



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114337104 A

(43) 申请公布日 2022.04.12

(21) 申请号 202210023326.0

(22) 申请日 2019.07.15

(62) 分案原申请数据

201910636889.5 2019.07.15

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 黄鑫 李孟德

(51) Int. Cl.

H02K 9/19 (2006.01)

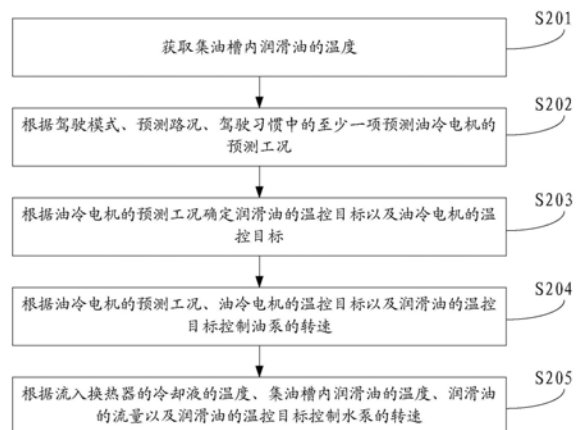
权利要求书3页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

油冷电机控制装置和方法

(57) 摘要

本申请公开了一种油冷电机控制装置和方法,涉及电动汽车领域,用于实现对油冷电机的工作温度进行控制。油冷电机温度控制装置包括:油泵、换热器、水泵、控制器、集油槽;控制器用于:获取集油槽内润滑油的温度;根据驾驶模式、预测路况、驾驶习惯中的至少一项预测油冷电机的预测工况;根据油冷电机的预测工况确定润滑油的温控目标以及油冷电机的温控目标;根据油冷电机的预测工况、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标控制油泵的转速;根据流入换热器的冷却液的温度、集油槽内润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标控制水泵的转速。



1. 一种控制装置,用于油冷电机的温度控制,其特征在于,包括:
换热器,用于将与所述油冷电机进行热交换后的润滑油和冷却液进行热交换;
控制器,用于获取所述油冷电机的预测工况,且根据所述预测工况控制流入所述换热器的润滑油和/或冷却液的流量。
2. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,还包括:
水泵,所述水泵用于将所述冷却液泵入所述换热器,其中,所述控制器通过控制所述水泵的转速控制所述冷却液的流量。
3. 根据权利要求1或2所述的控制装置,其特征在于,还包括:
油泵,所述油泵用于将与所述油冷电机进行热交换后的润滑油泵入所述换热器,其中,所述控制器通过控制所述油泵的转速控制所述润滑油的流量。
4. 根据权利要求1-3任一项所述的控制装置,其特征在于,所述控制器用于:
根据驾驶模式、预测路况、驾驶习惯中的至少一项获取所述油冷电机的预测工况。
5. 根据权利要求1-4任一项所述的控制装置,其特征在于,所述预测工况包括第一工况或第二工况;其中,
所述第一工况对应的所述油冷电机的发热量低于第一值,所述第二工况对应的所述油冷电机的发热量高于第二值,所述第一值小于或等于所述第二值;
或者,所述第一工况对应的润滑油的温控目标高于所述第二工况对应的润滑油的温控目标;
或者,所述第一工况对应的所述油冷电机的温控目标高于所述第二工况对应的所述油冷电机的温控目标。
6. 根据权利要求5所述的控制装置,其特征在于,其中,当所述预测工况为所述第二工况时,所述控制器用于:
控制流入所述换热器的润滑油和/或冷却液的流量增加。
7. 根据权利要求5或6所述的控制装置,其特征在于,其中,当所述预测工况为所述第二工况时,所述控制器用于:
调高所述水泵和/或油泵的转速。
8. 根据权利要求1-7任一项所述的控制装置,其特征在于,所述控制器还用于:
根据所述油冷电机的预测工况,确定所述润滑油的流控目标;
根据所述润滑油的流控目标,控制流入所述换热器的润滑油的流量。
9. 根据权利要求8所述的控制装置,其特征在于,其中,所述油冷电机的发热量与所述油冷电机的预测工况具有第一对应关系,所述油冷电机的发热量和所述润滑油的流控目标具有第二对应关系,且所述控制器根据所述第一对应关系和所述第二对应关系确定所述润滑油的流控目标。
10. 根据权利要求1-9任一项所述的控制装置,其特征在于,所述控制器还用于:
获取与所述油冷电机进行热交换后的所述润滑油的温度;
获取流入所述换热器的所述冷却液的温度;
根据流入所述换热器的所述冷却液的温度、与所述油冷电机进行热交换后的所述润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标控制流入所述换热器的冷却液的流量,其中所述润滑油的温控目标根据所述预测工况确定。

11. 根据权利要求10所述的控制装置,其特征在于,所述流入所述换热器的所述冷却液的温度、所述与所述油冷电机进行热交换后的所述润滑油的温度、所述润滑油的流量、所述润滑油的温控目标,与所述冷却液的流量具有第三对应关系,且所述控制器根据所述第三对应关系控制流入所述换热器的冷却液的流量。

12. 根据权利要求10或11所述的控制装置,其特征在于,其中,所述控制装置还包括第一温度传感器,所述控制器用于:

从所述第一温度传感器获取与所述油冷电机进行热交换后的所述润滑油的温度。

13. 根据权利要求12所述的控制装置,其特征在于,其中,

所述控制装置还包括集油槽,所述集油槽用于收集与所述油冷电机进行热交换后的所述润滑油,其中所述第一温度传感器置于所述集油槽内;

或者,所述第一温度传感器置于所述油泵和所述换热器之间的油道中。

14. 根据权利要求10-13任一项所述的控制装置,其特征在于,所述控制装置还包括第二温度传感器,所述控制器用于:

从所述第二温度传感器获取所述油冷电机的工作温度;

根据所述油冷电机的工作温度获取与所述油冷电机进行热交换后的所述润滑油的温度。

15. 根据权利要求14所述的控制装置,其特征在于,所述第二温度传感器置于所述油冷电机的定子绕组内。

16. 一种油冷电机系统,其特征在于,包括油冷电机和如权利要求1-15任一项所述的控制装置,其中,所述控制装置用于所述油冷电机的温度控制。

17. 一种温度控制方法,用于对油冷电机的工作温度进行控制,其特征在于,所述方法包括:

获取所述油冷电机的预测工况;

根据所述预测工况,控制流入换热器的润滑油和/或冷却液的流量。

18. 根据权利要求17所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

通过控制水泵的转速控制所述冷却液的流量。

19. 根据权利要求17或18所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

通过控制油泵的转速控制所述润滑油的流量。

20. 根据权利要求17-19任一项所述的方法,其特征在于,其中,所述获取所述油冷电机的预测工况,包括:

根据驾驶模式、预测路况、驾驶习惯中的至少一项获取所述油冷电机的预测工况。

21. 根据权利要求17-20任一项所述的方法,其特征在于,所述预测工况包括第一工况或第二工况;其中,

所述第一工况对应的所述油冷电机的发热量低于第一值,所述第二工况对应的所述油冷电机的发热量高于第二值,所述第一值小于或等于所述第二值;

或者,所述第一工况对应的润滑油的温控目标高于所述第二工况对应的润滑油的温控目标;

或者,所述第一工况对应的所述油冷电机的温控目标高于所述第二工况对应的所述油冷电机的温控目标。

22. 根据权利要求21所述的方法,其特征在于,其中,所述根据所述预测工况控制流入换热器的润滑油和/或冷却液的流量,包括:

当所述预测工况为所述第二工况时,控制流入换热器的润滑油和/或冷却液的增加。

23. 根据权利要求21或22所述的方法,其特征在于,其中,所述根据所述预测工况控制流入换热器的润滑油和/或冷却液的流量,包括:

当所述预测工况为所述第二工况时,调高所述水泵和/或油泵的转速。

24. 根据权利要求17-23任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

根据所述预测工况,确定所述润滑油的流控目标;

根据所述润滑油的流控目标,控制流入换热器的润滑油的流量。

25. 根据权利要求24所述的方法,其特征在于,其中,所述油冷电机的发热量与所述油冷电机的预测工况具有第一对应关系,所述油冷电机的发热量和所述润滑油的流控目标具有第二对应关系;

所述根据所述预测工况确定所述润滑油的流控目标,包括:

根据所述第一对应关系和所述第二对应关系确定所述润滑油的流控目标。

26. 根据权利要求17-25任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

获取与所述油冷电机进行热交换后的所述润滑油的温度;

获取流入换热器的所述冷却液的温度;

根据流入换热器的所述冷却液的温度、与所述油冷电机进行热交换后的所述润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标控制流入换热器的冷却液的流量,其中所述润滑油的温控目标根据所述预测工况确定。

27. 根据权利要求26所述的方法,其特征在于,其中,所述流入换热器的所述冷却液的温度、所述与所述油冷电机进行热交换后的所述润滑油的温度、所述润滑油的流量、所述润滑油的温控目标,与所述冷却液的流量具有第三对应关系;

所述根据流入换热器的所述冷却液的温度、与所述油冷电机进行热交换后的所述润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标控制流入换热器的冷却液的流量,包括:

根据所述第三对应关系控制流入换热器的冷却液的流量。

28. 一种控制器,其特征在于,包括处理器和接口,所述控制器通过接口与其它设备通信,所述处理器用于执行如权利要求17-27任一项所述的方法。

29. 一种车辆,其特征在于,包含如权利要求1-15任一项所述的控制装置,或包含如权利要求16所述的油冷电机系统。

30. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令,当所述计算机程序或指令被处理器执行时,实现如权利要求17-27任一项所述的方法。

31. 一种计算机程序产品,其特征在于,所述计算机程序产品在一个或多个处理器上运行时,实现如权利要求17-27任一项所述的方法。

油冷电机控制装置和方法

[0001] 本申请是分案申请,原申请的申请号是201910636889.5,原申请日是2019年7月15日,原申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

[0002] 本申请涉及电动汽车领域,尤其涉及一种油冷电机控制装置和方法。

背景技术

[0003] 随着人们环保意识的逐渐提升,电动汽车作为环保清洁的交通工具,正日益受到市场的欢迎。电机作为电动汽车动力系统的核心部件,在运行过程中不可避免地会产生热量,这部分热量若不能及时散出,轻则加速电机内部部件老化,重则烧毁电机,引发事故。

[0004] 目前市场上主流的电动汽车的电机散热采用水冷方式,该方式是在电机的壳体外表表面设立水道,利用电机外壳体与冷却水的热交换对电机散热。此方式结构简单,设计便捷,但散热效果有限,导致电机的功率密度不高。近来,油冷方式正日渐兴起,与水冷方式只在电机外壳体进行热交换不同,油冷方式的电机内部采用耐油材料,润滑油直接在电机内部循环,与电机内部各子部件(如定子铁芯、定子绕组、转子铁芯等)直接进行热交换。

[0005] 油冷型电机运行在不同工况时,对应的损耗不同,产生的热量也不同,使得电机内部温度变化范围较大。此时,电机转子永磁体的磁场水平将随着温度变化而发生变化,从而引起输出扭矩的控制精度下降。如果润滑油的温度不受控制,则可能造成油温过高或过低。如果润滑油的温度过低,则油的粘度将大幅增大,从而引起减速器阻力增加,效率降低。如果润滑油的温度过高,则会造成轴承冷却效果不佳,降低轴承寿命。

发明内容

[0006] 本申请实施例提供一种油冷电机控制方法和装置,用于实现对油冷电机的工作温度进行控制。

[0007] 为达到上述目的,本申请的实施例采用如下技术方案:

[0008] 第一方面,提供了一种油冷电机温度控制装置,包括:油泵、换热器、水泵、控制器、集油槽;集油槽用于收集油冷电机内部经过热交换的润滑油;油泵用于将油冷电机内部流动的润滑油从集油槽泵入换热器后回流至油冷电机,并控制润滑油的流量;换热器用于将润滑油与冷却液进行热交换;水泵用于控制换热器中冷却液的流量;控制器用于:获取集油槽内润滑油的温度;根据驾驶模式、预测路况、驾驶习惯中的至少一项预测油冷电机的预测工况;根据油冷电机的预测工况确定润滑油的温控目标以及油冷电机的温控目标,其中,润滑油的温控目标指流出换热器的润滑油的温度控制目标;根据油冷电机的预测工况、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标控制油泵的转速;根据流入换热器的冷却液的温度、集油槽内润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标控制水泵的转速。

[0009] 本申请实施例提供的油冷电机控制装置,获取集油槽内润滑油的温度;根据驾驶模式、预测路况、驾驶习惯中的至少一项预测油冷电机的预测工况;根据油冷电机的预测工

况确定润滑油的温控目标以及油冷电机的温控目标;根据油冷电机的预测工况、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标控制油泵的转速;根据流入换热器的冷却液的温度、集油槽内润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标控制水泵的转速。通过对油冷电机中润滑油的温度进行控制,从而实现了对油冷电机的工作温度进行控制。

[0010] 在一种可能的实施方式中,油冷电机温度控制装置还包括第一温度传感器,第一温度传感器置于集油槽的底部以测量集油槽内润滑油的温度,控制器具体用于:通过第一温度传感器获取集油槽内润滑油的温度。该实施方式提供了一种获取集油槽内润滑油的温度的方式,获取的集油槽内润滑油的温度较准确。

[0011] 在一种可能的实施方式中,油冷电机温度控制装置还包括第二温度传感器,第二温度传感器置于油冷电机的定子绕组内以测量油冷电机的工作温度,控制器具体用于:通过第二温度传感器获取油冷电机的工作温度;根据油冷电机的工作温度计算获取或者查询标定表获取集油槽内润滑油的温度。该实施方式提供了一种获取集油槽内润滑油的温度的方式。该实施方式提供了另一种获取集油槽内润滑油的温度的方式,可以不在集油槽内设置温度传感器,成本较低。

[0012] 在一种可能的实施方式中,控制器具体用于:根据流入换热器的冷却液的温度、流入换热器的润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标确定冷却液的流控目标;根据冷却液的流控目标来控制水泵的转速。

[0013] 在一种可能的实施方式中,控制器具体用于:根据油冷电机的预测工况得到油冷电机的发热量;根据油冷电机的发热量确定油冷电机的实际工况;如果油冷电机的实际工况为第一工况,则根据油冷电机的发热量、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标得到润滑油的流控目标,并根据润滑油的流控目标控制油泵的转速;如果油冷电机的实际工况为第二工况,则将油泵的转速调高。通过控制润滑油的流速,可以帮助为油冷电机降温。特别地,可以将油泵的转速调至最高。

[0014] 在一种可能的实施方式中,控制器还用于:如果油冷电机的实际工况为第二工况,则将水泵的转速调高。可以提高换热器的热交换效率,帮助为润滑油降温。特别地,可以将水泵的转速调至最高。

[0015] 在一种可能的实施方式中,控制器具体用于:根据油冷电机的温控目标和油冷电机的工作温度得到发热量补偿量;根据油冷电机的发热量和发热量补偿量得到补偿后的油冷电机的发热量;根据补偿后的油冷电机的发热量、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标得到润滑油的流控目标。该实施方式实质为通过闭环控制实现负反馈,可以大幅提升油冷电机的温控精度。

[0016] 在一种可能的实施方式中,控制器具体用于:根据油冷电机的工作温度和温升得到油冷电机的补偿后温度;根据油冷电机的温控目标和油冷电机的补偿后温度得到发热量补偿量;其中,温升为根据发热量补偿量、定子铁芯的比热容和质量、定子绕组的比热容和质量、转子的比热容和质量得到。

[0017] 在一种可能的实施方式中,第一工况对应的油冷电机的发热量低于第一值,第二工况对应的油冷电机的发热量高于第二值;第一工况对应的润滑油的温控目标高于第二工况对应的润滑油的温控目标,第一工况对应的油冷电机的温控目标高于第二工况对应的油冷电机的温控目标。

[0018] 第二方面,提供了一种油冷电机温度控制方法,应用于如第一方面及其任一实施方式的油冷电机温度控制装置,该方法包括:获取集油槽内润滑油的温度;根据驾驶模式、预测路况、驾驶习惯中的至少一项预测油冷电机的预测工况;根据油冷电机的预测工况确定润滑油的温控目标以及油冷电机的温控目标,其中,润滑油的温控目标指流出换热器的润滑油的温度控制目标;根据油冷电机的预测工况、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标控制油泵的转速;根据流入换热器的冷却液的温度、集油槽内润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标控制水泵的转速。

[0019] 本申请实施例提供的油冷电机控制方法,获取集油槽内润滑油的温度;根据驾驶模式、预测路况、驾驶习惯中的至少一项预测油冷电机的预测工况;根据油冷电机的预测工况确定润滑油的温控目标以及油冷电机的温控目标;根据油冷电机的预测工况、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标控制油泵的转速;根据流入换热器的冷却液的温度、集油槽内润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标控制水泵的转速。通过对油冷电机中润滑油的温度进行控制,从而实现了油冷电机的工作温度进行控制。

[0020] 在一种可能的实施方式中,获取集油槽内润滑油的温度,包括:通过第一温度传感器获取集油槽内润滑油的温度。该实施方式提供了一种获取集油槽内润滑油的温度的方式,获取的集油槽内润滑油的温度较准确。

[0021] 在一种可能的实施方式中,获取集油槽内润滑油的温度,包括:通过第二温度传感器获取油冷电机的工作温度;根据油冷电机的工作温度计算获取或者查询标定表获取集油槽内润滑油的温度。该实施方式提供了另一种获取集油槽内润滑油的温度的方式,可以在集油槽内设置温度传感器,成本较低。

[0022] 在一种可能的实施方式中,根据流入换热器的冷却液的温度、集油槽内润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标控制水泵的转速,包括:根据流入换热器的冷却液的温度、流入换热器的润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标确定冷却液的流控目标;根据冷却液的流控目标来控制水泵的转速。

[0023] 在一种可能的实施方式中,根据油冷电机的预测工况、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标控制油泵的转速,包括:根据油冷电机的预测工况得到油冷电机的发热量;根据油冷电机的发热量确定油冷电机的实际工况;如果油冷电机的实际工况为第一工况,则根据油冷电机的发热量、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标得到润滑油的流控目标,并根据润滑油的流控目标控制油泵的转速;如果油冷电机的实际工况为第二工况,则将油泵的转速调高。通过控制润滑油的流速,可以帮助为油冷电机降温。特别地,可以将油泵的转速调至最高。

[0024] 在一种可能的实施方式中,该方法还包括:如果油冷电机的实际工况为第二工况,则将水泵的转速调高。可以提高换热器的热交换效率,帮助为润滑油降温。特别地,可以将水泵的转速调至最高。

[0025] 在一种可能的实施方式中,根据油冷电机的发热量、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标得到润滑油的流控目标,包括:根据油冷电机的温控目标和油冷电机的工作温度得到发热量补偿量;根据油冷电机的发热量和发热量补偿量得到补偿后的油冷电机的发热量;根据补偿后的油冷电机的发热量、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标得到润滑油的流控目标。该实施方式实质为通过闭环控制实现负反馈,可以大幅提升油冷

电机的温控精度。

[0026] 在一种可能的实施方式中,根据油冷电机的温控目标和油冷电机的工作温度得到发热量补偿量,包括:根据油冷电机的工作温度和温升得到油冷电机的补偿后温度;根据油冷电机的温控目标和油冷电机的补偿后温度得到发热量补偿量;其中,温升为根据发热量补偿量、定子铁芯的比热容和质量、定子绕组的比热容和质量、转子的比热容和质量得到。

[0027] 在一种可能的实施方式中,第一工况对应的油冷电机的发热量低于第一值,第二工况对应的油冷电机的发热量高于第二值;第一工况对应的润滑油的温控目标高于第二工况对应的润滑油的温控目标,第一工况对应的油冷电机的温控目标高于第二工况对应的油冷电机的温控目标。

[0028] 第三方面,提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有指令,当该指令在计算机或处理器上运行时,使得计算机或处理器执行如第二方面或者其任一种可能的实施方式中的方法。

[0029] 第四方面,提供了一种包含指令的计算机程序产品,当该指令在计算机或处理器上运行时,使得计算机或处理器执行如第二方面或者其任一种可能的实施方式中的方法。

[0030] 第三方面至第四方面的技术效果可以参照第二方面及其各种可能实施方式所述内容。

附图说明

[0031] 图1为本申请实施例提供的一种油冷电机系统的结构示意图;

[0032] 图2为本申请实施例提供的一种油冷电机温度控制方法的流程示意图一;

[0033] 图3为本申请实施例提供的一种油冷电机温度控制方法的流程示意图二;

[0034] 图4为本申请实施例提供的一种对油冷电机的工作温度进行闭环控制的示意图;

[0035] 图5为本申请实施例提供的一种油冷电机温度控制方法的流程示意图三;

[0036] 图6为本申请实施例提供的一种油冷电机在峰值功率下的温度变化曲线的示意图;

[0037] 图7为本申请实施例提供的一种不同油冷电机的工作温度下输出扭矩的示意图。

具体实施方式

[0038] 本申请实施例提供了一种油冷电机控制装置和方法,在换热器中润滑油和冷却液进行热交换,水泵控制冷却液的流量,油泵控制润滑油的流量。根据驾驶模式、预测路况、驾驶习惯中的至少一项预测油冷电机的预测工况,根据油冷电机的预测工况确定润滑油的温控目标以及油冷电机的温控目标,从而调整水泵和油泵的转速。通过对油冷电机中润滑油的温度进行控制,从而实现对油冷电机的工作温度进行控制。

[0039] 如图1所示,本申请提供了一种油冷电机系统,包括:油冷电机控制装置11、油冷电机12、减速器齿轮13。

[0040] 油冷电机12可以为永磁同步电机、异步感应电机等。油冷电机12内部采用耐油材料,润滑油直接在电机内部循环,与电机内部各子部件(例如定子铁芯121、定子绕组122、转子铁芯123等)直接进行热交换,散热效率相比于水冷电机更高。

[0041] 油冷电机控制装置11包括:油泵111、换热器112、水泵113、控制器114、第一温度传

感器115、第二温度传感器116、集油槽117和过滤器118。

[0042] 油冷电机中的润滑油经由油道流过定子表面,并喷淋到定子铁芯121、定子绕组122、转子铁芯123、减速器齿轮13和轴承124。润滑油与油冷电机进行热交换之后在重力作用下流到集油槽117中,再在油泵111的作用下,经由过滤器118通过油道进入换热器112中与冷却液进行热交换。此后,冷却后的润滑油重新流入油道中对油冷电机12和减速器齿轮13进行冷却。

[0043] 集油槽117用于收集油冷电机12内部经过热交换的润滑油。

[0044] 油泵111用于将油冷电机12内部流动的润滑油从集油槽117泵入换热器112后回流至油冷电机12,并控制润滑油的流量。

[0045] 换热器112用于将润滑油与冷却液进行热交换。

[0046] 水泵113用于控制换热器112中冷却液的流量。

[0047] 第一温度传感器115可以置于集油槽117的底部或者置于油泵111与换热器112之间的油道中,用于对集油槽117内润滑油的温度进行测量。

[0048] 第二温度传感器116可以置于油冷电机12的定子绕组122内,用于对油冷电机12的工作温度进行测量。

[0049] 控制器114可以为整车控制器(vehicle control unit,VCU),用于执行如以下油冷电机温度控制方法:

[0050] 如图2所示,该油冷电机温度控制方法包括S201-S205:

[0051] S201、获取集油槽内润滑油的温度。

[0052] 在一种可能的实施方式中,控制器可以通过第一温度传感器获取集油槽内润滑油的温度。

[0053] 在另一种可能的实施方式中,控制器可以通过第二温度传感器获取油冷电机的工作温度;根据油冷电机的工作温度计算获取或者查询标定表获取集油槽内润滑油的温度。由于润滑油流出油冷电机后直接进入集油槽,所以集油槽内润滑油的温度与油冷电机的工作温度强相关,因此可以基于温度模型,计算获取或者查询标定表获取集油槽内润滑油的温度。

[0054] S202、根据驾驶模式、预测路况、驾驶习惯中的至少一项预测油冷电机的预测工况。

[0055] 首先对该步骤涉及的一些概念进行描述。

[0056] 驾驶模式:

[0057] 驾驶模式包含例如普通模式和运动模式等。通常车辆中具有一个独立的物理按钮,或是在车机中控屏中的虚拟按键,用以供驾驶员手动选择车辆驾驶模式。驾驶模式包括普通模式和运动模式。

[0058] 控制器通过检测相应标志位判断车辆的驾驶模式。比如0代表普通模式,1代表运动模式。

[0059] 在运动模式下,车辆中与驾驶感受相关的设置都将偏向运动化设定,如变速箱换挡逻辑、转向助力手感、悬架感受等。运动模式相比于普通模式,油冷电机发热量更大。

[0060] 预测路况:

[0061] 控制器可以根据地图导航系统输出的道路信息来预测路况。道路信息可以包括:

坡度、坡长等参数。预测路况包括正常路况和恶劣路况。

[0062] 示例性的,控制器可以获取地图导航系统输出的前方5km内的路况信息。如果坡长大于1km,且平均坡度大于 10° ,则确定前方为恶劣路况。如果坡长不大于1km,或者,平均坡度不大于 10° ,则确定前方为正常路况。

[0063] 以平均坡度为 12° ,连续2km上山的盘山公路为例:因坡长2km大于1km,平均坡度 12° 大于 10° ,所以确定前方恶劣路况。

[0064] 驾驶习惯:

[0065] 控制器可以在日常驾驶过程中,持续采集驾驶数据,包括例如车速、侧向加速度、时间、车载音乐、地图信息等,并将采集到的驾驶数据上传到云端。由云端根据采集到的驾驶数据,训练人工智能神经网络,控制器从云端获取训练好的神经网络。控制器在当前时刻采集驾驶数据,并根据神经网络判断驾驶员的驾驶习惯。驾驶习惯包括激烈驾驶和正常驾驶。

[0066] 预测工况:

[0067] 油冷电机的预测工况可以指油冷电机的转速、转矩等。

[0068] 油冷电机的预测工况包括第一工况和第二工况,第一工况对应的油冷电机的发热量低于第一值,第二工况对应的油冷电机的发热量高于第二值。第一值小于或等于第二值。

[0069] 第一值和第二值可以基于路测结果来确定。例如,对于第一值来说,可以在驾驶模式为普通模式,预测路况为路况正常,驾驶习惯为正常驾驶时测量油冷电机的发热量,将该发热量的上限值作为第一值。对于第二值来说,可以在驾驶模式为运动模式时测量油冷电机的发热量,在预测路况为恶劣路况时测量油冷电机的发热量,在驾驶习惯为激烈驾驶时测量油冷电机的发热量,然后取这三次测量的油冷电机的发热量的下限值作为第二值。

[0070] 满足以下任一条件时,油冷电机的预测工况为第二工况:驾驶模式为运动模式,预测路况为恶劣路况,驾驶习惯为激烈驾驶。否则,油冷电机的预测工况为第一工况。即第一工况满足以下全部条件:驾驶模式为普通模式,预测路况为路况正常,驾驶习惯为正常驾驶等。具体判断逻辑见表1。

[0071] 表1

运动模式	恶劣路况	激烈驾驶	预测工况
是	无关	无关	第二工况
无关	是	无关	第二工况
无关	无关	是	第二工况
否	否	否	第一工况

[0073] S203、根据油冷电机的预测工况确定润滑油的温控目标以及油冷电机的温控目标。

[0074] 润滑油的温控目标指流出换热器(即流入油冷电机)的润滑油的温度控制目标。油冷电机的温控目标指油冷电机的定子绕组的温度控制目标。

[0075] 第一工况对应的润滑油的温控目标高于第二工况对应的润滑油的温控目标,第一工况对应的油冷电机的温控目标高于第二工况对应的油冷电机的温控目标。也就是说,在第一工况油冷电机的发热量较低时,可以将润滑油的温控目标以及油冷电机的温控目标设定为较高值,也不会造成油冷电机的过热;在第二工况油冷电机的发热量较高时,可以将润

滑油的温控目标以及油冷电机的温控目标设定为较低值,从而提高散热效率。

[0076] 示例性的,第一工况对应的润滑油的温控目标为90℃,油冷电机的温控目标为130℃。第二工况对应的润滑油的温控目标为70℃,油冷电机的温控目标为110℃。

[0077] S204、根据油冷电机的预测工况、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标控制油泵的转速。

[0078] 首先,标定油冷电机的预测工况(例如,转速、转矩)和发热量之间的关系表:

[0079] 示例性的,以某款峰值功率170kW、峰值扭矩400Nm的永磁同步电机为例,通过实验标定方式,可得到如表2所示的油冷电机的转速、转矩和发热量的关系表。

[0080] 表2

	油冷电机的 转速 (rpm)	油冷电机的 转矩 (Nm)	油冷电机的 发热量(kW)	油冷电机的 转速 (rpm)	油冷电机的 转矩 (Nm)	油冷电机的 发热量(kW)
[0081]	280	112	1.01	840	80	1.05
	280	192	2.1	840	144	2.18
	560	208	2.97	1120	176	2.98
	560	256	4.16	1120	224	4.27

[0082] 其次,标定油冷电机的发热量、流出换热器的润滑油的温度、油冷电机的工作温度、润滑油的流量之间的关系表:

[0083] 示例性的,通过实验标定方式,可得到如表3所示的油冷电机的发热量、流出换热器的润滑油的温度、油冷电机的工作温度、润滑油的流量之间的关系表。

[0084] 表3

	油冷电机的发热量 (kW)	流出换热器的润滑 油的温度 (℃)	油冷电机的工作温 度 (℃)	润滑油的流量 (L/min)
[0085]	1.01	70	130	3.5
[0086]	2.1	70	130	8.2
	2.98	70	130	12

[0087] 具体的,如图3所示,步骤S204包括S2041-S2044:

[0088] S2041、根据油冷电机的预测工况得到油冷电机的发热量。

[0089] 具体的,可以通过查询表2来根据油冷电机的转速、扭矩得到油冷电机的发热量。

[0090] 示例性的,检测到油冷电机的转速为280rpm,油冷电机的转矩为192Nm,则可以查询表2得到油冷电机的发热量为2.1kW。

[0091] S2042、根据油冷电机的发热量确定油冷电机的实际工况。

[0092] 具体的,如果油冷电机的发热量小于预设门限,则确定油冷电机的实际工况为第一工况,否则为第二工况。

[0093] 示例性的,假设预设门限为3kW,由于查询表2得到油冷电机的发热量为2.1kW,小于3kW,则可以确定油冷电机的实际工况为第一工况。

[0094] S2043、如果油冷电机的实际工况为第一工况,则根据油冷电机的发热量、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标得到润滑油的流控目标,并根据润滑油的流控目标控制油泵的转速。

[0095] 具体的,可以通过查询表3来根据油冷电机的发热量、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标得到润滑油的流控目标。

[0096] 示例性的,假设在步骤S2041通过查询表2得到油冷电机的发热量为2.1kW,在步骤S203得到润滑油的温控目标为70℃以及油冷电机的温控目标为130℃,则通过查询表3可以得到所需润滑油的流量为8.2L/min,从而可以根据润滑油的流量为8.2L/min来调节油泵的转速。

[0097] 进一步的,在通过第二温度传感器测量得到油冷电机的工作温度的基础上,可以根据油冷电机的工作温度对油冷电机的发热量进行闭环补偿,将补偿后的油冷电机的发热量结合油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标,查询表3得到润滑油的流控目标。

[0098] 也就是说,根据油冷电机的温控目标和油冷电机的工作温度得到发热量补偿量,关于该步骤见后面具体描述。根据油冷电机的发热量和发热量补偿量得到补偿后的油冷电机的发热量;具体的,取油冷电机的发热量以及发热量补偿量之和得到补偿后的油冷电机的发热量。根据补偿后的油冷电机的发热量、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标得到润滑油的流控目标;具体的,根据补偿后的油冷电机的发热量、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标,查询表3得到润滑油的流控目标。

[0099] 具体的,如图4中所示,所述根据油冷电机的温控目标和油冷电机的工作温度得到发热量补偿量,包括:

[0100] 根据油冷电机的工作温度 T_0 和温升 ΔT 得到油冷电机的补偿后温度 T 。具体的,温升 ΔT 作为负反馈,取油冷电机的工作温度 T_0 与温升 ΔT 的差值得到油冷电机的补偿后温度 T 。

[0101] 根据油冷电机的温控目标 T_{ref} 和油冷电机的补偿后温度 T 得到发热量补偿量 ΔP 。具体的,油冷电机的补偿后温度 T 作为负反馈,取油冷电机的温控目标 T_{ref} 与油冷电机的补偿后温度 T 的差值,将该差值经过比例积分(proportional integral,PI)调节后得到发热量补偿量 ΔP 。其中,温升 ΔT 为根据发热量补偿量 ΔP 、定子铁芯的比热容 c_1 和质量 m_1 、定子绕组的比热容 c_2 和质量 m_2 、转子的比热容 c_3 和质量 m_3 得到。具体的, c_1*m_1 表示定子铁芯的吸热量, c_2*m_2 表示定子绕组的吸热量, c_3*m_3 表示转子的吸热量, $\frac{1}{(c_1m_1 + c_2m_2 + c_3m_3)s}$ 表示微分

调节。

[0102] 从以上内容可以看出,对油冷电机的工作温度的控制可以是开环控制,也可以是闭环控制。通过闭环控制实现负反馈,可以大幅提升油冷电机的温控精度。

[0103] S2044、如果油冷电机的实际工况为第二工况,则将油泵的转速调高。

[0104] 进一步的,可以将油泵的转速调至最高。

[0105] 另外,可选的,可以将水泵的转速调高。进一步的,还可以将水泵的转速调至最高。

[0106] 示例性,如果油冷电机的实际工况为第二工况,则控制器发出最大散热指令,将水泵和油泵的转速调至最高转速。例如,将油泵转速调至2700rpm,将水泵转速调至2200rpm。

[0107] S205、根据流入换热器的冷却液的温度、集油槽内润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标控制水泵的转速。

[0108] 由于换热器中润滑油与冷却液进行热交换,通过控制水泵的转速控制冷却液的流量,从而达到控制润滑油的温度的目的。

[0109] 首先,标定流入换热器的冷却液的温度、集油槽内润滑油的温度(即流入换热器的润滑油的温度)、润滑油的流量、流出换热器的润滑油的温度和冷却液的流量之间的关系表:

[0110] 示例性的,以某款换热器为例,设定流入换热器的冷却液的温度为60℃,集油槽内润滑油的温度为90℃,润滑油的流量为5L/min,以实验方式标定流出换热器的润滑油的温度和冷却液的流量之间的关系。再将润滑油的流量调节为10L/min,再次标定流出换热器的润滑油的温度和冷却液的流量之间的关系表。以此类推,可以得到类似表4的关系表。需要说明的是,表4仅是一种示例,根据控制精度要求的不同,标定的数据也不同。

[0111] 表4

	流入换热器的冷却液的温度(℃)	润滑油的流量(L/min)	集油槽内润滑油的温度(℃)	冷却液的流量(L/min)	流出换热器的润滑油的温度(℃)
[0112]	60	5	90	5	68.2
	60	5	90	10	66.4
	60	10	90	5	73.4
	60	10	90	10	70

[0113] 另外,可以通过插值法增加上述关系表的数据量,以提升关系表的精度。

[0114] 具体的,如图5所示,步骤S205包括S2051-S2052:

[0115] S2051、根据流入换热器的冷却液的温度、集油槽内润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标确定冷却液的流控目标。

[0116] 冷却液的流控目标指流出换热器中的冷却液的流量控制目标。

[0117] 控制器可以将润滑油的温控目标作为流出换热器的润滑油的温度来查询上述关系表,查表得到对应的冷却液的流量作为冷却液的流控目标。例如,假设此时流入换热器的冷却液的温度为60℃,集油槽内润滑油的温度为90℃,润滑油的流量为10L/min,润滑油的温控目标为70℃,则可以确定冷却液的流控目标为10L/min。

[0118] S2052、根据冷却液的流控目标控制水泵的转速。

[0119] 控制器可以根据冷却液的流控目标来调整水泵的转速,从而控制冷却液的流量。根据上述参数表可知,一旦冷却液的流量与目标值一致,流出换热器的润滑油的温度达到温控目标。

[0120] 从以上内容可以看出,对润滑油的温度的控制是开环控制。

[0121] 通过对润滑油的温度进行控制,保持润滑油粘度适中,避免油温过高降低轴承、油泵和润滑油寿命,同时避免油温过低增大减速器器齿轮的阻力。

[0122] 通过油冷电机的工作温度的恒定控制,实现转子永磁体磁场恒定,从而将电机输出扭矩控制精度提升约1.5%。

[0123] 本申请实施例提供的油冷电机控制方法,在油冷电机的发热量高于额定值时,通过预测油冷电机的工况,提前将油冷电机的工作温度和润滑油的温度降低,可更长时间地满足电机大发热量运行,延长电机严苛工况下的运行时间。

[0124] 示例性的,如图6所示,为油冷电机在峰值功率下的温度变化曲线。如果油冷电机的起始温度是130℃,则满足峰值功率运行的时间为35s。如果油冷电机的起始温度是110

℃,则满足峰值功率运行的时间为55s,延长了20s。也就是说,如果通过预测油冷电机的工作况,提前将油冷电机的工作温度从130℃降低到110℃,则油冷电机满足峰值功率运行的时间可由35s延长到55s。

[0125] 在油冷电机的发热量低于额定值时,可保证电机温度的控制精度,从而提升了油冷电机的扭矩输出精度。实现润滑油的温度和油冷电机的工作温度的恒定控制。

[0126] 示例性的,如图7所示,在油冷电机的转速同为4250rpm,三相输出线电流峰值均为544A时,当油冷电机的工作温度为60℃油冷电机输出扭矩为231Nm,当油冷电机的工作温度为90℃时油冷电机输出扭矩为227Nm,也就是说,如果油冷电机在温度60℃时标定输出扭矩,则电机实际运行于90℃时,扭矩输出就产生1.73%的偏差。

[0127] 本申请实施例提供的油冷电机控制装置和方法,获取集油槽内润滑油的温度;根据驾驶模式、预测路况、驾驶习惯中的至少一项预测油冷电机的预测工况;根据油冷电机的预测工况确定润滑油的温控目标以及油冷电机的温控目标;根据流入换热器的冷却液的温度、集油槽内润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标控制水泵的转速;根据油冷电机的转速、扭矩、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标控制油泵的转速。通过对油冷电机中润滑油的温度进行控制,从而实现了油冷电机的工作温度进行控制。

[0128] 本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有指令,当该指令在计算机或处理器上运行时,使得计算机或处理器执行图2-图4中所示的油冷电机控制方法。

[0129] 本申请实施例还提供了一种包含指令的计算机程序产品,当指令在计算机或处理器上运行时,使得计算机或处理器执行图2-图4中所示的油冷电机控制方法。

[0130] 本申请实施例提供了一种芯片系统,该芯片系统包括处理器,用于执行图2-图4中所示的油冷电机控制方法。例如,获取集油槽内润滑油的温度;根据驾驶模式、预测路况、驾驶习惯中的至少一项预测油冷电机的预测工况;根据油冷电机的预测工况确定润滑油的温控目标以及油冷电机的温控目标,其中,润滑油的温控目标指流出换热器的润滑油的温度控制目标;根据油冷电机的预测工况、油冷电机的温控目标以及润滑油的温控目标控制油泵的转速;根据流入换热器的冷却液的温度、集油槽内润滑油的温度、润滑油的流量以及润滑油的温控目标控制水泵的转速。

[0131] 在一种可能的设计中,该芯片系统还包括存储器,该存储器,用于保存油冷电机温度控制装置必要的程序指令和数据。该芯片系统,可以包括芯片,集成电路,也可以包含芯片和其他分立器件,本申请实施例对此不作具体限定。

[0132] 其中,本申请提供的计算机存储介质、计算机程序产品或芯片系统均用于执行上文所述的油冷电机温度控制方法,因此,其所能达到的有益效果可参考上文所提供的实施方式中的有益效果,此处不再赘述。

[0133] 应理解,在本申请的各种实施例中,上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

[0134] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员

可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0135] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0136] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的设备实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,设备或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0137] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0138] 另外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0139] 在上述实施例中,可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件程序实现时,可以全部或部分地以计算机程序产品的形式来实现。该计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行计算机程序指令时,全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中,或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输,例如,所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或者数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线(Digital Subscriber Line,DSL))或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可以用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质(例如,软盘、硬盘、磁带),光介质(例如,DVD)、或者半导体介质(例如固态硬盘(Solid State Disk,SSD))等。

[0140] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

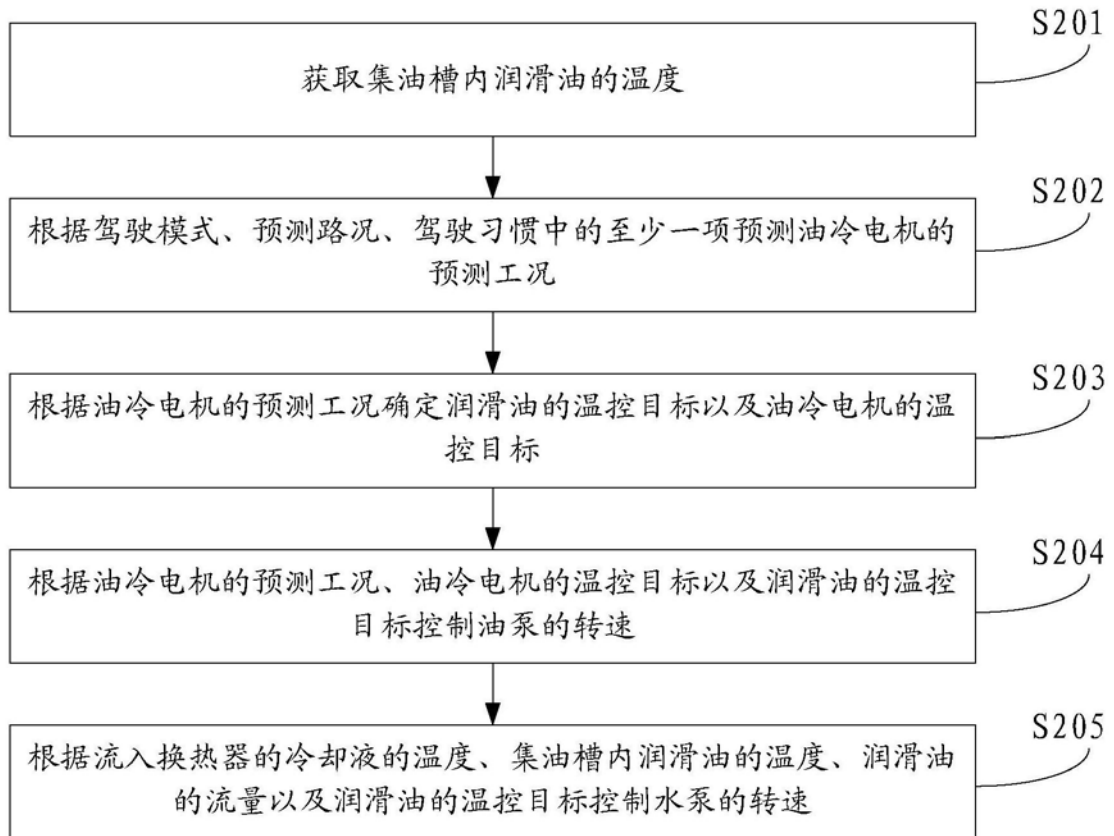


图2

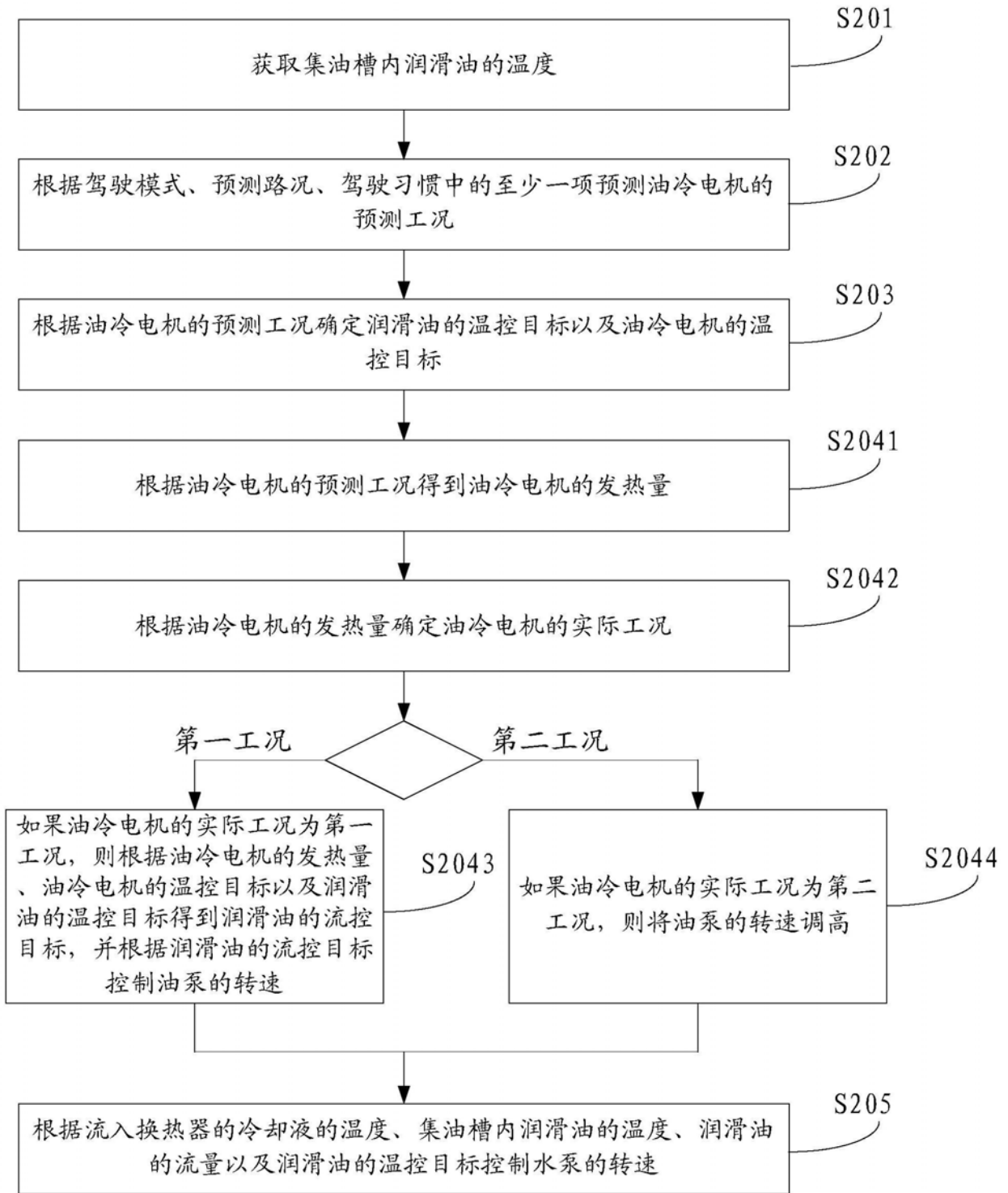


图3

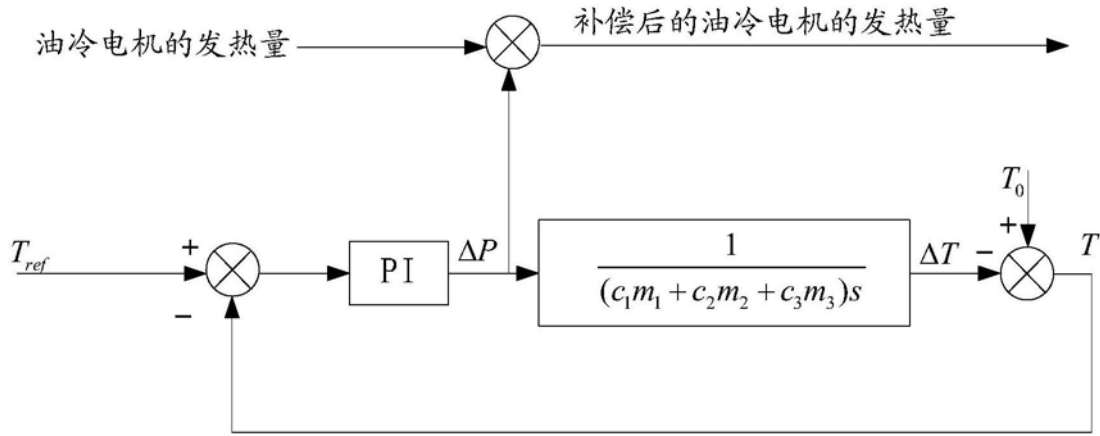


图4



图5

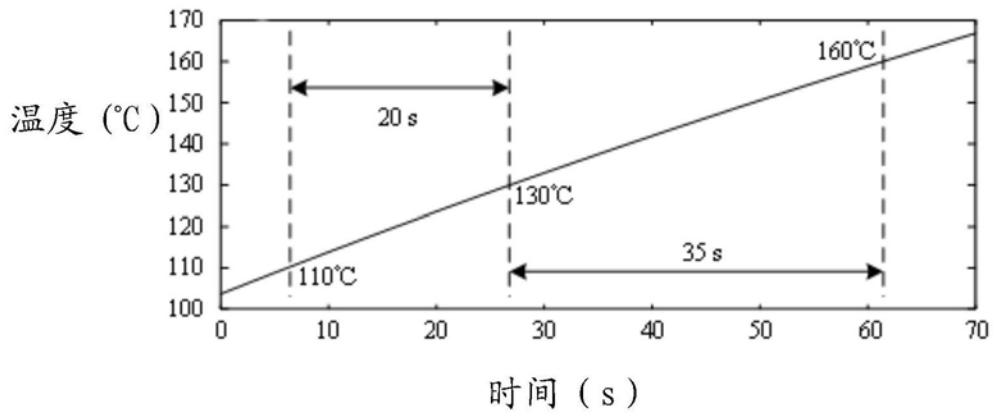


图6

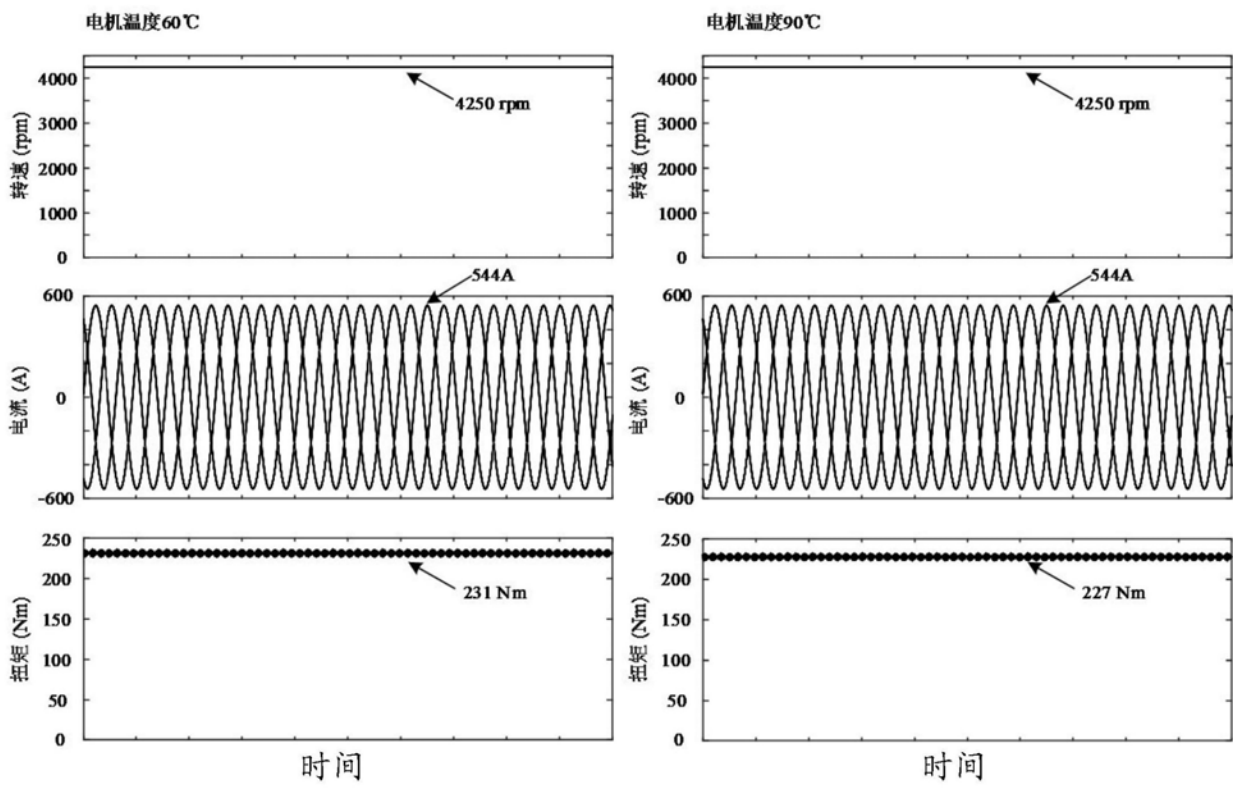


图7