

难采矿体 新型采矿法

周君才等 著

冶金工业出版社

TD8

Z-413

难采矿体新型采矿法

周君才 等著

北京
冶金工业出版社
1998

857577

内 容 提 要

本书在系统总结和分析了我国各类地下难采矿脉或矿体的主要特征及现行采矿方法的基础上,结合国内外对此类矿山的科技攻关和积极有益的探索,特别是针对现行采矿法的不足和问题,按照“因矿生法”和“因矿创法”的思路,本着“安全高效低成本低贫损”的原则,深入研究和提出了开采此类难采矿脉或矿体的新方法、新方案和新思路。

全书共十章,主要包括:极薄难采矿脉、难采薄矿脉、难采中厚矿体、难采厚矿体、松软难采矿体、低品位难采矿体、复杂多变难采矿体、夹层难采矿体和相邻难采矿体等,每章先概述矿体或矿脉的特征及其分类,然后评述矿山现行采矿法,最后提出改进或改革的新方法和新思路。在新方法和新方案的论述中,主要偏重于结构参数、回采顺序、采切布置、回采工艺、方法评价以及适用条件等方面,并列举了部分矿山实例进行论述。

本书适合于矿山管理、科研、设计人员阅读,也可作为大专院校有关专业的教材或参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

难采矿体新型采矿法/周君才等著. —北京:冶金工业出版社, 1997.12

ISBN 7-5024-2077-0

I. 难… II. 周… III. 矿山开采-方法 IV. TD8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 09643 号



出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)
冶金工业出版社印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销
1998 年 1 月第 1 版, 1998 年 1 月第 1 次印刷
787mm×1092mm 1/16; 39.25 印张; 954 千字; 618 页; 1-1400 册
88.00 元

前 言

我国地下资源丰富，大、中、小型矿山众多，其中有色矿山、黑色矿山、黄金矿山、化工矿山和非金属矿山等，一般都有各类难采矿脉或矿体。

根据不完全统计，当前国内各类生产矿山中，各类采矿法的采矿成本平均约占矿山总成本的70%~80%，这说明采矿法是每个矿山的核心或要害，它直接影响到矿山的经济效益、生存和发展。

长期以来，国内某些矿山忽视采矿法科技进步，对于各类难采矿体，主要是惯用或套用现行一些典型而单一的空场法、留矿法、充填法、崩落法及其相应的变型采矿法等，一般未能获得最佳成效，所存在的问题，至今未能得到明显解决：(1)回采工效低和采场生产能力小；(2)采切工程量较大，原材料消耗和回采成本较高；(3)矿石损失率和贫化率较高，甚至有的矿山“采易丢难”和“采富丢贫”，造成地下有限资源的大量丢失或浪费。因此，进一步研究改进或改革各类难采矿体的现行采矿法，是当前和今后亟待研究解决的重大攻关课题。

近几年来，云南锡业公司所属马矿、松矿、老厂锡矿和卡房采选厂以及个旧市新建锡矿等，自力更生开展各类难采矿体新型采矿法的研究，既大幅度降低回采成本和矿损贫化，又锻炼和培养提高了大批科技骨干，为矿山增添了后劲，同时也为我国矿业开发提供了新经验、新思路和新方向，值得当前国内各类大、中小型矿山深入学习和推广。他们的这种做法无疑是我国当前和今后矿业开发健康发展的正确途径。

这些矿山取得显著成效的主要经验，就是“领导重视，自力更生；因矿创法，专家审议；精心施工，人才成长；认真总结，不断进步”，其中尤其是采取了“因矿生法”、“因矿创法”的新思维或新思路，它完全不同于当前国内广泛推行“以法套矿”的旧观念和旧传统。为了系统总结、大力发扬和继续发展“因矿生法”、“因矿创法”的新思维和新思路，作者认真撰写了《难采矿体新型采矿法》，希望能进一步推动我国矿业开发快速而健康地向前发展。

本书主要有以下特点：(1)首先综述各类地下难采矿体的不同特征或开采技术条件，并以此作出科学分类，为因地制宜或“因矿生法”、“因矿创法”深入开展新型采矿法试验研究和科技进步奠定科学依据和基础，具有较强的针对性；(2)根据各类地下难采矿体的特征，首先分析和评价现行一般采矿法，继而作深入研究、改进或革新，这样有利于开展学术研究，具有较好逻辑性；(3)密切结合当前矿山各类地下难采矿体的特征，深入研究探讨和寻求改进现行一般采矿法的新思路、新方法和新方案，以进一步降低采矿成本和矿损贫化，提高采矿方法的先进性；(4)从当前矿山生产实践来看，由于长期“吃易丢难”和“吃富丢贫”，从而使大量各类地下难采矿体未能开发利用，所以深入研究解决此类难采矿体，具有重大现实性。总之，本书的基本特点就是“因矿生法”或“因矿创法”。从学术观

点和体系上，都与目前国内外长期惯用的“以法套矿”观点和体系截然相反，这也是本书的核心，因为“因矿生法”或“因矿创法”是根据各类难采矿体复杂多变性，不断创新发明“安全高效低成本低贫损”各类新型采矿法的思想基础。

本书由昆明理工大学周君才等著，昆明理工大学宦秉炼、云南锡业公司高文翔、浙江平阳井巷公司曾乃利和云南晋宁磷矿李建堂撰写了部分内容，其中，宦秉炼撰写第2章第四节，高文翔撰写第3章第四节，曾乃利撰写第5章第四节，李建堂撰写第6章第四节。

在编著本书过程中，曾经得到昆明理工大学校、系领导，云南省冶金工业总公司和云南省有色总公司施耀辉经理等的鼓励和帮助，并承云南锡业公司及其所属卡房采选厂、马矿、松矿、老厂锡矿、文山木利锑矿、大姚铜矿以及铜陵有色金属公司的关心和资助。卢雪群老师对本书作了大量审阅修改工作，作者一并在致以深切的谢意。

由于各类地下难采矿体采矿法的研究课题范围和难度都比较大，尤其是国内外至今尚无此类著作可供参考，加上作者水平有限，所以书中一定存在不少错误或不足，恳请读者批评指正。

编 者
1996年7月

目 录

第一章 难采矿体主要类型	1
第一节 极薄难采矿脉	1
第二节 难采薄矿脉	2
一、云锡松树脚锡矿缓倾斜难采薄矿脉	2
二、昆明白鱼口粘土矿不稳直顶缓倾斜难采薄矿层	2
三、山东掖县金矿倾斜难采薄矿脉	3
第三节 中厚难采矿体	4
一、江苏南京冶山铁矿倾斜难采矿体	4
二、陕西柞水银铅矿倾斜中厚难采矿体	5
三、云锡松树脚矿倾斜中厚难采矿体	5
四、四川金河磷矿不稳直顶缓倾斜中厚难采矿体	6
第四节 难采厚矿体	6
一、云南大姚铜矿六苴矿段缓倾斜难采厚矿体	6
二、河北邯邢铁矿区缓倾斜、倾斜难采厚矿体	6
第五节 松软难采矿体	7
一、江苏苏州阳西高岭土矿松软难采矿体	7
二、浙江诸暨金矿急倾斜松软难采矿体	7
三、云南个旧红旗矿倾斜松软难采矿体	8
第六节 低品位难采矿体	9
一、河北邯邢铁矿区低品位难采矿体	9
二、山西中条山篦子沟铜矿缓倾斜低品位难采矿体	9
第七节 复杂多变难采矿体	10
一、陕西潼关金矿复杂多变难采矿体	10
二、云南永仁团山铜矿复杂多变难采矿体	10
三、云南文山木利锑矿复杂多变难采矿体	10
四、陕西略阳阁老岭铁矿复杂多变难采矿体	11
第八节 夹层难采矿体	12
一、红透山铜矿夹层难采薄矿脉	12
二、云南大姚铜矿凹地直夹层难采矿体	12
第九节 氧硫相邻难采矿体	13
一、云锡松树脚锡矿氧硫相邻难采矿体	13
二、云南个旧红旗矿氧硫相邻难采矿体	13
第十节 综合难采矿体	15
一、云南个旧红旗矿综合难采矿体	15
二、云锡马拉格锡矿综合难采矿体	15

三、湖南湘东铁矿综合难采矿体	16
第二章 极薄矿脉采矿法	18
第一节 矿脉特征与分类	18
一、矿脉特征	18
二、矿脉分类	18
第二节 现行采矿法评述	18
第三节 采矿法改进	21
一、缓倾斜极薄矿脉	21
二、倾斜极薄矿脉	27
三、急倾斜极薄矿脉	30
第四节 矿山举例	35
一、綦江铁矿缓倾斜极薄难采矿层采矿方法研究	35
二、大厂锡矿急倾斜极薄难采矿脉采矿方法的试验研究	39
三、金翅岭金矿倾斜极薄难采矿脉分段掏槽空场法的试验研究	42
第五节 结语	46
参考文献	47
第三章 薄矿脉采矿法	49
第一节 矿脉特征与分类	49
一、矿脉特征	49
二、矿脉分类	49
第二节 现行采矿法评述	49
第三节 采矿法改进	53
一、缓倾斜薄矿脉	53
二、倾斜薄矿脉	61
三、不稳直顶稳固老顶薄矿脉	67
第四节 矿山举例	83
一、云锡松矿缓倾斜薄矿脉采矿方法现状和改进	83
二、河北张家口金矿缓倾斜薄矿脉采矿方法的试验研究	87
三、山东掖县金矿倾斜薄矿脉采矿方法的改进	90
四、四川二滩粘土矿不稳直顶缓倾斜薄矿层采矿方法实践和改进	94
五、昆明白鱼口粘土矿不稳直顶缓倾斜薄矿层采矿方法实践和改进	98
第五节 结语	102
参考文献	104
第四章 中厚矿体采矿法	106
第一节 矿体特征与分类	106
一、矿体特征	106
二、矿体分类	106
第二节 现行采矿法评述	106
第三节 今后采矿法的改进	109

一、稳固岩矿缓倾斜中厚难采矿体	110
二、不稳固岩稳固缓倾斜中厚难采矿体	125
三、稳固围岩不稳缓倾斜中厚难采矿体	135
四、不稳直顶稳固老顶缓倾斜中厚难采矿体	144
五、倾斜中厚难采矿体	148
第四节 矿山举例	162
一、浙江龙泉铅锌矿缓倾斜中厚难采矿体采矿方法现状和改进	162
二、云锡松矿缓倾斜中厚难采矿床采矿方法现状和改进	165
三、牟定铜矿缓倾斜中厚难采矿体采矿方法现状和改进	169
四、湖北荆襄磷矿缓倾斜中厚难采矿体采矿方法试验研究和改进	175
五、云锡松矿倾斜中厚难采矿体采矿方法现状和改进	182
六、陕西柞水银铅矿倾斜中厚难采矿体采矿方法现状和改进	185
七、四川金河磷矿不稳直顶缓倾斜中厚难采矿体采矿方法现状和改进	190
八、山东莱芜铁矿倾斜中厚难采矿体采矿方法现状和改进	195
第五节 结语	199
参考文献	201
第五章 厚矿体采矿法	203
第一节 矿体特征与分类	203
一、矿体特征	203
二、矿体分类	203
第二节 现行采矿法评述	203
第三节 采矿法改进	207
一、缓倾斜厚矿体	207
二、倾斜、急倾斜厚矿体	242
第四节 矿山举例	260
一、浙江龙泉铅锌矿缓倾斜厚矿体现行采矿方法改进	260
二、云南松树脚锡矿缓倾斜厚矿体现行采矿方法及其科研方向	267
三、云南大姚铜矿缓倾斜厚矿体采矿方法改进	275
四、邯邢缓倾斜铁矿床采矿方法的科研方向	279
五、浙江漓渚铁矿倾斜——急倾斜厚矿体采矿方法科研试验及其方向	285
六、江苏南京云台山硫铁矿采矿方法实践和改进	292
第五节 结语	296
参考文献	297
第六章 松软岩矿采矿法	298
第一节 矿体特征与分类	298
一、矿体特征	298
二、矿体分类	298
第二节 现行采矿法评述	298
第三节 采矿法的改进	299

一、缓倾斜松软薄矿脉	300
二、缓倾斜中厚、厚松软矿体	308
三、急倾斜松软薄矿脉	323
四、急倾斜中厚、厚松软矿体	327
第四节 矿山举例	335
一、邯邢地区铁矿现行采矿方法及其改进	335
二、云南会泽铅锌矿缓倾斜中厚松软矿体现行采矿法及其改进	343
三、江苏苏州高岭土松软厚矿体采矿方法现状和改进	347
四、湖北金山店铁矿有底柱阶段自然崩落法的试验与研究	352
五、陕西略阳硫铁矿采矿方法现状和改进	358
六、云锡松矿倾斜、急倾斜松软矿体采矿方法研究	361
七、浙江诸暨金矿急倾斜松软矿体采矿法现状和今后改进方向	364
第五节 结语	371
参考文献	372
第七章 低品位矿体采矿法	373
第一节 矿体特征与分类	373
一、矿体特征	373
二、矿体分类	373
第二节 现行采矿法评述	373
第三节 采矿法改进	374
第四节 矿山举例	418
一、应城石膏矿现行采矿方法及其改进	418
二、“邯邢式”铁矿床的特点及其采矿法改进	422
三、锦屏磷矿低品位磷矿体现行采矿法改进	432
四、弓长岭铁矿低品位急倾斜厚矿体采矿法实践和改进	436
五、山西中条山篦子沟铜矿采矿法实践和改进	441
第五节 结语	448
参考文献	449
第八章 复杂多变矿体采矿法	450
第一节 矿体特征与分类	450
一、矿体特征	450
二、矿体分类	450
第二节 现行采矿法评述	450
第三节 采矿法改进	451
一、倾角多变矿脉或矿体的采矿法	452
二、岩矿多变矿脉或矿体的采矿法	485
三、厚度多变矿脉和矿体的采矿法	498
第四节 矿山举例	508
一、云南永仁团山铜矿复杂多变矿体采矿法研究	508

二、湖南湘东铁矿复杂多变矿脉采矿法的改进	512
三、陕西略阳阁老岭铁矿复杂多变矿体采矿法的改进	519
四、陕西潼关金矿缓倾斜、倾斜薄、中厚复杂多变矿体采矿法的改进	523
五、云南木利锑矿复杂多变难采矿体采矿法改进	526
第五节 结语	532
参考文献	533
第九章 夹层矿体采矿法	534
第一节 矿体特征与分类	534
一、矿体特征	534
二、矿体分类	534
第二节 现行采矿法评述	534
一、消去法	534
二、图解法	535
第三节 采矿法改进	536
第四节 矿山举例	568
一、河北龙烟铁矿缓倾斜夹层矿脉的采矿法改进	568
二、云南大姚铜矿凹地直矿段缓倾斜薄、中厚夹层矿体采矿法改进	571
三、贵州汞矿平缓夹层中厚矿体的采矿方法改进	577
四、红透山铜矿急倾斜夹层薄矿脉的分采实践及其研究	580
第五节 结语	584
参考文献	585
第十章 相邻矿体采矿法	586
第一节 矿体特征与分类	586
一、矿体特征	586
二、矿体分类	586
第二节 现行采矿法评述	586
第三节 采矿法改进	586
第四节 矿山举例	603
一、云锡松矿氧硫相邻矿体采矿法科研途径	603
二、云南个旧市新建锡矿贫富相邻矿体采矿法改进	610
三、云南金平镍矿缓倾斜贫富相邻多金属矿床的采矿法改进	612
第五节 结语	618
参考文献	618

第一章 难采矿体主要类型

所谓“难采矿体”或“难采矿床”，就是由于地下矿脉或矿体的开采技术条件，比较复杂或很复杂，开采难度较大或很大，如果仍旧沿用现行一般采矿方法，不是难于获得较佳成效，就是效果很差，甚至无法回采而被迫丢弃，造成地下有限资源的浪费或破坏。

当前国内外有色矿山、黑色矿山、化工矿山、黄金矿山和非金属矿山，一般都有各类难采矿脉或矿体。在各类难采矿脉或矿体中，可以归纳为以下主要类型：

- (1) 极薄难采矿脉；
- (2) 难采薄矿脉；
- (3) 中厚难采矿体；
- (4) 难采厚矿体；
- (5) 难采极厚矿体；
- (6) 松软难采矿脉或矿体；
- (7) 低品位难采矿脉或矿体；
- (8) 复杂多变难采矿脉或矿体；
- (9) 夹层难采矿脉或矿体；
- (10) 氧硫相邻难采矿脉或矿体；
- (11) 多水难采矿脉或矿体；
- (12) 自然难采矿脉或矿体；
- (13) 三下难采矿脉或矿体；
- (14) 各类难采残矿残柱；
- (15) 各类综合难采矿脉或矿体。

总之，地下难采矿脉或矿体的类型复杂，类别众多，本书限于篇幅，难以全部深入论述，仅对国内矿山若干较典型的难采矿脉或矿体，作简要介绍。

第一节 极薄难采矿脉

极薄难采矿脉的厚度一般为0.2~1.0m。根据矿脉倾角不同，它们主要有缓倾斜极薄矿脉（倾角为 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ）、倾斜极薄矿脉（倾角为 $35^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ）和急倾斜极薄矿脉（倾角为 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ）。根据围岩稳定性不同，一般有稳固、中稳、不稳和极不稳固等，因此极薄难采矿脉类型较多。

此类极薄难采矿脉类型，在国内外的有色矿山较多，黑色矿山、黄金矿山、化工矿山和非金属矿山也时有出现。其中，我国中南地区的钨锡矿脉中极薄难采矿脉居多，如图1-1所示。此类钨锡矿脉主要产于古老地层的变质岩及火成岩中，通常由大致平行而且一般是紧密相邻的极薄石英脉所组成，甚至在一个矿带中，矿脉数有几十到几百条。

就我国南部整个钨锡矿带而言，自东至西经过江西、湖南、广东、广西直至云南一带，是一条狭长的钨锡矿带。

从整体看，中南地区的钨锡矿脉一般都是成脉状产出，只有个别矿脉成扁豆状、似层

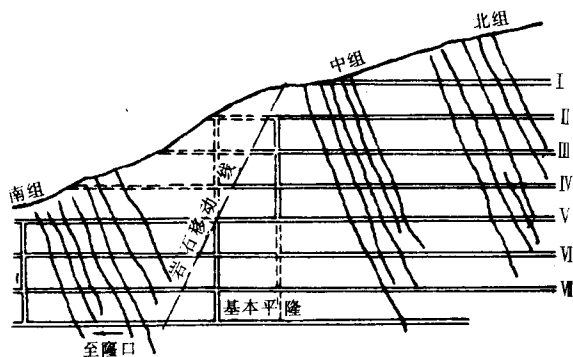


图 1-1 我国中南地区的极薄难采钨锡脉矿示意图

状、囊状和管状产出，因为此类矿床是在石灰岩中由交代作用而生成的。脉状矿脉的形态变化非常复杂，有膨胀缩小，尖灭复现，分枝复合和弯曲错动等现象，并且这些现象在水平方向或垂直方向，都是变化不定的。

矿脉厚度一般为 0.3~0.5m，少数为 1.2~1.5m，局部膨大厚度达 3.0~5.0m，细脉厚度仅有 0.1~0.3m。矿脉倾角大部分为 65°~85°以上，40°~50°的倾斜矿脉比重较小，30°以下的缓倾斜矿脉较少。

这种极薄而复杂多变矿脉，在合理开采上带来很大困难，尤其是有时遇有岩矿不稳时，其难度更大。当前，国内外矿山对于此类极薄矿脉，主要是广泛推广应用混采留矿法或削壁充填法，这些方法不是贫化率高达 60%~70%，就是回采工效很低和采矿成本较高，因此进一步研究和寻求更佳的新型采矿法，具有重大现实意义。

第二节 难采薄矿脉

难采薄矿脉类型也较多：根据倾角不同，有缓倾斜、倾斜和急倾斜薄矿脉；根据岩性不同，有稳固、中等稳固、不稳固和极不稳固的薄矿脉等。在国内有色矿山、黑色矿山、黄金矿山和非金属矿山，一般都有此类难采矿脉类型。

一、云锡松树脚锡矿缓倾斜难采薄矿脉

此类矿脉为岩浆期后高温热液交代型硫化矿，发育在花岗岩珠顶部向南或南东倾斜起伏部位，为北西—南东分布，呈似层状、透镜状产出，如图 1-2 所示。

整个矿床走向长度以 130~250m 为普遍，主矿体达 500~800m，倾斜延伸一般为 120~250m，大者超过 500m。矿脉倾角一般为 10°~25°，局部有 30°~50°。矿脉厚度不一，其厚度一般为 1.0~1.5m 或 2.0~3.0m。矿脉沿走向较稳定，倾向上形态变化显著，尤其是顶板时起时伏，往往形成波状或锯齿形整合。矿脉为致密块状，比较稳固，顶板为中等稳固的大理岩，底板为致密坚硬的砂卡岩，整个矿床属于 III—IV 勘探类型。

硫化矿石中主要以锡为主，并伴有铜、钨、铋、锌、镓、铟、银、氟化钙和萤石等多种金属和非金属元素，含硫一般为 17%~28%。

二、昆明白鱼口粘土矿不稳固直顶缓倾斜难采薄矿层

区内粘土矿层为早二叠沉积产物，由软质粘土、半软质粘土、硬质粘土、砂质粘土和炭质粘土组成，其层位为 P_1 相，当于栖霞底煤系。矿层上覆岩层为 P_1^2 之厚层状白云岩，

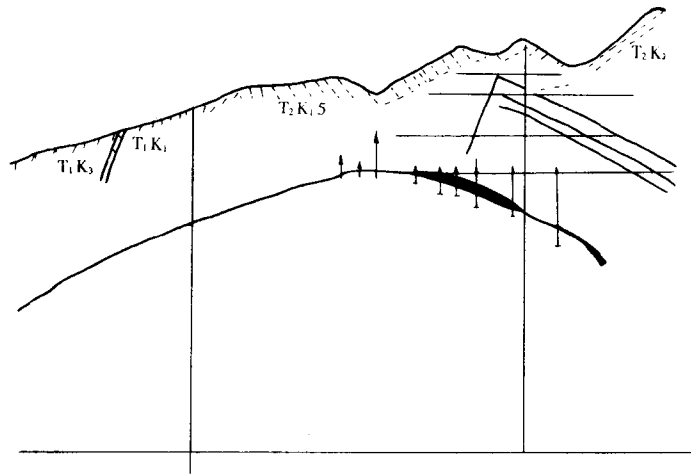


图 1-2 云锡松树脚锡矿缓倾斜难采薄矿示意图

其直接顶板为黑色炭质页岩，厚度一般为 0.4~0.8~1.0m，极不稳固，极易冒落。矿层的间接顶板为厚层状白云岩，一般属于坚硬岩层，具有良好的抗压性。具有工业价值的粘土矿层，主要赋存于矿层的上、中两个部位，并呈似层状、透镜状产出，如图 1-3 所示。矿层倾角一般为 5°~20°，平均 8°。矿层厚度一般为 0.9~1.0~1.5~2.0m。走向长度一般为 100~200m，宽度一般为 200m 以上。

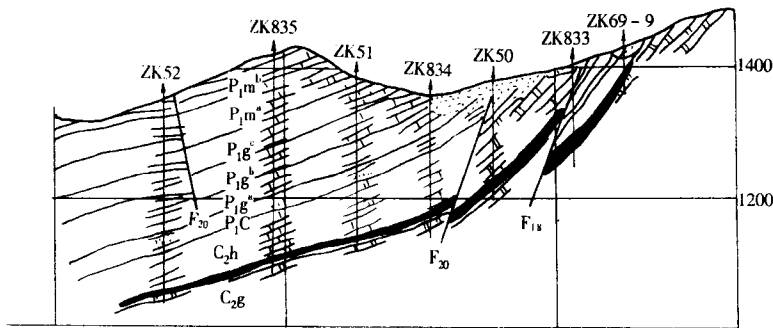


图 1-3 昆明白鱼口粘土矿不稳直顶缓倾斜难采薄矿层示意图

三、山东掖县金矿倾斜难采薄矿脉

掖县金矿区位于焦家断裂带下盘的分支断裂——望儿山断裂的西南端。矿区内共有 5 条矿脉，其中 1 号脉为主脉。

1 号主脉为含金石英脉——蚀变岩型金矿床，或称“过渡型”。从整个金矿床来看，上部为缓倾斜矿脉，倾角一般为 20°~30°。下部逐渐变陡，倾角一般为 35°~45°。矿脉厚度一般为 1.0~2.0~3.0~4.0m，局部达 6.0m。矿石品位一般为 9~15g/t。矿石和围岩一般属于中等稳固以上，并随着矿脉向下延伸，围岩更趋稳固。

总之，此类薄矿脉类型较多，开采难度也各不相同，其中松软围岩和倾斜薄矿脉的开采难度较大。

第三节 中厚难采矿体

根据矿体倾角和顶底板的岩性以及矿体本身的稳固性不同,中厚难采矿体类型也很多,尤其是矿体倾角在 $35^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 之间,或者矿体顶底板和矿体的岩性较差或很差时,其开采难度更大。在国内有色矿山、黑色矿山、化工矿山、黄金矿山和非金属矿山,一般都有此类难采矿体,甚至在有些矿山的比重很大。

一、江苏南京冶山铁矿倾斜难采矿体

矿区位于冶山复式褶皱的次级构造——冶山向斜北西翼。主要矿体产于花岗闪长岩与幕府山组中段碳酸盐岩接触带走向北东,倾向南东。下部矿体产于接触带下部,倾角平缓,主要有1号主矿体及其上、下零星分布的小矿体组成。如图1-4所示。

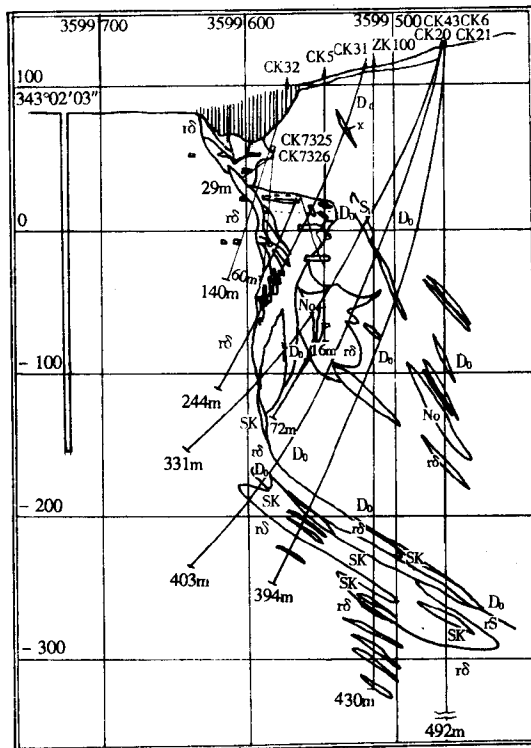


图1-4 南京冶山铁矿倾斜难采矿体示意图

主矿体(1)主要赋存于绿泥石透辉岩和金云母透辉石硅长岩带中,其形态受接触带形态控制,中部8线、9线和东部11线横向受接触带凹凸部位控制,呈凸透镜状,向两侧变薄,呈平缓透镜状,倾向南东,倾角 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$;纵向大致以10线为界,以东10~11线间向北东倾,倾角 $35^{\circ}\sim 40^{\circ}$,11~12线向南西倾,倾角 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$,10线以西,向南西倾,倾角 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 。矿体厚度一般为1.52~64.95m,平均18.15m。

矿体均属坚硬,仅在7~10线和6~8线的部分块段比较松软破碎。顶板为白云岩、大理岩、花岗闪长岩、闪长玢岩和砂卡岩等,一般属稳固岩层。底板为砂卡岩和花岗闪长岩,均属稳固。

二、陕西柞水银铅矿倾斜中厚难采矿体

该矿倾斜中厚难采矿体属于变质的沉积矿床。矿体呈层状或似层状，形态简单，产状稳定。该矿床共有矿体 13 个，其中 13 号矿体为主矿体，属银、铅为主的多金属矿床。该矿床共有三个矿段，其中 25~65 线为首采矿段，走向长度 1100m，矿层厚度为 0.84~12.29m，平均厚度为 3.74m，矿体倾向北北东，倾角 38°~39°，如图 1-5 所示。

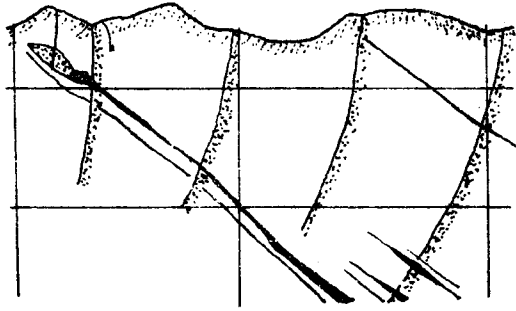


图 1-5 陕西柞水银铅矿倾斜中厚难采矿体示意图

从矿层内的品位分布规律来看，近下盘的品位较高，近上盘的品位较低，铅品位为 0.55%~10.94%，平均 2.28%，银品位为 11.59~239.71g/t，平均 88.51g/t，锌品位 0.12%~5.4%，平均 0.81%。矿层顶底板均为千枚岩，节理、片理发育， $f=5\sim6$ ，不稳固；矿石 $f=6\sim8$ ，中等稳固。矿床水文地质条件简单，岩溶不发育。地表允许陷落。

三、云锡松树脚矿倾斜中厚难采矿体

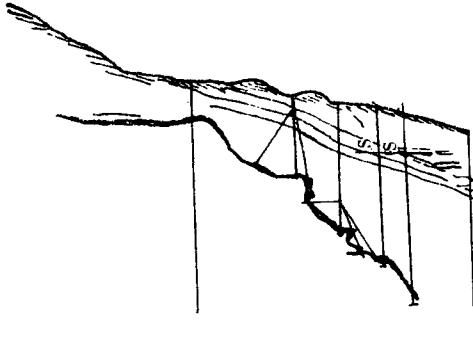


图 1-6 云锡松树脚矿倾斜中厚难采矿体示意图

该矿区的母岩为富碱性斑状黑云母花岗岩。地层为中三叠统个旧组碳酸盐岩，黑云母花岗岩沿着背斜轴部侵入，与上部覆盖的个旧组石灰岩和白云岩基本呈整合接触。在地表下深 400~1000m，隐伏花岗岩顶部、南坡与南东倾没挠曲部位的接触带上，分布着厚度不等断续相连的硅卡岩硫化矿和多金属矿，如图 1-6 所示。

硫化矿体为岩浆期后高温热液交代型，发育在花岗岩顶部向南或南东倾斜起伏部位的硫化矿体，为北西-南东分布，呈似层状、透镜状产出。矿体走向长度以 130~250m 为普遍，主矿体达 500~800m，倾斜延伸一般为 120~250m。矿体厚度一般为 2.0~10m，个别达 20~30m 以上。矿体倾角变化较大，一般为 10°~25°，局部达 30°~50°。矿体沿走向较稳定，倾斜方向的形态变化显著，尤其是顶板时起时伏，形成波状或锯齿形整合。矿体顶板为中等稳固的大理岩，底板为致密坚硬的硅卡岩。矿体为致密块状，比较稳固。

四、四川金河磷矿不稳直顶缓倾斜中厚难采矿体

金河磷矿层属浅海相化学沉积矿层。矿层倾角为 $8^{\circ}\sim 23^{\circ}$ ，矿层厚度一般为 $7.0\sim 12\text{m}$ 。矿层属中等稳固， $f=8\sim 13$ 。矿层直接顶板为粘土矿，属极不稳固， $f=2\sim 4$ ，其厚度一般为 $0.5\sim 6.0\text{m}$ ，如图1-7中a、b所示。矿层间接顶板为砂质白云岩，一般在中等稳固以上， $f=10\sim 13$ ，仅有局部地段不稳固。矿层底板为花斑状白云岩，属于中等稳固。

第四节 难采厚矿体

难采厚矿体类型较少，其开采难度一般也较小，但是遇有松软岩矿时，其开采难度较大。在国内各类大、中、小型矿山，有时出现此类难采矿体。现仅举以下实例简述之。

一、云南大姚铜矿六苴矿段缓倾斜难采厚矿体

六苴矿床属湖相含铜砂岩型沉积矿床，已探明矿体7个，其中1号矿体地质储量占总储量的99.83%，呈层状及带状展布，产于六苴下段与紫色砂岩交界处的浅色砂岩中，属勘探I类型，如图1-8所示。

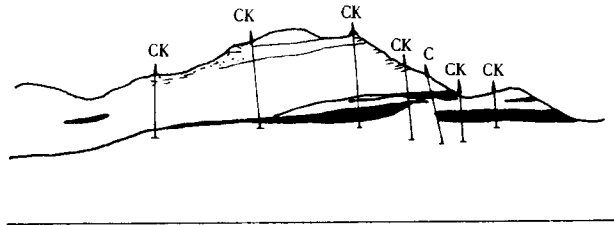


图1-8 云南大姚铜矿1号矿体六苴矿段缓倾斜难采厚矿体示意图

104号线以北至露头，矿床长约 2.24km ，宽约 400m 。矿体走向为 $\text{NW}10^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ，向西倾斜。矿体倾角一般为 $4^{\circ}\sim 29^{\circ}$ ，上陡下缓，平均约 15° 。矿体厚度一般为 $1.17\sim 35.9\text{m}$ ，平均约 13m 。矿体在横断面上呈透镜状，西端呈楔形尖灭，东端呈楔形或燕尾分支尖灭。

该矿床的上部矿体为氧化矿，属于难采矿体。矿体与围岩界限十分明显。氧化矿体松软，断层分布较密，节理发育，而且品位不高，是低品位矿体。

二、河北邯邢铁矿缓倾斜、倾斜难采厚矿体

邯邢地区的铁矿床，矿点多，分布广，矿体规模一般属于中小型，个别为大型矿。矿化层位主要为中奥陶统钙镁碳酸盐岩，燕山期的闪长岩-二长岩类，呈“似层状”，沿中奥陶统底部角砾状灰岩顺层侵入，在两者的接触带中间形成一系列接触交代型铁矿床。

矿体长度由数十米至数千米。矿体厚度由 $2.0\sim 60\text{m}$ ，最厚达 177m 。矿体倾角一般为

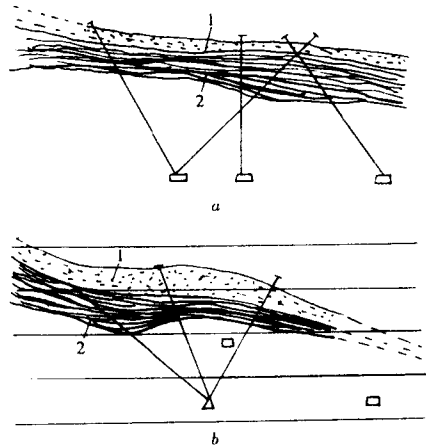


图1-7 四川金河磷矿不稳定直顶缓倾斜中厚难采矿体示意图

1—不稳固直接顶板；2—磷矿层

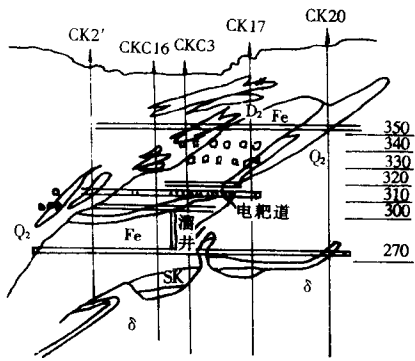


图 1-9 河北邯邢铁矿区 4 号矿体
倾斜难采厚矿示意图

5°~30°，属缓倾难采矿体，符山的 1 号和 4 号矿体属于倾斜难采矿体，倾角一般为 40°~50°，如图 1-9 所示。

该矿区的矿体开采技术条件比较复杂，主要有以下特点：(1) 矿体形态多变，矿体在一个剖面上，呈蠕虫形、纺锤形、梭形、丝瓜形、帚形和鸟翼形等多种复杂形态，也有分叉、膨胀缩小和夹石等多种变化；(2) 矿体厚度多变，矿体在 2.0~148m 厚度变化，在走向方向和倾斜方向都有较大变化；(3) 顶板主要为石灰岩，有时石灰岩变质为大理岩，其稳固程度变化很大；(4) 直接底板大部分是砂卡岩，很不稳固，其厚度一般为 1.0~10m，有的硅卡

岩刚暴露时还比较稳固，但是 1~2 个月后，就发生冒落。

第五节 松软难采矿体

松软难采矿体的类型比较多，其主要特征就是围岩或矿体不稳固或很不稳固，开采难度较大或很大。在国内各类大、中小型矿山的各类矿体中，都时有此类松软难采矿体类型出现。

一、江苏苏州阳西高岭土矿松软难采矿体

我国是世界最早开采和利用高岭土的国家，北宋年间景德镇的瓷器已誉满中外。苏州地区拥有国内规模最大的高岭土矿床，储量丰富，品质优良。但此类松软矿床的开采难度大，如图 1-10 所示。其开采难度主要有以下几点：(1) 矿体松软， $f=1\sim2$ ，粘结性强，遇水发生崩解和膨胀，采场地压大，允许暴露面仅有 4~7m²；(2) 顶底板破碎，且为含水层；(3) 矿体厚度变化，一般为 0.72~90m；(4) 矿体倾角一般为 26°~53°，属缓倾斜、倾斜难采矿体；(5) 高岭土主要化学成分为 Al₂O₃·SiO₂，含有微量 Fe₂O₃ 和 SO₃ 等有害杂质，矿石质量分布无明显规律。

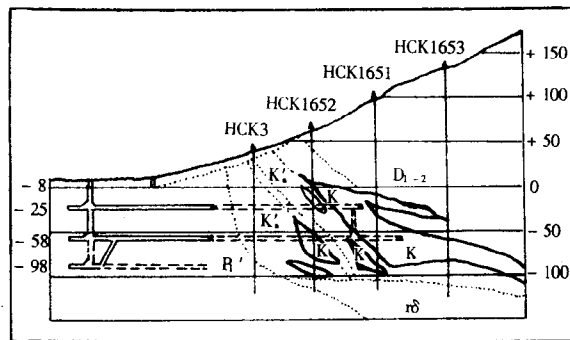


图 1-10 苏州阳西高岭土矿松软难采矿体示意图

二、浙江诸暨金矿急倾斜松软难采矿体

诸暨金矿区的主矿体赋存于北东向 (F₁) 压扭性断裂构造带中，该区的璜山金矿床主要