

便携式钻机在水泥灰岩矿勘查中的应用

周旭林¹, 尹辉瞰², 周子幸³, 李成¹

(1. 湖南省地质科学研究所, 湖南长沙 410007; 2. 湖南省地质矿产勘查开发局四〇九队, 湖南永州 425000; 3. 湖南工程职业技术学院, 湖南长沙 410151)

摘要:便携式钻机已广泛应用于地质与工程勘查中,为了进一步扩大便携式钻机的应用范围,倡导绿色勘查,在湖南省东安县王师岭矿区水泥灰岩矿勘查中,采用ZY-25型便携式钻机以钻代槽进行地表取样,取得了较好的效果。应用实践表明,当矿区构造简单,岩层产状较平缓且稳定,矿体厚度较大,矿石有用组分含量较高且分布均匀,有害组分含量较低时,采用便携式钻机取样代替槽探取样评价矿床是可行的。

关键词:便携式钻机;绿色勘查;以钻代槽;水泥灰岩矿

中图分类号:P634.3⁺1 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2017)06-0001-05

Application of the Portable Drill in Cement Limestone Ore Exploration/ZHOU Xu-lin¹, YIN Hui-dan², ZHOU Zi-xing³, LI Cheng¹ (1. Hunan Academy of Geological Sciences, Changsha Hunan 410007, China; 2. No. 409 Team, Hunan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Yongzhou Hunan 425000, China; 3. Hunan Vocational College of Engineering, Changsha Hunan 410151, China)

Abstract: Portable drill has been widely used in geology and engineering exploration, in order to further expand its application scope and advocate green exploration, in Wangshiling cement limestone ore exploration of Dong'an County, the samples were obtained by using ZY-25 type portable drill by drilling instead of trenching with good effect. The practical application shows that under the conditions of simple mining area structure, gentle and stable strata occurrence, large thickness of ore body with high and uniform content of useful mineral components and low content of harmful components, it is feasible to use portable drill for sampling by drilling instead of trenching.

Key words: portable drill; green exploration; drilling instead of trenching; cement limestone ore

便携式钻机又称背包式钻机或取样钻,质量轻、易于搬运,可代替传统的槽探、井探等工程进行取样,在区域地质填图、物化探取样、地磁异常带取样、地质灾害预防、工程线路、风力发电地基勘测以及水利勘测等地质与工程勘查工作中被广泛采用^[1-5],尤其是便携式钻机能大量地减少因探槽的施工对植被破坏,有利于保护生态环境,是一种绿色勘查工程手段。为进一步扩大便携式钻机的应用范围,倡导绿色勘查,我们根据东安县王师岭矿区水泥灰岩矿的地质及地形地貌特征,采用ZY-25型便携式钻机以钻代槽进行地表取样,完成了矿区的勘查工作,取得了较好的效果。

1 矿区概况

1.1 地形地貌特征

矿区位于湖南省东安县,面积3.45 km²。属丘陵地貌,总体地势是中部高、南北低,山脊线总体为

北西向,与岩层走向基本一致,地形坡度10°~25°。地形最高点海拔268.70 m,最低点海拔151.75 m,相对高差116.95 m。地表覆土厚0~10.02 m,平均2.87 m,植被覆盖率高。

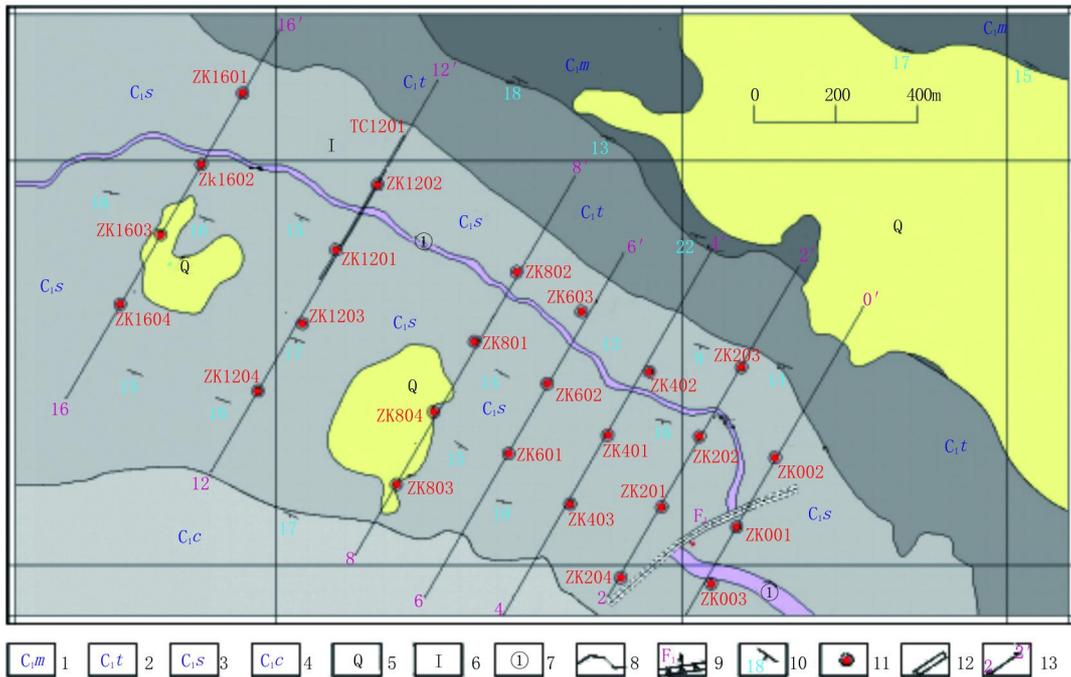
1.2 地质概况

王师岭矿区处于祁阳山字型构造的反向弧部位芦洪市向斜的北东翼。出露地层有石炭系下统马栏边组、天鹅坪组、石碇子组、测水组及第四系。

矿区构造形态较简单,总体呈倾向南西的单斜,地层走向北西,总体倾向南西210°,倾角平缓,平均17°。断裂不发育,仅在矿区南东见有1条呈北东走向的张扭性断层(见图1)。

石碇子组为水泥灰岩矿赋存层位,主要岩性为灰色—深灰色中厚层状泥晶灰岩、含生物屑泥晶灰岩、泥质灰岩,中下部夹泥灰岩及含燧石条带灰岩,从下至上可分为4个岩性段。

第一岩性段:为灰色—深灰色中厚层泥晶灰岩、



1—马栏边组;2—天鹅坪组;3—石磴子组;4—测水组;5—第四系;6—矿层及编号;7—夹层及编号;8—地质界线;9—断层;10—地层产状;11—钻孔位置;12—探槽及位置;13—剖面线

图1 王师岭矿区地质图

含生物屑泥晶灰岩,厚 >68.9 m。为矿区的 II 矿层。

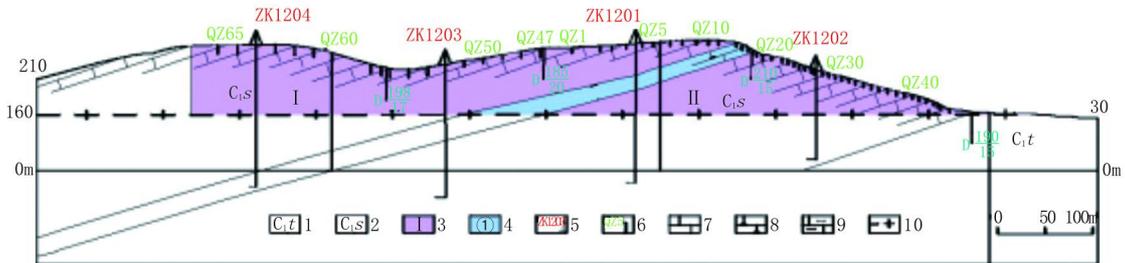
第二岩性段:深灰色中厚层状含燧石条带灰岩、泥质灰岩,厚 6.0 ~ 11.6 m,平均厚度 8.99 m。

第三岩性段:灰—深灰色中厚层泥质灰岩与泥灰岩互层,局部含少量炭质,厚 7.02 ~ 13.30 m,平均厚度 9.0 m。

第四岩性段:灰—深灰色中厚—厚层状泥晶灰岩、含生物碎屑泥晶灰岩夹中厚层状泥质灰岩。为矿区的 I 矿层,厚度 >160.8 m。

1.3 矿床特征

矿区矿层 2 两个,中间一个夹层,其空间展布自上而下依次为 I 矿层、①夹层、II 矿层,三者呈平行产出。矿层产状与地层一致,倾角 15° ~ 20°,变化小,矿体厚度较稳定(见图 2)。I 矿层 CaO 含量 51.8%,品位变化系数 4.36%,MgO 含量 0.80%,变化系数 63.56%;II 矿层 CaO 含量 52.01%,品位变化系数 4.06%,MgO 含量 0.75%,变化系数 81.3%;矿石有用组分 CaO 品位变化均匀,矿石质量好,达 I 级品要求。矿层及夹层主要参数特征见表 1。



1—天鹅坪组;2—石磴子组;3—矿层及编号;4—夹层及编号;5—钻孔编号;6—浅钻编号;7—灰岩;8—燧石条带灰岩;9—泥质灰岩;10—矿区勘查深度

图2 王师岭矿区 12 线剖面图

2 ZY-25 型便携式钻机性能

ZY-25 型便携式钻机是由湖南状元集团生产

的一种浅层取样钻机,主要由主机、水泵、钻具配套件组成(见图 3)。整套标准配备钻机及相关配件装入背包后,总质量最大不超过 55 kg,单件质量一般

表 1 王师岭矿区矿(夹)层主要参数值

编号	长度/m	厚度/m	稳定性	倾角/(°)	CaO	MgO
I 矿层	1600	44.80	较稳定	15~20,变化小	平均 51.8%,变化系数 4.36%,均匀	平均 0.80%,变化系数 63.56%
II 矿层	1600	33.58	较稳定	15~20,变化小	平均 52.01%,变化系数 4.06%,均匀	平均 0.75%,变化系数 81.3%
①夹层	1600	17.99	稳定	15~20,变化小	平均 44.21%	平均 1.44%

不超过 12 kg。钻机主机具有回转式钻进功能,小型汽油机动力就能带动钻具回转,方便灵活,钻进方式单一,易于操作。钻机钻进时连接小型水泵供水,钻进所需水量极少,当取水困难时,可以采用人工提水供水。钻机配套钻杆、岩心管规格为 $\varnothing 25$ 、 $\varnothing 35$ mm,用螺纹方式连接。 $\varnothing 25$ mm 钻杆和 $\varnothing 25$ mm 岩心管长度为 600 mm, $\varnothing 35$ mm 钻杆和 $\varnothing 35$ mm 岩心管长度为 500 mm。钻头可用电镀、热压及复合片钻头,直径分别为 28、38 mm。 $\varnothing 38$ mm 钻头主要用于泥沙土覆盖层钻进,最大钻进深度 10 m, $\varnothing 28$ mm 钻头主要用于基岩钻进,适用于 7 级及以下等级岩石,岩石硬度越小,钻进深度越大,最大钻进深度可达 25 m。钻机主机、水泵主要参数见表 2、表 3。钻机轻便,解体性强,便于拆卸,容易搬运,一般只要 2 人就能完成搬迁及钻进工作(见图 4)^[6]。



图 3 ZY-25 型便携式钻机组件图

表 2 ZY-25 型钻机主机主要参数

功率/kW	转速/(r·min ⁻¹)	使用燃料	钻孔直径/mm	岩心直径/mm	钻孔深度/m	适用地层	主机质量/kg
1.5	2000	混合汽油 50:1	38	28	10	泥沙土	11
			28	17	25	灰岩	

表 3 水泵主要参数

型号	功率/kW	使用燃料	工作压力/kPa	出水孔径/mm	质量/kg
ZYS-1	1.1	混合汽油 50:1	1.5~2.5	8	7
ZYS-2	3	汽油	10	8	25



图 4 ZY-25 型钻机施工示范

3 便携式钻机取样代槽探取样论证

矿区普查工作自 2014 年 8 月开始,普查设计按常规方法主要安排了地质填图、槽探、钻探及采样测试等工作。槽探工作采用挖掘机施工,分别在 0、4、12 线东北部施工了 3 条探槽,施工修路、挖掘破坏了大量的植被,青苗赔偿费用非常高。挖掘机施工结束之后发现,部分地段由于覆土较深而揭露不到基岩,揭露到基岩的地段,基岩表面溶蚀现象较强,发育溶槽、溶沟等,槽底不平整,清理溶槽、溶沟中的泥土还需要花费大量的人力及时间,而且即使把槽底清理干净,槽底凹凸不平,刻槽采样很麻烦。另外,矿区的南西部,岩层基本顺坡产出,如果连续刻槽采样,厚度 4 m 的单个样品的样长、质量等均相当大;如按层厚跳跃式取样,很难保证样品的连续性。为了能快速、有效、经济、环保地完成勘查工作,我们拟采用便携式钻机取样代替槽探取样。但是便携式钻机取样的岩心尺寸较小,取样规格不能满足《冶金、化工石灰岩及白云岩、水泥原料矿产地质勘查规范》(DZ/T 0213—2002)规定 10 cm × 5 cm ~ 3 cm × 2 cm 的要求^[7],样品是否具有代表性?

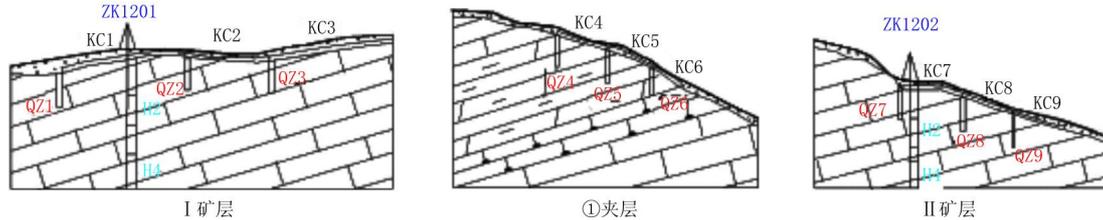
为了解决这个问题,在探槽 TC1201 选取了 3 段进行采样论证。第一段为矿区南西边的 I 矿层,该段岩层顺坡产出,岩层倾角略大于地层坡角;第二段为矿区北东边的①号夹层位置,第三段位于第二

段的下部的II矿层位置,第二、三段处地层倾角与地面坡角相反。选取的三段位置地面覆土1.0 m左右,地表取样方便。每段地表连续采取3个样,样品规模采用5 cm×3 cm,浅钻根据地面刻槽取样位置、取样长度、岩层倾角等进行计算,确定取样钻的

位置及孔深,确保二者取样代表的岩层一致(见图5),一个浅钻采取一个样品,样品代表厚度4m左右。样品分析结果见表4。

表4结果显示如下。

(1)浅钻样品CaO含量偏差值为0.07%~



注:QZ—钻机取样;KC—探槽取样

图5 便携式钻机取样与探槽取样对比示意图

表4 便携式钻机取样与刻槽采样测试结果对比

矿、夹层编号	浅钻样号	CaO	MgO	刻槽样号	CaO	MgO	D_{CaO} 值	RD_{CaO} 值	D_{MgO} 值	RD_{MgO} 值
I 矿层	QZ1	53.86	0.14	KC1	53.72	0.35	0.07	0.13	0.11	42.86
	QZ2	49.45	2.69	KC2	51.73	1.56	1.14	2.25	0.57	26.59
	QZ3	51.26	1.00	KC3	53.07	0.75	0.91	1.73	0.13	14.29
	平均	51.52	1.28		52.84	0.89	0.66	1.26	0.20	17.97
①夹层	QZ4	41.47	0.57	KC4	41.35	3.83	0.06	0.14	1.63	74.09
	QZ5	40.69	4.66	KC5	40.73	3.98	0.02	0.05	0.34	7.87
	QZ6	46.85	0.65	KC6	46.61	0.67	0.12	0.26	0.01	1.52
	平均	43.00	1.96		42.90	2.76	0.05	0.12	0.40	16.95
II 矿层	QZ7	51.97	3.33	KC7	53.39	0.13	0.71	1.35	1.60	92.49
	QZ8	54.56	0.05	KC8	52.18	1.00	1.19	2.23	0.48	90.48
	QZ9	53.02	0.77	KC9	52.55	0.15	0.24	0.45	0.31	67.39
	平均	53.18	1.38		52.71	0.76	0.24	0.44	0.31	28.97

注:偏差 $D = (X_i - \bar{X})$, X_i ——单样测试结果, \bar{X} ——2次采样测试结果的平均值;相对偏差 $RD = [(X_i - \bar{X}) / \bar{X}] \times 100\%$ [8]。

1.19%,相对偏差值为0.13%~2.25%,偏差值及相对偏差值小。

(2)浅钻样品MgO含量偏差值较小,但相对偏差值较大。平均值的偏差及相对偏差相对较小。主要原因是MgO的含量低,一般均<3.0%,品位变化较均匀偏不均匀,浅钻与探槽取样的位置有差别,测试结果稍有偏差,相对偏差值就会很大。

(3)浅钻样品与地面刻槽样品圈定的矿层与夹层是一致的。根据规范要求,MgO的工业指标为含量不超过3.5% [7],尽管浅钻样品MgO含量的相对偏差值较大,但不影响矿区矿体的圈定。

根据上述取样论证,矿区以便携式钻机代替槽探进行取样是可行的。

4 便携式钻机取样施工效果

矿区勘查工作共布设7条剖面,施工取样钻

348个,工作量2022.15 m,取岩石化学样448个,钻孔深度一般4~8 m,最大深度14 m。施工过程中,岩心管的长度限制了单个回次进尺 ≥ 0.50 m,岩心采取率达到90%以上。最终便携式钻机与钻孔控制的矿层与夹层基本能够相连(见图2),各剖面上矿层与夹层的CaO、MgO品位也基本一致(见表5)。便携式钻机取样代替槽探达到了预期的施工效果。

便携式钻机在评价水泥灰岩矿的同时,也对地表覆盖层进行了取样评价,圈定了矿区覆盖层的分布范围,为矿区覆盖层的综合利用或者剥离提供了地质依据。

5 结语

(1)类似于王师岭矿区水泥灰岩矿的矿床,当矿体厚度较大,产状较平缓且稳定,矿石有用组份含量

表5 便携式钻机取样与钻探控制的矿体化学成分对比

剖面线	矿、 夹层	取样钻		钻探	
		CaO	MgO	CaO	MgO
0	①	44.89	1.04	44.66	1.20
	Ⅱ	51.59	0.73	51.86	0.82
2	I	52.36	0.46	51.94	0.67
	①	45.83	0.61	45.04	1.16
4	Ⅱ	53.12	0.34	51.09	0.91
	I	53.19	0.68	51.78	0.95
6	①	44.20	1.52	46.17	1.62
	Ⅱ	52.76	0.73	52.05	0.71
8	I	51.55	0.99	52.88	0.95
	①	45.38	0.68	45.13	0.96
12	Ⅱ	53.57	0.34	51.63	0.57
	I	52.81	0.76	51.64	0.57
16	①	42.97	1.73	45.11	1.19
	Ⅱ	51.92	0.64	51.94	0.69
	I	52.04	0.76	51.57	0.67
	①	44.10	1.57	44.22	1.17
	Ⅱ	52.51	0.97	51.86	0.84
	I	50.03	0.90	51.90	0.52
	①	44.97	0.91	44.60	0.80
	Ⅱ	52.64	0.71	51.78	1.15

较高且分布比较均匀,有害组分含量较低,岩石可钻性等级为5级及以下时,采用取样钻代替槽探取样是可行的。

(2)当有用组分含量较低,类似于矿区MgO的含量,取样钻样品代表性不够,可能会引起较大的误差,不宜采用取样钻评价。但个别地段地表确实取样困难,需要取样钻取样时,建议采取多点取样,增加样品质量来降低取样误差,确保样品的代表性。

(3)矿区采用便携式钻机代替探槽工程取样,避免了后期工作槽探施工及青苗赔偿费用,浅钻施工成本低,大大节约了勘查成本,是一种值得推广的绿色、经济的勘查手段。

(4)ZY-25型便携式钻机施工完全依靠人工加压,而且没有支架固定,钻进时,主机的跳动要靠人工扶持,施工人员容易疲劳。当深度达到8~10m时,人工加压困难,钻进效率降低。矿区施工时,一天钻进2~3个孔,进尺15~20m,工作效率偏低。钻机在固定、加压方面有待进一步改进,有利于提高工作效率。

参考文献:

- [1] 宋殿兰,刘三意.浅钻技术在浅覆盖区地质找矿工作中的应用[C]//第十六届全国探矿工程(岩土钻探工程)技术学术交流会论文集.北京:地质出版社,2011:39-43.
- [2] 宁国军,王书辰,申大元.便携式浅层取样钻在矿产勘查中的应用[J].采矿技术,2015,15,(4):106-108.
- [3] 赵洪波,何远信,祝强.以钻代槽勘查方法研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(11):6-10.
- [4] 谭春亮,宋殿兰,卢猛,等.TGQ-30型轻便取样钻机及其在低山丘陵地区的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(5):42-48.
- [5] 卢长伟,卢佳.便携式水利钻机在水利工程中的应用[J].资源环境与工程,2013,27(4):555-556.
- [6] 湖南省状元地质装备有限公司.一种便携式勘探钻机:中国,ZL201520164165.2[P].2015-08-12.
- [7] DZ/T 0213—2002,冶金、化工石灰岩及白云岩、水泥原料矿产地质勘查规范[S].
- [8] DZ/T 0130.1—2006,地质试验测试管理规范[S].