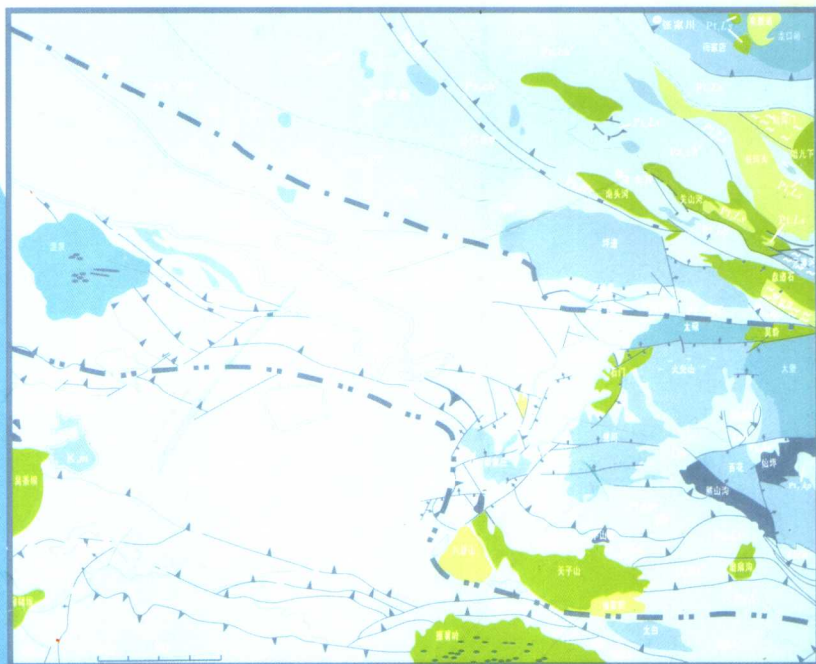


COLLECTION AND INTEGRATION
OF GEOLOGICAL INFORMATION
FROM THE GRANITOIDS IN THE TIANSHUI REGION

天水地区花岗岩类 地质信息采集及集成研究

李永军 胡晓隆 张翔 著



陕西科学技术出版社

天水地区花岗岩类 地质信息采集及集成研究

李永军 胡晓龙 张 翔 著

陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

天水地区花岗岩类地质信息采集及集成研究/李永军,胡晓龙,张翔著. —西安:陕西科学技术出版社, 2006.4

ISBN 7-5369-4087-4

I. 天... II. ①李... ②胡... ③张... III. 信息技术-应用-花岗岩-地质-研究-天水市
IV. P619.220.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 028621 号

出 版 者	陕西科学技术出版社 西安北大街 131 号 邮政编码:710003 电话(029)87211894 传真(029)87218236 http://www.snstp.com
发 行 者	陕西科学技术出版社 电话(029)87212206 87260001
印 刷	长安大学雁塔印刷厂
规 格	787mm × 1092mm 16 开本
印 张	9.75
插 页	4
字 数	200 千
印 数	1—600
版 次	2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷
定 价	30.00 元

版权所有 翻印必究

内 容 简 介

本书是在国土资源部地质大调查项目研究成果的基础上经过进一步扩充提炼而成的专著。书中首次提出了花岗岩类信息采集与集成的方法与理论体系,归纳和总结了花岗岩类的信息获取方法和采集类型,建立了花岗岩类信息采集系统,提出了“模块化”结构图为主的信息集成表达方式,总结出了花岗岩类的4种信息集成类型,论述了区内3个构造岩浆带5个构造演化期的演化特征。

全书由6章组成,详细论述了研究区各岩体的岩石类型、地球化学特征和构造环境信息,提高了本区的地质研究程度。

本书适合从事地质学、地球化学、信息学等专业的教学、科研和地质生产勘查工作者阅读,也可作为地质学、信息学方向的院校、科研院所和相关专业的研究生、高年级学生以及相关科技管理部门和企业部门人员的参考书。



李永军教授，博士。1961年生，陕西省矿物岩石地球化学研究会理事，波浪状镶嵌构造学会理事。1983年毕业于西安地质学院，获地质学学士学位；1995年毕业于西安地质学院，获构造地质学硕士学位；2005年毕业于长安大学，获地球探测与信息技术博士学位。长安大学地球科学与国土资源学院教授，研究生导师。主要从事基础地质、矿产地质、地球化学、地球探测与信息技术等方面的教学与科研，长期在西秦岭地区开展科学研究，曾主持和参与完成 1:25万天水市幅区域地质调查和西秦岭地区数十个1:5万图幅的区域地质及矿产地质调查。著有《西秦岭造山带的建造与地质演化》、《国土资源调查方法》，发表科研论文60余篇。



胡晓隆，高级工程师，现任甘肃省地质矿产勘查开发局第一地质矿产勘查院总工程师。长期在西秦岭地区开展科学研究，主要从事基础地质调查和研究、矿产地质勘查和技术管理工作。参加了4幅1:5万区域地质及矿产地质调查，主持完成了4个省部级矿产普查项目。主持或参与发现和评价多个金矿、铅锌矿、铁锰矿等矿床，发表论文数篇。



张翔，高级工程师，现任甘肃省地质矿产勘查开发局第二地质矿产勘查院总工程师。主要从事基础地质调查和研究、矿产地质勘查和技术管理工作。先后主持和参与完成了《甘肃省金川及外围铜镍矿成矿预测研究》、《甘肃省天祝县青分岭金矿勘探》、《甘肃省青龙山1:5万成矿预测》等数10个省部级科研和找矿勘查项目。获“甘肃省第四届青年地质科技奖”“甘肃省青年岗位能手”“甘肃省地矿局十杰青年”等。发表科研论文10余篇。

序一

花岗岩是大陆特有的重要组成部分。花岗岩浆作用,在大陆地壳形成与演化过程中扮演着极其重要的角色。花岗岩类岩石蕴含着关于大陆地壳生长与演化的关键信息。可以说,没有花岗岩,就没有大陆。同时,与花岗岩类有关的丰富的矿产资源,已经、并将会继续为人类经济与社会的发展,发挥重大的作用。因此,现代花岗岩的研究,已不再限于单个岩体、岩套的个别研究,而更加重视在地球系统科学及大陆动力学框架下的区域尺度乃至全球尺度的研究与思考。在这种背景下,花岗岩的研究不仅要求信息与数据的扎实可靠,而且要求对这些信息的科学的综合集成,以及在此基础上的理论概括与升华。

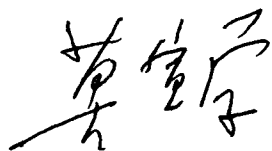
李永军教授等所著的《天水地区花岗岩类地质信息采集及集成研究》一书,朝着这一方向进行了很有意义努力,并取得了宝贵的科学成果。该书以天水地区花岗岩类丰富的实际资料为基础,把地质学与信息学两大学科结合起来,较系统地归纳和总结了花岗岩类的宏观方法(野外地质调查方法)、微观方法(实验分析测试)等主要信息获取方法和信息采集类型,结合天水地区花岗岩类的特点和独特性,提出了花岗岩类的信息分类方法,建立了花岗岩类的信息采集系统,提出了信息采集与集成的方法与理论体系。更重要的是,首次较系统的提出了花岗岩类地质信息采集工程系统,拓展了花岗岩类地质科学研究的方法与思维,总结提出了堆积法、归类法、筛选法、浓缩法等地质信息集成的基本方法,总结出“独特成因特征的花岗岩类信息集成”等四类信息集成类型。还建立了以“模块化”结构图为主,文字列述法、表格法等方法为辅的信息集成的成果表达方式,论述了这些成果表达方式各自的实用性范围、优缺点和在具体集成过程中的互补性特点。这些都是值得提倡和借鉴的。

花岗岩类信息获取和集成的最终目的是要解决实际地质问题。本专著从研究区实际出发,总结出“独特成因特征的花岗岩类信息集成、不同构造分区的花岗岩类信息集成、相邻构造分区花岗岩类构造配置的信息集成、大型-巨型断裂带花岗岩类信息集成”四大信息集成类型。通过对天水地区花岗岩类地质信息的采集与集成研究,较系统地总结了该区花岗岩类产出的构造背景、构造岩浆带的划分、形成时代、岩石成因与演化规律,并用于指导找矿,有重要的科学价值与实际

意义。

探索地球信息,研究信息采集和集成技术,是当代地质学的一个重要标志和特色。每一门类科学,都有其对应的认识论和方法论,这既是确定研究技术路线的基础,也是整个研究工作的指导和灵魂。把地球信息类型和分类系统研究作为一项基本任务,是现代地球科学成熟的一个标志。地质学研究的基本方法,就是对地球信息的采集和分析。通过地质调查,地球化学、地球物理测量,遥感分析等方法,可以获取大量的地质信息,进而对已获得的信息进行综合分析和研究,这是我们早已十分熟悉的地质工作过程。这虽然也完成了从信息采集到信息集成的全过程,但这仅仅是正确认识地球的一种“必然”过程,是在不自觉中完成的,因而常常会出现错误,并且找不到原因。现代信息科学的建立,使我们可以借助于信息论、系统论和控制论等的理论和方法,建立地球科学的信息集成技术方法,从而使我们在从事地质研究工作中,更主动、更理性、更系统。本书在这一方面做了一些有益的探索,并取得了一些方面的成功。作者们通过对花岗岩地质信息类型的划分和归纳,提出了一个可供地质工作者便于使用的信息采集系统,并且通过对花岗岩信息集成目标、类型、方法和表达方式的深入分析,提出了采用“模块法”结构图进行信息集成的一些基本原则,在水地区花岗岩的信息集成研究中进行了尝试,获得了满意的结果。这说明,这一集成技术的方法是可行的,思路新颖,值得推广。

最后,我愿借此机会,对作者在花岗岩地质学与岩石学同信息科学的结合上所进行的艰苦探索及所取得的宝贵成果表示敬意,对本书的出版表示祝贺,相信本书的出版定会受到读者的欢迎。



中国地质大学(北京)教授

2006年3月20日

序二

本书是作者十年来出版的第二部有关西秦岭的著作。第一部出版于1995年,书名为《西秦岭造山带的建造与地质演化》。那本书的主要内容有:西秦岭的地层、沉积建造、构造-盆地演化、构造-岩浆活动史以及成矿系列。本书则以西秦岭(主要以天水地区为代表)广泛出露的花岗岩类为研究中心,注重讨论了本区花岗岩类的类型、时空分布和分带性,全区花岗岩的地质特征、地球化学和地球物理特征,各带花岗岩地质特征对比以及成岩条件,各带花岗岩的地球化学特征对比以及成因讨论,并分析了由花岗岩的地质地球化学特征指示的区域地壳演化史。与第一部著作不同的是,这一本著作还讨论了作为地壳演化重要示踪体的花岗岩类的研究意义,系统的介绍了花岗岩类的基本研究方法,并从信息科学的高度,分析和总结了花岗岩类地质信息采集和集成技术。由此可见,这一部著作不仅为西秦岭地质认识的新突破增添了一块重要基石,而且为地球探测和信息技术的理论化、系统化完成了一次有意义和成功的探索,值得有关研究借鉴。作者在二十多年的地质工作中,不仅完成了大量的实际工作,如组织和实施过1:5万和1:20万、1:25万区域地质调查,而且始终重视新理论的学习和应用,在攻读硕士、博士学位的同时,撰写和发表了数十篇论文,已经成为一个十分成熟的地质工作者。这本书就是作者近年来重要成果和学术思想的集中反映。

从以下几个方面可以看出本书出版的学术价值及意义。

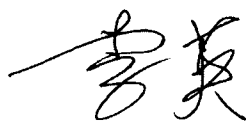
首先,研究西秦岭对于中国地质学乃至世界地质学都有着重要意义。西秦岭位于我国中央造山带的一个重要地段,处于秦岭造山带与祁连造山带结合部这一特定位置,以其独特的地壳结构、特殊的构造格局、复杂的地质演化史决定了它在中国区域地质乃至亚洲区域地质上的重要地位,从而引起了国际地质学界广泛的瞩目。众所周知,西秦岭的地壳结构具有“桥”式形态:表层构造具东西走向趋势,深部构造以武都为中心则为一南北向的慢洼或是由武都向西的一个慢坡。与东秦岭相比,西秦岭的构造格架与之有显著差异,尤其是古生代西秦岭的盆地性质及其沉积序列与东秦岭存在不同的构造背景和演化过程,从而形成了两区构造形态上的差异。作为统一的秦岭造山带,东西秦岭有着相似的地质演化史,但在洋盆规模、形态、消亡过程中,以至在中生代主要造山过程中,在构造-岩浆活动和

变质作用中,都有显著差别。这些在世界著名造山带中,是十分罕见的。对于这些问题,如果能够有所发现,有所认识,就将为地质学发展作出一个大的贡献,可能成为大陆动力学研究的一个新的突破口。近年来,花岗岩类的研究,再次成为地质科学研究的一个热点。花岗岩类是岩石圈组成中一种重要的岩石类型,并占有较大的比例,因此它承载了认识岩石圈组成、结构、演化以及主要形成机制的多种信息,因而成为研究岩石圈的重要示踪体。如同沉积岩系一样,花岗岩类也有一定的指示地质历史演化规律的意义,其化学(同位素)“化石”与生物化石同等重要,可以作为记录地质历史的定年尺度。当代花岗岩研究中,在探索岩石形成机制、岩石共生组合及系列、构造变质变形、包体类型和形成方式、产出的构造环境判别以及花岗岩类的成因分类等方面,都取得了显著进展。尤其是在大陆造山带研究、地球化学场理论等方面,都起到了支撑作用。

作者们通过对花岗岩地质信息类型的多级次的划分和归纳,建立了一个可供使用的信息采集系统;通过对花岗岩信息集成目标、类型、方法和表达方式的分析,提出了“模块法”集成的一些基本原则,并以天水地区花岗岩的信息集成为例,进行了尝试,获得了满意的结果。这说明,作者提供的集成技术,方法是可行的,思路是新颖的,成果有一定参考价值。

我对西秦岭西成铅锌矿的工作和研究,已经有四十多年了。一直感到困惑的是,已发表的对于西秦岭构造环境、古生代大陆边缘的结构、洋盆的形成和闭合等问题的认识,与世界古生代的 SEDEX 矿床形成的地质背景,有较的的差异,但该区的 SEDEX 矿床的矿石、矿物和地球化学特征,与之十分相似。阅读完本书后发现,作者对于黄渚关断裂和糜署岭花岗岩体的新认识,使我看到了对西秦岭构造环境客观认识的一缕明光。这些可能是解开这一死结的关键。从这方面也可以说明本书的应用价值。

本书的出版对于西秦岭地壳演化的研究,提供了新的重要证据,对于花岗岩研究,提供了可以借鉴的新方法,对于地球探测和信息技术,开创了新领域。这可能就是本书出版的最重要的意义。



长安大学教授

2006年3月5日于长安大学

前 言

花岗岩类是地质学家认识岩石圈,示踪地壳演化的首选地质体。它发育于地球历史的各个时期和地球动力学旋回的各个阶段,时空分布广泛。花岗岩类的产出过程、形成方式、岩石共生组合特征、构造变形、包体种类,与特殊大地构造背景、构造演化以及与其伴生、共生的火山岩类的特殊关系等均变化很大。较之火山岩类,花岗岩类因抗风化作用强,适合于用作精确测定同位素年龄而被当作地壳演化的年龄标志。花岗岩类来自于地壳或更深层次的不同深度,其源岩代表着不同的壳幔组分与物质组成,反映和指示着不同的构造演化特征。这就给地质学家提供了在难以“揭掉”地表大量遮挡物条件下对深部的探索提供了条件,是深部不同层次物质在地表的良好“显示”,甚至可与代价昂贵的超深钻记录相比,是透过地表看地壳深部的主要通道与窗口。

研究花岗岩类不仅可以获得花岗岩类的物质来源和构造环境的信息,而且可以获得壳、幔物质运动的状态、过程、动力学等问题的本质以及深部能量(热能)的传导、转化的重要信息。探索和解译这些信息,是解决当今大陆地质演化,解决大陆动力学关键问题的主要途径。对花岗岩类的信息获取和集成等研究,不仅在地球科学研究中具有十分重要的意义,成为当代地球科学研究的热点之一,而且也会极大地丰富信息科学的研究内容。并且,这些信息的集成又是花岗岩类地质理论创新的重要技术支撑。

从科学发展战略的角度来看,新世纪的地球科学在新技术、新方法的应用方面呈现出鲜明的时代特色,即观测范围的扩大与观测能力的增强,多学科观测的海量数据的积累与地球观测系统的整合,不断增强的挑战非线性复杂地球系统中的预测问题的能力。从方法论的角度来看,只有正确地理解、掌握和运用新技术、新方法,具有创新性的思维,新技术、新方法才能发挥其应有的效能。新时代的地球科学研究,迫切需要多学科、多种技术(特别是高新技术、综合信息技术及信息集成技术)的联合攻关和密切配合。在这些新领域研究的前沿课题中,利用花岗岩类的综合信息和对信息的集成研究,示踪过去地球演化的历史将是今后的主攻方向之一。

中国是一个大陆造山带极为发育的国家。因而,自然是一个花岗岩类出露大国。近年来,由于国际固体地球科学的研究前沿发生了由全球岩石圈向大陆动力学的战略转移,大陆造山带已经成为探讨大陆动力学的重要窗口。也由于花岗岩类是大陆造山带最为丰富的岩类,期望通过花岗岩类的研究探寻大陆动力学问题就成为必然。

在当代的花岗岩类构造环境研究中,已从以个别岩体、岩套为主的研究发展到对区域性乃至对全球不同构造背景下的花岗岩类进行地球动力学研究,作者对天水地区花岗岩类的研究即是一例。作为地壳重要组成的花岗岩类,可以作为地球动力学环境的标志及其演化的示踪,反演出不同地球动力学环境下大陆地壳的形成和再循环过程。

然而,花岗岩类信息获取和集成的研究,极不适应当代地质科学和信息科学的发展要求。从信息学的角度来看,在现实的花岗岩类研究中,仍然存在许多问题。缺乏系统性是花岗岩类

信息研究中普遍存在的主要问题。信息获取方法的不完整性是造成花岗岩类已有信息不完整的根源。对花岗岩类的信息表达和信息集成仍在探索中,更谈不上统一性和可操作性。另外,由于受当时研究理论、测试方法、分析精度的限制,信息的准确性和精确性也存在许多问题。花岗岩类信息的集成研究仍处于刚刚起步和探索阶段,反映这方面成果的文献极少。甚至可以说,系统性地信息获取和集成性研究仍处于空白。

随着信息科学的飞速发展,以及在花岗岩类中的深入研究,花岗岩类示踪的重要性会被越来越多的研究者重视。花岗岩类信息示踪技术,正在成为当代地球科学研究的热点之一。以 Chappell 和 R. White(1974)创立的 I-S 型成因分类理论为标志,利用花岗岩类示踪地壳的组成、结构与演化的探索进入新的研究时期。此后,地壳重熔说及其建立在地壳重熔说基础之上的地球化学场理论,花岗岩类构造环境分类新理论,花岗岩类的定位机制等研究,取得了一系列新成果。而这些新理论、新成果,其主要技术支撑无不来源于花岗岩类的信息获取与示踪研究。

信息的获取与集成是示踪研究的主要内容。花岗岩类信息主要获取的方法有宏观方法与微观方法,以及对宏观方法和微观方法获得信息的集成与分析应用。本文提出的花岗岩类地质信息采集系统,为全面、系统、有效和规范性地采集、集成与应用研究提供了可操作性的平台。

天水地区位于祁连造山带和秦岭造山带的接合部位。花岗岩类种类多,分布广泛,主要地质时期和构造演化阶段均有花岗岩体产出,且构造分带性明显,较好地记录了这一地区地壳结构与演化等重要地质信息。

近年来,在前人信息成果的基础上,作者等在本区进行了较全面的花岗岩类地质信息的采集与调查研究。总的来说,本区大多数花岗岩类的地质信息属于可靠信息类型,其获取信息的理论正确,方法合理,实验室分析方法正确,仪器精度高,取得的信息清晰、全面和准确,而且有较大使用价值,是本次信息集成与应用研究的主要信息支撑。

经过综合分析,天水地区 3 个岩浆带的花岗岩类地质学信息有明显差异。北秦岭是通过俯冲方式与祁连造山带拼贴(晋宁-加里东期);中秦岭是通过碰撞方式与北秦岭拼贴(海西期);而南带花岗岩类信息示踪,印支期曾有强烈的“开”-“合”构造演化历史。花岗岩类的地质学信息、地球化学信息较好地示踪了本区花岗岩类的源区成分、形成过程与时间,也为本区地壳演化及地质找矿提供了十分重要的信息。

通过对这些信息的集成与示踪研究,本文尝试性地构思出花岗岩类信息采集系统的重要概念,总结出了有关花岗岩类地质信息获取的方法和主要信息类型。并在此基础上,提出了花岗岩类地质信息集成的重要思想、集成方法、集成原则和对集成成果的可操作性表达方式等,并且较好地示踪了这一地区的地壳演化历史、过程、方式等等。

本书是国土资源部“十五”基础地质调查项目“天水市幅(148002003)1:25 万区域地质调查”项目的部分成果。项目编号:200113000154。本书以作者等 2000—2004 年承担该项目中花岗岩类地质调查专题成果为基础,结合本书第一作者李永军在此期间完成的博士论文“花岗岩类地质信息的采集与集成——在天水地区花岗岩类调查与研究中的应用”的有关部分,并引用了近年来发表的天水地区花岗岩类研究的成果与数据,按照作者们提出的花岗岩类的

信息采集与集成的思路与方法,进一步综合、加工和提炼写成。也是作者在西秦岭地区工作和从事科研 20 多年来,继《西秦岭造山带的建造与地质演化》一书(西北大学出版社出版,1995)出版 10 年后,再一次对研究区的研究、探索和重新认识的总结。

本书共由六章组成,附图 100 余幅,附表 40 余个,涉及研究区同位素年代学数据上百余,岩石化学和各类地球化学数据及计算数据数以万计。第一章概述了花岗岩类的信息示踪作用和意义,论述了花岗岩类信息获取的宏观方法与微观方法,以及对宏观方法和微观方法获得的信息的集成与分析应用,并重点讨论了花岗岩类示踪的主要技术、信息获取的主要方法及其对这些信息集成的基本方法与集成类型。作者认为,可靠的花岗岩类信息获取和集成是这些理论的重要技术支撑。第二章中,将研究区划分为祁连花岗岩带(北带)、北秦岭花岗岩带(中带)和中秦岭花岗岩带(南带)3 个构造-花岗岩带。区内花岗岩类分布广泛,类型多样,主要构造演化阶段均有代表性花岗岩类产出,是开展花岗岩类地质信息研究的理想地区,也是期望利用集成信息解决重大地质问题的关键地区。第三章中,将本区各类花岗岩信息分为可靠信息、较可靠信息、参考信息和可靠性差信息 4 类。本文的主要成果与结论,是建立在可靠性信息基础之上的。第四章详细介绍了研究区 3 个构造-花岗岩带的花岗岩类地质学信息,对比总结出了各构造-花岗岩带的岩石类型、岩石化学、成岩温度、形成环境等方面的差异性。第五章通过详细的各岩体的元素地球化学信息、稳定同位素地球化学、同位素年代地球化学信息和区域地球化学信息介绍,阐述了 3 个岩浆带的明显差异性,分析了各岩浆带的构造演化特征。第六章总结了花岗岩类地质信息的集成思想、集成方法、确定的基本信息类型,尝试和探索了对这些集成信息成果的表达方式。在综合分析和集成各类信息的基础上,提出了对该地区的地壳演化的基本认识,并依据区内花岗岩类的发育史和特征等信息的集成,划分了构造演化阶段。

利用天水地区花岗岩类的主要地质学信息、地球化学信息,本书尝试性地示踪了这一地区的地壳演化历史、过程、方式等等。本书所总结的信息集成方法、集成原则、集成过程和集成信息的成果表达方式等,具有可操作性和实用性,并且借此较好地回答了几个重大地质问题。信息的集成过程反过来又促进了地质学的深化与再认识。这一集成技术的探索,有益于信息学与地球科学研究的有机结合,丰富了信息学研究,拓宽了信息学在地球科学中的服务与应用,同时也为地质信息的示踪功能奠定了基础。总之,花岗岩类的信息集成研究,可以最大效能地示踪地壳演化历史,解决重大地质问题。

本书介绍的主要成果有:

(1)在回顾、总结当代花岗岩类研究的重大地质理论的基础上,提出了具有造山带特点的花岗岩类分类方案和实用于地质调查的分类体系和原则;根据地质信息采集的需要,提出了花岗岩类信息采集与集成的方法与理论体系。

(2)归纳和总结了花岗岩类的宏观方法(野外地质调查方法)、微观方法(实验分析测试)等主要信息获取方法和信息采集类型。

(3)从信息学角度出发,结合花岗岩类的特点和独特性,提出了花岗岩类的信息分类方法,建立了花岗岩类的信息采集系统,论述了该系统中主要信息类型和各类型的主要特征。

(4)首次提出了花岗岩类地质信息集成的具体概念和信息集成方法,确立了集成这些信

息的主要目标,分析了花岗岩类地质信息集成的过程,并总结出了“堆积法、分类法、筛选法、浓缩法”等是花岗岩类地质信息集成的基本方法。

(5)提出了以“模块化”结构图为主,文字列述法、表格法等方法为辅的信息集成的成果表达方式,并分析了这些成果表达方式各自的实用性范围、优缺点和在具体集成过程中的互补性特点。同时,还提出了花岗岩类地质信息“模块化”集成的原则。

(6)从研究区实际出发,总结出:独特成因特征的花岗岩类信息集成,不同构造分区的花岗岩类信息集成,相邻构造分区花岗岩类构造配置的信息集成,以及大型-巨型断裂带花岗岩类信息集成4大信息集成类型。

(7)总结了研究区花岗岩类的主要地质类型及时空分布规律,查明了研究区主要岩体的岩石类型、地球化学特征和构造环境信息,获取了丰富的地质学信息和地球化学信息,用丰富而翔实的文、图、数据等,重点论述了研究区的地质学信息、地球化学信息,提高了本区的花岗岩类研究程度,为解决本区重大地质问题提供了重要依据。

(8)首次在本区确立了糜署岭岩体、温泉(武山)岩体和火炎山岩体等3个岩体为岩浆混合花岗岩。研究中获取的岩浆混合信息在示踪本区地壳增生、壳幔相互作用和地壳演化历史中有重要作用和意义。

(9)通过对温泉岩浆混合花岗岩体的详细研究,首次提出了该岩体中钼矿床的形成是岩浆混合作用的结果。这一重要新认识,在本区今后的找矿实践中具有指导性意义。

(10)新获得了一批高精度的稳定同位素示踪信息和同位素年代学信息,解决了众多岩体的源岩、成因以及形成地质时代。

(11)确立了本区3个构造岩浆带的分布特征,总结了5个构造演化期各构造岩浆带在地壳演化过程中的角色和作用。对主要岩体的源岩、成因、侵位时间、演化过程等进行了较全面的讨论与分析。

(12)首次在祁连区变质地层中识别出了站沟门片麻状花岗岩、范家渠片麻状花岗岩及元滩河片麻状花岗岩等众多古老变质花岗岩体,在此基础上研究了其地球化学信息,为祁连、秦岭两大构造单元的构造关系和演化过程提供了十分重要的信息。

(13)较好地解体了党川-大堡岩基(岩体群),通过分析对比桦树坪岩体、柴家庄岩体、八卦山岩体、天子山岩体、磨扇沟岩体等的地质学信息和地球化学信息,得出它们是同一岩浆作用的产物,进而提出了“柴家庄-八卦山-天子山岩浆带”这一新认识,在区域地质构造研究,尤其在地质找矿中具有重要意义。重要的是,前者是对一个复杂岩基(岩体群)的“解体”,而后者恰恰相反,是将地质学信息和地球化学信息有较好可比性和相似性,空间上既相对独立又紧密共生的多个的岩体的“归并”。由此看来,合理的“解体”和“归并”,都是真实地恢复这一地区花岗岩类的空间关系和成因的体现。

(14)首次对研究区信息采集系统的4种类型花岗岩,尝试用不同的集成成果表达方式进行了表达,尽管有许多尚需完善之处,但仍不失为极其有益的探索和尝试。

(15)在综合分析和集成了区域地质、岩体地质、岩石学、矿物学、地球物理、地球化学、遥感等信息的基础上,提出了对该地区的地壳演化的基本认识:初步确定本区可以划分为古元古代造山带结晶基底形成期,中-新元古代过渡性基底形成期,早古生代板块构造演化与加里东

期俯冲-碰撞造山期,晚古生代-三叠纪板内伸展裂陷(“开”-“合”)和印支运动全面碰撞造山期,中生代陆内(板内)演化期等5个主要构造演化时期。其中,晚古生代-三叠纪板内伸展裂陷和印支期全面碰撞造山期、中生代陆内(板内)演化期又可进一步细分为若干个演化阶段。

花岗岩类信息的采集、集成与分析等研究属于起步和探索阶段,尚需深化的研究内容还有许多。最主要的是,花岗岩类信息采集系统需要更加完善;信息的集成类型划分以及“模块化”的创建与模块功能的提升都尚需深化。另外,如何通过更有效的方法、途径、方式对这些信息集成,还有待进一步深化认识,也需要在理论上寻求新的突破。花岗岩类信息的示踪作用还未得到更深刻的认识,在研究理论、研究方法上也需要创新。虽然在集成后获得了一些地壳演化的“踪影”,但大部分“踪影”是粗线条的认识,演化历程的细节性研究仍是今后需要努力探索的内容之一。

在本课题研究中,先后同汤中立院士、邓晋福教授、莫宣学教授、马昌前教授、姜常义教授、李庆春教授、王涛教授和胡建民教授等进行了有益的讨论,获得了许多宝贵的启示。李勇教授、裴先治教授和丁仁平博士在项目实施的全过程中给予了极大的支持和帮助,书中引用了他们在1:25万天水市幅地质调查的成果与新认识。甘肃省地质矿产勘查开发局第一地质调查院和第二地质调查院为本项目的开展提供了有关资料,同时为该书的出版给予大力支持,局地矿处处长金治鹏教授级高级工程师和李锁成高级工程师,在项目的研究全过程中给予了极大帮助,提供了有关资料,参加了部分科研工作。本书撰写过程中,朱光明教授、李英教授给予了悉心指导和关怀,详细制定了有关研究计划,修改研究方案,并对全文多次进行了认真仔细的修改,提出了许多宝贵意见和建议。汤中立院士、莫宣学教授、王晓霞教授、杜佩轩教授、张维吉教授、王全庆教授对全文进行了认真审阅,并提出了许多建议。莫宣学教授、李英教授在百忙中再一次审阅了出版校对稿,并为本书撰写了序。李金宝、刘志武老师参与了较多的野外调研工作和部分样品的鉴定工作;王岳明、李注苍等绘制了部分图件,并计算了部分数据;杨俊泉、毕明波、王冉、刘静、姜寒冰、张然、赵玉、庞振甲、高永利等研究生参与了部分资料整理、图件编绘和文稿校对等,在此一并致谢。

书中的错误和不足,敬请您的指正与批评。

李永军
于2006年春节

COLLECTION AND INTEGRATION OF THE GEOLOGICAL INFORMATION FROM THE GRANITOIDS IN THE TIANSHUI REGION

The granitoids have become the first choice to research the geosphere and the trace of showing crustal evolvement for geologists. The granitoids is widespread in this area, occurred in both each eras of the earth's history and each phases of geodynamics cycle. The special relationship between formation process, formation method, feature of rock paragenetic association, category of tectonic deformation inclusion and geotectonic setting, tectonic evolvement, accompanying and paragenetic volcanic rock is greatly changed. Compared with volcanic rock, the granitoids is suited to get radiometric age exactly, for its strong resistance of weathering, can be a age sign of crustal evolvement. The granitoids' source is from geosphere or more deep area. The source rock of the granitoids stands for different component of crust and mantle, reflects and indicates different tectonic evolvements' feature. It provides geologists to explore the deep in condition that it is difficult to get rid of lots of surface overlay. It is a good surface' showing for different level matter of the deep, even can compared to expensive record of super - deep hole. It is the main passage and window to inner crust from surface. Researching granitoids not only get information of granite source and tectonic environment, but also get the nature of some questions such as the condition, process and dynamics of matter movement of crust and mantle, the main information of the conduction and conversion of deep energy. Exploring and interpreting information, is the main approach to solve the continental geologic evolvement and the key question of the continental dynamics. The granitoids' information's collection and integration, therefore, is not only important in research of geoscience and becoming the hot topic of research geosciences, but also is a great abundance in research of information science. It's an important way to facilitate the innovation of the granitoids geological theory.

From the aspect of scientific development's stratagem, the contemporary geoscience present distinct character of era in the application aspect of new technology and new method. The character is the expand of observational range and the enhancement of observational capacity, the accumulation of jillion data of multidisciplinary observation and the integration of global observational system, and the ability of incessantly challenging expectable problems in nonlinear complex global system. From the aspect of methodology, only with understanding, grasp and application of the new technology and new method, with innovational thought, it can exert its efficiency. The researches of geoscience in new era need the combined capture and close cooperation in multi - subject and multi - technology (Especially new technology, compositive information's technology, information integration's technology). In research of the new field, the main aspect in future is to utilize the compositive granitoids' information and the research of information integration, to show the crustal evolvement's trace of earth's evolve-

ment's history.

China is a country with well - developed continental orogenic belt, so it's a big country with widespread emergence of granitoids. Recently, the continental orogenic belt has become a very important window to explore continental dynamics, because the forward research has transferred from global lithosphere to continental dynamics in international solid geoscience. Meanwhile, it becomes a necessity to research the problem of continental dynamics by the study of the granitoids, for the reason is that the granitoids is the most abundant rock in continental orogenic belt.

The contemporary research of the granitoids' tectonic environment has developed from research of individual rock body and suite to research of geodynamic in regional, even global different tectonic setting. The author's research of granitoids in Tianshui region is a case. The granitoids that is the main component of crust can be regarded as the symbol of geodynamic environment and the trace of its evolvement, inverse the formation and recycled course of continental crust in different geodynamic environment.

However, the research of the granitoids' information collection and integration doesn't adapt to the development of contemporary geological science and information science. From the science information, there are still many problems in research of granitoids. Lacking system is the main problem that is ubiquitous in the research of granitoids' information. The incomplete way of collecting information is the source of acquired granitoids' information that is incomplete. The exploration to express and integrate information is continuing. The unity and operability is not mentioned. There are many problems in accuracy and exactitude of information, for the limitation that is theory of research, method of analysis, and exactitude of analysis nowadays. The research of granitoids' integration information is still in exploring stage, so the document reflecting this aspect is less. The research of collecting and integrating information systemically is still a blank.

This paper is formed of ten chapters, one hundred and twenty attached figures and forty attached forms. The paper refers to about hundreds data of isotope chronology. The data of petrochemistry and geological is tens and thousands in paper. In chapter one, it shows the present situation of study and main process of nowadays granitoids geological theory. The writer thinks, these theories based on the credible acquisition of the geological information and the research of integration. In chapter two, it shows the modern research methods of granitoids. The main ways collecting the granitoids' information have the macroscopical way, the microcosmic way, the integration and application of the information that is acquired by the macroscopical way and microcosmic way. This chapter emphatically discusses the main way collecting information, the main technology of tracing granitoids, the basic way integrating information and the type of integration. In chapter three, the research region is divided into three tectonic - granite belts that are Qilian granite belt (North belt), northern Qinling granite belt (Middle belt), Intermediate Qinling granite belt (South belt). The granitoids that has a variety

of category is widespread in this area . The representative granites occurred in major phases of tectonic evolution. It's an ideal region where we do research of granitoids' geological information, and a key region where we expect to use integrated information to solve important geological problems. In chapter four, the information of granitoids can be divided into four categories, that are the credible information, the relatively information, the reference information and the incredible information. The main production and conclusion of the paper is based on the credible information. In chapter five, it detailed introduces the granitoids' geological information of three tectonic – granite belts in research region. It compares and sums up the difference in element geochemical information, diagenetic temperature, and formation environment of three tectonic – granite belts. In chapter six, by the information of element geochemistry information, stable isotope geochemistry and isotopic age geochemistry, it shows the obvious difference in three magmatic belts, analyses the tectonic evolution feature in magmatic belts. In chapter seven, it simply shows the function and value of the regional geochemistry, the regional geophysics, and the remote sensing information in the granitoids' studying in research region. In chapter eight, it concludes the integrate thoughts of granitoids' geological information, integrate methods, major information types, attempts and explores expression mode of the integrate production. In chapter nine, on the basis of analyzing and integrating information, it provides the main thoughts of crust evolution in this region, and divides the phase of evolution. In chapter ten, it is the conclusion of this paper. It concludes the main production, thoughts and main innovation, provides the main problems that need to deepen.

The main production and conclusion in this book ;

1. It discusses and concludes the major geological theory of nowadays granitoids' research, provides the classified plan with the orogenic belts' feature, the classified system and principle that is practical to geological survey; according to the needs of collecting geological information . It provides the method and theory system of collecting and integrating the granitoids' information.

2. It sums up the main ways collecting information and the types of information collection. The main ways collecting the granitoids' information are the macroscopical way (the way of field geological survey) and the microcosmic way (experimental analysis determination).

3. On the view of informatics, combining the feature and particularity of granitoids, it provides the classified method of the granitoids' information, builds the system of granitoids' information collection, discusses the main information types and the main feature of these types in this system.

4. It firstly provides the concrete concept of granitoids' geological information integration and method of information integration, establishes the main aim to integrate information, analyses the process of the granitoids' geological information integration. It concludes the basic method of granitoids' geological information collection such as “ accumulation, taxonomy, filtration and concentration ”.