



玄武岩作水泥原料的试验研究

贺可音¹, 周会成¹, 李保录²

(1. 洛阳工业高等专科学校, 河南 洛阳 471003;

2. 平顶山市润丰水泥有限公司, 河南 平顶山 467047)

摘要: 通过用玄武岩替代粘土作水泥原料的试验, 研究科学合理地开发利用玄武岩资源, 拓宽水泥生产所需的原料选取途径, 以利水泥工业的可持续发展。

关键词: 玄武岩; 水泥原料; 替代粘土

中图分类号: TQ172.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-6532(2003)06-0039-05

1 前 言

水泥工业在建材行业居于至关重要的地位, 同时又是我国资源能源消耗大的产业之一, 科学合理地开发利用我国赋存的矿物资源, 拓宽水泥生产所需的原料选取途径, 对促进水泥工业的可持续发展具有积极的意义。为此, 开展了玄武岩替代粘土作水泥原料的试验研究工作, 取得了较为理想的结果。

2 试验用玄武岩基本情况

玄武岩属于基性岩浆岩中的喷出熔岩, 由流在地壳表面上的主要岩浆所生成。化学

组成以 SiO₂、Al₂O₃ 为主, 其中 SiO₂ 含量可达到 40% 以上, Al₂O₃ 为 15% 左右, 另有 CaO、Fe₂O₃ 以及少量 MgO 与 R₂O (K₂O + Na₂O) 等。矿物组成主要为基性斜长石(拉长石)和辉石(透辉石), 以及次要矿物橄榄石、角闪石、石英、沸石等。

试验所用玄武岩为河南汝阳、伊川、临汝三县交界处大安乡出露的玄武岩矿体。其主矿体为青灰色(1 号样)与棕红色(2 号样)两种, 次矿体为夹层灰白色。对主矿体取样进行化学分析, 其结果见表 1。

经 X 光射线衍射分析, 其矿物组成主要为透辉石、拉长石、伊丁石(橄榄石已全部伊

表 1 大安玄武岩化学成分分析/%

编号	烧失量	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O+Na ₂ O
1	11.60	48.36	15.02	8.94	8.36	3.67	0.14	1.08
2	9.31	49.25	15.87	9.65	8.17	2.80	0.21	1.77

ronmental protection function, the market prospects are better.

Key words: Zinc borate; Flame retardant; Smoking inhibiting

收稿日期: 2003-03-17; 改回日期: 2003-04-10

作者简介: 贺可音 (1946—), 女, 副教授, 材料工程系教研室主任, 主要从事硅酸盐材料工程的教学和科研工作。

丁石化)及少量石英与沸石。据河南省地质部门的岩矿鉴定,该玄武岩为脱玻气孔状橄榄玄武岩。其结构为斑状结构,基质为玻晶交织结构,完全脱玻化,局部为填间结构。其构造为块状构造,局部为气孔构造和杏仁构造。

3 玄武岩替代粘土作水泥原料的试验研究

目前我国的水泥年产量已达7亿t,而每生产1万t硅酸盐水泥约需粘土原料1500~1700t,粘土消耗量巨大,需占用大量农田及土地。如以资源丰富的玄武岩替代粘土作水泥原料,可大大节约宝贵的农田土地资源,促进我国国民经济及水泥工业的可持续发展。

3.1 试验方法及试验原料

根据水泥熟料化学成分及矿物组成的要求,将玄武岩与平顶山市润丰水泥有限公司生产用石灰石、铁粉配料后于SM500×500试验磨内制得玄武岩生料,将玄武岩生料和

该公司生产用粘土配料生料分别通过80μm筛,制成Φ3.0mm小料球试样,按GB9965—88《水泥生料易烧性试验方法》,将试样经过950℃预烧30min,再分别在1350℃、1400℃、1450℃煅烧30min后,从高温炉中取出迅速冷却,碾磨并通过80μm筛,分别测定其f—CaO(游离氧化钙)残留量,进行生料易烧性分析,并测定水泥熟料的强度性能,进行对比分析。

试验原料化学分析见表2。

3.2 实验结果及分析

实验结果见表3~5。

表2 试验原料化学组成分析/%

原料名称	烧失量	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
石灰石	41.42	3.04	0.92	0.68	51.63	0.88
铁粉	2.53	18.56	11.75	58.33	4.10	3.07
粘土	8.14	65.58	15.91	3.60	1.58	3.85
大安玄武岩	11.22	48.88	15.21	9.42	8.23	3.45

表3 两种生料配料方案及其熟料组成与率值

生料名称	生料配料方案/%	熟料化学组成/%					熟料矿物组成/%				熟料率值		
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	KH	SM	IM
粘土生料	石灰石:81 粘土:15 铁粉:4	20.02	5.70	5.25	64.82	2.16	64.66	8.61	6.20	15.96	0.95	1.83	1.1
玄武岩生料	石灰石:77 玄武岩:22 铁粉:1	20.31	6.39	4.85	63.63	2.39	56.34	15.72	8.71	14.75	0.91	1.81	1.3

表4 两种熟料强度性能

熟料名称	细度/%	安定性	抗折强度/MPa		抗压强度/MPa	
			3d	28d	3d	28d
粘土熟料	4.7	合格	5.4	7.8	32.5	59.6
玄武岩熟料	4.9	合格	5.8	8.1	32.1	58.8

注:细度指80μm孔筛筛余量,安定性采用沸煮法测定,下同。

表5 两种生料易烧性试验结果

生料名称	f—CaO 残留量/%		
	1350 C	1400 C	1450 C
粘土生料	3.78	3.02	1.75
玄武岩生料	6.2	1.89	0.81

根据以上实验结果可知:

(1)用大安玄武岩替代粘土作水泥原料,通过合理的配料方案设计,可获得硅酸盐水泥熟料所需的四种主要矿物组成,其中硅酸盐矿物总合(C₃S+C₂S)达到70%以上,可取

得粘土配料同样的效果。

(2)大安玄武岩的 CaO、Fe₂O₃ 的含量均高于该公司生产用粘土 CaO、Fe₂O₃ 的含量,采用大安玄武岩作水泥原料配料,可减少石灰石、铁粉的用量,降低水泥生产成本。

(3)大安玄武岩替代粘土配料所煅烧的水泥熟料强度值与粘土配料的水泥熟料基本一致,其抗折强度比粘土熟料略高,抗压强度比粘土熟料略低。据分析,主要是由于玄武岩熟料的 C₂S、C₃A 含量较高,C₃S 含量较低所致。按玄武岩熟料所达到的强度值,可完全满足生产 42.5 级以上质量等级的硅酸盐水泥及普通硅酸盐水泥对水泥熟料的强度指标要求。

(4)两种生料的易烧性实验结果表明,玄武岩生料游离氧化钙(f-CaO)的残留量均低于粘土生料,说明其易烧性优于粘土生料。分析其原因主要是由于玄武岩是由高温喷出熔岩形成,其基质为玻晶交织结构,四种主要氧化物的活性高于粘土。根据水泥窑熟料煅

烧对 f-CaO 的控制要求(水泥回转窑要求 f-CaO < 3.0%、水泥立窑要求 f-CaO < 5.0%)可以看出,以玄武岩配料的生料可降低水泥熟料烧成温度 50~100℃,并可提高水泥窑产量,这对水泥生产的增产节能降耗是十分有利的。

4 生产应用试验

在玄武岩作水泥原料的试验基础上,于 2002 年 6 月至 8 月在平顶山市润丰水泥有限公司 Φ2.5×10m 立窑水泥生产线上开展了大安玄武岩作水泥原料的生产应用试验,并取得了较显著效果。

4.1 生产应用试验结果

生料制备以大安玄武岩代替原粘土配料,配料方案与表 3 同,水泥窑煅烧熟料的化学成分、矿物组成见表 6,水泥窑产量、煤耗及熟料质量性能见表 7,所生产的火山灰硅酸盐水泥的质量性能见表 8。

生产应用试验结果表明,以玄武岩代替

表 6 熟料化学成分、矿物组成及率值

熟料名称	生产时间	化学组成/%					矿物组成/%				率 值		
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	KH	SM	IM
玄武岩配料熟料	6 月	20.37	6.26	4.78	63.69	2.31	56.51	15.77	8.48	14.53	0.91	1.85	1.31
	7 月	20.34	6.29	4.74	63.54	2.41	55.73	16.24	8.62	14.41	0.90	1.84	1.33
	8 月	20.25	6.35	4.87	63.72	2.24	57.48	15.22	8.56	14.8	0.91	1.81	1.30
	平均	20.32	6.30	4.80	63.65	2.32	56.57	15.74	8.55	14.58	0.91	1.83	1.31
原粘土配料熟料	2001 年	20.08	5.74	5.16	64.66	2.10	63.84	8.63	6.99	15.69	0.95	1.84	1.1

注:表 6~8 中数据均为平均值。

表 7 水泥窑产量、煤耗及熟料质量性能

熟料名称	生产时间	窑产量 /t·h ⁻¹	烧成煤耗 /kg·(t 熟料) ⁻¹	熟料质量性能			
				烧失量 /%	f-CaO /%	抗折强度 /MPa 3d 28d	抗压强度 /MPa 3d 28d
玄武岩配料熟料	6 月	9.8	191	1.04	1.44	5.6 7.9	31.8 58.2
	7 月	9.7	188	0.95	1.65	5.6 8.0	32.0 58.7
	8 月	10.0	194	1.21	1.38	5.7 8.1	31.4 58.9
	平均	9.83	191	1.06	1.49	5.6 8.0	32.0 58.6
原粘土配料熟料	2001 年	9.3	203	1.86	2.30	5.3 7.7	32.3 59.1

表8 水泥质量性能

水泥品种	生产时间	细度 /%	安定性	SO ₃ /%	凝结时间 /h : min		抗折强度 /MPa		抗压强度 /MPa	
					初凝	终凝	3d	28d	3d	28d
火山灰 硅酸盐水泥	6月	3.6	合格	2.12	2 : 32	4 : 45	4.5	7.3	20.8	42.8
	7月	3.4	合格	2.09	2 : 43	4 : 52	4.3	7.1	21.1	42.7
	8月	3.6	合格	2.17	2 : 20	4 : 42	4.7	7.5	21.6	43.0
	平均	3.5	合格	2.13	2 : 31	4 : 46	4.5	7.3	21.2	42.8
火山灰 硅酸盐水泥	2001年	3.2	合格	2.40	3 : 36	4 : 40	4.1	6.9	22.5	43.2

粘土配料所制备的生料烧制的水泥熟料化学成分、矿物组成及率值均满足生产要求,熟料中硅酸盐矿物总合(C₃S+C₂S)达到了70%以上,同时铝酸盐矿物C₃A的含量有所提高,熟料抗折、抗压各龄期强度与原粘土生料烧制的熟料强度基本一致。由于玄武岩生料的易烧性优于原粘土生料,使水泥窑的台时产量提高了0.5t,水泥窑熟料煨烧煤耗下降了12kg。所生产的水泥质量性能符合国家标准要求。且水泥的初凝时间缩短,早期抗折强度提高,这将有助于改善水泥的施工性能,提高建筑施工效率。

4.2 效益分析

通过三个月的生产应用试验,平顶山润丰水泥有限公司用大安玄武岩作水泥原料共生产火山灰硅酸盐水泥2.4万t,由于水泥窑台时产量提高了0.5t,共增加水泥产量1000多t;吨水泥熟料的烧成煤耗降低12kg,共节约煤216t;采用玄武岩代替粘土配料,共节约粘土4400多t,少消耗石灰石1100多t,少消耗铁矿石890多t;该公司石灰石进厂价14元/t、粘土8元/t、铁粉120元/t、燃煤150元/t、大安玄武岩进厂价10元/t,以此计算每吨生料生产成本降低3.16元、每吨熟料生产成本降低7.1元、每吨水泥生产成本降低17.1元。该公司生产应用三个月,新增利税47.28万元,经济效益与社会效益显著。

万方数据

5 结 论

大安玄武岩替代粘土作水泥原料,通过合理的配料方案设计,可满足水泥生产的要求,获得硅酸盐水泥熟料所需要的四种主要矿物组成,达到粘土配料同样的效果,其生料的易烧性较好,可降低水泥熟料煨烧的热耗。同时可降低石灰石、铁矿石资源的消耗,有利于降低水泥生产成本。由于替代粘土,可大大减少水泥生产对农田、可耕地的占用消耗,促进水泥工业的可持续发展。

玄武岩作水泥原料可拓宽水泥生产原料的选取途径,促进我国无机非金属矿山资源的合理开发利用。由于各地玄武岩资源其化学组成及矿物组成比例不尽相同,性能指标各有差异,在水泥生产实际应用时,应根据国家标准的有关规定及水泥生产的要求,开展深入的科学试验研究工作,获得较详尽的技术数据资料以指导实际生产。

参考文献:

- [1]耿谦. 硅酸盐岩相学[M]. 北京:中国轻工业出版社,1994,145~149.
- [2]F. M. 李著,唐明述等译. 水泥和混凝土化学(第三版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1980,528~532.
- [3]GB9965-88. 水泥生料易烧性试验方法[S]. 北京:国家标准总局,1988,3~5.



微波辐照在煤矸石陶瓷墙地砖研制中的应用

赵志曼, 何天淳, 程赫明, 文宏光

(昆明理工大学建工学院, 云南 昆明 650224)

摘要:为解决煤矸石在制做墙地砖中硬度较高、塑性指数较低、干燥线收缩较大和含热量高等问题,课题组将微波辐照技术应用于煤矸石建筑墙地砖预破碎和干燥工艺中,试验证明:这不但解决了用煤矸石研制建筑墙地砖技术难点,而且也为开发生产墙地砖新原料,提供了一条新思路。

关键词:煤矸石; 墙地砖; 微波辐照技术

中图分类号:X752 文献标识码:A 文章编号:1000-6532(2003)06-0043-05

在利用煤矸石研制建筑墙地砖时发现,煤矸石原料与粘土相比硬度较高、塑性指数较低、干燥线收缩较大、含热量较高(见表 1),如仍采用传统工艺制坯,不但影响到墙地砖的成型和烧结,而且要耗费较多的能源和增加坯体的破损率,导致产品成本提高。所以必须根据煤矸石的矿物成分,进行必要的原料配制和工艺改造。为此课题组将微波辐照技术应用到煤矸石陶瓷墙地砖的预破碎和干燥工艺中。

表 1 煤矸石、粘土工艺指数比较

项 目	莫氏 硬度	塑性 指数	干燥线 收缩/%	自然含 水率/%
云南峨山煤矸石	4	7.8	2.3	4.7
云南宣威煤矸石	6	7.2	2.5	5.9
云南宣威粘土	3	8.6	1.3	3.6

1 微波辐照基本特点

微波通常是指 300MHz~300GHz 的高频电磁波,其波长范围约为 1~1000mm 左

Experimental Study on the Basalt as Cement Raw Material

HE Ke-yin¹, ZHOU Hui-cheng¹, LI Bao-lu²

(1. Luoyang Technology College, Luoyang, Henan, China;

2. Pingdingshan Runfeng Cement Co., Ltd., Pingdingshan, Henan, China)

Abstract: The experiment on using the basalt instead of clay as cement raw material was performed. The experimental results indicated that the use of basalt as cement raw material is scientific and rational, it can widen the way for choosing the raw materials in cement production and promote sustainable development of cement industry.

Key words: Basalt; Cement raw material; Instead of clay

收稿日期:2003-02-11

基金项目:云南省自然科学基金资助项目(2001E0018M);云南省教育厅科学研究基金资助项目(0112005) 万方数据

作者简介:赵志曼(1962-),女,副教授,硕士生导师,主要从事建筑材料的教学和研发工作。