

福建省尤溪县金鸡山矿区牛角顶矿段铅锌
矿详查暨外围普查

勘查方案

(3500000620700)

福建省尤溪县金鸡岭矿业有限公司

2025 年 9 月



福建省尤溪县金鸡山矿区牛角顶矿段铅锌 矿详查暨外围普查 勘查方案

(3500000620700)

编 制 单 位 : 福建省闽西地质大队

法 定 代 表 人 :



项 目 负 责 人 : 吴久芳

主 要 编 制 人 员 : 吴久芳 江锦忠 罗森烨 陈平平
李佩书

勘查方案编写人员名单表

方案负责人				
姓名	职务	专业	技术职称	签名
吴久芳	项目负责	地质勘查	高级工程师	
方案主要编写人员				
序号	编写人	专业	技术职称	签名
1	吴久芳	地质勘查	高级工程师	
2	江锦忠	地质勘查	高级工程师	
3	罗森烨	水文地质	工程师	
4	陈平平	地质勘查	工程师	
5	李佩书	地质勘查	工程师	

矿产资源勘查方案编制信息及承诺书

勘查方案名称		福建省尤溪县金鸡山矿区牛角顶矿段铅锌矿详查暨外围普查勘查方案				
探 矿 权 人	名 称	福建省尤溪县金鸡岭矿业有限公司				
	通信地址	福建省尤溪县梅仙镇梅新路 25 号			邮政编码	365101
	联系人	林友能	联系电话	13615006006	传 真	
	电子邮箱	66246785@qq.com				
编 制 单 位	名 称	福建省闽西地质大队				
	通信地址	厦门市思明区豆仔尾路 179 号			邮政编码	361004
	联系人	吴久芳	联系电话	13666977032	传 真	0592-2272580
	电子邮箱	66246785@qq.com				
勘查方案 编制情形		<input type="checkbox"/> 首次申请 <input checked="" type="checkbox"/> 延续申请 <input checked="" type="checkbox"/> 变更申请（变更勘查区域，含探矿权合并或分立） <input type="checkbox"/> 勘查方案重大调整				
不动产权证书 （探矿权）证号		3500000620700				
探矿权有效期		2006 年 10 月 9 日至 2008 年 6 月 1 日				
探矿权人承诺		<p>我单位已按要求编制矿产资源勘查方案，现承诺如下：</p> <p>1. 方案内容真实、符合技术规范要求。</p> <p>2. 严格遵守矿产资源法律法规、相关矿业权管理政策。严格按照批准的勘查方案等进行勘查工作。自觉接受相关部门监督管理。</p> <p style="text-align: right;">探矿权人（盖章）：</p>				

福建省尤溪县金鸡山铅锌矿地质普查探矿权勘查方案综合信息表

探矿权基本情况	勘查项目名称	福建省尤溪县金鸡山铅锌矿地质普查	
	不动产权证书 (探矿权) 证号	3500000620700	
	探矿权人	福建省尤溪县金鸡岭矿业有限公司	
	面积	11.5187 km ²	
	勘查矿种	铅锌矿	
	有效期限	2006 年 10 月 9 日至 2008 年 6 月 1 日	
勘查方案内容概况	勘查方案编制情形	<input type="checkbox"/> 首次申请 <input checked="" type="checkbox"/> 延续申请 <input checked="" type="checkbox"/> 变更申请(变更勘查区域, 含合并或分立) <input type="checkbox"/> 勘查方案重大调整	
	已有勘查程度	牛角顶矿段详查、外围普查	
	勘查目的任务	<p>采用物探和钻探相结合, 地质填图、样品测试为辅的探矿手段。对牛角顶矿段的 PbZn-3 等矿体开展探边摸底和进行系统控制。基本查明矿区主要矿(化)体的规模、形态、产状、品位及空间展布特征, 进一步查明矿床的地质特征和主要控矿因素, 分析矿床成因。基本查明矿石质量和主要矿石类型的加工技术性能, 详细查明矿床开采技术条件。并对外围开展物探、钻探等地质工作, 初步查明矿区主要矿(化)体的规模、形态、产状、品位及空间展布特征, 初步查明矿床的地质特征和主要控矿因素, 分析矿床成因。初步查明矿区各主要矿体的矿石质量及加工利用性能, 基本查明矿床开采技术条件, 提交详查暨外围普查报告, 为后续工作提供依据。</p>	
	勘查工作周期	2025 年至 2030 年	
	主要工作方法 手段及实物 工作量	<input checked="" type="checkbox"/> 1:10000 地质测量 <input checked="" type="checkbox"/> 1:2000 地质测量 <input checked="" type="checkbox"/> 1:2000 水工环地质测量 <input checked="" type="checkbox"/> 1:10000 物探测量	9.1890 km ² 2.0 km ² 2.0 km ² 9.1890 km ²

		<input checked="" type="checkbox"/> 槽探	465m ³		
		<input checked="" type="checkbox"/> 钻探	8000m		
探 矿 权 勘 查 区 域	拟申请矿区范围拐点及坐标				
	拐点号	2000 国家大地坐标			
		地理坐标		3 度带直角坐标	
		北纬	东经	X	Y
	1	26° 21′ 47.090″	118° 11′ 47.497″	2917614.35	619428.19
	2	26° 21′ 46.696″	118° 12′ 32.530″	2917613.87	620676.98
	3	26° 20′ 59.887″	118° 12′ 32.585″	2916173.09	620692.01
	4	26° 20′ 59.887″	118° 11′ 27.426″	2916156.29	618885.07
	5	26° 21′ 05.793″	118° 11′ 27.483″	2916338.10	618884.97
	6	26° 21′ 05.993″	118° 11′ 04.265″	2916338.33	618241.06
	7	26° 21′ 29.895″	118° 11′ 04.265″	2917074.03	618234.31
	8	26° 21′ 29.895″	118° 10′ 09.844″	2917060.26	616725.26
	9	26° 21′ 42.108″	118° 10′ 09.942″	2917436.20	616724.57
	10	26° 21′ 42.461″	118° 09′ 28.948″	2917436.82	615587.78
	11	26° 22′ 14.791″	118° 09′ 29.330″	2918432.02	615589.44
	12	26° 22′ 14.824″	118° 09′ 49.499″	2918438.07	616148.64
	13	26° 22′ 30.174″	118° 09′ 49.652″	2918910.58	616148.62
	14	26° 22′ 29.841″	118° 10′ 47.432″	2918914.89	617750.67
	15	26° 22′ 29.839″	118° 11′ 47.585″	2918930.20	619418.42
	探矿权面积：9.1890km ²				

正文目录

前言.....	1
一、 编制目的	1
二、 编制依据	1
第一章 概况.....	1
一、 探矿权基本情况	1
二、 勘查区域地理位置、交通和自然地理情况.....	5
三、 勘查区域地质情况	8
第二章 勘查工作部署	46
一、 勘查工作总体部署	46
二、 主要工作方法手段及技术要求	46
三、 绿色勘查方法手段	78
四、 预期成果	82
第三章 保障措施	89
一、 组织管理及人员组成分工	89
二、 经费保障措施	90
三、 质量保证措施	96
四、 安全保障措施	96
五、 勘查方案变更	100

附表目录（正文后）

附件一 勘查许可证（复印件）

附 图 目 录

顺序号	图号	图 名	比例尺
1	1-1	福建省尤溪县鸡山矿区区域地质图	1:50000
2	2-1	福建省尤溪县鸡山矿区铅锌矿勘查程度图	1:10000
3	3-1	福建省尤溪县鸡山矿区铅锌矿地形地质暨地质部署图	1:10000
4	3-2	福建省尤溪县鸡山矿区牛角顶矿段铅锌矿地形地质暨工程部署图	1:2000
5	4-1	福建省尤溪县鸡山矿区 1:1 万激电中梯测量工作部署图	1:10000
6	5-1	鸡山矿区牛角顶矿段铅锌矿 46 线设计地质剖面图	1:1000
7	5-2	鸡山矿区牛角顶矿段铅锌矿 38 线设计地质剖面图	1:1000
8	5-3	鸡山矿区铅锌矿 56 线设计地质剖面图	1:1000
9	5-4	鸡山矿区铅锌矿 80 线设计地质剖面图	1:1000
10	5-5	鸡山矿区铅锌矿 88 线设计地质剖面图	1:1000
11	6-1	鸡山矿区牛角顶矿段 PbZn-3-1 矿体资源量估算水平投影图	1:2000

前 言

一、 编制目的

福建省尤溪县金鸡岭矿业有限公司所属矿产资源勘查许可证——福建省尤溪县金鸡山铅锌矿地质普查，勘查许可证号 3500000620700，有效期限 2006 年 10 月 9 日～2008 年 6 月 1 日。2008 年由于福建省铅锌矿产业政策的影响，未能办理到期延续，根据《福建省人民政府办公厅关于进一步加强矿产资源管理促进矿业高质量发展的通知》（闽政办〔2024〕24 号）精神，重启铅锌矿业权审批。为此，矿业权人福建省尤溪县金鸡岭矿业有限公司委托福建省闽西地质大队编制《福建省尤溪县金鸡山矿区牛角顶矿段铅锌矿详查暨外围普查勘查方案》，以完成探矿权延续登记，并依据本勘查方案开展地质勘查工作，扩大资源储量，为下一步“探转采”提供地质依据。

二、 编制依据

本勘查方案应根据《中华人民共和国矿产资源法》等法律法规政策相关要求编制，相关文件及要求、标准规范如下：

（一）法律法规及相关文件

- ① 《中华人民共和国矿产资源法》；
- ② 《自然资源部关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规〔2023〕4 号）；
- ③ 《自然资源部关于深化矿产资源管理改革若干事项的意见》（自然资规〔2023〕6 号）；
- ④ 《福建省人民政府办公厅关于进一步加强矿产资源管理促进矿业高质

量发展的通知》（闽政办[2024]24 号）文件精神；

⑤《关于在新一轮找矿突破战略行动中全面实施绿色勘查的通知》（自然资源规〔2024〕122 号）。

（二）相关规范及标准

GB/T 17766-2020	固体矿产资源储量分类；
GB/T 12719-2021	矿区水文地质工程地质勘查规范；
GB/T 13908-2020	固体矿产地质勘查规范总则；
GB/T 25283-2023	矿产资源综合勘查评价规范；
DZ/T 0374-2021	绿色地质勘查工作规范；
GB/T 33444-2016	固体矿产勘查工作规范；
DZ/T 0486-2024	固体矿产勘查钻孔质量要求；
GB/T 43759-2024	矿产资源储量基本术语；
DZ/T 00790-2015	固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求；
DZ/T 0340-2020	矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求；
DZ/T 0342-2020	矿坑涌水量预测计算规程；
DZ/T 0339-2020	矿床工业指标论证技术要求；
DZ/T 0338.1-2020	固体矿产资源量估算规程 第 1 部分:通则；
DZ/T 0338.2-2020	固体矿产资源量估算规程 第 2 部分:几何法；
DZ/T 0033-2020	固体矿产地质勘查报告编写规范；
DZ/T 0347-2020	矿山闭坑地质报告编写规范；
DZ/T 0214-2020	矿产地质勘查规范 铜、铅、锌、银、镍、钼；
DZ/T 0401-2022	矿山地质工作规范；

DZ/T 0399-2022	矿山资源储量管理规范；
DZ/T 0400-2022	矿产资源储量规模划分标准；
DZ/T 0428-2023	固体矿产勘查设计规范；
DZ/T 0429-2023	固体矿产勘查采样规范；
DZ/T 0430-2023	固体矿产资源储量核实报告编写规范；
DZ/T 0479-2024	压覆矿产资源调查评价规范。

第一章 概况

一、探矿权基本情况

（一）现有探矿权基本情况

探矿权人：福建省尤溪县金鸡岭矿业有限公司

公司地址：福建省尤溪县梅仙镇梅新路 25 号

法人代表：李秀金

勘查矿种：铅锌矿

联系人：林友能，联系电话：13615006006

（二）探矿权登记及延续变更情况

勘查区所属探矿权为“福建省尤溪县金鸡山铅锌矿地质普查”，发证机关为福建省国土资源厅（现福建省自然资源厅），勘查许可证编号 3500000620700，与周边矿权区无重叠交叉现象，矿权界线无争议纠纷（见图 1），范围：东经 $118^{\circ} 09' 18'' \sim 118^{\circ} 12' 33''$ ；北纬 $26^{\circ} 21' 00'' \sim 26^{\circ} 22' 45''$ （2000 国家大地坐标系），有效期限 2006 年 10 月 9 日~2008 年 6 月 1 日，勘查面积为 11.5187km^2 （拐点坐标见表 1）。

矿区探矿证首次设立于 2005 年 6 月，探矿权人为福建省尤溪县尾龙科矿业有限公司，勘查许可证号：3500000510205，有效期限 2005 年 6 月 1 日~2006 年 6 月 1 日。2006 年 6 月 1 日探矿权申请延续，有效期限 2006 年 6 月 1 日~2008 年 6 月 1 日，勘查许可证号 3500000630343，勘查项目名称：福建省尤溪县金鸡山矿区铅锌矿地质普查，勘查单位为福建省闽东南地质大队。2006 年 10 月探矿权人

由福建省尤溪县尾龙科矿业有限公司转让变更为福建省尤溪县金鸡岭矿业有限公司，勘查许可证号 3500000620700，有效期限 2006 年 10 月 9 日~2008 年 6 月 1 日，勘查单位福建省闽东南地质大队。

表 1 尤溪县金鸡山矿区拐点坐标换算一览表

拐点	北京（54）坐标				2000 国家大地坐标	
	纬度	经度	直角 X	直角 Y	直角 X	直角 Y
1	26°22'15"	118°09'15"	2918491.13	615122.34	2918430.626	615263.728
2	26°22'15"	118°09'45"	2918498.59	615954.13	2918438.096	616095.529
3	26°22'45"	118°09'45"	2919422.01	615945.81	2919361.506	616087.198
4	26°22'45"	118°10'45"	2919437.11	617609.29	2919376.616	617750.678
5	26°22'30"	118°10'45"	2918975.41	617613.51	2918914.906	617750.678
6	26°22'30"	118°11'45"	2918990.72	619277.05	2918930.226	619418.438
7	26°22'00"	118°11'45"	2918067.30	619285.61	2918006.806	619426.998
8	26°22'00"	118°12'30"	2918078.93	620533.36	2918006.806	620674.749
9	26°21'00"	118°12'30"	2916232.09	620550.66	2916171.586	620692.048
10	26°21'00"	118°11'00"	2916208.97	618054.80	2916148.466	618196.188
11	26°21'30"	118°11'00"	2917132.38	618046.33	2917071.876	618187.728
12	26°21'30"	118°09'15"	2917106.01	615134.73	2917045.506	615276.118
探矿权面积：11.5187km ²						

（三）探矿权本次延续登记变更情况

根据 “自然资源部关于进一步推进完善矿产资源勘查开采登记管理的通知（自然资规〔2023〕4 号）” 要求，本次矿权延续申请缩减勘查面积 2.3297km²，为现证载面积的 20.23%，保留了 9.1890km² 的勘查面积（图 1）。缩减区未施工钻探等工程，按规定没有可提交的地质资料。本次申请勘查范围拐点坐标见表 2。

表 2 尤溪县金鸡山矿区申请勘查范围拐点坐标表

拐点号	2000 国家大地坐标			
	地理坐标		3 度带直角坐标	
	北纬	东经	X	Y
1	26° 21' 47.090"	118° 11' 47.497"	2917614.35	619428.19
2	26° 21' 46.696"	118° 12' 32.530"	2917613.87	620676.98
3	26° 20' 59.887"	118° 12' 32.585"	2916173.09	620692.01
4	26° 20' 59.887"	118° 11' 27.426"	2916156.29	618885.07

拐点号	2000 国家大地坐标			
	地理坐标		3 度带直角坐标	
	北纬	东经	X	Y
5	26° 21' 05.793"	118° 11' 27.483"	2916338.10	618884.97
6	26° 21' 05.993"	118° 11' 04.265"	2916338.33	618241.06
7	26° 21' 29.895"	118° 11' 04.265"	2917074.03	618234.31
8	26° 21' 29.895"	118° 10' 09.844"	2917060.26	616725.26
9	26° 21' 42.108"	118° 10' 09.942"	2917436.20	616724.57
10	26° 21' 42.461"	118° 09' 28.948"	2917436.82	615587.78
11	26° 22' 14.791"	118° 09' 29.330"	2918432.02	615589.44
12	26° 22' 14.824"	118° 09' 49.499"	2918438.07	616148.64
13	26° 22' 30.174"	118° 09' 49.652"	2918910.58	616148.62
14	26° 22' 29.841"	118° 10' 47.432"	2918914.89	617750.67
15	26° 22' 29.839"	118° 11' 47.585"	2918930.20	619418.42
探矿权面积：9.1890km ²				

矿业权申请人：福建省尤溪县金鸡岭矿业有限公司

勘查矿种：铅锌矿

勘查面积：9.1890km²

本次福建省闽西地质大队受矿业权人委托，编制牛角顶矿段详查暨外围普查实施方案。

由于 2007 年～2008 年开展的详查工作有一硐探工程的硐口位于详查工作区外，本次工作对详查工作区范围做一定的调整，将该硐口纳入详查工作范围，从而确定本次详查区面积为 1.449km²，具体拐点坐标见表 3。

表 3 尤溪县金鸡山矿区牛角顶矿段详查范围拐点坐标表

序号	2000 国家大地坐标		序号	2000 国家大地坐标	
	直角 X	直角 Y		直角 X	直角 Y
1	2917343.903	619080.434	2	2918417.170	619079.765
3	2918414.804	617727.485	4	2917344.844	617728.235

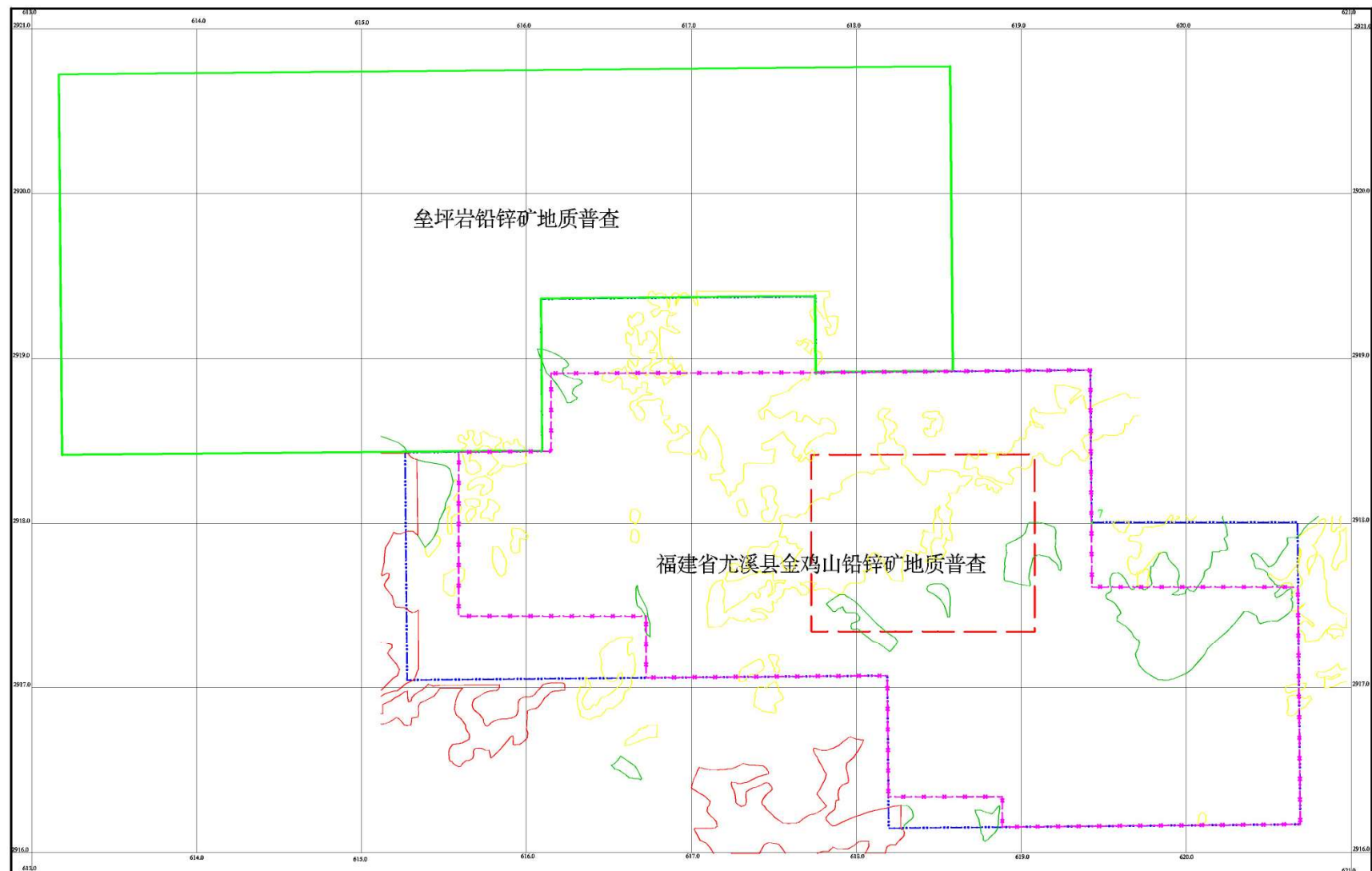


图1 金鸡山矿区矿界关系示意图



（四）探矿权是否涉及各类保护区及相关规划审查情况

2025 年 5 月 30 日经尤溪县自然资源局、生态环境局、林业局、水利局、交通局等部门审核，“福建省尤溪县金鸡山铅锌矿地质普查”探矿权不在自然保护区、生态红线、国家公园、风景名胜区、森林公园、水资源保护区、地质公园、地质遗迹、建设项目压覆区、矿产资源规划禁止区和限制区等重要地区范围内；矿区处于重点勘查区内，符合勘查区准入条件和《尤溪县矿产资源总体规划(2021—2025 年)》。但矿区范围部分面积与基本农田、生态公益林重叠（图 1-1），其中涉及耕地 96.0448 公顷，涉及永久基本农田重叠面积 90.8378 公顷，与生态公益林重叠面积 49.8378 公顷，探矿权人承诺不在以上重叠区域开展一切勘查开采活动，自愿承担探矿权转为采矿权时可能遇到的法律风险和责任。

二、勘查区域地理位置、交通和自然地理情况

（一）地理位置

矿区位于尤溪县北部 357° ，距城关直距约 22.5km，与南平市延平区毗邻。行政区划隶属于尤溪县联合乡云山村管辖。勘查许可证：证号 3500000620700。图幅号 G50E010017（土堡幅）。地理坐标：东经 $118^{\circ} 09' 18'' \sim 118^{\circ} 12' 33''$ ；北纬 $26^{\circ} 21' 00'' \sim 26^{\circ} 22' 45''$ ，总面积 11.5187km^2 。

（二）交通情况

尤溪县金鸡山矿区约有 18km 水泥路通往联合乡，联合乡有 38km 水泥公路通往尤溪县城区。距南平市区 69km，距厦沙高速公路尤溪出

口约 40km，昌福铁路设有尤溪站，总体交通较便利（见图 2）。

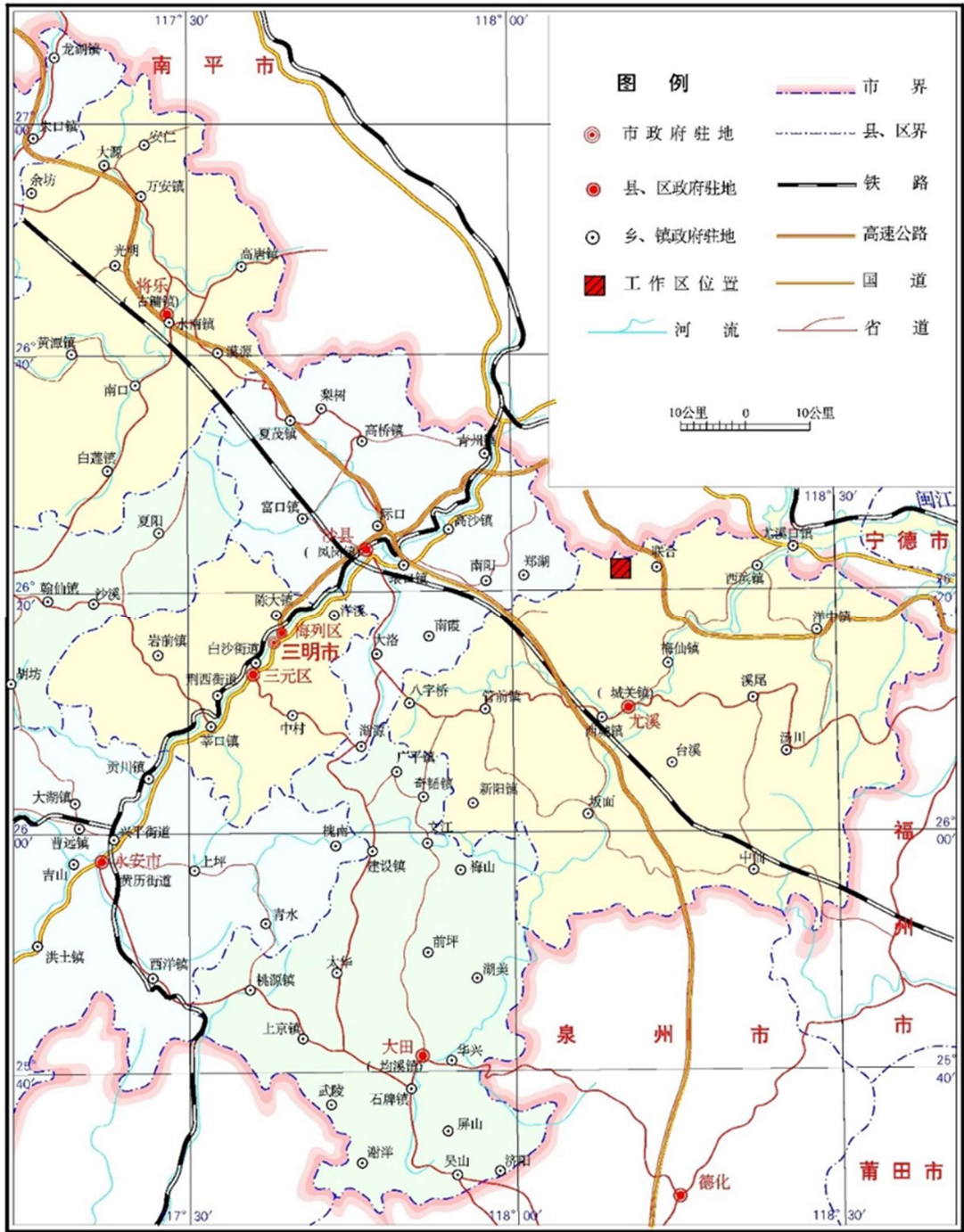


图 2 交通位置图

（三）自然地理情况

测区属亚热带季风气候，常年温热湿润多雨，年平均气温 18.9℃，年平均降水量 1602 mm，5~6 月为主要的降雨季节。冬季偶有寒流入

侵，出现短期霜降，全年无霜期 299 天。

矿区内地貌属低中山区，区内最低侵蚀基准面为 328.7m，最高标高 1157.3m，相对高差 828.6 m，地形起伏变化大，地势陡峻，地形坡度一般在 30~45° 之间，局部大于 50°。地形总体从牛角顶向北西及南东倾斜，呈中间高四周低，山坡上基岩裸露少，植被发育。地表水系发育，地表流水向四周汇入河谷。主要发育有源湖溪及吉木溪两条水系，水系呈树枝状，河道坡降大，汇流时间短，具有典型山区性河流特征，均属闽江水系。其中源湖溪：发源于联合镇连云村一带，由北向南径流，经下云村、登第村、玉石村，在源湖村附近汇入尤溪。吉木溪发源于南平市延平区塔前镇坑柄村一带，总体由北向南径流，经联合镇，最终汇入尤溪。

调查区地势陡峻，残坡积层厚度大，属地质灾害易发区。据收集资料，在矿段北部边界附近（矿段内）存在福建防灾系统库地质灾害点（统一编号 350426011971），滑坡发生于 2010 年，潜在方量约 36000 立方，属小型滑坡，后缘出现拉张裂缝，处于蠕动变形阶段，目前已安装了专业监测仪器。此外，矿段北侧边界附近（矿段外）还有 5 个福建防灾系统库内的滑坡点，主要发生于 1992-2015 年，根据收集的资料，灾害规模等级小-中型不等，由于灾害发生时间较久远，现状坡体未见明显变形迹象，现状均为基本稳定（表 4）。

表 4 牛角顶矿段周边地质灾害点基本信息

序号	名称及系统库统一编号	野外编号	灾害发生时间	与矿体距离 (m)	方量 (m ³)	目前稳定状态
1	联合镇云山村马坑包上镜、杯、新宅东侧古蠕滑体滑坡	LHHP2387	2010 年	360	36000	基本稳定
2	联合镇云山村包上合滑坡 (350426010870)	LHHP2388	2015 年	440	2600	基本稳定
3	联合镇云山村后门亭包家有等房后滑坡 (350426010007)	LHHP2389	1992 年	430	114000	基本稳定
4	联合镇云山村包世尧等宅后滑坡 (350426010008)	LHHP2522	1992 年	620	150000	基本稳定
5	联合镇云山村包世凤等房后滑坡 (350426010011)	LHHP2525	不详	600	25	基本稳定

6	联合镇云山村包锦鹏房后滑坡 (350426010867)	LHHP2526	不详	600	80	基本 稳定
---	---------------------------------	----------	----	-----	----	----------

测区附近有连云、下云、云山等村庄，为尤溪县北部偏远的革命老区之一，三村人口共计 2000 多人，劳动力相对富余。农民经济收入以农业、林业为主，兼有畜牧业，经济相对落后。

近年来尤溪县工矿企业发展较快，陆续建有水泥厂、大理石厂、造纸厂、化肥厂等，集体和个体矿业发展较快，以采掘大理石矿和白云岩矿为主。经济作物以水稻为主，此外有香菇、笋干、金桔、柑桔土产品。经济林以松木为主。

矿区电力资源丰富，且有山涧溪水和泉水可供农田灌溉和饮用，可满足矿山生产用电、水的需求。

本地电讯设施较发达，联络方便。

三、勘查区域地质情况

（一）地质特征与成矿条件

矿区处于闽西北隆起区、闽西南拗陷区和闽东火山断陷带三个大地构造单元交汇处，政和——大埔北东向断裂带中段，南平——尤溪复式向斜东南翼。属南平——尤溪多金属成矿带一部分（见图 3）。

1、地层

区域出露地层主要为震旦系下统龙北溪组、震旦系上统一下古生界；二叠系下统栖霞组；三叠系下统溪口组、上统文宾山组；侏罗系下统梨山组、上统长林组、南园组第二段及第四系地层（见图 4）。

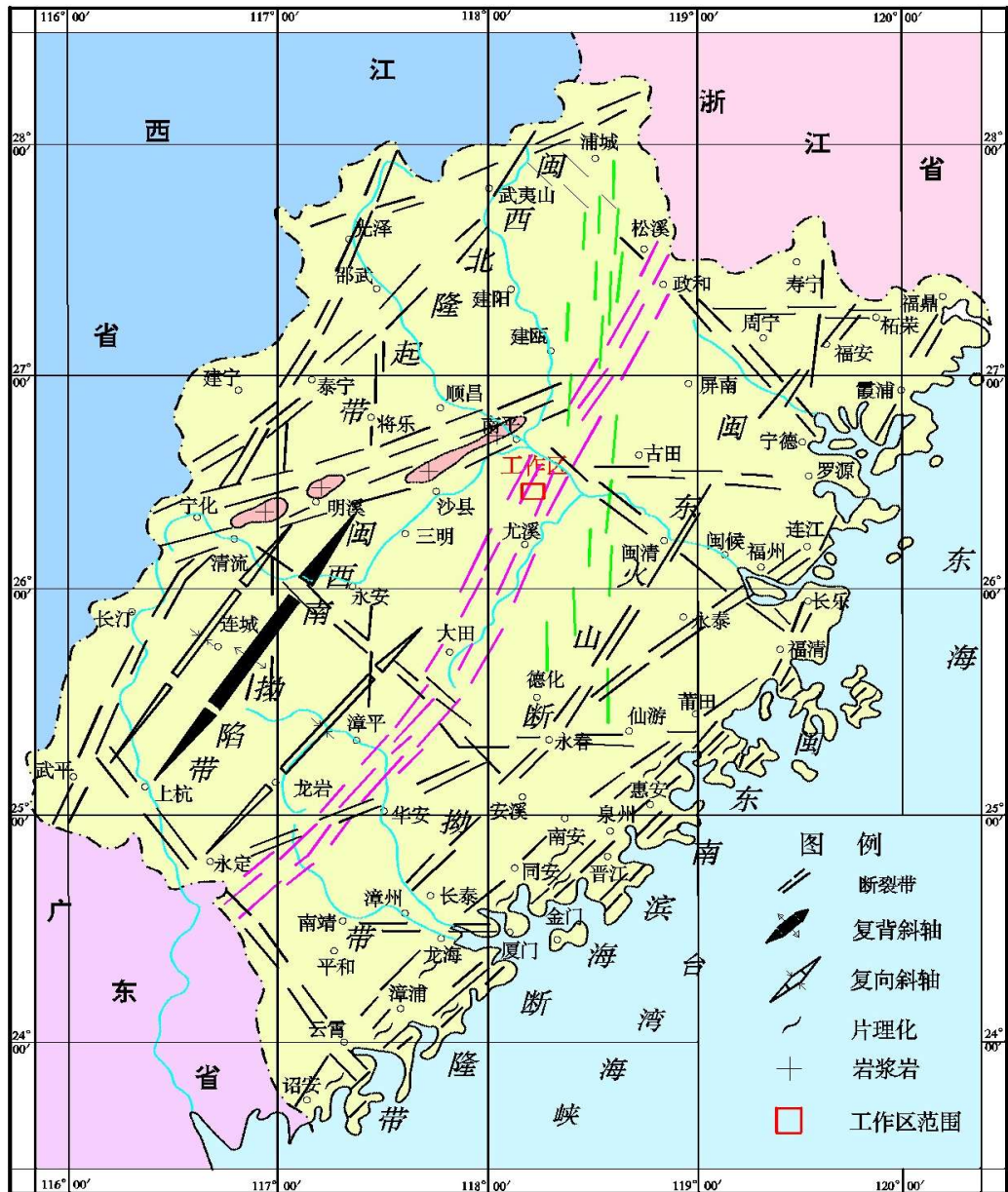


图 3 工作区区域构造图

龙北溪组岩性为绿帘钠长片岩（或细碧岩）、白云石英片岩、石英岩夹大理岩；震旦系上统一古生界岩性为上部二云石英片岩，下部黑云钠长（二长）变粒岩；栖霞组岩性为含燧石条带灰岩、细晶灰岩夹硅质岩；溪口组岩性为硅质粉砂岩夹砂岩硅质岩等，文宾山组岩性为砾岩、砂岩、粉砂岩夹安山岩、煤层；梨山组岩性为细砂岩、粉砂岩、砂质泥岩、少量含砾粗粒石英砂岩等；长林组岩性为砂砾岩、泥岩、页岩等；南园组第二段岩性为流纹英安质、英安流纹质（含角砾）晶屑熔结凝灰岩、英安质（含）角砾晶屑（熔结）凝灰岩、凝灰

熔岩为主，少量流纹质晶屑凝灰岩、英安岩、流纹岩等。第四系岩性为残积粘土、砂等。

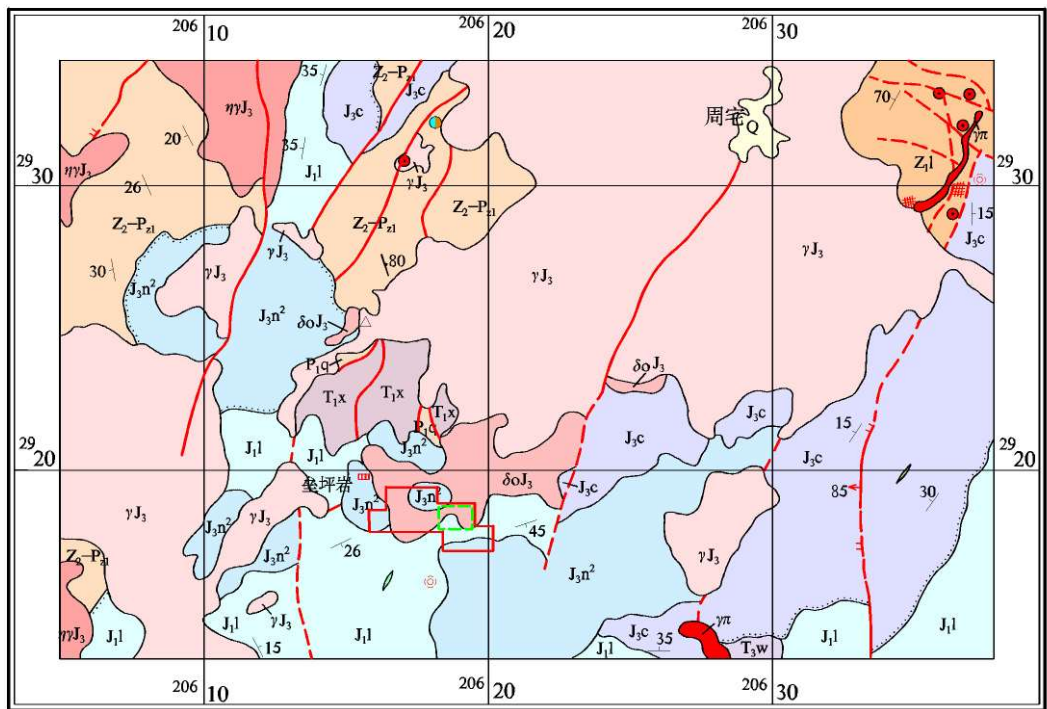


图 4 金鸡山矿区区域地质图

1. 第四系; 2. 侏罗系上统南园组第二段; 3. 侏罗系上统长林组; 4. 侏罗系下统梨山组; 5. 三叠系上统文宾山组; 6. 三叠系下统溪口组; 7. 二叠系中统栖霞组; 8. 震旦系上统一下古生界; 9. 震旦系下统龙北溪组; 10. 晚侏罗世二长花岗岩; 11. 晚侏罗世石英闪长岩; 12. 晚侏罗世黑云母花岗岩; 13. 花岗斑岩; 14. 硅化/黄铁矿化; 15. 砂卡岩化; 16. 地质界线; 17. 不整合地质界线; 18. 断层; 19. 地层产状; 20. 铁矿点/铅锌矿点; 21. 矿界范围; 22. 详查区范围。

2、侵入岩

区域侵入岩广泛发育，主要有燕山早期二长花岗岩、石英闪长岩、黑云母花岗岩。脉岩有花岗斑岩等。

二长花岗岩：分布于区域西北部，属燕山早期第一次侵入，依岩性及结构可分为中粗粒过渡相和细粒边缘相，过渡相为灰白、灰绿及肉红色片麻状中粗粒二长花岗岩，部分为片麻状花岗闪长岩及碎裂花岗岩。边缘相为灰白及浅肉红色片麻状细粒黑云母花岗岩。

石英闪长岩：分布于区域中部，属燕山早期第二次侵入，相带不发育，岩石为灰白色、灰白带绿色，他形——半自形粒状结构。主要

由长石、条纹长石、石英及黑云母、角闪石组成。本岩体围岩蚀变以硅化、黄铁矿化为主，其次为角岩化、绢云母化、绿帘石化，局部有矽卡岩化，并伴生有铅锌矿及黄铁矿等矿化。

黑云母花岗岩：主要分布于区域北东部，为周宅岩体一部分，属燕山早期第三次侵入，发育有中心相、过渡相及边缘相三相带，中心相岩石为肉红色、部分为灰白色之中——粗粒黑云母花岗岩。过渡相主要为粗中粒及中粒黑云母花岗岩，部分为中粒含黑云母花岗岩。边缘相为浅肉红色及灰白色中细粒或细粒含黑云母花岗岩及似斑状细粒含黑云母花岗岩，部分为细粒花岗岩。本岩体均有较轻微的绿泥石化、绢云母化等，局部有云英岩化，并伴有石英脉型黑钨矿化，局部还伴生有铅锌矿化及辉钼矿化。围岩蚀变较显著，主要有矽卡岩化、黄铁矿化、白云岩化、硅化、角岩化、大理岩化以及绿泥石化、绢云母化、绿帘石化。周宅岩体内、外接触带上常形成具一定工业价值的磁铁矿、白钨矿及黄铁矿、铜、铅锌矿化，其中铁矿、铜矿主要分布于岩体东侧边缘，黄铁矿、白钨矿、铅锌矿主要分布于岩体西侧边缘。

3、构造

区域内褶皱发育，主要属南平——尤溪复式向斜一部分，轴部位于西芹一带，轴向北东 $20\sim 30^\circ$ ，主要由前震旦地层组成，岩层倾角轴部较缓，为 30° 左右，而翼部可达 $50\sim 60^\circ$ 。次一级褶皱发育在复式向斜轴部，呈北东向平行排列。

断裂构造主要有南北、北东向两组，以北东向为主。这两组断裂规模较大，一般延长达数十公里，切割较深，可切割不同构造层，北东向断裂常有挤压破碎带及角砾岩分布，沿断裂带普遍产生硅化、绿泥石化等蚀变，并发育有小断裂。南北向断裂也发育有破碎带，以高角度正断层为主，旁侧伴有羽状断裂，具强烈硅化、绿泥石化。

受区域构造、岩浆活动影响，区内围岩蚀变强烈，蚀变类型有硅

化、矽卡岩化、绢英岩化、黄铁矿化、大理岩化、绿泥石化、绿帘石化，并伴生铁、铅锌等多金属矿。

4、区域矿产特征

本区域位于南平——尤溪多金属成矿带内，为我省铅锌矿潜在的有找矿远景的地区之一。区域上目前已知矿床有徐岭铁矿床、枣兜铜锌矿床，矿点有黑钨矿、铅锌、铜矿、铁矿（化），如林兜黑钨矿点、后山铁矿点。非金属矿有石灰岩、白云石、萤石等（见图 2—2）。

（二） 以往地质工作及认识

1、以往区域地质工作情况

（1）1965～1966 年省区测队仅在该区开展了 1：20 万南平幅区域地质及矿产调查。

（2）1995～1999 年省区测队在该区开展了 1：5 万土堡幅区域地质调查。

2、 以往矿产地质工作情况

（1）受矿业权人委托，福建省闽东南地质大队于 2005 年 7 月～2007 年 6 月期间，对矿区进行地质普查工作，完成的主要工作量见表 5，本次工作初步查明区内地质构造特征，控矿因素，矿体赋存部位、规模、形态、产状等，圈定 2 处铅锌矿点和 2 处的铁矿点，即 PbZn-1、PbZn-2 、Fe-1 和 Fe-2。

（2）受矿业权人委托，福建省闽东南地质大队对矿区内牛角顶北西侧出露的铁帽（Fe-2）进行地质详查工作，完成的主要工作量见表 2-1。该项目于 2007 年 6 月开始实施，2008 年 6 月完成野外地质工作，并转入室内资料整理阶段，2008 年 11 月通过了福建省国土资源评估中心组织的野外验收，并于 2009 年 6 月中旬提交了《福建省尤溪县金鸡山矿区牛角顶矿段铅锌矿详查地质报告》。探求了铅锌矿

(332+333+334) 矿石量 255.24 万吨，其中 (332) 矿石量 109.77 万吨、(333) 矿石量 115.42 万吨、(334) 矿石量 30.05 万吨；铅+锌金属量 161483.86 吨，其中铅金属量 67114.09 吨、锌金属量 94369.77 吨，平均品位 Pb 2.63%、Zn 3.70%；伴生银金属量 109516.95 千克，平均品位 Ag 42.91g/t；水泥用灰岩矿(332+333+334)矿石量 2074.90 万吨，其中 (332) 矿石量 864.87 万吨、(333) 矿石量 758.60 万吨、(334) 矿石量 451.43 万吨。

表 5 完成实物工作量

工 作 项 目	单 位	普查阶段	详查阶段	合 计
1：10000 地质填图	km ²	11.54		11.54
1：2000 地质填图	km ²	1.35	1.35	1.35
1：2000 水文地质测量	km ²	1.35	1.35	1.35
1：2000 地形测量	km ²		1.35	1.35
1：1000 地质剖面测量	m	692.0	1044.0	1736.0
钻探	m/孔	3546.95/12	1356.37/4	4903.32/16
探槽	m ³	682.11		682.11
硐探	m/硐		690.2/2	690.2/2
岩矿石基本分析	件	278 (铅锌 183、灰岩 95)	198 (铅锌 52、灰岩 146)	476 (铅锌 235、灰岩 241)
小体重样	件	78 (铅锌 45、灰岩 33)	35 (铅锌 35)	113 (铅锌 80、灰岩 33)
组合分析样	组	3 (铅锌 3)	12 (铅锌 12)	15 (铅锌 15)
化学全分析样	件		19 (铅锌 12、灰岩 7)	19 (铅锌 12、灰岩 7)
物相分析样	件		12 (铅锌 12)	12 (铅锌 12)
矿石加工技术性能样	组		1	1
光片、薄片	件	14	5	19
岩石光谱	件	30		30
岩矿石物理力学样	组		4	4
水质全分析样、细菌样	件		3	3
内检样	件	33 (铅锌 33)	50 (铅锌 14、灰岩 36)	83 (铅锌 47、灰岩 36)
外检样	件	33 (铅锌 33)	50 (铅锌 14、灰岩 36)	83 (铅锌 47、灰岩 36)

3、以往勘查工作质量及可利用性评价

福建省闽东南地质大队对金鸡山矿区牛角顶北西侧出露的铁帽 (Fe-2) 开展的地质详查工作，通过钻探、硐探等有效的勘查手段，结合系统取样工程控制和测试、试验研究，基本查明了铅锌矿体的地

质特征、矿石选冶技术性能以及开采技术条件，于 2009 年 6 月提交了《福建省尤溪县金鸡山矿区牛角顶矿段铅锌矿详查地质报告》，并取得了资源储量备案证明（闽国土资储评字〔2010〕23 号）。该详查工作的钻探工程、硐探工程以及各类测试成果，凡符合本次工作精度要求的，全部予以引用。

4、以往工作存在问题

（1）栖霞组地层与石英闪长岩的接触关系控制程度尚显不足。

（2）受区内地形限制，局部勘探网度控制不够。

（3）勘探线布设系根据地表铁帽（Fe-2）的产状而定，经过 16 个钻孔及硐探的深部验证，其勘探线布设尚欠合理，与实际的矿体产状有所偏差。

（4）详查工作仅对铁帽（Fe-2）及其周围开展了深部的验证，PbZn-1、PbZn-2 和 Fe-1 外围还存在广阔的找矿前景。

5、以往地质工作成果

（1）地层

区内地层较单一，地表仅出露侏罗系下统南园组第二段（ J_3n^2 ）、长林组（ J_3c ）地层。二叠系中统栖霞组（ P_2q ）地表未见，被南园组第二段（ J_3n^2 ）地层所覆盖，在钻孔中见及。各地层岩性特征如下：

栖霞组（ P_2q ）：分布在矿区中部的南园组第二段（ J_3n^2 ）地层之下，分布于 50~42 线以及 38 线的西侧（ZK13），其北、东及北西侧与燕山早期石英闪长岩接触，其上为被南园组第二段（ J_3n^2 ）地层所覆盖，盖层一般为 50.13~88.61 m，最小处为 15.25m（ZK5001），而最厚处在 ZK13（150.37m）。岩性主要为上部浅灰色硅质岩、深黑色泥岩，以及经接触交代变质后形成阳起石石榴石矽卡岩和经热力接触变质后形成的大理岩；下部为灰色细晶灰岩夹硅质岩。厚度为 288.94m，地层厚度总的变化趋势是北西、南东侧薄，北东、南西侧厚。地层产状

大致沿走向 $10\sim 15^{\circ}$ ，倾向北西，倾角 30° 。

细晶灰岩：细晶结构，组成岩石的矿物成分以方解石为主，少量石榴石。方解石为他形粒状，粒径 $0.05\sim 0.25\text{mm}$ ，颗粒之间紧密镶嵌，集合体呈面型分布。

硅质岩：隐晶状结构，组成岩石的矿物成分以石英为主，少量石榴石。石英呈隐晶状集合体呈面型分布，后期的碳酸盐、绿帘石、石英呈微细脉状对岩石不规则穿插交代。

长林组 (J_3c)：分布于矿区西南部，出露面积 0.8km^2 ，占矿区面积的 6.93% 。岩性为浅灰色、灰紫色砂砾岩、泥岩、页岩等。

南园组第二段 (J_3n^2)：分布在矿区中部，出露面积 7.67km^2 ，占矿区面积 11.54km^2 的 66.46% 。岩性为浅灰色流纹质晶屑凝灰岩、流纹质凝灰岩，与下伏栖霞组地层呈角度不整合接触。地层产状为走向 15° ，倾向北西，倾角 $30\sim 55^{\circ}$ ，在接触带上见有石榴石矽卡岩，是矿段内铅锌矿体的主要赋存部位。受岩浆侵入、构造活动的影响，岩石普遍具硅化、黄铁矿化、铁锰矿化，局部有矽卡岩化等蚀变。

(2) 侵入岩

区内侵入岩较发育，呈鸡爪状分布在测区的北、中及东部一带，出露面积 3.03km^2 ，占测区面积 11.54km^2 的 26.25% 。岩性为晚侏罗世石英闪长岩 ($\delta o J_3$)，地表与南园组地层呈侵入接触关系，倾向南西，倾角 $55\sim 60^{\circ}$ ，其与南园组地层接触带上见有含铅锌铁矿体 (铁帽—Fe-2) 呈透镜状出露；深部 (PD1) 与栖霞组地层呈断层接触关系，岩石破碎，见有黄铁矿呈星点状展布，接触产状总体为倾向南西，局部北东 15° ，倾角 85° ，接触面呈凹凸不平。其接触带附近具硅化、黄铁矿化、矽卡岩化 (蚀变较强者为阳起石石榴石矽卡岩)、铅锌矿化等蚀变，接触带及其围岩中的层间破碎带是铅锌矿体的主要赋存部位。

石英闪长岩：细粒半自形粒状结构，块状构造，岩石由中长石、普通角闪石、少量石英、钾长石、以及副矿物磁铁矿、榍石、磷灰石等组成。矿物粒度以 0.5~1.5mm 为主。斜长石呈半自形柱状，强烈绢云母、钠-黝帘石化，使得聚片双晶模糊，在岩石中杂乱分布；普通角闪石呈柱状，纵切面一组解理发育，横切面可见二组解理；石英、钾长石他形粒状。

（3）构造

区内断裂构造不发育，仅在矿区的中部见一条 F1 断层：南西侧延出图外，地表断续出露长>3km，走向北东 65°，倾向北西，倾角 73°。其旁侧岩性为南园组第二段流纹质晶屑凝灰岩及燕山早期石英闪长岩。岩石具硅化、褐（黄）铁矿化、矽卡岩化、铅锌矿化等蚀变，见有褐铁矿脉（Fe-1）沿断层充填。在（PD1）中的侵入岩内接触带约 10m 处发育一断层，宽 0.3~0.8m，断层内充填 2 条石英线脉，石英呈六方晶族，表明该断层为张性断裂，产状为倾向走向北西 310°，南西 220°，倾角 85°。

（4）变质岩

①接触变质交代作用

本矿区变质作用主要为接触变质交代作用，主要由矿区内的岩浆岩侵入，使原岩不同程度地引起矿物的重结晶作用。矿段内的变质岩主要是：阳起石石榴石矽卡岩、大理岩。

阳起石石榴石矽卡岩：粒状变晶结构，块状构造，主要矿物成分以石榴石为主，方解石为次，少量阳起石、黄铁矿、石英等。石榴石呈淡褐色，自形晶粒状变晶，粒径大小不一，颗粒之间紧密嵌镶，连成一片，交突起，糙面显著，局部可见异常光片，不发育的环状构造。

大理岩：粒状变晶结构，块状构造，主要矿物成分以方解石为主，少量石榴石、透辉石、黄铁矿、石英等。

矽卡岩在空间分布上具有分带现象：

在石灰岩与石英闪长岩的接触带上，其顺序为：石英闪长岩—蚀变石英闪长岩（主要为混合岩化）—阳起石石榴石矽卡岩带（铅锌矿体）—硅化灰岩—细晶灰岩。

在石灰岩与火山碎屑岩的接触带上，其顺序为：流纹质（晶屑）凝灰岩——硅质岩——阳起石石榴石矽卡岩带（铅锌矿体）—硅化灰岩—细晶灰岩。

②围岩蚀变

区内岩石蚀变普遍，主要有硅化、黄铁矿化（地表氧化为褐铁矿化）、矽卡岩化等蚀变。侵入岩、北东向断裂附近及矿化蚀变脉旁侧蚀变较为强烈。

硅化：以线型蚀变为主，面型蚀变为次，常与黄（褐）铁矿化伴生，多见于矿体及顶底板或沿断层发育。硅化作用常伴随铅锌矿化，是与铅锌矿化关系密切的重要蚀变之一。

黄铁矿（褐铁矿）化：以线型蚀变为主，与硅化常伴生，多发育于矿体及顶底板；围岩中呈面型分布，黄铁矿呈星散状分布于岩石中，有的沿裂面呈薄膜状展布。地表及裂隙中的黄铁矿经氧化形成褐铁矿，仅保留黄铁矿假象。黄铁矿多呈浸染状、团块状分布于矿体、断层及旁侧。

矽卡岩化：以线型蚀变为主，分布在石英闪长岩内、外接触带附近及矿体旁侧蚀变围岩中，常与铅锌矿伴生，蚀变强者为阳起石石榴石矽卡岩（铅锌矿）、透辉石矽卡岩。

（5）牛角顶矿段铅锌矿体地质特征

矿段内共发现大小 13 条铅锌矿体（隐伏矿体），编号分别为 PbZn-3-1、PbZn-3-2、PbZn-3-3、PbZn-3-4、PbZn-3-5、PbZn-11、PbZn-4、PbZn-6、PbZn-5、PbZn-7、PbZn-8、PbZn-9、PbZn-10，其矿体地质特

征见表 6。

表 6 各矿体特征一览表

矿体编号	位置及地质特征	矿体特征	备注
PbZn-3-2	位于牛角顶高地北西侧，地表未出露，产于南园组第二段火山岩与栖霞组细晶灰岩的接触带上的矽卡岩带内，顶板为矽卡岩，底板为石灰岩。	长 50m，厚 2.15m，倾角 27.5° ，由 ZK2 控制，呈透镜状展布，平均品位 Pb 0.26×10^{-2} 、Zn 4.08×10^{-2} 、Ag 36.96×10^{-6} 。	该 5 条矿体与 PbZn-3-1 同处在同一成矿带内（南园组第二段火山岩与栖霞组细晶灰岩的接触带上的矽卡岩带内）
PbZn-3-3	位于牛角顶高地北西侧，地表未出露，产于南园组第二段火山岩与栖霞组细晶灰岩的接触带上的矽卡岩带内，顶、底板为辉绿岩脉。	长 50m，厚 2.67m，倾角 58° ，由 ZK6 控制，呈透镜状展布，平均品位 Pb 4.61×10^{-2} 、Zn 7.46×10^{-2} 、Ag 99.29×10^{-6} 。	
PbZn-3-4	位于牛角顶高地北西侧，地表未出露，产于栖霞组细晶灰岩的中，顶、底板均为石灰岩。	长 50m，厚 4.06m，倾角 50° ，由 ZK9 控制，呈透镜状展布，平均品位 Pb 0.83×10^{-2} 、Zn 2.27×10^{-2} 、Ag 48.16×10^{-6} 。	
PbZn-3-5	位于牛角顶高地北西侧，地表未出露，产于南园组第二段火山岩与栖霞组细晶灰岩的接触带上的矽卡岩带内，顶、底板为矽卡岩。	长 50m，厚 2.89m，倾角 31° ，由 ZK8 控制，呈透镜状展布，平均品位 Pb 6.39×10^{-2} 、Zn 4.08×10^{-2} 、Ag 49.40×10^{-6} 。	
PbZn-3-6	位于牛角顶高地北西侧，地表未出露，产于南园组第二段火山岩与栖霞组细晶灰岩的接触带上的矽卡岩带内，顶板为矽卡岩，底板为石灰岩。	长 50m，厚 1.53m，倾角 40° ，由 ZK9 控制，呈透镜状展布，平均品位 Pb 4.03×10^{-2} 、Zn 4.44×10^{-2} 、Ag 54.76×10^{-6} 。	
PbZn-6	位于牛角顶高地西侧，地表未出露，产于栖霞组细晶灰岩的中。	长 50m，厚 1.95m，倾角 50° ，由 ZK12 控制，呈透镜状展布，平均品位 Pb 4.79×10^{-2} 、Zn 3.35×10^{-2} 、Ag 13.38×10^{-6} 。	
PbZn-7	位于牛角顶高地西侧，地表未出露，产于栖霞组细晶灰岩与石英闪长岩的接触带上的矽卡岩带内，顶板为大理岩、底板均为矽卡岩。	长 50m，厚 8.39m，倾角 48° ，由 ZK12 控制，呈透镜状展布，平均品位 Pb 3.63×10^{-2} 、Zn 12.26×10^{-2} 、Ag 127.81×10^{-6} 。	
PbZn-8	位于牛角顶高地南西侧，地表未出露，产于硅化蚀变脉中。	长 50m，厚 1.17m，倾角 50° ，由 ZK10 控制，呈透镜状展布，平均品位 Pb 1.16×10^{-2} 、Zn 2.42×10^{-2} 、Ag 89.46×10^{-6} 。	
PbZn-9	位于牛角顶高地南西侧，地表未出露，产于硅化蚀变脉中，顶板为硅质岩、底板为透辉石矽卡岩。	长 50m，厚 2.67m，倾角 60° ，由 ZK13 控制，呈透镜状展布，平均品位 Pb 0.07×10^{-2} 、Zn 1.14×10^{-2} 、Ag 8.31×10^{-6} 。	
PbZn-10	位于牛角顶高地南西侧，地表未出露，产于硅化蚀变脉中。	长 50m，厚 1.16m，倾角 55° ，由 ZK13 控制，呈透镜状展布，平均品位 Pb 0.79×10^{-2} 、Zn 2.24×10^{-2} 、Ag 42.18×10^{-6} 。	
PbZn-11	位于牛角顶高地南西侧，地表未出露，产于栖霞组细晶灰岩中，	长 50m，厚 1.21m，倾角 55° ，由 ZK13 控制，呈透镜状	

矿体编号	位置及地质特征	矿体特征	备注
	顶板为硅质岩、底板均为石灰岩。	展布，平均品位 Pb 0.68×10^{-2} 、 Zn 2.50×10^{-2} 、Ag 51.51×10^{-6} 。	

①矿体空间分布

各矿体被侏罗系下统南园组第二段地层所覆盖，产在南园组第二段地层与栖霞组地层接触带上的矽卡岩体内（PbZn-3-1、PbZn-3-2、PbZn-3-3、PbZn-3-4、PbZn-3-5、PbZn-11）、栖霞组地层（PbZn-4、PbZn-6）、栖霞组地层与晚侏罗世侵入岩石英闪长岩的接触带附近（PbZn-5、PbZn-7）、硅化蚀变带内（PbZn-8、PbZn-9、PbZn-10），以铅锌矿为主，伴生银等有益组分。

②矿体形态、规模及产状

测区内的矿体以 PbZn-3-1 为主矿体，呈脉状、似层状展布；其它矿体规模小，呈脉状、透镜状展布。现将 PbZn-3-1 矿体特征及 PbZn-4、PbZn-5 特征描述如下：其余各矿体特征详见表 2-2：

PbZn-3-1 矿体：位于测区牛角顶北西侧的山坡上的 50~42 线，深部由 10 个钻探工程（50 线为 ZK5001、ZK1、ZK8；46 线为 ZK2、ZK3、ZK6、ZK11；42 线为 ZK7、ZK14、ZK9）及 PD2 控制，矿体呈似层状、脉状展布，产在南园组第二段火山岩与栖霞组细晶灰岩上部的接触带上的矽卡岩带内。矿体埋深由东至西逐渐加深（47.85~188.00 m），矿体分布标高（665~955 m）。从 PD2 中测的矿体产状走向 15° ，倾向北西，倾角 52° ，从 10 个钻孔揭露到的矿体产状与上述基本一致，倾角一般为 $27.5 \sim 40^\circ$ ，局部为 $50 \sim 55^\circ$ （ZK1、ZK6、ZK7、ZK14），平均 42° 。矿体沿走向及倾向分别延伸分别大于 300 m、350 m，厚度一般为 4.16~10.26 m，最厚达 13.00m，平均厚度 7.64m，矿体厚度总的变化趋势是浅部薄，深部厚。顶板为硅质岩、局部为矽卡岩，底板为矽卡岩、局部为硅质岩，围岩具矽卡岩化、硅化、黄铁矿化、铅锌矿化等矿化蚀变。矿石品位：Pb $0.54 \sim 5.30 \times 10^{-2}$ ，平均 $2.42 \times$

10^{-2} ; Zn $0.84\sim 5.12\times 10^{-2}$, 平均 3.37×10^{-2} ; 伴生 Ag 平均 33.26×10^{-6} 。

PbZn-4 矿体: 地表未出露, 由 ZK5001、ZK2 钻孔控制, 矿体呈似层状、透镜状展布, 产在栖霞组细晶灰岩中。矿体分布标高 (725~790m), 矿体大致走向 15° , 倾向北西, 倾角 $35\sim 40^{\circ}$ 。沿走向延伸大于 200 m, 沿倾向延伸大于 85 m, 厚 3.15~9.98 m, 平均 6.57 m。顶、底板均为灰岩, 底板局部为硅质岩, 围岩蚀变弱。矿石品位: Pb $0.74\sim 9.06\times 10^{-2}$, 平均 3.70×10^{-2} ; Zn $1.00\sim 14.00\times 10^{-2}$, 平均 6.32×10^{-2} ; 伴生 Ag 平均 114.86×10^{-6} 。

PbZn-5 矿体: 地表未出露, 由 ZK5001、ZK1、ZK8 钻孔控制, 矿体呈透镜状展布, 产于石英闪长岩与栖霞组细晶灰岩的接触带上的石榴石矽卡岩带内。矿体分布标高 (450~735m), 矿体大致走向 15° , 倾向北西, 倾角 $25\sim 30^{\circ}$, 局部为 48° (ZK8)。沿倾向延伸大于 340 m, 沿走向延伸大于 80 m, 厚 4.62~10.71 m, 平均 6.76m, 顶板为矽卡岩、硅质岩, 底板为石英闪长岩。围岩蚀变强, 具矽卡岩化、硅化、混合岩化等蚀变。矿石品位: Pb $0.64\sim 13.60\times 10^{-2}$, 平均 4.21×10^{-2} ; Zn $1.06\sim 27.8\times 10^{-2}$, 平均 4.00×10^{-2} ; 伴生 Ag 平均 82.38×10^{-6} 。

根据钻孔、PD2 的见矿情况来看, PbZn-3-1 矿体连续性较好, PbZn-5 矿体为次, PbZn-4 矿体连续性差, 其余矿体为单工程控制。牛角顶矿段内的铅锌矿床成因类型为矽卡岩铅锌矿床, 主要产于侵入接触带上, 少数进入围岩。原详查工作仅在深部见及 PbZn-5 矿体 (ZK5001、ZK1、ZK8), 而边部石灰岩与石英闪长岩的接触带上没有钻探工程控制, 因此, 牛角顶矿段内的 (PbZn-3-1、PbZn-4、PbZn-5) 矿体目前先按 3 条矿体进行圈定, 也可能是接触带上的上述矿体沿着围岩层面或构造充填形成同一矿体, 形态上可能为一倒树枝状展布

(矽卡岩体形态)，有待本次工作时进一步验证。而其余矿体为各自独立矿脉。

整个矿段铅锌矿体矿石品位：Pb 2.63×10^{-2} ；Zn 3.70×10^{-2} ；伴生 Ag 42.91×10^{-6} 。

③矿石质量特征

A. 矿石的结构、构造

矿石的结构：矿石多具它形粒状结构，仅磁铁矿矿石呈半自形粒状结构，部分还发育交代港湾状结构，交代包含结构及乳蚀结构等。

矿石构造：以块状构造为主，少为团块状构造，小团块浸染状构造。

B. 矿石的矿物成分

矿石的矿物成分：金属矿物主要为闪锌矿、方铅矿为主，少量磁铁矿、黄铜矿、镜铁矿、黄铁矿等；脉石矿物主要为石英、石榴石、透辉石和少量的方解石、绿泥石、阳起石等，氧化矿物有褐铁矿。

金属矿物：

各不同类型矿石，其金属矿物组合、含量呈现不同的变化，其中磁铁—铅锌矿石金属矿物组合较复杂；方铅矿石和磁铁矿石的金属矿物组合相对较简单。

闪锌矿：是该矿区主要的金属矿物，含量一般在 $3 \sim 9 \times 10^{-2}$ 之间，局部含量较高达 27.8×10^{-2} 。它形粒状，结晶颗粒较粗大，粒度一般在 $0.1 \sim 2\text{mm}$ 之间，仅少数小于 0.1mm 。闪锌矿结晶时间晚于方铅矿，常见溶蚀交代和包裹方铅矿现象，灰色，均质体，

常包含较多量细小它形粒状早晶黄铜矿及溶离型的乳滴状黄铜矿。

方铅矿：一般含量均不多，在 $2 \sim 5 \times 10^{-2}$ 之间。矿区方铅矿仅少部分呈它形粒状的独立矿物存在，多数呈细小它形粒状被包裹于闪锌

矿晶体中，局部还见被磁铁矿，脉石矿物绿帘石等包裹的现象，被其它矿物包裹的方铅矿结晶颗粒极细小。结晶颗粒大小变化于 0.01~2mm 之间。灰色，均质体，常发育三角形凹坑，见有被闪锌矿，磁铁矿交代现象，但结晶晚于镜铁矿，见有交代镜铁矿现象。部分方铅矿结晶颗粒较细小，部分被包裹于闪锌矿、磁铁矿、绿帘石等矿物中。

磁铁矿：是矿区矿石较普遍存在的一种金属矿物，含量一般在 $5 \sim 10 \times 10^{-2}$ ，部分少含或不含，局部富集成单一的磁铁矿矿石。呈自形至半自形等轴粒状，粒径一般在 0.01~1mm 之间，多数大于 0.05mm。见有被闪锌矿溶蚀交代和包裹现象，两者接触界线呈不规则的港湾状。灰色或橙棕灰色，均质体。

黄铜矿：很少呈独立的矿物存在，一般均被包含或包裹于方铅矿晶体中，可划分为两个不同的结晶世代，早晶黄铜矿呈它形粒状被包裹于方铅矿中，粒度一般在 0.05mm 左右，溶离成因的黄铜矿呈细小它形粒状、乳滴状被包含于方铅矿中，结晶颗粒极细小，一般在 0.01mm 以下。由于黄铜矿结晶细小，并均以包裹体的形式赋存于方铅中。

镜铁矿：仅局部样品含有该矿物，含量较少，一般含量在 1×10^{-2} 左右，个别 5×10^{-2} ，呈显微鳞片状或薄板状，结晶时间较早，见有被黄铁矿、方铅矿交代现象，粒度 0.02~0.3mm，灰色，非均质性弱。

黄铁矿：一般含量较少，仅局部含量较多，高达 15×10^{-2} ，多呈自形等轴粒状，少为半自形粒状，立方体晶体，粒度在 0.01~0.9mm，见有交代镜铁矿而被闪锌矿交代现象，黄白色，均质体。

脉石矿物：

石英：是各类型矿石所普遍含有的一种脉石矿物，但含量变化较大，从少量到高达 43×10^{-2} ，在磁铁—铅锌矿石中是其最主要的脉石矿物，其它矿石类型的石英含量均较少，呈它形粒状，透明无色。

石榴石：分布较局限，仅见一个样品中，含量约占 20×10^{-2} ，石

榴石呈自形等轴粒状，浅黄褐色，正高突起，边部具光性异常，为钙铁榴石。

透辉石：是矽卡岩矿床的主要矿物，呈柱状，透明无色，发育辉石或解理，斜消光，最高干涉色二级顶部。

阳起石：分布较局限，仅见一个样品中，含量约占 10×10^{-2} ，呈柱状，绿色多色性，发育闪石或解理，斜消光，最高干涉色二级顶部。

方解石：在一般情况下其含量均较少，在 $0 \sim 3 \times 10^{-2}$ 之间。呈细脉状产出或填充于其它矿物间隙中。碳酸盐呈它形粒状，透明无色，闪突起，高级白干涉色。

绿泥石：含量较少，分布不均，仅部分矿石类型含有，含量约 $1 \sim 2 \times 10^{-2}$ ，显微鳞片状，绿色多色性，异常干涉色。

矿石矿物的先后生成顺序为 石榴石→透辉石→绿帘石→阳起石→磁铁矿→镜铁矿→石英→绿泥石→早晶黄铜矿→方铅矿→闪锌矿→晚晶黄铜矿→黄铁矿→石英→方解石→褐铁矿。

C. 矿石化学成分

矿石化学成分见表 7：具有富钙的特点，全矿段平均品位：Pb 2.63×10^{-2} 、Zn 3.70×10^{-2} Pb+Zn 6.33×10^{-2} ；Ag 42.91×10^{-6} 。

表 7 矿石化学成分表

项目	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	FeO	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Pb	Zn
含量 (%)	41.74	2.77	1.66	15.75	0.07	0.16	16.69	2.88	0.03	0.63	0.07	3.06	3.43
项目	Ag	TFe	Au	Cu	Sn	Bi	As	S	W	CaF ₂	Cd	Hg	Mo
含量 (%)	58.42×10^{-6}	13.10	< 0.01	0.05	0.002	0.001	0.001	2.44	0.001	7.73	0.012	1.1×10^{-6}	0.001

D. 矿石有益有害组分及含量

据表 2-3： 铅锌矿石主要的有益元素为 Pb、Zn，伴生的有益元素主要为 Ag、局部（ZK5001）含 CaF₂、Cd 及 PD1 含 Cu，其它微量元

素 Sn、Bi、Mo、S、As、Hg 等在矿床中含量均较低。

有害组分主要为 As，含量 0.001×10^{-2} 。

E. 矿石类型

矿区铅锌矿石自然类型主要为铅锌矿石，矿石中金属矿物主要为闪锌矿、方铅矿，少量银矿石；矿石品位均达到工业指标，构成工业意义上的铅锌矿体。

④矿体围岩与夹石

A. 矿体围岩

PbZn-3-1 矿体的顶板围岩类型主要以矽卡岩为主，少量为硅质岩、底板主要为石灰岩，少量为硅质岩、矽卡岩；PbZn-4 矿体的顶、底板均为灰岩，底板局部为硅质岩；PbZn-5 顶板为矽卡岩、硅质岩，底板为石英闪长岩；而其余矿体顶底板详见表 6。各类围岩都有不同程度的矽卡岩化、黄铁矿化、绿泥石化、硅化等蚀变。由于铅锌矿大都产在矽卡岩内，矽卡岩也是容矿岩石。

B. 夹石

矿体中的夹石是弱矿化围岩，夹石在矿体中呈透镜体，不影响矿体在走向、倾向的连续性，该类夹石共有 2 处，一处为矽卡岩、另一处为石灰岩，它们均产在 PbZn-3-1 矿体中，均为单工程控制。

⑤矿床成因及找矿远景

A. 矿床成因

a. 成矿作用

牛角顶矿段内铅锌矿体显示出矽卡岩型成因。矿体中可见到磁铁矿、石榴石、透辉石、阳起石和次要的硅灰石。在外带的第一个亚带中常见的有绿泥石、绿帘石和黄铁矿；在第二个亚带中，广泛发育硅化，方解石常见，有时可见到石英晶簇在裂隙中发育。

从矽卡岩的分带性和矿体的分布特征来看矿床成因符合渗滤—

一扩散说。矿段中的矽卡岩的蚀变和围岩裂隙充填该矿床至少经历二次以上的矽卡岩化，钙质矽卡岩的矿物可分成两个阶段形成：早期矽卡岩阶段主要为钙铝——钙铁石榴石、透辉石、硅灰石；后期矽卡岩交代蚀变阶段形成透闪石、绿帘石、绿泥石等。此外还有磁铁矿、黄铁矿等。矽卡岩的发育和分带多样性以及矿体的形成和围岩的性质、岩浆岩的性质、含矿溶液、交代作用、溶液中完全活动性组分的浓度、酸碱度的变化和元素、化合物过滤效应的差异等有着密切联系。

b. 成矿物质来源

含矿溶液是岩浆演化到某一特定阶段的产物，是主要的含矿介质，它把深部的矿物质以及分散在各岩石中的成矿元素的溶解出来，并在有利的构造和岩石中初步集中，通过交代等方式，集中形成具工业意义的矿床，同时在其通道及其围岩的相互作用过程中，使围岩发生蚀变并可能形成原生晕，成为重要的找矿标志。

c. 交代作用

矽卡岩在形成过程中，物质组分的迁移非常剧烈，碳酸盐围岩可能带出全部 CO_2 和部分 CaO ，而带入的则是 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 等，而酸性侵入岩则有大量的 CaO 加入， SiO_2 和碱金属被带出，矽卡岩化的这种组分进出的交代作用，是一种接触反应作用。其交代方式有扩散交代作用和渗滤交代作用两种。

溶液组份的活动性及其浓度，温度、压力、围岩的性质和构造是影响交代作用的因素。

综上所述，本矿区牛角顶矿段铅锌矿成因属于矽卡岩铅锌矿床。

B. 找矿标志

a. PbZn-3-1 矿体主要是对铁帽（Fe-2）深部验证发现的，因此铁帽是主要的找矿标志。

b. 矿段内已发现的铅锌矿体赋存于栖霞组的地层中（PbZn-4、

PbZn-6) 及与南园组第二段的接触带上的矽卡岩体内 (PbZn-3-1、PbZn-3-2、PbZn-3-3、PbZn-3-4、PbZn-3-5、PbZn-3-6、PbZn-11)。因此, 栖霞组上部与南园组地层接触带附近是寻找铅锌矿体的有利部位。

c. 矿段内已发现的铅锌矿体 (PbZn-5、PbZn-7) 赋存于区内石英闪长岩与石灰岩的接触带上的矽卡岩体内。因此, 侵入岩与石灰岩的外接触带是寻找铅锌矿体的主要标志。

d. 矿段内的硅化、褐 (黄) 铁矿化、矽卡岩化等矿化蚀变与铅锌矿化关系密切, 特别是矽卡岩、硅化蚀变带 (PbZn-8、PbZn-9、PbZn-10) 发育地段是重要的找矿标志。

A. 找矿远景

金鸡山矿区的矿床类型决定其矿床远景体现在栖霞组上部与南园组地层接触带附近的矽卡岩体内, 主要目标定位是寻找品位较富且规模相对较大的似层状、脉状矿体, 此外侵入岩与石灰岩的外接触带也具有寻找规模大一些但品位相对较低的矿体的前景。

⑥牛角顶矿段水泥用灰岩矿矿体地质特征

A. 矿体分布及其特征

分布在测区中部 50~42 线 (50 线为 ZK5001、ZK1、ZK8; 46 线为 ZK2、ZK3、ZK6、ZK11; 42 线为 ZK7、ZK14、ZK9、ZK12) 以及 38 线的西侧 (ZK13) 的南园组第二段 (J_3n^2) 地层之下的栖霞组地层中, 盖层一般为 50.13~88.61 m, 最小处为 15.25m (ZK5001), 而最厚处在 ZK13 (150.37m), 其北、东及北西侧与燕山早期石英闪长岩接触。

B. 矿体形态、规模及产状

从 12 个钻孔见矿标高 (527.89~910.72 m), 推断矿体沿走向延伸大于 500m, 倾向延深大于 350m, 厚度 >23.96~141.53 m, 平均 74.57m。厚度总的变化趋势是北西、南东侧薄, 北东、南西侧厚。矿

体形态为似层状。矿体产状与地层产状一致，大致沿走向 $10\sim 15^\circ$ ，倾向北西，倾角 30° 。品位：CaO: $48.56\sim 56.09\times 10^{-2}$ ，平均 52.59×10^{-2} ；MgO: $0.26\sim 1.22\times 10^{-2}$ ，平均 0.62×10^{-2} ；fSiO₂: $0.08\sim 4.92\times 10^{-2}$ ；平均 1.17×10^{-2} 。

C. 矿石质量

a. 矿石的结构、构造

矿石结构主要有细晶结构、他形粒状结构、他形——半自形粒状结构等；矿石构造常见的有条带状构造、块状构造。

b. 矿石的矿物成分

矿石的矿物成分主要由细晶方解石组成，其含量一般占矿石中的矿物成分 90%以上，略含燧石，其燧石含量一般小于 4.0%。

c. 矿石的化学成分

据 7 件化学全分析样测试结果 ($\times 10^{-2}$):

SiO₂: $4.20\sim 6.58$ ，平均 5.25；Al₂O₃: $0.72\sim 1.24$ ，平均 0.91；Fe₂O₃: $0.18\sim 0.44$ ，平均 0.31；K₂O: $0.07\sim 0.14$ ，平均 0.10；Na₂O: $0.07\sim 0.20$ ，平均 0.11；SO₃: $0.07\sim 0.60$ ，平均 0.30；Cl: $0.36\sim 1.30$ ，平均 0.96。

d. 矿石有益有害组分及含量

据岩石化学成分 ($\times 10^{-2}$): 品位：CaO: $48.56\sim 56.09\times 10^{-2}$ ，平均 52.59×10^{-2} ；MgO: $0.26\sim 1.22\times 10^{-2}$ ，平均 0.62×10^{-2} ；fSiO₂: $0.08\sim 4.92\times 10^{-2}$ ；平均 1.17×10^{-2} ；Al₂O₃: $0.72\sim 1.24$ ，平均 0.91；Fe₂O₃: $0.18\sim 0.44$ ，平均 0.31；K₂O: $0.07\sim 0.14$ ，平均 0.10；Na₂O: $0.07\sim 0.20$ ，平均 0.11；SO₃: $0.07\sim 0.60$ ，平均 0.30；Cl: $0.36\sim 1.30$ ，平均 0.96。

从以上说明矿石主要成分为 CaO，而 MgO 含量甚低。其它成分如 Fe₂O₃、fSiO₂ 的含量大多符合要求。而有害成分如 K₂O、Na₂O 等含量甚

微，均低于工业指标要求。

D. 矿石类型

矿区石灰岩矿石，根据构成矿石的不同结构、构造、矿物成分、化学成分、混入物含量等，可分多种矿石类型。如根据其结构，分为细晶灰岩矿石类型；根据其构造，分为厚层状灰岩矿石类型；根据其化学成分和工业指标，分为 I 级品灰岩矿石类型。

E. 矿石加工技术性能

矿区还未进行过水泥用矿石加工技术性能试验，建议若今后有在开采灰岩矿时补做上述试验。

F. 矿床成因及找矿标志

本区的石灰岩矿床是早二叠世的浅海相的沉积矿床。早二叠世是一个海侵逐渐扩大时期，海水逐渐相对加深，陆源物质相应减少，沉积环境较稳定，介质条件适合，沉积一套部分可供工业利用的细晶灰岩矿层，即栖霞组地层。

因此，栖霞组地层是寻找石灰岩矿床的重要标志。

⑦牛角顶矿段外围矿体特征

牛角顶矿段外围共发现大小 2 条铅锌矿（化）体，编号分别为 PbZn-1、PbZn-2，此外在 F1 断裂带发现铁帽 Fe-1，具体特征如下：

PbZn-1：地表出露于 88 线附近，由 TC801 控制，矿（化）体呈透镜状展布，产在南园组流纹质晶屑凝灰岩中。矿（化）体大致走向 21° ，倾向南东，倾角 80° ，矿化带厚度 2.3m，围岩具硅化、绿泥石化、黄铁矿化。通过槽探工程刻槽取样，获得矿石品位：Pb $0.2 \sim 0.4 \times 10^{-2}$ ，平均 0.25×10^{-2} ；Zn $0.45 \sim 0.68 \times 10^{-2}$ ，平均 0.52×10^{-2} 。

PbZn-2：地表出露于 56 线附近，矿（化）体呈透镜状展布，产在南园组流纹质晶屑凝灰岩中。矿（化）体大致走向 20° ，倾向南东，倾角 78° ，围岩具绿泥石化。通过捡块取样，获得矿石品位：Pb

0.50~1.20×10⁻²，平均 0.80×10⁻²；Zn 0.50~1.80×10⁻²，平均 1.30×10⁻²。

铁帽 Fe-1：严格受北东向 F1 断裂控制，呈脉状产出，走向 64°，倾向北西，倾角 73°。地表出露长度约 90m，宽度约 2-9m，两端均被第四系覆盖。主体呈赭红色，局部因褐铁矿富集而呈褐色，质地坚硬。局部可见角砾状构造，硅化流纹质晶屑凝灰岩角砾被铁质胶结。根据牛角顶矿段在 Fe-2 深部发现多条隐伏铅锌矿体，初步判断深部可能存在铅锌矿体。

⑧矿床开采技术条件

2009 年 6 月福建省闽东南地质大队提交了《福建省尤溪县鸡山矿区牛角顶矿段铅锌矿详查地质报告》，该报告于 2010 年 4 月由福建省国土资源评估中心评审通过（闽国土资储评字〔2010〕23 号），牛角顶矿段详查区基本查明了矿区的水文地质工程地质环境地质条件，其开采技术条件达到详查阶段。

牛角顶矿段详查区以往主要完成的工作量见下表：

表 8 2009 年地质详查报告中记录的完成水工环工作量统计表

工作内容	单位	工作量	备注
1:2000 水文地质测量	Km ²	1.35	
钻孔岩芯水文地质工程地质编录	孔	187.54/1	经查询原始资料，但 ZK11 水文孔有水文编录资料，所有钻孔均有简易水文地质观测，因此本次工作对其他孔根据保存的岩芯补充编录。
地表（下）水动态长期观测点	点	3	PD1 硐口、PD2 硐口、III号沟（本次命名），观测时间仅 6 个月
水质全分析	件	3	PD1 硐口、ZK11 水文孔、III号沟
细菌分析	件	3	
岩石物理力学测试样	组	4	铅锌矿体、石灰岩、硅质岩、中细粒石英闪长岩各 1 组
钻孔放水试验	孔/段	1/1	ZK11 水文孔

牛角顶矿段以外区域为水工环工作空白区。

针对以往的水工环地质工作基础，本次主要工程内容有：开展 1:10000 水工环地质测量、1:2000 水工环地质测量、新增水文地质钻

孔、根据保存的岩芯对以往的钻孔岩芯进行补充编录、对新增钻孔进行水文编录，新增水文孔开展抽水试验、补充采集各类岩土水样品、开展地表（下）水动态长期观测、新增钻孔岩芯补充放射性顺检等工作，详细查明牛角顶矿段水文地质工程地质环境地质条件，大致查明外围区域水文地质工程地质环境地质条件。

A. 水文地质条件

矿区内地貌属低中山区，金鸡山矿区最低点位于矿区西部沟谷海拔约 310m，最高点标高 1157.3m，位于矿区内东部的牛角顶高地，相对高差 847.3 m，地形起伏变化大，地势陡峻，地形坡度一般在 25~35° 之间，局部大于 50°。地形总体从牛角顶向北西及南东倾斜，呈中间高四周低，山坡上基岩裸露少，植被发育。地表水系发育，地表流水向四周汇入河谷，总体由北向南径流，地表水排泄通畅。

牛角顶矿段按地表水分水岭（牛角顶一带）为界，分属 2 个不同的水文地质单元。其中西南部分属源湖溪水文地质单元，矿段大部分位于该单元；北东角联合梯田一带属吉木溪水文地质单元，矿段少部分位于该单元。两条溪流均属于闽江水系，水系呈树枝状，河道坡降大，汇流时间短，具有典型山区性河流特征。

源湖溪：发源于联合镇连云村一带，由北向南径流，经下云村、登第村、玉石村，在源湖村附近汇入尤溪。

吉木溪：发源于南平市延平区塔前镇坑柄村一带，总体由北向南径流，经联合镇，最终汇入尤溪。

矿段所在地位于源湖溪东侧约 0.6 公里、吉木溪西侧约 3 公里，牛角顶矿段位于两个水文地质单元交互地带山脊补给区附近，矿段周边无大的地表水体，仅有少量溪沟呈树枝状分布，流量随季节和降雨强度变化，经原详查阶段长期观测资料，流量最大的III号沟流量最低-最高流量分别为 3.058-10.347 L/s（标高 844m）、3.332-11.489 L/s

(标高 772m) 及 3.426-12.867 L/s (标高 656m); 溪沟上游接受大气降水补给, 经两侧山坡坡面径流后汇入溪沟, 分别往东西两侧源湖溪及吉木溪方向排泄, 向北侧罗坊溪支流排泄, 矿段位于源湖溪水文单元的补给、径流区, 位于吉木溪水文单元的补给区。详见矿段所处水文地质单元位置示意图 (图 5)。

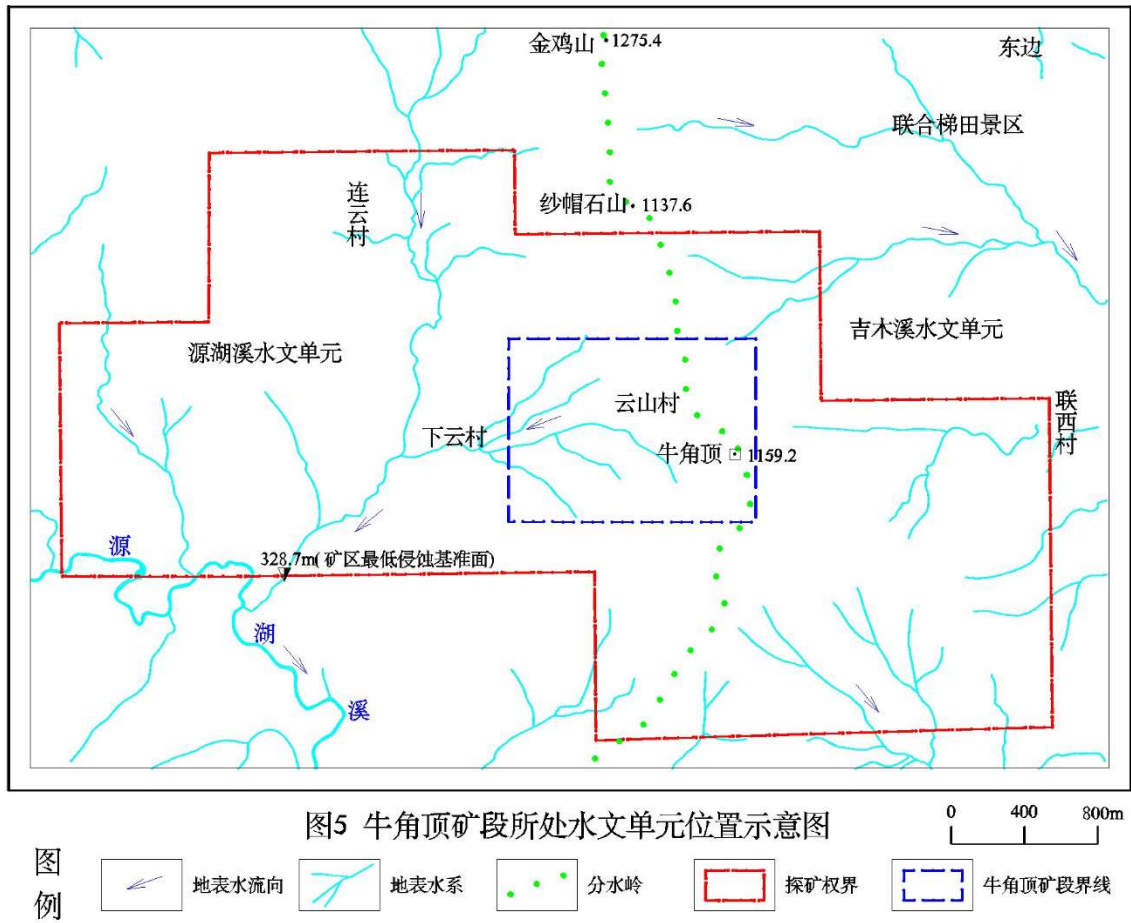


图5 牛角顶矿段所处水文单元位置示意图

a. 岩石含水性

地层岩性主要为南园组第二段火山碎屑岩 (J_3n^2)、二叠系下统栖霞组灰岩 (P_1q)、燕山早期侵入岩 ($\delta \circ J_3$)。根据矿段地下水赋存条件的不同, 岩石富水性的差异, 把矿段岩石富水性分述如下:

风化带孔隙裂隙潜水含水层: 分布在残坡积层之下, 主要岩性为南园组火山碎屑岩、燕山早期侵入岩。含水层岩性单一, 含水层厚度

受岩石风化程度、地形地貌等因素制约，变化较大，根据钻孔资料，一般厚度 6~30m，富水性为弱。

基岩裂隙含水层：分布风化带以下的新鲜基岩，主要岩性为火山碎屑岩、细晶灰岩、石英闪长岩。钻孔岩心一般完整或较完整，裂隙不发育，大部分不含水，仅局部地段岩心较破碎，裂隙较发育，含裂隙承压水，富水性弱。

岩溶裂隙承压含水层：栖霞组灰岩地表未出露，隐伏于南园组第二段地层之下，有 12 个钻孔揭露到石灰岩，厚度 23.96~141.53 m，赋存标高（527.89~910.72 m），有 3 个钻孔（ZK9、ZK14、ZK11）见溶洞，钻孔溶洞遇见率为 25.0%。ZK11 见溶洞后涌水出孔口，正水头高度 9.50 m，孔口涌水量 60 m³/d，单位涌水量 0.0731L/sm，富水性弱。

b. 断层的导水性

矿区内 F1 断裂呈北东向展布，长约 3.13km，走向北东 65°，倾向北西，倾角 73°。断裂破碎带宽度小，地表出露附近未发现泉点分布，该断裂为局部弱导水或不导水。

c. 地下水补给、径流、排泄条件

内水系较发育，沟谷切割较深断面呈“V”字型，地表以走向近南北向的 1117.50~1157.3m 高地为分水岭。地形起伏变化大，地势陡峻，地形坡度一般在 30~45° 之间，局部大于 50°；地下分水岭与地表分水岭基本一致，地下水补给、径流、排泄条件主要受地形、构造等因素影响。大气降水是矿区内主要的补给来源，地下水的运动方向与地形坡向基本一致，由高处向低处运移，具有径流途径短，排泄快，就地补给就地排泄等特点，补给区与径流区基本一致，在沟谷低洼处以下降泉的形式排泄于地表。

d. 岩溶发育特征

区内岩溶主要为溶洞。据完工的 16 个钻孔资料统计，仅在 3 个

钻孔（ZK9、ZK11、ZK14）中见及大小 5 个溶洞，最大溶洞分布在 ZK9 中 160.00~183.17 m（标高 744.18~767.35 m），高 23.17 m，其次分布在 ZK14 中 68.35~79.15m（标高 887.95~898.75 m），溶洞高 10.8 m，其余溶洞均较小，高度在 0.30m ~2.09m，分布在 ZK9 的 142.40~144.49 m（标高 782.86~784.95 m）；ZK11 在孔深 167.40~167.70 m（标高 671.62~671.92 m）；ZK14 孔深分别在 44.30~45.30 m（标高 921.8~922.8 m），充填物为亚粘土。见石灰岩矿钻孔 12 个，钻孔溶洞遇见率为 25%；钻孔揭露石灰岩矿总厚度 1178.29 m，溶洞总高度 37.36m，岩溶率为 3.17%。其中各钻孔岩心裂隙面，充填物特征详见表 9。

表 9 岩溶裂隙含水层一览表

序号	孔号	含水层界线 (m)	含水层标高 (m)	含水层厚度 (m)	水文地质、工程地质简述
1	ZK5001	103.98- 105.23	850.22- 848.97	1.25	裂隙面粗糙，富水性弱， RQD=78%
		182.64- 184.52	771.56- 769.68	1.88	裂隙面较新鲜，富水性弱， 岩心较完整
2	ZK1	153.15- 157.47	789.27- 784.95	4.32	裂隙面粗糙、褐铁矿化，富 水性弱，岩心较完整
		165.72- 168.21	776.70- 774.21	2.49	裂隙面较新鲜，富水性弱， RQD=67%
3	ZK8	290.54- 301.42	613.50- 602.62	10.88	富水性弱，岩心较完整
4	ZK2	145.08- 145.98	849.63- 848.73	0.90	裂隙面粗糙，褐铁矿化，有 水流痕迹，富水性弱，岩心
		285.37- 286.12	709.34- 708.59	0.75	裂隙面较新鲜，富水性弱， 岩心较完整
5	ZK3	236.85- 251.97	710.95- 695.83	15.12	富水性弱，工程地质性能好
6	ZK6	258.06- 270.78	639.99- 627.27	12.72	富水性弱，工程地质性能好
7	ZK11	165.90- 169.20	673.12- 669.82	3.30	167.40-167.70 溶洞高 0.3m，泥质充填，富水性 弱，工程地质性能差
8	ZK14	38.88- 41.30	928.22- 925.80	2.42	富水性弱，工程地质性能好
		68.35- 79.15	898.75- 887.95	10.80	构造破碎带，褐铁矿化，溶 洞富水性弱，RQD=0
9	ZK9	142.40- 144.49	784.95- 782.85	2.09	富水性弱，工程地质性能好
		160.00- 183.12	767.35- 744.18	23.17	溶洞，泥质充填，富水性中 等，工程地质性能差
10	ZK12	232.06- 237.86	632.67- 626.87	5.80	富水性弱，工程地质性能好

序号	孔号	含水层界线 (m)	含水层标高 (m)	含水层厚度 (m)	水文地质、工程地质简述
11	ZK10	56.59- 58.26	890.15- 888.52	1.63	破碎带，弱褐铁矿化，有水流痕迹，富水性弱 RQD=0
12	ZK13	120.25- 121.15	832.23- 831.33	0.90	富水性弱，工程地质性能好
		130.88- 138.30	821.60- 814.18	7.42	破碎带，弱褐铁矿化，有水流痕迹，富水性弱，工程地质性能差

e. 矿床充水因素

矿床充水因素主要表现为大气降水、地表水、地下水三种因素：

大气降水因素：大气降水是地下水的主要补给来源，大气降水主要通过风化带和裂隙等渗入补给下部潜水含水层，故大气降水量的变化直接影响今后矿井水量的大小。大气降水为未来矿坑充水的间接水源。

地表水因素：牛角顶矿段位于山脊附近，无大的地表水体，矿段内有常年地表水流的沟谷主要有 5 条（分别命名 I-V 号沟谷），调查期间（平水期）观测流量 0.400-3.239L/s，总体流量较小。流量最大的沟谷为区内 III 号沟，2008 年 5-11 月长期观测最低-最高流量分别为 3.058-10.347 L/S（标高 844m）、3.332-11.489 L/S（标高 772m）及 3.426-12.867 L/S（标高 656m）。由于地形坡度陡，溪沟流量小，矿段位于最底侵蚀基准面之上，可利用地形条件排水，地表水对矿坑充水影响小。

地下水因素：矿区风化带孔隙裂隙潜水含水层对矿坑影响不是很大，主要是补给下部的岩溶裂隙含水层。栖霞组灰岩岩溶裂隙含水层是矿坑直接充水含水层，直接影响矿坑涌水量，由于含水层厚度小，富水性弱，对矿坑充水应边采边探。对矿坑（PD1、PD2）涌水量进行观测，PD2（标高 878.25m，长 209m，涌水量 0.063 -0.223L/S）；牛角顶 1157.3 m 北东侧 PD1（标高 739.61m，长 481m，涌水量 0.277 -0.889L/S），实测矿坑涌水量小且变化不大。F1 断裂破碎带宽度小，地表出露附近未发现泉点分布，该断裂为局部弱导水或不导水。

f. 矿坑涌水量预算

矿区地形自然排水条件好,地表无大的水体,对矿坑充水影响小,岩溶基岩裂隙含水层为本矿床主要充水因素,大气降水是地下水的主要补给来源,矿坑涌水量计算主要计算岩溶地下水进入矿坑的水量,首期开采标高约 560m。矿段北西、北东侧为石英闪长岩与南园组火山岩、栖霞组灰岩接触带,石英闪长岩透水性、含水性差,一般隔水,接触带呈北东-西南走向,可视隔水边界;矿段东部为地形最高点和地表分水岭;南西侧地形低于矿体开采标高 560m,是地下水排泄方向,可视为对矿坑涌水量有影响的有限边界。矿坑涌水量计算采用直线隔水边界的大井法公式进行计算。

采用《专门水文地质学》公式: $Q=2\pi KMS/R_n$

其中边界类型取直线隔水边界, R_n 取 $\ln(R^2/2bro)$

各项参数的选择:

K——矿区渗透系数,采用 ZK11 放水实验资料, $K=2.53 \text{ m/d}$

M——承压含水层厚度(m) 以见矿钻孔中的含水层平均厚度 8.29m。

S——承压含水层水位降低(m),采用 16 个钻孔终孔稳定水位平均标高,减去表 5-1 中岩溶裂隙含水层最低标高 602.62m, $S=314.00\text{m}$

R——影响半径(m),按经验公式 $R=10SK^{1/2}$ 计算, $R=10\times 314\times 2.52^{1/2}=4994\text{m}$,但从水文地质图上量取,从大井中心至 560m 地形等高线距离为 1000-2000m 左右,故取平均值 1500m。

r_o ——模拟大井半径(m),根据储量计算平面图 560m 水平矿坑开采面积约为 $F=500\times 35=17500\text{m}^2$,则 $r_o=74.65\text{m}$ 。

b: 根据水文地质图按大井中心到北东侧隔水边界量取为 $b=68.87\text{m}$ 。

$$Q=2\pi KMS/\ln(R^2/2bro)=2\times 3.14\times 2.53\times 8.29\times$$

$$314/\ln(15002/(2 \times 68.87 \times 74.65))$$

$$=7675.66\text{m}^3/\text{d}。$$

以上计算方法中按最低开采标高 560m，基本参数都是由钻孔 ZK11 放水实验和钻孔简易水文地质观测和岩心编录等资料中取得，依据较充分，矿坑涌水量计算结果 $Q=7675.66\text{m}^3/\text{d}$ ，可作为矿山开采设计依据。

矿硐最低标高 560m 比矿区最低侵蚀基准面高，可利用地形自然排水，当开拓至灰岩及其接触带附近时，应采取有效措施如加大功率抽水机辅助排水、采取超前探放等措施以防防水灾。

B. 工程地质条件

a. 岩石工程地质岩组划分

根据区内资料，按岩石的完整程度和坚硬程度，把岩石划分为以下三个工程地质岩组。

软弱、松散工程地质岩组：区内由残、坡积层、强风化岩石、断层破碎带组成，埋深一般较小，一般厚度 1.86~9.11m，断层破碎带延伸较小，岩石受风化作用多呈松散砂土状，岩土松散较弱，强度低，工程地质条件差，岩石质量指标（RQD）一般小于 20%，硐采时应需支护，或用水泥浆灌注。

碎裂半坚硬工程地质岩组：主要在弱风化带内，岩性为流纹质凝灰岩、流纹质晶屑凝灰岩、石英闪长岩等组成。分布范围较广，厚度不一，节理、裂隙较发育，含风化裂隙潜水，富水性弱。岩石半坚硬，岩石质量中等，岩体中等完整，工程地质条件一般，硐采时应需支护。

坚硬完整工程地质岩组：主要分布在弱风化带以下，岩性为凝灰岩、石英闪长岩及石灰岩等组成。分布范围广，厚度大，岩石完整，节理、裂隙不发育。岩石较坚硬致密，岩石结构完整，岩体完整，岩石质量指标（RQD）一般大于 90%，根据 PD1、PD2 采掘情况，工程地

质条件好。

围岩中节理、裂隙不发育，主要有北西向和北东向二组。其中北东向一组较发育，走向为 $210\sim 230^{\circ}$ ，倾向以北西为主，少量倾向南东，倾角 $80\sim 85^{\circ}$ ，频率 $7\sim 10$ 条/m；北西向一组走向为 $300\sim 320^{\circ}$ ，倾向以北东为主，少量倾向南西，倾角 $65\sim 85^{\circ}$ ，平均频率 $4\sim 8$ 条/m。裂隙多较为平直，裂隙面局部有铁质浸染，延伸几~十几米。

b. 矿体及其顶、底板围岩稳固性

在矿体中采取铅锌矿（阳起石石榴石矽卡岩）、围岩中采取硅质岩、中细粒石英闪长岩、石灰岩进行岩石物理、力学性质试验。样品由福建省水利水电勘测设计研究院试验中心测试，测试结果如下表 10、11。

表 10 岩石物理、力学性能测试结果表

样品编号	岩性	密度（g/cm3）				吸水率（%）		饱和吸水率（%）		开型孔隙率（%）	
		烘干		饱和							
		单值	平均值	单值	平均值	单值	平均值	单值	平均值	单值	平均值
PD2-1	硅质岩	2.725	2.724	2.734	2.733	0.312	0.318	0.324	0.349	0.932	0.950
		2.720		2.730		0.334		0.366		0.996	
		2.726		2.735		0.308		0.308		0.921	
PD2-2	铅锌矿	3.110	3.111	3.126	3.127	0.472	0.478	0.513	0.517	1.595	1.609
		3.107		3.123		0.488		0.527		1.637	
		3.115		3.131		0.475		0.512		1.596	
ZK50001-1	中细粒石英闪长岩	2.733	2.731	2.738	2.736	0.172	0.171	0.189	0.189	0.516	0.516
		2.730		2.735		0.164		0.181		0.495	
		2.731		2.736		0.178		0.197		0.537	
ZK50001-2	石灰岩	2.723	2.724	2.729	2.730	0.202	0.211	0.222	0.232	0.604	0.631
		2.729		2.735		0.214		0.235		0.640	
		2.721		2.727		0.217		0.239		0.650	

牛角顶矿段铅锌矿埋深中等，矿石主要赋存于栖霞组地层及矽卡岩体内，矿体顶、底板岩性为中细粒石英闪长岩、硅质岩、矽卡岩、石灰岩等。根据 PD2 及 ZK5001 的岩石物理、力学性质试验结果（表 11），中细粒石英闪长岩抗压强度为 $90.4\sim 94.8\text{MPa}$ ；硅质岩抗压强度为 $79.7\sim 85.7\text{MPa}$ ；铅锌矿（阳起石石榴石矽卡岩）抗压强度为 $83.5\sim 89.2\text{MPa}$ ；石灰岩抗压强度为 $40.0\sim 43.1\text{MPa}$ ，除了石灰岩抗压强度略

差外，其矿体顶底板围岩普遍坚硬、致密、完整，岩石质量指标(RQD)一般大于 78.60%，稳固性好，工程地质性能较好。

表 11 岩石物理、力学性能测试结果表

样品编号	岩性	抗压强度（MPa）				软化系数	变形试验		抗剪断强度	
		烘干		饱和			弹性模量 E50（GPa）	泊松比 u50	摩擦系数 f	凝聚力 C（MPa）
		单值	平均值	单值	平均值					
PD2-1	硅质岩	87.7	83.1	72.4	73.0	0.88	32.5	0.27	1.32	5.0
		79.7		76.3						
		83.8		70.2						
PD2-2	铅锌矿	83.5	86.9	75.6	76.5	0.88	32.1	0.28	1.33	5.5
		88.0		78.8						
		89.2		75.1						
ZK50001-1	中细粒石英闪长岩	93.3	92.8	81.9	83.6	0.90	40.2	0.22	1.40	6.5
		90.4		86.6						
		94.8		82.4						
ZK50001-2	石灰岩	40.0	41.3	32.2	35.5	0.86	22.3	0.36	1.23	2.5
		43.1		38.7						
		40.8		35.5						

C. 环境地质条件

a. 区域稳定性

据历史资料，本区未发生 5 级以上破坏性地震，根据《中国地震动峰值加速度区划图》福建省区划一览表，本区抗震设防烈度属 6 度区，区域稳定性较好。钻孔未见地温异常。

b. 社会环境

矿段内北西侧有云山村所在地，其余则无居民区，主要农田分布在矿段的东侧，常住人口 600 人。无旅游区、文物保护区、自然保护区等重要地面设施分布。

c. 地质灾害

矿段为低中山地貌，地形切割深，地形坡度一般为 30~45° 之间，局部大于 50°。地形总体从牛角顶向北西及南西倾斜，呈东边高西边低，山坡上基岩裸露少，植被发育，沟谷较发育，切割较深，横断面多呈“V”字形。地表水系发育，地表流水向四周汇入河谷，地表水未受污染。据访问，历史未发生过较大的滑坡、崩塌、泥石流地质

灾害。故矿段内滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害不发育。但由于矿区开采产生的矿碴堆放沟边，在暴雨时易产生泥石流等灾害，应注意防患。

D. 小结

a. 水文地质

矿区属中山地貌，地面高程 1157.3~310m，地形坡度 30~45°，地表水排泄通畅。矿体为最低侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水。矿段主要充水含水层为栖霞组灰岩岩溶裂隙含水层，富水性弱。F₁ 断层破碎带局部弱导水或不导水。矿区附近没有大的地表水体，大气降水是矿区地下水主要补给来源。矿区水文地质条件总体为简单，但在 ZK11、ZK9、ZK14 一带岩溶较发育，水文地质条件中等，故矿区属以裂隙——岩溶充水为主的中等类型；

b. 工程地质

矿区岩性组合简单，以南园组流纹质凝灰岩、流纹质晶屑凝灰岩、栖霞组灰岩、石英闪长岩为主，均属坚硬、半坚硬工程地质岩组。矿体顶底板岩石为石英闪长岩、硅化岩、矽卡岩、石灰岩，岩石质量指标 RQD 值大于 78.60%，岩体完整，岩石质量好，稳固性好。本矿区均属可溶盐岩类为主矿床，工程地质条件简单。

c. 环境地质

矿区所在区域稳定性较好，属抗震设防 6 度区。地质灾害不发育，地表沟谷水未受污染，无地温异常，矿区和废石不易分解出有害组分。矿区地质环境质量良好。

综上所述，矿床开采技术条件属以水文地质问题为主的中等类型（II-1）的矿床。

⑨矿石加工选（冶）性能

2009 年完成的牛角顶矿段详查在 PD1（PbZn-4）及 PD2（PbZn-3-

1) 中采集矿石开展了矿石加工技术性能研究。矿石经福建省地质矿产局三明实验室对矿区进行实验室流程试验,并编写了《福建省尤溪县金鸡山矿区牛角顶矿段铅锌矿矿石可选性试验报告》。选矿试验流程及结果见图 6。

A. 试样配制

样品经福建省地质矿产局三明实验室予以破碎和配制试验样,配制结果(见表 12) Pb: 2.46×10^{-2} 、Zn: 4.27×10^{-2} 。

表 12 试验样品配制结果表

样品 编号	采样位置	矿体编号	实 测 品		配样比例 (%)	备注
			Pb	Zn		
1#	880m 平硐混合样	Pb Zn-3-1	0.10	0.78	28	选矿试验 样品实测 品位: Pb: 2.46×10^{-2} Zn: 4.27×10^{-2}
2#	880m 平硐混合样		0.37	1.46	26	
3#	围岩样		0.016	0.11	15	
4#	750m 平硐混合样	Pb Zn-4	1.27	15.88	5	
5#	750m 平硐混合样		1.11	18.45	5	
6#	富矿样		1.18	10.37	6	
7#	富矿样		14.52	8.99	15	
合计			2.49	4.30	100	

B. 试验方法

铅、锌矿石的选矿工艺普遍采用浮选流程,可供选择的浮选流程有优先浮选流程、

混合浮选流程和等可浮流程。从大量铅锌矿选矿生产实践看,大部分采用的是优先浮选流程。根据该矿石的性质,采用优先浮选流程。

优先浮选流程分别进行磨矿细度对比试验、乙硫氮用量对比试验、锌抑制剂种类及用量对比试验、丁黄药用量对比试验、硫酸铜用量对比试验:结果表明,磨矿细度在-200 目占 80%、乙硫氮用量为 50+20g/t、黄金药剂用量为 100g/t、硫酸锌 2000g/t、丁黄药用量为 60+30g/t、硫酸铜用量为 500g/t,可获得较好浮选指标。

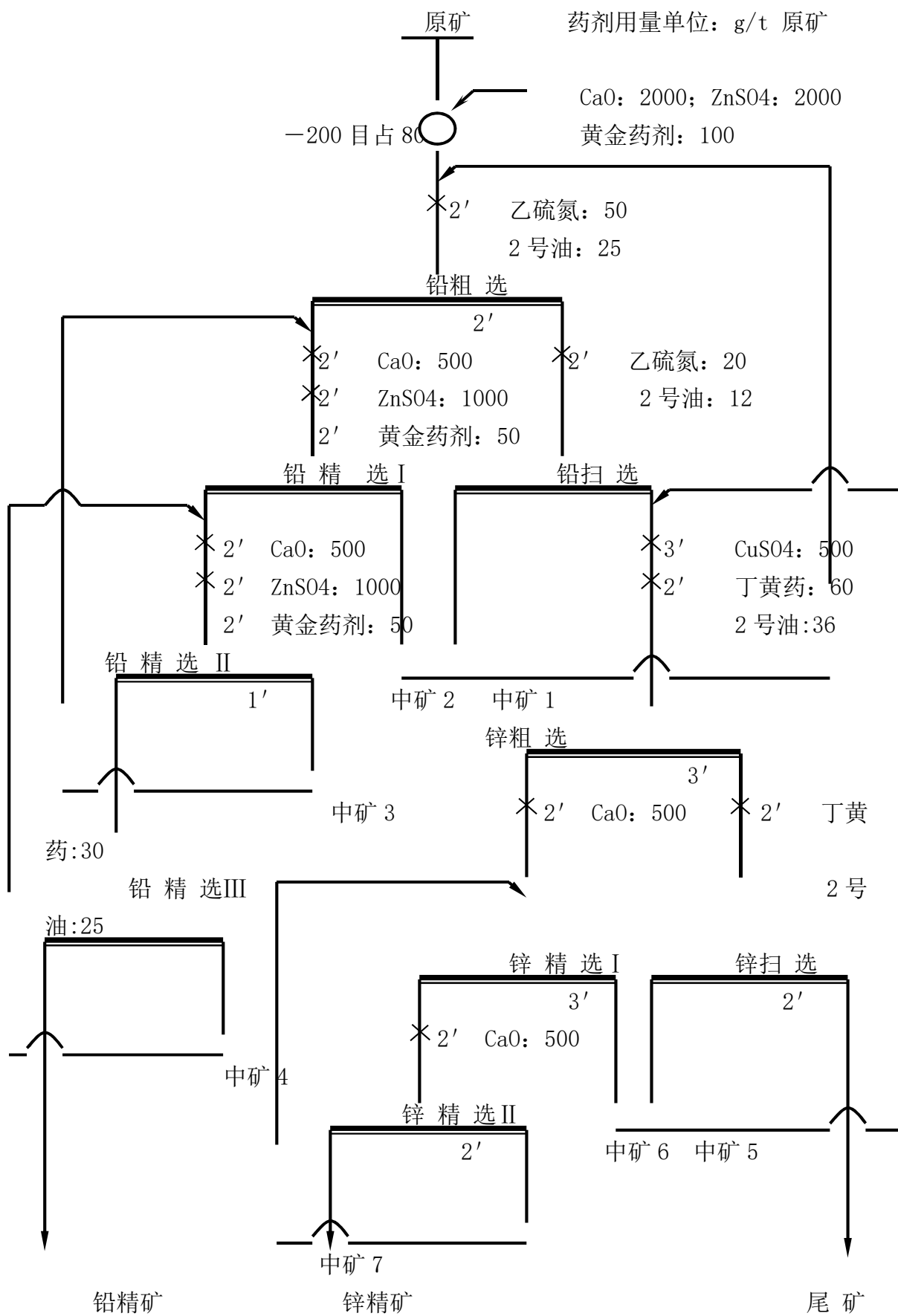


图 6 闭路试验流程图

C. 试验结果

a. 浮选开路试验

开路经三次铅精选，铅精矿中 Pb 品位达到 78.16×10^{-2} 。考虑到该矿石中铅矿物性质较复杂，在闭路试验中铅精选三次；开路经三次锌精选，锌精矿中 Zn 品位达到 57.24×10^{-2} 。试验结果表 13。

表 13 开路试验结果

产品名称	产 率 (%)	品位 $\times 10^{-2}$		回收率 (%)	
		Pb	Zn	Pb	Zn
铅精矿	1.90	78.16	3.48	60.35	1.55
锌精矿	5.50	2.01	57.24	4.49	73.78
尾 矿	83.21	0.088	0.081	2.98	1.58
中矿	9.34	7.96	16.93	4.27	5.24
中矿 2	1.16	9.16	12.44	4.32	3.38
中矿 3	0.76	29.05	16.22	8.97	2.89
中矿 4	0.57	52.63	13.08	12.19	1.75
中矿 5	1.80	0.60	1.78	0.44	0.75
中矿 6	2.96	0.94	3.85	1.13	2.67
中矿 7	0.48	2.33	25.00	0.45	2.81
中矿 8	0.34	2.88	45.13	0.40	3.60
合计	100	2.46	4.27	100	100

b. 浮选闭路试验

闭路试验铅经一次扫选，三次精选可获得铅精矿 Pb 品位为 60.93×10^{-2} ，铅回收率为 90.62%；锌经一次扫选，两次精选可获得锌精矿 Zn 品位为 53.68×10^{-2} ，锌回收率为 89.35%。铅精矿和锌精矿均达到质量要求，闭路试验见图 6，试验结果表 14。

表 14 闭路试验结果

产品名称	产 率 (%)	品位 $\times 10^{-2}$		回收率 (%)	
		Pb	Zn	Pb	Zn
铅精矿	3.58	60.93	9.09	90.62	7.69
锌精矿	7.04	2.00	53.68	5.85	89.35
尾 矿	89.38	0.095	0.14	3.53	2.96
合 计	100	2.41	4.23	100	100
中矿 1	1.68	5.22	19.69	3.64	7.82

中矿 2	2.10	3.35	15.89	2.92	7.89
中矿 3	1.36	6.97	27.90	3.94	8.97
中矿 4	0.86	10.27	31.38	3.67	6.38
中矿 5	2.62	0.84	1.74	0.91	1.08
中矿 6	3.50	0.63	1.60	0.92	1.32
中矿 7	0.80	1.32	2.75	0.44	0.52

优先浮选流程分别进行开路试验、闭路试验。试验结果表明闭路试验较开路试验可获得较好浮选指标。

c. 最终产品化学多项分析和光谱半定量分析

精矿、尾矿化学多项分析见表 15、16、17。

精矿、尾矿光谱半定量分析见表 18。

表 15 铅精矿化学多项分析

项 目	Pb $\times 10^{-2}$	Zn $\times 10^{-2}$	Ag $\times 10^{-6}$	Au $\times 10^{-6}$
含量	60.93	9.09	875	0.07
项 目	Cu $\times 10^{-2}$	As $\times 10^{-2}$	MgO $\times 10^{-2}$	Al ₂ O ₃ $\times 10^{-2}$
含量	2.21	0.0013	0.12	0.58

表 16 锌精矿化学多项分析

项 目	Pb $\times 10^{-2}$	Zn $\times 10^{-2}$	Cu $\times 10^{-2}$	Ag $\times 10^{-6}$	As $\times 10^{-2}$
含量	2.00	53.68	0.82	135	0.00088
项 目	Cd $\times 10^{-2}$	Sb $\times 10^{-2}$	F $\times 10^{-2}$	Ni $\times 10^{-2}$	Ge $\times 10^{-2}$
含量	0.34	0.00047	0.14	0.00073	0.00011
项 目	SiO ₂ $\times 10^{-2}$	TFe $\times 10^{-2}$	Sn $\times 10^{-2}$	S $\times 10^{-2}$	
含量	3.36	7.54	0.0015	30.82	

表 17 浮选尾矿化学多项分析

项 目	Pb $\times 10^{-2}$	Zn $\times 10^{-2}$	Ag $\times 10^{-6}$	Au $\times 10^{-6}$
含量	0.095	0.14	4.3	0.02
项 目	TFe $\times 10^{-2}$	mFe $\times 10^{-2}$	S $\times 10^{-2}$	Sn $\times 10^{-2}$
含量	11.12	6.70	0.065	0.0017
项 目	CaO $\times 10^{-2}$	MgO $\times 10^{-2}$	SiO ₂ $\times 10^{-2}$	Al ₂ O ₃ $\times 10^{-2}$
含量	29.69	0.78	30.13	2.52

表 18 光谱半定量分析结果

元素 $\times 10^{-2}$ 产品名称	Be	Pb	Sn	W	Cr	Ni	Bi
铅精矿	0.001	>1	0.05	<0.01	<0.003	<0.001	1
锌精矿	<0.001	>1	0.002	<0.01	<0.003	<0.001	0.08
浮选尾矿	<0.001	0.15	<0.001	<0.01	0.003	<0.001	<
元素 $\times 10^{-2}$ 产品名称	Mo	V	Cu	Zr	Zn	Co	Mn
铅精矿	<0.001	<0.001	>1	<0.01	>1	0.004	0.7
锌精矿	<0.001	<0.001	1	<0.01	>1	0.06	0.5
浮选尾矿	<0.001	0.002	0.01	<0.01	0.05	0.001	0.6
元素 $\times 10^{-2}$ 产品名称	Ti	As	Sb	Cd	Ag	Ga	In
铅精矿	<0.1	<0.01	0.05	0.2	>0.01	<0.001	<
锌精矿	<0.1	<0.01	—	1	0.01	<0.001	<
浮选尾矿	<0.1	<0.01	—	—	0.002	<0.001	<
铅精矿	<0.001	<0.003	<0.01	<0.003	<0.001	<0.03	—
锌精矿	<0.001	<0.003	<0.01	<0.003	<0.001	<0.03	—
浮选尾矿	<0.001	<0.003	<0.01	<0.003	<0.001	<0.03	—

d. 矿石可选性能评价

1) 选矿采用优先浮选流程，矿石经破碎后再磨至-200 目占 80%的情况下，进行铅锌依次优先浮选流程，铅、锌（银）均采用二次粗选、二次扫选，二次精选作业流程较简单，获得产率为 3.58%，Pb 品位为 60.9×10^{-2} ，铅回收率为 90.62% 的铅精矿，铅精矿中含 Ag:875g/t；产率为 7.04%，Zn 品位为 53.68×10^{-2} ，锌回收率为 89.35% 的锌精矿；铅精矿除 Zn 和 Cu 超标外，符合 DZ/T0214-2002 的三级品质量要求。锌精矿除 Pb 超标外，符合 DZ/T0214-2002 的二级品质量要求。

2) 该试样铅锌矿石属较易选矿石。部分方铅矿难于与闪锌矿黄铜矿等矿物解离，是造成铅精矿中含锌、铜偏高，锌精矿含铅超标的重要原因。

3) 铅、锌矿物可浮性较好，部分方铅矿难于和闪锌矿等矿物解离。黄铜矿结晶细小，并均以包裹体的形式赋存于方铅中，故其可选性较

差，较难与方铅矿进行分离。造成铅精矿中含锌、铜偏高，锌精矿含铅超标。

本次试验中所采用的选矿药剂为处理铅锌硫化矿石常用药剂，种类少、用量低，对选矿厂周围的环境虽不会产生大的影响，但应做好处理工作，以防污染其周围环境。

综上所述，试验说明矿石可选性属易选矿石，选矿加工技术中等，可获得质量标准的铅、锌精矿，推荐生产工艺流程见图 7。

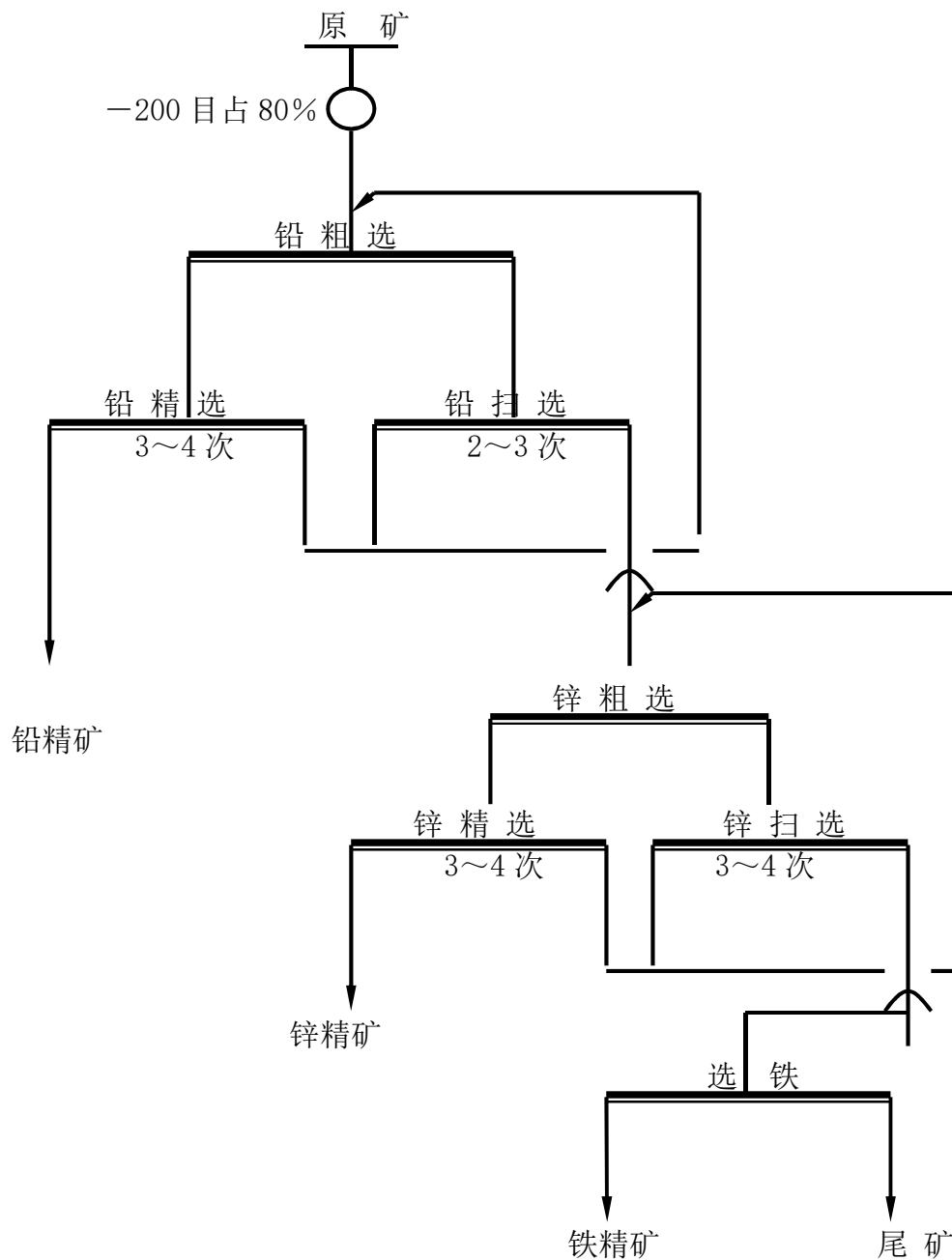


图 7 推荐生产工艺流程图

第二章 勘查工作部署

一、勘查工作总体部署

根据前人的地质成果基础上，本着“从已知到未知，由表到里，由稀到密”的工作方法开展地质工作，先通过大比例尺地质填图，进一步研究矿区成矿地质特征，确定矿床赋存层位及矿体赋存空间分布；在牛角顶矿段布设水文地质钻孔 2 个，开展抽（放）水试验、地下水长期动态观测并采集相关样品，详细查明矿段水文地质条件；对牛角顶矿段外围已发现的铅锌矿（化）体及铁帽进行地表系统揭露和深部控制，进行系统采样，探求推断资源量，以达到初步查明该区铅锌矿（化）体规模、产状及品位变化情况，为进一步工作提供依据。

二、主要工作方法手段及技术要求

本次勘查主要对象为隐伏的铅锌矿床，工作手段主要有 1:2000 地形测量、1:2000 地质测量、1:10000 激电中梯测量、地质（水文）钻探工程施工以及样品采集测试、综合研究等。在技术上应用绿色勘查技术要求，发挥新技术、新方法、新理论的优势，扩展思路，开展成矿规律、成矿模式研究，提高成矿预测的可靠性、工程布置的合理性及控制矿体的准确性。

（一）勘查类型及工程间距确定

1、勘查线布置

由于牛角顶矿段已基本完成详查工作，沿用原详查工作勘探线布设情况，勘探线方向为 70° 。牛角顶矿段外围前期仅开展过少量普查工作，在矿区西北角通过槽探揭露了 1 条矿化体 PBZn1，总体走向为

NEE 约 20°，倾向 SEE，倾角 80°，矿区南部亦通过槽探揭露了 1 条矿化体 PBZn2，总体走向为 NEE 约 15°，倾向 SEE，倾角 78°，勘探线的布置以垂直主矿体走向为原则，故布施勘查线方位为 105°，并按照第 II 勘查类型的网度等距离布置各勘查线，开展 1:1 万激电中梯测量，此外施工少量钻探工程用于控制矿（化）体的延深情况。探矿布置遵循由已知到未知，由浅而深，由稀至密的原则，系统有规律的布置，以便工程间相互联系并对比。

2、勘查类型划分

牛角顶矿段圈定大小 13 条铅锌矿体及水泥用灰岩矿，铅锌矿体产于南园组第二段与栖霞组地层的接触带上的矽卡岩体内，以及栖霞组地层与石英闪长岩的接触带附近，呈脉状、似层状、透镜状展布。主矿体 PbZn-3-1 矿体的规模、形态变化程度、厚度稳定程度、有用组分分布均匀程度及矿体受构造和脉岩影响程度等五大因素，并参照《矿产地质勘查规范 铜、铅、锌、银、镍、钼》（DZ/T 0214-2020），将主矿体划为第 II 勘查类型（表 19），零星矿体划为第 III 勘查类型。

表 19 金鸡山矿区牛角顶矿段铅锌矿勘查类型主要地质因素影响统计表

勘查区名称	矿种	矿体编号	矿体规模（m）			构造脉岩影响程度			厚度稳定程度				
			长度（m）	规模等级	类型系数	破矿构造	影响程度	类型系数	厚度（m）	厚度变化系数（%）	稳定程度	类型系数	
			延深（m）										
金鸡山	铅锌	PbZn-3-1	>300	中型	0.4	后期构造对矿体无破坏	影响小	0.3	4.16-10.26	60	较稳定	0.4	
			>350										
			矿体形态及内部结构复杂程度			矿石有用组分均匀程度				勘查类型			
			矿体形态及内部结构复杂程度	复杂程度	类型系数	品位（%）	品位变化系数（%）	均匀程度	类型系数	类型系数之和	勘查类型	工程间距（m）	

		似层状，无分枝、无天窗夹石等	形态简单	0.3	Pb0.54-5.30 Zn0.84-5.12	102	较均匀	0.4	1.8	II	100 × 100
--	--	----------------	------	-----	----------------------------	-----	-----	-----	-----	----	-----------------

3、工程间距的确定

按第Ⅱ勘查类型，结合已形成的实际工程间距，工程网度的确定依据上述特征，本区主矿体铅锌矿勘查工程间距暂按照第Ⅱ勘探类型布置工程，探求各资源量类型的工程网度为：控制资源量：100×100m；推断资源量：200×200m 或控制外推部分。零星铅锌矿体则按照第Ⅲ勘探类型布置工程，探求各资源量类型的工程网度为：控制资源量：50×50m；推断资源量：100×100m 或控制外推部分。

4、勘查深度

牛角顶矿段施工的钻孔中勘查深度最大达 502.49m，已有效的控制了区内矿体的延深情况，本次工作在牛角顶矿段布设钻孔为在已控制矿体中加密控制，勘查深度分别为 160m 和 370m；牛角顶矿段外围类比牛角顶矿段，矿体分布于岩体与栖霞组灰岩的接触带附近和南园组内部，区内栖霞组最大厚度约为 100m、南园组作为盖层，其厚度一般在 150m，结合规范要求的勘查深度一般为 600m，故确定本次勘查深度为 450m。

（二）勘查工程布置

牛角顶矿段详查：

（1）在 46 和 38 线，施工水文钻孔 ZK4606、ZK3806，开展钻孔抽(放)水试验、地下水长期动态观测，并采集相关样品，以详细查明矿段水文地质条件。

牛角顶矿段外围普查：

（1）本次勘查主要目标为铅锌矿及其浸染多金属蚀变矿化体，

大量的实例证明，大功率激电测量是铅锌矿勘查效果较优物探方法之一。故本次工作采用 $100\text{m} \times 20\text{m}$ 的网度对全区开展 1:10000 激电中梯剖面测量。其中牛角顶矿段范围将网度适当放稀至 $200\text{m} \times 20\text{m}$ 。查明区内的激电异常，为下一步验证工作指明方向。

(2) 在全区开展 1:10000 地质测量，在铅锌矿化和激电异常部位等找矿有利地段开展 1:2000 地质测量，重点针对前期工作已发现的矿化体或氧化铁帽进行追索，查明矿体走向，并结合槽探、剥土、钻探工程揭露情况，进一步查明矿床的地质特征和主要控矿因素，重点查明勘查区内地层层序、岩性组合及矿化蚀变特征等，分析矿床成因。

(3) 在已发现矿化体附近，根据揭露矿体的产状，布设少量深部验证工程，查明矿体延深情况，并通过样品的采集和分析测试，初步查明主矿产、共生矿产的矿石特征，初步查明矿石化学成分，矿物种类及含量，结构构造，有用、有益、有害组分及其含量，并研究各矿物在矿体内赋存状态和分布规律；划分主矿产、共生矿产的矿石自然类型和工业类型。

(三) 时间安排及施工顺序

本项目工作期限 5 年。根据总体工作部署原则，结合野外工作条件，分矿段、按主次安排工作，具体分五个年度实施：

1、第一年度

对全区开展 1:10000 物探扫面及 1:10000 地质及水工环地质填图，具体工作部署如下：

(1) 开展 1:10000 激电中梯测量 9.1890km^2 ；圈定激电异常，为下一步找矿指明方向；

(2) 开展 1:10000 地质测量 9.1890km^2 ，重点针对前期工作已

发现的矿化体或氧化铁帽进行追索，查明矿体走向；

(3) 开展 1:10000 水文地质工程地质测绘及环境地质调查 9.1890km²；详细查明矿区开采技术条件；

(4) 选取基岩出露较好，地层出露完整、顶、底清楚地段测制 1:2000 南园组地层剖面 2km，确定标志层、建立地层层序 (PbZn-8、PbZn-9、PbZn-10 矿体产在南园组地层中，系统地开展火山岩性-岩相-火山构造填图，有望取得新的找矿突破)；

2、第二年度

主要是根据 1:10000 激电中梯测量圈定的异常开展异常查证工作，对成矿有利地段开展工作如下：

(1) 开展 1:2000 地形测量 2km²；

(2) 开展 1:2000 地质测量 2km²；

(3) 开展 1:2000 水文地质工程地质测绘及环境地质调查 2km²；

(4) 在牛角顶矿段的 46 线和 38 线分别，施工水文钻孔 SZK4606、SZK3806，开展钻孔抽(放)水试验、地下水长期动态观测，并采集相关样品，以详细查明矿段水文地质条件 (钻孔编号及施工顺序见表 3-2)；

(5) 预留 2000m 钻探工作量用于查证物探异常；

(6) 基本分析样及各类综合样品根据钻孔见矿情况布设。

3、第三年度

(1) 在 56 线 80 线施工槽探 TC5601 和 TC8001 分别用于控制 PbZn-2 和 Fe-1 在地表的出露情况，具体施工顺序及施工目的见表 3-2；

(2) 针对前期工作已发现的矿化体或氧化铁帽进行深部控制，分别施工钻探工程 ZK8001、ZK5601 和 ZK8801，合计钻探工作量 1320m；各钻孔施工顺序及施工目的见表 20；

- (3) 另预留 4150m 钻探工作量用于对新发现矿体的深部控制；
- (4) 基本分析样及各类综合样品根据钻孔见矿情况布设；
- (5) 9 月申请野外验收；
- (6) 10-12 月开展野外验收补课工作。

表 20 设计槽探/钻探工程一览表

施工顺序	工程编号	设计孔深/长度 (m)	倾角 (°)	施工目的	施工时间
1	TC5601	73		控制 PbZn-2 地表出露情况	第三年度
2	TC8001	82		控制 Fe-1 地表出露情况	
合计		155			
1	SZK4606	370	90	水文孔	第二年度
2	SZK3806	160	90	水文孔	
3	预留	2000		激电异常查证	
4	ZK8001	260	90	控制 Fe-1 深部延伸情况	第三年度
5	ZK5601	450	90	控制 PbZn-2 深部延伸情况	
6	ZK8801	450	90	控制 PbZn-1 深部延伸情况	
7	预留	4310		新发现矿体的深部控制	
合计		8000			

4、第四年度

开展实验室选矿试验；通过多种指标圈定矿体估算资源量，对比各工业指标，编制工业指标建议书。

5、第五年度

本年度的工作是对前期工作的资料整理，综合研究及报告编审。

(四) 设计工作量

设计实物工作量见表 21。

表 21 尤溪县金鸡山探矿权主要实物工作量一览表

工作内容	单位	设计工作量			备注
		详查区	普查区	合计	
1/2 千地形图测量	km ²		2.0	2.0	
1/1 万地质填图	km ²		9.1890	9.1890	
1/2 千地质填图	km ²		2.0	2.0	
1/2 千剖面测量	km		2.0	2.0	
1/1 万水文地质工程地质测绘环境地质调查	km ²		9.1890	9.1890	

工作内容		单位	设计工作量			备注
			详查区	普查区	合计	
1/2 千水文地质工程地质测绘环境地质调查		km ²		2.0	2.0	
工程点测量		点	2	18	20	
1/1 千勘探线地形测量		km	2.5		2.5	
1/1 万大功率激电中梯测量		km ²		9.1890	9.1890	100m×20m
槽探		m ³		465	465	
矿产地质钻探		m		7470	7470	含机动工作量（6150m）
水文地质钻探		m	530		530	
取样与测试	基本分析	件	20	580	600	分析项目：Pb、Zn、Ag
	基本分析内、外检	件		90	90	分析项目同基本分析样
	定性半定量全分析样	件		10	10	
	铅物相样	件		5	5	
	锌物相样	件		5	5	
	组合样（含内、外检）	件		40	40	分析项目：Cu、W、Sn、Mo、Bi、S、CaF ₂ 、As、Cd、Hg、Au
	化学全分析样	件		5	5	
	样品加工	件		620	620	
	岩矿鉴定样	件		20	20	光片、薄片各 10 件
	岩石有害组分分析(围岩、夹石 As、Hg、Cd)	件		10	10	
放射性顺检		m	530	7470	8000	
水样		件	4		4	
细菌样		件	4		4	
抽水实验		台班	18		18	
地表水/地下水动态长期观测		点	4		4	
岩石力学样		组	15		15	
选冶试验		件	1		1	
钻探地质/水文地质编录		m	530	7470	8000	
槽探编录		m		155	155	
刻槽样		件		100	100	
岩心劈样		件	20	480	500	
设计书编制		项			1	
工业指标建议书		份			1	
工业指标论证		份			1	
报告编制		项			1	

（五）勘查工作技术要求

1、 测量工作

（1）平面及高程系统

①矿区平面坐标采用 2000 大地坐标系，高程控制采用 1985 国家高程基准。

②作业依据《地质矿产勘查测量规范》（GB/18341-2001）及《全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范》（CH/T2009-2010）。

（2）图根点测量

在已有的 D 级 GPS 点基础上，采用 RTK 测量进行图根点的加密。RTK 测量时采用中海达双频接收机，其动态 RTK 测量平面精度为 $10\text{mm}+1\text{ppmD}$ ，高程精度 $20\text{mm}+2\text{ppmD}$ 。选取 3 个 D 级 GPS 控制点的 WGS-84 坐标及相应的 80 坐标，由 RTK 手簿自带的参数计算软件直接计算出 4 参数并依次输入 RTK 存储手簿。计算 4 参数时平面坐标转换残差应小于 7cm；高程拟合残差应小于 8cm。

RTK 测量时根据矿区实际情况选用 GPRS 移动通信进行数据传输，图根点观测时采用三角架对中和整平，每次观测历元数大于 20 个，观测次数 2 次，2 次测量的平面点位较差和高程较差应小于 10cm。

图根点标志一般采用大木桩，水泥地刻画，必要时可埋设标石，埋石规格为 $40\text{ cm}\times 15\text{ cm}\times 10\text{ cm}$ ，编号为 A1, A2...

（3）地质勘探工程测量

①剖面线地形测量

本次剖面测量比例尺为 1：1000，剖面设计方位为 $75^{\circ} 00' 00''$ ，采用 GPS-RTK 结合全站仪常规作业方法进行外业测量。具体是：根据项目提供的剖面两端点的设计坐标导入 RTK 手簿的放样点库，外业测量时再依次调出所需测量的剖面线的两端点并直接计算出剖面方位，用线放样测量方法测定各剖面端点及剖面点。当 RTK 手簿显示流动站

接收机为差分固定解时，依照提示点位偏离剖面线垂直距离接近 0m 时即可测定剖面点的坐标及高程。剖面点间距一般控制在 25m 以内为宜，困难地段可适当放宽，力求准确测出地表高低起伏。对极个别因遮挡物较多无法直接用 RTK 测量时，可结合全站仪极坐标法补充测量，即以两个相互通视的已测定的剖面点为测站点和定向点，采用全站仪测量水平角半个测回，一个测回直接读取平距及视线高差并量取仪高和镜高并记录于手簿，内业用计算器计算出坐标及高程。

每次 RTK 作业前或重新架设基准站后，均应进行至少一个同等级或高等级已知点的检核，平面坐标较差应小于 7cm，高程较差应小于 8cm，坐标转换参数仍采用图根测量时计算的参数。基准站应尽量架设在一级 GPS 点上，当点位受不明信号干扰导致接收机与网络的连接频繁掉线时，可考虑选用附近的重要图根点为基准点，并应增加检核其余控制点的坐标及高程。

剖面点测量时移动站可采用固定高度对中杆对中、整平，观测历元数应大于 5 个。剖面测量时测站点的精度要求，按地形图比例尺为 1:1000 时的平面点位中误差应小于 60cm，高程中误差应小于 33cm；剖面点平面点位中误差应小于 1.20m，高程中误差应小于 0.67m。

剖面端点实地埋设混凝土标石，埋石规格为 10cm×10cm×40cm，其余剖面点实地均埋设大木桩，写明剖面线号、点号并在点位四周设置明显标志条以供地质人员查寻。

剖面测量内业计算取位平面坐标和高程均取位至 0.01m。

RTK 剖面测量外业观测记录在仪器内存，成果进行 100%的内业检查。内业剖面图的绘制可利用野外实测的坐标及高程经 RTK 手簿传输至微机，并直接转换为 EXCEL 电子表格后导入 MAPGIS 软件，由软件生成剖面图并进行必要的编辑。

②工程点定位测量

矿区工程点定位测量主要有设计钻孔的布设,已完工的钻孔的定测。

钻孔的布设方法采用 GPS-RTK 作业,先把地质人员提供的钻孔设计坐标导入 RTK 手簿,实地再用点放样的方法布设出钻孔。已经完成剖面测量的剖面测站点可采用全站仪极坐标法布设钻孔。钻孔布设好后,应在实地立即测定其坐标及高程并与设计值相比较,若点位平面位置与设计值较差大于 0.6m 时应查明原因并重新布设直至符合规范限差要求。

实地布设好的钻孔标记为埋设大木桩,并写明钻孔编号,周围设置明显记号。

对完成施工的钻孔定测是钻孔布设的逆过程,其定测位置以封孔标志中心为准,有套筒时高程应扣除套筒至地面高度。外业仍采用 RTK 测量结合全站仪常规作业方法进行。当点位四周开阔利于卫星及基准站差分信号接收时采用 RTK 直接测量;当无法直接用 RTK 测量或用 RTK 测量长时间无法获得差分固定解时,可在孔位附近选一较为开阔地用 RTK 布设一对相互通视的图根点,再用全站仪极坐标法或实测边数不超过 3 条的支导线对点位进行定测。

地质点的定测位置由地质人员实地标定,作业方法同钻孔定测。

《规范》要求工程点定测精度为(以地形地质图比例尺为 1:2000):

钻孔定测平面位置中误差应小于 0.3m、高程中误差应小于 0.25m;槽探定测平面位置中误差应小于 1.2m、高程中误差应小于 0.67m;地质点定测平面位置中误差应小于 1.20m、高程中误差应小于 0.67m。

工程点定位测量平面坐标和高程均取位至 0.01m。

(4) 质量检查及资料整理

矿区一级 GPS 控制测量时由于外业观测及内业数据处理高度自动化,对手工量取的天线高应准确并多次检查记录无误方可输入软件

解算，野外观测数据应及时从接收机中导出并备份。地形测量图件各要素须齐全，图面美观，图层设置合理。RTK 测量时数据量较大，每天作业后应及时从电子手簿中导出，并进行数据备份，同时对手簿进行整理。坑道测量时的手工记录本应保持整洁美观并保存完好，记录内容经过 200%检查后才能转入内业平差计算。在各项测量精度指标符合规范要求后方能把测绘成果提供给地质项目使用并做好相应的资料保密工作。

矿区测量全面结束后应对所有测量资料进行整理、装饰、打印装订成册，并备份为电子文档永久保存。

2、地质填图

本次地质填图工作分为 2 个阶段，第一阶段为全区 1:10000 地质填图，面积 9.1890km^2 ，采用 1:10000 地形图作底图，重点对区内的火山岩区按火山活动的规律和火山地层的特殊性划分火山活动旋回，并着重划分非正式岩石地层单位；1:2000 地质填图主要布设在物探及 1:10000 地质填图确定的有进一步工作的区域，暂定面积 2km^2 。采用 1:2000 地形图作底图，在详查阶段地质草图的基础上，以剖面资料为基础，结合野外天然露头点填编而成。地质路线以追索法为主，以穿越法为辅，地质点采用半仪器法定位。

其质量要求：

①能反映矿区岩性组合特征，主要断裂性质要确切，岩浆活动的空间分布规律要可靠。

②含矿层位及矿体空间展布要有可靠控制。

③围岩蚀变基本查明。

地质填图以野外实际测量为主，同时参考矿山老资料进行综合研究，编填结合绘制地质图。填图应充分利用天然沟谷、小路等露头好地段部署路线，并分析研究区内地层、构造、岩石、矿化带及矿体之间的关系。填图的野外工作方法和技术要求按有关规范及工作细则执行。

地质点观察记录内容，对各类地质体，包括蚀变矿化体的一般记录内容可参照有关规范和细则，但要重点突出。如对矿（化）体，应着重记录容矿岩石类型、矿石矿物组合、结构构造、蚀变矿物组合特征，目估矿化品位、矿化控制因素、厚度和产状、风化作用情况等。点间应连续观察记录，对重要地质现象应绘制素描图、路线剖面示意图或照相等；采集有关测试样本，野外地质点的定位多采用奥维互动地图之定位模块—奥维定位 SDK (Beta)（采用横轴墨卡托投影坐标类型为 CGCS2000）或半仪器法并结合地形、地物、地貌来确定。重要点位如矿（化）体露头可用仪器法定测。1:10000 地质填图点距 100-200m，地质观测点密度 40-60 个/km²；1:2000 地质填图点距 20-50m，地质观测点密度 160-240 个/km²。

地质图应在野外直接填制、实地连图。野外观察资料应在当日整理完毕。工作到一个阶段后，应进行阶段性整理和分析研究，编写阶段性地质小结。各项原始资料必须坚持质量管理制度，进行 100%互检和不同层次的抽检。

统一工作方法，包括统一图式、图例、岩矿石定名、各类样品代号，记录格式等。

3、物探

（1）大功率激电方法选择依据

勘查区地层分布相对简单，主要分布有晚侏罗世南园组流纹质凝灰岩、流纹质晶屑凝灰岩及长林组石英砂岩、砂砾岩夹泥岩，此外，区内北东部大面积分布燕山早期中细粒石英闪长岩。

本次勘查主要目标为铅锌矿及其浸染多金属蚀变矿化体，从收集周边岩（矿）石电性参数资料（表 22）可知，勘查区地层岩石及侵入岩电性基本表现为中高阻、中低极化率电性特征，而目标铅锌矿或黄铁矿化蚀变岩具有较显的低阻、高极化率电性特征，与本区围岩电性差异较大，这种电性差异是投入大功率激电测量的地球物理前提，也是铅锌矿勘查效果较优物探方法之一。

表 22 岩、矿石电性参数统计表（收集）

时代	代号	岩矿石名称	测定块数	极化率（ η ）（%）		电阻率（ ρ ）（ $\Omega \cdot m$ ）		备注
				变化范围	常见值	变化范围	常见值	

晚侏罗世	(J _{3n})	英安质晶屑凝灰岩	31	2.3~5.9	4.0	440~4102	1227	
晚侏罗世	(J _{3n})	流纹质晶屑熔结凝灰岩	31	3.2~5.3	4.0	457~1729	1000	
晚侏罗世	J _{3c}	灰绿、灰黑、紫红色长石石英砂岩	31	2.12~8.21	4.51	185~2082	874	
	δ o	石英闪长岩	31	1.25~4.74	2.81	674~9876	4869	
		砂岩	31	2.1~7.0	4.0	1511~19719	7155	
		铅锌矿石	23	4.5~23.0	10.6	381~4051	1942	
		铅锌矿化、黄铁矿化绿片岩	9	2.7~11.8	4.7	802~8215	2534	

(2) 大功率激电测量工作部署

根据已收集的勘查区地质资料，本次区内面积性物探工作以大功率激电中梯剖面测量扫面为主，辅助激电测深点工作，在勘查区内圈定、推断由铅锌矿（化）体引起的激电异常范围，根据其异常特征对含矿有利地段进行分析，进一步投入适量激电测深工作，了解激电异常空间分布情况，结合地质、物性资料进行综合研究，对物探异常做出比较客观、合理的解释，为后续进一步地质工作提供物探依据。

勘查区激电测量范围以申请矿权界线为依据，面积约 7.9km² (不包含详查区)，本次激电中梯剖面网度拟采用 100×20m 间隔（28 条剖面线）进行布置，剖面方位主要结合区内矿体北东走向（15°）和北西向地质勘探线，选择与矿体相垂直走向，即地质勘探线走向（北西向 285°）一致，详见激电工作布署图（附图 1）。随后根据前期激电中梯异常特征，在适当的激电异常地段布置间距 20~40m 的激电测深点测量工作，初步设计测深点 30 个。

此外，由于区内包含牛角顶矿段详查区（约 1.35km²），区内各地质工程工作程度较大，本次在详查区内拟布置网度 200×20m 间隔的若干条激电中梯剖面测线，以便于后期成果评价与对比分析。

(3) 大功率激电中梯技术方法

① 测定工作

在收集矿区地质、地质勘探线剖面、矿体等资料，本次物探剖面线方向与地质勘探线一致，剖面方位北西向 105° 。本次激电测量剖面采用高精度手持 GPS 进行定点布设，测点间距 20m，各测点野外实地应用红标签作标志，遇到不可逾越障碍物（村庄、河流等）可适当调整，并在记录（本）文件上备注。

根据按《物化探工程测量规范》(DZ/T0153—95) 定点精度要求，激电剖面点位中误差应达到图面上 1.25mm（本次工作比例尺为 1:10000，即 $\pm 12.5\text{m}$ ），相邻点距相对中误差 12.5%。

②激电测量工作

A. 仪器设备

本次激电测理仪器拟采用 Horn3d 全功能激电仪及其配套：Horn3D 型 GDD 全波形大功率激电+三维高密度激电系统、Horn3D-4S 型 4 通道接收机、SuperTXU-15P 型 15KW 大功率发射机及发电机组以及 WDJS—2 数字直流激电接收机及其配套：WDFZ—5 型 5KW 大功率智能发射机、WDZ—5A 整流源、5KW 汽油发电机组。。

供电导线采用专用供电导线，电阻小于 $10\ \Omega \cdot \text{m}/\text{Km}$ ，绝缘电阻每 km 大于 $2\text{M}\ \Omega /500\text{V}$ 。AB 供电电极使用不锈钢钎状电极布设。测量电极 MN 使用不极化电极，要求性能稳定，内阻小于 $2\text{K}\ \Omega$ ，极差应小于 2mv。

B. 开工前仪器参数试验

a.电极距选择：供电极距 AB 初步设计为 1200~1800 米，测量极距（MN）选为 20 米~60 米，具体极距长度根据工区接地供电情况及试验结果选定。在接收机 ΔU 电位满足最小读数大于 10mv 情况下，尽量选择较大的激发极距，MN 极距在能保证获得明显异常和观测精度的情况下，选择较短的极距。

b.供电时间选择：用选择好的供电极距、测量极距，供电时间选

择 2"、4"、8"等几组，在试验剖面出现的异常点上进行观测，最终以达到异常饱和值的 90%以上的时间为供电脉宽。在能保证获得明显异常和观测精度的情况下，选择较短的脉宽。

c.供电电流选择：在供电条件允许条件下，尽量使用较大的供电电流，一般情况下要保证 MN 电位差大于 10mv，保证测定的稳定性。

d.根据工区的干扰大小，延迟时间按仪器设定的延迟时间及采样宽度来兼顾考虑。

③激电中梯（短导线）测量

A. 装置与工作方式

供电极距 AB、测量极距 MN 参数应通过野外试验确定，并结合野外实地地貌综合确定，数据采集应在 AB 极中部 2/3 范围内数据。测量点距 20m。当测线长度大于 AB 距 2/3，需移动 AB 距极完成整条测线的观测时，在相邻观测段间至少有 2 个重复观测点。一线供电多线观测时，旁测剖面与主剖面间的最大距离，应不超过 AB 距的五分之一。

测量工作方式采用双向短脉冲供电的短导线测量方式，供电周期为 32s，接收机直读一次场电位差（ ΔV_1 ）和视极化率（ η_a ）；发射机每一分钟记录一次电流值（I）。视电阻率（ ρ_a ）通过 $\rho_a = K \times V_1 / I$ 公式计算。

B. 野外工作

工作前应对仪器及其它技术装备进行系统的检查、调试。工作中对测站的设置、导线的敷设、供电电极接地、测量电极接地等均应严格执行技术规程规定。野外工作中应注意以下事项：

a. 供电电极以并联排列并垂直测线方向布置，电极的入土深度应为电极长度的 4/5 以上，电极间距应不小于入土深度的 2 倍；

b. 若 A、B 供电电极接地电阻过大使供电电流过小而无法正常观

测时，应增加电极数量，并浇灌盐水，若还是无法满足工作要求，可在测地误差允许范围内，将供电电极垂直测线移动至到接地条件较好地方布设；

c. 布设测量电极时，注意接线头不得接地，不得与线架接触，应拔除周围可能触及电极的杂草。若出现读数困难可适当增大 MN 间距（做好相应文字记录），并重新计算 K 值；

d. 当个别地段出现地形切割严重，使物探布点或观测无法进行时，可在测地误差范围内，垂直测线同向同距移动 MN 极，并做好文字记录。

④激电测深工作

为达到较好的勘探深度要求，本次激电测深最大 AB 极距设计为 2000m，遇到实际地貌切割复杂区可略做调整。激电测深装置采用多道轴向单极-偶极装置，供电最大极距拟采用 $OB (AB/2) = 1000$ 米。（图 8）

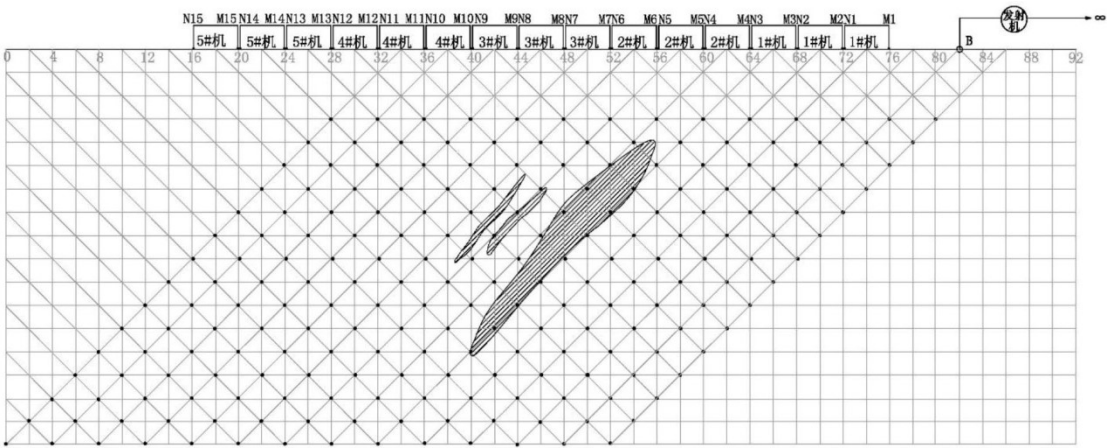


图 8 多道轴向单极—偶极测深装置示意图

技术要求：

- A. AB 供电电极采用多根铁电极加铝板，选择潮湿处埋设，保证接地良好；
- B. 测量电极采用不极化电极，并浇水压实，与土壤接触良好，

接地电阻小于 $2k\Omega$ ；

C. 测量前检查供电导线与测量导线的绝缘程度，确保测量期间不发生漏电情况。

D. 在观测每个测点时，从曲线的整体形态上判断是否有数据畸变，并及时检查观测；

E. 在视电阻率曲线的关键部位，如极值点处，进行重复观测，确保数据精度。

（4） 质量检查

按 DZ/T0070-2016《时间域激发极化法技术规范》规范进行，采用“一同三不同”方法，随工作进展，随机抽检，检查率 $\geq 3.0\%$ ，激电工作检查观测结果应满足激电工作 B 级要求，视极化率总均方相对误差 $\leq 7\%$ （如测量点极化率 $\leq 3\%$ ，极化率总均方误差为不超过 0.21），视电阻率总均方相对误差 $\leq 12\%$ 。

4、 钻探工程

钻探工程是矿区评价和圈定矿体探求资源量的重要手段，其布置按照由已知到未知原则进行安排实施，设计钻探工作量 8000m（兼水文孔）。钻探工程地质编录采用 1：200 比例尺，编录精度按有关规范达到相应比例尺要求。钻孔编录严格《固体矿产勘查原始地质编录规程》（DZ/T 0078-2015）有关要求形成完整资料，并采用我队微机组自行编制的软件（Section）录入计算机，形成钻孔数据库（EXCEL），并导出形成综合柱状图（MapGis 文件）。按《地质岩心钻探规程》（DZ/T 0227-2010）规定执行。钻探工程六大指标质量要求如下：

（1） 岩（矿）心采取率要求

取岩（矿）心的钻孔，岩心采取率一般应大于 70%，矿心采取率与矿体顶底板 3m~5m 段内的围岩采取率应大于 80%。

岩矿心应自上而下按顺序排列，不得混乱、颠倒，长度丈量要真

实，长度大于 5cm 的岩心要用红漆编号。松散岩矿心按相应完整岩矿心体积排放。完整岩矿心要清洗干净、严禁油料污染。岩心箱应牢固、箱底用塑料薄膜衬垫，箱外侧应有顺序、孔深、回次编号。岩心应及时运回指定库房，中途应保证运输安全。

钻孔终孔直径不小于 75mm。

（2）倾角和方位角测量（钻孔弯曲度）要求

所设计的钻孔为直孔、斜孔两种，所有钻孔开孔后 25m 应测量一次倾角和方位角；直孔每钻进 100m，应测 1 次倾角和方位角；斜孔每钻进 50m 应测 1 次倾角和方位角；特殊部位按地质要求增测。

斜孔每钻进 100m，方位角允许偏差为 $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$ ；直孔施工中每 100m 倾角偏斜不应超过 2° ，斜孔不应超过 3° 。仪器应保持性能良好，读数要真实可靠。

超差时应检查原因，校正仪器后再重测；如钻孔斜歪，其终孔位置一般不允许超过原设计要求线距的 1/4。若超差严重达不到设计目的，应采取措施纠正或补救。

（3）孔深误差验证（孔深校正）要求

除主矿层及终孔应进行孔深误差验证外，一般直孔每钻进 100m，斜孔每钻进 50m，换层、见矿均应验证 1 次。验证时应使用钢尺丈量，对记录孔深与验证孔深产生的正负误差一般不允许大于 1/1000。超出时要重新丈量并合理平差，钻孔编录人员应及时校正孔深。

孔深误差=记录孔深-丈量孔深。

允许范围内不进行平差，验证误差小于 0.5m 时在最后 2 回次平差；误差大于 0.5m 时在最后 3 回次平差。孔深验证若超出允许范围，应重新测量并查找原因，及时校正孔深。

（4）简易水文观测要求

①孔内回次水位观测

在提钻后、下钻前分别测定一次孔内水位，时间间隔 10 分钟（绳索取心钻进时，应于捞出内管后，投入内管前，在钻杆内各测量一次水位，间隔时间同前；且在提大钻时，加测一次水位）。钻孔钻进过程中每小班必须测一次回次水位。当每班进尺超过 10m 时，加测一次水位。节假日或非孔内事故超过 4 个小时的停钻时间，应从停钻时起测定孔内水位，观测时间为每小时一次，直至稳定，重新开钻前再测一次水位。

②钻进过程中发现涌水时，应立即停钻，记录涌水孔深位置，测定涌水量，并接高套管（或装压力表）测定水头高度。并立即通知地质或水文地质人员，根据需要协助进行放水试验。继续钻进时，把回次水位观测改为涌水量观测。

③钻进中如遇空洞、老硐、破碎带、坍塌、掉块、涌砂、钻具自动下落及冲洗液消耗量突然增大等异常现象时，应准确记录孔深位置。必要时观测孔内水位埋深。

④钻孔终孔后观测稳定水位。终孔稳定水位观测一般每小时观测一次，直至稳定（最后 4 小时无系统上升或下降，变化幅度不超过 5cm）。若连续观测时间满 72 小时，尚未稳定，可视为稳定。

（5）封孔要求

孔深大于 500m 的孔要求在矿层、含水层、破碎带及其上、下各 5-10m 段内，用 32.5R 硅酸盐水泥（或抗酸水泥）封孔，各封孔段之间应“架桥”，间距不大的封孔段也可合并封孔，每个封孔段应作液面检查，并详细记录封孔水泥牌号、标号、生产日期、数量、水灰比、架桥方法及孔深等内容。具体封孔位置及要求按各封孔设计书为准。

①潜水面以上风化岩石透水层，用粘土封孔。

②孔深小于 500m 的孔，采用全孔封孔。

③孔中心口设牢固的水泥标志桩，注明孔号、施工日期、孔深。

（6）原始报表要求

原始班报表应有专人填写，要求及时、全面、准确、完整真实、字迹清楚、整洁。

岩心牌数据与班报表要吻合，岩心长度必须按实际丈量数真实记录，对有差错或人为拉长岩矿心长度的记录，编录人员有责任通知记录人员改正。原始记录合格率低于 80%的视为原始记录不合格。

5、采样及测试

采样测试是一项重要的工作，必须明确各类样品的目的、任务、采样方法和质量要求，确保工作质量。本项目需要做的测试样品种类有：基本分析（含内、外检）、组合分析（含内、外检）和化学全分析样、光/薄片样、小体重样等，分述如下：

（1）基本分析样

①样品布置原则

样品布置应在现场进行，按矿石自然类型、品级和氧化程度分别连续布采，矿体边界至少有 1-2 个样品控制。样品长度一般不超过最低可采厚度，矿化均匀、矿石类型简单、样品与矿体倾向夹角偏大时样品长度可适当放长，反之则缩短。铅锌矿样长一般在 1.0~1.5m，最长不大于 2.0m。化学分析样分析项目铅锌矿为 Pb、Zn、Ag。矿石类型、品级变化大，或者有薄层夹层时，可适当归并采样。

②样品采集方法主要为刻槽样和岩（矿）芯锯样两种。

A. 刻槽样品

槽探、平硐工程中采用刻槽法取样。铅锌矿样品采样槽断面规格为 10×3cm，水泥用石灰岩槽断面规格为 10×3cm。采样时要先平整采样面，去除表面杂物，单一样品应保持一条直线避免弯曲，样品之间也不要转折过大。采取过程应防止杂物混入或样品散失。样品装袋要现场登记、编号。对每个样品的长度、规格、重量必须及时到现场

验收，样品实际重量与理论重量的相对误差不得大于 10%，超过 10% 的样品应查明原因作出处理，对不合格样品要重采。

B. 岩（矿）芯锯样

对钻孔岩矿芯用对半锯开法，一半送化验，一半保留。采样前应全面检查核对岩心顺序及长度，无误后，方能划样、放置样品牌，岩心上用记号笔划出采样线，样品线应垂直矿化标志面，以确保样品代表性。不同孔径的岩心以及回次采取率相差较大的回次岩心应分别采样。样品锯开后，副样按顺序放回原处，并按原编号进行编号，若破碎成数块的则应编上分块号，岩心箱隔板上应相应画出样品起始位置标记及样品编号。样品要及时装袋、编号。

样品重量与理论重量相差不得超过 5%，若超过 5% 须及时处理。管理人员对样品采样记录及样品作 100% 检查核对，并对正、副样品重量进行抽查，发现问题须查明原因并作及时处理。

③样品加工

样品加工缩分流程按切乔特公式 $Q=Kd^2$ 进行，加工缩分系数铅锌 ($K=0.3$)。样品加工要求损耗率小于 5%，缩分误差小于 3%。测试项目为 Pb、Zn、Ag 项。其加工、测试由具有甲级资质的实验室承担。

④基本分析内、外检

基本分析样的内、外检，将根据工作进展情况，按规定要求分批抽取。样品用密码报出。外部检查的样品必须在内部检查合格后送出。对检查不合格的样品，以更正后成果为准。

内检样由基本分析副样中按参与矿体圈定、资源量估算的样品总数的 10% 抽取，每批次不少于 30 件，编密码送原分析实验室进行试验。外检样品由原实验室从内检合格的正样中按原分析样品总数的 5% 抽取，当矿产样品总数量较少时，外检样也不得少于 30 件。内检样合格率为 90%，外检样合格率为 90%。超差部分经复检合格后，发出

更正报告。项目对所涉及的各种原始资料必须及时地全面修改更正。
外检样送获国家或省级资质和计量认证的测试单位测试。

内、外部检查分析结果误差处理办法按（DZ/T0130-2006）《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。

（2）定性半定量全分析样

光谱全分析是用于大致了解各类岩、矿石的元素种类和含量，为确定组合分析及化学全分析项目提供依据。可采自同一矿体的不同空间部位和不同矿石类型，也可利用有代表性地段的基本分析副样组合而成，其重量一般为 50g。

（3）物相样

物相分析是用于研究矿床自然分带，确定矿石自然类型。一般在探矿工程编录后，对矿石自然类型分带大致了解的情况下进行采样。样品采集一般从地表至原生带上部，在界线上下采集物相分析样品，以圈出各带的界线。物相分析可与基本分析同时进行，也可用基本分析样的副样作为物相分析样，物相分析样品必须及时送出，要求样品不能变质。物相分析结果应与岩矿鉴定做互相验证才能使用。分析项目有矿床矿化主元素铅锌的硫化态与氧化态含量。

（4）化学全分析

化学全分析样是用以全面了解矿石类型中各种元素及组分的含量，对矿石作全面的评价。一般可利用组合分析副样作为样品进行测试。每种矿石类型一般做 1 至 2 件。

（5）组合分析样

①样品采集

组合分析样主要是用以了解矿石中伴生有害组份的含量及其分布状况，以便了解有害组份对矿石质量的影响。分析样品从单个探矿工程中的基本分析副样中提取组合，重量一般为 200-400g。参加组合

的基本分析样品的重量比由其原样长度比确定。根据已有的矿石全分析资料，暂时确定岩矿石组合分析项目为 Cu、W、Sn、Mo、Bi、S、CaF₂、As、Cd、Hg、Au 等 11 项，实际工作中将根据定性半定量全分析样和化学全分析结果进行适当调整。

②组合分析内、外检样

分别按组合样品总数的 10%、5%做内、外检，化验要求同基本分析样。

（6）岩矿石光、薄片鉴定样

光、薄片样用以确定岩、矿石名称，进一步研究岩、矿石结构、构造，矿物成份及含量、蚀变特征、矿物生成顺序、共生组合特征等。在工作中，应有目的地采集岩矿石鉴定样品。样品必须对不同岩石、蚀变类型和不同矿石类型有代表性分别采取。要求尽量采自新鲜岩石或矿石，并相应自留标本，以便对照，同时还要做好野外记录或素描。

（7）岩石物理力学性能试验样

岩石物理力学样的采取，重点采取矿体的顶板岩石：流纹质晶屑岩屑凝灰岩、硅质岩、矽卡岩、石英闪长岩、灰岩等进行试验。共采集 15 组，岩石样采取尽量保持原状结构，采样规格、数量根据实验单位的要求操作，试验单位由福建省地质测试研究中心（具有 CMA 资质认定证书与 CNAS 实验室认可证书）检测。

6、矿床开采技术条件研究和评价

本次水、工、环地质工作的目的是为了未来矿床开发利用提供资料依据。根据工作部署要求和矿区的实际情况，本次勘查工作主要开展地表 1:10000 及 1:2000 水文地质工程地质测绘及环境地质调查，钻孔岩心水文地质工程地质编录，钻孔简易水文地质观测，地表（下）水动态长期观测，钻孔抽水试验，以及综合研究及评价等工作。

（1）水文地质

本阶段投入的水文地质工作主要详细查明区内地形地貌、水文特征；详细查明区内不同地层岩性的透水性、富水性、水质特征及主要的储水构造、断裂带的导水性、富水性；详细收集、了解区域水文地质特征，确定工作区所在区域水文地质单元中的位置及其主要含水层、储水构造的水力联系；详细查明地表水体分布及其与矿床充水含水层之间的水力联系；分析矿井充水因素，估算矿井涌水量，调查研究可供利用的供水水源的水量、水质条件，指出供水水源方向。为此，本阶段投入的水文地质工作主要有：1：2000 水文地质测绘，钻孔简易水文观测和水文地质工程地质编录，水质全分析样和细菌分析样等。

①1：2000 水文地质修测

1：2000 水文地质修测采用同比例尺的地形地质图作底图。测绘面积应略大于详查区面积，总之要以基本上能控制较完整的一个水文地质单元为目的。对控制全区水文地质条件的观测路线进行系统的地表观测与描述，详细记录观测点及沿途所观察到的地质、构造、地貌、水文地质现象。通过点线观测，综合分析，了解矿区地下水的分布及其补给、径流、排泄条件。编绘水文地质图。主要观测点的观测与描述内容如下：

A. 泉点：泉的出露位置、标高、泉附近的地形地貌特征，泉的成因类型，含水层的情况，泉水的物理性质、动态及利用情况，流量（流量测定用三角堰）等。

B. 溪沟测流点：调查溪沟名称、发源地及汇入的河流名称，溪沟的宽度与深度、水位标高及坡降、流速与流量、水的物理、化学性质，补给来源和渗漏情况。计算地下水径流模数。

水文地质观测点的测量，一般观测点采用 GPS 定点，对重要的水文地质观测点采用全仪器法测量。

②钻孔岩心水文工程地质编录

A. 钻孔岩心水文工程地质编录与地质同步，编录必须采用统一的编录表格。

B. 岩心编录前必须抄录班报表中记录的回次水位、冲洗液消耗量及有关的简易水文观测资料。

C. 鉴定岩性，根据不同的岩性、富水性进行分层，并初步确定含水性，然后进行水文地质工程地质描述。描述内容主要有：定名、颜色、结构构造、风化程度、岩心破碎情况、岩心采取率、裂隙和岩溶的发育程度及其充填情况和充填物、断层破碎带成分及其充填胶结情况、地下水活动痕迹、层与层的相互关系等。

③钻孔简易水文观测

A. 回次水位观测：回次水位观测是指在提钻后、下钻前分别测定一次孔内水位，时间间隔 10 分钟。钻孔钻进过程中每小班（每 8 小时）必须测一次回次水位，如每小班钻进超过 10m 须加测一次回次水位。节假日或非孔内事故停钻时间超过 4 小时，应从停钻时起测定孔内水位，观测时间为每小时一次，直至稳定，重新开钻前再测一次水位。

B. 钻进过程中发现涌水时，应立即停钻，记录涌水孔深位置，测定涌水量，并接高套管（或装压力表）测定水头高度。并立即通知地质或水文地质人员，根据需要协助进行放水试验。继续钻进时，把回次水位观测改为涌水量观测。

C. 钻进中如遇空洞、老硐、破碎带、坍塌、掉块、涌砂、钻具自动下落等异常现象时，应准确记录孔深位置。

D. 钻孔终孔后观测稳定水位。终孔稳定水位观测一般每小时观测一次，直至稳定（最后 4 小时水位无系统上升或下降变化不超过 5cm）。稳定水位观测时间要大于 24 小时，若连续观测时间满 72 小时，尚未稳定，可视为稳定。

④封孔

A. 封孔目的

封孔目的主要是隔离矿层顶底板的含水层，防止开采时因钻孔水柱及地下水流入而造成井下水量增大或淹没矿井事故。

B. 封闭钻孔的确定

钻孔终孔后，要根据见矿、含水层分布、岩心破碎情况等水文工程地质条件的不同进行封孔，需要进行长期水文观测的钻孔不封闭。

C. 封孔段的确定

全孔封闭。

D. 封孔材料

封孔材料的选择是根据含水层的富水性、封闭位置的深浅、孔壁稳定情况等确定。常用 425#硅酸盐水泥，水灰比 1:2，风化带可用优质粘土。

E. 封孔要求

a. 封孔前应进行洗孔，将封闭孔段泥皮冲刷干净。

b. 水泥封闭段应用导管泵压灌入法封孔，封闭 1 天后应取水泥液面样，并详细记录其取样过程及孔深位置，液面样应由水文地质或地质人员验收。优质粘土封闭段应投泥球，用钻杆夯实。

c. 详细记录封孔操作过程、封闭位置、木塞位置、材料用量及配方（水泥封闭段水灰比小于或等于 0.5）等。

d. 封孔后孔口树立水泥标志桩，写明孔号、孔深、完工日期。

F. 水样采取

为了详细了解矿区地下水的水质（地表水样已于 2025 年 2 月开展的专项水工环地质调查采集完毕），本阶段设计采取水质全分析样 4 件（地下水 4 件），细菌分析样（地下水）4 件、粪大肠菌群样（地下水）4 件。

采取水质全分析样、细菌分析样前，应先用待取水样将盛水容器和塞子冲洗 3 遍以上，采取水样时，应缓慢的将水注入瓶中，严防杂物混入，并留 10-20mm 空间，水样取好后，要立即封好瓶口，并标明样品编号、取样位置，填写送样单，尽快送化验室分析。地表水样应在流动的溪沟中采取。采取钻孔里的水样时，要抽出钻孔内的积水，待天然含水层之水进入钻孔后再采取。全分析取水样 2000-3000mL，细菌分析取水样 500mL。

水质全分析样分析项目为： K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 Mn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 、As、Cr、 Hg^{2+} 、 Cd^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 F^- 、 OH^- 、偏硅酸、COD、PH 值、矿化度、游离 CO_2 、总硬度、永硬度、暂硬度、负硬度、总碱度、总酸度。

细菌分析样（地下水）分析项目为：细菌总数、粪大肠菌群。

⑤ 钻孔抽(放)水试验

为查明含水层的渗透性和富水性，获得区内的水文地质参数，牛角顶矿段内本次新增的 2 个水文孔开展三次降深的单井抽水试验（若水量很小可只进行一次降深），单次降深稳定时间不小于 8 小时，落程视水量大小、水位降深情况而定，基本要求如下：

A. 抽水试验前和抽水试验时必须测量自然水位和动水位，抽水试验结束后必须按要求做水位恢复试验。

B. 水位的观测在同一试验中应采用同一方法和工具，水位测量应读数到厘米，出水量若采用三角堰，读数精确到 0.1cm，若采用水表时应精确到 0.1m³。

C. 抽水试验的稳定标准为：抽水涌水量和水位均趋于稳定或在一定范围内波动，且不得有上升或下降的趋势，每次降深的抽水稳定时间大于 8 小时。

D. 对稳定流抽水试验的动水位和出水量观测时间，宜在抽水试验

开始后第 1、2、5、10、15、20、25、30min 各观测一次，以后每隔 30min 或 60min 观测一次。

抽水试验应避免在人口密集区、重大工程区开展，同时，应做好地下水位的实时监控，减少诱发岩溶塌陷的风险。

各项试验应符合《供水水文地质勘察规范》（GB50027-2001）等规范有关抽水试验的要求。

本次暂定 ZK4606 和 ZK3806 作为抽水试验孔（后期根据项目工作进展情况可能调整），ZK4606 设计孔深 370m，倾角 90° ，开孔 $\Phi 110\text{mm}$ ，终孔 $\Phi 91\text{mm}$ ；ZK3808 设计孔深 160m，倾角 90° ，开孔 $\Phi 110\text{mm}$ ，终孔 $\Phi 91\text{mm}$ ，具体要求详见抽水试验设计书。若有涌水钻孔应做简易放水试验。

⑥地表（下）水动态长期观测

为查明区内地表（下）水动态变化特征，选择区内代表性水点开展动态长期观测：

地表水点选择 1 个，为牛角顶矿段内汇水面积最大的溪沟，位于 46 线起点附近。

地下水点选择 3 个，1 为观测新增水文孔钻孔水位，2 为原 ZKK11 水文孔孔口自流量变化，3 为观测 PD1 探硐硐口涌水量。

观测频率为每月 3-4 次，观测内容主要为：钻孔水位（孔口自流量）、溪沟流量、硐口流量、水温、气温等，观测工具主要为三角堰、水位计、水银温度计等。

（2）工程地质

①岩石质量指标 RQD 值统计

岩石质量指标 RQD 值统计：选择代表性钻孔进行岩石质量指标 RQD 值统计。岩石质量指标 RQD 值统计根据钻进回次进行统计。RQD 值按下式计算确定：

$$RQD(\%) = L_p / L_t \times 100$$

式中： L_p ——某岩组大于 10cm 完整岩心长度之和，单位 m；

L_t ——某岩组钻探总进尺，单位 m。

注：小于 10cm 岩心为钻进过程中机械破碎，则上、下对接，其长度大于 10cm 时应参与计算；当钻头内径小于 54.1mm 时，RQD 值作适当降低，根据经验降低 20%–50%。

工程地质应着重对破碎带、裂隙密集带、风化带、软弱夹层、岩溶发育带、蚀变带的发育特征，矿层顶、底板岩层的稳固性等进行描述。

②按水文地质勘探规范，本矿区钻孔工作量的 20%–30%进行 RQD 值进行统计。

③岩石物理力学性能测试样

岩矿石物理力学样的采取，按不同岩矿石特征考虑其影响物理力学性能的因素。重点放在矿体及其顶底板，岩石样要尽量保持原状结构。取岩矿石力学样 18 组。

采样规格、数量及要求，根据有关实验单位的要求和具体设备而定。试样采取后应编号，在样上注明受力方向，用棉纱包好，并用蜡封，再标明上下方向。在装箱时应用木屑、稻草与软物垫好，以免碰坏。送样时必须附有送样单，其内容包括工程号、样号、采样深度、采样方法、岩矿石野外描述及定名。

试验项目为饱和吸水率、饱和密度、饱和抗压强度、弹性模量、泊松比、摩擦系数和凝聚力等。

（3）环境地质

①收集矿区内的环境地质背景，调查由于人类活动引起的环境地质问题、地质灾害点的分布、规模、产生的原因，分析其对矿山生产的影响；预测矿山开采对本区环境、生态可能产生的影响。

②放射性顺检

前期地质工作未做放射性顺检工作，故按规范要求：对本次新增钻孔按 100%的比例进行放射性检查。

A. 仪器设备

工作所使用仪器为 2 台 FD-3013 数字 γ 辐射仪，主要性能指标：灵敏度 5cps/ppmeu，量程 0-9999ppm，仪器经核工业航遥中心检定合格，仪器性能满足正常工作要求。

仪器使用时，要求对仪器进行性能测试与调整，包括仪器校正、一致性测定、仪器的自然底数测定等。

仪器标定采用以 ppm 符号表示照射量率的标定方法，具体方法为：标定仪器用固体镭源，标定点（即由源强度计算出仪器探头处的照射量率）可采用 1000 ($\mu R/h$)；标定时需在空旷场地，离地面大约 1.5m 上空进行；标定前须在未放置镭源时测定自然底数；将镭源挂至标定点，启动按钮进行测量，仪器显示结果应为标定点源的强度与自然底数之和，若不符时，可调整校准电位器旋钮 RV4，使仪器显示值为标定点的源强度与自然底数之和。

仪器一致性测定应选择在场底数平稳的开阔场地，且远离高大建筑的地方测定。

仪器自然底数测定方法，要求采用“水面法”进行测定，要求测定场地选择水库中（距岸 $\geq 80m$ 、水深 $> 2m$ ）。

B. 测量方法与技术要求

应在野外驻地选择开阔平坦、远离高大建筑、且场地底数稳定的地段做为仪器稳定性检查的基准点。每日出工前和收工后均应在基准点上测定各仪器的稳定性。

对岩（矿）心按点距 1m 进行全孔测量（定点测量过程中，同时应对岩心连续听测），如发现异常时，要求及时加密测点（点距 0.2m），

此时加密点加到无异常止，并做好详细记录。测量前，要求在场地无干扰处测量场地底数（自然底数）。对已进库的岩（矿）心测量时，应先摆放在自然底数较平稳的空旷场地，然后再逐箱或逐件进行测量（不允许在岩心库内或样品堆放区内进行测量）。

C. 质量检查及要求

系统质量检查要求遵循“一同三不同”（同点、不同时间、不同仪器、不同人）的原则进行。

检查量要求 $\geq 5\%$ 总工作量；工作质量要求其平均相对误差 $\leq \pm 10\%$ 。

D. 内业资料整理

对每日测量记录资料必须及时整理清楚，对野外记录本要求填写的项目逐项进行检查并填写清楚；对测区内出露的各岩性、地层放射性伽玛强度值进行分类统计（包括参加统计的点数、最高值、最低值、常见值、一般变化范围值），编制《区内主要岩性、地层放射性伽玛强度统计表》。提交工作小结，并做好原始资料归档。

7、矿床开发经济意义的可行性研究

本次工作在收集铅锌矿产资源国内、外市场供需状况的基础上，分析已取得的地质资料，类比已知矿床，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以类似企业的技术经济指标，预算矿山的经济效益，对矿床进行预可行性研究，委托有资质的矿山设计部门进行。

8、工业指标论证

与矿床可行性研究工作同步进行，交由有资质的试验单位进行论证，通过论证确定适于本矿床的具体工业指标。

9、综合资料资料整理

（1）技术标准和质量要求

本项目各项原始编录工作和综合整理工作执行地质矿产行业标

准《固体矿产勘查原始地质编录规程》(DZ/T0078—2015)和《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究技术要求》(DZ/T0079—2015),并根据矿区地质工作情况编制统一图式、图例和工作细则。在综合整理、综合研究过程中,形成的各类综合图件,统一采用数字化处理。

(2) 原始地质编录主要内容

按照设计要求,原始编录主要有地质测量、槽探、钻探、土工环地质、采样等项目的原始地质编录,包括文字、图、表、照片、测试报告及标本实物等资料。样品采集所形成的记录资料,全部录入计算机,形成样品管理数据库。数据库能够自动检查计算样品的采集质量,输出各类符合要求的表格。地质编录中所形成的各类图件全部采用 MapGis 形成数字化图件。所形成的综合图件也采用 MapGis 形成数字化图件。

(3) 室内整理主要内容及阶段要求

上述各原始地质编录必须及时整理,经质量检查后方能提交使用,进行综合整理。经常性的资料整理贯穿于普查工作的全过程,是进行综合整理、综合研究工作的基础,是保证普查工作质量的重要环节。根据工作进展情况,原始资料的室内整理主要有以下 5 个阶段:①当日的资料整理;②阶段性资料整理;③年度资料整理;④野外验收阶段资料整理;⑤编制报告时的资料整理。

项目(矿区)在工作细则中应按规范要求具体编制各项原始地质编录及室内综合整理时间,内容和技术要求,并在工作中不断补充完善。

(4) 原始地质编录的检查验收

原始地质编录的检查包括自互检、院级和队总工办三级检查。自互检:在 100%自检的上,及时进行 100%互检。各项工程编录、采样还要进行 100%野外检查。

项目检查：项目检查应在资料提交后 7 天内进行，室内检查 100%、野外检查 20%。

院级检查：应分阶段进行，以初期为重点。检查比例：室内 50%，野外抽查 20%，各级检查及编录人的修改情况均要填写质量检查记录卡片。

队总工办检查：应分阶段进行，以初期为重点。检查比例：室内 20%，野外抽查 10%，各级检查及编录人的修改情况均要填写质量检查记录卡片。

原始地质资料由国土资源厅组织专家进行验收，总工办具体实施，未经检查验收的资料不得利用和归档。

三、绿色勘查方法手段

为在勘查工作中贯彻落实生态文明建设要求，贯彻绿色勘查理念，参照绿色勘查指南，通过运用高效、环保的方法、技术、工艺和设备等，减少或避免对生态环境造成的不利影响，并对受扰动的环境进行修复，实现地质勘查、生态环保、社区和谐的多赢效果。

（一）绿色勘查技术要求及具体措施

1、施工场地以方便、适用、安全文明、环保为原则，因地制宜，合理布局，应减少对土地、植被、景观的扰动和破坏。

2、确保施工场地平整、稳固，无地质灾害及其它安全环保隐患。

3、为防止污染土壤及减少对土地植被的压占破坏，除施工设备安装外，坑道、井口操作区和重型设备运输道路、库房的基础等场地，需进行开挖夯实平整或局部硬化处理外，应在地面铺设土工布隔离，在施工操作区及施工通道铺设防滑网。

4、施工中不随意踩踏植被及农作物，除依据法律法规取得相应的行政许可外，不砍伐树木、捕杀野生动物及采伐保护性植物。

5、加强火源管理，在林区及草地严禁使用明火，不乱丢火种，管理好火源，预防发生森林、草地火灾事故。

6、施工设备设施安装及水、电线路铺设等应严格按国家、行业相关规定及规范、标准要求进行施工，符合现场安全文明施工及环境保护的相关标准要求。有条件的地方应积极使用光电、风电等清洁能源。

7、施工现场的岩心棚、材料设备库、休息室、办公生活房屋、厕所等临建设施采用便于拆卸安装、可重复利用的钢构件式组合搭建，规格统一标准，布置规范、整齐。

8、施工现场安全文明及环保设施齐备可靠，相关管理制度、图表及标牌齐全、规范、醒目。

9、测量

提倡采用先进测量仪器、设备和方法开展测量工作，尽量避免测量工作砍伐树木及土地植被的压占破坏。

10、钻探施工

①钻探施工主要设备及配套技术应处于国内先进水平。施工设备应具备安、拆快捷、便于搬运，机械化、智能化程度高，施工操作安全简便、劳动强度低、生产效率高，工程质量好、节能、环保等特点。优先采用模块化、轻便化、小型化、集成度高的钻探施工及其配套设备。在遇到陡倾斜矿床的情况下采用定向钻进技术，实现“一基多孔、一孔多支”，减少设备搬迁。

②钻探施工技术工艺应先进合理，切合勘查施工要求，钻进效率高，质量优，节能减排，安全环保。积极采用定向钻探、绳索取心金刚石钻进、冲击回转钻进、空气潜孔钻进、不提钻换钻头等先进的钻

探施工方法及技术工艺。除浅表层开孔外，尽量采用金刚石绳索取心、双层管或三层管钻进技术工艺，提高钻进效率，减少作业时间。

③钻探施工循环液使用泥浆时，应采用无固相或低固相的优质环保浆液。泥浆材料及处理剂具备无毒无害、可自然降解性能，符合环保标准要求。加强循环液的现场使用管理，做好施工中防渗、护壁及净化处理，预防浆液使用中造成地面及地下污染。

11、职业健康与安全

①作业现场职业健康与安全管理，应满足国家相应的法律法规和 GB14161、GB15848， GB16423、GB/T28001 等国家标准要求，严格执行 AQ2004、EJ275、SY6349、SY/T6276 等行业标准，鼓励采用国际标杆企业的良好实践。

②员工进入作业现场，应经过相应的职业健康与安全培训、作业技术培训。制定作业行为培训制度，对新员工进行规定的培训，对出现不规范行为的人员进行再培训。

（二）环境恢复治理

1、场地清理

①勘查施工区（点）工作结束后，应及时拆除现场施工设备、物资和临时设施，清除现场各类杂物、垃圾及污染物。

②现场的垃圾、油污、废液、沉渣及其它固体废物应进行分类清理、收集，按照 GB18599 等相关规定进行焚烧、消毒、沉淀、固化等处理。

③对于现场不能处置的污染物，应外运到专业处理场处理。

2、场地恢复平整

①场地恢复平整应根据恢复治理设计要求，结合现场情况，尽可能按原始地形地貌平整。

②施工现场的坑、池、井洞、沟槽等，应采用平场开挖的土石进行回填，场地平整工作不应产生新的挖损破坏。

③探槽回填，应按后挖的土石先填，先挖的土石后填，再地表覆土的顺序堆填。

④探槽回填应尽可能恢复为原地形的稳定状态。

⑤钻探及其他施工现场场地平整中，应彻底清除场地上污染物。废浆，废液应进行固化处理，深埋于开挖的坑、池底部，上部回填无污染的土壤。

⑥钻探现场应严格按照地质设计要求认真做好封孔工作，保证封孔质量，孔口用水泥砂浆树立规范的标志桩。

⑦施工道路及临建场地根据设计恢复地类及保留需求进行平整。

3、场地覆土

①场地的覆土厚度及土质应符合恢复地类的复绿设计及相关行业的规范标准要求。

②仅压占未挖损及污染的场地，可采取深翻，松土、培土等方式，满足相关规定和设计恢复治理要求。

4、复垦复绿

①涉及复垦复绿，应按照绿色勘查实施方案及相关行业规范要求进行，工程质量符合《土地复垦规定》、DB11/T212、TD/T1036 等相关验收标准及项目绿色勘查实施方案的要求。

②草地复绿，一般采用播撒方式培植，草种应适应当地生长并与原草地环境协调。

③林地复绿，林木品种适合当地生长，应结合当地居民及社会经济发展及环境的协调要求，林木的种植施工应符合相关行业规程及规范标准。

④耕地复垦，经现场深翻、松土及覆土后，应满足当地农作物耕

种条件。

⑤复垦复绿施工中，应做好环境恢复治理工程的维护管理。在工程质保期及植被恢复养护期间，应对损坏或检查不合格的工程进行修补和返工处理。

⑥恢复治理工作应达到现场无污染破坏痕迹，生态恢复良好，环境协调。

（三）和谐勘查

1、勘查实施过程中，作业单位应宣传绿色勘查的理念，争取当地社会的理解与支持。

2、规范作业人员勘查活动，言行文明有礼，尊重当地宗教信仰及风俗习惯，遵守勘查区所在地的乡约民俗。

3、加强与矿产勘查区的利益相关者交流互动，正确处理好社会关系，避免产生矛盾，及时化解纠纷。

四、预期成果

（一）报告成果

通过上述地质勘查工作的实施，以期获得找矿新突破，重新圈定金鸡山铅锌矿体，更好地完成勘查工作目标任务，并按《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》(DZ/T0033—2020)要求编写提交矿区详查报告。报告应全面反映矿区找矿地质成果，编写内容丰富，资料齐全，章节合理，叙述层次清楚，重点突出，为矿区转入下步工作提供可靠的地质依据。

提交资料包括：矿区勘查报告或下一步工作方案及相关图件、附表、附件。

（二）预获资源量估算

1、工业指标

铅锌矿资源量估算参照《矿产地质勘查规范 铜、铅、锌、银、镍、钼》（DZ/T 0214-2020）中的铅锌矿工业指标（与原详查报告一致），即：

边界品位：Pb 0.5%，Zn 0.8%

最低工业品位：Pb 1.0%，Zn 1.0%；

最小可采厚度 $\geq 1.0\text{m}$ ；

夹石剔除厚度 2.0m；

当矿体厚度小于可采厚度时，采用米百分值圈矿。

2、估算方法及参数选择

（1）估算方法

区内铅锌矿体主要产于南园组第二段火碎屑岩与栖霞组石灰岩的接触带中的矽卡岩体内，矿体形态为脉状、似层状，走向北东 15-20° 不等，倾向北西，倾角一般为 30~50°；矿体厚度、品位变化较小，沿走向及倾向较稳定。本次以钻探、硐探工程控制的矿体，剖面与矿体走向略有夹角；按规范要求 100×100m 网度布置相互平行的剖面和工程。据以上特点资源量估算方法选用地质块段法，采用矿体水平投影图作为资源量估算图。

（2）估算参数确定

①平均品位

A. 单工程平均品位

由圈入矿体的各单样长与品位加权平均求得。计算公式：

$$\bar{C} = \frac{C_1L_1 + C_2L_2 + \dots + C_nL_n}{L_1 + L_2 + \dots + L_n}$$

式中： \bar{C} —单工程矿体平均品位（%）

$C_1、C_2\cdots\cdots C_n$ -单样品位 (%)

$L_1、L_2\cdots\cdots L_n$ -单样长度 (m)

B. 块段平均品位

由组成块段的单工程矿体真厚度与品位加权平均求得。如块段包含低品位矿时，其块段平均品位小于最低工业品位要求时，则该块段按低品位矿处理。计算公式：

$$\bar{C} = \frac{\bar{c}_1 m_1 + \bar{c}_2 m_2 + \cdots \bar{c}_n m_n}{m_1 + m_2 + \cdots m_n}$$

式中： \bar{C} -块段平均品位 (%)

$\bar{C}_1、\bar{C}_2\cdots\cdots\bar{C}_n$ -单工程平均品位 (%)

$m_1、m_2\cdots\cdots m_n$ -单工程矿体真厚度 (m)

C. 矿体及矿床平均品位

分别按矿体或矿床累计金属量与相应矿石量相除计算。

②矿体真厚度计算

A. 单工程矿体真厚度计算

平硐穿脉及槽探矿体真厚度按万能公式计算：

$$H=L(\sin \alpha \times \cos \beta \times \cos \gamma \pm \cos \alpha \times \sin \beta)$$

式中：H-矿体真厚度

L-工程穿矿厚度

α -矿体真倾角

β -样槽坡度，

γ -样槽方位与矿体倾向之间夹角

钻孔矿体真厚度按万能公式计算：

$$H= L(\sin \alpha \times \sin \beta \times \cos \gamma \pm \cos \alpha \times \cos \beta)$$

式中： β -钻孔天顶角

γ -钻孔方位与矿体倾向之间夹角，其它同A

单工程矿体铅垂厚度计算：

$$H_{\text{垂}} = H / (\cos(90 - \theta))$$

式中：H_垂-矿体铅垂厚度

θ-标志面与岩心轴夹角。

B. 块段平均铅垂厚度、真厚度计算

块段矿体平均真厚度、平均铅垂厚度分别用组成块段的各见矿工程真厚度、铅垂厚度算术平均求得。计算公式：

$$\bar{M} = \sum_{i=1}^n M_i / n$$

式中： \bar{M} -块段矿体平均真厚度、平均铅垂（m）

M_i -单工程矿体平均真厚度、平均铅垂（m）

n-工程个数

③块段面积

资源量估算图件全部采用武汉中地数码科技有限公司开发的 MapGis 软件编制，使用计算机直接读取面积。

矿体资源量估算水平投影图用 MapGis 软件编制，各控制点及外推点采用坐标投影。块段界线采用点连接线形成，转换为弧段后进行拓扑重建。从区属性中可以直接读出块段的图形面积，根据图形比例换算成块段水平投影面积。

④块段体积

体积计算公式：V=S×H

式中：V——块段体积

S——块段水平投影面积

H——块段平均铅垂厚度

⑤矿石体重

据牛角顶矿段详查采集的 78 件铅锌矿样品，铅锌矿体矿石体重一般为 3.21~3.65t/m³，平均 3.37t/m³。

⑥矿石量

采用体积与矿石小体重平均值求得，单位为万 t，小数点后保留一位有效数字。

⑦金属量

采用矿石量与平均品位相乘求得。金属量 Pb、Zn 单位为 t，有效数字均取整数。

(3) 矿体外推及块段划分

①中段图(含地表取样平面图)、剖面图的矿体圈定

中段图、剖面图均为本报告资源估算的辅助图件。

②矿体圈定和连接

单工程矿体的圈定，采用 Pb、Zn 混合圈矿，以样品分析结果为依据，严格按照工业指标圈定：

A、凡铅锌矿石中的单样 Pb、Zn 任意一项大于或等于边界品位时，即可参加矿体圈定。

B、单工程中的 Pb、Zn 任意一项大于或等于最低工业品位时，即圈为工业矿体。

C、在圈定矿体时，原则上按单样圈定，但上下允许“穿鞋戴帽”划进 1~2 个厚度不超出夹石剔除厚度(2.0m)、品位大于或等于边界品位时，但必须保证单工程 Pb、Zn 平均品位中有一项大于或等于最低工业品位。其余部分即圈入低品位矿体，不估算资源量。

③矿体推定

A、控制资源量控制的块段外推：在走向、倾向上无限外推采用推断资源量类型工程间距的 1/2 尖推推断资源量；有限外推为推断资源量类型工程间距的 1/2，最大距离不超过推断网度的 1/2。

B、推断资源量控制的块段外推：在走向、倾向上无限外推采用推断资源量类型工程间距的 1/2 尖推推断资源量；有限外推为推断资源量类型工程间距的 1/2，最大距离不超过推断网度的 1/2。而对单

剖面、单工程揭露的矿体走向、倾向上无限外推按第Ⅱ勘查类型探求推断资源量的最小工程间距的 1/2。

(4) 块段划分

①块段划分原则

A. 按见矿工程投影点、矿体外推界点的相应连线，并结合勘查线及中段标高线的投影位置，进行各类估算块段的划分；

B. 按不同的资源类型(即不同的工程控制程度)分别进行块段划分；

C. 按不同的矿石品位类型(即满足最低工业指标要求和介于最低工业指标和边界品位之间的低品位矿石,但低品位矿石未计入估算资源量)分别进行块段划分；

D. 块段划分的大小原则上应与相应资源类型的工程网度要求基本一致。

②块段编号

按矿体号，按自上而下、自左而右(投影图上)的顺序进行块段编号。

(5) 资源类型划分

①控制资源量

基本查明地质构造特征和水文地质特征，基本控制矿体的规模、形态、产状和矿石质量，采用 100×100m 工程间距控制资源量。

②推断资源量

初步查明地质构造特征和水文地质特征，初步控制矿体的规模、形态、产状和矿石质量，大致用 200×200m 稀疏工间控制的资源量部分。

3、预估算结果

由于除 PbZn-3-1 矿体有成片钻孔控制，其它矿体均由零星钻孔

控制,且不满足“三条线”原则,故本勘查方案预估算仅对主矿体 PbZn-3-1 进行资源量预估算,其它矿体及水泥用灰岩矿体依钻孔见矿情况,在报告编制过程再行估算。经预估算(见表 23):按本勘查方案设计的工作量继续施工,可探金鸡山矿区铅锌矿石量控制资源量+推断资源量 198.0 万 t,其中控制矿石资源量为 137.2 万 t,占总资源量的 69.29%,满足规范要求。

全区 Pb 平均品位 2.61%, Pb 金属量为 51632t; 全区 Zn 平均品位 3.46%, Zn 金属量为 68472t。此外,还估算了伴生 Ag 金属量 68108kg。

表 23 金鸡山矿区铅锌矿体资源量预估算结果表

资源类型	平均品位 (%)		矿石量 (万吨)	金属量(吨)		比 例
	Pb	Zn		Pb	Zn	
控制	2.26	3.71	137.2	31075	50912	69.29
推断	3.38	2.89	60.8	20557	17560	30.71
控制+推断	2.61	3.46	198.0	51632	68472	100

第三章 保障措施

一、组织管理及人员组成分工

（一）组织管理

为了确保地质工作质量及找矿成果突破，根据工作任务要求，项目实行福建省闽西地质大队总工（办）领导下的项目负责制。项目负责在地勘院及总工办的指导下，实行双向选择，优化组合，建立一支由地质、水文、测量等多种专业的技术人员组成的队伍。执行以勘查方案编写、野外施工、野外验收、报告编写及归档等全程的质量监控。总工办负责项目的工作进度、成果、质量、费用监控和技术业务指导。日常工作由项目负责统一指挥调配，各作业组及各类专业技术人员分工明确，密切配合，团结协作，保证项目总体目标任务的实现。

（二）项目人员组成及分工

本次项目有福建省闽西地质大队承接，该项目实行福建省闽西地质大队领导下的项目负责制。在项目负责人的统一指挥调配下，各班组人员分工明确，密切配合。项目负责人负责项目的工作进度、成果、质量；闽西地质大队总工办负责项目的监控和技术业务指导。保证了项目总体目标任务的实现。

为完成本次工作，拟分成 3 个作业组开展工作。

地质组：负责矿区地球化学测量、地质测量，钻探、槽探编录及采样等综合研究工作。

测量组：负责矿区地质工程测量工作。

水文组：负责矿区水文工程地质编录等工作。

各作业组需制定作业计划，工作期间应密切配合，项目地质技术人员相对固定，测量组、水文组技术人员由根据工作需要由地勘院统一组织调配。涉及地质技术人员 5 人，水文地质员 1 人，测量技术人员 1 人，共 7 人。在地质技术人员中设项目负责 1 人，主要负责项目日常技术管理工作，项目人员和具体分工见表 24。

表 24 项目主要技术人员一览表

序号	姓名	职务/职称	专业	在本项目中的作用	工作时间	备注
1	吴久芳	高工	地质矿产	项目负责，组织协调各项工作	12	
2	江锦忠	高工	地质矿产	副项目负责，钻探、槽探工作	12	
3	童德平	高工	地质矿产	负责化探、钻探编录，兼职安全员	12	
4	罗森烨	工程师	水文地质	负责水工环地质工作	12	
5	李佩书	工程师	地质矿产	负责钻探、槽探编录	12	
6	李晟铭	工程师	地质测绘	负责项目测量、绘图工作	12	
7	陈洪明	高工	地质矿产	技术指导	3	

二、经费保障措施

（一）经费保障情况

项目经费由企业自有资金支出，能够保证项目实施所需的费用。

（二）经费预算

1、预算编制说明

（1）预算编制说明

工作区处于福建省三明市境内，属中低山构造侵蚀山地。区内植被发育，浮土风化层掩盖较厚，基岩沿沟谷或山脊零星分布，地质工作难度大，地质复杂程度为Ⅲ类复杂区。预算费用以财政部和国土资

源部组织制定的《国土资源调查预算标准(地质调查部分)》(2010年)结合市场行情为依据。

(2) 经费预算依据

①本项目勘查方案。

②2021年7月中国地质调查局《地质调查项目预算标准》(2010),以下简称为《地质调查项目预算标准》(2010)。

③国土资源部办公厅《关于规范矿产资源勘查实施方案工作的通知》(国土资厅发(2010)29号)。

(3) 采用的费用标准和预算依据

在认真领会勘查合同任务书的基础上,依据中国地质调查局地质项目甲类设计预算表格式编制。项目预算表采用的费用标准及依据如下:

①实物工作量来源于《地质勘查项目委托协议书》和《勘查方案》;

②各地质工作和工程施工等级的确定严格遵照《地质调查项目预算标准》(2010)。由于勘查区地处福建省武夷山脉中部,地区调整系数确定为1.2。

③按《地质调查项目预算标准》(2010)正常取费的项目:地形测量、地质测量、钻探、坑探、岩矿测试、钻/坑探编录、刻槽取样、勘查方案编写、综合研究及编写报告、报告印刷复制等。

④《地质调查项目预算标准》(2010)未涉及的项目,例如岩(矿)石物理力学试验样、抽水实验等项目参考市场报价。

(4) 预算编制方法

项目属矿产资源勘查工程项目,按甲类预算有关编制方法和规定进行编制,预算表的编制方法:

外业工作费用=野外工作量×单位预算标准×地区调整系数。

室内工作费用=工作量×单位预算标准。

钻探费用预算标准除依据深度、岩石级别和地区调整系数外，还考虑到施工的具体调节及项目年度工作量多少所需增加的系数。

岩矿实验按样品种类计算，预算费用等于单位预算标准与工作量之积。其他地质工作中的地形测绘、地质测量、地质编录、采样费用预算公式为：

预算费用=单位预算标准×地区调整系数（1.2）×工作量

综合研究管理费、工地建筑按总费用的 10% 计算。

税费按总费用的 6% 计算。

（5）项目预算合理性及可靠性分析

福建省尤溪县金鸡山矿区牛角顶矿段铅锌矿，根据矿体的赋存情况分析暂定为第Ⅱ勘查类型。地质详查工作，采用地质填图、钻探、坑探方法。根据已知到未知，由表及里、由浅入深的原则进行工作。

各项费用的合理性分析：本次工作遵循先地表后地下，先浅部后深部的勘探程序，其中主要用于钻探及其它地质工作占预算的 82.21%，其次用于管理费、工地建筑及税费占总预算的比例为 13.79%。由此可见，主要勘探费用为钻探和其它地质工作费用，这与矿区主要勘查找矿投入密切相关，因此，各项工作手段的布置具有合理性。

预算的可靠性，预算编制认真学习项目技术编制要求，正确分析各项标准，计算方法按现行标准，运用 office Excel 电子表格计算和验算，经审核人复核后提交，因此预算表是客观、可靠的。

（6）需要说明的问题

因工作区地质条件较复杂，在项目实施过程中将视工程进展具体变化情况适当调整工程量和预算。

2、经费预算结果

按设计实物工作量，项目实施方案预算费用合计 499.18 万元，详见表 25。

表 25 尤溪县金鸡山矿区牛角顶矿段铅锌矿详查暨外围普查

经费预算表

序号	工作手段名称	技术条件	工作量		预算标准 (元/单 位工作 量)	预算(万 元)	备 注
			计量 单位	总工 作 量		总预算	
	甲	乙	丙	2	3	5=2×3	6
	合 计					499.18	
	一. 地形测绘					9.26	
	(一) 地形测量					9.26	
	1、控制测量					1.41	
	GNSS(E 级网)	Ⅳ级	点	3	4694.4	1.41	系数 1.2
	2、地形测量					7.85	
	1/2 千地形测量	Ⅳ级	km ²	2	39270	7.85	系数 1.2
	二. 地质测量					32.69	
	(二) 专项地质测量					16.25	
	1、专项地质测量					13.39	
	1/1 万地质测量	复杂	km ²	9.189	5437.8	5.00	系数 1.2
	1/2 千地质测量	复杂	km ²	2	41848.2	8.37	系数 1.2
	2、地质剖面测量					2.86	
	1/1 千剖面测量	复杂	km	2	14323.5	2.86	系数 1.2
	(四) 专项水文地质、生 态环境地质测量					5.92	
	1、专项水文地质测量					5.92	
	1/1 万水文地质测量	Ⅲ	km ²	9.189	2099.7	1.93	系数 1.2
	1/2 千水文地质测量	Ⅲ	km ²	2	19909.8	3.98	系数 1.2
	(六) 专项工程地质、环 境地质、地质灾害测量					10.58	
	1、专项工程地质测量					5.69	
	1/1 万工程地质测量	Ⅲ	km ²	9.189	2638.8	2.42	系数 1.2
	1/2 千工程地质测量	Ⅲ	km ²	2	16243.2	3.25	系数 1.2
	2、专项环境地质、地质灾 害测量					4.89	
	1/1 万环境地质、地质灾 害测量	Ⅲ	km ²	9.189	2187	2.01	系数 1.2
	1/2 千环境地质、地质灾 害测量	Ⅲ	km ²	2	14339.7	2.87	系数 1.2
	三. 物化探					71.22	
	(一) 物探					71.22	
	3、电法					65.46	
	激电中梯(长导线)剖面	Ⅳ级(点 距 20m)	km ²	9.189	71232	65.46	系数 1.2
	6、测井					5.76	
	岩性放射性顺检		m	4000	14.4	5.76	系数 1.2
	四. 钻探					120.00	

序号	工作手段名称	技术条件	工作量		预算标准 (元/单位工作量)	预算(万元)	备 注
			计量单位	总工作量		总预算	
	(一) 矿产地质钻探		m			112.05	
	1. 机械岩心钻探		m			112.05	
	机械岩心 (0-200m)	VIII级	m	7470	150	112.05	系数 1.2, 按 2010 标准 75%计算
	(二) 水文地质钻探					7.95	
	0-400m(<201mm)	VIII级	m	530	150	7.95	系数 1.2, 按 2010 标准 75%计算
	五. 山地工程					6.14	
	3、槽探					6.14	
	0~3m	土石方	m ³	465	132	6.14	
	六. 岩矿测试					49.50	
	(一) 岩矿分析					19.55	
	1. 一般岩矿分析					16.25	
	铅		项	600	40	2.40	
	锌		项	600	40	2.40	
	Ag		项	600	50	3.00	
	内检 (Pb、Zn、Ag)		项	60	130	0.78	
	外检 (Pb、Zn、Ag)		项	30	390	1.17	
	组合分析	11 项	件	20	1004	2.01	
	组合分析(内、外)	11 项	件	20	2008	4.02	各 10 件
	化学全分析	24 项	件	5	946	0.47	
	2. 物相分析					0.36	
	铅物相		样	5	423	0.21	
	锌物相		样	5	306	0.15	
	4. 样品加工					2.94	
	样品加工	5-10kg	样	530	45	2.39	
	样品加工	>10kg	样	100	55	0.55	
	(四) 水质分析					0.84	
	1. 水质样品综合分析					0.60	
	一般水样(全分析)		样	4	1500	0.60	市场价
	2. 水质单项分析					0.24	
	细菌总数		项	4	300	0.12	市场价
	大肠细群		项	4	300	0.12	市场价
	(五) 光谱半定量					0.01	
	全分析(撒样法)		样	10	12	0.01	
	(八) 岩矿鉴定与试验					4.10	
	1. 岩矿鉴定及测试					0.35	
	(1) 薄片制片		片	10	40	0.04	
	(2) 光片制片		片	10	51	0.05	
	(9) 薄片鉴定	复杂	片	10	120	0.12	

序号	工作手段名称	技术条件	工作量		预算标准 (元/单位工作量)	预算(万元)	备 注
			计量单位	总工作量		总预算	
	(10) 光片鉴定	复杂	片	10	140	0.14	
	3. 岩石试验和土工试验					3.75	
	(1) 岩石力学样			15	2500	3.75	市场价
	(九) 选冶试验					25.00	
	1. 实验室试验					25.00	
	一般样	一般	件	1	250000	25.00	市场价
	七. 其他地质工作					141.52	
	(一) 地质勘查工作测量					4.20	
	2. 剖面线、坑道测量		km	2.5	1440	0.36	系数 1.2
	3. 工程点测量		点	20	1920	3.84	系数 1.2
	(二) 地质编录					45.40	
	1. 钻探					38.40	
	地质编录		m	8000	24	19.20	系数 1.2
	水文地质编录		m	8000	24	19.20	系数 1.2
	3. 槽探		m	155	12	0.19	
	4. 抽水试验		台班	18	1560	2.81	市场价
	5. 地表水、地下水长观		处	4	10000	4.00	市场价
	(三) 采样					1.92	
	1. 刻槽样	10×3cm	m	100	72	0.72	
	2. 岩心样		m	500	24	1.20	系数 1.2
	(五) 勘查方案编写					8.00	
	1. 矿产评价		份	1	80000	8.00	市场价
	(六) 综合研究编写报告					56.00	
	1. 矿产评价(总经费 500~1000 万元)		份	1	180000	18.00	市场价
	2. 矿床工业指标建议书		份	1	100000	10.00	市场价
	3. 矿床工业指标论证报告		份	1	280000	28.00	市场价
	(七) 报告印刷出版					16.00	
	1. 矿产评价		份	1	60000	6.00	
	(八) 资料归档、汇交		份	1	100000	10.00	
	八. 综合研究、管理费	按总费用的 10%计算			10%	43.03	
	九. 税费	按总费用的 6%计算			6%	25.82	

说明：预算单价参照中国地质调查局《地质调查项目预算标准》(2010 年)并结合市场行情确定。

三、质量保证措施

(1) 建立健全质量管理体系，成立以公司总工办、各项目负责人及各类专业技术管理人员组成的质量管理体系。实行勘查方案编写、野外施工、野外验收、报告编写及归档等全过程的质量监控。

(2) 严格执行勘查方案审批、野外验收、报告审查制度；严格按勘查方案及审批意见书进行操作，各项技术标准按国标、部（含原地矿部）、地调局颁发的规范、规程执行。

(3) 制定矿区工作细则，统一图式、图例，统一岩石命名标准。

(4) 认真收集野外第一性资料，及时整理；加强综合研究工作，提高矿区地质工作研究水平。

(5) 严格执行质量管理制度，落实个人、班组、项目负责三级质量检查制度和队总工办定期质量检查制度。

(6) 开展经常性的技术交流和专题讨论，组织业务学习和培训，提高技术人员质量意识和整体素质。

四、安全保障措施

按照国家《地质勘探安全规程》对本项目中的安全工作布置如下：

(一) 地质勘查安全要求

(1) 地质项目组成员必须严格贯彻落实各项安全生产规章制度，严格按照《地质勘查安全规程》执行野外作业，杜绝“三违”现象（违章指挥、违章操作、违反劳动纪律）；

(2) 所有进入野外现场的人员必须穿戴劳动保护用品，严禁不戴安全帽、不穿工作服、不穿工作鞋进入施工现场；

(3) 机械设备应有定期保养记录，不得带病作业，一发现问题应

及时维修, 机具设备收管排列整齐;

(4) 地质组长要带领项目组员认真进行班前安全活动, 学习安全操作规程, 针对地质任务, 合理安排工作;

(5) 机械设备操作人员应持证上岗;

(6) 地质项目组成员应严格遵守劳动纪律, 听从指挥, 不得乱跑, 未经请假不准私自外出, 更不得从事与安全生产无关的活动;

(7) 认真进行安全自检工作, 发现问题及时解决;

(8) 地质勘查过程中要合理安排工作时间, 做到劳逸结合, 确保安全生产, 文明施工;

(9) 野外作业场区或附近有易燃易爆物品(含仓库或林区)施工时, 不准抽烟, 同时应注意防火措施;

(10) 地质项目组驻地应注意做好防盗工作, 夜间应安排值班员;

(11) 地质项目组成员必须接受有关部门的安全监督检查管理;

(12) 严禁一人单独上山作业。

(13) 测量安全工作要求参照以上要求执行。

(二) 槽井探安全要求

(1) 作业人员应严格遵守有关安全劳动纪律, 作业时须做好安全防护;

(2) 开工前必须对施工场所进行安全检查, 发现安全隐患, 先进行排除后再开工;

(3) 槽井探作业区必须设立安全警示牌, 浅井井口须设防护栏, 提醒作业人员时刻注意安全;

(4) 在施工中若须爆破, 必须严格遵守爆破操作有关技术规定, 防止伤亡事故的发生, 爆破员、监炮员必须持证上岗, 放炮前应做好清理警戒, 确认安全后才准点炮。严禁在山坡上、下相邻地区同时放

炮；

(5) 雨后要切实加强检查,发现有裂缝,自行掉土,滚动砂石等预兆时,应立即停止施工,应采取加宽槽口,放缓坡度,支护等措施,确认安全后,才允许继续往下掘进;

(6) 槽壁最高一侧不得超过 3 米,对于需要超过 3 米的槽探,须报请上级主管部门批准,浅井深度不超过 5 米,同时采取特殊措施(如加宽,支护等)才准施工;

(7) 在浮土层厚度不明的地区,应先用筒口锹,浅井或取样钻试探,超过深度地段不挖槽,避免发生塌方事故;

(8) 槽内有二人以上作业时,应保持有一定的距离。槽壁两侧 0.5 米以内严禁堆放土石和工具;

(9) 槽壁要保持平直,松石要及时清除,严禁站在滚石上或在悬石下进行作业;

(10) 施工地段的下方,附近遇有人行道,公路或村庄时,应设有明显的标志或派出警戒人员,以防止发生意外事故.当确实需要排放滚石时,必须事先发出信号;

(11) 槽探断面形状应为倒梯形,槽底宽度以满足地质要求为原则,底宽要大于 0.6 米,槽探深度与槽壁坡度控制应严格遵守安全设计要求进行挖掘;

(12) 槽井探在地质任务完成后要及时做好回填工作或警示。

(三) 钻探工程安全要求

(1) 施工机台必须严格贯彻落实各项安全生产规章制度,严格按照地质勘查规程施工,杜绝“三违”现象;

(2) 所有进入施工现场的人员必须穿戴劳动保护用品,严禁不戴安全帽、不穿工作服、不穿工作鞋进入施工现场;

(3) 机械设备应有定期保养记录, 不得带病作业, 一发现问题应及时维修, 现场机具设备收管排列整齐, 文明施工;

(4) 机长要带领机台工人认真进行班前安全活动, 学习安全操作规程, 针对生产任务, 合理安排工作;

(5) 移动钻塔必须在机长的统一指挥下进行, 协同一致, 确保安全进行。施工中钻机必须固定并安放平稳, 滑轮、钢丝绳、钢丝绳扣、柴油机皮带等必须经常检查, 发现不符合使用要求应及时更换, 攀爬钻塔应系安全带;

(6) 施工现场有地面或地下电线(缆)及设施, 孔位应尽量避免, 定位于安全距离范围内, 并设警告标志, 严禁跨越安全距离而接近输电设施;

(7) 机械设备操作人员应持证上岗;

(8) 施工人员应严格遵守劳动纪律, 听从指挥, 不得乱跑, 未经请假不准私自外出, 更不得从事与安全生产无关的活动;

(9) 认真进行安全自检工作, 发现问题及时解决;

(10) 施工过程中要合理安排工作时间, 做到劳逸结合, 确保安全生产, 文明施工;

(11) 施工场区或附近有易燃易爆物品(含仓库或林区)施工时, 不准抽烟, 同时应注意防火措施;

(12) 施工现场应注意做好防盗工作, 夜间应安排值班员;

(13) 现场施工人员必须接受有关部门的安全监督检查管理;

(14) 施工中安全员或委托安全员必须在施工现场。

(四) 道路交通安全要求

在开展各项工作中要注意交通安全, 要按照《中华人民共和国道路交通安全法》及单位有关交通安全规定执行。

（五）事故应急救援要求

若发生安全事故，应在各级《安全生产应急预案》规定时间内报告当地政府及单位有关领导或管理部门，同时启动本单位《应急救援预案》，保护好现场保护，及时救护伤员，各有关力量实施救援。

五、勘查方案变更

当地表及深部揭露工程控制的矿体与设计有重大变化，导致勘查类型发生变化，需要调整工程间距或勘探线方向时应提出勘查方案变更申请。

变更申请经县、市自然资源主管部门评审备案后方可继续勘查。

附件一 勘查许可证（复印件）

说 明

《矿产资源勘查许可证》是取得探矿权的合法凭证，探矿权申请人经发证机关审查合格，领取《矿产资源勘查许可证》即取得探矿权资格。根据《矿产资源勘查区块登记管理办法》的规定，探矿权人应遵守下列规定：

- 一、探矿权人应在批准的勘查范围内依法进行勘查活动。
- 二、《矿产资源勘查许可证》不得转借、转让、买卖；《矿产资源勘查许可证》遗失后必须到原发证机关补办。
- 三、探矿权人在《矿产资源勘查许可证》有效期内，扩大或缩小勘查区块范围、改变勘查工作对象、转让探矿权或探矿权人改变名称或者地址的，应按规定进行变更登记。
- 四、《矿产资源勘查许可证》有效期满，需要延长勘查工作时间的，探矿权人应当在勘查许可证有效期届满的30日前，到登记管理机关办理延续登记手续。逾期不办理延续登记手续的，勘查许可证自行废止。
- 五、探矿权人在勘查许可证有效期内探明可供开采的矿体后，经登记管理机关批准，可以在勘查许可证有效期届满的30日前，申请保留探矿权。
- 六、申请采矿权的；因故需要撤销勘查项目的；勘查许可证有效期届满，不办理延续登记或者不申请保留探矿权的，探矿权人应当在勘查许可证有效期内，向登记管理机关申请办理勘查许可证注销登记手续。
- 七、探矿权人每年应当在规定的时间内交纳矿业权占用费、国家规定的税费，按要求填报、公示矿产资源勘查年度信息。

中华人民共和国

矿产资源勘查许可证



中华人民共和国自然资源部印制

根据国家法律、法规规定，经审查合格，授予探矿权，特发此证。

证 号：3500000620700

探 矿 权 人：福建省尤溪县金鸡岭矿业有限公司

探矿权人地址：福建省尤溪县梅仙镇梅新路25号

勘查项目名称：福建省尤溪县金鸡山铅锌矿地质普查

地 理 位 置：福建省三明市尤溪县

图 幅 号：G50E010017

勘 查 面 积：11.5187平方公里

有 效 期 限：2006年10月9日至2008年6月1日

2025年6月30日，根据部《关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规[2023]4号）规定，经我厅批准同意补办“福建省尤溪县金鸡山铅锌矿地质普查”勘查许可证。

自然资源部
发证机关
(勘查登记专用章)
2025 年 6 月 30 日

中华人民共和国自然资源部印制

勘查范围拐点坐标或区块范围图：

序号 各区序号 经度 纬度	序号 各区序号 经度 纬度
范围由13个拐点固定	
001, 001, 118° 09' 15.000", 26° 22' 15.000"	
002, 002, 118° 09' 45.000", 26° 22' 15.000"	
003, 003, 118° 09' 45.000", 26° 22' 45.000"	
004, 004, 118° 10' 45.000", 26° 22' 45.000"	
005, 005, 118° 10' 45.000", 26° 22' 30.000"	
006, 006, 118° 11' 45.000", 26° 22' 30.000"	
007, 007, 118° 11' 45.000", 26° 22' 00.000"	
008, 008, 118° 12' 30.000", 26° 22' 00.000"	
009, 009, 118° 12' 30.000", 26° 21' 00.000"	
010, 010, 118° 11' 00.000", 26° 21' 00.000"	
011, 011, 118° 11' 00.000", 26° 21' 30.000"	
012, 012, 118° 09' 15.000", 26° 21' 30.000"	
013, 013, 118° 09' 15.000", 26° 22' 15.000"	

(1980西安坐标系)