



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109798169 A

(43)申请公布日 2019.05.24

(21)申请号 201910041496.X

(22)申请日 2019.01.16

(71)申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 吴锋 刘彪 姚栋伟 魏铨  
李杏文 刘子汛 张本西

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

代理人 刘静 邱启旺

(51)Int.Cl.

F01N 3/20(2006.01)

F01N 5/02(2006.01)

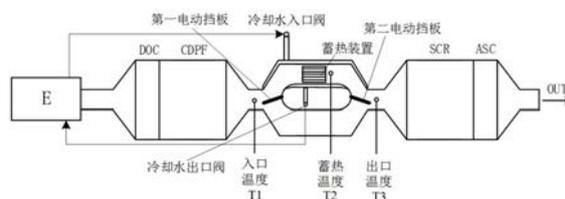
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种柴油机SCR后处理尾气热管理系统

(57)摘要

本发明公开了一种柴油机SCR后处理尾气热管理系统,该热管理系统布置在DPF和SCR之间,将排气管道分为两个支路,在入口、出口处分别布置第一电动挡板、第二电动挡板,以控制尾气流经各支路的比例;在第一支路加装蓄热装置,并在第一支路外层加装冷却水套。本发明通过蓄热装置将柴油机高负荷下排温热量储存,并在低负荷下释放出来,从而达到调节SCR催化剂温度的目的。此外通过冷却水循环系统对蓄热装置进行预加热以及在DPF再生等高排温工况下对排气进行冷却,从而使得SCR催化剂免受高温冲击,保证SCR催化剂运行安全以及确保SCR系统运行在催化剂所适宜的温度范围内,从而达到提高NO<sub>x</sub>转化效率,降低NH<sub>3</sub>逃逸,降低柴油机N<sub>2</sub>O强温室气体排放的目的。



1. 一种柴油机SCR后处理尾气热管理系统,其特征在于,该热管理系统布置在DPF和SCR之间,将排气管道分为两个支路,在入口、出口处分别布置第一电动挡板、第二电动挡板,以控制尾气流经各支路的比例;在第一支路加装蓄热装置,并在第一支路外层加装冷却水套,冷却水套与发动机冷却水循环系统相连,在热管理系统入口、热管理系统出口以及蓄热装置出口分别布置测温点,分别测量入口温度T1、出口温度T3、蓄热温度T2,根据测得的温度值控制第一电动挡板和第二电动挡板的位置,从而调整尾气通过蓄热装置的比例,使得出口温度T3达到目标温度T。

2. 根据权利要求1所述的一种柴油机SCR后处理尾气热管理系统,其特征在于,蓄热装置采用96Zn-4Al作为相变蓄热材料,可将SCR反应温度控制在350℃,该温度下N<sub>2</sub>O生成量少、SCR系统NO<sub>x</sub>转化效率高,并且NH<sub>3</sub>氧化副反应活性低。

3. 根据权利要求1所述的一种柴油机SCR后处理尾气热管理系统,其特征在于,当出现SCR催化剂温度过高时,利用冷却水套达到降温效果,从而保护SCR催化剂免受高温冲击,保持SCR活性且维持N<sub>2</sub>O低生成水平。

4. 根据权利要求1所述的一种柴油机SCR后处理尾气热管理系统,其特征在于,在发动机冷启动阶段,利用冷却水套对蓄热装置进行预热,以防止尾气第一次通过蓄热装置时发动机水蒸气的冷凝以及排温过低。

5. 根据权利要求1所述的一种柴油机SCR后处理尾气热管理系统,其特征在于,在发动机冷启动阶段,此时发动机排温低于T,即入口温度T1低于T,蓄热温度T2稍高于室温,此时尾气全部走第二支路,不通过蓄热装置。

6. 根据权利要求1所述的一种柴油机SCR后处理尾气热管理系统,其特征在于,在发动机运行阶段,当蓄热温度T2低于T,入口温度T1低于蓄热温度T2时,尾气全部通过第一支路,并且关闭冷却水循环系统,通过冷却水套对管道起到保温作用,通过蓄热装置对尾气进行加热。

当蓄热温度T2低于T,入口温度T1高于蓄热温度T2并低于T时,尾气全部从第二支路通过,防止蓄热装置对尾气冷却。

当蓄热温度T2低于T,入口温度T1高于T时,通过二者与目标温度T的温差作为控制输入,控制调整两个电动挡板的位置,使得流经第一支路和第二支路的尾气流量比 $a = (T - T2) / (T1 - T)$ ,控制部分尾气通过蓄热装置,将多余尾气热量储存在蓄热装置中,从而降低尾气温度,使出口温度T3接近于T,同时根据出口温度T3与目标温度T的温差作为反馈输入,进一步微调两个电动挡板的位置。

当蓄热温度T2高于T,入口温度T1低于T时,通过二者与目标温度T的温差作为控制输入,控制调整两个电动挡板的位置,使得流经第一支路和第二支路的尾气流量比 $a = (T2 - T) / (T - T1)$ ,控制部分尾气通过蓄热装置,利用蓄热装置的高温对尾气进行加热,从而升高尾气温度,使出口温度T3接近于T,同时根据出口温度T3与目标温度T的温差作为反馈输入,进一步微调两个电动挡板的位置。

当蓄热温度T2高于T,入口温度T1高于T,尾气全部通过蓄热装置,并打开冷却水循环系统,对尾气温度进行降温,使出口温度T3接近于T。

## 一种柴油机SCR后处理尾气热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于柴油机尾气处理领域,尤其涉及一种柴油机SCR后处理尾气热管理系统。

### 背景技术

[0002] 随着排放法规的日益严格化,柴油机选择性催化还原(SCR)降NO<sub>x</sub>技术成为公认的解决柴油机尾气污染最有效的方式之一。随着重型柴油机国VI排放法规的发布,在SCR系统之前加装柴油机氧化催化剂(DOC)以消除HC和CO,加装柴油机颗粒捕集器(DPF)以消除颗粒物,此外,为了获得更高的NO<sub>x</sub>转化效率,尿素过量喷射以获得更多的还原气体NH<sub>3</sub>,然后在SCR系统后面加装氨氧化催化剂(ASC)将多余的NH<sub>3</sub>氧化为N<sub>2</sub>。复杂系统的加装也为后处理系统的控制提出了更加严峻的要求。

[0003] 由于柴油机实际运行工况复杂,导致排气温度波动大,低温条件下容易导致NO<sub>x</sub>转化效率降低,同样也容易出现过热工况,不仅仅导致NO<sub>x</sub>转化效率降低,更容易导致催化剂的热老化,此外,高温及低温环境下均有利于强温室气体N<sub>2</sub>O生成,从而导致温室气体排放增加,并且,在排温波动过程中,也容易导致NH<sub>3</sub>泄漏。

[0004] 基于上述分析,本发明从后处理系统温度管理控制角度出发,设计了一种SCR尾气热管理系统,达到对SCR催化剂温度的控制,对提高SCR催化剂NO<sub>x</sub>转化效率,降低温室气体N<sub>2</sub>O排放,降低NH<sub>3</sub>泄漏具有重要意义。

### 发明内容

[0005] 本发明针对目前柴油机后处理系统中实际存在的问题,提出一种柴油机尾气后处理系统的热管理系统,尤其针对国VI重型柴油机尾气后处理系统,可对重型柴油机SCR系统温度进行控制,从而提高SCR系统NO<sub>x</sub>转化效率,降低NH<sub>3</sub>逃逸以及减少N<sub>2</sub>O生成,以达到提高柴油机后处理系统满足排放法规要求的能力以及减少柴油机温室气体的排放目的。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种柴油机SCR后处理尾气热管理系统,该热管理系统布置在DPF和SCR之间,将排气管道分为两个支路,在入口、出口处分别布置第一电动挡板、第二电动挡板,以控制尾气流经各支路的比例;在第一支路加装蓄热装置,并在第一支路外层加装冷却水套,冷却水套与发动机冷却水循环系统相连,在热管理系统入口、热管理系统出口以及蓄热装置出口分别布置测温点,分别测量入口温度T<sub>1</sub>、出口温度T<sub>3</sub>、蓄热温度T<sub>2</sub>,根据测得的温度值控制第一电动挡板和第二电动挡板的位置,从而调整尾气通过蓄热装置的比例,使得出口温度T<sub>3</sub>达到目标温度T。

[0007] 进一步地,蓄热装置采用96Zn-4Al作为相变蓄热材料,可将SCR反应温度控制在350℃,该温度下N<sub>2</sub>O生成量少、SCR系统NO<sub>x</sub>转化效率高,并且NH<sub>3</sub>氧化副反应活性低。

[0008] 进一步地,当出现SCR催化剂温度过高时,利用冷却水套达到降温效果,从而保护SCR催化剂免受高温冲击,保持SCR活性且维持N<sub>2</sub>O低生成水平。

[0009] 进一步地,在发动机冷启动阶段,利用冷却水套对蓄热装置进行预热,以防止尾气

第一次通过蓄热装置时发动机水蒸气的冷凝以及排温过低。

[0010] 进一步地,在发动机冷启动阶段,此时发动机排温低于 $T$ ,即入口温度 $T_1$ 低于 $T$ ,蓄热温度 $T_2$ 稍高于室温,此时尾气全部走第二支路,不通过蓄热装置。

[0011] 进一步地,在发动机运行阶段,当蓄热温度 $T_2$ 低于 $T$ ,入口温度 $T_1$ 低于蓄热温度 $T_2$ 时,尾气全部通过第一支路,并且关闭冷却水循环系统,通过冷却水套对管道起到保温作用,通过蓄热装置对尾气进行加热。

[0012] 当蓄热温度 $T_2$ 低于 $T$ ,入口温度 $T_1$ 高于蓄热温度 $T_2$ 并低于 $T$ 时,尾气全部从第二支路通过,防止蓄热装置对尾气冷却。

[0013] 当蓄热温度 $T_2$ 低于 $T$ ,入口温度 $T_1$ 高于 $T$ 时,通过二者与目标温度 $T$ 的温差作为控制输入,控制调整两个电动挡板的位置,使得流经第一支路和第二支路的尾气流量比 $a = (T -$

[0014]  $T_2) / (T_1 - T)$ ,控制部分尾气通过蓄热装置,将多余尾气热量储存在蓄热装置中,从而降低尾气温度,使出口温度 $T_3$ 接近于 $T$ ,同时根据出口温度 $T_3$ 与目标温度 $T$ 的温差作为反馈输入,进一步微调两个电动挡板的位置。

[0015] 当蓄热温度 $T_2$ 高于 $T$ ,入口温度 $T_1$ 低于 $T$ 时,通过二者与目标温度 $T$ 的温差作为控制输入,控制调整两个电动挡板的位置,使得流经第一支路和第二支路的尾气流量比 $a = (T_2 - T) / (T - T_1)$ ,控制部分尾气通过蓄热装置,利用蓄热装置的高温对尾气进行加热,从而升高尾气温度,使出口温度 $T_3$ 接近于 $T$ ,同时根据出口温度 $T_3$ 与目标温度 $T$ 的温差作为反馈输入,进一步微调两个电动挡板的位置。

[0016] 当蓄热温度 $T_2$ 高于 $T$ ,入口温度 $T_1$ 高于 $T$ ,尾气全部通过蓄热装置,并打开冷却水循环系统,对尾气温度进行降温,使出口温度 $T_3$ 接近于 $T$ 。

[0017] 本发明的有益效果:

[0018] 1. 相比现有技术,本发明采用蓄热装置对高排温下尾气热量进行储存,低排温下释放出来,以减少SCR系统反应温度波动,从而减少瞬态过程中 $\text{NH}_3$ 的泄漏。

[0019] 2. 本发明通过96Zn-4Al合金作为蓄热材料,可将SCR反应温度控制在 $350^\circ\text{C}$ ,该温度下 $\text{N}_2\text{O}$ 生成量少、SCR系统 $\text{NO}_x$ 转化效率高,并且 $\text{NH}_3$ 氧化副反应活性低。

[0020] 3. 本发明利用冷却水套,当DPF再生等过程中出现SCR催化剂温度过高时,利用冷却水套达到降温效果,从而保护SCR催化剂免受高温冲击,保持SCR活性且维持 $\text{N}_2\text{O}$ 低生成水平。

[0021] 4. 本发明利用冷却水套,在发动机冷启动阶段,对蓄热装置进行预热,以防止尾气排温过低。

## 附图说明

[0022] 图1为本发明柴油机SCR后处理尾气热管理系统结构示意图。

## 具体实施方式

[0023] 以下结合附图对本发明具体实施方式作进一步详细说明。

[0024] 如图1所示,本发明提供一种柴油机SCR后处理尾气热管理系统,该热管理系统布置在DPF和SCR之间,将排气管道分为两个支路,在入口、出口处分别布置第一电动挡板、第二电动挡板,以控制尾气流经各支路的比例;在第一支路加装蓄热装置,并在第一支路外

层加装冷却水套,冷却水套与发动机冷却水循环系统相连,在热管理系统入口、热管理系统出口以及蓄热装置出口分别布置测温点,分别测量入口温度 $T_1$ 、出口温度 $T_3$ 、蓄热温度 $T_2$ ,为第一电动挡板和第二电动挡板调整控制提供依据。

[0025] 此外,为了防止SCR催化剂老化以及抑制SCR副反应,当诸如DPF再生等过程中出现极高温时,通过冷却水套对尾气温度进行冷却,从而保护SCR催化剂免受高温冲击。冷却水循环系统也可以在冷启动阶段对蓄热装置进行预热。

[0026] 在SCR后处理系统中, $N_2O$ 是最重要的副产物之一,也是国际公认的强温室气体,研究表明,在SCR催化剂上, $350^{\circ}C$ 左右 $N_2O$ 生成量最少,过高或者过低的温度都可以导致 $N_2O$ 大量生成。与此同时, $350^{\circ}C$ 也是SCR催化剂 $NO_x$ 转化效率最高的温度点。因此,本发明设计的热管理系统以 $350^{\circ}C$ 为控制目标。

[0027] 为了使SCR反应温度控制在 $N_2O$ 生成量最少、 $NO_x$ 转化效率最高的温度 $350^{\circ}C$ ,蓄热装置采用96Zn-4Al作为相变蓄热材料,该合金相变温度为 $381^{\circ}C$ ,且相变潜热高,可满足蓄热需求;相变温度 $381^{\circ}C$ 略高于温度控制目标 $350^{\circ}C$ ,可以通过调整发动机尾气通过蓄热装置的比例达到控制目标。

[0028] 本发明具体使用及控制方法如下:设置目标温度 $T=350^{\circ}C$ ;

[0029] 在发动机冷启动阶段,此时发动机排温低于 $T$ ,即入口温度 $T_1$ 低于 $T$ ,蓄热温度 $T_2$ 稍高于室温,此时尾气全部走第二支路,不通过蓄热装置。与此同时,打开冷却水入口阀,打开冷却水出口阀,通过冷却水加热蓄热装置,使其温度达到冷却水温度(一般为 $80-90^{\circ}C$ )。通过对蓄热装置提前预热,可防止尾气第一次通过蓄热装置时发动机水蒸气的冷凝以及排温过低。

[0030] 在发动机运行阶段,当蓄热温度 $T_2$ 低于 $T$ ,入口温度 $T_1$ 低于蓄热温度 $T_2$ 时,尾气全部通过第一支路,并且关闭冷却水入口阀以及出口阀,通过冷却水套对管道起到保温作用,通过蓄热装置对尾气进行加热。

[0031] 当蓄热温度 $T_2$ 低于 $T$ ,入口温度 $T_1$ 高于蓄热温度 $T_2$ 并低于 $T$ 时,尾气全部从第二支路通过,防止蓄热装置对尾气冷却。

[0032] 当蓄热温度 $T_2$ 低于 $T$ ,入口温度 $T_1$ 高于 $T$ 时,通过二者与目标温度 $T$ 的温差作为控制输入,控制调整两个电动挡板的位置,使得流经第一支路和第二支路的尾气流量比 $a=(T-T_2)/(T_1-T)$ ,控制部分尾气通过蓄热装置,将多余尾气热量储存在蓄热装置中,从而降低尾气温度,使出口温度 $T_3$ 接近于 $T$ ,同时根据出口温度 $T_3$ 与目标温度 $T$ 的温差作为反馈输入,进一步微调两个电动挡板的位置。

[0033] 当蓄热温度 $T_2$ 高于 $T$ ,入口温度 $T_1$ 低于 $T$ 时,通过二者与目标温度 $T$ 的温差作为控制输入,控制调整两个电动挡板的位置,使得流经第一支路和第二支路的尾气流量比 $a=(T_2-T)/(T-T_1)$ ,控制部分尾气通过蓄热装置,利用蓄热装置的高温对尾气进行加热,从而升高尾气温度,使出口温度 $T_3$ 接近于 $T$ ,同时根据出口温度 $T_3$ 与目标温度 $T$ 的温差作为反馈输入,进一步微调两个电动挡板的位置。

[0034] 当蓄热温度 $T_2$ 高于 $T$ ,入口温度 $T_1$ 高于 $T$ ,尾气全部通过蓄热装置,并打开冷却水入口阀,冷却水出口阀,对尾气温度进行降温,使出口温度 $T_3$ 接近于 $T$ 。

[0035] 本发明在低排温下,利用高温排气余热对尾气进行加热,从而提高 $NO_x$ 转化效率,降低 $N_2O$ 排放;在高排温下,将尾气热量储存起来并对其降温,从而提高 $NO_x$ 转化效率,

降低 $N_2O$ 排放,也保护催化剂免受高温,当发动机出现排气温度过高时,启动冷却水循环系统,通过冷却水套对尾气温度进行冷却,冷却水循环系统也可以在冷启动阶段对蓄热装置进行预热。

[0036] 上述实施例用来解释说明本发明,而不是对本发明进行限制,在本发明的精神和权利要求的保护范围内,对本发明作出的任何修改和改变,都落入本发明的保护范围。

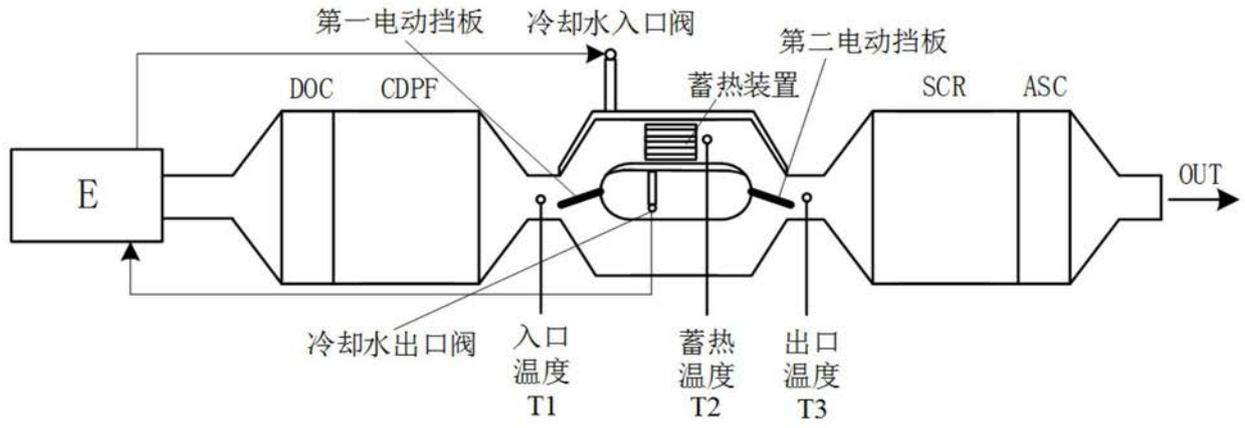


图1