



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112415010 B

(45) 授权公告日 2024.06.04

(21) 申请号 202011069959.2

G01C 3/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.30

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112415010 A

CN 102074045 A, 2011.05.25

CN 102640087 A, 2012.08.15

CN 103827917 A, 2014.05.28

(43) 申请公布日 2021.02.26

CN 103971353 A, 2014.08.06

(73) 专利权人 成都中信华瑞科技有限公司

CN 107102004 A, 2017.08.29

地址 610213 四川省成都市天府新区兴隆

CN 108805910 A, 2018.11.13

街道场镇社区正街57号2幢1单元9号

CN 110827199 A, 2020.02.21

(72) 发明人 秦军 秦捷

KR 102011910 B1, 2019.10.14

US 2018321383 A1, 2018.11.08

(74) 专利代理机构 成都弘毅天承知识产权代理

有限公司 51230

审查员 崔秀艳

专利代理师 谢建

(51) Int. Cl.

G01N 21/88 (2006.01)

G01C 11/00 (2006.01)

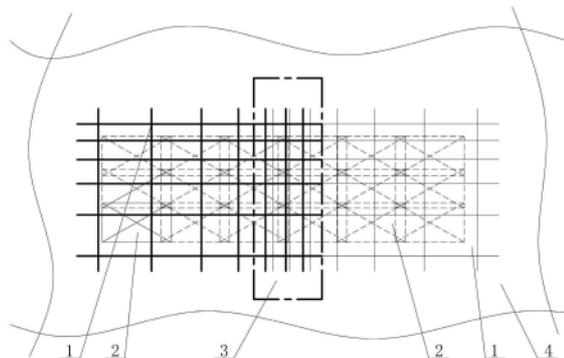
权利要求书2页 说明书15页 附图1页

(54) 发明名称

一种成像检测方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种成像检测系统及其方法，其目的在于解决成像区域缺乏匹配特征且需2次以上成像才能有效覆盖、且图像中的瑕疵、缺陷等病害几何参数需要精确测量的问题。背景构象装置生成激光背景图案，向成像检测区域投射背景图案。成像装置由相机与校正图案投射装置组成。成像装置获取具有校正图案、背景图案的目标图像。在一个背景构象装置不能覆盖成像检测区域时，使用多个背景构象装置投射背景图案，多个背景构象装置投出的背景图案在成像区域有重叠，成像过程中不改变多个背景构象装置构成的背景图案空间组合关系。根据成像装置投射的校正图案完成图像几何校正处理、基于背景图案完成多图像镶嵌匹配。



1. 一种成像检测系统,其特征在于:成像检测系统包括背景构象装置、成像装置,所述背景构象装置用于生成背景图案并将背景图案投射到成像检测区域;所述成像装置包括校正图案构象装置、与校正图案构象装置连接的相机,校正图案构象装置用于生成校正图案并将校正图案投射到成像检测区域,校正图案构象装置的激光测距仪在相机采集图像的曝光时刻记录相机的镜头光心到成像检测区域的距离数据;相机采集成像检测区域的图像,采集的图像中包含有校正图案、背景图案的图案信息;相机的视场与校正图案的投射范围相适配,校正图案的投射范围等于背景图案的投射范围或是背景图案的投射范围的局部。

2. 如权利要求1所述的成像检测系统,其特征在于:成像装置中设有用于检测相机空间角度的姿态传感器、用于定位相机位置的位置传感器。

3. 如权利要求1所述的成像检测系统,其特征在于:背景构象装置包括第一组激光投点器和/或第一组激光投线器,背景图案为由第一组激光投点器生成的斑点和/或第一组激光投线器生成的投线组成。

4. 如权利要求3所述的成像检测系统,其特征在于:背景构象装置投射出的背景图案包括由第一组激光投线器投射出来的网格线,或/和所述第一组激光投点器投射出来的激光斑点阵列;

背景图案的网格线的线宽、线长或颜色沿网格线的分布方向不相同,或/和背景图案的网格线中相邻两投线之间的间距或夹角沿网格线的分布方向不相同;

或/和斑点阵列的斑点的尺寸或颜色沿斑点阵列的分布方向不相同,或/和斑点阵列的斑点的形状沿斑点阵列的分布方向不相同,或/和斑点阵列中的相邻斑点之间的间距沿斑点阵列的分布方向不相同,背景图案的局部图案具有差异,使局部图案具有空间坐标的作用。

5. 如权利要求1所述的成像检测系统,其特征在于:成像装置包括移动平台,相机与移动平台的滑台连接,移动平台的底座与成像装置连接;相机沿镜头的主光轴方向移动,根据变焦和\或对焦时镜头的光心的位移参数控制相机反向移动,确保相机采集图像时镜头光心位置在成像装置坐标系中的坐标位置不变。

6. 如权利要求1所述的成像检测系统,其特征在于:校正图案构象装置包括第二激光投点器和/或第二激光投线器,校正图案为由第二激光投点器生成的斑点和/或第二激光投线器生成的投线组成。

7. 如权利要求6所述的成像检测系统,其特征在于:校正图案包括由第二组投线器投射出来的网格线,或/和第二组投点器投射出来的激光斑点阵列;

校正图案网格线的线宽、线长或颜色沿网格线的分布方向不相同,或/和校正图案网格线的相邻两投线之间的间距沿网格线的分布方向不相同,或/和校正图案网格线的相邻两投线之间的夹角不同;

或/和斑点阵列的斑点的尺寸或颜色沿斑点阵列的分布方向不相同,或/和斑点阵列中的斑点的形状沿斑点阵列的分布方向不相同,或/和斑点阵列中的相邻斑点之间的间距沿斑点阵列的分布方向不相同。

8. 如权利要求1所述的成像检测系统,其特征在于:成像装置的相机是多光谱相机。

9. 采用权利要求1-8中任一所述成像检测系统进行检测的成像检测方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤S1, 选择合适位置安装成像检测系统, 调试成像检测系统; 若成像检测区域小于等于一个背景图案, 执行步骤从S2开始, 至步骤S4结束; 若成像检测区域大于一个背景图案, 执行步骤从S5开始, 至步骤S8结束;

步骤S2, 启动第一组背景构象装置, 将生成的背景图案投射到成像检测区域;

步骤S3, 启动成像装置、校正图案构象装置, 相机的视场与校正图案的投射范围一致, 采集待成像检测表面的图像, 采集的图像中包含有校正图案、背景图案的图案信息; 校正图案构象装置的激光测距仪在相机采集图像的曝光时刻记录相机的镜头光心到成像检测区域的距离数据, 记录姿态传感器和位置传感器的参数, 组成相机内外方位参数;

步骤S4, 重复步骤S3, 逐次采集待成像检测区域的图像, 每采集一次图像, 激光测距仪就记录一组距离数据, 得到覆盖整个成像检测区域的多张待检测表面的图像以及多组距离数据;

步骤S5, 当一组背景构象装置的有效覆盖范围小于待成像检测区域时, 布置至少2组以上背景构象装置, 以便覆盖更大的待成像检测区域, 2组以上背景构象装置形成的背景图案临接时需要与邻接的背景图案具有重叠区域;

步骤S6, 在成像范围尚未脱离第一个背景图案覆盖区, 即将进入邻接的待检测区域前, 保持第一组背景构象装置不动, 按照步骤S1的要求安装第二组背景构象装置, 第二组背景构象装置投出的背景图案与第一组背景图案具有重叠, 在成像过程中, 两组背景构象装置都不能动, 保持组合背景图案的不变性;

步骤S7, 执行步骤S2, 步骤S3, 步骤S4, 完成第一组背景图案与第二组背景图案重叠区的图像采集;

步骤S8, 第二组背景构象装置不动, 再次步骤S2, 步骤S3, 步骤S4, 继续完成第二组背景图案覆盖区的图像采集。

一种成像检测方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于成像检测技术领域,尤其涉及对建筑物(比如隧道、地下工程、边坡、建筑物表面、路面等)病害表面缺陷与病害的成像检测。

背景技术

[0002] 在很多领域都有表面缺陷检测并量测的需求。成像方式检测表面缺陷在具体的成像检测作业中有以下几种情况限制了其使用:

[0003] 1、一张像片不能覆盖要检测的范围,即不能拍摄一张图像就覆盖要检测的范围。需要拍摄多张图像才能完成对待检测区域的覆盖。带来的问题是:当待检测区域多张图像需要镶嵌形成一张大图时,由于待检测区域缺少位置信息特征,或者图像上各处特征相似,导致多张图像在检测区域里的位置难于确定。要检测的表面缺少图像特征,依靠特征匹配很难完成多张图像的镶嵌,甚至用人眼识别的方法也很难镶嵌在一起。这一问题随着图像数量的增加,甚至成为不可完成的工作。

[0004] 2、在有些成像检测区域里,表面缺陷或病害不是连续分布的,不需要连续的高分辨率图像覆盖,但是需要按照制图图幅要求放在一幅图里,单独采集的两个局部区域的图像由于缺乏空间参考位置,而难以在一张图上表现。

[0005] 3、表面缺陷成像后需要对病害、缺陷、瑕疵进行量测,以决定产品分级,或进行病害危害性的评价,但是由于很多场合很难或者无法在检测区域设置标志点,无法基于摄影测量的方法获得图像的比例尺,也就难以对病害或者瑕疵进行长度、面积、体积的量测。比较典型的问题如隧道衬砌表面的病害检测,多年前就有基于长焦距相机拍照的尝试,但是由于这些隧道体量庞大,空间延伸很长,绝大多数病害段需要很多张图像才能完成成像检测区域的覆盖,多幅图像比例尺的不同导致不同图像量测的结果不同。

[0006] 4、上述问题在工程建筑物表面成像检测领域的案例之一是隧道衬砌表面病害成像检测,隧道衬砌表面是灰色的混凝土的水泥砂浆,或者是被油泥灰尘粘附的状态,多张图像之间很难基于图像特征拼接为符合行业管维规范的大图,此外,多张图像拍摄时,成像距离的变化,焦距的变化,隧道衬砌曲面的变化,导致无法基于图像对病害的准确量测,无法形成运维部门所需精度与比例尺的图件,上述场景下成像检测方法没有得到有效的生产应用。

[0007] 要使多次成像的图像按照真实的空间分布关系镶嵌在一起,达到量测的精度,目前还没有解决方案。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于:提供一种新的成像检测系统及其方法,使用该成像检测系统按照提出的检测方法,解决现有成像检测技术中成像目标区域较大、一张像片不能覆盖要检测的范围,并且在要检测的表面缺少图像特征,需多次成像、而多张图像镶嵌拼接困难、镶嵌精度低的问题。在说明书里,优选了隧道衬砌表面缺陷与病害的成像检测方法作为实

施例。

[0009] 本发明的技术方案如下：

[0010] 一种成像检测系统,包括背景构象装置、成像装置2个部分;若需实现自动,可增设控制装置。

[0011] 背景构象装置用于生成背景图案并将背景图案投射到成像检测区域;成像装置包括相机、校正图案构象装置,相机与校正图案构象装置均与成像装置结构刚性连接,相机光心与校正图案构象装置具有确定的空间对应关系;校正图案构象装置用于生成校正图案并将校正图案投射到成像检测区域,校正图案构象装置的激光测距仪在相机采集图像的曝光时刻测距并记录距离值;激光测距仪零点位置与相机的镜头光心位置具有确定的换算公式;相机采集成像检测区域的图像,采集的图像中包含有校正图案、背景图案的图案信息。

[0012] 具体成像检测时,相机的视场、校正图案的投射范围、背景图案的投射范围以及成像检测区域满足以下关系:首先,相机的视场与校正图案的投射范围相适配,即相机的视场与校正图案的投射范围相同,这样确保投射出来的校正图案能够被相机采集到;其次,校正图案的投射范围等于或小于背景图案的投射范围,即校正图案的投射范围等于背景图案的投射范围,或者校正图案的投射范围是背景图案的投射范围局部,这样能够确保背景图案能够对每张校正图案都具有背景、参考作用,便于后续图像处理时进行拼接;最后,背景图案的投射范围等于或小于成像检测区域,即背景图案的投射范围等于成像检测区域,或是背景图案的投射范围是成像检测区域的局部,这样可适用于检测区更大的情形,扩大适用范围。

[0013] 背景构象装置与成像装置中具有姿态传感器与位置传感器。姿态传感器可以是三轴角传感器,位置传感器根据所在场合和检测的需要,利用电子或光学方法获得背景构象装置与成像装置的在检测现场的空间位置参数。三轴角传感器和空间位置参数构成背景构象装置与成像装置的外方位元素。其中成像装置的姿态传感器可检测相机主光轴在空间X轴方向、Y轴方向、Z轴方向的角度,另外,在露天作业场景下,除了利用电子或光学方法定位外,能够通过卫星导航与定位系统,实时获取相机光心的空间位置;基于图像成像时记录的相机外方位元素和内方位元素,可以在现有的软件环境下完成基于图像的几何校正与镶嵌,所使用的软件如:Lensphoto、inpho、envi等。

[0014] 背景构象装置包括第一组激光投点器或/和第一组激光投线仪、第一组激光投点器或/和第一组激光投线仪接收/发射信息的电子装置及部件、电源、使第一组激光投点器或/和第一组激光投线仪正常工作的附属设备,以及安置固定第一组激光投点器和第一组激光投线仪及其附属设备、部件的基座。背景图案是由第一激光投点器生成的斑点和/或第一激光投线器生成的投线组成,大多情形下会选用有斑点组成的斑点阵列或者由投线组成的网格线。

[0015] 背景构象装置用于向被检测目标表面投射激光点与线组成的背景图案,其目的是在被检测目标表面人为建立一个空间坐标参考系,使成像装置获取的每一张图像根据其图像上的背景图案局部就能确定该图像在背景图案中的位置,进而也就确定了成像装置获取的每一张图像在被检测目标表面的空间位置。

[0016] 为了更好地体现每张图像在被检测目标表面的空间位置,该背景构象装置投射出的背景图案包括由第一组激光投线仪投射出来的网格线,或/和所述第一组激光投点器投

射出来的激光斑点阵列；

[0017] 背景图案的网格线的线宽、线长或颜色沿网格线的分布方向不相同,或/和背景图案的网格线的相邻两投线之间的间距或夹角沿网格线的分布方向不相同；

[0018] 或/和斑点阵列的斑点的尺寸或颜色沿斑点阵列的分布方向不相同,或/和斑点阵列的斑点的形状沿斑点阵列的分布方向不相同,或/和斑点阵列的相邻斑点之间的间距沿斑点阵列的分布方向不相同。

[0019] 上述背景图案这样设置的目的在于通过投线或斑点的特性使背景图案的局部图案具有差异,从而可根据图案的差异性确定图案在整体检测区域中的位置,使局部图案具有空间坐标的作用。

[0020] 成像装置是完成成像的设备,成像装置包括成像设备,生成校正图案的第二组激光投点仪或/和第二组激光投线仪,第二组激光投点器或/和第二组激光投线仪接收/发射信息的电子装置及部件、电源、使第二组激光投点器或/和第二组激光投线仪正常工作的附属设备,安装成像设备的电动平移台,安装固定成像设备、校正图案生成装置、电动平移台、电源的基座。

[0021] 另外,还可以配套设置控制装置,该控制装置控制背景构象装置、成像装置协同工作,完成对成像检测区域图像的采集、记录、处理、传输。

[0022] 控制装置控制第一组激光投点器或/和第一组激光投线仪姿态的调节。这种调节从背景图案用于成像作业开始,保持不变,直至这一组背景构象装置投射的背景图案区完成成像。

[0023] 控制装置控制成像装置的开启、关闭、电动平移台运动部件的位移、相机的调焦/对焦。

[0024] 控制装置控制生成校正图案的装置的开启、关闭。第二组激光投点仪、第二组激光投线仪姿态的调节及控制校正图案的图案特征变化。

[0025] 控制装置控制成像检测系统按照程序自动或以人机交互模式完成图像的采集、记录、处理、传输。

[0026] 校正图案构象装置中的激光测距仪一方面可以用于获取相机与检测表面的距离,另一方面还可用于替换背景构象装置、成像装置中的激光投点器,以激光测距仪激光束的光斑代替激光投点器的光斑。当多个激光测距仪射线交于一个点时,且夹角确定后,检测表面空间的激光点之间就有了确定的直线长度。

[0027] 背景构象装置还包括固定第一组激光投线仪和/或第一组激光投点器的基座;基座与第一组激光投线仪和/或第一组激光投点器刚性连接,基座可以稳定放置在地上、三脚架上、以及悬挂固定。

[0028] 背景构象装置的作用是将缺乏特征与标志的待检测区域赋予点、线、格网标志。背景构象装置投射出的背景图案包括由第一组激光投线仪投射出来的背景网格线,或/和所述背景图案包括由第一组激光投点器投射出来的斑点阵列。背景网格线的激光投线的线宽或波长沿网格线的分布方向不相同,或背景网格线的相邻两投线之间的间距或夹角沿网格线的分布方向不相同;或/和激光斑点阵列的斑点的尺寸或波长沿斑点阵列的分布方向不相同,或斑点阵列中的相邻斑点之间的间距沿斑点阵列的分布方向不相同,图案中各个部分的局部图案具有差异,使局部图案具有空间坐标的作用。构成第一组激光投点器的设备

可以是一般的激光点投射器,也可以是激光测距仪。第一组激光投线仪可以是单点激光发生器通过透镜展开的单线,或者是经过光栅展开的多线或格网。

[0029] 组成背景构象装置的第一组激光投点器中的每一个激光投点器具有确定的空间姿态角和空间位置,多个激光投点器各自具有确定的互不相同的空间姿态角和空间位置。多个激光投点器的激光射线构成确定的空间立体角指向,但可以将所有激光射线调校到相交于一点,如果采用激光测距仪进行投点,多条激光射线的交点为原点,在发射激光同时获得激光射线的距离,基于三角关系解算出待检测表面上的激光点与点之间的直线距离,多个激光投点器之间的刚性连接关系保证上述参数的确定性不变;组成第一组激光投线器的多个激光投线器之间的刚性连接关系保证待检测表面线与线的交点、线与线之间的距离、面、夹角、距离关系不变。通过测量仪器标准检测场对第一组投线器、第一组投点器标定,投射在待检测表面上的背景图案的点、线之间具有距离、夹角等准确的几何意义。背景构象装置由控制装置通过无线或直接开关方式启动或关闭。

[0030] 控制装置可以以无线或有线方式控制成像装置以及背景投线装置,可以与成像装置集成在一起,也可以独立为一个装置。

[0031] 成像装置包括电控精密移动平台,移动平台具有滑台、滑轨与底座,成像设备如相机与电控精密移动平台的滑台连接,移动平台的底座与成像装置连接,相机镜头主光轴与滑台移动矢量平行,控制系统根据变焦和\或对焦时光心位移的位移矢量参数控制相机反向移动相同的距离。

[0032] 对于距离远近变化的检测目标,采取不变的成像焦距会使图像几何分辨率发生变化,影响目标的细部特征精细度。但是如果多次成像时进行调焦/对焦会导致相机镜头光心的位移,破坏了镜头光心与校正图案的固定关系,通过检校形成的校正参数组在多张不同焦距图像进行校正时不能共用,并且调焦/对焦后不可能在成像检测作业过程中进行检校。成像装置里的相机安置在一个电动平移台的滑台上,以预先获得的调焦/对焦与镜头光心位移的对应关系作为控制信息,当发生调焦/对焦的同时控制系统控制电动平移台的滑台做反方向的等距移动,镜头光心在成像装置空间坐标系始终保持在固定的空间位置,其有益效果是镜头光心与激光测距仪、激光投线器的刚性空间关系得以保持不变,基于摄影测量技术检校形成的校正参数组可以共用。

[0033] 相机与第二组激光投点仪、第二组激光投线仪刚性连接的结构同时保持第二组激光测距仪、第二组激光投线仪投射范围与成像相机视场重合。成像装置采集得到的待成像检测表面图像里包含有背景图案、校正图案的图像。

[0034] 成像装置里的相机是获得图像的设备,配置在成像装置里的第二组激光投点仪、第二组激光投线仪是为了建立单张图像几何校正的校正图案,激光投点器采用激光测距仪。激光投线仪、激光测距仪与相机刚性连接后,其空间构象几何关系随即确定下来,基于摄影测量技术并通过检校形成具体的校正参数组,以及成像装置的外方位元素为单幅图像的快速校正提供基础数据。其有益效果是每一幅单幅图像被校正为同一比例尺后,更容易进行多图像的快速、正确镶嵌,可以实现基于图像对病害、缺陷、瑕疵进行长度、面积、体积的精确量测。

[0035] 成像装置形成校正图案的第二组激光投点器或/和第二组投线器包括多个激光投点器和激光投线器,激光投点器与激光投线器与成像装置基座刚性连接,经过检校的激光

投点器与激光投线器的空间姿态在成像过程中不改变,保证成像装置相机与校正图案之间空间关系参数的确定性不变。第二组激光投点器的多个激光投点器可以优选激光测距仪;。

[0036] 成像装置里第二组投点器或/和第二组投线器投射出的校正图案与相机的成像视场具有相同的覆盖范围。

[0037] 通过向待成像检测表面投射背景图案,然后相机采集待成像检测表面各区域的图像,所采集的图像中包含有背景图案、校正图案的信息,同时激光测距仪记录相机在采集各区域对应图形时图像上光斑到相机或成像装置某个空间点的距离,基于成像装置投射的校正图案,可以完成图像的畸变校正、投影变换与比例尺校正,为后续基于图像对线状病害的长度、宽度、面状病害的面积、体积的量测和病害位置定位提供基础图像,解决成像图像中几何尺寸计算误差较大的问题。背景图案中每个局部图案均不相同,图像中拍摄的局部图案以投线或光斑的大小、形状、不同波长的颜色以及间距、夹角等信息构成单幅图像在背景图案中的位置信息,通过图像中的背景图案信息将多个图像中的背景图案进行位置关联,实现多图像正确镶嵌。

[0038] 上面所述的成像装置里的相机可以是多光谱相机,一般的彩色相机也是一种3波段的多光谱相机。这种多光谱相机的结构可以选择多相机组合,每个相机独立配置镜头与滤光片实现多光谱图像的获取。也可以采用单镜头、多焦平面的结构,在成像光路上用光学器件多次分光,实现多光谱图像的获取。为了减少图像里背景图案和校正图案对病害信息提取、识别的干扰,获取的多光谱图像可以选择1个波段滤掉校正图案和/或背景图案。如果采用单波段相机,背景图案和校正图案里的彩色点、线信息会缺失,背景图案仅有点、线组合的空间特征图案,故优选多光谱相机。

[0039] 成像检测系统的背景构象装置与成像装置要协同配合使用,才能解决成像区域缺乏匹配特征且需2次以上成像才能有效覆盖检测区域、且对图像中的瑕疵、缺陷等病害几何参数需要精确测量的问题。配套使用背景构象装置和成像装置进行成像之前,对成像检测装置里的相机内方位元素进行检校,校正模型优选的是摄影测量领域用的误差模型。

[0040] 校正图案是成像装置投射出的激光点线图案,通过激光线的交叉形成网格图案,校正图案网格线的线宽或不同波长的颜色沿网格线的分布方向不相同,或校正图案网格线的相邻两投线之间的间距沿网格线的分布方向不相同,或校正网格线的相邻两投线之间的夹角不同,校正图案校正图案里的点、线之间具有距离、夹角等几何意义,通过相机检测场对成像装置进行标定,校正图案的线与点构成图像几何校正、投影变换、比例尺纠正的控制点与控制线。

[0041] 在实施过程中,当成像检测区域大于一套背景图案覆盖区的场景下,可以用足够的背景投线装置将检测区域全覆盖,然后进行成像。这种情况下可以使用多套成像装置同时进行成像作业。这种方法需要设备多,成本高,但是作业时间短,效率高,如果是地下隧道之类的场景,待检测区域非常大,设备数量剧增的要求将会使这种方法很难实施。另外一种可选的流程是将待成像检测区域分区,每一个分区具有独自进行投射背景图案和成像的作业过程,多个分区交替进行,从一个区域向另一个区域转移时,要保证区域间背景图案有重叠邻接区,重叠邻接区的背景图案确定了两个区域的空间衔接关系,在对重叠邻接区成像时重叠的背景图案保持不变。

[0042] 使用成像检测系统的检测方法如下:

[0043] 第一个环节是进行成像检测任务实施前的准备工作,第二个环节是使用成像检测系统成像。第一个环节涉及的内容及步骤如下:

[0044] 步骤S1,确定相机成像比例尺。由于不同的相机成像靶面的象元尺度是不同的,按照待检测病害的几何量测精度要求,参考所用相机的象元靶面大小、镜头参数和成像的物距,确定成像装置上相机的成像分辨率,如:一个象元边长 $5\mu\text{m}$ 对应的目标几何尺度是 1mm ,1000个象元覆盖的目标区就是 1m ,类似的比例尺即为 $1/200$ 。当成像靶面与目标面不是平行关系时,一幅图像上各个位置的比例尺不一样,选择成像分辨率的一般原则是所有象元都满足比例尺要求;

[0045] 根据上面成像装置确定的图像分辨率,计算单幅图像覆盖的幅面,进一步地可以确定需要多少幅图像可以完成全部区域的成像;

[0046] 每一幅图像都会包含校正图案和部分背景图案,根据单幅图像里能够按照背景图案的局部特征确定图像在检测区域里位置的要求,单幅图像覆盖的区域内应当有足够的背景图案信息,确保基于图像上的部分背景图案信息就可以确定该幅图案在背景图案中所处的位置,进一步地确定背景图案在单幅图像里的具有唯一性所需要的线间距离,颜色等特征信息,并由此推算出一组背景图案在待检测区域的覆盖范围;根据一组背景图案是否能覆盖待成像检测区域,会设计不同的作业流程。

[0047] 如果图像需要恢复三维立体,则需要相邻图像具有重叠,重叠率的百分比优选摄影测量技术领域里的标准。

[0048] 图像恢复三维立体的方法可以使用三维立体重建的任何一种方法。优选的方法是摄影测量技术领域里的方法。

[0049] 根据单个背景图案的大小确定待检测区域是否大于一个背景图案;如果待成像检测区域小于单个背景图案的覆盖范围,即只需要一套背景图案就可以覆盖检测区域。这种情况下,完成成像工作的流程从下面列出的步骤S2到步骤S8;步骤S2到步骤S8对应于上述的第二环节。

[0050] 如果待成像检测区域大于单个背景图案的覆盖范围,根据待检测区域大小和空间展布,确定需要投射背景图案的分区区域并进行逻辑编号,根据邻域成像优先的原则,指定背景图案组合方案和作业流程,具体要求转到步骤S9;

[0051] 步骤S2,控制系统启动第一组背景构象装置,将生成的背景图案投射到待成像检测区域;

[0052] 步骤S3,控制系统启动成像装置,第二组激光测距仪、第二组激光投线仪保持开启状态,相机进入取景状态,按照预定的次序和重叠度采集待成像检测表面的图像,采集的图像中包含有校正图案、背景图案的图案信息;控制系统控制成像装置上的第二组激光测距仪在图像曝光时刻记录每个激光测距仪的距离数据;

[0053] 步骤S4,重复步骤S3,逐次采集待成像检测区域的图像,和第二组激光测距仪记录距离数据,得到覆盖成像检测区域的多张待检测表面的图像以及距离数据;

[0054] 步骤S5,将得到的待成像检测表面的图像导入处理软件,基于已知空间参数的标准测试场景图像反演校正图案的畸变参数,基于畸变函数、图像的内外方位参数反演对单张图像进行比例尺校正和投影变换;基于背景图案对应的单幅图像之间的位置关系将全部图像镶嵌成为大幅面的图像;

- [0055] 步骤S6,按照分幅要求完成大幅面图像的分幅和编码,形成可检索逻辑关系;
- [0056] 步骤S7,提取大幅面图像中的信息并量化,形成专题信息图,形成与图像之间的可检索逻辑关系。
- [0057] 步骤S8,成像检测作业结束。
- [0058] 步骤S9,当一组背景构象装置的有效覆盖范围小于待成像检测区域时,布置至少2组以上背景构象装置,以便覆盖更大的待成像检测区域,2组以上背景构象装置形成的背景图案衔接时需要与邻接的背景图案具有重叠区域;
- [0059] 步骤S10,在成像范围尚未脱离第一个背景图案覆盖区,即将进入邻接的待检测区域前,保持第一组背景构象装置不动,按照步骤S1所述的要求安装第二组背景构象装置,第二组背景构象装置投出的背景图案与第一组背景图案具有重叠,在成像过程中,两组背景构象装置都不能动,保持组合背景图案的不变性。
- [0060] 步骤S11,转到步骤S2,步骤S3,步骤S4,完成第一组背景图案与第二组背景图案重叠区的图像采集;
- [0061] 步骤S12,可以撤掉第一组背景图案投射装置,第二组背景构象装置不动,转到步骤S2,步骤S3,步骤S4,继续完成第二组背景图案覆盖区的图像采集。
- [0062] 步骤S13,根据步骤S1里确定的需要投射背景图案的次数、区域和逻辑编号,判断是否完成了全部病害待检测区域的成像作业,如果是,转到步骤S5,步骤S6,步骤S7,步骤S8;如果否,则按照步骤S9,步骤S10,步骤S11,步骤S12所述的方法,循环执行成像检测,直至完成全部病害待检测区域的成像作业。
- [0063] 由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:
- [0064] 本发明中,通过向待成像检测表面投射背景图案、校正图案,相机采集的待成像检测表面的图像中包括带有位置信息的背景图案、带有校正信息的校正图案和病害信息,多幅图像可通过图像中的背景图案来定位相互之间的位置关系,使缺乏特征的多幅图像实现快速镶嵌。基于摄影测量的方法,校正图案作为物方的控制点与结构光特征以及图像上激光光斑到与相机构象几何模型的距离、角度等数据,以及相机的固有姿态参数对单幅图像进行几何校正和投影变换,计算出被检测表面上目标物的实际几何尺寸;校正后的图像可以量测病害的面积、长度等参数。基于已知的隧道建筑数据和成像装置外方位元素,通过投影变换可以形成隧道表面三维模型。在大于55%的成像重叠率下,也可以重新构建隧道表面的三维模型。以及根据三维模型投影到二维平面,形成平面图。可以基于图像的光谱信息提取病害的物理属性。该检测系统、检测方法应用于隧道衬砌表面的病害检测,能够依据成像图像中的校正图案进行单图像的几何校正和投影变换,生成确定比例尺的图像,依据图像中的背景图案可以将多幅图像镶嵌为大幅面的图像并按照具体行业规范的要求进行分幅。在图像确定比例尺的前提下,可以对病害进行几何尺度的量化表达。裂缝宽度、长度,面状病害的面积等病害信息的几何测量更加准确。基于具有确定比例尺的分幅图像,可以生成同一比例尺的病害专题图。
- [0065] 本申请对大于一套背景图案覆盖的区域的成像检测,通过设置多个背景构象装置,多次交替,可完成大面积表面的病害成像检测。比如长隧道表面病害、地下工程空间表面病害、地震导致地面建筑物墙体表面的破坏等。
- [0066] 图像具有背景图案带来的位置信息后,可以将相邻图像之间重叠区特征匹配的探

测范围划分的更小,并且划定特征匹配的探测范围后,在计算机自动镶嵌时,不仅减少了计算量,而且提高了匹配的成功率。

[0067] 此外,相机安装在移动平台的滑台上,相机变焦或/和调焦后,控制系统根据变焦或/和调焦时光心位移的位移量驱动滑台移动相机位置进行反向位移相同距离的方法,使相机镜头光心在变焦或/和调焦后在成像装置内的空间位置保持不变,避免因变焦、对焦造成的相机镜头光心位置变化改变了校正图案与成像图像的几何变换函数关系。

附图说明

[0068] 图1为本发明的成像检测示意图;

[0069] 附图1标记为:1-背景图案、2-校正图案与单幅图像成像区、3-重叠区、4-待成像检测表面;

[0070] 其中,左侧粗线条为第一组背景构象装置投射的背景图案,右侧细线条为第二组背景构象装置投射的背景图案,两组背景图案在中部重叠形成重叠区,且实线框表示当前成像装置投射的校正图案,虚线框表示后续成像装置依次投射的校正图案。附图表现的是2套背景图案的左右组合模式,可以理解,多组背景图案可以有上下组合模式,以及周边环绕组合模式。其效果都是为了使每一张图像依据其上面的局部背景图案可以确定该图像的空间位置,实现在成像检测区域的图像缺乏特征情况下的正确镶嵌。

具体实施方式

[0071] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此,以下对在附图中提供的本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围,而是仅仅表示本申请的选定实施例。

[0072] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0073] 在本申请的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“前”、“后”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。术语“第一组”、“第二组”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。“组”在这里泛指1个或一个以上的部件、设备。

[0074] 在本申请的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0075] 本说明书中公开的所有特征,或公开的所有方法或过程中的步骤,除了互相排斥的特征和/或步骤以外,均可以以任何方式组合。

[0076] 一种成像检测系统及其方法,在工程建设病害成像检测领域的实施方法如下。

[0077] 在成像检测任务的开始之前,根据检测任务设计执行流程并对背景投线装置、成像装置进行检校与参数设置。当成像检测区域大于一个背景图案覆盖区的场景下,可以用足够的背景投线装置将检测区域全覆盖,然后进行成像。当成像装置有多台套时,还可以使用多套成像装置同步进行成像作业。在设备数量满足的情况下,采取此方案。将背景图案完全覆盖检测区域,对检测区域进行成像。

[0078] 在设备数量不能满足一次全覆盖的情况下,采取成像环节与背景图案投射装置布置环节交替进行的方案。进一步的,设备数量不能满足一次全覆盖的情况可以细分为下面3种情况:

[0079] 1、背景图案投射装置数量不够。

[0080] 2、成像装置数量不够。

[0081] 3、背景图案投射装置和成像装置数量都不够。

[0082] 在上述设备数量不能满足一次全覆盖的情况下,实施成像检测需要保证背景图案投射装置数量至少有2台套。成像装置至少1台套。

[0083] 成像检测系统包括成像装置、背景构象装置,控制装置。背景构象装置用于生成背景图案并将背景图案投射到成像检测区域;所述成像装置包括相机、与相机连接的校正图案构象装置,校正图案构象装置的激光测距仪在相机采集图像的曝光时刻记录相机的镜头光心到成像检测区域的距离数据;相机采集成像检测区域的图像,采集的图像中包含有校正图案、背景图案的图案信息。在开始成像检测任务之前,对背景图案投射装置和成像装置进行调校、检校,将相关的参数导入控制装置。主要内容如下:

[0084] 根据检测任务对几何精度的要求确定相机成像比例尺。由于不同的相机成像靶面的象元尺度是不同的,按照待检测病害的几何量测精度要求,参考所用相机的象元靶面大小、镜头参数和成像的物距,确定成像装置上相机的成像分辨率,如:一个象元边长 $5\mu\text{m}$ 对应的目标几何尺度是 0.5mm ,1000个象元覆盖的目标区就是 0.5m ,类似的比例尺即为 $1/100$ 。当成像靶面与目标面不是平行关系时,一幅图像上各个位置的比例尺不一样,选择成像分辨率的一般原则是所有象元都满足和优于比例尺要求;

[0085] 根据上面成像装置确定的图像分辨率和比例尺,按照相机的象元行列数,分别计算出图像视场的长和宽。如要求图像比例尺为 $1/100$,相机成像靶面行列数为 $4000(\text{行}) \times 6000(\text{列})$ 像素,成像靶面单个象元大小为 $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$,单幅图像幅面覆盖视场的短边 $=4000(\text{行}) \times 5\mu\text{m} \times 100 = 2000\text{mm}$,单幅图像幅面覆盖视场的长边 $=6000(\text{行}) \times 5\mu\text{m} \times 100 = 3000\text{mm}$,根据待检测表面空间展布形状及面积,仅用于图像镶嵌时,一般的重叠率为不小于 15% ,可以计算出完成全部区域的成像图像的数量;如果需要基于图像恢复立体,需要根据恢复立体的技术要求确定重叠率。采用摄影测量技术恢复立体,相邻图像的重叠率 $\geq 55\%$ 。

[0086] 根据多幅图像镶嵌的要求,单幅图像里记录的局部背景图案在检测区域里具有位置的唯一性,基于图像上的部分背景图案信息就可以确定该幅图像在背景图案中所处的位置,进一步地确定背景图案在单幅图像里的具有唯一性所需要的线间距离,颜色等特征信息,以上面单幅图像的成像视场为 $2000\text{mm} \times 3000\text{mm}$ 为例,具有唯一性特征的局部背景图案要小于 $2000\text{mm} \times 3000\text{mm}$ 。由此根据局部图案的大小推算出一个背景图案在待检测区域的覆盖范围。根据所能使用的背景图案构象装置的数量能否覆盖待成像检测区域,设计不同的

作业流程。

[0087] 对成像检测需要三维信息的要求,设定为重建立体的图像重叠率为 $\geq 55\%$,重建立体的方法优选摄影测量技术领域里的方法;

[0088] 成像系统的物距(U)、像距(V)、镜头焦距(F)满足公式: $1/U+1/V=1/F$ 。相机光心位移量与对焦/变焦动作(改变了景深与成像视场)之间的函数关系,可以从相机镜头厂商获得。也可以通过试验的方法可以在检校场通过对不同景深目标的环绕全景成像过程中,得到相机镜头光心位移量与对焦/变焦(改变了景深与成像视场)之间的函数关系。作为可靠性冗余,可以将位移量与对焦/变焦(改变了景深与成像视场)的函数关系里导入成像装置里指定的激光测距仪同步得到的激光测距数据。上述数据导入控制系统,用于控制相机做光心位移的反向运动补偿。

[0089] 背景构象装置包括第一组激光投点器或/和第一组激光投线仪,第一组激光投点器投出的点的形状可以有多种,如“+”字形、圆点等,在可见光波段,点的颜色对应不同波长的激光器波长,点与点之间的距离通过对投点器空间姿态的调校可以实现,将这些区别特征进行全排列,可以形成很多种局部图案具有唯一性特征的背景图案。第一组激光投线器投线颜色的差异通过采用不同波长的激光器可以实现,线与线之间距离的变化,通过调节投线器空间姿态可以实现,激光投线之间的夹角的差异,通过调节投线器空间姿态可以实现,将上述差异进行全排列,可以形成很多种局部图案具有唯一性特征的背景图案。将上述激光点的颜色、点的形状、点之间的距离、激光线的颜色、激光线之间的距离、相邻激光线之间的夹角这些差异特征进行全排列,上述6个要素全排列所形成的背景图案可以满足局部图案具有唯一性特征的要求。

[0090] 如果部分激光投点器采用激光测距仪,还会增加该类特征点的空间距离参数,并基于一组空间距离参数可以构建一个独立坐标系下的待检测表面的三维模型。

[0091] 成像装置包括相机、第二组激光投点仪、第二组激光投线仪,安装相机的电动平移台、姿态传感器、位置传感器以及成像装置的基座。优选方案是第二组激光投点仪采用激光测距仪,投射的点与点之间的距离差异,通过调节激光测距仪的姿态实现,点的颜色可以不同波长的激光器实现,将这些区别特征进行全排列,可以具有唯一性特征的校正图案。第二组激光投线器投线颜色的差异,可以使用不同波长的激光器实现。线与线之间距离的变化,通过调节投线器空间姿态可以实现。激光投线之间的夹角的差异,通过调节投线器空间姿态可以实现。将上述差异进行全排列,可以形成很多种校正图案。将上述激光点的颜色、点之间的距离、激光线的颜色、激光线之间的距离、相邻激光线之间的夹角这些差异特征进行全排列,上述5个要素全排列所形成的背景图案可以构建不同的校正图案。

[0092] 成像装置里的第二组激光测距仪包括1个以上的激光测距仪,优选的方案是调校第二组激光测距仪的所有射线或后向延长线交于一点,且该点位于相机主光轴上。或者激光测距仪射线交点与镜头光心重合。第二组激光投线仪采用多个投线器组合,投射形成点、线、格网特点的校正图案,校正图案覆盖区等于或大于相机成像的区域。

[0093] 常规成像检测相机采用一般彩色相机,图像记录优选方案使用RAW格式;

[0094] 也可以使用单波段相机或者多波段相机。

[0095] 对于非常规的检测目的,如热异常、红外反射光谱异常等非可见光信息的成像检测,采用与检测光谱信息对应的成像传感器获取物理属性信息,如热像仪、红外相机。对其

几何畸变的改正,是在可见光与非可见光信息综合检校环境,获得非可见光图像与可见光图像的几何关联关系,用可见光图像的校正函数对非可见光图像进行几何校正。热红外相机的检校需要采用热点、热线标志。

[0096] 成像装置在待成像检测表面采集的图像里既包括局部背景图案,也包括第二组激光测距仪或/和第二组激光投线仪向待成像检测表面投射的投线和投射的光斑组成的校正图案。单张图像的处理优选摄影测量技术进行几何校正与投影变换。

[0097] 控制装置与成像装置可以分立,也可以集成在一起。通过有线或无线方式交换数据不影响所有的功能。

[0098] 控制装置的硬件可以是工控机,嵌入式处理器等。控制装置具有输入/输出、处理的能力,具有控制成像装置的功能,以及控制背景构象装置的功能。控制背景构象装置实现第一组投点器或/和第一组投线器里单个器件的启/闭,用不同器件的启/闭组合实现投射不同的背景图案。控制成像装置里的第二组激光测距仪或/和第二组激光投线仪单个器件的启/闭,用不同器件的启/闭组合实现投射不同的校正图案。控制装置控制成像检测的电动平移台驱动滑台随相机镜头光心位移量做反向补偿运动。控制装置控制相机成像。在相机调校过程中,控制装置控制相机通过全景成像方式寻找镜头光心位置。

[0099] 完成成像工作前的准备工作和方案设计后,进入现场成像流程。在一次成像检测作业过程中,优选的方案是成像装置里相机、投线仪、测距仪之间的空间关系保持固定不变,便于后期的数据批量化处理。

[0100] 如果检测区域可以用背景图像一次全覆盖,从步骤S2到步骤S8是完成成像的过程。

[0101] 步骤S2,控制系统启动第一组背景构象装置,将生成的背景图案投射到待成像检测区域;

[0102] 步骤S3,控制系统启动成像装置,第二组激光测距仪、第二组激光投线仪保持开启状态,相机进入取景状态,按照预定的次序和重叠度采集待成像检测表面的图像,采集的图像中包含有校正图案、背景图案的图案信息;控制系统控制成像装置上的第二组激光测距仪在图像曝光时刻记录每个激光测距仪的距离数据,控制系统记录姿态传感器和位置传感器输出的相机姿态参数和位置参数;

[0103] 步骤S4,重复步骤S3,逐次采集待成像检测区域的图像,和第二组激光测距仪记录距离数据,得到覆盖成像检测区域的多张待检测表面的图像以及距离数据、相机姿态参数和位置参数;

[0104] 步骤S5,将得到的待成像检测表面的图像导入处理软件(可采用现有的软件,例如:lensphoto, inpho, erdas),基于已知空间参数的标准测试场景图像反演校正图案的畸变参数(需在检测前或/和者检测后进行检测,得到相关参数并将参数输入软件即可),基于畸变函数、图像的内外方位参数反演对单张图像进行比例尺校正和投影变换(由软件完成),基于背景图案对应的单幅图像之间的位置关系将全部图像镶嵌成为大幅面的图像(由软件完成);

[0105] 步骤S6,按照分幅要求完成大幅面图像的分幅和编码,形成可检索逻辑关系(由软件完成);

[0106] 步骤S7,提取大幅面图像中的信息并量化,形成专题信息图,形成与图像之间的可

检索逻辑关系(由软件完成)。

[0107] 步骤S8,成像检测作业结束。

[0108] 如果待成像检测区域大于单个背景图案的覆盖范围,根据待检测区域大小和空间展布,确定需要投射背景图案的分区区域并进行逻辑编号,根据邻域成像优先的原则,指定背景图案组合方案和作业流程,具体要求转到步骤S9;

[0109] 步骤S9,当一组背景构象装置的有效覆盖范围小于待成像检测区域时,布置至少2组以上背景构象装置,2组背景构象装置交替覆盖相邻的待成像检测区域,2组以上背景构象装置形成的背景图案临接时需要与邻接的背景图案具有重叠区域;这里所指的第一组、第二组是对背景构象装置的逻辑编号,不是实体设备物理编号,例如,第一组背景构象装置在完成第一个背景图案覆盖区的投象后,其逻辑编号就不再是第一组。

[0110] 步骤S10,在成像范围尚未脱离第一个背景图案覆盖区,即将进入邻接的待检测区域前,保持第一组背景构象装置不动,按照步骤S1所述的要求安装第二组背景构象装置,第二组背景构象装置投出的背景图案与第一组背景图案具有重叠,在成像过程中,两组背景构象装置都不能动,保持组合背景图案的不变性。

[0111] 步骤S11,转到步骤S2,步骤S3,步骤S4,完成第一组背景图案与第二组背景图案重叠区的图像采集;

[0112] 步骤S12,可以撤掉逻辑关系为第一组的背景图案投射装置,第二组背景构象装置不动,转到步骤S2,步骤S3,步骤S4,继续完成第二组背景图案覆盖区的图像采集。

[0113] 步骤S13,根据步骤S1里确定的需要投射背景图案的次数、区域和逻辑编号,判断是否完成了全部病害待检测区域的成像作业,如果是,转到步骤S5,步骤S6,步骤S7,步骤S8;如果否,则按照步骤S9,步骤S10,步骤S11,步骤S12所述的方法,循环执行成像检测,直至完成全部病害待检测区域的成像作业。

[0114] 实施例一

[0115] 成像检测系统及其方法在工程建筑病害成像检测领域的实施例,选择铁路隧道衬砌病害成像检测。

[0116] 使用的设备包括成像系统包括成像装置、背景构象装置、控制装置。其中背景构象装置用于生成背景图案并将背景图案投射到成像检测区域;所述成像装置包括相机与相机校正图案构象装置,姿态传感器与位置传感器;相机、相机校正图案构象装置、姿态传感器与位置传感器均与成像装置的结构部件刚性连接;使用的背景构象装置、成像装置都已经完成了相关的检校。校正图案构象装置用于生成校正图案,校正图案构象装置的激光测距仪在相机采集图像的曝光时刻记录相机的镜头光心到成像检测区域的距离数据;相机采集成像检测区域的图像,采集的图像中包含有校正图案、背景图案的图案信息。

[0117] 控制装置与成像装置集成在一起。第二组激光投线仪、第二组激光测距仪形成的校正图案与成像装置的相机采集图像的视场一致,成像时投射到待成像检测表面上的图案区域就是成像区域;成像装置的畸变校正、比例尺校正、投影变换使用摄影测量软件(可采用现有的软件,例如:lensphoto, inpho, erdas)处理。成像装置里相机光心的位移补偿函数使用检校场检校数据。

[0118] 背景图案为由第一组激光投线仪投射出来并带有位置信息的背景网格线,背景网格线的投线图案特征采用线之间的间隔宽度变化与颜色变化进行组合;校正图案为由第二

组激光投线仪投射出来的校正网格线;这样可根据纵横方向上背景图案特征确定当前图像在背景图案中的位置,从而根据这种位置信息,将多图像进行拼接、镶嵌。

[0119] 对于隧道里一个背景构象装置可以有效覆盖的局部病害,采取如下方法:

[0120] 步骤S1:将用于成像检测作业的背景构象装置、成像装置进行检校,将相关的参数导入控制系统。将设备运抵现场。背景构象装置放置在可以投射隧道病害的位置,并保持作业完成之前不动。成像装置可以安装在轨道车上,或者作业人员手持。

[0121] 步骤S2,控制系统启动第一组背景构象装置,将生成的背景图案投射到待成像检测区域;

[0122] 步骤S3,控制系统启动成像装置,校正图案装置保持开启状态,姿态传感器与位置传感器进入工作状态,相机进入取景状态,按照预定的次序和重叠度采集待成像检测表面的图像,采集的图像中包含有校正图案、背景图案的图案信息;控制系统控制成像装置上的第二组激光测距仪在图像曝光时刻记录每个激光测距仪的距离数据、相机姿态参数与位置参数;

[0123] 步骤S4,重复步骤S3,逐次采集隧道病害区域的图像,第二组激光测距仪记录距离数据,得到多张隧道表面病害的图像以及距离数据、相机姿态参数与位置参数;

[0124] 步骤S5,将得到的隧道病害图像导入图像处理软件,基于畸变函数、图像的内外方位参数对单张图像进行比例尺校正和投影变换,基于背景图案对应的单幅图像之间的位置关系将全部图像镶嵌成为大幅面的图像;

[0125] 步骤S6,按照行业规范,完成大幅面图像的分幅和编码,形成可检索逻辑关系;

[0126] 步骤S7,提取分幅图像中的病害信息并量化,形成专题信息图,基于定位信息生成工程图件。

[0127] 步骤S8,成像检测作业结束。

[0128] 对于铁路隧道局部病害一个背景图案不能覆盖的,选择成像作业与背景图案构象交替循环作业的模式。

[0129] 采用上述检测系统进行检测时,具体的检测步骤为:

[0130] 步骤S1,根据待检测区域大小和空间展布,确定需要投射背景图案的分区区域并进行逻辑编号,根据邻域成像优先的原则,指定背景图案组合方案和作业流程。

[0131] 步骤S2,沿隧道方向布置第一和第二背景构象装置,打开第一背景构象装置,并向待成像检测表面投射背景图案;成像装置可以布置在运动车体上,或者作业人员手持。打开成像装置开关,相机处于待机状态、校正图案装置按照指令打开。

[0132] 步骤S3,启动成像程序,相机采集待成像检测表面对应位置的图像,图像中包含有校正图案、背景图案的图案信息;校正图案为结构光网格线与激光点的组合图案。第二组激光测距仪记录距离数据。

[0133] 逐次采集待成像检测表面的图像,第二组激光测距仪记录距离数据,得到覆盖成像检测区域的多张待检测表面的图像以及距离数据、相机姿态参数与位置参数;

[0134] 步骤S4,在成像范围尚未脱离第一个背景图案覆盖区,即将进入邻接的第二个待检测区域前,保持第一组背景构象装置不动,布设安装第二组背景构象装置。第二组背景构象装置投出的背景图案与第一组背景图案具有重叠。继续完成第一背景图案与第二背景图案重叠区的成像,在成像过程中,两组背景构象装置都不能动,保持组合背景图案的不变

性。当完成第一背景图案与第二背景图案重叠区的成像后,撤掉第一组背景图案投象装置,继续完成第二背景图案覆盖区的成像。即将进入邻接的第三个待检测区域前,保持第二组背景构象装置不动,布设安装第三组背景构象装置。这里的第一组、第二组、第三组是逻辑编号,例如撤下来的物理实体的第一组背景构象装置作为逻辑编号第三组背景构象装置使用。

[0135] 步骤S5,根据步骤S1里确定的需要投射背景图案的次数、区域和逻辑编号,判断是否完成了全部病害待检测区域的成像作业,如果完成,则转到步骤S5,步骤S6,步骤S7,步骤S8;如果还没有完成,则按照步骤S4所述的方法,循环执行成像检测,直至完成全部病害待检测区域的成像作业。

[0136] 步骤S6,将得到的待成像检测表面的图像导入软件,基于已知空间参数的标准测试场景图像反演校正图案的畸变参数,以及成像装置的外方位元素对单张图像进行比例尺校正和投影变换,基于背景图案对应的单幅图像之间的位置关系将全部图像镶嵌成为大幅面的图像;同时可以生成隧道表面三维数据集。

[0137] 步骤S7,按照分幅要求完成大幅面图像的分幅和编码,形成可检索逻辑关系;形成三维数据集的数据库。

[0138] 步骤S8,提取大幅面的图像中的信息并量化,形成二维或/和三维专题信息图,形成与图像之间的可检索逻辑关系。

[0139] 步骤S9,基于定位信息生成工程图件。

[0140] 实施例二

[0141] 成像检测系统及其方法在工程建筑病害成像检测领域的实施例,选择露天环境下建筑物表面病害成像检测。

[0142] 使用的设备包括成像系统包括成像装置、背景构象装置、控制装置。使用的背景构象装置、成像装置都已经完成了相关的检校。

[0143] 控制装置与成像装置集成在一起。第二组激光投线仪、第二组激光测距仪形成的校正图案与成像装置的相机采集图像的视场一致,成像时投射到待成像检测表面上的校正图案区域与成像区域同覆盖;校正图案为由第二组激光投线仪、第二组激光投点仪或/和激光测距仪投射出来的校正网格线、点图案;成像装置的畸变校正、比例尺校正、投影变换使用摄影测量软件处理。成像装置里相机光心的位移补偿函数使用检校场检校数据。

[0144] 背景图案为由第一组激光投线仪投射出来并带有位置信息的背景网格线,背景网格线的投线图案特征采用线之间的间隔宽度变化与颜色变化进行组合;这样可根据纵横方向上背景图案特征确定当前图像校正位置在背景图案中的位置,从而根据这种位置信息,将多图像进行拼接。

[0145] 对于建筑物表面一个背景构象装置可以有效覆盖的局部病害,采取如下方法:

[0146] 一种工程建筑病害成像检测系统,包括成像装置、背景构象装置,所述背景构象装置包括第一组激光投线仪,第一组激光投线仪向待成像检测表面投射投线,并在待成像检测表面形成背景图案;所述成像装置包括相机、第二组激光测距仪、第二组激光投线仪、相机姿态传感器与位置传感器;相机与第二组激光测距仪、第二组激光投线仪、相机姿态传感器与位置传感器刚性连接;第二组激光测距仪向待成像检测表面投射光斑并记录第二组激光测距仪的距离数据,第二组激光投线仪向待成像检测表面投射线条,第二组激光测距仪、

第二组激光投线仪投射到待成像检测表面上形成的校正图案处于相机采集图像的视场内；所述成像装置在待成像检测表面采集的图像里既包括第一组激光投线仪向待成像检测表面投射的投线和投射的光斑组成的背景图案，也包括第二组激光测距仪器、第二组激光投线仪向待成像检测表面投射的投线和投射的光斑组成的校正图案，所有单张图像都在有背景图案覆盖的待成像检测范围内。

[0147] 本实施例中，背景图案为由第一组激光投线仪投射出来并带有位置信息的背景网格线，背景网格线的投线的角度沿网格线的纵、横方向逐渐变化；校正图案为由第二组激光投线仪投射出来并带有位置信息的校正网格线，校正网格线的投线的角度沿网格线的纵、横方向逐渐变化；这样可根据纵横方向上投线的角度确定当前校正位置在背景图案中的位置，从而根据这种位置信息，将多张图像进行镶嵌。

[0148] 采用上述检测系统进行检测时，具体的检测步骤为：

[0149] 步骤S1，启动第一组激光投线仪，并向待成像检测表面投射背景图案。

[0150] 该背景图案为由第一激光投线仪投射出来并带有位置信息的背景网格线。此处所说的位置信息是指能够通过网格线的某些特性（比如说线宽、颜色、间距、角度等）或斑点的某些特征（比如说大小、颜色、间距等）表示某个区域在背景图案所覆盖区域中的位置。

[0151] 该位置信息可由网格线的相邻两投线之间的角度来体现，所以，背景图案中不同位置处背景网格线的相邻两投线之间的角度不相同。

[0152] 步骤S2，启动成像装置，第二组激光测距仪、第二组激光投线仪所生成的校正图案投射范围与相机的成像视场一致；相机采集待成像检测表面对应位置的图像时，图像中包含有校正图案、背景图案的图案信息；第二组激光测距仪记录距离数据，姿态传感器与位置传感器输出并记录相机成像时刻的外方位元素。

[0153] 此处所说的位置信息是指能够通过电子、光学、卫星导航定位技术所确定的成像装置里相机镜头光心的位置，位置可以是独立坐标系下的空间位置，也可以转化为地理坐标系、工程坐标系。

[0154] 步骤S3，重复步骤S2，逐次采集待成像检测表面的图像，第二组激光测距仪记录距离数据，得到覆盖成像检测区域的多张待检测表面的图像以及距离数据、位置参数与相机外方位元素；

[0155] 步骤S4，将得到的待成像检测表面的图像导入软件，基于已知空间参数的标准测试场景图像反演校正图案的畸变参数、图像的内外方位参数对单张图像进行比例尺校正和投影变换，基于背景图案对应的单幅图像之间的位置关系将全部图像镶嵌成为大幅面的图像；

[0156] 步骤S5，基于图像的位置参数和行业标准，按照分幅要求完成大幅面图像的分幅和编码，形成可检索逻辑关系；

[0157] 步骤S6，提取大幅面图像中的信息并量化，形成专题信息图，形成与图像之间的可检索逻辑关系。

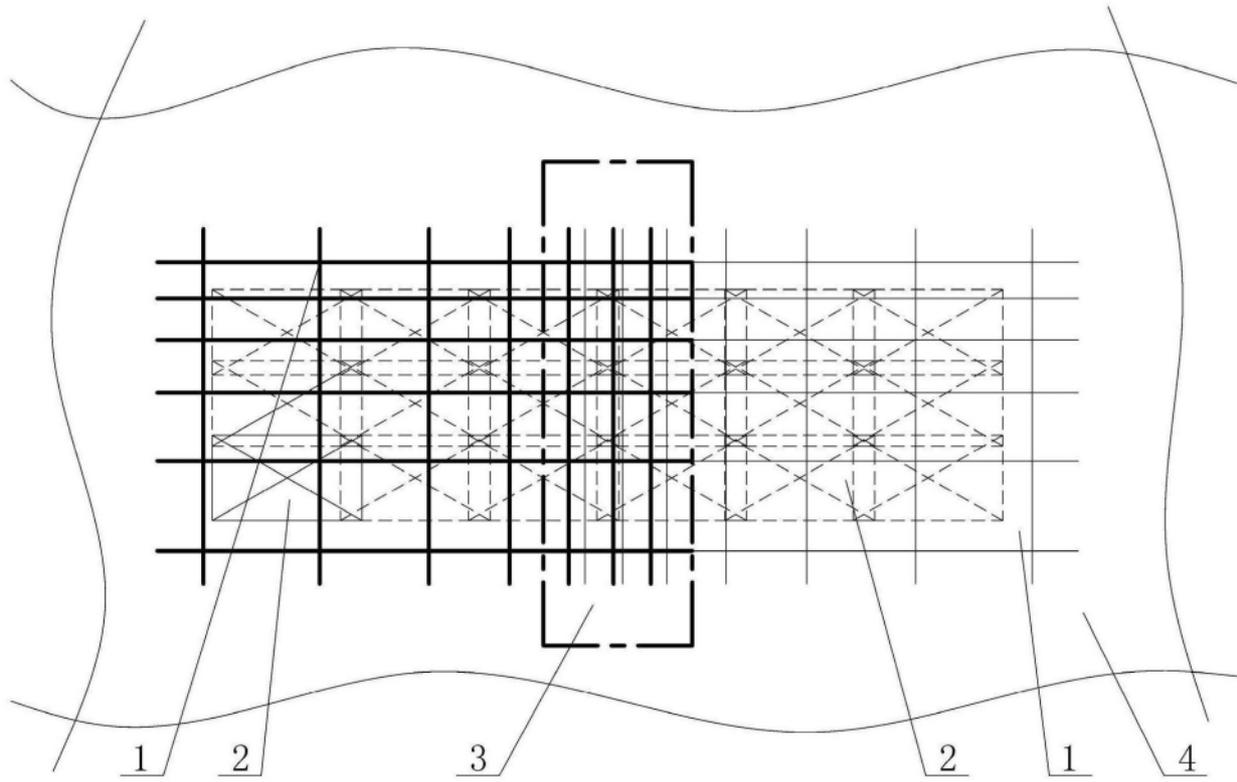


图1