

Preliminary Study on Pelletizing Process of Molecular Sieve Made from Fly Ash

Hongjian Wang

The Twenty-Seventh Middle School of Shenyang, Shenyang Liaoning
Email: wangmh@smm.neu.edu.cn

Received: Jun. 12th, 2017; accepted: Jul. 1st, 2017; published: Jul. 4th, 2017

Abstract

In this paper, silica sol and magnesium dihydrogen phosphate were used as the binder for zeolite molecular sieves to study the influence of the addition amount on the strength of molecular powder. The results show that the greater the concentration is, the greater the strength of the ball is, and the effect of magnesium dihydrogen phosphate is much better than that of silica sol as binder. When the content of magnesium dihydrogen phosphate is 6 mL/g and has been made into spherical, the strength of the product will reach the maximum height of 5.7 m, reaching the strength requirement of the molecular sieve.

Keywords

Fly Ash, Molecular Sieve, Pelletizing

粉煤灰制备分子筛的造球工艺

王泓鉴

辽宁省沈阳市第二十七中学, 辽宁 沈阳
Email: wangmh@smm.neu.edu.cn

收稿日期: 2017年6月12日; 录用日期: 2017年7月1日; 发布日期: 2017年7月4日

摘要

本论文使用硅溶胶和磷酸二氢镁作为沸石分子筛造球的粘结剂, 研究其加入量对分子筛原粉造球强度的影响。研究表明, 两者浓度越大所造球的强度越大, 磷酸二氢镁的造球效果远远好于以硅溶胶为粘结剂所制得的产物, 而且价格低廉, 是实验首选。当磷酸二氢镁加入量为6 mL/g, 并做成球形, 产品的强度则会达到最大高度5.7 m, 达到分子筛的强度要求。

关键词

粉煤灰, 分子筛, 造球

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来, 研究学者对具有特殊结构以及特殊形貌的纳米材料逐渐产生了浓厚的兴趣, 而介孔纳米材料作为纳米材料的一种因其本身具有密度低、比表面积高等优点在分离提纯、生物化工、工业催化、能源、环境以及新型组装材料等领域被广泛应用, 特别是介孔纳米材料因为在生物科学方面如蛋白质固定分离、生物芯片、生物传感器等方面具有广阔的应用前景而引起社会的广泛关注。目前为止, 研究较多的是介孔 SiO_2 球形材料, 而对于沸石分子筛球形材料的研究相对来说较少。与粉末状的介孔沸石分子筛相比, 介孔球形分子筛因具有操作简单、易于分离、比表面积大、具有空间几何超越性等特点逐渐引起人们的关注。在实际应用过程中分子筛皆被要求制成球形或一定形状, 这是因为在应用过程中需保持一定的空隙率和强度[1] [2], 一般空分用分子筛的抗压强度要大于等于 30 N/mm^2 , 这样有利于反应物与分子筛的接触, 同时有利于产物的分离。最初生产的沸石分子筛原粉样品均为粉末状, 必须经过后续加工处理在一些设备辅助下加工成型。因此, 研究开发高强度的介孔沸石分子筛的球形材料对于提高沸石分子筛的用途具有广泛的意义[3]。本文使用之前较少使用的硅溶胶和磷酸二氢镁作为粘结剂并进行了分子筛造球的研究并取得了较好效果。

2 实验部分

2.1. 实验原料及仪器。

实验试剂见表 1。

2.2. 实验步骤

首先称取一定量的已制备的沸石分子筛原粉样品, 放入研钵中充分研磨。将硅溶胶或磷酸二氢镁等粘结剂按一定比例与水混合, 并用玻璃棒充分搅拌, 搅拌均匀后将分子筛原粉样品与粘结剂充分混合并将混合后的产物放置于造球机内, 通电即可制备出球形沸石分子筛。片状分子筛则在加入粘结剂后压片而成。将不同形状分子筛放入干燥箱内烘干即可。分子筛的强度测试使用自由落体的方法, 由自由落体不碎的最高高度定义为其强度, 由高度可近似计算出单位为 N/mm^2 的强度。

3. 结果与讨论

3.1. 硅溶胶含量对球形分子筛强度的影响

分别称量五份 Y 型沸石分子筛产品, 每份质量 2 g, 并采用硅溶胶作为粘结剂, 分别加入质量分数为 100% 的硅溶胶溶液和 80% 的硅溶胶溶液。同时调节加入硅溶胶的体积, 制备成球状后以高度为标准来测量球状分子筛的强度, 以表示其粘结剂的粘结性能。图 1 则为高度与硅溶胶含量的关系曲线。

如图 1 所示, 以硅溶胶为粘结剂造球的沸石分子筛在一定范围内随着硅溶胶含量的增加其强度增大,

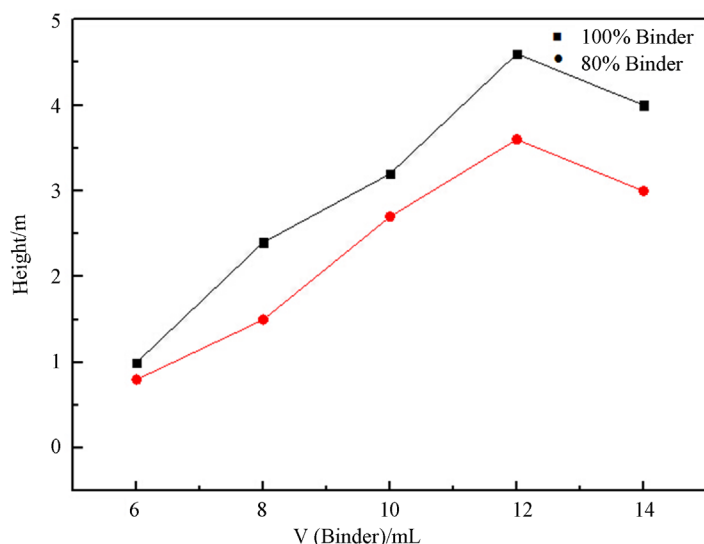


Figure 1. Effect of concentration of silica sol on strength of zeolite
图 1. 硅溶胶对球形分子筛强度的影响

Table 1. Experimental chemicals and reagents

表 1. 实验试剂及所需药品

药品名称	分子式	分子量	纯度	厂家
硅溶胶	SiO ₂	60	普纯	国药集团化学试剂有限公司
磷酸二氢镁	Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O	254	普纯	国药集团化学试剂有限公司
去离子水	H ₂ O	18	普纯	国药集团化学试剂有限公司
分子筛	--	--	--	自制

实验仪器见表 2。

Table 2. Laboratory instrument

表 2. 实验仪器

仪器名称	仪器型号	生产厂家
造球机	BW136S	巩义市予华仪器有限公司
鼓风干燥箱	DHG-9070	上海浦东革新科技仪器有限公司
分析天平	YS	沈阳宇拓衡器有限公司
马弗炉	DRZ-4	沈阳市电炉厂

但是从图中不难发现当硅溶胶含量为 14 mL 时，其强度呈现回落趋势，这是因为此时的分子筛样品与 14 mL 的硅溶胶相混合后已成液体状，当经过烘箱烘干后，其强度数值则减小。此外，由图可得，质量分数为 100% 的硅溶胶同等体积下比质量分数为 80% 的强度大，前者最高可达到 4.5 米。由此可以得出硅溶胶可以作为沸石分子筛造球的粘结剂，并且在一定范围内随着硅溶胶含量以及质量分数的增大，其强度值也呈现增强的趋势。

3.2. 磷酸二氢镁含量对球形分子筛强度的影响

实验分别称量 Y 型沸石分子筛 6 等份，每份质量 2 g。以磷酸二氢镁做为粘结剂，分别调节其浓度比例为 80% 和 100%，分别考察不同浓度比例的磷酸二氢镁的含量对沸石分子筛强度的影响，图 2 即为两

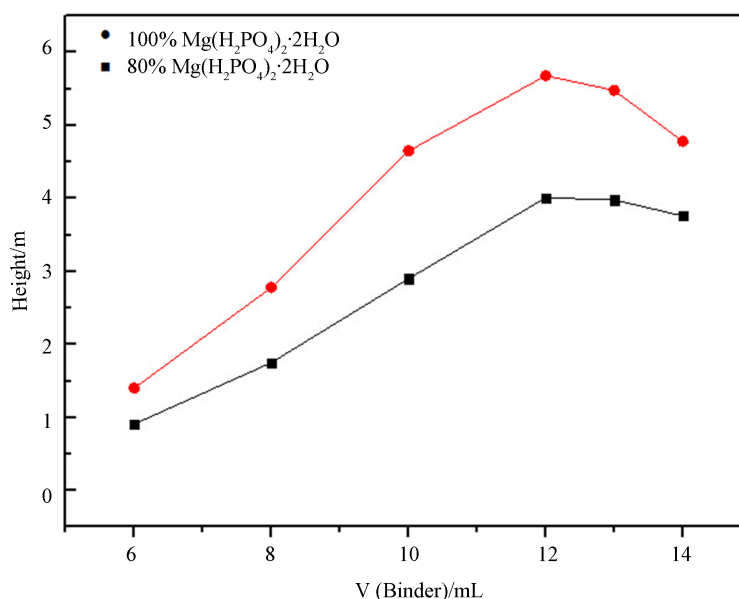


Figure 2. Effect of concentration of $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ on strength of zeolite
图 2. 磷酸二氢镁对球形分子筛强度的影响

者的关系曲线图。

由图 2 不难看出，磷酸二氢镁对球形沸石分子筛的强度有一定影响。从整体趋势上看，沸石分子筛的强度随着磷酸二氢镁含量的增加而增大，在加入量为 12 mL 时，其产物的强度达到最大值，而后皆呈现下降的趋势。但是，除此之外浓度也是强度的一个重要影响因素。由图 2 可得，当添加磷酸二氢镁的浓度为 100% 时产物的强度远大于浓度为 80% 时产物的浓度。当添加量为 12 mL 时，以 100% 磷酸二氢镁为粘结剂其强度可达到最大值 5.7 m，而以 80% 磷酸二氢镁为粘结剂其产物强度最大值仅仅达到 4 米。因此可以得出，磷酸二氢镁对球形沸石分子筛强度有一定的影响，并且浓度越大其产物的强度越大。

3.3. 不同粘结剂对分子筛强度的影响

为了考察粘结剂对沸石分子筛造球强度的影响，实验分别称量已制备出的沸石分子筛产品七等份，且每份质量 2 g。实验过程中分别采用质量分数为 100% 的磷酸二氢镁和质量分数为 100% 的硅溶胶作为粘结剂，在其它实验条件相同的情况下，分别调节两者的加入量，并对所制备的球形分子筛进行强度测试。由测试结果图 3 分析可得，当磷酸二氢镁和硅溶胶的加入量由 6 mL 逐渐增加到 12 mL 时，其产品的强度随着粘结剂的含量增加而增强。这是因为与硅溶胶粘结剂相比，磷酸二氢镁分子作为粘结剂时首先发生缩聚反应，在发生缩聚反应时分子之间彼此发生脱水反应而形成线状或网状结构，从而致使其产品的强度更大。而且，磷酸二氢镁的价格较硅溶胶较低，因此，在制作分子筛造球工艺上因磷酸二氢镁价格较硅溶胶低廉，加之具有制备出的产品强度大、低温条件下可以固化、耐水性好等特点而更被广泛关注。

3.4. 分子筛的形状对其强度的影响

分别制备了球形和片状的 Y 型分子筛，其形貌见图 4(a) 和图 4(b)。其形状与强度关系曲线见图 4(c)。

由图 4 可得，所制备的沸石分子筛的形状对其强度的影响较大。在一定范围内，随着磷酸二氢镁粘结剂的加入量增多，球形沸石分子筛和片状分子筛所承受的强度皆呈现增强的趋势。但是较球形相比较，制备成片状的沸石分子筛增强的趋势小于其球形的分子筛，但加入量大于 9 mL 时，片状的强度承受力则

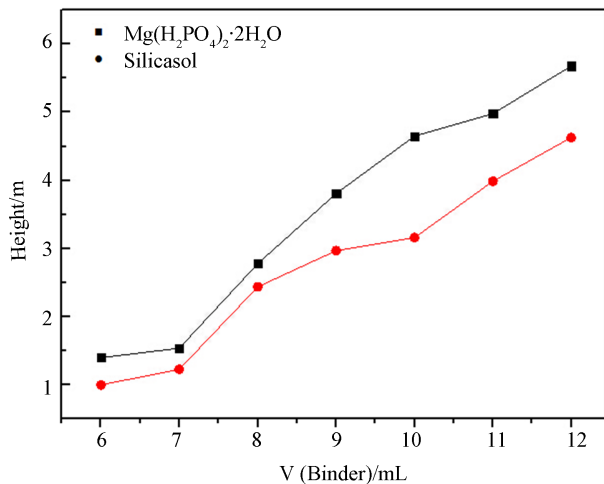
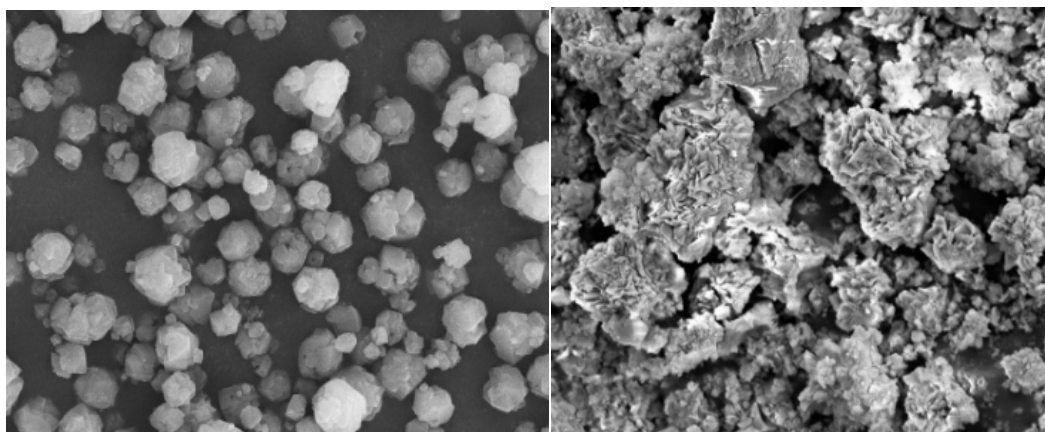
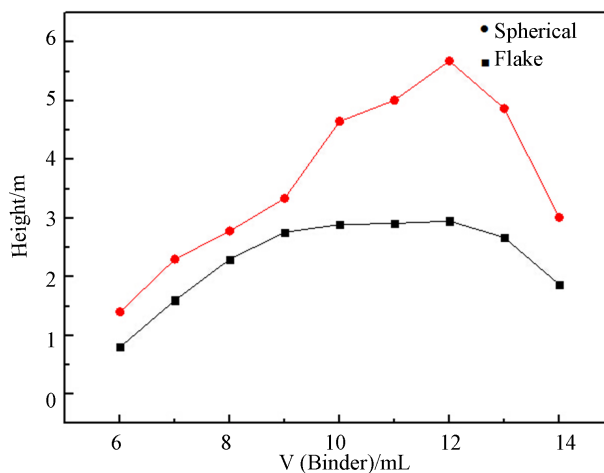


Figure 3. Effect of different binder on strength of zeolite
图 3. 不同粘结剂对分子筛强度的影响



(a)

(b)



(c)

Figure 4. Effect of shape for strength of zeolite (a) spherical zeolite; (b) flake zeolite; (c) effect of shape for zeolite free fall no broken height

图 4. 形状对分子筛强度的影响 (a) 球形分子筛; (b) 片状分子筛; (c) 形状对分子筛自由落体不碎高度的影响

出现平缓的趋势，而此时球状沸石分子筛仍然呈现较大的增长趋势。由图 2 不难发现，当所制备的是球形分子筛时其最大强度承受高度将近 6 米，而当制成的分子筛为片状时，其最大的承受高度仅不到 3 米。这是因为片状的分子筛与球状的沸石分子筛相比较，其接触面积较大，因增加了受力面积而变得更脆弱。球状的分子筛其接触面积小，而且其内部团聚粘结性能更好，因此不易破裂。故而，在工业化生产中多采用分子筛制备成球状而非片状。

4. 结论

本章主要考察粘结剂对沸石分子筛造球所起的作用以及外界因素条件的改变对分子筛结晶度的影响。实验表明硅溶胶和磷酸二氢镁都可以作为沸石分子筛造球的粘结剂，而且两者皆呈现浓度越大所造球的承受强度也越大的趋势；实验表明，磷酸二氢镁的造球效果远远好于以硅溶胶为粘结剂所制得的产物，而且价格低廉，是实验首选。实验数据表明，磷酸二氢镁加入量为 6 mL/g，并将沸石分子筛制作成球形，则产品的强度则会达到最大高度 5.7 m。

参考文献 (References)

- [1] 姜涛, 李宏煦, 黄柱成. 铁矿球团粘结剂分子结构设计的初步研究[J]. 烧结球团, 1998, 23(1): 30-35.
- [2] 刑淑建, 臧甲忠, 刘冠锋, 等. 无粘结剂 13X 分子筛吸附剂的制备及表征[J]. 工业催化, 2009, 17(S): 145-147.
- [3] 嵇建国, 冯建航, 徐元彬, 等. 用高分子共聚物作粘结剂的造球试验[J]. 烧结球团, 2008, 33(2): 30-33.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：amc@hanspub.org