

李四光研究会系列论著之三
李四光地质科学奖基金会支持

矿产预测的地质力学理论 方法与实践

高庆华 著

地质出版社

系列论著之三
奖基金会支持

矿产预测的地质力学理论 方法与实践

高庆华 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书在应用地质力学理论方法研究矿产分布规律、寻找隐伏矿产的实践过程中,提出了地质系统对成矿系统的控制理论,研究了构造体系对控矿体系的控制作用,总结了隐伏矿产预测的方法步骤,并且根据20世纪80年代前作者等对我国主要成矿带和成矿远景区预测的实践验证结果,对矿产预测理论方法作了进一步探讨。

本书以大量野外调查为基础,实际资料丰富,矿产预测理论方法系统,具有很强的实用性。可供地质工作者在找矿、科研、教学时参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿产预测的地质力学理论方法与实践 / 高庆华著.
—北京:地质出版社,2013.5
ISBN 978-7-116-07501-6

I. ①矿… II. ①高… III. ①地质力学-应用-成矿
预测-研究 IV. ①P55②P612

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第065119号

责任编辑:蔡卫东

责任校对:张冬

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324571(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京天成印务有限责任公司

开 本:787mm×1092mm^{1/16}

印 张:20.25

字 数:500千字

印 数:1—600册

版 次:2013年5月北京第1版

印 次:2013年5月北京第1次印刷

审图号:GS(2013)586号

定 价:60.00元

书 号:ISBN 978-7-116-07501-6

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

序

高庆华同志是李四光的学生和助手，是在李四光创建的地质力学领域作出突出贡献的专家之一。他一生致力于研究地质力学、扩大地质力学研究领域和应用范围、发展地质力学，进行了地质系统整体观和地质系统科学开创性研究，并应用于找矿和防灾减灾实践，是我国地质系统论和自然灾害系统理论的创始人之一。

高庆华是我的学友，1957年毕业于原地质部宣化地质学校，毕业后即分配到由李四光先生亲自创建的“地质力学研究室”（即现在的地质力学研究所）工作，是当时年龄最小的工作人员。他工作勤奋、努力、兢兢业业，得到李四光、孙殿卿等老一辈地质学家的关怀、指导及肯定。50多年来，他一直致力于地质力学等研究工作，为地质力学的发展、弘扬和传承李四光学术思想作出了巨大贡献，献出了毕生精力。

1957~1976年，他在地质矿产部地质力学研究所工作期间，深得李四光的培养和器重，并成为李四光的得力助手。1970年，根据李四光的意见，地质力学研究所组建了“西秦岭科研队”，李四光亲自任命高庆华为技术负责人，这是李四光将其系统整体观思想全面付诸实践研究的开始。高庆华不辱使命，将多学科、多领域、多专业的研究工作作为一个整体进行探讨，使这一课题研究取得了丰硕成果，获得全国科学大会奖。高庆华以李四光学术思想为指导，拓展地质力学研究领域，将地质力学理论与方法应用于地质研究和矿产预测研究。20世纪60年代他还参加了新疆等地的铬铁矿会战，他用地质力学的理论与方法分析矿区地质构造条件，提出了自己独到的见解和意见。1978年，他被党中央、国务院授予“全国科技先进工作者”。

1989年，他参加了原国家科委、国家计委、国家经贸委自然灾害综合研究组，任办公室主任，同时任中国地震局地质研究所地质灾害室主任。在工作中他接触到地震、地质、石油、煤炭、冶金、海洋、气象、林业、农业等各系统、各部门的大量资料，并对这些资料进行了认真分析研究，认为必须用地质力学的理论才能将它们统一起来。由此他将全部的精力投入到将地质力学理论和方法用于自然灾害综合研究中，并取得了很大的成绩和显著的成果。在此期间出版了数十本专著和百余篇学术论文。他还经常主持防灾减灾方面的全国性会议，经常到地方或大专院校授课，为宣传防灾减灾的重大意义，提高整个国家防灾意识起到了重要的推动作用和开创作用。

与此同时，他还念念不忘李四光、孙殿卿等老一辈地质学家的期望与重托，40多年来对地质力学的系统、综合的研究工作和矿产预测工作做了一个较完整的总结，为地质力学的发展，奉献了全部力量。1982年，他同孙殿卿先生合著的《地质力学与地壳运动》被评为继李四光《地质力学概论》之后最全面的总结，继承与发展了地质力学。1986年，他与孙殿卿先生合著的《隐伏矿产预测》是第一本有关地质力学矿产预测的专著，在书中所提出的几十个矿产预测区域，嗣后大部分发现了新矿或证实是成矿有希望的地区。

1998年，他退休后，尽管已患肝硬化多年，2008年还做了肝癌治疗手术，但为了使李四光曾亲自指导的，大批同仁参加的，可能居于国内外领先水平的理论继续被传承、发扬，不辜负李四光等前辈的期望，他仍然夜以继日地工作，决心做最后一搏。他以数十年研究成果为基础，博采众长，亲自执笔编写出版专著18部（约700万字），论文数十篇。汇集退休前撰写或统编的专著、论文，他共完成了3套公开出版的系列著作〔包括专著30余部，论文百余篇（含合著），共计1500万字〕。

本书是他酝酿很久，准备着手编写的“李四光研究会系列论著之三”，在他去世前刚刚完成编写，还未来得及出版，是他留下的最后的著作，是他几十年来将地质力学理论与方法应用于矿产预测的经验总结，是他为我国地质系统论和地壳运动整体观的发展留下的宝贵财富。承蒙李四光地质科学奖基金会的支持，本书得以出版，同时也是对高庆华同志工作成果的肯定。在本书的编辑出版过程中，得到了龙长兴所长和周显强研究员的支持与帮助。同时，得到了李四光地质科学奖基金会理事的支持和鼓励，对此表示衷心的感谢。



2012年3月

前 言

矿产预测是长期以来期望解决，至今仍未解决的世界性地质难题。为此，广大地质工作者和许多地质学科，包括地质力学，都付出了艰苦的努力。但是由于悬而未决的问题太多，意见并不统一，企图写出权威性的矿产预测学，是不可能的。即使在应用地质力学理论方法进行矿产预测方面，目前也难以达成共识。因此，本书只是以作者的研究成果为主，阐明有关矿产预测的3个观点：

第一，矿产预测的指导思想是地质系统整体观；

第二，矿产预测的理论依据是成矿系统和控矿体系整体观；

第三，矿产预测的步骤和方法有两大途径：一是在成矿系统中寻找控矿体系，根据最优化的原则预测隐伏矿产；二是根据控矿体系的组合规律，逐级扩大矿区范围。

地质力学是运用力学的原理研究地壳及与其有关的地质构造现象，解决生产和科学研究中的有关地质问题的科学。它是李四光于20世纪20年代开始研究，于40年代初创立起来的，迄今已有60多年的历史。40年代初，李四光正式提出了“地质力学”一名，并以构造体系这个概念为指导，继续从实践和理论上进行深入探索。1945年，他出版了《地质力学的基础与方法》一书，使我国独创的这一新兴学科挺立于世界科学之林。在地质科学理论体系中，地质力学是由中国人独创的地学理论，是对自然科学的重大贡献之一，是中华民族的光荣。

新中国地质力学的发展，不仅使其理论体系更加走向完善，方法更加具体，而且广泛与生产实践相结合。旋扭构造、莲花状构造、辐射状构造、反S构造等多种构造型式的提出和论证则是20世纪50年代地质力学理论研究的突出成果。1956年地质部建立了地质力学研究室，1958年又改为地质力学研究所。自此之后，在研究形变的基础上，又在我国境内各条巨型构造带，结合矿产资源的地质勘探和开发利用，开展了物质集散、运移与构造体系之间相关关系的研究。通过生产和科学研究的实践，厘定了与矿产形成有关的众多旋卷构造和山字型构造，建立了构造体系复合控矿的概念。1962年出版了李四光的《地质力学概论》。此书是自20世纪20年代以来地质力学研究工作的第二次重要总结。它为研究地质构造和地壳运动问题开辟了一条新的途径，提出了一套新的工作方法，同时，也为指导找矿和解决其他地质问题起到了积极作用，特

别是在指导我国寻找石油等矿产资源方面作出了重大贡献。

寻找矿床的方法大体可分为两种：一种是根据矿物和成矿元素的物理化学性质，采用各种物理、化学探矿手段，并参考卫星及航空照片资料，圈定异常区，然后进行工程揭露，寻找隐伏矿床；另一种是根据成矿理论或矿床分布规律，编制不同范围、不同内容、不同比例尺的成矿规律图，指导矿床的普查和勘探。

地质力学预测矿床的方法是着重研究矿床的时空规律。地质力学认为：“地壳各部分中储藏的矿产是受双重控制的：其一是成矿的条件；其二是矿产分布的规律。成矿的条件，主要决定于岩性和有关岩体和岩层成生时的环境和它们之间的相互关系。矿产分布规律，一部分和生成条件有关，但主要是受到构造体系的控制。不待说，构造体系也有时影响成矿的条件。”“在构造的等级和它的序次恰好相当的场合（例如第一级构造恰好是初次构造，第二级构造恰好是二次构造等等），那就大致可以说：第一级构造控制整个广大成矿区或整个狭长的大成矿带，第二级构造控制着其中个别矿区或个别矿田，第三级乃至更低级的构造控制着矿床、矿体。”在矿产资源勘探工作中，运用第一级构造控矿的规律，是属于战略性的；运用二、三级乃至更低级构造控矿的规律，亦即中、小型构造控矿的规律，是属于战术性的。为确定矿床普查勘探的方向，我们必须首先就一级构造体系，亦即大规模的构造体系来部署一切战略的普查；继之，又必须按照中、小型构造体系来制定个别矿区、矿田的勘探设计。

因此，研究构造体系的特征和发生、发展、复合、转变，以及在原基础上又产生新的构造等一系列演化，可为预测隐伏矿床提供基础地质资料。

李四光早在 20 世纪 30 年代就对我国东部的石油远景区进行过预测。50 年代中后期（1955 年以后），地质部在李四光部长领导下，对我国石油资源进行了全面侦察摸底。李四光根据新华夏系沉降带成油理论，向地质部党组建议，把找油重点转移到我国东部各盆地。1959 年 9 月下旬石油工业部和地质部终于在新华夏系第二沉降带的大型陆相沉积盆地——松辽盆地发现了特大型的大庆油田。60 年代中期，又相继在新华夏系第二沉降带中发现了下辽河、华北、江汉等盆地内的系列油、气田。这是我国石油地质工作者根据多种石油地质理论，兼容并包，通过反复实践而得来的丰硕成果。从我国的地质构造特征出发，李四光运用地质力学理论和方法，对指导战略侦察，选定油区，迅速打开找油局面作出了重大贡献。他提出的构造体系控制含油气盆地内油气的生、移、聚、散的一整套地质力学找油理论和方法，是在新中国成立后经过长期实践而逐步发展起来的。勘探成果表明，新华夏系沉降带控制油气生成和分布的理论是正确的。

新中国成立以来，新煤田的发现出现过两次高潮。第一次是在 20 世纪 50 年代末期至 60 年代初期；第二次是在 60 年代末期至 70 年代初期。在后一次高潮中，地质力学方法起了重要作用。正如“中国煤地质学的回顾与展望”^①一文所说：“70 年代以来，地质力学的理论与方法大规模地渗入煤田地质界，并在预测、找煤工作中，把建造与改造的研究结合起来，阐明煤系、煤层的分布与形成条件，收到了比较显著的效果”。

在其他矿床地质研究工作中，地质力学则着重研究了矿体、矿田、矿区、矿带的分布与构造体系的关系，然后运用构造体系的规律指导找矿。这一方面，特别是在钨、锡、铁、钼、铜、铬、金、稀有元素及铀矿的找矿工作中都取得了显著的成果。

我从 1957 年开始至 1961 年，根据李四光的指示，先后到云南、四川、秦岭、内蒙古进行野外地质调查，主要任务是鉴定构造体系，研究构造体系复合关系，研究它们对地层、岩体、矿产分布的控制作用。

从 1962 年开始，在李四光亲自指导下，赴新疆达拉布特地区，研究构造对岩浆岩的分布、岩相分带、原生构造及矿产分布、矿体内部构造、矿相变化的控制作用——构造控岩控矿研究，历时 7 年。1970 年开始，又根据李四光的意见，组织西秦岭队，研究西秦岭地区的构造体系及复合关系对沉积地层、变质岩、岩浆岩、内生与外生矿产的控制作用，以及海水进退、地球化学场变化和现今地壳运动、地震地质等方面的广泛研究，历时 6 年。1977 年开始，研究了构造活动和海水进退规程对沉积岩和煤、石油等外生矿产的控制作用，历时 3 年。

通过这些工作，逐步认识到彼此之间的内在联系。于是 1980 年撰写了论文“试谈侵入岩的原生构造和岩相分带与构造体系的关系”^②；1981 年撰写了论文“试谈地壳运动与地质建造之关系”^③，认识到一个地区的构造、地层、岩浆岩等都不是孤立存在的，它们具有成生联系，构成的整体称为地质体系，地质体系的形成是受地壳运动控制的。于是 1985 年撰写了论文“地球自转与地质体系论”^④，并将这一新的理念用于矿产预测，同年内部出版了《地质系统与隐伏矿产预测》^⑤。

① 中国地质学会煤田地质专业委员会，1982 年，中国煤地质学的回顾与展望，地质论评，第 28 卷，第 4 期。

② 高庆华，1980 年，试谈侵入岩的原生构造和岩相分带与构造体系的关系，中国地质科学院院报 562 综合大队分刊，第 1 期，第 1 号，82~93 页。

③ 高庆华，1981 年，试谈地壳运动与地质建造之关系，中国地质科学院院报 562 综合大队分刊，第 2 卷，第 1 号，1~10 页。

④ 高庆华，1985 年，地球自转与地质体系论，中国地质科学院院报，第 11 号，1~14 页。

⑤ 高庆华，1985 年，地质系统与隐伏矿产预测，内蒙古自治区地质矿产局科技情报室印制。

20世纪80年代以来,随着地质力学的发展,地质力学专业委员会^{①②}和孙殿卿、高庆华等地质力学工作者,不约而同地指出:在矿田、矿区构造方面,已经总结出了构造体系复合控矿、构造体系多级控矿等规律,然而这些只限于空间分布的范畴。还应该考虑控矿因素的其他方面及其与构造之间的联系。对于寻找内生矿产提出了以下几点意见:

1) 鉴别控矿构造的性质、大小、同级构造的间距。

2) 查明控矿构造所属的构造体系及其类型。在构造体系复合处,搞清主要控矿构造隶属的构造体系,以便确定战略性找矿方向。

3) 搞清控矿构造形迹所属的构造序次,按照不同序次的构造成分的组合特征与走向,明确控矿构造的展布规律。

4) 了解成矿条件与构造的关系,如成矿母岩、围岩的性质与分布,构造带地球化学特征与展布,以及这些成矿条件与控矿构造体系之间的关系。

5) 研究控矿构造体系所表现的活动方式,特别是旋扭活动对成矿元素的迁移聚集所起的作用。

6) 研究后生构造对矿产的改造。

7) 在研究以上问题的基础上,根据控矿构造体系的展布规律,查明在它的什么部位具备成矿条件,提出成矿预测区,然后根据构造体系不同序次的构造成分的展布,划分第一、第二,乃至多级的成矿部位和地带。

对于寻找沉积矿产,以下各点值得注意:

1) 确定沉积矿产的层位,进行地层对比,研究海水进退的情况,指出不同地质时代的成矿区。

2) 鉴别控制矿层沉积分布的古构造体系,并根据其展布和不同部位的具体物理化学条件划分成矿带。

3) 研究同沉积构造的特征和复合问题,根据构造的发展规律,指出沉积矿产可能集中的地区。

4) 研究成矿后的构造对矿产的改造作用,包括破坏、保留和再迁移及再聚集等内容。

5) 鉴别成矿后的构造体系,根据区域应力场的特点,了解应力分布的情况和地温场的特征,研究矿产的变质问题。

同时强调指出,为了研究矿产分布规律,进行矿产预测,就必须扩大地质力学的研究领域,对与成矿有关的各种现象,从联系的观点、运动的观点,有计划、有步骤地去作更广泛的探索。

① 中国地质学会地质力学专业委员会,1982年,地质力学发展的回顾与展望(宁学质、高庆华执笔),第28卷,第2期,170~175页。

② 高庆华,1983年,试谈地质力学的发展方向,中国地质科学院562综合大队集刊,第4号,45~55页。

在总结多年的研究成果的基础上，参考了广大地质工作者应用地质力学找矿的经验和方法，开展了构造迁移和海水进退对成矿区的控制；构造活动与构造环境对成岩成矿的控制；构造活动和构造体系对矿产成矿条件的控制；地质体系及地应力场对地球化学场、有用元素迁移聚集；矿产分布规律等方面的研究。提出了地质体系控矿、成矿系统与控矿体系、矿产预测整体观等新的理念，总结了矿产预测的理论方法和步骤。1985年高庆华在《地质系统论与隐伏矿产预测》及1987年孙殿卿、高庆华在《隐伏矿产预测》著作^①中，都提出了我国有希望的成矿带和成矿远景区。现在20多年过去了，我国地质找矿事业得到突飞猛进的发展，根据可收集到的有限资料，在所提出的预测成矿带和成矿远景区内已经找到了工业矿产或确认是很有希望的成矿地区，从而直接或间接证明当年提出的预测意见是正确或基本正确的。这一事实，说明了地质力学的矿产预测理论和方法确实具有一定的实用性。我认为，为了满足国家对矿产资源日益增长的需要，必须坚持两条腿走路，一方面继续采用新技术新方法，寻找矿产资源；另一方面则需要发展矿产预测理论，创新矿产预测工作方法，为找矿提出可能的靶区或远景区。

正是经历了理论—实践的过程，才使作者有勇气撰写了本书，以为实现国家矿产资源发展战略，尽一个老地质工作者一份绵薄之力。

客观地说，以上各个方面的工作，只是个人初步的认识和总结，并不代表应用地质力学指导矿产预测理论和方法的全面总结，其基本观点和工作方法，尚存在许多不足甚至错误之处，需要继续大量调查研究和实践检验。尽管如此，由于这些方面的工作都经过了几十年艰难的调查研究，都有着本土化的气息，既是继承也是创新，且能够应用于实践，是值得进一步深入研究的。

本书的重点是20世纪80年代进行矿产预测的理论依据、实际资料、工作方法和嗣后实践检验的情况，以便通过对比，进一步说明应用地质力学理论方法预测矿产的可行性和补充完善矿产预测的地质力学理论和方法。近年矿产预测工作进展很快，地质力学研究所及广大地质工作者做了大量工作，这些成果，准备在第二部著作《地质力学矿产预测工作的进展（暂名）》中系统反映。

几十年来，在课题调研和综合研究过程中，得到了地质力学研究所、原地质矿产部562综合研究队、原地质矿产部（国土资源部）、原冶金工业部（局）、原煤炭工业部（局）、原石油工业部（局）、原二机部等及所属单位和科研院校的大力支持；李四光、孙殿卿先生等前辈曾亲自给予教诲和指导；得

① 孙殿卿、高庆华，1987年，隐伏矿产预测，北京：地质出版社。

到孙殿卿、王泽九、周振玲、龙长兴等许多领导的支持和指导；毕子威、陈正乐、杜立祥、杜建军、侯振杰、胡景江、张业成、郑锦城、周显强等（以姓氏拼音字母为序）数十人参加了部分调查研究工作；黄庆华、康文华、李东旭、李耀增、苗培实、邵云惠、幸石川、周济元等给予了帮助和支持。因此，地质系统整体观研究取得的成果，包括隐伏矿产预测，实际上是大家共同努力的结晶，均在此表示衷心感谢。

高庆华

2011年10月于北京

目 录

序	
前 言	
第一章 矿产预测的典范——李四光对石油的预测	1
第一节 李四光的基本观点和对我国生油远景区的预测	1
一、反对中国贫油论，潜心研究中国地质，蓄势待发	1
二、根据中国巨型构造体系，推论石油远景区	9
第二节 李四光在我国寻找石油过程中的作用和贡献	11
一、领导全国石油普查	11
二、新华夏系控油理论在指导找油实践中得到突破性的进展	13
三、提出应用地质力学理论开展石油地质工作的意见，推动全国石油普查勘探工作大发展	19
四、李四光对我国石油事业的巨大贡献，给我们留下了珍贵的科学遗产	26
第二章 矿产预测的理论基础是成矿控矿系统整体观	29
第一节 矿产预测的指导思想是地质系统整体观	29
一、地质力学的发展与地质系统整体观	29
二、地质系统整体观的若干新理念	31
三、地壳运动整体观	33
四、构造成矿域和构造域的统一性	35
第二节 矿产预测的理论依据是构造活动-成矿作用整体观	45
一、构造对成矿元素迁移聚集的控制作用	45
二、构造体系与构造体系控矿	47
三、构造活动-成矿作用整体观	51
第三章 矿产预测的基本依据是中国的地质条件	57
第一节 中国主要的构造体系	57
一、巨型纬向构造体系	57
二、经向构造体系	61
三、各种扭动构造型式	62
第二节 中国主要沉积建造和海水进退规程	73
一、中国前古生代主要沉积建造	73
二、中国古生代以来沉积建造与海水进退规程	75
第三节 中国主要岩浆岩建造	79
一、中国主要成岩时期	79
二、中国构造体系对岩浆岩的控制	80

第四节	中国大陆的构造演化程式	85
一、	中国古构造形迹及构造演化	85
二、	中国主要构造体系的发展演化及对建造的控制作用	92
第四章	内生矿产预测的理论依据	100
第一节	内生成矿系统的特征和分布	100
一、	岩浆岩的种类与内生金属矿的类型	100
二、	围岩与含矿溶液的性质	102
第二节	构造活动与构造体系对岩浆岩形变和相变的控制	105
一、	构造活动与构造体系对岩浆岩的原生构造的控制	105
二、	构造活动与构造体系对岩浆岩相变的控制	113
三、	构造应力场对岩浆岩的地球化学场的控制	114
第三节	构造体系对成矿作用与矿产分布的控制	122
一、	构造在内生矿产聚集过程中所起的作用	123
二、	构造体系控制了内生成矿系统的分布	129
三、	结构面对矿化和矿体赋存的控制作用	130
四、	构造体系的特殊部位常是矿产聚集处	139
第四节	构造体系复合处是最重要的矿产聚集区	143
一、	归并控矿	143
二、	交接控矿	144
三、	包容控矿	147
四、	重叠控矿	148
第五章	内生矿产预测的步骤和方法	150
第一节	内生矿产预测的步骤	150
一、	总结内生矿产分布的基本规律	150
二、	内生矿产预测的基本步骤	151
第二节	内生矿产预测的工作方法	153
一、	鉴别控矿构造形迹的力学性质, 根据结构面的序次关系指导矿产预测	153
二、	研究控矿构造组合规律, 指导矿产预测	155
三、	依据构造体系地应力场的特殊部位, 指导矿产预测	172
第六章	外生矿产预测的主要依据	178
第一节	外生成矿系统的特征和分布	178
一、	中国沉积成矿系统的主要含矿建造	178
二、	外生矿产的成矿条件	179
第二节	构造活动与构造体系对沉积建造相变的控制	183
一、	构造活动与构造体系对沉积建造的控制	183
二、	构造活动与构造体系对外生成矿系统的控制	186
第三节	海水进退规程和构造迁移决定了外生成矿系统的位置和范围	189
一、	中国成煤带的迁移与展布	189
二、	中国主要生油层的分布与迁移	190

第四节	构造体系对外生矿产的控制	191
一、	中国主要构造体系对煤田的控制	191
二、	中国主要构造体系对石油的控制	195
第五节	成矿构造体系的特殊部位对外生矿产聚集的控制	196
一、	构造体系复合处是最重要的成矿区	196
二、	同沉积构造与旋扭构造对外生矿产聚集的控制作用	198
第七章	外生矿产预测的步骤和基本工作方法	202
第一节	外生矿产预测的步骤	202
一、	外生矿产预测的一些基本观点	202
二、	外生矿产预测的步骤	202
第二节	预测外生矿产的基本工作方法	204
一、	预测煤矿的基本工作方法	204
二、	预测石油的基本工作方法	223
第八章	变质矿产预测的理论依据与方法步骤	229
第一节	变质成矿系统的分布和成矿基本条件	229
一、	变质成矿系统的分布	229
二、	变质矿床形成的基本条件和控制因素	229
第二节	变质矿产预测的步骤和基本工作方法	231
一、	鞍山式铁矿预测的步骤和基本工作方法	232
二、	煤矿变质带预测的步骤和基本工作方法	235
第九章	20世纪80年代隐伏矿产预测研究与实践检验	239
第一节	《地质系统论与隐伏矿产预测》一书的主要预测意见	239
第二节	内生矿产成矿带和成矿远景区预测意见的检验	253
一、	根据首批找矿突破战略行动整装勘查区进行预测意见的检验	253
二、	根据《中国黑色有色金属矿产图集》圈定的成矿带和成矿区进行预测 意见的检验	258
三、	根据1993~2010年新发现的内生金属矿产进行检验	260
第三节	1983~1984年对中国西部能源矿产的预测	266
一、	在祁连山、柴达木及其毗邻地区寻找石油的意见(1982年)	266
二、	运用地质力学理论和方法开展石油地质工作的回顾和展望	269
三、	1983年对在我国西北开展能源矿产地质工作的几项建议	275
第四节	1983~1984年对中国西部能源矿产预测意见的检验	280
一、	概况	280
二、	研究塔里木盆地构造体系指导油气勘探	280
三、	塔里木盆地构造体系多级控油规律	283
第五节	新疆萨尔托海铬铁矿的预测与检验	289
一、	新疆达拉布特大断裂对超基性岩与铬铁矿的控制作用	290
二、	构造体系对萨尔托海超基性岩体和铬铁矿的控制作用	290
三、	盲矿预测的主要依据	296

四、找矿意见与实践检验结果	297
第六节 矿产预测需要进一步研究的问题	299
一、开展成矿物质运动与构造活动之内在关系的研究	299
二、深入研究控矿构造体系的形成时期和对矿床分布的控制作用	300
三、开展运用地应力场的规律进行矿床预测的研究工作	301
四、开展综合方法找矿，研究各种找矿标志的内在联系	301
五、开展深部地质构造的研究工作	301
六、探索预测矿体埋藏深度的途径	302
七、创新发展地质力学，为实施国家找矿突破战略作出贡献	302
参考文献	305
附录 高庆华著作目录	306

第一章 矿产预测的典范

——李四光对石油的预测

第一节 李四光的基本观点和对我国生油远景区的预测

李四光先生的一生是为中华民族、为国家、为社会、为人民、为地质科学、为地质事业奋斗的一生，他的民族气节和宏愿大志，总揽全局、求实创新、追求真理、谦虚严谨、精益求精、勤于观察、不墨守成规的治学精神和科学作风，永远是我们学习的楷模。李四光在中华大地上创立的地质理论及其领导的地质事业，不仅给社会安全和发展创造了巨大的物质财富，留下了珍贵的科学遗产，也给中华民族留下了宝贵的精神财富和文化遗产，有着深远的影响。

李四光对国家卓越的贡献之一，是应用中国自己的地质理论，在外国人认为贫油的中国大地上找到了丰富的石油资源，从而发展了中国的石油事业，保障了社会安全与经济发展。为了牢记这位“双百人物”的贡献，弘扬他在石油战线上的业绩，学习他的学术思想，继续为我国的石油事业奋斗，我们根据多年来追随李四光先生的切身体会，从李四光的著作、文献和有关讲话记录、报告中，摘录了他有关石油工作的理论方法和工作经历，并且参考地矿部门、石油部门的工作实践，汇总撰写了本章。

一、反对中国贫油论，潜心研究中国地质，蓄势待发

（一）反对中国贫油论

石油是重要的战略物资，外国人对中国的石油资源也非常重视。

1914年2月，北洋政府与美孚石油公司合办“中美油矿事务所”，由克拉普（中国名字叫马栋臣）和福拉尔（中国名字叫王国栋），率领一个钻井队在陕北肤施、中部、延长等地打了7口钻井，收效甚微，因而美孚石油公司对在陕北开发石油持悲观态度。后来美国的地质学家艾·布来克威尔德，来中国调查地质，回去写了“中国和西伯利亚的石油资源”^①一文，提出“中国贫油论”，并归纳为3个原因。大意是：中国之所以缺乏石油是由于：①中国中、新生界缺乏海相沉积；②古生代大部分地层是不能生存石油的；③除西部和西北部某些地区外，几乎所有地质时代的岩石都遭受了强烈的褶皱、断裂及火成岩不同程度的侵入。于是他断言：“中国东南部找到石油的可能性不大；西南部找到石油的可

① 布来克威尔德，1922年，中国和西伯利亚的石油资源，美国矿冶工程师学会会报，第68卷，第2期。

能性更是遥远；西北部不会成为一个重要的油田；东北地区不会有大量的石油。中国绝不会生产大量的石油。”该文将美孚在陕北的失败，推而广之，说：总之中国各地“都没有储藏有工业价值的石油的可能性”，“中国的石油储量极其贫瘠”。那时中国正处在半封建半殖民地状态，地质学界的某些人自觉或不自觉地把外国人的言论，当做衡量是非的标准。于是一些中国地质学家也成为“陆相贫油论”的拥护者，如有人说“事实告诉我人，陆成地层虽然有时可以成为重要之含油岩层，但绝不是重要之油母（生油）岩层。换言之，世界上重要之油母岩均为海成地层，此凡研究油田地质者均能言之也”；“陕北油田之价值，似不待钻探已可决定也”；“中国境内似无发现大规模油田如巴古油田、波斯油田、加利福尼亚油田之希望。即以小规模之油田而论，其有希望之地带亦不甚多”。

李四光很重视中国的能源问题，对“中国贫油论”持反对态度，1928年在《现代评论》第7卷第173期上发表“燃料的问题”^①一文。他在文中指出：“虽然民国三年的时候，美孚油行在陕北的延长、肤施、中部3县钻了7口1000m以下的深井，然而结果并不甚好，他们花了300万元，干脆地走开了。但是美孚的失败，并不能证明中国没有油田可办。”“中国西北方出油的希望虽然最大，然而还有许多地方并非没有希望。热河据说也有油苗；四川的大平原也值得好好地研究；和‘四川赤盆’地质上类似的地域也不少，都值得一番考察。”“从新疆北部的乌苏绥来迪化塔城一直到甘肃的玉门敦煌镇原等处都有出油的模样。”“有一种石头，名叫含油页岩。这种石头，经过破坏蒸馏以后，也可取出多少油质。现今世界上因为煤油的需要很大，而钻油的供给有限，有若干地方已经开采这种含油页岩，拉它来蒸馏。日本人在抚顺现在就是用他们海军省的力量去干这件事。中国其他的地方，是不是出产此种岩石，这是要请教中国地质学家的。”

该文末了说：“总而言之，燃料的问题，无论在日常生计上，或大规模的工业上，是再紧要不过的问题。我们不谈建设就罢了，要讲到建设，对于这一件劈头的问题，马上就得想法子解决。”

（二）研究巨型构造体系对中国地质构造格局的控制作用

在20世纪20年代，关于大陆运动起源的问题，各个学派，甚至每个放眼世界的地质工作者，都提出了自己的看法。在各个学派纷争的影响下，1926年，李四光的“地球表面形象变迁之主因”一文就被提出来了。这篇文章，在批判了一些传统学派的同时，根据大陆上大规模运动的方向，推论了那些运动起源于地球自转速度的变化；提出了“大陆车闸”说。李四光认为，这一套理论，在方法论上存在着很大的缺点。主要的缺点在于：用的资料不够广泛、不够细致、不够落实，而是片面地抓住一些事实，或者若干现象参考一些第二手资料，就急急忙忙地提出大的理论来。于是转而进行区域性构造现象的调查和彼此之间相互关系的研究。

李四光在20世纪20年代的末期，除肯定了几个山字型构造的存在以外，还发现了其他一些不同类型的构造体系。就当时所认识的构造类型和它们分布的范围、规律，以及它们在地壳运动问题上的含义，他在1929年作了一次总结，概括了不同类型构造的特殊本质，明确了构造体系的概念，确定了和每一类型构造体系有关地区的构造运动的方向和方

^① 李四光，1928年，燃料的问题，现代论评，第7卷，第173期，8~12页。