

“十二五”国家重点图书出版规划项目

有色金属文库

NON-FERROUS METALS LIBRARY

LOCALIZATION MECHANISM AND METALLOGENIC PROGNOSIS
ON CONCEALED ORES IN DACHANG OREFIELD, GUANGXI

广西大厂矿田深部隐伏矿体 定位机制及成矿预测

成永生 著



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

广西大厂矿田深部隐伏矿体 定位机制及成矿预测

成永生 著



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

广西大厂矿田深部隐伏矿体定位机制及成矿预测/成永生著.
—长沙:中南大学出版社,2015.9
ISBN 978-7-5487-1921-2

I. 广... II. 成... III. 隐伏矿体-成矿预测-广西
IV. P612

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 219687 号

广西大厂矿田深部隐伏矿体定位机制及成矿预测

成永生 著

☐责任编辑 史海燕

☐责任印制 易建国

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙超峰印务有限公司

☐开 本 720 × 1000 1/16 ☐印张 11.25 ☐字数 216 千字

☐版 次 2015 年 10 月第 1 版 ☐印次 2015 年 10 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-1921-2

☐定 价 48.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前言

Foreword

广西大厂矿田是我国乃至世界上非常重要的锡多金属矿产基地,产出多个超大型、大型锡多金属矿床。同时,矿床中的伴生分散元素锑也达到大型矿床规模,总体表现出矿床规模大、伴生组分多、矿化集中、综合价值大等诸多特点。

关于丹池地区的矿业开发历史可追溯到唐朝末期,锡的开采始于宋朝。早期的地质研究工作主要始于20世纪20年代,我国老一辈的地质学家如岳胜、乐森岫、丁文江、李捷、张兆瑾、张更、莫柱荪、吴磊伯、杨志成、张文佑、赵金科、徐克勤、王超翔、陈毓川、叶绪孙、陈俊、李孝全、韩发等,为大厂矿田的开发做出了卓越贡献。近几十年来,关于大厂矿田的地质研究依然非常活跃,如毛景文、徐文炘、秦德先、王登红、李华芹、范森葵、蔡明海、梁婷、赵葵东等地质学家的研究,为进一步丰富与发展大厂矿田多金属矿床的成矿机制提供了新的数据与资料,更为满足国民经济发展对矿产资源的迫切需求提供了科学依据。

尽管如此,大厂矿业发展至今依然面临着资源短缺以及探明储量不足等问题,危机矿山问题依然是大厂地区今后需要面对的非常紧迫的重要问题。为此,2005年国家危机矿山项目“广西南丹县铜坑锡矿接替资源勘查”启动,针对大厂锡矿的成因模式、找矿模型等方面取得了许多新的认识,为大厂地区地质找矿新突破发挥了重要作用。

总体来看,针对大厂矿田的理论研究工作已非常丰富,主要研究工作包括同位素地球化学、流体包裹体、岩石地球化学、矿物学、岩石学等方面,尤其是随着分析测试技术的不断发展,许多以往存在争议的问题逐渐趋于统一。随着大厂矿区“第二找矿

空间”的提出，深部地质研究也提上了日程，尤其是如何应用理论研究成果来指导深部地质勘探以及生产实践，是需要迫切解决的问题。为此，在该区丰富的理论研究成果基础上，对于矿床成矿规律的系统总体及其科学认识是有效解决理论指导实践的可靠途径。在矿业开发过程中不断揭露新的地质现象，是丰富与完善矿床成因理论的重要资料，对于这些地质现象及其规律的科学总结有助于为矿床成因的进一步完善提供重要支撑。

因此，深部“第二找矿空间”，乃至“第三找矿空间”的地质找矿突破，理论层面不存在问题，关键在于如何有效建立成矿模式及找矿模型，例如王登红等(2010)所提出的“五层楼+地下室”的找矿模型对于生产实践具有非常重要的意义，且具有很好的操作性及适用性。

考虑到矿山企业对科研成果应用的实际需求，本研究在进一步深化理论研究的基础上，侧重于对地质现象与成矿规律的系统总结，包括矿化分带规律、构造控矿规律、地层产出特征等，旨在为大厂矿区深部地质找矿提供一定的依据与参考，从而满足企业对矿产资源储备的客观需求。

不可否认，随着深部勘探工作的不断推进，对于成矿规律的认识还将得到进一步的丰富与完善，这是一个循序渐进的过程，符合事物发展的客观规律，也符合人类对事物认识的基本规则。对于矿床的研究与认识，需要将理论研究、应用研究以及勘探实践三方面有效结合、融会贯通，使之逐步完善、互相促进，这样实现“第二找矿空间”，乃至“第三找矿空间”的深部地质找矿新突破是完全可能的。为此，完全有理由坚信，随着广西大厂地区地质找矿工作的不断深入，将会出现更多意想不到的新进展、新发现、新惊喜！

由于水平有限，错误与不足难免，恳请专家、学者批评指正。

中南大学 成永生

2015年9月

目录

Contents

第1章 绪论	(1)
1.1 大厂矿田基本研究现状	(1)
1.2 深部地质研究发展方向	(2)
1.3 深部找矿的问题与瓶颈	(5)
1.4 拟解决的关键地质问题	(6)
1.5 工作内容以及研究思路	(8)
第2章 成矿地质背景与成矿地质条件	(10)
2.1 区域成矿地质背景	(10)
2.1.1 区域构造演化与矿产分布	(10)
2.1.2 区域地层岩石学	(13)
2.1.3 区域泥盆系沉积阶段及地层分区	(19)
2.1.4 岩体岩石学与地球化学	(20)
2.2 矿区成矿地质条件	(22)
2.2.1 控矿构造体系	(22)
2.2.2 赋矿围岩—泥盆系演化与沉积组合	(25)
2.2.3 岩体产出与岩浆活动	(26)
第3章 锡多金属矿床地质及其矿化特征	(28)
3.1 矿体形态与产状	(28)
3.2 矿石结构及构造	(29)
3.2.1 矿石结构特征	(29)
3.2.2 矿石构造特征	(33)
3.3 主要矿石类型	(36)
3.4 矿石物质组成	(37)

3.5	矿化类型与矿化分带	(37)
3.6	围岩蚀变类型及其特征	(39)
第4章	深部泥盆系岩石学与地球化学	(41)
4.1	岩石矿物学特征	(41)
4.2	稀土元素地球化学	(49)
4.3	微量元素地球化学	(71)
4.4	沉积学特征及形成环境	(75)
第5章	深部构造作用与矿化关系	(77)
5.1	节理裂隙垂向发育特点及其矿化	(77)
5.1.1	节理裂隙垂向产出特征	(77)
5.1.2	节理发育与矿化关系	(82)
5.2	挤压褶皱作用与矿化富集	(83)
5.3	层间破碎带对成矿的影响	(85)
5.4	制约深部成矿作用的构造因素探讨	(86)
第6章	岩浆活动与深部成矿作用	(88)
6.1	岩墙特征及与矿体接触关系	(88)
6.2	深部岩体岩石学特征	(89)
6.2.1	花岗岩体岩石学	(89)
6.2.2	花岗斑岩体岩石学	(91)
6.2.3	闪长玢岩体岩石学	(95)
6.3	深部岩体化学组成	(96)
6.3.1	主量元素地球化学	(96)
6.3.2	微量与稀土元素地球化学	(103)
6.4	全岩硫铅同位素地球化学组成	(117)
6.4.1	硫同位素地球化学组成特征	(117)
6.4.2	铅同位素地球化学组成特征	(119)
6.5	透明矿物流体包裹体成分	(123)
第7章	矿床分带特征及其变化规律	(127)
7.1	矿床分带对深部找矿的意义	(127)
7.2	矿化类型垂向分带及其规律	(128)

7.3 矿物组合垂向变化及其规律	(131)
7.3.1 长坡—铜坑矿床	(131)
7.3.2 巴力—龙头山矿床	(139)
7.4 构造型式矿床空间分带	(141)
7.5 岩浆中心矿床分带模式	(141)
第8章 深部壳—幔作用及其成矿效应	(144)
8.1 壳—幔相互作用及其成矿意义	(144)
8.2 大厂壳—幔成矿作用的研究成果	(145)
8.3 壳—幔相互作用与锡多金属成矿关系	(146)
第9章 隐伏矿体定位模式及找矿预测	(148)
9.1 制约深部成矿的关键因素	(148)
9.2 深部隐伏矿体的定位模式	(153)
9.3 深部找矿方向与靶区预测	(156)
主要参考文献	(164)

第1章 绪论

1.1 大厂矿田基本研究现状

广西大厂矿田是我国重要的锡多金属矿业基地,也是世界上最大的锡多金属矿田之一,在长约15 km、宽约9 km的矿田范围内产出有超大型矿床2个、大-中型矿床6个,是研究锡多金属矿床的最佳天然实验室,研究程度较高,基础资料丰富,长期以来受到国内外矿床地质学家的广泛关注,但由于大厂锡多金属矿床的复杂性,一些关键的基础地质问题依然存有分歧。

大厂锡多金属矿床的成因问题一直存在争论,主要包括三种不同的观点:①属于与燕山期花岗岩有关的岩浆热液矿床;②属于同生沉积-喷气矿床或海相火山成因,矿床形成于泥盆纪,在成因上与花岗岩无关;③具有层控特点,成矿物质多来源。然而,导致矿床成因认识差异的关键在于对成矿物质、成矿时代、成矿流体等有关问题存在一定的分歧,对成矿作用的动力学模式还不是十分清楚,从而在一定程度上制约了对大厂矿床的深刻认识。

长期以来,以大厂矿田找矿预测为目的的研究工作十分丰富,研究程度也较高,如广西二一五地质队多年来开展了大量的地质勘查工作,积累了非常丰富的经验,取得了非常显著的研究成果。早在1978年该队就开展了矿田大比例尺的成矿预测,发现了特富的100号矿体。50多年来,中国地质科学院、中南大学、中国地质大学、吉林大学、成都理工大学、桂林理工大学、昆明理工大学、广西大学、长安大学等多家高校和科研单位在大厂矿田开展了大量的地质综合研究工作,对推动大厂矿田的基础研究立下了汗马功劳,为解决大厂矿田的资源问题发挥了重要作用。

近年来,大厂矿田的地质找矿科研工作也不断开展,对及时总结成矿规律、深化大厂矿田的成矿理论、开展深边部的找矿预测发挥了重要作用,取得了大量的研究成果,带来了良好的社会效益和经济效益。2003—2005年由广西华锡集团博士后工作站承担的“丹池成矿带构造控矿规律研究”课题,对丹池成矿带的构造控矿规律进行了专题研究,包括丹池成矿带的构造特征、演化过程及其对成岩、成矿的控制作用,建立了构造控矿模式,开展了找矿预测研究工作。2005年,全国危机矿山接替资源找矿项目管理办公室设立了广西南丹县铜坑锡矿接替资源勘查项目(项目编码:200545022),下设“广西南丹铜坑锡矿成矿机制与预测模型专题研究”和“广西南丹县铜坑锡矿深边部综合地学信息与矿体定位预测专项研究”

两个专题,由中国地质科学院矿产资源研究所承担的“广西南丹铜坑锡矿成矿机制与预测模型”专题重点探讨了大厂矿田铜坑矿床的成矿物质来源、成矿流体运移、成矿元素时空分布等,厘定了大厂矿田锡多金属矿床的成因机制,提出了大厂锡多金属矿床的预测模型;由昆明理工大学承担的“广西南丹县铜坑锡矿深边部综合地学信息研究与矿体定位预测”专题开展了矿山(床)数字化的有关研究工作,并进行了综合地学信息找矿预测研究,提出了有利的找矿靶区。另外,还有国家科技支撑计划项目“南岭地区有色-贵重金属成矿潜力及综合探测技术示范研究”以及广西国土资源厅在大厂矿田开展的广西大规模找矿专项项目等都从不同的视角开展了以地质找矿为目的的研究工作。

国家宏观政策的支持与引导是我国老矿山今后发展的重要依据,2011年10月19日温家宝召开国务院常务会议讨论通过了《找矿突破战略行动纲要(2011—2020年)》,纲要明确指出要通过实施找矿战略,实现新的重大突破,形成一批重要矿产资源战略接续区,建立重要矿产资源储备体系,为经济平稳较快发展提供有力的资源保障和产业支撑;要开展老矿山深部和外围接替资源勘查工作,延长矿山服务年限。对于大厂矿田而言,今后的找矿工作应该还是探边摸底,发展矿区深部的“第二找矿空间”,尤其是1000 m以深的地质找矿工作,黑水沟—铜坑区96号矿体的发现便是开展“第二找矿空间”勘查的成功典范,也显示出大厂矿田深部具有非常巨大的资源潜力和找矿前景。为此,基础地质研究必须先行,应进一步查明深部的成矿地质条件,揭示深部隐伏矿体的成矿规律,减少深部地质勘探的风险,为隐伏盲矿体的勘探与发现提供科学依据。

1.2 深部地质研究发展方向

国内外对于深部找矿问题的研究历史悠久,早在1958年就在苏联召开了隐伏矿床找矿问题学术研讨会,对深部找矿及其理论问题进行了全面探讨,是多年找寻隐伏矿的经验总结。之后,美国地质调查局在1975年开展了“隐伏矿及低品位矿等找矿预测评价方法和勘查技术方法研究”。20世纪80年代末埃卢腊铅锌矿床和奥林匹克坝铜铀金矿床的发现,开启了隐伏矿床勘探的新时代。我国对隐伏矿床预测的探索工作早在20世纪50年代也已展开,甘肃小铁山隐伏大型黄铁矿型多金属矿床的预测成功即是典型的一例。60年代初期,通过对江西和广东的石英脉型钨矿的综合研究,总结出“五层楼”模式的空间分布规律,运用该模式指导同类矿床的研究取得了显著效果;60年代中期云南个旧锡矿,根据对花岗岩突起控矿的认识,采用大面积电测深方法,并结合化探构造原生晕和岩石变质变形特征研究,探索隐伏花岗岩突起的位置,促成了大型锡铜矿床隐伏矿体的发现;60年代中后期到70年代,李四光先生倡导的地质力学理论总结了构造体系控矿、多级控矿、结构面控矿、复合控矿及空间等距性等研究成果。江西大余木

梓园隐伏钨锡矿床、河南卢氏夜长坪隐伏钨钼矿床的成功预测都是隐伏(盲)矿床预测勘查的成功典范。21 世纪初期,我国设置了危机矿山接替资源找矿项目,开启了老矿山深部隐伏矿体勘探的新高潮,为我国矿产资源储备提供了重要保障。

目前,国内外学者对于“深部找矿”的概念及其内涵依然持有不同看法。吕古贤(2006)在《构造物理化学的思路、研究和问题》一文中,曾提及根据胶东地质找矿和成矿环境对比来寻找深部矿床;常印佛和翟裕生等认为可用构造物理化学方法在长江中下游矿集区寻找金属矿床深部第二富集带,并提出中国东部环太平洋新生代金属成矿带的深部可能存在金属矿化第二富集带的远景意见,这里未提出具体深度,而是指在有利地区深部寻找新矿带的可能,即所谓的“第二富集带”;腾吉文(2007)在《第二度空间金属矿床勘查与东北战略后备基地的建立和可持续发展》一文中指出,“必须将第二深度空间金属矿产资源的地球物理找矿勘探与开发提上日程,即在深度 500 ~ 2000 m 的空间来进行找矿勘探。”可见,他指的是“勘探和开发深度”的概念;国外学者 B. A. Hapceeb 则认为,“深部”是指在矿体已计算储量部位之下的尚未研究或很少研究的地区,不同的绝对深度之下的矿体或地段,如, >500 m、>1000 m 等,目前尚没有一个公认的统一的界线。一般在矿区的构造普查钻探的深度为 800 ~ 1000 m,有时为 1200 ~ 1500 m,目的是评价深部矿化环境的有利程度,查明最可能发育矿化的层或带。赵鹏大院士认为:“第二成矿找矿空间”是在已知矿床的深部或外围,寻找类似的或不同的有利成矿环境和发现同类或不同类型的矿床。已知矿床是第一成矿空间,深部和外围的隐伏矿床就是第二成矿空间,是矿下找矿或矿外找矿,其深度可深可浅;全国危机矿山接替资源找矿项目办总工程师叶天竺则认为,深部找矿是指地表以下 1000 ~ 2000 m 空间范围的找矿,属于同一成矿作用系统,成矿条件、控矿因素以及成矿作用和浅部完全一致。

随着现代技术手段的迅速发展以及地质科技的日新月异,深部地质找矿已成为现实,并已成为实现地质找矿重大突破的必由之路。事实表明,我国深部地质找矿成效明显,展示了巨大的找矿潜力。国内外找矿实践也一再证明,现有矿区深部找矿潜力巨大,是实现老矿山(尤其是危机矿山)可持续发展的有效途径。

我国多数金属矿山的探采深度不到 500 m,目前在我国 10618 个主要金属矿山中,只有个别矿山开采深度 >1000 m(如红透山、冬瓜山等),而国外开采深度超过千米的深井矿山有 80 余座。大规模成矿作用是深部物质和能量交换的产物,而对深部过程的认识又是理解成矿作用的基础。以成矿带尺度为对象的深部过程与成矿的研究则是深化对矿集区形成过程和规律认识的根本。将成矿系统(系列)理论应用于成矿区带内大型矿集区成矿作用、矿床类型、时空配置关系的精细研究,追踪流体作用、复原成矿过程、构建成矿模式,才能对“第二找矿空间”进行预测。侧重于矿田尺度的成矿规律研究,主要是通过精细的矿田构造剖析和

岩浆活动的分析,以及成矿的时、空、物质分布规律研究,构筑适合于所在矿田的成矿模式。结合各类找矿信息的综合研究,建立找矿模式,用该模式来有效指导深部找矿工作。

新型的技术方法手段为深部找矿提供了有效的途径,如,新的地球化学勘查技术方法(电地球化学法、元素有机质结合形式法、地气法、酶提取法、活动金属离子法、金属活动态测量法、水化学法、地球气纳微金属测量法、植物地球化学法等)、新的地球物理探测方法[瞬变电磁测深技术(TEM)、可控源音频大地电磁测深技术(CSAMT)、频谱激电法(SIP)、高分辨电导率成像技术(EH4)、天然源声频大地电磁法(AMT)、小比例尺充电法等]。金属矿地震技术在矿集区精细结构探测和容矿层追踪、甚至直接探测深部矿体方面发挥了重要作用。另外,综合使用电磁、重磁、地震、化探、地质、遥感等多参数海量数据集成处理与反演技术、基于GIS平台的人机交互技术、三维可视化技术等是当前深部资源勘查技术发展的总体趋势,极大地提高了深部勘查的“可视性”,大大降低了钻探风险,带来了极大的社会效益。

国外矿业投资已从2002年的20亿美元增加到2007年的近90亿美元,增长为之前的4倍多。例如,加拿大政府实施了“勘查科学与技术计划”,带动近年来直接投资在非燃料固体矿产勘查方面的经费每年增长35%以上,2006年投资额接近全球投资总额的1/5,达到17亿加元。正确选定主攻方向和完善深部找矿战略部署具有重要意义,国外对这一领域的研究都十分重视,纷纷设立重大科学计划,如:加拿大的Lithosprobe、澳大利亚的4D地球动力学计划以及玻璃地球计划等。

纵观全球范围内一些大型和特大型金属矿床发现,几乎无一例外地以矿床模型为先导,并采用地、物、化、遥的方法联合攻关。如,美国根据圣马纽埃矿床建立的斑岩铜矿蚀变分带模型,成功地发现深部隐伏的卡拉马祖斑岩铜矿床;加拿大和澳大利亚也利用成矿模型找到了科马提岩型镍矿。另外,深部找矿技术在向大深度、高精度、高分辨率和可视化方向发展,不断为深部找矿提供新的技术和方法手段,提高了深部找矿的成功率。加拿大Quante公司近年开发的多通道、分布式数据获取系统,能够记录宽波大地电磁数据(AMT/MT)、直流电阻率数据和激发极化数据,在加拿大Kidd Creek、Ben Nevis、Newman-Todd、Mont-de-Aigle等矿山的深部找矿中取得了良好的找矿效果。加拿大、澳大利亚等国在3D电磁探测技术(Titan24)、反射地震技术等方面也取得较大进展,使2 km以内的精细探测成为可能。

国内在深部地质找矿的过程中注重发展和创新在国内外有影响的理论认识,如地质力学理论、成矿系列理论、地质异常理论、成矿系统理论、地球化学块体理论等,指导深部找矿取得了明显效果。例如,利用地质力学理论成功预测了江

西木梓园隐伏钨锡矿、河南夜长坪隐伏钨钼矿床；指导了山东玲珑金矿、焦家金矿深部 300 ~ 600 m 的第二矿化富集区找矿。成矿系列理论在山西中条山铜矿、安徽庐枞盆地玢岩铁矿、赣南钨矿深部找矿工作中起到了重要的理论先导作用。利用成矿系统理论指导了义敦岛弧带、狼山—查尔泰地区深部找矿。利用地质异常理论，以“求异”原理为基础，开展成矿预测多元信息集成研究与综合评价，有效指导了个旧锡矿的深部找矿工作。利用地球化学块体理论，通过区域地球化学异常，特别是对低缓异常资料的二次开发，可有效地发现和找寻深部隐伏矿体。根据矿床模式的总结与应用，如运用玢岩铁矿模式，结合物探等勘查信息成功地在安徽庐枞盆地发现了玢岩铁矿；根据“五层楼”和“五层楼 + 地下室”模式，在赣南发现了深部隐伏矿。

同时，国内国家层面的地质找矿工作也极大地推动了深部地质找矿勘探工作，扩大了老矿山深边部的找矿空间。我国的国土资源大调查项目重点开展了长江中下游、华北陆块等重要成矿区带的深部找矿示范；加强了重要矿产地的深部勘查，以及深部找矿方法技术的研发。危机矿山接替资源找矿专项突出老矿山深部外围找矿，主要摸清危机矿山现状，开展大中型危机矿山接替资源勘查，挖潜增储，延长矿山服务年限。例如，辽宁红透山铜锌矿通过可控源音频大地电磁测深等大功率物探测量，进行矿体深部定位，施工钻探验证，新增铜锌资源量 11 万吨；大冶铁矿通过 1:2000 高精度磁测、1:10000 直升机航磁、三分量井中磁测、磁化率测井和 TEM 等物探和钻探验证，新增铁矿石 2300 万吨，铜 10 万吨；赣南南坑山矿区借鉴“五层楼”成矿模式部署钻探验证，在 460 ~ 550 m 深处揭露了 20 余条大于 6 cm 的含矿石英脉，钨品位 0.012% ~ 3.55%。

总之，近年来国内的地质找矿注重理论联系实际，注重创造性地运用有关理论来不断开拓新的找矿思路，以深化对成矿规律的认识，这往往能取得事半功倍的找矿成效。

1.3 深部找矿的问题与瓶颈

随着我国社会经济的高速持续发展以及找矿难度的不断加大，使得可接替的矿产资源形势严峻，许多主力矿山资源迅速减少甚至枯竭，新增储量已青黄不接，给经济发展和社会稳定带来很大影响，危机矿山问题已成为矿产资源可持续发展中最突出的问题。国家推行危机矿山可接替资源找矿计划就是坚持深边部及外围找矿的战略方向，旨在为老矿山新发现并查明一批储量，可以说，资源危机问题已成为国民经济可持续发展甚至影响国家安全的最突出问题之一。因此，深部成矿理论以及深部地质过程研究成为了解决当今危机矿山问题的焦点之一，且已有效地解释并回答了地球深部的一些地质问题，为深部资源勘查提供了重要理论依据。

据统计,自20世纪70年代以来,国外发现的100多个贵重有色金属大型—超大型矿床,至少有58%是在已知矿床周围发现的。可见,目前我国存在资源短缺问题的危机矿山外围及其深部仍然具有巨大的找矿潜力。近年来,我国大力推行的《全国危机矿山可接替资源找矿计划纲要》也始终强调坚持深边部与外围找矿的战略方向以及新理论、新技术、新方法找矿的创新体系。

广西大厂锡多金属矿田是我国著名的锡多金属矿集区之一,锡、铅、锌、锑等有色金属均达大型以上规模,稀散元素也非常重要。经过近50多年的地质勘查与研究,大量浅部—中深部的矿床已被发现,离地表600 m以深的“第二找矿空间”成为下一步的主要找矿目标区。然而,96号厚大矿体的成功发现,使得大厂矿田在深部“第二找矿空间”新增锌多金属资源量接近了超大型矿床规模(超过200万吨),为大厂矿区的可持续发展提供了重要资源保障,延长了矿山服务年限,稳定了矿山职工就业,也进一步证实了大厂矿田深部巨大的找矿潜力与找矿前景,更加坚定了“向深部要资源”的找矿理念与找矿思想,成为大厂矿区深部找矿的成功典范。

2011年10月19日国务院总理温家宝主持召开国务院常务会议,会议讨论通过了《找矿突破战略行动纲要(2011—2020年)》,纲要明确指出要加强重要矿产勘查,开展老矿山深部和外围接替资源勘查,延长矿山服务年限。这足以证明,开展对老矿山深部矿体的勘探与研究已成为我国今后矿产资源可持续发展的重要战略之一,对提升我国的资源竞争力、保证国家安全具有重大意义。

1.4 拟解决的关键地质问题

广西大厂矿田是我国著名的锡多金属矿田,其中产出有多个世界级的超大型矿床,巨量的锡多金属元素在约300 km²的范围内堆积,可见其具有丰富的成矿物质来源以及优越的成矿地质条件。这些年来以危机矿山找矿项目为代表的地质找矿研究取得了一定的突破,发现了如黑水沟等规模矿床,显示出大厂矿田依然具有巨大的找矿潜力。

深部地质找矿为大厂矿田今后地质探矿的重要潜力空间,根据已经掌握的资料以及对矿田勘探现状的了解,目前对大厂矿田深部的成矿地质条件还不是很清楚,对深部成矿规律的认识比较模糊。因此,以发展深部地质找矿为目的的基础地质研究已显得十分迫切,其目的是掌握深部矿体的空间定位机制,为深部隐伏盲矿体的勘探与发现提供科学依据。针对大厂矿田深部地质研究薄弱的特点,以成矿动力学理论为指导,通过多学科交叉探索成矿的动力学背景,结合地球化学、岩石矿物学、同位素地质学、流体包裹体等多种技术与方法,系统开展深部地质特征、流体特征等研究工作,揭示深部地球动力学机制,划分构造活动的主要阶段以及有利于成矿的主要构造期次。通过地层对比,进一步明确深部地层的

空间展布以及深部地层的特征,包括岩石类型、岩性组合、结构构造、岩石力学特性。通过同位素和流体包裹体研究,确立深部流体的来源、性质及其运移方式,进而深入分析深部流体源区的基本特征。

近年来,由广西二一五地质队有限公司负责实施的“广西第一钻”ZK39-1是对大厂矿田深部探测的开始,该钻孔提供了大厂矿田深部地质的大量信息,是研究大厂深部地质直接而重要的途径与手段,如何利用钻孔 ZK39-1 等开展深部地质找矿研究也是摆在当前的一项重要课题。

大厂矿田整体位于丹池成矿带,主要的区域性构造为北西向,泥盆系是区内的主要地层,也是大厂矿田内矿床的主要赋矿层位。目前,对于大厂矿田内浅部的地层分布情况比较清楚,已被较多的钻孔以及物探工作所控制,而对于深部尤其是矿田内“第二找矿空间”的地层展布情况不甚清楚,对于深部构造特征的认识也非常模糊。因此,这从一定程度上给深部地质找矿工作带来了很大的困难。因此,利用地质学的理论、方法及手段来查明“第二找矿空间”的基本地质特征以及成矿地质条件意义重大,这将是开展深部地质探矿的基础,但也是目前矿田研究的重点与难点。

成矿作用的过程是探讨成矿物质的来源、运移、富集沉淀的过程,即成矿作用的动力学过程。因此,从成矿动力学的角度来研究成矿作用的过程是对其全面、具体、深刻的再现,也是当今矿床学领域研究成矿作用的有效方法和矿床地质学在新时期发展的结果,对于从本质上认识矿床的起源及其成因具有重要意义。结合对深部地层以及构造、岩体等的研究结果,可以有效地建立深部隐伏矿体的空间定位机制。从深部地质特征研究到深部成矿动力学背景研究,最终归结为对深部成矿的定位机制研究,它们是相互联系、相辅相成、循序渐进的过程,是一个系统研究的整体,缺一不可。为此,本次紧紧围绕深部“第二找矿空间”的地质找矿目的,充分利用且挖掘现有的勘探与开发成果,利用最新的矿床学研究方法系统地开展的工作,以期为大厂矿田“第二找矿空间”矿产资源的勘探与发现提供最直接的理论依据及可行方法。

(1) 剖析深部地层的展布

对于大厂矿田而言,泥盆系地层与矿床的关系非常密切,从一定程度上来看,地层是矿床的一个主要控矿因素,但深部地层的资料较少,许多钻探都没有涉及“第二找矿空间”。因此,如何科学、有效地勾绘出深部地层的空间展布、划分出地层的界线,显得十分关键。

(2) 确立深部的控矿构造

深部“第二找矿空间”的构造情况非常模糊,这给深部隐伏矿体的预测带来了很大的困难。为此,在现有成果资料的基础上,如何厘定深部的构造特征,划分出主要的控矿构造将是开展深部地质找矿的又一关键之处。

(3) 探索深部流体的来源

成矿流体来源是矿床形成的基础,也是大厂矿田长期争论的焦点。因此,如何利用多种示踪技术来系统查明成矿流体的组成、性质及其源区信息,如何正确理解不同方法的多解性问题,以准确判断金属矿物元素的来源,是深部地质找矿的难点。

(4) 构建地球动力学机制

成矿作用的过程即是成矿的动力学过程,从成矿的源、运、聚的角度来探讨成矿作用的成因机制是对矿床全面而深刻的把握。利用各种分析研究成果,探讨深部成矿的动力学背景,构建深部成矿作用的动力学模式,也至关重要。

1.5 工作内容以及研究思路

(1) 工作内容

①成矿地质条件与矿床地质特征调研:研究矿床产出的地层、构造及其与龙箱盖岩体的空间和成因联系,矿体的形态、产状,矿石的化学成分、矿物组合及其分带特点,矿石结构、构造及其与围岩的关系,围岩蚀变的类型、特征和空间分带,控矿构造的类型、规模、力学性质及演化历史等;研究“第二找矿空间”的成矿地质条件。

②矿床的控矿因素及其控矿规律研究:详细剖析大厂矿田深部主要的控矿因素,包括地层(层位)、岩性、构造、岩体等;系统研究、总结深部成矿作用的时空演化规律;总结典型矿床垂向成矿规律。

③总结前人的成矿物质来源及其富集成矿机制和成矿作用时代与成矿动力学模式的研究成果。

④大厂矿田深部的找矿方向与预测靶区:建立深部找矿的空间定位预测模式,提出矿区深部今后的地质找矿方向,指出具体的有利找矿预测靶区。

(2) 研究思路

目前,虽然对大厂矿田矿体的成因存在诸多不同认识,但现有研究已从岩石学、矿物学、岩相学、构造地质学、同位素地质学、地球化学,包体岩石学、地质流体与成矿作用、岩浆活动与壳幔相互作用等方面为矿床成因的研究提供了大量科学依据。这些成果为本研究的深入开展提供了重要线索与参考依据,且积累了关于锡多金属矿床成矿机制的大量信息,是本研究的重要坚实基础。但是,大厂矿田的深部地质情况依然模糊,深部成矿规律还不清楚,深部成矿的动力学机制亟待加强。因此,向深部要资源、向深部进军依旧是未来勘查的重要方向,深部找矿的过程就是深部地质探索与研究的过程。

本研究以深部地质找矿为目的,开展系统的深部地质研究工作,探讨深部成矿的地质条件以及成矿动力学机制,建立深部成矿的动力学模式,厘定深部隐伏

矿体的定位机制,开展深部找矿预测,为大厂矿田深部地质找矿提供理论依据,指出深部的找矿有利的预测区,从而进一步深化大厂矿田“第二找矿空间”的基础地质理论,从一定程度上解决制约深部地质找矿的基础地质问题。