

谨将此书献给第三十届国际地质大会

非金属矿床成矿规律与开发利用

中国建筑材料工业地质勘查中心

主编：苏德辰

MINEROGENETIC REGULARITIES AND DEVELOPMENT OF
NONMETALLIC DEPOSITS

China National Geological Exploration Center of Building Materials Industry

Editor-in-Chief: Su Dechen



地震出版社

非金属矿床成矿规律与开发利用

中国建筑材料工业地质勘查中心

主编 苏德辰

MINEROGENETIC REGULARITIES AND DEVELOPMENT OF
NONMETALLIC DEPOSITS

China National Geological Exploration Center of Building Materials Industry

Editor-in-Chief: Su Dechen

地 震 出 版 社

1996

内 容 提 要

本书是为迎接 1996 年第 30 届国际地质大会在北京召开,由中国建筑材料工业地质勘查中心参加大会的代表撰写的论文集。书中收辑了 1990~1995 年中国建筑材料工业地质勘查中心在地学基础理论研究、非金属矿床地质和成矿规律研究、非金属矿产资源开发利用研究,以及新技术在地学领域中的推广研究等方面的部分代表性论文,共 24 篇,基本反映了近年来建材非金属矿床地质工作和矿物开发利用的主要成果。编辑本论文集的目的,一是总结和检阅、记录中国建筑材料工业地质勘查中心在此期间的科学研究工作;二是在第 30 届国际地质大会(北京)上进行学术交流。

本书可供国内外从事资源勘查、矿床及基础地质研究的地质工作者以及有关专业大专院校师生参考。

非金属矿床成矿规律与开发利用

中国建筑材料工业地质勘查中心

主编 苏德辰

责任编辑:吴 兵

责任校对:庞娜萍

*

地 震 出 版 社 出版发行

北京民族学院南路 9 号 邮编 100081

中国地质大学轻印刷厂印刷

*

787 × 1092 1/16 15 印张 384 千字

1996 年 7 月第一版 1996 年 7 月第一次印刷

印数 0001—1000

ISBN 7-5028-1329-2/P·834

(1766) 定价: 30.00 元

序

中国建筑材料工业地质勘查中心始建于 1953 年,是中国专门从事非金属矿床勘查的地质部门,负责除化工原料和金刚石以外所有非金属矿产资源的地质勘查和开发工作。国际地质大会是国际科学会议中高层次、高水平的学术会议,素有地学界的“奥林匹克”之称。1996 年 8 月 4 日至 14 日,第 30 届国际地质大会将在北京召开。为此,中国建筑材料工业地质勘查中心决定编写出版一部具有较高学术水平的文集,献给第 30 届国际地质大会。

本书收辑了 1990~1995 年间中国建筑材料工业地质勘查中心在地学基础理论研究、非金属矿床地质和成矿规律研究、非金属矿产资源开发利用研究,以及新技术在地学领域中的推广研究等方面的部分代表性论文,共 24 篇,基本反映了近年来我国建材非金属矿床地质工作和矿物开发利用的主要成果。如《中国非金属矿床成矿地质图(1:5000000)的编制及中国非金属矿床成矿规律》一文,简要而系统地总结了我国非金属矿床成矿与分布规律;《豫西南镁质大理岩建造非金属矿床成矿系列研究》对镁质大理岩建造的主要特征、其中的主要非金属矿床和成矿系列等作了简要论述;《中国水镁石矿床含矿建造及成矿作用》和《辽宁凤城徐家台水镁石矿床成矿热流体来源及成矿作用》从不同角度对水镁石矿床的成矿作用及含矿建造进行了分析;《中国蓝晶石族矿床成矿作用的研究》和《豫西南、苏北地区片岩—石英岩型蓝晶石矿床蓝晶石的标型特征的研究》较系统地总结了蓝晶石族矿床的成矿作用;《新疆卡拉麦里山南坡中生代火山岩及其与非金属矿床成矿关系》对卡拉麦里山中生代火山岩的类型、分布、岩石物理化学特征、火山岩的形成机制以及中生代火山岩中非金属矿产的赋存状况、成矿特性和成矿机理进行了总结;《北祁连山超镁铁岩中的翠玉及其成矿作用》论述了祁连翠玉分类、矿物及化学成分、物理特征以及祁连翠玉的地质背景和矿床特征。文

集中还收有关于石膏矿床成矿作用的论文两篇,关于绢云片岩、透辉石、天青石、辉绿岩等非金属矿床的论文各一篇。为反映中国建筑材料工业地质勘查中心在地学其他领域的研究进展,特别收集了关于霞石在化工生产中的应用、地震层析成像技术和水文地质等方面的论文各一篇,关于GIS及微机在非金属矿床地质资料综合整理中的应用、层序地层学和金矿床的论文各两篇,关于锑矿床的论文一篇。

编辑本论文集的目的,一是总结和检阅、记录中国建筑材料工业地质勘查中心在1990~1995年期间的科学研究工作;二是在第30届国际地质大会(北京)上进行学术交流。论文的作者大多是中国建筑材料工业地质勘查中心的业务骨干和参加第30届国际地质大会的代表。希望本书对中国非金属矿床的勘查和开发研究能起到一些交流和促进作用。

现在已近世纪之交,资源、人口和环境将是下个世纪人类社会面临的三个重大问题。人类社会对非金属矿产资源的需求量与日俱增,一个新的“石器时代”即将来临。但是目前在地学界从事非金属矿产资源地质工作的科技人员仍然是少数,地质工作和研究成果与金属及燃料矿产方面相比也有一定差距。非金属矿床地质领域宽阔,有很多处女地待开垦,相信在21世纪将会有更多的地质学家关注到这一空间,参与这一领域的开拓。愿这一论文集作为一束早春小花,能预报21世纪非金属矿地质领域中百花争艳的春天。

陶维席

1996年4月于北京

目 录

《中国非金属矿床成矿地质图》(1:5000000)的编制及	
中国非金属矿床成矿规律	陶维屏等 (1)
豫西南镁质大理岩建造非金属矿床成矿系列研究	章少华 (13)
中国水镁石矿床含矿建造及成矿作用	陈正国 (19)
中国蓝晶石族矿床成矿作用的研究	王克勤等 (24)
豫西南-苏北地区片岩-石英岩型蓝晶石矿床蓝晶石	
标型特征研究	王克勤等 (29)
鄂北绢云石英片岩矿床成矿作用和开发利用	刘鸿恩 (34)
北祁连山超镁铁岩中的翠玉及其成矿作用	鱼海麟 (40)
辽宁凤城徐家台水镁石矿床成矿热流体来源及成矿作用	丛玉波 (44)
陇东南后峪沟透辉石矿床成因研究	吴培水 (49)
宁夏中卫县甘塘石膏矿床成矿作用及资源应用分析	马智强 (54)
鲁西南地区下第三纪成膏条件分析	倪振平 (59)
四川合川三叠纪含盐岩系内天青石矿床的形成机制	李俊 (66)
新疆卡拉麦里山南坡中生代火山岩及其与非金属矿床成矿关系 ...	王尤宏 (70)
华北板块北缘某(辉长)辉绿岩(黑花岗石)矿床及开发利用	陈从喜等 (76)
霞石在化工生产中的综合应用	徐永祥等 (80)
地震波层析成像技术及其在工程勘测中的应用	金卫 (86)
石灰岩凹陷开采矿山矿坑水的防治	赵兰英 (90)
基于 GIS 的中国非金属矿床管理信息系统	苏德辰等 (95)
建材非金属矿床地质资料综合整理系统的研究和应用	金国胜 (99)
川黔滇三叠系锑矿成矿地质条件及找矿方向研究	李俊等 (104)

滇黔桂卡林型金矿与岩浆岩关系探讨	范军 (111)
山东傅家金矿成矿规律及找矿方向	刘龙汉 (115)
华北古克拉通盆地露头层序地层学研究方法探讨	陈荣坤 (120)
北京地区寒武系中统的旋回层序划分	苏德辰 (126)

ENGLISH ABSTRACTS

Compilation of the Minerogenic Geological Map of Nonmetallic Deposits in China (1:5000000) and the Minerogenic Regularities of the Nonmetallic Deposits in China	<i>Tao Weiping et al.</i> (131)
Minerogenetic Series of the Nonmetallic Deposits in Magnesian Marble Formation in South-West Henan, China	<i>Zhang Shaohua</i> (143)
Ore-Bearing Formation and Mineralization of Brucite Deposits in China	<i>Chen Zhengguo</i> (150)
Study on Mineragenesis of Disthene Group Deposits in China	<i>Wang Keqin et al.</i> (157)
Typomorphic Peculiarities of Disthene Minerals in Schist-Quartzite-Type Disthene Deposit in Southwest Henan Province and Northern Jiangsu Province	<i>Wang Keqin et al.</i> (165)
The Mineralization And Exploitation of Sericite-Quartz-Schist Deposits in Northern Hubei, China	<i>Liu Hongen</i> (170)
Qilian Cui-Jade and its Mineralization in Ultramafic Rocks in Northern Qilian Mountains in China	<i>Yu Hailin</i> (171)
The Source of Ore-Forming Fluid and Ore-Forming Process of Xujiatai Brucite Deposit in Liaoning, China	<i>Cong Yubo</i> (179)
The Houyugou Diopside Deposit in Eastern Gansu and its Origin	<i>Wu Peishui</i> (183)
Analysis of The Mineralization and Utilization of Gantang Gypsum Deposit in Zhongwei, Ningxia	<i>Ma Zhiqiang</i> (184)

Analysis of Gypsum-Forming Conditions of Eocene in Southwestern Shandong.....	<i>Ni Zhenping</i> (190)
Genetic Mechanism of Celestite Deposits in Triassic Salt-Bearing Series of Hechuan, Sichuan.....	<i>Li Jun</i> (192)
Mesozoic Volcanics and Its Relation with Nonmetals Mineralization at Southern Slope of Karamahalla, Xinjiang	<i>Wang Youhong et al.</i> (196)
The Gabbro-Diabase (Black Granite) Deposit in North Margin of North China Plate	<i>Chen Congxi et al.</i> (201)
The Comprehensive Application of Nepheline in Chemical Production	<i>Xu Yongxiang et al.</i> (204)
Method and Principles of Seismic Tomography and its Applications to Engineering Geological Exploration	<i>Jin Wei</i> (209)
Prevention-Cure for Mine Water in Lime-Stone Mine for Building Material with Mining in Depression.....	<i>Zhao Lanying</i> (210)
A Gis-Based Management Information System of Nonmetallic Deposits of China	<i>Su Dechen et al.</i> (211)
The Research and Application of Geological Data and Graphics Processing System in Nonmetallic Mineral Deposit	<i>Jin Guosheng</i> (214)
The Geological Condition for Metallo-Geny and Prospecting of Strontium Deposit of Triassic System in Sichuan, Yunnan and Guizhou.....	<i>Li Jun et al.</i> (215)
The Relationship Between Magmatic Rock and Carlin-Type Gold Deposits in Yunnan, Guizhou and Guangxi.....	<i>Fan Jun</i> (217)
Mineralization Regularity on Prospecting of Fujia Gold Deposit in Zhaoyuan	<i>Liu Longhan</i> (218)
Discussion on the Research Methods of Sequence Stratigraphy on Outcrops in North China Paleocraton Basin.....	<i>Chen Rongkun</i> (224)
Cyclic Sequence Patterns of Middle Cambrian of Beijing Area	<i>Su Dechen</i> (230)

《中国非金属矿床成矿地质图》(1:5000000)

的编制及中国非金属矿床成矿规律

陶维屏 马启锐 刘绍斌 叶志远^① 陈从喜

莫如爵 章少华 熊 军 薛 武

(中国建筑材料工业地质勘查中心 北京 100035)

地质图客观地反映某一时期地质人员收集到的各种地质要素,以供读图者按不同目的分析利用。这类地质图反映的信息是最基础的,是指导非金属矿找矿的常用资料,即使地质理论有了发展,就分析图件所示区域的矿产情况而言,它仍然是很有用的;当然对非金属矿找矿而言,其专门性和针对性要欠缺一些。

非金属矿床种类繁多,中国开发利用的已达100多种,产于5000余个矿山中。由于每一种非金属矿床又有诸多的矿床成因类型,不少非金属矿还常相互共生或伴生,如变质的镁质碳酸盐岩岩系中滑石、菱镁矿、水镁石与硼矿共生,酸性熔岩中珍珠岩、沸石与膨润土共生等,因而非金属矿床的形成、分布规律极为复杂。由于非金属矿的市场需求极为繁杂,所以一些发达国家对非金属矿床多侧重于单矿种的研究,很少将所有这些非金属矿种视为一个群体系统地进行研究,总结其相关的形成、赋存和分布规律。这样,如何理出一条线索,简明扼要地体现出种类如此众多的中国非金属矿产分布的规律性,以充实矿床学理论,并编制出适用的地质图以有效地指导找矿,就成为一项须要努力完成的极有意义的工作。

与矿产有关的地质图件,以前主要有两种。最常见的一种是矿产分布图,它只是已知矿点的图示,可以显示工作业绩,也可以表示矿点集中的区域,但它难以将100多种非金属矿种及它们的成因、分布与一些地质要素的关系——表示出来以供部署找矿时利用。还有一种地质图是成矿预测图,它是依作者的观点表达单矿种或少量共生矿种成矿要素和圈定的找矿靶区的图件,只能用以指导某一段时间里在持有这些观点的人员领导下的找矿工作,适用时间和范围有限。

出于工作需要,有必要编制这样一种有关非金属矿床的地质图件:它能概括绝大多数非金属矿种,并能像一般地质图那样反映客观的地质要素。这些地质要素是经过精炼了的,能重点突出那些与非金属矿成矿有关的因素,因而持各种观点的学者都能利用这种图件来指导地质研究和找矿工作。另外,我国40多年来积累了丰富的非金属矿床地质资料,通过研究这些资料,对中国非金属矿成矿与分布规律已有了不少新的认识,如在各矿种的矿床成因类型、成矿模式、各种非金属矿床含矿建造、非金属矿床成矿系列、非金属矿床分布规律等方面的研究都有新的进展^[1~2]。因此也有必要用图件的形式对此加以适当表示,以提高今后工作的层次。非金属矿石极大多数是造岩矿物和普通岩石产于一定构造环境中的特殊变种。它们往往富集于

① 从叶志远起以后作者按姓氏笔画排列。

一定的建造中,且各矿种间有着规律的共生和伴生关系。因此,矿种(矿床成因类型)、构造环境、含矿建造、成矿系列四者就成为提挈非金属矿床成矿规律的总纲。编制中国非金属矿床成矿地质图的原则在于将四者图示出来,一是表明四者之关系,二是显示矿产分布之规律,三是指出找矿之方向,从而为非金属矿床成因学的理论研究及现实的勘查工作服务。

这一图件的编制最早是从资源勘查的实际需要出发的,酝酿于80年代末,开始于1991年。编图的目的和意义可概括为三点:①找寻一种更具有实际意义的非金属矿产地质图的编制方法;②适当表达40多年来中国非金属矿床学研究和资源勘查成果;③为指导今后的地质研究和找矿工作服务。

在这项研究工作开展之前,有三项研究工作^①为这一项目的开展打下了基础:一是对“中国非金属矿资源形势分析系统”的研究;二是对“中国非金属矿床成矿系列”的研究;三是中国各省(自治区、直辖市)非金属矿床成矿地质图的编制。《中国非金属矿床成矿地质图》1:5000000的编制自1991年5月开始实施,1994年6月完成;遵循①重视地质历史分析;②重视构造环境对成矿的控制作用;③重视赋存矿床的地质体中多种矿床共生伴生的编图原则。图面以表示含矿建造的分布为主,其时代、所含矿种和成矿系列(矿床的共生、伴生关系)通过代号与图例可以对应查找,对著名矿床用编号表示。所以,可以说《中国非金属矿床成矿地质图》1:5000000中包含了中国已开发利用的非金属矿种及其矿床成因类型、含矿建造和成矿系列。中国已开发利用的非金属矿种(含宝石、玉石、彩石、砚石矿床)截止到1994年4月已有119种(表1),《中国非金属矿床成矿地质图》1:5000000上共表示了109种。中国非金属矿床的含矿建造(已知48种,图示38种,其中合并表示的7种,故图例上为31种)、矿床成因类型(86种)和成矿系列(31种均图示)的有关情况见表2。

通过《中国非金属矿床成矿地质图》1:5000000的编制,总结了中国大陆与沿海岛屿20个构造环境中非金属矿床的基本特征(从略),并对中国非金属矿床成矿作用与地壳演化的关系进行了研究,总结出以下的规律。

表1 中国已开发利用的非金属矿种

Table 1 Nonmetallic minerals exploited and utilized in China

序号	矿种	序号	矿种	序号	矿种	序号	矿种
1	自然硫	11	刚玉(红宝石、蓝宝石) ^①	17	水镁石和纤维状水镁石	22	蓝晶石
2	金刚石 ^①	12	金红石 ^①	18	铝土矿和高铝粘土	23	红柱石
3	石墨	13	水晶(紫水晶、烟晶、黄水晶、紫晶、芙蓉石-蔷薇水晶) ^①	19	橄榄石(贵橄榄石) ^①	24	硅线石
4	碘 [△]			20	石榴子石(紫牙乌、翠榴石) ^①	25	黄玉(黄晶) ^①
5	溴 [△]	14	玉髓	21	锆石(风信子石、红锆、蓝锆) ^①	26	绿柱石(海蓝宝石、金绿宝石、祖母绿) ^①
6	雄黄和雌黄	15	玛瑙			27	电气石(碧玺) ^①
7	黄铁矿	16	蛋白石			28	透辉石
8	萤石 ^①					29	透闪石
9	石盐						
10	钾盐						

① 此三项研究均由陶维屏领导,由中国建材工业地质勘查中心下属各地勘总队或专题组完成。

续表

序号	矿种	序号	矿种	序号	矿种	序号	矿种
30	重闪石	53	硼(天然硼砂、硼 镁石、硬硼钙石)	78	闪长岩	103	大理岩
31	蓝石棉(虎睛石-硅 化石棉) ^①	54	磷灰石和蒙蒂帕 莱石-紫磷灰石 ^①	79	花岗岩	104	白云质大理岩
32	硅灰石(长白玉) ^①	55	绿松石	80	白岗岩	105	蛇纹石大理岩
33	蔷薇辉石(桃花 石) ^①	56	重晶石	81	正长岩	106	镁橄榄石大理岩
34	海泡石和纤维状 海泡石	57	天青石	82	细晶岩和石英斑 岩 [△]	107	板岩、片岩
35	滑石	58	石膏和硬石膏	83	珍珠岩	108	千枚岩
36	镁质(滑石)粘土	59	芒硝和钙芒硝	84	浮石和火山灰	109	绢英岩
37	温石棉	60	杂卤石	85	霞石正长岩	110	绿泥石岩(祁连 玉、仁布玉) ^①
38	叶蜡石(寿山石、 青田石、田黄) ^①	61	明矾石	86	凝灰岩	111	浅粒岩
39	高岭土(青田石、 冻石、鸡血石)	62	白垩	87	沙、卵石和碎石 (集料)	112	阳起石钠长石片 岩
40	膨润土	63	冰洲石	88	砂岩	113	透闪石阳起石片 岩(和田玉、昆仑 墨玉、龙溪玉、玛 纳斯碧玉) ^①
41	皂土	64	菱镁矿	89	石英砂、石英砂 岩、石英岩	114	蛇纹岩(岫岩玉、 蓝田玉、蛇纹玉、 安绿玉、乐都玉、 南方玉、鸳鸯玉) ^①
42	凹凸棒石	65	毒重石	90	脉石英	115	次生石英岩(密 玉、东陵玉、琅琊 玉、京白玉) ^①
43	累托石	66	孔雀石 ^①	91	粉石英	116	硅化木 ^{①△}
44	白云母	67	天然碱	92	粘土	117	琥珀 ^{①△}
45	碎云母	68	钠硝石和钾硝石	93	页岩	118	煤精 ^{①△}
46	金云母	69	辉石岩(柴达木 玉) ^①	94	红土	119	砚石 ^①
47	锂云母(紫丁香) ^①	70	辉绿岩	95	赭石 [△]		
48	水云母	71	玄武岩	96	泥炭 [△]		
49	蛭石	72	安山岩 [△]	97	天然沥青 [△]		
50	长石(独山玉) ^①	73	麦饭石	98	磷块岩		
51	天河石	74	橄榄岩	99	硅藻土		
52	沸石	75	角闪石岩	100	石灰岩		
		76	辉长岩	101	泥灰岩		
		77	斜长岩	102	白云岩		

注:①部分可做宝石材料;②宝石;③部分可做玉石材料;④玉石(软玉类);⑤工艺雕刻材料(彩石和砚石)。包含于其他用途的非金属矿床中零星产出的宝石、玉石、彩石计20种,纯属宝石、玉石、砚石矿床的计有17种。

△表示《中国非金属矿床成矿地质图》(1:5000000)未包含的矿种。

表2 中国非金属含矿建造、矿床成因类型和成矿系列

Table 2 Ore-bearing formations, genetic types and minerogenetic series of nonmetallic deposits in China

含矿建造	矿床成因类型	成矿系列(矿床组合)
1. 金伯利岩建造	岩浆型	金刚石、镁铝石榴石
2. 超基性岩建造	岩浆型	橄榄石(贵橄榄石)、辉绿岩
	热液充填型	纤维状水镁石、温石棉
	热液蚀变型	石榴石(翠榴石)、滑石、菱镁矿、蛇纹石
	风化淋滤型	菱镁矿
3. 碱性超基性岩建造	岩浆型	金云母、磷灰石、透辉石
	水解型	蛭石
4. 基性岩建造	岩浆型	花岗石(辉长岩)、辉绿岩
5. 霓霞岩霞石正长岩建造	岩浆型	霞石正长岩、刚玉、钾长石
	风化型	蛭石
6. 花岗岩建造	岩浆型	麦饭石、花岗石
	混染同化型	石墨、钾长石、钠长石
	热液充填型	黄铁矿、石英、水晶
	风化型	高岭土
7. 花岗伟晶岩建造	伟晶岩化型	水晶、长石、天河石、绿柱石、电气石、石榴石
8. 细碧角斑岩建造	火山型	黄铁矿
	热液充填型	蓝石棉(镁钠闪石)
9. 玄武岩建造	喷溢型	橄榄石、玄武岩、浮石和火山灰
	热液充填型	玛瑙
	沉积型	膨润土、凹凸棒石、硅藻土
	风化型	铝土矿、刚玉、石榴石
10. 安山岩建造(第三纪) ^①	喷发型	浮石和火山灰
11. 中性火山岩建造	火山型	自然硫、黄铁矿
	热液蚀变型	叶蜡石、天青石、硬石膏、明矾石
	热液充填型	玉髓、玛瑙
	水解型	膨润土、沸石
	风化型	高岭土、水云母
12. 酸性脉岩建造 ^①	风化型	高岭土、瓷石(长石石英集合体)
13. 流纹质火山岩建造(第三纪和第四纪) ^①	喷发型	浮石和火山灰
14. 酸性凝灰岩建造	火山型	自然硫、黄铁矿
	热液蚀变型	刚玉、金红石、玛瑙、红柱石、叶蜡石、高岭土、明矾石、水云母
15. 酸性熔岩建造	风化型	高岭土、水云母
	火山型	珍珠岩
	水解型	膨润土、沸石
	沉积型	膨润土

续表

含矿建造		矿床成因类型	成矿系列(矿床组合)
沉积建造	16. 海相硅质岩建造	沉积型	黄铁矿、萤石、重晶石、毒重石、磷块岩、大理石
		风化和生物作用型	自然硫
		风化淋滤型	绿松石
		沉积型	石英砂岩、海泡石、镁质(滑石)粘土、磷质结核、石灰岩、石英
	17. 海相硅质岩黑色页岩碳酸盐岩建造	风化残积型	粉石英(高硅土)
	18. 海相碳酸盐岩建造	沉积型	石灰岩
		风化和生物作用型	自然硫
		喀斯特风化淋滤型	铝土矿、高岭土
		喀斯特充填物热液蚀变型	高岭土
		热液充填型	雄黄和雌黄
	19. 海相镁质碳酸盐岩建造	热液交代型	滑石、绿松石
		热液充填型	蓝石棉(镁钠闪石)
	20. 海相碳酸盐硫酸盐岩建造	沉积型	石盐、天青石、石膏和硬石膏、杂卤石、石灰岩、白云岩、大理岩
	21. 海相碎屑岩磷酸盐岩建造 ^①	沉积型	磷块岩、皂土
	22. 海相碎屑岩碳酸盐岩建造	沉积型	石膏和硬石膏、毒重石
	23. 海岛生物碎屑岩建造 ^①	积堆型	胶磷矿
	24. 滨海相碎屑岩建造	沉积型	金红石、页岩、砾石
	25. 滨海相含煤碎屑岩建造	沉积型	黄铁矿、铝土矿、高岭土、累托石
	26. 陆相含煤碎屑岩建造	沉积型	黄铁矿、高岭土
	27. 第四纪滨海碎屑建造 ^②	沉积型	石英砂
	28. 湖相镁质碳酸盐岩建造 ^①	热液充填型	蓝石棉(镁钠闪石)
	29. 湖相碎屑岩建造 ^②	沉积型	石英砂岩、沸石
	30. 湖相含盐碎屑岩建造	沉积型	石盐、钾石盐、石膏、芒硝、钙芒硝、天然碱
		生物还原型	自然硫
	31. 现代盐湖盐类建造	蒸发型	石盐、钾卤水和光卤石、硼砂、石膏、芒硝、天然碱、自然硫
	32. 河湖相碎屑岩建造	沉积型	膨润土、水云母、页岩
		风化型	高岭土
	33. 第三纪、第四纪河湖相碎屑岩建造	沉积型	玉髓、高岭土、石英砂、粘土、硅藻土
	34. 第四纪河湖相含盐碎屑岩建造 ^①	沉积型	石膏、白垩
	35. 第四纪河湖相碎屑岩建造	深源喷溢型	自然硫
		冲积型	金刚石、蓝晶石、红柱石、硅线石、长石
	36. 第四纪残坡冲积碎屑岩建造	残坡冲积型	重晶石、刚玉、锆石、金红石、玛瑙、石榴石、铝土矿、蛋白石、粘土

续表

含矿建造		矿床成因类型	成矿系列(矿床组合)
变质建造	37. 榴辉岩建造 ^①	区域变质型	金红石、石榴石、金刚石
	38. 混合岩建造	混合岩化型	石墨、碎云母、石榴石、透辉石、磷灰石、花岗石、大理石
	39. 混合岩化伟晶岩建造	伟晶岩化型	刚玉、石榴石、绿柱石、电气石、白云母、水云母、长石
		水解型	蛭石
	40. 角闪岩相—麻粒岩相片岩片麻岩建造	区域变质型	石墨、刚玉、金红石、石榴石、蓝晶石、红柱石、硅线石、浅粒岩
		热液充填型	蓝石棉(纤铁蓝闪石)
	41. 绿片岩相—角闪岩相片岩变粒岩镁质碳酸盐岩建造	区域变质型	透辉石、透闪石、滑石、绿泥石、磷灰石、硼、菱镁矿、大理岩、白云石大理岩
		热液蚀变型	水镁石、海泡石、温石棉、蛇纹岩
	42. 绿片岩相千枚岩片岩石英岩建造	区域变质型	石英岩、磷块岩、千枚岩、阳起石棉长石片岩
		热液蚀变型	叶蜡石
		热液充填型	蔷薇辉石
	43. 葡萄石绿纤石相板岩片岩建造	区域变质型	板石、砚石
		风化淋滤型	绿松石
	44. 砂卡岩大理岩建造	接触变质型	黄铁矿、石榴石、透闪石、透辉石、皂土、金云母、硼、硬石膏、大理石
		热液充填型	水晶、蓝石棉(镁钠闪石)
	45. 角岩建造	接触变质型	红柱石、石墨、半石墨
	46. 滨海相含煤片岩角岩建造 ^①	接触变质型	石墨
	47. 陆相含煤片岩角岩建造 ^①	接触变质型	石墨
	48. 脉石英建造	热液充填型	脉石英、萤石、水晶、重晶石、毒重石

注: ①为《中国非金属矿床成矿地质图》(1:5000000)未包含的含矿建造; ②为合并表示的含矿建造; 18、19、20三种含矿建造的前二种为第三种(20)发育不完全时的产物, 均属海相碳酸盐岩硫酸盐岩建造; 含矿建造 24、27 在图中合并为含矿建造 17; 含矿建造 29、32、33、35 在图中合并为含矿建造 20; 含矿建造 30、31 在图中合并为含矿建造 21。

1 非金属矿床成矿作用的特点

非金属矿床的成矿作用十分复杂,综合起来,主要有如下几方面特点。

1.1 成矿物质的多源性

越来越多的资料证明,很多非金属矿的成矿物质来源是复杂的。如在碳酸盐岩型滑石矿床中,形成滑石的 MgO 主要来源于围岩,即与镁质碳酸盐岩有关; SiO_2 除来自于围岩外,还与变质水或岩浆水有关;而 H_2O 则与大气水、变质水、岩浆水等关系密切^[3~4]。一些原来认为成矿物质是单源的矿床,现在已有资料证实是多源的,如传统认为海相石膏矿床是由于海水蒸发形成的,成矿物质来源于海水,后来发现石膏矿床的含矿岩系中常有火山物质,且现代海底火山周围有石膏产出,证明海相石膏矿床成矿物质不是单源的。这种成矿物质的多源性与地壳演化是分不开的^[5~6]。

1.2 成矿作用的多期性

以高岭土矿床为例,古生代以沉积和成岩成矿作用为主,中生代以热液蚀变成矿作用为主,同时形成风化型矿床的成母岩,新生代则以与风化有关的成矿作用为主,同时伴有沉积成矿作用^[7~8]。这就是在整个地质历史上就一种矿种而言的成矿作用多期性。在我国,石膏矿床、海泡石矿床、石墨矿床等均具有明显的成矿作用多期性。

1.3 成矿作用的多型性

不同地质时期、不同类型的形成某种非金属矿种的成矿作用常可在同一地区发生,这样,在一个地区内往往有形态、质量、分布规律各异的不同成因类型的同种非金属矿床群集在一起,形成可以集中开发以供不同用途的资源。例如景德镇、苏州两个著名高岭土产地内各有 3~5 种成因类型的高岭土矿床,又如豫西南地区有两种成因的滑石矿床。

1.4 成矿作用的叠加性

同一矿种的多种成矿作用在不同地质时期叠加在一个矿区内,这就是成矿作用的叠加性。如苏州高岭土矿区就有过沉积、蚀变、淋滤、淀积等多种高岭土成矿作用;又如海城滑石矿区曾发生过变质、热液交代等滑石成矿作用;再如东秦岭地区石墨矿床,先是受区域变质成矿作用,而后遭受岩浆热接触变质成矿作用的叠加等。

1.5 成矿作用的广谱性

广谱性是指一种成矿作用可以使一个含矿建造内同一大类物质形成不同种类的矿床。如辽东风城镁质大理岩建造内,由于岩石组合化学成分、 CO_2 化学位、断层等微环境的不同,区域变质成矿作用使含矿建造的不同部位形成了不同类型的矿床,镁质含量高者变质成菱镁矿矿床,有断层通过而导致 CO_2 化学位降低的部位形成滑石矿床,岩石中 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 含量高时形成绿泥石矿床,而接近高温区者则易形成水镁石矿床。又如豫西南地区,同是高铝地层,同是变质成矿作用,但由于不同地段温度、压力的差别,就在不同地段分别形成红柱石、硅线石、蓝晶石矿床,在平面上形成成矿系列。

非金属矿成矿作用的这些特点,正是不停息的地质演化、地质改造的自然反映。以高岭土矿床为例,我国各成因类型的高岭土矿床集中分布在东部环太平洋带上,而且成矿作用具有多期性、多型性、叠加性等规律,这些规律是由地壳演化所控制的。晚古生代时,我国东部的构造环境为近海低地和陆缘浅海,中生代侏罗纪和白垩纪为火山弧带,中生代后期因俯冲带东移而处于弧后。因此,晚古生代与中生代早期接受西、北两方长期夷平的大陆上搬来的高岭石质粘

土沉积,形成沉积型矿床,同时碳酸盐岩的剥蚀和岩溶作用提供了洞穴充填型及充填物蚀变型矿床的形成条件;中生代大量酸性岩浆的侵入和喷发形成各类与热液蚀变有关的高岭土矿床,并形成各类风化型矿床的母岩;新生代以来地处弧后,经受强烈风化作用,形成各类风化型高岭土矿床和第四纪的沉积高岭土矿床^[9]。这种规律在我国西部哀牢山地缝合带西侧的中生代古岛弧带上也可以找到。

2 非金属矿床主要成矿期及成矿的时间演化规律

我国各种非金属矿床的主要成矿期对于变质成因矿床而言,主要集中于前寒武纪和华力西期至燕山期,且前寒武纪以区域变质成矿为主,华力西期至燕山期以热接触变质成矿为主。就沉积成因矿床而言,成矿期主要集中于古生代和中生代早期,如水泥石灰岩矿床、海相石膏主要集中于寒武纪、奥陶纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪、三叠纪等时代。三叠纪后由于海水整体退出中国境内,所以就基本上没有工业石灰岩矿床产出了,其他沉积成矿作用也大为减弱。火山成因矿床成矿期主要集中在中、新生代。

3 非金属矿床分布与构造环境的关系

中国非金属矿床的分布明显受古板块构造部位即构造环境的控制。变质成因非金属矿床的形成主要与地缝合带及其近旁的造山带有关。其中形成于地缝合带变质带中的有白云母矿床、一些宝石矿床和纤维状海泡石矿床,在靠近地缝合线的向陆侧有石墨、滑石和菱镁矿等矿床,在蛇绿岩套中则有石棉、水镁石和蛇纹石等矿床。在中国,白云母矿床主要有阿尔泰山、阴山、秦岭、大雪山四个主要成矿带,其分布位置与地缝合带一致。其中的矿脉、含矿建造和缝合线的形成时期也是一致的,如在阿尔泰山成矿带它们的同位素年龄为 228~218Ma,在阴山成矿带为 1800~1700Ma,在秦岭为 381Ma,在大雪山为 140~80Ma^[10]。以透明、半透明的绿柱石、电气石和石榴石为特征的伟晶岩型宝石矿床及纤维状海泡石矿床也产于地缝合线附近。中国温石棉矿床主要分布于南天山成矿带、阿尔金山成矿带、祁连山成矿带、秦岭成矿带、夹金山—小相岭成矿带、澜沧江成矿带、哀牢山成矿带等 7 个成矿带中。这些成矿带完全受蛇绿岩套控制,平行于地缝合线分布。成矿期为加里东期、华力西期和印支期后。晶质鳞片石墨矿床主要分布于贺兰山、洋河、那丹哈达岭、胶东、东秦岭、鄂西、龙门山、武夷山、红河、海南岛 10 个成矿区。成矿作用以区域变质成矿作用为主。成矿期大致有两个:一是中条期或其以前,如贺兰山、洋河、胶东、东秦岭属之;二是晋宁期-加里东期,如那丹哈达岭、鄂西、龙门山、武夷山、红河、海南岛属之。滑石矿床、菱镁矿矿床、绿泥石矿床、水镁石矿床主要分布在辽东、胶东、东秦岭和湘桂一带。成矿期主要有两个,一是前寒武纪,二是加里东期^[4]。

沉积矿床主要与稳定的构造环境关系密切。海相石膏矿床主要形成于弧后陆缘海的环境中。成矿时代在华北古板块主要是早寒武世和中奥陶世,在华南古板块主要是早石炭世和早中三叠世,在塔里木古板块主要是早石炭世^{[5][11]}。产于弧后陆缘海环境的沉积矿床还有石灰岩、白云岩、石英砂岩等。华北古板块石灰岩矿床的主要成矿时代是中晚寒武世、中奥陶世,华南古板块上石灰岩成矿时代是中泥盆世、石炭世、早二叠世和早三叠世,塔里木古板块是石炭世,西伯利亚古板块南缘主要是中晚泥盆世、石炭世和早二叠世。白云岩矿床的分布范围大体与石灰岩矿床一致,其矿层往往紧挨着石灰岩,因而产出层位相应比石灰岩要晚一点^[12]。石英砂岩矿床在华北古板块主要产在中上元古界,在华南古板块主要是寒武系下统五山组和泥盆系上统

五通组^[13]。由于华南海域附近在早二叠世时有大量火山喷发,因此在灰岩与茅口灰岩之间夹有火山灰形成的高镁粘土层。这些粘土层在湖南、江西西部地区因成岩作用程度较浅而形成海泡石粘土矿床,向东因埋藏变质作用的影响则常形成镁质粘土(成岩改造型滑石粘土)矿床,这些矿床在区域上形成逐渐演变的成矿系列。

与陆缘火山弧有关的非金属矿床有中生代以来中国大陆板块东缘火山弧中的珍珠岩矿床、沸石矿床、膨润土矿床、高岭土矿床、叶蜡石矿床、明矾石矿床、萤石矿床等^[14~15]。在卡拉麦里山石炭纪也有这类矿床形成。与中生代以前的海相火山喷发有关的矿床,有与细碧角斑岩建造有关的蓝石棉矿床及与细碧角斑岩建造顶部镁质碳酸盐岩有关的滑石矿床、石棉矿床。与海相火山喷发有关的矿床,由于形成时代古老,所处位置与地缝合带相吻合,因此其中的矿产大都具有明显的变质特征。中国大陆板块东缘火山弧由于受太平洋板块的控制,矿床的形成与构造环境的关系十分密切。以与酸性火山熔岩有关的矿床为例,由于火山弧的向洋迁移性,珍珠岩、沸石、膨润土矿床的成矿时代由西向东由中、晚侏罗世变新至中晚白垩世。

与中国东部发育的三条陆内裂谷有关的非金属矿床主要有沉积成因和火山成因两类。沉积成因的矿产以湖相石膏矿床为典型。含膏盆地紧贴着三条陆内裂谷分布。石膏矿床形成于火山喷发之后,裂谷即将消亡的时期。郯-庐裂谷和邢台-荆门裂谷结束于第三纪,沿裂谷分布的含膏岩系均属第三系。银-昆裂谷中段消亡时间早,两端较晚,故沿裂谷中段的成膏期为白垩纪,而两端则为第三纪。火山成因的矿床主要与基性岩浆喷发有关。在玄武质的火山锥中有浮石矿床。硅藻土虽是沉积矿床,但其成因与基性火山活动密切相关。另外,还有凹凸棒石、蓝寶石、膨润土矿床,它们大都沿裂谷分布。浮石矿床产在黑、吉、辽、内蒙古、晋及海南一带,硅藻土矿床分布于黑、吉、鲁以及川、粤、滇、浙等地。

4 地壳演化对非金属成矿的控制作用

地壳演化对非金属矿成矿的控制作用是十分明显的,主要表现为四个方面。

4.1 地壳演化对含矿建造的控制

地壳演化的过程也是含矿建造的形成、改造和破坏的过程。板块陆核区一般形成于太古宙或元古宙,由于地壳演化历史悠久,基底中所赋存的含矿建造一般都遭受过中深程度的变质作用。如华北古板块陆核区基底主要发育有角闪岩相—麻粒岩相片岩变粒岩片麻岩建造、混合岩建造、混合岩化伟晶岩建造等。板块陆核形成后,除了其四周或会聚消减或增生扩大仍处于激烈变化之外,板块整体趋于相对稳定,因此基底之上一般形成大规模分布的轻微变质或未变质的含矿建造。如在陆缘海环境中可形成规模巨大的海相碎屑岩碳酸盐岩建造、海相碳酸盐岩硫酸盐岩建造等。大陆内部形成河湖相碎屑岩建造、盐湖盐类建造、绿片岩相千枚岩片岩石英岩建造等。板块的相互会聚碰撞,在缝合带常形成超基性岩建造、基性岩建造、细碧角斑岩建造,其附近的褶皱造山带中常见经变质的绿片岩相—角闪岩相片岩变粒岩镁质碳酸盐岩建造。深断裂带常控制着霓霞岩霞石正长岩建造、碱性超基性岩碳酸岩建造、大陆玄武岩建造的发育。板块俯冲过程中形成的火山弧及弧后岩浆带常发育酸性熔岩建造、酸性凝灰岩建造、花岗岩建造、砂卡岩大理岩建造、角闪岩建造等。这些建造形成后,随着地壳的演化还会被改造或被破坏。

4.2 地壳演化对成矿作用的控制

成矿作用的发生往往与地壳演化紧密相连。地壳演化具有旋回性和阶段性,因此成矿作用也体现出多期性和多阶段性,其间存在着相互对应的关系。地壳演化对成矿作用的控制还表现