。

上述情况表明,本 MN 组合与其下伏 DS 组合关系甚为密切,应为连续沉积的产物。当前乌吐布拉克组 MN 组合大致可与甘肃碌曲—迭部地区下泥盆统 ND 组合(高联达、叶晓荣,1987)对比:首先,彼此的组成相同,均为“孢子+疑源类”;其次,弓脊孢类与栉型孢类均较丰富,并具有一定数量的共同种。时代为早泥盆世吉丁期。

高联达、叶晓荣(1987)在甘肃碌曲—迭部地区下泥盆统当多组建立 *Reticulatisporites emsiensis* - *Clivasispora verrucata* (EV)组合,其地层层位相当于当多组下部与中部,组合以 *Reticulatisporites emsiensis* 与 *Clivasispora verrucata* 的存在为特征。主要孢子属种有:*Leiotriletes dissimilis*, *Retusotriletes* spp., *Apiculiretusispora plicata*, *Apiculatisporis microconus*, *Acinosporites lindlarensis* var. *lindlarensis*, *Verrucosporites polygonalis*, *Brochotriletes foveolatus*, *Dibolisporites wetteldofensis*, *Dictyotriletes gorgoneus*, *Grandispora douglastownense*, *Hymenozonotriletes* sp., *Hystricosporites corystus* 与 *Ancyrospora* spp. 等。组合以 *Reticulatisporites emsiensis*, *Acinosporites lindlarensis* var. *lindlarensis*, *Dibolisporites wetteldofensis* 与 *Grandispora douglastownense* 的消失为顶界。结合剖面产出的其他动物化石,当前孢子组合的时代当属早泥盆世埃姆斯期(Emsian)。

(二)南方地区

1. 云南曲靖西山水库组合特征

Streelispora newportensis - *Chelinospora cassicula* (NC)组合(方宗杰等,1994)源于云南曲靖西山水库志留—泥盆系界线剖面的下西山村组。组合由 12 属 21 种三缝孢子(仅有属种名单)组成,它们是:*Retusotriletes dittonensis*, *R. laevis*, *R. minor*, *R. triangulatus*, *Ambitisporites avitus*, *A. dilutus*, *Apiculiretusispora plicata**, *A. spicula*, *Anapiculatisporites petilus*, *Clivosisporites verrucatus* var. *verrucatus*, *Brochotriletes sanpetrensis*, *Emphanisporites neglectus*, *Camptozonotriletes* sp., *Streelispora newportensis**, *Chelinospora cassicula**, *Cymbosporites dittonensis*, *C. proteus**, *C. verrucatus*, *Tholisporites* (al. *Archaeozonotriletes*) *chulus* var. *chulus*, *T. chulus* var. *nanus*, *Synorisporites labutus*。原作者高联达(方宗杰等,1994)称之为 *Streelispora newportensis* - *Chelinospora cassicula* (NC)组合,通过与 Richardson 和 McGregor(1986)的 MN 组合对比发现,两者均以 *Streelispora newportensis* 占主要地位,并具 4 个共同种(带*号者),且彼此时代相当,故 NC 组合的时代也应属吉丁期(方

宗杰等,1994)。并且据原作者的研究,志留-泥盆系界线应位于西山水库剖面的 YDC37 和 YDC43 之间,即该界线位于下西山村组内部。此观点与以往一般将下西山组置于下泥盆统底部不同。

类似的组合有:① *Streelisporea granulata* - *Archaeozonotriletes chulus* (GC) 组合(高联达,1981),该组合产自曲靖翠峰山西屯组,其特征与上述下西山村组的 VN 组合有些近似,主要分子有 *Emphanisporites neglectus*, *E. minutus*, *Returotriletes cf. dittonensis*, *R. communis*, *R. simplex* 与 *Streelisporea granulata* 等 6 种。高联达(1988)将该两个组合分别与 Welsh Borderland 的当顿统(Downtonian)和迪通统(Dittonian)的组合(Richardson and Lister, 1969)以及与利比亚吉丁期的组合(Richardson and Ioannides, 1973)对比并认为这两个组合的时代均属早泥盆世早期。② 四川龙门山地区也有类似的两个组合,即 *Streelisporea newportensis* - *Synorisporites verrucatus* 组合和 *Brochotriletes spp.* - *Synorisporites neoportenensis* 组合,其时代分别相当于吉丁期—西根期(Gedinnian—Siegenian)和上西根期(王士涛等,1988)。

2. 广西六景孢子组合特征

广西六景下泥盆统那高岭阶(由下部那高岭段、中部蚂蝗岭段与上部露义岭段组成)含 3 个孢子组合(高联达,1978),自下而上为:

A. *Leiotriletes* - *Punctatisporites* 组合。组合获自下那高岭段(1—2 层),含三缝小孢子 10 属 20 种,主要特征有:无环光面孢类占优势,为总含量的 78%,它们是 *Leiotriletes* (48%), *Calamospora* (11%), *Punctatisporites* (9%) 与 *Retusotriletes* (10%);其次为具饰孢类(12%),如 *Acanthotriletes*, *Apiculiretusispora*, *Verrucosisporites* 与 *Dictyotriletes* 等;再次为具环三缝孢(10%),如 *Stenozonotriletes*。

B. *Retusotriletes* - *Acanthotriletes* - *Stenozonotriletes* 组合。材料获自上那高岭段(3—4 层),含三缝孢类 19 属 39 种、单缝孢类 1 属 1 种,主要特征是:组合成分相对较丰富,其属种数量为其下伏组合的近 2 倍;光面三缝孢类,除 *Retusotriletes* 含量明显增加(由 10% 增至 28.5%)外,其他 3 属 [*Leiotriletes* (48%), *Calamospora* (11%) 与 *Punctatisporites* (9%)] 由 68% 减少至 48%;具刺一粒、瘤纹与网纹类孢子含量由 12% 增至 42%,它们分别是 *Apiculiretusispora* (7.5%), *Apiculatisporites* (4.5%), *Acanthotriletes* (23%), *Verrucosisporites* (3.0%) 与 *Reticulatisporites* (4.0%);新现属种有 *Tholisporites* (al. *Archaeozonotriletes*) *chulus* var. *nanus*, *Hymenozonotriletes antiquus* 与 *H. deltoides* 以及单缝孢 *Laevigatosporites contiguus*。

由此可见,上述两组合关系颇密切,其成分的变化是随时间推移的必然结果。那高岭段(组)时代可能为吉丁期—西根期。

C. 第三组合与上述两个组合相比因所属沉积环境不同而异:其组合成分以疑源类占绝对优势,含量高达 91%;孢子化石仅见 *Leiotriletes* sp., *Retusotriletes communis*, *R. rotundus*, *R. triangulatus*, 以及 *Crissisporites guangxiensis* 与 *Stenozonotriletes* sp. 等,含量不超过 9%。

3. 四川龙门山地区孢子组合特征

四川龙门山地区下泥盆统产有 2 个孢子组合,即 *Streelisporea newportensis* - *Synorisporites verrucatus* (NV) 组合与 *Brochotriletes spp.* - *Synorisporites downtonensis* (SD) 组合。前者产自桂溪组、木耳厂组与观音庙组,后者产自关山坡组与白柳平组,时代分别属于吉丁期—西根期(Gedinnian—Siegenian)与上西根期。

A. *Streelisporea newportensis* - *Synorisporites verrucatus* (NV) 组合。孢子以无环三缝孢类为主,结构简单,表面光滑,纹饰细刺一粒状,如 *Leiotriletes*, *Punctatisporites*, *Retusotriletes* 与 *Apiculiretusispora*, 占组合的百分含量为 50%—70%,其中又以以后两属的分子含量最高,约为 50%;此外,孢体较小,常在 25—45 μm 之间,平均约 32 μm 。类似或可比较的孢子组合见于广西六景地区下泥盆统下那高岭段(高联达,1978)。后者的主要成分也是无环光面三缝孢类(78%),并也含有一定数量(12%)的具饰三缝孢类等。

B. *Brochotriletes spp.* - *Synorisporites downtonensis* (SD) 组合。由丰富的孢子与众多的几丁虫、疑源类与虫颚等组成;三缝孢类,除 *Retusotriletes* 与 *Apiculiretusispora* 等继续存在外,还出现了若干瘤面、穴面、双型纹饰的以及具栎、具环类等的属的分子,如 *Verruciretusispora*, *Brochotriletes*, *Dictyotriletes*, *Dibolisporites*, 以及 *Cymbosporites* 与 *Hymenozonotriletes* 等;此外,孢子大小也增至 30—55 μm ,平均约 45 μm 。

类似组合见于广西六景地区下泥盆统上那高岭段(3—4层;高联达,1978),该组合也是以无环光面三缝孢类占优势(78%)。

4. 云南曲靖翠峰山一带早泥盆世徐家冲组孢子组合特征(卢礼昌、欧阳舒,1976)

该组合标本取自曲靖徐家冲下泥盆统剖面徐家冲组;含小孢子13属32种,并以弓脊孢类与具环孢类为主,主要属种有 *Retusotriletes communis*, *R. confossus*, *R. intergranulatus*, *R. pychovii*, *R. reculitus*, *R. simplex*, *R. triangulatus* (含 *R. triangulatus* var. *major* 与 *R. triangulatus* var. *microtriangulatus*), *R. distinctus*, *Apiculiretusispora conica*, *A. golatensis*, *A. minuta*, *A. plicata*, *Verruciretusispora megaplatyverruca*, *V. platyverruca*, 以及具环孢 *Stenozonotriletes extensus* var. *major* 与 *S. extensus* var. *medius*, 它们占组合的百分含量为 66.7%;其次是栎型孢类,如 *Cymbosporites dittonensis* 与 *Tholiosporites chulus* var. *chulus* 等。依据以上孢粉组合面貌,建立 *Retusotriletes triangulatus* - *Apiculiretusispora minuta* (TM)组合。本组合中的19个已知种在世界各地的地质分布表明,其中有16个种的时代为早泥盆世晚期与中泥盆世早期。从孢子的大小幅度分析,该组合中的主要分子大小为40—110 μm ,该大小幅度大致可与苏格兰(Midland Valley)的下老红砂岩上部地层(相当于早泥盆世晚期)孢子的大小幅度(Richardson, 1967)比较。更为重要的是,在本组合地层中产出以 *Drepanophycus spinaeformis* 与 *Zosterophyllum yunnanicus* 为代表的植物群化石,进一步佐证了本组合的时代属于早泥盆世(徐仁,1966;李星学等,1977)。

与本组合关系最为密切的莫过于云南沾益龙华山泥盆系剖面的下部孢子组合(卢礼昌,1980)。该组合的主要成分与本组合的十分近似,也是以 *Retusotriletes*, *Apiculiretusispora*, *Verruciretusispora* 与 *Tholiosporites* 等4属的分子占优势,百分含量为78.7%—86.3%。地质时代也应相近,均属早泥盆世埃姆斯期(Emsian)。类似组合还有云南曲靖龙华山组(=徐家冲组)孢子组合(Gao L. D., 1981),该组合也是以 *Retusotriletes* 与 *Apiculiretusispora* 的分子占优势,百分含量为40%—60%。组合的特征种有 *Retusotriletes triangulatus**, *R. rotundus*, *Apiculiretusispora plicata**, *Cymbosporites dittonensis**, *Stenozonotriletes extensus* var. *medius**, *S. extensus* var. *major**, *Verrucosporites* sp., ?*Dictyotriletes* cf. *emsiensis* 与 *Camarozonotriletes* cf. *parvus*。上列属种名单表明,两组合的总体面貌基本相同,均以 *Retusotriletes* 与 *Apiculiretusispora* 占优势,且有5个共同种(带*号者)。时代的归属也颇接近,可能为晚西根期—早埃姆斯期。

5. 贵州独山和都匀地区孢子组合特征

高联达和侯静鹏(1975)在贵州独山和都匀地区下泥盆统丹林组中发现了2个孢子组合,即丹林组下段(2—12层)组合与丹林组上段(13—17层)组合。时代可能属于西根期—埃姆斯期。

A. 丹林组下段孢子组合以裸蕨类植物与古蕨类植物孢子的存在为特征。其中三缝孢类的含量为94.8%,单缝孢类为5.2%,主要属种有 *Retusotriletes triangulatus*, *Apiculiretusispora microperforatus*, *Granulatisporites kweichowensis*, *Verrucosporites pseudoreticulatus*, *V. krypsis* 与 *Dibolisporites wetteldofensis* 等,它们的百分含量约为80%;其次是 *Reticulatisporites*, *Dictyotriletes* 与 *Brochotriletes* 等网面孢属,平均百分含量约为5.6%;再次是 *Emphanisporites*(约2%),如 *E. annulatus*, *E. neglectus* 与 *E. sp.* 等。在此暂称为 *Retusotriletes triangulatus* - *Emphanisporites annulatus* (TA)组合。

B. 丹林组上段孢子组合的主要成分是 *Calamospora divisa*, *Punctatisporites pyramidalis*, *Retusotriletes diligens*, *R. triangulatus*, *Convolutispora sinuosa*, *Acinosporites* cf. *acanthomammillatus* 与 *Ancyrorpora breviradius* 等,它们的百分含量约为82%;其次是新出现的 *Grandispora* 与 *Hymenozonotriletes*,约占3.7%。与下段组合的共同分子有:*Apiculiretusispora homogranulatus*, *Brochotriletes foveolatus*, *Dictyotriletes grandis*, 以及单缝孢 *Laevigatosporites minutus* 等。在此暂称为 *Calamospora divisa* - *Grandispora* spp. (DG)组合。

二、中泥盆世早期孢子组合序列

(一) 北方地区

Rhabdosporites langii - *Grandispora velata* (LV)组合(高联达、叶晓荣,1987)产自甘肃碌曲-迭部地区中泥盆世地层,层位相当于工作区的当多组上部与鲁热组下部。组合主要由 *Retusotriletes rotundus*, *R. dubius*, *Apiculiretusispora densiconata*, *A. mierperforata*, *Dibolisporites echinaceus*, *Acinosporites acanthomammillatus*, *Dictyotriletes minor*, *Camarozonotriletes laevigatus*, *C. sextantii*, *Perotriletes ergatus*, *Ancyrospora involucria*, *Archaeoperisaccus* spp. 与 *Rhabdosporites micropaxillus* 等组成,并以 *Rhabdosporites langii* 与 *Grandispora velata* 的首次出现为基本特征。LV组合与其下伏EV组合不同的是,含有众多的中泥盆世分子(如 *Archaeoperisaccus* 属),且在某些样品中的百分含量可达10%—15%,这表明当时植物的演进处于一个较新的阶段。高联达、叶晓荣(1987)认为LV组合可与 *Rhabdosporites langii* - *Acinosporites acanthomammillatus* 组合(Richardson, 1974; McGregor and Camfield, 1976)粗略地对比,也可与 Tschibrikova 和 Naumova (1974)报道的 *Retusotriletes* - *Hymenozonotriletes* 组合(Ⅲ)对比,时代属中泥盆世早期(艾菲尔期)。

Densosporites devonicus 组合(高联达、叶晓荣,1987)产地与上述LV组合为同一地区,其层位相当于鲁热组上部与下吾那组。组合成分中除少量疑源类等海相化石外其余大部分是小孢子,主要属种有 *Leiotriletes trivialis*, *Punctatisporites solidus*, *Retusotriletes pichovii*, *Apiculiretusispora* spp., *Verrucosiporites* spp., *Stenozonotriletes minus*, *Densosporites concinnus*, *Archaeozonotriletes primarius*, *Cymbosporites pusillus* var. *atavus*, *Geminospora compacta*, *Aneurospora goensis*, *Hystricosporites grandis* 与 *Ancyrospora furcutla* 等;占优者为 *Densosporites devonicus*。原作者认为上列诸种主要为西欧、俄罗斯与北美吉维特期(Givetian)的代表分子,故将当前组合与 *Densosporites devonicus* 组合带及 *Samarisporites triangulatus* 组合带(下部)(Richardson, 1974)对比,也可与 McGregor 和 Camfield (1976)报道的 *Densosporites devonicus* - *Samarisporites orcadensis* 组合带对比,其地质时代为中泥盆世艾菲尔期晚期与吉维特期。

(二) 南方地区

1. 贵州独山地区中泥盆统龙洞水组(D₂¹, 24—28层)孢子组合(高联达、侯静鹏,1975)

孢子组合特征是:下伏丹林组与舒家坪组的一些重要分子在本组合中消失或急剧减少;常见于中泥盆统的分子则大量出现,显示当时植物群处于一个新的发育阶段。具体表现是:① *Retusotriletes* cf. *distinctus* 与 *R. rugulatus* 大量增加,平均含量为7%左右,偶尔高达13%; *Stenozonotriletes labratus* 与 *Archaeozonotriletes basilaris* 的平均含量为6.2%,个别达18.5%, *Hymenozonotriletes* 少量出现;② *Hystricosporites corystus* 首次出现;③ *Emphanisporites* 明显减少,由2.1%减少至0.2%。高联达、侯静鹏(1975)认为,龙洞水组为中泥盆世早期沉积,其孢子组合可与国外同期组合比较,时代属中泥盆世早期(艾菲尔期)。在此暂称为 *Retusotriletes* cf. *distinctus* - *Hystricosporites corystus* (DC)组合。

2. 云南曲靖地区中泥盆统穿洞组(D₂¹)孢子组合特征(徐仁、高联达,1991)

Calyptosporites velatus - *Rhabdosporites langii* (VL)孢子组合成分包括两部分,即由早泥盆世继续上延的 *Apiculiretusispora plicata*, *Acinosporites macrospinosus*, *Dibolisporites echinaceus*, *D. bullatus*, *Verruciretusispora dubia*, *Brochotriletes foveolatus*, *Dictyotriletes subgranifer*, *Grandispora douglastownense*, *Emphanisporites annulatus* 和新出现的 *Calyptosporites velatus*, *Retusotriletes rugulatus*, *Corystisporites multispinosus* var. *multispinosus*, *Camarozonotriletes pusillus*, *Acinosporites acanthomammillatus*, *Verrucosiporites paremeceus*, *Geminospora micropaxilla* 等(除少数疑源类)组成。原作者认为,当前组合可与贵州独山都匀地区龙洞水组的组合对比,时代也为中泥盆世艾菲尔期。

三、中泥盆世晚期孢子组合序列

(一) 北方地区

1. 新疆准噶尔盆地呼吉尔斯特组孢子组合特征(卢礼昌,1997b)

组合标本来自和布克赛尔俄姆哈山北坡呼吉尔斯特组上部(产 *Lepidodendropsis*),产小孢子 36 属 83 种,其中以 *Cymbosporites* 与 *Emphanisporites* 两属为主,百分含量分别为 36.3% 与 8.7%,常见属种有 *Cymbosporites arcuatus*, *C. caythus*, *C. conatus*, *C. formosus*, *C. magnificus* var. *magnificus*, *C. microverrucosus*, *C. pallida*, *C. coniformis*, *C. obtusangulus*, *Emphanisporites annulatus*, *E. hoboksarensis*, *E. patagiatus* 与 *E. rotatus*,共 13 种,其百分含量合计为 45%。当前孢子组合被命名为 *Cymbosporites* 组合。

除上述主要成分外,还有部分次要分子: *Retusotriletes concinnus*, *R. scabratus*, *R. triangulatus*, *R. cf. famennensis*, *Acanthotriletes crematus*, *A. dentatus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Verruciretusispora grandis*, *V. platyveruca*, *V. domanica*, *V. cymbiformis*, *Verrucosporites mesogrumosus*, *V. nitidus*, *V. polygonalis*, *V. tumulemtis*, *Converrucosporites humilis*, *Lophotriletes devonicus*, *L. salebrosus*, *L. trivialis*, *Lophozonotriletes concessus*, *L. curvatus*, *L. grandis*, *L. media*, *L. polymorphus*, *Archaeozonotriletes dissectus*, *A. meandricus*, *A. timanicus*, *A. variabilis*, *Tholisporites decorus*, *Asperispora decumana*, *A. naumovae*, *A. sp.*, *Campozonotriletes* spp., cf. *Cirratridites avius*, *Crassispora imperfectus* 与 *Cristatisporites firmus* 等,各属的百分含量一般为 1.8%—3.7%,罕见超过 4%。

Cymbosporites 是泥盆纪尤其是中泥盆世晚期与晚泥盆世早期最常见且分布甚广的形态属之一,在北美、欧洲是如此,在中国也是如此,并在中泥盆世晚期最为丰富(卢礼昌,1980b,1988; Bharadwaj et al., 1971)。同时,它的某些种如 *C. magnificus* var. *magnificus* 在欧美地区还是早、中吉维特期 *Geminispora lemurata* - *Cymbosporites magnificus* 组合带的特征种之一,并可上延至弗拉期(Richardson and McGregor, 1986; McGregor and Playford, 1992);在中国,该分子也主要见于吉维特期与弗拉期;在南半球澳大利亚也始见于吉维特期,并且是弗拉期 *Archaeozonotriletes ovalis* - *Verrucosporites bulliferus* 组合带的特征种之一(McGregor and Playford, 1992)。该特征种在呼吉尔特组 *Cymbosporites* 组合中的存在,并结合相关的植物与腕足类化石(蔡重阳等,1984;许汉奎等,1990),表明当前组合的时代应归属中泥盆世晚期吉维特期。

2. 黑龙江密山中泥盆统黑台组上部(D₂)孢子组合特征(欧阳舒,1984)

取自黑台组上部的岩石标本,经切片和浸解两种方法所获组合中,除疑源类 3 属 5 种、几丁虫 2 种、木材碎片(管胞)及藻类丝状体之外,孢子共 22 属 34 种(型),最引人注目的是以棘刺类型的 *Dibolisporites*, *Apiculiretusispora*, *Grandispora* 与 *Biornatispora* 等 4 属为主要特征,其含量将近 50%。此特征与美国纽约州吉维特期中晚期潘特山(Pantter Mountain)组(产植物化石 *Leclercqia complexa*)的孢子组合以及时代大致相当,同时与比利时 Goé 层孢子组合也颇为相似。此外, *Archaeoperisaccus* [该属在我国中泥盆世晚期是常见的重要分子之一(卢礼昌,1980b)]的可能存在,也表明黑台组上部的地质时代归入吉维特期较适合。而产丰富化石(珊瑚、腕足类、苔藓虫、海蕾)的黑台组下部的地质时代则可能为中泥盆世早期。

3. 甘肃碌曲-迭部地区中一晚泥盆世蒲莱组 *Convolutispora crerata* 组合(高联达、叶晓荣,1987)

研究标本产自甘肃碌曲-迭部地区中一晚泥盆世蒲莱组,组合以 *Convolutispora crerata* 的出现为特征,主要成分有 *Archaeozonotriletes triquetrus*, *A. antiquus*, *Geminispora micromanifestus* var. *minor*, *G. famenensis*, *Aneurospora goensis*, *Tholisporites ancyclus*, *Convolutispora scurrus*, *C. crassata*, *Dictyotriletes subgranifer*, *D. devonicus*, *Hymenozonotriletes varius* var. *minor*, *Grandispora multispinosa* 与 *Ancyrospora furcula* 等。

高联达、叶晓荣(1987)认为,本组合可粗略地与 Richardson (1974)报道的 *Samarisporites triangulatus* - *Contagisporites optivus* 组合带对比,时代为晚吉维特期—早弗拉期。

(二) 南方地区

1. 云南沾益史家坡海口组孢子组合(卢礼昌,1988)

该组合产自沾益玉光村史家坡中泥盆统海口组(D₂)。沉积物由以陆相为主的海陆交替相组成。史家坡海口组,不仅产有属种最多、标本最好的孢子,而且还有世界性中泥盆世标志的动物(腕足类) *Stringocephalus burtini*、植物 *Protolpidodendron scharyanum* 等大化石与本微体植物群同层或互层产出。当前组合由大小孢子 57 属 173 种与少量疑源类组成。占优势者主要有①光面弓脊孢: *Retusotriletes avonensis*, *R. communis*, *R. confossus*, *R. densus*, *R. distinctus*, *R. dubiasus*, *R. impressus*, *R. levidensus*, *R. linealis*, *R. rugulatus*, *R. simplex*, *R. spissus*, *R. triangulatus* (13 种); ②具柄类型孢: *Archaeozonotriletes auritus*, *A. dessectus*, *A. distinctus*, *A. incompletus*, *A. orbiculatus*, *A. splendidus*, *A. variabilis* (7 种), *Chelinospora irregularata*, *C. larga*, *C. ligulata*, *C. multireticulata*, *C. ochyrota*, *C. rarireticulata*, *C. regularis*, *C. robusta* (8 种), *Cymbosporites arcuatus*, *C. conatus*, *C. cyathus*, *C. dentatus*, *C. magnifica* var. *endoformis*, *C. magnifica* var. *magnificus*, *C. microverrucosus*, *C. rhytideus* (8 种), *Tholisporites densus*, *T. distalis*, *T. interopunctatus*, *T. sp.* (4 种); ③具锚刺类型孢: *Hystricosporites germinis*, *H. microancyreus*, *H. cf. gravis*, *H. sp. 1—4* (7 种), *Ancyrospora acuminata*, *A. arguta*, *A. bacillaris*, *A. conjunctiva*, *A. dissecta*, *A. distincta*, *A. incisa*, *A. irregularis*, *A. (?) majuscula*, *A. malvillensis*, *A. penicillata*, *A. pulchra*, *A. simplex*, *A. stellizonalis*, *A. striata*, *A. subcircularis*, *A. cf. subcircularis*, *A. tenuicaulis* (18 种)与 *Nikitinsporites brevicornis*, *N. rhabdocladeus* (2 种)等 9 属 71 种,占组合的百分含量为 75%。其次为 *Lophozonotriletes baculiformis*, *L. crissifer*, *L. irregularis*, *L. mamillatus*, *L. polymorphus*, *L. timanicus*, *L. verrucosus* (7 种)与 *Crassispora imperecta*, *C. cf. imperfecta*, *C. kosankei*, *C. remota* (4 种)等 11 种,约占 5.5%。再次是 *Reticulatamonoletes angustus*, *R. robustus* 与 *Archaeoperisaccus indistinctus* 及 *A. scabratus* 等重要分子。由此可见,占优势的主要为弓脊类型的 *Retusotriletes*, 具柄类型的 *Archaeozonotriletes*, *Chelinospora*, *Cymbosporites*, *Tholisporites*, 以及具锚刺类型的 *Hystricosporites*, *Ancyrospora* 与 *Nikitinsporites*。故在此称为 *Retusotriletes - Cymbosporites - Ancyrospora* 孢子组合。由于在本组合中发现的 55 个种中,见于中泥盆统上部的种多达 42 种,占所列种数的 26.4%,因此当前组合的时代应归属中泥盆世晚期,即吉维特期。组合中的某些分子如 *Archaeoperisaccus scabratus*, *A. indistinctus*, 与代表中泥盆世晚期沉积的腕足类 *Stringocephalus burtini* 和 *Stringocephalus spp.* 同层(17 层)或多次互层产出。这不仅有力地支持了孢粉学观点的组合时代,而且还再次证明, *Archaeoperisaccus* 在中国,至少在华南,不像在北美(美国、加拿大)和欧洲(前苏联部分)那样,只限于晚泥盆世弗拉期。

类似组合见于云南婆兮中泥盆世小孢子组合(Bharadwaj et al., 1971)。最为相似或亲近的组合为云南沾益龙华山中泥盆统上部(15—17 层)组合(卢礼昌,1980b)。两组合的共同成分达 42 种之多,约占史家坡海口组组合已知种的 50%。此外,还有下列共同属: *Leiotriletes*, *Calamospora*, *Punctatisporites*, *Camarozonotriletes*, *Dictyotriletes* 与 *Archaeoperisaccus* 等。最主要的差异是,当前组合成分较龙华山上部组合丰富许多,达 170 种,为后一组合的 2 倍多。其主要原因是,史家坡剖面地层厚度(105.88m)较龙华山剖面上部地层厚度(55.5m)大许多,野外观察、对比与测量结果表明,史家坡剖面的部分地层是龙华山剖面地层的补充或沉积的延续。

2. 云南婆兮中泥盆统上部孢子组合(Bharadwaj et al., 1971)

研究材料取自大植物化石标本的围岩。除几丁虫等海相微体化石外,组合由小孢子 13 属 28 种组成。组合中 *Cymbosporites* 的含量最高,达 48.8% (据棒状图、按比例测量),其他主要成分有 *Ancyrospora*, *Radiatispinospora*, *Poshisporites* 与 *Cincturasporites*, 可称为 *Cymbosporites - Poshisporites* 组合。

Bharadwaj 等(1971)通过组合间比较,得出的结论是婆兮组合的时代应为中泥盆世,即艾菲尔期—吉维特期。