



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108507763 A

(43)申请公布日 2018.09.07

(21)申请号 201710115453.2

(22)申请日 2017.02.28

(71)申请人 联合汽车电子有限公司

地址 201206 上海市浦东新区榕桥路555号

(72)发明人 黄慧龙 张海林 刘兴敏 赵博生

麻剑 张喜岗

(74)专利代理机构 上海思微知识产权代理事务

所(普通合伙) 31237

代理人 屈衡

(51)Int.Cl.

G01M 13/00(2006.01)

F01P 7/16(2006.01)

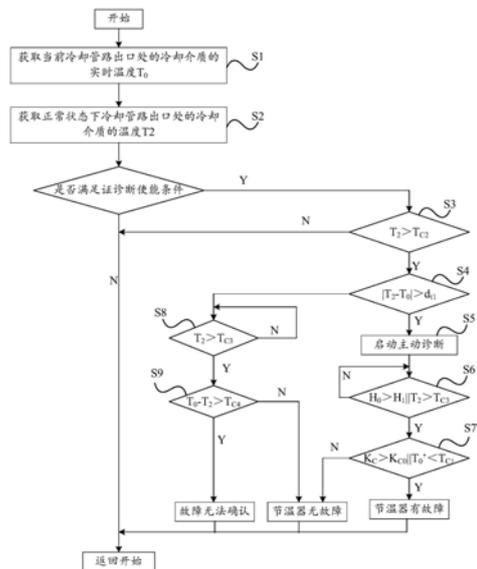
权利要求书3页 说明书10页 附图3页

(54)发明名称

节温器故障的主动诊断方法及系统

(57)摘要

本发明提供了一种节温器故障的主动诊断方法及系统,当正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度T₂与当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度T₀的差值绝对值大于第一温差阈值d_{t1}时,则启动主动诊断,否则,进行被动诊断。在主动诊断过程中,当主动诊断过程中的温降斜率大于第一温降斜率阈值K_{c0}或主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度T₀'小于第一温度阈值T_{c1}时,则所述节温器故障,否则,所述节温器无故障。在不增加新硬件的情况下,通过主动诊断,增强节温器全开... 提升了诊断的可靠性,降低了售后节温器误报和漏报故障的风险。



1. 一种节温器故障的主动诊断方法,用于诊断一交通工具的节温器是否发生故障,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

获取当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 以及正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 ;

当 T_2 与 T_0 的差值绝对值大于一第一温差阈值 d_{t1} 时,则启动主动诊断;

进行主动诊断时,获取所述主动诊断的耗时 H_0 以及主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' ,所述主动诊断过程中的温降斜率为: $K_C = (T_0' - T_0) / H_0$;

当所述温降斜率大于一第一温降斜率阈值 K_{C0} 时或者主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 小于一第一温度阈值 T_{C1} 时,所述节温器有故障;否则,所述节温器无故障。

2. 如权利要求1所述的节温器故障的主动诊断方法,其特征在于,在将所述温降斜率与第一温降斜率阈值 K_{C0} 或主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 与第一温度阈值 T_{C1} 进行比较之前,还包括以下步骤:

判断所述主动诊断的耗时 H_0 与一第一时间阈值 H_1 以及正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第三温度阈值 T_{C3} 之间的大小;

当所述主动诊断的耗时 H_0 大于所述第一时间阈值 H_1 或正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 大于所述第三温度阈值 T_{C3} 时,终止主动诊断,并进行下一步,否则,重复此步骤,直至满足 $H_0 > H_1$ 或 $T_2 > T_{C3}$ 。

3. 如权利要求1所述的节温器故障的主动诊断方法,其特征在于,所述开始主动诊断是指:主动打开所述交通工具上配置的热管理部件或关闭降排放部件,并开始进行故障诊断。

4. 如权利要求3所述的节温器故障的主动诊断方法,其特征在于,当所述交通工具上仅配置一个热管理部件时,打开该热管理部件;当所述交通工具上配置有多个热管理部件时,打开其中至少一个;当所述交通工具上仅设置一个降排放部件,则关闭该降排放部件;当所述交通工具上配置有多个降排放部件是,关闭其中至少一个。

5. 如权利要求3所述的节温器故障的主动诊断方法,其特征在于,所述热管理部件和降排放部件为影响发动机水温的部件,其中,所述热管理部件包括:电控水泵、主动进气格栅以及冷却风扇;所述降排放部件包括:废气再循环以及废气涡轮增压。

6. 如权利要求1所述的节温器故障的主动诊断方法,其特征在于,当 T_2 与 T_0 的差值绝对值小于等于所述第一温差阈值 d_{t1} 时,进行被动诊断;所述被动诊断的步骤包括:

判断正常状态下冷却管出口处的冷却介质的温度 T_2 与当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 的差值与一第四温度阈值 T_{C4} 之间的大小;

当 $(T_2 - T_0) \leq T_{C4}$ 时,所述节温器无故障。

7. 如权利要求6所述的节温器故障的主动诊断方法,其特征在于,在判断 $(T_2 - T_0)$ 与 T_{C4} 之间的大小之前,还包括以下步骤:

判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第三温度阈值 T_{C3} 之间的大小;

当正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 大于所述第三温度阈值 T_{C3} 时,执行下一步;否则,重复上述步骤,直至 $T_2 > T_{C3}$ 。

8. 如权利要求1所述的节温器故障的主动诊断方法,其特征在于,在判断 T_2 与 T_0 的差值

绝对值与所述第一温差阈值 d_{t1} 的大小之前,还包括以下步骤:

判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第二温度阈值 T_{C2} 之间的大小;

当 $T_2 > T_{C2}$ 时,执行下一步骤;否则,返回重新开始。

9. 一种使用如权利要求1至8中任意一项所述的方法对节温器故障进行诊断的系统,其特征在于,所述系统包括:

一温度获取装置,用于获取当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 、正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 以及主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' ;

一计时装置,用于获取主动诊断的耗时 H_0 ;以及

一控制处理器,用于当 $|T_2 - T_0|$ 大于一第一温差阈值 d_{t1} 时,开始对所述节温器进行主动诊断直至终止所述主动诊断;在进行主动诊断时,获取主动诊断过程中的温降斜率 $K_c = (T_0' - T_0) / H_0$,当所述温降斜率大于一第一温降斜率阈值 K_{C0} 时或者主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 小于一第一温度阈值 T_{C1} 时,所述节温器有故障,否则,所述节温器无故障。

10. 如权利要求9所述的节温器故障的主动诊断系统,其特征在于,所述控制处理器在将所述温降斜率与第一温降斜率阈值 K_{C0} 以及主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 与第一温度阈值 T_{C1} 进行比较之前,还进行以下步骤:

所述控制处理器判断所述主动诊断的耗时 H_0 与一第一时间阈值 H_1 以及正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第三温度阈值 T_{C3} 之间的大小;

当所述主动诊断的耗时 H_0 大于所述第一时间阈值 H_1 或正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 大于所述第三温度阈值 T_{C3} 时,终止主动诊断,并进行下一步,否则,重复此步骤,直至满足 $H_0 > H_1$ 或 $T_2 > T_{C3}$ 。

11. 如权利要求9所述的节温器故障的主动诊断系统,其特征在于,所述控制处理器开始所述主动诊断是指:所述控制处理器主动打开所述交通工具上配置的热管理部件或关闭所述交通工具上配置的降排放部件,并开始进行故障诊断。

12. 如权利要求11所述的节温器故障的主动诊断系统,其特征在于,当所述交通工具上仅配置一个热管理部件时,所述控制处理器打开该热管理部件;当所述交通工具上配置有多个热管理部件时,所述控制处理器打开其中至少一个;当所述交通工具上仅设置一个降排放部件,则关闭该降排放部件;当所述交通工具上配置有多个降排放部件是,关闭其中至少一个。

13. 如权利要求12所述的节温器故障的主动诊断系统,其特征在于,所述热管理部件和降排放部件为影响发动机水温的部件,其中,所述热管理部件包括:电控水泵、主动进气格栅以及冷却风扇;所述降排放部件包括:废气再循环以及废气涡轮增压。

14. 如权利要求9所述的节温器故障的主动诊断系统,其特征在于,当 T_2 与 T_0 的差值绝对值小于等于所述第一温差阈值 d_{t1} 时,所述控制处理器对所述节温器进行被动诊断,所述被动诊断的步骤包括:

所述控制处理器判断正常状态下冷却管出口处的冷却介质的温度 T_2 与当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 的差值与一第四温度阈值 T_{C4} 之间的大小;

当 $(T_2 - T_0) \leq T_{C4}$ 时, 所述控制处理器判定所述节温器无故障。

15. 如权利要求14所述的节温器故障的主动诊断方法, 其特征在于, 所述控制处理器在判断 $(T_2 - T_0)$ 与 T_{C4} 之间的大小之前, 还包括以下步骤:

所述控制处理器判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第三温度阈值 T_{C3} 之间的大小;

当正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 大于所述第三温度阈值 T_{C3} 时, 执行下一步; 否则, 重复上述步骤, 直至 $T_2 > T_{C3}$ 。

16. 如权利要求9所述的节温器故障的主动诊断方法, 其特征在于, 所述控制处理器在判断 T_2 与 T_0 的差值绝对值与所述第一温差阈值 d_{t1} 的大小之前, 还包括以下步骤:

所述控制处理器判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第二温度阈值 T_{C2} 之间的大小;

当 $T_2 > T_{C2}$ 时, 执行下一步骤; 否则, 返回重新开始。

节温器故障的主动诊断及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车应用领域,尤其是一种节温器故障的诊断方法及系统。

背景技术

[0002] 为满足美国OBD(车载诊断系统)II法规和我国未来轻型汽车污染物排放第六阶段的法规要求,所有排放相关的部件必须通过发动机控制器进行诊断。其中节温器诊断是OBD系统中的重要组成部分,法规明确要求监测交通工具配备的节温器非正常开启(冷却液泄露)的运行故障。

[0003] 现有常用技术是模型诊断法,需要建立发动机冷却液温度模型,模拟预期无故障状态下的温度变化曲线,通过比较预期温度变化曲线与实际传感器温度曲线来诊断节温器泄露故障。模型法优点是无需增加硬件,即可满足诊断要求;缺点是仅当预期温度变化曲线比较精确,或者预期温度与实际故障表现温差比较大时,才能有效识别出节温器泄露故障,否则可能将工作正常的节温器诊断为故障件或故障件误修复。冷却液温度模型需要考虑发动机燃烧、环境散热等复杂因素,预期温度变化曲线无法达到传感器的精确度,往往存在一定的偏差。因此,模型诊断法应用的重要前提是模型预期温度值与故障表现水温存在较大的温差区分度。

[0004] 为了应对日趋严格的排放和油耗法规,目前越来越多的车辆配置了复杂的热管理和降排放部件,包括电控水泵(Electric Water Pump,EWP,包括电子水泵或电控离合式水泵)、主动进气格栅(Active Grille Shutter,AGS)、废气再循环(Exhaust Gas Recirculation,EGR)等技术,这些技术的应用给节温器故障诊断带来的挑战。如图1所示,图1为现有技术中发动机冷却液循环的示意图。电控离合式水泵,在冷车启动时驱动摩擦离合轮与水泵摩擦轮和皮带轮脱开,水泵停止工作,实现发动机快速暖机,缩短热车时间,节省燃油。主动进气格栅,安装在散热器前方的格栅口位置,当汽车从冷车状态发动时,通过让叶片长时间里保持关闭位置,减少机舱进气量,更快地使发动机达到最高效的运行暖机温度,提升空调暖风性能,同时减少油耗。废气再循环,高温排气回流经过热交换器中冷机构时,降低排放的同时,部分热量进入冷却系中,提升了发动机水温。以上新的技术应用,都将提升发动机暖机冷却温度上升速度,削弱水箱冷却作用。另外,目前车辆和发动机存在小型化趋势,对于功率不变、体积减小的发动机,由于发动机冷却能力相对于进入冷却系热量较小,在水箱作用被削弱的情况下,暖机过程中实际水温和故障情况水温差值将非常小,导致现有模型诊断法越来越难以适用。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种节温器故障的诊断方法及系统,以解决暖机过程中实际水温和故障情况水温差值将非常小,而导致现有模型诊断法无法判定的问题。

[0006] 为了达到上述目的,本发明提供了一种节温器故障的主动诊断方法,用于诊断一交通工具的节温器是否发生故障,所述方法包括以下步骤:

[0007] 获取当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 以及正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 ;

[0008] 当 T_2 与 T_0 的差值绝对值大于一第一温差阈值 d_{t1} 时,则启动主动诊断;

[0009] 进行主动诊断时,获取所述主动诊断的耗时 H_0 以及主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' ,所述主动诊断过程中的温降斜率为: $K_c = (T_0' - T_0) / H_0$;

[0010] 当所述温降斜率大于一第一温降斜率阈值 K_{c0} 时或者主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 小于一第一温度阈值 T_{c1} 时,所述节温器有故障;否则,所述节温器无故障。

[0011] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断方法中,在将所述温降斜率与第一温降斜率阈值 K_{c0} 或主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 与第一温度阈值 T_{c1} 进行比较之前,还包括以下步骤:

[0012] 判断所述主动诊断的耗时 H_0 与一第一时间阈值 H_1 以及正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第三温度阈值 T_{c3} 之间的大小;

[0013] 当所述主动诊断的耗时 H_0 大于所述第一时间阈值 H_1 或正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 大于所述第三温度阈值 T_{c3} 时,终止主动诊断,并进行下一步,否则,重复此步骤,直至满足 $H_0 > H_1$ 或 $T_2 > T_{c3}$ 。

[0014] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断方法中,所述开始主动诊断是指:主动打开所述交通工具上配置的热管理部件或关闭降排放部件,并开始进行故障诊断。

[0015] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断方法中,当所述交通工具上仅配置一个热管理部件时,打开该热管理部件;当所述交通工具上配置有多个热管理部件时,打开其中至少一个;当所述交通工具上仅设置一个降排放部件,则关闭该降排放部件;当所述交通工具上配置有多个降排放部件是,关闭其中至少一个。

[0016] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断方法中,所述热管理部件和降排放部件为影响发动机水温的部件,其中,所述热管理部件包括:电控水泵、主动进气格栅以及冷却风扇;所述降排放部件包括:废气再循环以及废气涡轮增压。

[0017] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断方法中,当 T_2 与 T_0 的差值绝对值小于等于第所述温差阈值 d_{t1} 时,进行被动诊断,所述被动诊断的步骤包括:

[0018] 判断正常状态下冷却管出口处的冷却介质的温度 T_2 与当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 的差值与一第四温度阈值 T_{c4} 之间的大小;

[0019] 当 $(T_2 - T_0) \leq T_{c4}$ 时,所述节温器无故障。

[0020] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断方法中,在判断 $(T_2 - T_0)$ 与 T_{c4} 之间的大小之前,还包括以下步骤:

[0021] 判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第三温度阈值 T_{c3} 之间的大小;

[0022] 当正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 大于所述第三温度阈值 T_{c3} 时,执行下一步;否则,重复上述步骤,直至 $T_2 > T_{c3}$ 。

[0023] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断方法中,在判断 T_2 与 T_0 的差值绝对值与上述第一温差阈值 d_{t1} 的大小之前,还包括以下步骤:

[0024] 判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第二温度阈值 T_{C2} 之间的大小;

[0025] 当 $T_2 > T_{C2}$ 时,执行下一步骤;否则,返回重新开始。

[0026] 本发明还提供了一种使用上述的方法对节温器故障进行诊断的系统,所述系统包括:

[0027] 一温度获取装置,用于获取当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 、正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 以及主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' ;

[0028] 一计时装置,用于获取主动诊断的耗时 H_0 ;以及

[0029] 一控制处理器,用于当 $|T_2 - T_0|$ 大于一第一温差阈值 d_{t1} 时,开始对所述节温器进行主动诊断直至终止所述主动诊断;在进行主动诊断时,获取主动诊断过程中的温降斜率 $K_c = (T_0' - T_0) / H_0$,当所述温降斜率大于一第一温降斜率阈值 K_{C0} 时或者主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 小于一第一温度阈值 T_{C1} 时,所述节温器有故障,否则,所述节温器无故障。

[0030] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断系统中,所述控制处理器在将所述温降斜率与第一温降斜率阈值 K_{C0} 以及主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 与第一温度阈值 T_{C1} 进行比较之前,还进行以下步骤:

[0031] 所述控制处理器判断所述主动诊断的耗时 H_0 与一第一时间阈值 H_1 以及正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第三温度阈值 T_{C3} 之间的大小;

[0032] 当所述主动诊断的耗时 H_0 大于所述第一时间阈值 H_1 或正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 大于所述第三温度阈值 T_{C3} 时,终止主动诊断,并进行下一步,否则,重复此步骤,直至满足 $H_0 > H_1$ 或 $T_2 > T_{C3}$ 。

[0033] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断系统中,所述控制处理器开始所述主动诊断是指:所述控制处理器主动打开所述交通工具上配置的热管理部件或关闭所述交通工具上配置的降排放部件,并开始进行故障诊断。

[0034] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断系统中,当所述交通工具上仅配置一个热管理部件时,所述控制处理器打开该热管理部件;当所述交通工具上配置有多个热管理部件时,所述控制处理器打开其中至少一个;当所述交通工具上仅设置一个降排放部件,则关闭该降排放部件;当所述交通工具上配置有多个降排放部件是,关闭其中至少一个。

[0035] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断系统中,所述热管理部件和降排放部件为影响发动机水温的部件,其中,所述热管理部件包括:电控水泵、主动进气格栅以及冷却风扇;所述降排放部件包括:废气再循环以及废气涡轮增压。

[0036] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断系统中,当 T_2 与 T_0 的差值绝对值小于等于所述第一温差阈值 d_{t1} 时,所述控制处理器对所述节温器进行被动诊断,所述被动诊断的步骤包括:

[0037] 所述控制处理器判断正常状态下冷却管出口处的冷却介质的温度 T_2 与当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 的差值与一第四温度阈值 T_{C4} 之间的大小;

[0038] 当 $(T_2 - T_0) \leq T_{C4}$ 时,所述控制处理器判定所述节温器无故障。

[0039] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断系统中,所述控制处理器在判断 $(T_2 - T_0)$

与 T_{C4} 之间的大小之前,还包括以下步骤:

[0040] 所述控制处理器判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第三温度阈值 T_{C3} 之间的大小;

[0041] 当正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 大于所述第三温度阈值 T_{C3} 时,执行下一步;否则,重复上述步骤,直至 $T_2 > T_{C3}$ 。

[0042] 优选的,在上述的节温器故障的主动诊断系统中,所述控制处理器在判断 T_2 与 T_0 的差值绝对值与所述第一温差阈值 d_{t1} 的大小之前,还包括以下步骤:

[0043] 所述控制处理器判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第二温度阈值 T_{C2} 之间的大小;

[0044] 当 $T_2 > T_{C2}$ 时,执行下一步骤;否则,返回重新开始。

[0045] 在本发明提供的节温器故障的主动诊断及系统中,当正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 的差值绝对值大于一第一温差阈值 d_{t1} 时,则启动主动诊断,否则,进行被动诊断。在主动诊断过程中,当主动诊断过程中的温降斜率大于第一温降斜率阈值 KC_0 或主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 小于第一温度阈值 T_{C1} 时,则所述节温器故障,否则,所述节温器无故障。在不增加新硬件的情况下,通过主动诊断,增强节温器全开的情况下冷却效果,提升故障区分度。极大的提升了诊断的可靠性,降低了售后节温器误报和漏报故障的风险。

附图说明

[0046] 图1为现有技术中发动机冷却液循环的示意图;

[0047] 图2为本发明实施例中节温器故障的主动诊断方法的流程图;

[0048] 图3为本发明实施例中节温器故障的主动诊断系统的结构示意图。

具体实施方式

[0049] 下面将结合示意图对本发明的具体实施方式进行更详细的描述。根据下列描述和权利要求书,本发明的优点和特征将更清楚。需说明的是,附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比例,仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

[0050] 申请人研究发现,根据能量守恒定律,在整个暖机过程中,不考虑其他发动机负载(如空调)的情况下,发动机做功热量-环境散热-水箱散热=冷却介质热容量的增加,因此,冷却系的热平衡方程可表达如下:

$$[0051] \quad Q_{eng} - Q_{env} - Q_{ra} + Q_{egr} = M_c * C_c * \Delta T \quad (1)。$$

[0052] 其中, Q_{eng} 表示发动机缸内燃烧通过水套传递给冷却系的热量; Q_{env} 表示冷却系通过缸体和水路管路对环境的散热; Q_{ra} 表示节温器开启或泄露时,发动机冷却介质大循环经水箱对环境的对流散热; Q_{egr} 表示EGR开启时,高温废气传递进入冷却系的热量; M_c 为冷却液的摩尔质量, C_c 为冷却介质平均热容, ΔT 为冷却介质的温升, $M_c * C_c * \Delta T$ 为冷却系的总热容量变化。

[0053] 根据热平衡方程式(1),可以建立没有配置EWP、AGS和EGR节温器常闭状态(即为“正常状态”)、没有配置EWP、AGS和EGR节温器常开状态(以下称为“状态A”)以及配置有EWP、

AGS和EGR节温器常开(以下称为“状态B”)三种情况下的热平衡方程。这里假设交通工具处于冷启动暖机阶段,经过完全相同的工况,发动机最终截止水温未达到节温器正常开启的标称温度,过程中节温器正常处于关闭状态。

[0054] 对于正常状态,此时, $Q_{ra} = Q_{egr} = 0$,热平衡方程式可表达如下:

$$[0055] \quad Q_{eng} - Q_{env} = M_1 * C_c * (T_1 - T_0), \quad (2)$$

[0056] 其中, M_1 表示参与小循环的冷却介质摩尔质量, T_1 表示正常状态的截止水温, T_0 表示启动水温。

[0057] 对于状态A,节温器有故障且处于常开位置,此时, $Q_{Ara} > 0$, $Q_{egr} = 0$,热平衡方程式可表达如下:

$$[0058] \quad Q_{Aeng} - Q_{Aenv} - Q_{Ara} = M_2 * C_c * (T_2 - T_0), \quad (3)$$

[0059] 其中, Q_{Aeng} 表示状态A下发动机缸内燃烧通过水套传递给冷却系的热量; Q_{Aenv} 表示状态A下冷却系通过缸体和水路管路对环境的散热; Q_{Ara} 表示状态A下节温器开启或泄露时,发动机冷却介质大循环经水箱对环境的对流散热; T_2 表示该状态下的截止水温,考虑到水箱散热,理论上 $T_2 < T_1$, M_2 表示参与大循环的冷却介质摩尔质量, T_0 表示启动水温。

[0060] 对于状态B,节温器有故障且处于常开位置,此时, $Q_{Bra} > 0$, $Q_{egr} > 0$,热平衡方程式可表达如下:

$$[0061] \quad Q_{Beng} - Q_{Benv} - Q_{Bra} + Q_{Begr} = M_2 * C_c * (T_3 - T_0) \quad (4)$$

[0062] 其中, Q_{Beng} 表示状态B下发动机缸内燃烧通过水套传递给冷却系的热量; Q_{Benv} 表示状态B下冷却系通过缸体和水路管路对环境的散热; Q_{Bra} 表示状态B下节温器开启或泄露时,发动机冷却介质大循环经水箱对环境的对流散热; Q_{Begr} 表示EGR开启时,高温废气传递进入冷却系的热量; T_3 表示该状态下的截止水温; M_2 表示参与大循环的冷却介质摩尔质量; T_0 表示启动水温。

[0063] 由于三种状态下交通工具的运行工况相同,发动机散热面积相同,发动机散热面积相同,即 Q_{eng} 和 Q_{Aeng} 、 Q_{Beng} 相同, Q_{env} 、 Q_{Aenv} 和 Q_{Benv} 相同,根据上述方程式(2)–(3)即可得到 T_2 和 T_1 的关系:

$$[0064] \quad M_1 * (T_1 - T_0) - M_2 * (T_2 - T_0) = \frac{Q_{Ara}}{C_c} \quad (5)$$

[0065] 从式(5)可以看出,当 T_1 一定时,如果散热箱体积越大(M_2 越大),散热效果越好(即 Q_{ra} 越大),则 T_2 就越小, T_2 和 T_1 之间的差值就越大,故障诊断区分度就越好。反之,对于发动机排量越大(M_1 越大)、车型尺寸越小散热箱越小(M_2 和 Q_{ra} 越小)的交通工具,故障诊断区分度就越差。

[0066] 同样,根据上述方程式(4)–(3)可得 T_3 与 T_2 的关系:

$$[0067] \quad T_3 - T_2 = \frac{Q_{Begr} + Q_{Ara} - Q_{Bra}}{M_2 * C_c} \quad (6)$$

[0068] 从(6)式可以看出, T_2 和 T_3 的差值大小取决于 Q_{Begr} 、 Q_{Ara} 和 Q_{Bra} 。其中, Q_{Begr} 的大小与发动机中冷换热器结果大小、发动机工况以及相应的EGR率有关,EGR率和冷换热器体积越大,进入冷却系的热量越大。为了比较 Q_{Ara} 和 Q_{Bra} 的大小,这里引入单位时间热流量 \dot{Q}_{Ara} 和 \dot{Q}_{Bra} ,可分别表示为:

$$[0069] \quad Q\dot{A}_{ra} = A_{ar} * h_{ar} * (T_{3i} - TA_{env}), \quad (7)$$

$$[0070] \quad Q\dot{B}_{ra} = A_{br} * h_{br} * (T_{2i} - TB_{env}). \quad (8)$$

[0071] 其中, T_{3i} 为发动机启动到工况运行完毕过程中 T_3 的某一个中间态温度, T_{2i} 为发动机启动到工况运行完毕过程中 T_2 的某一个中间态温度, h_{ar} 为状态A中对流换热系数, A_{ar} 为状态A中水箱对流换热等效面积, TA_{env} 为状态A中发动机机舱环境温度; h_{br} 为状态B中对流换热系数, A_{br} 为状态B中水箱对流换热等效面积, TB_{env} 为状态B中发动机机舱环境温度。

[0072] A_{ar} 和 A_{br} 与交通工具散热器尺寸和结构有关, 对于相同型号散热器, $A_{ar} = A_{br}$ 。为了比较 $Q\dot{A}_{ra}$ 和 $Q\dot{B}_{ra}$ 的大小, 假设某时刻 $T_{3i} = T_{2i} = T_i$ (例如发动机启动时刻), 由 (7) / (8) 可知:

$$[0073] \quad \frac{Q\dot{A}_{ra}}{Q\dot{B}_{ra}} = \frac{h_{ar} * (T_i - TA_{env})}{h_{br} * (T_i - TB_{env})} \quad (9)$$

[0074] 对流传热系数 h , 一般与传热介质运动速度和密度成正比 (即 $h \propto \sqrt{v * \rho}$), 其中, v 表示传热介质运动速度, ρ 表示传热介质密度, h 与速度 v 成正比, 速度越大, 经过散热器外部的迎面风越大, h 越大; 水泵转速越高, 经过散热器内部的冷却介质速度越快, h 也越大。对于状态B, 由于AGS在暖机过程中进气格栅一直处于关闭状态, 发动机机舱内进气量少, 机舱内的散热器外部空气对流速度非常小, 属于自然对流传热; 另外, 电控水泵在暖机过程中工作占空比小, 散热器的内部冷却介质对流速度也非常小。相反, 对于状态A, 由于速度作用, 机舱进气量大, 对流速度大; 机械水泵一直处于工作状态, 散热器内部冷却介质流速大, 属于强迫对流传热。综合以上因素, 状态A和B的对流换热系数满足 $h_{ar} \gg h_{br}$, 考虑到自然对流和强迫对流的关系, 两个比例可达到10:1。

[0075] 发动机机舱环境温度 T_{env} 一般等于交通工具外部的环境温度, 由于状态B进气格栅关闭, 发动机机舱内进气量少, 发动机本体对外辐射热量, 环境温度 TB_{env} 一般要比 TA_{env} 高出 20-30°C。

[0076] 这里假设 $h_{ar} = 10h_{br}$, $TB_{env} = TA_{env} + 20$, 带入式 (9) 可知:

$$[0077] \quad Q\dot{A}_{ra} \approx 10 Q\dot{B}_{ra}. \quad (10)$$

[0078] 根据式 (10), 经过相同时间的积分, $QA_{ra} \approx 10 * QB_{ra}$, 将其带入式 (6) 可知:

$$[0079] \quad T_3 - T_2 = \frac{QB_{egr} + 0.9 * QA_{ra}}{M_2 * C_c} \quad (11)$$

[0080] 由式 (11) 可知, 由于EGR带来额外的热量输入 QB_{egr} 和进气格栅导致的 $Q\dot{A}_{ra} \gg Q\dot{B}_{ra}$, 可得到 $T_3 > T_2$, 即在节温器常开的情况下, 配置有EGR、AGS和EWP的交通工具的水温要较高。 $T_3 - T_2$ 的差值与EGR作用率、AGS和EWP暖机策略以及散热水箱的大小相关, 对于EGR作用率越高、AGS密闭效果越好、EWP暖机占空比越小和散热水箱体积越小的交通工具, 差值就越大。 $T_3 - T_2$ 的差值越大, 节温器故障状态下的 T_3 就越接近于节温器无故障情况下的水温 T_1 , 故障与无故障的表现区分度越小, 容易导致无法判断出故障或误判故障, 诊断不可靠。

[0081] 经过以上分析可知, 对于以下两种情形, 现有技术无法适用或可靠性不佳: 1) 发动

机排量大且尺寸小的交通工具;2)采用EWP、AGS和EGR等技术提供暖机性能的交通工具。

[0082] 基于上述理论,本发明实施例提供了一种节温器故障的主动诊断方法,用于诊断一交通工具的节温器是否发生故障,如图2所示,图2为本发明实施例中节温器故障的主动诊断方法的流程图。

[0083] 具体的,所述节温器故障的主动诊断方法包括以下步骤。

[0084] 步骤S1:获取当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 。

[0085] 在本发明实施例中,采用以温度传感器来获取当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 。

[0086] 步骤S2:获取正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 。

[0087] 所述正常状态是指所述车辆没有配置AGS、EWP以及EGR且所述节温器处于常闭状态。 T_2 是一个模型取值,该模型用于预测交通工具暖机过程中,节温器无故障且处于常闭状态,冷却系一直进行小循环情况下的冷却介质温度变化曲线。此时,影响冷却介质温度变化的主要原因是发动机缸内部的燃烧热能 Q_{eng} 和通过缸体向外三十的热量 Q_{env} 。

[0088] 进入冷却系的能量单位是扭矩N.m,需要转换为功率才能计算进入冷却系的功率 P_e ,两者转换公式可表示为:

$$[0089] \quad P_e = T_e * \frac{2\pi * n}{60} * \frac{1}{1000} = T_e * n / 9550 \quad (12)。$$

[0090] 其中 n 为发动机实时转速。而影响缸体向环境散失热量的主要因素是冷却介质和环境的温差 Δt 、环境对流强度(交通工具的速度 V_f),冷却介质向环境散失的热量 Q_{env} 可以表示为函数: $Q_{env} = f(\Delta t, V_f)$ 。最后经过对 Q_{eng} 和 Q_{env} 之和的积分得到了冷却介质温度变化曲线 T_2 ,可表示为如下函数:

$$[0091] \quad T_2 = f(P_e, f(\Delta t, V_f)) \quad (13)。$$

[0092] 其中, P_e 为进入发动机冷却系的功率, f 表示函数关系, Δt 为冷却管路出口处的冷却介质与环境的温度差; V_f 为交通工具的速度。

[0093] 模型 T_2 的函数参数需要标定,通过实车实验来确定环境温度对模型的影响,在不同的环境温度下,不同运动速度调节下,通过调整交通工具的工况参数,使模型计算值尽量贴合正常状态下冷却管路出口处冷却介质的实际测量温度。

[0094] 步骤S3:判断所述正常状态下冷却管出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第二温度阈值 T_{c2} 之间的大小。

[0095] 在此步骤之前,需要保证诊断使能条件能够得到满足,例如,在美国OBD II法规和我国未来轻型汽车污染物排放第六阶段的法规要求的,环境温度不能低于 -7° , $-7^\circ \leq$ 冷却介质温度 $\leq 50^\circ$,以及发动机的转速要大于400转等。

[0096] 在满足上述条件后,再判断所述正常状态下冷却管出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第二温度阈值 T_{c2} 之间的大小。此时,发动机已正常启动一端时间,水温已有一定的上升。当所述正常状态下冷却管出口处的冷却介质的温度 T_2 大于所述第二温度阈值 T_{c2} 时,即, $T_2 > T_{c2}$ 时,执行步骤S4,否则,返回重新开始。

[0097] 其中,所述第二温度阈值 T_{c2} 一般比所述第三温度阈值 T_{c3} 低 10°C 至 20°C ,目标是保证开启主动诊断时的水温(冷却介质的温度)与环境温度有足够的温差,而且主动诊断持续时间足够长,需要满足排放循环中能够诊断出故障。

[0098] 步骤S4:判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 的差值绝对值与所述第一温差阈值 d_{t1} 的大小。

[0099] 当所述正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 的差值绝对值大于第一温差阈值 d_{t1} 时,即,当 $|T_2-T_0| > d_{t1}$ 时,表明存在疑似故障,并且该疑似故障通过被动诊断方法无法检测出来或者误判的可能性比较大,需要采用主动诊断的方式才能进一步准确的确认该疑似故障是否为真的故障,则执行步骤S5,启动主动诊断,否则,进行被动诊断,执行步骤S8。

[0100] 步骤S5:启动主动诊断。

[0101] 所述主动诊断是指:主动打开所述交通工具上配置的热管理部件或所述交通工具上配置的关闭降排放部件,并开始进行故障诊断。

[0102] 当所述交通工具上仅配置一个热管理部件时,打开该热管理部件;当所述交通工具上配置有多个热管理部件时,打开其中至少一个;当所述交通工具上仅设置一个降排放部件,则关闭该降排放部件;当所述交通工具上配置有多个降排放部件是,关闭其中至少一个。其中,所述热管理部件包括但不限于:电控水泵、主动进气格栅以及冷却风扇等影响发动机水温的部件。所述降排放部件包括但不限于:废气再循环以及废气涡轮增压等影响发动机水温的部件。

[0103] 在本实施例中,对于配置有EWP、AGS和EGR的交通工具,所述主动诊断主要包括两种主动诊断模式,第一种是打开水泵、AGS,并关闭EGR。第二种是打开水泵、AGS以及冷却风扇,并关闭EGR。具体采用哪一种模式,还需要根据所述交通工具的发动机工况、运行速度以及空调是否开启等状态进行综合考虑筛选。对于发动机排量大且尺寸小的交通工具,所述主动诊断主要是打开所述冷却风扇。

[0104] 然后执行下一步,步骤S6。

[0105] 步骤S6:判断所述主动诊断的耗时 H_0 与一第一时间阈值 H_1 之间的大小以及正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与一第三温度阈值 T_{c3} 之间的大小。

[0106] 当所述节温器有故障时,在激活主动诊断后,发动机水温将快速下降,从发动机达到最大水温并开始下降时开始记录实际水温,即,记录主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' ,以及所述主动诊断的耗时 H_0 。

[0107] 当所述主动诊断的耗时 H_0 大于所述第一时间阈值 H_1 或正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 大于所述第三温度阈值 T_{c3} ,即, $H_0 > H_1 \mid \mid T_2 > T_{c3}$,则终止主动诊断,并执行下一步,即步骤S7。否则,重复步骤S6,直至 $H_0 > H_1 \mid \mid T_2 > T_{c3}$ 。

[0108] 其中,所述第三温度阈值 T_{c3} 为确认故障诊断的温度点阈值条件,一般大于发动机充分暖机温度,且小于节温器正常开启标称温度。

[0109] 所述第一时间阈值 H_1 一般设置为30秒~60秒,即可以是35秒、40秒、45秒、50秒或55秒。设置过长会导致交通工具负载增加,设置过短会导致温降小,不足以诊断出故障,需要满足在排放循环中能够诊断出故障。

[0110] 步骤S7:判断温降斜率与一第一温降斜率阈值 K_{c0} 之间的大小或当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 之间的大小。

[0111] 具体的,所述主动诊断过程中的温降斜率为:

[0112] $K_c = (T_0' - T_0) / H_0$;

[0113] 当所述温降斜率大于所述第一温降斜率阈值 K_{C0} 或者主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 小于一第一温度阈值 T_{C1} 时,即,当 $K_C > K_{C0} \mid \mid T_0' < T_{C1}$ 时,所述节温器有故障,否则,所述节温器无故障。

[0114] 所述第一温度阈值 T_{C1} 为判断节温器故障温差阈值,根据不同节温器泄露故障表现、相应排放结果和环境温度来确定。

[0115] 所述第一温降斜率阈值 K_{C0} 需要在不同的负荷和转速下进行标定。

[0116] 步骤S8:判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与所述第三温度阈值之间的大小。

[0117] 当所述正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 大于所述第三温度阈值时,即,当 $T_2 > T_{C3}$ 时,执行下一步骤,否则,重复此步骤直至满足条件 $T_2 > T_{C3}$ 。

[0118] 步骤S9:判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 的温差与一第四温度阈值 T_{C4} 之间的大小。

[0119] 当所述正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 的差值大于所述第四温度阈值 T_{C4} 时,即,当 $(T_0 - T_2) \leq T_{C4}$ 时,则所述节温器无故障,否则,无法确认所述节温器是否有故障,此时说明不符合判断的条件,需要在下一个循环中再进行判断,即需要重新重复上述步骤。

[0120] 所述第一温差阈值 d_{t1} 一般低于所述第二温度阈值 T_{C2} 和所述第一温度阈值 T_{C1} 的差值,即,一般而言, $d_{t1} < (T_{C2} - T_{C1})$ 。具体需要根据实际节温器泄露故障的表象来定,目标是能可靠的启动所述主动诊断判断出故障,同时在没有故障时不能频繁的触发主动诊断。

[0121] 所述第四温度阈值 T_{C4} 一般设为 5°C 至 10°C ,也就是说,可以将所述第四温度阈值设置为 6°C 、 7°C 、 8°C 或 9°C ,具体根据模型温度(即 T_2)的偏差范围来定。

[0122] 本发明实施例还提供了一种使用上述的方法对节温器故障进行诊断的系统,如图3所示,图3为本发明实施例中节温器故障的主动诊断系统的结构示意图。所述系统包括:一温度获取装置、一计时装置以及一控制处理器,其中,所述温度获取装置用于获取当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 、正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 以及主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 。所述及时装置用于获取主动诊断的耗时 H_0 。所述控制处理器用于当 $|T_2 - T_0|$ 大于所述第一温差阈值 d_{t1} 时,开始对所述节温器进行主动诊断直至中止所述主动诊断,否则,对所述节温器进行被动诊断。

[0123] 其中,主动诊断过程中的温降斜率 K_C 由以下公式获取:

$$[0124] \quad K_C = (T_0' - T_0) / H_0。$$

[0125] 具体的,所述温度取货装置获取当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 以及正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 。如上述方法中的步骤S1和步骤S2。

[0126] 然后,在保证诊断使能条件能够得到满足后,即满足美国OBD II法规和我国未来轻型汽车污染物排放第六阶段的法规要求。例如,环境温度不能低于 -7° , $-7^{\circ} \leq$ 冷却液温度 $\leq 50^{\circ}$,以及发动机的转速要大于400转等。判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与所述第二温度阈值 T_{C2} 之间的差值,当 $T_2 > T_{C2}$ 时,再判断 $(T_2 - T_0)$ 与第一温差阈值 d_{t1} 之间的大小。当 $(T_2 - T_0)$ 大于 d_{t1} 时,启动主动诊断,否则,进行被动测试。如上述方法中的步骤S3和步骤S4。

[0127] 从开始主动诊断时,所述计时装置开始计时,从而获取主动诊断的耗时 H_0 。将所述

主动诊断的耗时 H_0 与一第一时间阈值 H_1 以及整车状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与第三温度阈值 T_{C3} 之间的大小。

[0128] 当所述主动诊断的耗时 H_0 大于所述第一时间阈值 H_1 或正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 大于所述第三温度阈值 T_{C3} 时,即,当 $H_0 > H_1$ 或 $T_2 > T_{C3}$ 时,终止主动诊断,并进行下一步,否则,重复此步骤,直至满足 $H_0 > H_1$ 或 $T_2 > T_{C3}$ 。如上述方法中的步骤S6。

[0129] 然后,判断主动诊断过程中的温降斜率 K_C 与第一温降斜率阈值 K_{C0} 之间的大小以及主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 与第一温度阈值 T_{C1} 。当所述温降斜率 K_C 大于第一温降斜率阈值 K_{C0} 时或者主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 小于第一温度阈值 T_{C1} 时,即,当 $K_C > K_{C0} || T_0' < T_{C1}$ 时,所述节温器有故障,否则,所述节温器无故障,如上述方法中步骤S7。

[0130] 在进行被动诊断时,先判断正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与第三温度阈值 T_{C3} 之间的大小。当 $T_2 > T_{C3}$ 时,再判断 $(T_2 - T_0)$ 与第四温度阈值 T_{C4} 之间的大小,否则,重复判断 T_2 与 T_{C3} 之间的大小,直至满足条件 $T_2 > T_{C3}$ 。如上述方法中的步骤S8。

[0131] 进一步的,当 $(T_2 - T_0)$ 小于等于所述第四温度阈值 T_{C4} 时,则所述节温器无故障,否则,将如法判断所述节温器是否有故障。如上述方法中的步骤S9。

[0132] 需要说明的是,本发明所提供的节温器故障的诊断方法及系统不仅适用于交通工具中,例如车辆中。还适用于其他环境中,只要该环境中有关空调,且空调的暖风对节温器的故障的判断有影响时皆可使用。在此不再赘述。

[0133] 在本发明实施例中,当所述节温器无故障时,如果激活了主动诊断,此时由于暖机过程中冷却系进行小循环,发动机对外散热很少,打开水泵、AGS,关闭EGR等基本不影响实际水温,避免了因激活主动诊断而误报故障的风险。

[0134] 综上,在本发明实施例提供的节温器故障的主动诊断及系统中,当正常状态下冷却管路出口处的冷却介质的温度 T_2 与当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0 的差值绝对值大于一第一温差阈值 d_{t1} 时,则启动主动诊断,否则,进行被动诊断。在主动诊断过程中,当主动诊断过程中的温降斜率大于第一温降斜率阈值 K_{C0} 或主动诊断进行过程中当前冷却管路出口处的冷却介质的实时温度 T_0' 小于第一温度阈值 T_{C1} 时,则所述节温器故障,否则,所述节温器无故障。在不增加新硬件的情况下,通过主动诊断,增强节温器全开的情况下冷却效果,提升故障区分度。极大的提升了诊断的可靠性,降低了节温器误报故障和漏报故障的风险。

[0135] 上述仅为本发明的优选实施例而已,并不对本发明起到任何限制作用。任何所属技术领域的技术人员,在不脱离本发明的技术方案的范围,对本发明揭露的技术方案和技术内容做任何形式的等同替换或修改等变动,均属未脱离本发明的技术方案的内容,仍属于本发明的保护范围之内。

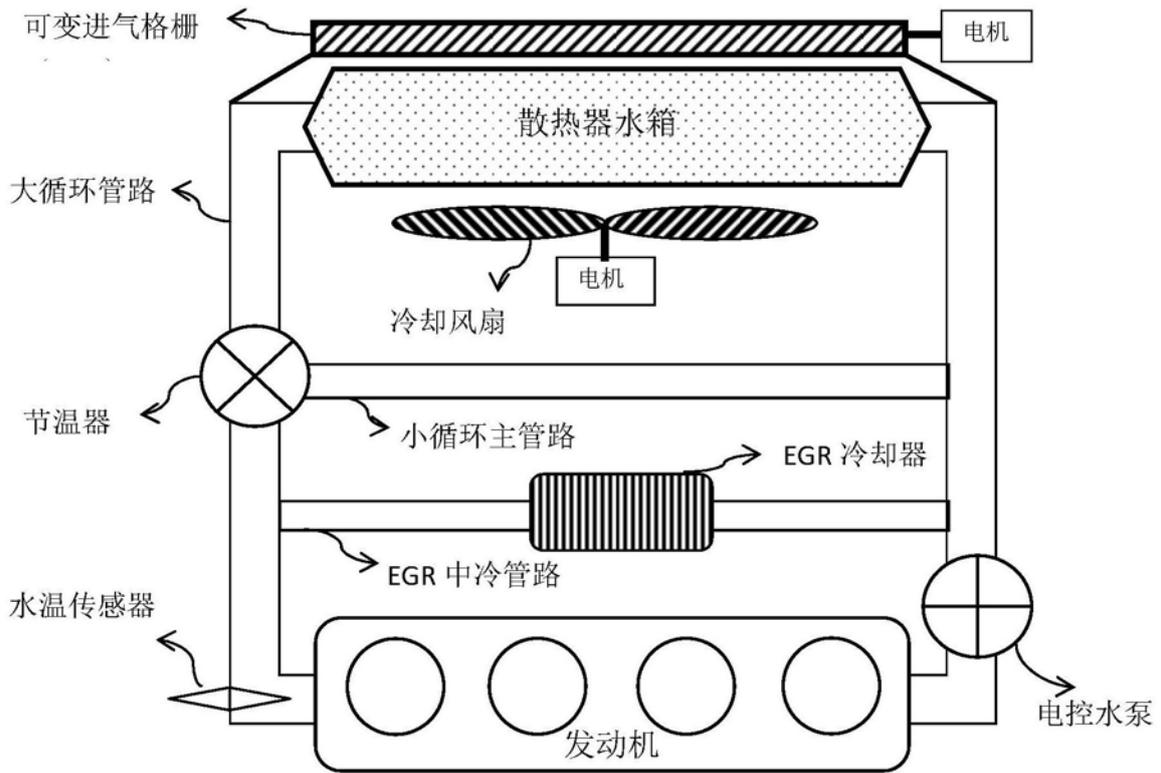


图1

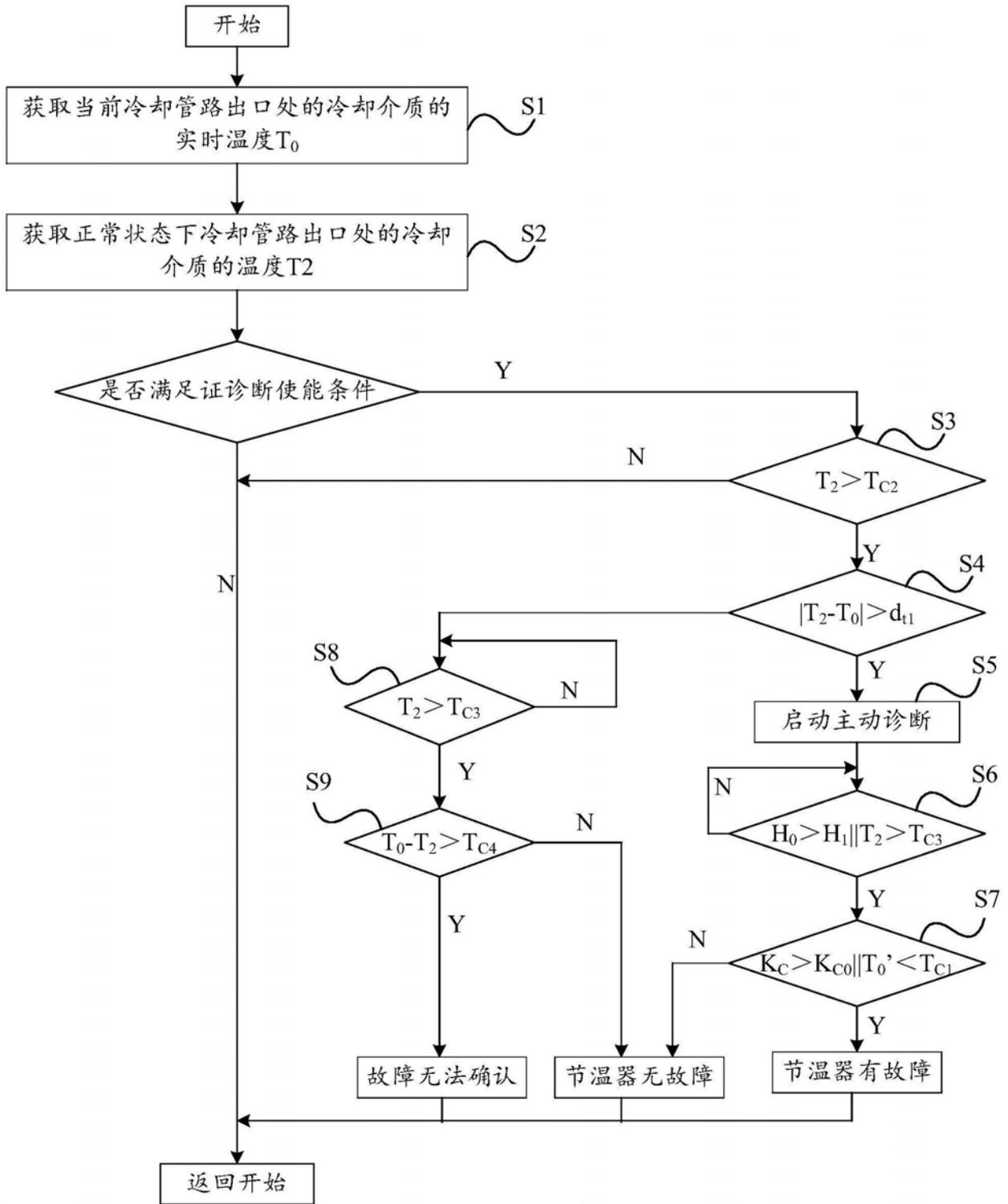


图2

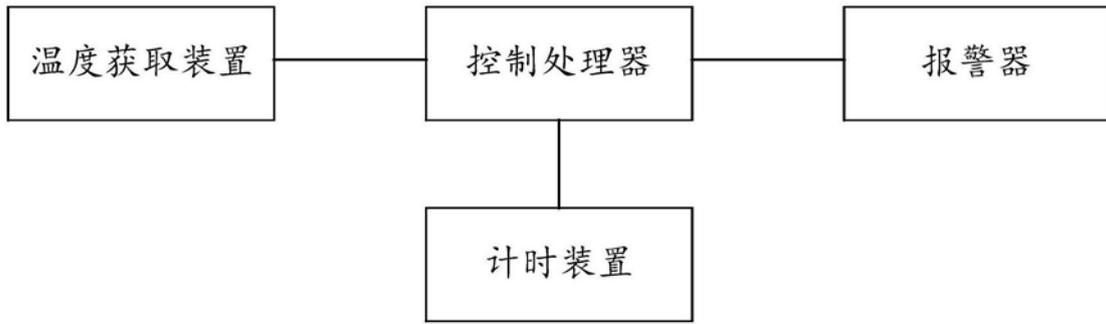


图3