

《矿产资源潜力评价规范（1:250 000）
第3部分 成矿规律研究》
（报批稿）编制说明

中国地质科学院矿产资源研究所

2022年9月

目 次

一、工作简况.....	1
（一）任务来源.....	1
（二）协作单位.....	1
（三）主要工作过程.....	1
（四）标准起草人员.....	6
（五）主要成果.....	7
二、标准编制原则和确定主要内容的论据.....	8
（一）编制原则.....	8
（二）主要内容.....	8
（三）确定内容的依据.....	12
三、主要试验分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果.....	16
（一）主要试验（验证）分析、综述报告.....	16
（二）预期（经济）效果.....	31
四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际、国外同类标准水平的对比..	32
五、与有关的现行法律、法规和标准的关系.....	32
六、重大分歧意见的处理经过和依据.....	32
七、标准作为强制性或推荐性标准的建议.....	34
八、贯彻标准的要求和措施建议.....	34
九、废止现行有关标准的建议.....	34
十、其他应予说明的事项.....	34

《矿产资源潜力评价规范 第3部分 成矿规律研究》

（报批稿）编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

二级项目名称：地质调查标准制修订与升级推广

二级项目负责人：王家松

二级项目负责单位：中国地质调查局天津地质调查中心

二级项目实施周期：2016-2018 年

子项目名称：《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究》制定

子项目编码：12120114019401

任务书编号：[2015]05-03-02-013（2015 年）、津[2016]01091-1-6（2016 年）

子项目承担单位：中国地质科学院矿产资源研究所

工作起止年限：2015 年—2016 年

任务下达单位：中国地质调查局、中国地质调查局天津地质调查中心

总体目标任务：制定《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究》，完善矿产资源潜力评价系列标准，为地质调查工作提供标准支撑。

具体工作安排：2015 年 12 月提交《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究》（征求意见稿）；2016 年 12 月提交《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究》（送审稿）和编制说明；2018 年 6 月，列入《2018 年自然资源（土地资源、地质矿产、地质环境等领域）标准制修订工作计划》。

（二）协作单位

中国地质调查局天津地质调查中心作为本子项目 2016 年度的任务下达单位和二项项目负责单位，在本规范制定过程中开展了相应的管理、组织，并协调好本规范与矿产资源潜力评价规范的第1部分和第2部分的关系，积极推进本项目的实施，对本规范的完成起到了重要作用。

（三）主要工作过程

1、预研、立项阶段

2014 年度，在研究国内外技术发展、技术标准制定现状及发展趋势和以往工作基础上，开展了成矿规律研究相关技术标准预研阶段和立项阶段的准备工作。2014 年 9 月提交新开子项目可行性报告，11 月参加新开子项目立项初审，并通过。

2、设计（工作方案）编制、审查阶段

2015 年 5 月 10 日，中国地质调查局下达了地质调查子项目任务书。因承担单位中国地质科学院矿产资源研究所正在承担另一子项目《深部矿产远景调查技术要求（试行）》的制定工作，起止时间为 2014 年—2015 年，故 2015 年任务书将两个子项目合在一起，子项目名称为：《矿产资源潜力评价规范 第 3 部分：成矿规律研究》和《深部矿产远景调查技术要求（试行）》制定，合用一个任务书编号[2015]05-03-02-013，子项目编码沿用《深部矿产远景调查技术要求（试行）》制定子项目 2014 年任务书中的子项目编码 12120114019401，经费 50 万元。2015 年 6 月 11 日，总体设计在北京通过了中国地质调查局总工室组织的评审，设计评审意见书 6 月 22 日下达。

2016 年 4 月，提交《矿产资源潜力评价规范 第 3 部分：成矿规律研究》子项目 2016 年度的工作方案。5 月上旬，参加并通过了中国地质调查局天津地质调查中心组织的评审。2016 年 5 月 20 日，中国地质调查局天津地质调查中心下达了地质调查子项目任务书，子项目名称为《矿产资源潜力评价规范 第 3 部分：成矿规律研究》制定，任务书编号为津[2016]01091-1-6，子项目编码为 12120114019401，经费 20 万元。7 月，委托方中国地质调查局天津地质调查中心和受托方中国地质科学院矿产资源研究所，签订地质调查项目合同，编号 16174。

3、起草阶段

2015.01—2015.11，在广泛调研、会议研讨和专家咨询的基础上，子项目组完成了《矿产资源潜力评价规范 第 3 部分：成矿规律研究》（征求意见稿初稿）（2015.11 版本）。开展的主要工作包括：广泛搜集资料、综合研究、调研、研讨和专家咨询，子项目组成员开展了资料搜集和调研、参加上级项目组织的培训班。期间，子项目组三人参加了在浙江和广西召开的两次标准编制培训班。

2015 年 12 月 7 日，中国地质调查局白冶研究员、天津地质调查中心郝国杰

研究员、矿产资源研究所王登红研究员和子项目组成员在中国地质调查局对子项目形成的《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究》的征求意见初稿进行了讨论，认为该规范应与《矿产资源潜力评价规范 总则》中关于第3部分：成矿规律研究的提纲保持一致，并要求文字表达符合规范的用语。2016年5月，子项目组2人参加在辽宁召开的标准编制培训班。

2016年9月23日和28日，子项目组对修改后形成的《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究》征求意见稿初稿（2016.10.8版本）进行了研讨和修改，形成了《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究》征求意见稿初稿（2016.10.26版本）。

2016年11月1日，子项目组再次进行了内部研讨，对陈毓川院士提出的18条意见，进行了仔细逐条修改，形成了《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究》征求意见稿（2016.11.1版本）。

4、征求意见阶段

2016年11月5日，子项目组向33家单位（包括项目上级部门、中国地质调查局大区中心、各省级地质调查院或研究单位、高校、核工业部门、非金属等）的34位专家发送了《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究》征求意见稿（2016.11.1版本）。子项目共收到了16家单位、18位专家提出的173条反馈意见，合并整理为164条意见。反馈意见的处理结果详见附件的征求意见汇总处理表（附表1）。子项目组通过对意见的整理汇总，逐条进行修改、补充和完善，形成了《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究》送审稿（2016.12.1版本）。

本阶段，重点确定了典型矿床研究、单矿种成矿规律研究、综合矿种区域成矿规律研究和预测工作区成矿规律研究中的主要研究内容。

5、送审阶段

2016年12月19日，子项目组再次进行研讨，修改完成并形成《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究》送审稿（2016.12.19版本）和编制说明。

2017年6月，中国地质科学院矿产资源研究所组织对子项目《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究规范》制定的送审稿和编制说明进行了初审，专家们认真审阅了报告。根据专家的修改意见和建议，形成《矿产资源潜力

评价规范 第 3 部分：成矿规律研究规范》送审稿（2017.6.22 版本）和编制说明。

2017 年 6 月 25 日，中国地质调查局天津地质调查中心组织有关专家对中国地质科学院矿产资源研究所提交的《矿产资源潜力评价规范 第 3 部分 成矿规律研究》送审稿及编制说明进行了评审。根据六位专家提出的 38 条意见，汇总整理成 9 条意见（附表 2），逐条修改完善后形成《矿产资源潜力评价规范 第 3 部分：成矿规律研究规范》送审稿和编制说明。

2017 年 9 月 26 日，子项目组在中国地质科学院矿产资源研究所召开专家咨询研讨会，议题是对自上一轮评审修改后的送审稿和编制说明进行研讨，重点审核送审稿的格式、用语等是否符合规范要求，汇总意见 18 条（附表 3），专家们认为送审稿和编制说明基本按评审意见进行了修改，基本符合规范的要求。

本阶段，重点规范化送审稿和编制说明的格式与用语，使其符合标准的要求。术语和定义部分，逐条筛选、简化与完善，重点区分定义与解释。另外，明确并细化了典型矿床研究、单矿种成矿规律研究、综合矿种区域成矿规律研究和预测工作区成矿规律研究的成果表达，重视图面内容的表示，以及一报告一图一说明的成果组合。

6、审查阶段

2018 年 9 月 6 日，全国国土资源标准化技术委员会区域地质矿产地质分技术委员会在北京国二招宾馆召开会议，并邀请了区域地质、矿产地质分技术委员会委员，对《矿产资源潜力评价规范 第 3 部分：成矿规律研究》（送审稿）进行了审查。

会议对《矿产资源潜力评价规范 第 3 部分：成矿规律研究》（送审稿）进行了审查，认为：

本标准编写组在充分收集资料的基础上，梳理、总结和综合分析了矿产资源潜力评价成矿规律方面取得的重要进展，以矿床的成矿系列理论为指导，以全国矿产资源潜力评价实际需求为导向，紧密依托我国重要矿产和区域成矿规律研究项目，在广泛收集国内外相关资料和总结以往工作经验基础上，依据 GB/T2009—1.1 的规则和标准化管理的有关规定编制了标准文本及相关附件，提交的审查材料齐全，格式规范。该规范为我国矿产资源潜力评价工作中成矿规律研究提供了相应的标准，对进一步规范化全国成矿规律研究和编图工作具有十分重要的意

义。区域成矿规律研究是应用现代成矿学理论，将区域地质调查、矿产勘查、矿山开采等资料及物、化、遥信息联系起来，总结矿床在区域内的时、空分布规律及内在联系；其目的为矿产预测和矿床勘查提供科学依据，启示在何处有可能再发现新矿床，为隐（盲）矿床、难识别矿床和新类型矿床的寻找指出方向，同时也可对矿产资源的开发与环境保护的协调发展提出科学建议。

专家组同意通过评审。

主要存在问题及建议：

(1) 与总则表述一致；

(2) 格式进一步规范化。

根据会议纪要及专家意见主要对送审稿进行了以下修改和完善（附表4）：

(1) 根据 GB/T 1.1-2009 的要求，进一步规范和调整了标准的层次、表述及序号格式等。尤其对第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章的层次进行了规范和调整。

(2) 根据 GB/T 1.1-2009 的要求，补充了附录的标题。

(3) 前言部分的相关内容（如 XX 提出，XX 归口），与其他几部分统一。

(4) 适用范围及相应内容应按今后开展潜力评价工作进行调整，适用范围中说明不包含石油和天然气矿产。

(5) 对“成矿系列”、“矿床成矿谱系”重新定义。

(6) 对术语的中英文翻译进行再落实，要准确。

(7) 修补了其他错漏。

(8) 完善附录的格式和有关内容。

2019 年 4 月至 2022 年 9 月，按照主管部门和全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC93）返回的意见建议，依据最新发布的《固体矿产资源储量分类》（GB/T 17766-2020）和《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T 13908-2020），起草组成员进行了充分的讨论和沟通，认为本文件不涉及《固体矿产资源储量分类》（GB/T 17766-2020）、《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T 13908-2020）等新规范有关内容，通过本次通篇检查发现文稿存在一些不足之处，并根据最新发布的《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）相关要求进行了通篇校对，具体修改说明如下：

(1) 前言中将“本部分”修改为“本文件”，“全国国土资源标准化技术委员会（TC93）”修改为“全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC93）”，增加了作为分部分标准的发布信息，主要起草人补充了朱裕生、黄凡。

(2) 引言中调整了各矿种顺序，补充了作为分部分标准的组成信息。

(3) 第1章中将“本部分”修改为“本文件”。

(4) 第4章中，增加了“矿床的成矿系列”“矿床成矿系列”和“成矿体系”；“矿床成矿谱系”修改为“区域成矿谱系”；其他属于定义个别有修改，详见批注稿。

(5) “表A.1 成矿规律图矿种图例和色标表”中的“金”的图例颜色与铌钽的一样，为了区分，参照中国矿产地质志技术要求将金的改为金黄色，并做了说明。

(6) “附录D 综合矿种区域成矿规律研究报告提纲”作了补充完善。
形成标准报批稿。

（四）标准起草人员

标准主要起草人为王登红、陈毓川、徐志刚、朱裕生、应立娟、蔺志永、郝国杰、王家松、牛广华、黄凡，不同人员的分工详见表1。

表1 标准编写人员组成及分工

序号	姓名	单位	职称	分工
1	王登红	中国地质科学院矿产资源研究所	研究员	参与标准编写、调研及研讨
2	陈毓川	中国地质科学院	研究员	参与研讨，对标准进行系统校核
3	徐志刚	中国地质科学院矿产资源研究所	研究员	参与标准编写、调研、研讨，标准初稿起草和最后统稿为主要执笔人
4	朱裕生	中国地质科学院矿产资源研究所	研究员	技术指导，标准完稿后的校改
5	应立娟	中国地质科学院矿产资源研究所	副研究员	负责组织、主持子项目的研究、调研、研讨并参与编写

6	蔺志永	中国地质调查局	高工	负责技术指导工作
7	郝国杰	中国地质调查局天津地质调查中心	研究员	负责技术指导工作
8	王家松	中国地质调查局天津地质调查中心	工程师	负责标准编写质量管理、编制说明修改完善等工作
9	牛广华	中国地质调查局天津地质调查中心	教高	负责技术指导工作
10	黄凡	中国地质科学院矿产资源研究所	研究员	标准的统稿、定稿

（五）主要成果

本规范的主要成果，结合“五问”中的前四问，具体如下：

一问是否解决能源、资源、环境、灾害或基础地质问题。本规范为矿产资源潜力评价的第3部分成矿规律研究，主要涉及资源问题和基础地质问题。成矿规律研究以典型矿床研究为基础，开展单矿种成矿规律研究、综合矿种区域成矿规律研究和预测工作区成矿规律研究，地质成矿条件可基本对应基础地质，可以为解决基础地质问题提供依据。成矿规律研究是预测工作的基础，从而为解决我国的资源问题提供保障。

二问是否实现转化应用和有效服务。中国矿产资源的找矿突破离不开成矿规律的研究，理论指导找矿，已在国内的多个矿床得到实践，尤其是隐伏矿体的发现，离不开成矿规律研究。本规范的制定，为如何有效开展成矿规律研究提供依据。

三问是否促进科学理论创新和技术方法进步。本规范的研究内容从典型矿床成矿规律研究为起点，由点到面，由微观到宏观，开展单矿种成矿规律研究和综合矿种区域成矿规律研究，并由理论研究到实践应用，开展预测工作区成矿规律研究。成矿规律学的发展和深入，有利于促进科学理论创新和技术方法进步。

四问是否促进人才成长和团队建设。本项目的工作有利促进人才成长和团队建设。单矿种成矿规律研究和综合矿种区域成矿规律研究，对培养矿种人才和区带人才非常有用。矿产资源领域主要涵盖矿种人才、区带人才、区划人才和战略人才，成矿规律研究包括的矿种人才和区带人才，与区划人才、战略人才有效结合，对引领我国矿产资源规划和战略部署至关重要。随着人才的成长和团队建设的不断完善，我国矿产资源领域将出现更多重要的成果。

二、标准编制原则和确定主要内容的论据

（一）编制原则

根据标准化工作导则 GB/T1.1—2009 的要求,在《矿产资源潜力评价规范 第1部分 总则(报批稿)》中所列成矿规律研究提纲的基础上,系统总结全国矿产资源潜力评价过程中的成矿规律研究,确定全国重要矿产资源的成矿规律研究的主要内容、方法、精度、成果表达等,并在规范编制过程中遵循以下原则:

统一性。《矿产资源潜力评价规范》共包括5部分:第1部分 总则;第2部分 成矿地质背景研究;第3部分 成矿规律研究;第4部分 物化探遥感及自然重砂资料应用分析;第5部分 矿产资源定量预测。本部分为《矿产资源潜力评价规范》的第3部分,与第1部分总则中成矿规律研究的内容基本保持统一。与其他部分中相关的研究内容基本保持统一。

继承性。子项目组系统搜集了前人的有关研究资料,总结了全国矿产资源潜力评价中成矿规律的研究内容,重点继承了全国重要矿产和区域成矿规律研究技术要求和《中国矿产地质志》研编技术要求,规定了全国矿产资源潜力评价中成矿规律研究的总则、典型矿床研究、单矿种成矿规律研究、区域成矿规律研究和预测工作区成矿规律研究的主要内容和程序,以及成果编制的基本准则。

适用性。本部分适用于全国、各省(市、区)、重要成矿单元和重要矿种的矿产资源潜力(动态)评价工作中的成矿规律研究,也适用于“《中国矿产地质志》研编、1:50000 矿产地质调查及矿产勘查中的成矿规律研究工作。

格式规范性。《矿产资源潜力评价规范 第3部分:成矿规律研究》作为成矿规律研究的依据,应做到规范化、标准化,使重要矿产资源的成矿规律研究有章可依、有据可循,完善矿产资源潜力评价系列标准,为地质调查工作提供标准支撑。

（二）主要内容

本规范是在全国矿产资源潜力评价工作的基础上,依据各专业已制定的技术要求,经过在省级矿产资源潜力评价工作和典型示范区实际应用,在广泛调研、充分搜集、整理已有成矿区划和全国矿产资源潜力评价有关技术要求、资料和成果的基础上,紧密依托正在开展的相关调查与评价项目,确定矿产资源潜力评价

的内容与评价方法，构建矿产资源潜力评价规范的总体框架，制定《矿产资源潜力评价规范 第3部分：成矿规律研究》。成矿规律研究具体以成矿系列、板块构造理论和勘查区找矿预测理论为指导，以典型矿床特征研究、建立区域矿床成矿模式为基本方法，以编制全国、省（市、区）和重要成矿单元的单矿种和综合矿种成矿规律图为主要途径，深入开展区域成矿规律研究。

标准规定了矿产资源潜力评价中成矿规律研究工作的目的任务、工作内容、工作方法、工作精度、成果表达等方面的要求。共分八章，包括范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、典型矿床研究、单矿种成矿规律研究、预测工作区成矿规律研究、区域成矿规律研究等。标准中共列有4个附录。

1、典型矿床成矿规律研究内容

矿床有不同的成因类型（或工业类型）。有的矿床的成矿地质特征能代表一组具有相似性的矿床，包括赋存的地质位置、形成的地质条件和控矿因素、找矿标志等。此类具有共性并被研究提升到一定理性认识程度的矿床可称为典型矿床。典型矿床研究就是归纳具有某类矿床的共性特征的研究工作，并将研究成果上升到理性认识的高度，目的是为了准确掌握矿床的成矿地质环境、矿床成矿特征、矿床经济技术条件、主要控矿因素和找矿标志，建立矿床成矿模式，综合分析成矿规律，由已知区推向未知区并进行类比预测和评价。典型矿床是归纳矿床类型、矿床式的基础，也是总结区域成矿规律、建立区域成矿模式的基础。

典型矿床研究应该研究哪些内容，亦是重中之重。典型矿床的研究内容和研究方法，主要包括：矿床成矿地质环境、矿床地质特征、矿床（田）构造、成矿作用特征标志等，并建立矿床成矿模式。

2、单矿种成矿规律研究内容

以某一矿种为目标矿种，开展该目标矿种的单矿种成矿规律研究，有助于为该矿种的成矿预测提供科学依据。在全国矿产资源潜力评价项目的实施过程中，对25个矿种，是分几年、每年选择若干矿种逐个进行的，谓之单矿种评价。由于大多数矿床是由两种或两种以上矿种（矿产品）组成的多矿种矿床，遂将当前需要评价的矿种（也即任务书规定需要完成的矿种）称为目标矿种，其它矿种称为非目标矿种。

根据目标矿种的不同，以能够清楚地表达成矿规律为原则选择不同的比例尺。一般全国性单矿种成矿规律的研究工作比例尺为1:5000000，各省、市、

自治区一般为 1:500000，青海、西藏、新疆和内蒙古四个大省、自治区为 1:1500000。对于类型单一而集中分布的矿种及其类型，可在区域范围大小的基础上结合矿产地的分布情况，确定合适的比例尺。

对各矿种的各矿床类型的成矿地质构造环境、成矿特征进行总结，突出重要类型的成矿条件，与成矿要素的研究及成矿预测工作密切结合，为各地区各矿种各类型的预测提供依据。对现有矿床的形成时代进行统计，内生矿产可按照大地构造旋回来统计，沉积矿产可按照地质年代进行统计，基本要求是统计到纪或世（根据具体矿种和具体研究区域来确定，原则上是越详尽越好），归纳主要矿床类型形成的主要时代。总结各矿种各矿床类型矿床的分布规律，突出重要类型，指出找矿方向。对各矿种的Ⅳ、Ⅴ级成矿区带进行划分，特别是要分出成矿密集区（矿集区），要提出建立矿集区的依据和特征，各矿集区也可以作为成矿预测的基本单元。

单矿种成矿规律研究的主要内容和相应的技术方法。主要包括：目标矿种的资源概况、空间分布规律、时间分布规律和综合研究（不同类型矿床的成矿地质环境、单矿种的成矿专属性、单矿种的找矿标志、矿床的成矿时代、空间分布、矿床类型与矿床规模的相关性、矿床的空间分布特征和单矿种成矿单元划分、成矿物质来源等）。

3、综合矿种区域成矿规律研究

在全国矿产资源潜力评价项目实施的后期，在完成 25 个单矿种（目标矿种）的评价后，要对所有矿种进行综合性的矿产资源潜力评价和成矿规律研究，遂称之为综合矿种区域成矿规律研究，其与单矿种成矿规律研究的差别在于：前者将多矿种矿床中规模最大、最重要的矿种称为主矿种，其它矿种为共生矿种，并体现在矿床图例上。

区域成矿规律研究是矿产预测工作的核心内容之一，成矿规律研究和深化程度直接影响矿产预测成果的可信度。区域成矿规律研究既是一项相对独立的工作，又涉及到地质工作的方方面面，如基础地质调查、矿产勘查和地质信息（地球物理、地球化学、遥感等）等方面资料的应用与研究，因此，成矿规律的研究本身就是一项系统工程。

区域成矿规律的研究，一方面需要揭示特定成矿区带内各种矿产资源的时空分布规律及其形成机制的地质构造环境、形成和演化历史，为确定地质找矿的方

向提供科学依据；另一方面也需要根据矿产资源预测和评价工作的需要，指出预测区内存在和可能出现的矿种的矿床类型及其成矿要素，通过建立典型矿床成矿模式和区域成矿模式，为成矿预测和资源量的定量评价提供指导，使成矿预测工作更加符合区域地质的实际。

区域成矿规律的研究内容主要包括：典型矿床研究、厘定矿床成矿系列、划分成矿区带、区域成矿特征研究（时间、空间和共生组合）、建立区域成矿模式、编制成矿规律图、总结控矿因素和找矿标志等。

综合矿种区域成矿规律研究的主要内容和相应的技术方法，主要包括：综合矿种资源概况、空间分布规律、时间分布规律和综合研究（各矿种、各类型矿床的成矿地质环境、成矿时代、矿床类型及其与矿床规模之间的相关性、矿床空间分布特征和成矿单元划分、成矿系列研究、厘定矿床成矿系列、建立区域成矿模式、建立区域成矿谱系等）。

4、预测工作区成矿规律研究内容

重点突出预测工作区的找矿预测矿种，应查明找矿预测矿种的成矿时代、含矿建造、区域成矿地质背景等，开展成矿规律研究。对找矿预测矿种的成矿时代应结合矿床类型综合考虑，全国性和大区域性的研究对沉积型、火山—沉积型和沉积—变质型矿产，含矿建造应细分到统，乃至组，矿田和矿区尺度应该更精细到岩性段/组合，尤其是含矿建造及其它重要标志层要突出反映，如块状硫化物矿床的重晶石岩、铁碧玉岩、硅质岩等，用含矿建造的地质时代近似代表成矿时代。与岩浆作用有关的岩浆型、云英岩型、斑岩型矿产，成矿岩体的时代要精细到世，并确定岩石类型。特殊类型的矿床同样要根据实际情况细化，如金刚石矿区的金伯利岩、钾镁煌斑岩等，可用成矿岩体的时代近似代表成矿时代，但含矿岩体的时代不等于成矿时代。与岩浆作用有关的云英岩型、斑岩型、接触交代型和热液型矿产，除确证成矿岩体的时代和岩性外，尚需了解含矿围岩的地层时代和岩性特征。非岩浆—非变质热液矿床或层控矿床，不易确定成矿时代，需给出确切的容矿地层及可能的成矿时代。复合/改造的叠加型矿床，除给出矿床最初形成的时代外，还应指出复合/改造的时代。

在明确了找矿预测矿种的主成矿期之后，应分析成矿时的大地构造背景、成矿地质条件及其与矿产分布的关系，说明与找矿预测矿种有关的地层、侵入岩、火山岩、变质岩等岩石建造的基本特征，及控矿的区域断裂构造和褶皱构造的基

本特征。详细总结区内全部矿床、矿点、矿化点的区域时空分布特征，建立工作区的区域成矿模式，全面表达成矿地质体或成矿要素、成矿构造以及矿化样式、蚀变类型等成矿作用标志内容，对比典型矿床研究成果，总结成矿要素。详细研究矿种组合特征、矿床类型、矿物组合、化学成分，全面总结预测工作区范围内矿床、矿田、矿带的空间分布特征和元素分带特征；总结区域矿种、矿床成矿时代、期次特征；研究预测工作区各矿种（组）成矿作用时间、空间、物质等方面的综合特征。

预测工作区成矿规律研究的主要内容和相应的技术方法，主要包括：预测工作区内的矿种特征、找矿预测矿种的成矿时代、区域成矿地质背景、成矿规律研究等。

（三）确定内容的依据

子项目在搜集、整理和掌握全国重要矿产资源成矿规律研究的最新成果基础上，充分利用已积累的工作成果和前人资料，以成矿系列理论为指导，以成矿区带和矿种为重点，结合规范制订的要求，研究确定了成矿规律研究规范的主要内容。

1、确定典型矿床成矿规律研究内容的依据

全国范围内，各矿种的矿床不计其数，如何选择矿床作为典型矿床，哪些矿床可以作为典型矿床，至关重要。例如，我国的铜矿资源在各省、市、自治区均有数量不等的分布，矿床数累计 807 处，其他矿点和矿化点 5000 余处。明确典型矿床选择的原则，筛选出典型矿床，有助于该类矿床成矿规律的研究，指导该类矿床的预测与勘查。例如，“中国矿产地质志”系列丛书之一《中国矿产地质志·典型矿床总述卷》中，选择了全国 62 个铜矿床作为典型铜矿床，代表了不同矿床类型、不同区带、不同成矿时代等具有典型性、代表性且有一定影响的铜矿床。

典型矿床成矿规律研究内容以矿床地质为主，兼顾矿床区域背景、矿床地球化学等方面，重点剖析矿床地质，因此，典型矿床成矿规律研究内容的确定，以剖析典型矿床成矿规律为手段，解决典型矿床的成矿问题，为该类型矿床的理论认识和找矿预测提供参考。

2、确定单矿种成矿规律研究内容的依据

汇总各类型矿床中典型矿床的研究成果,进行单矿种成矿规律综合性的深化研究。不同类型矿床的成矿地质环境,不同类型矿床形成的大地构造位置、大地构造演化阶段及与相关的沉积作用、火山作用、侵入作用、变质作用及复合地质作用之成因关系;单矿种的成矿专属性。根据所评价目标矿种的必要的和重要的成矿要素,确定与成矿密切相关的成矿地质建造(包括沉积岩建造、火山岩建造、侵入岩建造、变质岩建造、复合建造等);单矿种的找矿专属性,在单矿种的成矿专属性基础上,搜集和叠加与找矿有关的物、化、遥等信息,筛选和确定有利的找矿标志,为找矿服务;矿床的时代分布特征及其与矿床规模的相关性。

矿床的空间分布特征和单矿种成矿单元的划分。根据矿床的空间产况,以全国的和省(市、区)的成矿单元/成矿区带为基础,划分单矿种的Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ级成矿单元(可视情况作适当调整),并对成矿单元中的“矿”字,可以矿种实名代替之,如成铁带、成铜带、成金带等,也可以称为铁矿成矿带、铜矿成矿带、金矿成矿带、石墨成矿带、萤石成矿区等。

成矿物质来源,根据目标矿种的不同矿种组合,分析与总结成矿物质来源特征与规律。

重要问题与建议,根据地质调查和科学研究的最新成果,结合新兴产业和社会发展的需要及采选冶技术发展的现状与趋势,总结全国性或区域性某一预测矿种在成矿规律、预测方法等方面的新认识、新进展,提出有关建议。

3、确定综合矿种区域成矿规律研究内容的依据

全国性成矿规律的研究、总结,重点在宏观,为实现战略性目标任务服务。在区域成矿规律研究方面进一步完善Ⅲ级成矿区带的划分,全国各时代成矿系列的厘定,并总结全国性成矿规律;大区成矿规律的研究、总结,重点在大区域、成矿省尺度跨成矿区带的研究,进行大区范围内矿种(组)成矿规律的研究,大区范围内成矿区带,特别是跨省、区成矿区带成矿规律的研究与汇总,对照已有矿床成矿系列的厘定方案,修改、完善,并进一步划分成矿亚系列,优选出有利的矿集区。各省、市、自治区成矿规律的研究、总结,重点在本省、市、区的成矿区带和矿集区。研究在本省、市、区内矿产的区域成矿规律,并编制成矿规律图及说明书,研究各矿种矿床类型的典型矿床,建立矿床成矿模式,研究各成矿区带的成矿规律,建立与完善成矿系列、亚系列,深化矿床式的研究,建立区域成矿模式、区域成矿谱系,总结区域成矿规律,指导成矿预测。上述三个尺度,

也同时大致地对应于不同的比例尺。无论是全国性、大区还是各省、市、自治区的成矿规律研究，其目标是一致的，但各自的工作重点有所侧重，互相包容（表2）。具体的研究均应包括：对研究区内综合矿种成矿规律进行研究，编制区域成矿规律图；不同尺度成矿区带的划分、对各自的成矿区带进行成矿规律的总结；对各自成矿区带内关键性矿床进行典型解剖并建立矿床成矿模式等。

表 2 三个层次成矿规律研究的比对关系

层次	比例尺	成矿区带	预测目标
全国性成矿规律研究	小	到Ⅲ级	重点区带
大区成矿规律研究	中、小	Ⅲ级到Ⅳ级	重点矿集区
各省、市、自治区成矿规律研究	中、大	Ⅲ级到Ⅴ级	重点矿集区与重点矿田

区域成矿规律研究，不仅是海量资料的汇总与数据的统计，更是一项高难度的科研工作。区域成矿规律研究，既是矿床学研究的高端，也是成矿预测和资源潜力评价的基础，介于基础理论与工程应用两大科学领域之间，意义重大。成矿规律的总结，要经得起实践的检验，地质找矿也必须以成矿规律为指导和依据。成矿规律研究始终以物质、时间和空间为 3 条相互关联的主线。因此，实际工作中，一般将成矿规律的研究具体化为 3 大方面的研究：某一矿种的成矿规律、某一时期的成矿规律、某一地区的成矿规律（图 1）。

成 矿 规 律 研 究	矿 种 的 成 矿 规 律 研 究	某矿种在某一（甲）时期的成矿规律	某一矿种在某（甲）时期的某个（A）区带的成矿规律
			某一矿种在某（甲）时期的另一个（B）区带的成矿规律
		
		某矿种在某一（乙）时期的成矿规律	某一矿种在乙时期的某个（A）区带的成矿规律
			某一矿种在乙时期的另一个（B）区带的成矿规律
		

地质	某个区带的某	某个区带的某（甲）矿种在某个（A）时期的成矿规律	

区带的成矿规律研究	(甲) 矿种的成矿规律	某个区带的某 (甲) 矿种在另一个 (B) 时期的成矿规律
	
	某个区带的另一 (乙) 矿种的成矿规律	某个区带的另一 (乙) 矿种在某个 (A) 时期的成矿规律
		某个区带的另一 (乙) 矿种在另一个 (B) 时期的成矿规律
	

	某一时期的某 (甲) 矿种的成矿规律	某一时期的某 (甲) 矿种在某个 (A) 区带的成矿规律
		某一时期的某 (甲) 矿种在某个 (B) 区带的成矿规律
	
	某一时期的另一 (乙) 矿种的成矿规律	某一时期的另一 (乙) 矿种在某个 (A) 区带的成矿规律
		某一时期的另一 (乙) 矿种在某个 (B) 区带的成矿规律
	

地质历史时期成矿规律研究		
地质作用的成矿规律研究		
地质环境的成矿规律研究		
.....		

图 1 成矿规律研究的逻辑框图

4、确定预测工作区成矿规律研究内容的依据

以预测为目的,选择一定范围的区域作为工作区,对该区内的各种矿产资源开展成矿规律研究。通过全面搜集预测工作区内全部矿床、矿点、矿化点的资料,在单矿种成矿规律研究和综合矿种区域成矿规律研究的基础上,选择某些成矿地

质条件较好的地区，进行与矿产资源预测有关的区域地质和矿床特征的深入研究，分析预测工作区地质构造特征，研究该类型矿产的时空分布特征，总结成矿规律，为工作区内的矿产资源预测和矿产勘查提供科学依据。

根据已知矿产资源的种类，参考不同类型矿种的成矿规律，分析预测工作区内相应矿种的成矿地质条件，筛选找矿预测矿种，总结已知矿种特别是找矿预测目标矿种及相关矿种的成矿规律，并进行预测。

三、主要试验分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果

（一）主要试验（验证）分析、综述报告

1、典型矿床研究示例

典型矿床研究以广东省韶关市曲江区大宝山铜多金属矿床为例。

广东省韶关市曲江区沙溪镇的大宝山多金属矿床，是一座自唐宋以来经历了长期、大规模采铜和铁、硫、铅锌等的老矿山，其铁、铜、锌、硫铁矿、钨等达大型规模，铅、钼等达中型规模以上。大宝山铜多金属矿区在构造上位于粤北坳陷翁源坳褶束的北西段，曲仁盆地东南缘大东山—贵东东西向断裂带和北东向深断裂带（属吴川—四会断裂东北段的北江断裂带）的交汇部位，矿床位于粤中（坳陷）RM-Sn-W-U-Au-Ag-Cu-Pb-Zn-水晶-萤石-高岭土III级成矿带（III-84），属于江南地轴与燕山期壳源花岗岩有关的W、Sn、Mo、Hg、Sb、Be、Nb、Ta、Pb、Zn、萤石矿床成矿系列（Mz2-38）。大宝山矿区出露的地层为侏罗系下统鸡冠组，泥盆系上统帽子峰组、天子岭组，中统棋梓桥组（相当于东岗岭组）上段、下段，中下统老虎头组（相当于桂头群）、寒武系高滩组，其中的棋梓桥组下段是铜铅锌矿体的主要含矿层位，上段是菱铁矿、黄铁矿及铅锌矿的主要含矿层位。矿区北侧有近东西向燕山期大东山—贵东花岗岩带。矿区内有次英安斑岩岩墙、花岗闪长斑岩岩株以及规模不大的辉绿岩和粗玄岩岩脉等出露。船肚和大宝山属花岗闪长岩岩株；九曲岭、徐屋和丘坝属次英安斑岩；矿区构造主要有三组断裂，近南北向—北北东向、近东西—北东东向和北北西—北西向。其蚀变类型有矽卡岩化（包括石榴子石、透辉石、阳起石、透闪石、绿帘石等蚀变）、绿泥石化、硅化、碳酸盐化、黑（金）云母化、黄铁绢英岩化及钾长石化等。

大宝山层状铜硫多金属矿体的成因之争，主要聚焦于铜矿是属于古生代喷流

沉积成因还是与侏罗纪斑岩有关的岩浆热液成因。根据采坑范围内开展的地质、构造和蚀变综合填图结果，确认泥盆系推覆至侏罗系之上，大宝山次英安斑岩沿该推覆构造（即泥盆系和侏罗系接触带）上侵，并且大宝山次英安斑岩切割了下伏的侏罗系层理，可认为与地层为侵入接触关系，属于侵入相岩体。大宝山次英安斑岩上盘泥盆系发生明显的角岩化，属于热接触变质作用的产物，且蚀变和矿化发育在其上盘。大宝山次英安斑岩并非铜的成矿母岩，铜的成矿母岩应为一隐伏岩体，推测在矿区北东或南东的深部，目前矿山正在开展钻探工程进行验证。野外可见大宝山花岗闪长斑岩侵入到大宝山次英安斑岩。大宝山花岗闪长斑岩与围岩（灰岩地层）发生接触交代形成矽卡岩，但以绿帘石等含水矿物为主，石榴子石、辉石远不及船肚花岗闪长斑岩与灰岩地层接触形成的矽卡岩中发育。含钼和钨的成矿流体在花岗闪长斑岩及围岩接触带中沉淀，形成斑岩型和矽卡岩型钼钨矿化。大宝山矿区及外围属于一个大的斑岩岩浆成矿系统，岩浆活动集中于中侏罗纪，成岩时代跨度为 10 Ma 左右，存在多期次的岩浆侵位，深部可能为同一岩浆房，铜矿主体成矿可能属于岩浆热液型（图 2）。

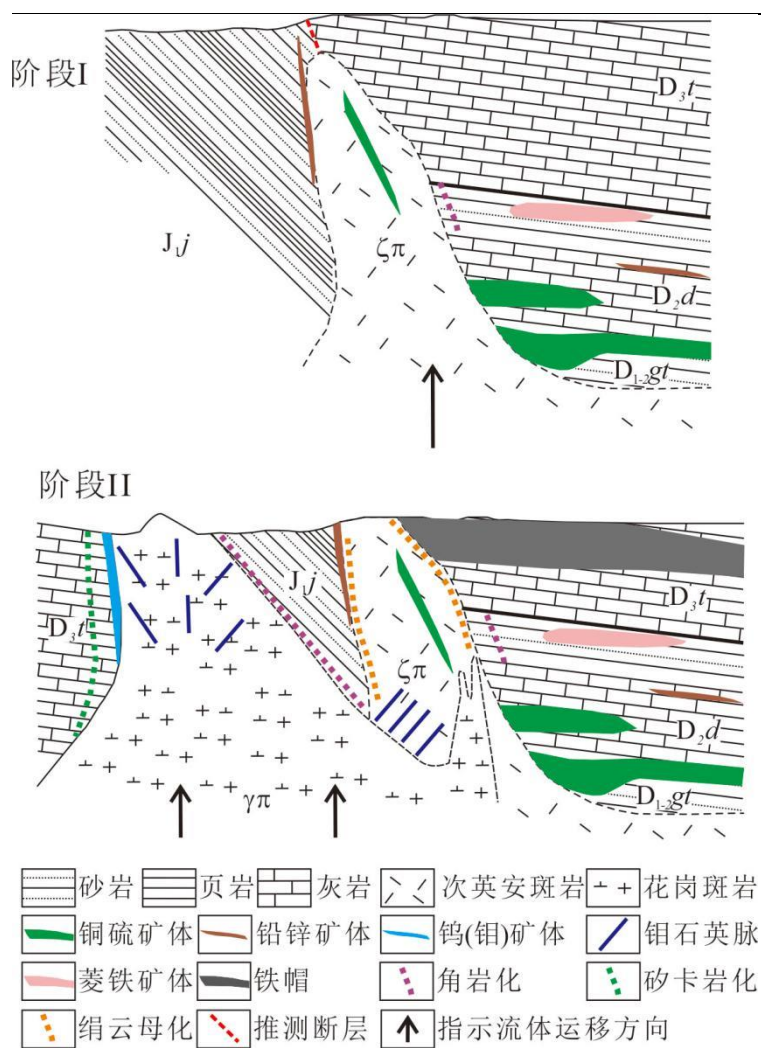


图 2 大宝山典型矿床成矿模式图

2、单矿种成矿规律研究示例

单矿种成矿规律研究以全国铜矿成矿规律研究为例。

(1) 中国铜矿资源概况

1) 现有矿床数量、探明资源储量

在中国铜矿成矿规律图上,标识全国范围内小型以上铜矿床 807 处。据 2012 年全国矿产储量通报中对铜矿的报道,全国探明铜资源储量 9036.9 万吨。其中,铜矿区的个数在 2012 年达到 1915 处。

2) 矿床规模比例及分布特征

全国 500 万吨以上的超大型铜矿床 3 个, 50 万吨以上至 500 万吨的大型铜矿床 47 个, 10 万吨以上至 50 万吨的中型铜矿床 121 个, 1 万吨至 10 万吨的小型铜矿床 636 个。

探明铜资源储量占全国探明总储量 10%以上的有西藏、江西和云南,其中西

藏自治区最多，探明储量占全国总储量的 23%，达 2043 万吨。铜探明资源储量占全国总储量百分比在 5%至 10%之间的有：内蒙古、新疆、安徽、黑龙江。

(2) 矿床类型划分及各类型所占矿床数量及资源储量比例

我国铜矿不仅分布广泛，而且工业类型齐全。其中最主要的有：斑岩型、矽卡岩型、层状型（包括变质岩层状型和含铜砂页岩型）、火山沉积型和铜镍硫化物型。这五种类型的铜储量占全国铜矿总储量的 90%以上。考虑到不同类型岩石建造的成矿专属性明显不同，找铜矿应强调岩石建造，因此从找矿的角度可以区分出附表 3 所列的主要铜矿类型。

表 3 中国铜矿类型划分方案

重要性	矿床类型	储量	矿床式（类型）	典型矿床	主要分布地区
主要	斑岩型铜矿	41%	驱龙式斑岩铜矿	西藏驱龙	冈底斯
			玉龙式斑岩铜矿	西藏玉龙	三江地区
			德兴式斑岩铜矿	江西德兴富家坞、铜厂	赣东北
			土屋式斑岩铜矿	新疆土屋、延东	东天山
			多宝山式斑岩铜矿	黑龙江多宝山	东北
			乌奴格吐山式斑岩铜矿	内蒙古乌奴格吐山	大兴安岭
			铜矿峪式斑岩铜矿	山西铜矿峪	华北
	矽卡岩型铜矿	27%	长江中下游式矽卡岩型铜矿	安徽铜官山，湖北铜绿山，江西永平、城门山	长江中下游
			燕山式矽卡岩型铜矿	辽宁华铜，黑龙江弓棚子，河北寿王坟	燕山地区等
			冈底斯式矽卡岩型铜矿	西藏	冈底斯
重要	海相火山岩型铜矿	9.2 4%	白银厂式火山岩型铜矿	甘肃白银厂、青海红沟	北祁连

重要性	矿床类型		储量	矿床式（类型）	典型矿床	主要分布地区
	VHMS			刘山岩式火山岩型铜矿	河南刘山岩	秦岭
				大红山式火山岩型铜矿	云南大红山	扬子陆块西南缘
				阿舍勒式火山岩型铜矿	新疆阿舍勒	阿尔泰及天山
				红透山式火山岩型铜矿	辽宁红透山	辽吉
	基性超基性岩型铜镍矿		5.67%	金川式铜镍矿	甘肃金川	华北陆块西南缘
				红旗岭式铜镍矿	吉林磐石红旗岭	张广才岭
				力马河式铜镍矿	四川力马河	四川攀枝花
				杨柳坪式铜镍矿	四川杨柳坪、云南金平	扬子西缘
				东天山式铜镍矿	新疆东天山黄山东、黄山	东天山
				喀拉通克式铜镍矿	新疆喀拉通克	南阿尔泰
	海相（火山-沉积岩型铜矿）	海相杂色岩系型	5.1	东川式沉积岩型铜矿	云南东川落雪、汤丹、稀矿山，易门三家厂，禄丰大美厂	云南东川-易门地区
		海相火山沉积型	6%	狼山式海相火山-沉积岩型铜矿	内蒙古霍各乞、炭窑、口东升庙	内蒙古狼山-渣尔泰山
		海相火山沉积型		中条山式海相（火山）沉积岩型铜矿	山西胡家峪、篦子沟、桐木沟、老宝滩	山西中条山
次要	陆相火山热液型铜矿		3.1%	紫金山式火山热液铜矿	福建紫金山	闽西南

重要性	矿床类型	储量	矿床式（类型）	典型矿床	主要分布地区
	矿		银山式火山热液铜矿	江西银山	赣东北
			小西南岔式火山热液铜矿	吉林小西南岔	辽吉黑东部
			莲花山式火山热液铜矿	莲花山、闹牛山、布墩花	大兴安岭
	砂岩铜矿	2.47%	滇中式砂岩型铜矿	云南大姚六苴、郝家河，湖南车江，四川大铜厂	滇中盆地，湘西沅麻盆地，会理盆地
			风火山式砂岩型铜矿	青海风火山	青藏高原
			西南天山式砂岩型铜矿	新疆伽师、花园	西南天山
	玄武岩铜矿		川滇黔式玄武岩型铜矿	云南威宁铜厂	四川，贵州，云南
			十里坡式玄武岩型铜矿	新疆十里坡	新疆东天山
	表生铜矿		石炭式铜矿	广东阳春石炭铜矿	粤中拗陷

注：引自陈毓川等（2010）

（3）各类型矿床成矿的地质构造环境、成矿特征、物质组成、分布规律

1) 斑岩型铜矿

探明储量在我国各类铜矿中居首位，约占全国总储量的 41%。著名大型矿区，如江西的德兴铜厂、富家坞，山西中条山的铜矿峪，黑龙江的多宝山，西藏江达的玉龙、察雅的马拉松多、墨竹工卡的驱龙，内蒙古的乌奴格吐山，新疆的土屋、延东等。它们分属于三个成矿带：中亚-蒙古成矿带（包括我国新疆、甘肃、黑龙江）、阿尔卑斯-喜马拉雅成矿带（包括我国滇藏地区）、环太平洋成矿带（包括我国东部广大地区）。成矿时代从寒武纪到第三纪，尤以喜马拉雅期和燕山期更为重要。

2) 矽卡岩型铜矿

也是我国一个很重要的类型，其探明储量约占我国总储量的 27%。矽卡岩型铜矿往往与斑岩型铜矿关系密切，甚至出现在同一矿区中。矽卡岩型铜矿主要分布在长江中下游地区，成矿岩体主要为燕山期的花岗闪长岩。围岩主要是古生代以来的碳酸盐岩。矽卡岩型铜矿品位较高，规模不等，常形成大的富铜矿床，如西藏甲玛、江西城门山、武山和天排山等铜矿。

3) 层状型铜矿（包括变质岩层状铜矿和含铜砂页岩铜矿）

在我国分布也不少，约占全国总储量的 11%。主要矿床有云南的东川、易门、大姚、牟定，湖南的车江、麻阳，山西的篦子沟，内蒙古的霍各乞等。成矿时代，变质岩层状矿以元古宙和古生代最为重要，含铜砂页岩型铜矿为中生代至第三纪。该类铜矿除了富含铜金属外，尚伴生有铅、锌、银、钴等，部分还有多种稀散和放射性元素。

4) 火山沉积型铜矿

占全国总储量的 5.5%。矿床几乎都是地槽发育早期阶段海底火山活动的产物，受各级火山构造控制。含矿火山岩大多属细碧角斑岩建造，在变质后形成明显的绿色带。矿体常产于不同岩性的火山岩地层的接触部位，尤其是较基性火山岩被酸性火山岩代替的部位，火山熔岩、火山碎屑岩层的顶部及其附近，以及上覆沉积岩层的界面上。矿体呈层状、透镜状，往往成群出现。成矿时代以古生代和早元古代为主，其次是太古代，如新疆的阿舍勒、甘肃的白银厂铜矿。

5) 铜镍硫化物型铜矿

占全国总储量的 6.4%。著名的甘肃金川白家嘴子是最典型的代表。

（4）矿床的形成时代

基于中国铜矿矿产地一览表数据的搜集与整理，结合全国范围内有关铜矿床最近发表的成矿年代学资料、矿床成矿系列研究的最新成果及前人对中国铜矿成矿时代的研究成果，本次将中国铜矿的成矿时代划分为四个大的成矿期：前寒武（太古代、元古代）、古生代（早古生代、晚古生代）、中生代和新生代。四个成矿期形成的铜矿主要预测类型、分布的区带及典型矿床列于表 4。

表 4 不同类型铜矿的时空演化表

序号	成矿时代	主要预测类型	分布区带	典型矿床
----	------	--------	------	------

1	新生代	斑岩型、矽卡岩、岩浆热液型，陆相沉积型	拉萨地块Ⅲ-43、昌都-兰坪-普洱Ⅲ-36、盐源-丽江Ⅲ-75、狮泉河-申扎Ⅲ-41，库东Ⅲ-16、阔克沙岭Ⅲ-12	驱龙、甲玛、冲江、白容、厅官，玉龙、马拉松多、多霞松多、白秧坪、吴底厂，西范坪、马厂箐，滴水、克孜力坎、特拉克，花园、伽师
2	中生代	矽卡岩型、斑岩型	长江中下游Ⅲ-69，萍乡-德兴Ⅲ-71，永安-梅州-惠安Ⅲ-82，南岭Ⅲ-83，楚雄Ⅲ-76，滇东南Ⅲ-89，昌都-兰坪-普洱Ⅲ-36，德格-义敦-香格里拉Ⅲ-32，羌南Ⅲ-37，拉萨地块Ⅲ-43，额尔古纳Ⅲ-47，燕辽Ⅲ-57	铜官山、冬瓜山、铜绿山，德兴、永平，紫金山，大宝山、园珠顶，松树脚、老厂、卡房、马拉格，仁达、羊拉、金满，普朗、雪鸡坪，多不杂、波龙，雄村、克鲁，乌奴格吐山，刁泉、木吉村、寿王坟、小寺沟
3	古生代	海相火山岩型、岩浆型	南阿尔泰Ⅲ-2，唐巴勒Ⅲ-4，觉罗塔格Ⅲ-7，北祁连Ⅲ-21，桂西-黔西南-滇东南Ⅲ-88	阿舍勒、喀拉通克，包古图，延东、土屋、黄山，白银厂、镜铁山、浪力克
4	前寒武	沉积变质型	康滇Ⅲ-76、狼山-渣尔泰山Ⅲ-58、中条山Ⅲ-63、铁岭-靖宇Ⅲ-56	东川、大红山、易门，霍各乞、炭窑口，胡家峪、篦子沟、铜矿峪，红透山、大横路

(5) 各类型典型矿床的成矿模式

详细整理典型矿床成矿模式 11 个。由于图面负担太大，没有表示。

(6) 成铜带的划分

本次划分出中国Ⅲ级成铜带 40 个，且其中 36 个成铜带与找铜带可对应。根据成铜带内超大型、大型、中型和小型矿产地的密集分布等，认为长江中下游等 13 个Ⅲ级成铜带是重要的Ⅲ级成铜带。13 个重要Ⅲ级成铜带的具体叙述见下一部分，将其他的 27 个成铜带的地质特征简单叙述见表 5。

表 5 中国成铜带划分表

成铜带编号	全国Ⅲ级成铜带名称	典型矿床	成矿区带编号
Cu1	南阿尔泰成铜带	阿舍勒	Ⅲ-02
Cu2	北准噶尔东段成铜带	喀拉通克、索尔库都克、哈腊苏，乔夏哈拉	Ⅲ-03
Cu3	西准噶尔成铜带	包古图	Ⅲ-04
Cu4	东天山成铜带	土屋、延东	Ⅲ-08
Cu5	西天山成铜带	精河县 3571、台克苏	Ⅲ-09, 10, 11
Cu6	塔里木北缘成铜带	萨热克，花园，伽师	Ⅲ-12
Cu7	北山成铜带	白山堂、公婆泉，辉铜山、黑山	Ⅲ-14
Cu8	阿拉善成铜带	金川	Ⅲ-18
Cu9	北祁连成铜带	白银厂、小铁山、红沟、浪力克	Ⅲ-21
Cu10	柴达木北缘成铜带	恰冬	Ⅲ-24
Cu11	西秦岭成铜带	铜峪沟，赛什塘	Ⅲ-28
Cu12	阿尼玛卿成铜带	德尔尼	Ⅲ-29
Cu13	巴颜喀拉成铜带	杨柳坪；李伍	Ⅲ-30, 31
Cu14	义敦-香格里拉成铜带	羊拉、普朗、红山	Ⅲ-32
Cu15	昌都-普洱成铜带	玉龙、馬拉松多、多霞松多，大平掌	Ⅲ-36
Cu16	班公湖-怒江成铜带	波龙、多不杂	Ⅲ-40
Cu17	狮泉河-申扎成铜带	江拉昂宗，尕尔穷、巴弄坐寺	Ⅲ-41
Cu18	冈底斯成铜带	驱龙、甲玛、雄村、白容、冲江	Ⅲ-43

成铜带编号	全国Ⅲ级成铜带名称	典型矿床	成矿区带编号
Cu19	大兴安岭成铜带	乌奴格吐山；多宝山、铜山	Ⅲ-47, 48
Cu20	白乃庙-锡林浩特成铜带	白乃庙	Ⅲ-49
Cu21	突泉-翁牛特成铜带	鸡冠山、二道沟、金鸡岭	Ⅲ-50
Cu22	吉中-小兴安岭-张广才岭成铜带	前撮落，红旗岭、小西南岔、天宝山；白岭、付地营子、翠宏山	Ⅲ-52
Cu23	辽东成铜带	红透山，大横路、赤柏松	Ⅲ-56
Cu24	燕辽成铜带	野孤、镰巴岭、木吉村、刁泉，小寺沟、莫古峪、寿王坟、陈杖子	Ⅲ-57
Cu25	狼山-渣尔泰山成铜带	霍各乞、炭窑口	Ⅲ-58
Cu26	中条山成铜带	铜矿峪，胆矾沟、落家河、南和沟、篦子沟	Ⅲ-63
Cu27	东秦岭-大别成铜带	板厂，秋树湾	Ⅲ-66, 67
Cu28	长江中下游成铜带	冬瓜山、铜官山、铜绿山、武山、城门山	Ⅲ-69
Cu29	江南隆起东段成铜带	七宝山	Ⅲ-70
Cu30	武功山-杭州湾成铜带	铜厂、富家坞、朱砂红，永平天排山	Ⅲ-71
Cu31	龙门山-大巴山成铜带	略阳铜厂，筏子坝	Ⅲ-73
Cu32	盐源-丽江-金平成铜带	马厂箐，白马寨	Ⅲ-75

成铜带编号	全国Ⅲ级成铜带名称	典型矿床	成矿区带编号
Cu33	康滇成铜带	大红山、落雪、因民、滥泥坪、汤丹、落幽	Ⅲ-76
Cu34	江南隆起西段成铜带	九曲湾，大坡岭，地虎	Ⅲ-78
Cu35	武夷成铜带	紫金山	Ⅲ-81, 82
Cu36	南岭成铜带	大宝山、园珠顶	Ⅲ-83
Cu37	云开-琼西成铜带	石菴，石碌	Ⅲ-85
Cu38	湘中-桂中北成铜带	两江	Ⅲ-86
Cu39	桂西-黔西南成铜带	钦甲	Ⅲ-88
Cu40	滇东南成铜带	卡房、老厂、马拉格、松树脚	Ⅲ-89

注：成矿区带编号据徐志刚等（2008）

（7）成矿规律总结

1) 主成矿期的空间分布规律

根据四个成矿时代铜矿的预测类型、空间分布和矿床规模等，编制中国铜矿成矿时代分布图。四个成矿时代铜矿的空间分布规律如下：

（1）中国铜矿的成矿集中于新生代。近年来冈底斯斑岩型、矽卡岩型铜矿找矿取得重大突破，大大增加了新生代铜矿资源。这也表明中国铜矿主要成矿时代与世界铜矿主成矿期一致，即以喜马拉雅期为主。这也改变了前人认为中国铜矿主要成矿时代为中生代、集中于燕山期的认识。

（2）中国铜矿的预测类型以斑岩型最重要，其成矿时代主要为新生代和中生代。

（3）中国铜矿的预测类型第二重要的为矽卡岩型，其成矿时代亦集中于新生代和中生代，且多形成富矿。由于西藏甲玛矽卡岩型铜多金属矿床的找矿突破，使得新生代矽卡岩型铜资源迅速增加，与中生代矽卡岩型铜矿并驾齐驱。

（4）中国铜矿各成矿时代与形成的主要预测类型，特点明显：前寒武主要对应岩浆型铜镍硫化物矿床、沉积变质型；古生代主要形成海相火山岩型；中生代

和新生代主要形成斑岩型和矽卡岩型。

(5) 中国铜矿床最早形成于太古宙,以后几乎各个时代直到第四纪均有产出,但各个时期的成矿强度却有很大差别,各个时期的铜矿类型又各有特点。中国铜矿床形成时代已知最老的是辽宁清远县红透山沉积变质型铜矿,形成于新太古代;最新的如广东阳春石茛次生铜矿,形成于第四纪。

2) 铜矿成矿演化与构造演化的关系

中国铜矿的主要成矿时代决定于成矿域的地史演化。从我国已有资料统计,北方以元古宙和华力西期为主;东部以燕山期和元古宙为主;西南则主要为喜马拉雅期和华力西期。我国铜矿普查工作的重点地区,今后将转向西部,并以喜马拉雅期和华力西期为主。

3) 中国铜矿的成矿系列与成矿体系

以空间为横轴,以时间为纵轴,在中国成矿体系的基础上,以铜矿成矿系列为单元,建立中国铜矿的成矿谱系图(图3)。中国铜矿的成矿系列按成矿时代排序为:太古代(Ar)→早元古代(Pt₁)→中元古代(Pt₂)→新元古代(Pt₃)→早古生代(Pz₁)→晚古生代(Pz₂)→早中生代(Mz₁)→晚中生代(Mz₂)→新生代(Kz)。铜矿的成矿作用以岩浆作用(I)和沉积作用(S)为主。

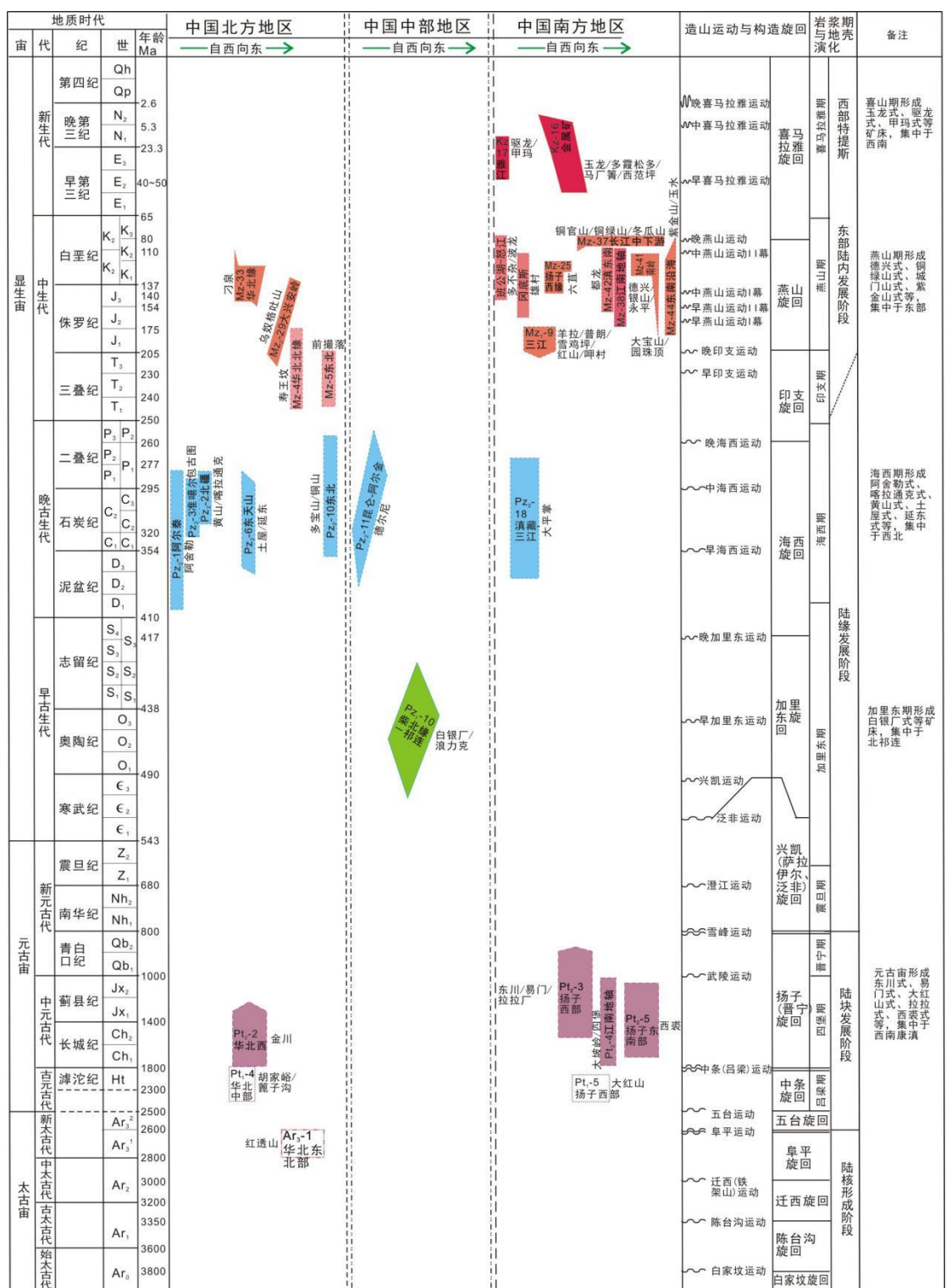


图3 中国铜矿成矿谱系图

(8) 铜矿成矿远景的分析

根据我国铜矿的空间分布规律，对今后的找矿工作部署提出如下建议：

- 1) 继续加强冈底斯斑岩型-矽卡岩型铜多金属矿床的勘查。冈底斯成矿带成矿潜力好，有利于形成大矿、富矿，斑岩型、矽卡岩型等复合型矿床类型可综合

勘探，且以往地质勘查工作程度低，有利于取得找矿成果。

2) 增强东天山及大兴安岭等成铜带的找矿力度。东天山成铜带已发现有土屋、延东等大型斑岩型铜矿和黄山、黄山东等大型岩浆型铜矿床，成矿条件好，是寻找斑岩型和岩浆型铜矿的有利地区。

3) 重视其他矿种成矿带中共/伴生铜矿的勘查。由于对矿床成矿过程及成因认识的不足，在已知其他矿种的矿区，往往亦可在深部找到规模较大的铜矿体。

3、预测工作区成矿规律研究示例

预测工作区成矿规律研究以西藏墨竹工卡县甲玛-驱龙-邦铺预测工作区为例说明如下。

西藏地区铜矿资源丰富，尤其是冈底斯成矿带，发育多个重要的铜矿集区。甲玛—驱龙—邦铺铜多金属矿集区内发育超大型矿床3处（驱龙铜钼矿床、甲玛铜多金属矿床和邦铺钼铜铅锌矿床），已控制铜资源量1870万吨，钼资源量约170吨，预测铜资源潜力大于2500万吨，是冈底斯成矿带最重要的矿集区。对中国铜矿成矿规律的研究表明，中国铜矿最主要的成矿时代集中于新生代，与世界铜矿主成矿期一致，即以喜马拉雅期为主。尤其是近年来冈底斯斑岩型、矽卡岩型铜矿找矿取得的重大突破，大大增加了新生代的铜矿资源量。斑岩型和矽卡岩型是中国铜矿最主要的两种矿床类型，且新生代是两者主要的成矿期。西藏冈底斯成矿带发育新生代斑岩型和矽卡岩型铜矿床，甲玛—驱龙—邦铺矿集区是冈底斯成矿带中最重要的一个矿集区。因此，甲玛—驱龙—邦铺矿集区有色金属成矿条件极为有利，以铜为优势矿种，可将其作为铜的预测工作区。

甲玛—驱龙—邦铺预测工作区的一级构造单元属于冈底斯—喜马拉雅构造区，二级构造单元属于冈底斯—念青唐古拉陆块，三级构造单元属于冈底斯—拉萨岩浆弧。甲玛—驱龙—邦铺铜预测工作区位于拉萨市东约60km处。该预测工作区，位于南冈底斯—念青唐古拉Cu、Au、Mo、Fe、Pb、Zn、Sb成矿带（Ⅲ—43）东部，主要发育中生代碎屑岩—碳酸盐岩—弧火山岩建造，新生代花岗质侵入岩浆活动强烈，铜钼矿化主要与斑岩岩浆作用密切，在岩体及内外接触带形成斑岩型铜钼矿化，在钙质围岩中形成矽卡岩型铜多金属矿化。甲玛—驱龙—邦铺矿集区中的3个主要矿床在空间上近等距分布：即甲玛矿床距离其西南的驱龙约30km，距离其北东的邦铺约30km。空间上的分布格局，可能指示三个矿床成矿构造背景及深部岩浆等控矿因素方面的相似性与关联性。驱龙、甲玛和邦铺的成

岩成矿时代均为中新世。从南西驱龙至甲玛至北东邦铺，成岩时代和成矿时代较为一致，但存在一定的变化趋势，即从南西至北东方向，成岩和成矿年龄由老变年轻。关于斑岩铜矿成矿物质的来源问题，主要包括三种观点：岩浆来源、围岩来源和混合来源。对矿集区内三个典型矿床成矿物质的来源，综合多方面依据，例如，斑岩与矿石硫化物的硫同位素组成具有一致性，流体包裹体指示成矿流体以岩浆水为主等，可认为成矿物质来源于岩浆（图4）。

冈底斯成矿带在中新世处于碰撞后的伸展阶段，受到南北向挤压，东西向伸展的构造作用，侵入岩的活动很活跃。矿集区中的甲玛、驱龙、邦铺矿床在中新世发育大规模的成岩成矿事件，极可能是深部同一岩浆房引起的成岩成矿作用。深部岩浆房提供的热源，导致围岩地层发生不同程度的热接触变质作用。尤其是在甲玛矿床，上侏罗统多底沟组泥质灰岩和下白垩统林布宗组钙质粉砂岩、砂岩和页岩发生大规模热接触变质作用，形成大理岩和角岩。深部岩浆上侵就位，大量的热液流体与灰岩地层接触交代，形成矽卡岩。远离岩体中心，作用减弱，形成一定的分带性。目前甲玛钻孔中见到的发生不同程度变质与交代作用的岩性，垂向上从上至下为碳质板岩→绢云母板岩→角岩→矽卡岩→大理岩→灰岩。但分布于矿区边缘，尤其是北西西走向的两端，岩性受热液作用影响小，远离岩体中心，矽卡岩不发育。角岩的形成，为矽卡岩中聚集矿化形成提供了良好的天然屏障，使热液集中于角岩下部，在矽卡岩中形成矿化。角岩对后期成矿流体构成了圈闭，形成硅钙界面，有利于矽卡岩中硫化物的沉淀成矿，形成大规模的铜多金属矿体。

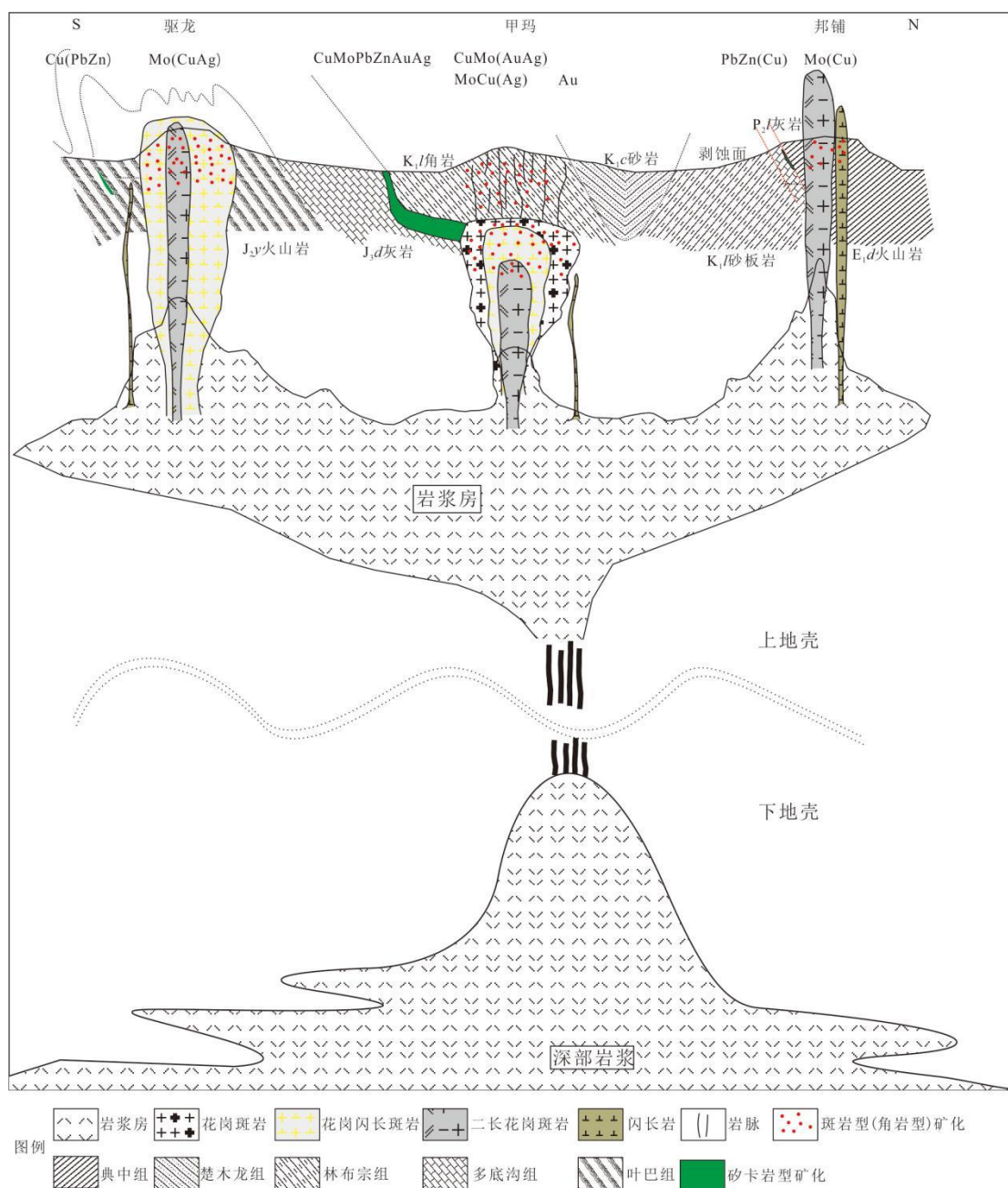


图 4 甲玛—驱龙—邦铺预测工作区的区域成矿模式示意图

综上所述，通过典型矿床研究、单矿种成矿规律研究、综合矿种区域成矿规律研究和预测工作区成矿规律研究的示例研究，确定了本标准中各个部分相应的具体研究内容，反映了这些标准的研究内容及方法是可行的、有效的，因此可以作为标准进行推广。

(二) 预期（经济）效果

本规范的预期经济效果不直接显示，但肯定是存在的，而且对矿山企业的经济影响更为直接。矿产资源的找矿突破离不开成矿规律的研究，成矿规律研究用

于指导找矿勘查，已在国内的多个矿床得到实践，尤其是隐伏矿体的发现，离不开成矿规律研究，例如西藏甲玛铜多金属矿床、江西朱溪钨铜矿床。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际、国外同类标准水平的对比

本标准未采用国际标准，国外并无同类标准，我国在矿产资源潜力评价方面的研究工作独具特色，并不亚于国际领先水平。江西朱溪、大湖塘等百万吨级钨矿、四川甲基卡等地百万吨级的锂矿、西藏甲玛、驱龙等 5 百万吨级铜矿的陆续发现，证明我国成矿规律和成矿预测的水平处于世界前列。

五、与有关的现行法律、法规和标准的关系

本标准遵守国内现行的法律、法规，无相抵触之处。与现行国家标准、行业标准协调统一。

《矿产资源潜力评价规范》共有 5 个部分组成。本部分为第 3 部分，是矿产资源潜力评价成矿规律研究的规范性文件，主体内容与《矿产资源潜力评价规范 第 1 部分 总则》保持一致。

单矿种成矿规律图和综合矿种区域成矿规律图等图件中的图例，主要参考 GB/T 958—2015 区域地质图图例，并结合《全国重要矿产和区域成矿规律研究技术要求》（陈毓川等，2010）。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

经过对《矿产资源潜力评价规范 第 3 部分：成矿规律研究》征求意见稿和送审稿的审阅、研讨，科研单位、地调中心、高校、地勘单位等对本部分的制订大多持肯定态度，总体上认为“制订并发布该规范是必要、适时和妥当的”。但在个别问题上尚存在一些问题及分歧。

1、关于区域成矿规律研究与预测工作区成矿规律研究是否合并的问题

有专家提出建议，将原总则中要求的区域成矿规律研究和预测工作区成矿规律研究合并成一章，认为两者在研究内容方面大同小异。

实际上，区域成矿规律研究和预测工作区成矿规律研究的侧重点有差异，前

者强调区域上的成矿规律，以研究成矿机制和分布特征为主，后者更强调为预测服务。前者类似于从供给侧的角度研究成矿规律，后者类似于从需求侧的角度研究成矿规律。前者可以没有明确的目标矿种或对象，后者则是先有了给定的预测区范围之后再研究其成矿规律，而预测区可以对应于地勘工作管理部门提出的整装勘查区或其他性质的预测区，也可以是某个业主的探矿证上给定的范围。两者的研究内容、基础材料、依据等亦有所差别。区域成矿规律研究，主要依据对矿种要进行成矿规律研究与资源潜力评价之地域大小及矿产地数量和产况，进行选择，一般以省级或Ⅲ级成矿区带为基础。预测工作区成矿规律研究一般以大比例尺为主，强调在大比例尺的预测工作区地质构造专题底图上，补充重要的标志性成矿要素，补充区域物探、化探、遥感资料推断的隐伏岩体和构造；全面标示全部矿床、矿点、矿化点、矿化蚀变等信息，特别是已有矿产勘查工作的大比例尺矿化蚀变信息。

因此，本规范未将区域成矿规律研究和预测工作区成矿规律研究两章合并，仍然单独成章，但将区域成矿规律研究放在了预测工作区成矿规律研究之前，紧跟单矿种成矿规律研究。从成矿规律研究到成矿预测，章节安排上从单矿种成矿规律研究到综合矿种区域成矿规律研究再到预测工作区成矿规律研究，更合理。

2、关于成矿规律研究成果表达的问题

部分专家认为成果表达应罗列清楚，因为正文中出现各式的图件与表格。原稿中出现矿床成矿模式图、找矿模型图、物、化、重砂、遥感异常特征图、区域成矿模式图、典型矿床成矿要素图、预测工作区成矿要素图、单矿种成矿规律图、综合矿种区域成矿规律图以及矿产地一览表、成矿阶段划分表、成矿要素一览表等，较为混乱。

根据本部分主要涉及的研究内容及其相互关系，认为典型矿床研究是单矿种成矿规律研究、综合矿种区域成矿规律研究、预测工作区成矿规律研究的工作基础，典型矿床研究相关的典型矿床成矿要素图，及其图中涉及的典型矿床成矿要素一览表和典型矿床成矿模式图等均作为中间产物或阶段性成果或过渡性图表。单矿种成矿规律研究、综合矿种区域成矿规律研究、预测工作区成矿规律研究涉及的成果均包括相应的报告、图件及说明书。

七、标准作为强制性或推荐性标准的建议

根据本标准的性质和适应范围，建议《矿产资源潜力评价规范 第3部分 成矿规律研究》为推荐性行业标准（DZ/T）。

八、贯彻标准的要求和措施建议

本标准发布后，应在从事矿产资源潜力评价和矿产调查评价的单位中贯彻执行。建议国土资源主管部门下发文件，提出贯标具体要求；分片区组织或委托有关部门或单位举办贯标培训班，宣讲贯标的目的意义、重要性及标准条文释义。并监督检查贯标实施情况，促进矿产资源潜力评价工作的科学化、常态化和规范化。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

本规范的制定，得到了二级项目承担单位中国地质调查局天津地质调查中心的精心指导和大力支持，得到了中国地质调查局、中国地质科学院、中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所、国土资源部咨询研究中心、中国冶金地质总局等单位相关专家的悉心指导，得到了全国各地的地质调查院、地质调查中心、地矿局、地质调查大队等单位及专家的大力支持，尤其感谢邵厥年研究员、白冶教授级高工、余中平研究员、朱明玉研究员对本规范提出的报告意见，在此一并表示衷心感谢。