

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

六 水文地质 工程地质 第 7 号

中国固体矿床
工程地质工作研究

全国矿产储量委员会 矿床开采技术条件研究组 编著

地质出版社

中华人民共和国地质矿产部

地 质 专 报

六 水文地质 工程地质 第7号

中国固体矿床工程地
质工作研究

全国矿产储量委员会
矿床开采技术条件研究组 编著

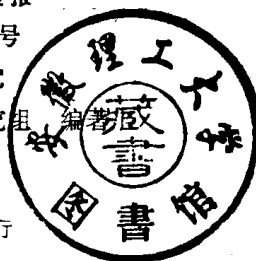
地 质 出 版 社

内 容 简 介

本书叙述了我国固体矿床的工程地质特征及开采中的主要工程地质问题,列举了不同矿床工程地质勘探类型中的典型实例,提出了相应的工程地质工作要求及其工作方法。本书内容丰富,反映了我国当前地质勘探阶段及矿山生产阶段工程地质工作经验及水平,是一份有价值的综合研究成果,对今后矿床工程地质工作有一定指导意义。

本书可供从事矿床地质勘探、水文地质、工程地质、矿山设计、基建等工作的生产、科研及教学人员参考。

中华人民共和国地质矿产部 地质专报
六 水文地质 工程地质 第7号
中国固体矿床工程地质工作研究
全国矿产储量委员会矿床开采技术条件研究组 编著



责任编辑:余 霁 韩 霞
地质出版社 出版发行
(北京和平里)
地质出版社印刷厂 印刷
(北京海淀区学院路29号)
新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092 1/16 印张: 11.875 铜版图: 8页 字数: 280000

1990年8月北京第一版·1990年8月北京第一次印刷

印数: 1—1040册 国内定价: 8.70元

ISBN 7-116-00 644-3/P.549

目 录

前 言

第一章 概论	(3)
第一节 中国矿床工程地质工作回顾.....	(3)
第二节 矿床工程地质工作的阶段划分.....	(5)
第三节 中国固体矿床工程地质特征.....	(6)
第四节 中国固体矿床开采中的主要工程地质问题.....	(11)
第二章 固体矿床工程地质勘探类型的划分	(15)
第一节 总则.....	(15)
第二节 “类”的划分.....	(16)
第三节 “型”的划分.....	(18)
第三章 松散岩类为主的矿床工程地质特征及工作要求	(22)
第一节 松散岩类为主的矿床工程地质特征.....	(22)
第二节 松散岩类为主的矿床工程地质工作要求.....	(35)
第四章 块状岩类为主的矿床工程地质特征及工作要求	(38)
第一节 块状岩类为主的矿床工程地质特征.....	(38)
第二节 块状岩类为主的矿床工程地质工作要求.....	(50)
第五章 层状岩类为主的矿床工程地质特征及工作要求	(52)
第一节 层状岩类为主的矿床工程地质特征.....	(52)
第二节 层状岩类为主的矿床工程地质工作要求.....	(73)
第六章 岩溶化岩类矿床工程地质特征及工作要求	(76)
第一节 岩溶化岩类矿床工程地质特征.....	(76)
第二节 岩溶化岩类矿床的工程地质工作要求.....	(95)
第七章 矿床工程地质勘探工作基本方法	(97)
第一节 编写矿区工程地质工作设计任务书.....	(97)
第二节 矿区工程地质测绘.....	(99)
第三节 工程地质编录.....	(104)
第四节 工程地质钻探.....	(107)
第五节 地球物理探查.....	(108)
第六节 工程地质测试.....	(108)
第七节 块状、层状岩类矿床工程地质评价方法.....	(112)
第八节 岩溶化岩类矿床工程地质评价方法.....	(120)
第九节 松散岩类矿床工程地质评价方法.....	(124)
第十节 矿区工程地质报告及图件编制.....	(126)
第八章 典型矿床工程地质勘探方法	(132)

第一节 矿区概况.....	(132)
第二节 工程地质勘探方法.....	(135)
小结.....	(144)
结语.....	(145)
主要参考文献.....	(146)
图版及图版说明.....	(147)
英文摘要.....	(164)

Contents

Preface

Chapter 1 Introduction	(3)
1.1 Looking back of engineering geological work of mineral deposit in China.....	(3)
1.2 Classification of stages for engineering geological work of mineral deposit	(5)
1.3 Engineering geological characteristics of solid ore deposits in China	(6)
1.4 The main problems for exploration of solid ore deposits in China.....	(11)
Chapter 2 Classification of types of solid ore deposits for engineering geological exploration	(15)
2.1 General rules.....	(15)
2.2 Classifying of "Classification"	(16)
2.3 Classifying of "type"	(18)
Chapter 3 Engineering geological characteristics and requirement of engineering geological work for the type of dominant loose bed	(22)
3.1 Engineering geological characteristics of engineering geological work for the type of dominant loose bed.....	(22)
3.2 Requirement of engineering geological work for the type of dominant	(35)
Chapter 4 Engineering geological Characteristics and requirment of engineering geological work for the type of dominant massive rock	(38)
4.1 Engineering geological characteristics of engineering geological work for the type of dominant massive rock	(38)
4.2 Requirement of engineering geological work for the type of dominant massive rock.....	(50)
Chapter 5 Engineering geological characteristics and requirement of engineering geological work for the type of dominant bedded rock	(52)
5.1 Engineering geological characteristics of engineering geological work for the type of dominant bedded rock	(52)

5.2 Requirement of engineering geological work for the type of dominant bedded rock	(73)
Chapter 6 Engineering geological characteristics and requirement of engineering geological work for the type of dominant karst rock	(76)
6.1 Engineering geological characteristics of engineering geological work for the type of dominant karst rock	(76)
6.2 Requirement of engineering geological work for the type of dominant karst rock.....	(95)
Chapter 7 The fundamental methods for the engineering geological exploration of mineral deposit.....	(97)
7.1 Compilation of the design for engineering geological work ...	(97)
7.2 Engineering geological surveying	(99)
7.3 Engineering geological record	(104)
7.4 Engineering geological drilling.....	(107)
7.5 Geophysical prospecting	(108)
7.6 Engineering geological test	(108)
7.7 The methods of engineering geological problems evaluation for mineral deposit of massive rock and bedded rock	(112)
7.8 The methods of engineering geological problems evaluation for mineral deposit of karst rock	(120)
7.9 The methods of engineering geological problems evaluation for mineral deposit of loose bed	(124)
7.10 Report and map of engineering geology of mineral deposit..	(126)
Chapter 8 Methods of engineering geological exploration used in a typical mine.....	(132)
8.1 General condition.....	(132)
8.2 Methods of engineering geological exploration.....	(135)
Summary	(145)
References	(146)
Plates and explanation	(147)
Summary in English.....	(164)

前 言

我国地大物博，矿产资源丰富。开发矿业是社会主义四化建设十分重要的工作。地质勘探工作提供的矿山开采技术条件资料，必须满足矿山建设初步设计的要求。

建国以来，在地质勘探工作中对矿床开采技术条件的调查研究做了不少工作，但主要是在水文地质工作方面，而对工程地质工作及其它开采技术条件的研究，则远远重视不够。各部门在地质勘探工作中对矿床工程地质的研究程度、工作方法以及必须提交的资料等方面要求不统一，导致在地质勘探报告中工程地质资料不全的局面。如有的报告只附了少量的岩石物理力学性质试验指标，给矿山的设计、生产建设带来困难。

建国以来，经勘探的大量矿区中，有不少已得到生产开采的验证。为了总结经验，推动矿区工程地质工作的开展，1982年地矿部把这项工作列入“矿床勘探研究程度及矿山开采技术条件和矿石选冶性能”的研究课题中。即“矿床开采技术条件”研究专题。

在全国储委办公室的组织领导下，于1982年9月组成了“矿床开采技术条件”专题研究组，由吉林省储委办公室负责，云南省储委办公室、浙江省地质科学研究所、浙江省地矿局第三地质大队参加，并由四川、贵州、湖北、湖南、广东、安徽、河南、甘肃、江西及内蒙古等省、自治区储委办公室，江苏省地矿局第四地质大队，江西省地矿局和赣西地质大队等单位参与协作。主要研究任务是：固体矿床工程地质勘探类型划分、地质勘探阶段工程地质研究程度及工作方法。其目的是指导地质勘探阶段的矿床工程地质工作，并为修编矿区水文地质工程地质普查勘探规范提供基础资料。

研究分三个阶段进行。

第一阶段：以典型矿山工程地质调查研究为主。在全国范围内选择了19个典型矿山进行工程地质专题调查研究工作。

第二阶段：在前一阶段调研工作的基础上，以典型矿山工程地质工作方法试点研究及资料汇编工作为主。选择了江西省七宝山多金属详勘矿区进行试验、总结，提出矿床地质勘探阶段矿区工程地质工作方法，同时补充典型矿山调查资料进行统一汇编。

第三阶段：补充资料，编写最终研究成果。

本书是在王以琦^①、王永余、王成农、王崇干、王喜恩、田大佑、刘秉衡、刘培正、闭专修、孙庭芳、李自良、李师尹、李显沼、李贤才、吴荣辉、严志群、迟景砚、陈广运、陈庸秀、金世源、罗鑫亮、张志国、郁离炎、顾明哲、阎桂林、宾德智、夏宝昌、夏嫒、曾小文、解景华、熊云松、漆尔清等同志提出的矿山工程地质调查报告及苏锡鹗、韩设民、何金根等同志提出的矿区工程地质工作试点报告的基础上，由漆尔清、王成农、解景华、宾德智、陈广运等同志编写完成。

本书总结了我国30多年来矿床工程地质工作的经验，是理论与实践相结合的产物。

在本专题研究中，由于得到了地矿部水文地质工程地质司余需高级工程师、中国地质

① 以姓氏笔划为序。

科学院地质力学研究所胡海涛研究员、岩溶地质研究所项式均副研究员的指导和有关矿山、地质队及其主管部门和设计院的大力支持与协助，因而，工作完成得很顺利，在此一并表示感谢。

对于书中的不妥之处，欢迎读者批评指正。

编 者

第一章 概 论

第一节 中国矿床工程地质工作回顾

我国矿床工程地质工作是在新中国成立后开始的。随着矿床勘探及采矿技术水平的向前发展,矿床工程地质工作也不断发展,大体上可划分为以下三个阶段。

一、起步阶段

50年代初期,我国的地质勘探工作主要是学习苏联经验,在苏联专家帮助下进行的,矿床工程地质工作也是如此。1952年由中央人民政府地质部翻印的“苏联地质工作学习资料”中,有三册是关于工程地质与水文地质方面的。此后,陆续在内蒙古白云鄂博、湖北大冶、抚顺西露天等重点矿区开展了矿区的水文地质工程地质勘探工作。1958年,全国矿产储量委员会颁发了我国自己制定的第一个《矿区水文地质勘探暂行规定》,对矿区工程地质工作提出了相应的要求。同年,地质部水文地质工程地质局陈君联同志对矿区工程地质工作提出了下列意见:“野外须进行工程地质试验工作,确定岩石的物理机械性质;根据试验成果及野外物理地质现象调查,评价露天开采场边坡、坑道顶底板、竖井井壁的稳固性,以及对地表建筑物稳固性做出说明及评价;编制工程地质平、剖面图,并在水文地质报告中编写专门的工程地质章节”。上述暂行规定及意见,都是参照苏联经验,结合我国实际情况提出的。

二、探索阶段

60年代初期,苏联撤走专家,我国工程技术人员在总结经验的基础上,依靠自己的力量,较好地解决了一些矿床的复杂水文地质、工程地质问题。如广东凡口铅锌矿及湖北铜蒙山铜矿岩溶充水矿床的地面塌陷问题;甘肃金川铜镍矿、江西城门山铜矿及云南开远小龙潭褐煤矿的巷道变形破坏、边坡失稳等问题,取得了宝贵的经验。

1962年,地质部、冶金部、煤炭部根据我国实际情况制定和颁发了《矿区水文地质工作规范》,对矿区工程地质工作提出了明确要求,如规范第一分册(煤及油页岩)中,要求煤田地质勘探须进行岩石工程地质的研究。其主要目的是评价坑道顶底板及露天边坡岩石的稳定性和物理地质现象对煤田开采的影响,确定软弱夹层,风化壳深度、厚度及含水性,裂隙在不同深度的发育程度,开采时是否有滑动及流砂冲溃之可能等,并提出防护意见。概略说明地面工程建筑的工程地质条件及建筑和充填材料的一般赋存情况。第二分册(金属矿床)工程地质研究程度中要求对矿床开采作出详细评价。为此应进行:

1. 工程地质分区;
2. 详细地确定岩石断面(包括矿层)的机械性质及水理性质;
3. 作出各种条件下露天采场边坡稳定性的评价,并论证其边坡稳定的角度;
4. 确定地下开采时岩石的稳定性;

5. 作出未来预定建筑物工程地质条件的初步评价, 并阐明岩石是否可作为天然建筑材料;

6. 提出为进一步进行地表建筑工程地质调查的意见;

7. 作出矿床开采时所预定的工程地质观测建议。

各地质勘探部门, 应用上述规范, 开始探索我们自己的路子。如江西城门山铜矿的工程地质勘探, 抚顺、海州、平庄西露天矿的边坡工程地质勘察。但由于经验不足, 规章制度不健全, 加之十年浩劫的干扰破坏, 使地质勘探工作有章不循或无章可循, 矿床地质工作也受到影响。一些地质勘探报告中矿床工程地质评价, 仅以几组岩石物理力学性质试验成果来代替, 部分中、小型地质勘探报告中甚至连这部分成果也没有, 导致矿床开采设计与基建时缺少资料依据, 开采中出现了许多工程地质问题。如云南东川滥泥坪铜矿, 勘探时测定围岩坚固性系数(f)值为12—15, 认为岩层坚硬稳定。设计时确定采矿方法为房柱法, 实际开拓后发现矿石与围岩为半坚硬的, 稳固性较差的黑色碳质、泥质白云岩。坚固性系数(f)值仅4~6, 并有14条主干断层(勘探时只探明5条)。因此, 开采时冒顶、片帮、垮塌等工程地质问题严重, 部分采场矿石损失率达66—96%。又如甘肃金川铜镍矿, 在1960年至1964年对I矿体地质勘探时, 对工程地质工作重视不够, 报告中只概略地论述了矿体及顶底板围岩的构造裂隙对稳定性的影响, 笼统地提出超基性岩内接触带及片理带岩石破碎, 易冒顶、片帮, 甚至得出裂隙随深度增加而于40m以下逐渐闭合, 超基性岩侵入之前的断裂大都被火成岩侵入充填而固结等不符合实际情况的结论。测定的坚固性系数(f)值在10以上, 对地应力未引起重视。结果在I矿体的基建坑道中掘进时, 揭露出矿岩的构造、裂隙都非常发育, 坚硬的矿石与岩石之间, 存在着破碎的矿石与岩石, 巷道掘进中暴露面积仅几个平方米即发生冒顶、片帮, 竖井井壁衬砌脱落, 露采边坡滑移、倾倒等工程地质问题, 严重地影响矿山安全生产。通过总结1969至1970年对I矿体勘探的经验教训, 在对II矿体的地质勘探中, 加强了矿区工程地质工作。甘肃省地质局第六地质大队与中国科学院地质研究所等五个单位组成研究小组, 运用岩体工程地质力学观点, 进行矿区工程地质测绘与岩矿的测试研究, 对矿区岩层进行了工程地质岩组和结构类型的划分, 并预测评价了矿区坑采及露采场的稳定性。依据矿区地应力高的特点, 相应地编制了一系列水文地质工程地质平、剖面图及单项工程的工程地质预测图, 提供矿山设计、生产中应用, 取得了较好的效果。金川矿的工程地质工作是我国矿床工程地质工作做得较好的典范, 露天采场边坡岩体水文地质工程地质条件预测评价略图, 曾在国际第三届工程地质会议上展出, 得到与会专家的好评。

三、巩固发展阶段

80年代是矿床工程地质工作巩固发展的开端, 主要的标志是:

1. 1982年地矿部在总结60~70年代矿区水文地质工程地质工作经验的基础上, 制定和颁发了《矿区水文地质工程地质普查勘探规范》, 加强了矿区工程地质工作。

2. 1981年, 在煤炭部地质局组织对全国主要露天煤矿边坡稳定性调查研究的基础上, 提出了边坡工程地质勘探的技术要求。

3. 一些工业部门为满足引进国外先进的采矿技术对矿区工程地质资料的要求, 开展了一些专门性的工程地质勘探。如内蒙古霍林河煤田露天采场的剥离物强度勘探; 软岩巷

道掘进与支护的工程地质研究等。

4. 一些矿山针对采矿中出现的工程地质问题,进行了岩石测试与预防措施专门性研究工作。如金川矿的地应力研究;露采场边坡稳定及适宜边坡角的研究等。

5. 在1984年全国第二届工程地质学术会议上交流了包括矿床工程地质工作在内的最新成果,论述了我国工程地质工作的现状及问题,并对工程地质工作的发展做出了预测。

上述几方面工作,标志着我国矿床工程地质工作已开始一个新的发展时期。在新时期中,随着采矿事业向深度和广度发展,科学技术水平的不断提高,矿床工程地质工作将在以下四个方面开展大量的研究:

1. 环境工程地质问题的研究。由采矿引起的环境工程地质问题主要有地面塌陷、沉降、开裂,露采边坡的滑移与倾倒等。

2. 高边坡、深采矿的工程地质勘测研究,如高地应力、高地温、软岩及破碎岩中巷道的掘进与支护、冲击地压、岩爆、快速机械掘进等问题。

3. 工程地质评价从定性走向定量的时间、空间预测。

4. 地球物理勘探、现场测试及电算技术等工程地质勘探与评价中的应用。

第二节 矿床工程地质工作的阶段划分

矿床工程地质工作贯穿在矿床地质工作的开始到矿床开采结束的全过程。根据勘探、设计、矿山基建及生产对工程地质工作要求的不同,大致可划分下述三个主要工作阶段。

一、地质勘探阶段

该阶段的工作是在矿床地质普查的基础上进行的,可细分为详查与勘探两个阶段。

详查阶段:应对全矿区及邻区进行面积较大的工程地质工作,包括工程地质测绘,钻孔工程地质编录,岩石水理、物理、力学性质的测试等。工作结束时应初步查明矿区的工程地质条件,进行矿床工程地质条件分区,并做出初步评价和预测各区在开采中可能出现的主要工程地质问题,为矿区总体规划及勘探设计提供依据。

勘探阶段:对已确定的矿床首采区进行详细的工程地质研究,紧紧围绕评价矿床及围岩的稳固性、露采边坡的稳定性、矿床开采中可能出现的工程地质问题等进行工程地质钻探、岩矿石的各种测试工作,为矿山设计、基建及开采提供地质基础资料及定量、半定量的各种工程地质参数;对露采与坑采岩层稳固性做出评价;预测工程地质问题可能出现的地段;为部分单项工程提出预测性的工程地质图件。提供的矿床工程地质资料,可作为矿山总体规划及首期开采的设计依据。

二、设计、基建阶段(专门性工程地质勘探阶段)

矿床地质勘探结束后,对勘探中遗留下的复杂水文地质工程地质问题,如大水矿床疏干排水后地面塌陷区的预测、大型露采矿区边坡稳定性评价及剥离物强度、技术设计井筒工程地质条件等。一般是在地质勘探阶段工程地质工作的基础上,由设计部门或基建单位按开采设计的要求委托地质队进行勘探。主要任务是为设计部门直接提供矿床开采设计所需的工程地质资料和各种实测和计算出的工程地质参数。如海南铁矿、鞍山大孤山铁矿、攀枝花

朱家包铁矿及吉林盘石镍矿的边坡工程地质勘探，霍林河煤田剥离物强度勘探以及广东石炭铜矿大水矿床的大降深井群抽水试验等，均为矿山专门性的水文地质及工程地质勘探。

三、矿山生产阶段

矿山投产后，破坏了矿床的自然平衡状态，产生一些新的工程地质问题，影响了矿山的安全生产。本阶段的工作，是围绕矿山安全生产来进行的。主要任务是：查明矿山生产中各种工程地质问题发生的原因，对危及矿山安全生产的主要工程地质问题（如地面塌陷、山体崩塌、露采边坡失稳、坑道变形破坏等）的形成机理进行系统观测研究，预测下一阶段开采中可能出现的工程地质问题，提出预防及治理意见，为矿山扩建及下步开采提供资料。

第三节 中国固体矿床工程地质特征

我国蕴藏着煤炭、有色金属、黑色金属、非金属及稀有金属等丰富的矿产资源。这些矿产资源形成于不同的地质、自然地理环境，矿床的工程地质特征有较大的差异。依据我们对19个典型矿山工程地质调查研究及收集的近70个矿床工程地质资料的综合分析认为，影响我国固体矿床工程地质条件的因素及区域特征如下。

一、矿床工程地质条件的影响因素

影响我国固体矿床工程地质特征的主要因素有区域性的地质因素和地带性的自然地理条件，具体可归纳为以下六个方面。

（一）气候、地形、地貌

我国矿床工程地质特征受气候分带的影响相当明显。这种分带性决定着一个地区的热量和水份分配、风化作用的方式及程度。从宏观上看，干旱地区年平均降水量少，一般少于200mm，相对湿度低，地表水流少、水量小，地下水也不丰富，表层以物理风化为主，工程地质条件一般较简单。而在潮湿多雨的地区，年平均降水量大于1000mm，地表水与地下水都较丰富，岩石以化学风化为主，风化程度较深，矿床工程地质条件一般比较复杂。

地形地貌对矿床工程地质条件亦有显著影响。当矿体（层）位于当地侵蚀基准面以上，又处于山区时，地形有利于地表及地下水的排泄，矿床工程地质条件相对简单；反之，当矿体（层）埋藏在当地侵蚀基准面以下时，受地下水的影响，工程地质条件比较复杂；位于高山峡谷的矿床，则往往由于矿山开采破坏了山体自然平衡，易产生滑坡及崩塌，使矿床工程地质条件趋于复杂，例如位于我国鄂西、滇西、川西北高山峡谷区的一些矿床。

（二）地质构造

矿山采掘在岩体中进行。岩体经过长期的地质构造运动，产生了一系列不同规模的构造形迹，包括褶皱与断裂构造，形成了各种级别和序次的断层、褶皱和纵横交错的节理裂隙，从而破坏了岩体的完整性，导致矿床围岩稳固性减弱。矿床所处地质构造发育程度不一，工程地质条件复杂程度也不同。在地质构造发育地段，工程地质条件复杂。尤其是位于活动性断裂带附近的矿床，因地应力比较集中，地震频繁，矿床围岩稳固性差，工程地质条件也就更复杂，如甘肃金川铜镍矿。

（三）岩体结构类型

矿床的岩体结构类型按结构面与结构体的特征，一般可划分为四大类、八亚类。大类有整块状、层状、碎裂和散体结构四大类^①。以块状结构为主的矿床，矿体（层）围岩坚硬，坑道顶底板的稳固性及露天采场边坡稳定性一般较好，工程地质问题少。以碎裂结构及散体结构为主的矿床，坑道自撑能力差，在地下水活动下，往往导致坑道稳定性差，围岩连续变形破坏，露采边坡易于失稳，产生滑动，工程地质条件差。

（四）矿床成因

固体矿床，由于其成因不同，岩性差异大。矿床工程地质条件受其影响，复杂程度也有很大差异。根据调查资料，可大致归纳为四类：

1. 岩浆岩类与变质岩类矿床。这类矿床围岩岩石经过结晶或重结晶，具有一定的结构连结，岩块及岩体强度较高，岩体结构类型以块状及厚层状结构为主，即使因构造破坏形成的镶嵌结构，岩体也是稳定的，工程地质条件一般较简单。

2. 砂卡岩类矿床。主要指接触交代于石灰岩（包括泥灰岩、白云岩等）中形成的矿床。这类矿床围岩岩块强度大，岩体多呈块状与层状结构，稳定性较好。但在接触蚀变带、风化带、构造破碎带中岩石破碎，围岩稳固性差。由于岩石破碎，为地下水活动提供了条件，加剧了岩石的溶蚀破坏作用，使该带成为岩石风化强烈、深度大的地带。矿山的工程地质问题主要发生在此带。当矿床开采区浅部岩溶发育，又有松散的第四系沉积物覆盖时，疏干排水易产生岩溶地面塌陷、沉降与开裂等环境工程地质问题。

3. 火山碎屑岩类矿床。这类矿床成因复杂，内、外生作用同时参与成矿。矿体一般埋藏浅，呈层状或似层状产出。矿床围岩主要为火山岩、火山集块岩、火山角砾岩及凝灰岩等。岩块及岩体的力学强度很不均一，大多数凝灰岩及凝灰质岩石，结构疏松，易风化，强度低，是围岩中的软弱层位。

4. 沉积矿床。以外生作用为主。根据成矿环境及围岩岩性，可以分为以碎屑岩为主的矿床：如煤、油页岩等；化学与生物化学矿床：石膏、岩盐、石灰石等；以及第四系风化沉积或次生淋滤矿床等。这类矿床岩性及岩石强度具明显的各向异性，岩体结构类型以层状及散体状为主。影响矿床工程地质条件的主要因素是岩层中的软弱层位，构造破碎带的发育程度，岩石的胶结物及胶结方式。矿床工程地质条件的复杂程度变化较大。当矿床围岩岩性单一，构造变动小时，工程地质条件一般较简单，如石灰石矿床。围岩具软弱夹层及多层含水结构的矿床，工程地质条件就复杂。围岩中有石灰岩等可溶岩层时，由于岩溶发育并富水，使矿床工程地质条件相对较复杂。

（五）水文地质条件

水是发生工程地质问题的主要诱因。地下水对矿床围岩的影响，有以下两种表现形式：一是在岩体中产生静水压力，使地下水通过断层破碎带及顶底板薄弱部位的突水、突泥破坏巷道；二是使软弱岩体软化、膨胀，降低其力学强度，从而使巷道变形破坏，边坡失稳。尤其是在连续下雨或暴雨期，水在表土和风化岩石中处于饱和状态，水量和水压增加，使工程地质问题连续发生。

（六）采矿方法

① 谷德振先生分类法。

矿山采矿方法的确定受矿床围岩的地质、水文地质工程地质条件的影响。不同的采矿方法,出现的工程地质问题是不一样的,如采用充填法地下开采时,开采后用废渣或混凝土将采空区全部充填,使顶板垮落能控制在一定高度,围岩中地下水仍保持或接近于原来的状态,采矿后出现的工程地质问题少;采用崩落法采矿,往往导致上覆岩石冒顶,地表发生裂缝、塌落等工程地质问题;在一些采用地下气化、水溶法和酸浸等特殊地质工艺方法开采的矿山,往往因未能控制好隔(含)水层,致使矿床损失率大,地表产生塌陷、开裂等工程地质问题。

二、矿床工程地质分区

依据我国各地区不同类型矿床所处的地质构造、气候、地形地貌及水文地质条件的差别,以及反映出的矿床工程地质条件的差异。将我国划分为东北部(Ⅰ)、西北部(Ⅱ)、西南部(Ⅲ)、东南部(Ⅳ)四个不同的矿床工程地质区(图1-1)。各区影响矿床工程地质条件的主要因素不同,出现的工程地质问题亦有所差异。分别叙述如下:

(一) 东北部地区(Ⅰ)

大致位于东经105—140°,北纬35—49°之间,秦岭山脉及淮河以北,贺兰山以东地区。包括东北三省、河北、河南、山东、山西、陕西省及苏北、皖北等地区。地区界限西北部与半干旱气候区界限相吻合,南部以秦岭、淮河大致为界。

此区气候主要为半干旱气候,年降水量500—900mm之间,湿润系数0.3—0.5,地表河流具汛期短、季节性强的特点,地貌以平原为主。

本区所处大地构造单元有中朝准地台,天山兴安地槽褶皱区中的内蒙大兴安岭地槽褶皱系,吉黑地槽褶皱系,昆仑秦岭地槽褶皱区中的秦岭地槽褶皱系及祁连地槽褶皱系的一部分。地质构造以新华夏系为主,其次有经向、纬向构造。一般褶皱平缓,断裂及节理裂隙发育。

地震一般沿北北东方向成带分布。北部历史地震较少,具有新构造差异运动,新生代火山活动强烈。而南部(包括华北地区及山东半岛),由于构造活动较强,有多条规模较大的活动性断裂带通过,其中有我国东部规模最大的郯庐断裂带、汾渭断裂带。这些活动断裂带是地震分布的集中区,近年来发生的邢台、唐山、海城大地震均与之有关。该区为我国地震活动区之一。

此区变质岩中,铁矿资源丰富。矿床围岩由太古界的变质片岩、千枚岩、石英岩、大理岩及混合岩组成的矿床,以鞍山式铁矿为代表;围岩由元古界浅变质的沉积岩系或沉积的火山岩系组成的矿床,以宣龙式铁矿和沉积锰矿为代表;矿床围岩主要由上古生界及中生界浅海相,海陆交互的石灰岩、碎屑岩沉积组成的矿床,以石炭二叠系及侏罗系煤矿及奥陶系灰岩顶部古风化剥蚀面上的铝土矿为主。而分布于各地的一些多金属矿、非金属矿则与太古界、古生界末期及中生界的花岗岩有关,如钼、金矿。

本区矿床围岩以坚硬、半坚硬岩石为主,岩体结构多为块状及层状结构。北部水文地质条件一般较简单,工程地质问题主要是冻土、软岩及构造引起的边坡失稳,巷道变形破坏。个别分布于松散软弱岩及构造极发育地区的矿床,由于工程地质条件复杂,工程地质问题较多。南部岩溶水及第四系孔隙水是矿床开采的主要威胁,顶底板突水、涌砂是矿床的主要水文地质工程地质问题。

中国固体矿床工程地质分区示意图

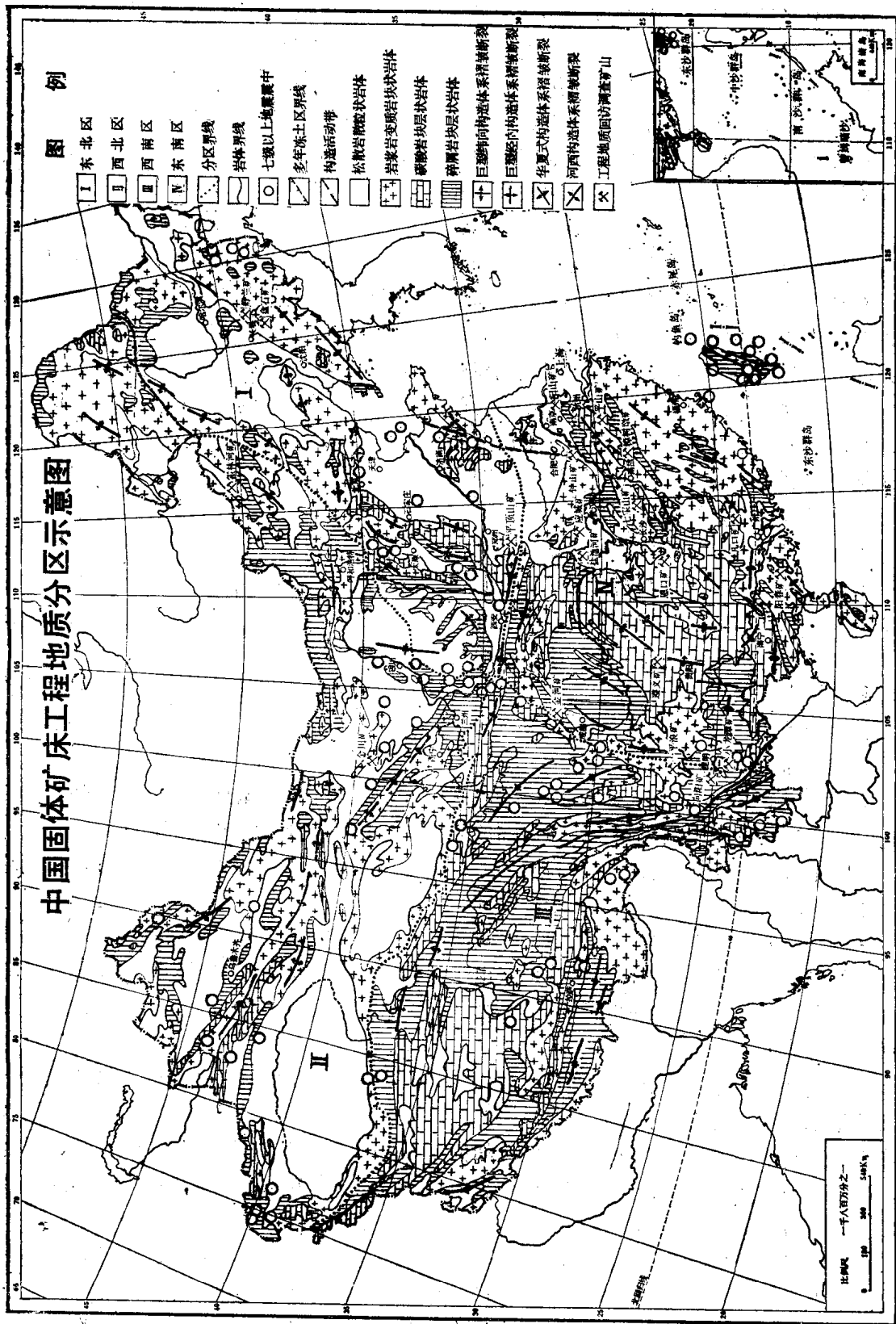


图 1-1

（二）西北部地区（Ⅱ）

位于东经75—120°，北纬35—48°，秦岭以北，巴颜喀拉山及贺兰山以西地区，包括西北部半干旱、干旱地区的柴达木盆地、河西走廊、天山南北的山地丘陵及沙漠地带。

本区气候属中温及寒温带干旱区。年降水量小于200mm，湿润系数小于0.29，以内陆河系为主，地表水及地下水均不丰富，水源主要靠山区冰雪融化补给。

所处大地构造单元有天山兴安地槽褶皱区中的阿尔泰地槽褶皱系，天山地槽褶皱系，昆仑秦岭地槽褶皱区中的昆仑地槽褶皱系、祁连地槽褶皱系，秦岭地槽褶皱系及塔里木地台。

本区地质构造发育，为多构造体系复合地区，活动断裂多，著名的天山南北缘断裂带、祁连山北缘断裂带，都分布在本区。祁连山北麓河西走廊地区，吕梁山脉东侧的汾河谷地以及贺兰山地区，是我国北方地震分布最集中的地带。据记载，这一地区共发生八级及八级以上的地震七次，约占全国同等规模地震总数的40%。例如1927年甘肃古浪大地震，1954年甘肃山丹地震都分布在山字型的前弧地带。活动断裂附近地应力集中，地应力值一般较高。处于附近的矿床，工程地质条件一般较复杂。如甘肃省金川铜镍矿，处于祁连山活动断裂带附近，1900年以来发生过四次强震，水平应力值可高达500kg/cm²，是我国著名的工程地质条件极复杂的矿区。

本区矿床围岩有前震旦系～震旦系的花岗岩、花岗闪长岩、黑云母花岗岩、橄榄岩、石英闪长岩、片麻岩、大理岩、变粒岩及混合岩等，许多金属矿床与该类地层有关；古生界海陆交互相沉积为碎屑岩夹灰岩；中生界陆相碎屑岩，其中的侏罗系含煤；第四系为松散砂、砂砾及粘土沉积，分布于盆地、谷地及广大沙漠地区。

矿床围岩以坚硬、半坚硬岩石为主，岩体结构块状居多，除处于活动构造带附近的矿床工程地质条件比较复杂外，一般较简单。

（三）西南部地区（Ⅲ）

大致位于东经75—105°，北纬20—37°之间，北部以干旱区南部线为界，东部顺龙门山沿川滇经向构造带东侧为界。以青藏高原为主，包括四川及云南省西部地区。

该区地貌形态复杂，以山地和高原为主。区内高山峻岭和深切河谷非常发育，物理地质现象（滑坡、泥石流、冻土等）十分发育。

区内气候寒冷，以冰冻气候为主，除藏南雅鲁藏布江峡谷地带及云南省西部地区受印度洋气候影响较温暖湿润外，大部分地区由于地势高，气候寒冷，年平均气温在-2—12℃之间，多年平均降水量100—500mm。植被与土壤发育不好，多年冻土分布面积约占总面积的70—80%。

该区在大地构造上属于喜马拉雅地槽褶皱系及滇藏地槽褶皱区中的西藏地槽褶皱系。地质构造线大致作北西西及北西向展布，有很缓和的弧形弯曲褶皱及深大断裂带。地震多分布在青藏川滇歹字型与川滇南北带复合部位，呈带状或成群分布。地震频率高、强度大，破坏性与重复性也较大。例如近百年在炉霍、迎孚一带约350km的地段内，共发生六级以上地震11次。

矿床围岩有中生界和上古生界的灰岩、砂页岩、变质的片岩、千枚岩、大理岩及火山岩。侵入岩多呈弧形和近东西向分布，岩石主要为超基性岩和花岗岩、花岗斑岩等。主要矿床有云南金顶巨型铅锌矿、四川渡口钒钛磁铁矿、西藏昌都地区的斑岩铜矿、洛布沙铬