



---

**(57) 摘要:**

一种利用海水进行海船排烟脱硫的方法和装置。方法包括海水洗涤、转出酸性海水、除酸处理和排水。装置包括洗涤器，省水除酸器；洗涤器上部为洗涤层，与洗涤海水泵通过管道连通；下部为冷却层；洗涤器的一端与船舶发动机的排烟管通过洗涤进气管连通，另一端连接有洗涤排气管；洗涤器下部与省水除酸器连通；省水除酸器与掺混海水泵、风机以及经除酸处理后的适排海水总排水管连接。

## 海船排烟脱硫方法及装置

### 技术领域

本发明涉及一种海船排烟脱硫方法及装置，是利用海水来脱除海运船舶发动机排放的二氧化硫等污染物，属于大气环境保护、海洋资源开发利用和船舶烟气污染防治技术领域。

### 背景技术

海基船舶二氧化硫减排问题在全球范围内被不断突出，相关国际立法逐步严格和完善。作为维系现代全球化经济命脉的航运业，拥有大量安装燃油发动机的船舶，完全依靠低硫燃料来实现减排硫氧化物将导致航运业经济成本的大幅提升，因此，为船舶提供经济实用的排烟脱硫工艺势在必行。

在烟温高达 200~490℃ 并处于不同海区间航行移动的状态下，海基船舶的排烟脱硫工艺装置能否实用，其经济性问题比陆基燃煤工业设施的减排显得更为突出，即船舶排烟脱硫装置制造运行的总成本，必须显著低于替代低硫燃料所节省的总成本。

因此，在 2005 年 IMO（国际海事组织）提出船舶二氧化硫减排规则后，很快就出现了看重具有潜在经济性优势的海水法排烟脱硫技术的趋势。2007 年，四所国际著名大学联合研究的结论清晰表达出：利用海洋资源即海水实现船舶二氧化硫减排，是人们长期以来迫切希望实现而未能实现的期待。

美国麻省理工学院(Massachusetts Institute of Technology)、日本东京大学(Univeristy of Tokyo)、瑞典查尔墨科技大学(Chalmers University of Technology)、瑞士联邦苏黎世工业学院(Swiss Federal Institute of Technology Zurich)四所大学联合基金会的一份名为“海水洗涤-减少从船舶废气排放的 SO<sub>x</sub>”的研究报告(ISBN: 978-91-976534-1-1)指出：“海水洗涤，对于减少从船舶排放的硫氧化物，是一种很有前途的技术。……还需要进行详细的案例研究。……需要进一步的研究才能确定”。

目前，以海水洗涤减少船舶排烟污染的现有技术有：

1、2008年1月16日公开的中国专利申请号为200710012371.1，名称为“一种对船舶尾气进行海水洗涤处理的装置和方法”，在作为洗涤器的中空纤维膜接触器内，对经过除尘预处理的船舶尾气进行海水洗涤处理，由SO<sub>2</sub>浓度监测仪、水质监测仪和PLC可编程控制器组成的控制系统，实现对处理后的船舶尾气中的SO<sub>2</sub>浓度、废水水质的实时检测和存储以及对排水的控制。该技术存在下述问题：

1) 该技术方案洗涤器以中空纤维膜接触器实现洗涤功能，而中空纤维膜耐温仅为数十摄氏度，在该方案条件下不能应用于烟温高达200~490℃的船舶发动机排烟处理场合；

2) 同时，洗涤器以中空纤维膜接触器实现洗涤功能，压降和阻力很大，增设增压风机，系统运行的能耗和成本很高。

2、美国2007年文献。题为“海水洗涤—减少从船舶废气排放的SO<sub>x</sub>”的研究报告（ISBN: 978-91-976534-1-1）：“海水洗涤，对于减少从船舶排放的硫氧化物，是一种很有前途的技术。该文以12兆瓦发动机，燃烧3%的含硫量燃料作为计算基础，进行船用海水洗涤的海洋化学分析，得到了不同脱硫效率，不同水温时，6个不同类型的水域所需要的水量：1)、吸收SO<sub>x</sub>（洗涤过程中），2)、稀释洗涤水以达到pH值6.5，3)、进一步稀释以达到环境海水的pH值0.2单位以内，溶解氧浓度减少不超过1%。为保持一定的洗涤效率，……将需要大得多的水量来洗涤及稀释。……因此，还需要进行详细的案例研究。例如，是否可以通过对洗涤水曝气和加入中和设施以消除酸性硫氧化物的方式，来减少稀释所需要的水量，都还需要进一步的研究才能确定”。

该文献是目前研究以海水洗涤方式减排海洋船舶二氧化硫的代表性文献，该研究尚处于工艺原理探索阶段，所面临的吸收效率低和稀释水量大的问题还有待进一步研究解决。为防止由于排水对环境的损害，美国国家环保局（EPA）和国际海事组织（IMO）已经通过法规，规范洗涤排放水与环境海水的混合：混和过程界定为急性混合区和慢性混合区两个区域。急性混合区边界pH值限值为6.5，要求在15分钟内达到；慢性混合区边界pH值限定为环境海水pH值的0.2单位以内。该文献研究计算的发动机为12兆瓦的船舶排烟脱硫系统，要满足烟气和海水排放的环保要求，船舶上需要提供每小时数

千吨海水，海水排出船舶后还需继续稀释，与不少于 40000 倍的环境海水进一步混合。

该文献所述的研究目前尚未提出实用工艺和装置的技术方案。

3、加拿大文献，2006 年 2 月，艾克赛勒废气清洁介绍（EcoSilencer Exhaust Gas Cleaning Presentation）。文献对 EcoSilencer 方式的海水洗涤工艺系统和装置进行介绍（附图 5），该工艺装置截至 2006 年经过 6 年多试验，其核心部件洗涤器采用美国专利号 US7056367，名称为“利用混合叶片洗涤气体的方法和装置”（附图 4）的发明专利技术方案。

由于船舶发动机排放的高温烟气必须冷却才能吸收其中的二氧化硫，该洗涤器（US7056367）采用“排气通入水池洗涤液中”即鼓泡洗涤方式，对高温烟气的冷却和洗涤吸收同时由同一池水体承担，传质效率很低，而且降温和吸收相互矛盾。要提高吸收率，唯有加大洗涤水量和加大压力损失，将导致能耗和运行成本大幅增加。显然，采用该洗涤器的海水洗涤工艺系统和装置，目前存在冷却高温烟气和低温吸收二氧化硫相互矛盾，以及洗涤效果和降低成本相互矛盾等不足。

综上，现有研究和试验技术进入实用领域面临的共同问题主要是：

1）、在目前可以接受的成本条件下，尚难以满足烟气排放和海水排放的环境要求；按目前限制的排水条件要求，耗用的洗涤水量和稀释水量大，能耗和成本高；今后如进一步提高排水条件要求，其成本还将进一步上升。

2）、不适应船舶航行移动，各不同海区、不同控制区的各项环境条件和控制条件不同，海运船舶在不同的海区和控制区之间航行，所处的环境条件在不断变化，如：海水水质、不同批次燃油含硫量、不同环境的排放限制条件等等，工艺参数固定不变的排烟脱硫系统将不能实际应用于海运船舶。

显然，以上问题如不解决，人们期待的利用海洋资源消除船舶大气污染的愿望就无法实现。

## 发明内容

随着船舶减排二氧化硫的国际立法日趋严格和完善，要实现利用海洋资源消除船舶大气污染的愿望，就需要提出利用海水减排二氧化硫的实用海船排烟脱硫方法和装置。

本发明的第一个目的在于，克服现有海船排烟脱硫方法存在的缺点，提供一种脱硫效率高、用于洗涤和稀释的海水用量少、能耗和成本低，适用于在不同海区、控制区间航行移动的海船排烟脱硫方法。

本发明的另一个目的在于，克服现有海船排烟脱硫装置存在的缺点，提供一种脱硫效率高、洗涤和稀释海水用量小、设备制造和运行成本低、体积小，寿命长，适用于可用空间小、航行范围大的海船排烟脱硫装置。

本发明的海船排烟脱硫方法的技术方案，包括下述步骤：

a、洗涤：将船舶发动机排出的含有  $\text{SO}_2$  的高温烟气冷却后进行洗涤，然后将洗涤净化后的烟气排放；所述的洗涤是在洗涤器中用海水洗涤；

b、转出酸性海水：将洗涤过程吸收了  $\text{SO}_2$  形成的酸性海水从洗涤器内转出到省水除酸器中；

c、除酸处理：向进入省水除酸器的酸性海水中掺入碱性海水，使成为混合海水，并对混合海水鼓入空气；

d、排水：将经过除酸处理的适排海水排放至海域。

在上述海船排烟脱硫方法技术方案基础上，具有附加技术特征的更进一步技术方案是：

所述的海船排烟脱硫方法，其洗涤步骤中的在洗涤器中用海水洗涤，是在具有填料洗涤层的洗涤器中进行洗涤。

所述的海船排烟脱硫方法，其除酸处理步骤中向省水除酸器中掺入的碱性海水，其流量由调节器调节，所述的调节器调节，是通过开度能够调节的阀门或/和出力能够调节的泵调节；对省水除酸器中的混合海水鼓入的空气，其流量由调节器调节，所述的调节器调节，是通过开度能够调节的阀门、挡板或/和出力能够调节的风机调节。

所述的海船排烟脱硫方法，其洗涤步骤中所用的洗涤海水，其流量由调节器调节；所述的调节器调节，是通过开度能够调节的阀门或/和出力能够调节的泵调节。

所述的海船排烟脱硫方法，其调节器调节是由人工或/和脱硫控制器根据船舶所在海区的烟气和海水排放的环境要求控制调节。

所述的海船排烟脱硫方法，其洗涤步骤与除酸处理步骤之间有一个分离杂质步骤，是用分离器分离杂质并将所分离出的杂质经排污管排出。

用于本发明的上述海船排烟脱硫方法的海船排烟脱硫装置，其技术方案是：它包括洗涤器，省水除酸器；所述的洗涤器，其上部为洗涤层，与洗涤海水泵通过管道连通；下部为冷却层；洗涤器的一端与船舶发动机的排烟管通过洗涤进气管连通，另一端连接有洗涤排气管；洗涤器下部与省水除酸器连通；省水除酸器与掺混海水泵、风机以及经除酸处理后的适排海水总排水管连接。

在上述海船排烟脱硫装置技术方案基础上，具有附加技术特征的更进一步技术方案是：

所述的海船排烟脱硫装置，其省水除酸器有掺入碱性海水通道，该通道设置有碱性海水流量调节器，选自于开度能够调节的阀门或/和出力能够调节的泵；省水除酸器有空气注入通道，该通道设置有空气流量调节器，选自于开度能够调节的阀门、挡板或/和出力能够调节的风机。

所述的海船排烟脱硫装置，其洗涤器有洗涤海水注入通道，该通道设置有洗涤海水流量调节器，选自于开度能够调节的阀门或/和出力能够调节的泵。

所述的海船排烟脱硫装置，其阀门、挡板上设置有控制杆，所述的泵和风机上设置有电机调速器；所述的控制杆、电机调速器与脱硫控制器相连接。

所述的海船排烟脱硫装置，其洗涤器包括壳体，冷却层，填料洗涤层，集液池；其中，冷却层在填料洗涤层的下方。

所述的海船排烟脱硫装置，其洗涤器与省水除酸器之间安装一分离杂质的分离器。

所述的海船排烟脱硫装置，其脱硫控制器包括有指令器、传感器、中央处理器、执行器和全球海区定位器。

本发明海船排烟脱硫方法、海船排烟脱硫装置的技术原理和综合技术效果是：

技术原理：海船排烟脱硫方法和装置的主要功能和需要解决的问题是洗涤吸收、排水处理和航行移动三个方面。

1)、洗涤吸收，为脱除海船燃油发动机排烟气体中的二氧化硫等污染物，以海水

洗涤净化烟气；海水因其物理化学性质对二氧化硫有很强的溶解吸收能力，同时还可以良好洗涤吸收氮氧化物和颗粒物，但由于海船的可用空间狭小，作为船舶的实用工艺方法和实用工业装置，排烟脱硫装置的尺寸相应短小，处理时间必然很短，上述吸收和洗涤必须在很短时间内完成。也就是说工艺装置不仅要有很高的总吸收率，而且必须要具备很高的吸收速率，吸收和洗涤的效率必须很高。因此，海水强大的溶解吸收能力，需要有从排烟气体向海水液体输送污染物质的强大传质能力相匹配。另一方面，船舶柴油机排放烟温有可能高达 490℃，不论是为吸收洗涤其中的二氧化硫，还是为保护工艺装置，高温烟气都必须在进入洗涤之前加以冷却。为此，本发明方法的洗涤工序，采用逆流式填料洗涤，和冷却、洗涤分段进行的高效方法和装置，其洗涤液采用海水，洗涤功能区由填料层组成，洗涤液海水由水分配器均匀分布自上而下淋洗填料，排烟的高温气体先经过冷却，再自下而上经过填料层，洗涤海水则自上而下经过填料层，由于填料形成的巨大表面积，为气体和液体间提供了巨大的接触面积，从而具有强大的传质能力和洗涤吸收效率，可以实现高效减排的发明目的。同时，采用填料技术方案可以显著减小对通过气体的阻力，保证实现高效吸收洗涤的同时降低工艺装置运行成本的技术经济性能。

2)、排水处理。洗涤并溶入了二氧化硫的海水呈酸性，需要进行处理以提升其 pH 后才能排放到自然海域。为克服现有技术单纯稀释方式耗用稀释水量大，对应能耗和成本高的缺点，本发明采用加入省水除酸器的方法减少所需的稀释水量。二氧化硫溶入洗涤海水中生成亚硫酸根等酸性物质，掺入新鲜的碱性海水后生成碳酸等酸性物质，因此，单纯稀释方式的 pH 值上升缓慢，所需的稀释水量大。本发明在加入的省水除酸器中，一边掺入新鲜的碱性海水，一边鼓入空气，使碳酸很快挥发，洗涤海水的 pH 上升迅速，所需的稀释水量大为减少。

3)、移动调整。海运船舶经常航行移动于不同海域，其面临不同海域的海水水质、不同批次燃油含硫量、不同环境的排放限制条件等等都在不断变化。因此，工艺参数指标固定不变的脱硫工艺系统将无法实用于海运船舶。本发明采用对洗涤海水、省水除酸器的混合海水进行流量调节，对省水除酸器鼓入的空气进行风量调节，以及用包括有中

央处理器的控制器对以上调节加以控制的方式，使排烟脱硫方法和装置适应海运船舶不断航行移动的需要。

本发明海船排烟脱硫方法、海船排烟脱硫装置性能指标符合环保法规，其技术效果显著：

其一，减排效率高，可以实现减少硫氧化物 99%，减少氮氧化物 20%和减少颗粒物 80%的技术效果。这对于国际海运业实现其环境目标具有特别重要的意义：IMO 于 2005 年已限定 SECA（硫氧化物排放控制区）船舶使用的燃油含硫量不得超过 1.5%，或安装烟气脱硫设备使排放烟气等效于燃油含硫量不超过 1.5 %时的硫排放量，即“脱硫等效燃油含硫量”不超过 1.5 %；还有国际组织致力推动实现将燃油硫含量减少到 0.1 %的目标。目前全球重油的平均硫含量接近 3%，要实现脱硫等效燃油含硫量 1.5 %，需要的洗涤效率为 50 %，而要实现脱硫等效燃油含硫量 0.1 %，所需要的洗涤效率为 96.7 %。

其二，有实施例表明：适于在不同海域间的航行移动时，海水水质、燃油含硫量、环境的排放限制条件等因素不断变化的场合下，都能确保其优良的减排效果和环保性能。

其三，船舶排水环境友好。如前所述，为防止和减少船舶排水对海洋环境的损害，EPA 和 IMO 规范船舶排放的洗涤水必须在 15 分钟内使急性混合区边界 pH 值达到 6.5。由于本发明方法和装置的排水 pH 值达到 6.5 才从船舶排放到海域，所以无需急性混合区，第一步就消除了对海洋环境 15 分钟的不良影响，其次，在慢性混合区内稀释倍率可以从 1:40000 下降到 1:2000，也就是仅需现有技术二十分之一的环境海水混合，慢性混合区的范围大为缩小，船舶排水和环境间的友好性得到大幅度提升。

其四，大幅度降低制造和运行成本，包括减少运行能耗和海水量，从而确保实现总成本显著低于替代低硫燃料所节省的总成本的优良技术经济指标。

## 附图说明

图 1、是本发明海船排烟脱硫方法及装置的示意图。本实施例具有脱硫控制器。

图 2、是本发明海船排烟脱硫方法及装置的又一实施例示意图。本实施例没有脱硫控制器，洗涤器 3 有旁路排烟管，即船舶发动机 1 与洗涤排气管 4 有直接联通的排烟管，便于切换洗涤器 3。

图 3、是本发明海船排烟脱硫装置中的洗涤器 3 的一个实施例结构示意图：进气管 3.1 从洗涤器 3 下部导入的高温烟气 3.2，适用于烟气垂直向上进入洗涤器的实施场合。

图 4、是本发明海船排烟脱硫装置中的洗涤器 3 的又一个实施例结构示意图：进气管 3.1 从洗涤器 3 下部侧壁导入的高温烟气 3.2，适用于烟气横向进入洗涤器，然后烟气向上的实施场合。

图 5、是本发明海船排烟脱硫装置的脱硫控制器流程方框示意图。

图 6、是现有技术“艾克赛勒海水洗涤系统”(EcoSilencer sea water scrubbing system)示意图，其洗涤器采用美国 US7056367 号专利技术方案，包括：同轴嵌入的进气导管、热导管，和排出管道，逆向通过的排气，装载洗涤液的水箱；其热导管的末端和出口导管相互联通并沉浸在水箱的洗涤液内，热导管具有星形截面，加大其导热面积以使更多的热量再加热排气，目标是提升排气温度超过露点至少 30 °C。

附图中所示的图号标记对应的相关部件或结构的名称为：

图 1、图 2 中：1-船舶发动机，2-洗涤进气管，3-洗涤器；图 3、图 4 中：3.1-壳体，3.2-冷却层，3.3-填料洗涤层，3.4-烟气进口，3.5--排出干净烟气，3.6-洗涤海水入口管，3.7-集液池；图 1、图 2 中：4-洗涤排气管，5-洗涤海水泵，6-洗涤调速电机，7-分离器，8-分离器排污管，9-掺混海水泵，10-省水除酸器，11-风机，12-排气管，13-总进水管，14-总排水管，15-脱硫控制器；图 5 中：15.1-指令器，15.2-传感器，15.3-中央处理器，15.4-执行器，15.5-全球海区定位器。图 6 中：16.1 洗涤并再加热废气，16.2 洗涤气体再热区，16.3 洗涤器内混合排气和海水，16.4 海水进入，16.5 海水排往分离器和换热器，16.6 废气，16.7 分离和过滤装置，16.8 排放清洁水，16.9 排放污泥。

## 具体实施方式

结合附图和实施例对本发明海船排烟脱硫方法、海船排烟脱硫装置作进一步说明如下：

A: 对本发明海船排烟脱硫方法作进一步说明如下:

实施例 1: 如图 1 所示, 具有脱硫控制器。本实施例的海船排烟脱硫方法步骤如下:

a、洗涤: 将船舶发动机排出的含有  $\text{SO}_2$  的高温烟气冷却后进行洗涤, 然后将洗涤净化后的烟气排放; 所述的洗涤是在洗涤器中用海水洗涤; b、转出酸性海水: 将洗涤过程吸收了  $\text{SO}_2$  形成的酸性海水从洗涤器内转出到省水除酸器中; c、除酸处理: 向进入省水除酸器的酸性海水中掺入碱性海水, 使成为混合海水, 并对混合海水鼓入空气; d、排水: 将经过除酸处理的适排海水排放至海域; 所述的洗涤步骤中的在洗涤器中用海水洗涤, 是在具有填料洗涤层的洗涤器中进行洗涤;

为了适应船舶航行移动中海域的条件变化、不同批次燃油含硫量的差异以及排烟和排水要符合不同国家和地区的排放限制环境要求, 本发明除酸处理步骤中向省水除酸器中掺入的碱性海水, 其流量由调节器调节, 所述的调节器调节, 是通过出力能够调节的泵调节, 也可以选为开度能够调节的阀门调节, 还可以是通过开度能够调节的阀门和出力能够调节的泵调节; 对省水除酸器中的混合海水鼓入的空气, 其流量由调节器调节, 所述的调节器调节, 是通过出力能够调节的风机调节, 也可以选为开度能够调节的阀门调节, 或挡板调节, 还可以选为阀门和风机调节, 或挡板和风机调节; 洗涤步骤中所用的洗涤海水, 其流量由调节器调节; 所述的调节器调节, 是通过出力能够调节的泵调节, 也可以通过开度能够调节的阀门调节, 还可以通过开度能够调节的阀门和出力能够调节的泵调节; 所述的调节器调节是脱硫控制器根据船舶所在海区的烟气和海水排放的环境要求控制调节; 人工手动控制调节则是又一种实施例; 洗涤步骤与除酸处理步骤之间有一个分离杂质步骤, 是用分离器分离杂质并将所分离出的杂质经排污管排出。

本实施例应用的船舶安装有 12MW 柴油发动机, 排放烟温 200~490  $^{\circ}\text{C}$ , 排放烟气量约为 67,095 $\text{Nm}^3/\text{h}$ ; 实施本发明脱硫方法, 在燃油含硫量 3%的条件下, 减排二氧化硫到脱硫等效燃油含硫量为 0.1%, 排水  $\text{pH} \geq 6.5$ , 在不同海区时的耗用海水量为:

波罗的海	洗涤海水量 300 $\text{m}^3/\text{h}$	掺混海水量 1100 $\text{m}^3/\text{h}$
北海	洗涤海水量 280 $\text{m}^3/\text{h}$	掺混海水量 950 $\text{m}^3/\text{h}$

实施例 2: 如图 2 所示, 本实施例与实施例 1 不同的是洗涤器 3 有并联旁路排烟管, 即船舶发动机 1 与洗涤排气管 4 有直接联通的排烟管, 便于切换洗涤器 3。脱硫控制是用人工手动控制。

本实施例应用的船舶吨位较大，安装有 60MW 柴油发动机，排放烟温 200~430 °C，排放烟气量约为 310,100Nm<sup>3</sup>/h；实施本发明脱硫方法，在燃油含硫量 3%的条件下，减排二氧化硫到脱硫等效燃油含硫量满足 SECA 控制标准（2005 年）的 1.5%，排水 pH≥6.5，在不同海区时的耗用海水量为：

波罗的海	洗涤海水量 980m <sup>3</sup> /h	掺混海水量 3600m <sup>3</sup> /h
太平洋	洗涤海水量 880m <sup>3</sup> /h	掺混海水量 2600m <sup>3</sup> /h

B：对本发明海船排烟脱硫装置的技术方案作进一步说明如下：

#### 实施例 3：

如图 1、图 3 所示是一种用于本发明所述方法的海船排烟脱硫装置，洗涤器 3 的进气管 3.1 从洗涤器 3 下部导入的高温烟气 3.2，适用于烟气垂直向上进入洗涤器的实施场合。一种海船排烟脱硫装置，它有一个洗涤器 3，省水除酸器 10；所述的洗涤器 3，其上部为洗涤层 3.3，与洗涤海水泵 5 通过管道连通；下部为冷却层 3.2；洗涤器 3 的一端与船舶发动机 1 的排烟管通过洗涤进气管 2 连通，另一端连接有洗涤排气管 4；洗涤器 3 下部与省水除酸器 10 连通；省水除酸器 10 与掺混海水泵 9、风机 11 以及经除酸处理后的适排海水总排水管 14 连接；其省水除酸器 10 有掺入碱性海水通道，该通道设置有碱性海水流量调节器，它是出力能够调节的泵，也可以是开度能够调节的阀门，还可以是阀门和出力能够调节的泵同时设置；省水除酸器 10 有空气注入通道，该通道设置有空气流量调节器，它是出力能够调节的风机，也可以为开度能够调节的阀门，或挡板，还可以为阀门和风机，或挡板和风机；所述洗涤器 3 有洗涤海水注入通道，该通道设置有洗涤海水流量调节器，它是出力能够调节的泵，也可以是开度能够调节的阀门，还可以是阀门和出力能够调节的泵同时设置；上述耐阀门、挡板上设置有控制杆，所述的泵和风机上设置有电机调速器；所述的控制杆、电机调速器与脱硫控制器 15 相连接；所述的洗涤器 3 包括壳体 3.1，冷却层 3.2，填料洗涤层 3.3，集液池 3.7；其中，冷却层 3.2 在填料洗涤层 3.3 的下方；所述的洗涤器 3 与省水除酸器 10 之间安装一分离杂质的分离器 7；所述的脱硫控制器 15 包括有指令 15.1、传感器 15.2、中央处理器 15.3、执行器 15.4 和全球海区定位器 15.5。

#### 实施例 4：

如图 2、图 4 所示，是另一种用于本发明所述方法的海船排烟脱硫装置，与上述实施

例不同的是高温烟气从侧面烟气进口 3.4 水平方向进入洗涤器 3，适用于烟气横向进入洗涤器，然后烟气向上流动的场合。另外，脱硫控制调节是手动操作。

本发明的保护范围不限于上述实施例。

## 权 利 要 求 书

1、一种海船排烟脱硫方法，其特征在于，它包括下述步骤：

a、洗涤：将船舶发动机排出的含有  $\text{SO}_2$  的高温烟气冷却后进行洗涤，然后将洗涤净化后的烟气排放；所述的洗涤是在洗涤器中用海水洗涤；

b、转出酸性海水：将洗涤过程吸收了  $\text{SO}_2$  形成的酸性海水从洗涤器内转出到省水除酸器中；

c、除酸处理：向进入省水除酸器的酸性海水中掺入碱性海水，使成为混合海水，并对混合海水鼓入空气；

d、排水：将经过除酸处理的适排海水排放至海域。

2、根据权利要求 1 所述的海船排烟脱硫方法，其特征在于，所述的洗涤步骤中的在洗涤器中用海水洗涤，是在具有填料洗涤层的洗涤器中进行洗涤。

3、根据权利要求 1 所述的海船排烟脱硫方法，其特征在于，所述的除酸处理步骤中向省水除酸器中掺入的碱性海水，其流量由调节器调节，所述的调节器调节，是通过开度能够调节的阀门或/和出力能够调节的泵调节；对省水除酸器中的混合海水鼓入的空气，其流量由调节器调节，所述的调节器调节，是通过开度能够调节的阀门、挡板或/和出力能够调节的风机调节。

4、根据权利要求 1 所述的海船排烟脱硫方法，其特征在于，所述的洗涤步骤中所用的洗涤海水，其流量由调节器调节；所述的调节器调节，是通过开度能够调节的阀门或/和出力能够调节的泵调节。

5、根据权利要求 3 或 4 所述的海船排烟脱硫方法，其特征在于，所述的调节器调节是由人工或/和脱硫控制器根据船舶所在海区的烟气和海水排放的环境要求控制调节。

6、根据权利要求 1 所述的海船排烟脱硫方法，其特征在于，洗涤步骤与除酸处理步骤之间有一个分离杂质步骤，是用分离器分离杂质并将所分离出的杂质经排污管排出。

7、一种用于权利要求 1 所述方法的海船排烟脱硫装置，其特征在于，它包括洗涤器（3），省水除酸器（10）；所述的洗涤器（3），其上部为洗涤层（3.3），与洗涤海水泵（5）通过管道连通；下部为冷却层（3.2）；洗涤器（3）的一端与船舶发动机（1）

的排烟管通过洗涤进气管（2）连通，另一端连接有洗涤排气管（4）；洗涤器（3）下部与省水除酸器（10）连通；省水除酸器（10）与掺混海水泵（9）、风机（11）以及经除酸处理后的适排海水总排水管（14）连接。

8、根据权利要求7所述的海船排烟脱硫装置，其特征在于，所述的省水除酸器（10）有掺入碱性海水通道，该通道设置有碱性海水流量调节器，选自于开度能够调节的阀门或/和出力能够调节的泵；省水除酸器（10）有空气注入通道，该通道设置有空气流量调节器，选自于开度能够调节的阀门、挡板或/和出力能够调节的风机。

9、根据权利要求7所述的海船排烟脱硫装置，其特征在于，洗涤器（3）有洗涤海水注入通道，该通道设置有洗涤海水流量调节器，选自于开度能够调节的阀门或/和出力能够调节的泵。

10、根据权利要求8或9所述的海船排烟脱硫装置，其特征在于，所述的阀门、挡板上设置有控制杆，所述的泵和风机上设置有电机调速器；所述的控制杆、电机调速器与脱硫控制器（15）相连接。

11、根据权利要求7所述的海船排烟脱硫装置，其特征在于，所述洗涤器（3）包括壳体（3.1），冷却层（3.2），填料洗涤层（3.3），集液池（3.7）；其中，冷却层（3.2）在填料洗涤层（3.3）的下方。

12、根据权利要求7所述的海船排烟脱硫装置，其特征在于，洗涤器（3）与省水除酸器（10）之间安装一分离杂质的分离器（7）。

13、根据权利要求10所述的海船排烟脱硫装置，其特征在于，脱硫控制器（15）包括有指令器（15.1）、传感器（15.2）、中央处理器（15.3）、执行器（15.4）和全球海区定位器（15.5）。

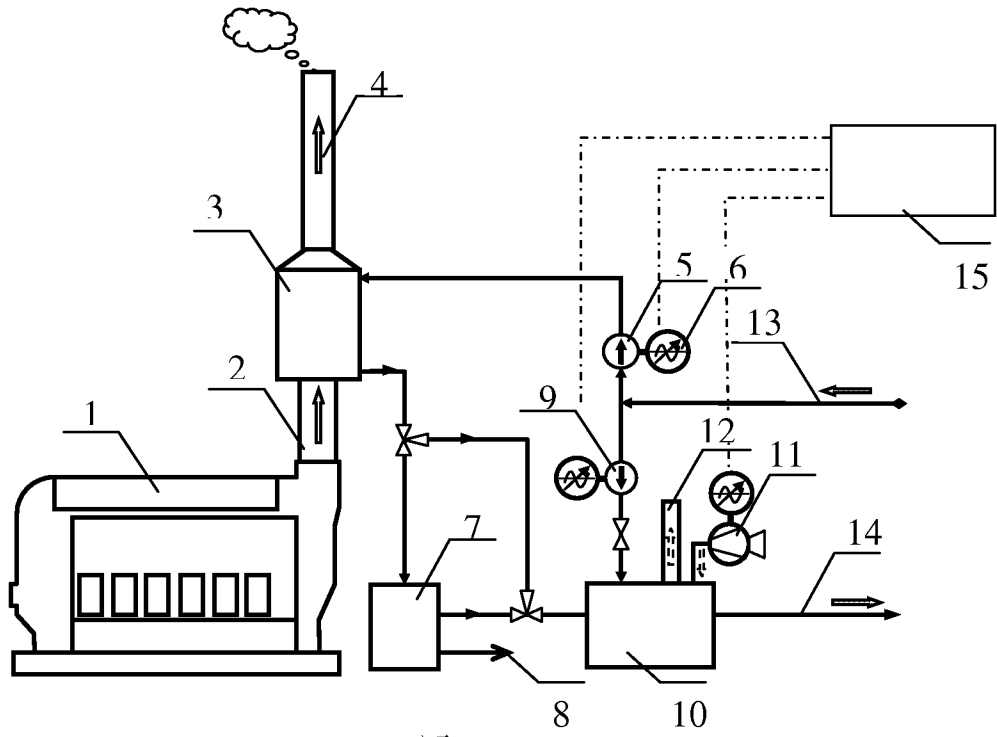


图1

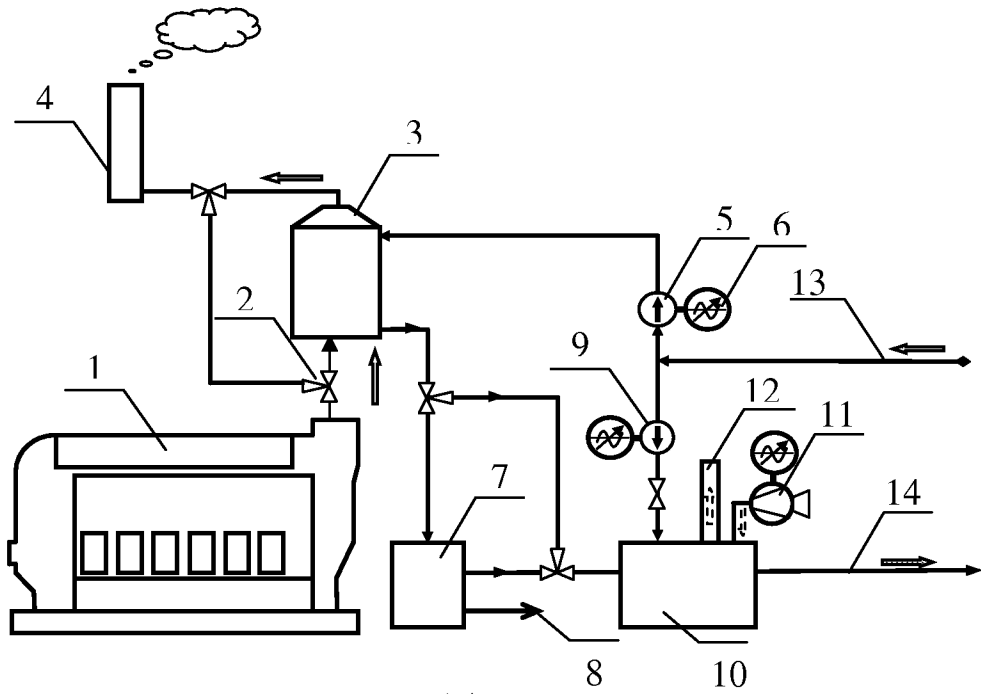


图2

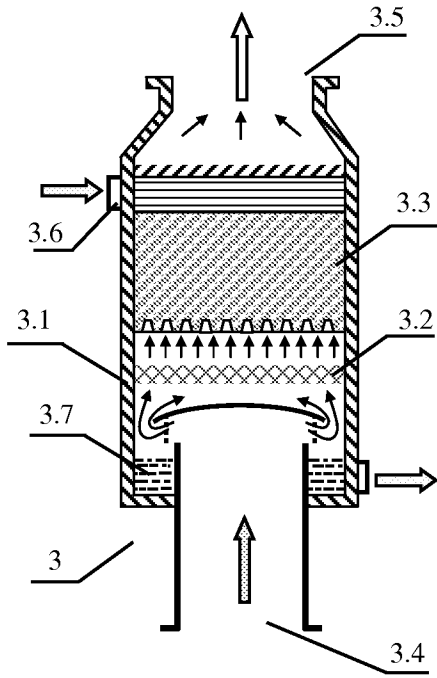


图3

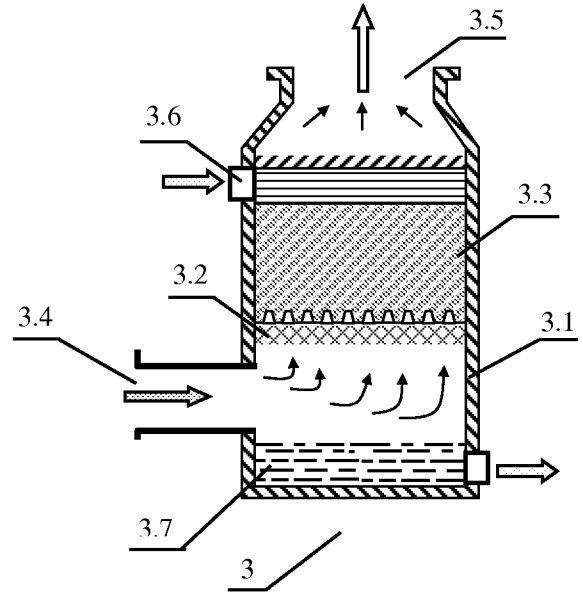


图4

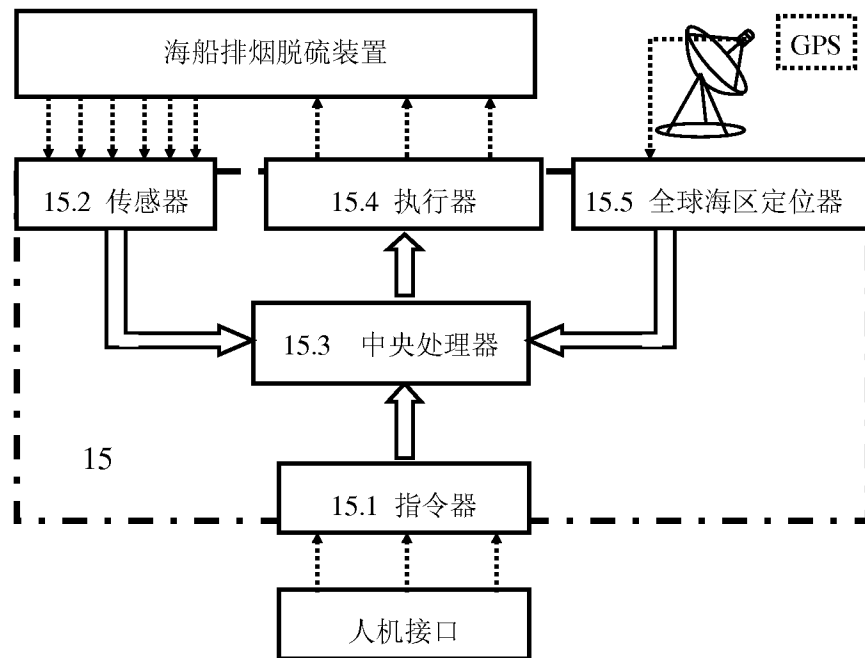


图5

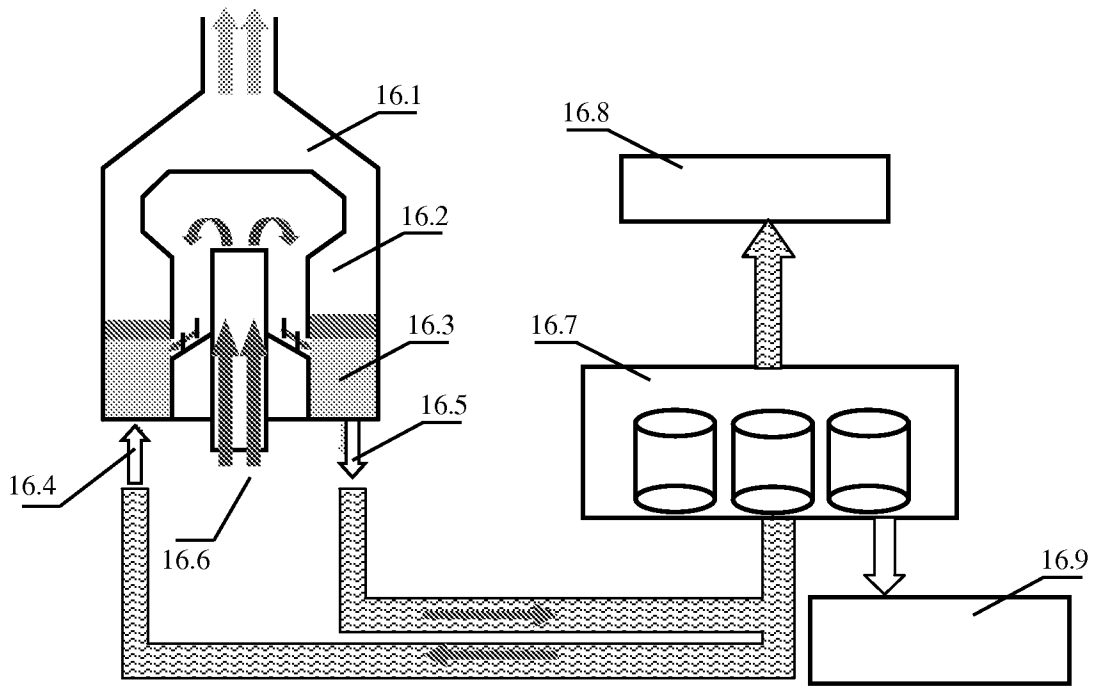


图6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2008/071307

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  <p style="text-align: center;">See extra sheet</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)</p> <p style="text-align: center;">IPC: B01D53/</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p> <p style="text-align: center;">WPI; EPODOC; PAJ; CNKI; CNPAT; +sulfur+, +sulphur+, sea, air?, oxygen</p>		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN1365846A(TOYAMA CHEMICAL CO LTD)28 August 2002(28.08.2002) example 1, figure 3	1-13
X	CN1839101A(MITSUBISHI HEAVY IND LTD)27 September 2006(27.09.2006) example, figure 5	1-13
X	CN201058282Y(YANG DONG, ET AL)14 May 2008(14.05.2008) example, figure 1	1-13
X	CN1262145A(PENG SIGAN)09 August 2000(09.08.2000) examples, figure 1	1-13
L	CN101314106A(PENG SIGAN)03 December 2008(03.12.2008) claims 1-13	1-13
A	CN101115542A(VSJ HOLDING OY)30 January 2008(30.01.2008) claims 1-15	1-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family	
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date		
“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 10 March 2009(10.03.2009)	Date of mailing of the international search report <b>26 Mar. 2009 (26.03.2009)</b>	
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer  <b>SUN Ruifeng</b> Telephone No. (86-10)62413703	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

## Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2008/071307

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN1365846A	28.08.2002	CN1190254C	23.02.2005
CN1839101A	27.09.2006	WO2006018911A1	23.02.2006
		JP2006055779A	02.03.2006
		AU2005256099A1	09.03.2006
		DE112005000039T5	24.05.2007
		NO20060627A	15.05.2007
		AU2005256099B2	30.08.2007
		TW276609B1	21.03.2007
CN201058282Y	14.05.2008	None	
CN1262145A	09.08.2000	None	
CN101314106A	03.12.2008	None	
CN101115542A	30.01.2008	WO2006082277A1	10.08.2006
		FI20050141A	08.08.2006
		EP1846138A1	24.10.2007
		US2008134891A1	12.06.2008
		FI118989B1	13.06.2008

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2008/071307

## CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D 53/78(2006.01)i

B01D 53/50(2006.01)i

国际检索报告

国际申请号  
PCT/CN2008/071307

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: B01D53/

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI; EPODOC; PAJ; CNKI; CNPAT; +sulfur+, +sulphur+, sea, air?, oxygen, 硫, 海, 气, 氧

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN1365846A (富士化水工业株式会社) 28.8 月 2002 (28.08.2002) 实施例 1, 图 3	1-13
X	CN1839101A (三菱重工业株式会社) 27.9 月 2006 (27.09.2006) 实施例, 图 5	1-13
X	CN201058282Y (杨东等) 14.5 月 2008 (14.05.2008) 具体实施方式, 图 1	1-13
X	CN1262145A (彭斯干) 09.8 月 2000 (09.08.2000) 实施例, 图 1	1-13
L	CN101314106A (彭斯干) 03.12 月 2008 (03.12.2008) 权利要求 1-13	1-13
A	CN101115542A (VSJ 控股有限公司) 30.1 月 2008 (30.01.2008) 权利要求 1-15	1-13

其余文件在 C 栏的续页中列出。

见同族专利附件。

\* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件  
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利  
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件  
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件  
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件  
“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性  
“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性  
“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期  
10.3 月 2009 (10.03.2009)

国际检索报告邮寄日期  
26.3 月 2009 (26.03.2009)

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)  
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088  
传真号: (86-10)62019451

受权官员  
孙瑞丰  
电话号码: (86-10) 62413703

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
**PCT/CN2008/071307**

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1365846A	28.08.2002	CN1190254C	23.02.2005
CN1839101A	27.09.2006	WO2006018911A1	23.02.2006
		JP2006055779A	02.03.2006
		AU2005256099A1	09.03.2006
		DE112005000039T5	24.05.2007
		NO20060627A	15.05.2007
		AU2005256099B2	30.08.2007
		TW276609B1	21.03.2007
CN201058282Y	14.05.2008	无	
CN1262145A	09.08.2000	无	
CN101314106A	03.12.2008	无	
CN101115542A	30.01.2008	WO2006082277A1	10.08.2006
		FI20050141A	08.08.2006
		EP1846138A1	24.10.2007
		US2008134891A1	12.06.2008
		FI118989B1	13.06.2008

主题的分类

B01D 53/78(2006.01)i

B01D 53/50(2006.01)i