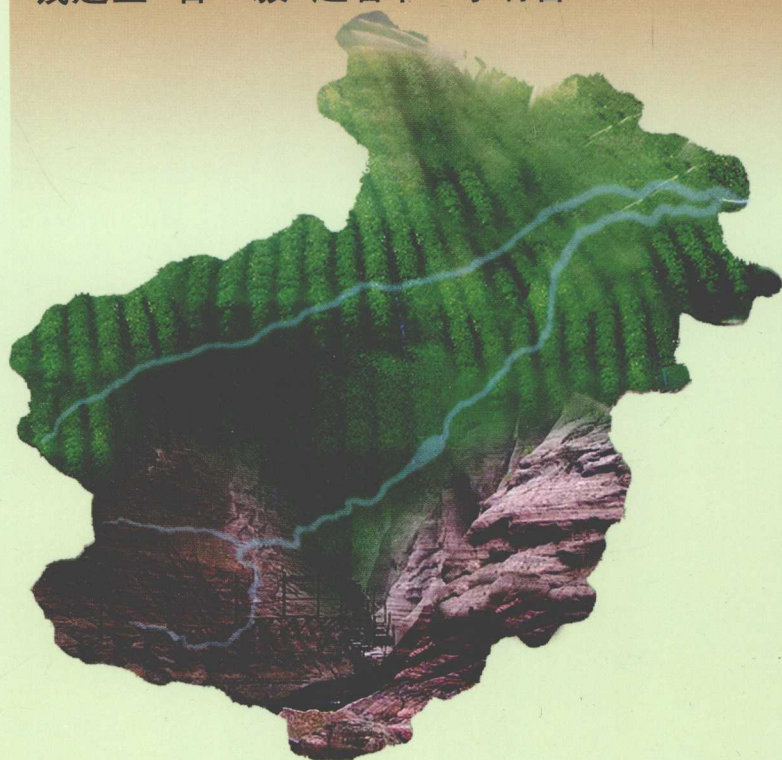


HENANSHENG LUOYANGDIQU

NONGYONG KUANGCHAN ZIYUAN GAILUN

河南省洛阳地区农用 矿产资源概论

岳铮生 汪江河 付法凯 燕建设
钱建立 石 毅 赵春和 等编著



黄河水利出版社

河南省洛阳地区 农用矿产资源概论

岳铮生 汪江河 付法凯 燕建设
钱建立 石 毅 赵春和 等编著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书依托洛阳地区的矿产资源,初次探讨洛阳地区农用矿产领域的理论和实践以及促进农业经济发展的这类问题;以区域地质背景、农用矿产分类特征及开发利用概况为基础,展现其找矿方向和已知农用矿床的开发应用前景;以提供有关的农用矿产资源信息技术,进一步推动洛阳地区农用矿产勘查、开发应用和矿山企业的发展。

本书可供从事矿产勘查、教学和农业工作的科研人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

河南省洛阳地区农用矿产资源概论/岳铮生等编著.
郑州:黄河水利出版社,2010.7
ISBN 978-7-80734-841-2

I.①河… II.①岳… III.①矿产资源-概况-洛阳市
IV.①P617.261.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 117596 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail: hhsicbs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司印刷

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:10.75

字数:260 千字

印数:1—1 000

版次:2010 年 7 月第 1 版

印次:2010 年 7 月第 1 次印刷

定价:28.00 元

前言

农业是国民经济的基础，“无工不富，无农不稳”。我国一向将农业摆在重要的战略位置，并以工业化促进农业现代化，以科学发展观、现代科技指导和支持农业不断发展，全国各行各业关心、服务于农业已成为神圣使命。为此，作为地质矿产部门以其专业领域和科技之长，经多年精心整理归纳选择了一批农用矿产，并将其识别、开发、应用的相关问题编制成此专著，权作本行业支援农业的一项初始行动。

所谓农用矿产资源是指在大农业(农、林、牧、副、渔)上可利用或具有潜在利用价值的天然矿物和岩石以及某些可利用的工业尾矿或废料，即指一切直接、间接应用或可应用于农林牧副渔业中的岩矿原料。随着农业生产的发展，天然矿产和岩矿产品在大农业上的应用越来越广泛，目前除在矿物肥料中广泛应用外，还应用于改良土壤剂、饲料添加剂、动植物生长调节剂、农药或农药载体以及农用工程材料等。用做矿物肥料的农用矿产除传统的磷矿、钾矿、硫矿外，还有各种含钾岩石、蛭石、硅灰石等 40 余种；用做土壤改良和园林栽培的有沸石、膨润土、硅灰石、蛭石、麦饭石、黏土等 10 余种；用做饲料添加剂的矿物岩石有 50 多种，有岩矿类、盐类矿物、黏土矿物等；用做农药的矿产有雄黄、雌黄、毒砂、硫酸铜等；此外还有用做粮食干燥的沸石、膨润土等。这是个不断拓展的新领域。

近几年，国内外应用于大农业的矿物岩石已超过 150 种。随着农业科技和矿产品加工利用技术的日新月异，其应用的种类还将快速增加。农用矿产资源的利用状况已成为衡量一个国家农业和矿业科技水平高低的重要标志之一。

洛阳地区有着优越的地质地理环境，矿产资源丰富，可以大力发展、开发农用矿产资源，现已发现农用矿产资源 24 种(334 处矿产地)，以其用途可作为土壤改良剂、矿肥、饲料、农药等多个领域。充分开发利用这些农用矿产资源，可以大面积改良土壤，减少化肥的施用量，降低农业生产成本，大幅度提高农业产品的产量和品质，对于实现农业产业化和推广特色农业、提高农民收入、壮大地方经济、优化农业环境和扩大地质勘查服务领域具有重要意义。原河南省岩矿测试中心已研制出专供猪、鸡、牛、鱼的 PMA、CMA、NMA、FMA 四大系列九个品种的矿物饲料，其生物学效价均达到和超过国外指标，已在全国推广应用。目前，在全省建立了五个矿物饲料厂和两个原料基地，取得了明显的经济、社会效益。以此为基础，对照国内外农用矿产开发利用的经验和成果，初始对洛阳地区农用矿产领域以及开发利用前景进行概论。

编著本书的宗旨，首先是建立在矿业发展战略方面，我国农用矿产资源起步较晚，发展空间大，必将成为煤炭、金属、非金属、水资源四大矿产资源之间的一个特殊门类，农用矿产深加工将成为朝阳产业，具有广阔的发展空间；其次，洛阳属于矿产资源丰富的工业城市，但农用矿产资源发展滞后，通过本书全面系统展示洛阳地区农用矿产资源，以促进发展矿业经济，带动其他经济发展，以加强农业，加快工业强市发展战略的实施；再次，洛阳地区崛起的乡镇企业中，矿产开采加工业占了较大的比重，但因农用矿物加工尚未形成规模、加工技术落后、缺乏专用产品系列、资源状况不清等方面的问题，亟待引导。通

过本书,在普及地质专业(科学)知识的同时,向有志者提供农用矿产资源信息技术,以期推动洛阳地区乡镇矿山企业的发展。

本书共分十章二十九节。第一章是绪论;第二章是洛阳农业;第三章是区域地质背景——期望通过洛阳农业,结合区域地质背景的叙述,能够使读者从基础地质学方面入手,了解农用矿产和基础地质之间的内在联系,认识更多的农用矿产资源,提高对农用矿产资源的认识,明确其发展和找矿方向;第四章是农用矿床及其找矿方向——依据经典矿床学原理,分别从矿床地球化学特征、成矿作用、矿床类型特征方面,运用成矿理论分析研究洛阳可能形成的不同成因类型的农用矿床,重新认识洛阳已知的农用矿床,以拓宽找矿领域和方向;第五章是洛阳农用矿产分类及特征——以洛阳矿业发展规划为基础,对全区农用矿产资源进行分类研究和资源特征的分析,对比国内外农用矿产开发应用、系列产品研发现状,展望洛阳农用矿产资源勘查开发应用前景,为进一步开展深层次的应用研究工作打下基础;第六章是洛阳农肥类矿产资源;第七章是洛阳饲料类农用矿产资源;第八章是洛阳农药类矿产资源;第九章是洛阳土壤改良剂—环保类矿产资源——依类分别结合 16 例已知农用矿床的勘查开发应用前景,重点选取已进行过地质勘查工作、矿产品市场效应较好、具有代表性和经类比新发现的有价值矿点,较详细地介绍已知矿床特征及开发应用前景,以便有志者得以快速开发应用;第十章是农用矿产可持续发展战略和对策,进一步展望洛阳农用矿产资源勘查开发应用前景。

本书依托洛阳地区的矿产资源,初次探讨农用矿产领域的理论和实践以及促进农业经济发展等方面的问题,无疑是一次大胆的尝试,期望以其抛砖引玉,唤起地学同仁的广泛共鸣,共同掀起洛阳地区发展农用矿业经济的新高潮。

本书是以教授级高级工程师、国务院政府特殊津贴获得者、河南省优秀专家岳铮生为首的研究组近几年的专题综合研究成果,汇集河南省地矿局第一地质调查队的相关成果资料,融合了岳铮生、燕建设、付法凯、钱建立、刘文阁、汪江河、石毅、赵春和、李红松、汪洋、王娟等众多同仁们的科研报告和论文,总顾问地学资深专家石毅拟定提纲和提供相关资料,得到洛阳市国土资源局高级工程师钱建立、刘文阁的倾力相助,为本书积累了丰富的研究资料,以上人员均参加了调研、资料收集及相关章节的编写工作。由总工程师教授级高级工程师燕建设主持编写,主编人汪江河、岳铮生统一编纂、审核定稿,汪洋、王娟进行文图表录入和制作。

本书参考了有关学者、专家的专著、论文及相关资料,对于书中引用、涉及的各类原始、基础资料的作者或曾经参与相关工作的所有工作人员,以及为我们提供过帮助、指导的专家、学者和编辑,在此一并表示诚挚的感谢!

由于编者的认识水平和所掌握知识面的局限,书中尚有很多不尽人意之处,谬误实属难免,敬请批评指正。

编 者

2009 年 6 月于洛阳

目次

前言

第一章 绪论	(1)
第一节 农用矿产资源概念	(1)
第二节 常见农用矿产	(1)
第三节 农用矿产发展的回顾	(2)
第四节 农用矿物分类	(4)
第五节 农用矿产与农业地质学	(7)
第二章 洛阳农业	(9)
第三章 区域地质背景	(15)
第一节 地 层	(15)
第二节 构 造	(23)
第三节 岩浆岩	(27)
第四章 农用矿床及其找矿方向	(30)
第一节 农用矿床成矿作用	(30)
第二节 内生矿床	(32)
第三节 外生矿床	(46)
第四节 变质矿床	(62)
第五章 洛阳农用矿产分类及特征	(67)
第一节 洛阳矿产资源总论	(67)
第二节 洛阳农用矿产资源分类	(71)
第六章 洛阳农肥类矿产资源	(80)
第一节 传统农肥类开发应用前景	(80)
第二节 非传统农肥类勘查开发应用前景	(92)
第七章 洛阳饲料类农用矿产资源	(101)
第一节 石灰岩的开发应用前景	(102)
第二节 凝灰岩及膨润土矿应用前景	(108)
第八章 洛阳农药类矿产资源	(114)
第一节 硫及硫化物多金属矿应用前景	(114)
第二节 重晶石矿勘查开发应用前景	(118)
第三节 高岭土矿的勘查开发应用前景	(123)
第四节 滑石矿勘查开发应用前景	(140)
第九章 洛阳土壤改良剂—环保类矿产资源	(145)
第一节 蛭石矿的应用前景	(145)
第二节 玄武岩及玄武质浮岩开发应用前景	(149)

第十章 农用矿产可持续发展战略和对策.....	(155)
第一节 可持续发展战略的指导思想.....	(155)
第二节 可持续发展对策.....	(156)
第三节 农用矿产资源发展前景	(158)
第四节 农用矿产勘查与开发应用的必备过程	(159)
第五节 应重视和加强对农用矿产资源的保护	(161)
结 语	(163)
主要参考文献及资料	(164)

第一章 绪 论

第一节 农用矿产资源概念

所谓农用矿产资源系指在大农业(农、林、牧、副、渔)上可利用或具有潜在利用价值的天然矿物和岩石以及某些可利用的工业尾矿或废料,即指一切直接、间接应用或可应用于农林牧副渔业中的岩矿原料总称。是促进农业增产增效,改善农业环境而形成的矿产系列组合。

这个矿产系列组合主要是在非金属、能源、金属三大类矿产资源之间的一个新的领域,有广阔的发展空间。它包括狭义的也是传统的、广义的又称非传统的两类矿肥。传统的农用矿物仅指农用矿物肥料,主要是促进粮食作物增产,如氮、磷、钾类肥料矿产,主要利用矿物和岩石的有用化学成分。非传统的农用矿物,除农用矿物外,还包括饲料、农药、土壤改良剂及农用建筑矿产,除了利用这些矿物的化学成分外还利用其化学和物理性质,又称为“新型农用矿产”。

这一类矿物集合体,在 20 世纪 70 年代,欧美等发达国家就提出了一个“非传统农用矿产资源概念”。所谓非传统农用矿产资源是相对于传统的磷、钾、硫等农用矿产资源而言,系指具有某些特殊的物理性状和化学(元素)组成,能应用于现代化农业生产的矿物集合体。这一类矿物集合体,也称之为“廉价农用矿产资源”。近年来,由于新型材料研究与开发的兴起,又将这一类矿产资源中的一些黏土矿称之为“黏土生物工程材料”。黏土生物工程材料具有对生物给养、保养的机制,有对生物抗病、防病的功能,有净化生态环境的作用。以上所述的几个提法,实际所指相同,可统称为新型农用矿产资源(童潜明,2000)。

第二节 常见农用矿产

一、常见农用矿物和多矿物混合物

农用矿物即矿物类农用矿产,其定义为以天然矿物为原料,经简单加工后即可直接用作肥料、复合肥或混合肥、土壤改良剂、饲料添加剂、农药、菌肥载体、作物生长调节剂等。目前,可利用的农用矿物已多达百种以上,常见矿种有磷灰石、钾长石、硼砂、方解石、海泡石、沸石、滑石、叶蜡石、明矾石、胆矾、水绿矾、菱镁矿、水镁石、蛭石、石膏、硬石膏、自然硫、黄铁矿、橄榄石、麦饭石、海绿石、水云母、芒硝、石盐、雄黄、雌黄等。一部分农用矿产在自然界是以多矿物混合物存在的,农业上可以直接利用,它们多是些黏土矿物、风化残积物或沉积物,以及某些农业上可利用的工业残余物。主要有高岭土、膨润土、凹凸棒石、纤维状海泡石、海泡石黏土、镁质黏土、水云母(伊利石)黏土、累托石(黏土)、硅藻土、泥炭、腐殖酸类泥或土、工业尾肥、矿渣、粉煤灰等。

二、常见农用岩石

在自然界中,农用矿产主要以矿物集合体——岩石状态存在的,开发利用时通常也多是多矿物集(混)合物或岩石为原料,而且常见的农用矿物也多是岩石中经过粗加工提取,或以某一种或几种矿物为主要成分的岩石为原料来加工生产的。常见的岩石类农用矿产有石灰岩、白云岩、正长岩、珍珠岩、蛇纹岩、玄武岩、浮石岩、火山灰、天然碱、钾盐,某些基性、超基性岩石,含钾岩石、含磷岩石、含微量营养元素或稀土元素的岩矿等。

第三节 农用矿产发展的回顾

一、化肥时代

19 世纪 40 年代起到第一次世界大战是化肥工业的萌芽时期。那时,人类企图用人工方法生产肥料,以补充或代替天然肥料。1840 年,李比希用稀硫酸处理骨粉,得到浆状物,其肥效比骨粉好。不久,英国人 J.B.劳斯用硫酸分解磷矿制得一种固体产品,称为过磷酸钙。1842 年他在英国建了工厂,这是第一个化肥厂。1872 年,在德国首先生产了湿法磷酸,用它分解磷矿生产重过磷酸钙,用于制糖工业中的净化剂。1861 年,在德国施塔斯富特地方首次开采光卤石钾矿。在这之前不久,李比希宣布过它可作为钾肥使用,两年内有 14 个地方开采钾矿。19 世纪末期,开始从煤气中回收氨制成硫酸铵或氨水作为氮肥施用。1903 年,挪威建厂用电弧法固定空气中的氮加工成硝酸,再用石灰中和制成硝酸钙氮肥,两年后进行了工业生产。1905 年,用石灰和焦炭为原料在电炉内制成碳化钙(电石),再与氮气反应制成氮肥——氰氨化钙(石灰氮)。

从 20 世纪初到 50 年代,化肥工业处于发展阶段。在这段时期里,化肥生产技术不断进步,品种增多,产量增大,并逐步成为一个工业部门。

第二次世界大战结束后,为了适应世界人口的迅速增长,增施化肥成为农业增产的有力措施,因之促进了化肥工业的大发展。1950 年,世界化肥总产量(以 N、 P_2O_5 和 K_2O 含量计)为 14.13 Mt,1980 年达到 124.57 Mt,以每年 7%~8% 的速度增长。20 世纪 80 年代以来,化肥工业不景气,增产速度下降。为了持续增产实现科学施肥,要求化肥工业向不同生产条件下的农业提供各种规格的长效复合肥料,以提高农业经济效益,这就促使了化肥工业在发展中进行改造。

中国在 1909 年进口了少量智利硝石(硝酸钠);1914 年,吉林公主岭农事试验场首先开始进行化肥的田间施用试验;20 世纪 30~40 年代,卜内门化学工业公司向中国推销硫酸铵,农民称它为肥田粉。1935 年和 1937 年在大连和南京先后建成了氮肥厂。1949 年以后,加快了化肥工业发展速度。50 年代,在吉林、兰州、太原和成都建成了 4 个氮肥厂。60~70 年代,又先后在浙江衢州、上海吴泾和广州等地建成了 20 余座中型氮肥厂。1958 年,化工专家侯德榜开发了合成氨原料气中二氧化碳脱除与碳酸氢铵生产的联合工艺,在上海化工研究院进行了中间试验,1962 年在江苏丹阳投产成功;从此,一大批小型氮肥厂迅速建立起来,成为氮肥工业的重要组成部分。70 年代中期开始,又新建了一批与日产 1 kt 氨配套的大型尿素厂。1983 年,中国氮肥产量(以 N 计)达到 11.094 Mt。

2004 年以来,中国农科院土壤肥料研究所(后改为农业资源与农业区划研究所)与黑龙江硅源肥业有限公司联合进行了“新型高活性硅钙肥研制及其高效施用技术研究”。该产品以天然含硅、钙、镁、铁、硼、钼等元素的矿石为原料,采用国际最先进的激活技术,添加自主创制的核心技术,即复合添加剂和氮肥增效剂,使硅、钙、镁、铁、硼、钼等元素实现活化,较同类产品作物吸收利用率提高 15~20 倍,有效硅、有效钙含量分别高达 30%、33%以上,还含有多种微量元素;使该高活性硅钙镁钾肥可以直接与各类氮肥混合施用或作为原料直接与 N、P、K 肥加工成含硅复合肥,提高 Si 与 N 的利用率。因此,从根本上解决了一直以来困扰的硅肥生产与使用施肥技术难题。2006 年 12 月 16 日,农业部科教司委托中国农科院科技局组织召开该项技术成果鉴定会,由著名农业科学家陈文新院士任主任,全国人大常委委员(原中国农大校长)、著名植物营养肥料学家毛达如教授任副主任委员的鉴定专家,一致认为该成果在总体上达到了国际先进水平,在硅提高作物抗真菌病的机理和创新硅钙肥加工工艺方面达到了国际领先水平,目前已得到全面的推广应用。

二、矿物微肥——源于大农业地质中的地球化学

大农业地球化学主要指岩石、土壤和水中与大农业生产有关的营养元素的分布、富集规律及由此而引起动植物生产、繁殖、变异、衰减等化学作用规律。利用地球化学方法通过查清岩土中各种元素变化特征和环境质量的途径来揭示农作物生长的背景,对自然气候、土壤特征、母质(岩)常量元素、微量元素、土壤理化性状、营养元素全量、营养元素有效态、重金属元素分布分配特征的研究,查明土壤农业地质背景和营养元素丰缺及土壤环境质量,为农业生产、合理施肥和产业结构调整指明了方向。

根据土壤地球化学调查结果,有针对性增补矿物微肥的作用主要是:①提高农产品产量、品质;②促进农作物生长发育,提早成熟,防早衰;③抑制病虫害,增强农作物抗逆性,根除生理性病害;④调节土壤酸碱度,疏松土壤,改良物理性状;⑤协调土壤营养结构,提高土壤肥力和肥料利用率。

目前,研究大农业地质—地球化学背景与研究矿物微肥、饲料并重,但随着粮食与主要农作物产量的提高,日益受到土壤活力和肥效不断降低的威胁,以及农用土地不断减少的情况下,用改良土壤的办法来提高产量的途径以及用非传统农用矿物岩石作肥料来补充化肥的做法,日益显得紧迫和必要,因而研究和扩大非传统农用矿物、岩石的利用领域,特别是在改良土壤和制作矿肥、微肥方面将普遍被重视起来。

三、农用矿产利用将再度掀起高潮

回眸 1998 年以来中国化肥产业改革十年的风雨历程,我们不难发现,中国化肥工业一路辉煌的背后,飘扬着一面自主创新的大旗。从单质肥起步到硫基复合肥、硫酸钾复合肥、多元复合肥在全国兴起,从 BB 肥不断推广到高塔技术的成熟与完善,我国的化肥国产化程度正在不断提高,肥料品种日益丰富,众多新型矿肥品种的诞生,不仅使中国肥料产品结构发生巨大变化、让农肥行业营销模式发生改观,更改变了中国农民千百年来耕作施肥模式。

硫基复合肥的诞生,再次演绎了一个简单的事实——科技推动生产力,是科技进步推动了中国复合肥行业的繁荣。目前,在全国 700 多家复混肥料制造企业中,近 90%采用的就是这项技术,这项技术至今还影响着中国复合肥行业。硫基复合肥生产技术的问世,成

为中国从一个复混肥纯进口国成为净出口国的重要因素。

BB 肥作为氮磷钾三元素的有效载体,结合了国外的肥料发展方向,成为第一个引入平衡施肥理念的肥料品种,配方由原来的六七个矿物元素增加到近 30 个,由原来的氯基增加了硫基产品,有些还添加了有机质和微量元素。早在 1988 年,当中国还沉迷于原有施肥方式时,广东中加就将平衡施肥的理念从遥远的加拿大引到了中国。BB 肥实现了土壤技术与肥料技术的紧密结合,是现代科学施肥、平衡施肥、按需施肥等先进施肥理念的物化体现。BB 肥使平衡施肥技术由过去的被动接受变为主动应用,并简化了技术推广程序。农业部农技推广中心土壤与肥料处处长杨帆曾给予 BB 肥很高的评价。

湖南省地质研究所充分利用当地丰富的岩矿石资源优势,根据岩矿资源特性,把在工业上不能利用的低品位的海泡石黏土矿、钙质膨润土矿、富稀土岩、富钾岩、富硒岩、富铬及多种微量元素的基性超基性岩等称之为新型农用岩矿资源。实践表明,这种新型农用岩矿肥料,可提高地力增加有效钾和可交换镁、钙含量,可改良土壤调整其砂、黏粒比例,使黏重土壤增大通透性和降低容重。

近几年来,随着技术领域的不断创新,各类新型肥料如雨后春笋般不断涌现,确定新型肥料的发展方向应是在继续施用氮、磷、钾肥的基础上,增施含有硅、钙、镁和其他中、微量元素的肥料或制作成复合肥料施用。这对农业增产、农民增收效果相当重要。同时,即将会再度掀起农用矿产开发利用的新高潮,也为农用矿产领域的发展指明了方向。

第四节 农用矿物分类

经过 200 多年的探索、试用、总结,农用矿产这个研究领域不断扩大,发现和利用的矿物越来越多,也就越来越需要科学的分类、归纳、比较、区别,工业和科技界有不同的分类方案,主要还是按用途分类,见表 1-1、表 1-2。

表 1-1 农用矿物分类

分类	常见主要矿物举例
土壤改良剂	天然沸石、膨润土、石灰石、磷石膏、黏土、砂子、泥炭、海泡石、蛭石、褐煤、珍珠岩、蒙脱石、伊利石、高岭土
矿物肥料	磷灰石、蓝铁矿、胶磷矿、鸟粪石、钾石盐、光卤石、杂卤石、钾盐镁矾、无水钾镁矾、钾镁矾、软钾镁矾、钾芒硝、钾石膏、钾硝石、绿钾铁盐、钾铁盐、硼钾镁石、正长石、钾微斜长石、透长石、海绿石、白云石、酸石、金云母、白云母、黑云母、橄榄石、蛇纹石、绿豆岩、明矾石、白铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿、硼砂、天然硼酸、硼镁石、单斜硼钙石、硼镁铁矿、电气石、软锰矿、硬锰矿、水锰矿、菱镁矿、褐锰矿、黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿、铜蓝、孔雀石、蓝铜矿、辉钼矿、铁钼华、闪锌矿、水锌矿
矿物饲料添加剂	石灰岩、沸石、海泡石、膨润土、皂石、麦饭石、石盐、芒硝、天然碱、石膏、磷灰石、泥炭、风化煤、腐泥、硅藻土、蛭石、海绿石、凹凸棒石、硅质岩、珍珠岩、胆矾、水绿矾
矿物农药及其载体	硫磺、雌黄、雄黄、磷灰石、岩盐、硼砂、钠芒硝、碘钙石、石灰石、蛇纹石、胆矾、绿矾、凹凸棒石
农用工程材料	包括农田基本建设、水利和农业工程用石材、砂、泥土等

注:据安徽农业大学,朱江、周俊,安徽地质,1999。

表 1-2 我国农用矿物、岩石分类系统表

大类	亚类	矿物、岩石举例
(一)肥料	1.氮肥	钠硝石、钾硝石、钙硝石等，泥炭、腐泥、腐泥煤、煤、天然气等
	2.磷肥	磷灰石、磷铝石、蓝铁矿、银星石，磷块岩、含磷页岩等
	3.钾肥	钾长石、霞石、白云母、黑云母、海绿石、钾盐、光卤石等，花岗岩、正长岩、粗面岩、响岩、凝灰岩、伟晶岩、长石斑岩等
	4.微肥	硼砂、硼镁石、方硼石、白云石、电气石、辉钼矿、自然硫、闪锌矿、孔雀石、菱锰矿、软锰矿、硬锰矿、蒙脱石、石膏等
(二)饲料	5.常量元素	方解石、白云石、水镁石、磷灰石、石膏、石盐、钾盐、云母等，磷块岩、石灰岩等
	6.微量元素	沸石、蒙脱石、辉钼矿、菱铁矿、软锰矿、闪锌矿、孔雀石、海泡石、铜蓝等，麦饭石、褐煤、腐泥煤、花岗岩等
(三)农药	7.农药原料	自然硫、雌黄、雄黄、辰砂、磷灰石、黄铁矿、重晶石、滑石、萤石、毒砂、胆矾等
	8.农药载体	叶蜡石、沸石、蒙脱石、蛭石、高岭石、凹凸棒石、海泡石、滑石等，硅藻土、泥炭、蓝铁矿、泥岩等
(四)改良土壤、土壤环保	9.改良土壤、水土保持	蒙脱石、沸石、高岭石、橄榄石、蛇纹石、石膏、自然硫等，页岩、泥岩、硅藻土、火山灰、凝灰岩、白云岩、玄武岩、辉长岩、蛇纹岩、煤矸石、绿泥石、片岩等
	10.土壤环保	沸石、伊利石、蒙脱石、蛭石、铝土矿、凹凸棒石、海泡石、高岭石等，以及珍珠岩、麦饭石、石灰岩等
(五)建材	11.砖瓦、水泥、陶瓷	高岭石、石英、云母、绢云母、蛭石、滑石、蒙脱石、硅灰石等，页岩、黏土、泥岩、石灰岩、珍珠岩、黑耀岩、松脂岩、辉绿岩、浮石等
	12.建筑石材	石膏、方解石、叶蜡石、软玉、蛇纹石等矿物，以及石料、砂砾石、大理岩、花岗岩、板岩、石英岩等岩石

注：据宁夏大学，李龙堂(修编)。

一、从矿物学方面认识农用矿物

由表 1-1、表 1-2 可以看出，农用矿物是包括能源、金属和非金属矿产在内的一系列矿产资源，主要是非金属矿产。在应用性能上，除了农药载体、环境保护等领域利用这些矿物的物理性能外，大部分矿物如化肥、农药原料和饲料，包括土壤改良剂，都是利用了这些矿物的化学成分和特有的化学性能。

二、从矿床学上认识农用矿物

由表 1-1、表 1-2 所列农用矿产分别源自内生、外生和变质矿床之中，从矿床学理念上去认识农用矿产的意义重大。这是因为农用矿产不仅是非金属矿产中的一个重要组成部分，也往往是组成一些金属、能源矿产的伴生组分，处于一个同样的成矿系列中。找矿实践证明，成矿系列中的一些农用矿产标志性矿物，往往是某种金属矿产的找矿标志。例如自然

界中的黄铁矿，它往往与多金属硫化物矿床共生在一起。有经验的地质工作者常将黄铁矿的晶形形态和共生组合特征用于金属硫化物的找矿工作中，如高温条件下形成的黄铁矿一般有完整的晶体形态、闪亮的光泽，并往往和磁黄铁矿伴生，这是寻找辉钼矿的标志，栾川地区砂卡岩型辉钼矿区的黄铁矿均具有这类特征；中温条件下形成的黄铁矿，晶体虽然完整，但没有磁黄铁矿，多见诸于一些铅锌矿的组合；低温条件下生成的黄铁矿，颜色多为灰白色，晶体不完整，无晶面纹，这是找金、银这些低温硫化物矿床的主要标志，野外找矿中非常见效。

通过对矿床学理念的研究(重温)启示我们，十几年来我们对农用矿产的认识，在一定程度上还停留在“矿产”的概念上，现在所进行的工作侧重于农用矿种、数量、产地、工作程度、应用领域、开发状况以及矿业市场信息的调研，却忽视了对各种矿产产地的实地调查，尤其缺少按矿床学理念开展较深入的资源调查以掌握和积累一些矿种的矿床地质资料及开发应用效果评价。目前，已有资料的量化程度很低，大部分农用矿产产地所掌握的情况不能达到开发论证的要求，由此也大大制约了农用矿业的发展，难以实现农用矿产由资源向产业化和经济效益的转化，这是今后必须引起重视的重要问题。

(1)相当多的农用矿产如磷块岩、各种黏土岩、泥炭、含钾砂页岩、石膏、白垩、岩盐等，都可独立形成一些大型、特大型矿床。但这些矿床实际上又是不同时代地层的一部分，具有标志层特征，有特定的顶、底和夹层。研究认识这类矿床，不仅是地层学研究的内容，也涉及到古生物学、地史学以及古地理学等不同学科。

(2)大理岩、硅灰石、蛇纹岩、蛭石、云母类、滑石等一类变质矿产，它们原是在不同地质条件下变质的沉积岩地层或地层中含有的矿物，研究这类矿产除了运用地层学、沉积岩石学、变质岩石学的知识和理论外，还涉及到大地构造学、矿物学等学科领域。

(3)构造地质学是研究地壳中岩石形变及其原理的学科。在特定的大地构造部位形成特定的变质矿产外，还包括由构造运动产生的各种裂隙中的内生矿床，它们都将因为后期的构造运动而发生各种形变，而研究这种形变和其形成的过程，又是矿床研究中运用构造地质学解释的课题。

(4)不同种类的岩浆岩(火山岩和侵入岩)，它们除了提供花岗岩、橄榄岩、蛇纹岩、珍珠岩等岩石型农用矿种外，又往往是农用金属硫化物、萤石、重晶石、蛭石、钾长石、硫铁矿等的成矿母岩。要认识这些矿床，不仅需运用岩石学、矿物学的知识，还要涉及大地构造学、地球物理和地球化学的领域。

(5)表生作用形成的许多风化壳型矿床中，有许多是有价值的农用矿床，例如，古风化壳形成了各类黏土矿床，前寒武系顶部风化壳中经变质的叶蜡石，现代风化壳中形成的高岭土矿、麦饭石矿以及由斑状花岗岩形成的风化壳型钾长石矿等。认识这些矿床形成的机理，控制成矿的因素，除矿床学外，又需要地貌学、第四纪地质学的知识。

由以上一些矿产实例分析可见，大部分农用矿产的研究工作都可归于集基础地质学大成的矿床学领域。由于农用矿产类别多、矿种多、成因类型多，它涉及的基础地质学领域非常广阔，特别是矿床研究的理论性较强，所以要求我们从事农用矿产地质工作的同志，必须加强学习，不断提高自己基础地质和矿床学的知识水平，并能在农用矿产的勘查实践中，联系实际、不断探索，提高自己的综合素质。

第五节 农用矿产与农业地质学

一、农业与地质学的渊源关系

农作物和一切生物都依赖于水、土、肥和气候、阳光而生长发育,其中水、土、肥、气候等直接或间接地受地质构造、岩石、矿物、水文地质、地球化学等地质因素的严格控制。因此可以说,地质与农业(农、林、牧、副、渔)之间存在着十分密切的内在联系。

地质学作为专门研究地球的综合性学科,与农业科学的关系十分密切,农业的基础是土壤,土壤的基础是地质。如:土壤是由各种岩石风化形成,原生土壤与母岩的成分有很大的继承性,次生土壤是原生土壤被水、风搬运沉积而成,有其自身的特点。因此,地质环境中的元素地球化学特征直接决定着由其衍生的土壤性状;肥料是农业增长的物质保障,土壤中营养元素不均衡,尤其是某些微量元素严重缺乏是造成农作物品质下降的主要原因,而地质环境中某些元素的缺失是永久性的,必须采用施加矿物肥料的形式方能解决;地理生态环境决定着名优特产品的产出与分布,而地理生态环境又是受大地构造格架和地理地貌所控制,研究名优特产品产出背景及优质的奥秘,必须从其地质、地理背景和地球化学背景入手。用天然矿物替代人工合成物做饲料添加剂已成为趋势与必然。因此,人们必须转变思想观念,进一步拓展农业与农业地质学科领域,投身于区域经济发展的框架中,树立“大农业”、“大地质”概念,为洛阳区域大农业发展战略服务。

二、农用矿产与农业地质学

大农业的实践,形成了农用矿产,大农业与地质学的嫁接形成了农业地质学。农业地质学研究大农业生产的地质背景,农业土壤地质以及促进农业发展的农用矿物岩石的应用的科学。研究内容有:地质背景、地球化学、矿物岩石应用及土壤地质四个方面。

农业地质学是地质科学与农业科学相结合衍生的边缘学科。19 世纪中叶法鲁(F.A.Fellow)和李希霍芬(F.V.Richthofen)最早提出农业地质一词,认为土壤由岩石碎屑演化而来。20 世纪前 40 年里,主要研究农业经营和农学中所遇到的地质问题。在中国,20 世纪 80 年代前,主要集中在为农业服务的区域地质、区域水文地质、农药农肥矿产勘查等传统地质领域。20 世纪 80 年代发展为以地层、岩石和地貌等农业背景条件为对象的农业地质研究,探讨特产农作物的不同地质背景及其与某些地球化学元素的关系,以及增产途径。20 世纪 90 年代为建设可持续发展的农业经济和良好的生态环境,逐渐形成了生态农业地质学。其研究涉及农、林、牧、副、渔的大农业与地质环境相互依存、相互作用和相互制约关系,它包含了农业地质背景、农业地质综合区划和农用矿产——肥料、饲料、农药载体、土壤改良剂等矿产的开发应用。它是地质科学为农业服务的新领域,也是地质科学应用研究的新途径,具有广阔的发展前景。

三、农业地质学为开发应用农用矿产指明了方向

从当前国内外研究现状以及农业地质日益为大地学与农学科技人员的重视来看,农业地质学这一边缘学科新领域,将为农业向科学纵深发展发挥其重大的作用。

(1)国外从 20 世纪 80 年代初开始就重视研究非传统农用矿物岩石在农业各个领域的运用,而且已经取得显著经济效益,近年来开始重视研究植物—土壤—岩石三者的内在关系。随着实践的发展,今后将转向重视农业地质背景的农用矿物岩石应用研究。

(2)国内目前研究农业地质背景与研究矿物肥料、饲料并重,但随着农作物产量的提高,日益受到土壤活力和肥效不断降低的威胁,用改良土壤的办法来提高产量的途径以及用非传统农用矿物岩石作肥料来补充化肥的做法,日益显得紧迫和必要,因而研究和扩大非传统农用矿物岩石的利用领域,特别是在改良土壤和作肥料方面将普遍被重视起来。

(3)随着植物—土壤—岩石三者密切关系日益被农业科技人员所认识和重视,今后土壤的研究工作必定结合地球化学背景来研究,土壤地质将在国内外农学界得到迅速发展。

(4)农作物生长发育的好坏,能否生存,往往与土壤中某些特定元素的多寡、转化规律有着密切的生死关系,因而补充特定矿物质元素是研究土壤地球化学及今后深入研究农业地质背景的关键。

据此我们对农用矿产的研究必定会助推洛阳地区的农业发展。

第二章 洛阳农业

一、洛阳农业及对矿肥的需求

(一)洛阳农业

1. 洛阳自然地理概况

洛阳北与太行山前缘相望,南位伏牛山以北,与南阳山地相连,东与嵩山箕山山地相接,西与伏牛山西段和小秦岭接壤。区内以西南山地地貌为骨架,以东北部黄土地貌为主体,形成西南屋脊向东北、东南缓慢下降的地势,从西南到东北依次分布着中山、低山、低山丘陵、河谷与冲积平原等不同类型的地貌特征。

地貌基本分为西南部山地地貌,东北部黄土丘陵地貌和川区平原地貌三大类。山地地貌占全区土地总面积的 59.4%,主要由秦岭的崤山、熊耳山、伏牛山、外方山四大支脉构成,其中绝大部分位于洛宁、宜阳、栾川、嵩县、汝阳境内;丘陵地貌占全区土地面积的 27.7%,主要分布在新安县的北部、伊川县的东北部和孟津县的西北部及伏牛山到熊耳山山地的北部,黄河的南侧,洛河和伊河的中下游地带;河谷平川地貌占全区土地总面积的 12.9%,主要由黄河流域的黄河、洛河、伊河、涧河,淮河流域的汝河,长江流域的白河、老灌河流经的谷川平原盆地组成。

海拔高度 2 215.5 m~112.8 m,高差达 2 000 m 以上。属温带大陆性气候,热量适中,光照充足,降水偏少,变幅较大,具有明显垂直变化特点。

2. 洛阳农业概况

洛阳地处豫西山区,丘陵、山地占全市总面积的 80%以上,平原川区占全市总面积的 10%左右,农业人口占总人口的 78.02%,可利用耕地较少,人均耕地面积从 1.51 亩(1 亩=1/15 hm²)减少到 1.13 亩;境内大小河流 2 万余条,其中常年有水的 7 600 条,而且多属季节性河流,河道径流丰枯悬殊;年均降水量 600 多 mm,且分布不均,土壤水分蒸发量大,因而以干旱为主的自然灾害频繁,加之改变生产条件难度大,抗灾能力低,严重制约了农业生产的发展。

土壤按地带性土壤划分,属褐土地带,由于地方因素和人类活动的影响,土壤发生了较大分异。据农业规划调查,主要有 5 个土纲、12 个土类、25 个亚类、63 个土属、138 个土种。此 12 个土类中,棕壤、褐土、红黏土、潮土类较为广布,其他土类如黄棕壤、紫色土、粗骨土、水稻土等仅有零星分布。

(二)洛阳农业及对矿肥的需求

洛阳地区土壤营养及农业施肥状况是:大量营养元素即氮、磷、钾三要素肥料表现为氮多、磷少、钾严重不足;微量营养元素则视地域不同而有所变化,总体较普遍缺硼、钼、锌、锰、铁等。针对洛阳地区资源特点,在适当加大区内农用矿产勘查、开发力度和外购部分矿肥外,必须因地制宜地开发利用洛阳区域丰富的农用矿产资源。

(1)土壤有机质:洛阳地区各类土壤因成土条件和耕作利用方式的不同,土壤有机质含

量存在着明显的差异。土壤有机质含量大于 2%，达肥沃地标准的计有 913.57 万亩，占总土壤面积的 44.38%；有机质含量 1%~2% 的计有 870.28 万亩，占总土壤面积的 42.28%；小于 1% 的 274.5 万亩，占土壤总面积的 13.34%。

(2)全氮土壤：全氮量大于 0.1% 的面积有 1 047.6 万亩，占总土壤面积的 50.90%；全氮含量低于 0.1%~0.06% 的面积 824.2 万亩，占总土壤面积的 40.05%；全氮含量低于 0.06% 以下，达缺乏临界值的面积 186.5 万亩，占总土壤面积 9.05%。

(3)速效磷：含量在 15 mg/kg 以上的 146.7 万亩，占总土壤面积 7.1%；在 10~15 mg/kg 的 173.3 万亩，占总土壤面积 8.42%；速效磷含量低于 10 mg/kg，达缺乏临界值的有 1 738.4 万亩，占总土壤面积的 84.49%。

(4)速效钾：含量大于 150 mg/kg 达到丰富标准的有 493.45 万亩，占总土壤面积的 48.27%；含量低于 150 mg/kg 达不到丰富标准的为 1 064.87 万亩，占总土壤面积的 51.73%。

(5)微量元素：作物需要的微量元素一般而言来自土壤。洛阳地区土壤所含的微量元素极不平衡，铜、铁、锰、锌、硼、钼则普遍缺乏，多在临界值以下(锌、钼、硼临界值分别为 0.5 mg/kg、0.1 mg/kg、0.5 mg/kg)。

二、农用矿产的应用

(一)矿物肥料

农用矿产作为天然肥料，其中含有作物生长所需要的多种常量和微量营养元素，能给作物提供比较全面的营养成分，如磷灰石中的磷、钙，硼砂中的硼、钾，海泡石中的铁、镁等都是作物生长所必需的常量、微量元素。加上作为肥料矿物所特有的结构、构造，能保持其有益元素在一定时期内均衡释放，因而天然矿物肥料一般都具有缓效性和长效性。施用这类矿物肥能在较长时间内均衡地向作物提供矿质营养，以保证其增产、保质的需要。

矿物肥料与化学肥料相比，增产效果是十分明显的。例如：利用一些页岩制成矿物肥料，可提高作物产量(小麦 20.7%，黄瓜 27.4%，玉米 8%~21%)；硅藻土制成的矿物肥料，6 年平均提高小麦产量 0.19 t/hm²(与同样条件下的磷酸钙化肥相比)，大麻 1.57 t/hm²，黄瓜产量提高 1 倍；蛇纹岩制成矿物肥料，可使土豆增产 22%~32%，玉米增产 21%；海绿石砂岩制成的矿物肥料，在大多数情况下使粮食作物、蔬菜、瓜类、林果、饲草等收获量增加 50%，以至更多；含钾岩石制成的矿物肥料，可使烟叶增产 13.5%，上等烟比例提高 2.1%，亩产值提高 17.3%，花叶病发病率降低 3.8%，还可使核桃增产 27%~32%，水蜜桃增产 17%~18%；非金属矿物和微量金属矿物盐制成的矿物微肥，可使沙质土壤的小麦增产 23%~28%，壤质土壤的小麦增产 10%~23%，黏壤土的小麦增产 6%~8.5%。施用矿物化肥，与施等量化肥相比，水稻增产 0.6%~1.7%，收益增加 3.3%~4.0%；小麦增产 4.0%~8.3%，收益增加 0.2%~13.4%；花生增产 3.9%~9.1%，收益增加 5.4%~10.5%；红麻增产 2.3%~3.5%，收益增加 5.2%~8.5%。可节省 30%~45% 的纯化肥用量。

1. 磷矿的应用前景

磷是一种重要的化工矿物原料，用以提取黄磷、磷酸及磷酸盐。黄磷用于制造赤磷、白磷和磷的氧化物、硫化物，赤磷用于制造火柴及用于冶金和军工、化工、白磷用于制造杀虫剂，磷酸除可制成磷酸钙盐、磷酸钠盐用于肥料、涂料、饮料、医药、造纸、纺织、洗涤剂业外，也可用于食品和饮水剂业。磷的用途有数十种，堪为工业之母，但 90% 以上