

规整结构催化剂及其制备方法和烟气同时脱 SO_x 和 NO_x 的方法

技术领域

本发明涉及一种能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂及其制备方法

5 其制备方法和烟气同时脱 SO_x 和 NO_x 的方法。

背景技术

催化裂化反应过程中，由于烃的反应导致焦炭在催化剂上沉积，使催化剂活性下降。含焦炭的催化剂经汽提段脱去吸附在催化剂上的烃后，被输送到再生器。在再生器中含焦炭的催化剂在高温下与空气充分接触，

10 催化剂表面焦炭被烧掉，使催化剂活性得以复原。在催化剂烧炭时会生成 SO_x 和 NO_x 等，这些气体被排放到空气中对大气造成污染。随着环保要求越来越严格，对烟气污染物的排放标准越来越严格。

降低催化裂化再生烟气的主要技术措施包括：再生器优化，烟气后处理和使用助剂。后处理技术中如 SCR 工艺可利用注氨来还原 NO_x，湿

15 法脱硫技术可利用注碱来吸收 SO₂，但需要较高的设备投资，运行成本高，且出现氨逃逸、蓝烟拖尾等问题。目前主流的脱硫脱硝助剂主要是单独脱除一种烟气污染物。例如：CN1334316A 公开了一种含有镁铝尖晶石的组合物以及铈/钒的氧化物的硫转移剂，用于催化裂化烟气中脱除 SO_x。CN101311248B 提供了一种能够降低催化裂化再生烟气中 NO_x 排放的组

20 合物，用于降低催化裂化烟气中 NO_x。

此外，上述工艺及专利文献在单独脱除再生烟气中 SO_x 或 NO_x 时，具有较好的脱除效果，但不能同时脱除氮氧化物与硫氧化物。

发明内容

本发明的目的是为了克服现有技术存在的上述问题，提供一种能够

25 同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂及其制备方法和催化裂化再生烟气同时脱 SO_x 和 NO_x 的方法。采用本发明提供的催化剂能够降低其添加总量，增强助剂的减排效果。

为了实现上述目的，本发明第一方面提供一种能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂，该催化剂包括规整结构载体和分布在规整

30 结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为 1-50 重量%，所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分，其中，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所

述基质的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，50-95 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，5-50 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.01-2 重量%的贵金属组分。

在本发明中，在没有相反教导的情况下，“以所述催化剂的总重量为基准”意指所述催化剂的总重量为 100 重量%；“以所述活性组分涂层的总重量为基准”意指所述活性组分涂层的总重量为 100 重量%；当涉及所述活性金属组分的组成含量时，是以所述活性金属组分的总重量为 100 重量%为基准的。

本发明第二方面提供一种能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂的制备方法，该方法包括以下步骤：

(1)配制含有稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体和选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体的溶液；

(2)将步骤(1)所述溶液与共沉淀剂进行共沉淀反应，然后对得到的固体产物进行干燥和焙烧，得到活性金属组分前驱体；

(3)将活性金属组分前驱体、基质源和水混合打浆，得到活性组分涂层浆液；

(4)用所述活性组分涂层浆液涂覆规整结构载体并进行干燥和焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的部分活性组分的涂层，得到催化剂半成品；

(5)用含有贵金属组分前驱体的溶液浸渍步骤(4)得到的所述催化剂半成品，然后进行干燥和/或焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层；

其中，稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体、选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为 1-50 重量%，所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分，其中，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，50-95

重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，5-50 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.01-2 重量%的贵金属组分。

本发明第三方面提供一种催化裂化再生烟气同时脱 SO_x 和 NO_x 的方法，该方法包括：在脱 SO_x 和 NO_x 的条件下，将催化裂化再生烟气与催化剂接触，所述催化剂为本发明第一方面所述的能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂或者第二方面所述的制备方法制得的能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂。

本发明从组合脱除 SO_x 和 NO_x 的目的出发，开发了一种组合脱除烟气污染物的新型催化剂。本发明提供的能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂组合脱除污染物的活性高，制备方法简单，能够有效的降低催化裂化再生烟气中 SO_x 和 NO_x 的排放。本发明提供的催化剂为规整材料，可以放入烟气通道直接使用。另外，采用本发明提供的催化剂能够降低其添加总量，增强助剂的减排效果，大幅提高助剂技术的竞争力。

具体实施方式

在本文中所披露的范围的端点和任何值都不限于该精确的范围或值，这些范围或值应当理解为包含接近这些范围或值的值。对于数值范围来说，各个范围的端点值之间、各个范围的端点值和单独的点值之间，以及单独的点值之间可以彼此组合而得到一个或多个新的数值范围，这些数值范围应被视为在本文中具体公开。

本发明中，所使用的术语“规整结构催化剂”是指包括规整结构载体和分布在载体内表面和/或外表面的活性组分涂层的催化剂；“规整结构载体”为具有规整结构的载体。

本发明第一方面提供一种能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂，该催化剂包括规整结构载体和分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为 1-50 重量%，所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分，其中，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，50-95 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，5-50 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和

IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.01-2 重量%的贵金属组分。

本发明提供的规整结构催化剂中，特定种类和含量的活性组分以活性金属组分涂层形式存在于规整结构载体内表面和/或外表面，涂层中活性金属分散度较高，降低 SO_x 和 NO_x 的活性明显提高。

根据本发明的一种优选实施方式，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为 5-40 重量%，优选为 10-35 重量%。

根据本发明提供的规整结构催化剂，优选地，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为 40-90 重量%，所述活性金属组分的含量为 10-60 重量%；进一步优选地，所述基质的含量为 50-80 重量%，所述活性金属组分的含量为 20-50 重量%。

根据本发明提供的规整结构催化剂，优选地，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，60-90 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，10-40 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.02-1.5 重量%的贵金属组分。

更进一步优选地，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，65-85 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，15-35 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.03-1.2 重量%的贵金属组分。

根据本发明的一种优选实施方式，所述活性金属组分中同时含有稀土族金属组分和 IIA 族金属组分。在该种优选实施方式下，更有利于提高催化剂的同时脱除烟气中 SO_x 和 NO_x 的能力。进一步优选地，以所述活性金属组分的总量为基准，稀土族金属组分的含量为 30-80 重量%，进一步优选为 40-75 重量%；所述 IIA 族金属组分的含量为 5-40 重量%，进一步优选为 10-30 重量%。

根据本发明的一种优选实施方式，所述活性金属组分中同时含有选自 VB、VIII、IB、IIB 族的一种或几种的非贵金属组分以及 VIIB 族非贵金属组分。在该种优选实施方式下，更有利于提高催化剂的同时脱除烟气中 SO_x 和 NO_x 的能力。进一步优选地，以所述活性金属组分的总量为基准，VB、VIII、IB、IIB 族的一种或几种的非贵金属组分的含量为 3-30 重量%，优选为 5-20 重量%；所述 VIIB 族非贵金属组分的含量为 3-20

重量%，优选为 5-15 重量%。

根据本发明的一种特别优选的实施方式，镧与钴的摩尔比为 (0.5-15):1，例如(1-10):1，或(1-6):1，(2-5):1，或(2.5-3.5):1，或(2.6-3.4):1，或(2.7-3.3):1，或(2.8-3.2):1，或(2.9-3.1):1，或(2.95-3.05):1。采用该种优选实施方式更有利于提高催化剂的组合脱除 SO_x 和 NO_x 的性能。

本发明中，规整结构催化剂中各组分含量均采用 X 射线荧光光谱分析方法(石油化工分析方法(RIPP 实验方法),杨翠定等编,科学出版社 1990 年出版)测得。

本发明中，采用 Siemens D5005 衍射仪，对催化剂样品进行粉末 X 射线衍射(XRD)分析，其中在 40 kV、40 mA 条件下产生 CuKα($\lambda=0.15418\text{nm}$)辐射,经 Ni 过滤。衍射信号记录在 205~70°范围内,步长 0.02°。

根据本发明，常规定义的稀土族金属均可用于本发明，为了进一步提高所述规整结构催化剂的同时脱 SO_x 和 NO_x 的性能，优选所述稀土族金属组分选自镧、铈、镨和钕中的一种或几种，更优选为镧和/或铈，更优选为镧。

根据本发明，所述 IIA 族金属组分选自铍、镁、钙、锶和钡中的一种或几种，优选为镁。

根据本发明，所述 VB 族非贵金属组分可以选自钒、铌和钽中的至少一种；优选情况下，所述 VIIB 族非贵金属组分为锰；所述 VIII 族非贵金属组分可以选自铁、钴和镍中的至少一种；所述 IB 族非贵金属组分可以为铜；所述 IIB 族非贵金属组分可以选自锌、镉和汞中的至少一种。

优选地，所述选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分选自锰、铁、钴、镍、铜、锌和钒中的一种或几种，更优选为钴、铁和锰中的至少一种，更进一步优选为锰、以及钴和/或铁，最优选为锰和钴。

根据本发明提供的规整结构催化剂，优选地，所述贵金属组分选自钌、铑、铼、铂、钯、银、铱和金中的一种或几种，更优选为铂、钯和铑中的一种或几种，最优选为钯。

根据本发明提供的规整结构催化剂，优选地，所述基质选自氧化铝、尖晶石、钙钛矿、氧化硅-氧化铝、沸石、高岭土、硅藻土和珍珠岩中的至少一种，优选选自氧化铝、尖晶石和钙钛矿中的至少一种，进一步优选为氧化铝、尖晶石和钙钛矿中的至少一种，更进一步优选为氧化铝。

根据本发明的规整结构催化剂，其中规整结构载体可以用于固定床反应器中提供的催化剂床层。该规整结构载体可以为整块的载体块，内部成型有中空孔道结构，孔道的内壁上可以分布催化剂涂层，孔道空间可以用作流体的流动空间。优选情况下，所述规整结构载体选自具有两
5 端开口的平行孔道结构的整体式载体。所述规整结构载体可以是截面具有蜂窝状开孔的蜂窝式规整载体(简称蜂窝载体)。

根据本发明的规整结构催化剂，优选情况下，所述规整结构载体的截面的孔密度为 10-300 孔/平方英寸，优选为 20-300 孔/平方英寸；所述规整结构载体的截面的开孔率为 20-80%，优选为 50-80%。所述孔可以为
10 规则形状，也可以为不规则形状，各个孔的形状可以相同，也可以不同，各自独立的可以为正方形、正三角形、正六边形、圆形和波纹形中的一种。

根据本发明的规整结构催化剂，优选情况下，所述规整结构载体可以选自堇青石蜂窝载体、莫来石蜂窝载体、金刚石蜂窝载体、刚玉蜂窝
15 载体、锆刚玉蜂窝载体、石英蜂窝载体、霞石蜂窝载体、长石蜂窝载体、氧化铝蜂窝载体和金属合金蜂窝载体中的至少一种。

本发明并不排除所述稀土金属元素、IIA 族金属元素和 IVB、VB、VIB、VIIB、VIII、IB、IIB 族的非贵金属元素还含有除了 La、Co、Mg 和 Mn 之外的元素，例如 Sr、Ca 和 Ni 等。

根据本发明一种特别优选的实施方式，该催化剂包括规整结构载体和分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为 10-35 重量%，所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分，其中，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为 50-80 重量%，所述活性金属组分的含量为
20 20-50 重量%，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，65-85 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，15-35 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.03-1.2 重量%的贵金属组分；所述稀土族金属组分为镧，所述 IIA 族金属组分为镁，所述选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一
30 种或几种的非贵金属组分为锰以及钴，所述贵金属组分为钯。采用该种特别优选的实施方式，将 La、Co、Mg、Mn 和贵金属作为金属元素配合使用，可大幅提高脱除 SO_x 和 NO_x 的能力，并且被催化剂吸附的 NO_x

还能促进催化剂对 SO_x 的吸收。

在本发明中，无特殊说明情况下，La 以氧化物计是指 La 以 La₂O₃ 计，Mg 以氧化物计是指 MgO 计，Co 以氧化物计是指 Co 以 Co₂O₃ 计，Mn 以氧化物计是指 MnO 计。

- 5 本发明第二方面提供一种能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂的制备方法，该方法包括以下步骤：

(1)配制含有稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体和选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体的溶液；

- 10 (2)将步骤(1)所述溶液与共沉淀剂进行共沉淀反应，然后对得到的固体产物进行干燥和焙烧，得到活性金属组分前驱体；

(3)将活性金属组分前驱体、基质源和水混合打浆，得到活性组分涂层浆液；

- 15 (4)用所述活性组分涂层浆液涂覆规整结构载体并进行干燥和焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的部分活性组分的涂层，得到催化剂半成品；

(5)用含有贵金属组分前驱体的溶液浸渍步骤(4)得到的所述催化剂半成品，然后进行干燥和/或焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层；

- 20 其中，稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体、选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为 1-50 重量%，所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分，其中，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，50-95 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，5-50 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.01-2 重量%的贵金属组分。

- 30 根据本发明提供的制备方法，稀土族金属组分、IIA 族金属组分、所述 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分以及所述贵金属组分、基质以及规整结构载体的具体种类的选择范围如上文第一

方面所述，在此不再赘述。

优选地，所述基质源为在步骤(4)的所述焙烧的条件下能够转变为基质的物质。本领域技术人员可以根据上述基质的种类进行适当的选择，本发明对此没有特别的限定。当所述基质优选为氧化铝时，所述基质源
5 可以为氧化铝的前驱体，例如所述基质源选自三水铝石、湃铝石、诺水铝石、硬水铝石、薄水铝石和拟薄水铝石中的至少一种，最优选为拟薄水铝石。

根据本发明提供的方法，当所述基质为氧化铝时，优选地，在打浆之前，对基质源进行酸化胶溶处理，所述酸化胶溶处理可以按照本领域
10 常规技术手段进行，进一步优选地，所述酸化胶溶处理使用的酸为盐酸。

本发明对所述酸化胶溶处理的条件的选择范围较宽，优选地，所述酸化胶溶处理的条件包括：酸铝比为 0.12-0.22: 1，时间为 10-40min。

在本发明中，无特殊说明情况下，所述酸铝比是指以 36 重量%的浓盐酸计的盐酸与以干基计的氧化铝的前驱体的质量比。

15 根据本发明，优选地，含有稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体和选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体可以各自独立地选自各金属组分的水溶性盐，如硝酸盐、氯化物、氯酸盐或硫酸盐等，优选为硝酸盐和/或氯化物。特别的，锰的前驱体可以为高锰酸钾和/或氯化锰。

20 本发明对步骤(1)得到所述溶液的方法没有特别的限定，只要使得各金属组分前驱体混合均匀即可。例如可以将各金属组分前驱体溶于水中，充分搅拌均匀。

根据本发明的一种优选实施方式，稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体、选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中，以所述催化剂的总重量为基准，所述
25 活性组分涂层的含量为 5-40 重量%，所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分，其中，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为 40-90 重量%，所述活性金属组分的含量为 10-60 重量%，所述活性
30 金属组分含有：1)以氧化物计，60-90 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，10-40 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.02-1.5

重量%的贵金属组分;

- 进一步优选地,稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体、选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构
- 5 催化剂中,以所述催化剂的总重量为基准,所述活性组分涂层的含量为 10-35 重量%,所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分,其中,以所述活性组分涂层的总重量为基准,所述基质的含量为 50-80 重量%,所述活性金属组分的含量为 20-50 重量%,所述活性金属组分含有: 1)以氧化物计, 65-85 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分;
- 10 2)以氧化物计, 15-35 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分; 3)以元素计, 0.03-1.2 重量%的贵金属组分。

根据本发明提供的方法,提供所述活性金属组分前驱体的方法可以选用共沉淀法,也可以选用溶胶凝胶法,更优选的为共沉淀法。但可以知晓的是,溶胶凝胶法也在本发明的保护范围之内。

- 15 本发明所述共沉淀剂的种类和用量可以按照常规技术手段进行选择,只要能够使得共沉淀反应顺利进行即可。所述共沉淀剂的种类可以为本领域的常规选择,优选地,所述共沉淀剂为碳酸盐,进一步优选选自碳酸铵、碳酸钾和碳酸钠中的至少一种,更优选为碳酸铵。

- 步骤(2)中,共沉淀剂可以以溶液的形式引入与所述溶液进行共沉淀
- 20 反应。本发明对所述溶液和共沉淀剂的溶液的浓度没有特别的限定,只要溶液浓度小于在提供所述溶液时的溶解度即可,从而确保能够充分发生所述共沉淀反应即可。

- 优选地,所述共沉淀反应在 pH 为 8-10 优选 8.5-9.5 条件下进行。所述共沉淀反应的 pH 可以通入加入酸和/或碱进行调节,对其具体种类没
- 25 有特别的限定,例如可以为氨水。对于所述共沉淀反应的温度,本发明没有特别的限定,可以在室温下进行。

根据本发明提供的方法,还包括将共沉淀反应得到的反应产物进行固液分离(例如可以为过滤或者是离心分离),以得到所述固体产物。

- 优选地,步骤(2)所述焙烧的条件包括:温度为 300-800℃,时间为
- 30 1-8h。

在本发明中,优选地,步骤(3)所述的活性组分涂层浆液的固含量为 5-45 重量%。

根据本发明提供的方法，对所述将活性金属组分前驱体、基质源和水混合打浆的方法没有特别的限定，对活性金属组分前驱体、基质源和水的加入顺序同样没有限定，只要将活性金属组分前驱体、基质源以及水接触，然后打浆得到所述浆液即可。

- 5 在本发明中，可以通过调整涂覆过程中的参数来调节活性组分涂层的含量，例如可以通过调整涂覆过程中活性组分涂层浆液、规整结构载体的用量。

- 10 本发明提供的方法中所述的涂覆可以为采用各种涂覆方法将活性组分涂层浆液涂覆在规整结构载体的内表面和/或外表面上；所述涂覆的方法可以是水涂法、浸渍法或喷淋法。涂覆的具体操作可以参照CN1199733C中所述的方法进行。在优选情况下，所述涂覆采用水涂法，涂覆过程中规整结构载体一端浸渍在活性组分涂层浆液中，另一端施加真空，使活性组分涂层浆液连续通过规整结构载体的孔道。所述通过规整结构载体孔道的活性组分涂层浆液体积可以为规整结构载体体积的
- 15 2-20 倍，施加的真空压力可以为-0.1MPa(兆帕)至-0.01MPa(兆帕)，涂覆温度可以为 10-70℃，涂覆时间可以为 0.1-300 秒。将涂覆好活性组分涂层浆液的规整结构载体进行干燥和焙烧，即可得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的部分活性组分的涂层，得到催化剂半成品。所述部分活性组分的涂层指的是在该阶段得到的催化剂半成品中不包括贵金属活
- 20 性组分，故记为部分活性组分的涂层，待步骤(5)浸渍完成后，然后进行干燥和/或焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层。

- 25 本发明步骤(5)中可以仅对浸渍所得物质进行干燥，也可以仅对浸渍所得物质进行焙烧，还可以对浸渍所得物质进行干燥后进行焙烧，本发明对此没有特别的限定，优选对浸渍所得物质进行干燥后进行焙烧。本发明对步骤(5)所述焙烧的条件没有特别的限定，可以按照本领域常规技术手段进行。例如，步骤(5)所述焙烧可以在空气或惰性气氛(例如氮气)中进行，本发明对步骤(5)所述焙烧的条件没有特别的限制，优选包括：温度为 300-700℃，时间为 0.1-5h。

- 30 本发明对步骤(2)、步骤(4)和步骤(5)所述干燥的条件没有特别的限定，可以按照本领域常规技术手段进行，例如，步骤(2)、步骤(4)和步骤(5)所述干燥的条件可以各自独立地包括：温度为 60-200℃，时间为 2-10h。

根据本发明对步骤(5)中所述浸渍没有特别的限定，可以按照本领域常规技术手段进行，本领域技术人员可以通过浸渍得到催化剂中特定贵金属含量。本发明所述浸渍可以为饱和浸渍，也可以为过量浸渍。

根据本发明，优选地，步骤(5)中，将贵金属组分前驱体在酸溶液中水解以提供所述溶液。具体地，还可以在所述水解以后，进行稀释(可以加水)或者提浓(可以进行蒸发)，然后进行所述浸渍以提供特定贵金属组分负载量的催化剂。

优选地，所述酸选自可溶于水的无机酸和/或有机酸，优选选自盐酸、硝酸、磷酸和醋酸中至少一种。

10 根据本发明，优选地，所述酸的用量使得浸渍液的 pH 值小于 6.0，优选小于 5.0。采用该种优选实施方式更有利于活性组分均匀分散及改善成品催化剂的耐磨损强度。

本发明可以通过对浸渍后得到的混合物进行过滤得到所述固体产物。所述过滤可以按照本领域常规技术手段进行。

15 本发明第三方面提供一种催化裂化再生烟气同时脱 SO_x 和 NO_x 的方法，该方法包括：在脱 SO_x 和 NO_x 的条件下，将催化裂化再生烟气与催化剂接触，所述催化剂为本发明第一方面所述的能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂或者第二方面所述的制备方法制得的能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂。本发明提供的催化剂特别适
20 合于同时含有 SO_x 和 NO_x 的催化裂化再生烟气的处理。

本发明对所述催化裂化再生烟气中，SO_x 和 NO_x 的含量选择范围较宽，只要同时含有 SO_x 和 NO_x 即有利于二者的脱除。优选地，所述催化裂化再生烟气中，SO_x 的含量为 0.001-0.5 体积%，NO_x 的含量为 0.001-0.3 体积%；进一步优选地，所述催化裂化再生烟气中，SO_x 的含量为 0.002-0.2
25 体积%，NO_x 的含量为 0.002-0.2 体积%。

优选地，所述烟气中，SO_x 与 NO_x 的体积含量比值为 1-1.4:1，优选为 1-1.2:1。该种优选实施方式更有利于提高二者的脱除效率。

本发明中，所述催化裂化再生烟气中还可以含有除了 SO_x 和 NO_x 之外的气体，包括但不限于 CO、CO₂ 和 H₂O 等。

30 根据本发明提供的方法，优选地，所述接触的条件包括：温度为 300-1000℃，以表压计，反应压力为 0-0.5MPa，催化裂化再生烟气体积空速为 200-20000 h⁻¹；进一步优选地，温度为 450-750℃，以表压计，反

应压力为 0.05-0.3MPa，催化裂化再生烟气体积空速为 1000-10000 h⁻¹。

根据本发明提供的方法，优选地，所述接触在旋风分离器后和/或 CO 焚烧炉后设置的烟气通道中进行。完全再生过程中，再生器出口的旋风分离器后，烟气中 SO_x 和 NO_x 浓度高且催化剂细粉颗粒物少，温度高利于提高反应转化率，颗粒物少则不易堵塞孔道，基于此，优选地，完全再生烟气与催化剂所述接触在旋风分离器后设置的烟气通道中进行，以同时催化转化 SO_x 和 NO_x；不完全再生过程中，由于烟气中过剩氧含量低，CO 浓度高，再生器出口烟气中 NO_x 浓度很低，而还原态氮化物如 NH₃、HCN 等浓度较高。这些还原态氮化物随着烟气向下游流动，在用于回收能量的 CO 焚烧炉中，若被充分氧化，则生成 NO_x。基于此，优选地，不完全再生烟气与催化剂所述接触在 CO 焚烧炉和/或 CO 焚烧炉后设置的烟气通道中进行，以同时催化转化 SO_x 和 NO_x。

本发明对所述 CO 焚烧炉没有特别的限定，可以使用本领域常规使用的各种 CO 焚烧炉，例如立式 CO 焚烧炉或卧式 CO 焚烧炉。

在本发明中，所述旋风分离器优选为三级旋风分离器。

优选情况下，所述规整结构催化剂以催化剂床层的形式存在。本发明提供的方法中，规整结构催化剂可以作为固定的催化剂床层设置在旋风分离器后和/或 CO 焚烧炉后设置的烟气通道中，流动的催化裂化再生烟气可以流动通过规整结构催化剂床层，即可以流动通过规整结构载体内的孔道，与孔道壁上分布的活性组分涂层发生反应。

本发明还提供了下述技术方案：

1、一种能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂，该催化剂包括规整结构载体和分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为 1-50 重量%，所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分，其中，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，50-95 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，5-50 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.01-2 重量%的贵金属组分。

2、根据前述技术方案中任一项所述的规整结构催化剂，其中，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为 5-40 重

量%;

和/或, 以所述活性组分涂层的总重量为基准, 所述基质的含量为 40-90 重量%, 所述活性金属组分的含量为 10-60 重量%;

和/或, 所述活性金属组分含有: 1)以氧化物计, 60-90 重量%的选自
5 稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分; 2)以氧化物计, 10-40 重量
%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分;
3)以元素计, 0.02-1.5 重量%的贵金属组分;

优选地,

以所述催化剂的总重量为基准, 所述活性组分涂层的含量为 10-35
10 重量%;

和/或, 以所述活性组分涂层的总重量为基准, 所述基质的含量为 50-80 重量%, 所述活性金属组分的含量为 20-50 重量%;

和/或, 所述活性金属组分含有: 1)以氧化物计, 65-85 重量%的选自
稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分; 2)以氧化物计, 15-35 重量
15 %的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分;
3)以元素计, 0.03-1.2 重量%的贵金属组分。

3、根据前述技术方案中任一项所述的规整结构催化剂, 其中, 所述
基质选自氧化铝、尖晶石、钙钛矿、氧化硅-氧化铝、沸石、高岭土、硅
藻土和珍珠岩中的至少一种, 优选选自氧化铝、尖晶石和钙钛矿中的至
20 少一种, 进一步优选为氧化铝;

优选地, 所述规整结构载体选自具有两端开口的平行孔道结构的整体式载体;

优选地, 所述规整结构载体的截面的孔密度为 10-300 孔/平方英寸, 开孔率为 20-80%;

25 优选地, 所述规整结构载体选自堇青石蜂窝载体、莫来石蜂窝载体、金刚石蜂窝载体、刚玉蜂窝载体、锆刚玉蜂窝载体、石英蜂窝载体、霞石蜂窝载体、长石蜂窝载体、氧化铝蜂窝载体和金属合金蜂窝载体中的至少一种。

4、根据前述技术方案中任一项所述的规整结构催化剂, 其中,
30 所述稀土族金属组分选自镧、铈、镨和钕中的一种或几种, 优选为镧和/或铈, 更优选为镧;

所述 IIA 族金属组分选自铍、镁、钙、锶和钡中的一种或几种, 优选

为镁；

所述选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分选自锰、铁、钴、镍、铜、锌和钒中的一种或几种，优选为钴、铁和锰中的至少一种，进一步优选为锰、以及钴和/或铁，更进一步优选为锰和钴；

所述贵金属组分选自钌、铑、铈、铂、钯、银、铱和金中的一种或几种，优选为铂、钯和铑中的一种或几种，更优选为钯。

5、根据前述技术方案中任一项所述的规整结构催化剂，其中，基于所述活性金属组分的总量，以氧化物计，选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分的含量与选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分的含量的比值为 1-8，优选地 1.5-6，更优选地 2-4。

6、根据前述技术方案中任一项所述的规整结构催化剂，其中，所述活性金属组分含有或由以下组分：

1a)以氧化物计，选自稀土族的一种或几种的金属组分；优选地，镧；
1b)以氧化物计，选自 IIA 族的一种或几种的金属组分；优选地，镁；
2a)以氧化物计，选自 VB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；优选地，钴；

2b)以氧化物计，选自 VIIB 族的一种或几种的非贵金属组分；优选地，锰；

3)以元素计，选自铂、钯和铑中的一种或几种；优选地，钯。

7、根据技术方案 6 所述的规整结构催化剂，其中，基于 100 重量%的所述活性金属组分的总量计，

1a)的含量为 30-80 重量%，例如，35-75 重量%，或 40-70 重量%，
1b)的含量为 5-40 重量%，例如 10-30 重量%，
2a)的含量为 5-40 重量%，例如 3-30 重量%，或 5-20 重量%，
2b)的含量为 3-20 重量%，例如 5-15 重量%，
c)的含量为 0.01-0.2 重量%。

8、根据技术方案 6 所述的规整结构催化剂，其中，

钨与钴的摩尔比为(0.5-15):1，例如(1-10):1，或(1-6):1，(2-5):1，或(2.5-3.5):1，或(2.6-3.4):1，或(2.7-3.3):1，或(2.8-3.2):1，或(2.9-3.1):1，或(2.95-3.05):1。

9、根据前述技术方案中任一项所述的催化剂，其中所述催化剂在粉

末 XRD 谱中在 $2\theta=33.0^{\circ}\pm 0.1^{\circ}$ 、 $33.5^{\circ}\pm 0.1^{\circ}$ 和 $47.5^{\circ}\pm 0.1^{\circ}$ 处以及在 $27.0^{\circ}\pm 0.1^{\circ}$ 、 $28.0^{\circ}\pm 0.1^{\circ}$ 和 $39.5^{\circ}\pm 0.1^{\circ}$ 处具有特征峰。

10、根据前述技术方案中任一项所述的催化剂，其中所述催化剂是经暴露于含 SO_2 的气氛处理过的；

5 例如，所述催化剂是经暴露于含 SO_2 的气氛处理过的，其中含 SO_2 的气氛的温度为 $350-1000^{\circ}\text{C}$ ，压力为 $0-8\text{ MPa}$ ， SO_2 的含量为 $0.001-100$ 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO_2 的气氛达至少 1 分钟处理过的，其中含 SO_2 的气氛的温度为 $400-900^{\circ}\text{C}$ ，压力为 $0-5\text{ MPa}$ ， SO_2 的含量为 $0.001-5$ 10 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO_2 的气氛达至少 1 分钟处理过的，其中含 SO_2 的气氛的温度为 $450-900^{\circ}\text{C}$ ，压力为 $0-5\text{ MPa}$ ， SO_2 的含量为 $0.001-5$ 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO_2 的气氛达至少 1 分钟处理过的，其中 15 含 SO_2 的气氛的温度为 $500-900^{\circ}\text{C}$ ，压力为 $0-5\text{ MPa}$ ， SO_2 的含量为 $0.001-5$ 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO_2 的气氛达至少 1 分钟处理过的，其中含 SO_2 的气氛的温度为 $550-900^{\circ}\text{C}$ ，压力为 $0-5\text{ MPa}$ ， SO_2 的含量为 $0.001-5$ 体积%；或

20 所述催化剂是经暴露于含 SO_2 的气氛达至少 1 分钟处理过的，其中含 SO_2 的气氛的温度为 $600-900^{\circ}\text{C}$ ，压力为 $0-5\text{ MPa}$ ， SO_2 的含量为 $0.001-5$ 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO_2 的气氛达至少 1 分钟处理过的，其中含 SO_2 的气氛的温度为 $650-900^{\circ}\text{C}$ ，压力为 $0-5\text{ MPa}$ ， SO_2 的含量为 $0.001-5$ 25 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO_2 的气氛达至少 1 分钟处理过的，其中含 SO_2 的气氛的温度为 $400-800^{\circ}\text{C}$ ，压力为 $0-5\text{ MPa}$ ， SO_2 的含量为 $0.001-5$ 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO_2 的气氛达至少 1 分钟处理过的，其中 30 含 SO_2 的气氛的温度为 $450-800^{\circ}\text{C}$ ，压力为 $0-5\text{ MPa}$ ， SO_2 的含量为 $0.001-5$ 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO_2 的气氛达至少 1 分钟处理过的，其中

含 SO₂ 的气氛的温度为 500-800℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 550-800℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 600-900℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中 10 含 SO₂ 的气氛的温度为 650-900℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 400-750℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中 15 含 SO₂ 的气氛的温度为 450-750℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 500-750℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 20 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 550-750℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中 25 含 SO₂ 的气氛的温度为 600-750℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 650-750℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中 30 含 SO₂ 的气氛的温度为 400-700℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 450-700℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中
5 含 SO₂ 的气氛的温度为 500-700℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 550-700℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

10 所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 600-700℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达至少 1 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 650-700℃, 压力为 0-5 MPa, SO₂ 的含量为 0.001-5
15 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 400-900℃, 压力为 0-2 MPa, SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的, 其中
20 含 SO₂ 的气氛的温度为 450-900℃, 压力为 0-2 MPa, SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 500-900℃, 压力为 0-2 MPa, SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%; 或

25 所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 550-900℃, 压力为 0-2 MPa, SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 600-900℃, 压力为 0-2 MPa, SO₂ 的含量为 0.01-1
30 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 650-900℃, 压力为 0-2 MPa, SO₂ 的含量为 0.01-1

体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 400-800℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%；或

- 5 所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 450-800℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%；或

- 所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 500-800℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 10 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 550-800℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%；或

- 所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 600-800℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 15 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 650-800℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%；或

- 20 所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 400-750℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%；或

- 所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 450-750℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 25 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 500-750℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%；或

- 所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 550-750℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 30 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中

含 SO₂ 的气氛的温度为 600-750℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 650-750℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 5 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 400-700℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中 10 含 SO₂ 的气氛的温度为 450-700℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 500-700℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中 15 含 SO₂ 的气氛的温度为 550-700℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 600-700℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 20 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 30-480 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 650-700℃，压力为 0-2 MPa，SO₂ 的含量为 0.01-1 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的，其中 25 含 SO₂ 的气氛的温度为 400-900℃，压力为 0-0.5 MPa，SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的，其中含 SO₂ 的气氛的温度为 450-900℃，压力为 0-0.5 MPa，SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的，其中 30 含 SO₂ 的气氛的温度为 500-900℃，压力为 0-0.5 MPa，SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%；或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 550-900℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中
5 含 SO₂ 的气氛的温度为 600-900℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 650-900℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

10 所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 400-800℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 450-800℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为
15 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 500-800℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中
20 含 SO₂ 的气氛的温度为 550-800℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 600-800℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

25 所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 650-800℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 400-750℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为
30 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 450-750℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为

0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 500-750℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

5 所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 550-750℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 600-750℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为
10 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 650-750℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中
15 含 SO₂ 的气氛的温度为 650-750℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 400-700℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

20 所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 450-700℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 500-700℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为
25 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中含 SO₂ 的气氛的温度为 550-700℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中
30 含 SO₂ 的气氛的温度为 600-700℃, 压力为 0-0.5 MPa, SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%; 或

所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛达 60-120 分钟处理过的, 其中

含 SO₂ 的气氛的温度为 650-700℃，压力为 0-0.5 MPa，SO₂ 的含量为 0.02-0.5 体积%。

11、根据前述技术方案中任一项所述的催化剂，其中所述催化剂是经暴露于含 SO₂ 的气氛处理过的，所述催化剂在粉末 XRD 谱中在
5 2θ=28.6°±0.1°、30.0°±0.1°以及 50.4°±0.1°处具有特征峰。

12、一种能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂的制备方法，该方法包括以下步骤：

(1)配制含有稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体和选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体的
10 溶液；

(2)将步骤(1)所述溶液与共沉淀剂进行共沉淀反应，然后对得到的固体产物进行干燥和焙烧，得到活性金属组分前驱体；

(3)将活性金属组分前驱体、基质源和水混合打浆，得到活性组分涂层浆液；

15 (4)用所述活性组分涂层浆液涂覆规整结构载体并进行干燥和焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的部分活性组分的涂层，得到催化剂半成品；

(5)用含有贵金属组分前驱体的溶液浸渍步骤(4)得到的所述催化剂半成品，然后进行干燥和/或焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外
20 表面的活性组分涂层；

其中，稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体、选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为 1-50 重量%，所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分，其中，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，50-95 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，5-50 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非
25 贵金属组分；3)以元素计，0.01-2 重量%的贵金属组分。

13、根据前述技术方案中任一项所述的制备方法，其中，稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体、选自 VB、VIIB、VIII、IB 和

IIB族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为5-40重量%，所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分，其中，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为40-90重量%，所述活性金属组分的含量为10-60重量%，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，60-90重量%的选自稀土族和/或IIA族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，10-40重量%的选自VB、VIIB、VIII、IB和IIB族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.02-1.5重量%的贵金属组分；

10 优选地，

稀土族和/或IIA族的一种或几种的金属组分前驱体、选自VB、VIIB、VIII、IB和IIB族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为10-35重量%，所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分，其中，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为50-80重量%，所述活性金属组分的含量为20-50重量%，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，65-85重量%的选自稀土族和/或IIA族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，15-35重量%的选自VB、VIIB、VIII、IB和IIB族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.03-1.2重量%的贵金属组分。

14、根据前述技术方案中任一项所述的制备方法，其中，稀土族和/或IIA族的一种或几种的金属组分前驱体、选自VB、VIIB、VIII、IB和IIB族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中，

25 基于所述活性金属组分的总量，以氧化物计，选自稀土族和/或IIA族的一种或几种的金属组分的含量与选自VB、VIIB、VIII、IB和IIB族的一种或几种的非贵金属组分的含量的比值为1-8，优选地1.5-6，更优选地2-4。

15、根据前述技术方案中任一项所述的制备方法，其中，稀土族和/或IIA族的一种或几种的金属组分前驱体、选自VB、VIIB、VIII、IB和IIB族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中，

所述活性金属组分含有或由以下组分:

1a)以氧化物计,选自稀土族的一种或几种的金属组分;优选地,镧;

1b)以氧化物计,选自 IIA 族的一种或几种的金属组分;优选地,镁;

2a)以氧化物计,选自 VB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分;优选地,钴;

2b)以氧化物计,选自 VIIB 族的一种或几种的非贵金属组分;优选地,锰;

3)以元素计,选自铂、钯和铑中的一种或几种;优选地,钯;

优选地,基于 100 重量%的所述活性金属组分的总量计,

10 1a)的含量为 30-80 重量%,例如,35-75 重量%,或 40-70 重量%,

1b)的含量为 5-40 重量%,例如 10-30 重量%,

2a)的含量为 5-40 重量%,例如 3-30 重量%,或 5-20 重量%,

2b)的含量为 3-20 重量%,例如 5-15 重量%,

c)的含量为 0.01-0.2 重量%;和/或

15 优选地,镧与钴的摩尔比为(0.5-15):1,例如(1-10):1,或(1-6):1,
(2-5):1,或(2.5-3.5):1,或(2.6-3.4):1,或(2.7-3.3):1,或(2.8-3.2):1,或
(2.9-3.1):1,或(2.95-3.05):1。

16、根据前述技术方案中任一项所述的制备方法,其中,所述基质源为在步骤(4)的所述焙烧的条件下能够转变为基质的物质;

20 所述基质选自氧化铝、尖晶石、钙钛矿、氧化硅-氧化铝、沸石、高岭土、硅藻土和珍珠岩中的至少一种,优选选自氧化铝、尖晶石和钙钛矿中的至少一种,进一步优选为氧化铝;

优选地,所述规整结构载体选自具有两端开口的平行孔道结构的整体式载体;

25 优选地,所述规整结构载体的截面的孔密度为 10-300 孔/平方英寸,开孔率为 20-80%;

优选地,所述规整结构载体选自堇青石蜂窝载体、莫来石蜂窝载体、金刚石蜂窝载体、刚玉蜂窝载体、锆刚玉蜂窝载体、石英蜂窝载体、霞石蜂窝载体、长石蜂窝载体、氧化铝蜂窝载体和金属合金蜂窝载体中的
30 至少一种。

17、根据前述技术方案中任一项所述的制备方法,其中,

所述稀土族金属组分选自镧、铈、镨和钕中的一种或几种,优选为

镧和/或铈，更优选为镧；

所述 IIA 族金属组分选自铍、镁、钙、锶和钡中的一种或几种，优选为镁；

所述选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分选自锰、铁、钴、镍、铜、锌和钒中的一种或几种，优选为钴、铁和锰中的至少一种，更优选为锰、以及钴和/或铁，更进一步优选为锰和钴；

所述贵金属组分选自钨、铼、铈、铂、钯、银、铱和金中的一种或几种，优选为铂、钯和铈中的一种或几种，更优选为钯。

18、根据前述技术方案中任一项所述的制备方法，其中，含有稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体和选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体各自独立地选自各金属组分的硝酸盐和/或氯化物；

优选地，所述共沉淀剂为碳酸盐，进一步优选选自碳酸铵、碳酸钾和碳酸钠中的至少一种；

15 优选地，所述共沉淀反应在 pH 为 8-10 条件下进行；

优选地，步骤(2)所述焙烧的条件包括：温度为 300-800℃，时间为 1-8h。

19、根据前述技术方案中任一项所述的制备方法，其中，步骤(3)所述活性组分涂层浆液的固含量为 5-45 重量%；

20 优选地，步骤(4)所述焙烧的条件包括：温度为 300-800℃，时间为 1-5h；

优选地，步骤(5)中，将贵金属组分前驱体在酸溶液中水解以提供所述溶液；

25 优选地，所述酸选自可溶于水的无机酸和/或有机酸，优选选自盐酸、硝酸、磷酸和醋酸中至少一种；

优选地，所述酸的用量使得浸渍液的 pH 值小于 6.0，优选小于 5.0；

优选地，步骤(5)所述焙烧的条件包括：温度为 300-700℃，时间为 0.1-5h。

20、一种催化裂化再生烟气同时脱 SO_x 和 NO_x 的方法，该方法包括：
30 在脱 SO_x 和 NO_x 的条件下，将催化裂化再生烟气与催化剂接触，所述催化剂为根据前述技术方案中任一项所述的能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂或者根据前述技术方案中任一项所述的制备方法制得

的能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂;

优选地, 所述催化裂化再生烟气和规整结构催化剂的接触在催化裂化旋风分离器后和/或 CO 焚烧炉后设置的烟气通道中进行;

优选地, 所述接触的条件包括: 温度为 300-1000℃, 例如 500-800
5 ℃, 或 600-750℃, 或 625-750℃, 或 650-750℃, 或 675-750℃, 或 700-750
℃, 或 725-750℃, 或 600-725℃, 或 625-725℃, 或 650-725℃, 或 675-725
℃, 或 700-725℃, 或 600-700℃, 或 625-700℃, 或 650-700℃, 或 675-700
℃, 或 600-675℃, 或 625-675℃, 或 650-675℃, 或 600-650℃, 或 625-650
℃, 或 600-625℃, 以表压计, 反应压力为 0-4 MPa, 例如 0.01-4 MPa,
10 或 0.02-4 MPa, 或 0-0.5MPa; 催化裂化再生烟气体积空速为 100-50000 h⁻¹
或 200-20000h⁻¹, 500-10000h⁻¹, 1000-5000h⁻¹, 例如, 催化裂化再生烟气
体积空速为 200-20000 h⁻¹。

21、一种烟气同时脱 SO_x 和 NO_x 的方法, 该方法包括: 在脱 SO_x
和 NO_x 的条件下, 将烟气与催化剂接触, 所述催化剂为根据前述技术方
15 案中任一项所述的催化剂或者根据前述技术方案中任一项所述的制备方法
制得的催化剂;

优选地, 所述烟气为同时含有一定浓度的 SO_x 和 NO_x 的烟气, 包括
但不限于催化裂化再生烟气;

优选地, 所述烟气中 SO_x 和 NO_x 的体积分数分别为 1~3000 μL/L,
20 SO_x 和 NO_x 的摩尔比为 0.5:1-2:1;

优选地, 所述接触的条件包括: 温度为 300-1000℃, 例如 500-800
℃, 或 600-750℃, 或 625-750℃, 或 650-750℃, 或 675-750℃, 或 700-750
℃, 或 725-750℃, 或 600-725℃, 或 625-725℃, 或 650-725℃, 或 675-725
℃, 或 700-725℃, 或 600-700℃, 或 625-700℃, 或 650-700℃, 或 675-700
25 ℃, 或 600-675℃, 或 625-675℃, 或 650-675℃, 或 600-650℃, 或 625-650
℃, 或 600-625℃, 以表压计, 反应压力为 0-4 MPa, 例如 0.01-4 MPa,
或 0.02-4 MPa, 或 0-0.5MPa; 烟气的体积空速为 100-50000 h⁻¹ 或
200-20000h⁻¹, 500-10000h⁻¹, 1000-5000h⁻¹, 例如, 催化裂化再生烟气体
积空速为 200-20000 h⁻¹。

30 在本发明中, 对于焙烧条件不特别限制。例如, 焙烧可以在空气或
惰性气氛(例如氮气)中进行; 焙烧条件可以为: 温度为 300-900℃, 例如
400、500、600、700、800℃及这些点值中的任意两个组成的温度范围,

时间为 0.1-12h, 例如 0.1-5h。压力可以为低于常压、常压或高于常压(例如(0-5MPa))。

在本发明中, 对于干燥条件不特别限制。例如, 干燥条件可以为: 温度为 25-250℃, 时间为 0.1-12h, 压力可以为真空(例如绝对压力 0-1kPa, 5 0-5kPa, 0-10kPa, 0-20kPa, 0-30kPa, 0-40kPa, 0-50kPa, 0-60kPa, 0-70kPa, 0-80kPa, 0-90kPa, 0-100kPa)或常压(绝对压力 0.1MPa)。在本发明中, 在进行先干燥, 后焙烧的操作时, 干燥温度低于焙烧温度。

在本发明中, 无特殊说明情况下, 所述 ppm 指的是体积浓度。

在本发明中, SO_x 是指硫氧化物的混合物(例如 SO₂ 和 SO₃ 的混合物, 10 其摩尔比例不受特别限制, 如 1:10 至 10:1), NO_x 是指氮氧化物的混合物(例如 NO₂ 和 NO 的混合物, 其摩尔比例不受特别限制, 如 1:10 至 10:1)。

本发明的发明人在研究过程中发现, 将特定量的稀土族金属元素(例如 La)和第 VIII 族非贵金属(例如 Co)配合至少一种贵金属元素(例如 Pt)作为活性组分使用, 配合特定的稀土族金属与第 VIII 族非贵金属比例, 15 能够有效地同时降低烟气中 SO_x 和 NO_x 的排放。在此基础上, 引入 IIA 族金属组分(例如 Mg)和/或引入 VIIB 族金属组分(例如 Mn), 可以进一步提高催化剂组合脱除 NO_x 和 SO_x 的能力。当将本发明的催化剂与 SO₂ 接触时, 据信硫元素可以转化为不同的化合价态, 其中低价态的硫元素有利于烟气中的 NO_x 的转化, 从而整个过程可以促使 SO_x 和 NO_x 朝有 20 利于降低污染的方向转化。

以下将通过实施例对本发明进行详细描述。以下实施例中, 组分含量参数通过 X 射线荧光光谱(XRF)方法测得; 所用原料: 硝酸铜(分析纯, Aladdin Biochemical 公司)、硝酸镁(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司)、氯化钾(分析纯, 北京化工厂)、硝酸钴(分析纯, 北京伊诺凯科技有限公司)、碳酸铵(分析纯, 北京化工厂)、氨水(分析纯, 25%, 天津市大茂化学厂)、氯化钡(中国医药公司北京采购供应站), 盐酸(北京化工厂), 25 OX50-SiO₂(中石化催化剂公司)。

在以下实施例中, 催化剂中组分含量均采用 X 射线荧光光谱(XRF)法测定, 具体参见石油化工分析方法(RIPP 实验方法), 杨翠定等编, 30 科学出版社 1990 年出版。

在以下实施例中, 采用 Siemens D5005 衍射仪, 对催化剂样品进行粉末 X 射线衍射(XRD)分析, 其中在 40 kV、40 mA 条件下产生 CuKα(λ=

0.15418nm)辐射,经 Ni 过滤。衍射信号记录在 $2\theta=5\sim 70^\circ$ 范围内,步长 0.02° 。

实施例 1

在烧杯中称取 320mL 去离子水,搅拌下加入以 La_2O_3 质量计为 20g 的硝酸镧、以 MgO 质量计为 4g 的硝酸镁、以 Co_2O_3 质量计为 5g 的硝酸钴和以 MnO 质量计为 3g 的氯化锰直至完全溶解,得到非贵金属组分前驱体的溶液;称取碳酸铵 48g 溶于 200mL 去离子水中,搅拌至充分溶解,将金属硝酸盐混合溶液在搅拌状态下加入到碳酸铵溶液中,并加入一定量氨水维持溶液 pH 值在 9。将沉淀完全的混合物进行抽滤,并用去离子水淋洗,将抽滤得到的滤饼混合物在 120°C 下烘干,在空气气氛 700°C 焙烧 5 小时后,研磨得到活性金属组分前驱体。

称取以 Al_2O_3 质量计为 30g 的铝石,加入 160mL 水及 4.5g 的 36 重量%的浓盐酸,进行打浆。称取 20g 的活性金属前驱体加入到酸化后的无机氧化物基质中混合搅拌,得到活性组分涂层浆液。

将上述所得活性组分涂层浆液涂覆于 300g 的 200 孔/平方英寸的堇青石规整载体并干燥和焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层,将得到的组分在 120°C 下进行干燥、在空气气氛 700°C 下焙烧 4 小时,得到规整结构催化剂半成品。

称取钨的前驱体与稀盐酸按质量比 1:1 互溶,加去离子水稀释,配置成氯化钨溶液,按含钨质量为 0.009g 称取一定量的氯化钨溶液,将含钨溶液作为浸渍液浸渍到上述催化剂半成品,得到固体产物,然后对固体产物在 120°C 下进行干燥、在空气气氛 600°C 下焙烧 4 小时,即得到催化剂 S-1,其中,以规整结构催化剂的总重量为基准,活性组分涂层的含量为 14.3 重量%。

取一部分活性组分涂层并对其进行 XRD 分析,在 XRD 谱中,在 $2\theta=$ 约 33.0° 、约 33.5° 和约 47.5° 处以及在 $2\theta=$ 约 27.0° 、约 28.0° 和约 39.5° 处存在特征峰;

取一部分活性组分涂层并将其暴露于含 SO_2 的气氛 1 分钟,所述含 SO_2 的气氛的温度为 800°C ,压力为 0 MPa, SO_2 的含量为 0.001 体积%。在暴露于 SO_2 处理后,对该涂层进行 XRD 分析,在 XRD 谱中, 2θ 角约为 28.6° 、 30.0° 和 50.4° 处,存在特征峰。

实施例 2

在烧杯中称取 250mL 去离子水,搅拌下加入以 La_2O_3 质量计为 10g

的硝酸镧、以 MgO 质量计为 7g 的硝酸镁、以 Co_2O_3 质量计为 5g 的硝酸钴和以 MnO 质量计为 3g 的氯化锰直至完全溶解，得到非贵金属组分前驱体的溶液；称取碳酸铵 38g 溶于 150mL 去离子水中，搅拌至充分溶解，将金属硝酸盐混合溶液在搅拌状态下加入到碳酸铵溶液中，并加入一定量氨水维持溶液 pH 值在 9。将沉淀完全的混合物进行抽滤，并用去离子水淋洗，将抽滤得到的滤饼混合物在 120℃ 下烘干，在空气气氛 700℃ 焙烧 5 小时后，研磨得到活性金属组分前驱体。

称取以 Al_2O_3 质量计为 40g 的铝石，加入 180mL 水及 6g 的 36 重量 % 的浓盐酸，进行打浆。称取 10g 的活性金属前驱体加入到酸化后的无机氧化物基质中混合搅拌，得到活性组分涂层浆液。

将上述所得活性组分涂层浆液涂覆于 300g 的 200 孔/平方英寸的堇青石规整载体并干燥和焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层，将得到的组分在 120℃ 下进行干燥、在空气气氛 700℃ 下焙烧 4 小时，得到规整结构催化剂半成品。

称取钯的前驱体与稀盐酸按质量比 1:1 互溶，加去离子水稀释，配置成氯化钯溶液，按含钯质量为 0.018g 称取一定量的氯化钯溶液，将含钯溶液作为浸渍液浸渍到上述催化剂半成品，得到固体产物，然后对固体产物在 120℃ 下进行干燥、在空气气氛 600℃ 下焙烧 4 小时，即得到催化剂 S-2，其中，以规整结构催化剂的总重量为基准，活性组分涂层的含量为 14.3 重量%。

取一部分活性组分涂层并对其进行 XRD 分析，在 XRD 谱中，在 2θ 约 33.0°、约 33.5° 和约 47.5° 处以及在 2θ 约 27.0°、约 28.0° 和约 39.5° 处存在特征峰；

取一部分活性组分涂层并将其暴露于含 SO_2 的气氛 5 分钟，所述含 SO_2 的气氛的温度为 700℃，压力为 0.1 MPa， SO_2 的含量为 0.01 体积%。在暴露于 SO_2 处理后，对该涂层进行 XRD 分析，在 XRD 谱中， 2θ 角约为 28.6°、30.0° 和 50.4° 处，存在特征峰。

实施例 3

在烧杯中称取 360mL 去离子水，搅拌下加入以 La_2O_3 质量计为 25g 的硝酸镧、以 MgO 质量计为 5g 的硝酸镁、以 Co_2O_3 质量计为 2.6g 的硝酸钴和以 MnO 质量计为 3.4g 的氯化锰直至完全溶解，得到非贵金属组分前驱体的溶液；称取碳酸铵 54g 溶于 210mL 去离子水中，搅拌至充分溶

解，将金属硝酸盐混合溶液在搅拌状态下加入到碳酸铵溶液中，并加入一定量氨水维持溶液 pH 值在 9。将沉淀完全的混合物进行抽滤，并用去离子水淋洗，将抽滤得到的滤饼混合物在 120℃ 下烘干，在空气气氛 700℃ 焙烧 5 小时后，研磨得到活性金属组分前驱体。

- 5 称取以 Al_2O_3 质量计为 20g 的铝石，加入 120mL 水及 3g 的 36 重量 % 的浓盐酸，进行打浆。称取 20g 的活性金属前驱体加入到酸化后的无机氧化物基质中混合搅拌，得到活性组分涂层浆液。

将上述所得活性组分涂层浆液涂覆于 300g 的 200 孔/平方英寸的堇青石规整载体并干燥和焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层，将得到的组分在 120℃ 下进行干燥、在空气气氛 700℃
10 下焙烧 4 小时，得到规整结构催化剂半成品。

称取钬的前驱体与稀盐酸按质量比 1:1 互溶，加去离子水稀释，配置成氯化钬溶液，按含钬质量为 0.004g 称取一定量的氯化钬溶液，将含钬溶液作为浸渍液浸渍到上述催化剂半成品，得到固体产物，然后对固体
15 产物在 120℃ 下进行干燥、在空气气氛 600℃ 下焙烧 4 小时，即得到催化剂 S-3，其中，以规整结构催化剂的总重量为基准，活性组分涂层的含量为 11.8 重量%。

取一部分活性组分涂层并对其进行 XRD 分析，在 XRD 谱中，在 2θ 约 33.0°、约 33.5° 和约 47.5° 处以及在 2θ 约 27.0°、约 28.0° 和约 39.5° 处
20 存在特征峰；

取一部分活性组分涂层并将其暴露于含 SO_2 的气氛 15 分钟，所述含 SO_2 的气氛的温度为 650℃，压力为 0 MPa， SO_2 的含量为 0.001 体积%。在暴露于 SO_2 处理后，对该涂层进行 XRD 分析，在 XRD 谱中， 2θ 角约为 28.6°、30.0° 和 50.4° 处，存在特征峰。

25 实施例 4

在烧杯中称取 310mL 去离子水，搅拌下加入以 La_2O_3 质量计为 12g 的硝酸镧、以 MgO 质量计为 4g 的硝酸镁、以 Co_2O_3 质量计为 12g 的硝酸钴和以 MnO 质量计为 3g 的氯化锰直至完全溶解，得到非贵金属组分前驱体的溶液；称取碳酸铵 47g 溶于 200mL 去离子水中，搅拌至充分溶
30 解，将金属硝酸盐混合溶液在搅拌状态下加入到碳酸铵溶液中，并加入一定量氨水维持溶液 pH 值在 9。将沉淀完全的混合物进行抽滤，并用去离子水淋洗，将抽滤得到的滤饼混合物在 120℃ 下烘干，在空气气氛 700

℃焙烧 5 小时后，研磨得到活性金属组分前驱体。

称取以 Al_2O_3 质量计为 30g 的铝石，加入 160mL 水及 4.5g 的 36 重量%的浓盐酸，进行打浆。称取 20g 的活性金属前驱体加入到酸化后的无机氧化物基质中混合搅拌，得到活性组分涂层浆液。

- 5 将上述所得活性组分涂层浆液涂覆于 300g 的 200 孔/平方英寸的堇青石规整载体并干燥和焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层，将得到的组分在 120℃下进行干燥、在空气气氛 700℃下焙烧 4 小时，得到规整结构催化剂半成品。

- 称取钨的前驱体与稀盐酸按质量比 1:1 互溶，加去离子水稀释，配置成氯化钨溶液，按含钨质量为 0.009g 称取一定量的氯化钨溶液，将含钨溶液作为浸渍液浸渍到上述催化剂半成品，得到固体产物，然后对固体产物在 120℃下进行干燥、在空气气氛 600℃下焙烧 4 小时，即得到催化剂 S-4，其中，以规整结构催化剂的总重量为基准，活性组分涂层的含量为 14.3 重量%。

- 15 取一部分活性组分涂层并对其进行 XRD 分析，在 XRD 谱中，在 2θ 约 33.0°、约 33.5°和约 47.5°处以及在 2θ 约 27.0°、约 28.0°和约 39.5°处存在特征峰；

- 取一部分活性组分涂层并将其暴露于含 SO_2 的气氛 30 分钟，所述含 SO_2 的气氛的温度为 675℃，压力为 0.2 MPa， SO_2 的含量为 0.001 体积%。在暴露于 SO_2 处理后，对该涂层进行 XRD 分析，在 XRD 谱中， 2θ 角约为 28.6°、30.0°和 50.4°处，存在特征峰。

实施例 5

- 在烧杯中称取 320mL 去离子水，搅拌下加入以 La_2O_3 质量计为 20g 的硝酸镧、以 MgO 质量计为 4g 的硝酸镁、以 Co_2O_3 质量计为 5g 的硝酸钴和以 MnO 质量计为 3g 的氯化锰直至完全溶解，得到非贵金属组分前驱体的溶液；称取碳酸铵 48g 溶于 200mL 去离子水中，搅拌至充分溶解，将金属硝酸盐混合溶液在搅拌状态下加入到碳酸铵溶液中，并加入一定量氨水维持溶液 pH 值在 9。将沉淀完全的混合物进行抽滤，并用去离子水淋洗，将抽滤得到的滤饼混合物在 120℃下烘干，在空气气氛 700℃焙烧 5 小时后，研磨得到活性金属组分前驱体。

称取以 Al_2O_3 质量计为 30g 的铝石，加入 160mL 水及 4.5g 的 36 重量%的浓盐酸，进行打浆。称取 20g 的活性金属前驱体加入到酸化后的无

机氧化物基质中混合搅拌，得到活性组分涂层浆液。

将上述所得活性组分涂层浆液涂覆于 300g 的 200 孔/平方英寸的堇青石规整载体并干燥和焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层，将得到的组分在 120℃ 下进行干燥、在空气气氛 700℃ 下焙烧 4 小时，得到规整结构催化剂半成品。

称取钕的前驱体与稀盐酸按质量比 1:1 互溶，加去离子水稀释，配置成氯化钕溶液，按含钕质量为 0.009g 称取一定量的氯化钕溶液，将含钕溶液作为浸渍液浸渍到上述催化剂半成品，得到固体产物，然后对固体产物在 120℃ 下进行干燥、在空气气氛 600℃ 下焙烧 4 小时，即得到催化剂 S-5，其中，以规整结构催化剂的总重量为基准，活性组分涂层的含量为 14.3 重量%。

实施例 6

在烧杯中称取 320mL 去离子水，搅拌下加入以 CeO_2 质量计为 20g 的硝酸铈、以 MgO 质量计为 4g 的硝酸镁、以 Fe_2O_3 质量计为 5g 的硝酸铁和以 MnO 质量计为 3g 的氯化锰直至完全溶解，得到非贵金属组分前驱体的溶液；称取碳酸铵 48g 溶于 200mL 去离子水中，搅拌至充分溶解，将金属硝酸盐混合溶液在搅拌状态下加入到碳酸铵溶液中，并加入一定量氨水维持溶液 pH 值在 9。将沉淀完全的混合物进行抽滤，并用去离子水淋洗，将抽滤得到的滤饼混合物在 120℃ 下烘干，在空气气氛 700℃ 焙烧 5 小时后，研磨得到活性金属组分前驱体。

称取以 Al_2O_3 质量计为 30g 的铝石，加入 160mL 水及 4.5g 的 36 重量%的浓盐酸，进行打浆。称取 20g 的活性金属前驱体加入到酸化后的无机氧化物基质中混合搅拌，得到活性组分涂层浆液。

将上述所得活性组分涂层浆液涂覆于 300g 的 200 孔/平方英寸的堇青石规整载体并干燥和焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层，将得到的组分在 120℃ 下进行干燥、在空气气氛 700℃ 下焙烧 4 小时，得到规整结构催化剂半成品。

称取钇的前驱体与稀盐酸按质量比 1:1 互溶，加去离子水稀释，配置成氯化钇溶液，按含钇质量为 0.009g 称取一定量的氯化钇溶液，将含钇溶液作为浸渍液浸渍到上述催化剂半成品，得到固体产物，然后对固体产物在 120℃ 下进行干燥、在空气气氛 600℃ 下焙烧 4 小时，即得到催化剂 S-6，其中，以规整结构催化剂的总重量为基准，活性组分涂层的含量

为 14.3 重量%。

对比例 1

称取 20g 的 La_2O_3 和 5g 的 Co_2O_3 ，充分机械混合，得到混合前驱体。

称取以 Al_2O_3 质量计为 30g 的铝石，加入 380mL 水及 4.5g 的 36 重量%的浓盐酸，进行打浆。取 20g 的混合前驱体加入到酸化后的无机氧化物基质中混合搅拌，得到活性组分涂层浆液。

将上述所得活性组分涂层浆液涂覆于 300g 的 200 孔/平方英寸的堇青石规整载体并干燥和焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层，将得到的组分在 120℃ 下进行干燥、在空气气氛 700℃ 下焙烧 4 小时，得到催化剂 D-1。其中，以规整结构催化剂的总重量为基准，活性组分涂层的含量为 14.3 重量%。

上述得到催化剂的组成列于表 1。

表 1: 催化剂的组成(wt%)

实施例	稀土族金属	IIA 族金属	VIIB 族非贵金属	VB、VIII、IB、IIB 族非贵金属	贵金属
1	25	5	3.8	6.2	0.018
2	8	5.6	2.4	4	0.036
3	34.7	6.9	4.7	3.6	0.010
4	15.5	5.2	3.8	15.5	0.018
5	25	5	3.8	6.2	0.018
6	25	5	3.8	6.2	0.018

注：表 1 中各组分含量以活性组分涂层总量为基准。

试验例 1

本试验用于对上述实施例和对比例提供的催化剂在烟气中同时降低 NO 和 SO_2 排放的作用进行评价。所述催化裂化反应-再生评价在小型固定床模拟烟气装置上进行，规整结构催化剂填充于催化剂床层中，催化剂装填量为 20g，反应温度为 650℃，压力为 0.1MPa，原料气体积流量(标况)为 1000mL/min，体积空速约为 3000 h^{-1} 。反应器温度稳定后，首先在 N_2 氛围下对催化剂预先处理 30min，充分去除催化剂表面的吸附物种。反应开始时的原料气中含有 1200 ppm 体积%的 NO，1200 ppm 体积%的 SO_2 ，余量为 N_2 。通过在线红外分析仪分析气体产物，得到反应后 SO_2 和 NO 浓度。评价时间为 0.5h 的结果列于表 2，评价时间为 1.5h 的结果

列于表 3。

表 2: 0.5h 内不同催化剂的脱硫脱硝性能比较

0.5h 总转化率(%)	组合-NO	组合-SO ₂	单独-NO	单独-SO ₂
S-1	57	66	<2	59
S-2	44	37	<2	35
S-3	42	35	<2	32
S-4	22	22	<2	21
S-5	46	49	<2	42
S-6	41	50	<2	46
D-1	<2	23	<2	22

注：表 2 中单独-NO 和单独-SO₂ 分别指的是原料气中仅含有 NO 或者 SO₂

5 表 3: 1.5h 内不同催化剂的脱硫脱硝性能比较

1.5h 总转化率(%)	组合-NO	组合-SO ₂	单独-NO	单独-SO ₂
S-1	49	56	<2	50
S-2	41	35	<2	34
S-3	38	32	<2	30
S-4	20	20	<2	20
S-5	40	43	<2	37
S-6	37	44	<2	40
D-1	<2	17	<2	16

注：表 3 中单独-NO 和单独-SO₂ 分别指的是原料气中仅含有 NO 或者 SO₂

通过表 2、表 3 的结果可以看出，采用本发明提供的催化剂能够有效提高组合脱 SO_x 和 NO_x 的效果，降低 SO_x 和 NO_x 的排放。

10 以上详细描述了本发明的优选实施方式，但是，本发明并不限于此。在本发明的技术构思范围内，可以对本发明的技术方案进行多种简单变型，包括各个技术特征以任何其它的合适方式进行组合，这些简单变型和组合同样应当视为本发明所公开的内容，均属于本发明的保护范围。

权 利 要 求

1、一种能够同时降低 SO_x 和 NO_x 排放的规整结构催化剂，该催化剂包括规整结构载体和分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为 1-50 重量%，所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分，其中，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分的含量为 10-90 重量%，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，50-95 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，5-50 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.01-2 重量%的贵金属组分。

2、根据前述权利要求中任一项所述的规整结构催化剂，其中，以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为 5-40 重量%；

和/或，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为 40-90 重量%，所述活性金属组分的含量为 10-60 重量%；

和/或，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，60-90 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，10-40 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.02-1.5 重量%的贵金属组分；

优选地，

以所述催化剂的总重量为基准，所述活性组分涂层的含量为 10-35 重量%；

和/或，以所述活性组分涂层的总重量为基准，所述基质的含量为 50-80 重量%，所述活性金属组分的含量为 20-50 重量%；

和/或，所述活性金属组分含有：1)以氧化物计，65-85 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分；2)以氧化物计，15-35 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；3)以元素计，0.03-1.2 重量%的贵金属组分。

3、根据前述权利要求中任一项所述的规整结构催化剂，其中，所述基质选自氧化铝、尖晶石、钙钛矿、氧化硅-氧化铝、沸石、高岭土、硅藻土和珍珠岩中的至少一种，优选选自氧化铝、尖晶石和钙钛矿中的至

少一种，进一步优选为氧化铝；

优选地，所述规整结构载体选自具有两端开口的平行孔道结构的整体式载体；

优选地，所述规整结构载体的截面的孔密度为 10-300 孔/平方英寸，
5 开孔率为 20-80%；

优选地，所述规整结构载体选自堇青石蜂窝载体、莫来石蜂窝载体、金刚石蜂窝载体、刚玉蜂窝载体、锆刚玉蜂窝载体、石英蜂窝载体、霞石蜂窝载体、长石蜂窝载体、氧化铝蜂窝载体和金属合金蜂窝载体中的至少一种。

10 4、根据前述权利要求中任一项所述的规整结构催化剂，其中，

所述稀土族金属组分选自镧、铈、镨和钕中的一种或几种，优选为镧和/或铈，更优选为镧；

所述 IIA 族金属组分选自铍、镁、钙、锶和钡中的一种或几种，优选为镁；

15 所述选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分选自锰、铁、钴、镍、铜、锌和钒中的一种或几种，优选为钴、铁和锰中的至少一种，更优选为锰以及钴和/或铁，更进一步优选为锰和钴；

所述贵金属组分选自钨、铼、铱、铂、钯、银、铑和金中的一种或几种，优选为铂、钯和铑中的一种或几种，更优选为钯。

20 5、根据前述权利要求中任一项所述的规整结构催化剂，其中，基于所述活性金属组分的总量，以氧化物计，选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分的含量与选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分的含量的比值为 1-8，优选地 1.5-6，更优选地 2-4。

6、根据前述权利要求中任一项所述的规整结构催化剂，其中，

25 所述活性金属组分含有或由以下组分：

1a)以氧化物计，选自稀土族的一种或几种的金属组分；优选地，镧；

1b)以氧化物计，选自 IIA 族的一种或几种的金属组分；优选地，镁；

2a)以氧化物计，选自 VB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；优选地，钴；

30 2b)以氧化物计，选自 VIIB 族的一种或几种的非贵金属组分；优选地，锰；

3)以元素计，选自铂、钯和铑中的一种或几种；优选地，钯。

7、根据权利要求6所述的规整结构催化剂，其中，基于100重量%的所述活性金属组分的总量计，

1a)的含量为30-80重量%，

1b)的含量为5-40重量%，

5 2a)的含量为3-30重量%，

2b)的含量为3-20重量%，

c)的含量为0.01-0.2重量%。

8、根据权利要求6所述的规整结构催化剂，其中，

钨与钴的摩尔比为(1-6):1，例如(2.5-3.5):1。

10 9、根据前述权利要求中任一项所述的催化剂，其中所述催化剂在粉末XRD谱中在 $2\theta=33.0^\circ\pm 0.1^\circ$ 、 $33.5^\circ\pm 0.1^\circ$ 和 $47.5^\circ\pm 0.1^\circ$ 处以及在 $27.0^\circ\pm 0.1^\circ$ 、 $28.0^\circ\pm 0.1^\circ$ 和 $39.5^\circ\pm 0.1^\circ$ 处具有特征峰。

10、根据前述权利要求中任一项所述的催化剂，其中所述催化剂是经暴露于含SO₂的气氛处理过的。

15 11、根据前述权利要求中任一项所述的催化剂，其中所述催化剂是经暴露于含SO₂的气氛处理过的，所述催化剂在粉末XRD谱中在 $2\theta=28.6^\circ\pm 0.1^\circ$ 、 $30.0^\circ\pm 0.1^\circ$ 以及 $50.4^\circ\pm 0.1^\circ$ 处具有特征峰。

12、一种能够同时降低SO_x和NO_x排放的规整结构催化剂的制备方法，该方法包括以下步骤：

20 (1)配制含有稀土族和/或IIA族的一种或几种的金属组分前驱体和选自VB、VIIB、VIII、IB和IIB族的一种或几种的非贵金属组分前驱体的溶液；

(2)将步骤(1)所述溶液与共沉淀剂进行共沉淀反应，然后对得到的固体产物进行干燥和焙烧，得到活性金属组分前驱体；

25 (3)将活性金属组分前驱体、基质源和水混合打浆，得到活性组分涂层浆液；

(4)用所述活性组分涂层浆液涂覆规整结构载体并进行干燥和焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的部分活性组分的涂层，得到催化剂半成品；

30 (5)用含有贵金属组分前驱体的溶液浸渍步骤(4)得到的所述催化剂半成品，然后进行干燥和/或焙烧以得到分布在规整结构载体内表面和/或外表面的活性组分涂层；

其中,稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体、选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中,以所述催化剂的总重量为基准,所述活性组分涂层的含量为 1-50 重量%,所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分,其中,以所述活性组分涂层的总重量为基准,所述基质的含量为 10-90 重量%,所述活性金属组分的含量为 10-90 重量%,所述活性金属组分含有: 1)以氧化物计, 50-95 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分; 2)以氧化物计, 5-50 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分; 3)以元素计, 0.01-2 重量%的贵金属组分。

13、根据前述权利要求中任一项所述的制备方法,其中,稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体、选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中,以所述催化剂的总重量为基准,所述活性组分涂层的含量为 5-40 重量%,所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分,其中,以所述活性组分涂层的总重量为基准,所述基质的含量为 40-90 重量%,所述活性金属组分的含量为 10-60 重量%,所述活性金属组分含有: 1)以氧化物计, 60-90 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分; 2)以氧化物计, 10-40 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分; 3)以元素计, 0.02-1.5 重量%的贵金属组分;

优选地,

稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体、选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中,以所述催化剂的总重量为基准,所述活性组分涂层的含量为 10-35 重量%,所述活性组分涂层含有基质和活性金属组分,其中,以所述活性组分涂层的总重量为基准,所述基质的含量为 50-80 重量%,所述活性金属组分的含量为 20-50 重量%,所述活性金属组分含有: 1)以氧化物计, 65-85 重量%的选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分; 2)以氧化物计, 15-35 重量%的选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分; 3)以元素计, 0.03-1.2 重量%的贵金属组分。

14、根据前述权利要求中任一项所述的制备方法，其中，稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体、选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中，

- 5 基于所述活性金属组分的总量，以氧化物计，选自稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分的含量与选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分的含量的比值为 1-8，优选地 1.5-6，更优选地 2-4。

- 15 15、根据前述权利要求中任一项所述的制备方法，其中，稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体、选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体、基质源、贵金属组分前驱体和规整结构载体的用量使得制得的规整结构催化剂中，

所述活性金属组分含有或由以下组分：

- 1a)以氧化物计，选自稀土族的一种或几种的金属组分；优选地，镧；
15 1b)以氧化物计，选自 IIA 族的一种或几种的金属组分；优选地，镁；
2a)以氧化物计，选自 VB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分；优选地，钴；
2b)以氧化物计，选自 VIIB 族的一种或几种的非贵金属组分；优选地，锰；
20 3)以元素计，选自铂、钯和铑中的一种或几种；优选地，钯；
优选地，基于 100 重量%的所述活性金属组分的总量计，
1a)的含量为 30-80 重量%，
1b)的含量为 5-40 重量%，
2a)的含量为 3-30 重量%，
25 2b)的含量为 3-20 重量%，
c)的含量为 0.01-0.2 重量%。

16、根据前述权利要求中任一项所述的制备方法，其中，所述基质源为在步骤(4)的所述焙烧的条件下能够转变为基质的物质；

- 所述基质选自氧化铝、尖晶石、钙钛矿、氧化硅-氧化铝、沸石、高岭土、硅藻土和珍珠岩中的至少一种，优选选自氧化铝、尖晶石和钙钛矿中的至少一种，进一步优选为氧化铝；
30

优选地，所述规整结构载体选自具有两端开口的平行孔道结构的整

体式载体；

优选地，所述规整结构载体的截面的孔密度为 10-300 孔/平方英寸，开孔率为 20-80%；

优选地，所述规整结构载体选自堇青石蜂窝载体、莫来石蜂窝载体、
5 金刚石蜂窝载体、刚玉蜂窝载体、锆刚玉蜂窝载体、石英蜂窝载体、霞石蜂窝载体、长石蜂窝载体、氧化铝蜂窝载体和金属合金蜂窝载体中的至少一种。

17、根据前述权利要求中任一项所述的制备方法，其中，

所述稀土族金属组分选自镧、铈、镨和钕中的一种或几种，优选为
10 镧和/或铈，更优选为镧；

所述 IIA 族金属组分选自铍、镁、钙、锶和钡中的一种或几种，优选为镁；

所述选自 VB、VIIB、VIII、IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分选自锰、铁、钴、镍、铜、锌和钒中的一种或几种，优选为钴、铁和
15 锰中的至少一种，更优选为锰、以及钴和/或铁，更进一步优选为锰和钴；

所述贵金属组分选自钌、铑、钯、铂、钨、银、铱和金中的一种或几种，优选为铂、钨和铑中的一种或几种，更优选为钨。

18、根据前述权利要求中任一项所述的制备方法，其中，含有稀土族和/或 IIA 族的一种或几种的金属组分前驱体和选自 VB、VIIB、VIII、
20 IB 和 IIB 族的一种或几种的非贵金属组分前驱体各自独立地选自各金属组分的硝酸盐和/或氯化物；

优选地，所述共沉淀剂为碳酸盐，进一步优选选自碳酸铵、碳酸钾和碳酸钠中的至少一种；

优选地，所述共沉淀反应在 pH 为 8-10 条件下进行；

25 优选地，步骤(2)所述焙烧的条件包括：温度为 300-800℃，时间为 1-8h。

19、根据前述权利要求中任一项所述的制备方法，其中，步骤(3)所述活性组分涂层浆液的固含量为 5-45 重量%；

优选地，步骤(4)所述焙烧的条件包括：温度为 300-800℃，时间为
30 1-5h；

优选地，步骤(5)中，将贵金属组分前驱体在酸溶液中水解以提供所述溶液；

优选地,所述酸选自可溶于水的无机酸和/或有机酸,优选选自盐酸、硝酸、磷酸和醋酸中至少一种;

优选地,所述酸的用量使得浸渍液的 pH 值小于 6.0,优选小于 5.0;

优选地,步骤(5)所述焙烧的条件包括:温度为 300-700℃,时间为 5 0.1-5h。

20、一种催化裂化再生烟气同时脱 SO_x 和 NO_x 的方法,该方法包括:在脱 SO_x 和 NO_x 的条件下,将催化裂化再生烟气与催化剂接触,所述催化剂为根据前述权利要求中任一项所述的催化剂或者根据前述权利要求中任一项所述的制备方法制得的催化剂;

10 优选地,所述接触在旋风分离器后和/或 CO 焚烧炉后设置的烟气通道中进行;

优选地,所述接触的条件包括:温度为 300-1000℃,以表压计,反应压力为 0-0.5MPa,催化裂化再生烟气体积空速为 200-20000 h⁻¹。

21、一种烟气同时脱 SO_x 和 NO_x 的方法,该方法包括:在脱 SO_x 15 和 NO_x 的条件下,将烟气与催化剂接触,所述催化剂为根据前述权利要求中任一项所述的催化剂或者根据前述权利要求中任一项所述的制备方法制得的催化剂;

优选地,所述烟气为同时含有一定浓度的 SO_x 和 NO_x 的烟气;

20 优选地,所述烟气中 SO_x 和 NO_x 的体积分数分别为 1~3000 μL/L, SO_x 和 NO_x 的摩尔比为 0.5:1-2:1;

优选地,所述接触的条件包括:温度为 300-1000℃,以表压计,反应压力为 0-0.5MPa,烟气体积空速为 200-20000 h⁻¹。