



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107178418 B

(45)授权公告日 2019.09.17

(21)申请号 201710418545.8

F02B 37/24(2006.01)

(22)申请日 2017.06.06

F02D 13/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

F02D 41/00(2006.01)

申请公布号 CN 107178418 A

F02D 41/02(2006.01)

(43)申请公布日 2017.09.19

(73)专利权人 天津大学

(56)对比文件

地址 300350 天津市津南区海河教育园雅
观路135号天津大学北洋园校区

CN 101526042 A,2009.09.09,

CN 1537195 A,2004.10.13,

CN 105705744 A,2016.06.22,

JP 2003269181 A,2003.09.25,

US 2004118116 A1,2004.06.24,

(72)发明人 苏万华 郭斌扬 刘一泽 刘光义
宋昱橙 战强

于文斌等.《基于多脉冲喷射、可变增压以及
推迟进气门关闭定时技术的混合燃烧控制策
略》.《燃烧科学与技术》.2012,第18卷(第4期),

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代
理事务所 12201

审查员 朱东帅

代理人 吴学颖

(51)Int.Cl.

F02B 37/013(2006.01)

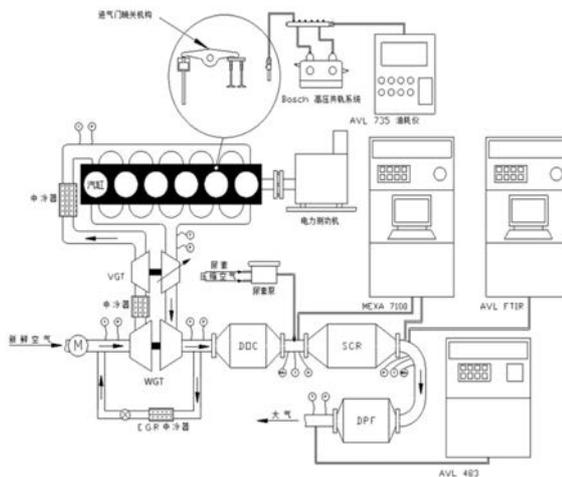
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于进排气系统的后处理器热管理控制方
法

(57)摘要

本发明公开了一种基于进排气系统的后处
理器热管理控制方法:通过对测试循环和排气温
度的分析确定原发动机稳态实验的工况点,并根
据原发动机在WHTC测试循环中SCR温度的变化趋
势,确定目标温度;基于WHTC测试循环确定可变
几何截面涡轮增压器开度对SCR温度的影响机
理;基于WHTC测试循环确定进气门晚关机构对
SCR温度的影响机理;进行WHTC冷启动试验,同时
改变可变几何截面涡轮增压器开度以及进气门
关闭定时,确定最佳可变几何截面涡轮增压器-
进气门晚关机构控制策略参数。本发明能够提高
排气温度而提高后处理系统的NO_x转化效率,适
用于配有可变几何截面涡轮增压器的柴油发动
机。



1. 一种基于进排气系统的后处理器热管理控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一,通过对WHTC测试循环和排气温度的分析确定原发动机稳态实验的工况点,并根据原发动机在WHTC测试循环中SCR温度的变化趋势,确定WHTC测试循环在一定时间内达到的目标温度;

步骤二,对原发动机进行改造:一种是用可变几何截面涡轮增压器代替固定几何截面涡轮增压器,另一种是在汽缸和固定几何截面涡轮增压器之间增加可变几何截面涡轮增压器;基于WHTC测试循环研究可变几何截面涡轮增压器开度对SCR温度和发动机性能的影响,确定可变几何截面涡轮增压器开度对SCR温度的影响机理;

步骤三,对原发动机加装可变气门正时装置,具体在汽缸进气门加装进气门晚关机构;基于WHTC测试循环研究进气门晚关机构对SCR温度和发动机性能的影响,确定进气门晚关机构对SCR温度的影响机理;

步骤四,原发动机同时加装可变几何截面涡轮增压器和进气门晚关机构后,进行WHTC冷启动试验,根据步骤二确定的可变几何截面涡轮增压器开度对SCR温度的影响机理和步骤三确定的进气门晚关机构对SCR温度的影响机理,同时改变可变几何截面涡轮增压器开度以及进气门关闭定时,对两项技术进行匹配工作,确定改装后发动机达到步骤一的目标温度时最佳的可变几何截面涡轮增压器-进气门晚关机构控制策略参数,使得发动机达到步骤一目标温度的时间最短。

2. 根据权利要求1所述的基于进排气系统的后处理器热管理控制方法,其特征在于,步骤一中所述目标温度大于所加装SCR处理器的最小起燃温度。

3. 根据权利要求1所述的基于进排气系统的后处理器热管理控制方法,其特征在于,步骤三中所述进气门晚关机构包括液压挺杆总成、压力源和调节阀,所述液压挺杆总成安装于与凸轮轴相连接的推杆上,通过控制液压油的流量使液压挺杆总成上下滑动实现对气门正时的控制。

基于进排气系统的后处理器热管理控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及柴油机尾气后处理技术、可变几何截面涡轮增压技术以及推迟进气门晚关的米勒循环技术,更具体的说,是涉及一种基于进排气系统的后处理器热管理控制方法。

背景技术

[0002] 柴油机凭借其突出的高效低油耗低、低CO₂排放等特性,被广泛应用于商用车和乘用车领域。但缸内富氧燃烧通常会伴随大量的氮氧化物排放,主要是指一氧化氮(NO)和二氧化氮(NO₂),两者统称为NO_x。通常情况下,柴油机尾气中的NO占绝大部分,部分工况可以达到90%。医学研究已经表明,NO和NO₂对人体健康均会产生不利影响,严重时还会危及人的生命安全,所以如何有效降低发动机NO_x排放水平已成为世界范围内燃机工作者的研究热点。

[0003] 目前,用于降低柴油机NO_x排放的后处理技术主要有:Lean NO_x Trap (LNT) 技术、NO_x选择非催化还原、NO_x选择催化还原和等离子辅助催化还原。选择催化还原(Selective Catalytic Reduction,SCR)技术在催化剂的作用下通过向富氧的排气中喷射燃油或者其他还原剂促进还原剂与NO_x反应,将NO_x还原成无害的N₂,可以降低柴油机中90%以上的NO_x,目前被认为是解决柴油机NO_x排放最有效的技术。现有的SCR技术,按照还原剂的种类不同,大致可以分为以尿素分解产生的NH₃作为还原剂的尿素型SCR技术,和以碳氢作为还原剂的碳氢型SCR技术两大类。相比较而言,尿素型SCR技术则更为成熟,已被广泛应用于工程实践。采用尿素型SCR后处理技术相比EGR技术有利于燃油经济性的改善,燃油系统的配置也不需太高,而且SCR对燃油中的硫不太敏感,低要求的燃油品质可以降低柴油机的运行成本。

[0004] 在降低柴油机NO_x的后处理技术领域,LNT和SCR仍是主流的技术路线,其中,SCR技术又更为成熟,NO_x转换更高,其应用前景被普遍看好。无论是LNT技术还是SCR技术,转化过程都需要催化剂的参与,而催化剂的活性又与温度有着密切关系,以试验用的铜铁基SCR系统为例,当排气温度低于180°C时,SCR的效率将大幅降低。随着柴油机效率的提高,两级增压和低压EGR技术的应用,柴油机的排气温度也越来越低,这给SCR系统的应用带来了挑战,尤其是到了欧VI阶段,法规对发动机冷启动有明确要求,因而对后处理系统的热管理技术进行研究有重要意义。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对柴油机低负荷工况以及冷启动过程SCR系统的低转化效率问题,提供一种基于进排气系统的后处理器热管理控制方法,能够提高排气温度而提高后处理系统的NO_x转化效率。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的。

[0007] 本发明的基于进排气系统的后处理器热管理控制方法,包括以下步骤:

[0008] 步骤一,通过对测试循环和排气温度的分析确定原发动机稳态实验的工况点,并根据原发动机在WHTC测试循环中SCR温度的变化趋势,确定循环在一定时间内以内达到的目标温度;

[0009] 步骤二,对原发动机进行改造:一种是用可变几何截面涡轮增压器代替固定几何截面涡轮增压器,另一种是在汽缸和固定几何截面涡轮增压器之间增加可变几何截面涡轮增压器;基于WHTC测试循环研究可变几何截面涡轮增压器开度对SCR温度和发动机性能的影响,确定可变几何截面涡轮增压器开度对SCR温度的影响机理;

[0010] 步骤三,对原发动机加装可变气门正时装置,具体在汽缸进气门加装进气门晚关机构;基于WHTC测试循环研究进气门晚关机构对SCR温度和发动机性能的影响,确定进气门晚关机构对SCR温度的影响机理;

[0011] 步骤四,原发动机同时加装可变几何截面涡轮增压器和进气门晚关机构后,进行WHTC冷启动试验,根据步骤二确定的可变几何截面涡轮增压器开度对SCR温度的影响机理和步骤三确定的进气门晚关机构对SCR温度的影响机理,同时改变可变几何截面涡轮增压器开度以及进气门关闭定时,对两项技术进行匹配工作,确定改装后发动机达到步骤一的目标温度时最佳的可变几何截面涡轮增压器-进气门晚关机构控制策略参数。

[0012] 步骤一中所述目标温度应大于所加装SCR处理器的最小起燃温度。

[0013] 步骤三中所述进气门晚关机构包括液压挺杆总成、压力源和调节阀,所述液压挺杆总成安装于与凸轮轴相连接的推杆上,通过控制液压油的流量使液压挺杆总成上下滑动实现对于气门正时的控制。

[0014] 与现有技术相比,本发明的技术方案所带来的有益效果是:

[0015] (1) 本发明中加装了VGT,通过对发动机进气量的灵活调控,可对汽缸内燃烧温度和排气温度产生重要作用,增大VGT开度在多方面提高汽缸内燃烧温度对提升后处理温度有直接作用;

[0016] (2) 本发明加装的RIVCT有很快的响应速度,在一个循环内即可切换使用,有效提高燃烧温度和排气温度;

[0017] (3) 本发明通过比较不同VGT开度以及进气门关闭定时对应的SCR温升、温度响应速率以及对发动机性能的影响,确定最佳VGT-RIVCT控制策略参数;发明通过VGT-RIVCT的协同控制策略实现控制进气量以及缸内气体热容,可以显著提高SCR系统的温度,使SCR起燃时刻大幅提前,并且有快速的响应效果;

[0018] (4) 本发明采用VGT与RIVCT技术的结合,通过改变充量热容以及影响缸内燃烧过程,提高SCR温度而提高后处理系统的NO_x转化效率。

附图说明

[0019] 图1是本发明同时加装VGT和RIVCTD的后处理热管理系统示意图;

[0020] 图2是本发明试验工况下VGT开度对SCR温度的影响图;

[0021] 图3是本发明试验工况下VGT开度对BSFC的影响图;

[0022] 图4是本发明试验工况下RIVCT对SCR温度的影响图;

[0023] 图5是本发明SCR温度与后处理热管理控制策略的影响图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明作进一步的描述。

[0025] 选择性催化还原系统包括催化剂,其辅助排气中氮氧化物的还原。催化剂在其达到称作起燃温度的工作温度时有效地工作。随着两级增压和低压EGR技术等技术的应用,导致现阶段柴油机的排气温度大幅降低,尤其是发动机冷启动阶段,后处理SCR系统效率明显降低,导致排放恶化。欧VI阶段,排放法规对发动机冷启动有明确要求,因而对后处理系统的热管理技术进行研究有重要意义。

[0026] 本发明的基于进排气系统的后处理器热管理控制方法,利用进气门晚关机构(RIVCT)、可变几何截面涡轮增压器(VGT)、NO_x传感器、温度传感器、以及SCR后处理,建立SCR热管理模型,通过对进气侧参数的调节对后处理器温度进行控制,从而使后处理系统高效运行,具体包括以下步骤:

[0027] 步骤一,通过对测试循环和排气温度的分析确定原发动机稳态实验的工况点,并根据原发动机在WHTC测试循环中SCR温度的变化趋势,确定循环在一定时间内以内达到的目标温度。所述目标温度应大于所加装SCR处理器的最小起燃温度。

[0028] 步骤二,如果原发动机未配置可变几何截面涡轮增压器(VGT),应对原发动机进行改造:一种是用可变几何截面涡轮增压器(VGT)代替固定几何截面涡轮增压器(WGT);另一种是进行两级增压设置,保留固定几何截面涡轮增压器(WGT)的同时在汽缸和固定几何截面涡轮增压器(WGT)之间增加可变几何截面涡轮增压器(VGT),改造方式根据发动机类型具体决定。

[0029] VGT通过对发动机进气量的灵活调控,可对汽缸内燃烧温度和排气温度产生重要作用,增大VGT开度在多方面提高汽缸内燃烧温度对提升后处理温度有直接作用。基于WHTC测试循环研究VGT开度对SCR温度和发动机性能的影响,确定VGT开度对SCR温度的相关影响机理,如VGT开度对SCR温升、温度响应速率以及对发动机性能的影响。

[0030] 步骤三,对原发动机加装可变气门正时装置,具体在汽缸进气门加装滑阀式两模式进气门晚关机构(RIVCT),所述进气门晚关机构(RIVCT)包括液压挺杆总成、压力源和调节阀,所述液压挺杆总成安装于与凸轮轴相连接的推杆上,通过控制液压油的流量使液压挺杆总成上下滑动实现对于气门正时的控制。

[0031] 采用RIVCT推迟进气门关闭时刻,部分进入汽缸的空气被上行的活塞推出,使得参与燃烧的空气量减少,缸内充量的总热容量降低。基于WHTC测试循环研究进气门晚关机构(RIVCT)对SCR温度和发动机性能的影响,确定RIVCT对SCR温度的相关影响机理,如RIVCT对SCR温升、温度响应速率以及对发动机性能的影响。

[0032] 步骤四,原发动机同时加装VGT和RIVCT,通过控制进气量以及缸内气体热容,可以显著提高SCR系统的温度,并且使SCR起燃时刻大幅提前。进行WHTC冷启动试验,根据步骤二确定的VGT开度对SCR温度的影响机理和步骤三确定的RIVCT对SCR温度的影响机理,同时改变VGT开度以及进气门关闭定时,对两项技术进行匹配工作,确定改装后发动机达到步骤一的目标温度时最佳的VGT-RIVCT控制策略参数。

[0033] 实施例:

[0034] 图1为本发明后处理热管理系统示意图,主要部件为发动机,表1为本实施例发动机主要参数,其燃烧空气燃料混合物以产生驱动扭矩。空气采用增压技术或者自然吸气方

式通过入口被吸入进气歧管。本实施例发动机的气路系统采用两级增压系统和低压废气再循环系统(LP-EGR),两级增压系统的高压级增压器为可变几何截面涡轮增压器,低压级增压器为固定几何截面涡轮增压器,进气歧管内的空气被分配到汽缸中。进气门处安装进气门晚关机构,本实施例发动机采用的是滑阀式两模式进气门晚关机构(RIVCT)。尽管图描绘了六个汽缸,但是本发明同样适用于可包括更多或更少的汽缸的发动机。下表为本实施例发动机的主要参数,可以用作参考依据。作用采用的燃油系统最高共轨压力为180MPa,燃烧室带有BUMP环,燃烧技术运用高密度低温燃烧(HD-LTC)策略。本实施例采用的SCR为铜铁基SCR催化转化器,其允许的最低尿素喷射温度为180℃。

[0035] 表1实施例发动机的主要参数

[0036]

参数	数值
缸径(mm)	126
行程(mm)	155
排量(L)	11.596
压缩比	17:1
进气涡流比	1.2
燃烧室	敞口 ω 型(带BUMP环)
进气方式	增压中冷
喷油器孔数 \times 孔径 \times 锥角	8 \times 0.217 \times 143
最高转速(rpm)	2200
最大功率(kW)	353(2100rpm)
最大扭矩(Nm)	1970(1200-1500rpm)
最高爆发压力(MPa)	16.5

[0037] 本发明首先确定需要缩短SCR起燃时间的典型工况点,以确定该发明主要针对的负荷范围。首先通过对测试循环和排气温度的分析确定了发动机稳态实验的工况点,并根据原发动机在WHTEC测试循环中SCR温度的变化趋势,确定了在循环第600s以内达到的目标温度,该目标温度应大于所加装SCR处理器的最小起燃温度。

[0038] 为实现本发明中提到的热管理方法,需要对原机进行技术改装,保留固定几何截面涡轮增压器(WGT)的同时在汽缸和固定几何截面涡轮增压器(WGT)之间增加可变几何截面涡轮增压器(VGT),本发明实施例中采用的是两级增压系统,低压级采用WGT,高压级采用VGT。VGT通过对发动机进气量的灵活调控,可对缸内燃烧温度和排气温度产生重要作用。图2所示为范例发动机在1300rpm/25%负荷工况点(范例发动机的典型工况点)下VGT开度对SCR温度的影响图。从图中可以看到,随着VGT开度的增大,减少进气量使得缸内热容量降低,当燃烧放出的总热量保持不变(循环油量不变)时,缸内平均温度得到显著提升,较高的缸内燃烧温度对提升后处理温度有直接作用。从图2还可以发现,当VGT开度超过一个开度后,SCR温度随VGT开度增大而上升的趋势逐渐减缓,这主要是因为VGT开度过大,进气量已基本减少到稳定值,缸内最高平均温度的变化已经非常小,所以需要其他辅助加热措施。另外如图3所示,在低负荷工况下,VGT开度的增大有利于油耗率的改善。

[0039] 对原发动机加装可变气门正时装置,具体在汽缸进气门加装滑阀式两模式进气门

晚关机构 (RIVCT), 本专利采用的是滑阀式两模式进气门晚关机构 (RIVCT), 在原机与凸轮轴相连接的推杆上加装液压挺杆总成, 液压挺杆总成包括由下至上一体形成的与发动机凸轮轴相连的推杆、油路结构、油压室, 所述的油压室内设置有与气门摇臂连接的活塞。所述的油路结构中心形成有与油压室相连通的油路, 油路结构的周边形成有与油路连通的总成进油孔、总成主泄油孔和总成次泄油孔, 所述的油路内由下至上设置有弹簧和内阀芯, 所述的推杆可以采用原发动机推杆。通过控制液压油的流量使液压挺杆总成随发动机凸轮轴旋转进行上下往复运动, 实现对于气门正时的控制。

[0040] 利用RIVCT对缸内燃烧温度进行调控, 如图4所示, RIVCT开启后, 减少的进气流量使得燃烧过程缸内压力大幅降低, 缸内平均燃烧温度上升, 使得RIVCT对SCR温度有重要影响。RIVCT可作为VGT技术的补充, 当VGT开度过大时, VGT对进气量的调节作用很小, 大开度下采用RIVCT可使进气量进一步减小, SCR温度得到进一步提升。

[0041] 发动机进行WHTC冷启动试验, 同时改变VGT开度以及进气门关闭定时, 对两项技术进行匹配工作并且通过SCR温升、温度响应速率以及对发动机性能的影响, 确定最佳VGT-RIVCT控制策略参数。VGT-RIVCT策略对WHTC循环SCR温度的影响如图5所示, 对比几种热管理策略, VGT-RIVCT控制策略均可以显著提高SCR系统的温度, 使SCR起燃时刻大幅提前, 并且有快速的响应效果。以本实施例发动机为例, 将低负荷工况VGT开度增大10%~15%配合RIVCT的开启, 可以使SCR起燃时刻提前至540s, 实现了SCR系统的快速起燃, 使冷启动WHTC测试循环NO_x的排放量由1.78g/kWh降低为0.929g/kWh, 同时发动机的油耗仅有1.4%左右的恶化。

[0042] 尽管上面结合附图对本发明的功能及工作过程进行了描述, 但本发明并不局限于上述的具体功能和工作过程, 上述的具体实施方式仅仅是示意性的, 而不是限制性的, 本领域的普通技术人员在本发明的启示下, 在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下, 还可以做出很多形式, 这些均属于本发明的保护之内。

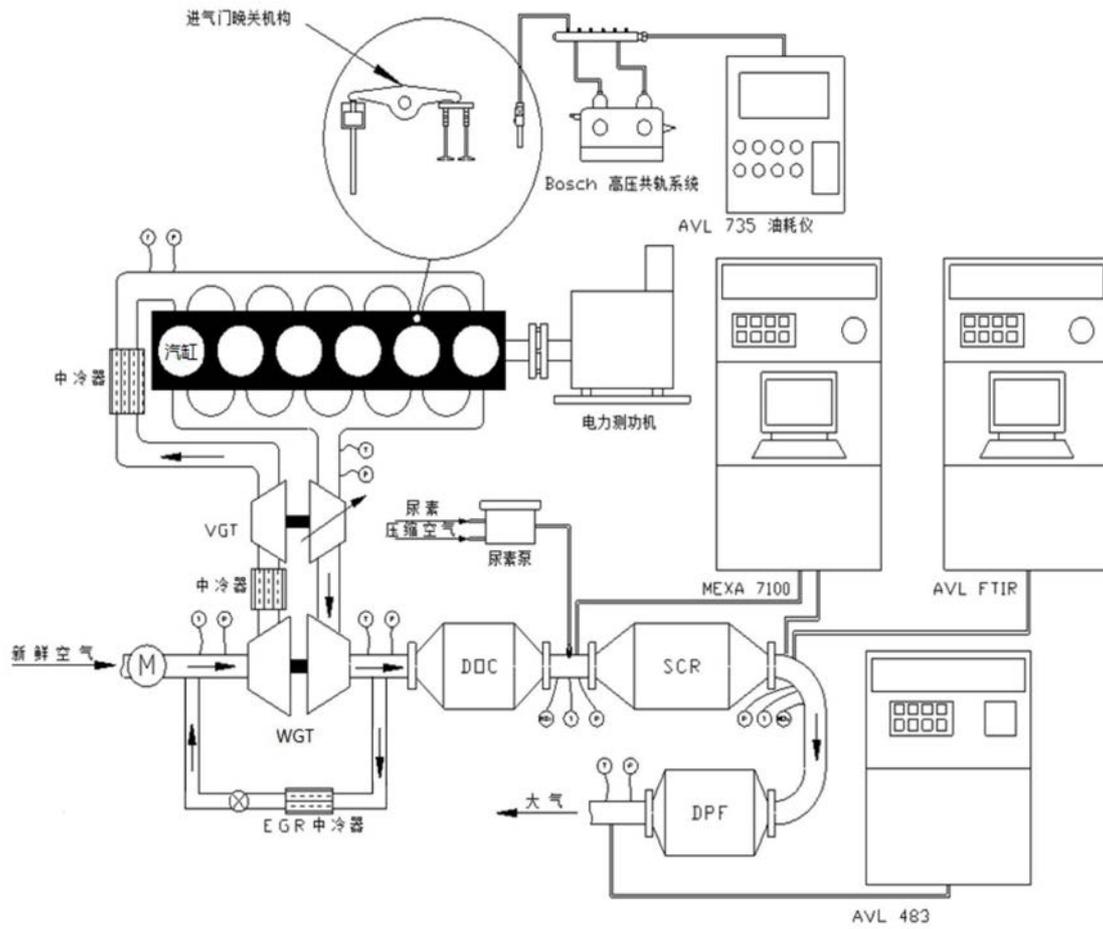


图1

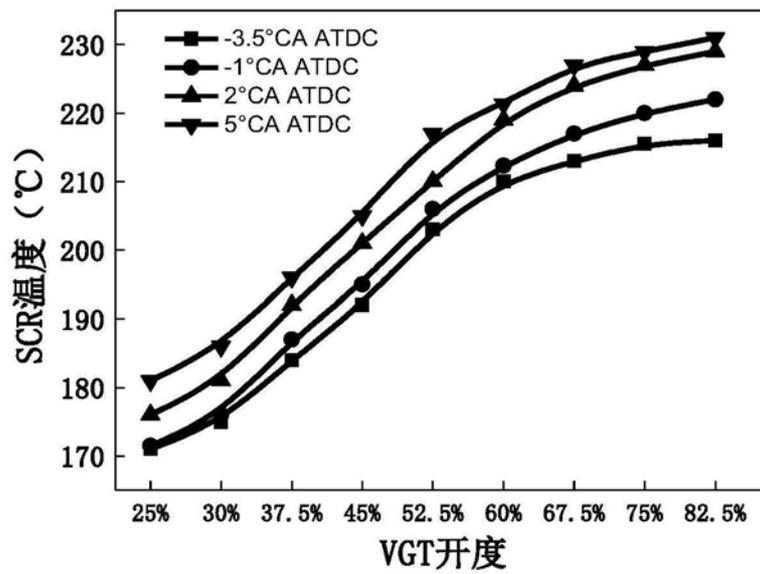


图2

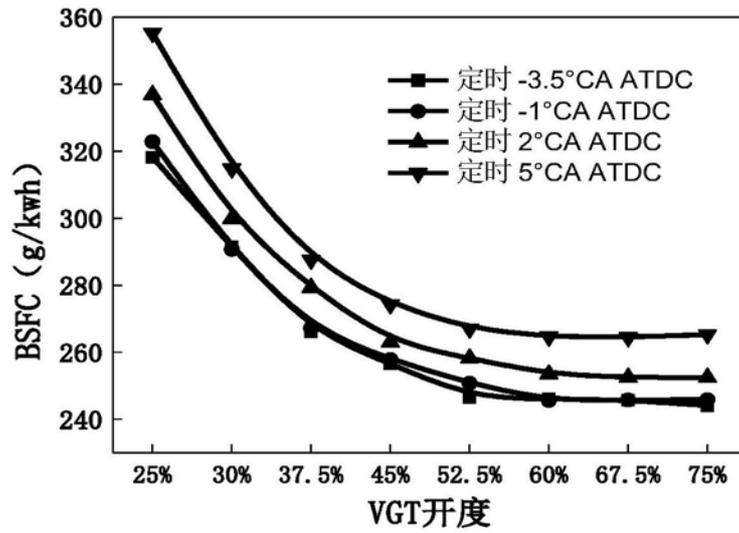


图3

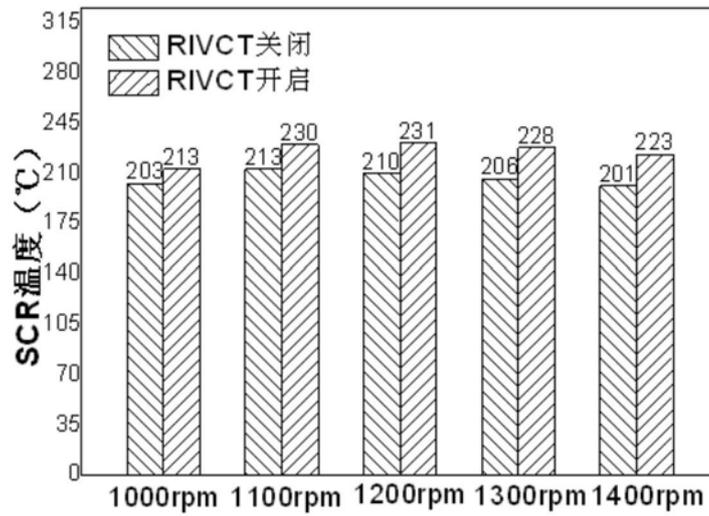


图4

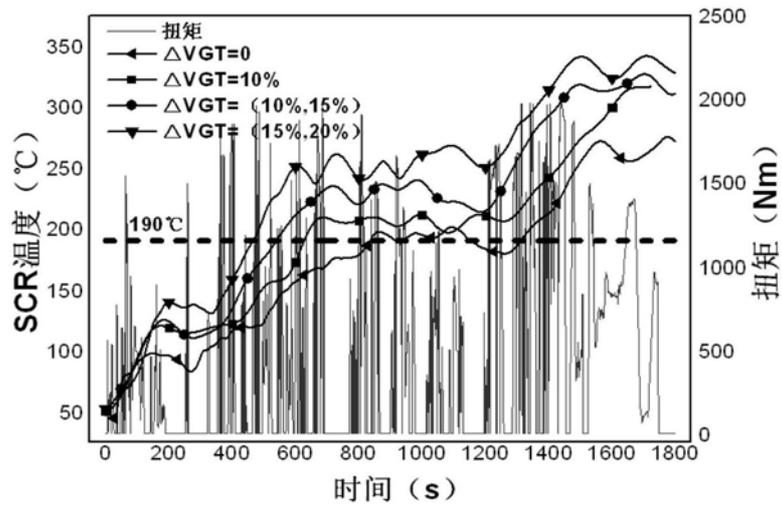


图5