【矿产资源】

浙江省风化壳型建筑用砂矿床地质特征及开发应用

吕新前，李春忠，陈程华
(浙江省第七地质大队，浙江 丽水 323000)

摘要：由于建筑用砂石的需求增速加快，河道砂石资源已经出现短缺，同时过量采集对环境造成危害，因此迫切需要新的建筑砂矿资源来替代。浙江省山砂矿床赋存于酸性、中酸性侵入岩的风化壳中，其矿床特征主要表现为①矿床分布与形态受母岩特征与地貌形态双重制约；②矿床均具层状或似层状，分层构造明显；③矿床物质组成主要有母岩残留矿物和表生矿物两大类。矿床评价较为简单，易采易选，产品质量好，可广泛适用于各种混凝土工程，具有广阔的应用前景。

关键词：建筑用砂；地质特征；开发应用；浙江
中图分类号：P619.228;TD985 文献标识码：A 文章编号：1007-9386(2008)04-0049-03

Weathering Crust Sand Deposit Geological Features and Application in the Architecture Industry in Zhejiang Province

Lu Xinqian, Li Chunzhong, Chen Chenghua

(The 7th Geological Department of Zhejiang Province, Lishui 323000, China)

Abstract: Because the fast increasing of sand applies in the architecture industry, the river sand resources already appeared short, simultaneously excessive exploitation causes the harm to the environment, therefore, it is urgently need to find a new construction sand to substitute. Mountain sand deposit saves in the weathering crust of the acidic, medium acidic intrusive rock, the deposit mainly characteristic comprises: (1) the distribution and shape of the deposit is restricted by dual two condition- the mother rock characteristic and the landform shape; (2) deposit takes on layer or resembles layer and delaminates structure obviously; (3) deposit component contains two broad headings residual mineral of mother rock and the hypergene mineral. The mountain sand deposit is appraised simply, easy to mining and min run, its product quality is good, can widely applies to all kind of concretes project. The mountain sand application is prospect.

Key words: mountain sand for architecture industry; geological feature; development and application; zhejiang

1 引言

据统计，2005年浙江省普通建筑用石、砂、土的采掘量已达30 077.57万t，占浙江省矿石总采掘量37 168.84万t的80.92%。过量采掘不仅造成了矿产资源的快速枯竭，同时也引发一系列严重的生态环境问题。据调查，作为混凝土细骨料即通常说的建筑用砂的主要来源，优质的天然河砂、淡化海砂资源省内已出现短缺，而近似于掠夺性的河道采砂活动对本省大多数河流的环境造成危害。

要解决上述问题必需加强建筑用砂资源管理，做到科学合理的开发和利用矿产资源，同时寻找建筑用砂新资源也是当务之急。根据浙江省建筑用砂的现有状况，除了要大力提倡人工砂或机制砂的使用外，勘查和开发产于花岗岩类风化壳内的山砂资源不失为一个重要的举措。

山砂作为建筑用砂使用，在海砂、河砂相对比较丰足的浙江省，以往未能引起足够的重视和应用。其实，山砂易采易选，质量好，抗压强度较大，可广泛适用于各种混凝土工程。本文根据近年来在遂昌等地对产于花岗岩体风化壳中的山砂矿床勘查资料，对该类矿产资源的地质特征及开发利用状况做初步论述。

2 山砂资源成矿特征

2.1 成矿母岩概况

我省山砂资源主要来自酸性和中酸性侵入岩的风化壳，其成矿母岩花岗岩类主要形成于燕山活动期。燕山期是浙江地质史上最重要的岩浆活动期，岩体遍布全省，占全省侵入岩的90%左右，其中以酸性和中酸性岩类为主，共有侵入岩1 200余个，出露面积大于5 100km^2，占全省总面积的6%左右。岩体产状以岩株、岩枝为主。

代表性岩性有钾长花岗岩、花岗岩、花岗闪长岩、石英正长岩等，它们的共同特点是石英含量较高，一般在20%左右，有的则达25%以上，岩石中SiO_2含量在66%以上。

2.2 矿床地质特征

中酸性岩石在温暖潮湿的环境中极易风化，在侵蚀作用相对较弱的条件下则形成一定规模的花岗岩风化壳，在达到工业利用条件时即成为山砂矿床。山砂

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

矿床赋存于酸性、中酸性侵入岩的风化壳内，风化壳的全风化层即为矿体，因此矿体形态与风化壳基本相吻合，属面型风化壳矿床。我省中酸性岩形成的风化壳分布较广，该类资源有一定的远景。以遂昌、松阳等地风化壳建筑用砂矿床为列，其特征主要为：

(1) 矿床分布与形态受母岩特征与地貌形态双重制约。

矿床基本受岩体出露区及地形控制，总体上围绕山丘发育，坡脚及谷底为裸露的基岩或被洪—坡积物覆盖。平面形态及规模与微地形或微地貌关系较为密切，平坦开阔的平丘形成的面积较大，孤零的小山丘则面积较小，小圆顶山呈似圆状，狭长的山脊则呈长条状，冲沟较发育的则呈树枝状。垂直山脊的横剖面形态多为不规则弯月型，即山顶部位厚度较大，山腰次之，向坡脚渐薄尖灭而过渡为基岩裸露。厚度多在5～15m之间，有的地方甚至大于20m。

(2) 矿床均具层状或似层状，分层构造明显。

根据地质工程揭露结果，从完全土壤化的表层至较新鲜的基岩，完整的矿床垂直剖面自上而下可分为表土层(A)、全风化层(B)、半风化层(C)、微风化层(D)。各层特征见表1。

随风化程度加深，即风化壳垂直剖面上越接近基岩，化学成分越与基岩相一致(表2)。根据表2化学成分以重量百分比计算出风化壳的风化系数见表3。

表1　矿床垂向分层特征

矿床分层		代号	厚度(m)	特征简述
表土层	腐殖土亚层	A1	0～0.3	呈灰黑至褐色，由腐殖质、亚粘土、亚砂土和岩石碎块组成，含大量植物根系和有机质，疏松多孔，不结块
	粘土化亚层	A2	0～4	呈砖红色至褐红色，基本由被铁质渲染的粘土矿物组成，含少量石英和钾长石残骸及岩石碎块，表部含少量植物根系，粘性很强
全风化层	网纹状风化亚层	B1	0～3	呈黄白红等斑杂色，在全风化母岩的背景上，充填有网纹状分布的粘土细脉，渗透性较好
	全风化亚层	B2	2～15	保持母岩假象，斜长石已全部解离为粘土矿物，钾长石有少量风化残骸，石英含量30%～40%，粘土含量25%～35%，结构松散，手捏即碎，渗透性好
半风化层		C	不详	风化松散程度较上层稍差，锤击即碎，出现斜长石风化残骸，粘土含量15%～25%，渗透性良好
微风化层		D	不详	岩石裂隙发育，被铁质渲染，矿物开始崩解，长石类矿物具绢云母化
基　岩				新鲜的花岗岩类

表2　风化壳岩石化学分析结果(%)

样号	层位	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	LOI	总量
H_1	A_2	59.28	0.60	21.32	6.94	0.16	0.02	0.45	0.10	0.02	0.66	0.03	9.77	99.35
H_2	B_1	68.54	0.45	17.20	5.23	0.13	0.02	0.31	<0.02	0.03	0.81	0.02	6.75	99.49
H_3	B_2	73.28	0.40	14.43	4.18	0.07	0.02	0.33	0.07	0.03	1.47	0.02	5.00	99.30
H_4	C	75.38	0.35	14.00	2.88	0.09	0.03	0.22	0.05	0.01	1.25	0.05	4.89	99.20
基岩平均		75.23	0.21	11.87	1.96	0.58	0.02	0.12	0.19	2.98	5.85	0.04	0.70	99.75

表3　风化壳风化系数

层位	淋溶系数 $\frac{SiO_2}{RO+R_2O}$	硅铁化系数 $\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	分解系数 $\frac{Fe_2O_3}{MgO}$	硅铝化系数 $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	铝化系数 $\frac{Al_2O_3}{Al_2O_3基岩}$	铁化系数 $\frac{Fe_2O_3}{Fe_2O_3基岩}$	残积系数 $\frac{R_2O_3}{RO+R_2O}$
A_2	42.04	8.54	15.42	2.78	1.80	3.54	20.04
B_1	51.92	13.10	16.87	3.98	1.45	2.67	16.99
B_2	36.45	17.53	12.67	5.08	1.22	2.13	16.51
C	45.69	26.17	13.09	5.38	1.18	1.47	10.23

注：RO为二价氧化物，R_2O_3为三价氧化物，R_2O为一价氧化物

上述特征表明，矿床的形成是由表及里逐步发育的，各层之间呈过渡关系，但各层的颜色、结构构造和矿物成分等宏观标志已有明显的差别，具体到某处可以缺失某一层位。而优质的山砂主要产自全风化层。

(3) 矿床物质组成主要有母岩残留矿物和表生矿物两大类。

母岩残留矿物种类基本与母岩相同，为石英、斜长石、钾长石，含少量黑云母、角闪石，矿物的粒度和形态基本不变，但含量发生了变化。沿风化壳剖面向上，长石类矿物的总趋势是逐渐降低，从母岩的40%～60%降至5%～15%，残留的长石一般具绢云母化。由母岩→微风化层→半风化层，石英的含量基本不变，为15%～25%，至全风化层增加至30%～40%，而在表土层则降低至5%～15%。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

出现大量的粘土类矿物是风化壳有别于原岩的最显著的特点。粘土矿物在粘土化亚层得到最大富集，含量可达60%以上，由此层向下含量逐渐降低。粘土矿物种类主要为高岭石，掺杂了绢云母、绿泥石、埃洛石、水云母等矿物。矿物组成的另一个特征是含有较多的铁锰质氧化物，主要为赤褐铁矿和硬锰矿，多呈薄膜状或结核状富集在腐植层及粘土层中。

矿石自然类型依据其所在风化壳分层而定，可分为粘土化型、网纹状风化型、全风化型三种。

3 产品特征及应用

3.1 产品特征

矿石经适当洗选即可产出合格的建筑用砂。其砂粒抗碎强度大，坚固性好，含有害杂质少。砂粒中主要矿物成分以石英为主，含少量钾长石，有微量黑云母及泥质、副矿物等。遂昌某砂场的多个产品经浙江地勘局中心实验室测试，各项指标基本符合标准要求，详见表4、表5。

表4 遂昌某砂场细集料试验质量评定结果

试验项目	标准要求(GB/T14668.4)			检测结果	单项评定
含泥量(%)	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	0.2～2.1	Ⅰ类
	<1.0	<3.0	<5.0		
有机物含量(%)	合格			合格	合格
SO_3含量(%)	<0.5			0.04～<0.1	合格
压碎指标	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	24	Ⅱ类
	<20	<25	<30		
坚固性	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	8～14	Ⅱ～Ⅲ类
	8	8	10		
表观密度(kg/m³)	>2 500			2 550～2 650	合格
紧密堆积密度(kg/m³)				1 430～1 520	
空隙率(%)	<47			43～44	合格

表5 颗粒级配

项目		筛孔尺寸(mm)							试验结果
		9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	
砂颗粒级配区	1区	0	10～0	35～5	65～35	85～71	95～80	100～90	细度模数
	2区	0	10～0	25～0	50～10	70～41	92～70	100～90	3.1～3.64
	3区	0	10～0	15～0	25～0	40～16	85～55	100～90	
实际累计筛余(%)		0	0.5	17.2	41.8	69.4	87.3	95.5	级配属1～2区

3.2 应用情况

作为天然砂的一种，山砂的颗粒多具有棱角，表面粗糙，与水泥粘结较好，用它拌制的混凝土强度较高，但拌合物的流动性较差。遂昌等地在龙丽高速公路建设工程上使用情况表明，选用质地优良的山砂，只要级配合理，配制的混凝土不但能节约水泥，而且还可以提高混凝土强度及和易性，同时可以降低工程成本，因此具有广阔的应用前景。

4 矿床探采选方法及效益分析

4.1 探矿方法简述

矿床赋存于岩体风化壳内，矿体与风化壳二者在空间展布上具共同特征，即分布的浅表性、厚度的有限性、产状与地貌格局变化的统一性和分割性，这使得评价工作是以风化壳为对象。而对风化壳而言，地质草测、浅井工程控制是目前能够使用的比较经济有效的基本手段。

采用的探矿方法可以概括为：以地质草测辅以少量槽探揭露来圈定风化壳的平面分布及形态，用浅井控制风化壳的厚度及分层，用样品查明风化壳的含矿性(含砂率)和矿体分布。

4.2 采选方法简述

根据矿床地质特征，矿体为全风化岩体，结构松散，易采易洗，开采方式一般采用露天台阶式分层由上而下后退开采，利用挖掘机进行剥采，铲车装矿，汽车或拖拉机运矿。开采台阶阶段高度一般10m，阶段坡面角一般40～50°，最终边坡角不大于45°。

选矿工艺是用水对原砂矿石进行冲洗，除去粘土矿物，留下石英砂和少量钾长石，再用选矿设备进行分级筛选(粗砂、中砂、细砂)。因此只需要投入简单的选矿设备：如自制滚筒筛、皮带输送机、水泵等及其他相配套的附属设施。

4.3 效益分析

据已有山砂矿山生产情况分析，矿床的主要产品为建筑用砂，规格以不同用途按相应的行业标准确定。矿石的出砂率在70%左右。成品砂的采选成本控制在21元/m³左右，比河道采砂及机制砂要低(表6)。

表6 建筑用砂经济效益对比

建筑用砂类型	山砂	河砂	机制砂
出砂率(%)	70	31	65
生产成本(元)	21	50	41
市场价格(元)	25	70	45

5 结论

风化壳型建筑用砂矿床赋存于酸性、中酸性侵入岩的风化壳中，其全风化层即为矿体。我省中酸性岩形成的风化壳分布较广，该类资源有一定的远景。风化壳型建筑用砂矿床勘查评价较为简单，矿石易采易选，成本不高。出产的山砂品质好，可广泛适用于各种混凝土工程，具有较广的应用前景。

【参考文献】

[1]中国建设执业网.建筑材料与构造[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.

[2]浙江省地质矿产局.浙江省区域地质志[M].北京:地质出版社,1989.

【收稿日期】2008-03-06

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net