



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101354242 B

(45) 授权公告日 2010.09.15

(21) 申请号 200810198158.9

(22) 申请日 2008.08.29

(73) 专利权人 翟泳通

地址 528000 广东省佛山市顺德区容奇康富  
花园十二期康翠名邸七座 802 室

(72) 发明人 翟泳通

(51) Int. Cl.

G01B 11/24 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5164793 A, 1992.11.17, 全文.

US 4929843 A, 1990.05.29, 全文.

US 5753931 A, 1998.05.19, 全文.

审查员 宋丽敏

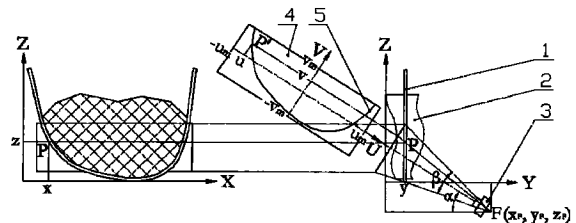
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

曲面测量装置和测量方法

(57) 摘要

本发明涉及一种曲面测量装置和测量方法,该测量装置包括拉索、照相装置,其中拉索紧绷在被测物体的表面并与被测物体的轮廓曲线相吻合;该测量方法包括:第一步:确定测量设备的参数集;第二步:将拉索紧绷在被测物体的表面;第三步:拍摄拉索照片,并将图像输入计算机;第四步:分析拉索图像,计算出拉索中心线的曲线坐标数据;第五步:将拉索的中心线向被测物体一侧作等距偏移计算处理,偏移量等于拉索的半径,得到一曲线,该曲线即为被测物体相应部位的轮廓曲线。利用一定数量的拉索,即可得到被测物体的曲面数据。



1. 一种曲面测量装置,包括拉索、照相装置,其中拉索紧绷在被测物体的表面并与被测物体的轮廓曲线相吻合;所述照相装置安装在被测物体的下前方。

2. 如权利要求 1 所述的曲面测量装置,其特征在于:所述拉索的颜色与被测物体显著区别。

3. 采用权利要求 1 中曲面测量装置的测量方法,其包括以下步骤:

第一步:确定测量装置的参数集  $[\alpha, \beta, \theta, x_F, y_F, z_F, y_0, u_M, v_M]$ ,其中  $(x_F, y_F, z_F)$  表示照相装置的取景锥顶点安装点,  $y_0$  表示拉索中心线图像上的任意一点的 Y 轴坐标,  $u_M$  表示横向像素总数的一半,  $v_M$  表示纵向像素总数的一半,  $\alpha$  表示照相机的取景轴线与 Y 轴的夹角,  $\theta$  表示横向取景角,  $\beta$  表示纵向取景角;

第二步:将拉索紧绷在被测物体的表面;

第三步:拍摄拉索照片,并将图像输入计算机;

第四步:分析拉索图像,计算出拉索中心线的曲线坐标数据;

第五步:将拉索的中心线向被测物体一侧作等距偏移计算处理,偏移量等于拉索的半径,得到一曲线,该曲线即为被测物体相应部位的轮廓曲线。

所述拉索中心线的曲线坐标计算数据为:

$$\begin{cases} x = x_F + \frac{y_F - y_0}{u_M \cos(\alpha + \frac{\beta}{2})} u \cos \frac{\beta}{2} \operatorname{tg} \theta \\ y = y_0 \\ z = z_F + (y_F - y_0) \operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{tg}^{-1} \frac{v}{v_M \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2}}) \end{cases} \quad \text{其中 } u, v \text{ 分别表示拉索中心线图像上的任意一}$$

点的 X 轴和 Z 轴坐标。

4. 如权利要求 4 所述的曲面测量方法,其特征在于:测量装置可以对照相装置的位置、姿态和状态进行调整、控制。

5. 如权利要求 3 所述的曲面测量方法,其特征在于:所述被测物体在测量部位的轮廓曲线与拉索的中心线等效。

## 曲面测量装置和测量方法

### 【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种机械光学测量装置及方法,尤其涉及一种曲面测量装置和测量方法。

### 【背景技术】

[0002] 在某些特定场合,需要测量人体部位或者其它物件的不规则曲面,比如人体脚底在承受体重状态下的曲面形状,但是由于这些曲面形状的不规则性,很难直接进行测量。

[0003] 一种传统的测量方法是接触测量法,其主要是利用伺服控制,使测量头沿着被测物体的表面运动,并通过伺服系统获得轨迹坐标,从而确定物体表面的形状。但是,此种测量方法的测量设备较昂贵,且测量效率低,不利于大规模使用。

[0004] 另一种传统的测量方法是非接触测量法,其共同点是都需要作图像分析,通常是采用纯光学方法对物体表面进行拍照,从而测得物体表面形状。但是,这种测量方法的测量系统价格昂贵,不具备较好经济性。

[0005] 从被测物体的材料特性方面看,上述二种传统的测量方法,对刚性物体都可获得很好的测量效果,但对柔性物体来说,例如人体,只有非接触测量方法才能得到被测物体在自由状态下的曲面数据。在一些特定的领域,需要测量柔性物体受到均布压力作用而变形的表面,例如人体脚底在承受体重状态下的形状,这时二种传统的测量方法都无法直接测量。

[0006] 美国专利 US5911126 采用印有类似网格图案的弹性包络,包裹在被测物体上,使包络呈现出被测物体的形状,再利用位于多个已知位置上的成像装置对包络上的图案进行拍摄,并通过分析包络图案在各个照片中的位置差异,计算出曲面数据。该专利技术中弹性包络在测量中并未精确定位,而且如果对同一物体进行多次测量,包络变形后,包络上印制的图案,也不具备重复性,因此需要二张以上照片来计算曲面数据。

[0007] 在其它已公开的专利和文献中,对一次成像的非接触测量方法提供了多种实施方案,其共同点是需要特殊的光源,比较具有代表性的专利有中国公开专利 CN1590958A 和 CN1350633A。与拉索相比,特殊光源的设备及控制更复杂,成本更高。另一方面,尽管特殊光源投射到被测物体上的条纹状图案与拉索的形状相似,但由于物理光学方面的原因,密集的条纹状投影图案在被测物体曲面上,会发生干涉、强度不等的反射,使图像不清晰。同时,由于在被测曲面上投影成像的距离并不是处处相等,也进一步降低了投影图像的质量。此外,被测物体的光学特性,也会影响投影图案的质量,例如,在透明物体的表面,是不能形成有效的投影图案的。

[0008] 因此有必要设计一种新的曲面测量装置和方法,以克服上述传统测量装置和方法的缺陷。

### 【发明内容】

[0009] 本发明的目的在于提供一种测量效率高且成本低廉的曲面测量装置和测量方法。

[0010] 为了达到前述目的,本发明所涉及的曲面测量装置包括拉索、照相装置,其中拉索紧绷在被测物体的表面并与被测物体的轮廓曲线相吻合。

[0011] 所述照相装置安装在被测物体的下前方。

[0012] 所述拉索的颜色与被测物体显著区别。

[0013] 本发明中曲面测量装置的测量方法包括以下步骤:

[0014] 第一步:确定测量设备的参数集  $[\alpha, \beta, \theta, x_F, y_F, z_F, y_0, u_M, v_M]$ ,

[0015] 其中  $(x_F, y_F, z_F)$  表示照相装置的取景锥顶点安装点,  $y_0$  表示拉索中心线图像上的任意一点的 Y 轴坐标,  $u_M$  表示横向像素总数的一半,  $v_M$  表示纵向像素总数的一半,  $\alpha$  表示照相机的取景轴线与 Y 轴的夹角,  $\theta$  表示横向取景角,  $\beta$  表示纵向取景角;

[0016] 第二步:将拉索紧绷在被测物体的表面;

[0017] 第三步:拍摄拉索照片,并将图像输入计算机;

[0018] 第四步:分析拉索图像,计算出拉索中心线的曲线坐标数据;

[0019] 第五步:将拉索的中心线向被测物体一侧作等距偏移计算处理,偏移量等于拉索的半径,得到一曲线,该曲线即为被测物体相应部位的轮廓曲线。

[0020] 利用一定数量的拉索,即可得到被测物体的曲面数据。

[0021] 所述测量装置可以对照相装置的位置、姿态和状态进行调整、控制。

[0022] 所述拉索中心线的曲线坐标计算数据为:

$$[0023] \begin{cases} x = x_F + \frac{y_F - y_0}{u_M \cos(\alpha + \frac{\beta}{2})} u \cos \frac{\beta}{2} \operatorname{tg} \theta \\ y = y_0 \\ z = z_F + (y_F - y_0) \operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{tg}^{-1} \frac{v}{v_M \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2}}) \end{cases} \quad \text{其中 } u、v \text{ 分别表示拉索中心线图像上的}$$

任意一点的 U 轴和 V 轴坐标。

[0024] 所述被测物体在测量部位的轮廓曲线与拉索的中心线等效。

[0025] 在第二步中可以光学方法在被测物的表面投射出线状影像,用该线状影像代替拉索,通过对线状影像进行测量测出被测物的曲面形状。

[0026] 与现有技术相比,本发明的优点为:本发明的曲面测量装置和测量方法采用了一定数量的拉索与被测物体接触,使拉索与被测表面的形状相吻合,再用光学成像,对测量区域一次成像,通过图像处理,测量出拉索的形状,从而获得被测物体的曲面数据,因此本发明是一种接触式光学测量方法,不仅测量效率高,而且设备成本低,同时适合测量刚性物体的曲面和柔性物体受到均布压力作用而变形的表面。

### 【附图说明】

[0027] 图 1 是本发明曲面测量装置测量被测物体曲面的主视图。

[0028] 图 2 是本发明曲面测量装置测量被测物体曲面的示意图。

[0029] 图 3 是本发明曲面测量装置测量被测物体时拉索中心线曲线坐标数据计算示意图。

### 【具体实施方式】

[0030] 请参阅图 1 及图 2,本发明所曲面测量装置包括拉索 1、照相装置 3,拉索 1 紧绷在

被测物体 2 的表面,并与被测物体 2 的轮廓曲线相吻合。照相装置 3 安装在拉索 1 的下前方,以利于清晰完整地拍摄拉索 1 的照片。拉索 1 和照相机 3 在测量装置中必须被严格定位,以保证光路的精确,并且拉索 1 的颜色须与被测物体 2 显著区别,以利于计算机作进一步处理。

[0031] 采用上述测量装置的测量方法包括以下步骤:

[0032] 第一步:确定测量设备的参数集;

[0033] 第二步:将拉索 1 紧绷在被测物体 2 的表面;

[0034] 第三步:拍摄拉索 1 的照片,并将图像输入计算机;

[0035] 第四步:分析拉索 1 的图像,计算出拉索中心线的曲线坐标数据;

[0036] 第五步:将拉索的中心线向被测物体 2 一侧作等距偏移计算处理,偏移量等于拉索的半径,得到一曲线,该曲线即为被测物体相应部位的轮廓曲线。

[0037] 在本发明中,拉索 1 的中心线与被测物体 2 的相应轮廓曲线可以互相转换,两者等效,因此本发明只给出拉索 1 的中心线的计算方法。下面对中心线的计算方法作出详细说明:

[0038] 如图 3 所示,拉索 1 两端的中心点安装在  $y = y_0$  平面上,拉索 1 中心线上所有点的  $y$  坐标皆为  $y_0$ 。照相机的取景锥顶点安装在  $F(x_F, y_F, z_F)$  点。在计算机中分析图 2 中的照片 4,得到图 3 中的拉索中心线图像 5。拉索中心线图像 5 的曲线宽度为一个像素。拉索中心线图像 5 上的任意一点  $P'(u, v)$ ,对应拉索 1 中心线的点  $P(x, y, z)$ 。照片 4 的坐标原点位于中心,横向坐标为  $U$  轴,纵向坐标为  $V$  轴,坐标值为像素数量。横向像素总数为  $2u_m$ ,纵向像素总数为  $2v_m$ 。照相机 4 的取景轴线与  $Y$  轴的夹角为  $\alpha$ ,横向取景角为  $\theta$ ,纵向取景角为  $\beta$ 。

[0039] 上述各项数据,构成测量装置的参数集  $C1$ ,

[0040]  $[\alpha, \beta, \theta, x_F, y_F, z_F, y_0, u_m, v_m]$  ( $C1$ )

[0041] 参数集  $C1$  在测量装置的设计中确定。由于加工和装配过程存在误差,需要对装配好的测量设备进行标定,通过几何测量检测出参数集  $C1$  各项数据的实际值。也可对已知形状的被测物体进行测量,再根据测量误差修正参数集各项数据。

[0042] 为了提高测量效果,测量装置可以对照相装置 3 的位置  $F(x_F, y_F, z_F)$ 、姿态  $\alpha$  和状态  $(\beta, \theta, u_m, v_m)$  进行调整、控制,以得到尽可能清晰、精密的照片 4。因此参数集  $C1$  可以是动态的,并与照相装置 3 拍摄照片 4 时的位置、姿态和状态保持一致。

[0043] 对于拉索中心线图像 5 上的任意一点  $P'(u, v)$ ,利用公式  $F1$ ,即可求出拉索 1 中心线上相应点  $P(x, y, z)$  的坐标:

$$[0044] \begin{cases} x = x_F + \frac{y_F - y_0}{u_m \cos(\alpha + \frac{\beta}{2})} u \cos \frac{\beta}{2} \operatorname{tg} \theta \\ y = y_0 \\ z = z_F + (y_F - y_0) \operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{tg}^{-1} \frac{v}{v_m \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2}}) \end{cases} \quad (F1)$$

[0045] 利用计算机,对照片 4 进行分析,得到拉索中心线图像 5,再把拉索中心线图像 5 上的每一个像素的像素坐标代入公式 (F1),即可得到拉索 1 的中心线的曲线坐标数据,从而得到被测物体轮廓曲线数据。

[0046] 利用一定数量的拉索,即可得到被测物体的曲面数据。

[0047] 由上描述可知,本发明的曲面测量装置和测量方法不仅设备成本低廉,而且还具有较高的测量效率和测量精度。

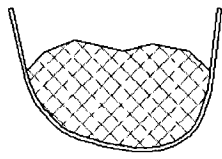


图 1

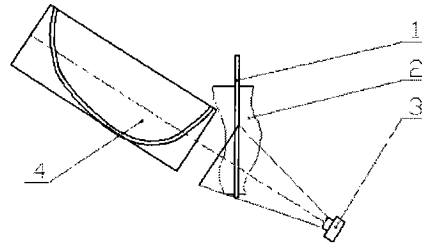


图 2

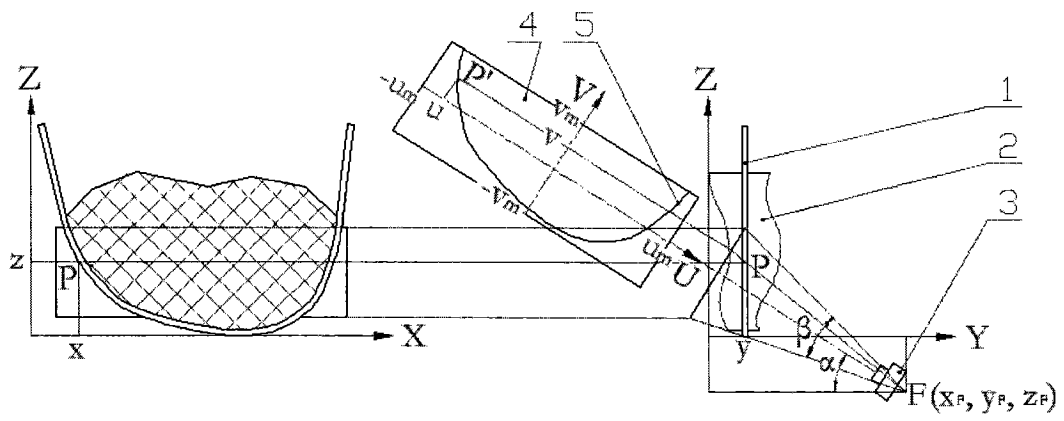


图 3