DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2021.01.014
引用格式:张小胖,王帅,赖柏生,等. 浅覆盖区1:5万浅钻地球化学测量采样密度探讨——以安徽凤阳大王府—江山铅锌金矿为例[J]. 华东地质,2021,42(1):116-123.

浅覆盖区1:5万浅钻地球化学测量采样密度探讨——以安徽凤阳大王府—江山铅锌金矿为例

张小胖,王 帅,赖柏生,陶 耐

(安徽省勘查技术院,安徽 合肥 230031)

摘要: 以安徽凤阳大王府—江山铅锌金矿为例,通过开展系统的浅钻地球化学测量试验研究,进一步探讨浅覆盖区浅钻地球化学测量最佳采样密度。实际采样平均密度为16孔/km^2,均匀抽稀成8孔/km^2、4孔/km^2、2孔/km^{2}分别绘制单元素地球化学异常图,经过对比研究,发现1:5万浅钻地球化学测量适宜的采样密度为4孔/km^2,均匀布孔,能够反映类似大王府—江山铅锌金矿中型矿床类型的特征。

关键词: 大王府—江山铅锌金矿;浅钻;化探;采样密度

中图分类号: P618.4;P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-1871(2021)01-116-08

内蒙古、青海等地区浅覆盖区开展的浅钻地球化学测量方法技术研究,总结了浅覆盖区地球化学特征,对浅钻地球化学测量找矿工作具有指导意义[1-4]。安徽省区域化探工作始于20世纪70年代末,但浅钻取样技术方法研究工作始于2008年,起步较晚。2008年,中国地质调查局启动了"应用机动浅钻的地球化学勘查方法技术研究"项目[5-6],分别选取了内蒙古东部实验区(中低温次火山岩热液型大型脉状银铅锌矿[7])和安徽庐江试验区。该项目在安徽省选取了沉积-叠加改造型矿床龙桥铁矿试验区[8](采样密度1孔/2 km^2)开展了浅钻取样地球化学勘查方法技术研究,认为残积层作为浅钻化探测量的采样部位,残积土作为采样介质是合理可行的[9]。2014年,"长江中下游浅覆盖1:25万基础地质调查修测"项目[10]选择巢湖市夏阁镇作为示范区(采样密度4孔/km^2),开展了浅钻取样地球化学方法技术研究,认为残积层样品与下伏基岩样品元素含量相近,能反映真实的地球化学信息。此外,安徽省地质调查院承担的"长江中下游安庆—盱眙地区地质矿产调查"二级项目"安徽定远范岗—凤阳大庙地区矿产地质调查"子项目,对安徽省东北部凤阳浅覆盖区开展浅钻地球化学测量(采样密度2孔/km^2)找矿信息进行了研究[11]。前人对浅钻地球化学测量采样层位进行了大量研究[12-13],认为采集残积层能够更好地反映矿体特征,但对采样密度对比研究较少,仅在内蒙古花敖包特银铅锌矿进行不同采样密度试验,认为采用2~4孔/km^{2}的测量效果明显优于1孔/km^2,建议浅钻地球化学测量普查阶段适宜的采样密度为1~4孔/km^2,均匀布孔;查证阶段适宜的最小采样密度为4孔/km^2,均匀布孔。

安徽凤阳大王府—江山铅锌金矿是根据物探异常在皖东浅覆盖区发现的隐伏矿床[14],前人研究多以大型典型矿产地为研究对象,但皖东浅覆盖区目前已发现的矿床多为中小型矿,在该区开展浅钻地球化学测量采样密度研究具有较好的借鉴意义。本文结合"浅覆盖区地球化学勘查方法技术研究"项目成果,探讨浅钻取样在浅覆盖区地球化学普查阶段中最佳(即经济、快速和有效)的采样密度,为今后皖东浅覆盖区浅钻地球化学测量提供参考。

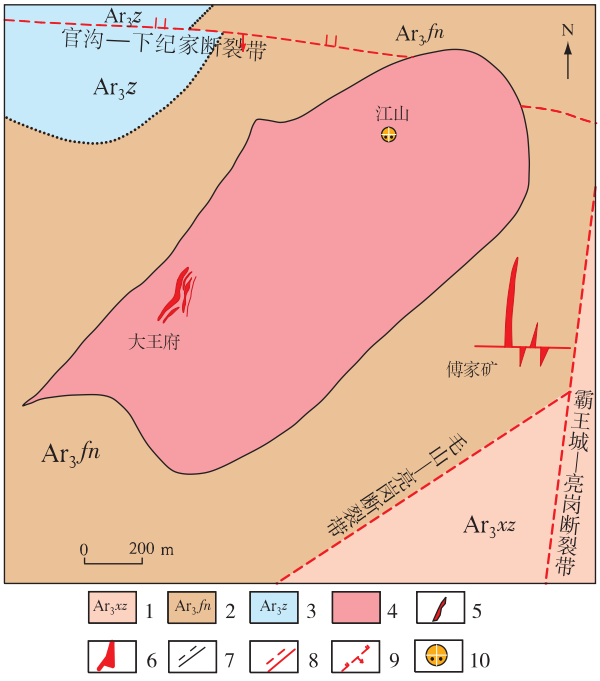
* **收稿日期:** 2020-05-19 **修订日期:** 2020-09-02 **责任编辑:** 谭桂丽

基金项目: 安徽省公益性地质工作项目"浅覆盖区地球化学勘查方法技术研究(编号:2015-g-9)"资助。

第一作者简介: 张小胖,1986年生,男,工程师,主要从事地质矿产调查与研究工作。Email:zxp0551@163.com。

1　区域地质概况

研究区位于蚌埠复背斜南翼中段,处于霸王城—亮岗 NNE 向断裂带与毛山—亮岗 NE 向断裂带交汇处,官沟—下纪家断裂带南段(图 1)。区域上该区位于 NW 向构造岩浆岩活动带和李楼—总铺隐伏岩体集中区,地层主要为新太古界—古元古界五河群和中元古界凤阳群[15]。五河群分 2 个亚群:下五河亚群由下至上分为西堌堆组(Ar_3x)、庄子里组(Ar_3z)、峰山李岩组(Ar_3fn);上五河亚群分为小张庄岩组(Ar_3xz)、殷家涧组(Ar_3y)。凤阳群由下至上分为白云山组(Pt_2b)、青石山组(Pt_2q)、宋集组(Pt_2s)。



1.小张庄岩组;2.峰山李岩组;3.庄子里岩组;4.石英闪长玢岩;5.大王府铅锌矿位置;6.傅家铅锌矿位置;7.实/推测地质界线;8.实/推测断层;9.逆断裂;10.江山铅锌矿位置

图 1　大王府—江山矿区地质图[16]

Fig. 1　Geological map of Dawangfu-Jiangshan mining area[16]

2　矿床地质特征

2.1　大王府铅锌矿

大王府铅锌矿位于凤阳县大王府乡南东 1 km 处,蚌埠复背斜中东段南东翼,地表为峰山李岩组(Ar_3fn),下部为庄子里组(Ar_3z),总体走向 NE,倾向 SE,倾角 35°～66°。浅钻揭露浅覆盖区下伏地层为新太古界五河岩群峰山李岩组(Ar_3fn),岩性为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、斜长片麻岩夹白云石大理岩、白云质大理岩及少量榴辉岩[16]。断裂主要为 EW 向和 NNE 向,EW 向断裂为早期构造蚀变岩带,由蚀变岩、黄铁绢英岩、角闪斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩组成,见方铅矿、闪锌矿等金属硫化物;NNE 向霸王城—亮岗断裂带由一系列平行断裂面组成,早期为韧性变形,后期为脆性变形,地层受到强烈挤压、搓碎后产生糜棱岩化以及碎斑、碎裂、角砾组合的构造岩带,其内硅化、黄铁矿化、铅锌矿化、碳酸盐化等热液蚀变强烈,矿体均在该组断裂带内,为控矿构造。矿床以脉状-非整合型矿体为主,成因为构造裂隙充填交代式中低温热液型矿床[17]。

2.2　江山铅锌金矿

江山铅锌金矿位于大王府铅锌矿东侧(图 1),由五河群峰山李岩组(Ar_3fn)和庄子里组(Ar_3z)组成,已控制的矿体中,含矿围岩以五河群庄子里岩组(Ar_3z)大理岩、角闪斜长片麻岩为主[18]。已有矿区资料显示,矿体沿层间破碎带产出,矿石为矿化的碎裂岩和糜棱岩,具明显的层控特征。早期五河群海相火山岩为矿区提供成矿物质,是矿源层。江山矿区以层状-整合型矿体为主,且层状矿体规模大于脉状矿体规模,成矿类型属于胶东焦家式金矿床[19]。

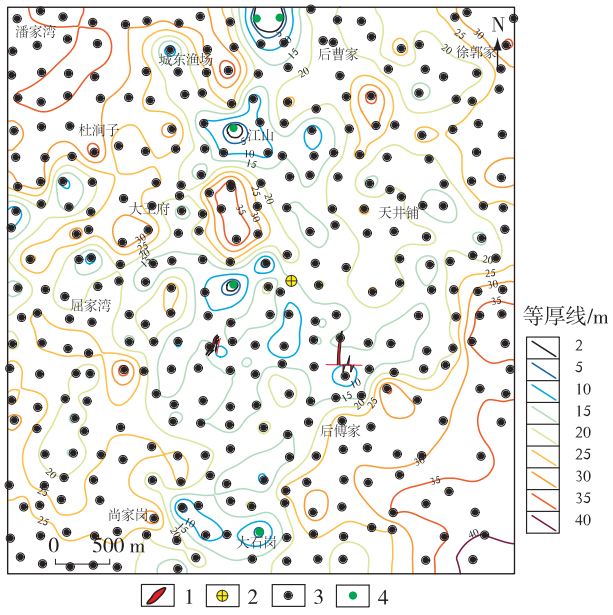
3　研究区覆盖层特征

凤阳大王府—江山铅锌金矿位于淮河南岸—凤阳山风化残丘平原,地势北高南低,最高点为中北部江山,鹿塘水库位于研究区东南部,濠河流经研究区西部。区内大部分地区被为冲洪积物覆盖,部分地段有基岩出露,覆盖厚度 10～40 m,个别地段厚度>45 m(图 2),覆盖物主要成分为黏质砂土、砂土、砂、砾石、卵石等。根据本次浅钻结果统计,该区平均覆盖厚度为 21.6 m。

4　采样方法及实验分析

4.1　采样方法

在研究区布置 22.5 km^2 的面积性浅钻地球化



1.大王府铅锌矿;2.江山铅锌金矿;浅钻采样孔;4.人工挖掘点

图 2 大王府—江山铅锌金矿覆盖厚度图

Fig. 2 Coverage thickness map of Dawangfu-Jiangshan Pb-Zn-Au deposit

学测量普查试验工作,按 250 m×250 m 网度布设测点,共计实施 346 个浅钻点(图 2),其中浅钻采样孔 341 个,人工挖掘点 5 个。通过变钻机类型试验和变孔径试验确定使用 GXY-1 型钻机和 φ75 孔径钻具,采用钻机与孔径较为经济、高效。取样层位试验对比表明,表层样品的代表性较差,残积层样品和基岩具有承继性,反映的地球化学信息能代表基岩特征。本次采集残积层样品讨论各元素异常特征,采用浅钻岩心 1/2 劈心法取样,若岩心较破碎,呈小岩块、岩屑、岩粉,用连续捡块法取样,采集全粒级样品,采样长度根据所需重量作适当调整。浅钻土壤样品采集后晾晒,防止霉变,干燥后揉搓样品避免结块。

4.2 实验分析

样品加工处理严格按照《DZ/T 0011—2015 地球化学普查规范(1∶50 000)》[20]标准执行。项目分析测试在安徽省地质实验研究所完成,分析测试样品总计 1 635 件。测试 Ag、Pb、Zn、Cu、Au、As、Sb、Hg、W、Mo、Cd、Ni、Sn、B、F、Li、P、Rb、Sr、Th、Ti、U、Y、Zr、K_2O、Na_2O、CaO 等 24 个元素及氧化物含量。本次样品测试分析质量监控指标达到或优于《DZ/T 0011—2015 地球化学普查规范(1∶50 000)》[20]要求,保证了后期数据处理及异常图件的真实性。

5 不同密度对比方法

5.1 不同密度成图方法

5.1.1 抽稀方法

(1)8 孔/km^2 在原始点位平均 16 孔/km^2 的基础上,采用均匀抽稀成图对比方法,结合成图效果及对应的地质体信息的反映情况(下同),删除由上至下偶数行点位,保留奇数行点位和数据。

(2)4 孔/km^2 在 8 孔/km^2 点位分布基础上对每一行进行处理,从左至右删除偶数点位,逐行进行相同处理。

(3)2 孔/km^2 在 4 孔/km^2 点位分布基础上进行抽稀,由上至下对偶数行和奇数行分别进行不同处理,偶数行从左至右删除偶数点位,奇数行从左至右删除奇数行点位。

5.1.2 网格化方法

16 孔/km^2、8 孔/km^2、4 孔/km^2 网格化(GeoIPAS V 3.2 化探专业版)均采用 250 m×250 m 离散数据网格化,搜索半径为 1 000 m。2 孔/km^2 采用 500 m×500 m 网格化(同上),搜索半径为 1 500 m。

5.1.3 地球化学特征值统计

单元素异常圈定采用残积层样品分析数据,特征值参数统计采用迭代剔除(X±3S 循环剔除)后的算术平均值,其中异常下限值 T=X+2S。本次试验对不同采样密度的地球化学特征值分别统计(表 1),再根据不同密度的异常下限实际采用值分别成图。

5.1.4 成图方法

根据设计网度施工,实际平均采样密度为 15.4 孔/km^2,按平均 16 孔/km^2 原始密度测算,在此基础上抽稀成不同密度(8 孔/km^2、4 孔/km^2、2 孔/km^2)进行成图对比研究。直接用异常下限值 1、2、4 倍勾绘异常外中内带,最终确定大王府—江山铅锌金矿 1∶5万浅钻地球化学测量最佳采样密度。

5.2 地球化学参数对比

对大王府—江山矿床对应较好的同一矿致异常进行地球化学参数统计(表 2),对不同密度下 Ag、Au、Pb 异常的面积、异常强度、异常分带、异常对矿体的反映情况等定量指标进行统计,讨论最适宜的采样密度。

表 1　凤阳县大王府—江山铅锌金矿各采样密度特征值统计结果

Table 1　Statistical results of characteristic values of sampling density in Dawangfu-Jiangshan Pb-Zn-Au deposit, Fengyang County

采样密度/(孔/km²)	元素	样品数/个	平均值(X)	标准离差(S)	变化系数(Cv)	T 值	T 最大值	T 最小值	T 采用值
2	Pb	44	22.97	10.75	0.47	44.47	52.8	8.7	44
	Ag	45	115.27	76.05	0.66	267.36	336	42	267
	Au	43	1.09	0.49	0.45	2.06	2.3	0.2	2
4	Pb	85	22.17	10.43	0.47	43.02	52.8	8.1	43
	Ag	80	91.14	46.50	0.51	184.15	226	36	184
	Au	84	1.08	0.55	0.51	2.18	2.5	0.1	2.2
8	Pb	159	20.63	7.86	0.38	36.35	44	7.1	36
	Ag	156	91.78	45.15	0.49	182.08	227	36	182
	Au	166	1.16	0.61	0.53	2.39	3	0.1	2.4
16	Pb	314	21.00	8.46	0.40	37.91	46	5.7	38
	Ag	293	86.52	36.14	0.42	158.80	194	31	160
	Au	315	1.20	0.67	0.56	2.54	3.2	0.1	2.6

表 2　凤阳县大王府—江山铅锌金矿矿致异常参数统计结果

Table 2　Statistical results of ore-induced anomaly parameters in Dawangfu-Jiangshan Pb-Zn-Au deposit, Fengyang County

元素	采样密度/(孔/km²)	异常下限	异常点数/个	异常面积/km²	异常平均值	异常极大值	异常衬度	异常规模	异常 NAP
Ag	16	160	8	1.10	1 465.25	4 668.00	9.16	1 431.55	10.04
	8	182	3	0.90	1 789.00	4 668.00	9.83	1 441.03	8.81
	4	184	2	1.02	2 442.50	4 668.00	13.27	2 295.66	13.49
	2	267	1	1.97	4 668.00	4 668.00	17.48	8 655.23	34.38
Au	16	2.6	9	1.27	24.16	82.80	9.29	27.47	11.84
	8	2.4	4	1.03	17.98	38.30	7.49	16.01	7.70
	4	2.2	2	1.18	22.90	38.30	10.41	24.50	12.32
	2	2	1	2.09	38.30	38.30	19.15	75.71	39.94
Pb	16	38	7	1.28	872.01	2 941.80	22.95	1 065.62	29.32
	8	36	5	1.18	657.74	2 941.80	18.27	735.47	21.61
	4	43	1	1.07	2 941.80	2 941.80	68.41	3 090.43	72.94
	2	44	1	2.41	2 941.80	2 941.80	66.86	6 982.76	161.11

注:异常下限、异常平均值、异常极大值的单位,Au、Ag 为 10^{-9},Pb 为 10^{-6}。

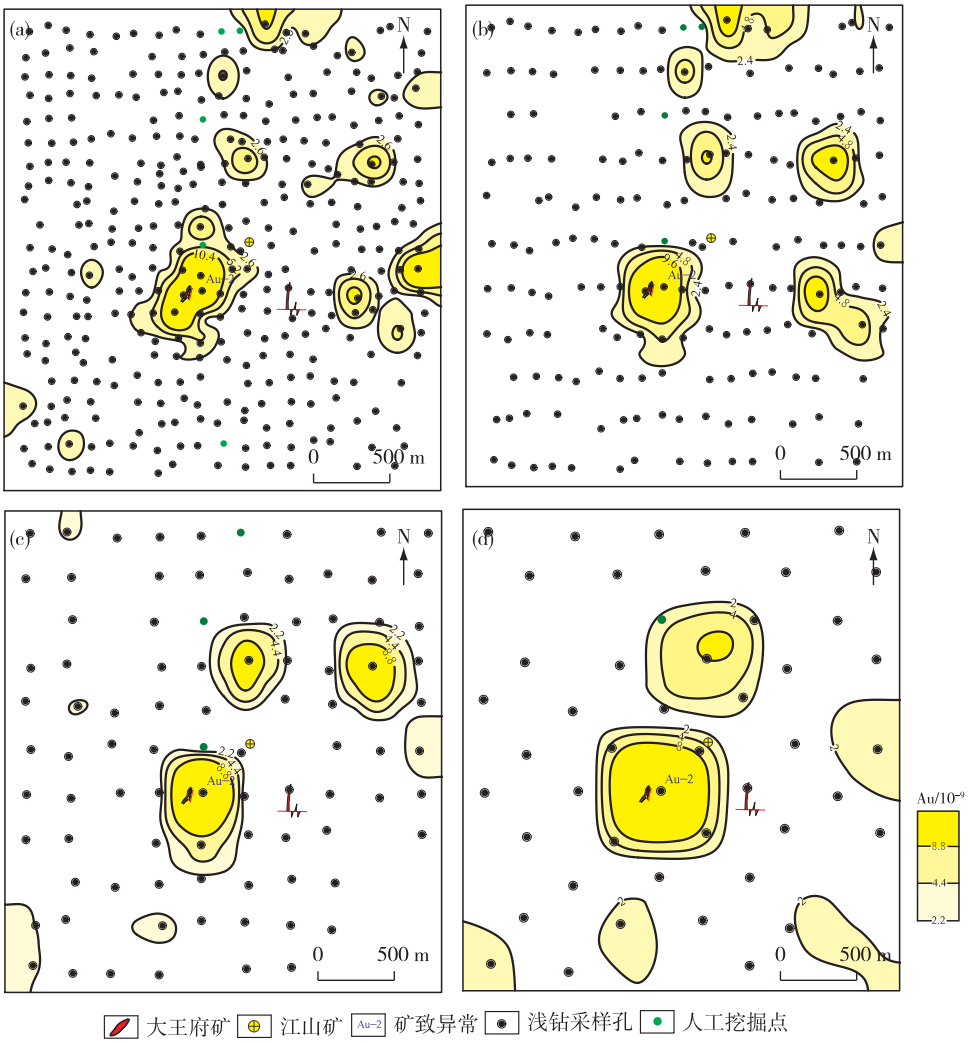
5.3　不同密度经济性

相同的施工工艺,有效且采样密度较低的情况下,与采样成本成正相关,即当 4 孔/km² 能满足浅钻地球化学测量普查阶段的勘查时,相对更高采样密度(8 孔/km²、16 孔/km²),成本投入也相对更经济。

6　不同采样密度异常讨论

对比研究各元素原始数据(16 孔/km²)与抽稀数据(8 孔/km²、4 孔/km²、2 孔/km²)后的地球化学异常图,结合不同密度下矿致异常地球化学参数对比情况,探讨大王府—江山铅锌金矿 1:5万浅钻地球化学测量的最佳采样密度。考虑到篇幅所限,本文仅重点介绍主成矿元素 Au、Ag、Pb 异常图件,1:5万浅钻地球化学测量不同采样密度 Au 异常图如图 3 所示,Ag 异常图如图 4 所示,Pb 异常图如图 5 所示。

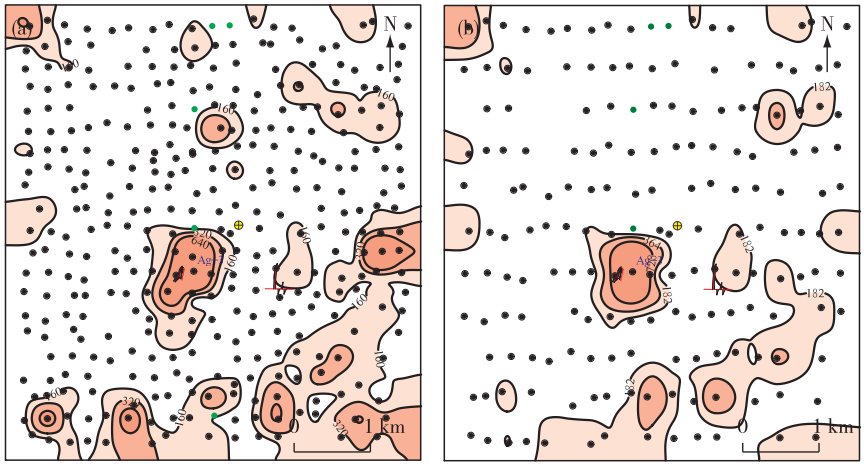
(1)由图 3—图 5 可知,相比原始数据(16 孔/km²)地球化学异常图,抽稀后数据(8 孔/km²、

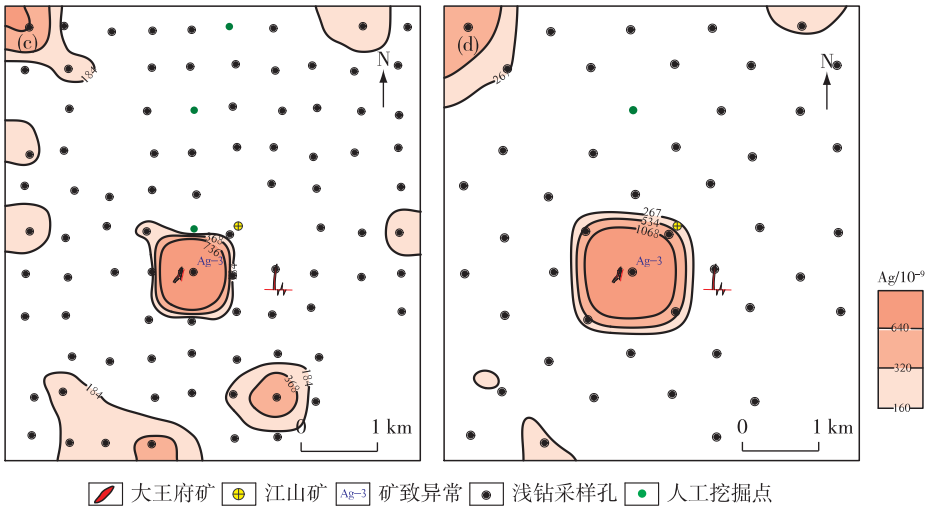


(a).原始密度 16 孔/km^2;(b).抽稀密度 8 孔/km^2;(c).抽稀密度 4 孔/km^2;(d).抽稀密度 2 孔/km^2

图 3 大王府—江山 1∶5万浅钻地球化学测量不同密度 Au 异常图

Fig. 3 Au anomaly maps of different densities in Dawangfu-Jiangshan 1∶50 000 short-hole drilling geochemical survey

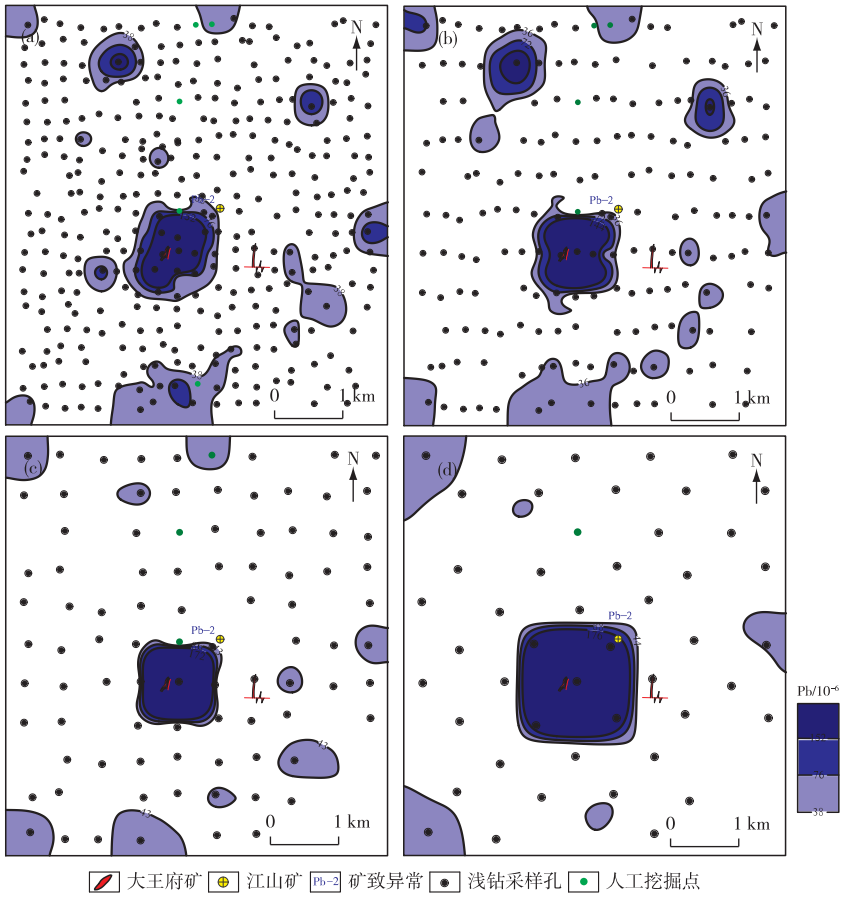




(a).原始密度 16 孔/km^2;(b).抽稀密度 8 孔/km^2;(c).抽稀密度 4 孔/km^2;(d).抽稀密度 2 孔/km^2

图 4　大王府—江山 1∶5万浅钻地球化学测量不同密度 Ag 异常图

Fig. 4　Ag anomaly maps of different densities in Dawangfu-Jiangshan 1∶50 000 short-hole drilling geochemical survey



(a).原始密度 16 孔/km^2;(b).抽稀密度 8 孔/km^2;(c).抽稀密度 4 孔/km^2;(d).抽稀密度 2 孔/km^2

图 5　大王府—江山 1∶5万浅钻地球化学测量不同密度 Pb 异常图

Fig. 5　Pb anomaly maps of different densities in Dawangfu-Jiangshan 1∶50 000 short-hole drilling geochemical survey

4 孔/km²、2 孔/km²)所成地球化学异常图特征变化明显:部分元素异常强度减弱、异常带数减少、衬值降低;大部分元素规模减小、部分缺失;随着钻孔点位越稀,异常点数越少,异常形态畸变变大。

(2)在大王府—江山矿致异常位置,相比原始数据(16 孔/km²),抽稀后数据异常图中主成矿元素及成矿指示元素如 Au、Ag、Pb 等异常强度减弱不明显,主要对中、内浓度带构成较大影响。Au、Ag、Pb 等元素异常形态在大王府铅锌矿矿体位置,随着点数抽稀,异常强度有所保留,但形态发生畸变,如 2 孔/km² 时该位置 Au 异常面积发散为 16 孔/km² 时异常面积的近 2 倍(图 3)。

(3)从原始数据(16 孔/km²)到 8 孔/km² 抽稀后数据异常图显示,少量元素如 Ag 的个别规模小的点异常缺失,其他大部分元素异常尤其规模较大的异常形态与规模无太大改变,元素组合(Au-Ag-Pb)和分带特征能反映大王府—江山矿体的准确位置。采用 8 孔/km² 的采样密度(均匀布孔),能满足浅钻地球化学测量普查阶段异常查证的基本测量要求。

(4)原始数据(16 孔/km²)到 4 孔/km² 抽稀后数据异常图显示,Au、Ag、Pb 除了丢失部分规模小、强度低的异常外,基本上保留了主要矿致异常,只是形态有畸变和发散。采用 4 孔/km² 的采样密度(均匀布孔),基本上保留主要矿致异常信息,形态有所变化,仍能指示大王府—江山矿床靶区基本位置,可通过浅钻地球化学测量进一步缩小矿床靶区,满足浅钻地球化学测量普查阶段的基本测量要求。原始数据(16 孔/km²)到 2 孔/km² 抽稀后数据异常图显示,大部分元素基本保留了关键异常,大致能反映矿致异常的元素组合和分带特征。

综上所述,采用 8～16 孔/km² 钻孔取样的测量效果明显优于 2～4 孔/km² 取样,显然布孔越密效果越好。如果采用 2 孔/km² 的采样密度,其测量结果可能会弱化地球化学异常信息,淡化模糊了地球化学异常的空间分布与趋势分布规律,但所获得的元素异常组合特征能反映大王府—江山铅锌矿床类似的中型矿床位置,但类似的小型矿床(点)可能会丢失信息。

7 结论

(1)1∶5万浅钻地球化学测量适宜的采样密度为 4 孔/km²,均匀布孔。

(2)从经济效益上考虑,采样密度为 2 孔/km²,均匀布孔,能指示类似大王府—江山铅锌金矿中型矿床靶区。

(3)浅覆盖区 1∶5万浅钻地球化学测量采样密度在安徽凤阳大王府—江山铅锌金矿异常效果与经济实用性方面获得了验证。实际工作中可视地质成矿背景及复杂条件进行加密或在不同地貌特征(景观区)根据试验确定最终的采样密度。

致谢:野外地质调查工作中得到安徽省勘查技术院汤正江教授级高级工程师的悉心指导,安徽省勘查技术院罗贤冬、陈冬冬、张凯等同事付出了辛苦努力,《华东地质》编辑部外审专家及编辑人员对本文提出了宝贵的修改意见,在此表示感谢!

参考文献

[1] 肖艳东,孟贵祥,范侥,等.准噶尔盆地浅覆盖区浅钻化探找矿方法探索[J].新疆地质,2019,37(1):40-43.

[2] 卢猛,何远信,宋殿兰,等.草原浅覆盖区浅钻取样技术的研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(11):1-6.

[3] 岳永东,谭春亮,宋殿兰,等.基于绿色勘查的浅钻技术在浅覆盖区填图中的应用研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(12):5-11.

[4] 朱文鉴,张培丰,张建元.TGQ 系列勘察取样钻机(具)的研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(2):33-36.

[5] 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所. 应用机动浅钻的地球化学勘查方法技术研究成果报告[R]. 廊坊:中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所,2012.

[6] 喻劲松. 浅钻地球化学勘查技术方法及应用研究[J]. 地质学报,2013,87(增刊):236-237.

[7] 李振祥,谢振玉,刘召,等.内蒙古西乌珠穆沁旗花敖包特银铅锌矿矿床地质特征及成因初探[J].地质与资源,2008,17(4):278-281.

[8] 陆三明,李建设,赵丽丽,等.庐枞矿集区龙桥式铁矿床含矿层位地球化学特征及找矿意义[J].岩石学报,2010,26(9), 2577-2586.

[9] 孔牧,喻劲松,杨帆.浅覆盖区机动浅钻在化探工作中的应用[J].吉林大学学报:地球科学版,2015,45(增刊):645.

[10] 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所. 长江中下游浅覆盖 1∶25 万基础地质调查修测成果报

告[R]. 廊坊: 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 2015.

[11] 李小东,王明卫,写熹,等.安徽凤阳地区浅钻地球化学方法的找矿应用研究[J].地质调查与研究,2018,41(3):217-223.

[12] 赵洪波,何远信,宋殿兰,等.以钻代槽勘查技术方法与应用研究[J].地质科技情报,2014,33(5):204-207.

[13] 卢猛.森林沼泽覆盖区浅钻化探技术研究与应用[D].北京:中国地质大学(北京),2017.

[14] 安徽省勘查技术院. 蚌埠—凤阳地区浅覆盖区综合物化探找矿成果报告[R]. 蚌埠:安徽省勘查技术院, 2010.

[15] 安徽省地质矿产勘查局. 中华人民共和国区域地质调查报告(地质部分)(1:20 万蚌埠幅)[R]. 合肥:安徽省地质矿产勘查局,1979.

[16] 安徽省地勘局三一二地质队.安徽省凤阳县大王府铅、锌矿地质评价报告[R]. 蚌埠: 安徽省地勘局三一二地质队, 2000.

[17] 蔡晓兵.安徽省凤阳县大王府铅锌矿床地质特征及找矿方向[J].低碳世界,2015(18):105-106.

[18] 安徽省地质矿产勘查局三一二地质队. 安徽省凤阳县江山矿区铅锌金矿勘探地质报告[R]. 蚌埠: 安徽省地质矿产勘查局三一二地质队, 2014.

[19] 陈杨,范裕,刘青,等. 安徽省凤阳江山金矿床赋矿地层和相关岩浆岩锆石年代学研究及其意义[J].矿产地质, 2018,37(6):1217-1236.

[20] 中华人民共和国国土资源部.DZ/T0011—2015 地球化学普查规范(1:50 000) [S].北京:地质出版社,2015:1-35.

Discussion on sampling density of 1:50 000 short-hole drilling geochemical survey in shallow covered region: A case study of Dawangfu-Jiangshan Pb-Zn-Au deposit in Fengyang, Anhui Province

ZHANG Xiaopang, WANG Shuai, LAI bosheng, TAO Nai

(*Geological Exploration Technology Institute of Anhui Province, Hefei* 230031, *Anhui*, *China*)

Abstract: Taking the Dawangfu-Jiangshan Pb-Zn-Au deposit in Fengyang, Anhui Province as an example, the optimal sampling density of short-hole drilling geochemical survey in shallow covered region is further discussed through the systematic 1:50 000 short-hole drilling geochemical survey. The average density of actual sampling is 16 holes/km^2, which is evenly diluted into 8 holes/km^2, 4 holes/km^2 and 2 holes/km^2, and the single element geochemical anomaly maps are drawn respectively. Through comparative study, it is found that the suitable sampling density is 4 holes/km^2 in the stage of 1:50 000 short-hole drilling geochemical survey, which can reflect the characteristics of medium-sized deposits similar to Dawangfu-Jiangshan Pb-Zn-Au deposit.

Key words: Dawangfu-Jiangshan Pb-Zn-Au deposit; short-hole drilling; geochemical survey; sampling density