



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102765958 B

(45) 授权公告日 2015. 06. 24

(21) 申请号 201210246013. 8

(22) 申请日 2012. 07. 16

(73) 专利权人 广东电网公司电力科学研究院
地址 510080 广东省广州市越秀区东风东路
水均岗 8 号

(72) 发明人 李德波

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理
有限公司 44224
代理人 王茹 曾旻辉

(51) Int. Cl.

C04B 38/00(2006. 01)

C04B 35/66(2006. 01)

G06F 19/00(2011. 01)

审查员 杨传钰

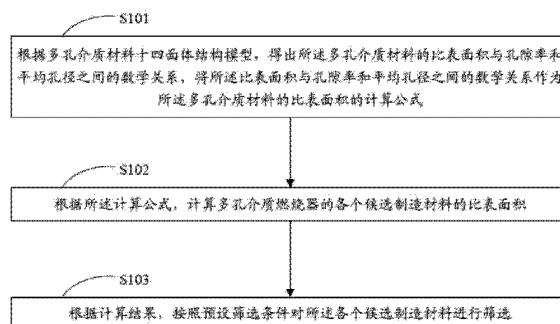
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法

(57) 摘要

本发明公开了一种多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法,包括:根据多孔介质材料十四面体结构模型,得出多孔介质材料的比表面积的计算公式;根据所述计算公式,计算多孔介质燃烧器的各个候选制造材料的比表面积;根据计算结果,按照预设筛选条件对所述各个候选制造材料进行筛选。本发明多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法,根据多孔介质材料十四面体结构模型,得出了用于计算多孔介质材料的比表面积公式。计算精度大大提高,从而使得制造多孔介质燃烧器时对候选制造材料的筛选更加准确,提高了燃烧器的燃烧效率和燃烧稳定性。



1. 一种多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法,其特征在于,包括以下步骤:

根据多孔介质材料十四面体结构模型,得出所述多孔介质材料的比表面积与孔隙率和平均孔径之间的数学关系,将所述比表面积与孔隙率和平均孔径之间的数学关系作为所述多孔介质材料的比表面积的计算公式;

根据所述计算公式,计算多孔介质燃烧器的各个候选制造材料的比表面积;

根据计算结果,按照预设筛选条件对所述各个候选制造材料进行筛选。

2. 根据权利要求 1 所述的多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法,其特征在于,所述得出多孔介质材料的比表面积的计算公式的步骤中,所述计算公式为:

$$S_v = \frac{4.121 \times (1-\varepsilon)^{0.5} \times [2.44 - 2.12 \times (1-\varepsilon)^{0.5}]^{0.5}}{d_p}$$

其中, S_v 为多孔介质材料的比表面积, ε 为多孔介质材料的孔隙率, d_p 为多孔介质材料的平均孔径。

3. 根据权利要求 1 所述的多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法,其特征在于,所述得出多孔介质材料的比表面积的计算公式的步骤中,所述计算公式为:

$$S_v = \frac{2.06(1-\varepsilon)^{0.5} [2.44 - 2.12(1-\varepsilon)^{0.5}]^{0.5} + 1.88(1-\varepsilon)^{0.5} [2.44 - 2.12(1-\varepsilon)^{0.5}]}{d_p}$$

其中, S_v 为多孔介质材料的比表面积, ε 为多孔介质材料的孔隙率, d_p 为多孔介质材料的平均孔径。

4. 根据权利要求 1 所述的多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法,其特征在于,在所述对所述各个候选制造材料进行筛选的步骤之后,包括以下步骤:

利用筛选出的满足所述预设筛选条件的候选制造材料,制造多孔介质燃烧器。

多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法

技术领域

[0001] 本发明涉及多孔介质材料技术领域,尤其涉及一种多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法。

背景技术

[0002] 多孔介质材料的孔隙率、孔密度、比表面积、通透性、导热系数等参数会对气体的内部流动、气体与固体骨架之间的对流换热、固体内部的导热与辐射传热特性产生决定性的影响,进而影响可燃气体在多孔介质内的燃烧特性。因此,多孔介质燃烧器的制造材料对燃烧器的工作性能有着重要的影响。

[0003] 在设计和制造多孔介质燃烧器时,需要掌握制造燃烧器所用的多孔介质材料的比表面积。比表面积是多孔介质材料的重要参数,其准确测量对设计和制造多孔介质燃烧器具有十分重要的意义。目前计算多孔介质材料的比表面积时,一般做法是假设多孔介质材料由均匀的球形颗粒组成或者孔隙通道为毛细管状。但这种假设往往与多孔介质材料的实际结构有很大差异,比表面积的计算结果误差较大,从而导致在根据比表面积对多孔介质燃烧器制造材料进行选择时,影响了选材精度。进而使得设计和制造出来的燃烧器存在燃烧效率低和燃烧不稳定的情况。

发明内容

[0004] 基于此,本发明提供了一种多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法。

[0005] 一种多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法,包括以下步骤:

[0006] 根据多孔介质材料十四面体结构模型,得出所述多孔介质材料的比表面积与孔隙率和平均孔径之间的数学关系,将所述比表面积与孔隙率和平均孔径之间的数学关系作为所述多孔介质材料的比表面积的计算公式;

[0007] 根据所述计算公式,计算多孔介质燃烧器的各个候选制造材料的比表面积;

[0008] 根据计算结果,按照预设筛选条件对所述各个候选制造材料进行筛选。

[0009] 与一般技术相比,本发明多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法,根据多孔介质材料十四面体结构模型,得出了用于计算多孔介质材料的比表面积公式。由于通过对多孔介质材料拓扑结构的分析和计算,十四面体结构与传统假设模型相比更接近多孔介质材料的真实结构,因此用于计算多孔介质材料的比表面积更加准确。通过本发明计算各个候选制造材料的比表面积时,计算精度大大提高,从而使得制造多孔介质燃烧器时对候选制造材料的筛选更加准确,提高了燃烧器的燃烧效率和燃烧稳定性。

附图说明

[0010] 图1是本发明多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法的流程示意图。

具体实施方式

[0011] 为进一步阐述本发明所采取的技术手段及取得的效果,下面结合附图及较佳实施例,对本发明的技术方案,进行清楚和完整的描述。

[0012] 请参阅图 1,为本发明多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法的流程示意图。本发明多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法包括以下步骤:

[0013] S101 根据多孔介质材料十四面体结构模型,得出所述多孔介质材料的比表面积与孔隙率和平均孔径之间的数学关系,将所述比表面积与孔隙率和平均孔径之间的数学关系作为所述多孔介质材料的比表面积的计算公式;

[0014] 作为其中一个实施例,根据所述多孔介质材料十四面体结构模型,得出所述多孔介质材料的比表面积与孔隙率和平均孔径之间的数学关系;

[0015] 将所述比表面积与孔隙率和平均孔径之间的数学关系作为所述多孔介质材料的比表面积的计算公式。

[0016] 对于多孔介质材料的十四面体结构模型,每个面都是由孔筋围成的通孔,长为 1,假设孔筋截面是厚度为 t 的正方形。对于开孔泡沫材料,当相对密度 $\rho^*/\rho_s < 0.2$ 时有:

$$[0017] \quad \frac{\rho^*}{\rho_s} = C \left(\frac{t}{l} \right)^2$$

[0018] 上式中,当孔穴单元是十四面体时, $C=1.06$ 。如果把孔筋看成密实的固体,相对密度和孔隙率之间满足下面的关系式:

$$[0019] \quad \varepsilon = 1 - \frac{\rho^*}{\rho_s} = 1 - 1.06 \left(\frac{t}{l} \right)^2$$

[0020] 上式可以改写成:

$$[0021] \quad t = 0.971 (1 - \varepsilon)^{0.5}$$

[0022] 该式把 t 和 1 联系起来。

[0023] 一般情况下,孔隙率和平均孔径是容易测量的量,下面就用孔隙率和平均孔径来表示多孔固体的其它几何参数。

[0024] 如上所述,认为十四面体是由 6 个正方形和 8 个六边形面围成的形体,并假设通孔是直径均匀的圆。由于每个面被 2 个孔穴单元共有,可以得到:

$$[0025] \quad 1 - \varepsilon = \frac{(A_c - A_p)t}{2 \times V_c}$$

[0026] 式中, A_c 为十四面体的总外表面积, A_p 为通孔所占总面积, V 为十四面体的体积。

[0027] 其它符号同前。根据孤立孔穴表面积和体积计算式,可得:

$$[0028] \quad 1.06 \left(\frac{t}{l} \right)^2 = \frac{(26.80l^2 - A_p)t}{2 \times 11.31l^3}$$

[0029] 整理可得:

$$[0030] \quad A_p = 26.80l^2 - 23.26 \times (1 - \varepsilon)^{0.5} l^2$$

[0031] 把通孔看成直径均匀的圆,当量直径为 d_p ,由于共有 14 个面,可得:

$$[0032] \quad d_p^2 = [2.44 - 2.12 \times (1 - \varepsilon)^{0.5}] l^2$$

[0033] 则有:

$$[0034] \quad l = \frac{d_p}{[2.44 - 2.12 \times (1 - \varepsilon)^{0.5}]^{0.5}}$$

[0035] 可进一步得到孔筋厚度的表达式：

$$[0036] \quad t = \frac{0.97 \times (1 - \varepsilon)^{0.5} d_p}{[2.44 - 2.12 \times (1 - \varepsilon)^{0.5}]^{0.5}}$$

[0037] 由于每条棱的连接因子为 3, 也即每条棱的表面积被 3 个孔穴单元共享, 则多孔介质材料的比表面积可以表示为：

$$[0038] \quad S_v = \frac{S_c}{V_c} = \frac{4tln/3}{11.31l^3} = \frac{4.121 \times (1 - \varepsilon)^{0.5} d_p^2}{[2.44 - 2.12 \times (1 - \varepsilon)^{0.5}] l^3}$$

[0039] 最后可得多孔介质材料的比表面积的一个计算公式, 也即计算公式一：

$$[0040] \quad S_v = \frac{4.121 \times (1 - \varepsilon)^{0.5} \times [2.44 - 2.12 \times (1 - \varepsilon)^{0.5}]^{0.5}}{d_p}$$

[0041] 上式中, S_v 为多孔介质材料的体积比表面积, S_c 为每个孔穴孔筋的总表面积, V_c 为每个孔穴的体积, n 为每个孤立孔穴棱的数目, 其它符号同前。

[0042] 基于十四面体模型, 更一般地, 不假定孔筋的形状, 只假设所有通孔是直径相等的圆形, 则十四面体表面积减去通孔面积后所剩下的面积可得：

$$[0043] \quad A' = 23.26 \times (1 - \varepsilon)^{0.5} l^2$$

[0044] 每个通孔周边面积为：

$$[0045] \quad A'' = \pi d_p t$$

[0046] 则体积比表面积为：

$$[0047] \quad S_v = \frac{A' + 14A''/2}{V_c}$$

[0048] 除以 2 是因为每个通孔周边面积被两个孔穴共用。结合之前推导的关系式, 可以得到多孔介质材料的比表面积的另一个计算公式, 也即计算公式二：

$$[0049] \quad S_v = \frac{2.06(1 - \varepsilon)^{0.5} [2.44 - 2.12(1 - \varepsilon)^{0.5}]^{0.5} + 1.88(1 - \varepsilon)^{0.5} [2.44 - 2.12(1 - \varepsilon)^{0.5}]}{d_p}$$

[0050] S102 根据所述计算公式, 计算多孔介质燃烧器的各个候选制造材料的比表面积；

[0051] 作为其中一个实施例, 步骤 S101 中得出的所述计算公式可为：

$$[0052] \quad S_v = \frac{4.121 \times (1 - \varepsilon)^{0.5} \times [2.44 - 2.12 \times (1 - \varepsilon)^{0.5}]^{0.5}}{d_p}$$

[0053] 也可为：

$$[0054] \quad S_v = \frac{2.06(1 - \varepsilon)^{0.5} [2.44 - 2.12(1 - \varepsilon)^{0.5}]^{0.5} + 1.88(1 - \varepsilon)^{0.5} [2.44 - 2.12(1 - \varepsilon)^{0.5}]}{d_p}$$

[0055] 其中, S_v 为多孔介质材料的比表面积, ε 为多孔介质材料的孔隙率, d_p 为多孔介质材料的平均孔径。

[0056] 流体透过法是通过测量流体透过多孔体的阻力来测算比表面积的一种方法。在层流条件下,将多孔材料中的孔道视为毛细管,粘性流体通过多孔材料的流动速度和压降之间的关系可以用下面的方程描述:

$$[0057] \quad u = \varepsilon \left(\frac{L}{L_e} \right) \frac{\varepsilon^2}{(1-\varepsilon)^2} \frac{1}{2\mu S_s^2} \frac{\Delta p}{L_e}$$

[0058] 式中, L 为多孔体厚度, L_e 为孔道的弯曲长度, S_s 为单位固体体积比表面积, 其它符号同前。

[0059] 还可写成:

$$[0060] \quad u = \frac{1}{\tau \mu S_s^2} \frac{\varepsilon^3}{(1-\varepsilon)^2} \frac{\Delta p}{L}$$

[0061] 通过理论推导和对多种材料的实验,最后可得出计算多孔材料比表面积的柯青-卡门(Kozeny-Carman)公式:

$$[0062] \quad S_s = \sqrt{\frac{\Delta p A \varepsilon^3}{\tau \mu L Q (1-\varepsilon)^2}}$$

[0063] 则有:

$$[0064] \quad S_v = S_s (1-\varepsilon) = \sqrt{\frac{\Delta p A \varepsilon^3}{\tau \mu L Q}}$$

[0065] 上式即为采用透过法计算多孔介质材料的比表面积的公式。上式中, S_s 为固体体积比表面积, S_v 为多孔体积比表面积, Δp 为流体通过试样两端的压差, A 为流体通过试样的横截面积, μ 为流体的黏度系数, L 为试样的厚度, Q 为单位时间内通过试样的流体体积, ε 为多孔体孔隙孔率, τ 为形状系数。对于范围相当广的颗粒, τ 取 5; 对于圆柱形物体填充体, τ 在 4 至 6 之间。

[0066] 利用上式所述的透过法计算公式对多孔介质材料的比表面积进行计算,并和前文得出的比表面积的计算公式一和计算公式二的计算结果进行比较。比较结果如表 1 所示。

[0067] 可见,透过法得出的比表面积结果和本发明得出的计算公式一和二的计算结果相当一致,验证了本发明得出的比表面积计算公式的有效性。

[0068] 表 1 透过法得出的比表面积与本发明计算公式的比较

规格	比表面积 ($\times 10^{-3} \text{m}^2/\text{m}^3$)	计算误差	
		计算公式一	计算公式二
10PPI	1.30	5.28%	3.00%
[0069] 20PPI	1.96	1.00%	7.65%
30PPI	2.53	9.00%	5.00%
40PPI	2.82	5.30%	2.80%

[0070] S103 根据计算结果,按照预设筛选条件对所述各个候选制造材料进行筛选。

[0071] 作为其中一个实施例,可利用筛选出的满足所述预设筛选条件的候选制造材料,制造多孔介质燃烧器。

[0072] 与一般技术相比,本发明多孔介质燃烧器制造材料的筛选方法,根据多孔介质材料十四面体结构模型,得出了用于计算多孔介质材料的比表面积的公式。由于通过对多孔介质材料拓扑结构的分析和计算,十四面体结构与传统假设模型相比更接近多孔介质材料的真实结构,因此用于计算多孔介质材料的比表面积更加准确。通过本发明计算各个候选制造材料的比表面积时,计算精度大大提高,从而使得制造多孔介质燃烧器时对候选制造材料的筛选更加准确,提高了燃烧器的燃烧效率和燃烧稳定性。

[0073] 本发明提出的多孔介质材料比表面积的计算公式,可以应用于材料领域中多孔材料结构的定量描述和表征;应用于煤矿领域低浓度瓦斯气体的综合利用,对于节约能源和保护环境具有十分重要的意义;应用于多孔介质燃烧器设计、制造领域,提高多孔介质燃烧器燃烧效率。

[0074] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

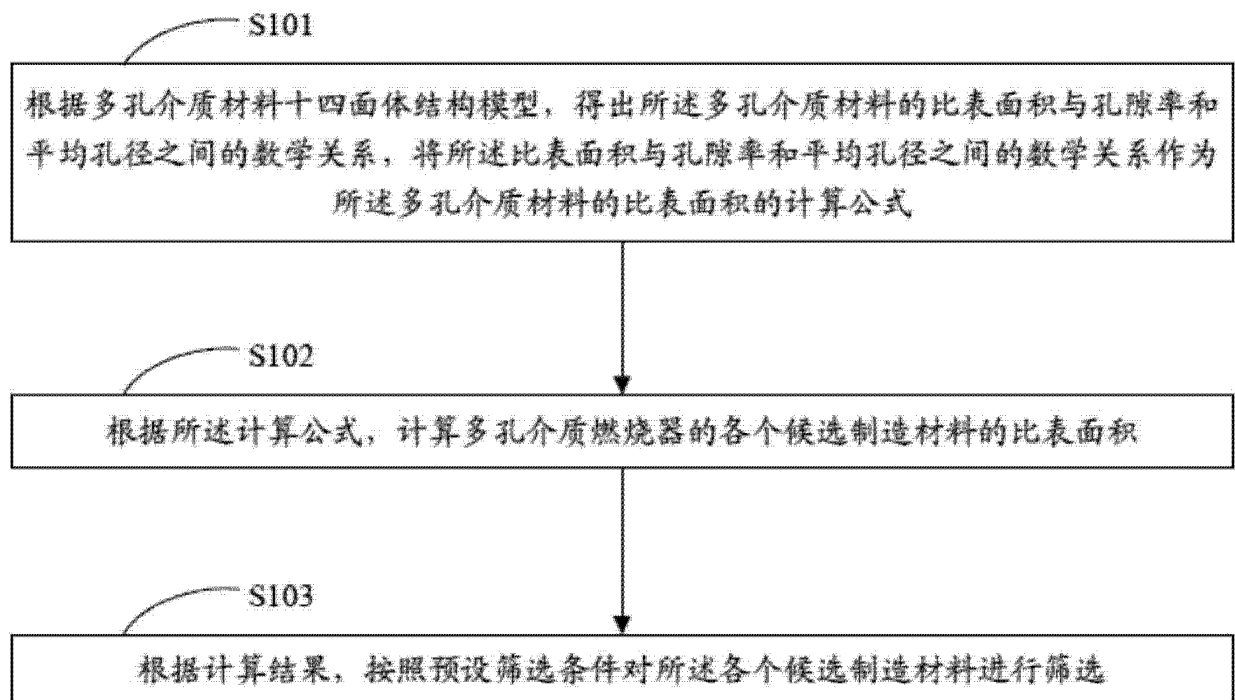


图 1