(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205400924 U
(45)授权公告日 2016.07.27

(21)申请号 201620260702.8

(22)申请日 2016.03.31

(73)专利权人 山东大学
地址 250061 山东省济南市历下区经十路17923号

(72)发明人 韩奎超 李培新 刘琨然 张强 李孟涵

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
代理人 张勇

(51)Int.Cl.
F02G 5/04(2006.01)
B60H 1/04(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

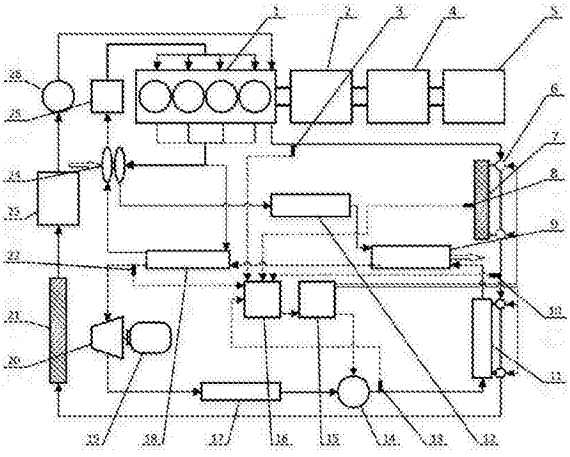
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)实用新型名称

一种提高EGR发动机能源利用率的系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种提高EGR发动机能源利用率的系统，动力传动系统包括发动机；发动机排出的废气一部分经过废气涡轮增压系统、二级换热器和排气后处理系统，另一部分经过废气再循环系统；发动机冷却系统对发动机的冷却水进行处理的同时还与驾驶室制热总成连接；信号采集系统接受温度传感器采集的温度，并送给数据分析执行系统；底循环系统以发动机冷却水、发动机排气和废气再循环系统中的热能作为热源，对循环工质进行多级加热，随后在膨胀器中膨胀做功，驱动与膨胀器同轴的发电机进行发电，并把发出的电能储存在蓄电池中，完成热能到化学能的转化。通过底循环最大限度的利用燃油燃烧所放出但未被发动机转换为机械能的那一部分化学能。



CN 205400924 U

1.一种提高EGR发动机能源利用率的系统，其特征是，包括动力传动系统，所述动力传动系统包括发动机；所述发动机排出的废气一部分经废气涡轮增压系统、二级换热器和排气后处理系统后排到大气，另一部分经废气再循环系统后随新鲜空气进入发动机进行新的循环；发动机冷却系统对发动机的冷却水进行处理的同时还与驾驶室制热总成连接；信号采集系统接受温度传感器采集的温度，并送给数据分析执行系统进行处理；

底循环系统以发动机冷却水、发动机排气和废气再循环系统中的热能作为热源，对循环工质进行多级加热，使之充分吸收热量，随后在膨胀器中膨胀做功，驱动与膨胀器同轴的发电机进行发电，并把发出的电能储存在蓄电池中，完成热能到化学能的转化。

2.如权利要求1所述一种提高EGR发动机能源利用率的系统，其特征是，所述动力传动系统还包括与发动机通过传动轴依次连接的变速箱、缓速器和驱动桥。

3.如权利要求1所述一种提高EGR发动机能源利用率的系统，其特征是，所述底循环系统包括通过管路依次循环连接的驱动泵、一级换热器、二级换热器、三级换热器、膨胀器及冷凝器；所述膨胀器与发电机通过传动轴连接。

4.如权利要求3所述一种提高EGR发动机能源利用率的系统，其特征是，所述驱动泵与一级换热器之间的连接管路上设有底循环初温传感器；所述三级换热器与膨胀器之间的连接管路上设有底循环终温传感器，所有的温度传感器均与所述数据采集系统连接，数据采集系统与所述数据分析执行系统连接；数据分析执行系统与驱动泵开关电连接。

5.如权利要求1所述一种提高EGR发动机能源利用率的系统，其特征是，所述废气涡轮增压系统包括废气涡轮增压器，废气涡轮增压器的压气机进气端通过空气管路与进气管相连接，出气端通过空气管路与增压中冷器和发动机进气歧管依次连接；

废气涡轮增压器的涡轮机进气端与发动机排气歧管通过空气管路相连接，出气端与发动机后处理系统和底循环系统的二级换热器通过空气管路相连接。

6.如权利要求5所述一种提高EGR发动机能源利用率的系统，其特征是，所述废气再循环系统的废气来自发动机排气歧管，然后通过空气管路经底循环系统的三级换热器，进入废气涡轮增压器压气机的进气端。

7.如权利要求1所述一种提高EGR发动机能源利用率的系统，其特征是，所述发动机冷却系统包括通过冷却水管路依次循环连接的冷却水箱、冷却水泵、发动机、驾驶室制热总成、底循环系统的一级换热器及发动机散热器。

8.如权利要求7所述一种提高EGR发动机能源利用率的系统，其特征是，所述发动机与驾驶室制热总成之间的连接管路上设有冷却水温传感器；所述驾驶室制热总成上设有驾驶室温度传感器；所述驾驶室制热总成与底循环系统之间的连接管路上设有一级冷却水温传感器，所有的温度传感器均与数据采集系统连接，所述数据采集系统与数据分析执行系统连接；所述数据分析执行系统与驾驶室制热总成的三通电磁阀和一级换热器的三通电磁阀连接。

一种提高EGR发动机能源利用率的系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及内燃机技术领域，尤其涉及一种提高EGR发动机能源利用率的系统。

背景技术

[0002] 废气再循环(Exhaust Gas Recirculation,EGR)是指发动机将排出气体的一部分分离出，并导入进气侧使其再度燃烧的技术。朗肯循环是指以水蒸气作为工质的一种理想循环过程，主要包括等熵压缩、等压加热、等熵膨胀、以及一个等压冷凝过程。

[0003] 众所周知，普通发动机燃料燃烧所产生的能量大约只有30％可以被转换为机械功，最先进柴油机的有效效率不超过45％，但仍有大部分的能量被高温废气和冷却水带走，排到大气中，造成能量流失。从能量品质上看，柴油机排气温度达到600℃，汽油机排温可达到700℃，发动机中的排气能量仍然具有比较高的品质。因此，通过朗肯循环回收这部分能量，成为实现汽车节能，提高车辆有效能源利用率和减少碳排放的一个途径。

[0004] 目前，提高能量利用率的方法大都是简单在排气管后加装一个换热器，这带来的问题是：如果换热器尺寸太小，朗肯循环的循环工质不能充分的吸收热量，达到过热状态；如果换热器尺寸太大，就会导致发动机排气背压的升高，增大发动机的负荷，降低发动机的热效率。而且在装有废气再循环系统(EGR)系统的发动机中，往往需要在排气管和压气机中间增加一个中冷装置，降低废气温度，这一部分的能量也白白浪费掉了。因此，需要通过对发动机的废气能量进行合理的充分利用。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的就是为了解决上述问题，提供一种提高EGR发动机能源利用率的系统，该系统在发动机正常工作的情况下，通过底循环最大限度的利用燃油燃烧所放出但未被发动机转换为机械能的那一部分化学能。

[0006] 为了实现上述目的，本实用新型采用如下技术方案：

[0007] 一种提高EGR发动机能源利用率的系统，包括动力传动系统，所述动力传动系统包括发动机；所述发动机排出的废气一部分经废气涡轮增压系统、二级换热器和排气后处理系统排到大气，另一部分经废气再循环系统后随新鲜空气进入发动机进行新的循环；发动机冷却系统对发动机的冷却水进行处理的同时还与驾驶室制热总成连接；信号采集系统接受温度传感器采集的温度，并送给数据分析执行系统进行处理；

[0008] 底循环系统以发动机冷却水、发动机排气和废气再循环系统中的热能作为热源，对循环工质进行多级加热，使之充分吸收热量，随后在膨胀器中膨胀做功，驱动与膨胀器同轴的发电机进行发电，并把发出的电能储存在蓄电池中，完成热能到化学能的转化。

[0009] 所述动力传动系统还包括与发动机通过传动轴依次连接的变速箱、缓速器和驱动桥。

[0010] 所述底循环系统包括通过管路依次循环连接的驱动泵、一级换热器、二级换热器、

三级换热器、膨胀器及冷凝器；所述膨胀器与发电机通过传动轴连接。

[0011] 所述驱动泵与一级换热器之间的连接管路上设有底循环初温传感器；所述三级换热器与膨胀器之间的连接管路上设有底循环终温传感器，所有的温度传感器均与所述数据采集系统连接，数据采集系统与所述数据分析执行系统连接；数据分析执行系统与驱动泵开关电连接。

[0012] 所述废气涡轮增压系统包括废气涡轮增压器，废气涡轮增压器的压气机进气端通过空气管路与进气管相连接，出气端通过空气管路与增压中冷器和发动机进气歧管依次连接；

[0013] 废气涡轮增压器的涡轮机进气端与发动机排气歧管通过空气管路相连接，出气端与发动机后处理系统和底循环系统的二级换热器通过空气管路相连接。

[0014] 所述废气再循环系统的废气来自发动机排气歧管，然后通过空气管路经底循环系统的三级换热器，进入废气涡轮增压器压气机的进气端。

[0015] 所述发动机冷却系统包括通过冷却水管路依次循环连接的冷却水箱、冷却水泵、发动机、驾驶室制热总成、底循环系统的一级换热器及发动机散热器。

[0016] 所述发动机与驾驶室制热总成之间的连接管路上设有冷却水温传感器；所述驾驶室制热总成上设有驾驶室温度传感器；所述驾驶室制热总成与底循环系统之间的连接管路上设有一级冷却水温传感器，所有的温度传感器均与数据采集系统连接，所述数据采集系统与数据分析执行系统连接；所述数据分析执行系统与驾驶室制热总成的三通电磁阀和一级换热器的三通电磁阀连接。

[0017] 本实用新型的有益效果：

[0018] 本实用新型利用基于朗肯循环的底循环，使循环工质流经三个换热器进行吸热，最终到达过热蒸汽状态，在膨胀器中膨胀做功，驱动发电机发电，实现将热能转换为电能，并将其储存在蓄电池中。

[0019] 本实用新型还可以按照驾驶员意图对驾驶室进行制热，直接使冷却水与驾驶室空气进行强制换热，升高驾驶室温度，减少了空调的使用，也一定程度上避免了空调对环境的破坏。

[0020] 本实用新型结构简单，现有车辆通过简单改装即可实现，且不对原有车辆性能造成影响，可以提高能源利用率，促进节能减排。

附图说明

[0021] 附图1为实用新型系统循环以及结构原理图。

[0022] 附图2位实用新型系统循环的控制策略流程图。

[0023] 其中，1发动机、2变速箱、3冷却水温传感器、4缓速器、5驱动桥、6三通电磁阀、7驾驶室制热总成、8驾驶室温度传感器、9二级换热器、10一级冷却水温传感器、11一级换热器、12发动机后处理系统、13底循环初温传感器、14驱动泵、15数据分析执行系统、16数据采集系统、17冷凝器、18三级换热器、19发电机、20膨胀器、21发动机散热器、22底循环终温传感器、23冷却水箱、24废气涡轮增压器、25中冷器、26冷却水泵。

具体实施方式

具体实施方式

[0024] 下面结合附图与实施例对本实用新型作进一步说明。

[0025] 一种提高EGR发动机能源利用率的系统，包括：动力传动系统、废气涡轮增压系统、废气再循环系统、排气系统、发动机冷却系统、底循环系统和信号采集处理执行系统。

[0026] 动力传动系统包括通过传动轴依次连接的发动机1、变速箱2、缓速器4和驱动桥5。

[0027] 废气涡轮增压系统包括，废气涡轮增压器24的压气机进气端与进气管通过空气管路相连接，出气端与增压中冷器25和发动机1进气歧管通过空气管路依次连接；废气涡轮增压器24的涡轮机进气端与发动机1排气歧管通过空气管路相连接，出气端与发动机1的发动机后处理系统12和底循环二级换热器9通过空气管路相连接；

[0028] 废气再循环系统的废气来自发动机1排气歧管，通过空气管路经底循环三级换热器18，进入废气涡轮增压器24压气机的进气端；

[0029] 发动机冷却系统包括通过冷却水管路依次循环连接的冷却水箱23、冷却水泵26、发动机1、驾驶室制热总成7、底循环一级换热器11、发动机散热器21等；发动机1与驾驶室制热总成7之间的连接管路上设有冷却水温传感器3；所述驾驶室制热总成7上设有驾驶室温度传感器8；所述驾驶室制热总成7与底循环之间的连接管路上设有一级冷却水温传感器10；

[0030] 底循环系统包括通过管路依次循环连接的驱动泵14、底循环一级换热器11、底循环二级换热器9、底循环三级换热器18、膨胀器20、冷凝器17等；所述驱动泵14与一级换热器11之间的连接管路上设有底循环初温传感器13；所述三级换热器18与膨胀器20之间的连接管路上设有底循环终温传感器22；所述膨胀器20与高速发电机19通过传动轴连接；

[0031] 冷却水温传感器3采集从发动机流出的冷却水的实时温度；驾驶室温度传感器8采集驾驶室的温度；一级冷却水温传感器10采集驾驶室制热总成7之后，一级换热器11之前的水温；底循环初温传感器13采集驱动泵14泵出的循环介质的温度；底循环终温传感器22采集循环介质经三级换热18之后的最终温度；

[0032] 冷却水温传感器3、驾驶室温度传感器8、一级冷却水温传感器10、底循环初温传感器13、底循环终温传感器22均与数据采集系统16连接；所述数据采集系统16与数据分析执行系统15连接；所述数据分析执行系统15与底循环驱动泵14开关、驾驶室制热总成7的三通电磁阀6和底循环一级换热器11的三通电磁阀连接；

[0033] 发动机1在工作过程中，冷却水泵26将冷却水从冷却水箱23输送到发动机1，在与机体进行换热之后进入散热环节，最终回到冷却水箱23中进入下一个循环。发动机1的排气分为两部分，一部分进入废气涡轮增压器24，在涡轮机中膨胀做功(这部分功用于驱动压气机压缩即将进入发动机的新鲜空气和EGR废气的混合气)，然后经排气后处理系统和二级换热器9进入到大气中。

[0034] 在底循环中，循环工质在驱动泵14的作用下流动，在三个换热器中吸热最终形成过热蒸汽，过热蒸汽在高速膨胀器20中膨胀做功，驱动涡轮转动，最终剩余的乏气经冷凝器17放热形成不饱和液体进入下一个循环。在此过程中，涡轮转动带动发电机发电，将电能储存在蓄电池中。利用该系统在这一循环将原本要浪费掉的热能收集，转化为可用的电能。

[0035] 本实用新型在发动机正常工作的情况下，通过底循环最大限度的利用燃油燃烧所

放出但未被发动机转换为机械能的那一部分化学能。该底循环以发动机冷却水、发动机排气和废气再循环系统(EGR)中的热能作为热源，对循环工质进行多级加热，使之充分吸收热量，随后在膨胀器中膨胀做功，驱动与膨胀器同轴的发电机进行发电，并把发出的电能储存在蓄电池中，完成热能到化学能的转化。此外，该系统及方法还可以实现在寒冷天气对驾驶室进行制热的功能。

[0036] 一种提高EGR发动机能源利用率的控制方法，包括以下步骤：

[0037] S201：在底循环进行时，位于驱动泵出口端的初温传感器和位于一级换热器前方的一级冷却水温传感器分别将此时工作质的温度和冷却水的温度经信号采集系统，传递给数据分析执行系统；

[0038] S202：数据分析执行系统将这两个温度进行对比；如果相差超过10％(可人为设定，并不局限于此处的10％)，数据分析执行系统对一级换热器的两个三通电磁阀发出指令，电磁阀位于换热器通畅状态；否则不在一级换热器中进行热交换，直接跳过下一步骤S203，进行S204；

[0039] S203：循环工质在一级换热器中与冷却水进行热交换；

[0040] S204：循环工质在二级、三级换热器进行热交换，循环工质吸热；

[0041] S205：判断工作质温度是否大于饱和温度：若为是，则说明工作质已达到饱和或过饱和状态；若为否则说明工作质吸热不够，当前工况不适宜进行底循环，系统暂停5分钟(可人为设定，并不局限于此处的5分钟)后，重新进行S201；

[0042] S206：循环工质对膨胀器做功，在冷凝器中放热；

[0043] S207：判断是否有停机请求，若为是，则循环结束；若为否，则到S201进行下一个新的循环。

[0044] 车辆在较冷天气条件下行驶时，驾驶员可根据自身需要选择打开车辆制热系统，此时位于发动机冷却水出口的温度传感器和驾驶室内的温度传感器分别将冷却水温度和驾驶室内温度经数据采集系统传递给数据分析执行系统。若冷却水温度高于驾驶室温度十度(可人为设定，并不局限于此处的十度)，则数据分析执行系统向驾驶室制热总成的三通电磁阀和驾驶室散热风扇发出指令，电磁阀转换到散热器状态，风扇打开，此时冷却水流经散热器，在散热器风扇的作用下进行强制换热，提高驾驶室内温度。否则，电磁阀位于流管状态，风扇关闭，使用发动机直接驱动空调进行制热。

[0045] 上述虽然结合附图对本实用新型的具体实施方式进行了描述，但并非对本实用新型保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本实用新型的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本实用新型的保护范围以内。

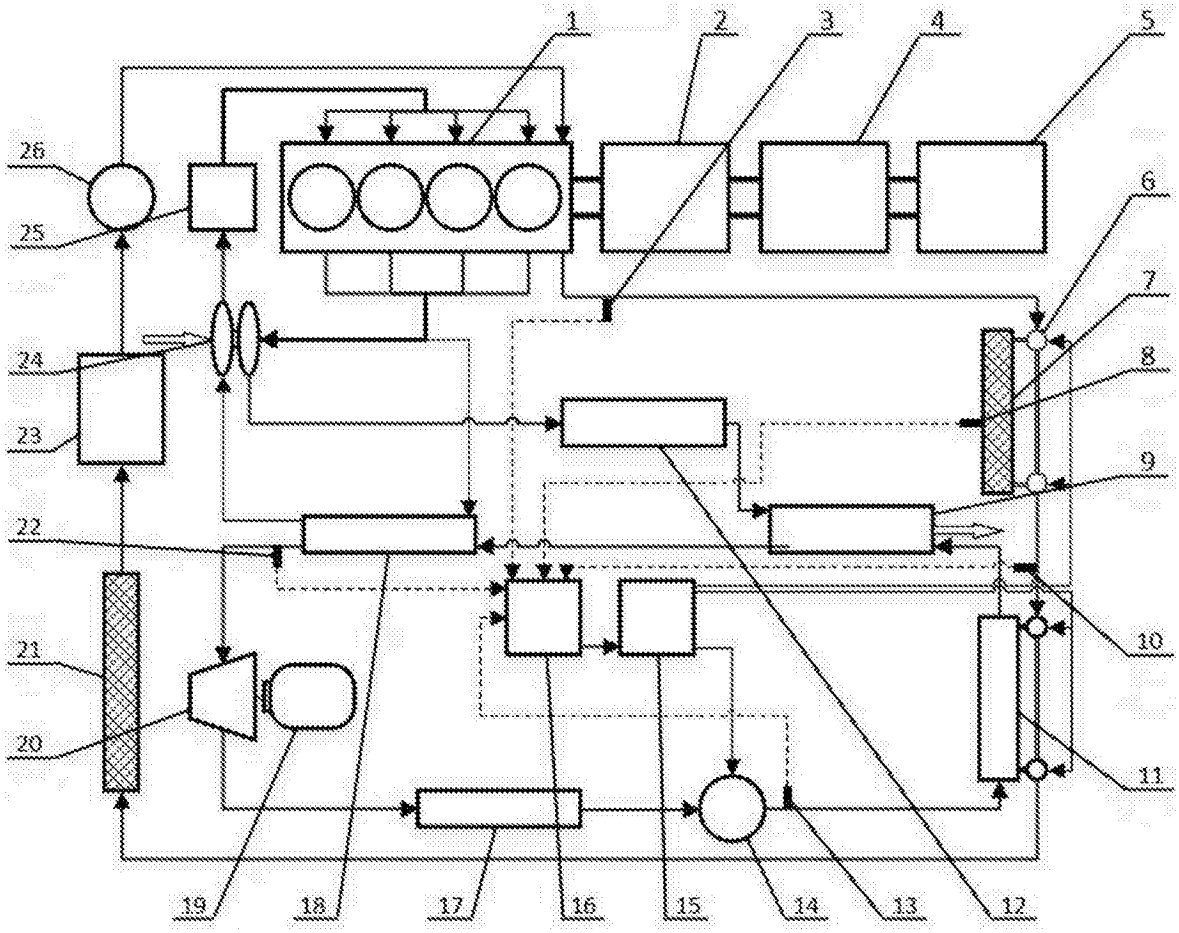


图1

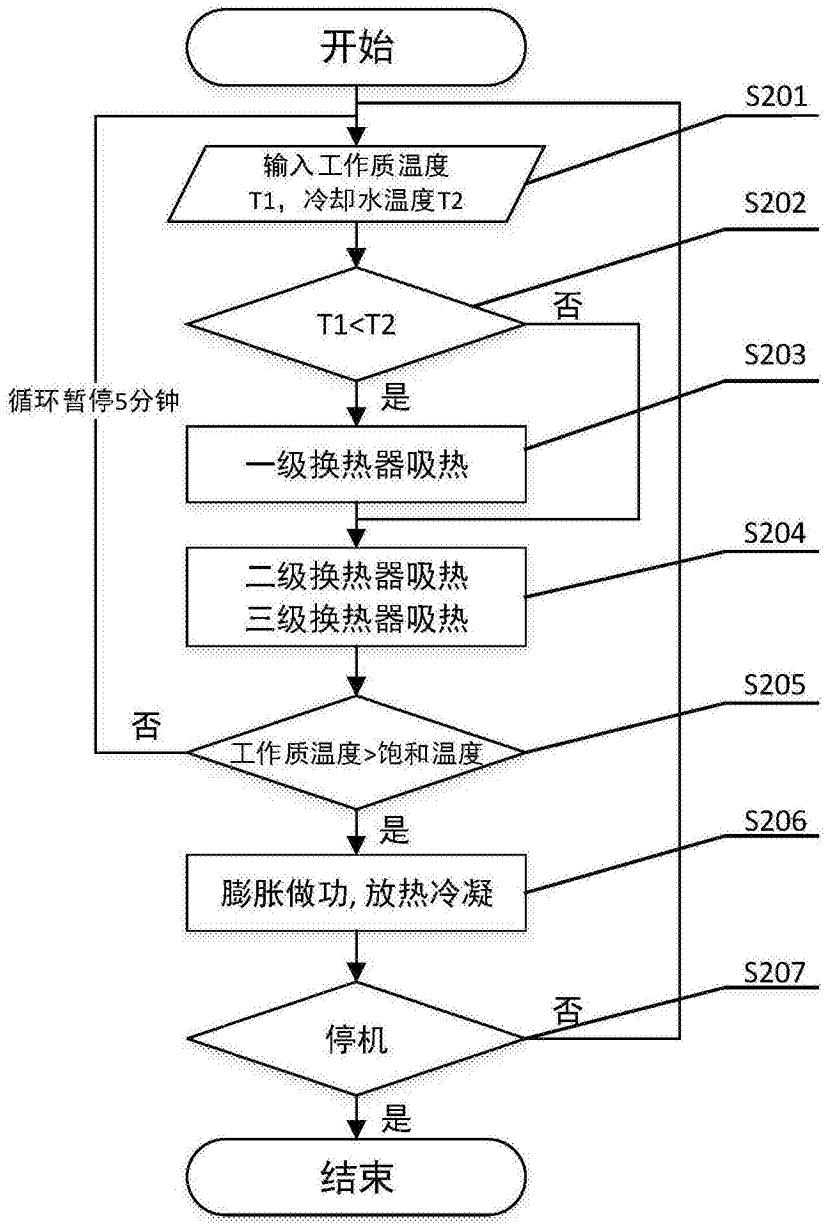

开始
S201
输入工作质温度
T1，冷却水温度T2
S202
T1<T2
否
是
循环暂停5分钟
S203
一级换热器吸热
S204
二级换热器吸热
三级换热器吸热
S205
否
工作质温度>饱和温度
是
S206
膨胀做功，放热冷凝
S207
停机
否
是
结束

图2