

隱伏花崗岩預測及深部找礦

袁奎榮 主編

科學出版社



隐伏花岗岩预测及深部找矿

袁奎荣 主编

(国家自然科学基金资助项目)

科学出版社

1990

内 容 简 介

隐伏花岗岩预测及深部找矿是一门综合了多学科的新兴边缘学科,是深部地质及成矿学联系生产实际的桥梁。全书分五篇共十四章。第一篇着重讨论了隐伏花岗岩的概念、隐伏类型划分以及研究隐伏花岗岩的意义,重点阐述了预测隐伏花岗岩的地质标志、地球化学标志,第二篇着重介绍了隐伏花岗岩预测的地球物理方法,重点阐述了隐伏花岗岩预测的地球物理标志,初步总结了数字图象处理技术在隐伏花岗岩预测中的应用。第三篇系统地提出了“体中体”、“顶上带”的新概念,讨论了隐伏花岗岩的综合预测模型。第四篇介绍了专家系统的概念,初步建立了华南隐伏花岗岩及其矿床预测专家系统。第五篇重点介绍了大厂、栗木、木梓园等矿区的研究实例。书中编入的大量研究成果,反映了目前国内外的研究水平。

本书可供找矿勘探工作者,岩石学、矿床学、地球物理、地球化学、遥感地质研究人员及大专院校地质专业师生阅读,并可作为参考教材。

隐伏花岗岩预测及深部找矿

袁奎荣 主 编

责任编辑 汪文蔚 董 明

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100707

湖北省测绘队地图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

1990年3月武汉第一版

开本: 787×1092 1/16

1990年3月第一次印刷

印张: 14 1/4

印数: 0001—2 000

字数: 332 000

ISBN 7-03-001724/P·211

定价: 14.95元

序

建国以来,我国矿产开拓事业迅猛发展,我国东部人口与工农业密集地区地表出露矿产数目日益减少,寻找隐伏矿床的任务已提到日程上来。

寻找隐伏矿床是一项复杂的综合性强的工作。它要求正确理论的指导和恰当方法的使用。

矿床常与一定的地质体有联系。同样,隐伏矿床也与一定的隐伏地质体有联系。

许多金属和非金属矿床与花岗岩有密切联系,这在百余年前已受到地质学家的注意,之后,在较长一段时间,这种联系被理解为:矿床是花岗岩浆结晶分异和岩浆期后热液作用的产物。近二十年来,随着人们认识的深入和多种新技术手段的采用,目前已趋向于将这种联系看成多样化的。尽管如此,某些矿产资源与花岗岩在空间、时间和成因上的联系依然是重要的研究课题。

研究花岗岩除因为它与一定矿床有联系外,本身也具理论意义。花岗岩是地壳的重要组成部分,多年来,花岗岩的成分、结构、物质来源、成因分类和形成机理一直是固体地球科学工作者必须涉及的领域。

要寻找与研究某些隐伏矿床就必需寻找和研究与它们有联系的花岗岩,包括隐伏花岗岩;要研究花岗岩本身,也必需跳出目前以“面”和“线”为主的研究方法,将花岗岩作为立体对待,而要做到这一点,也必需研究隐伏花岗岩。

时至今日,无论从寻求矿产资源的需要,还是从固体地球科学理论的成熟程度、深部探测方法和技术的掌握等不同角度看,研究隐伏花岗岩已提到议事日程上来了。

此时此刻,《隐伏花岗岩预测及深部找矿》的出版是一件有意义的事。

该书较系统而全面地进行隐伏花岗岩预测理论和方法的探讨。包括多学科的(地质、地球化学、地球物理、遥感、数字处理等)综合研究,并以此为基础总结了研究地区已知隐伏岩体的分布和预测或圈定了一批有依据的隐伏岩体预测区(共计7个岩群和60个岩体);提出了隐伏花岗岩类型划分方案;初步提出了预测隐伏花岗岩的综合模型和编制了1:1 000 000研究区隐伏花岗岩分布图。应当说,在这样大范围(华南西部)内进行如此多种学科与方法的预测隐伏花岗岩的工作,这在国内外都是少见的。

祝愿本书的出版将进一步推动我国预测隐伏花岗岩工作的推广与深化。

中国科学院主席团成员

中国科学院地学部主任

涂老煜

1987年12月15日

前 言

现代工业技术和科学的发展,导致对各种矿产资源的需求量日益增长,矿产采掘量剧增,出露于现代地表及浅部易于发现和利用的矿床总数正在不断减少,因此,提出了深部矿产资源预测和找矿的战略性的迫切任务。地质科学正面临着将矿产资源的调查及预测评价,从地表浅处扩展到深部的重大变革,从而提出了新的理论和实践的重要课题。60年代末期开始的地球科学革命性的发展,特别是对岩石圈及地球动力学研究工作的迅速发展,以及现代科学技术方法和手段在地球科学领域的广泛应用(例如:超深钻探、利用遥感手段进行资源调查、各种现代地球物理方法对地球岩石圈及地壳深部地质结构的探测、超高温高压的模拟试验等),正在推动和促进深部地质学理论的逐步建立,深部地质及矿产资源的调查正在不断成为现实。深部地质学作为一门崭新的独立的新兴学科已经形成,并且带动了深部成矿预测和找矿这一新兴分支学科的建立和发展。

花岗岩类侵入体,不仅由于与其相关的众多金属、非金属矿产资源具有巨大经济潜力而在矿产资源开发中占据重要地位,而且,岩体本身作为岩石圈和地壳深部地质作用的产物,具备固有的原始地质产出和不同深度的隐伏产出特性,再加之与其有关矿床相对完好的保存,使其成为深部地质找矿及预测中的主要研究对象之一,同时成为人们研究与认识深部地质成矿作用过程的重要窗口。因此,为了与被剥蚀出露花岗岩相区别,我们把未被剥蚀出露的、特别是仍然保持其原始隐伏产状特性的花岗岩称为隐伏花岗岩体。这一划分无论在理论上还是在实践上都具有重要意义,从而确立了隐伏花岗岩的预测和找矿在深部地质及成矿学中作为一门独立分支学科的地位。它在理论和方法上都具有不同于传统的花岗岩及成矿的专有特点,这种特点集中突出地表现在研究方法和手段的综合性及事实依据的间接性。传统上对出露地表的花岗岩及其成矿性的研究主要以花岗岩岩浆作用的最终固结产物——花岗岩为对象,研究花岗岩岩石的物质组成,并主要侧重于矿物组成、化学组分(包括常量、微量及成矿、伴生成矿等元素)等较为单一的方面。换言之,对出露花岗岩及其成矿的研究,是以对出露花岗岩岩石的研究作为基础的。隐伏花岗岩及其成矿的研究则显著不同。它主要研究花岗岩岩浆侵入定位的围岩中产生的各种地质、地球化学、地球物理的综合效应,通过不同性质的异常对比分析,借助于综合性的方法和手段,提取深部隐伏花岗岩体存在的各种直接相关或间接相关的信息,利用这些信息间接地研究未出露的(即隐伏的)花岗岩体及其伴生的矿床。因此,隐伏花岗岩的研究,无论从研究内容上还是从研究途径和方法、手段上,都要比出露岩体的研究更为复杂、多样。这种多途径、多方法的配合,是有效地研究隐伏花岗岩不可缺少的。另一方面,对出露岩体研究所获得的成果资料,又是认识和辨别隐伏花岗岩的各种地质、地球化学、地球物理、遥感地质效应的依据和出发点。所以,隐伏花岗岩的预测研究与传统上对出露花岗岩的研究之间既有区别又有联系,实质上,隐伏花岗岩预测及其找矿,是涉及传统花岗岩及其成矿学与地球化学、岩石学、矿床学、地球物理学和遥感地质学等多学科之间的一门新兴的边缘学科;它

既是深部地质及成矿学的重要组成部分,同时又是应用性十分突出的一门独立的分支学科。

本书的编著,出发点在于将花岗岩的预测及其深部找矿,作为一门新兴的边缘学科加以认识,对这一新的研究领域初步进行较为系统的总结,迄今为止已取得了一些研究成果。尽管还存在不少尚待研究的问题,但总结的目的在于引起地质工作者的注意和重视,以便更好地促进和推动隐伏花岗岩预测及其深部找矿研究的深入和发展。

在中国,花岗岩类发育之广泛、伴生金属和非金属矿床之多、经济效益之巨,是举世闻名的,这也是中国区域地质的基本特征之一。这就为深入开展隐伏花岗岩预测及其深部找矿的研究,提供了得天独厚的优越条件,也为这一新兴学科的产生,以及推动它的进一步充实、发展提供了有利的基础。60年代中期以来,中国地质工作者先后在江西、湖南、广西、广东、浙江及华北等地,结合 Sn、W、Cu、Mo、REE、稀有及放射性元素、Pb、Zn、Au 等矿床的找矿勘探和矿山开采,对出露花岗岩体、部分(半)隐伏花岗岩和隐伏花岗岩体,都进行过不同程度的初步研究,并积累了丰富的成果资料,为系统地进行隐伏花岗岩的预测研究创造了良好的条件;另一方面,国民经济的迅速发展,对矿产资源需求的猛增,促进了地质资源评价和预测研究的进展,推动了深部隐伏矿床的预测和研究,同时也促成了隐伏花岗岩预测和深部找矿这一新兴学科的形成和发展。

作者在70年代初,开展了隐伏花岗岩的个别研究,并在1981年编著了《隐伏花岗岩及其研究方法》,在生产部门、高等院校和国内外学术会议上进行了讲学、交流。1980—1984年期间,作为承担国家科委攻关课题任务,作者在中国东南部云南个旧—广西大厂及其外围地区约500 000km²范围内,对隐伏花岗岩的预测进行了比较系统的地质、地球物理、地球化学、遥感地质等多学科的综合研究。经中国科学院(83)科基地准字第0950号文批准资助,袁奎荣等同志在1984—1986年期间,进一步开展了包括已知典型矿区(个旧、大厂、栗木等)隐伏花岗岩预测标志的研究,同时进行了湘桂粤等部分地区隐伏花岗岩分布图(1:1 000 000)的编制工作。与此同时,对隐伏花岗岩预测及深部找矿开展了较为系统的理论与方法的初步总结,并先后在日本名古屋大学、熊本大学(1985年4月)、美国科罗拉多大学(1986年10月)、澳大利亚拉楚布大学、新英格兰大学(1987年7月)作过专题学术报告。本论著《隐伏花岗岩预测及深部找矿》即为国家自然科学基金项目的部分研究成果之一。

愈来愈多的实践证明,隐伏花岗岩预测理论、方法对于寻找深部矿床有直接的指导意义。由于它在解决地质与找矿问题中取得了明显的效果,因而日益引起人们的重视,并已得到生产部门的广泛应用。在广西某地,我们在预测隐伏花岗岩的基础上提出了找矿远景区,并开展壤中电导率和吸附汞测量方法,确定厚层覆盖物下的隐伏锡矿体,为某勘探队提供了直接的勘探靶区。在设计七个钻孔中,已施工的两个孔均打到了隐伏花岗岩和矿化层。在新疆某地,我们通过对该地区已知岩体、矿床的研究,利用地质、地球物理、地球化学的综合预测模型设计钻孔,经验证,在150m处发现了4.5m厚的金矿化。此外,在广西阳朔兴坪地区,据重力、航磁资料处理结果预测有隐伏花岗岩体,在我们调查兴坪铅锌矿时,发现前人打钻时已见到隐伏花岗岩体,证实了我们的预测。

需要补充说明的是,苏联、澳大利亚、美国、英国等都从不同的方面(岩石学、矿床学或区域地质测量)涉及过隐伏花岗岩的研究,但都各有所侧重,大多数缺乏全面的系统的综

合研究。苏联于1968年由全苏地质研究所与其它单位选择中哈萨克斯坦的与花岗岩有关的钨钼矿区作为试验基地,开展了包括查明隐伏花岗岩(如阿克恰套杂岩体)的岩体填图工作,以便查明花岗岩体的形状、内部结构特点及其有关的金属矿床的空间分布;其后,哈萨克斯坦地球物理托拉斯提出过用地质-地球物理方法进行包括出露和隐伏岩体的立体填图(Колмогоров, 1972);国立莫斯科大学地质系和中哈萨克州地质局,在北滨巴尔哈什进行了花岗岩金属矿田和矿床的立体填图试验性工作(Вейнмари 等, 1973);方法性试验工作还由全苏地质研究所和赤塔州地质局在东外贝加尔进行。这些工作对于扩大苏联中哈萨克斯坦、东外贝加尔和远东滨海地区的锡多金属和稀有金属的矿产资源起了巨大的作用,确定了一批隐伏矿床。这方面研究工作的进展,集中反映在Духовский(1984)主编的《稀有金属矿区立体地质填图——1:50 000地质测量方法参考书(8)》上,比较全面地总结了包括隐伏花岗岩在内的花岗岩地质-岩相、岩石、物理、重力、磁法和地震等的研究方法,提供了许多隐伏花岗岩的研究实例和地球物理方法的宝贵经验和成果。我们在书中引用了其中一些实际内容作为借鉴。

本书主要是在《隐伏花岗岩及其研究方法》(袁奎荣, 1981)和《隐伏花岗岩及立体找矿》(袁奎荣, 1985)论著的基础上,补充增加编入了1982—1987年期间桂林冶金地质学院教师、研究生和隐伏矿床预测研究所,以及广西、云南、江西、湖南、广东各省(区)地质局、有色金属勘探公司及其所属的地质队等近年的成果资料编写而成。所以,本书的编著完成是集体劳动的结晶。全书由袁奎荣教授主编,主要部分的编著分工为:第一篇由袁奎荣、杨心宜编写;第二篇由王钟(第一章)、王玉梅(第二章)、吴虹(第三章)、陈儒庆(第四章)编写,杨心宜补充;第三篇由杨心宜、袁奎荣、王钟编写,刘家远提供部分实例资料;第四篇由浦路平编写;第五篇由高永文(第一章)、陈儒庆(第二章)编写,张小路(第一章)提供了部分研究成果资料,刘家远(第三章)提供部分实例资料。全书初稿由杨心宜负责编辑后,经袁奎荣最后审定。陈儒庆、邹进福、刘生参加了书稿的整理工作。为本书提供部分成果资料的还有欧阳成甫、罗先熔等,参加过有关工作的尚有尹国栋、罗年华、尹全七、郑传伦等。何惠乾、甘月芳、苏彩芳、赵燕承担了本书图件的清绘。在此一并致谢。

由于编写时间仓促,错误在所难免,敬请读者指正。

桂林冶金地质学院 袁奎荣

1987年10月

目 录

序

前言

第一篇 隐伏花岗岩及地质、地球化学预测研究	1
第一章 隐伏花岗岩及其研究意义	1
第一节 花岗岩的隐伏含义	1
第二节 隐伏花岗岩的定义及隐伏类型划分	1
第三节 研究隐伏花岗岩的意义	3
第四节 隐伏花岗岩研究的特点及研究阶段的划分	4
第二章 预测隐伏花岗岩的地质标志	6
第一节 隐伏花岗岩形成环境和产出条件的综合分析	6
第二节 热接触变质晕(带)	7
第三节 热液蚀变、交代及矿化标志	23
第四节 岩脉或岩枝标志	28
第五节 构造条件标志	30
第三章 隐伏花岗岩预测的地球化学标志	35
第一节 元素组合分带标志	35
第二节 挥发性元素异常	38
第三节 热晕、蒸发晕标志	39
第四节 预测隐伏花岗岩的碳、氧同位素标志	43
第五节 预测隐伏花岗岩的矿物标型特征标志	47
第二篇 隐伏花岗岩预测的地球物理标志及数字图象	
处理技术在隐伏花岗岩预测中的应用	49
第一章 隐伏花岗岩预测的地球物理方法	49
第一节 第二代区域岩石物性调查的方法技术	49
第二节 密度特征	54
第三节 磁性特征	59
第四节 电性特征	61
第五节 放射性特征	64
第六节 区域物性特征在隐伏花岗岩研究中的作用	67
第二章 隐伏花岗岩体的地球物理异常标志	69
第一节 重磁数据处理的方法原理	69
第二节 隐伏花岗岩的重力异常标志	74
第三节 隐伏花岗岩的磁异常标志	80
第四节 隐伏花岗岩的电法异常标志	88
第五节 隐伏花岗岩的放射性异常标志	91
第三章 数字图象处理技术在隐伏花岗岩预测中的应用	92
第一节 概述	92

第二节	卫片的处理	95
第三节	花岗岩侵入体环形构造的解译及主要特征	98
第四节	花岗岩体的遥感-重、磁环影同现模式	104
第五节	在地质、物化探资料处理中的应用	110
第四章	预测隐伏花岗岩的其它方法	113
第一节	地震勘探方法在隐伏花岗岩预测中的应用	113
第二节	地热在预测隐伏花岗岩中的应用	120
第三篇	“体中体”的预测研究和“顶上带”的研究 及隐伏花岗岩的综合预测模型	127
第一章	“体中体”隐伏花岗岩的研究及预测	127
第一节	“体中体”的含义	127
第二节	“体中体”隐伏花岗岩及其研究意义	128
第三节	“体中体”隐伏花岗岩体的实例	129
第四节	“体中体”隐伏花岗岩预测找矿的实例	135
第二章	隐伏花岗岩“顶上带”的研究及隐伏花岗岩的综合预测模型	140
第一节	隐伏花岗岩“顶上带”的研究	140
第二节	隐伏花岗岩的综合预测模型	145
第四篇	专家系统在隐伏花岗岩预测中的应用	153
第一章	专家系统概述	153
第二章	隐伏岩体及矿床预测专家系统(PHIO 系统)	155
第一节	系统概述	155
第二节	系统结构	155
第三节	知识表示	156
第四节	推理控制策略	156
第五节	不精确推理	157
第六节	知识库语言	159
第七节	形态位置专用处理设施	160
第八节	人机接口	161
第九节	提出下一步工作建议	164
第十节	学习功能	164
第五篇	隐伏花岗岩预测的研究实例	167
第一章	大厂矿区隐伏花岗岩预测的研究(实例之一)	167
第一节	矿区地质概况	167
第二节	隐伏岩体重力反演及其地质意义	169
第三节	热变质垂向分带	175
第四节	地球化学异常及其标志意义	176
第五节	数字图象处理	178
第二章	栗木隐伏花岗岩预测的研究(实例之二)	180
第一节	地质标志	180
第二节	地球化学标志	187
第三节	地球物理标志	193
第四节	遥感地质环形影像标志	198
第三章	木梓园隐伏花岗岩及其隐伏钨矿床研究(实例之三)	199

第一节	区域地质背景	199
第二节	木梓园隐伏岩体及钨矿床的特征	200
第三节	木梓园隐伏花岗岩的主要预测标志	203
第四节	木梓园隐伏岩体成矿标志的研究	207

CONTENTS

Preface

Introduction

PART 1. Geological and Geochemical Studies on Hidden Granites and Their Prediction

Chapter 1. Hidden Granites and Their Study Significance

1. A Definition of "Hidden" Existence of Granites
2. A Definition of "Hidden Granites" and the Classification of Their Types
3. The Significance of the Study on Hidden Granites
4. Characteristic Features of the Study on Hidden Granites and the Division of Their Study Stages

Chapter 2. Geological Signs for the Prediction of Hidden Granites

1. Comprehensive Study on the Geotectonic Background and the Condition for the Occurrence of Hidden Granites
2. Thermal Contact Metamorphic Zones
3. Hydrothermal Alteration, Replacement and Mineralization
4. Distribution Patterns of Dikes or Veins
5. Structural Features

Chapter 3. Geochemical Signs for the Prediction of Hidden Granites

1. The Zonal Distribution of Element Associations
2. Anomalies of Volatile Elements
3. Thermal and Evaporation Haloes
4. Signs of Carbon and Oxygen Isotopes for the Prediction of Hidden Granites
5. Signs of Typomorphic Features of Minerals for the Prediction of Hidden Granites

PART 2. Geophysical Signs for the Prediction of Hidden Granites and the Application of Digital Image Processing Techniques to the Prediction of Hidden Granites

Chapter 1. Geophysical Methods for the Prediction of Hidden Granites

1. The Techniques of the Second Investigating Regional Physical Properties of Rocks
2. Density Characters
3. Magnetic Characters
4. Electric Characters
5. Radioactive Characters
6. The Role of Regional Physical Properties in the Study on Hidden Granites

Chapter 2. Geophysical Anomalous Signs of Hidden Granites

1. Gravity and Magnetic Data Processing Methods

• x •

2. Gravity Anomalous Signs of Hidden Granites
 3. Magnetic Anomalous Signs of Hidden Granites
 4. Electrical Anomalous Signs of Hidden Granites
 5. Radioactive Anomalous Signs of Hidden Granites
- Chapter 3. The Application of Digital Image Processing Techniques to the Prediction of Hidden Granites**
1. Introduction
 2. Satellite Imagery Processing
 3. Major Characteristics of Ring Structures of Granite Intrusions and Their Interpretation
 4. The Cooperative Models of Remote Sensing, Gravity and Magnetic Ring Images for Granite Intrusions
 5. The Application of Data Processing Techniques to Processing Geological, Geophysical and Geochemical Data
- Chapter 4. Other Methods for the Prediction of Hidden Granites**
1. The Application of Seismic Survey to Predicting Hidden Granites
 2. The Application of Geothermics to Predicting Hidden Granites
- PART 3. The Study and Prediction of "Body in Body" and "Top Belt" and Comprehensive Prediction Models of Hidden Granites**
- Chapter 1. The Study and Prediction of "Body in Body" Hidden Granites**
1. A Definition of "Body in Body"
 2. "Body in Body" Hidden Granites and Their Study Significance
 3. Examples of "Body in Body" Hidden Granites
 4. Examples of the Prediction and Prospection Using "Body in Body" Hidden Granites
- Chapter 2. The Study on "Top Belt" and the Comprehensive Prediction Models of Hidden Granites**
1. The Study on "Top Belt" of Hidden Granites
 2. Comprehensive Prediction Models of Hidden Granites
- PART 4. The Application of the Expert System to Predicting Hidden Granites**
- Chapter 1. An Introduction to the Expert System**
- Chapter 2. The Expert System of the Prediction for Hidden Intrusions and Ore Deposits (PHIO System)**
1. General Situation of the System
 2. Structure of the System
 3. Knowledge Expression
 4. Tactics of Inference and Control
 5. Inaccurate Inference
 6. Knowledge Stock Languages
 7. Processing Equipments of Shape Location for Special Use

8. Man-machine Interface
9. To Suggest Further Work
10. Learning Function

PART 5. Examples of the Prediction for Hidden Granites

Chapter 1. The Study on the Prediction of the Hidden Granites in the Dachang Ore District, Guangxi(Example One)

1. General Situation of the Ore District
2. Gravity Inversion of Hidden Granites and its Geological Significance
3. Vertical Thermal Metamorphic Zones
4. Geochemical Anomalies and Their Indicative Significance
5. Digital Image Processing

Chapter 2. The Study on the Prediction of Hidden Granites in the Limu Ore District, Guangxi (Example Two)

1. Geological Signs
2. Geochemical Signs
3. Geophysical Signs
4. Ring Images on the Satellite Remote Sensing Imageries and Their Digital Image Processing

Chapter 3. The Study on Hidden Granites and Their Hidden Tungsten Ore Deposits in the Muziyuan Ore District, Jiangxi(Example Three)

1. Regional Geological Background
2. Characteristics of the Muziyuan Hidden Granites and Their Tungsten Ore Deposits
3. Major Predictive Signs of the Muziyuan Hidden Granites
4. The Study on the Ore-forming Signs of the Muziyuan Hidden Granites

第一篇 隐伏花岗岩及地质、地球 化学预测研究

第一章 隐伏花岗岩及其研究意义

第一节 花岗岩的隐伏含义

实质上,花岗岩类侵入体在地壳基岩内呈现隐伏产出的地质特征,是所有花岗岩类(不论其成因类别、形成机制或侵入方式、定位环境等的差异)侵入体原始地质产状的普遍特性。花岗岩类作为全晶质(平均粒径1—25mm)岩石,它们是花岗质熔融岩浆,在地壳基岩(沉积岩、变质岩和岩浆岩)内定位结晶固化的产物。所以,按其原始地质产状,都属于未达到地表、隐伏产在不同类别基岩的全晶质岩体(单一的或复合的)。它们之间,就原始地质产状而言,只存在相对花岗岩浆活动时期的地表参照面,在隐伏的深浅和规模大小、形态特征方面的差异。早期的岩石学家,就已注意到花岗岩类的这一普遍特性,曾以花岗岩类隐伏产出的深浅不同,作为花岗岩分类的准则,划分出:深带、中带和浅带三类花岗岩。

众所周知,花岗岩类岩石主要是大陆地壳形成与演化地质过程的产物。它们的形成与产出总是与强烈的地壳构造活动地带(造山的或非造山的)和剧烈的构造变动时期密切相关,表现出多旋回构造期次的特点。早期发展阶段形成和产出的花岗岩侵入体,都将不同程度地受到后期发展阶段各种地质作用过程的叠加和改造。这种同期或后期地质构造环境的变迁,将导致花岗岩体的原始隐伏产状的特征和性质发生变化。原始隐伏的花岗岩体,或者因后期地壳的沉降,被上覆沉积岩类或火山岩类进一步深埋;或者因后期地壳的隆起而被剥蚀直接出露于地表成为出露岩体;或依剥蚀程度的不同,改变其原始隐伏深度,伴随上覆基岩的逐渐剥蚀,原始隐伏深度不断减小,最后甚至呈局部(半)隐伏产出。一些已经出露的花岗岩体,尚可被后期沉积岩、松散堆积物或水体重新掩覆隐伏,或者被构造块体逆掩掩覆面呈构造隐伏。由于上述原因,根据花岗岩类目前具有的地质产出特征,可以明显地分为两大类别,即:直接出露于地表的出露岩体和未直接出露于地表的隐伏岩体。在这里,隐伏花岗岩体的含义比狭义的花岗岩原始隐伏产出特性的含义,具有更为广泛的地质意义。

第二节 隐伏花岗岩的定义及隐伏类型划分

一、隐伏花岗岩的定义

隐伏花岗岩的工作定义为:目前不能为人们直接在地表观察到的花岗岩类侵入体(袁

奎荣^{*},1981)。包括了尚未直接全部出露于地表的全隐伏岩体和仅有小部分出露于地表的半隐伏岩体,它们可以是原始的隐伏产出或是被后期构造掩覆的次生隐伏产出;也可以是虽已出露于(大部分或小部分)地表,但被水体(海洋或湖泊)或是被现代(第四系)松散堆积物、沙漠等掩蔽的隐伏岩体。

对隐伏花岗岩定义作出的上述限制,是基于找矿勘探工作,特别是深部隐伏矿床预测找矿的实际需要;是出于将隐伏花岗岩体作为一个独立的基本填图单位(尤其是深部地质填图)的需要。鉴于花岗岩类矿床和受花岗岩作用叠加、改造富集的其它各类矿床,在资源开发上具有的重要经济价值;另一方面,由于隐伏花岗岩体与出露花岗岩体,在资源评价意义上,研究的内容和途径、手段、方法上,以及地质填图和找矿勘探方面,有着一系列显著的差别,因此,赋予隐伏花岗岩上述明确的工作定义,对于有效地进行隐伏花岗岩的研究与预测,在此基础上进一步开展隐伏花岗岩体和隐伏矿床的预测研究,将是必要的和有所裨益的。

二、隐伏花岗岩的基本隐伏类型

隐伏花岗岩预测是研究呈隐伏产出的花岗岩类矿床及其叠加、改造矿床等的基础和先决条件。考虑到目前花岗岩隐伏产出的形成机制与花岗岩原始隐伏成因机制之间的差异,在袁奎荣(1981)类型划分方案的基础上,经修改、补充,提出下列新的隐伏花岗岩、隐伏成因基本类型的划分方案(表 1-1-1)。

表 1-1-1 隐伏花岗岩基本隐伏成因类型划分方案

类 型	亚 类 型	基 本 地 质 背 景 及 产 出 特 征
原生隐伏	交代隐伏	产于变质岩地区,多对应于变质-岩浆穹窿,隐伏界面为渐变过渡
	侵入隐伏	产于各种岩类地区,对应于褶皱或断裂变动构造,隐伏界面多为突变,清晰
次生隐伏	断层构造隐伏	产于推复构造发育区,对应于异地岩块逆掩地段,隐伏界面多简单、平直
	沉积隐伏	产于沉积岩地区(包括沉积盆地),多对应于隐伏构造岩浆活动带,隐伏顶界为沉积不整合界面
	松散物隐伏	产于第四系发育区或沙漠区,隐伏浅
	火山岩隐伏	产于火山岩发育区,隐伏顶界为火山不整合界面,隐伏深度较小,变化大
	水体隐伏	产于近海大陆架及湖泊区,隐伏较浅,隐伏界面随水体深度变化

Духовский 等(1981)根据侵入体的接触特性,曾分为主动的、被动的和构造的三类,前者相当于表 1-1-1 中的原生隐伏,后二者相当于沉积隐伏和断层构造隐伏。

与隐伏花岗岩有关的矿床主要有岩浆矿床、伟晶矿床和热液矿床。美国学者 Lingdren (1907)首先提出把热液矿床按作用温度和形成深度分为三类:① 深成热液矿床:形成于很大深度、压力较大、温度较高(500--300℃);② 中深成热液矿床:形成于中等深度、压力大、温度中等(300—200℃);③ 浅成热液矿床:形成深度不大、压力中等、温度

* 袁奎荣,1981,隐伏花岗岩及其研究方法(讲义),桂林冶金地质学院。

较低(200—50℃)。苏联学者 Татариннов(1957)和 Магакьян(1959)则将热液矿床分为两类:中深和相当大深度的(大于1km)以及浅深和近地表的(小于1km)。联邦德国学者 Schneiderhohn(1955)把岩浆及其与之有关的矿床分为深成或浅成系列,次火山或近地表系列,并划分了八个矿床种类(图1-1-1)。

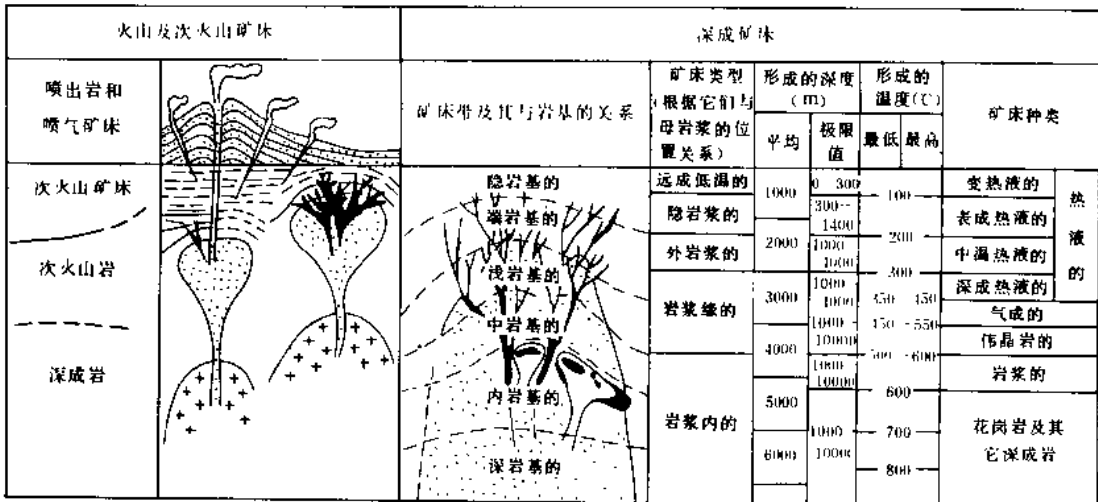


图1-1-1 岩浆成因矿床分类简图(Schneiderhohn, 1955)

参考这些人对矿床形成深度的分类,结合隐伏花岗岩的成因类型与形成深度的关系,以及现阶段预测隐伏花岗岩的理论依据、技术水平、钻探深度、开采深度,将隐伏花岗岩分为三类:① 深隐伏的:岩体顶板深度在现代地表面以下1000m;② 中深隐伏的:岩体顶板深度在现代地表面以下500—1000m之间;③ 浅隐伏的:岩体顶板深度在现代地表面以下50—500m之间。

第三节 研究隐伏花岗岩的意义

研究隐伏花岗岩(类)的重要意义首先在于花岗岩类与内生金属成矿之间的密切成因与共生关系。这种关系大体上可归结为:

- (1) 花岗岩体为含矿体的岩控型矿床。如斑岩型Cu、Mo、W、Sn、Au矿或花岗岩控型U、REE、稀有元素矿等。对于这类矿床,隐伏花岗岩的查明成为直接的找矿手段。
- (2) 与花岗岩类岩体或接触带的盆、槽、凹构造有关的接触交代型或热液充填型W、Sn、多金属等矿床。对此类矿床,隐伏花岗岩位置、范围及其形态的确定可作为重要的找矿依据或间接手段。
- (3) 未见花岗岩出露或与花岗岩类岩体在地表无任何直接联系的所谓“远成热液低温”或多因复成层控型多金属(Pb、Zn、Sb、Hg等)矿床。隐伏花岗岩的查明有助于阐明叠加、改造或再造富集作用存在与否及其富化矿化规律的认识,从而利于寻找富矿地段。
- (4) 地表已具矿化而与已出露花岗岩类无生成联系的某些高温热液金属矿床(如石英脉型W矿)。隐伏花岗岩的查明将有助于认识深部矿化及其变化规律和有关矿床成因

方面的问题。

由此可见,在因地表基岩隐蔽而未见花岗岩类岩体直接出露的地区,隐伏花岗岩体的研究,不仅可以作为直接或间接的找矿手段,同时也是研究解决矿床成因、查明内生成矿规律等理论和实践问题的重要内容。

其次,花岗岩类的活动作为地壳深部热动力地质作用的表现形式,它的存在与否以及与其它地质作用过程的时空关系,直接涉及到研究地区的地质演化发展历史或成矿演化的揭示和恢复,特别是对地表未见花岗岩类出露的地区(如桂西、黔南),隐伏花岗岩及其活动规模、分布规律的查明,是与研究解决区域大地构造、区域成矿演化规律等重大基础地质问题密切关联的重要依据。

随着区测工作的进展,在1:200 000区测找矿的完成区,直接出露地表的矿床或矿点被发现后,预测和寻找隐伏花岗岩类岩体对于地表内生金属矿点的评价,圈定预测范围,特别是找寻隐伏矿床,已日趋占据重要的地位。在1:50 000或更大比例尺的区域地质调查或矿区外围的地质找矿中,隐伏花岗岩的预测研究已成为基本的工作内容。

第四节 隐伏花岗岩研究的特点及研究阶段的划分

一、隐伏花岗岩研究的若干特点

如前所述,隐伏花岗岩指目前未直接出露地表的花岗岩类侵入体。因此,主要是依据花岗岩类活动定位于围岩内时所形成的各种直接相关的地质标志,或是由于隐伏花岗岩体的存在所造成的各种间接的“透视信息”,加以综合判断。前者主要包括:花岗岩体的热接触变质作用、热液交代或蚀变作用、成矿活动造成的地球化学场及构造形迹或有关脉岩的规律性分布等地表地质标志的显示;后者主要指:隐伏花岗岩与赋存部位围岩之间在地球物理性质、地球物理场、遥感地质信息方面间接出现异常所显示的各种“透视信息”,因此决定了隐伏花岗岩研究的最基本特点:第一,事实依据与研究内容上的综合多样性;第二,在使用或辨别隐伏花岗岩存在的各种直接地质标志或间接信息时,要充分考虑到花岗岩类岩体由于成因机制(成因类型)、受控构造条件、岩体规模大小、定位深浅、岩体形成环境以及岩体组成的单一或复成等诸方面的复杂变化,因为这种变化可造成截然不同的直接地质作用标志或间接显示。例如:花岗岩化交代成因的原地或半原地隐伏花岗岩常与超变质作用(混合岩田内)的强化中心相对应,形成一系列的不同混合岩带,与区域变质围岩呈逐渐过渡,具有相当复杂的形态范围;而岩浆成因侵位的隐伏花岗岩则与围岩中的环带状热接触变质带中心相对应,与围岩具有明显的界线,相对具有比较简单规则的形态范围。但即使是岩浆成因侵位的隐伏花岗岩,它所造成的热接触变质标志,也可以因其受控构造属褶皱控岩或断裂控岩的不同,而在围岩中显现出形态与组成上完全不同的接触变质、热液蚀变或脉岩分布、断裂系统的组合图象。所以在实际运用各种直接或间接的地质标志时,必须根据区域地质已知特征加以具体的分析使用;第三,隐伏花岗岩的研究必须紧密结合区域地质,特别是结合所研究区域或邻近地区已知花岗岩浆活动演化发展上的特征及规律,并以此作为隐伏花岗岩研究的基础与依据;第四,应当以查明隐伏花岗岩地表野外地质的各种直接标志为主,并尽可能注意结合区域深部地质构造方面的间接标志。在研究内容与手段上采用遥感地质、地球物理、地球化学、地貌及水文地质、植物地质景观