

废渣黄石膏配制胶结材和混凝土的研究

刘振东¹, 刘家祥¹, 雷文², 刘军³

(1. 北京化工大学化工资源有效利用国家重点实验室, 北京 100029;

2. 北京化工大学机电工程学院, 北京 100029;

3. 河南佰利联化学股份有限公司, 河南 焦作 454191)

摘要:以废渣黄石膏、水泥、石子、砂子、外加剂为原料配制胶结材和混凝土,并对其性能进行了研究。结果表明:加入10%黄石膏的水泥胶砂抗压抗折强度均满足P.042.5水泥的强度指标要求,其凝结时间及安全性合格;采用配比为黄石膏30%、水泥70%、CJ-1高效减水剂1.2%~2.0%可以配制C30混凝土,其抗渗性能达到P12抗渗等级要求。该工艺既可以大量利用废渣黄石膏,又可以解决环境污染问题。

关键词:黄石膏; 胶砂; 混凝土; 抗压强度; 抗折强度

中图分类号:TU973 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2007)05-0039-04

1 前言

工业废渣的合理利用是国民经济可持续发展、构建节约型社会的一项重要内容,环保型高效胶结材的开发与利用是当今国际上混凝土技术发展的趋势之一。黄石膏是采用硫酸法生产钛白粉时,为治理酸性废水,加入石灰中和而产生的以二水石膏为主要成分的废渣。文献中常称为钛石膏,本研究中

称为黄石膏。河南佰利联化学股份有限公司每年排放18万t黄石膏,这不但占用大量土地,而且污染环境。黄石膏作为路基材料或与其他工业废渣制备复合胶凝材料的研究较多^[1-9],但利用黄石膏配制混凝土的研究却鲜有报道。本文以水泥、石子、砂子、外加剂、河南佰利联化学股份有限公司的黄石膏等物料为原料配制胶结材和混凝土,并研究了所配制的胶结材和混凝土的性能。

[J]. 矿产综合利用, 2004(3): 42~46.

[5] 龚竹青, 郑雅杰, 陈白珍. 硫铁矿烧渣制备硫酸亚铁及效益估算[J]. 环境保护, 2000(8): 44~46.

[6] 郭秀平, 全文欣, 李朝辉, 等. 某铜矿共生赤铁矿的综合

利用试验研究[J]. 国外金属矿选矿, 2003(11): 42~44.

[7] 张锦瑞. 利用鲕状赤铁矿生产氧化铁红颜料的研究[J]. 金属矿山, 2000(1): 52~57.

Comprehensive Utilization of Hematite Tailings

PENG Hui-qing, AN Xian-wei, YU Sheng-ying

(Wuhan University of Technology, Wuhan, Hubei, China)

Abstract: The hematite tailings were treated by acid leaching-reduction process to reach Recycling, Reducing and Reusing of the solid wastes. The results indicated that when reaction temperature is 100℃, leaching time is 2.5h, agitation intensity is 400r/min, the sulfuric acid concentration of solution is 45% and excess coefficient of sulfuric acid is 1.5, recovery of iron from hematite is 82.3%. In reduction process, when reaction time is 2h, reaction temperature is 50℃ and excess coefficient of iron filings is 1.4, the quality green vitriol can be made.

Key words: Hematite; Acid leaching; Ferrous sulfate

收稿日期: 2007-03-12

作者简介: 刘振东(1977-), 男, 工程师, 硕士研究生, 主要从事建设工程质量检测的技术管理工作。

2 实 验

2.1 实验原料

实验原料主要有黄石膏、水泥、石子、砂子和外加剂等,黄石膏的化学成分分析见表1。

将黄石膏烘干、磨细后作为实验用物料。用LS-POP(Ⅲ)型激光粒度分析仪测试,黄石膏粉料的粒度分布为最小粒径0.33 μm ,最大粒径26.5 μm ,平均粒径1.90 μm 。黄石膏的放射性检测表明符合装修材料A类指标要求。

采用北京前景太行山牌P.042.5水泥,北京房山大石河的中砂、碎石,CJ-1高效减水剂作为外加剂。

2.2 实验方法

采用黄石膏粉料、水泥、CJ-1高效减水剂分别

进行了黄石膏不同掺合量的水泥胶砂强度实验。水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性按照《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》(GB/T1346-2001)进行。

采用黄石膏粉料、水泥、中砂、碎石和CJ-1高效减水剂进行了黄石膏不同掺合量的混凝土强度实验。选取混凝土强度实验中的配合比,按照GBJ82-85进行混凝土的抗渗性能实验。

3 实验结果及分析

3.1 不同掺合量的水泥胶砂强度实验结果及分析

黄石膏的掺合量分别为0%、10%、15%时,不同外加剂掺合量的胶砂试样的抗压抗折强度测试结果见表2。

从表2可知,当黄石膏掺合量为0%时,不同外

表1 黄石膏的化学成分%

成分	烧失量	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	Cl ⁻
含量/%	20.52	1.43	2.10	7.31	20.51	1.26	28.97	3.45	0.0003

表2 黄石膏掺合量为0%、10%、15%时试样的抗压抗折强度

编 号	3d 强度/MPa		28d 强度/MPa	
	抗压	抗折	抗压	抗折
JS-W0-C0	28.8	5.8	63.5	8.9
JS-W1.2-C0/10/15	32.7/30.9/25.9	5.8/4.7/3.9	62.0/54.7/47.3	8.4/7.6/5.6
JS-W1.4-C0/10/15	32.7/25.4/24.4	5.5/3.6/3.7	65.5/50.0/44.4	9.0/6.7/6.2
JS-W1.6-C0/10/15	28.3/28.8/24.9	5.2/4.5/3.7	52.4/54.9/46.6	7.0/8.2/6.0
JS-W1.8-C0/10/15	30.5/26.8/23.9	5.1/3.7/3.4	58.0/50.7/43.6	7.3/6.9/6.0
JS-W2.0-C0/10/15	29.6/26.8/21.3	4.3/3.5/3.2	56.4/52.5/41.6	7.5/7.0/5.2
P.042.5	16.0	3.5	42.5	6.5

注:JS-W0-C0表示胶砂试样—外加剂掺量0%—黄石膏掺量0%,其余与此类同。

加剂掺合量的胶砂试样的3d和28d的抗压抗折强度都远高于强度标准要求。

当黄石膏的掺合量为10%时,外加剂各种掺合量的胶砂试样的3d和28d的抗折抗压强度均高于P.042.5水泥强度要求。最佳的黄石膏掺合方案为10%,同时使用1.2%的外加剂。

当黄石膏掺合量为15%时,外加剂各种掺合量的3d抗压强度均能满足要求,28d抗压强度除外加剂掺合量为2.0外也都能满足强度要求,3d的抗折强度除外加剂掺合量为1.8%和2.0%外也能达到要求,但其所有的28d抗折强度均低于强度要求值6.5MPa。可见,当黄石膏掺合量为15%时,所有胶

砂试样的强度均不能达到标准要求。实验结果表明,随着黄石膏掺合量的增大,胶砂强度值随之减小。

3.2 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性实验结果及分析

标准稠度用水量、凝结时间、安定性实验测定结果见表3。

从表3可知,所有不同黄石膏掺合量的净浆凝结时间均同时满足初凝时间不得早于45min,终凝时间不得迟于10h的要求;净浆安定性均合格;随着黄石膏掺合量的增大,净浆的初凝时间和终凝时间延长,标准稠度用水量略有增加。

表3 标准稠度用水量、凝结时间、安定性实验测定结果

编号	标准稠度用水量/%	凝结时间/h: min		安定性 (饼法)
		初凝	终凝	
JJ-C0	27.0	3: 20	4: 50	合格
JJ-C5	27.0	3: 28	5: 38	合格
JJ-C10	28.0	4: 06	5: 50	合格
JJ-C15	28.8	4: 31	6: 16	合格
JJ-C20	28.8	4: 39	7: 14	合格
JJ-C25	29.0	4: 48	7: 34	合格
JJ-C30	29.2	3: 19	6: 34	合格

注:JJ-C10 表示净浆—黄石膏掺含量 10%,其余类同。

3.3 不同掺含量的混凝土强度实验结果及分析

混凝土实验配合比、实验结果分别见表 4、表 5。

从表 5 可知,掺外加剂时,黄石膏掺含量为 0% 配制的混凝土,具有低水胶比、高工作性的特点,混凝土不离析、不泌水,粘聚性好,显著改善混凝土的施工性能。对于外加剂不同掺量试样强度有所不同,养护 3d 所有试样的抗压强度值都超过 C30 混凝土强度要求;而外加剂和黄石膏掺含量均为零时配制的混凝土工作性过低,无法正常施工。

用黄石膏掺量 25% 配制的混凝土,具有低水胶比、高工作性的特点,混凝土不离析、不泌水、粘聚性

表4 混凝土配合比

编号	胶凝料/kg	水泥/kg	水胶比	水/kg	砂子/kg	石子/kg	外加剂/%	黄石膏/%
1	440	440	0.36	157	788	1002	1.2~2.0	0
2	440	330	0.36	157	788	1002	1.2~2.0	25
3	440	308	0.36	157	788	1002	1.2~2.0	30
4	440	440	0.36	157	788	1002	0	0

注:1~3 号实验外加剂掺量按 1.2%、1.4%、1.6%、1.8%、2.0% 分别进行;胶凝材料的质量指的是水泥和黄石膏的质量和;外加剂和黄石膏掺含量为胶凝料的重量百分比。

表5 黄石膏掺含量为 0%、25%、30% 配制混凝土试样抗压强度

编 号	坍落度 /mm	抗压强度/MPa			
		3d	7d	28d	60d
HNT-W1.2-C0/25/30	50/50/70	39.2/32.3/22.6	56.1/35.3/29.6	60.2/42.8/39.0	68.5/59.7/45.7
HNT-W1.4-C0/25/30	140/90/180	44.0/34.7/27.6	58.0/41.4/31.6	63.7/48.1/41.6	66.1/60.7/42.8
HNT-W1.6-C0/25/30	180/200/220	43.1/37.7/26.9	57.9/44.1/31.5	66.0/52.5/45.4	72.1/56.8/49.4
HNT-W1.8-C0/25/30	180/210/220	42.5/35.2/24.4	60.2/47.7/36.0	63.4/48.4/42.1	66.7/50.1/43.6
HNT-W2.0-C0/25/30	190/220/230	46.0/39.4/29.4	58.2/43.5/31.9	65.1/47.9/44.4	70.5/52.4/47.4
HNT-W0-C0	0	37.7	45.4	49.6	58.9

注:HNT-W0-C0 表示混凝土—外加剂掺量 0%—黄石膏掺量 0%,其余与此类同。

好、显著改善混凝土的施工性能。对于外加剂不同掺量试样强度有所不同,养护 3d 所有试样的抗压强度值都超过 C30 混凝土强度要求。

用黄石膏掺量 30% 配制的混凝土,具有低水胶比、高工作性的特点,混凝土不离析、不泌水、粘聚性好、显著改善混凝土的施工性能。对于外加剂不同掺量试样强度有所不同,养护 28d 所有试样的抗压强度值都超过 C30 混凝土强度要求。随着黄石膏掺含量的增大,混凝土强度值减小。对制备的不同龄期胶砂及混凝土试块进行 XRD 分析,结果表明黄石膏—水泥复合胶凝材料的水化产物主要是 C-S-H 凝胶、钙矾石及二水石膏。

3.4 黄石膏配制混凝土的抗渗性能实验结果及分析

选取表 4 中的 3 号配合比,外加剂掺量按 1.2%、1.4%、1.6%、1.8%、2.0% 分别实验,制作圆台体试件,依据 GBJ82-85 实验方法,所有试样均符合 P12 抗渗等级要求。

4 结 论

1. 黄石膏、水泥、CJ-1 高效减水剂混合后能够作为胶凝材料,随着黄石膏掺含量的增大,胶砂强度值减小,净浆的初凝时间和终凝时间延长,标准稠度用水量略有增加。加入 10% 黄石膏、1.2% 的 CJ-1 高效减水剂的水泥胶砂抗折抗压强度均满足 P. 042.5 水泥的强度指标要求,其凝结时间及安定性合格。

2. 黄石膏、水泥、中砂、碎石、CJ-1 高效减水剂混合后可以配制合格的 C30 混凝土,随着黄石膏掺合量的增大,混凝土强度值减小。采用 30% 黄石膏、70% 水泥、1.2% ~ 2.0% CJ-1 高效减水剂配制的 C30 混凝土,其强度指标满足国标要求,抗渗性能满足 P12 抗渗等级要求;并且所配制的混凝土具有不离析、不泌水、粘聚性好、低水胶比、高工作性的特点。

3. 用黄石膏配制混凝土,既可以大量利用废渣黄石膏,又可以解决环境污染问题。

参考文献:

- [1] 刘家祥,杨儒,胡明辉. 高炉水淬渣的利用研究[J]. 矿产综合利用,2003(3):40~44.
- [2] 赵玉静,施惠生. 粉煤灰-钛石膏路基材料的研究[J]. 建筑材料学报,2000(4):328~334.
- [3] 施惠生,赵玉静,李纹纹. 钛石膏-粉煤灰-矿渣复合胶凝材料的改性研究[J]. 粉煤灰综合利用,2002(2):27~

30.

- [4] 施惠生,袁玲,赵玉静. 化工废石膏-粉煤灰复合胶凝材料的改性研究[J]. 建筑材料学报,2002,5(2):126~131.
- [5] 阎培渝,游铁. 在不同条件养护的氟石膏粉煤灰胶结材的水化硬化性能[J]. 硅酸盐学报,1998,26(6):689~694.
- [6] M Singh, M Garg. Cementitious binder from fly ash and other industrial wastes[J]. Cem Concr Res., 1999,29:309~314.
- [7] J Sun, Z Chen, X Yu, Study on cementitious material with waste red gypsum[J]. China Cem Concr Prod., 1998,2:14~17.
- [8] 孙家瑛. 废石膏改性二灰碎石基层的设计与施工工艺[J]. 中外公路,2004(5):85~87.
- [9] 孙家瑛,周承功,沈增光,于鸣. 废石膏改性粉煤灰三渣路面基层材料的研究[J]. 新型建筑材料,2003(4):13~14.

Research on Preparation of Binding Material and Concrete with Waste Sludge Yellow Gypsum

LIU Zhen-dong¹, LIU Jia-xiang¹, LEI Wen¹, LIU Jun²

(1. Beijing University of Chemical Technology, Beijing, China;

2. Henan Baililian Chemistry Co. Ltd., Jiaozuo, Henan, China)

Abstract: The binding material and concrete are prepared by waste sludge yellow gypsum, cement, stone, sand and admixture. The performances of the binding material are studied in this paper. The experimental results showed that it is feasible to prepare the binding material by using cement, yellow gypsum and superplasticizer after drying and grinding of yellow gypsum. The cement micellae compressive and bending strength of adding yellow gypsum (10 percent) can meet the standard requirements of P. 042.5, which means the binding material's set time and soundness are qualified. To prepare C30 concrete, whose impermeability meets the requirements of P12, the yellow gypsum (30 percent), cement (70 percent), CJ-1 superplasticizer (1.2 to 2.0 percent) are mixed. The research can not only massively use waste sludge yellow gypsum but also solve environmental pollution.

Key words: Yellow gypsum; Micellae; Concrete; Compressive strength; Bending strength

欢迎订阅 2008 年《湿法冶金》

《湿法冶金》(季刊)是湿法冶金技术综合性刊物。主要刊登国内外关于有色金属、稀有金属、稀散金属及贵金属的湿法冶金工艺,选矿技术,有机材料(萃取剂、离子交换树脂、絮凝剂等)合成,化工过程自动控制,化工设备、选矿设备、仪器仪表的研制及应用,水处理技术,三废治理与环境保护技术,分析(物理分析、化学分析)方法等方面的新进展、科研成果和先进技术,也报道有关科技简讯、文献综述等。

《湿法冶金》创刊于 1982 年,国内统一刊号 CN11-3012/TF,国际标准刊号 ISSN 1009-2617。2008 年定价 8.00 元/期,全年 32.00 元。全国各地邮局均可订阅,邮发代号 80-181;也可直接汇款向编辑部订阅,邮局汇款地址:北京 234 信箱《湿法冶金》编辑部,邮政编码:101149;银行汇款地址:北京工商银行通州区九棵树分理处核工业北京化工冶金研究院,帐号:0200049809008800221。电子信箱:sfyj@bricem.com.cn 联系电话:(010)51674348