



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109184898 A

(43)申请公布日 2019.01.11

(21)申请号 201811156396.3

(22)申请日 2018.09.29

(71)申请人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南  
通大街145号哈尔滨工程大学科技处  
知识产权办公室

(72)发明人 杨立平 罗岩 费红姿 宋恩哲  
范立云 孙军

(51)Int.Cl.

F02B 43/04(2006.01)

F02B 43/10(2006.01)

F02M 21/02(2006.01)

F02B 19/10(2006.01)

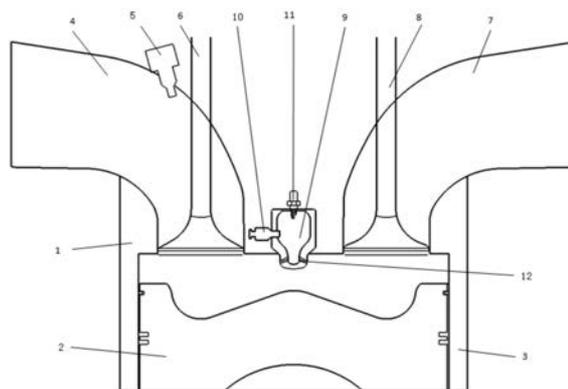
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统

(57)摘要

本发明的目的在于提供一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统,包括缸盖、气缸套、活塞、进气道、排气道,活塞位于气缸套里,活塞顶部与缸盖之间为燃烧室,进气道里设置进气门,排气道里设置排气门,进气道里设置天然气供给装置,天然气供给装置的位置位于进气门之前,气缸盖上设置预燃室,预燃室里分别设置火花塞和预燃室天然气喷射装置,预燃室伸入至燃烧室里的部分设置有喷孔。本发明利用多孔通道喷射的高温高压燃气形成多个点火源,以及主燃室紧凑的结构,缩短了天然气火焰传播距离,实现了缸内稀混合气多区域引燃燃烧。同时,高温高压的燃气射流破坏了缸内的大尺度涡流,提高了缸内的湍流强度,使得燃烧效率显著提高。



1. 一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统,包括缸盖、气缸套、活塞、进气道、排气道,活塞位于气缸套里,活塞顶部与缸盖之间为燃烧室,进气道里设置进气门,排气道里设置排气门,其特征是:进气道里设置提供稀薄燃气的天然气供给装置,天然气供给装置的位置位于进气门之前,气缸盖上设置预燃室,预燃室里分别设置火花塞和提供过浓燃气的预燃室天然气喷射装置,预燃室伸入至燃烧室里的部分设置有喷孔。

2. 根据权利要求1所述的一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统,其特征是:燃烧室俯视形状为梅花状,梅花状的燃烧室包含有凸脊,凸脊与凸脊之间构成内凹的局部区域,燃烧室纵剖面为 $\omega$ 形。

3. 根据权利要求2所述的一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统,其特征是:所述凸脊的个数为六个,构成的内凹的局部区域为六个,所述的喷孔与局部区域个数相同,且位置相对应。

4. 根据权利要求2或3所述的一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统,其特征是:凸脊轴线与活塞顶面垂直,不同凸脊轴线与气缸中心轴线之间的距离相同。

5. 根据权利要求1-3任一所述的一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统,其特征是:所述进气道为螺旋进气道,喷孔为渐缩型。

6. 根据权利要求4所述的一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统,其特征是:所述进气道为螺旋进气道,喷孔为渐缩型。

7. 根据权利要求1-3任一所述的一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统,其特征是:预燃室天然气喷射装置安装在预燃室侧面,所喷出的燃气横向摄入燃烧室中。喷孔与气缸中心轴线夹角为60-80度。

8. 根据权利要求4所述的一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统,其特征是:预燃室天然气喷射装置安装在预燃室侧面,所喷出的燃气横向摄入燃烧室中。喷孔与气缸中心轴线夹角为60-80度。

9. 根据权利要求5所述的一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统,其特征是:预燃室天然气喷射装置安装在预燃室侧面,所喷出的燃气横向摄入燃烧室中。喷孔与气缸中心轴线夹角为60-80度。

10. 根据权利要求6所述的一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统,其特征是:预燃室天然气喷射装置安装在预燃室侧面,所喷出的燃气横向摄入燃烧室中。喷孔与气缸中心轴线夹角为60-80度。

## 一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种发动机,具体地说是天然气发动机燃烧室。

### 背景技术

[0002] 天然气是一种资源丰富的清洁能源,具有发热量高,抗爆性好等特点,已经发展成为柴油和汽油的替代燃料。为了满足日益严格的排放法规,天然气发动机一般采用稀薄燃烧技术,采用较大的空燃比,使得燃烧过程中产生的一部分热量被空气吸收,降低缸内温度,有效减少NOX排放,同时可以避免爆燃现象。

[0003] 船用大缸径天然气发动机,由于气缸直径大,燃烧室内容积较大,而且天然气火焰传播速率慢,使得采用稀薄燃烧方式的发动机缸内燃烧速度较慢,燃烧持续期较长,传热损失大,如果混合气过于稀薄,会出现火焰淬熄和失火现象,使得未燃HC排放显著上升,燃料经济性下降。

[0004] 采用预燃室燃烧系统,即在预燃室内形成适宜点燃的浓混合气,通过火花塞点燃后形成高温燃气,高温燃气经通道射入主燃烧室,点燃主燃室内的稀薄混合气,实现分层燃烧,可以有效提高火焰传播速度,降低发动机排放,提高发动机效率。

[0005] 目前的预燃室燃烧系统,如专利CN1316154C、CN1563680A,将燃料喷射装置安装在预燃室内,同时向预燃室和主燃室内供给燃料。对于船用大缸径发动机,预燃室容积相比主燃室容积过小,仅采用预燃室内的燃料供给系统向主燃室内供给燃料,会出现主燃室内燃料空燃比过大,预燃室内和主燃室内燃料比例分配不合理的现象。同时,预燃室单喷孔结构不利于大缸径发动机缸内混合气快速充分燃烧。专利CN101858245A,通过在进气冲程完成高温区域扫气,达到降温的目的,提高稀燃极限,提高热效率。以上专利均没有涉及通过优化进气系统、预燃室和燃烧室结构的匹配,组织缸内合理的气流运动,达到改善缸内燃料燃烧速度,提高热效率的目的。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供在结构上缩短燃气火焰传播距离,实现船用大缸径天然气发动机缸内混合气快速高效燃烧,提高发动机效率,并降低排放的一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统。

[0007] 本发明的目的是这样实现的:

[0008] 本发明一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统,包括缸盖、气缸套、活塞、进气道、排气道,活塞位于气缸套里,活塞顶部与缸盖之间为燃烧室,进气道里设置进气门,排气道里设置排气门,其特征是:进气道里设置提供稀薄燃气的天然气供给装置,天然气供给装置的位置位于进气门之前,气缸盖上设置预燃室,预燃室里分别设置火花塞和提供过浓燃气的预燃室天然气喷射装置,预燃室伸入至燃烧室里的部分设置有喷孔。

[0009] 本发明还可以包括：

[0010] 1、燃烧室俯视形状为梅花状，梅花状的燃烧室包含有凸脊，凸脊与凸脊之间构成内凹的局部区域，燃烧室纵剖面为 $\omega$ 形。

[0011] 2、所述凸脊的个数为六个，构成的内凹的局部区域为六个，所述的喷孔与局部区域个数相同，且位置相对应。

[0012] 3、凸脊轴线与活塞顶面垂直，不同凸脊轴线与气缸中心轴线之间的距离相同。

[0013] 4、所述进气道为螺旋进气道，喷孔为渐缩型。

[0014] 5、预燃室天然气喷射装置安装在预燃室侧面，所喷出的燃气横向摄入燃烧室中。喷孔与气缸中心轴线夹角为60-80度。

[0015] 本发明的优势在于：

[0016] 1. 大大的提高了燃烧效率

[0017] 现有的船用大缸径天然气发动机，由于天然气自身着火温度高，火焰传播慢等问题，限制了发动机效率的提升。而本发明利用多孔通道喷射的高温高压燃气形成多个点火源，以及主燃室紧凑的结构，缩短了天然气火焰传播距离，实现了缸内稀混合气多区域引燃燃烧。同时，高温高压的燃气射流破坏了缸内的大尺度涡流，提高了缸内的湍流强度，使得燃烧效率显著提高。

[0018] 2. 降低了排放

[0019] 由于缸内的混合气空燃比大，使得缸内的温度峰值较低，从而提高了排放性能。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明的结构示意图；

[0021] 图2为主燃烧室的结构示意图；

[0022] 图3为压缩行程缸内的气流运动示意图；

[0023] 图4为主燃烧室内的燃气射流示意图；

[0024] 图5为主燃烧室内的燃气射流横截面图。

## 具体实施方式

[0025] 下面结合附图举例对本发明做更详细地描述：

[0026] 结合图1-5，本发明一种船用大缸径天然气发动机预燃室多孔射流引燃式高效燃烧系统，包括进气道4、天然气供给装置5、进气门6、排气道7、排气门8、预燃室9、预燃室天然气喷射装置10、火花塞11以及一个由气缸盖1、活塞2和气缸套3组成的主燃室。有两套天然气供气装置，一套天然气供给装置5安装在进气道4上，用于向主燃室内提供稀薄燃气；另一套安装在气缸盖1上，用于向预燃室9内提供过浓燃气。进气道4为螺旋进气道，螺旋进气道结构使得天然气和空气混合气进入气缸后围绕气缸中心轴线流动，形成大尺度涡流，增加缸内初始气流扰动；活塞顶面设有 $\omega$ 形燃烧室13， $\omega$ 形燃烧室13周向对称布置六个相对的凸脊14，凸脊轴线与活塞顶面垂直，用于将燃烧室(13)分成六个结构紧凑的局部区域15。同时六个凸脊14轴线与气缸中心轴线之间的距离相同，该结构可以合理利用缸内大尺度涡流，通过流体粘性力的作用，在 $\omega$ 形燃烧室局部区域15内形成相反方向的涡流，增加气流湍动能水平，利于缸内燃气混合。

[0027] 预燃室9布置在气缸盖1内,预燃室9中心轴线与气缸中心轴线共线。预燃室9下部伸入主燃室内,预燃室下部周向对称布置六个喷孔12,连通预燃室9和主燃室。预燃室喷孔12为渐缩形,连接预燃室一侧喷孔直径为1mm至2mm,连接主燃室一侧喷孔直径为3mm至4mm;喷孔长径比为2。预燃室天然气喷射装置10安装在预燃室9侧面,向预燃室内喷射过浓燃气。火花塞11安装在预燃室9上端面中央位置,保证点火火焰向四周等距均匀传播,点燃预燃室9内的浓混合气。

[0028] 在压缩阶段,气缸内的一部分稀薄混合气通过预燃室喷孔12进入预燃室9内,将预燃室天然气喷射装置10安装在预燃室9侧面,使得喷射出的燃气横向射入稀薄混合气中,利于预燃室内燃气快速混合。在点火时刻,火花塞11点燃预燃室9内的浓混合气,形成高温高压燃气,高温高压燃气在渐缩形喷孔的作用下,获得较高的射流速度和较长贯穿距,射入主燃室内。高温射流作为点火源点燃主燃室内的稀薄混合气。通过改变预燃室9伸入主燃室的距离和喷孔与气缸中心轴线之间夹角,可以控制高温燃气射入主燃烧室指定的燃烧区域(15)内。本发明中预燃室喷孔之间夹角为60度,喷孔与气缸中心轴线夹角60度至80度。

[0029] 在图3中,活塞顶面中央设有 $\omega$ 形燃烧室13,燃烧室13周向对称布置六个相对的凸脊14,凸脊轴线与活塞顶面垂直,凸脊14轴线与气缸中心轴线之间的距离相同。随着活塞的上行,该燃烧室结构可以合理利用缸内涡流,在燃烧室中央位置形成大尺度涡流。通过流体粘性力的作用,在局部燃烧区域15内形成相反方向的涡流,增加气流湍动能水平,利于在缸内快速形成均质稀薄混合气。同时, $\omega$ 形燃烧室结构紧凑,结构上缩短了高温燃气火焰的传播距离,利于缸内混合气快速充分燃烧。

[0030] 在图4和图5中,预燃室内的浓混合气经火花塞点燃形成高温燃气,高温燃气经预燃室喷孔射入主燃室内。可以通过改变预燃室9伸入主燃室的距离和喷孔与气缸中心轴线之间夹角,控制高温燃气射入主燃烧室指定的燃烧区域。主燃室燃烧区域与预燃室喷孔一一对应。预燃室渐缩形喷孔结构使得高温燃气具有更长的贯穿距离。同时高温燃气射流破坏了局部燃烧区域内涡流,提高了缸内气流的湍流强度,使得高温燃气射流接触到更多的未燃混合气,缩短了天然气火焰传播距离,有效提高了燃烧速率,实现缸内多区域高效快速燃烧,提高大缸径船用天然气发动机的燃烧效率,并降低排放。

[0031] 本发明装置有两套天然气供气装置,一套安装在进气道上,另一套安装在在缸盖上,用于向预燃室供气;进气道为螺旋进气道,用于在气缸内形成进气涡流;活塞顶面设有 $\omega$ 形烧室,所述 $\omega$ 形燃烧室周向对称布置六个相对的凸脊,所述凸脊轴线与活塞顶面垂直,用于将燃烧室分成六个结构紧凑的局部区域;预燃室布置在气缸盖内,预燃室中心轴线与气缸中心轴线重合;火花塞安装在预燃室上端面中央,保证点火火焰向四周等距均匀传播;预燃室天然气喷射装置安装在预燃室侧面;预燃室下部伸入主燃室内,下部周向对称布置六个预燃室喷孔,使预燃室和主燃室连通,通过调整预燃室伸入主燃室的距离和喷孔轴线与气缸中心轴线之间的夹角,控制预燃室内高温高压燃气喷入燃烧室指定区域,点燃主燃室内的稀混合气,实现缸内稀混合气的快速燃烧。

[0032] 预燃室下部外壁面涂覆耐高温涂料。

[0033] 喷孔为渐缩形,最小半径为1mm至2mm,最大半径3mm至4mm;喷孔长径比大于2。

[0034] 喷孔之间夹角为60度,喷孔与气缸中心轴线夹角60度至80度,喷孔与所述 $\omega$ 形燃烧室局部区域相对应。

[0035] 凸脊横截面为山丘形；凸脊顶部指向气缸中心，凸脊顶面为圆弧面，圆弧半径为6mm至9mm；凸脊侧面为圆弧面，圆弧半径为40mm至50mm；凸脊脊线与气缸中心轴线之间的距离为86mm至93mm。凸脊尺寸限定了局部区域的大小，使得 $\omega$ 形燃烧室结构紧凑，缩短了高温燃气火焰径向传播距离，利于缸内未燃混合气快速充分燃烧。

[0036] 六个凸脊脊线与气缸中心轴线的距离相同，使得在压缩冲程阶段 $\omega$ 形燃烧室中央形成大尺度涡流，通过流体粘性力的作用，使得局部区域内形成相反方向的涡流，利于缸内燃气混合。

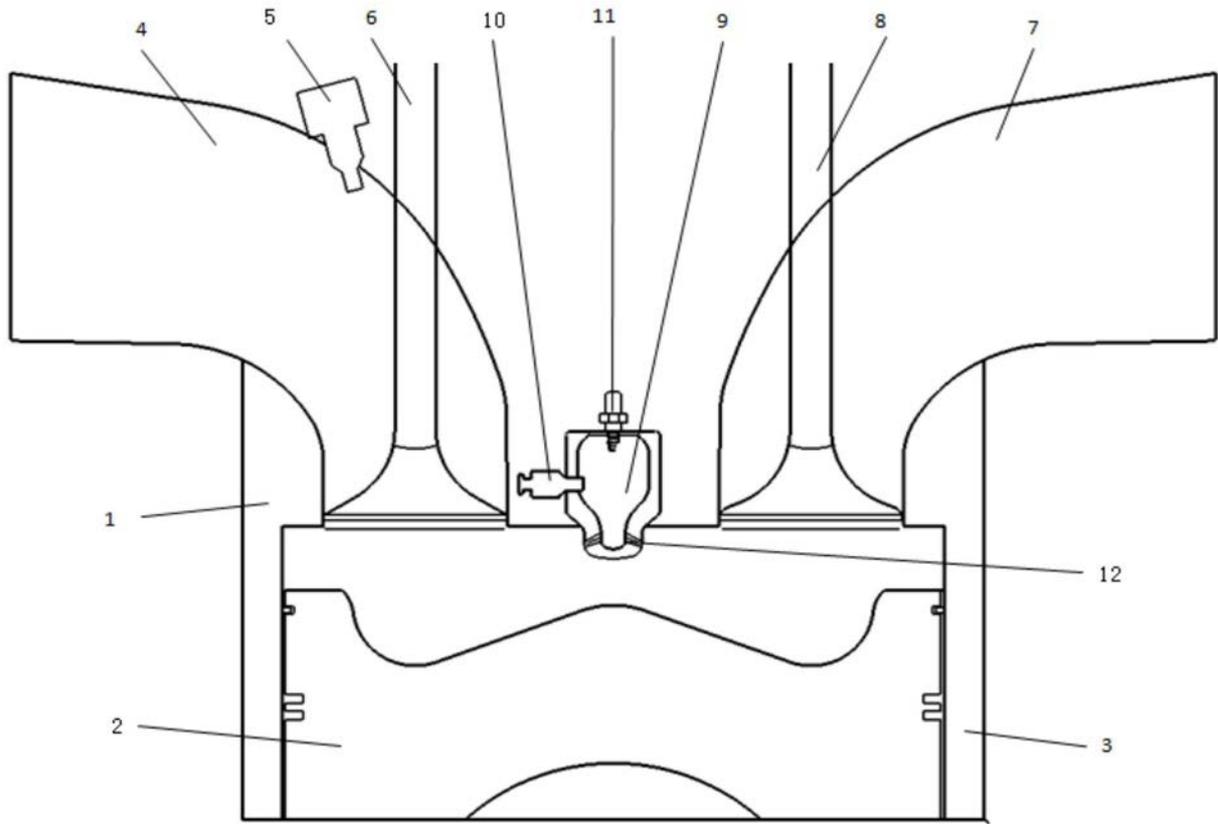


图1

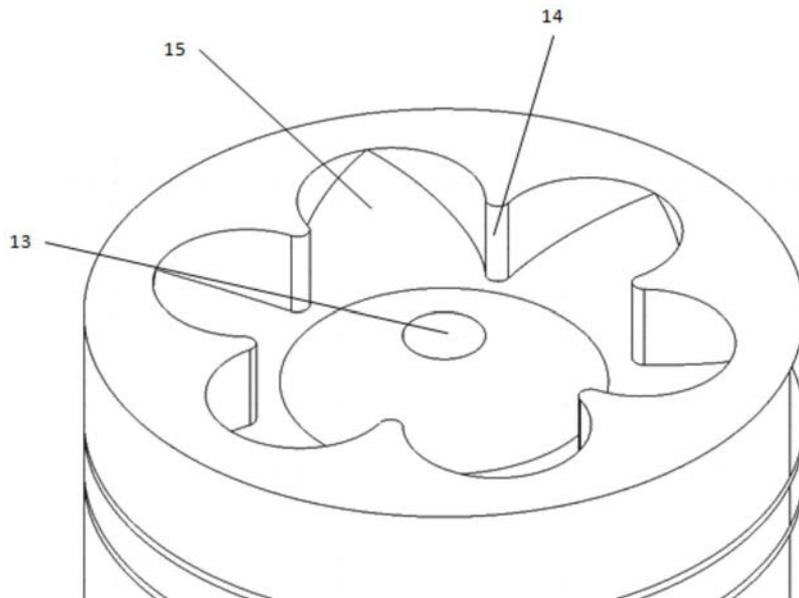


图2

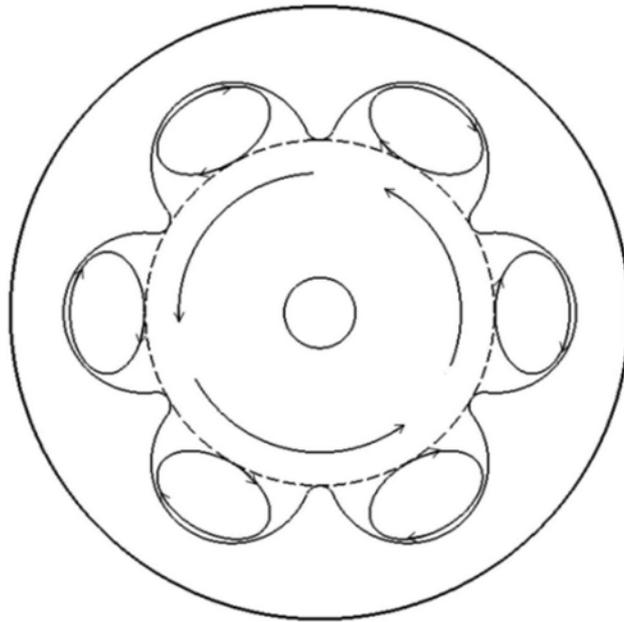


图3

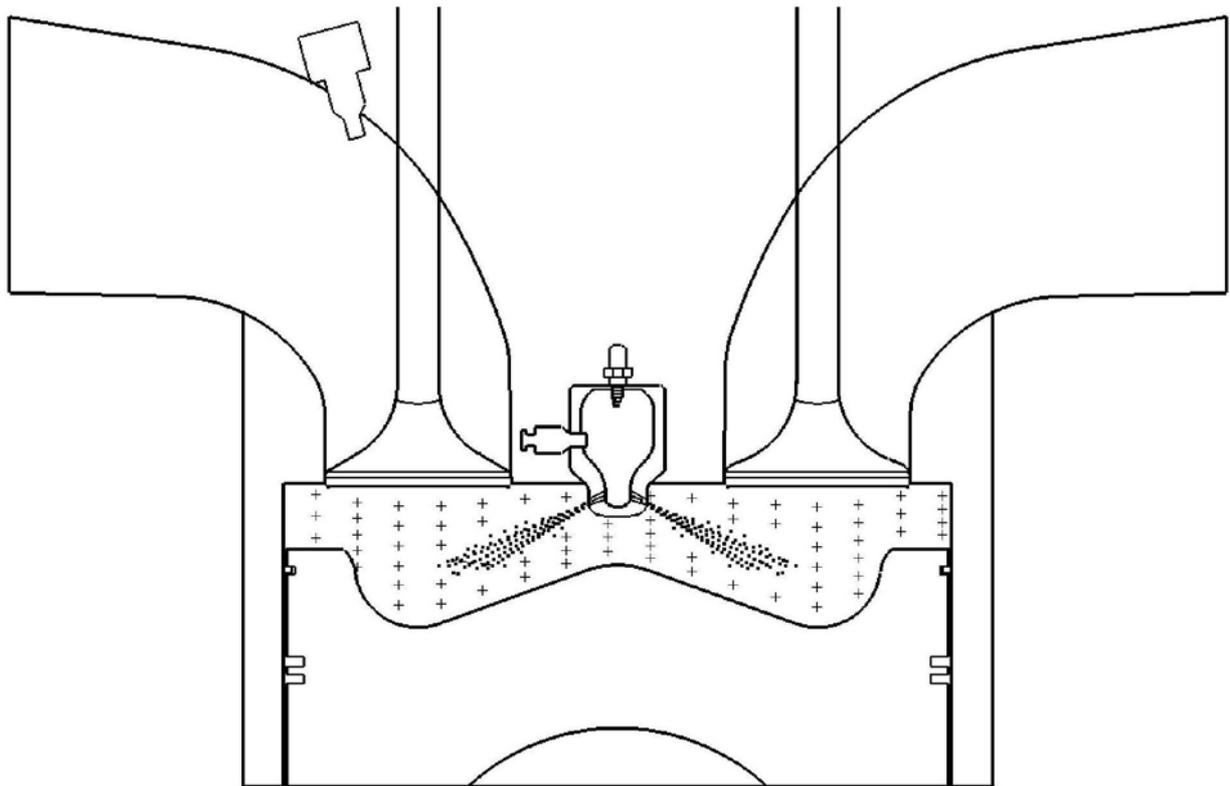


图4

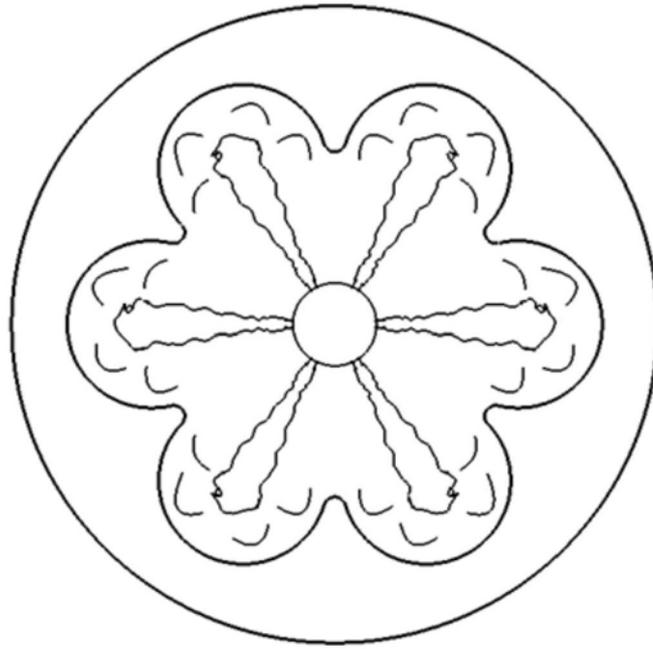


图5