

某少露头矿山的工程地质研究

任清平

(中国科学院武汉岩土力学研究所 武汉 430071)

摘要 根据在一个矿山所开展的地表变形研究课题的实际工作,介绍了在矿山岩石露头稀少的特殊条件下,开展工程地质研究工作的思路、方法和步骤,并据此对相关的变形特征及地质特征进行了简要的评述。

关键词 矿山,工程地质,研究方法

分类号 P 642.5

1 引言

位于湖北省大冶市境内的金山店铁矿是武钢重要的铁矿石开采基地之一,同时也是国内同类矿山中地质条件和开采条件较复杂的矿山之一。由于矿体埋藏较深,故主要实行地下开采,而矿体上方地表为农田土地,并分布有民用建筑和其他设施,在矿体开采过程中地表产生变形并不断发展。但实际的地表变形(陷落、错动)范围与设计值之间存在较大的差距,为此,矿山委托科研单位开展了地下采矿条件下上覆岩层陷落角、错动角的研究。

显然,首先必需了解岩土体的工程地质条件,这在许多矿山中都是一个比较薄弱的环节,对于大范围复杂而又露头稀少的地质体,无疑给这项工作的完成带来了实际困难,但是又必须提供可靠的地质资料,那么,如何在有限的条件下获得对地质体特征足够的认识呢?这便是本文要叙述的重点内容。

2 基本地质条件

本次研究的范围为金山店铁矿张福山矿床的西段。该区段东西长 900 m,矿体走向 NW290°,倾向 SW,倾角 63°~85°,为急倾斜矿体,矿体平均厚度 24.90 m,最厚达 56.07 m。

本矿为岩浆侵入时的接触交代矽卡岩型矿床。矿体下盘为侵入杂岩体,其主要岩性为石英闪长岩,上盘主要为由砂页岩经热力变质而成的各类角岩。

矿体及围岩中的主要构造是存在于矿体与下盘

岩体接触带上较大规模的断层和普遍发育的次级结构面(节理裂隙),前者实际上主要是区域性断裂(容矿构造)的残余部分。

矿区地表,其北部是由侵入杂岩体组成的高低丘陵,与矿床延伸方向一致。山头标高 120~190 m;南部为低丘陵,标高 90~120 m,其间是宽 300~500 m 的山间洼地,标高 60~80 m,西高东低,地形平缓;矿体就埋藏在北部丘陵南麓,倾伏于山间洼地之下。

3 矿床开采概况

在前述的矿床西段(西区)以 18 线为界被分为 I (18 线以东)、II (18 线以西)两个采区。由于在本区段部分矿体出露地表,故在地下开采之前,先进行了小范围露采,并形成了两个独立的露采坑(如图 1)。坑底标高分别为 +54 m (I 采区)和 +40 m (II 采区),其后转入地下开采并主要采用无底柱分段崩落法,采掘中段高度为 70 m,分段高度一般 10~15 m。目前开采水平已降至 -115~-130 m,其采空区形态大致为与矿体产状近一致的不完整的倾斜长巷。

4 工程地质研究的方法与步骤

4.1 了解课题目的,明确工作目标

本课题的研究目的是在特定的开采条件下,确定在不同的开采水平所对应的围岩错动角。因此,重点要考虑的不是采场或巷道的局部稳定问题,而是

1998年7月2日收到初稿,1998年10月4日收到修改稿。

作者任清平简介:男,35岁,1988年毕业于中国地质大学水文地质与工程地质系工程地质专业,现任助理研究员,主要从事工程地质与岩石力学工程应用方面的研究工作。

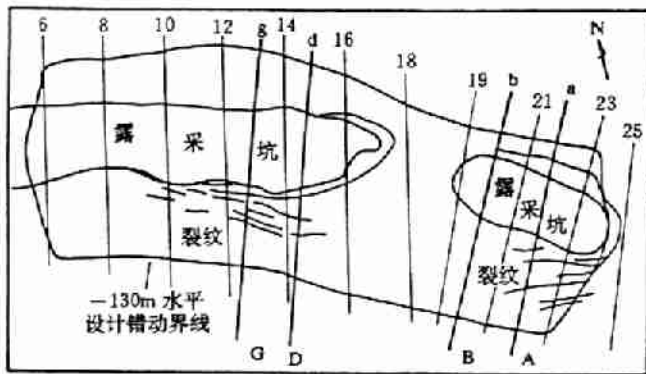


图 1 I, II 采区地表综合简图

Fig.1 The surface of mining areas I and II

在采空区形成后,上覆围岩的变形规律与影响范围的问题,所以根据矿山基本地质条件,工程地质工作的主要内容及目标应当是:

(1) 以力学特性为主要区分要素,对矿体围岩进行工程分级和分区,即需了解不同性质围岩的空间展布;

- (2) 区域断裂对围岩整体变形的影响;
- (3) 次级结构面发育特征;
- (4) 围岩变形的地质模式及变形过程分析。

4.2 充分利用已有资料,掌握基本规律

步骤与方案的制定源于对矿山基本问题及基本条件的细致了解与分析。一方面,希望进行较全面的实地调查,另一方面,由于地表土层覆盖,而地下巷道又多被喷射混凝土支护或崩塌堵塞,基岩露头极其有限。因此首先通过分析前人资料和现场勘探所获得的信息,了解或推断出围岩的基本分布特征和构造发育特征:

(1) 上盘围岩为沉积变质岩(角页岩),其原岩为砂页岩,据零星露头观察和推断,原岩所具有的层理构造在围岩中被保留并进一步发展为层面节理,其产状则可在零星露头中去量测与统计;

(2) 矿体所在部位在矿体形成前实际上是区域断裂的破碎带部位,因此矿体上、下盘的近矿围岩的破碎程度和蚀变程度应当是相对较高的;

(3) 区域断裂的存在已有勘探依据和部分地面地质调查依据,但它对围岩及地表的整体变形影响还有待分析;

(4) 围岩,特别是近矿围岩中,节理裂隙发育,它们可能是影响围岩变形的重要因素。

4.3 详细调查,获取并分析各类信息

一方面,可以利用那些零星露头尽可能多地直接了解有关基岩(围岩)的地质特征,恰巧这些露头分布于工作区的各个不同部位,因此,认为它们可以从一定程度上反映相应范围内地质体的特征,这

正是对全区地质条件进行整体评价的基础之一;另一方面,注重了解或调查自矿山开采以来地表及深部围岩的各类变形现象;再是,针对特殊问题,做到有的放矢,例如:

(1) 有人认为区域断层是对围岩及地表变形不可忽视的影响因素;

(2) 上盘地表出现的反向错动,即地表纵向(NWW向)裂缝的北盘(近采空区)相对南盘(远离采空区)上升,从而不符合滑移破坏特征(如图2);

(3) 有人提出应当到地下巷道中寻找变形裂缝或滑动面。

这些问题的提出,实际上可以帮助如何从整体上而不是从局部去制定指导性的工作方案。



(a) 采空区在照片的右侧(I采区)



(b) 采空区在照片的左侧(II采区)

图 2 I, II 采区地表的反向错动现象

Fig.2 The reverse dislocation on the surface of mining areas I and II

4.4 利用监测资料进行反分析

在调查围岩及地表变形的各种宏观现象的基础上,结合典型剖面的变形监测(细观观测)资料,这里主要利用全站仪和水准仪对地表进行的变形监测资料(如图3,4),对它们进行综合分析,可以找到地表及深部围岩的变形规律,从而可以反过来验证

或推断地质体的某些关键特征, 以及加强对这些特征认识上的可靠性。

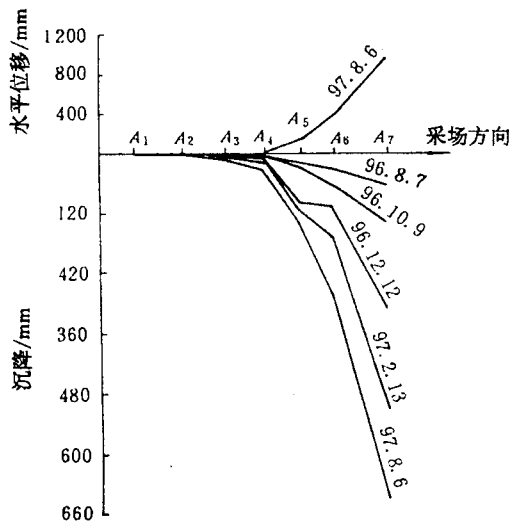


图 3 I 采区上盘地表(Aa 剖面)变形曲线
Fig. 3 The deformation curves of the upper side surface(section Aa) of mining area I

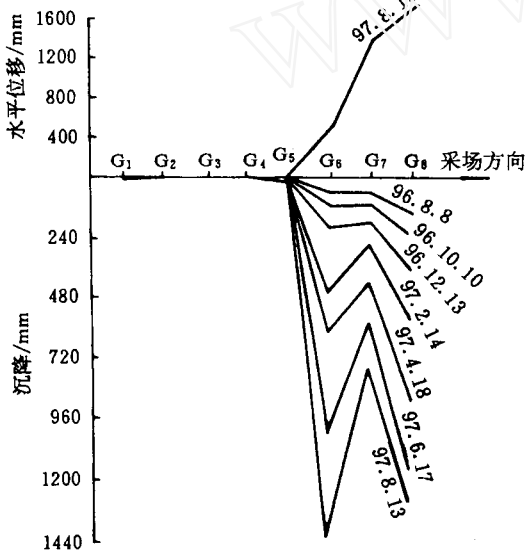


图 4 II 采区上盘地表(Gg 剖面)变形曲线
Fig. 4 The deformation curves of the upper side surface (section Gg)of mining area II

5 围岩地质特征的综合判断与分析

前面主要讨论了工程地质工作的方法、步骤和内容, 并对所获资料的可靠性和充分性进行了初步的分析与评价。为了加强对这种总体工作思路的认识与理解, 选取几项主要工作内容, 描述其综合判断与分析过程。

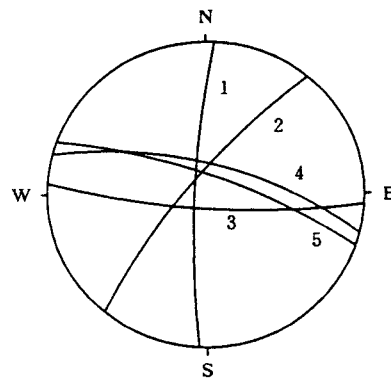
5.1 区域断层的影响分析

从前述可知, 该断层发育在矿体与下盘闪长岩

的接触带上, 属成矿前形成的断层, 也是成矿时的容矿构造。而现存断层形迹在本区段并不十分明显, 即该断层在该区段并不具有宽大的破碎带, 这在 I, II 采区的露天开采及地下穿脉巷道中已得到证实。另一方面, 由于断层的产状与矿体产状近一致, 所以当采空区形成后, 断层面(带)成为下盘的临空面。对上盘围岩来说, 断层(作用)基本“消失”, 而对下盘围岩的影响实际上局限于断层带本身, 因为它处于下盘围岩的最“表层”, 而不构成围岩内部的切割面或滑动面。而正是由于断层已不具有宽大的残留破碎带, 因此, 从其综合影响效果来看, 对上、下盘围岩的稳定性实际上不起控制作用。这一点, 同样从地表和井下各采掘中段所观察到的围岩变形状态中得到证明。

5.2 节理裂隙的统计分析

由于本区(特别是上盘围岩)露头少, 给节理裂隙的大量统计带来困难, 但从前面的分析可知, 零星露头所反映的岩体结构及其它地质特征对全区依然具有相应的代表性, 这一判断过程是至关重要的。图 5 和图 6 反映了上、下盘围岩中的优势节理组合, 并反映了各组节理与临空面(采空区)之间的关系。从图中可以看出, 上盘围岩中的层面节理④和另一组纵向陡倾节理③是其控制性的结构面, 而下盘节理组合特征则比较有利于围岩的稳定。



① 93°∠80°~90° ② 120°~140°∠70°~90°
③ 4°/184°∠80°~90° ④ 195°~210°∠60°~70°
⑤ 200°~210°∠63°~85°(采空区)

图 5 上盘围岩优势节理赤平投影图

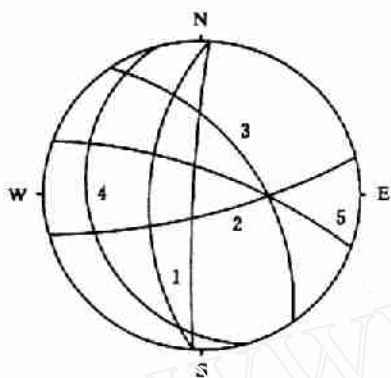
Fig. 5 The stereographic illustration of dominant joints in upper side wall of rock

5.3 岩体变形特征分析与反分析

在掌握了矿区的基本地质条件、开采方式及过程之后, 便可初步判断围岩的变形形式和趋势, 而所有的变形现象一方面为分析围岩的变形模式提供直接依据, 另一方面又可反过来验证或据此推断某些地质特征。

研究的直接目标是地表变形特征,但其研究对象必须是地下一定深度一定平面范围内的岩(土)体,而最直观的岩体变形依然表现为地表变形。因此,有可能也应该首先从地表变形的观测与分析入手,推断其内在的本质特征,即地质特征。下面是地表变形的几项主要特征与简要分析。

(1) 变形主要发生在上盘地表,下盘地表无明显变形现象。这一方面符合开采急倾斜矿体地表变形的一般规律,另一方面是由于下盘闪长岩的结构面组合(图 6)与较高的岩体综合强度有利于岩体(坡体)的稳定。



① $93^{\circ}/52^{\circ}\sim 84^{\circ}$ ② $345^{\circ}/69^{\circ}\sim 82^{\circ}$
 ③ $235^{\circ}/42^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ④ $74^{\circ}/12^{\circ}\sim 30^{\circ}$
 ⑤ $200^{\circ}\sim 210^{\circ}/63^{\circ}\sim 85^{\circ}$ (采空区)

图 6 下盘围岩优势节理赤平投影图

Fig. 6 The stereographic illustration of dominant joints in lower side wall of rock

(2) 上盘地表最显著的变形现象之一是地表纵向裂缝,即其走向与矿体(采空区)走向近一致(图 1),并表现为张拉裂缝。可以看到,裂缝主要发育在 I, II 采区原露采坑的上盘地表,同时其走向也正好与上述节理组③和④的走向相一致,这说明围岩在具有临空条件(采空区)时,受优势弱面的控制而产生向采空区方向的变形。

(3) 裂缝两盘出现近垂直错动,错距随时间逐渐加大,并且多数呈反向错动,但从整体上看还是愈靠近采场其沉降值愈大,这表明在特定的结构面与临空面的组合条件下,上盘岩体表现为倾倒和陡倾错动的变形(破坏)模式(图 2, 7, 8)。

其次,对变形细观监测(全站仪和水准仪)数据(图形)进行分析(图 3, 4)。

(1) 监测剖面上大多数测点之间的水平变形表现为拉伸变形。

(2) 采区的沉降曲线表明,地表呈凸形弯曲沉降,而“坡体”后缘无沉降突变点。

(3) II 采区地表有沉降突变点(G_5, G_6 之间),

观察期间的垂直变形差值达 1 405.5 mm,而水平变形差值(拉伸)为 481.6 mm,这表明有明显的张拉错动(图 8)。

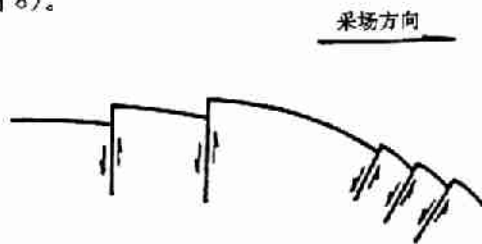


图 7 I 采区 Aa 剖面附近上盘地表变形形态

Fig. 7 The deformation form of the upper side surface near section Aa of mining area I



图 8 I 采区地表垂直错动变形

Fig. 8 The vertical dislocation deformation on the surface over mining area I

以上这些均进一步说明,上盘岩体的变形模式为倾倒式的陡倾错动。

至此,通过对上述监测资料的分析,找到了地表变形的一般规律,同时也确定了围岩的变形模式,而这些宏观观测和细观监测结果在反映岩体变形特征的同时,从另一侧面反映了岩体的结构特征,把这两方面的分析进行对比,就可以得到相互的印证,于是也进一步深化了对岩体特征的整体认识。

6 结 语

本文针对一个条件复杂的铁矿床,从特定的研究目的出发,在确立了工作思路之后提出了相应的工作方案,并以此为指导逐步实施,其结果表明达到了预期的目的。

本文旨在介绍并试图探讨这种在特殊条件下的工程地质工作方法。通过这些工作,作者进一步获得并加深了以下一些体会:(1) 在解决岩土工程问题的过程中,首先应当重视工程地质工作,不能把

这项工作随意简单化, 而应结合具体的工程问题, 评价各地质因素的综合效应; (2) 善于观察和利用各种岩土变形现象及其监测成果来反推或验证某些地质特征; (3) 工程地质工作是一个需多次反复调查与分析的过程。

致谢: 本文所做的现场工作得到金山店铁矿地测科徐国财高工、傅卫东工程师的大力协助, 监测资料由余景崇高工提供, 在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- 1 姚宝魁, 刘竹华, 李春元等. 矿山地下开采稳定性研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1994
- 2 Hock E, Brown E T 著. 岩石地下工程. 连志升, 田良灿, 王维德等译. 北京: 冶金工业出版社, 1986
- 3 孙广忠. 工程地质与地质工程. 北京: 地震出版社, 1993
- 4 任清平, 丰定祥, 谷志孟. 开采急倾斜矿体围岩地表变形特征及模式分析. 见: 鲁先元, 夏熙伦主编. 岩土力学与工程实践. 郑州: 黄河水利出版社, 1998

ENGINEERING GEOLOGICAL RESEARCH ON A MINE WITH RARE ROCK OUTCROP

Ren Qingping

(Institute of Rock and Soil Mechanics, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071 China)

Abstract On the bases of the practical works conducted for the surface deformation research, the thoughts, methods, and the steps are proposed for the engineering geological study under the special condition with rare rock outcrop. A brief evaluation on the related deformation characteristics and engineering geological characteristics is also made.

Key words mine, engineering geology, research methods

21 世纪高层建筑基础工程学术研讨会 今年 7 月在昆明召开

为了总结交流 20 世纪, 特别是建国 50 年和改革开放 20 年以来, 我国各地在高层建筑基础工程技术领域的成果与经验, 迎接 21 世纪更为宏大的建设任务的挑战, 云南省科技学术交流中心受有关各方的委托与支持, 定于 2000 年 7 月在昆明市召开“21 世纪高层建筑基础工程学术研讨会”。会期约 3 天, 会后将组织考察。本次会议将邀请国内知名专家学者作若干专题报告, 欢迎全国各届人士踊跃参与并积极投稿。

本次会议录用论文公开出版, 还将专辟“博士论坛”专栏。稿件全文要求用激光打印机打印并附 Word 或 WPS2000 文件类型的软盘, 于 2000 年 2 月 28 日前寄云南省昆明市人民东路 246 号, 云南省科技学术交流中心“21 世纪高层建筑基础工程学术研讨会”会务组收, 邮编: 650051, 联系电话: 0871-3111462, 传真: 0871-3192462, E-mail: yunacc@public.km.yu.cn, 联系人: 雷曼秋。

(黄理兴供稿)