



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107829888 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 03

(21) 申请号 201711160512.4

(22) 申请日 2017.11.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107829888 A

(43) 申请公布日 2018.03.23

(73) 专利权人 浙江运达风电股份有限公司

地址 310006 浙江省杭州市杭州余杭经济
技术开发区(钱江经济开发区)顺风路
558号

(72) 发明人 罗勇水 涂刚 刘钦东 陈棋
应有

(74) 专利代理机构 杭州斯可睿专利事务有限
公司 33241

专利代理师 王利强

(51) Int.Cl.

F03D 80/40 (2016.01)

F03D 80/60 (2016.01)

(56) 对比文件

US 2015023792 A1,2015.01.22

CN 102562487 A,2012.07.11

CN 106930905 A,2017.07.07

EP 3048297 A1,2016.07.27

CN 106870301 A,2017.06.20

US 2015056074 A1,2015.02.26

CN 102748243 A,2012.10.24

DE 102010015595 A1,2011.10.20

CN 203239507 U,2013.10.16

CN 102003353 A,2011.04.06

WO 2017147698 A2,2017.09.08

JP 2014218944 A,2014.11.20

CN 203130361 U,2013.08.14

US 2013022466 A1,2013.01.24

US 2017254316 A1,2017.09.07

DE 102013003750 A1,2014.09.11

CN 103080537 A,2013.05.01

US 2016040654 A1,2016.02.11

GB 536343 A,1941.05.12

US 2013101414 A1,2013.04.25

US 2007170312 A1,2007.07.26

CN 1727673 A,2006.02.01

CN 105626370 A,2016.06.01

董葳;侯玉柱;闵现花.进口导向叶片热气防
冰系统试验.上海交通大学学报.2010,(11),全
文. (续)

审查员 杨语

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

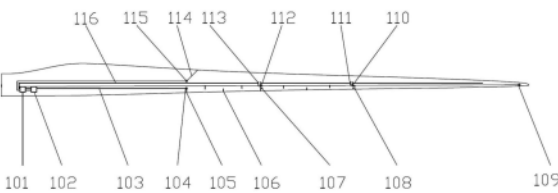
(54) 发明名称

一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组
桨叶除冰方法及系统

(57) 摘要

一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组
桨叶除冰方法,包括以下步骤:a)通过结冰探测
器探测是否结冰并判定结冰程度;b)叶根控制柜
根据结冰程度判定加热模式,普通加热模式是指
关闭所有的分区连接副加热区管道并开通各分
区之间连接管道,分区加热模式是通过叶根控制
柜对相应的管道进行控制达对关键结冰区域进
行分块快速加热除冰的模式;c)除冰装置按照叶
根控制柜的指令进行开启或关闭相应的连接管

道进行加热除冰.以及提供一种分区式热鼓风机
加热的风力发电机组桨叶除冰系统.本发明在保
证系统无雷击的风险下通过缩小加热空间、增加
加热分区、增加内部的扰流来提高叶片内腔热鼓
风除冰技术的加热效率。



[转续页]

[接上页]

(56) 对比文件

于洪明;于良峰;游慧鹏;陈江平.风电叶片
防冰除冰技术的研究进展.材料导报.2016,

(S1),全文.

陈棋;罗勇水;刘伟江;周民强.风电机组抗
冰冻设计.装备环境工程.2013,(05),全文.

1. 一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰方法,其特征在于:除冰装置包括叶根加热装置、主加热区、副加热区和连接管道,所述的叶根加热装置包括加热器和鼓风机;所述的主加热区是主要的加热区域,位于叶片前缘的区域,所述主加热区的分区按空间均布进行划分;所述的副加热区位于后缘,靠近叶根部分具有回流管道进行循环加热,所述的叶根加热装置还包括在桨叶前缘与前腹板处一定位置设置的挡板,所述的连接管道连接加热器与主加热区;所述的各分区通过管道连接,各分区通过管道与副加热区连接;所述的除冰方法包括以下步骤:

a) 通过结冰探测器探测是否结冰并判定结冰程度;

b) 叶根控制柜根据结冰程度判定加热模式,所述的加热模式包括普通加热模式和分区加热模式,普通加热模式是指关闭所有的分区连接副加热区管道并开通各分区之间连接管道;分区加热模式是通过叶根控制柜对相应的管道进行控制,对设定关键结冰区域进行分块快速加热除冰的模式;

c) 除冰装置按照叶根控制柜的指令进行开启或关闭相应的连接管道进行加热除冰。

2. 如权利要求1所述的分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰方法,其特征在于:所述步骤a)中,所述的结冰程度包括轻度结冰和重度结冰,辨别轻度或重度结冰的节点根据实际情况对结冰探测器的参数进行设置和修改。

3. 一种如权利要求1所述的分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰方法实现的系统,其特征在于:所述系统包括结冰探测器、叶根控制柜和除冰装置,所述的结冰探测器安装在机舱上方尾部;所述的叶根控制柜安装于叶根处;所述的除冰装置包括叶根加热装置、主加热区、副加热区和连接管道,所述的叶根加热装置包括加热器和鼓风机;所述的主加热区是主要的加热区域,位于叶片前缘的区域,所述主加热区的分区按空间均布进行划分;所述的副加热区位于后缘,靠近叶根部分具有回流管道进行循环加热。

4. 如权利要求3所述的系统,其特征在于:所述的叶根加热装置还包括在桨叶前缘与前腹板处一定位置设置的挡板,所述的连接管道连接加热器与主加热区。

5. 如权利要求3或4所述的系统,其特征在于:所述的各分区通过管道连接,各分区通过管道与副加热区连接。

6. 如权利要求5所述的系统,其特征在于:所述分区内安装有扰流挡板。

7. 如权利要求3或4所述的系统,其特征在于:所述的回流管道成斜圆柱体形靠叶根处逐渐收缩连接管道接在热鼓风机入口。

8. 如权利要求3或4所述的系统,其特征在于:温度传感器分布于加热器管道出口、各个主加热区分区、叶尖、副加热区回流管道入口处。

一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于风力发电机组领域,涉及一种分区式基于热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰方法及系统。主要用于应对大型风力发电机组在高湿度、低温度的区域运行过程中产生的叶片表面结冰的现象,防止因叶片表面结冰而引起的功率下降和停机以及叶片结冰后的负载对叶片造成损伤,通过除冰系统对叶片加热除冰,提高风力机组的发电量以及保证风机寿命和安全。

背景技术

[0002] 如今,提高风力发电机组在工作中对恶劣环境的抵抗能力成为了风力机发展的趋势,我国南方多数风电场在冬季、初春都存在结冰现象,尤其是云贵高原、广西、湖北和湖南等地区,空气温度低、湿度大,经常由于风力机叶片表面结冰而导致效率低下和停机,而且,覆冰还会导致叶片翼型几何形状改变导致风轮出现严重的不平衡力矩,急剧极大叶片运行载荷,导致叶片开裂、折断等严重故障,甚至激起整机固有频率,出现倒塌,严重影响了风力发电机组运行安全。因此,解决风力机叶片表面结冰的问题迫在眉睫。

[0003] 现在存在的防除冰技术主要有增加叶片表面涂层的技术,叶片内腔热鼓风除冰技术和叶片前缘电加热膜铺层除冰技术。传统的叶片内腔热鼓风除冰技术无雷击风险,但加热效率较低,叶片前缘电加热膜铺层除冰技术除冰效率相比内部通热气高,但容易引致雷击。因此,

发明内容

[0004] 为了克服已有技术为防止因风力发电机组叶片表面结冰而引起的功率下降和停机、甚至带来的叶片开裂、折断和机组倒塌等不足,本发明提供了一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰方法及系统,本发明在保证系统无雷击的风险下通过缩小加热空间、增加加热分区、增加内部的扰流来提高叶片内腔热鼓风除冰技术的加热效率。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰方法,所述的除冰方法包括以下步骤:

[0007] a)通过结冰探测器探测是否结冰并判定结冰程度;

[0008] b)叶根控制柜根据结冰程度判定加热模式,所述的加热模式包括普通加热模式和分区加热模式,普通加热模式是指关闭所有的分区连接副加热区管道并开通各分区之间连接管道;分区加热模式是通过叶根控制柜对相应的管道进行控制达对设定关键结冰区域进行分块快速加热除冰的模式;

[0009] c)除冰装置按照叶根控制柜的指令进行开启或关闭相应的连接管道进行加热除冰。

[0010] 进一步,所述步骤a中,所述的结冰程度包括轻度结冰和重度结冰。辨别轻度或重

度结冰的节点根据实际情况对结冰探测器的参数进行设置和修改。

[0011] 一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰系统,包括结冰探测器、叶根控制柜和除冰装置,所述的结冰探测器安装在机舱上方尾部;所述的叶根控制柜安装于叶根处;所述的除冰装置包括叶根加热装置、主加热区、副加热区和连接管道,所述的叶根加热装置包括加热器、鼓风机、连接加热区连接管道;所述的主加热区是主要的加热区域,位于叶片前缘的区域,所述主加热区的分区按空间均布进行划分;所述的副加热区位于后缘,靠近叶根部分具有回流管道进行循环加热。

[0012] 进一步,所述的叶根加热装置还包括在桨叶前缘与前腹板处一定位置设置的挡板,所述的连接管道连接加热系统与主加热区。

[0013] 再进一步,所述的各分区通过管道连接,各分区通过管道与副加热区连接。

[0014] 更进一步,所述分区内安装有扰流挡板。通过扰流挡板均匀加热分区,增强分区的加热效果。

[0015] 所述的回流管道成斜圆柱体形靠叶根处逐渐收缩连接管道接在热鼓风机入口。

[0016] 所述的温度传感器分布于加热器管道出口、主加热区分区1、分区2……分区n、叶尖、副加热区回流管道入口处。

[0017] 本发明的有益效果主要表现在:采用此除冰系统的设计后,能够有效地实现对叶片前缘和表面有效加热,通过增加入口挡板、回流挡板、分区挡板以及扰流板等装置的优化布置,有效的缩小加热空间、增加了分区加热、增加内部的扰流,在不提高鼓风机的功率基础上能够大幅度提升加热速度,对具体区域进行集中加热,总体上提高加热效率。解决了加热速度慢和加热效率低的问题。可以有效地防止叶片表面发生结冰的问题,保证风力机组在易结冰的环境中正常安全运行和正常发电。

附图说明

[0018] 图1是本发明一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰系统的实施例结构示意图。

[0019] 图2是本发明一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰系统的风轮叶片的实施例结构示意图。

[0020] 图3为本发明一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰方法的整体控制示意图。

[0021] 图4为本发明一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰方法的第一加热控制示意图。

[0022] 图5为本发明一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰方法的第二加热控制示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0024] 参照图1~图5,一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰方法,所述的除冰方法包括以下步骤:

[0025] a) 通过结冰探测器探测是否结冰并判定结冰程度;

[0026] b) 叶根控制柜根据结冰程度判定加热模式,所述的加热模式包括普通加热模式和分区加热模式。普通加热模式是指关闭所有的分区连接副加热区管道并开通各分区之间连接管道。分区加热模式是通过叶根控制柜对相应的管道进行控制达对关键结冰区域进行分块快速加热除冰的模式;

[0027] c) 除冰装置按照叶根控制柜的指令进行开启或关闭相应的连接管道进行加热除冰。

[0028] 进一步,所述的结冰程度包括轻度结冰和重度结冰。辨别轻度或重度结冰的节点可以根据实际情况对结冰探测器的参数进行设置和修改。

[0029] 一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰系统,包括结冰探测器3、叶根控制柜2和除冰装置1,所述的结冰探测器安装在机舱上方尾部;所述的叶根控制柜安装于叶根处。所述的除冰装置位于叶片内。

[0030] 参阅图2所示,风力机叶片的一般由蒙皮、主梁、腹板组成,腹板将叶片内部分割为两个大腔,本发明一种分区式热鼓风机加热的风力发电机组桨叶除冰方法及系统对两个腔体进行升级改造,提出主加热区和副加热区两部分,通过对叶片内腔改造后的空气进行有效加热。

[0031] 具体来说,对结构改造包括前缘腹板上接近叶根处安装鼓风机101和加热器102,加热器连接主加热区连接管道103,主加热区连接管道出口温度传感器104,入口挡板105,主加热区内扰流板106,分区一与分区二连接管道107,分区二与叶尖区连接管道108,叶尖温度传感器109,分区二出口温度传感器110,分区二与副加热区连接管道111,分区一温度传感器112,分区一与副加热区连接管道113,回流挡板114,回流温度传感器115,回流管道116。

[0032] 主加热区分区的个数、分区大小、扰流板个数、扰流板大小、扰流板安放位置等参数经过优化设计,总体要求是保证加热效率更高,能够进行有效地能量积聚,提高传热效果。由于接近叶尖部分的前缘空间较小,热气可以充分地加热,可根据空间大小情况选择是否结束分区的设置。优选的,分为两个分区,每个分区长度在10米左右。每个分区中三块扰流板,三块扰流板均匀分布在分区内,每块扰流板大小为所在分区腔内截面的一半。

[0033] 加热器连接加热区连接管道103和回流管道116都有保温层设置在管外壁,保证能量不流失,更好的将空气循环加热主加热区和副加热区的空气。入口挡板105和回流挡板114在叶根侧加装保温层,降低热量的损耗。优选的入口挡板105安装在距离叶根20m左右处。连接管道107、108、111、113能够根据控制要求进行开启和关闭。

[0034] 温度传感器安装在各分区的近出口处安装,叶尖,副加热区的叶中、回流挡板处也都安装温度传感器,不仅监测各分区温度以控制管道开关加热不同区域,同时监测整个叶片的加热情况,为除冰系统整体控制策略提供数据基础。

[0035] 回流挡板114设置方向与腹板方向斜交,设置有利于回流空气的大范围收集,更好的将整体空气循环加热,保证加热区域空气的均匀性。优选的回流挡板设置在距离叶根20米处。设置的入口挡板105和回流挡板114将叶片分成加热区域和非加热区域,有效地减少了叶片内的加热空间,在不提高加热器功率的前提下增快了加热速度,提升了加热效率,并且依然对叶片产生结冰的位置进行了有效地加热。

[0036] 参阅图3所示,通过结冰探测器探测是否结冰并判定结冰程度。叶根控制柜根据结

冰程度判定加热模式。除冰装置按照叶根控制柜的指令进行开启或关闭相应的连接管道进行加热除冰。

[0037] 具体的执行实例控制流程请参阅图4、5所示,结冰探测器探测结冰为重度结冰时,选择分区加热模式进行加热,优选的为开启热鼓风机,开启分一区连接副加热区管道113,加热主加热区一分区,当一分区出口温度传感器112达到优选的50℃时,开启一分区连接二分区管道107,关闭一分区连接副加热区管道113,开启二分区连接副加热区管道111,当二分区出口温度传感器110达到优选的45℃时,开启二分区连接叶尖区管道108,关闭二分区连接副加热区111。结冰探测器探测结冰,知道无冰的时候关闭热鼓风机以及所有连接管道。分区加热模式也可以为在达到预设温度5分钟后再执行下一个动作。如果叶片处于轻度结冰,则关闭所有连接副加热区管道和开启所有分区间连接管道开启普通加热模式,不用进行分区加热。

[0038] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述实施例所述的技术方案进行修订,或者对其中部分技术特性进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修订、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围内。

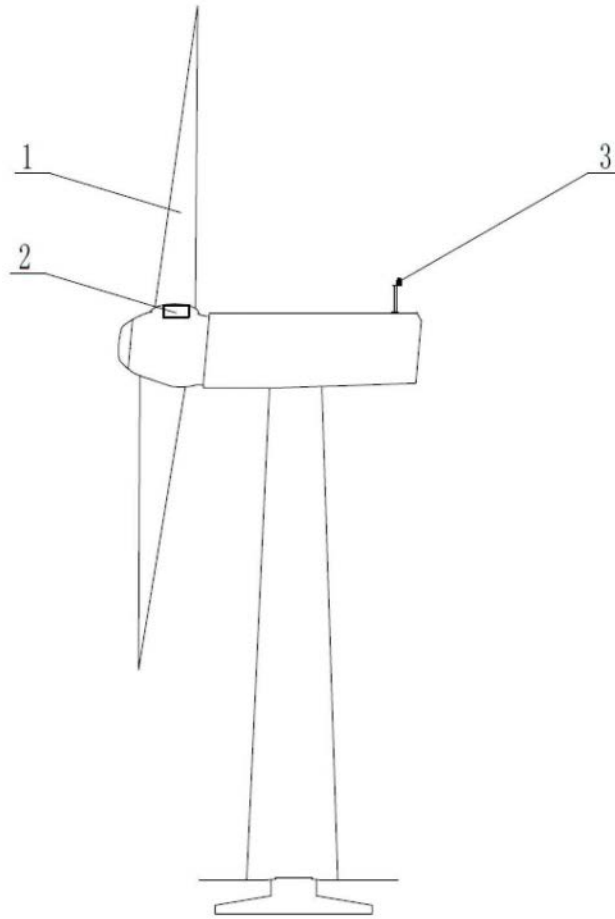


图1

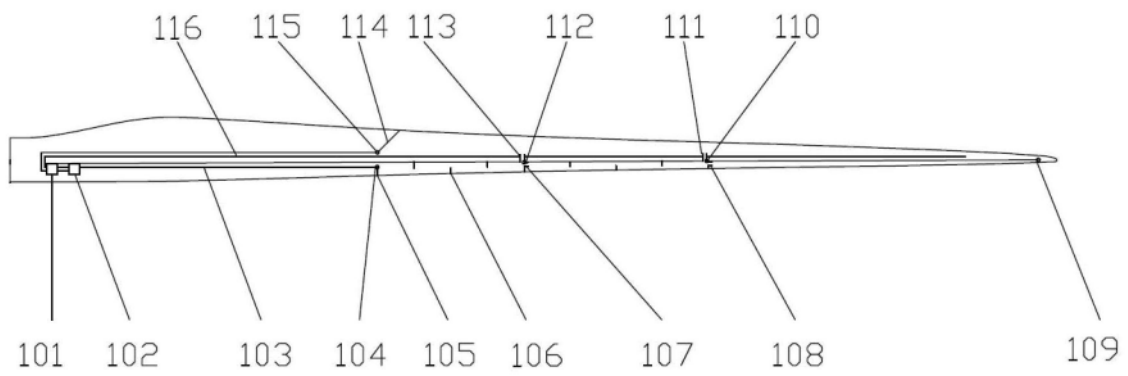


图2

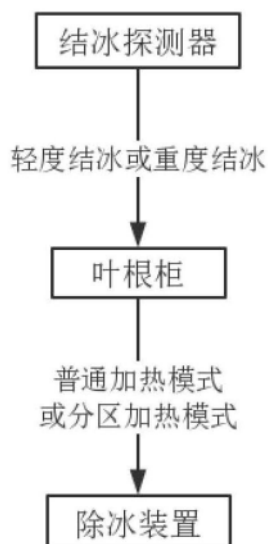


图3

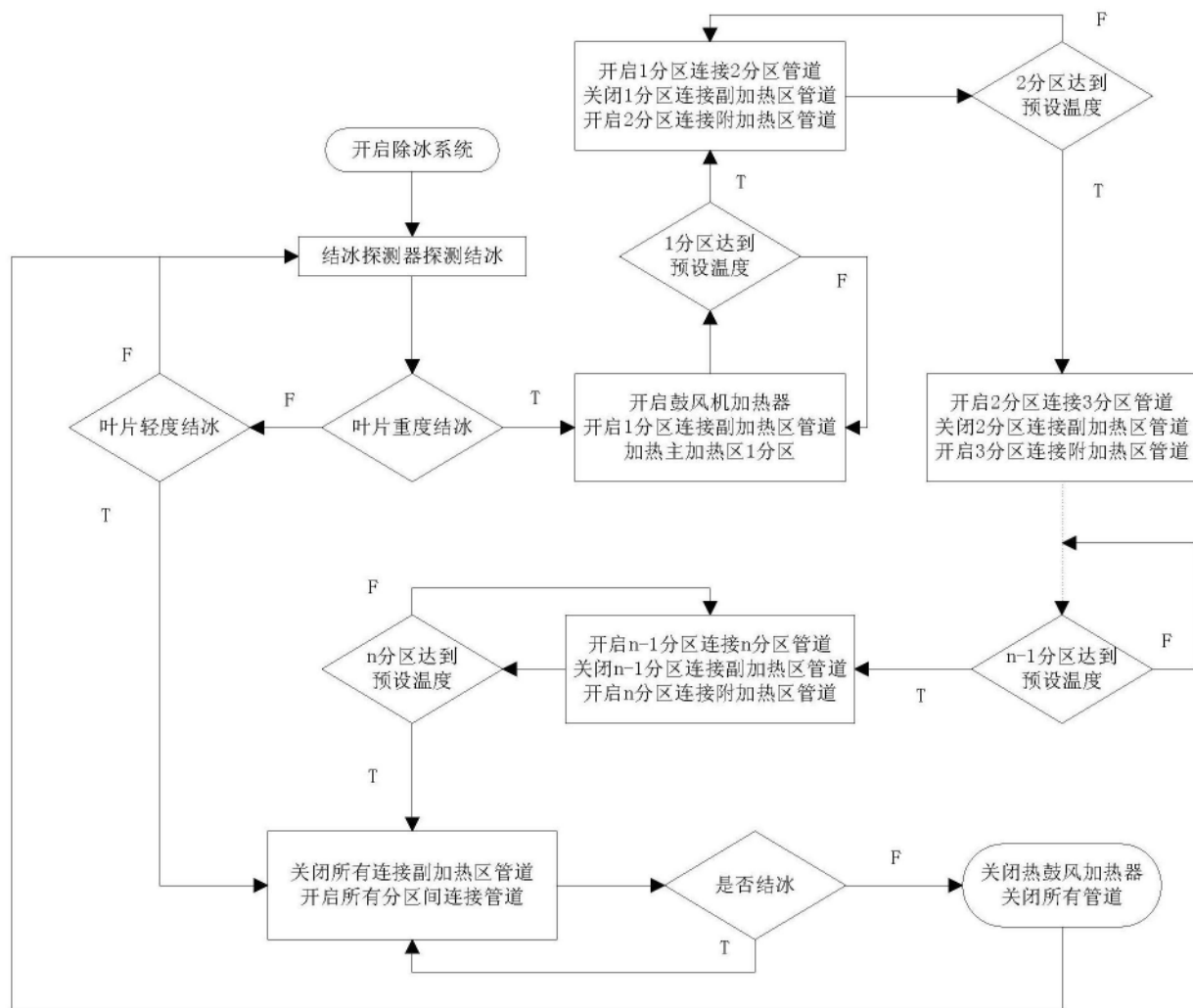


图4

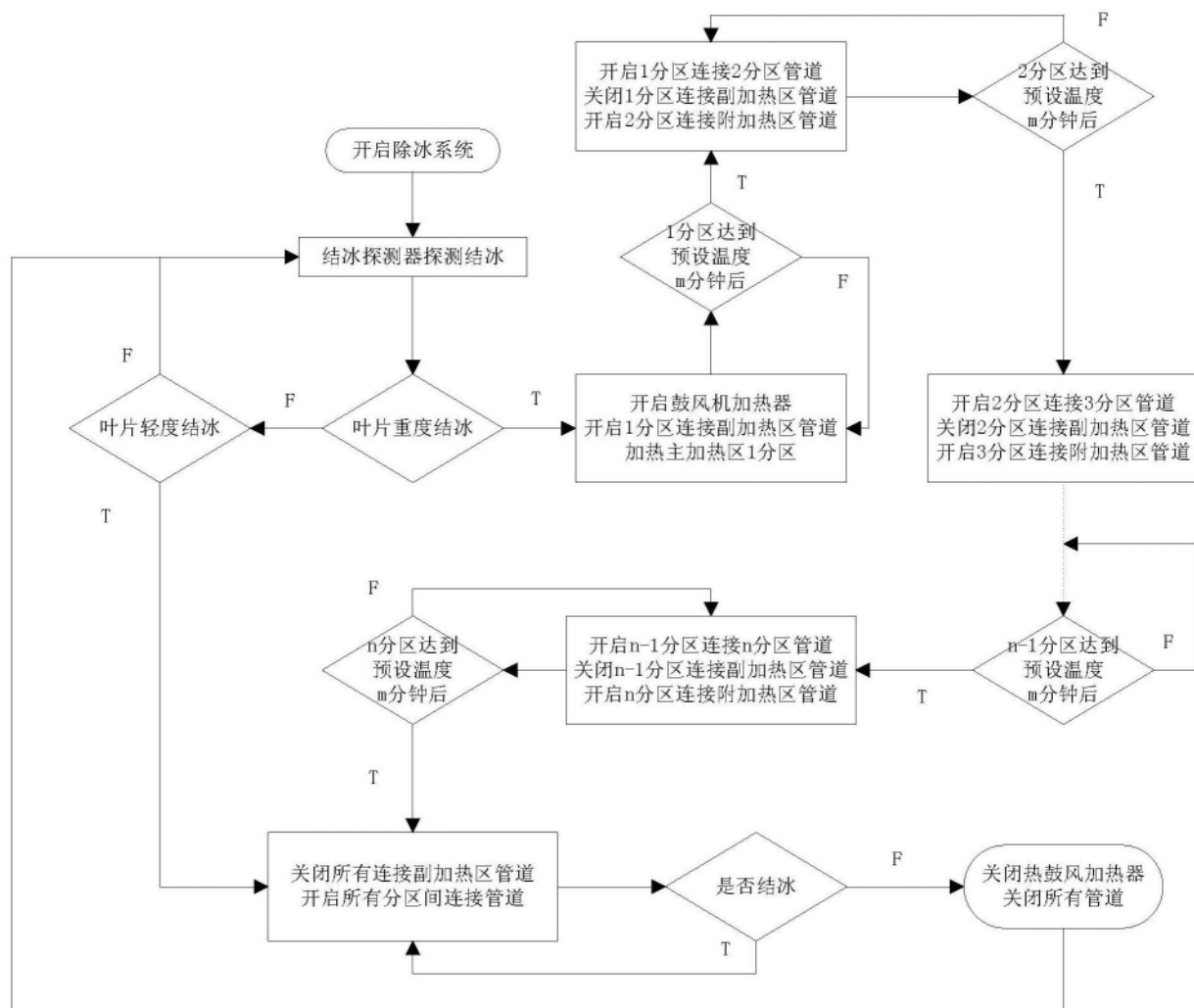


图5