



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113095244 A

(43) 申请公布日 2021.07.09

(21) 申请号 202110414991.8

(22) 申请日 2021.04.17

(71) 申请人 武汉财源通网络科技有限公司
地址 430070 湖北省武汉市洪山区野芷湖西路16号创意天地

(72) 发明人 王国炎

(51) Int. Cl.
G06K 9/00 (2006.01)
G06K 9/46 (2006.01)
G06K 9/62 (2006.01)

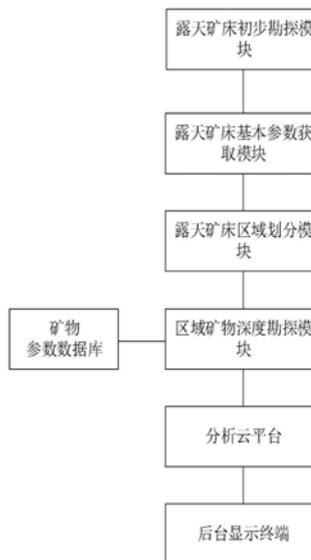
权利要求书4页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统

(57) 摘要

本发明公开基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统,包括露天矿床初步勘探模块、露天矿床基本参数获取模块、露天矿床区域划分模块、区域矿物深度勘探模块、矿物参数数据库、分析云平台和后台显示终端,本发明通过采用无人机找矿方式对矿山进行矿物资源初步勘探,以寻找到露天矿床所在地理位置,并对露天矿床进行区域划分,以此对划分的各矿床子区域内的所有矿石进行外形特征提取,以筛选出有用矿石,进而对筛选出的有用矿石利用X射线探测器获取其内部组成成分的分布状况,由此统计露天矿床对应的矿物资源综合存储系数,提高了勘探效率,节省了大量的人力勘探成本和物力勘探成本,进而提高了勘探水平。



1. 基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统,其特征在于:包括露天矿床初步勘探模块、露天矿床基本参数获取模块、露天矿床区域划分模块、区域矿物深度勘探模块、矿物参数数据库、分析云平台 and 后台显示终端;

所述露天矿床初步勘探模块用于通过无人机对矿山进行初步勘探,以确定矿山中存在的露天矿床的数量及其所在地理位置,并对确定的各露天矿床按照预定义的顺序进行编号,依次标记为 $1, 2, \dots, i, \dots, n$;

所述露天矿床基本参数获取模块用于根据确定的各露天矿床所在地理位置对应找到各露天矿床,并获取各露天矿床的长度、宽度和深度,进而将各露天矿床的长度、宽度和深度构成露天矿床基本参数集合 $G_w(g_w1, g_w2, \dots, g_wi, \dots, g_wn)$, g_wi 表示为第 i 个露天矿床的基本参数对应的数据, w 表示为基本参数, $w=f1, f2, f3$,分别表示为长度、宽度、深度,露天矿床基本参数获取模块将露天矿床基本参数集合发送至露天矿床区域划分模块;

所述露天矿床区域划分模块接收露天矿床基本参数获取模块发送的露天矿床基本参数集合,并根据露天矿床基本参数集合将各露天矿床进行区域划分,得到划分的各矿床子区域,进而对各露天矿床划分的各矿床子区域进行编号,分别标记为 $1, 2, \dots, j, \dots, m$;

所述矿物参数数据库用于存储有用矿石对应的外形特征,存储各种矿物资源对应 X 射线底片中显示的灰度值,并存储有用矿物资源名称;

所述区域矿物深度勘探模块用于对各露天矿床划分的各矿床子区域进行矿物资源深度勘探,并将深度勘探得到的各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量、有用矿石数量和各有用矿石对应的矿物资源有效存储系数发送至分析云平台,其中区域矿物深度勘探模块具体包括区域图像采集模块、区域矿石数量统计模块、矿石外形特征提取模块、有用矿石筛选模块和有用矿石矿物分析模块;

所述区域图像采集模块用于对各露天矿床划分的各矿床子区域进行图像采集,得到各露天矿床对应各矿床子区域的图像,并对其进行高清处理,得到处理后的各露天矿床对应各矿床子区域的图像;

所述区域矿石数量统计模块用于根据处理后的各露天矿床对应各矿床子区域的图像统计各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量,并获取各矿石所在地理位置,同时对统计的各矿石进行编号,分别标记为 $1, 2, \dots, a, \dots, z$;

所述矿石外形特征提取模块用于根据获取的各露天矿床内各矿床子区域中各矿石所在地理位置,将各露天矿床对应各矿床子区域的图像分别聚焦在各矿石所在区域,并提取各矿石的颜色特征、外形轮廓特征和表面沟壑特征,由此得到各露天矿床内各矿床子区域中各矿石的颜色色度、外形形状和表面沟壑形状,进而将其构成区域矿石外形特征集合 P_r^{ij} ($p_r^{ij}1, p_r^{ij}2, \dots, p_r^{ij}a, \dots, p_r^{ij}z$), $p_r^{ij}a$ 表示为第 i 个露天矿床内第 j 个矿床子区域中第 a 个矿石的外形特征对应的数据, r 表示为外形特征, $r=u1, u2, u3$,分别表示为颜色色度、外形形状、表面沟壑形状,矿石外形特征提取模块将区域矿石外形特征集合发送至有用矿石筛选模块;

所述有用矿石筛选模块接收矿石外形特征提取模块发送的区域矿石外形特征集合,并从矿物参数数据库中提取有用矿石对应的外形特征,进而将区域矿石外形特征集合内各露天矿床内各矿床子区域中各矿石的外形特征分别与有用矿石对应的外形特征进行匹配,若某露天矿床内某矿床子区域中某矿石的外形特征与有用矿石对应的外形特征匹配成功,则

表明该矿石为有用矿石,并记录该矿石编号,由此筛选出各露天矿床内各矿床子区域中存在的有用矿石数量及各有用矿石对应的编号,可记为 $1, 2, \dots, b, \dots, y$,同时将其发送至有用矿石矿物分析模块;

所述有用矿石矿物分析模块接收有用矿石筛选模块发送的各露天矿床内各矿床子区域中存在的有用矿石编号,进而对有用矿石进行矿物资源存储分析,其具体分析过程包括以下步骤:

S1:采用X射线探测仪对各露天矿床内各矿床子区域中存在的各有用矿石进行X射线照射,其发射的X射线穿透有用矿石表面通过射线胶片予以显像记录,以此获得各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线胶片,并将其进行暗室处理,得到各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片;

S2:按照各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片上显示的灰度值差异,对各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片进行同一灰度值所在区域轮廓提取,其提取的各同一灰度值所在区域轮廓将各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片分割为各子区域射线底片,其中各子区域射线底片对应的灰度值区域分别对应一种组成成分,此时统计各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片分割的子区域射线底片数量,由此得到各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的组成成分数量,同时对各有用矿石对应的各组成成分进行编号,分别标记为 $1, 2, \dots, k, \dots, x$;

S3:采用黑度计分别检测各子区域射线底片的灰度值,得到各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应各组成成分对应的灰度值;

S4:将各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应各组成成分对应的灰度值与矿物参数数据库中各种矿物资源对在X射线底片中显示的灰度值进行对比,由此得到各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应各组成成分对应的矿物资源名称;

S5:根据各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片分割的各子区域射线底片对应的区域轮廓获取各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应各矿物资源的含量,并将其构成区域有用矿石矿物资源含量集合 $Q^{ij}_b (q^{ij}_b1, q^{ij}_b2, \dots, q^{ij}_bk, \dots, q^{ij}_bx), q^{ij}_bk$ 表示为第 i 个露天矿床内第 j 个矿床子区域中第 b 个有用矿石对应的第 k 种矿物资源的含量;

S6:将各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的各矿物资源名称与矿物参数数据库中有用矿物资源名称进行匹配,并统计各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的矿物资源中匹配成功的矿物资源数量及其对应的编号,其匹配成功的矿物资源数量即为各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的有用矿物资源数量,根据统计的各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的有用矿物资源编号从区域有用矿石矿物资源含量集合中筛选出各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的各有用矿物资源含量;

S7:将筛选出的各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的各有用矿物资源含量进行叠加,得到各有用矿石对应的有用矿物资源总含量,此时根据区域有用矿石矿物资源含量集合和各有用矿石对应的有用矿物资源总含量统计各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的矿物资源有效存储系数;

所述分析云平台接收区域矿物深度勘探模块发送的各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量、有用矿石数量和各有用矿石对应的矿物资源有效存储系数,并根据各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量和有用矿石数量统计各露天矿床内各矿床子区域

对应的有用矿石储量系数,同时根据各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的矿物资源有效存储系数和各露天矿床内各矿床子区域对应的有用矿石储量系数统计各露天矿床对应的矿物资源综合存储系数,进而将各露天矿床按照其对应的矿物资源综合存储系数由大到小的顺序进行排序,得到各露天矿床的排序结果,并将其发送至后台显示终端;

所述后台显示终端接收分析云平台发送的各露天矿床的排序结果,并进行显示。

2. 根据权利要求1所述的基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统,其特征在于:所述露天矿床初步勘探模块通过无人机对矿山进行初步勘探,其具体勘探过程执行以下步骤:

H1: 在无人机上安装高清摄像头和GPS定位仪,无人机在矿山上方进行飞行的过程中,实时控制高清摄像头对无人机下方的矿山区域进行图像采集;

H2: 将实时采集的矿山区域图像与预先设置的露天矿床图像进行对比,并统计对比相似度,当统计的对比相似度大于预设的对比相似度阈值,则表明此时无人机下方的矿山区域为露天矿床,与此同时通过无人机上安装的GPS定位仪对无人机下方的矿山区域进行定位,由此得到矿山中露天矿床所在地理位置。

3. 根据权利要求1所述的基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统,其特征在于:所述露天矿床区域划分模块根据露天矿床基本参数集合将各露天矿床进行区域划分,其具体划分方法如下:

T1: 根据露天矿床基本参数集合统计各露天矿床的体积,其计算公式为 $V_i = g_{f1} i * g_{f2} i * g_{f3} i$;

T2: 按照空间网格化划分方法将各露天矿床的体积进行均匀等分,各等分体积所处露天矿床区域即为各矿床子区域。

4. 根据权利要求1所述的基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统,其特征在于:所述区域矿石数量统计模块根据处理后的各露天矿床对应各矿床子区域的图像统计各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量,其具体统计方法为对处理后的各露天矿床对应各矿床子区域的图像进行矿石轮廓提取,并统计提取的矿石轮廓数量,其统计的矿石轮廓数量即为各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量。

5. 根据权利要求1所述的基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统,其特征在于:所述有用矿石筛选模块中某露天矿床内某矿床子区域中某矿石的外形特征与有用矿石对应的外形特征匹配成功,其中匹配成功是指该矿石的颜色色度、外形形状和表面沟壑形状均与有用矿石对应的颜色色度、外形形状和表面沟壑形状相同。

6. 根据权利要求1所述的基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统,其特征在于:所述各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的矿物资源有效存储

系数的计算公式为
$$\xi^{ij} b = \frac{q_b^{ij}}{\sum_{k=1}^x q_b^{ij} k}$$
 , $\xi^{ij} b$ 表示为第i个露天矿床内第j个矿床子区域中第b个

有用矿石对应的矿物资源有效存储系数, q_b^{ij} 表示为第i个露天矿床内第j个矿床子区域中第b个有用矿石对应的有用矿物资源总含量。

7. 根据权利要求1所述的基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系

统,其特征在于:所述各露天矿床内各矿床子区域对应的有用矿石储量系数的计算公式为

$$\eta_{ij} = \frac{d_{ij}}{D_{ij}}, \quad \eta_{ij} \text{表示为第} i \text{个露天矿床内第} j \text{个矿床子区域对应的有用矿石储量系数, } d_{ij}、D_{ij}$$

分别表示为第*i*个露天矿床内第*j*个矿床子区域中存在的有用矿石数量、矿石数量。

8.根据权利要求1所述的基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统,其特征在于:所述各露天矿床对应的矿物资源综合存储系数的计算公式为

$$\varphi_i = \sum_{j=1}^m \left(\eta_{ij} * \sum_{b=1}^y \xi^{ij} b \right), \quad \varphi_i \text{表示为第} i \text{个露天矿床对应的矿物资源综合存储系数。}$$

基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统

技术领域

[0001] 本发明属于矿物资源勘探技术领域,具体涉及基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统。

背景技术

[0002] 矿物资源是社会发展所需的重要能源之一,矿物资源的开采关系着国民生产的大计。近年来,随着我国国民经济的迅猛发展,工业在矿物资源方面的需求量也在逐渐的加大,为了满足生产、生活对矿物资源的需求,需要不断提升矿物资源的勘探效率。但目前传统的矿物资源勘探方式勘探效率低下,其具体体现在以下两个方面:

[0003] 1.找矿:传统的矿物资源勘探中找矿工作大多是通过人工在矿山区域寻找露天矿床,该找矿方式费时费力,不仅浪费了大量的人力成本,还降低了找矿效率,同时由于人工的局限性,会存在矿床漏寻找的问题,导致找矿的精准度下降;

[0004] 2.矿石矿物资源分析:传统的矿物资源勘探中矿石矿物资源分析工作大多是对露天矿床内的所有矿石首先进行矿石样本采集,并对采集的矿石样本采用检测设备进行组成成分化验,以此根据组成成分化验结果分析出该矿床的矿物资源分布情况,该分析方式一方面在进行矿石样本采集过程中,可能会损坏原本矿石的结构,导致原本矿石不完整;另一方面采用检测设备对矿床内所有矿石均进行组成成分化验,会浪费大量的检测设备成本,同时其化验需要时间,不能很快地得到化验结果,导致矿物资源分析效率大大降低;

[0005] 综上所述,目前传统的矿物资源勘探方式不仅浪费了大量的人力勘探成本和物力勘探成本,还降低了勘探效率,导致当前矿物资源勘探智能化程度不足,勘探水平得不到提高,难以满足当前矿物资源勘探的高效率需求。鉴于此,本发明设计基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统,通过采用无人机找矿方式对矿山进行矿物资源初步勘探,以寻找到露天矿床所在地理位置,并对露天矿床进行区域划分,以此对划分的各矿床子区域内的所有矿石进行外形特征提取,以筛选出有用矿石,进而对筛选出的有用矿石利用X射线探测仪获取其内部组成成分的分布状况,由此统计露天矿床对应的矿物资源综合存储系数,有效解决了背景技术提到的问题。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0008] 基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统,包括露天矿床初步勘探模块、露天矿床基本参数获取模块、露天矿床区域划分模块、区域矿物深度勘探模块、矿物参数数据库、分析云平台 and 后台显示终端;

[0009] 所述露天矿床初步勘探模块用于通过无人机对矿山进行初步勘探,以确定矿山中存在的露天矿床的数量及其所在地理位置,并对确定的各露天矿床按照预定义的顺序进行

编号,依次标记为 $1,2,\dots,i,\dots,n$;

[0010] 所述露天矿床基本参数获取模块用于根据确定的各露天矿床所在地理位置对应找到各露天矿床,并获取各露天矿床的长度、宽度和深度,进而将各露天矿床的长度、宽度和深度构成露天矿床基本参数集合 $G_w(g_w1,g_w2,\dots,g_wi,\dots,g_wn)$, g_wi 表示为第 i 个露天矿床的基本参数对应的数据, w 表示为基本参数, $w=f1,f2,f3$,分别表示为长度、宽度、深度,露天矿床基本参数获取模块将露天矿床基本参数集合发送至露天矿床区域划分模块;

[0011] 所述露天矿床区域划分模块接收露天矿床基本参数获取模块发送的露天矿床基本参数集合,并根据露天矿床基本参数集合将各露天矿床进行区域划分,得到划分的各矿床子区域,进而对各露天矿床划分的各矿床子区域进行编号,分别标记为 $1,2,\dots,j,\dots,m$;

[0012] 所述矿物参数数据库用于存储有用矿石对应的外形特征,存储各种矿物资源对应X射线底片中显示的灰度值,并存储有用矿物资源名称;

[0013] 所述区域矿物深度勘探模块用于对各露天矿床划分的各矿床子区域进行矿物资源深度勘探,并将深度勘探得到的各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量、有用矿石数量和各有用矿石对应的矿物资源有效存储系数发送至分析云平台,其中区域矿物深度勘探模块具体包括区域图像采集模块、区域矿石数量统计模块、矿石外形特征提取模块、有用矿石筛选模块和有用矿石矿物分析模块;

[0014] 所述区域图像采集模块用于对各露天矿床划分的各矿床子区域进行图像采集,得到各露天矿床对应各矿床子区域的图像,并对其进行高清处理,得到处理后的各露天矿床对应各矿床子区域的图像;

[0015] 所述区域矿石数量统计模块用于根据处理后的各露天矿床对应各矿床子区域的图像统计各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量,并获取各矿石所在地理位置,同时对统计的各矿石进行编号,分别标记为 $1,2,\dots,a,\dots,z$;

[0016] 所述矿石外形特征提取模块用于根据获取的各露天矿床内各矿床子区域中各矿石所在地理位置,将各露天矿床对应各矿床子区域的图像分别聚焦在各矿石所在区域,并提取各矿石的颜色特征、外形轮廓特征和表面沟壑特征,由此得到各露天矿床内各矿床子区域中各矿石的颜色色度、外形形状和表面沟壑形状,进而将其构成区域矿石外形特征集合 $P_r^{ij}(p_r^{ij}1,p_r^{ij}2,\dots,p_r^{ij}a,\dots,p_r^{ij}z)$, $p_r^{ij}a$ 表示为第 i 个露天矿床内第 j 个矿床子区域中第 a 个矿石的外形特征对应的数据, r 表示为外形特征, $r=u1,u2,u3$,分别表示为颜色色度、外形形状、表面沟壑形状,矿石外形特征提取模块将区域矿石外形特征集合发送至有用矿石筛选模块;

[0017] 所述有用矿石筛选模块接收矿石外形特征提取模块发送的区域矿石外形特征集合,并从矿物参数数据库中提取有用矿石对应的外形特征,进而将区域矿石外形特征集合内各露天矿床内各矿床子区域中各矿石的外形特征分别与有用矿石对应的外形特征进行匹配,若某露天矿床内某矿床子区域中某矿石的外形特征与有用矿石对应的外形特征匹配成功,则表明该矿石为有用矿石,并记录该矿石编号,由此筛选出各露天矿床内各矿床子区域中存在的有用矿石数量及各有用矿石对应的编号,可记为 $1,2,\dots,b,\dots,y$,同时将其发送至有用矿石矿物分析模块;

[0018] 所述有用矿石矿物分析模块接收有用矿石筛选模块发送的各露天矿床内各矿床

子区域中存在的有用矿石编号,进而对有用矿石进行矿物资源存储分析,其具体分析过程包括以下步骤:

[0019] S1:采用X射线探测仪对各露天矿床内各矿床子区域中存在的各有用矿石进行X射线照射,其发射的X射线穿透有用矿石表面通过射线胶片予以显像记录,以此获得各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线胶片,并将其进行暗室处理,得到各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片;

[0020] S2:按照各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片上显示的灰度值差异,对各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片进行同一灰度值所在区域轮廓提取,其提取的各同一灰度值所在区域轮廓将各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片分割为各子区域射线底片,其中各子区域射线底片对应的灰度值区域分别对应一种组成成分,此时统计各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片分割的子区域射线底片数量,由此得到各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的组成成分数量,同时对各有用矿石对应的各组成成分进行编号,分别标记为 $1, 2, \dots, k, \dots, x$;

[0021] S3:采用黑度计分别检测各子区域射线底片的灰度值,得到各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应各组成成分对应的灰度值;

[0022] S4:将各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应各组成成分对应的灰度值与矿物参数数据库中各种矿物资源对在X射线底片中显示的灰度值进行对比,由此得到各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应各组成成分对应的矿物资源名称;

[0023] S5:根据各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片分割的各子区域射线底片对应的区域轮廓获取各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应各矿物资源的含量,并将其构成区域有用矿石矿物资源含量集合 $Q^{ij}_b(q^{ij}_b1, q^{ij}_b2, \dots, q^{ij}_bk, \dots, q^{ij}_bx)$, q^{ij}_bk 表示为第 i 个露天矿床内第 j 个矿床子区域中第 b 个有用矿石对应的第 k 种矿物资源的含量;

[0024] S6:将各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的各矿物资源名称与矿物参数数据库中有用矿物资源名称进行匹配,并统计各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的矿物资源中匹配成功的矿物资源数量及其对应的编号,其匹配成功的矿物资源数量即为各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的有用矿物资源数量,根据统计的各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的有用矿物资源编号从区域有用矿石矿物资源含量集合中筛选出各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的各有用矿物资源含量;

[0025] S7:将筛选出的各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的各有用矿物资源含量进行叠加,得到各有用矿石对应的有用矿物资源总含量,此时根据区域有用矿石矿物资源含量集合和各有用矿石对应的有用矿物资源总含量统计各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的矿物资源有效存储系数;

[0026] 所述分析云平台接收区域矿物深度勘探模块发送的各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量、有用矿石数量和各有用矿石对应的矿物资源有效存储系数,并根据各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量和有用矿石数量统计各露天矿床内各矿床子区域对应的有用矿石储量系数,同时根据各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的矿物资源有效存储系数和各露天矿床内各矿床子区域对应的有用矿石储量系数统计各露天矿床对应的矿物资源综合存储系数,进而将各露天矿床按照其对应的矿物资源综合存储

系数由大到小的顺序进行排序,得到各露天矿床的排序结果,并将其发送至后台显示终端;

[0027] 所述后台显示终端接收分析云平台发送的各露天矿床的排序结果,并进行显示。

[0028] 在一种可能实施的方式中,所述露天矿床初步勘探模块通过无人机对矿山进行初步勘探,其具体勘探过程执行以下步骤:

[0029] H1:在无人机上安装高清摄像头和GPS定位仪,无人机在矿山上方进行飞行的过程中,实时控制高清摄像头对无人机下方的矿山区域进行图像采集;

[0030] H2:将实时采集的矿山区域图像与预先设置的露天矿床图像进行对比,并统计对比相似度,当统计的对比相似度大于预设的对比相似度阈值,则表明此时无人机下方的矿山区域为露天矿床,与此同时通过无人机上安装的GPS定位仪对无人机下方的矿山区域进行定位,由此得到矿山中露天矿床所在地理位置。

[0031] 在一种可能实施的方式中,所述露天矿床区域划分模块根据露天矿床基本参数集合将各露天矿床进行区域划分,其具体划分方法如下:

[0032] T1:根据露天矿床基本参数集合统计各露天矿床的体积,其计算公式为 $V_i = g_{f1} i * g_{f2} i * g_{f3} i$;

[0033] T2:按照空间网格化划分方法将各露天矿床的体积进行均匀等分,各等分体积所处露天矿床区域即为各矿床子区域。

[0034] 在一种可能实施的方式中,所述区域矿石数量统计模块根据处理后的各露天矿床对应各矿床子区域的图像统计各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量,其具体统计方法为对处理后的各露天矿床对应各矿床子区域的图像进行矿石轮廓提取,并统计提取的矿石轮廓数量,其统计的矿石轮廓数量即为各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量。

[0035] 在一种可能实施的方式中,所述有用矿石筛选模块中某露天矿床内某矿床子区域中某矿石的外形特征与有用矿石对应的外形特征匹配成功,其中匹配成功是指该矿石的颜色色度、外形形状和表面沟壑形状均与有用矿石对应的颜色色度、外形形状和表面沟壑形状相同。

[0036] 在一种可能实施的方式中,所述各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的

矿物资源有效存储系数的计算公式为
$$\xi^{ij} b = \frac{q_b^{ij}}{\sum_{k=1}^x q_b^{ij} k}$$
 , $\xi^{ij} b$ 表示为第i个露天矿床内第j个矿床子区域中第b个有用矿石对应的矿物资源有效存储系数, q_b^{ij} 表示为第i个露天矿床内第j个矿床子区域中第b个有用矿石对应的有用矿物资源总含量。

[0037] 在一种可能实施的方式中,所述各露天矿床内各矿床子区域对应的有用矿石储量

系数的计算公式为 $\eta_{ij} = \frac{d_{ij}}{D_{ij}}$, η_{ij} 表示为第i个露天矿床内第j个矿床子区域对应的有用矿石

储量系数, d_{ij} 、 D_{ij} 分别表示为第i个露天矿床内第j个矿床子区域中存在的有用矿石数量、矿石数量。

[0038] 在一种可能实施的方式中,所述各露天矿床对应的矿物资源综合存储系数的计算

公式为 $\varphi_i = \sum_{j=1}^m \left(\eta_{ij} * \sum_{b=1}^y \xi^{ijb} \right)$, φ_i 表示为第i个露天矿床对应的矿物资源综合存储系数。

[0039] 本发明的有益效果如下:

[0040] (1) 本发明通过在无人机上安装高清摄像头和GPS定位仪,并控制无人机在矿山上飞行,以实时拍摄无人机下方的矿山区域图像,以此对矿山进行矿物资源初步勘探,从中确定矿山中露天矿山所在地理位置,该初步勘探充分结合了矿床的外在特征,将实时拍摄的矿山区域图像与矿床图像进行对比,从而快速准确地寻找到露天矿山所在地理位置,大大提高了找矿效率和找矿的精准度,同时降低了大量的人力成本,有效克服了弥补了目前传统的矿物资源勘探方式中人工找矿存在的费时费力及矿床漏寻找的问题。

[0041] (2) 本发明通过对露天矿床内的所有矿石进行外形特征提取,进而将提取的所有矿石的外形特征与有用矿石的外形特征进行匹配,从中筛选出露天矿床内存在的有用矿石,该筛选方式充分利用了矿石的外形特征,从而精确筛选出有用矿石,为后续只对有用矿石进行矿物资源分析大大缩短了分析时长,进而提高了分析效率,弥补了目前传统的矿物资源勘探方式中矿石矿物资源分析过程中采用检测设备对露天矿床内所有矿石均进行组成成分化验存在的浪费大量的检测设备成本及延长分析时长的不足。

[0042] (3) 本发明采用X射线探测器对有用矿石进行矿物资源分析,该分析方法具有智能化水平高和实用性强的特点,一方面可以很快得到分析结果,提高了分析效率,另一方面在分析过程中不会破坏原本矿石的结构,具有无损性,能够较好地保存原本矿石的完整性,有效克服了目前传统的矿物资源勘探方式中矿石矿物资源分析过程中采集矿石样本造成了破坏原本矿石的结构弊端,同时还弥补了采用检测设备对矿石进行组成成分化验造成的矿物资源分析效率下降的不足。

附图说明

[0043] 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。

[0044] 图1为本发明的模块连接示意图;

[0045] 图2为本发明的区域矿物深度勘探模块连接示意图。

具体实施方式

[0046] 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。

[0047] 参照图1所示,基于物联网和特征识别的矿物资源勘探多维度分析处理系统,包括露天矿床初步勘探模块、露天矿床基本参数获取模块、露天矿床区域划分模块、区域矿物深度勘探模块、矿物参数数据库、分析云平台 and 后台显示终端,其中露天矿床初步勘探模块与露天矿床基本参数获取模块连接,露天矿床基本参数获取模块与露天矿床区域划分模块连

接,露天矿床区域划分模块与区域矿物深度勘探模块连接,区域矿物深度勘探模块与分析云平台连接,分析云平台与后台显示终端连接。

[0048] 露天矿床初步勘探模块用于通过无人机对矿山进行初步勘探,其具体勘探过程执行以下步骤:

[0049] H1:在无人机上安装高清摄像头和GPS定位仪,无人机在矿山上方进行飞行的过程中,实时控制高清摄像头对无人机下方的矿山区域进行图像采集;

[0050] H2:将实时采集的矿山区域图像与预先设置的露天矿床图像进行对比,并统计对比相似度,当统计的对比相似度大于预设的对比相似度阈值,则表明此时无人机下方的矿山区域为露天矿床,与此同时通过无人机上安装的GPS定位仪对无人机下方的矿山区域进行定位,由此得到矿山中露天矿床所在地理位置,并对确定的各露天矿床按照预定义的顺序进行编号,依次标记为 $1, 2, \dots, i, \dots, n$ 。

[0051] 本实施例通过在无人机上安装高清摄像头和GPS定位仪,并控制无人机在矿山上方飞行,以实时拍摄无人机下方的矿山区域图像,以此对矿山进行矿物资源初步勘探,从中确定矿山中露天矿床所在地理位置,该初步勘探充分结合了矿床的外在特征,将实时拍摄的矿山区域图像与矿床图像进行对比,从而快速准确地寻找到露天矿床所在地理位置,大大提高了找矿效率和找矿的精准度,同时降低了大量的人力成本,有效克服了弥补了目前传统的矿物资源勘探方式中人工找矿存在的费时费力及矿床漏寻找的问题。

[0052] 露天矿床基本参数获取模块用于根据确定的各露天矿床所在地理位置对应找到各露天矿床,并获取各露天矿床的长度、宽度和深度,进而将各露天矿床的长度、宽度和深度构成露天矿床基本参数集合 $G_w(g_{w1}, g_{w2}, \dots, g_{wi}, \dots, g_{wn})$, g_{wi} 表示为第 i 个露天矿床的基本参数对应的数据, w 表示为基本参数, $w=f1, f2, f3$,分别表示为长度、宽度、深度,露天矿床基本参数获取模块将露天矿床基本参数集合发送至露天矿床区域划分模块。

[0053] 露天矿床区域划分模块接收露天矿床基本参数获取模块发送的露天矿床基本参数集合,并根据露天矿床基本参数集合将各露天矿床进行区域划分,其具体划分方法如下:

[0054] T1:根据露天矿床基本参数集合统计各露天矿床的体积,其计算公式为 $V_i = g_{f1i} * g_{f2i} * g_{f3i}$;

[0055] T2:按照空间网格化划分方法将各露天矿床的体积进行均匀等分,各等分体积所处露天矿床区域即为各矿床子区域,进而对各露天矿床划分的各矿床子区域进行编号,分别标记为 $1, 2, \dots, j, \dots, m$ 。

[0056] 矿物参数数据库用于存储有用矿石对应的外形特征,存储各种矿物资源对应X射线底片中显示的灰度值,并存储有用矿物资源名称。

[0057] 参照图2所示,区域矿物深度勘探模块用于对各露天矿床划分的各矿床子区域进行矿物资源深度勘探,并将深度勘探得到的各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量、有用矿石数量和各有用矿石对应的矿物资源有效存储系数发送至分析云平台,其中区域矿物深度勘探模块具体包括区域图像采集模块、区域矿石数量统计模块、矿石外形特征提取模块、有用矿石筛选模块和有用矿石矿物分析模块。

[0058] 区域图像采集模块用于对各露天矿床划分的各矿床子区域进行图像采集,得到各露天矿床对应各矿床子区域的图像,并对其进行高清处理,得到处理后的各露天矿床对应各矿床子区域的图像。

[0059] 区域矿石数量统计模块用于根据处理后的各露天矿床对应各矿床子区域的图像统计各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量,其具体统计方法为对处理后的各露天矿床对应各矿床子区域的图像进行矿石轮廓提取,并统计提取的矿石轮廓数量,其统计的矿石轮廓数量即为各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量,并对统计的各矿石进行编号,分别标记为 $1, 2, \dots, a, \dots, z$,同时获取各矿石所在地理位置。

[0060] 矿石外形特征提取模块用于根据获取的各露天矿床内各矿床子区域中各矿石所在地理位置,将各露天矿床对应各矿床子区域的图像分别聚焦在各矿石所在区域,并提取各矿石的颜色特征、外形轮廓特征和表面沟壑特征,由此得到各露天矿床内各矿床子区域中各矿石的颜色色度、外形形状和表面沟壑形状,进而将其构成区域矿石外形特征集合 P^{ij}_r ($p^{ij}_r1, p^{ij}_r2, \dots, p^{ij}_ra, \dots, p^{ij}_rz$), p^{ij}_ra 表示为第 i 个露天矿床内第 j 个矿床子区域中第 a 个矿石的外形特征对应的数据, r 表示为外形特征, $r=u1, u2, u3$,分别表示为颜色色度、外形形状、表面沟壑形状,矿石外形特征提取模块将区域矿石外形特征集合发送至有用矿石筛选模块。

[0061] 有用矿石筛选模块接收矿石外形特征提取模块发送的区域矿石外形特征集合,并从矿物参数数据库中提取有用矿石对应的外形特征,进而将区域矿石外形特征集合内各露天矿床内各矿床子区域中各矿石的外形特征分别与有用矿石对应的外形特征进行匹配,若某露天矿床内某矿床子区域中某矿石的外形特征与有用矿石对应的外形特征匹配成功,其中匹配成功是指该矿石的颜色色度、外形形状和表面沟壑形状均与有用矿石对应的颜色色度、外形形状和表面沟壑形状相同,则表明该矿石为有用矿石,并记录该矿石编号,由此筛选出各露天矿床内各矿床子区域中存在的有用矿石数量及各有用矿石对应的编号,可记为 $1, 2, \dots, b, \dots, y$,同时将其发送至有用矿石矿物分析模块。

[0062] 本实施例中通过对露天矿床内的所有矿石进行外形特征提取,进而将提取的所有矿石的外形特征与有用矿石的外形特征进行匹配,从中筛选出露天矿床内存在的有用矿石,该筛选方式充分利用了矿石的外形特征,从而精确筛选出有用矿石,为后续只对有用矿石进行矿物资源分析大大缩短了分析时长,进而提高了分析效率,弥补了目前传统的矿物资源勘探方式中矿石矿物资源分析过程中采用检测设备对露天矿床内所有矿石均进行组成成分化验存在的浪费大量的检测设备成本及延长分析时长的不足。

[0063] 有用矿石矿物分析模块接收有用矿石筛选模块发送的各露天矿床内各矿床子区域中存在的有用矿石编号,进而对有用矿石进行矿物资源存储分析,其具体分析过程包括以下步骤:

[0064] S1:采用X射线探测器对各露天矿床内各矿床子区域中存在的各有用矿石进行X射线照射,其发射的X射线穿透有用矿石表面通过射线胶片予以显像记录,以此获得各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线胶片,并将其进行暗室处理,得到各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片;

[0065] S2:按照各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片上显示的灰度值差异,对各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片进行同一灰度值所在区域轮廓提取,其提取的各同一灰度值所在区域轮廓将各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片分割为各子区域射线底片,其中各子区域射线底片对应的灰度值区域分别对应一种组成成分,此时统计各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片分割的子区域射线底

片数量,由此得到各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的组成成分数量,同时对各有用矿石对应的各组成成分进行编号,分别标记为 $1, 2, \dots, k, \dots, x$;

[0066] S3:采用黑度计分别检测各子区域射线底片的灰度值,得到各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应各组成成分对应的灰度值;

[0067] S4:将各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应各组成成分对应的灰度值与矿物参数数据库中各种矿物资源对在X射线底片中显示的灰度值进行对比,由此得到各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应各组成成分对应的矿物资源名称;

[0068] S5:根据各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石射线底片分割的各子区域射线底片对应的区域轮廓获取各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应各矿物资源的含量,并将其构成区域有用矿石矿物资源含量集合 $Q^{ij}_b (q^{ij}_b1, q^{ij}_b2, \dots, q^{ij}_bk, \dots, q^{ij}_bx)$, q^{ij}_bk 表示为第i个露天矿床内第j个矿床子区域中第b个有用矿石对应的第k种矿物资源的含量;

[0069] S6:将各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的各矿物资源名称与矿物参数数据库中有用矿物资源名称进行匹配,并统计各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的矿物资源中匹配成功的矿物资源数量及其对应的编号,其匹配成功的矿物资源数量即为各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的有用矿物资源数量,根据统计的各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的有用矿物资源编号从区域有用矿石矿物资源含量集合中筛选出各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的各有用矿物资源含量;

[0070] S7:将筛选出的各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的各有用矿物资源含量进行叠加,得到各有用矿石对应的有用矿物资源总含量,此时根据区域有用矿石矿物资源含量集合和各有用矿石对应的有用矿物资源总含量统计各露天矿床内各矿床子区域

中各有用矿石对应的矿物资源有效存储系数
$$\xi^{ij}_b = \frac{q^{ij}_b}{\sum_{k=1}^x q^{ij}_bk}$$
 ξ^{ij}_b 表示为第i个露天矿床内

第j个矿床子区域中第b个有用矿石对应的矿物资源有效存储系数, q^{ij}_b 表示为第i个露天矿床内第j个矿床子区域中第b个有用矿石对应的有用矿物资源总含量。

[0071] 本实施例采用X射线探测器对有用矿石进行矿物资源分析,该分析方法具有智能化水平高和实用性强的特点,一方面可以很快得到分析结果,提高了分析效率,另一方面在分析过程中不会破坏原本矿石的结构,具有无损性,能够较好地保存原本矿石的完整性,有效克服了目前传统的矿物资源勘探方式中矿石矿物资源分析过程中采集矿石样本造成了破坏原本矿石的结构弊端,同时还弥补了采用检测设备对矿石进行组成成分化验造成的矿物资源分析效率下降的不足。

[0072] 分析云平台接收区域矿物深度勘探模块发送的各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量、有用矿石数量和各有用矿石对应的矿物资源有效存储系数,并根据各露天矿床内各矿床子区域中存在的矿石数量和有用矿石数量统计各露天矿床内各矿床子区域

对应的有用矿石储量系数
$$\eta_{ij} = \frac{d_{ij}}{D_{ij}}$$
 η_{ij} 表示为第i个露天矿床内第j个矿床子区域对应的

有用矿石储量系数, d_{ij} 、 D_{ij} 分别表示为第 i 个露天矿床内第 j 个矿床子区域中存在的有用矿石数量、矿石数量, 同时根据各露天矿床内各矿床子区域中各有用矿石对应的矿物资源有效存储系数和各露天矿床内各矿床子区域对应的有用矿石储量系数统计各露天矿床对应的

的矿物资源综合存储系数 $\varphi_i = \sum_{j=1}^m \left(\eta_{ij} * \sum_{b=1}^y \xi^{ij} b \right)$, φ_i 表示为第 i 个露天矿床对应的矿物

资源综合存储系数, 进而将各露天矿床按照其对应的矿物资源综合存储系数由大到小的顺序进行排序, 得到各露天矿床的排序结果, 并将其发送至后台显示终端。

[0073] 本实施例通过对矿山内的各露天矿床进行排序, 其排序结果直观展示了各露天矿床内矿物资源综合存储量的排列状况, 为开采人员确定该矿山内露天矿床的开采顺序提供可靠的参考依据。

[0074] 后台显示终端接收分析云平台发送的各露天矿床的排序结果, 并进行显示。

[0075] 本发明通过采用无人机找矿方式对矿山进行矿物资源初步勘探, 以寻找到露天矿床所在地理位置, 并对露天矿床进行区域划分, 以此对划分的各矿床子区域内的所有矿石进行外形特征提取, 以筛选出有用矿石, 进而对筛选出的有用矿石利用X射线探测器获取其内部组成成分的分布状况, 由此统计露天矿床对应的矿物资源综合存储系数, 提高了勘探的智能化程度和勘探效率, 节省了大量的人力勘探成本和物力勘探成本, 进而提高了勘探水平, 较大程度满足了当前矿物资源勘探的高效率需求。

[0076] 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权利要求书所定义的范围, 均应属于本发明的保护范围。

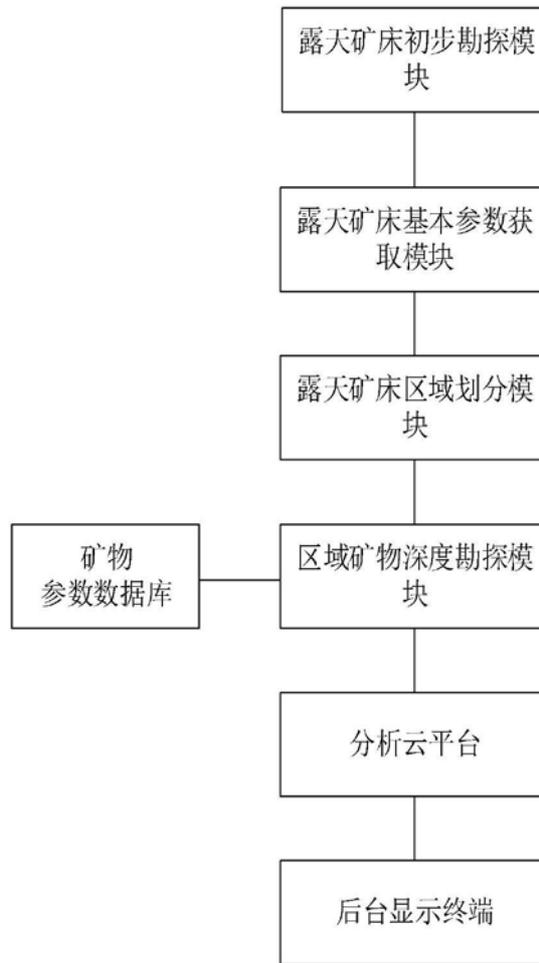


图1

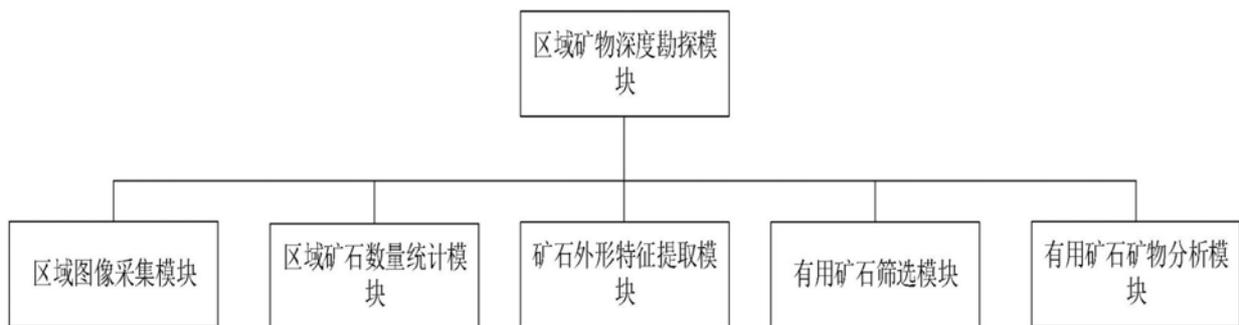


图2