

第五届国际磷块岩讨论会论文集

1

84年11月12日



地质出版社

国际地质对比计划第156号项目——磷块岩

第五届国际磷块岩讨论会论文集

1

国际地质对比计划中国委员会 主编

地 质 出 版 社

内 容 简 介

本书是1982年11月在我国昆明召开的第五届国际磷块岩讨论会的论文集。共收入论文或摘要60篇，分1、2两册出版。1册为总类、区域磷块岩地质、地层、古生物、矿物学、岩石学、地球化学等，2册为沉积岩相、古地理、矿床成因、形成机制等。

This book is a collection of theses or abstracts presented to the 5th International Field Workshop and Seminar on Phosphorite held by The China National Committee for IGCP on Nov. 17—24, 1982 in Kunming, China. Some 60 topics are collected herein and to be published separately in two volumes. The first volume includes the papers involving general discussion, regional geology, stratigraphy, palaeontology, mineralogy, petrology, and geochemistry. The second volume includes those involving lithofacies, sedimentology, palaeogeography, ore genesis and formation mechanism (The classification is, of course, more or less arbitrary).

国际地质对比计划第156号项目——磷块岩 第五届国际磷块岩讨论会论文集

1

国际地质对比计划中国委员会 主编

地质矿产部书刊编辑室编辑

责任编辑：刘乃隆

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：787×1092¹/₁₆印张：25 插页：2 字数：584,000

1984年4月北京第一版·1984年4月北京第一次印刷

印数：1—1,750册 定价：4.50元

统一书号：15038·新964

前 言

根据国际地质对比计划第156号项目组织的要求，中国国际地质对比计划全国委员会在国内有关部门的赞助和支持下，于一九八二年十一月十七日到二十四日在中国云南省昆明召开了第五届国际磷块岩讨论会，并在云南不同地点组织了野外地质旅行。来自十五个国家的八十余名中、外地质学者和磷矿地质学家在会议上和地质旅行过程中，广泛深入地交流了学术观点、工作成果和资料，对云南的昆阳、海口、先锋磷矿及王家湾、筇竹寺等晚震旦到早下寒武统与含磷岩系有关的地层剖面进行了详细的观察和研究。在这些科学活动中，气氛活跃，大家相互学习，共同探讨，也体现了科学工作者的严谨态度和工作作风。有些中、外地质学者虽未参加这次会议和地质旅行，但仍撰写了论文或论文摘要，为会议提供了书面交流的宝贵资料。

为了进一步交流会议的成果，促进国内外磷矿地质科学技术的发展，现将这次科学活动中交流的六十余篇论文和论文摘要汇编成专辑，以供有关方面和科技工作者参考。

本汇编所收集的大多是有关国家在磷矿地质研究方面的较新研究成果，基本反映了近年来世界上对磷矿形成的一些新观点和新的研究动向。有些文章提供了丰富的研究资料 and 多种研究方法，同时也反映了晚元古代—寒武纪丰富的磷矿资源及各时代磷块岩显著的成因特征，复杂的物质成分及结构构造类型。它们的出版，对推进世界范围的磷矿地质工作，提高其科技水平和指导新矿床的发现，定将起到积极的作用。

最后，在此论文编辑付印的时候，我谨代表中国国际地质对比计划全国委员会，向参加会议和野外旅行的中、外代表，没有参加会议而提供书面交流论文和论文摘要的地质工作者，中华人民共和国地质矿产部、化学工业部、云南省人民政府（包括云南省地质局、云南省化工局以及我们参观的各磷矿）、中国科学院，国际地质对比计划156项目领导人彼·库克教授和谢戈尔德博士，以及对会议作出这样那样积极贡献的同志们、朋友们表示感谢！因为没有他们的支持和合作，这次会议是很难取得圆满成功的。

国际地质对比计划中国委员会主任

程裕洪

一九八三年一月

FOREWORD

In accordance with the requirement of the International Geological Correlation Programme Project 156-Phosphorite, China National Committee for IGCP, under assistance and support of the domestic departments concerned, held the Fifth International Field Workshop and Seminar on Phosphorite in Kunming, Yunnan, China as well as organized geological field trips to different localities in Yunnan from November 17 to 24 of 1982. During the period of the Seminar and the geological field trips, more than 80 Chinese and foreign geological experts and phosphorite geologists exchanged academic viewpoints, working results and scientific data widely and extensively, and undertook detailed observations and researches on Kunyang, Haikou, and Xianfeng phosphorite deposits as well as on the stratigraphic sections of the Late Sinian to Early Cambrian relating to the phosphorite-bearing rock series in Wangjiawan and Qiongzhusi. In the course of these scientific activities, there existed full of active atmosphere of learning from each other and discussing jointly, all these indicating the strict attitude and hard working style of the scientists. Although some of Chinese and foreign geological experts did not attend this Seminar and the geological field trips, they still wrote theses or their abstracts providing the Seminar with precious data for exchange.

In order to further exchange the results of this Seminar so as to promote the development of the scientific technique of internal and external phosphorite geology, we have thus decided to compile these some sixty scientific theses and abstracts exchanged during this scientific activity into this special symposium for reference of the geological scientists.

Most of the scientific theses selected here reflected the relatively new research results of the countries concerned in the field of phosphorite geological study, and some basic new viewpoints and academic tendency on the formation of the phosphate deposits in the world. Some of the theses have supplied rich scientific data and varieties of research methods. Also given are the data concerning the abundant Late Proterozoic to Early Cambrian phosphorite resources of China and their remarkable genetic characteristics and the various compositional, textural and structural types of phosphorites in China. The publication of this symposium will certainly play an active

role in the field of improving world-wide geological work on the phosphate deposits, advancing its scientific and technical levels, and leading to discover new phosphate deposits.

At the time of publication of this symposium, on behalf of China National Committee for IGCP, we are very much obliged to the Chinese and foreign representatives attending the Seminar and the field trips, to the geologists who haven't been able to attend the Seminar, yet still submitted theses and abstracts for exchange, and also to the Ministry of Geology and Mineral Resources and Ministry of Chemical Industry of The Peoples Republic of China, Provincial Government of Yunnan (including the Geological Bureau of Yunnan, Chemical Industry Bureau of Yunnan, different phosphorite mines visited, etc.), and Academia Sinica, to Prof. P. J. Cook and Dr. J. H. Shergold, project leaders of the Phosphorite Project IGCP, and to all the comrades, friends who have contributed in one way or other to the Seminar. This Seminar cannot obtain the fruitful success without their active support and cooperation.

Cheng Yuqi,

Chairman, China National Committee for IGCP

Jan. 1983

目 录

前 言

总类和区域磷块岩地质

中国元古代—寒武纪磷矿的分布.....张士才 东野脉兴	1 (17)
中国西南部云南省磷矿和其它矿床的构造概况.....[美]范宝峰	22 (21)
西伯利亚晚前寒武纪和寒武纪磷块岩.....[苏] A. L. 杨申	24 (23)
冈瓦纳大陆前寒武纪和显生宙含磷盆地的分布规律.....	
.....[苏] V. I. 波克里什金	27 (25)
加拿大的磷酸盐工业和前寒武纪磷矿.....[加] R. L. 克里斯蒂	32 (29)
印度西部成磷省的一些情况.....[印] B. 达亚尔	48 (35)
尼泊尔远西部拜塔迪磷块岩的初步评价.....[尼] R. P. 巴什亚尔	61 (55)
西班牙晚前寒武纪—早寒武纪沉积磷矿床的发现	
.....[西班牙] E. 波科尼格 F. 涅兰多 F. 瓦兹奎兹 F. 列伊瓦	67 (65)

地层和古生物

中国寒武纪磷矿——从生物地层学论其成因和地质地理分布	
.....卢衍豪	69 (84)
中国上扬子区晚前寒武纪至寒武纪含磷地层	
.....贵州省地质局区域地质调查大队	91 (99)
中国南方晚前寒武纪晚期至早寒武世早期磷块岩地层.....廖士范	103 (121)
赞比亚元古界含磷地层 (摘要)[赞] S. 普努科卢	128 (127)
中国南方震旦纪的磷质叠层石.....周茂基 盛章琪 朱士兴	129 (136)
中国开阳磷矿中的磷质叠层石.....朱士兴 王砚耕	143 (153)
中国开阳磷矿的形成与古代微生物的关系.....朱士兴 王砚耕 张麟	165 (181)
寒武纪最早期磷块岩沉积中的生物作用.....蒋志文	195 (203)
澳大利亚北部乔治纳盆地寒武纪含磷和磷化动物群述评	
.....[澳] J. H. 谢戈尔德	216 (209)
化石磷化的进一步研究 (摘要)[西德] K. J. 缪勒尔	221 (219)
印度加瓦尔喜马拉雅穆苏里区塔尔磷块岩的古生物和岩石学简介, 并论述其微 型似粪粒体 (摘要)[印] A. D. 阿卢瓦利亚	226 (223)

* 括弧外的数字为中文正文或中文译文的页数, 括弧内的数字为英文正文或英文摘要的页数。

矿物学、岩石学、地球化学

- 中国南方震旦纪磷块岩的岩石学.....盛章琪 周茂基 229(239)
- 条带状微粒磷块岩的研究及其成因探讨.....张叔茂 249(263)
- 碳酸质条带状磷块岩的特点及成因.....陈其英 陈友明 273(278)
- 扬子盆地磷块岩岩石学及磷块岩序列
.....东野脉兴 周宜忍 黄守英 夏学惠 283(293)
- 云南东部寒武纪磷块岩岩石学特征的初步研究.....黄贵生 303(315)
- 贵州瓮安磷矿磷酸盐矿物与岩石学研究.....刘魁梧 319(330)
- 贵州震旦系含磷磷块岩的物质成分和含磷矿物研究.....邓峰林 335(349)
- 关于 CO_3^{2-} 进入磷灰石矿物的条件和范围的实验研究
.....陈友明 王秀兰 韩秀伶 353(364)
- 通过细菌活动从天然淡水、海水以及某些人造介质中的碳酸钙和富磷有机质进
行磷灰石合成的新试验.....〔法〕J. 吕卡 L. 普雷沃 370(367)
- 低碳氟磷灰石和氟羟磷灰石——库苏泊盆地磷块岩的主要矿物
.....〔苏〕A. V. 伊林 V. Z. 布利斯科夫斯基 376(373)
- 斐济图伍卡磷矿岩石学.....〔美〕李远如 382(379)
- 海洋磷结核镁-钍增殖模式(摘要)
.....〔美〕W. C. 伯内特 K. H. 金 K. K. 罗 389(389)

CONTENTS OF VOLUME 1

Foreword

General and Regional

Distribution of the Proterozoic-Cambrian phosphorite deposits in China.....	<i>Zhang Shicai, Dongye Maixing</i>	17 (1)
Tectonic framework of phosphorite deposits and other mineral deposits of the Yunnan province of southwestern China		
(Abstract).....	<i>Pow-foong Fan</i>	21 (22)
Late Precambrian and Cambrian phosphorites of Siberia (Abstract)		
.....	<i>A. L. Yanshin</i>	23 (24)
Distribution of Precambrian and Phanerozoic phosphorite-bearing basins of Gondwana.....	<i>V. I. Pokryshkin</i>	25 (27)
The phosphate industry in Canada and Canadian occurrences of Precambrian Phosphorites.....	<i>R. L. Christie</i>	29 (32)
Some aspects of phosphogenic provinces of western India.....		
.....	<i>B. Dayal</i>	35 (48)
A preliminary appraisal of Baitadi phosphorite, Far Western Nepal		
.....	<i>R. P. Bashyal</i>	55 (61)
Discovery of sedimentary phosphate deposits in the late Precambrian-Infracambrian of Spain.....		
.....	<i>E. Perconig, F. Nelando, F. Vazquez, F. Leyva</i>	65 (67)

Stratigraphy, Palaeontology

Genesis, geologic and geographic distribution of the Cambrian phosphate deposits in China—A biostratigraphic review.....		
.....	<i>Lu Yanhao</i>	84 (69)
Late Precambrian to Cambrian phosphate-bearing strata in upper Yangtze region, China.....	<i>Geological Bureau of Guizhou</i>	99 (91)
The phosphorite-bearing strata in South China from late period of Late Precambrian to early period of Early Cambrian.....		
.....	<i>Liao Shi fan</i>	121 (103)
Proterozoic phosphogenic sediments in Zambia.....	<i>S. Punukollu</i>	127 (128)
Sinian phosphatic stromatolites in South China		
.....	<i>Zhou Maoji, Sheng Zhangqi, Zhu Shixing</i>	136 (129)

* Figures without bracket refer to pages of English text or English abstract and those in bracket, Chinese text or Chinese translation.

Phosphatic stromatolites in Kaiyang phosphorite deposits. Guizhou, China	<i>Zhu Shixing, Wang Yangeng</i>	153 (143)
Formation of the Kaiyang phosphorites in China as related to ancient microorganisms.....	<i>Zhu Shixing, Wang Yangeng, Zhang Lin</i>	181 (165)
Bioaction in the earliest Cambrian phosphorite deposition	<i>Jiang Zhiwen</i>	203 (195)
Review of Cambrian phosphatic and phosphatised faunas in the Georgina basin, Northern Australia.....	<i>J. H. Shergold</i>	209 (216)
Further observations on the phosphatisation of fossils.....	<i>K. J. Müller</i>	219 (221)
A synoptic view of the palaeontology and petrography of the Tal phosphorite of Mussoorie Garhwal Himalaya, India, with special reference to microcoprolloid particles.....	<i>A. D. Ahluwalia</i>	223 (226)

Mineralogy, Petrology, Geochemistry

Petrology of the Sinian phosphorite in South China	<i>Sheng Zhangqi, Zhou Maoji</i>	239 (229)
Banded microgranular phosphorites and their origin	<i>Zhang Shumao</i>	263 (249)
Characteristic features and origin of banded carbonate phosphorites	<i>Chen Qiyang, Chen Youming</i>	278 (273)
The phosphorite petrology and phosphorite sequence of Yangtze basin in China	<i>Dongye Maixing, Zhou Yiren, Huang Shouying, Xia Xuehui</i>	293 (283)
Petrological characteristics of Cambrian phosphorites in Eastern Yunnan.....	<i>Huang Guisheng</i>	315 (303)
Mineralogy and petrology of Weng'an phosphorite, Guizhou.....	<i>Liu Kuiwu</i>	330 (319)
Composition and mineralogy of a Sinian iodine-bearing phosphorite deposit in Guizhou	<i>Deng Fenglin</i>	349 (335)
Experimental studies on the condition and the content range of CO_3^{2-} entering carbonate-fluorapatite	<i>Chen Youming, Wang Xiulan, Han Xiuling</i>	364 (353)
Experimental work on apatite synthesis by bacterial activity, from calcium carbonates and P-rich organic matter, in natural fresh- and seawater, and in some artificially modified media	<i>J. Lucas, L. Prevot</i>	367 (370)
Low carbonate fluorapatite and fluorhydroxypatite—principal minerals of the Khubsugul phosphorites.....	<i>A. V. Ilyin, V. Z.</i>	

<i>Bliskovsky</i>	373 (376)
Petrology of the phosphates of Tuvuca, Fiji (Abstract)	
..... <i>A. I. N. Lee</i>	379 (382)
Protactinium and thorium growth models for marine phosphate nodules (Abstract)..... <i>W. C. Burnett, K. H. Kim, K. K. Roe</i>	389 (389)

中国元古代—寒武纪磷矿的分布

张士才

东野脉兴

(吉林化工地质队)

(化工部地质研究所)

已有的资料表明,地球地质历史中磷酸盐主要堆积于震旦—寒武纪、二叠纪、晚白垩—新第三纪三个时期。震旦—寒武纪磷矿主要分布于亚澳地区,其中大部分储量集中形成于晚震旦—早寒武世。这一时期的磷矿主要分布在中国南方扬子磷块岩盆地,其储量大于亚洲同期其他磷块岩盆地。

晚震旦—早寒武世的扬子盆地为一巨大的陆表海,它的多种海洋地质作用和多样的沉积相型,特别是丰富的磷矿资源,历来为中外沉积学家和磷矿工作者所关注。近年来我国磷矿地质工作者的研究表明,扬子盆地具有各种不同环境下形成的丰富多采的磷块岩类型。因此,研究元古代—寒武纪磷矿,离开扬子盆地是难以取得全面认识的。

本文将概要地总结我国元古代—寒武纪的含磷层位和它们的空间分布,并试图阐明扬子磷块岩盆地在研究亚洲和世界磷矿地质中的地位和作用。由于篇幅所限,本文只提出中国元古代—寒武纪磷矿分布的轮廓。笔者水平有限,谬误之处在所难免,敬请读者批评指正。

一、中国元古代—寒武纪的含磷层位

中国元古代—寒武纪地层发育齐全,研究程度较高。其标准地层、时限及含磷层位见表1。

中国元古界—寒武系地层中,目前已发现有八个主要含磷层位。

(一) 下元古界含磷层

较老的磷酸盐沉积发现于辽宁东部宽甸地区的下元古界宽甸群中。其层位相当于我国下元古界典型发育区的五台系。沉积时限约在2200—1800m.y.之间。含磷层位于宽甸群中上部砖庙组的中部透辉斜长变粒岩层中。砖庙组分为四层,总厚450—710米。自上而下为:

4. 浅粒岩层,由磁铁浅粒岩、电气黑云斜长变粒岩及蛇纹石化大理岩组成。

3. 电气石变粒岩夹含硼蛇纹石化大理岩(含硼矿层)。

2. 透辉变粒岩层,为含磷层位,主要由磁铁微斜浅粒岩夹含榴辉斜长变粒岩及辉石斜长变粒岩夹薄层大理岩组成,底部为条带状透辉斜长变粒岩、黑云斜长变粒岩夹透辉大理岩层。含磷地层总厚100—273米。原岩沉积组合属陆屑—火山沉积。

表 1 中国元古界—寒武系标准地层及含磷层位

Table 1 Proterozoic-Cambrian stratigraphy and phosphorus-bearing horizons in China

地			层	时 限	含磷层位	同 位 素 年 龄				
界 Gr.	系 Syst.	统 Ser.	阶 (组) Stage (Form.)	(m. y.)	P-bearing horizon	Isotopic age				
下 古 生 界 (Pz ₁)	寒 武 系 (Є)	上 统 (Є ₃)	凤 山 阶 (Є _{3f})	500 ± 15						
			长 山 阶 (Є _{3c})							
			崮 山 阶 (Є _{3g})							
		中 统 (Є ₂)	张 夏 阶 (Є _{2z})		大 茅 群 含 磷 层					
			徐 庄 阶 (Є _{2x})							
			毛 庄 阶 (Є _{2m})							
		下 统 (Є ₁)	龙王庙阶 (Є _{1l})							
			沧浪铺阶 (Є _{1c})		沧 浪 铺 阶 含 磷 层					
			笄竹寺阶 (Є _{1q})			水井沱页岩 613 ± 23m. y.				
		梅树村阶 (Є _{1m})		梅 树 村 阶 含 磷 层	梅树村组八道湾段 603 ± 31m. y. 612 ± 36m. y.					
上 元 古 界 (Pt ₃)	震 旦 系 (Z)	上 统 (Z ₂)	灯 影 组 (Z _{2dn})	615 ± 20	灯 影 组 含 磷 层					
			陡山沱组 (Z _{2d})		陡 山 沱 组 含 磷 层	陡山沱页岩 693 ± 60m. y.				
			南 沱 组 (Z _{2n})			南沱冰碛层 739m. y.				
		下 统 (Z ₁)	澄 江 组 (Z _{1c})		青 白 口 系 榆 树 砬 子 组 含 磷 层	蓟县景儿峪组 800 ± 30m. y. 800 ± 50m. y. 819m. y. 970m. y.				
			景儿峪组 (Pt _{3j})			蓟县下马岭组 1050—1100m. y.				
			龙 山 组 (Pt _{3l})							
		青白口系 (Pt _{3q})	下马岭组 (Pt _{3x})							
中 元 古 界 (Pt ₂)	蓟县系 (Pt _{2j})	上 统	铁 岭 组 (Pt _{2l})	1100 ± 50		蓟县铁岭组 1025m. y. 1152m. y. 1132m. y. 1170m. y.				
			洪水庄组 (Pt _{2h})		蓟县高于庄组 1434 ± 50m. y.					
			雾迷山组 (Pt _{2w})		蓟县常州沟组 1950—2000m. y.					
		下 统	杨 庄 组 (Pt _{2y})		红安群下部锆石 U-Pb 1344m. y.					
			高于庄组 (Pt _{2g})		白云鄂博群第八岩组 Pb-Pb等时线1464m. y. U-Pb 1522, 1543, 1573m. y. 平均1546m. y.					
			大红峪组 (Pt _{2d})		辽河群底部浪子山组 Pb-Pb法等时年龄 2085 ± 106m. y.					
	长城系 (Pt _{2c})	上 统	团山子组 (Pt _{2ts})		1450 ± 50	中 元 古 界 含 磷 层 海 红 白 云 辽 老 州 安 鄂 河 岭 群 群 群 群 群 锦 黄 尖 大 珍 屏 麦 岭 山 石 珠 组 组 组 组 组 下元古界 宽 甸 群 含 磷 层	红安群之下的大别群麻桥组 2080m. y. 宽 甸 群 2040 ± 12m. y. 2164 ± 41m. y.			
			下 统					串岭沟组 (Pt _{2cl})		
								常州沟组 (Pt _{2cz})		
		下元古界 (Pt ₁)	五 台 群 (Pt _{1w})					1950 ± 50		
		太古界 (Ar)	阜 平 群 (Arf)					2500 ± 100		

1. 黑云片麻岩, 含有磷矿层。矿层呈透镜状, 平均厚2—3米, 矿石类型为黑云角闪磷灰岩、磷灰透辉岩。含 P_2O_5 3—8%, 最高达19%, 目前我国只发现丹东同兴、宽甸杨木川等矿点。

据内蒙地质局报告, 在内蒙渣尔泰群底部的增隆昌组中也发现有磷酸盐化岩层, 其层位是否相当于早元古界的含磷层, 有待研究。

(二) 中元古界含磷层

中元古界在我国的标准地层为蓟县系—长城系, 时限约为1900—1100m. y., 这是我国重要含磷层位之一。在苏北、皖南、鄂东北、内蒙以及河北、辽宁、吉林等地的中元古界地层中, 都有该磷酸盐化层位, 并形成一些中小型和个别的大型矿床。

属于这一层位的含磷地层主要有江苏的海州群锦屏组、湖北的红安群黄麦岭组、河北的蓟县长城系、内蒙的白云鄂博群尖山组、辽宁的辽河群大石桥组等。其同位素年龄一般为1700—1300m. y.。

海州群上部云台组为一套变质火山岩系, 下部为锦屏组含磷岩系。含磷岩系由云母白云质大理岩、白云母石英片岩、斜长变粒岩、含石墨云母石英片岩组成, 底部常有一层含砾云母石英片岩。原始沉积组合为陆屑—碳酸盐沉积。有上、下两个磷灰岩矿层, 其间为一厚层白云质大理岩夹斜长变粒岩。上、下两个含矿层均含有1—3层矿体。矿层厚2—6米。矿石类型主要为细晶磷灰岩、云母磷灰岩、锰磷矿等。含 P_2O_5 15%左右, 个别层位可达24%。矿层形成于泥质沉积和碳酸盐沉积之间的过渡部位。局部地区矿层赋存于镁质碳酸盐中。相当这一层位的含磷地层如表2所示。

红安群七角山组底部石墨片岩中产微古植物化石: *Pseudozomosphaera* sp., *Protosphaeridium* sp., *Lignum nematoiaum* Sin., *Polyporata* sp.。

红安群黄麦岭组含磷大理岩中产微古植物化石: *Lignum* sp.。

白云鄂博群中含叠层石: *Conophyton confertus*, *C. litus*, *Kussiella* cf. *kussiensis*, *Colonella wulanwudongensis*, *Conophyton ocularoides*。

辽河群大石桥组中含叠层石: *Omachtenia* f., *Kussiella* cf. *kussiensis*, *K.* cf. *vittata*, ? *Gruneria* f., *Katernia* cf. *africana*, *Eucapsiphora* cf. *parodisa*, *Colonella* f., *Dashiqiaoella dashiqiaoensis*, *Pseudogymnosolen minor*, *Nanluoella homalosa*, *Shengshuisiella mirifica*。

(三) 青白口系底部含磷层

在辽宁南部细河群的底部榆树砬子组中有铁、磷沉积, 其层位大致相当于我国标准地层青白口系的下部。含磷层目前只在辽宁南部发现。榆树砬子组含磷地层概况如下:

上部: 白色石英岩, 厚几十米至千余米;

下部: 可分三层, 自上而下为:

3. 含铁石英角砾岩, 局部夹千枚岩、千枚状板岩。含赤铁矿及磷矿透镜体, 为上含矿层, 厚20—50米。

2. 角砾状石英岩, 胶结物中含磷, 为中含矿层, 厚10—20米。

1. 泥质石英角砾岩夹千枚岩、千枚状板岩, 含赤铁矿及磷矿透镜体, 为下含矿层。厚20—50米;

表 2 中元古界含磷地层对比表
Table 2 Correlation of Middle Proterozoic phosphorus-bearing horizons in China

	河 北 Hebei	内 蒙 Nei Monggol	吉 林 Jilin	辽 宁 Liaoning	苏 北 N. Jiangsu	皖 中 C. Anhui	皖 南 S. Anhui	鄂 东 北 NE Hubei
上 古 界 (Pt ₁)	青 白 口 系 (Pt _{3q})	白 云 鄂 博 群 (Pt _{2b})	细 河 群	细 河 群	海 州 群 (Pt _{2h})	巢 县 群 (Pt _{2c})	宿 松 群 (Pt _{2s})	红 安 群 (Pt _{2h})
中 元 古 界 (Pt ₂)	蓟 县 系 (Pt _{2f})	尖 山 组	大 栗 子 组	辽 河 群 (Pt _{2l})	锦 屏 组 (Pt _{2j})	葛 岗 组	张 八 岭 组 (断层)	塔 尔 岗 组
	铁 岭 组 (Pt _{2f})		老 岭 群 (Pt _{2l})	盖 县 组				
	洪 水 庄 组 (Pt _{2h})		临 江 组	大 石 桥 组				
	雾 迷 山 组 (Pt _{2w})		花 山 组	大 石 桥 组				
	杨 庄 组 (Pt _{2y})		珍 珠 门 组	大 石 桥 组				
	高 于 庄 组 (Pt _{2g})		达 台 山 组	浪 子 山 组				
	大 红 峪 组 (Pt _{2d})							
古 界 (Pt ₃)	团 山 子 组 (Pt _{2t})	鄂 博 群 (Pt _{2b})				铜 山 组	柳 坪 组	黄 麦 岭 组
	串 岭 沟 组 (Pt _{3c})							
	常 州 沟 组 (Pt _{3c})							

* 磷酸盐化地层 (Phosphatized unit)

** 含磷层 (Phosphorus-bearing unit)

底部：石英岩、石英角砾岩、不整合于辽河群之上。厚0—40米。

含磷岩系属地台型陆屑-炭泥质沉积，其特征是铁矿体和磷矿体共生，磷矿石中也含有较多的赤铁矿。矿体小，呈透镜状，品位低，含 P_2O_5 一般为7—12%。磷酸盐矿物有磷灰石和胶磷矿两种。

榆树砬子组未见含化石的报导，其上的细河群中产微古植物化石：

Leiopsophosphaera apertus Schep, *L. minor* Schep, *L. aff. effusus* Schep, *L. pelucidus* Schep, *Trachysphaeridium planum* Sin, *T. incrassatum* Sin, *T. simplex* Sin, *T. hyalinum* Sin et Liu, *Protosphaeridium densum* Tim, *Protoleiosphaeridium infriatum* Andv, *Pseudogonosphaeridium* sp., *Stietosphaeridium* sp., *Margom-muscula* aff. *tennela* Naum.

(四) 上震旦统陡山沱组含磷层

在我国南方晚震旦世南沱冰期之后，广泛发育有陡山沱期的海侵沉积，形成我国著名的陡山沱组含磷岩系。陡山沱组之上，有灯影组巨厚的镁质碳酸盐沉积，陡山沱组之下为南沱组冰碛岩，层位稳定，易于识别。

陡山沱组主要由磷块岩、黑色页岩、硅质岩、硅质页岩、镁质碳酸盐岩组成，部分地区含少量陆源碎屑岩。厚度为50—400米。属地台型（陆屑）炭泥质-硅质-碳酸盐沉积。

陡山沱期不仅是我国的重要成磷期，也是亚洲的主要成磷期之一。蒙古、苏联的库苏泊—乌哈戈尔盆地的主要磷块岩层也形成于这一时期。

陡山沱组中含微古植物化石：*Leiopsophosphaera infriata*, *L. apertus*, *Margom-inuscula verrucosa*, *Trachysphaeridium*, *Lophosphaeridium ichangense*, *Nostocomorpha prisca*, *Michrhystridium* 属, *Polyedryxium* 属。

贵州开阳磷矿陡山沱组中产叠层石：*Conophyton* f., *Linella* f., *Gymnosolen* f., *Pseudokusalinu?* f.

(五) 上震旦统灯影组含磷层

灯影组主要是厚层镁质碳酸盐岩，局部夹有少量硅质岩、黑色页岩、紫色页岩等。广泛分布于湘、鄂、黔、川、滇、皖、赣、浙等省，厚度一般为200—800米。

灯影组磷酸盐化岩层在很多地区都有发现，工业价值较大的磷矿有湖北南漳县邓家崖磷矿等。在邓家崖磷矿灯影组下部（表3中的上白云岩段下部）为细晶白云岩、隐晶质白云岩，厚130—290米，中部（相当上白云岩段的上部）为含磷块岩层，由含磷质团块的白云岩、砾状和角砾状磷块岩、砂屑磷块岩及含泥质条带状磷块岩组成，厚0—78米，矿层厚0—13米；上部（相当表3黄鳝洞段的下部）为生物细晶白云岩、燧石条带状白云岩、杂色燧石层及硅质白云岩，厚206—243米。

灯影组中含微古植物化石：*Trachysphaeridium rude*, *T. cultum*, *Pseudozonosphaera nucleolata*, *Hubeisphaera radiata*, *Michrhystridium* 属, *Polyedryxium* 属。

(六) 下寒武统梅树村阶含磷层

下寒武统梅树村阶是继灯影最大海侵之后的海退沉积，由陡山沱组至梅树村组构成一个完整的海侵→海退序列。梅树村阶是灯影组之上的连续沉积，以发育丰富的小壳动物化石为特征。这是我国继陡山沱组含磷层沉积之后又一主要含磷层。它以赋存大规模的优质

磷块岩著称于世。

梅树村组含磷岩系主要由含锰白云岩、硅质岩、黑色页岩及磷块岩组成。在靠近古陆的地区，常含陆源碎屑沉积。属地台型（陆屑）碳泥质-硅质-碳酸盐沉积。

梅树村组中含有丰富的软舌螺、似软舌螺、腹足类、单板类、喙壳类、腕足类、海绵以及一些遗迹化石。按其所含化石可以分为以下两个组合，其上部为*Pupoella-Yunnanotheca*组合：*Circotheca subcurvata* Yu, *C. obesa* Qian, *Yunnanotheca granulata* Qian et Jiang, *Y. kunyangensis* Qian et Jiang, *Turcutheca crasseocochlia* (Syssoiev)等。下部为*Anabarites-Circotheca*组合：*Anabarites trisulcatus* Missarzhevsky, *Circotheca hamata* Qian, *C. longiconica* Qian, *C. subcurvata* Yu, *Turcutheca lubrica* Qian等。

梅树村组地层厚度不等，由20—300米。梅树村组之上有明显的沉积间断，其上为筇竹寺阶。陡山沱—梅树村期含磷地层对比见表3。

表 3 上震旦统一下寒武统含磷地层对比表

Table 3 Correlation of Upper Sinian-Lower Cambrian phosphorus-bearing horizons

地 层 系 统			云 南	四 川	陕 西	贵 州	湖 北	湖 南	江 西	浙 江
Syst.	Ser.	Stage	Yunnan	Sichuan	Shaanxi	Guizhou	Hubei	Hunan	Jiangxi	Zhejiang
寒 武 系 (€)	下 统 (€ ₁)	筇竹寺阶 € _{1q}	筇竹寺组	九 老 洞 组	郭家坝组	牛 蹄 塘 组	水井沱组	牛 蹄 塘 组	荷 塘 组	荷 塘 组
		梅 树 村 阶 € _{1m}	上 段	上 段	宽 川 铺 组	牛 蹄 塘 组	水井沱组	牛 蹄 塘 组	荷 塘 组	荷 塘 组
			下 段	下 段						
			梅 树 村 组	麦 地 坪 组	高 家 山 组	灯 影 组	灯 影 组	灯 影 组	灯 影 组	西 峰 寺 组
震 旦 系 (Z)	上 统 (Z ₂)		中 璋 村 段	洪椿坪组			黄 鳝 洞 段	留 茶 坡 组		
			灯 影 组							
			小歪头山段 (含软舌螺段)				上白云 岩 段			
			灯 影 组							
			陡山沱组	观音崖组						三 里 亭 组
			王 家 湾 组							

(七) 下寒武统沧浪铺阶含磷层

下寒武统沧浪铺阶是我国北方主要含磷层位，分布于中朝地块的南缘。含磷地层有辛集组及其相当层位的侯家山组、苏峪口组。在甘肃、新疆也有这一含磷层位。其层位相当于沧浪铺期标准化石带的*Paleolenus*带及含*Bergeroniellus*, *Hsuaspis*的层位。以含有*Palaeolenus* (*Megapalaeolenus*), *Bergeroniellus*为特征。