

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 10 月 8 日 (08.10.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/199295 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01N 33/22 (2006.01) *G01N 15/00* (2006.01)
G01N 3/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/084938
- (22) 国际申请日: 2019 年 4 月 29 日 (29.04.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910268386.7 2019年4月4日 (04.04.2019) CN
- (71) 申请人: 山东科技大学(SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。
- (72) 发明人: 周刚(ZHOU, Gang); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 张

清涛(ZHANG, Qingtao); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 王世聪(WANG, Shicong); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 孙彪(SUN, Biao); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 徐翠翠(XU, Cuicui); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 胡莹莹(HU, Yingying); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 丁建飞(DING, Jianfei); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 张国宝(ZHANG, Guobao); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 高丹红(GAO, Danhong); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(74) 代理人: 青岛智地领创专利代理有限公司(QINGDAO ZHIDILINGCHUANG PATENT

(54) **Title:** SIMULATION EXPERIMENT SYSTEM AND EXPERIMENT METHOD FOR SIMULATING CUTTING DUST PRODUCTION OF COAL AND ROCK MASS

(54) 发明名称: 一种模拟煤岩体截割产生的仿真实验系统及实验方法

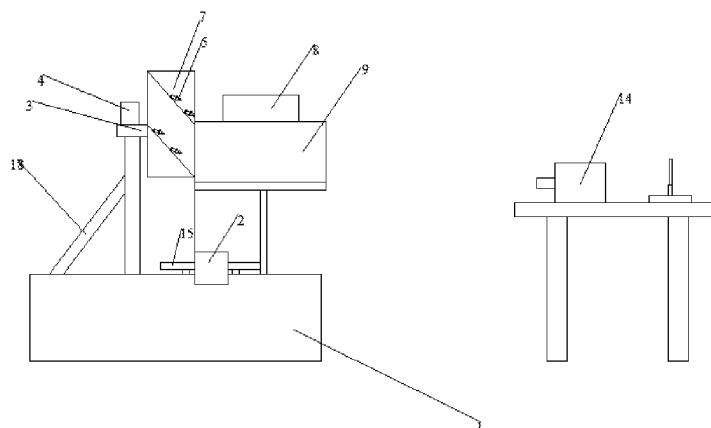


图 1

(57) **Abstract:** A simulation experiment system and experiment method for simulating cutting dust production of a coal and rock mass. The experiment system comprises an experiment platform. A cutting experiment table (1) is placed on the experiment platform; a coal sample (8), a loading device (15) for distributing loads arbitrarily, a traction speed loading device (2), implementation devices in various constraint manners, a roller (7) rotating speed control device and a cutting pick (5) switching device, a mechanical monitoring device and a dust monitoring device are provided on the cutting experiment table. The experiment system controls subsystems to complete experiment requirements by means of a central control system. The experiment system can achieve simulation analysis on cutting dust production of an underground coal face and a heading face; simulation of dust production caused by cutting damage of different cutting picks under different ground stresses in an excavation operation of different coal types of the coal and rock mass can be carried out, mechanical analysis of the cutting picks in the cutting process can be carried out, and research on the influence of different cutting pick types on dust concentration, particle sizes, speeds and microscopic characteristics in the cutting process can be carried out, and the like. Theoretical and technical support is provided for dust prevention and control of mining and excavation face of a mine.

AGENCY CO., LTD; 中国山东省青岛市黄岛区
江山路480号青岛研创中心4号楼602室联系
人: 雷钰, Shandong 266555 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统及实验方法。实验系统包括实验平台, 实验平台上放置有截割实验台(1), 其上设置有煤块试样(8)、任意分布载荷的加载装置(15)、牵引速度加载装置(2)、各种约束方式的实现装置、滚筒(7)转速控制装置及截齿(5)切换装置, 力学监测装置及粉尘监测装置, 实验系统通过中央控制系统控制各个子系统完成实验要求。实验系统能够实现对井下采煤工作面和掘进工作面截割产尘的仿真模拟分析, 可以开展不同煤种的煤岩体在采掘工作中受不同地应力、不同截齿截割破坏产尘的仿真模拟、开展截齿在截割过程中的力学分析、开展不同截齿类型在截割过程中对粉尘浓度、粒径、速度及微观特性影响的研究等, 为矿井采掘工作面粉尘防治提供理论和技术支持。

一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统及实验方法

技术领域

[0001] 本发明属于煤岩体截割产尘仿真模拟技术领域，具体涉及一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统。

背景技术

[0002] 目前，我国是世界上最大的煤炭生产国和消费国，这是由我国富煤、少气、缺油的资源条件所决定的，煤炭资源是我国主要消费能源，约占一次能源消费总量的60%以上，随着煤矿机械化、自动化程度的不断提高，采掘工作面作业空间产尘量不断增大。采掘作业过程中总尘浓度最高可至 $3000\text{mg}/\text{m}^3 \sim 10000\text{mg}/\text{m}^3$ ，其中呼尘浓度最高可至 $1500\text{mg}/\text{m}^3 \sim 4000\text{mg}/\text{m}^3$ ，大大超过《煤矿安全规程》中的总尘浓度最高 $4\text{mg}/\text{m}^3$ ，呼尘浓度最高 $2.5\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求，严重影响着操作工的生命健康，同时也对矿井安全生产构成了严重威胁。在采掘作业中，截齿截割煤岩体是井下第一产尘源，约占全尘量的60%左右。

[0003] 采掘工作面截割产尘在国内外的研究和报道较少，而在实际生产过程中，影响煤岩体受截割产尘的因素较多。

发明概述

技术问题

问题的解决方案

技术解决方案

[0004] 本发明的目的在于提供一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统及实验方法，该实验系统可以开展不同煤种的煤岩体在采掘工作中受不同地应力、不同截齿截割破坏产尘的仿真模拟、开展截齿在截割过程中的力学分析、开展不同截齿类型在截割过程中对粉尘浓度、粒径、速度及微观特性影响的研究、开展煤岩体受截齿截割产尘的机理研究、开展通风与封闭条件下截割粉尘的分布及运移研究等，为矿井采掘工作面粉尘防治提供理论和技术支持。

[0005] 其技术解决方案包括：

- [0006] 一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统，其包括实验平台，所述的实验平台上放置有截割实验台，所述的截割实验台上设置有煤块试样、任意分布载荷的加载装置、牵引速度加载装置、各种约束方式的实现装置、滚筒转速控制装置及截齿切换装置，力学监测装置及粉尘监测装置，该实验系统通过中央控制系统控制各个子系统完成实验要求；
- [0007] 所述的任意分布载荷的加载装置位于所述煤块试样的相邻侧，中央控制系统控制结构薄片对所述煤块试样进行不同力学的加载，以产生不同的力学加载参数；
- [0008] 所述的牵引速度加载装置用于向所述实验平台提供牵引力，所述的牵引速度加载装置通过中央控制系统对其进行控制，确保与现场工作速度一致；
- [0009] 各种约束方式的实现装置主要包括横向移动平台、纵向移动平台和固定装置，所述的横向移动平台为整个实验平台提供横向运移通道，使得截齿在受到牵引力的同时可横向移动，所述纵向移动平台模仿采煤机滚筒的升降装置，在人机互换界面选择下降距离，并将信号传递给中央控制系统，所述的中央控制系统用于控制电动机带动钢丝绳移动，使得截齿固定端可以上下移动，模拟采煤机上下行割煤方式；
- [0010] 所述的滚筒转速控制装置包括无极变速器，所述的无极变速器位于所述纵向升降台上方，用于控制滚筒的转速；
- [0011] 所述的截齿切换装置包括滚筒截齿、截齿固定端、电动机和钢丝绳，所述的滚筒截齿位于所述煤块试样的相邻侧；
- [0012] 所述的实验平台还配置有力学监测装置和粉尘监测装置，所述的力学监测装置用于监测煤岩体在受到剪切力的作用时产生的三向力的变化；所述的粉尘监测装置用于监测煤岩体在截割过程中产生的粉尘。
- [0013] 作为本发明的一个优选方案，上述的粉尘监测装置包括高速摄像机和相位多普勒干涉仪，通过高清摄像机拍摄粉尘的扩散过程，通过相位多普勒干涉仪对粉尘的速度、浓度及粒度进行测试。
- [0014] 作为本发明的另一个优选方案，上述的实验平台上设置有一长方体外壳，上述的长方体外壳上设置有与外界进行气体交换的圆形通风口。

[0015] 进一步的，上述的滚筒截齿包括梭镖形和凿子形两种形式，排列顺序包括顺序式和交叉式。

[0016] 进一步的，上述的长方体外壳的长、宽、高分别为2000mm、1200mm、1000mm，上述的圆形通风口的直径为200mm。

[0017] 本发明的另一任务在于提供上述一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统的实验方法，其包括如下步骤：

[0018] a 通过所述任意分布载荷的加载装置产生不同的力学加载参数，改变煤块试样在受力过程中的三向力大小，确定煤岩体的最佳受力范围；

[0019] b 通过牵引速度加载装置为实验平台提供牵引力，中央控制系统通过分析计算，将信号传递给综合变速器进行控制牵引力的大小；通过横向移动平台为整个实验平台提供横向运移通道，使得截齿在受到牵引力的同时可以横向移动，通过纵向移动平台模仿采煤机滚筒的升降装置，使得滚筒可选择不同的割煤方式，达到最大采煤率；

[0020] c 通过所述的滚筒转速控制装置提供截齿的截割速度，由中央控制系统控制无极变速器内部主动带轮轴和从动带轮轴的相对转动速度来控制滚筒的转速，从而进行有效的截割煤岩体；

[0021] d 通过粉尘监测装置对粉尘的速度、浓度、粒度进行测试，有效实现煤岩体截割产尘的仿真模拟。

发明的有益效果

有益效果

[0022] 与现有技术相比，本发明带来了以下有益技术效果：

[0023] 本发明提供一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统，包括任意分布载荷的加载装置、牵引速度加载装置、各种约束方式的实现装置、滚筒转速控制装置、截齿切换装置、力学监测系统、粉尘监测装置，该实验系统通过中央控制系统控制各个子系统完成实验要求。利用任意载荷的加载装置对煤体试样进行不同应力条件下的力学加载，得到地应力存在下的煤体变形破坏规律；利用力学监测系统进行监测截齿截割力学测试，得出任意条件下的力学参数；利用截齿切换装置进行截齿形状和排序的不同组合，测定截齿在不同组合下截割煤岩体

的产生情况，利用高速摄像机和激光多普勒分别测定粉尘运移情况和粉尘的速度、浓度和粒度大小，掌握综采工作面粉尘运移规律，为降低了煤矿综采工作面的粉尘浓度提供理论和数据支持。

[0024] 该实验平台由手动遥控系统切换工作条件，即通风与封闭两种不同的工作条件；由主控制系统通过综合变速器控制牵引速度，为截齿提供不同的牵引速度；滚筒截齿可进行不同排列顺序不同形状的变换，可由人机互换界面进行控制，截齿可选择梭镖形和凿子形，排列顺序包括顺序式和交叉式，根据井下工作空间的不同，可手动切换掘进截割头和采煤机滚筒进行截割，在截割过程中，主控制系统通过力学加载装置向煤体加载应力，模拟井下地应力环境。在截割过程中，截齿受力情况由三向力传感器进行检测，并传递给中央控制系统，中央控制系统通过数据的收集和分析处理得到不同参数变化；产生粉尘变化过程可由高速摄像机进行拍摄，并由激光多普勒对粉尘的浓度、粒度和速度进行检测，分析不同大小粉尘粒径的分布特征，可有效实现煤岩体截割产尘的仿真模拟，同时，为以后构建科学合理的截割模型、矿井粉尘预测等等方面提供指导，为矿井粉尘防治提供理论和数据支持。

对附图的简要说明

附图说明

[0025] 下面结合附图对本发明做进一步说明：

[0026] 图1为本发明一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统示意图；

[0027] 图2为本发明一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统正视图；

[0028] 图3为本发明截齿排列顺序示意图；

[0029] 图4为镐型截齿；

[0030] 图5为刀型截齿；

[0031] 图6为本发明实验装置总体图。

[0032] 其中：1—截割实验台；2—综合变速器；3—纵向升降台；4—无极变速器；5—截齿；6—八角圆环测力计；7—滚筒；8—煤块试样；9—挡板；10—高速摄像机；11—三脚架；12—固定装置；13—横向移动平台；14—相位多普勒干涉仪；15—力学加载装置；16—平台外壳；17—三向力传感器；18—双向立柱。

发明实施例

本发明的实施方式

[0033] 本发明提出了一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统及实验方法，为了使本发明的优点、技术方案更加清楚、明确，下面结合具体实施例对本发明做详细说明。

[0034] 结合图1至图6所示，本发明一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统，包括任意分布载荷的加载装置、牵引速度加载装置、各种约束方式的实现装置、滚筒转速控制装置、截齿切换装置、力学监测系统、粉尘监测装置。实验平台上放置有截割实验台1，截割实验台1上放置有煤块试样8，煤块试样8的外围设置有挡板9，该实验平台可由手动遥控系统切换工作条件，即通风与封闭两种不同的条件；由中央处理器通过综合变速器2控制牵引速度，为截齿5提供不同的牵引速度；滚筒截齿可进行不同排列顺序不同形状的变换，可由人机互换界面进行控制，截齿5可选择梭镖形和凿子形，排列顺序包括顺序式和交叉式，根据井下工作空间的不同，可手动切换掘进截割头和采煤机滚筒进行截割。在截割过程中，截齿受力情况由三向力传感器17进行检测，并传递给中央处理系统，得到不同参数变化；产生粉尘变化过程可由高速摄像机10进行拍摄，高速摄像机10下面放置有三脚架11，并由激光多普勒对粉尘的浓度、粒度和速度进行检测，可有效实现煤岩体截割产尘的仿真模拟。

[0035] 上述步骤具体的还包括：该实验平台可由手动遥控系统切换工作条件，即通风与封闭两种不同的条件；任意分布载荷的加载装置可以产生不同的力学加载参数，模拟地应力条件下的煤体变形破坏规律，同时可改变煤岩体在受力过程中的三向力大小，确定煤岩体的最佳受力范围；牵引速度加载装置主要为平台提供牵引力，中央控制系统通过分析计算，将信号传递给综合变速器进行控制牵引力的大小；各种约束方式的实现装置主要包括横向移动平台、纵向移动平台和固定装置12，横向移动平台13为整个实验平台提供横向运移通道，使得截齿在受到牵引力的同时可以横向移动，横向移动平台13上方设置双向立柱18，纵向移动平台模仿采煤机滚筒的升降装置，使得滚筒7可选择不同的割煤方式，达到最大采煤率，纵向移动平台包括纵向升降台3，固定装置是对煤岩体进行固定

的装置，能够有效保证未截割之前煤岩体的稳定状态；滚筒转速控制装置主要提供截齿的截割速度，由中央控制系统控制无极变速器4内部主动带轮轴和从动带轮轴的相对转动速度来控制滚筒的转速来控制滚筒的转速，有效的截割煤岩体；滚筒截齿能够进行不同排列顺序不同形状的变换，可由人机互换界面进行控制，截齿的选择主要有梭镖形和凿子形两种形式，排列顺序包括顺序式和交叉式，根据截割实验要求，进行不同形式的组合截割，根据井下工作空间的不同，可手动切换掘进截割头和采煤机滚筒进行截割；在截齿截割煤岩体的过程中，煤岩体受到剪切力的作用，产生三向力的变化，可由力学监测系统进行监测；截齿在截割的过程中，产生的粉尘由粉尘监测装置进行监测，在截齿嵌入煤岩体的初期过程中，由高速摄像机拍摄粉尘的扩散过程，当粉尘充满空间时，由相位多普勒干涉仪14对粉尘的速度、浓度、粒度进行测试，可有效实现煤岩体截割产生的仿真模拟，为降尘提供理论和数据的支持。

[0036] 上述步骤具体的还包括：该实验平台外部由酚醛树脂材质进行制造平台外壳16，在外壳尺寸设计为长宽高为2000mm×1200mm×1000mm，在外壳侧面有直径为200mm的圆形通风口，在该圆形通风口相对侧的外壳上还设置有另外一个通风口，以实现与外界气体进行交换的目的。根据实验需求进行开关，由电动马达控制，马达运转时，控制器会从脉冲器输入信号中收到脉冲，窗口升起，当马达停止时，脉冲器不再发生脉冲信号，脉冲器输入端的控制器感测到之后，电压就不再送往电动窗马达。并设有自动门，用以更换检查设备，由自动感应装置进行调控，采用感应探测器对人体进行识别，当距离门距离为100mm的时，马达控制皮带将门打开，当远离100mm的距离时，门将会自动关闭；任意分布载荷的加载装置可以产生不同的力学加载参数，对截齿截割过程中的三向力进行任意改变，截割过程中，不同的煤种受力不同，通过载荷加载，可实现不同煤种的力学分布测定。

[0037] 牵引速度加载装置主要为该实验平台提供牵引力，通过遥控系统进行速度的选择，中央处理器接收信号并进行计算处理，将处理后的信号传递给综合变速器，综合变速器接收信号后，当速度较为固定时，综合变速器选择有级式的可选择固定传动比，采用齿轮转动的方式进行改变速度，当速度较为波动时，可由

无极液压式进行变速，传动比可在一定范围内连续变化；各种约束方式的实现装置主要包括横向移动平台、纵向移动平台和固定装置，横向移动平台为整个实验平台提供横向运移通道，使得截齿在受到牵引力的同时可以横向移动，纵向移动平台模仿采煤机滚筒的升降装置，在人机互换界面选择下降距离，并将信号传递给中央处理系统，中央处理系统通过控制电动机，带动钢丝绳移动，使得截齿固定端可以上下移动，模拟采煤机上下行割煤方式，达到最大采煤率，固定装置是对煤岩体利用电动伸缩框进行固定，当截齿开始截割时，电动伸缩框自动固定，有效的保证未截割之前煤岩体的稳定状态。

[0038] 上述步骤具体的还包括：滚筒转速控制装置主要对滚筒转速进行控制，当进行截割磨损力学实验时，中央控制器控制机械式无极变速器的传动带和工作直径进而改变主、从动轮相配合来传递动力，可以实现传动比的连续改变，从而得到传动系与发动机工况的最佳匹配；截齿的选择采用人机界面进行选定，截齿按类型可分为梭镖形和凿子形两种形态，排列顺序可分为顺序式和交叉式，且截齿的大小和数量也可进行选择，按照实验的需要，可进行不同的配合截割，根据井下工作空间的不同，可手动切换掘进截割头和采煤机滚筒进行截割。

[0039] 力学监测系统主要采用三向力传感器和八角圆环测力计6进行力学参数的测定，截齿在截割过程中，由于剪切作用，截齿和煤岩体都会受到三向力的作用，在截齿固定端接入八角圆环测力计，在煤岩体固定装置处安装三向力传感器，可分别测试截齿和煤岩体在截割过程中的受力情况；在截割过程中，截齿与煤岩体接触，造成密实核破裂，进而产生粉尘，通过粉尘监测装置对产生粉尘的扩散轨迹、速度、浓度、粒度等进行测试，由高速摄像机对粉尘的扩散进行监测，当粉尘充满空间时，由相位多普勒干涉仪对粉尘的速度、浓度、粒度进行测试，有效实现煤岩体截割产生的仿真模拟，为降尘提供理论和数据的支持。

[0040] 更为具体的如下：

[0041] 如图1所示的，该实验平台可由手动遥控系统切换工作条件，即通风与封闭两种不同的条件；任意分布载荷的力学加载装置15可以产生不同的力学加载参数，改变煤岩体在受力过程中的三向力大小，确定煤岩体的最佳受力范围；牵引速度加载装置主要为平台提供牵引力，中央控制系统通过分析计算，将信号传

递给综合变速器2进行控制牵引力的大小；各种约束方式的实现装置主要包括横向移动平台13、纵向升降台3和固定装置12，横向移动平台13为整个实验平台提供横向运移通道，使得截齿5在受到牵引力的同时可以横向移动，纵向移动平台2模仿采煤机滚筒7的升降装置，使得滚筒7可选择不同的割煤方式，达到最大采煤率，固定装置12是对煤岩体进行固定的装置，能够有效保证未截割之前煤岩体的稳定状态；滚筒转速控制装置主要提供截齿5的截割速度，由中央控制系统控制无极变速器4来控制滚筒的转速，有效的截割煤岩体；滚筒截齿5能够进行不同排列顺序不同形状的变换，可由人机互换界面进行控制，截齿的选择主要有梭镖形和凿子形两种形式，排列顺序包括顺序式和交叉式，根据截割实验要求，进行不同形式的组合截割，根据井下工作空间的不同，可手动切换掘进截割头和采煤机滚筒7进行截割；在截齿截割煤岩体的过程中，煤岩体受到剪切力的作用，产生三向力的变化，可由力学监测系统进行监测；截齿在截割的过程中，产生的粉尘由粉尘监测装置进行监测，在截齿嵌入煤岩体的初期过程中，由高速摄像机10拍摄粉尘的扩散过程，当粉尘充满空间时，由相位多普勒干涉仪14对粉尘的速度、浓度、粒度进行测试，有效实现煤岩体截割产尘的仿真模拟，为降尘提供理论和数据的支持。

[0042] 如图2所示的，该实验平台外部由酚醛树脂材质进行制造平台外壳16，外壳尺寸设计为长宽高为2000mm×1200mm×1000mm，在外壳侧面有直径为200mm的圆形通风口，根据实验需求进行开关，由电动马达控制，马达运转时，控制器会从脉冲器输入信号中收到脉冲，窗口升起，当马达停止时，脉冲器不再发生脉冲信号，脉冲器输入端的控制器感测到之后，电压就不再送往电动窗马达。并设有自动门，用以更换检查设备，由自动感应装置进行调控，采用感应探测器对人体进行识别，当距离门为100mm的时，马达控制皮带将门打开，当远离100mm的距离时，门将会自动关闭；任意分布载荷的加载装置15可以产生不同的力学加载参数，对截齿截割过程中的三向力进行任意改变，截割过程中，不同的煤种受力不同，通过载荷加载，可实现不同煤种的力学分布测定，滚筒转速控制装置主要对滚筒7转速进行控制，当进行截割磨损力学实验时，中央控制器控制机械式无极变速器4的传动带和工作直径进而改变主、从动轮相配合来传递动

力，可以实现传动比的连续改变，从而得到传动系与发动机工况的最佳匹配。

[0043] 如图3-图5所示的，截齿5的选择采用人机界面进行选定，截齿按类型可分为梭镖形和凿子形两种形态，按截割类型分为刀型截齿和镐型截齿，排列顺序可分为顺序式和交叉式，且截齿的大小和数量也可进行选择，按照实验的需要，可进行不同的配合截割，根据井下工作空间的不同，可手动切换掘进截割头和采煤机滚筒进行截割。

[0044] 本发明未述及的部分借鉴现有技术即可实现。

[0045] 需要说明的是：在本说明书的教导下本领域技术人员所做出的任何等同方式，或明显变型方式均应在本发明的保护范围内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种模拟煤岩体截割产生的仿真实验系统，其包括实验平台，其特征在于：所述的实验平台上放置有截割实验台，所述的截割实验台上设置有煤块试样、任意分布载荷的加载装置、牵引速度加载装置、各种约束方式的实现装置、滚筒转速控制装置及截齿切换装置，力学监测装置及粉尘监测装置，该实验系统通过中央控制系统控制各个子系统完成实验要求；
- 所述的任意分布载荷的加载装置位于所述煤块试样的相邻侧，中央控制系统控制结构薄片对所述煤块试样进行不同力学的加载，以产生不同的力学加载参数；
- 所述的牵引速度加载装置用于向所述实验平台提供牵引力，所述的牵引速度加载装置通过中央控制系统对其进行控制；
- 各种约束方式的实现装置主要包括横向移动平台、纵向移动平台和固定装置，所述的横向移动平台为整个实验平台提供横向运移通道，使得截齿在受到牵引力的同时可横向移动，所述纵向移动平台模仿采煤机滚筒的升降装置，在人机互换界面选择下降距离，并将信号传递给中央控制系统，所述的中央控制系统用于控制电动机带动钢丝绳移动，使得截齿固定端可以上下移动，模拟采煤机上下行割煤方式；
- 所述的滚筒转速控制装置包括无极变速器，所述的无极变速器位于所述纵向升降台上方，用于控制滚筒的转速；
- 所述的截齿切换装置包括滚筒截齿、截齿固定端、电动机和钢丝绳，所述的滚筒截齿位于所述煤块试样的相邻侧；
- 所述的实验平台还配置有力学监测装置和粉尘监测装置，所述的力学监测装置用于监测煤岩体在受到剪切力的作用时产生的三向力的变化；所述的粉尘监测装置用于监测煤岩体在截割过程中产生的粉尘。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的一种模拟煤岩体截割产生的仿真实验系统，其特征在于：所述的粉尘监测装置包括高速摄像机和相位多普勒干涉仪，通过高清摄像机拍摄粉尘的扩散过程，通过相位多普勒干涉仪对粉

尘的速度、浓度及粒度进行测试。

- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统，其特征在于：所述的实验平台上设置有一长方体外壳，所述的长方体外壳上设置有与外界进行气体交换的圆形通风口。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所述的一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统，其特征在于：所述的滚筒截齿包括梭镖形和凿子形两种形式，排列顺序包括顺序式和交叉式。
- [权利要求 5] 根据权利要求3所述的一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统，其特征在于：所述的长方体外壳的长、宽、高分别为2000mm、1200mm、1000mm，所述的圆形通风口的直径为200mm。
- [权利要求 6] 根据权利要求1所述的一种模拟煤岩体截割产尘的仿真实验系统的实验方法，其特征在于，包括以下步骤：
- a通过所述任意分布载荷的加载装置产生不同的力学加载参数，改变煤块试样在受力过程中的三向力大小，确定煤岩体的最佳受力范围；
 - b通过牵引速度加载装置为实验平台提供牵引力，中央控制系统通过分析计算，将信号传递给综合变速器来控制牵引力的大小；通过横向移动平台为整个实验平台提供横向运移通道，使得截齿在受到牵引力的同时可以横向移动，通过纵向移动平台模仿采煤机滚筒的升降装置，使得滚筒可选择不同的割煤方式，达到最大采煤率；
 - c通过所述的滚筒转速控制装置提供截齿的截割速度，由中央控制系统控制无极变速器内部主动带轮轴和从动带轮轴的相对转动速度来控制滚筒的转速，从而进行有效的截割煤岩体；
 - d通过粉尘监测装置对粉尘的速度、浓度、粒度进行测试，有效实现煤岩体截割产尘的仿真模拟。

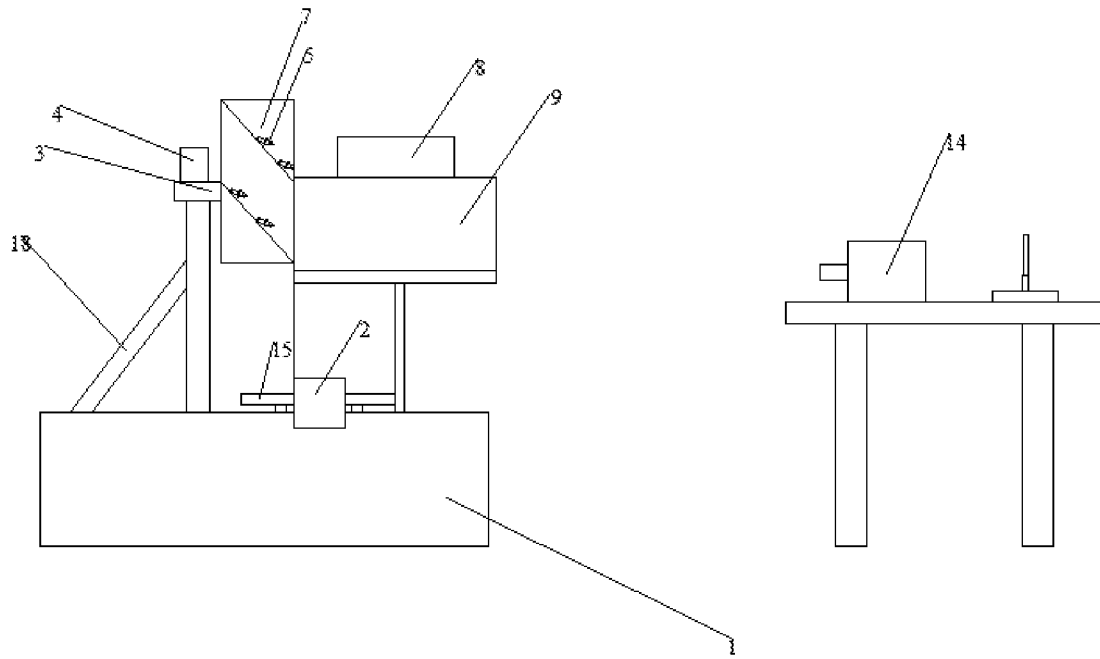


图 1

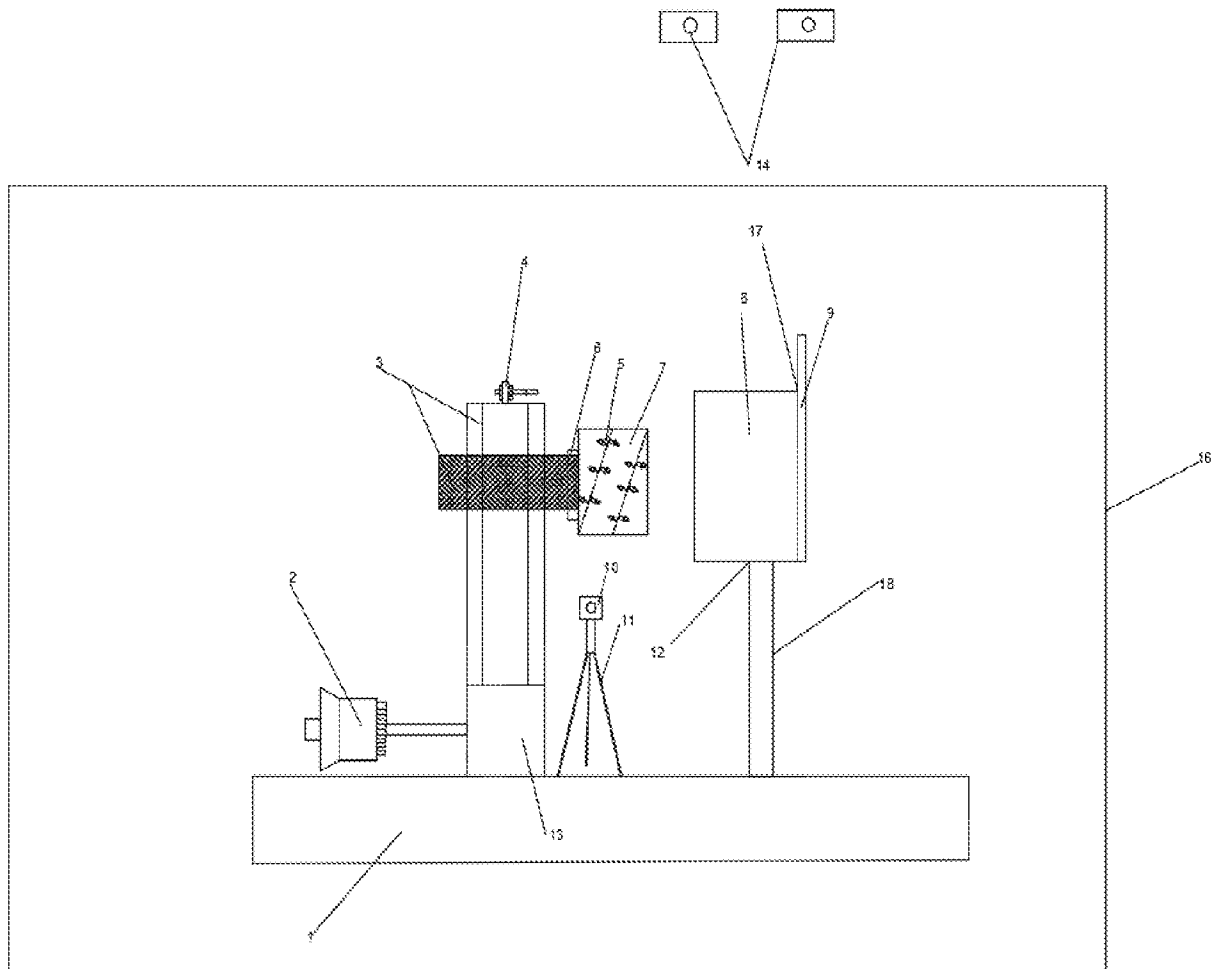


图 2

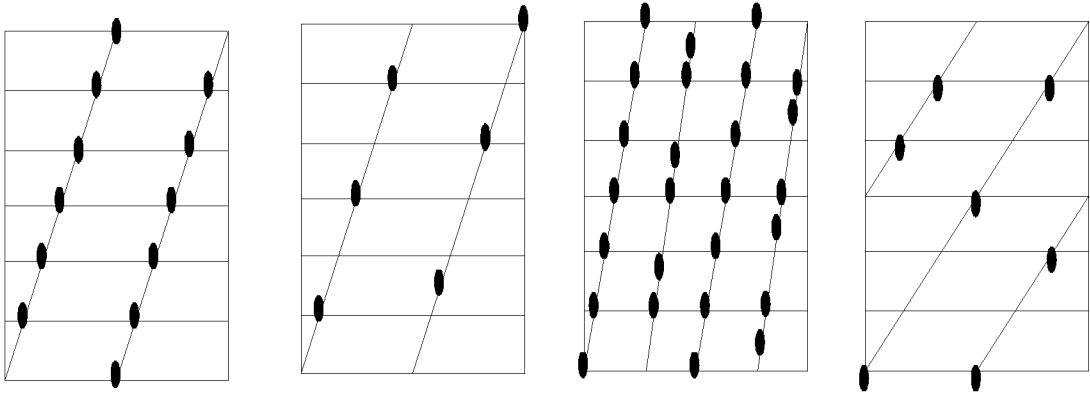


图 3

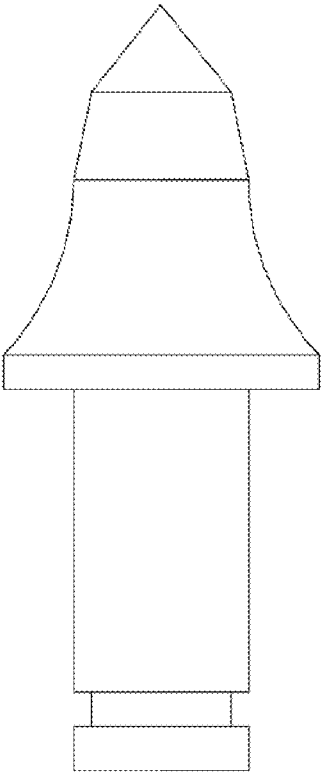


图 4

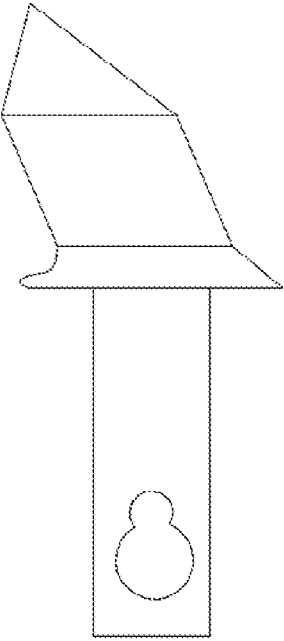


图 5

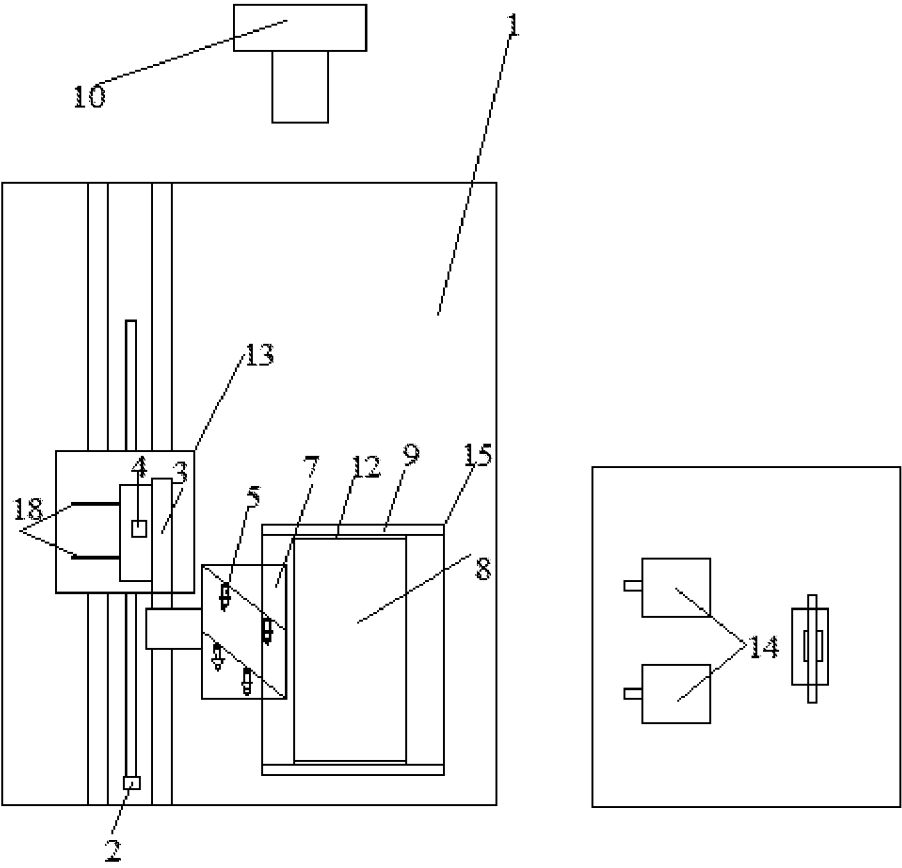


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/084938

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 33/22(2006.01)i; G01N 3/00(2006.01)i; G01N 15/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, VEN: 煤, 割, coal cutting

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 104020057 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 03 September 2014 (2014-09-03) description, paragraphs [0028]-[0052], and figures 1-3	1-6
Y	CN 105973773 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 28 September 2016 (2016-09-28) description, paragraphs [0025]-[0047], and figures 1-3	1-6
A	US 2015075252 A1 (BELLIN FEDERICO et al.) 19 March 2015 (2015-03-19) entire document	1-6
A	US 2018238774 A1 (CONOCOPHILLIPS COMPANY) 23 August 2018 (2018-08-23) entire document	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 December 2019

Date of mailing of the international search report

09 January 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/084938

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	104020057	A	03 September 2014	CN	104020057	B	06 January 2016
CN	105973773	A	28 September 2016	CN	105973773	B	16 October 2018
US	2015075252	A1	19 March 2015	None			
US	2018238774	A1	23 August 2018	WO	2018151955	A1	23 August 2018
				WO	2018152468	A1	23 August 2018
				CA	3056380	A1	23 August 2018
				AU	2018220193	A1	10 October 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/084938

A. 主题的分类

G01N 33/22 (2006.01) i; G01N 3/00 (2006.01) i; G01N 15/00 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

G01N

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNABS, VEN: 煤, 割, coal cutting

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 104020057 A (中国矿业大学) 2014年 9月 3日 (2014 - 09 - 03) 说明书第28-52段及图1-3	1-6
Y	CN 105973773 A (山东科技大学) 2016年 9月 28日 (2016 - 09 - 28) 说明书第25-47段及图1-3	1-6
A	US 2015075252 A1 (BELLIN FEDERICO等) 2015年 3月 19日 (2015 - 03 - 19) 全文	1-6
A	US 2018238774 A1 (CONOCOPHILLIPS CO) 2018年 8月 23日 (2018 - 08 - 23) 全文	1-6

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 12月 2日

国际检索报告邮寄日期

2020年 1月 9日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

贺文晶

电话号码 86-(010)-62085450

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/084938

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	104020057	A	2014年 9月 3日	CN	104020057 B 2016年 1月 6日
CN	105973773	A	2016年 9月 28日	CN	105973773 B 2018年 10月 16日
US	2015075252	A1	2015年 3月 19日	无	
US	2018238774	A1	2018年 8月 23日	WO	2018151955 A1 2018年 8月 23日
				WO	2018152468 A1 2018年 8月 23日
				CA	3056380 A1 2018年 8月 23日
				AU	2018220193 A1 2019年 10月 10日