

# 陕西省石泉县安沟钛磁铁矿床 详查报告

陕西省南郑县福利塑化总厂  
二〇〇五年十月

# 陕西省石泉县安沟钛磁铁矿床 详查报告

报告提交单位：陕西省南郑县福利塑化总厂

单 位 法 人：何海平

报告编写单位：陕西省地矿局第一地质队

队 长：赵廷周

总 工：朱经祥

报 告 编 写 人：张增民 陈俊斌 刘利民 彭学军

王 闯 方新宝 寇永德 刘宏波

报 告 审 查 人：陈西民

申 报 时 间：二〇〇五年十月

# 目 录

1 绪论 .....	1
1.1 目的任务 .....	1
1.2 位置、交通及自然地理经济概况 .....	1
1.3 以往工作评述 .....	2
1.4 本次工作情况 .....	3
1.5 矿权设置 .....	3
2 区域地质 .....	7
2.1 区域地质构造特征 .....	7
2.2 区域地球物理、地球化学异常特征 .....	8
2.3 区域矿产分布 .....	8
3 矿床地质 .....	9
3.1 地层 .....	9
3.2 构造 .....	9
3.3 岩浆岩 .....	9
3.4 变质作用及围岩蚀变 .....	12
3.5 物探异常 .....	12
4 矿体特征 .....	14
4.1 矿体特征 .....	14
4.2 矿石质量 .....	15
4.3 矿石类型及品级 .....	20
4.4 矿床成因及找矿标志 .....	20
5 矿石加工技术性能 .....	22
6 矿床开采技术条件 .....	24
6.1 水文地质特征 .....	24
6.2 工程地质及开采技术条件 .....	24
6.3 环境地质 .....	25
7 详查工作及其质量评述 .....	27
7.1 勘查类型及详查工作方法 .....	27
7.2 地质测量、工程测量及质量评述 .....	27
7.3 探矿工程质量评述 .....	29
7.4 样品采取、加工、测试方法及质量评述 .....	30
8 资源量估算 .....	33
8.1 资源量估算对象及范围 .....	33
8.2 资源量估算指标 .....	33
8.3 资源量估算方法的选择及其依据 .....	34

8.4 资源量估算主要参数的确定 .....	34
8.5 矿体圈定原则 .....	36
8.6 资源量的分类和块段划分 .....	38
8.7 资源量估算结果 .....	39
8.8 伴生钛铁矿的资源量估算 .....	39
9 矿床技术经济概略研究 .....	40
9.1 市场分析 .....	40
9.2 矿山建议内、外部条件 .....	40
9.3 矿山设计 .....	42
9.4 经济评价 .....	42
9.5 社会效益及环境保护 .....	45
10 结论 .....	46
10.1 详查工作程度及主要地质成果 .....	46
10.2 存在主要问题 .....	46

## 附 表

### 陕西省石泉县安沟钛磁铁矿床详查报告附表

- 1、 测量成果表
- 2、 工程矿体平均品位及厚度计算表
- 3、 块段面积统计表
- 4、 地质块段法资源量估算表

## 附 件

- 1、陕西省石泉县力德钒钛磁铁矿选矿试验报告
- 2、陕西省石泉县安沟钛磁铁矿矿床品位指标论证报告

## 附 图 目 录

顺序号	图号	图 名	比例尺
1	1	陕西省石泉县安沟钛磁铁矿区 地形地质图	1:10000
2	2	石泉县安沟钛磁铁矿床地形地质图	1:2000
3	3	安沟钛磁铁矿床采样平面图	1:1000
4	4	安沟钛磁铁矿床 870 米中段平面图	1:1000
5	5	安沟钛磁铁矿床 820 米中段平面图	1:1000
6	6	安沟钛磁铁矿床 7 号勘探线剖面图	1:1000
7	7	安沟钛磁铁矿床 9 号勘探线剖面图	1:1000
8	8	安沟钛磁铁矿床 K1 矿体资源量估算 垂直纵投影图	1:1000
9	9	安沟钛磁铁矿床 K2 矿体资源量估算 垂直纵投影图	1:1000
10	10	安沟钛磁铁矿床 TC6 素描图	1:200
11	11	安沟钛磁铁矿床 TC9—1、 TC9—2 素描图	1:200
12	12	安沟钛磁铁矿床 TC5E 素描图	1:200
13	13	安沟钛磁铁矿床 TC7-3S 素描图	1: 100
14	14	安沟钛磁铁矿床平硐采样位置素描图	1: 100

# 1 绪论

## 1.1 目的任务

为了加快矿产资源的开发利用，改变贫困落后面貌。陕西省地质矿产勘查开发局第一地质队受陕西省南郑县福利塑化总厂委托，对石泉县两河镇安沟一带的钛磁铁矿资源进行详查评价，其目的任务为：1、基本查明区内的地质、构造展布形态、地质背景及蚀变特征、成矿控制条件及矿化富集规律；2、基本查明区内矿体规模、产态、品位、厚度的变化情况；3、估算区内钛磁铁矿资源量，评价资源潜力，为矿区的下步工作及矿山建设提供地质依据；4、2005 年 10 月提交《陕西省石泉县安沟钛磁铁矿床详查报告》。

## 1.2 位置、交通及自然地理经济概况

矿区位于石泉县西北约 30 公里的两河镇安沟两侧，行政区划属石泉县两河镇所辖，西起崔家坪，东到应家坝；北起扇子坡，南止瓦窑沟口。东西长 3.85 公里，南北宽 3.25 公里，面积约 12.51 平方公里。其地理坐标为：

东经：  $108^{\circ} 01' 00'' \sim 108^{\circ} 04' 00''$

北纬：  $33^{\circ} 14' 45'' \sim 33^{\circ} 16' 30''$

矿区与 210 国道有 13 公里简易公路相连，沿 210 国道向北行 227 公里可直达省会西安，沿 210 国道向东南行 30 公里可达石泉县城与 316 国道及阳（平关）—安（康）铁路石泉站相接，由石泉县城沿 316 国道、阳—安铁路向东、西分别可达安康和汉中，交通较为便利（见插图 1）。

工作区位于秦岭南坡，中部高，四周低。中部山脊走向呈北西—南东向。最高海拔（大寨）1107.56 米，最低海拔（子午河谷）480 米，相对高差 574 米，





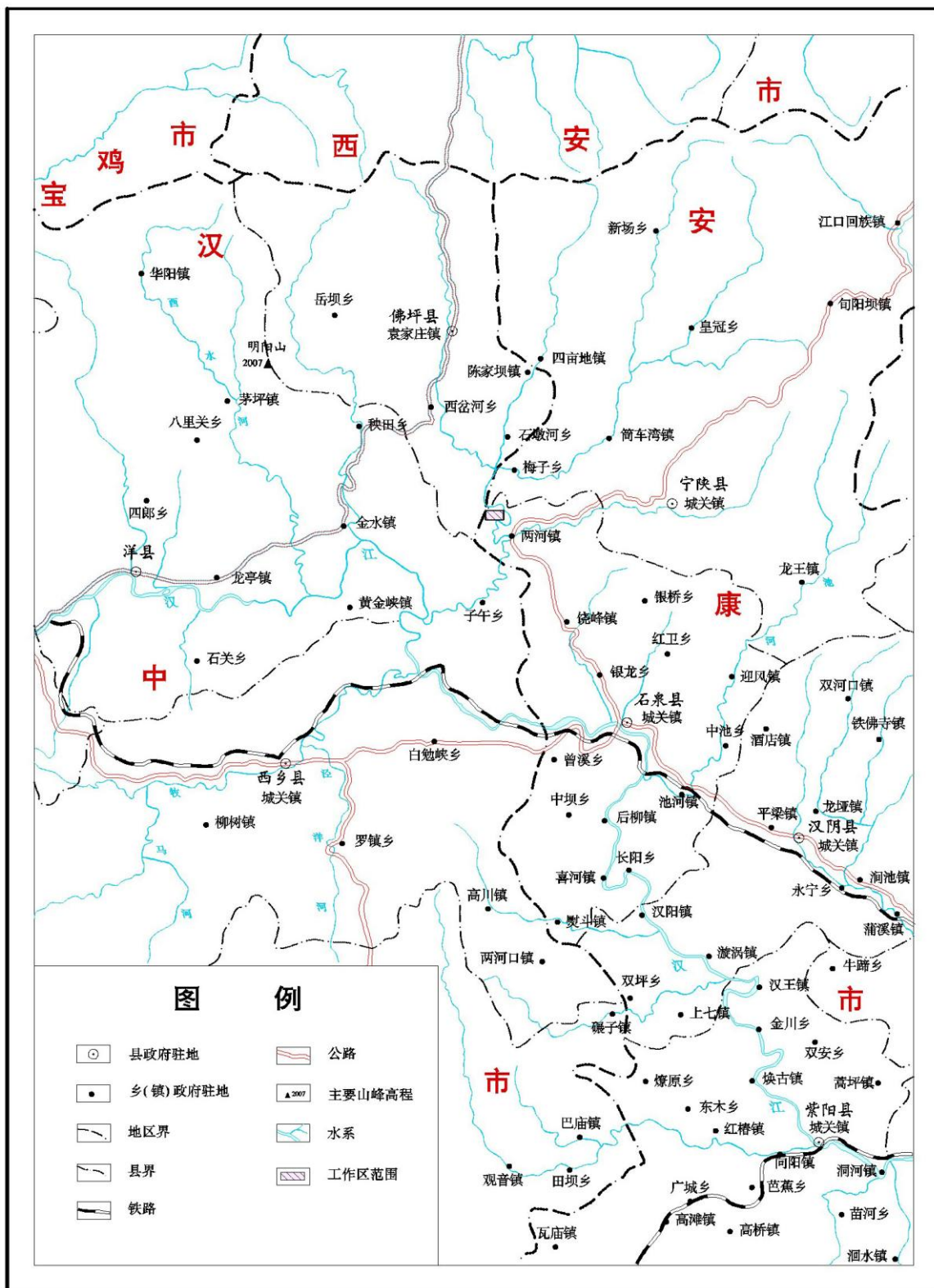


插图1 交通位置图

地形坡度一般在  $25^{\circ}$ — $35^{\circ}$  之间，属低山陡坡地形。主水系有小沟、安沟、瓦窑沟，呈树枝状汇入野人沟，向南东流入子午河。

本区属北亚热带湿润季风气候，气候温和多雨。年平均气温  $14.6^{\circ}\text{C}$ ，极端最高气温  $41.3^{\circ}\text{C}$ ，极端最低气温  $-10.2^{\circ}\text{C}$ ，年均降水量 888 毫米。无霜期 240 天。8 月常有伏旱。

农作物以小麦、水稻、玉米、豆薯类为主，粮食能自给。经济作物有生漆、桐油、木耳、香菇、蚕桑等。居民居住分散、劳动力充足。矿区野人沟水质较好，能满足生产需要；子午河从东部通过，水力资源丰富；有高压电网通过，电力资源有保证。区内目前无工矿企业，经济基础薄弱。

### 1.3 以往工作评述

区内地质工作开始于上世纪 50 年代末，先后有多家地勘单位在区内开展过地质工作。

1958 年—1959 年陕西地质局秦岭区域地质测量大队九分队在区内进行 1/20 万区域地质调查，建立了区内基本构造格架和地层层序，对岩浆岩进行了初步划分和圈定，并发现了洋县毕机沟—石泉安沟钛磁铁矿线索。

1961 年—1962 年陕西地质局第二地质队在毕机沟进行了钛磁铁矿详查，利用槽、坑、钻探等手段对矿体进行了控制，提交了《陕西省洋县毕机沟铁矿详查报告》，并对处于毕机沟外围的本区进行了初步工作。

1969 年—1972 年冶金西北地勘局 711 队在对毕机沟钛铁矿详查的同时，对外围的钛磁铁矿进行了初步的调查工作。

1973 年冶金西北地勘局 715 队继续对毕机沟铁矿及外围进行地质找矿工作，开展了 1:1 万地质调查，完成了槽探施工 3138.63 立方米，并利用钻探工

程对矿体进行了控制，提交了《陕西省洋县毕机沟铁矿评价报告》。

1988 年—1992 年冶金工业部西北地勘局六队在本区进行了地质详查，提交了《陕西省洋县毕机沟铁矿及外围详查报告》。

上述历次地质矿产详查工作，仅 1988-1992 年冶金工业部西北地勘局 716 队开展地质矿产详查时，在安沟地段对(M132)支航磁异常进行了地面磁测及矿点检查,发现了 K1、K2 磁铁矿矿体，但未开展进一步的追索控制及检查评价工作。

#### **1.4 本次工作情况**

本次详查工作始于 2004 年元月，止于 2005 年 10 月，在区内开展了 1:1 万地质测量，对矿化出露较好的安沟地段进行了 1:2 千地形地质测量，对发现的矿（化）体在地表按 100—200 米间距进行了较系统槽探工程揭露；在 870 米标高和 820 米标高采用硐探工程对矿体浅、中深部进行了了解；对矿石矿物组份及矿石的技术加工性能、选矿试验及经济论证等进行了初步了解。上述工作，初步查明了区内地层、构造及岩浆岩的分布、产态；圈出了 9 条矿体(含 3 条盲矿体)，探求控制及推断的内蕴经济资源量铁矿石约 256.11 万吨。基本查明了区内矿体的规模、产出条件、产态及矿石质量;对区内水文地质、工程地质及环境地质资料进行了收集，对矿床开发的经济意义进行了概略评价。本次详查工作共投入资金 190 余万元。完成的主要实物工作量见表 1-1。

#### **1.5 矿权设置**

勘查项目名称：石泉县两河镇安沟钛磁铁矿详查

探矿权人：陕西省南郑县福利塑化总厂

表 1-1 主要实物工作量一览表

工作项目	单位	完成工作量	备注
1:1 万地质测量	平方千米	12	
1:2 千地形地质测量	平方千米	1.8	
1:1 千地质剖面	千米	5	
1:1 千勘探线剖面	千米	1.5	
槽探	立方米	2950	
坑探	米	1100	
化学样	件	195	
体重样	件	31	
光薄片	件	12	

勘查证号：6100000530143

勘查面积：11.41 平方千米

有效期限：2005 年 1 月 1 日～2005 年 12 月 31 日

勘查单位：陕西省地矿局第一地质队

勘查区拐点座标：

(1) 108° 01' 30"	33° 15' 00"
(2) 108° 01' 30"	33° 16' 00"
(3) 108° 02' 00"	33° 16' 00"
(4) 108° 02' 00"	33° 16' 30"
(5) 108° 04' 00"	33° 16' 30"
(6) 108° 04' 00"	33° 14' 45"
(7) 108° 02' 00"	33° 14' 45"
(8) 108° 02' 00"	33° 15' 00"

勘查区内有一采石证,经石泉县国土资源局批准设立.

1 采矿证号:6124230410009

2 采矿权人:石泉县力德钒钛磁铁矿

3 采矿面积：零点零参平方公里

4 矿山名称:石泉县两河镇迫合村毛茨沟石英矿

5 有效期限:壹年 自 2004 年 7 月 26 至 2005 年 6 月 25 日

6 采矿证坐标:

(1)	K <sub>1</sub>	x <sub>1</sub> =3683850	y <sub>1</sub> =19225130
(2)	K <sub>2</sub>	x <sub>2</sub> =3683765	y <sub>2</sub> =19225240
(3)	K <sub>3</sub>	x <sub>3</sub> = 3683600	y <sub>3</sub> =19225110
(4)	K <sub>4</sub>	x <sub>4</sub> =3683690	y <sub>4</sub> =19225000

勘查区西南侧有一采矿许可证设置:

采矿许可证号:6100000031626

采矿权人:洋县钒钛磁铁矿实业总公司

矿山名称:洋县钒钛磁铁矿实业总公司毕机沟钒钛磁铁矿

矿区面积:2.2503 平方公里

有效期限: 壹拾年 (自 2000 年 10 月至 2010 年 10 月)

采矿证范围拐点坐标:

点号	X 坐标	Y 坐标
(1)	3681336	19224717
(2)	3681172	19224247
(3)	3681472	19223989
(4)	3681718	19223512
(5)	3681930	19223287
(6)	3682176	19222619
(7)	3682620	19222547
(8)	3683292	19222641
(9)	3683678	19222561
(10)	3684340	19222922
(11)	3684576	19222934
(12)	3684556	19223337
(13)	3684240	19223465
(14)	3683592	19222962
(15)	3683296	19223059
(16)	3683082	19223067
(17)	3682896	19222901
(18)	3682496	19223117
(19)	3682316	19223682

(20)	3682175	19224125
(21)	3681916	19224742
(22)	3681604	19224811

除此之外无其它矿权设置及矿权纠纷。

## 2 区域地质

### 2.1 区域地质构造特征

石泉县安沟钛磁铁矿地处扬子地台与秦岭地槽两大构造单元接壤部位，位于扬子准地台北部汉南隆起东北缘。主要出露一套元古界西乡群中浅变质的中酸性火山岩和第三系紫红色砂砾岩，岩浆活动频繁，构造活动演化复杂，变质浅而变形强烈（见插图 2）。

构造线由近东西向急转为南南东向，挤压强烈，形成多条走向断层及一些紧密褶曲。

本区火山作用强烈，岩浆岩分布广泛。主要分布于饶峰—麻柳坝—钟宝大断裂南部广大地区，形成于中上元古界，属晋宁期拉张裂陷背景下的岩浆活动产物，尤其是辉绿岩，含长辉绿岩沿汉南隆起北部边缘成带分布，说明了源于上地幔的深源物质在地壳拉伸应力作用下，沿断裂或构造虚脱部位呈线状侵入地表而成。同时说明，伴随汉南隆起构造作用的演化、发展，本区有大量的源于上地幔或壳幔混合带的深源物质侵入。

本区岩浆成份多变，岩性复杂，有超基性岩、基性岩、中性岩和酸性岩。其中超基性岩有橄榄岩、橄长岩；基性岩有斜长岩、苏长岩、辉长岩；中性岩主要是各类闪长岩；酸性岩有黑云花岗岩、斜长花岗岩等。经野外观察分析初步认为，本区超基性岩、基性岩和部分中性岩是同源同期岩浆侵入过程中分异的结果。

关于岩浆岩的侵入时代，根据前人测得辉长岩（K—Ar）同位素年龄为 10.50 亿年，可供参考。

此处涉密



## 2.2 区域地球物理、地球化学异常特征

区域航磁成果显示，在一片正异常背景上发育着几组椭圆形和不规则形高峰磁异常带，强度达 500—1000r。单个异常规模一般长几公里，宽度约为其长度的一半，异常呈带状分布，形成高低相间的异常带，经初步检查，多数为基性岩体引起。

此处涉密

地球化学场和重砂异常的特征是，在钛磁铁矿和基性岩分布区，普遍伴有 V、Ti、P 的地球化学异常和铜、铅的重砂异常，反映了铁矿的地质特征和地球化学场特征的一致性。

## 2.3 区域矿产分布

区域矿产较为丰富,主要有钛磁铁矿、铁矿、铜、铅锌多金属矿产和铜镍矿化等。以铁矿为主，除钛磁铁矿外，尚有产于西乡群中的沉积变质铁矿，主要产地有付家梁、石梯等。一般长几十米至数百米，厚 2—5 米，含铁品位 20.4—30%；铜、铅锌多金属矿产分布在大河坝至土门垭、饶峰至响子寨一线，一般靠断裂两侧分布，围岩为千枚岩或板岩，经化验含 Cu0.26%；Pb1.17%；Zn0.76%。铜镍矿化点主要产在望江山基性岩和八宝台橄榄岩中。

### 3 矿床地质

安沟钛磁铁矿床属于洋县毕机沟钛磁铁矿区向北东部的延伸。其地质背景、成矿控制条件、矿化类型均与已知矿区相似。

#### 3.1 地层

矿区出露地层为元古界西乡群一套变质火山岩及火山凝灰岩。

西乡群（Ptxx）

主要由中基性—酸性火山岩和火山碎屑岩组成，岩性为中浅变质的基—酸性火山岩。火山凝灰岩、沉凝灰岩，砂质泥岩、泥质薄层灰岩等。

第四系（Q）

主要为河流、冲沟堆积的砾石、砂砾和杂土为主。分布在野人沟、小沟等低洼处。

#### 3.2 构造

矿区构造以褶皱为主，断裂构造不发育。

褶皱：主要为崔家坪背斜，背斜轴在安沟脑—崔家坪—童家山一线，大体呈北北东向，安沟矿床处位于该背斜东部顶端。

断裂：仅在矿区北东部发现一组断层，呈北北西—南南东走向，断层西盘为蚀变辉绿岩，东盘为薄层泥质灰岩夹绢云母石英片岩，千枚岩等。断层面附近局部可见断层角砾岩。

#### 3.3 岩浆岩

矿区出露岩浆岩为基性岩和酸性岩两大类。基性岩是钛磁铁矿的含矿母

岩。岩性主要有斜长岩、苏长岩、二辉辉长岩、辉长岩、蚀变辉长岩、异剥辉长岩、角闪辉长岩。以辉长岩、蚀变辉长岩、异剥辉长岩为主。酸性岩主要为黑云母花岗岩，闪长花岗岩，其穿插分割基性岩体，显现出是后期岩浆侵入形成的产物。主要的岩浆岩石如下。

#### (1) 辉长岩

岩石新鲜面为灰黑色，风化后为浅灰色—灰黄色，呈粗粒—中粗粒辉长结构。主要矿物成份为斜长石和单斜辉石，一般斜长石含量 50—70%，单斜辉石含量 20—40%。次要矿物有角闪石、阳起石、绿帘石，根据矿物颗粒大小为粗粒、中粗粒、中细粒等结构。

#### (2) 蚀变辉长岩

岩石新鲜面为灰黑色，风化后为灰绿色，具辉长结构。主要矿物成份为斜长石和单斜辉石、钠黝帘石、次要矿物成份为角闪石、绿帘石、绿泥石等。角闪石或绿泥石含量达 10%以上。岩石蚀变较强。蚀变辉长岩是矿区含矿母岩。按照矿物颗粒大小为粗粒、中粒、细粒。

#### (3) 异剥辉长岩

一般为灰绿色中粒结构，主要矿物成份为异剥辉石及斜长石。异剥辉石含量一般在 30—50%，斜长石含量一般在 40—60%。异剥辉石多蚀变为绿帘石，绿泥石，次为次闪石。镜下观察微具黄褐色，正高突起，干涉色达二级顶部，常见接合面双晶。斜长石蚀变为高岭石或钠黝帘石。从宏观上看，它是蚀变辉长岩进一步分异形成的，多呈似层状、条带状分布在蚀变辉长岩中。

#### (4) 斜长岩

斜长石含量在 80%，其次为高岭土、绿泥石及阳起石，外观为白色或浅

绿色，出露范围长 5—10 米，宽 1—3 米，仅见于局部出露。

#### (5) 苏长岩

为深灰色，风化后为灰紫色或棕色，具辉长结构或似斑状结构，块状构造。主要矿物成份为拉长石和倍长石，约占 50—70%；紫苏辉长石、顽火辉石、古铜辉石之和约占 15—40%；次要矿物有异剥辉石、橄榄石、角闪石、透辉石、磁铁矿、黄铁矿等。一般规模小，多分布在矿体的下盘。

#### (6) 二辉辉长岩

岩石为灰黑色，风化后为灰紫色，具辉长结构。拉长石和倍长石含量 20—50%；斜方辉石和单斜辉石含量各为 5—30%。次要矿物有透辉石、角闪石。岩石多为中粒结构，多分布在矿体上盘。

#### (7) 橄榄辉长岩

橄榄辉长岩多见于矿体附近，岩石外观与蚀变辉长岩相同。橄榄石含量为 10%左右。规模小。

#### (8) 花岗岩

主要是黑云母花岗岩，局部有斜长花岗岩，一般为灰色或略带火红色，具花岗结构。主要矿物成份为石英、斜长石和黑云母，其次有微斜长石、白云母、帘石、绢云母等；斜长石呈粒状或板粒状，含量 30—60%，石英呈不规则粒状或蠕虫状，粒径 0.5—0.8 毫米，含量 35—50%，黑云母呈叶片状，含量约为 15%。斜长花岗岩一般不含黑云母，含少量白云母，具花岗结构或似斑状结构，斜长石具细而密的双晶，有时可见格子双晶，有时可见斜长石晶体中包含卵园形石英。黑云母花岗岩分布在黑沟、小安沟北坡等地，出露面积较大。

### 3.4 变质作用及围岩蚀变

#### 3.4.1 变质作用

矿区区域变质作用程度较低，原岩特征变化甚微。属低绿片岩相—角闪岩相，矿物组合主要为斜长石，角闪石，辉石片理化及少量绿帘石，次闪石、绿泥石等。动力变质作用以变形变质作用为主，形成线状分布的碎裂岩。

#### 3.4.2 围岩蚀变

矿区围岩蚀变主要为绿帘石化，绿泥石化、透闪石—阳起石化，其次为褐铁矿化，绢云母化，方解石化等，以绿帘石化、绿泥石化与磁铁矿化关系最为密切，多分布于异剥蚀变辉长石中。

##### （1）绿帘石化

绿帘石含量 3—15%，一般为 7%，结晶呈微细粒半自形—自形晶柱、粒状单晶或连晶堆积体，粒径 0.05—0.3mm，一般 0.1—0.2mm。系交代辉石和角闪石而成。常有少量微细铁、钛矿物的浸染。

##### （2）绿泥石化

含量 3—10%，一般为 5%，呈微粒叶片状堆积体交代辉石、角闪石。物性特征与绿帘石相似，同样会有少量片状体存在于铁、钛精矿中难以除净。

##### （3）透闪石—阳起石化

含量 3—15%，一般 5%，细粒柱状与帚状，交代辉石与角闪石，其物性特征与上述二者相似。

### 3.5 物探异常

矿区处于“陕西省洋县—石泉地区航磁总场（M132）支航磁异常”中。

大体呈一椭圆形，北部分叉两支，走向近南北，异常强度大、峰值高。前人在异常区进行了 1/5 千地面磁测，分解圈出三个磁异常。

I 号磁异常位于矿床中偏南部，走向 20° 左右，长约 700 米，宽 50—200 米，异常区见铁矿化中粒蚀变辉长岩 1—4 层，单层厚度 4—12 米，最厚外达 24 米，经取样分析 TFe 品位在 12—19% 之间。

II 号磁异常位于安沟北部、异常长约 400 米，宽 60—80 米，最高强度为 4000r，异常区有两个槽探工程控制，已发现 K1、K2 两个钛磁铁矿体。

III 号磁异常位于 I 号磁异常东约 200 米，异常呈南北走向，长约 350 米，宽 100—200 米，见有矿化中粒蚀变辉长岩产出，尚需进一步检查评价。

## 4 矿体特征

### 4.1 矿体特征

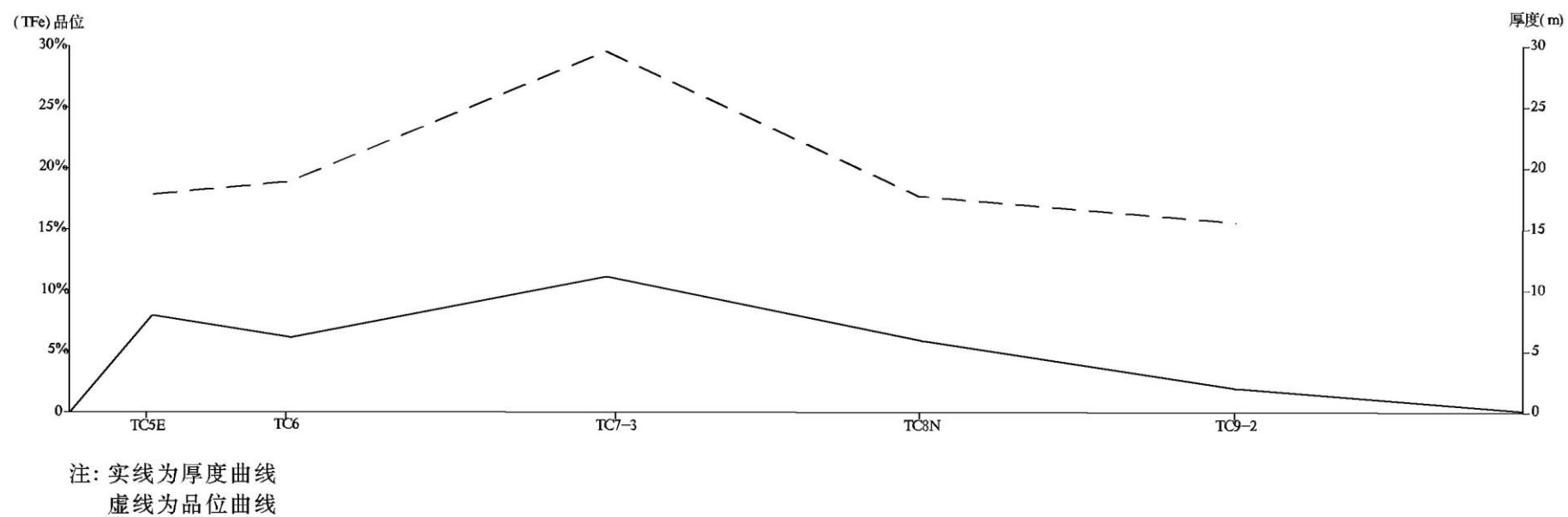
经地表追索及探矿工程控制，矿床内共圈出矿(化)体 9 条。其中控制程度相对较高，品位较富的矿体  $k_1$ 、 $k_2$  矿体，进行了资源量估算；控制程度相对较差(单工程)，品位较低(矿体平均品位小于 18%)的( $k_4$ 、 $k_5$ 、 $k_6$ 、 $k_7$ 、 $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ )七个矿化体，未进行资源量估算。矿体产于中粒含铁异剥辉长岩、辉长岩中，主要受蚀变的异剥辉长岩、辉长岩控制，与钠黝帘石化、绿帘石化、次角闪石化及绿泥石化关系密切。矿体呈透镜状、似层状产出。矿石以浸染状为主，偶见有条带状矿石。主要矿体特征如下：

$K_1$  矿体：位于矿区北部小沟南坡，由 TC5E、TC6、TC7-3、TC8N、TC9-2 及 PD2、PD3 共 7 个探矿工程控制；矿体呈似层状产出。出露最低标高 885 米，最高标高 1000 米，矿体控制最低标高 870 米。矿体长度 450 米，矿体厚度 1.91—17.82，平均厚度 8.95 米，厚度变化系数为 55.42%。单工程矿体 TFe 品位 13.45—29.15%，矿体平均 TFe 品位 18.56%；TFe 品位变化系数为 26.38%( $K_1$  品位厚度变化曲线见插图 3)；伴生  $TiO_2$  含量 2.53—5.0%，平均  $TiO_2$  含量 3.59%，矿体走向北东—南西，倾向北西，倾角 70—86°，矿体平均倾角 77°。

$K_2$  矿体：是该矿床内最大的矿体。位于王家院北侧，由 TC5E、TC6、TC7-3、TC9-2、TC8N、PD2、PD3、PD1 共 8 个探矿工程控制，矿体呈似层状产出。出露最低标高 858 米，最高标高 1025 米，矿体控制最低标高 820 米。矿体长度 455 米，矿体厚度为 1.94—29.27 米，平均厚度 10.53 米；厚度变化系数为

插图 3

## 安沟钛磁矿 $K1$ 矿体厚度 ( $TFe$ ) 品位曲线图





89.63%，矿体厚度地表向深部变薄。单工程矿体 TFe 品位为 15.00—22.05%，矿体平均 TFe 品位 18.30%；TFe 品位变化系数为 13.45%，变化较小，但地表品位相对较高，中浅部品位变低（K2 品位厚度变化曲线见插图 4）。伴生  $\text{TiO}_2$  含量 2.48—3.84%，平均含量 3.31%；矿体走向与  $K_1$  一致，两者平行产出，矿体产状  $340^\circ \angle 77^\circ$ 。

$K_4$  矿体：位于 9 线的南端，由 TC8、TC9-1 共 2 个工程控制，矿体呈透镜状产出。出露最低标高 950 米，最高标高 1080 米。矿体长度 250 米，矿体平均厚度 1.79 米；矿体平均品位 TFe16.78%，伴生  $\text{TiO}_2$  含量 2.81%。矿体产状  $350^\circ \angle 75^\circ$ 。

$K_7$  矿体：位于矿区北部小沟北坡，是一低品位矿体（未进行资源量估算），由 TC9-3 单工程控制；矿体呈透镜状产出。出露最低标高 960 米，最高标高 980 米，控制长度 120 米。矿体厚度 7.47 米；单工程品位 TFe16.2%，伴生  $\text{TiO}_2$  含量 2.67%，矿体产状  $330^\circ \angle 76^\circ$ 。

## 4.2 矿石质量

### 4.2.1 矿石物质组成

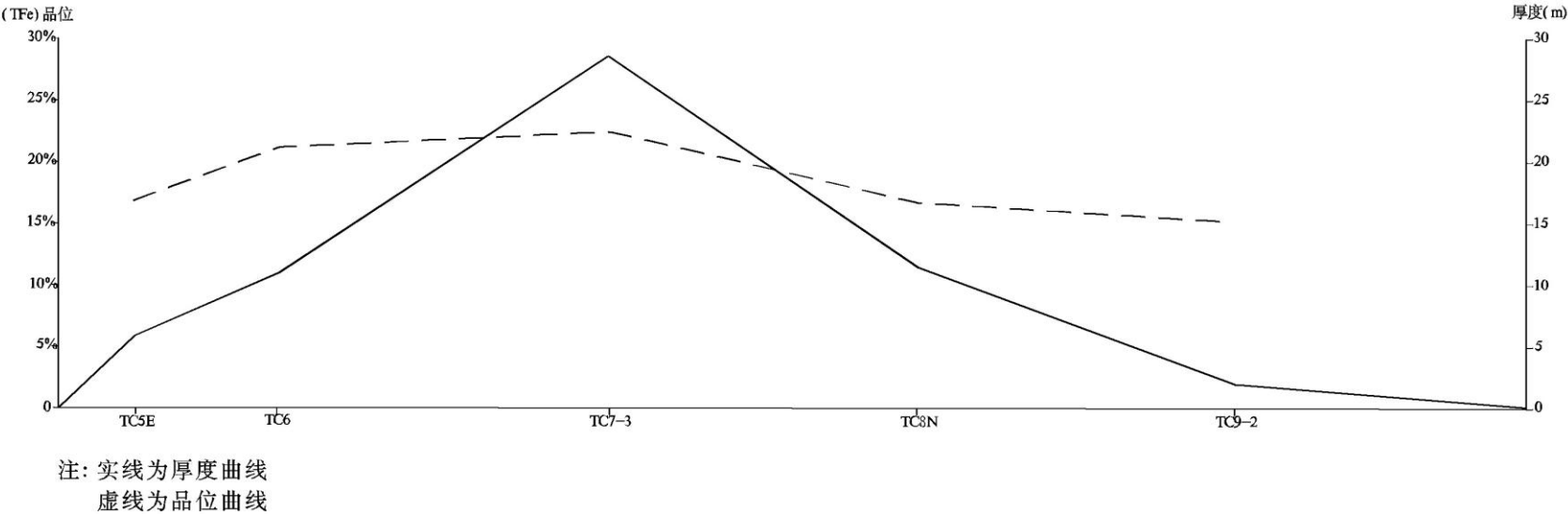
#### （1）矿物组成

①矿石矿物：主要以磁铁矿和钛铁矿为主，其次有黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、钛赤铁矿、白钛矿、钛铁晶石等。

磁铁矿：含量 10—20%，一般约为 17%左右。主要为它形粒状，粒径一般 0.3—0.6mm 左右。约占磁铁矿总量的 97%，少数呈细脉状或片状分布在辉石矿物中，也有的在钛铁矿的颗粒间或沿钛铁矿边缘生长，磁铁矿常与钛铁矿

插图 4

安沟钛磁矿 K2 矿体厚度 (TFe) 品位曲线图



呈集合体充填在自形、半自形的斜长石、辉石矿物颗粒之间，形成海绵陨铁结构。该矿物具有较强磁性。

钛铁矿：含量在 5—10%，一般为 7%左右。结晶形态、嵌布特征与磁铁矿相似，粒径一般为 0.2—0.5mm，约占钛铁矿总量约 97%，少量呈微粒状嵌布于斜长石、辉石矿物之间或其晶体内部，钛铁矿是钛精矿的主要矿物源。

钛赤铁矿，含量在 5—10%之间，一般为 7%左右，其嵌布特征与磁铁矿、钛铁矿相似，但更多是单晶或与钛铁矿之间的连晶居多，粒度在 0.1—0.8mm，一般为 0.2—0.4mm，约占其总量的 95%。

②脉石矿物：主要为长石、辉石、角闪石，次之为绿帘石、绿泥石、透闪石、阳起石、磷灰石、黄铁矿及少量的褐铁矿等。

长石：基性斜长石，为自形一半自形晶，常呈板状，复合双晶和钠长石双晶发育，粒径：0.05—1mm，一般为 0.5mm。在蚀变辉长岩中，常被钠、黝帘石交代形成钠长石、黝帘石或绿帘石的细粒集合体。

辉石：为自形一半自形晶粒状体，粒径 0.05—1mm，一般为 0.1—0.8mm，内含少量的细粒—微粒浸染状铁钛矿物，普遍受绿帘石化、绿泥石化、透闪石—阳起石化交代，是矿石中主要的脉石矿物，含量 30%—60%，一般为 40%左右。

角闪石：半自形柱状或它形粒状，粒径 0.05—0.8mm，一般 0.2—0.5mm，与辉石紧密共生，部分受绿泥石、绿帘石化交代，含量约 5—10%。

绿帘石：呈微细粒半自形—自形晶柱状或单晶或连晶堆积体，粒径小于 0.3mm。系交代辉石和角闪石而成。含量 5—15%。

绿泥石：呈微粒叶片状堆积体，为交代辉石和角闪石而成。含量 3—10%左右。

(2) 化学成份及有益有害元素

经对矿区矿石进行的组合样分析及光谱定量分析（表 4-1、表 4-2），结果表明，矿石中的有益元素主要为 Fe、TiO<sub>2</sub>，次之为 V，其它有益元素含量低。矿石中有害元素为 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、S，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 一般含量在 0.22—2.50%，S 一般 0.48—0.66%。

表 4-1 组合样分析结果表

样品 编号	取样 位置	分析结果（%）									备注
		TFe	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Ni	Co	Pb	Zn	
05ZH01	PD2K1	17.82	3.62	0.071	2.50	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	
05ZH02	PD3K1	15.34	3.04	0.120	0.54	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	
05ZH03	PD3K2	16.78	3.17	0.100	0.22	0.57	0.02	0.00	0.00	0.00	
05ZH04	PD2M2	16.35	2.81	0.096	0.82	0.55	0.00	0.00	0.00	0.04	
05ZH05	PD1K2	19.24	3.97	0.086	0.86	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	
05ZH06	PD1M3	15.19	3.13	0.093	0.42	0.58	0.00	0.00	0.00	0.04	
05ZH07	PD1K2	15.94	3.06	0.096	0.29	0.48	0.00	0.00	0.00	0.04	

经过选矿，铁精矿中 S≤0.019%，P≤0.008%，钛精矿中 S≤0.096%，同位素的含量低于工业要求。

表 4-2 矿石光谱全分析结果表

样 品 编 号	取 样 位 置	分析结果（PPM）														
		Cu	Pb	Zn	Ni	Cr	Co	V	Ti	Mn	Sb	Mo	Sr	Ge	Zr	Nb
J01	K1	15	2	1000	35	30	30	180	3000	1000	0.5	5	120	0.2	80	5
J02	K1	12	2	1200	40	20	30	300	3000	800	0.5	3	100	0.2	80	5
J03	K2	1200	20	300	200	150	40	200	2000	1000	0.5	3	100	0.2	50	5
J04	M2	15	10	1500	40	10	50	600	5000	500	0.5	1.5	100	0.2	80	5
J05	K2	20	2	1000	40	5	30	300	3000	800	0.5	1	100	0.2	40	5
J06	M3	15	2	1200	50	10	20	400	4000	700	0.5	1.5	120	0.2	50	5
J07	K2	18	2	1200	60	20	30	500	2500	1000	0.5	2	100	0.2	40	5

(3) 矿石物相特征：

矿石铁物相分析结果见（表 4-3），综合为 K1 矿体 TFe15-35.62，平均 18.56，K2 矿体 TFe14.79—26.30%，平均 18.30%，K1、K2 矿体 TFe 平均为 18.78%；

矿床 mFe9.37—12.78%，平均为 11.78，磁性铁占有率：56.60%。

表 4-3 矿石铁物相分析结果表

相名称	磁铁矿 Fe	钛铁矿 Fe	钛磁铁矿 Fe	磁黄铁矿中 Fe	黄铁矿中 Fe	硅酸盐及其它 Fe	相和
含量 (%)	11.78	2.03	0.30	0.33	1.12	5.24	20.80
分布率 (%)	56.60	9.75	1.44	1.59	5.38	25.2	99.96

矿石钛物相分析结果见(表 4—4)，综合为 TiO<sub>2</sub> 品位为 2.16—6.7%，平均 2.84—4.07%，平均为 3.55%。

表 4-4 矿石钛物相分析结果表

相名称	钛铁矿中 TiO <sub>2</sub>	钛磁铁矿 TiO <sub>2</sub>	金红石 TiO <sub>2</sub>	脉石中 TiO <sub>2</sub>	相和
含量 (%)	3.20	0.11	0.10	0.25	3.66
分布率 (%)	87.43	3.01	2.73	6.83	100

## 4.2.2 矿石组构

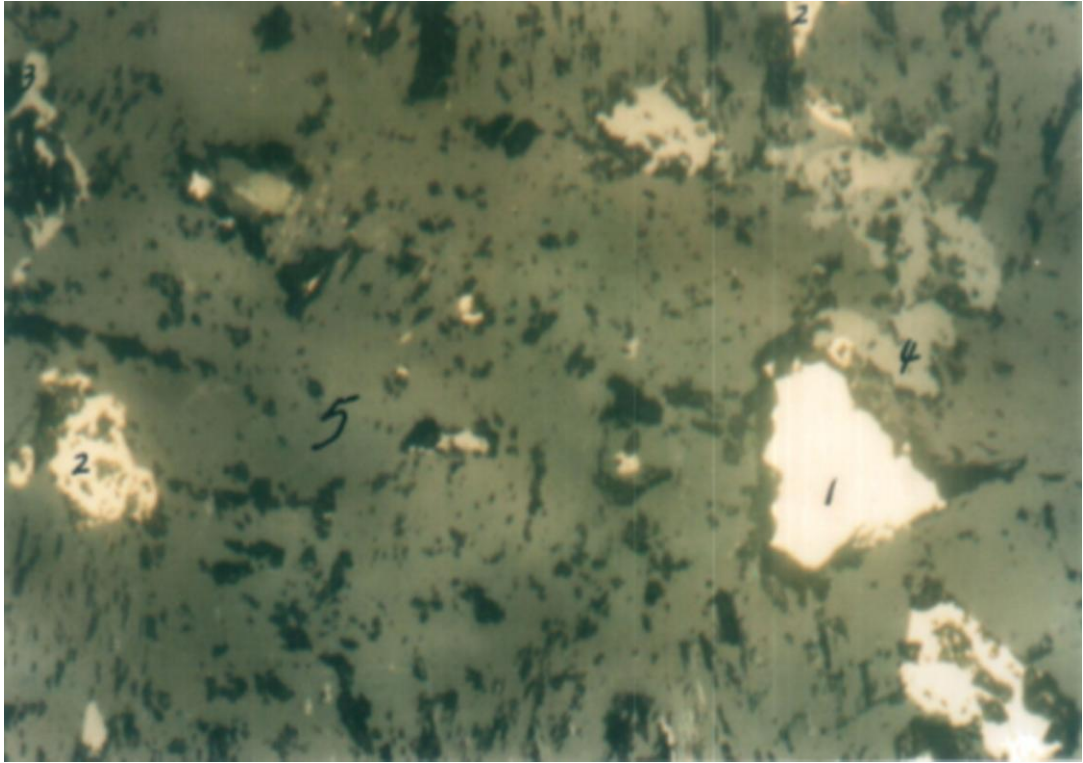
### (1) 矿石结构

区内矿石以它形粒状结构为主，其次见有细粒状连晶结构、海绵陨铁结构、晶隙结构、半包围与全包围结构、包裹相嵌结构、交代结构。

它形粒状结构：磁铁矿、钛铁矿呈它形细粒状分布于辉石集合晶体中（见照片 1）。

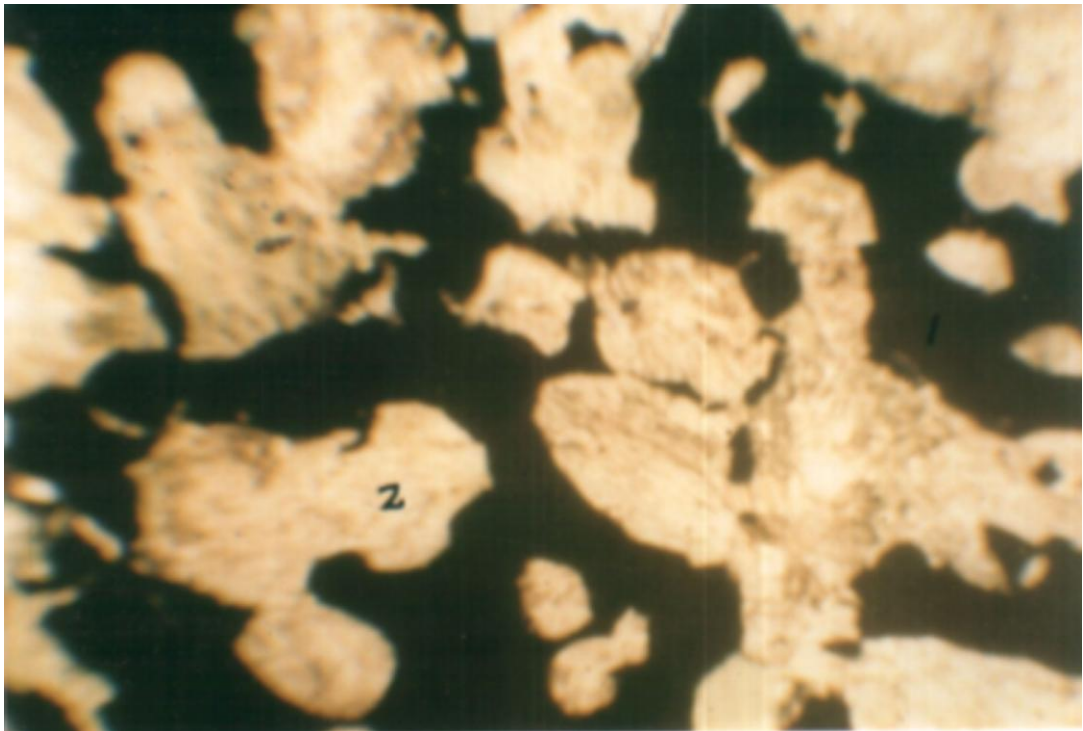
细粒粒状连晶结构：铁、钛矿物相依呈毗连晶分布于硅酸盐脉石晶体之间。

海绵陨铁结构：细粒磁铁矿、钛铁矿相依连生分布辉石或角闪石之间，形成似海绵状展布，是铁、钛矿物典型结构，其矿物之间接触界线平滑（见照片 2）。



它形粒状结构：磁铁矿（1）、钛铁矿（2）呈它形粒状分布于辉石集合晶体中（3）。  
矿石：光片，放大  $10\times 20$ 。

照片 1



海绵陨铁结构：黑色（1）的铁矿物呈绵延连晶展布于辉石晶体（2）的空隙间。  
矿石：薄片，平行光，放大  $4\times 10$ 。

照片 2

晶隙结构：磁铁矿、钛铁矿的边晶或它似的单体晶充填于辉石角闪的晶或它似的单体晶充填于辉石或角闪石晶体的空隙间。

半包围与包围结构：磁铁矿、钛铁矿和与它似连生的少量黄铁连生聚集体全部包围或部分包围辉石或角闪石。

包裹镶嵌结构：辉石或角闪石晶体内包裹微细粒磁铁矿、钛铁矿或其片晶沿辉石解理作平行分布（见照片 3）。

交代结构：以绿帘石化、绿泥石化、透闪—阳起石代为代表，它们以不同强度对辉石、角闪石晶体进行局部或全交代，形成各自的独立矿物单体或连晶（见照片 4）。

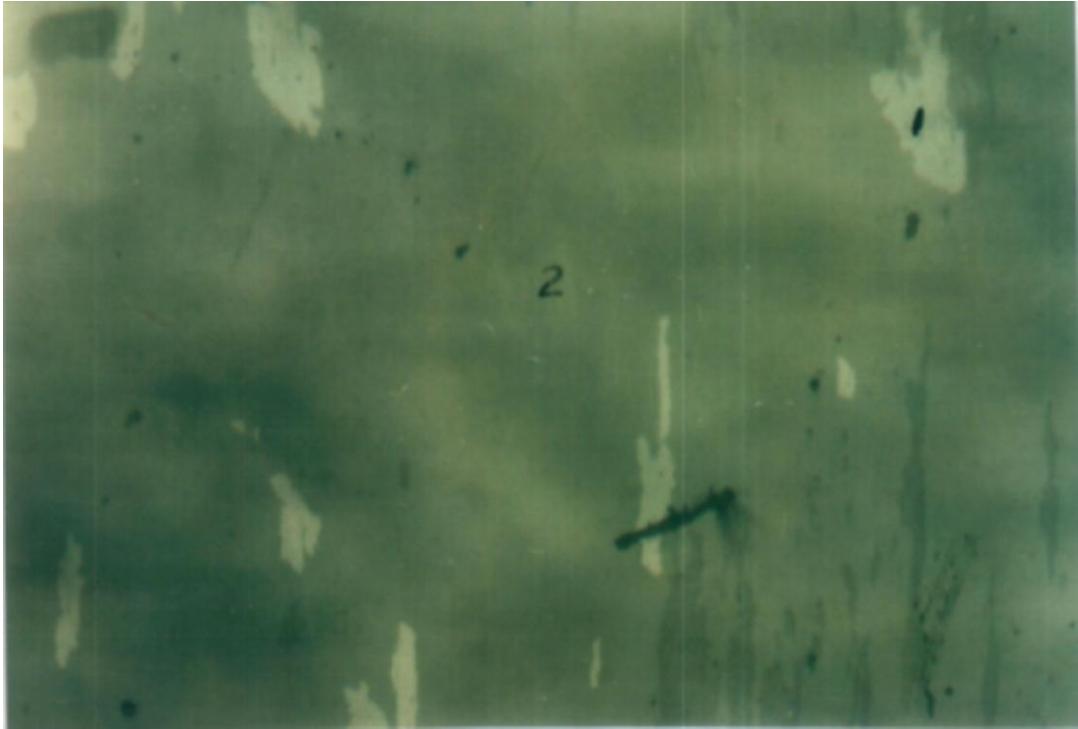
## （2）矿石构造

矿石构造主要为浸染状构造，次为条带状构造。浸染状构造可分为两类：中细粒浸染状构造，以它形中细铁、钛矿物相依连晶或单晶均匀地分布于硅酸盐脉石矿物之晶隙间（照片 4）。

微粒尘点状浸染构造，以微粒尘点钛铁矿物沿辉石解理平行浸染状分布和微粒点状包裹于辉石晶体中。

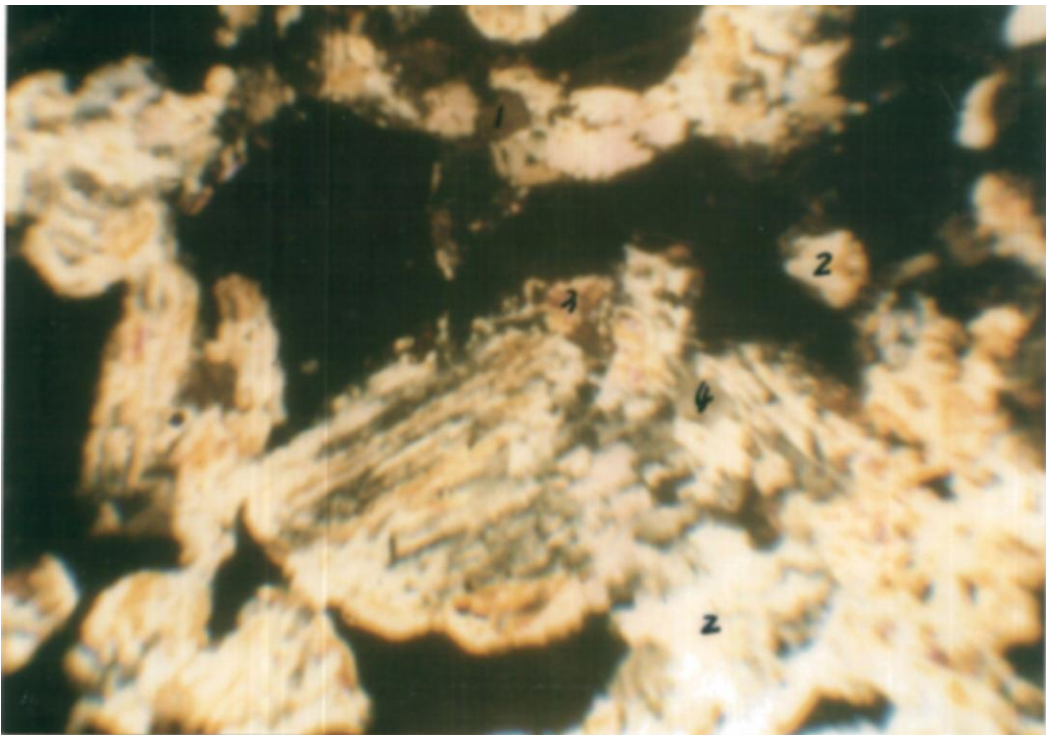
稀疏浸染状矿石一般品位： $\text{TFe}$  13—30%， $\text{TiO}_2$  2.8—7.6%，部分矿石由于稠密浸染和稀疏浸染相间形成条带状。





包裹镶嵌结构：钛铁矿（1）呈微细片晶镶嵌于辉石（2）解理中。  
矿石：光片，放大  $10\times 20$ 。

### 照片 3



交代结构：绿帘石（3）呈细粒粒状交代长石（1）、黑色铁钛矿物以它形晶均匀地分布于硅酸盐脉矿物[辉石（2）、绿帘石（3）等]  
矿石：薄片，放大  $4\times 10$ 。

### 照片 4



## 4.3 矿石类型及品级

### 4.3.1 矿石类型

矿石的工业类型为需选矿石类型。

矿石自然类型

①按氧化程度可分为原生矿石和氧化矿石两类，以原生矿石为主，氧化矿石量极少，不具工业意义。

②按组成矿石的主要铁矿物磁性铁含有率为 56.6%, 为磁铁矿，划归为磁铁矿矿石类型。

③按矿石中脉石矿物的不同，将矿石划分为三个类型。

辉长岩型矿石：脉石矿物为异剥辉石及斜长石，此类矿石占区内矿石总量约 80%。

苏长岩型矿石：脉石矿物以紫苏辉石和斜长石为主。

斜长岩型矿石：脉石矿物以斜长石为主，此类矿石很少。

### 4.3.2 矿石品级

矿区内矿石品位 TFe 在 15—30%间， $TiO_2$  在 2—6%间，为低品位矿石。

## 4.4 矿床成因及找矿标志

### 4.4.1 成矿控制条件及矿床成因

(1) 成矿控制条件：

依据矿区内矿体的产出部位、展布规律，及受控岩性等特征，与相邻毕机沟矿区进行对比认为：安沟钛磁铁矿床的成矿控制条件主要为绿帘石化、黝帘石化及绿泥石化的蚀变异剥辉长岩控制。

## （2）矿床成因

依据矿床内钛磁铁矿体与含矿母岩的关系，赋存状态、矿物组份及矿石的结构构造等，初步认为该矿床属基性岩浆分异型钛磁铁矿床。

### 4.4.2 找矿标志

最直接的找矿标志是矿化露头，钛磁铁矿原生矿常出现于梁嵴等正地形区，是找矿的直接标志之一。

航磁异常、1:5 万水系沉积物测量等，可指示矿带的分布范围，是主要的间接找矿标志。另因钛磁铁矿有较强的磁性，对磁铁有一定的吸引力，因此钛磁铁矿具有磁性是重要的间接找矿标志。

## 5 矿石加工技术性能

2005 年 9 月至 10 月，陕西省地质矿产实验研究所受陕西南郑福利塑化总厂的委托，对陕西省石泉县安沟钛磁铁矿石进行了选矿实验，目的是为该矿的一发利用提供技术可行，经济合理的选矿工艺流程，并为该矿选矿厂设计提供依据。

在本次选矿试验中，对石泉县管的钛磁铁矿原矿铁和原矿钛分别作了物相分析，其结果如下：

**原矿铁物相分析结果**

相名称	磁铁矿中 Fe	钛铁矿中 Fe	钛磁铁矿中 Fe	磁黄铁矿中 Fe	黄铁矿中 Fe	硅酸盐及其它 Fe	相和
含量 (%)	8.72	2.83	0.20	0.23	0.34	5.28	17.60
分布率 (%)	49.55	16.08	1.16	1.28	1.93	30.00	100.00

**原矿钛物相分析结果**

相名称	钛铁矿中 TiO <sub>2</sub>	钛磁铁矿中 TiO <sub>2</sub>	金红石中 TiO <sub>2</sub>	脉石中 TiO <sub>2</sub>	相和
含量 (%)	4.20	0.19	0.17	0.95	5.51
分布率 (%)	76.22	3.45	3.09	17.24	100.00

在选矿试验中，根据安沟钛磁铁矿的矿石性质研究结果，确定了磁选——重选联合流程，矿石经破碎——磨矿——磁选（铁精矿）——重选（钛铁矿），磁选循环为一次粗选，一次精选获得钒铁精矿、磁选尾矿进入重选循环，再经分级——摇床选别后获得钛精矿，最终得到了较理想的选矿试验指标。

原矿品位：TFe 17.72%      TiO<sub>2</sub> 5.34%

钒铁精矿：产率 15.18%      品位：TFe 62.04%      回收率 53.74%

钛精矿： 产率 7.09%                      品位： $\text{TiO}_2$  43.49%                      回收率 57.74%

本选矿试验采用一段磨矿,在磨矿细度 65%-0.074mm 的条件下,采用磁选-重选工艺流程,使矿石中含铁、钛的有用矿物得以有效回收。

矿石中可供回收的铁矿物主要为磁铁矿,试验采用弱式磁选法,使磁铁矿做到完全回收,并将赋存在磁铁矿中的钒富集在铁精矿中,钒的回收率达 95.88%。

矿石中含钛矿物主要为钛铁矿,采用重选法富集回收,其选别效果较好。

矿石中的黄铁矿、磷灰石以自形一半自形晶结构存在,由于硫、磷为铁、钛精矿的有害杂质,故对铁精矿、钛精矿进行产品质量分析,精矿中 S、P 的含量均未超标,达到质量标准要求。

该试验采用的选矿工艺流程简单可靠、技术指标合理可行,生产中可操作性强、投资少、生产成本低,有利于矿业开发。

从试验结果可以看出,陕西省石泉县安沟钛磁铁矿的选矿工艺流程简单合理、技术可行、铁精矿和钛精矿的质量均达到了工业生产的要求,试验报告可做为矿产开发的依据。

从试验结果可以看出,矿床钛磁铁矿的选矿工艺流程简单合理,技术指标合理可行。生产中可操作性强,铁精矿和钛精矿的质量均达到了工业生产的要求,矿石的加工技术性能较好,有利于矿业的开发。

## 6 矿床开采技术条件

### 6.1 水文地质特征

区内地形陡峭，沟谷发育，地形切割深，有利于地表水的排泄。地表水系由野人沟及安沟、瓦窑沟等支沟组成，水流由北而南转向东南汇入子午河。地下水主要靠大气降水补给，其次是地表径流的渗入补给，地下水经表层的渗流在沟谷切割较深部位排泄补给地表水。地表水流量、流速、水质、枯水期、丰水期、工业用水、生活用水的水源地。

区内的含水层主要为地表风化裂隙带，一般 1—10 米，山梁局部地段可达 15 米左右，地下水活动痕迹明显；第四系残坡积覆盖层主要分布于缓坡及山间低洼处，厚 2—10 米，与下伏基岩风化裂隙构成一弱含水层，地下水流量小，具有季节性。地表水及地下水水质较好，属于重碳酸—钙镁型水。

区内的赋矿岩性为蚀变的辉长岩、异剥辉长岩等，该岩性致密不透水，隔水性好。

总之，矿区内含水层富水性差，赋矿岩石隔水性好，矿体总体位于侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，已施工的各平硐均无涌水现象，属于孔隙、裂隙充水的矿床，水文地质条件简单。

### 6.2 工程地质及开采技术条件

#### 6.2.1 工程地质

区内矿体顶底板围岩均为辉长岩或异剥辉长岩，新鲜基岩结构致密，裂隙、节理不发育，岩石坚固，完整性好，有利于开拓施工；风化岩石深度一般为 5—15 米，风化带中岩石较破碎，易发生坍塌、掉块现象，稳定性低，

需要进行支护。总体工程地质条件简单。

### **6.2.2 开采技术条件**

区内各矿体多位于最低侵蚀基准面以上，矿体相对埋藏较浅，地形有利于开拓工程布设；矿体完整性较好，呈透镜状、似层状产出。矿体倾角在  $55^{\circ}$ — $80^{\circ}$ ，且变化不大，有利于开采。矿区目前劳动力充裕，水电资源较为充足，交通条件较好，具备良好的开发技术条件。

## **6.3 环境地质**

### **6.3.1 矿区地质环境**

矿区附近历史上无地震记录，但在矿区的东侧有一大断裂（绕峰—钟宝深大断裂）通过；区内无大型建筑，居民点稀少，仅有的耕地正在进行退耕还林。矿区未见滑坡和崩塌及泥石流等现象；矿层中无污染存在，地表水、地下水水质良好。

### **6.3.2 环境地质评价**

本区内地质环境总体属良好类（第一类）。采矿对环境没有大的破坏，因矿区赋矿岩石为不透水的基性侵入岩体，所以采矿活动不会造成地下水下降或对水质造成污染。因赋矿的基性侵入岩致密坚硬，完整性好，采矿活动不会造成山体开裂、滑坡、泥石流、地表沉降、塌陷等地质灾害。

在矿区适当位置修建废渣堆放场，对形成的矿渣进行合理堆放，严禁将废渣倒入沟谷中，以免暴雨季节形成泥石流等地质灾害。

安沟钛磁铁矿床的矿石工业类型为需选铁矿类型。在矿山开发利用过程中，产品方案为铁精矿和钛精矿，似建年生产能力为 20 万吨的选矿厂，另据

选矿试验报告所设计的选矿方法，流程为磁选和重选，均为物理选矿法，对环境地质影响较小。但必须在筹建过程中，坚持环境影响评价同时设计，同时施工，同时投入生产使用的原则，保证矿山在勘查、开采、选矿等建设生产过程中按有关保护环境的规定，规范执行。确保矿山企业的可持续发展。

## 7 详查工作及其质量评述

### 7.1 勘查类型及详查工作方法

本次勘查工作以地表详查和少量浅部工程验证为主。从主要矿体 K1、K2 特征来看，矿体长度 $\leq 500$  米，为小型规模；矿体在平面和剖面上呈现互相平行展布，在走向和倾向上呈薄层状、似层状、长条状，产状一致。形态简单，矿体厚度变化系数 55.42-89.63%，为中等复杂程度；矿石中 useful 组份分布均匀，品位变化系数 13.45-26.38%（见表 7--1）；无后期构造破坏作用，构造复杂程度为简单型。综合以上各种因素，并参照洋县毕机沟同类型矿床已确定的勘查类型，将矿床勘查类型确定为Ⅲ类。详查工程基本网度为  $100 \times 100$  米。实际勘查工作网度，地表工程走向间距一般为 100 米，深部工程因受已施工工程、地形及业主后续工作需要的限制，其延深方向工程间距为 50—100 米。

本次详查工作主要对蚀变含铁异剥辉长岩体、矿化露头进行地表地质追索、槽探揭露和 1:2 千矿床地质测量、探采坑场调查编录等主要方法，追索圈连矿体，查明矿化富集规律。硐探验证主要是以平硐为主，研究矿体的产态、规模、品位及厚度变化情况。

上述各项工作方法主要依据矿床地质特征，矿化类型及工作实际现状，由点到面，由浅到深布设工程，在矿产详查评价工作中达到预期目的。

### 7.2 地质测量、工程测量及质量评述

#### 7.2.1 地质测量

1:1 万地质测量以蚀变含铁异剥辉长岩、矿化露头追索为主，以路线穿越



表 7-1 主要矿体品位、厚度变化系数统计

矿 体 编 号	工 程 编 号	工程矿体 厚度（m）	工程矿体 平均品位 （%）	变 化 系 数		备 注
				矿 体 厚 度	矿 体 品 位	
K1	TC5E	8.00	17.69	$\overline{m}$ =8. 95 $\sigma$ =4. 96 V=55. 42%	$\overline{x}$ =18. 12 $\sigma$ =4. 78 V=26. 38%	品位变化系数估算公式 $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \overline{x})^2}{n - 1}}$ ； V= $\frac{\sigma}{\overline{x}} \times 100\%$ ； 厚度变化系数估算公式 $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - \overline{m})^2}{n - 1}}$ ； V= $\frac{\sigma}{\overline{m}} \times 100\%$ 。 式中：V—矿体厚度或品位变化系数； $\sigma$ —单工程矿体厚度或平均品位统计的 均方差； $\overline{x}$ —单工程矿体平均品位统计的算术平 均值； $\overline{m}$ —单工程矿体厚度统计的算术平均 值。
	TC6	6.00	18.58			
	TC7-3	10.57	29.15			
	TC8N	5.94	17.53			
	TC9-2	1.91	15.32			
	PD2CM2	17.82	17.39			
	PD2CM3	13.58	15.94			
	PD3	7.76	13.45			
K2	TC5E	5.76	16.81	$\overline{m}$ =9. 74 $\sigma$ =8. 73 V=89. 63%	$\overline{x}$ =17. 54 $\sigma$ =2. 36 V=13. 45%	
	TC6	10.94	20.98			
	TC7-3	28.20	22.05			
	TC8N	11.18	16.30			
	TC9-2	1.94	15.00			
	PD1CM1	5.85	16.00			
	PD1CM2N	7.12	19.17			
	PD1CM3S	3.12	15.45			
	PD3CM1	21.39	15.71			
	PD3CM2S	1.91	17.90			

了解地层岩性及基本构造形态为辅的 1:1 万地质测量工作，以同比例尺农业规划用图为底图，以主干路线地质剖面为骨架，充分收集已有资料，不定间距地布设路线和观察点，以圈出最小地质体（图上  $1 \times 3\text{mm}$ ）为目的。地质点采用地形判图定点（用以 GPS 定位进行校正），野外实地连图。基本查明了矿区地层、构造特征。图面结构合理，各项工作均符合规范，成果资料满足详查工作要求。

1:2000 地形地质测量以地质剖面、各类探矿工程、采坑等资料为基础，结合追索补点在 1:2000 地形图上编绘了地质图。各地质点以 GPS 定位，各工

程点以全仪器进行测量定位。该项工作基本查明了含矿岩体、矿体产态、规模及地质构造特征，反映了矿区的实际，各项原始数据准确可靠，符合设计要求。

地质剖面测量主要包括 1:1000 勘探线剖面测量。剖面一般垂直地层、构造矿体布设。勘探线采用全仪器法实测，视距仪测距。对不同地层、岩性、蚀变、矿化地段认真观察和采样。该项工作为建立区内岩浆岩组合划分，研究矿体在剖面上的形态奠定了良好基础，其工作质量符合规范要求。

### **7.2.2 1:2000 地形测量及探矿工程测量**

矿床测量工作由省地质一队测绘分队负责完成。1:2000 地形图测量采用南方 NTS—350 型全站仪和计算机地形地基成图软件、全野外数字化成图，其精度符合测绘规范要求，能满足矿山地质工作要求。

探矿工程测量采用前方交会法和坑道内布置经纬仪导线施测。平面位置误差最大 0.235 米（规范要求不大于 1.600 米）；高程误差最大 0.186 米（规范要求不大于 0.667 米）。测量精度完全满足现阶段详查评价要求，能满足矿体圈连、资源 / 储量估算所需精度要求。

## **7.3 探矿工程质量评述**

### **7.3.1 槽探**

槽探为地表详查工作的主要工程，一般垂直布设于含矿带，异常带及矿化露头地段，主干探槽布设与勘探线同步，间距一般为 200 米，局部加密至 100 米。探槽施工一般挖至新鲜基岩以下 0.50 米，个别风化较深地段已揭露到弱风化层，一般达到了揭露矿化、采样和圈连矿体的目的。

### 7.3.2 硐探

对矿化有利地段实施平硐工程验证,以穿脉为主,辅以沿脉工程,了解矿体在中浅部的产态延伸、矿石类型、矿石品级和厚度变化情况。断面规格:2×2(梯形),底板坡角:≤7%。以1:100的比例尺采用压顶法编录素描,工程质量合格,原始资料收集齐全,符合《固体矿产详查勘探原地质资料编录规范》要求,达到了探矿地质目的。

## 7.4 样品采取、加工、测试方法及质量评述

### 7.4.1 样品采取及加工

(1) 化学样:刻槽化学样在矿体露头部位及底部,沿矿体厚度方向布置;在穿脉平硐一壁腰线垂直矿体走向水平布置;在沿脉平硐顶板垂直矿体走向布置。断面规格:5×3厘米,样长一般为1米;对矿体厚度大,变化稳定部位样长放长到1.5~2.0米。样品采取及加工符合《金属、非金属矿产地质详查采样规范及方法》的要求。

#### (2) 岩矿鉴定样

在原始露头、剖面及探槽、硐探工程中,对不同岩石、不同矿石类型采集岩石、矿石鉴定标本两套,一套送化验室进行鉴定,一套保留作为矿区系统陈列标本。标本大多采取于岩、矿石出露的新鲜部位,对地表风化较强地段尽量采取具代表性表本,规格:3×6×9厘米,采样质量合乎规范要求。

#### (3) 组合分析

由参加组合样的各单样(化学样)按长度加权提取、组合样重200g,样长根据矿体及矿石类型特征而定。

#### (4) 小体重样

对不同品级的矿石，按  $3 \times 6 \times 9$  厘米的规格，在探矿工程中采集新鲜矿石，及时送实验室封腊后，用排水法测量体重，再进行 TFe、TiO<sub>2</sub> 化学分析。

#### 7.4.2 样品分析及测试:

详查工作中采取的各类样品的测试由陕西地矿局第一地质队化验室承担，该化验室为省技术监督局计量认证合格单位[证号为(2004)量认(陕)字(F0169)号]，具有一套完整的质量管理体系，分析质量可靠。

(1) 样品加工：按原地矿部《分析样品制备》方法进行逐级破碎、缩份。

(2) 化学分析：基本分析项目为 TFe、TiO<sub>2</sub>。多项分析项目为 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Ni、Co、Pu、Zn 等。

本次详查工作共采集各类样品 223 件，其中化学样 195 件，提取内检样 27 件，比例 13.85%，外检样 8 件，比例为 4.0%，外检样品由陕西省地质矿产实验研究所分析，外、内检样分析结果见表 7—2，表 7—3。

表 7-2 基本分析外检结果统计表

原分析 样 号	原分析结果 (%)		内检样号	外检分析结果 (%)		Y 值 (%)		RD 值 (%)		是否合格	
	TFe	TiO <sub>2</sub>		TFe	TiO <sub>2</sub>	TFe	TiO <sub>2</sub>	TFe	TiO <sub>2</sub>	TFe	TiO <sub>2</sub>
H09	14.65	2.70	WH1	14.52	2.60	4.00	10.43	0.89	3.77	Y	Y
H19	16.20	2.95	WH2	16.10	3.00	3.75	10.27	0.62	1.68	Y	Y
H25	10.95	1.60	WH3	11.05	1.55	4.76	11.48	0.91	3.17	Y	Y
H40	7.75	1.20	WH4	7.84	1.35	5.85	10.76	1.15	11.76	Y	N
H58	13.50	2.60	WH5	13.35	2.50	4.20	10.50	1.12	3.92	Y	Y
H84	14.01	3.48	WH6	14.00	3.55	4.10	9.46	0.07	1.99	Y	Y
H104	13.37	2.79	WH7	13.17	2.90	4.22	10.37	1.51	3.87	Y	Y
H125	20.70	4.25	WH8	20.85	4.10	3.25	8.39	0.72	3.59	Y	Y

计算公式为：

$$\text{公式 1: } Y = \begin{cases} C \times 20x^{-0.60} & x \geq 3.08\% \\ C \times 12.5x^{-0.60} & x < 3.08\% \end{cases}$$

式中 Y 为允许相对双差值，修正系数  $C_{Fe}=1$ ； $C_{TiO_2}=1$ ，x 为样品原始分析结果。

$$\text{公式 2: } RD = \frac{|X_1 - X_2|}{(X_1 + X_2) / 2} \times 100\%$$

式中  $X_1$  为原始分析结果， $X_2$  为内检或外检分析结果。当 RD 值大于 Y 值时，为合格 (Y)，反之不合格 (N)。

样品分析的内检样合格率为 TFe92.6%、 $TiO_2$  为 100%，外检样合格率  $TiO_2$  为 100%，TFe87.5%，分析质量满足详查评价要求。

### (3) 组合样分析

为全面了解矿石质量，进行组合分析。分析项目为： $V_2O_5$ 、S、P、Ni、CO、Pb、Zn。

### (2) 岩矿鉴定

由陕西地矿局地质一队实验室、陕西省地质矿产实验研究所完成，基本达到了岩、矿鉴定的要求，为确定岩、矿石矿物成份、结构构造特征、岩性对比、详细划分岩相分带的目的。为研究矿床类型打下了基础。

## 8 资源量估算

### 8.1 资源量估算对象及范围

本次资源量估算的对象是石泉县安沟钛磁铁矿区内工程控制程度较高的 K1、K2 二个矿体。资源量估算范围边界拐点座标为：

1	X: 3682000.00	2	X: 3682000.00
	Y: 36502800.00		Y:36503800.00
3	X: 3681200.00	4	X:3681200.00
	Y: 36503800.00		Y: 36502800.00

估算标高：750—1030 米

### 8.2 资源量估算指标

依据《铁、锰、铬矿地质勘查规范》(DZ/T0200—2002)，2005 年西安有色冶金设计研究院编写了《陕西省石泉县安沟钛磁铁矿矿床品位指标论证报告》，该论证报告确定石泉安沟钛磁铁矿床是以铁为主、伴生有钛、钒的多组分矿床，虽然矿床品位低于铁矿石一般工业指标，但对其进行开发，对于充分合理和综合利用本地区的铁、钛资源具有十分重要的意义。报告中确定该钛磁铁矿床按边界品位 TFe13%圈定矿体，最低工业品位 15%计算资源量，按年生产能力 20 万吨/年计算，每年平均利润 639.06 万元，矿床开发总利润 7768.72 万元、企业内部收益率为 14.68%，5.53 年收回投资，认为该矿床开发经济效益是较好的。

综上所述，确定本次资源量估算工业指标为：

- (1) 边界品位：TFe $\geq$ 13%
- (2) 最低工业品位：TFe $\geq$ 15%

- (3) 矿体平均品位:  $TFe \geq 18\%$
- (4) 最小可采厚度 (真): 1.5 米
- (5) 夹石剔除厚度 (真): 2 米
- (6) 伴生组分:  $TiO_2 \geq 2\%$

### 8.3 资源量估算方法的选择及其依据

根据矿区内主要矿体呈似层状、透镜状产出, 矿体规模中等偏小, 形态较规则, 产状较稳定, 倾角较陡, 有用组份含量均匀, 矿石类型简单, 以铁为主, 伴生钛, 矿体用槽探、硐探工程控制等条件, 资源量估算方法选用地质块段法, 在 1:1000 矿体垂直纵投影图上进行资源量估算。

资源量估算公式:

块段矿石量:

$$Q = S \times \bar{m} \times D$$

式中:

$Q$  为块段矿石量 (万吨)

$S$  为块段有效面积 ( $m^2$ )

$\bar{m}$  为块段矿体平均厚度 (m)

$D$  为矿石体重 ( $t/m^3$ )

### 8.4 资源量估算主要参数的确定

#### 8.4.1 矿体厚度

(1) 样品厚度: 采用下列公式计算。

$$m = L \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \sin \gamma \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta)$$

式中：

$m$ —单样真厚度（m）

$L$ —样品长度（m）

$\alpha$ —矿体倾角（°）

$\gamma$ —取样线与矿体走向之夹角（°）

$\beta$ —样槽坡度角（°）

\* 样品倾向与矿体倾向相反时用“+”，相同时用“—”。

#### （2）工程矿体厚度

工程矿体厚度为连续品位大于等于矿体工业品位的样品厚度之和。

当单工程矿体厚度小于可采厚度，品位大于工业品位，且不影响工程矿体品位达到工业品位要求时，可以带入矿体上、下盘的一个矿化样品加入工程矿体厚度。

#### （3）块段平均厚度

块段矿体平均厚度为控制块段的各工程矿体厚度的算术平均值。

#### （4）矿体平均厚度

矿体平均厚度为控制矿体的各工程矿体厚度的算术平均值。

### 8.4.2 矿体品位

#### （1）单工程矿体品位

单工程矿体品位为参加圈连为同一矿体的样品品位与厚度加权平均值。

#### （2）块段矿体品位

为块段内工程矿体品位与厚度的加权平均值。

#### （3）矿体平均品位



为矿体内工程矿体品位与厚度的加权平均值。

#### (4) 矿床平均品位

矿床平均品位为各矿体平均品位的算术平均值。

### 8.4.3 矿体倾角 ( $\alpha$ )

采用各工程矿体的平均倾角。

### 8.4.4 块段面积

因各矿体倾角大于  $45^\circ$ ，作垂直纵投影图，在投影图上对估算资源量的块段范围用 MAPGIS 面积查询功能直接读取面积为资源量估算的投影面积。用投影面积除矿体倾角的正弦值，即得到块段有效面积。

$$S = S' \div \sin \alpha$$

其中：S 为有效面积 ( $m^2$ )

S' 为投影面积 ( $m^2$ )

$\alpha$  为矿体平均倾角 ( $^\circ$ )

### 8.4.5 矿石体重

根据矿区所采 15 件及相邻同类型毕机沟矿床 16 件矿石体重样分析结果（见表 8-1），从统计计算结果看，矿石品位与体重呈正相关关系，矿石品位变化区间为 15—22%，矿床平均品位为 19.76%，平均体重 3.3，与洋县毕机沟同类型矿床（体重 3.3）进行对比后，确定矿石体重为 3.3。

## 8.5 矿体圈定原则

主要依据探矿工程揭露和取样分析及评价指标，按照安沟钛磁铁矿床地质特征、成矿控制因素及矿化规律。矿体的圈定应遵循矿体自身的地

质规律。矿体任意位置圈连的厚度，不得大于相邻地段工程实际控制的矿体厚度。具体圈定和连接、外推的原则如下。

### 8.5.1 程矿体的圈定

(1) 从品位大于或等于边界品位的样品圈起，若中间存在品位低于边界品位的样品，连续且厚度小于夹石剔除厚度时，则全部参加品位、厚度的计算，当平均品位小于最低工业品位时，将其中能够达到最低可采厚度的富矿地段，单独圈为一个矿体。

(2) 工业矿体上、下盘边部有  $13\% \leq TFe \leq 15\%$  的样品，在不影响矿体达到最低工业品位的前提下参与工业矿体圈定，反之，由外到内依次取舍，直至工程矿体达到最低工业品位要求。

(3) 夹石剔除：当矿体中存在连续厚度之和  $\geq 2$  米，品位低于工业要求时，应单独划出做为夹石剔除。

### 8.5.2 矿体的外推原则

(1) 有限外推：(1) 控矿工程与无矿工程之间，工程间距为基本网度(200 米)时，等厚外推工程间距四分之一。工程间距为(100 米)时，等厚外推工程间距三分之一。(2) 控矿工程与矿化工程(平均品位大于 13%)之间，工程间距为(100 米)时，等厚外推工程间距三分之二。

(2) 无限外推：控矿工程无限(无工程)外推时，等厚外推基本网度的四分之一(50 米)。

(3) 对于  $K_1$  矿体的 PD3 控矿工程，工程品位大于边界品位，小于最低工业品位，参与资源量估算时，矿体平均品位能够大于 18%，该工程应视为控矿

边界工程，但不再外推。

## **8.6 资源量的分类和块段划分**

### **8.6.1 资源量类型**

根据《固体矿产资源量分类》(GB / T17766—1999)标准，依据探矿工程对矿体的控制程度，结合矿床技术经济概略性研究所确定的经济意义。将资源量分为控制的内蕴经济资源量（332）和推断的内蕴经济资源量（333）两个类型。

### **8.6.2 块段的划分**

主要按勘查工程对矿体控制分布情况，并结合确定的勘查工程网度进行块段划分：

#### **（1）（332）类型块段**

矿体经系统的地表工程控制，及少量中浅部硐探工程验证，工程网距在100（走向）×50（倾向）米以内，在走向上和倾向上由三个以上见矿工程相连所圈闭的块段，概略性研究确定经济意义为内蕴经济。K1、K2 矿体各圈定出一个块段，共 2 个。

#### **（2）（333）类型块段**

矿体经初步的地表工程了解，但至少有两个见矿工程控制，且工程网距符合推断的工程网度，倾向上未经少量中浅部工程验证的地段或在控制的块段外推部分，概略性研究确定经济意义为内蕴经济。 K1 矿体圈出 3 个，K2 矿体圈定出 5 个，共 8 个块段。

## 8.7 资源量估算结果

本次资源/储量估算共求得控制的、推断的内蕴经济资源量（332+333）：矿石量 256.11 万吨，TFe 平均品位 18.57%。伴生 TiO<sub>2</sub> 量 8.80 万吨，TiO<sub>2</sub> 平均品位 3.50% (详见表 8-1)。其中控制的内蕴经济资源量(332)矿石量 62.81 万吨，TiO<sub>2</sub> 2.14 万吨；推断的内蕴经济资源量(333)矿石量 193.30 万吨，TiO<sub>2</sub> 6.65 万吨。

表 8-1 资源量估算结果表

资源量类别	矿体编号	矿石量 (万吨)	TiO <sub>2</sub> 量 (万吨)	品位 (%)		所占比例 (%)
				TFe	TiO <sub>2</sub>	
332	K <sub>1</sub>	27.74	1.04	19.40	3.74	24.52
	K <sub>2</sub>	35.07	1.10	18.97	3.15	
	合计	62.81	2.14			
	平均			19.17	3.44	
333	K <sub>1</sub>	96.19	3.49	18.75	3.66	75.48
	K <sub>2</sub>	97.11	3.16	17.83	3.35	
	合计	193.30				
	平均			18.38	3.52	
332+333	总计	256.11	8.80			
	平均			18.57	3.50	

## 8.8 伴生钛铁矿的资源量估算

矿石内主要伴生有益组分为钛铁矿。TiO<sub>2</sub> 含量虽然低于伴生组份要求，但根据可选性试验结果，钛铁矿石的选别指标比较好。可得到较高品位的钛精矿。故本次估算了伴生 TiO<sub>2</sub> 资源量。

## 9 矿床技术经济概略研究

### 9.1 市场分析

铁、钛属黑色金属。铁是钢铁工业的基本原料，广泛应用于国民经济的各个部门和人民日常生活的各个方面。钛和钛合金由于具有重量轻、强度高、抗蚀性好、耐高温等特点，广泛应用于航天、化工、电力等等行业。

据中国冶金矿山协会提供的资料显示：我国铁矿石生产规模一直保持在 2.2-2.5 亿吨。这个数量的铁矿石只能满足每年冶炼 6500-7000 万吨生铁需求，加上废钢，仅能生产 1 亿吨钢，然而，2002 年我国钢产量已达 1.82 亿吨，随着我国工业化进程的加快，对钢铁需求还会持续增长，预计今年我国钢产量将达到 2.2 亿吨。铁矿石缺口将达到 1.7--1.8 亿吨。

我省当前主要有钢铁企业三家（龙钢、汉钢、略钢）。年产钢约 350-400 万吨，年需铁精矿约 600 万吨左右，但我省诸多的铁矿山生产的铁精矿不足 300 万吨，铁精矿缺口相当大。

由于机械、机电、船舶、宇航等工业的发展，对钛铁的需求急剧增加。目前钛铁（FeTi30）价格在 11000-13600 元/吨，有的地区甚至高达 14000 元以上，比去年同期每吨上涨了 1000 余元。预计年内钛铁价格仍会稳中有升。

### 9.2 矿山建议内、外部条件

#### 9.2.1 内部条件

矿床内资源量估算共求得控制的和推断的内蕴经济资源量铁矿石 256.11 万吨，TiO<sub>2</sub>8.80 万吨。

矿区内主要为磁铁矿和钛铁矿矿石，有用组份以铁为主，伴生有钛，有

害杂质含量低，属易选矿石，经选矿试验，用磁选和重选可取得较好的选矿效果。

矿区主要矿体采矿段高于当地最低侵蚀基准面以上，水文地质条件简单，矿体顶底板岩石完整、稳固，工程地质条件简单，开采技术条件良好，适用平硐、斜井联合开采，在局部可能会出现破碎、易松动掉块，做好防护即可解决。

### **9.2.2 外部条件**

交通运输：矿区东临 210 国道，沿 210 国道北行可直达西安，南行 37 公里可到达阳安铁路石泉站及 316 国道，由石泉向东西行分别可到安康和汉中，交通运输较为便利。

供电、供水：矿区农村电网改造扩容工程已全面完成，矿山开发的生产及生活用电完全能满足。矿区附近均有较大的沟谷，常年流水不断，生产及生活用水可就地解决。

区域经济和社会环境：本区属贫困山区，以农业为主，基本无上规模的工矿企业，所以地方政府将矿业作为地方支柱产业给予积极支持和优惠政策，为区内矿产开发创造良好的社会环境，同时矿产开发为地方经济稳定持续发展、为山区人民脱贫致富创造了契机，当地劳动力较为充足，一是可以解决当地劳动力的就业问题，二是可以获得较好的社会效益和经济效益。

洋县毕机沟钛铁矿的开发已取得了较好的经济效益，是该区具备良好的矿山建设基本条件的实例。

### 9.3 矿山设计

目前石泉力德钒钛磁铁矿欲建日处理 600 余吨的采选联合企业，建成的企业年处理原矿 20 万吨，依据该矿床矿石资源总量 256.11 万吨，按经验开采回采率 90% 计，预计矿山可采矿石总量约为 230.50 万吨，按年采矿石 20 万吨计，可知矿山服务年限为 12 年，产品分别为铁精矿和钛精矿。

本矿区矿体倾角较陡，围岩完整且坚硬，适用于平硐、竖井联合开拓进行采矿，采矿方法为留矿采矿法，选矿方法为磁选和重选相结合，其流程为：原矿--磨矿--磁选（铁精矿）--重选--钛精矿。

### 9.4 经济评价

#### 9.4.1 依据

该矿床共探求控制和推断的内蕴经济资源矿石量 256.11 万吨，矿床 TFe 平均品位 18.78%；伴生  $TiO_2$  量 8.80 万吨，平均品位 3.48%。回采率按 90% 计算，可采矿石量为  $256.11 \text{ 万吨} \times 90\% = 230.50 \text{ 万吨}$ 。

#### 9.4.2 投资估算

基建投资	2416.89 万元
其中：矿山公路修建(13 公里)	143.25 万元
选厂土建工程费用	636.31 万元
井巷工程	870.06 万元
采、选矿设备费用	641.28 万元
流动资金	126.00 万元

### 9.4.3 矿石生产成本

其中采矿成本：年总成本 630.69 万元 单位成本 31.54 元/吨

选矿成本：年总成本 645.00 万元 单位成本 32.25 元/吨

运输销售成本：年总成本 95.64 万元 单位成本 4.75 元/吨

税金及附加：增值税 13%，矿产资源税 2.94 元/吨，教育附加费 3%，  
城乡维护建设税 5%，所得税 33%。

### 9.4.4 产品售价

目前国内市场：含 TFe63—66%的铁精矿售价为 600 元/吨， $TiO_2$  大于 40% 的钛精矿价格为 350 元/吨。

该矿床 TFe 平均品位 18.78%，磁性铁含量为 50—60%，平均 56.6%，选矿回收率 93.14%，平均约 6.5 吨铁矿石可选 1 吨  $TFe \geq 60\%$  的铁精矿。 $TiO_2$  平均品位 3.48%，选矿回收率 93.00%，平均约 14 吨矿石可选 1 吨  $TiO_2 \geq 40\%$  的钛精矿。于是平均每铁矿石的价值为：铁价值 92.31 元加伴生钛价值 23.51 元，共计为 115.82 元。

### 9.4.5 总利润估算

①产量：年矿石 20 万吨。按回采率 90%计，年产矿石量 18 万吨，总产量 230.50 万吨。按矿床平均品位 TFe18.78%， $TiO_2$ 3.48%，铁精矿、钛精矿产率 15.18%、7.09%计算。铁精矿（ $TFe \geq 60\%$ ）2.73 万吨/年。总产量 34.99 万吨。钛精矿（ $TiO_2 \geq 40\%$ ）1.28 万吨/年，总产量 16.34 万吨。

②销售收入：2086.00 万元/年，总收入 26713.00 万元。其中铁精矿 1638.00 万元/年，总收入 20994.00 万元。钛精矿 448 万元/年，总收入 5719



万元。

③生产销售成本：68.54 元/吨矿石，1371.33 万元/年，

总成本：16455.96 万元。

④税费：3.78 元/吨矿石， 75.61 万元/年，总税费：907.32 万元。

⑤利润：639.06 万元/年，总利润 7668.72 万元。

⑥所得税后利润：428.17 万元/年，总利润 5138.04 万元

据上分析，按边界品位 TFe13%圈定矿体，矿床最低工业品位 TFe15%计算矿石储量，经济上是合理的，矿产开发后每年可获利润 639.06 万元。矿床总利润为 7668.72 万元。

#### 9. 4. 6 矿床经济评价

按项目设定的基准折现率为 10%，根据现金流量计算各项指标如下：

总现值	6238.53 万元
净现值	913.21 万元
企业内部收益率	14.68%
投资回收期	5.13 年（含建设期 1 年）

#### 9. 4. 7 结论

未来矿山企业按年产 20 万吨矿石生产规模，产品为铁精粉、钛精粉，已探求的资源量能基本保证矿山 12 年的生产需要。矿山企业总利润为 7668.72 万元，企业内部收益率为 14.68%，投资回收期为 5.53 年，未来矿山企业具有较好经济效益。

## 9.5 社会经济效益及环境保护

因该区属贫困山区，以农业为主，工业不发达，当地有充足的劳动力，矿山企业可以解决当地劳动力就业问题，亦可获得较好的经济效益，同时为石泉县利锐创收添一笔，具良好的社会效益。矿山企业开拓回采废渣可长年外运于矿区至选厂一段的运输道路的维修铺垫，选场尾矿渣亦可用于建筑材料（造砖）加以综合利用，既方便矿石运输、提高了开发效益又避免了环境的污染破坏。

## 10 结论

### 10.1 详查工作程度及主要地质成果

#### 10.1.1 详查工作程度

通过工作，对安沟钛磁铁矿控矿地质条件已大致查明。对各矿体空间位置、形态、规模、矿石品位、物质组份及组构已基本查清。对矿石选冶性能、水文地质、工程地质和开采技术条件进行了基本了解。基本达到了详查评价工作程度。

#### 10.1.2 主要地质成果

(1) 经过工作，基本查明石泉安沟钛磁铁矿主要赋存于基性蚀变辉长岩中，矿体呈透镜状、似层状产出。矿石组份简单，以铁、钛为主，有害组份含量低，为可选的铁、钛矿石。

(2) 在安沟矿区初步进行了资源/储量估算，控制和推断的内蕴经济资源量（332+333）矿石量 256.11 万吨，伴生  $\text{TiO}_2$  量 8.80 万吨。

### 10.2 存在主要问题

(1) 安沟东侧一带其深部无工程控制，地表仅以槽探工程进行了控制，对深部矿体的变化情况缺乏了解和控制。对 K1、K2 等矿体只在中浅部对其进行了控制，缺乏深部工程验证。在下步工作中应注意开展对安沟东侧的 K3、K4、K5、K6、K7 矿体进行中浅部至深部控制，对 K1 和 K2 矿体加强深部验证的进一步详查工作。

(2) 在工作中开展了一些综合研究，但缺乏对钛磁铁矿更深层

次的分析、对比和成矿规律的研究，尤其在对矿床成因、矿化与控矿岩性的关系等方面缺乏更深的研究，也缺乏一些新方法、新理论的应用，影响了对成矿机理和成因的认识和深化。