



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102147290 A

(43) 申请公布日 2011.08.10

(21) 申请号 201110008518.6

(22) 申请日 2011.01.14

(71) 申请人 北京广微积电科技有限公司

地址 100176 北京市大兴区经济技术开发区  
西环南路 18 号 B 座 117 室

(72) 发明人 方辉 雷述宇

(74) 专利代理机构 北京汉昊知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11370

代理人 朱海波

(51) Int. Cl.

G01J 5/00(2006.01)

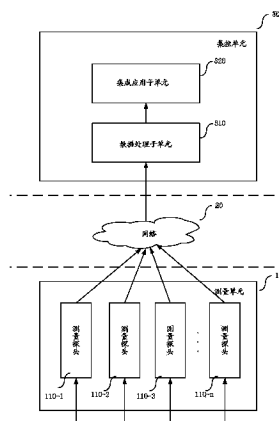
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

红外成像温度监测方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于红外成像的温度监测系统,包括:测量单元,包括一个或多个红外热像仪探头,用于捕获被监测目标的红外成像数据,其中所述红外热像仪探头的位置和朝向固定,其布置完全覆盖所述被监测目标;传输单元,用于通过网络将所述测量单元捕获的测量数据传输到集控单元;以及集控单元,包括数据处理子单元和集成应用子单元,所述数据处理子单元根据所述传输单元传来的测量数据生成并维护所述被监测目标的温度信息,所述集成应用子单元提供应用以使用户将所述温度信息用于监测。本发明还涉及一种利用该系统进行监测的方法。本发明能全方位地、实时地、不间断地监测目标,适合于变电站、发电站等场所的在线监测。



1. 一种基于红外成像的监测系统,包括:

测量单元,包括一个或多个红外热像仪探头,用于捕获被监测目标的红外成像数据,其中所述红外热像仪探头的位置和朝向固定,其布置完全覆盖所述被监测目标;

传输单元,用于通过网络将所述测量单元捕获的测量数据传输到集控单元;以及

集控单元,包括数据处理子单元和集成应用子单元,所述数据处理子单元根据所述传输单元传来的测量数据生成并维护所述被监测目标的温度信息,所述集成应用子单元提供应用以使用户将所述温度信息用于监测。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述传输单元基于有线或无线的方式传输所述测量数据。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述数据处理子单元进一步包括测温算法模块,所述测温算法模块将所述测量数据转换为被监测目标的温度信息。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的系统,其特征在于,所述数据处理子单元进一步包括数据库,所述数据库存储所述测温算法模块生成的被监测目标的温度信息。

5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述集成应用子单元进一步包括三维仿真模块,用于基于所述被监测目标的三维模型呈现所述温度信息。

6. 根据权利要求1-5中任一项所述的系统,其特征在于,所述测量单元还包括一个或多个可见光摄像机探头,用于捕获所述被监测目标的可见光成像数据,所述一个或多个可见光摄像机探头分别与所述一个或多个红外热像仪探头的位置和朝向相一致。

7. 根据权利要求1-6中任一项所述的系统,其特征在于,所述三维仿真模块还将所述可见光成像数据集成到所述被监测目标的三维模型中。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的系统,其特征在于,所述集成应用子单元进一步包括报警模块,所述报警模块事先建立被监测目标各位置的正常温度参数范围,并且在任何位置当前温度相对于其正常温度范围的温差达到预定阈值时产生报警信息。

9. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述报警模块以特定标记、特定颜色、声音或闪烁来标识温度异常位置。

10. 一种基于红外成像的监测方法,包括步骤:

布置一个或多个位置和朝向固定的红外热像仪探头,以完全覆盖被监测目标;

捕获所述被监测目标的红外成像数据;

通过网络传输所述红外成像数据以供后续处理;

根据所述红外成像数据生成并维护所述被监测目标的温度信息;以及

提供应用以利用所述温度信息进行监测。

11. 根据权利要求10所述的方法,还包括:基于所述被监测目标的三维模型呈现所述温度信息。

12. 根据权利要求10或11所述的方法,还包括:布置一个或多个可见光摄像机探头,并且捕获所述被监测目标的可见光成像数据,所述一个或多个可见光摄像机探头分别与所述一个或多个红外热像仪探头的位置和朝向相一致。

13. 根据权利要求12所述的方法,还包括:将所述可见光成像数据集成到所述被监测目标的三维模型中。

14. 根据权利要求10-13中任一项所述的方法,还包括:事先建立被监测目标各位置的

正常温度参数范围,并且在任何位置当前温度相对于其正常温度范围的温差达到预定阈值时产生报警信息。

15. 根据权利要求 14 所述的系统,其特征在于,以特定标记、特定颜色、声音或闪烁来标识温度异常位置。

## 红外成像温度监测方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于红外成像的温度监测方法及系统,属于红外热成像技术领域。

### 背景技术

[0002] 一切物体都在向四周辐射电磁波,其电磁波的波长连续覆盖了整个电磁波谱,但辐射能量主要集中在中心波长附近。中心波长与物体的温度有关系,其值与物体的绝对温度(热力学温度)成反比。摄氏温度为 $-50\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的物体,辐射的中心波长位于 $8\sim 14\ \mu\text{m}$ 的范围,属于红外光线,所以通常被称为红外热辐射,简称热辐射。

[0003] 红外热像仪是是将这些人眼不可见的红外热辐射转变为人眼可见的热像图的设备。其工作原理是,将吸收的红外热辐射转化成热,引起热像仪中红外焦平面阵列的像元升温,然后再将温升引起的电信号变化输出到显示设备中。温升不同,引起的电信号变化也不同。经过测温算法处理后,针对不同的数值赋予不同的假彩色,在热像仪的显示屏上通过颜色的不同显示出目标的温度分布,也可以直接显示出温度的具体数值。能够实现测温功能的红外热像仪被称为红外测温仪。

[0004] 用红外测温仪测量物体的温度受到两方面因素的影响,一个是目标物体的辐射率,一个是目标与测温仪的距离。辐射能量的高低不仅仅与物体的表面温度有关,还与物体的辐射本领有关。该辐射本领通常用一个参数辐射率(也称发射率或灰体系数) $\varepsilon$ 来标志。辐射率为一无单位的纯数,取值范围为 $0\sim 1$ 。两个大小形状一样的物体,即使温度相同,距测温仪的距离也相同,但如果辐射率不同,则单位时间内往外辐射的能量也不相同。反映在测温仪上,这两个实际温度相同的物体,测出的温度是不一样的。另一方面,同一个物体,离测温仪远的时候和近的时候,测出的温度也不一定是相同的。因此,要实现准确的测温,需要事先知道目标与热像仪的大致距离和物体表面的辐射率。辐射率和距离这两个因素实际上限制了红外测温仪的应用范围。

[0005] 随着现代电力工业向着高电压等级、超大容量的发展,电力系统对安全可靠运行提出了越来越高的要求,其发展方向是采用在线监测及诊断技术,实时获取设备的运行状态,以达到及时发现故障隐患和苗头的目的。随着人工智能技术的发展和新型传感器、计算机技术、信息处理技术的融和,特别是高电压绝缘在线监测技术、红外热成像技术的发展,对变电站在不停电的情况下进行自动安全检测成为可能。

[0006] 将在线监测技术与红外热成像技术有机的结合起来,可以为高电压设备的状态检修、安全运行监测及无人值守变电站等工作提供理想的解决方案,新的《带电设备红外诊断应用规范 DL/T664-2008》也专门对在线型红外热像系统提出了具体要求。

[0007] 由于目前红外热成像检测大都采用便携式热像仪操作检测,对存储的热图像往往需要离线导入 PC 机进行分析诊断,因此只能实现间断性的监测分析,不能实现对热分布场的实时监测和对热像故障性质的实时诊断,这往往会造成延误而引起较大损失。另外对某些特殊场合如无人值守变电站,若采用便携式热像仪,往往会带来人工劳动强度的提升及

诊断不及时等缺陷。因此,虽然目前的红外热像仪在电力行业已经得到了较为普及的应用,但基于始终需人工操作这一点,仍无法实现工作方便性和控制实时性。

[0008] 使用云台可以通过步进电机改变红外热像仪的朝向,实现用少量红外热像仪覆盖大范围的目的,但是在获得空间优势的同时牺牲了时间上的连续性。由于热像仪的视场角通常只有  $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ,而需要覆盖的范围则经常是视场角的很多倍,因此使用云台辅助的热像仪只能间断性地覆盖空间中的某一块区域,不能满足实时性的要求。

[0009] 在此背景下,业内强烈希望有一种智能化的红外热像在线监测系统,可以实现远程控制操作。

[0010] 本发明提供了一种基于红外成像的温度监测系统,在该系统的帮助下,工作人员可以在监测室里实时监测目标如变电站内各个设备的工作状态。系统对各种信息进行实时分析和存储,发现异常情况时自动报警,如有必要也能够自动控制变电设备的运行状态。上级单位也可以通过互联网或者局域网进入红外热像温度监测系统,及时方便地掌握变电站的运行情况。

## 发明内容

[0011] 为了解决现有测温技术和设备不能同时兼顾实时性和完整性的问题,本发明提出了一种新的测温方法和系统。该系统使用一个或多个固定位置和朝向的红外热像仪,以多视角完全覆盖被测目标,利用被测目标的红外热辐射进行非接触式测温,所测的温度通过视频图像以及被测目标的三维模型显示出来,适于监控人员进行直观的监测和分析。

[0012] 根据本发明的一个方面,提供了一种基于红外成像的温度监测系统,包括:

测量单元,包括一个或多个红外热像仪探头,用于捕获被监测目标的红外成像数据,其中所述红外热像仪探头的位置和朝向固定,其布置完全覆盖所述被监测目标;

传输单元,用于通过网络将所述测量单元捕获的测量数据传输到集控单元;以及

集控单元,包括数据处理子单元和集成应用子单元,所述数据处理子单元根据所述传输单元传来的测量数据生成并维护所述被监测目标的温度信息,所述集成应用子单元提供应用以使用户将所述温度信息用于监测。

[0013] 根据本发明的另一个方面,提供了一种基于红外成像的温度监测方法,包括步骤:

布置一个或多个位置和朝向固定的红外热像仪探头,以完全覆盖被监测目标;

捕获所述被监测目标的红外成像数据;

通过网络传输所述红外成像数据以供后续处理;

根据所述红外成像数据生成并维护所述被监测目标的温度信息;以及

提供应用以利用所述温度信息进行监测。

[0014] 相对于现有技术,本发明的优势在于:

1. 完整性。通过设置适当数量的红外热像仪及可见光摄像机探头的朝向和位置,测量区域被完全覆盖。

[0015] 2. 不间断性。由于红外热像仪及可见光摄像机探头的朝向和位置是固定的,因此可以对目标实现 24 小时不间断的监测或测量。

[0016] 3. 实时性。通过网络将测量数据实时传输到集控单元后,立刻显示出来,实现在

线监测。

[0017] 4. 非接触。红外热像仪及可见光摄像机探头远离目标,不会影响到目标的工作环境。

### 附图说明

[0018] 通过结合附图来参考下文中对具体实施例的描述,可获得对本发明的原理、特征和优点的更好理解。附图中相同或相应的标号表示相应或相同的部分:

图 1 是根据本发明的红外成像温度监测系统的示意性结构图。

[0019] 图 2 是根据本发明的一个实施例的,用于红外成像温度监测系统的可见光-红外双通路探头的工作原理示意图。

[0020] 图 3 是根据本发明的红外成像监测系统的集控单元的示意性结构图。

[0021] 图 4 是根据本发明的一个实施例的,利用可见光摄像机及红外热像仪双通路探头对 110kV 变电站进行监测的示意图。

[0022] 图 5 是根据本发明的红外成像温度监测方法的示意性流程图。

### 具体实施方式

[0023] 参考图 1,示出了根据本发明的红外成像温度监测系统的示意性结构图。如图所示,该系统包括测量单元 10、网络 20 以及集控单元 30。

[0024] 测试单元 10 由分布于被监测目标区域内的一个或多个测量探头 110-1、110-2、……110-n 构成。该测量探头 110 可以是仅红外热像仪的单通路探头,也可以是红外热像仪和可见光摄像机的双通路探头。探头中不仅包括前端探测器部分,还包括将原始光学数据转换成适于网络传输的电信号的信号处理部分。下文结合图 2 还将对测量探头的内部结构进行更详细的说明。根据本发明的目的,需要设置足够数量的测量探头以完全覆盖被监测目标。该数量通常基于被监测目标的大小、拓扑结构、探头的视场角和最大测量距离等。例如,对于一个长 30m 宽 20m 高 10m 的规则立体区域,至少需要设置 6 个探头以实现本发明的实时在线监测。

[0025] 网络 20 可以是局域网、城域网或者广域网。可以通过网络 20 以有线的或无线的方式来将数据从测量前端传到后台服务器。在典型的有线局域网的情况下,红外成像温度监测系统包括的传输单元例如由以太网卡、以太网网线和以太网交换机构成。每个测量探头设备的信号处理部分可以集成以太网卡,其可以是 10M、100M 或者千兆的以太网卡。通过以太网卡,将测量数据传输到以太网网线,以太网网线例如同轴电缆、光纤、双绞线等。在集控单元侧,以太网交换机接收以太网网线传来的测量数据,并转发至集控单元的数据处理设备供后续使用。网络 20 还可以利用互联网将测量数据发送给需要获知被检测目标如变电站的运行信息的其他接收方,供其远程使用。

[0026] 集控单元 30 例如是计算机服务器,其根据功能分为若干子单元和模块。首先是数据处理子单元 310,其用于将测量数据转换为用于监测的温度信息,以及进行数据库管理等。其次是集成应用子单元 320,其用于实现例如显示温度、报警、分析、报告、视频调用以及系统调测等。下文中还将结合附图 3 对集控单元的内部构成和各模块功能进行更详细说明。

[0027] 图 2 示出了根据本发明的一个双通路测量探头的结构图。如图所示,该测量探头 110 包含两个测量通路,分别是红外热像仪探头 110a 和可见光摄像机探头 110b。例如,该测量探头 110 可以采用可见光摄像机与红外热像仪的一体机,其包括红外热像仪和与其视场角一致的可见光摄像机,可见光摄像机的光轴与红外热像仪的光轴相邻且平行,可见光摄像机的信号输出端口与红外热像仪的信号输出端口相连,均输出至信号处理电路 120。

[0028] 红外热像仪探头 110a 由光学系统与扫描系统、红外探测器等组成。被监测目标的红外辐射经光学系统汇聚、滤波、聚焦到红外探测器上,再由光学—机械扫描系统(目前先进的焦平面技术则省去了光机扫描系统)将对象观测面上各点的红外辐射通量按时间顺序排列,经过红外探测器转变为电脉冲,经由内部线路传输至信号处理电路 120。可见光摄像机 110b 例如是传统的 CCD 摄像机的一部分(信号处理部分集成于信号处理电路 120 中),由 CCD 图像传感器、时钟驱动电路构成。被监测目标经过光学物镜成像于 CCD 图像传感器的光敏面上,产生电荷包强度分布的图像。时钟驱动电路部分产生 CCD 所需的各路垂直和水平时钟,提供 CCD 转移所需的大负载电流,以实现 CCD 信号正确提取,产生信号处理电路 120 所需的复合同步与复合消隐脉冲等同步信号。

[0029] 信号处理电路 120 能够分别对红外热像仪探头 110a 和可见光摄像机探头 110b 传来的信号进行处理。一方面,其对红外原始信号进行放大和转换等处理;另一方面,其可以对 CCD 原始信号进行放大、箝位、采样和复合处理。最后,信号处理电路 120 将经过处理的红外信号和 CCD 信号通过网络传输到集控单元 30。

[0030] 此外,如前所述,测量探头内部的处理电路板上可以集成以太网控制器和收发芯片,可以实现百兆以太网数据传输。各路探头的数据通过光纤到达千兆以太网交换机,由集控单元的服务器读取。

[0031] 可以理解,为了实现本发明的检测目的,测量单元可以使用红外热像仪单通路探头。红外热成像仪是以被动接收目标自身的红外热辐射来成像的,无论白天黑夜,24 小时均可以处于运行状态而正常工作,特别是在雨、雾等恶劣的气候条件下也能进行监测。由于可见光的波长短,克服障碍的能力差,因而观测效果差。而工作在  $8 \sim 14 \mu\text{m}$  波长的长波红外热成像仪,其穿透雨、雾的能力较高,从而仍可以正常地观测目标。因此,红外热像仪广泛应用于边防、海防、军事设施安全防范、周界入侵、重要设施、森林防火、油田防盗、公安巡逻等需要远距离夜视监控的场所,可以实现 24 小时不间断的监测。

[0032] 但是,如果使用可见光摄像机和红外热像仪双通路探头,通过可见光摄像机和红外热像仪结构上的配合,可以实现可见光摄像机与红外热像仪的同步摄影。使用者可以参考可见光图像来进行红外图像的分析,从而在直观、清楚的了解被拍摄物的外观形状的基础上,对红外图像进行更准确分析。

[0033] 图 3 示出了根据本发明的红外成像监测系统的集控单元的示意图。集控单元 30 包括数据处理子单元 310 和集成应用子单元 320。其中,数据处理子单元 310 进一步包括测温算法模块 311 和数据库 312。测温算法模块 310 对来自探头的红外/数字视频数据进行运算,根据集成应用子单元给出的测温方式设置,完成点测温、两点温差测量、线测温、区域测温等功能,得到被测目标的温度信息,供集成应用子单元调用。数据处理子单元 310 的另一个主要功能是利用数据库 312 存储并管理来自测温算法模块 311 的数据,并结合集成应用子单元 320 的各模块,实现诸如增加实时数据、查询历史数据、修改已有数据和备份重要

数据等的用户操作。

[0034] 集成应用子单元 320 是系统与用户的人机接口,主要负责对红外成像监测系统处理结果数据的调用、集成、整合与展示,以及把用户设置的参数输入进系统中。集成应用子单元 320 采用工业数据集成技术与可视化分析技术,将海量数据进行清洗、整理,并在三维仿真环境中进行显示与应用,辅助变电站管理人员对设备运行状况的实时掌握及可视化的分析与决策。

[0035] 集成应用子单元 320 包括三维仿真模块 321,用于基于被监测目标的三维模型来呈现温度信息和视频图像。例如,在变电站监测的例子中,对变电站的主要设施设备基于各种图纸或实时拍摄的多角度视频图像进行复杂的三维建模,对于其他的非主要地物,如树木、路灯、绿地等进行简单的三维建模,从而完成变电站的三维仿真建模。三维地理信息系统集成影像场景、变电站及相应设备的三维模型建立、三维地图浏览、基于三维地理信息的分析与查询等功能,以三维的形式立体、真实、生动的表现出变电站全貌,实现变电站的三维叠加虚拟漫游。通过场景浏览、GIS 分析、辅助规划、场景制作、数据输出等手段为变电站的实时管理提供各种各样的应用支持。

[0036] 当利用红外热像仪单通路探头时,三维仿真模块 321 在被监测目标的三维模型上呈现各个位置的温度信息。当利用红外-可见光双通路探头时,三维仿真模块 321 除了将温度信息集成到三维模型上之外,还将可见光摄像机探头采集到的实时视频对应到三维模型上每个具体表面位置。在具体显示时,可以将由测量单元获取的测量数据得到的位置点温度信息和视频信息,映射到三维立体模型的二维平面投影相应位置上进行标注。可以直接在三维模型上以不同假颜色等来标示温度,也可以当光标等指针悬停于某位置或范围时,以弹出备注框的形式显示该位置的温度和实时视频。在一个优选实施例中,可以根据需要旋转和缩放三维模型,以便多角度、多层次地观看被监测目标。此时,当处于某个视角来观看三维模型时,可以在红外视图和视频视图之间进行切换,每个视图由实时调用得到的多个探头的视频图像和红外图像拼接而成。

[0037] 报警模块 322 事先建立被监测目标各位置的正常温度参数范围,并且在任何位置当前温度相对于其正常温度范围的温差达到预定阈值时产生报警信息。例如,在变电站监测的例子中,在变电站正常运行的情况下,采集各设备的正常温度参数,建立正常工作温度基准和报警阈值。一旦监测到任何设备的温度达到报警阈值或者偏离该正常工作温度基准的量达到一定量,就生成报警信息。报警模块可以通过发出声音、弹出对话框、发送短信信息和电子邮件等直接交互方式通知监测人员该异常情况,并可以在监测人员调用监测图像显示时,通过特定标记、特定颜色、声音或者闪烁等形式来突出显示故障点位置。进一步地,还可以当光标等指针停留在故障点位置时,显示当前温度值以及用于对比的正常温度值。在一个优选实施例中,还可以通过不同的特定标记、颜色深浅、音量、闪烁频度等来表示当前温度偏离正常范围的程度等级。

[0038] 其他模块 323 例如在数据集成和三维建模的基础上,把监测视频图像展现给用户,并根据用户的操作进行各种数据处理结果的显示,完成如下主要功能: 图像显示、温度分析、生成并查看报告和系统调测等。根据用户的不同需求,该其他模块可以进行相应的扩展。

[0039] 图 4 示出了根据本发明的一个实施例的,利用可见光摄像机及红外热像仪双通路



探头对 110kV 变电站进行监测或测量的示意图。

[0040] 变电站的范围可大致视为长 30m 宽 20m 高 10m 的一个区域。在这个区域内,需要监测的目标有主变电柜、避雷器、绝缘子、线夹等等。需要监测的这些目标都距地面 1.6m 以上。1.6m 以下均为水泥基座、电线杆等不需要监测的物体。所以实际需要监测的区域为距地面 1.6m 处,长 30m 宽 20m 高 8.4m 的一个区域。

[0041] 红外探头的视场角为  $40.5^{\circ} \times 31.3^{\circ}$ 。根据这些条件,总共需要 6 个探头,按如下方式放置摄像头,即可实现全面覆盖:

1-2 号探头:置于宽 20m 边的中点,高度 5m,水平朝向。

[0042] 3-6 号探头:置于长 30m 边的三等分点,高度 5m,水平朝向。

[0043] 如上所述的放置方法仅仅是一个简单的设计。具体实施时,还需要考虑到被监测目标相互之间的遮挡效应,因此摄像头的位置和朝向都需要加以调整,使得目标相互错开。另外,某些目标可能需要单独监测甚至重叠监测,因此会增加摄像头的数量。因此,这种方案需要被监测区域内监测目标详细的信息,包括位置、尺寸、辐射率等。

[0044] 图 5 示出了根据本发明的用于实现红外成像监测的方法的流程图。在步骤 501 处,方法开始。在步骤 502 中,布置一个或多个位置和朝向固定的红外热像仪探头,以完全覆盖被监测目标。可以根据被监测目标的拓扑结构和表面情况,确定探头设置的具体方案,包括其位置、数量和朝向。除非用于很规则的表面监测,否则这些探头的分布通常不是均匀的。设置原则是使他们的视场角之和完全覆盖被监测目标的总表面积。可以同时布置一个或多个可见光摄像机探头,例如通过红外/可见光双通路探头取代红外热像仪单通路探头,其中可见光摄像机与红外热像仪处于同一位置,且朝向一致。

[0045] 在步骤 503 中,捕获所述被监测目标的红外成像数据。通过红外热像仪探头的操作,被动地获得被监测目标的红外成像数据。该捕获不依赖于环境光,并且不受到风、雨、薄雾等环境因素的影响。

[0046] 在步骤 504 中,通过网络传输所述红外成像数据以供后续处理。如前所述,通过无线或者有线的方式将测量数据实时传输至集控单元的数据处理模块。

[0047] 在步骤 505 中,根据所述红外成像数据生成并维护所述被监测目标的温度信息。这主要是在集控单元的数据处理子单元中完成的操作。数据处理子单元的测温算法模块根据红外成像数据生成温度信息,数据库存储并管理这些温度数据。

[0048] 最后,在步骤 506 中,提供应用以利用所述温度信息进行监测。这主要是在集控单元的集成应用子单元中完成的操作。各应用模块根据各自功能的目的调用数据处理子单元中数据库的数据,对数据进行必要地处理,从而完成相应的显示、报警、调测等应用功能。比如,三维仿真显示是本发明一个典型的应用例子。可以利用三维仿真模块,在被监测目标的三维模型上标注从数据库获取的温度信息。并且,在利用红外-可见光双通路探头的情况下,还可以将可见光摄像机探头采集的可见光视频数据集成到三维模型中。再例如,报警是本发明另一个典型的应用例子。可以在变电站正常运行的情况下,采集各设备或位置的正常温度值范围,建立相应数据库条目。确定当温度偏离正常范围达到何种程度,设备会发生故障,将该偏离量作为报警阈值。当实际监测时,任何位置当前温度相对于其事先保存的正常温度范围偏离达到预定阈值时,自动产生报警。可以通过弹出对话框、电子邮件、短消息、报警声等方式通知监测人员具体报警信息,也可以在监测人员调用监测图像显示如三维模

型显示时,通过特定标记、特定颜色、声音或者闪烁等形式来突出显示故障点位置。

[0049] 以上对本发明的优选实施例进行了非限制性的描述。本领域技术人员能够理解,在不脱离本发明的构思和范围的情况下,可以对本发明做出许多其它改变和改型。应当理解,本发明不限于所描述的特定实施方式,本发明的范围仅由所附权利要求限定。

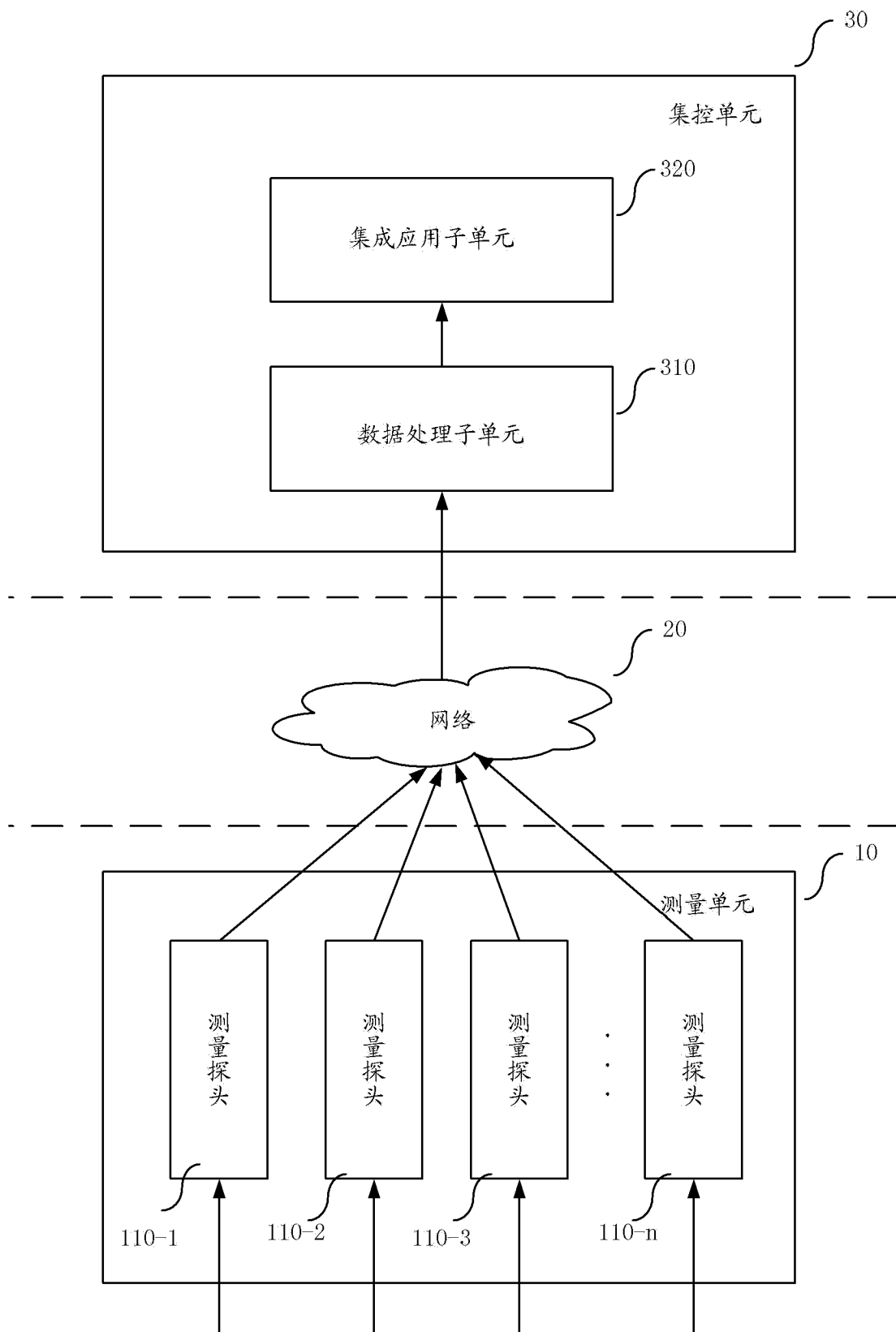


图 1

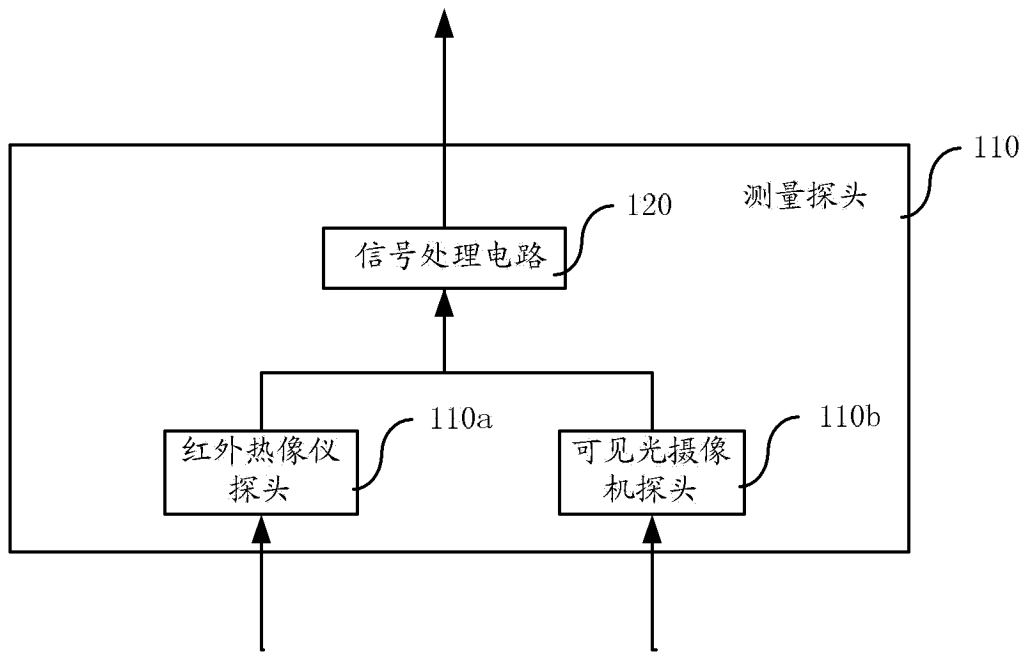


图 2

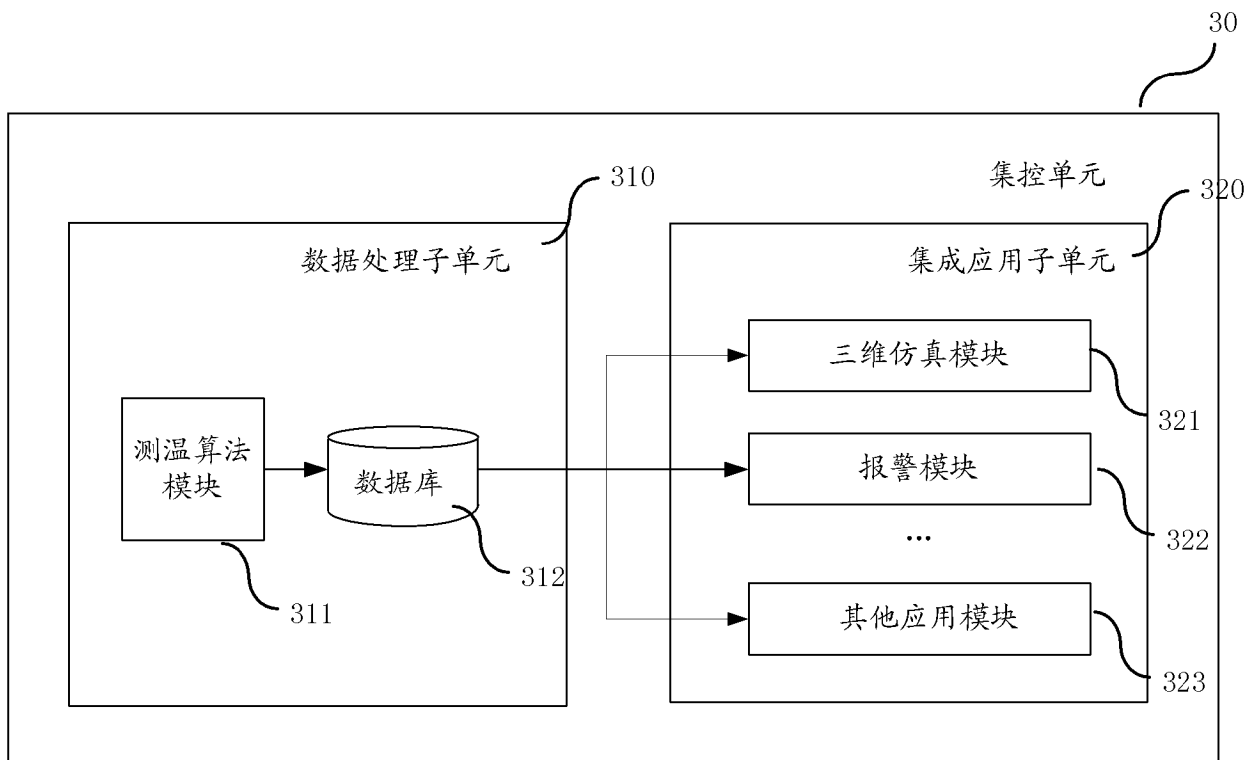


图 3

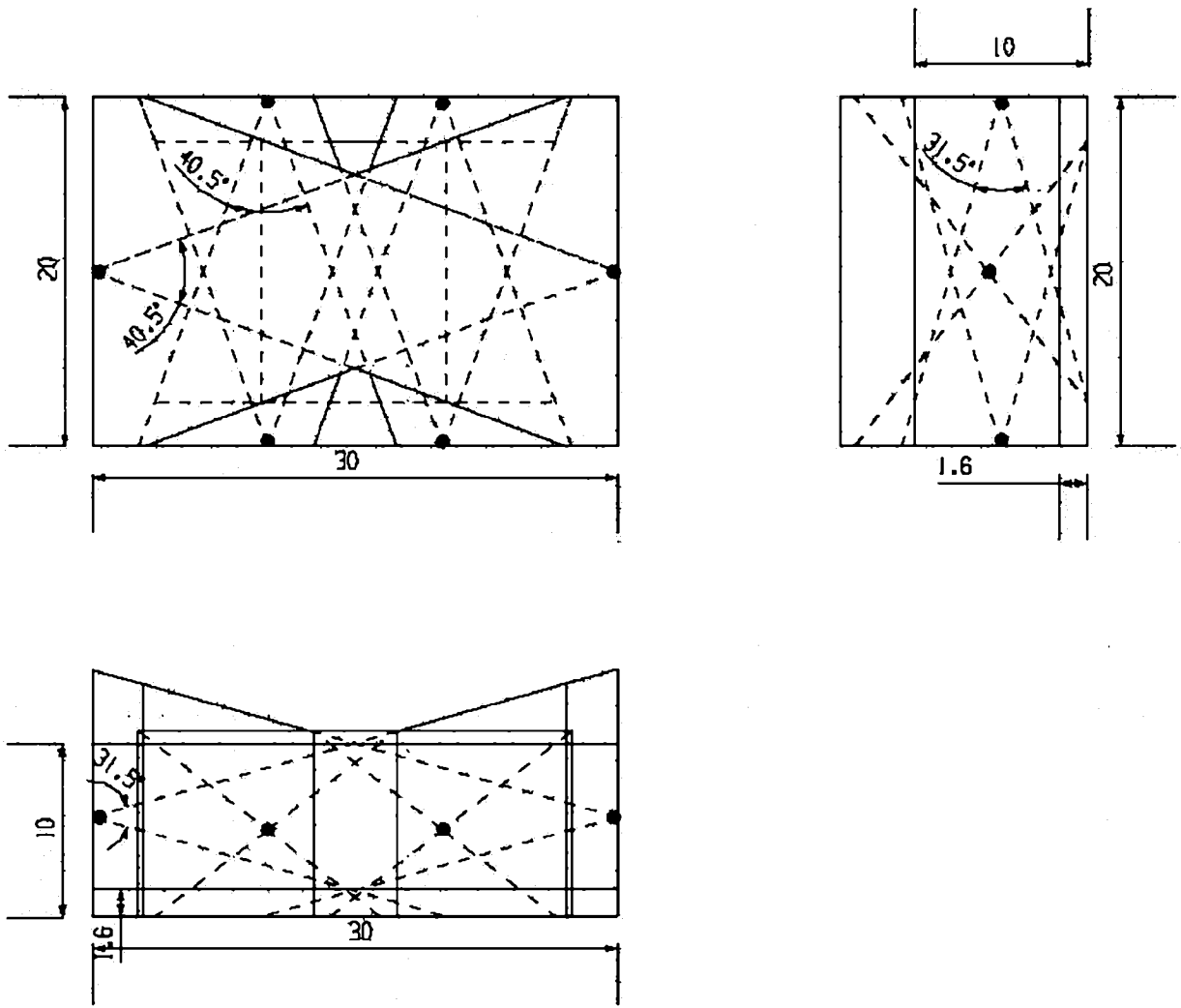


图 4

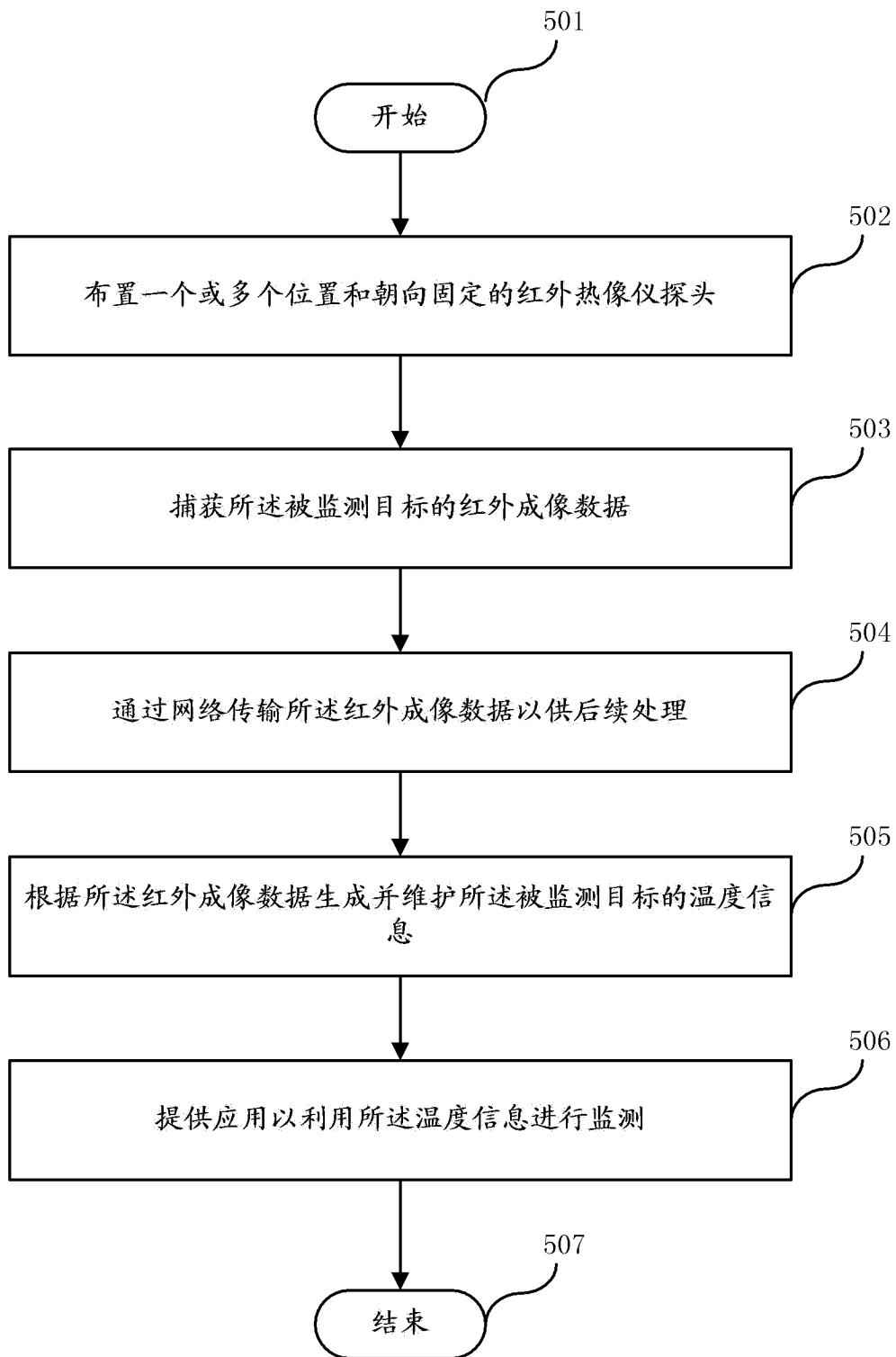


图 5