



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116188205 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 30

(21) 申请号 202310486773.4

(22) 申请日 2023.05.04

(71) 申请人 广东华夏工程顾问有限公司

地址 516083 广东省惠州市大亚湾澳头中兴中路3号

(72) 发明人 瞿建国 欧阳清 胡志龙 瞿靖东 瞿涵

(51) Int. Cl.

- G06Q 50/08 (2012.01)
- G06V 20/17 (2022.01)
- G06V 20/10 (2022.01)
- G16Y 20/20 (2020.01)
- G16Y 20/10 (2020.01)

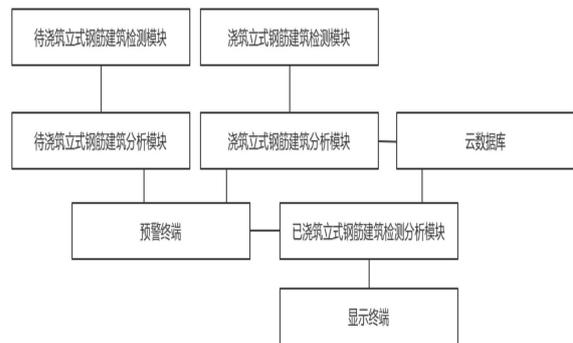
权利要求书4页 说明书9页 附图2页

## (54) 发明名称

一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统

## (57) 摘要

本发明涉及建筑施工技术领域,具体公开一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统,该系统包括:待浇筑立式钢筋建筑检测模块、待浇筑立式钢筋建筑分析模块、浇筑立式钢筋建筑检测模块、浇筑立式钢筋建筑分析模块、已浇筑立式钢筋建筑检测分析模块、预警终端、显示终端和云数据库,本发明在浇筑立式钢筋建筑分析模块中对混凝土外泄和历史建筑物的位置偏差进行分析,保证历史建筑物的混凝土填充质量,避免立式建筑物在混凝土填充过程中发生倾斜的现象,进而保障立式建筑物的填充质量,本发明克服了现有技术中大多依赖人工判断对立式建筑物进行养护的缺陷,进而保证立式建筑物的养护周期分析的客观性和正确性。



1. 一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统,其特征在于,包括:

待浇筑立式钢筋建筑检测模块,用于将初始钢筋架构完整且在等待混凝土浇筑的立式钢筋建筑标记为待浇筑立式钢筋建筑,进而使用无人机对建筑工地所属的各待浇筑立式钢筋建筑进行图像检测;

待浇筑立式钢筋建筑分析模块,用于获取各待浇筑立式钢筋建筑在各检测时间点的图像,并据此分析各待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数;

浇筑立式钢筋建筑检测模块,用于将正在进行混凝土浇筑的立式钢筋建筑标记为各浇筑立式钢筋建筑,并对各浇筑立式钢筋建筑进行图像检测;

浇筑立式钢筋建筑分析模块,用于获取各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的图像,进而分析各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数;

已浇筑立式钢筋建筑检测分析模块,用于将混凝土浇筑完成的立式钢筋建筑标记为已浇筑立式钢筋建筑,进而对各已浇筑立式钢筋建筑进行检测,进而获取各已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境参数,并据此分析各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数,从而筛选各已浇筑立式钢筋建筑对应的适宜养护周期;

预警终端,用于依据各待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数进行预警,依据各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数进行预警,并依据各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数进行预警;

显示终端,用于将各已浇筑立式钢筋建筑对应的适宜养护周期进行显示;

云数据库,用于存储混凝土灰度值范围,存储允许混凝土外泄面积和允许混凝土外泄区域数量,并存储各适宜养护周期对应的质量评估系数区间。

2. 根据权利要求1所述的一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统,其特征在于:所述分析各待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数,其具体方法为:

使用无人机对各待浇筑立式钢筋建筑进行初始图像采集,进而获取各待浇筑立式钢筋建筑对应的占地区域,并以其对应的中心点为原点建立三维坐标系;

在各待浇筑立式钢筋建筑所属各钢筋对应柱体表面上随机选取各测试点,并获取各待浇筑立式钢筋建筑所属各钢筋对应各测试点的三维坐标 $(x_{imp}, y_{imp}, z_{imp})$ ,其中*i*为各待浇筑立式钢筋建筑的编号, $i = 1, 2, \dots, n$ ,*m*为各钢筋的编号, $m = 1, 2, \dots, l$ ,*p*为各测试点的编号, $p = 1, 2, \dots, q$ ;

获取各待浇筑立式钢筋建筑所属各钢筋对应柱体表面上各测试点在各检测时间点的坐标 $(x'_{imp}, y'_{imp}, z'_{imp})$ ,其中*j*为各检测时间点的编号, $j = 1, 2, \dots, k$ ;

分析各待浇筑立式钢筋建筑所属各钢筋对应各测试点在各检测时间的位置偏差系数 $\varepsilon_{imp}^j = \frac{\left| x'_{imp} - x_{imp} \right| - x''}{x''} * \lambda_1 + \frac{\left| y'_{imp} - y_{imp} \right| - y''}{y''} * \lambda_2 + \frac{\left| z'_{imp} - z_{imp} \right| - z''}{z''} * \lambda_3$ ,其中*x''*为*x*轴方向对应的偏移距离允许误差,*y''*为*y*轴方向对应的偏移距离允许误差,*z''*为*z*轴方向对应的偏移距离允许误差, $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 分别为预设的*x*轴方向距离偏差、*y*轴方向距离偏差、*z*轴方向距离偏差对应的影响权重系数;

综合分析各待浇筑立式钢筋建筑所属钢筋柱体对应的位置偏差系数

$\eta_i = \frac{1}{l} \sum_{m=1}^l \left[ \frac{1}{q} \sum_{p=1}^q \left( \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \varepsilon_{imp}^j \right) \right]$ , 其中  $k$  为检测时间点的数量,  $q$  为测试点的数量,  $l$  为钢筋的数量;

综合分析各待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数  $\sigma_i = \ln \left( 1 + \frac{1}{1+\eta_i} * \gamma_1 + \frac{1}{1+\varpi_i} * \gamma_2 \right)$ , 其中  $\varpi_i$  为第  $i$  个待浇筑立式钢筋建筑对应的钢筋形状偏差系数,  $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$  为预设的钢筋柱体位置偏差、钢筋形状偏差对应的权值因子。

3. 根据权利要求2所述的一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统, 其特征在在于: 所述各待浇筑立式钢筋建筑对应的钢筋形状偏差系数  $\varpi_i$ , 其具体方法为:

依据采集的各待浇筑立式钢筋建筑的初始图像获取各待浇筑立式钢筋建筑所属各列钢筋对应的初始轮廓, 并获取其对应的面积  $S'_{ih}$ ;

依据各待浇筑立式钢筋建筑在各检测时间点的图像获取各待浇筑立式钢筋建筑所属各列钢筋在各检测时间点的轮廓;

将各待浇筑立式钢筋建筑所属各列钢筋在各检测时间点的轮廓与对应的初始轮廓进行对比, 进而得到重合轮廓, 并获取其对应的面积  $S''_{ih}$ , 其中  $h$  为各列钢筋的编号,  $h = 1, 2, \dots, g$ ;

分析各待浇筑立式钢筋建筑对应的钢筋形状偏差系数  $\varpi_i = (e+1)^{\left[ \frac{1}{g} \sum_{h=1}^g \left( \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \frac{S'_{ih}}{S''_{ih}} \right) \right]}$ , 其中  $g$

为钢筋的列数,  $e$  为自然常数。

4. 根据权利要求1所述的一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统, 其特征在在于: 所述分析各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数, 其具体方法为:

依据各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的图像获取各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的体积  $V_{fr}$ , 其中  $f$  为各浇筑立式钢筋建筑的编号,  $f = 1, 2, \dots, d$ ,  $r$  为各测试时间点的编号,  $r = 1, 2, \dots, w$ ;

获取各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点所属图像的各灰度值, 并将其与云数据库中存储的混凝土灰度值范围进行对比, 进而分析各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的各混凝土外泄区域, 从而获取其对应的面积  $SH_{frc}$ , 其中  $c$  为各混凝土外泄区域的编号,  $c = 1, 2, \dots, b$ ;

从云数据库中提取允许混凝土外泄面积  $SH'$  和允许混凝土外泄区域数量  $SL'$ ;

统计各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点混凝土外泄区域的数量  $SL_{fr}$ ;

分析各浇筑立式钢筋建筑对应的混凝土外泄风险系数

$WX_f = \frac{1}{w} \sum_{r=1}^w \frac{V_{fr}}{V'} * \chi_1 + \frac{1}{w} \sum_{r=1}^w \left( \frac{1}{b} \sum_{c=1}^b \frac{SH_{frc}}{SH'} \right) * \chi_2 + \frac{1}{b} \sum_{c=1}^b \frac{SL'}{SL_{fr}} * \chi_3$ , 其中  $V'$  为预设的浇

筑立式钢筋建筑对应的标准体积,  $b$  为混凝土外泄区域的数量,  $w$  为测试时间点的数量,  $\chi_1$ 、 $\chi_2$ 、 $\chi_3$  为预设的浇筑立式钢筋建筑体积、混凝土外泄区域面积、混凝土外泄区域数量对应的占比因子;

综合分析各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数  $FX_f = (WX_f * \delta_1 + PY_f * \delta_2)^{\frac{1}{3}}$ , 其中

$PY_f$ 为第  $f$  个浇筑立式钢筋建筑对应的位置偏移系数,  $\delta_1$ 、 $\delta_2$ 为预设的外泄风险、位置偏析对应的修正因子。

5. 根据权利要求4所述的一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统,其特征在于:所述各浇筑立式钢筋建筑对应的位置偏移系数,其具体方法为:

基于各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的图像获取各浇筑立式钢筋建筑所属的轮廓,进而获取各浇筑立式钢筋建筑所属各纵向轮廓边缘线,并获取其与地面的夹角  $\theta_{fr}$ ;

依据预定义的纵向轮廓边缘线与地面的标准夹角  $\theta'$  和允许夹角误差  $\theta''$ , 分析各浇筑立式钢筋建筑对应的位置偏移系数  $PY_f = \frac{1}{w} \sum_{r=1}^w \left( \frac{|\theta_{fr} - \theta'|}{\theta''} \right)$ 。

6. 根据权利要求1所述的一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统,其特征在于:所述分析各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数,其具体方法为:

以各已浇筑立式钢筋建筑对应占地区域的中心点为原点,建立三维坐标系,进而获取各已浇筑立式钢筋建筑对应指定面所属各布设点对应y轴的坐标值  $yq_{tA}$ , 其中  $t$  为各已浇筑立式钢筋建筑的编号,  $t=1,2,\dots,u$ ,  $A$  为各布设点的编号,  $A=1,2,\dots,F$ ;

分析各已浇筑立式钢筋建筑对应指定面的平整系数  $PZ_t = \frac{1}{F} \sum_{A=1}^F \frac{yq''}{|yq_{tA} - yq'_{tA}| + 1}$ , 其中  $F$  为布设点的数量,  $yq'_{tA}$  为预设的第  $t$  个已浇筑立式钢筋建筑对应指定面所属第  $A$  个布设点在y轴的标准坐标值,  $yq''$  为预设的y轴偏移距离允许误差;

同理,分析各已浇筑立式钢筋建筑对应待分析面的平整系数  $PJ_b$ ;

获取各已浇筑立式钢筋建筑对应目标面所属各布设点对应x轴的坐标值,进而分析各已浇筑立式钢筋建筑对应目标面的平整系数  $PX_b$  和测试面的平整系数  $PY_b$ ;

综合分析各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数

$PL_b = (PZ_b + PJ_b + PX_b + PY_b) * \rho_1 + WB_b * \rho_2$ , 其中  $\rho_1$ 、 $\rho_2$  为预设的已浇筑立式钢筋建筑平整性、外部环境质量系数对应的比例系数,  $WB_b$  为第  $b$  已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境质量系数。

7. 根据权利要求1所述的一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统,其特征在于:所述外部环境参数包括温度和湿度。

8. 根据权利要求6所述的一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统,其特征在于:所述各已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境质量系数  $WB_b$ , 其具体方法为:

从各已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境参数中提取温度  $T_b$  和湿度  $SD_b$ ;

依据预定义的已浇筑立式钢筋建筑对应的标准养护温度  $T'$  和标准养护湿度  $SD'$ ;

分析各已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境质量系数  $WB_b = \frac{T'}{1+|T_b - T'|} + \frac{SD'}{1+|SD_b - SD'|}$ 。

9. 根据权利要求1所述的一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统,其特征在于:所述各已浇筑立式钢筋建筑对应的适宜养护周期,其具体筛选方法为:将各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数与云数据库中存储的各适宜养护周期对应的质量评估系

数区间进行对比,筛选各已浇筑立式钢筋建筑对应的适宜养护周期。

## 一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及建筑施工技术领域,具体而言,涉及一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统。

### 背景技术

[0002] 随着城市和科学的发展,越来越多的建筑物呈现在人们眼前,在建筑物进行建设过程中,立式建筑物的建造过程往往比较复杂,需要钢筋进行基础构造,后续进行混凝土的填充,立式建筑物往往是建筑物的承重部分,在建筑物的整体支撑起着重要的作用,故而对立式建筑物进行检测分析是十分有必要的,在立式建筑物的建造过程中大致分为钢筋阶段、混凝土填充阶段和后续养护阶段,若其中某一阶段的质量难以得到保障,则会影响整个立式建筑物的建造质量,从而对建筑物的整体构架造成不利影响,因此,对立式建筑物建造过程的质量进行分析是十分有必要的。

[0003] 现有技术对立式建筑物建造过程的检测分析在一定程度上可以满足当前要求,但是还存在一定的缺陷,其具体体现在:(1)现有技术在立式建筑物进行浇筑过程中,对混凝土外泄和立式建筑物的位置偏差的关注度不高,混凝土外泄一方面导致立式建筑物的实际填充混凝土质量存在偏差,进而降低立式建筑物的混凝土填充质量,另一方面影响立式建筑物的美观,立式建筑物位置偏差可能存在混凝土填充过程中发生倾斜的现象,进而难以保障立式建筑物的填充质量,从而造成返工的现象,影响建筑的整体建造效率。

[0004] (2)现有技术对立式建筑物进行养护大多依赖于人工判断,对立式建筑物外部环境和立式建筑物表面平整程度的分析力度不够深入,立式建筑物外部环境和平整程度影响立式建筑物的表面水分蒸发,现有技术对这一层面的忽视难以保证立式建筑物的养护周期分析的正确性和科学性,从而难以确保混凝土的水化作用得到充分进行,无法保障混凝土的强度,在一定程度上降低立式建筑物最终的建造质量。

### 发明内容

[0005] 为了克服背景技术中的缺点,本发明实施例提供了一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统,能够有效解决上述背景技术中涉及的问题。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统,包括:待浇筑立式钢筋建筑检测模块,用于将初始钢筋架构完整且在等待混凝土浇筑的立式钢筋建筑标记为待浇筑立式钢筋建筑,进而使用无人机对建筑工地所属的各待浇筑立式钢筋建筑进行图像检测。

[0007] 待浇筑立式钢筋建筑分析模块,用于获取各待浇筑立式钢筋建筑在各检测时间点的图像,并据此分析各待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数。

[0008] 浇筑立式钢筋建筑检测模块,用于将正在进行混凝土浇筑的立式钢筋建筑标记为各浇筑立式钢筋建筑,并对各浇筑立式钢筋建筑进行图像检测。

[0009] 浇筑立式钢筋建筑分析模块,用于获取各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的图

像,进而分析各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数。

[0010] 已浇筑立式钢筋建筑检测分析模块,用于将混凝土浇筑完成的立式钢筋建筑标记为已浇筑立式钢筋建筑,进而对各已浇筑立式钢筋建筑进行检测,进而获取各已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境参数,并据此分析各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数,从而筛选各已浇筑立式钢筋建筑对应的适宜养护周期。

[0011] 预警终端,用于依据各待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数进行预警,依据各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数进行预警,并依据各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数进行预警。

[0012] 显示终端,用于将各已浇筑立式钢筋建筑对应的适宜养护周期进行显示。

[0013] 云数据库,用于存储混凝土灰度值范围,存储允许混凝土外泄面积和允许混凝土外泄区域数量,并存储各适宜养护周期对应的质量评估系数区间。

[0014] 进一步地,所述分析各待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数,其具体方法为:使用无人机对各待浇筑立式钢筋建筑进行初始图像采集,进而获取各待浇筑立式钢筋建筑对应的占地区域,并以其对应的中心点为原点建立三维坐标系。

[0015] 在各待浇筑立式钢筋建筑所属各钢筋对应柱体表面上随机选取各测试点,并获取各待浇筑立式钢筋建筑所属各钢筋对应各测试点的三维坐标 $(x_{imp}, y_{imp}, z_{imp})$ ,其中 $i$ 为各待浇筑立式钢筋建筑的编号, $i=1,2,\dots,n$ , $m$ 为各钢筋的编号, $m=1,2,\dots,l$ , $p$ 为各测试点的编号, $p=1,2,\dots,q$ 。

[0016] 获取各待浇筑立式钢筋建筑所属各钢筋对应柱体表面上各测试点在各检测时间点的坐标 $(x'_{imp}, y'_{imp}, z'_{imp})$ ,其中 $j$ 为各检测时间点的编号, $j=1,2,\dots,k$ 。

[0017] 分析各待浇筑立式钢筋建筑所属各钢筋对应各测试点在各检测时间点的位置偏差系数

$$\varepsilon_{imp}^j = \frac{\left| x'_{imp} - x_{imp} \right| - x''}{x''} * \lambda_1 + \frac{\left| y'_{imp} - y_{imp} \right| - y''}{y''} * \lambda_2 + \frac{\left| z'_{imp} - z_{imp} \right| - z''}{z''} * \lambda_3, \text{其中 } x'' \text{ 为 } x \text{ 轴方向}$$

对应的偏移距离允许误差, $y''$ 为 $y$ 轴方向对应的偏移距离允许误差, $z''$ 为 $z$ 轴方向对应的偏移距离允许误差, $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 分别为预设的 $x$ 轴方向距离偏差、 $y$ 轴方向距离偏差、 $z$ 轴方向距离偏差对应的影响权重系数。

[0018] 综合分析各待浇筑立式钢筋建筑所属钢筋柱体对应的位置偏差系数

$$\eta_i = \frac{1}{l} \sum_{m=1}^l \left[ \frac{1}{q} \sum_{p=1}^q \left( \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \varepsilon_{imp}^j \right) \right], \text{其中 } k \text{ 为检测时间点的数量, } q \text{ 为测试点的数量, } l \text{ 为钢筋的数}$$

量。

$$\sigma_i = \ln \left( 1 + \frac{1}{1+\eta_i} * \gamma_1 + \frac{1}{1+\omega_i} * \gamma_2 \right),$$

其中 $\omega_i$ 为第 $i$ 个待浇筑立式钢筋建筑对应的钢筋形状偏差系数, $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$ 为预设的钢筋柱体位置偏差、钢筋形状偏差对应的权值因子。

[0020] 进一步地,所述各待浇筑立式钢筋建筑对应的钢筋形状偏差系数 $\omega_i$ ,其具体方法为:依据采集的各待浇筑立式钢筋建筑的初始图像获取各待浇筑立式钢筋建筑所属各列钢筋对应的初始轮廓,并获取其对应的面积 $S'_{ih}$ 。

[0021] 依据各待浇筑立式钢筋建筑在各检测时间点的图像获取各待浇筑立式钢筋建筑所属各列钢筋在各检测时间点的轮廓。

[0022] 将各待浇筑立式钢筋建筑所属各列钢筋在各检测时间点的轮廓与对应的初始轮廓进行对比,进而得到重合轮廓,并获取其对应的面积  $S_{ih}^j$ ,其中  $h$  为各列钢筋的编号,  $h = 1, 2, \dots, g$ 。

[0023] 分析各待浇筑立式钢筋建筑对应的钢筋形状偏差系数  $\varpi_i = (e+1)^{\left[ \frac{1}{g} \sum_{h=1}^g \left( \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \frac{S_{ih}^j}{S_{ih}} \right) \right]}$ ,

其中  $g$  为钢筋的列数,  $e$  为自然常数。

[0024] 进一步地,所述分析各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数,其具体方法为:依据各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的图像获取各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的体积  $V_{fr}$ ,其中  $f$  为各浇筑立式钢筋建筑的编号,  $f = 1, 2, \dots, d$ ,  $r$  为各测试时间点的编号,  $r = 1, 2, \dots, w$ 。

[0025] 获取各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点所属图像的各灰度值,并将其与云数据库中存储的混凝土灰度值范围进行对比,进而分析各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的各混凝土外泄区域,从而获取其对应的面积  $SH_{frc}$ ,其中  $c$  为各混凝土外泄区域的编号,  $c = 1, 2, \dots, b$ 。

[0026] 从云数据库中提取允许混凝土外泄面积  $SH'$  和允许混凝土外泄区域数量  $SL'$ 。

[0027] 统计各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点混凝土外泄区域的数量  $SL_{fr}$ 。

[0028] 分析各浇筑立式钢筋建筑对应的混凝土外泄风险系数

$$WX_f = \frac{1}{w} \sum_{r=1}^w \frac{V_{fr}}{V'} * \chi_1 + \frac{1}{w} \sum_{r=1}^w \left( \frac{1}{b} \sum_{c=1}^b \frac{SH_{frc}}{SH'} \right) * \chi_2 + \frac{1}{b} \sum_{c=1}^b \frac{SL'}{SL_{fr}} * \chi_3, \text{其中 } V' \text{ 为预设的浇}$$

筑立式钢筋建筑对应的标准体积,  $b$  为混凝土外泄区域的数量,  $w$  为测试时间点的数量,  $\chi_1$ 、 $\chi_2$ 、 $\chi_3$  为预设的浇筑立式钢筋建筑体积、混凝土外泄区域面积、混凝土外泄区域数量对应的占比因子。

[0029] 综合分析各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数  $FX_f = (WX_f * \delta_1 + PY_f * \delta_2)^{\frac{1}{\beta}}$ ,其中  $PY_f$  为第  $f$  个浇筑立式钢筋建筑对应的位置偏移系数,  $\delta_1$ 、 $\delta_2$  为预设的外泄风险、位置偏移对应的修正因子。

[0030] 进一步地,所述各浇筑立式钢筋建筑对应的位置偏移系数,其具体方法为:基于各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的图像获取各浇筑立式钢筋建筑所属的轮廓,进而获取各浇筑立式钢筋建筑所属各纵向轮廓边缘线,并获取其与地面的夹角  $\theta_{fr}$ 。

[0031] 依据预定义的纵向轮廓边缘线与地面的标准夹角  $\theta'$  和允许夹角误差  $\theta''$ ,分析各浇

$$\text{筑立式钢筋建筑对应的位置偏移系数 } PY_f = \frac{1}{w} \sum_{r=1}^w \left( \frac{|\theta_{fr} - \theta'|}{\theta''} \right)。$$

[0032] 进一步地,所述分析各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数,其具体方法为:以各已浇筑立式钢筋建筑对应占地区域的中心点为原点,建立三维坐标系,进而获取各已

浇筑立式钢筋建筑对应指定面所属各布设点对应y轴的坐标值 $yq_{tA}$ ,其中 $t$ 为各已浇筑立式钢筋建筑的编号, $t=1,2,\dots,u$ , $A$ 为各布设点的编号, $A=1,2,\dots,F$ 。

[0033] 分析各已浇筑立式钢筋建筑对应指定面的平整系数 $PZ_t = \frac{1}{F} \sum_{A=1}^F \frac{yq''}{|yq_{tA} - yq'_{tA}| + 1}$ ,

其中 $F$ 为布设点的数量, $yq'_{tA}$ 为预设的第 $t$ 个已浇筑立式钢筋建筑对应指定面所属第 $A$ 个布设点在y轴的标准坐标值, $yq''$ 为预设的y轴偏移距离允许误差。

[0034] 同理,分析各已浇筑立式钢筋建筑对应待分析面的平整系数 $PJ_b$ 。

[0035] 获取各已浇筑立式钢筋建筑对应目标面所属各布设点对应x轴的坐标值,进而分析各已浇筑立式钢筋建筑对应目标面的平整系数 $PX_b$ 和测试面的平整系数 $PY_b$ 。

[0036] 综合分析各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数 $PL_b = (PZ_b + PJ_b + PX_b + PY_b) * \rho_1 + WB_b * \rho_2$ ,其中 $\rho_1$ 、 $\rho_2$ 为预设的已浇筑立式钢筋建筑平整性、外部环境质量系数对应的比例系数, $WB_b$ 为第 $b$ 已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境质量系数。

[0037] 进一步地,所述外部环境参数包括温度和湿度。

[0038] 进一步地,所述各已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境质量系数 $WB_b$ ,其具体方法为:从各已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境参数中提取温度 $T_b$ 和湿度 $SD_b$ 。

[0039] 依据预定义的已浇筑立式钢筋建筑对应的标准养护温度 $T'$ 和标准养护湿度 $SD'$ 。

[0040] 分析各已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境质量系数 $WB_b = \frac{T'}{1+|T_b-T'|} + \frac{SD'}{1+|SD_b-SD'|}$ 。

[0041] 进一步地,所述各已浇筑立式钢筋建筑对应的适宜养护周期,其具体筛选方法为:将各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数与云数据库中存储的各适宜养护周期对应的质量评估系数区间进行对比,筛选各已浇筑立式钢筋建筑对应的适宜养护周期。

[0042] 相对于现有技术,本发明的实施例至少具有如下优点或有益效果:(1)本发明在待浇筑立式钢筋建筑检测模块中使用无人机及对建筑工地所属的各待浇筑立式钢筋建筑进行图像检测,为后续待浇筑立式钢筋建筑的质量分析奠定了基础。

[0043] (2)本发明在待浇筑立式钢筋建筑分析模块中通过待浇筑立式钢筋的位置偏差和各列钢筋的形状偏差综合分析待浇筑立式钢筋建筑的质量评估系数,分析维度较为多元化,进而保障待浇筑立式钢筋建筑质量评估系数分析结果的精确性。

[0044] (3)本发明在浇筑立式钢筋建筑检测模块中对正在浇筑的立式钢筋建筑进行图像检测,为后续浇筑立式钢筋建筑的分析提供了数据支持。

[0045] (4)本发明在浇筑立式钢筋建筑分析模块中对混凝土外泄和立式建筑物的位置偏差进行分析,一方面保证立式建筑物的混凝土填充质量,保障立式建筑物的美观性,另一方面避免立式建筑物在混凝土填充过程中发生倾斜的现象,进而保障立式建筑物的填充质量,避免出现返工的现象,提高了建筑的整体建造效率。

[0046] (5)本发明在已浇筑立式钢筋建筑检测分析模块中对外部环境和立式建筑物表面平整程度进行分析,克服了现有技术中大多依赖人工判断对立式建筑物进行养护的缺陷,进而保证立式建筑物的养护周期分析的客观性和正确性,从而保证混凝土的水化作用得到充分进行,保障混凝土的强度,在一定程度上提高了立式建筑物最终的建造质量。

## 附图说明

[0047] 利用附图对本发明作进一步说明,但附图中的实施例不构成对本发明的任何限制,对于本领域的普通技术人员,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据以下附图获得其它的附图。

[0048] 图1为本发明的模块连接示意图。

[0049] 图2为本发明的指定面示意图。

[0050] 图3为本发明的目标面示意图。

## 具体实施方式

[0051] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0052] 参照图1所示,本发明提供一种基于物联网技术的建筑施工智能分析管控系统,包括:待浇筑立式钢筋建筑检测模块、待浇筑立式钢筋建筑分析模块、浇筑立式钢筋建筑检测模块、浇筑立式钢筋建筑分析模块、已浇筑立式钢筋建筑检测分析模块、预警终端、显示终端和云数据库。

[0053] 所述待浇筑立式钢筋建筑检测模块与待浇筑立式钢筋建筑分析模块连接,浇筑立式钢筋建筑检测模块与浇筑立式钢筋建筑分析模块连接,预警终端分别与待浇筑立式钢筋建筑分析模块、浇筑立式钢筋建筑分析模块和已浇筑立式钢筋建筑检测分析模块连接,显示终端与已浇筑立式钢筋建筑检测分析模块连接,云数据库分别与浇筑立式钢筋建筑分析模块和已浇筑立式钢筋建筑检测分析模块连接。

[0054] 所述待浇筑立式钢筋建筑检测模块,用于将初始钢筋架构完整且在等待混凝土浇筑的立式钢筋建筑标记为待浇筑立式钢筋建筑,进而使用无人机对建筑工地所属的各待浇筑立式钢筋建筑进行图像检测。

[0055] 本发明在待浇筑立式钢筋建筑检测模块中使用无人机及对建筑工地所属的各待浇筑立式钢筋建筑进行图像检测,为后续待浇筑立式钢筋建筑的质量分析奠定了基础。

[0056] 所述待浇筑立式钢筋建筑分析模块,用于获取各待浇筑立式钢筋建筑在各检测时间点的图像,并据此分析各待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数。

[0057] 在本发明的具体实施例中,所述分析各待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数,其具体方法为:使用无人机对各待浇筑立式钢筋建筑进行初始图像采集,进而获取各待浇筑立式钢筋建筑对应的占地区域,并以其对应的中心点为原点建立三维坐标系。

[0058] 在各待浇筑立式钢筋建筑所属各钢筋对应柱体表面上随机选取各测试点,并获取各待浇筑立式钢筋建筑所属各钢筋对应各测试点的三维坐标 $(x_{imp}, y_{imp}, z_{imp})$ ,其中 $i$ 为各待浇筑立式钢筋建筑的编号, $i = 1, 2, \dots, n$ , $m$ 为各钢筋的编号, $m = 1, 2, \dots, l$ , $p$ 为各测试点的编号, $p = 1, 2, \dots, q$ 。

[0059] 获取各待浇筑立式钢筋建筑所属各钢筋对应柱体表面上各测试点在各检测时间点的坐标 $(x'_{imp}, y'_{imp}, z'_{imp})$ ,其中 $j$ 为各检测时间点的编号, $j = 1, 2, \dots, k$ 。

[0060] 分析各待浇筑立式钢筋建筑所属各钢筋对应各测试点在各检测时间点的位置偏差

系数  $\varepsilon_{imp}^j = \frac{\left| x_{imp}^{\prime j} - x_{imp} \right| - x''}{x''} * \lambda_1 + \frac{\left| y_{imp}^{\prime j} - y_{imp} \right| - y''}{y''} * \lambda_2 + \frac{\left| z_{imp}^{\prime j} - z_{imp} \right| - z''}{z''} * \lambda_3$ , 其中  $x''$  为x轴方向

对应的偏移距离允许误差,  $y''$  为y轴方向对应的偏移距离允许误差,  $z''$  为z轴方向对应的偏移距离允许误差,  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  分别为预设的x轴方向距离偏差、y轴方向距离偏差、z轴方向距离偏差对应的影响权重系数。

[0061] 综合分析各待浇筑立式钢筋建筑所属钢筋柱体对应的位置偏差系数

$\eta_i = \frac{1}{l} \sum_{m=1}^l \left[ \frac{1}{q} \sum_{p=1}^q \left( \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \varepsilon_{imp}^j \right) \right]$ , 其中  $k$  为检测时间点的数量,  $q$  为测试点的数量,  $l$  为钢筋的数量。

[0062] 综合分析各待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数  $\sigma_i = \ln \left( 1 + \frac{1}{1+\eta_i} * \gamma_1 + \frac{1}{1+\varpi_i} * \gamma_2 \right)$ ,

其中  $\varpi_i$  为第  $i$  个待浇筑立式钢筋建筑对应的钢筋形状偏差系数,  $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$  为预设的钢筋柱体位置偏差、钢筋形状偏差对应的权值因子。

[0063] 在本发明的具体实施例中, 所述各待浇筑立式钢筋建筑对应的钢筋形状偏差系数  $\varpi_i$ , 其具体方法为: 依据采集的各待浇筑立式钢筋建筑的初始图像获取各待浇筑立式钢筋建筑所属各列钢筋对应的初始轮廓, 并获取其对应的面积  $S'_{ih}$ 。

[0064] 依据各待浇筑立式钢筋建筑在各检测时间点的图像获取各待浇筑立式钢筋建筑所属各列钢筋在各检测时间点的轮廓。

[0065] 将各待浇筑立式钢筋建筑所属各列钢筋在各检测时间点的轮廓与对应的初始轮廓进行对比, 进而得到重合轮廓, 并获取其对应的面积  $S_{ih}^j$ , 其中  $h$  为各列钢筋的编号,  $h = 1, 2, \dots, g$ 。

[0066] 分析各待浇筑立式钢筋建筑对应的钢筋形状偏差系数  $\varpi_i = (e+1)^{\left[ \frac{1}{g} \sum_{h=1}^g \left( \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \frac{S_{ih}^j}{S'_{ih}} \right) \right]}$ , 其

中  $g$  为钢筋的列数,  $e$  为自然常数。

[0067] 本发明在待浇筑立式钢筋建筑分析模块中通过待浇筑立式钢筋的位置偏差和各列钢筋的形状偏差综合分析待浇筑立式钢筋建筑的质量评估系数, 分析维度较为多元化, 进而保障待浇筑立式钢筋建筑质量评估系数分析结果的精确性。

[0068] 所述浇筑立式钢筋建筑检测模块, 用于将正在进行混凝土浇筑的立式钢筋建筑标记为各浇筑立式钢筋建筑, 并对各浇筑立式钢筋建筑进行图像检测。

[0069] 本发明在浇筑立式钢筋建筑检测模块中对正在浇筑的立式钢筋建筑进行图像检测, 为后续浇筑立式钢筋建筑的分析提供了数据支持。

[0070] 所述浇筑立式钢筋建筑分析模块, 用于获取各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的图像, 进而分析各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数。

[0071] 在本发明的具体实施例中, 所述分析各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数, 其具体方法为: 依据各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的图像获取各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的体积  $V_{fr}$ , 其中  $f$  为各浇筑立式钢筋建筑的编号,  $f = 1, 2, \dots, d$ ,  $r$  为各测试时间点的编号,  $r = 1, 2, \dots, w$ 。

[0072] 获取各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点所属图像的各灰度值,并将其与云数据库中存储的混凝土灰度值范围进行对比,进而分析各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的各混凝土外泄区域,从而获取其对应的面积  $SH_{frc}$ ,其中  $c$  为各混凝土外泄区域的编号,  $c = 1, 2, \dots, b$ 。

[0073] 需要说明的是,分析各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的各混凝土外泄区域,其具体方法为:将各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点所属图像的各灰度值与混凝土灰度值范围进行对比,若某浇筑立式钢筋建筑在某测试时间点所属图像的某灰度值处于混凝土灰度值范围之间,则将该灰度值标记为混凝土灰度值,进而筛选各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点所属图像的各混凝土灰度值,获取各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点所属图像的各混凝土灰度值所属区域,将其标记为各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的各混凝土外泄区域。

[0074] 从云数据库中提取允许混凝土外泄面积  $SH'$  和允许混凝土外泄区域数量  $SL'$ 。

[0075] 统计各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点混凝土外泄区域的数量  $SL_{fr}$ 。

[0076] 分析各浇筑立式钢筋建筑对应的混凝土外泄风险系数

$$WX_f = \frac{1}{w} \sum_{r=1}^w \frac{V_{fr}}{V'} * \chi_1 + \frac{1}{w} \sum_{r=1}^w \left( \frac{1}{b} \sum_{c=1}^b \frac{SH_{frc}}{SH'} \right) * \chi_2 + \frac{1}{b} \sum_{c=1}^b \frac{SL'}{SL_{fr}} * \chi_3, \text{ 其中 } V' \text{ 为预设的浇筑}$$

筑立式钢筋建筑对应的标准体积,  $b$  为混凝土外泄区域的数量,  $w$  为测试时间点的数量,  $\chi_1$ 、 $\chi_2$ 、 $\chi_3$  为预设的浇筑立式钢筋建筑体积、混凝土外泄区域面积、混凝土外泄区域数量对应的占比因子。

[0077] 综合分析各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数  $FX_f = (WX_f * \delta_1 + PY_f * \delta_2)^{\frac{1}{3}}$ , 其中  $PY_f$  为第  $f$  个浇筑立式钢筋建筑对应的位置偏移系数,  $\delta_1$ 、 $\delta_2$  为预设的外泄风险、位置偏析对应的修正因子。

[0078] 在本发明的具体实施例中,所述各浇筑立式钢筋建筑对应的位置偏移系数,其具体方法为:基于各浇筑立式钢筋建筑在各测试时间点的图像获取各浇筑立式钢筋建筑所属的轮廓,进而获取各浇筑立式钢筋建筑所属各纵向轮廓边缘线,并获取其与地面的夹角  $\theta_{fr}$ 。

[0079] 依据预定义的纵向轮廓边缘线与地面的标准夹角  $\theta'$  和允许夹角误差  $\theta''$ , 分析各浇

$$\text{筑立式钢筋建筑对应的位置偏移系数 } PY_f = \frac{1}{w} \sum_{r=1}^w \left( \frac{|\theta_{fr} - \theta'|}{\theta''} \right).$$

[0080] 本发明在浇筑立式钢筋建筑分析模块中对混凝土外泄和立式建筑物的位置偏差进行分析,一方面保证立式建筑物的混凝土填充质量,保障立式建筑物的美观性,另一方面避免立式建筑物在混凝土填充过程中发生倾斜的现象,进而保障立式建筑物的填充质量,避免出现返工的现象,提高了建筑的整体建造效率。

[0081] 所述已浇筑立式钢筋建筑检测分析模块,用于将混凝土浇筑完成的立式钢筋建筑标记为已浇筑立式钢筋建筑,进而对各已浇筑立式钢筋建筑进行检测,进而获取各已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境参数,并据此分析各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数,从而筛选各已浇筑立式钢筋建筑对应的适宜养护周期。

[0082] 需要说明的是,对各已浇筑立式钢筋建筑进行检测,其具体方法为:使用湿度传感器对各已浇筑立式钢筋建筑的周围湿度进行检测,并使用温度传感器对各已浇筑立式钢筋建筑的周围温度进行检测。

[0083] 参照图2所示,在本发明的具体实施例中,所述分析各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数,其具体方法为:以各已浇筑立式钢筋建筑对应占地区域的中心点为原点,建立三维坐标系,进而获取各已浇筑立式钢筋建筑对应指定面所属各布设点对应y轴的坐标值  $yq_{tA}$ ,其中  $t$  为各已浇筑立式钢筋建筑的编号,  $t=1,2,\dots,u$ ,  $A$  为各布设点的编号,  $A=1,2,\dots,F$ 。

[0084] 同理,获取各已浇筑立式钢筋建筑与y轴平行的两个面,并从中随机选取一个记为目标面,将另外一个面标记为测试面。

[0085] 分析各已浇筑立式钢筋建筑对应指定面的平整系数  $PZ_b = \frac{1}{F} \sum_{A=1}^F \frac{yq''}{|yq_{bA} - yq'_{bA}| + 1}$ ,其中  $F$  为布设点的数量,  $yq''$  为预设的y轴允许误差。

[0086] 同理,分析各已浇筑立式钢筋建筑对应待分析面的平整系数  $PJ_b$ 。

[0087] 需要说明的是,所述各已浇筑立式钢筋建筑对应待分析面,其具体为:与各已浇筑立式钢筋建筑对应指定面对立的面为待分析面。

[0088] 参照图3所示,获取各已浇筑立式钢筋建筑对应目标面所属各布设点对应x轴的坐标值,进而分析各已浇筑立式钢筋建筑对应目标面的平整系数  $PX_b$  和测试面的平整系数  $PY_b$ 。

[0089] 需要说明的是,所述各已浇筑立式钢筋建筑对应的测试面,其具体为:与各已浇筑立式钢筋建筑对应目标面对立的面为测试面。

[0090] 综合分析各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数  $PL_b = (PZ_b + PJ_b + PX_b + PY_b) * \rho_1 + WB_b * \rho_2$ ,其中  $\rho_1$ 、 $\rho_2$  为预设的已浇筑立式钢筋建筑平整性、外部环境质量系数对应的比例系数,  $WB_b$  为第  $b$  已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境质量系数。

[0091] 在本发明的具体实施例中,所述外部环境参数包括温度和湿度。

[0092] 在本发明的具体实施例中,所述各已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境质量系数  $WB_b$ ,其具体方法为:从各已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境参数中提取温度  $T_b$  和湿度  $SD_b$ 。

[0093] 依据预定义的已浇筑立式钢筋建筑对应的标准养护温度  $T'$  和标准养护湿度  $SD'$ 。

[0094] 分析各已浇筑立式钢筋建筑对应的外部环境质量系数

$$WB_b = \frac{T'}{1 + |T_b - T'|} + \frac{SD'}{1 + |SD_b - SD'|}。$$

[0095] 在本发明的具体实施例中,所述各已浇筑立式钢筋建筑对应的适宜养护周期,其具体筛选方法为:将各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数与云数据库中存储的各适宜养护周期对应的质量评估系数区间进行对比,筛选各已浇筑立式钢筋建筑对应的适宜养护周期。

[0096] 本发明在已浇筑立式钢筋建筑检测分析模块中对外部环境和立式建筑物表面平整程度进行分析,克服了现有技术中大多依赖人工判断对立式建筑物进行养护的缺陷,进

而保证立式建筑物的养护周期分析的客观性和正确性,从而保证混凝土的水化作用得到充分进行,保障混凝土的强度,在一定程度上提高了立式建筑物最终的建造质量。

[0097] 所述预警终端,用于依据各待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数进行预警,依据各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数进行预警,并依据各已浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数进行预警。

[0098] 需要说明的是,将各待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数与预设的待浇筑立式钢筋的质量评估系数阈值进行对比,若某待浇筑立式钢筋建筑对应的质量评估系数小于待浇筑立式钢筋的质量评估系数阈值,则将该待浇筑立式钢筋的编号发送到管理人员,并进行待浇筑立式钢筋建筑质量异常预警。

[0099] 同理,进行已浇筑立式钢筋建筑质量异常预警。

[0100] 将各浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数与预设的浇筑风险系数阈值进行对比,若某浇筑立式钢筋建筑对应的浇筑风险系数大于或等于浇筑风险系数阈值,则将该浇筑立式钢筋建筑的编号发送到管理人员,并进行浇筑立式钢筋建筑浇筑风险预警。

[0101] 所述显示终端,用于将各已浇筑立式钢筋建筑对应的适宜养护周期进行显示。

[0102] 所述云数据库,用于存储混凝土灰度值范围,存储允许混凝土外泄面积和允许混凝土外泄区域数量,并存储各适宜养护周期对应的质量评估系数区间。

[0103] 以上内容仅仅是对本发明结构所作的举例和说明,所属本技术领域的技术人员对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,只要不偏离发明的结构或者超越本发明所定义的范围,均应属于本发明的保护范围。

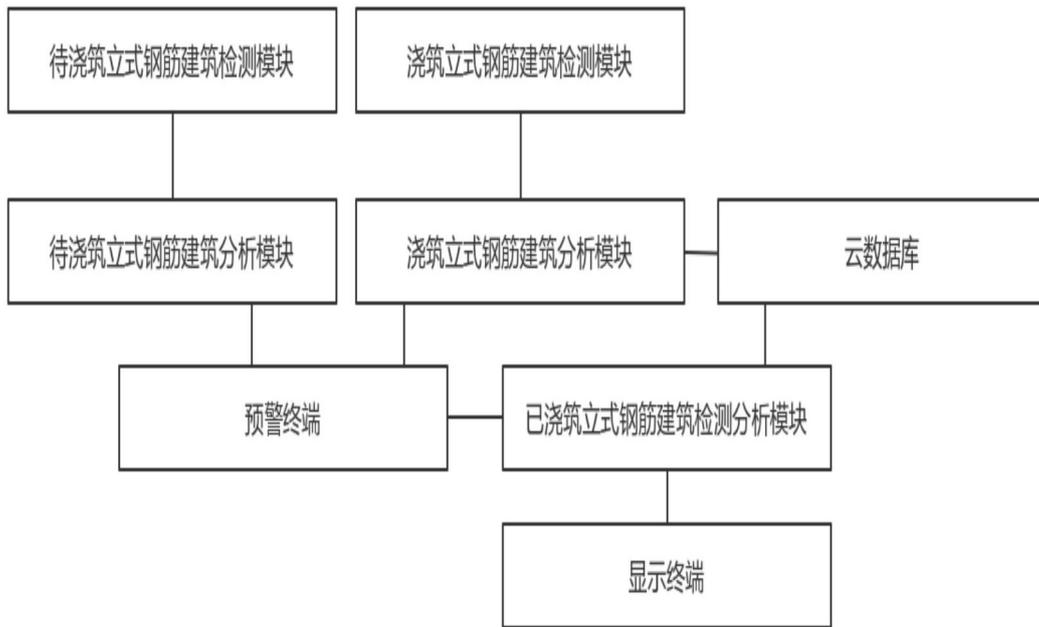


图1

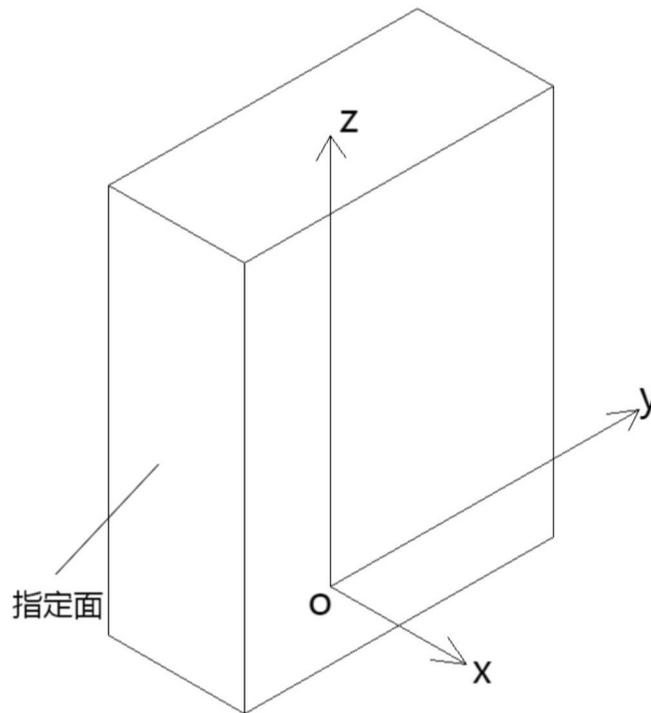


图2

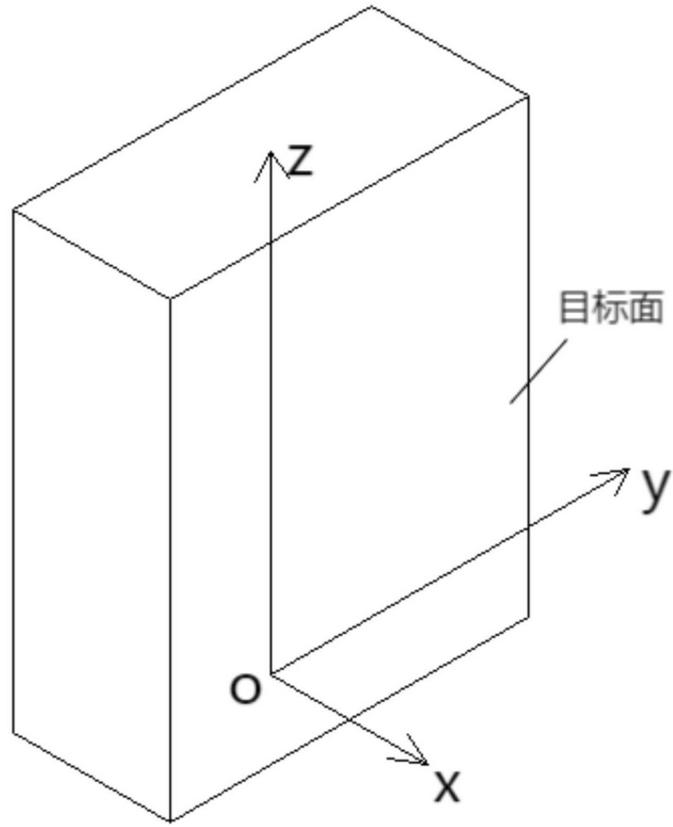


图3