

## (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 5 月 7 日 (07.05.2020)



(10) 国际公布号  
**WO 2020/088694 A1**

(51) 国际专利分类号:  
*E21C 41/18* (2006.01) *E21F 15/00* (2006.01)  
*E21D 20/00* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/120458

(22) 国际申请日: 2019 年 11 月 24 日 (24.11.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201910033631.6 2019 年 1 月 15 日 (15.01.2019) CN

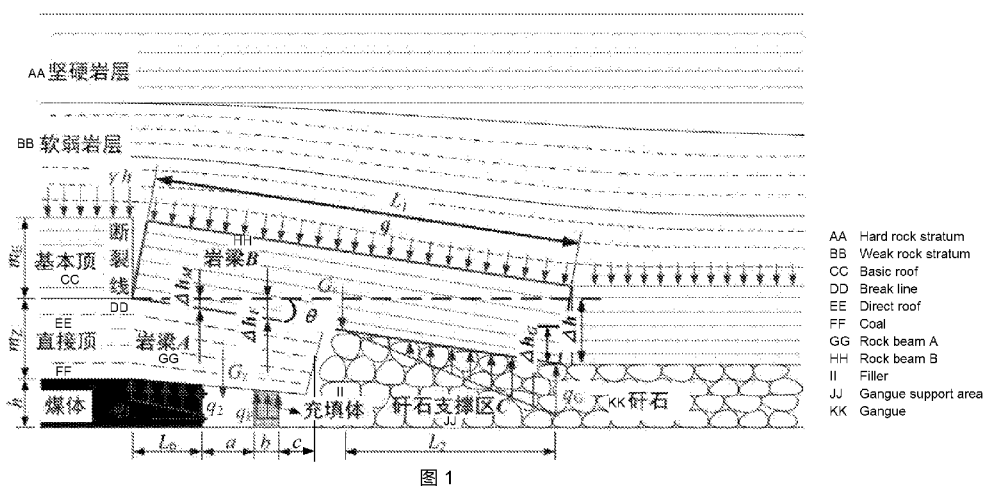
(71) 申请人: 山东科技大学 (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(72) 发明人: 李学慧 (LI, Xuehui); 中国山东省青岛黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。宁建国 (NING, Jianguo); 中国山东省青岛黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。邱鹏奇 (QIU, Pengqi); 中国山东省青岛黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。商和福 (SHANG, Hefu); 中国山东省青岛黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。王俊 (WANG, Jun); 中国山东省青岛黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(74) 代理人: 济南金迪知识产权代理有限公司 (JINAN JINDI INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD); 中国山东省济南市历城区山大南路 29 号山大鲁能科技大厦 A 座四楼 410 室, Shandong 250199 (CN)。

(54) **Title:** QUANTIFIED DESIGN METHOD FOR COORDINATION AND DEFORMATION OF GOB-SIDE ENTRY RETAINING SUPPORT SYSTEM

(54) 发明名称: 一种沿空留巷支护系统协调变形定量设计方法



(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)。

根据细则4.17的声明:

— 关于发明人身份(细则4.17(i))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。
- 在修改权利要求的期限届满之前进行, 在收到该修改后将重新公布(细则48.2(h))。
- 根据申请人的请求, 在条约第21条(2)(a)所规定的期限届满之前进行。

## 一种沿空留巷支护系统协调变形定量设计方法

### 技术领域

本发明涉及煤矿采煤工作面沿空留巷技术，尤其涉及一种通过对沿空留巷实体煤帮加锚煤体、巷旁充填体和采空区矸石体协调变形达到沿空留巷定量支护设计的方法。

### 背景技术

为减少采煤区段之间的煤柱损失，矿井常常采用无煤柱开采，即沿采空区保留本区段工作面顺槽为下一个区段回采工作面服务的巷道称为沿空留巷。沿空留巷实现了无煤柱开采，减少了巷道的掘进量，缓解了矿井衔接紧张的情况，具有明显的社会及经济效益。

现我国已成功实现薄煤层、中厚煤层及厚煤层的采煤工作面沿空留巷。沿空留巷巷道与采空区之间多采用充填体进行隔离，实现巷道隔离采空区瓦斯等有毒有害气体。

根据矿压理论，沿空留巷段实体煤帮加锚煤体、巷旁充填体及采空区矸石共同承担上覆岩层重量。现场实践表明，在大埋深、坚硬顶板、大采高等复杂条件下实施沿空留巷，由于巷帮加锚煤体、充填体和采空区矸石体的承载性能（变形或强度）存在较大差异，经常出现某一项或两项远未达到其承载极限时，另外一项却因过度承载而破坏失稳的现象，严重威胁着留巷安全。

### 发明内容

针对前人没有涉及统筹考虑沿空留巷中实体煤帮加锚煤体、巷旁充填体和采空区矸石承载性能而进行沿空留巷支护系统设计，本发明提出一种沿空留巷支护系统协调变形设计方法。在充分发挥采空区矸石承载性能的基础上，调整

沿空留巷基本顶岩梁回转角至最佳回转角，使实体煤帮加锚煤体、巷旁充填体和采空区矸石的变形相协调，三者均未达到极限变形而破坏，同时又能有效支护顶板，达到最优的沿空留巷效果。此方法能够保持沿空留巷围岩稳定，经济效益明显。

为实现上述目的，本发明采取的技术方案是：

一种沿空留巷支护系统协调变形设计定量方法，其特征在于，具体方法如下：

### 第一：构建沿空留巷支护系统

采煤工作面开采后，沿空巷道侧向直接顶一部分在采空区内垮落成矸石，另一部分由加锚煤体和巷旁充填体支撑形成岩梁 **A**，其重量由实体煤帮加锚煤体和巷旁充填体共同承担；侧向基本顶则在实体煤帮加锚煤体上方断裂形成岩梁 **B**，岩梁 **B** 沿断裂线发生回转下沉，其自重和上覆软弱岩层重量由直接顶和采空区矸石共同承担，而作用在直接顶上的力将进一步转移至实体煤帮加锚煤体和巷旁充填体上，由此，沿空留巷顶板运动过程中，实体煤帮加锚煤体、巷旁充填体和采空区矸石三者共同构成沿空留巷支护系统；

### 第二：建立沿空留巷“加锚煤体-巷旁充填体-矸石体”协调控制结构力学模型

基于实用矿山压力理论和岩石力学基本原理，建立了沿空留巷“加锚煤体-巷旁充填体-矸石体”协调控制结构力学模型，如变形方程式（1）和力学方程式（2）所示：

$$\text{变形方程：} \tan \theta = \frac{\Delta h_M}{L_0} = \frac{\Delta h_F}{L_0 + a + b/2} = \frac{\Delta h_W}{L_0 + a/2} = \frac{\Delta h}{L_1 \cos \theta} \dots \text{式（1）}$$

$$\text{力学方程：} \frac{q_1 + q_2}{2} L_0 + q_F b + \frac{q_G}{2} L_2 \geq G_Z + G_E + q L_1 \cos \theta \dots \text{式（2）}$$

$$\text{其中，} \Delta h = \Delta h_G + h - (K_m - 1)m_z \dots \text{式（3）}$$

$$L_2 = \min \left\{ L_1 \cos \theta - L_0 - a - b - c, \frac{\Delta h}{\tan \theta} \right\} \dots \dots \dots \text{式 (4)}$$

式中：

$\theta$ —基本顶岩梁回转角； $\Delta h_M$ —基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量； $L_0$ —基本顶岩梁断裂后深入沿空留巷实体煤帮的距离； $\Delta h_F$ —基本顶岩梁断裂后在沿空留巷充填体上部的顶板下沉量； $a$ —沿空留巷巷道宽度； $b$ —沿空留巷充填体宽度； $\Delta h$ —基本顶岩梁断裂后在采空区处最大下沉量； $L_1$ —基本顶断裂后的长度； $\Delta h_w$ —巷道断面的变形量；

$q_1$ —基本顶断裂后在沿空留巷实体煤帮断裂线处煤体提供的支承载荷； $q_2$ —基本顶断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁处煤体提供的支承载荷； $q_F$ —沿空留巷充填体提供的支承载荷； $q_G$ —基本顶断裂后采空区矸石提供的支承载荷； $L_2$ —基本顶断裂后采空区矸石的支承宽度； $G_z$ —沿空留巷上部直接顶的重量； $G_E$ —沿空留巷上部基本顶的重量； $q$ —基本顶上部软弱岩层对基本顶的压力；

$\Delta h_G$ —基本顶岩梁初始顶板下沉量与最终顶板下沉量之差； $h$ —煤体厚度； $K_m$ —直接顶初始碎胀系数； $m_Z$ —直接顶厚度； $c$ —直接顶岩梁断裂后在采空区部分悬顶长度；

### 第三：根据第二步的力学模型获得基本顶岩梁最大回转角 $\theta_{max}$

在沿空留巷顶板运动过程中，当基本顶岩梁回转角  $\theta$  较大时，实体煤帮加锚煤体、巷旁充填体及采空区矸石变形量均较大，若加锚煤体和巷旁充填体变形量超过其允许变形量，将造成该支护结构破坏失稳，致使沿空留巷失败。同时，考虑到运输、通风等对沿空留巷巷道断面的要求，沿空留巷围岩变形也不能过大，基于上述原理需对受实体煤帮加锚煤体允许变形量限制、受巷旁充填体允许变形量限制、受沿空留巷巷道断面服务要求限制以及受采空区矸石最大

变形量限制四种情形下的基本顶岩梁最大回转角进行限制，四种情形下的基本顶岩梁最大回转角统称  $\theta_{max}$ ；

**①实体煤帮加锚煤体允许变形量限制下的基本顶岩梁最大回转角  $\theta_{max}$**

设实体煤帮加锚煤体在峰值应力处的应变用  $\varepsilon_{CM}$  表示，则基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量的最大值为  $\Delta h_{Mmax} = h\varepsilon_{CM}$ ，带入式(1)即可获得受实体煤帮加锚煤体限制的基本顶最大回转角  $\theta_{max}$ ，用  $\theta_{Mmax}$  表示；

**②巷旁充填体允许变形量限制下的基本顶岩梁最大回转角  $\theta_{max}$**

设巷旁充填体在峰值应力处的应变用  $\varepsilon_{CF}$  表示，则基本顶岩梁断裂后在沿空留巷充填体上部的顶板下沉量的最大值为  $\Delta h_{Fmax} = h_2\varepsilon_{CF}$ ， $h_2$  为原沿空掘巷巷道初始高度，带入式(1)即可获得受巷旁充填体限制的基本顶最大回转角  $\theta_{max}$ ，用  $\theta_{Fmax}$  表示；

**③沿空留巷巷道断面服务要求限制下的基本顶岩梁最大回转角  $\theta_{max}$**

当巷道断面收缩率  $\alpha$  小于沿空留巷巷道宽度  $a$  时，可以满足运输、通风等的要求，据此巷道断面的变形量的最大值为  $\Delta h_{Wmax} = h_2\alpha$ ，带入式(1)即可获得受巷道断面服务要求限制的最大回转角  $\theta_{max}$ ，用  $\theta_{Wmax}$  表示；

**④采空区矸石最大变形量限制下的基本顶岩梁最大回转角  $\theta_{max}$**

采空区矸石的承载能力随其变形呈指数增大，且变形量不会无限增大，设采空区矸石压实后的碎胀系数为  $K_A$ ，则基本顶岩梁初始顶板下沉量与最终顶板下沉量之差的最大值为  $\Delta h_G = (K_m - K_A)m_z$ ，带入式(3)及式(1)，即可获得受采空区矸石最大变形量限制的基本顶最大回转角  $\theta_{max}$ ，用  $\theta_{Gmax}$  表示；

第四步：根据四种情形下的基本顶岩梁最大回转角  $\theta_{max}$  的相对大小对沿空留巷围岩支护进行定量设计

在实际中, 如果  $\theta_{Mmax}$ 、 $\theta_{Fmax}$ 、 $\theta_{Wmax}$  中任何一项超过限制值都将导致留巷失败 (支护结构破坏失稳, 或留巷断面太小, 不满足服务要求); 而对于  $\theta_{Gmax}$ , 其虽不存在结构失稳问题, 但其变形量也不可以任意无限增大, 为达到沿空留巷支护系统中任意一承载体不发生变形破坏, 基本顶回转角应能同时满足上述四项限制, 因此, 基本顶最佳回转角应为  $\theta_{max} = \min\{\theta_{Mmax}, \theta_{Fmax}, \theta_{Wmax}, \theta_{Gmax}\}$ , 基于上述机理, 分以下四种情形开展优化设计。

第一种情形: 当  $\theta_{Gmax} \leq \min\{\theta_{Mmax}, \theta_{Fmax}, \theta_{Wmax}\}$  时, 此时可以保证实体煤帮加锚煤体和巷旁充填体结构的稳定, 且巷道断面也能满足服务要求, 无需对支护系统的变形进行调整;

第二种情形: 当  $\theta_{Mmax} \leq \min\{\theta_{Gmax}, \theta_{Fmax}, \theta_{Wmax}\}$  时, 说明此时基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量  $\Delta h_M$  过大, 此时采取以下措施中的一种:

措施一: 对巷旁顶板进行切顶, 切顶高度为  $m_c = \frac{h - L_1 \sin \theta_{Mmax}}{K_A - 1} - m_z$ , 增加采空区矸石初始高度, 使巷旁充填体的允许变形量  $\Delta h_{max}$  减小为  $L_1 \sin \theta_{Mmax}$ , 相应的  $\theta_{Gmax}$  减小为  $\theta_{Mmax}$ , 也就是说基本顶岩梁最大回转角  $\theta$  为  $\theta_{Mmax}$ ;

措施二: 通过采用“柔-强”组合材料作为巷旁充填体、增加实体煤帮煤体的加锚密度等措施, 提高巷旁充填体和实体煤帮加锚煤体变形能力, 使  $\theta_{Mmax}$ 、 $\theta_{Fmax}$  增大为  $\theta_{Gmax}$ , 也就是说基本顶岩梁最大回转角  $\theta$  增大为  $\theta_{Gmax}$ , 在此过程中要求巷旁柔性材料最小压缩量应为  $\Delta h'_F = (L_0 + a + \frac{b}{2}) \tan \theta_{Gmax} - (h_2 - h_4) \varepsilon_{CF}$ , 实体煤帮加锚煤体峰值应变最小应为  $\varepsilon'_C = \frac{L_0 \tan \theta_{Gmax}}{h}$ , 其中  $h_4$  为原巷旁充填体强性材料初始高度;

第三种情形: 当  $\theta_{Fmax} \leq \min\{\theta_{Gmax}, \theta_{Mmax}, \theta_{Wmax}\}$  时, 说明此时基本顶岩梁断裂

后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量  $\Delta h_M$  过大, 按照情形二设计, 此时当采用情形二的措施一的巷旁切顶方式, 则切顶高度为  $m_c = \frac{h - L_1 \sin \theta_{F \max}}{K_A - 1} - m_z$ , 增加采空区矸石初始高度, 使巷旁充填体的允许变形量  $\Delta h_{\max}$  减小为  $L_1 \sin \theta_{M \max}$ , 相应的  $\theta_{G \max}$  减小为  $\theta_{M \max}$ , 也就是说基本顶岩梁最大回转角  $\theta$  此时为  $\theta_{M \max}$ ; 当采用情形二的措施二, 同情形 2;

第四种情形: 当  $\theta_{W \max} \leq \min \{ \theta_{G \max}, \theta_{M \max}, \theta_{F \max} \}$ , 说明此时也属基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量  $\Delta h_M$  过大, 但与情形 2 和 3 不同, 必须对采空区顶板进行切顶, 切顶高度为  $m_c = \frac{h - L_1 \sin \theta_{W \max}}{K_A - 1} - m_z$ , 使基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量的最大值由  $\Delta h_{\max}$  减小为  $L_1 \sin \theta_{W \max}$ , 相应的  $\theta_{G \max}$  减小为  $\theta_{W \max}$ , 也就是说, 此时的基本顶岩梁最大回转角  $\theta_{\max} = \theta_{W \max}$ , 才能使巷道断面满足服务要求;

第五步:

上述四种情形调整完成后, 除了第一种情形, 第二、三、四需验证合理性, 验证时, 只需要将每种情形调整后的基本顶岩梁最大回转角  $\theta_{\max}$  带入式 (2), 查看式 (2) 是否满足。若该式满足, 则设计完成; 否则需对巷帮加锚煤体、巷旁充填体和采空区矸石体进行加固, 提高其承载能力, 重新进行设计, 直到满足式 (2) 为止。

本发明的有益效果为: 以控制侧向基本顶岩梁最佳回转角为依据, 提出了协调沿空留巷巷帮加锚煤体、巷旁充填体、采空区矸石体变形能力等支护系统的定量设计方法, 达到了沿空留巷支护系统协调变形共同承载的目标, 成功实现了不同条件下的沿空留巷。

附图说明

图 1 是本发明中涉及的沿空留巷协调控制结构力学模型图。

## 具体实施方式

结合附图和实例对本发明作进一步说明。实例中以某矿为例，该煤矿-325m 水平 3#煤层平均埋深 325m，平均煤厚 3.5m，煤层结构较简单。530 采区是-325m 水平的首采区，采用综采采煤法，一次采全高。煤层上部直接顶为厚度 8.2m 的细砂岩与中砂岩互层，容重  $\gamma$  为  $2500 \text{ kg/m}^3$ 。基本顶为厚度 12m 的粉砂岩，容重  $\gamma$  为  $2500 \text{ kg/m}^3$ 。再向上依次为厚度达 4.5m 的泥岩（容重  $\gamma$  为  $2300 \text{ kg/m}^3$ ）、厚度达 19.5m 的粗砂岩（容重  $\gamma$  为  $2580 \text{ kg/m}^3$ ），其中泥岩为软弱岩层，粗砂岩为坚硬岩层。

5301 工作面轨道顺槽沿煤层顶底板掘进，巷道高度 3.5m（也就是说原沿空掘巷巷道初始高度  $h_2$  为 3.5m），宽度 5m，通过对巷旁进行膏体充填实现留巷，充填体宽度为 2.0m，接顶充填（高度 3.5m），作为相邻的 5302 工作面回风顺槽使用，根据该煤矿的具体情况利用本发明设计方法进行支护设计验算。具体如下：

### 第一：构建如图 1 所示的沿空留巷支护系统

采煤工作面开采后，沿空巷道侧向直接顶一部分在采空区内垮落成矸石，另一部分由加锚煤体和巷旁充填体支撑形成岩梁 A，其重量由实体煤帮加锚煤体和巷旁充填体共同承担；侧向基本顶则在实体煤帮加锚煤体上方断裂形成岩梁 B，岩梁 B 沿断裂线发生回转下沉，其自重和上覆软弱岩层重量由直接顶和采空区矸石共同承担，而作用在直接顶上的力将进一步转移至实体煤帮加锚煤体和巷旁充填体上，由此，沿空留巷顶板运动过程中，实体煤帮加锚煤体、巷旁充填体和采空区矸石三者共同构成图 1 所示的沿空留巷支护系统；图 1 中：

$\theta$ —基本顶岩梁回转角； $\Delta h_M$ —基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量； $L_0$ —基本顶岩梁断裂后深入沿空留巷实体煤帮的距离，根据实测为 4m； $\Delta h_F$ —基本顶岩梁断裂后在沿空留巷充填体上部的顶板下沉量； $a$ —沿空留巷巷道宽度，取值 5m； $b$ —沿空留巷充填体宽度，取值 2m； $l$ —基本顶断裂后的长度，取值 25m； $\Delta h_W$ —巷道断面的变形量；

$q_1$ —基本顶断裂后在沿空留巷实体煤帮断裂线处煤体提供的支承载荷，根据实测为 0.62MPa； $q_2$ —基本顶断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁处煤体提供的支承载荷，根据实测为 0.911 MPa； $q_F$ —沿空留巷充填体提供的支承载荷，根据实测为 1.6 MPa； $q_G$ —基本顶断裂后采空区矸石提供的支承载荷，根据实测为 0.97 MPa； $L_2$ —基本顶断裂后采空区矸石的支承宽度； $G_Z$ —沿空留巷上部直接顶的重量，根据计算为 2460000 N/m； $G_E$ —沿空留巷上部基本顶的重量，根据计算为 7500000 N/m； $q$ —基本顶上部软弱岩层（泥岩）对基本顶的压力，根据计算为 103500 N/m<sup>2</sup>；

$\Delta h_G$ —基本顶岩梁初始顶板下沉量与最终顶板下沉量之差； $h$ —煤体厚度取值 3.5m； $K_m$ —直接顶初始碎胀系数，取 1.29； $m_Z$ —直接顶厚度，取值 8.2m； $c$ —直接顶岩梁断裂后在采空区部分悬顶长度，取值 1.0m；

第二：根据图 1 的沿空留巷支护系统构建沿空留巷“加锚煤体-巷旁充填体-矸石体”协调控制结构力学模型。

构建的结构力学模型用见公式（1）-（2）

$$\text{变形方程：} \tan \theta = \frac{\Delta h_M}{L_0} = \frac{\Delta h_F}{L_0 + a + b / 2} = \frac{\Delta h_W}{L_0 + a / 2} = \frac{\Delta h}{L_1 \cos \theta} \dots \text{式（1）}$$

$$\text{力学方程：} \frac{q_1 + q_2}{2} L_0 + q_F b + \frac{q_G}{2} L_2 \geq G_Z + G_E + q L_1 \cos \theta \dots \text{式（2）}$$

$$\text{其中，} \Delta h = \Delta h_G + h - (K_m - 1) m_Z \dots \text{式（3）}$$

$$L_2 = \min \left\{ L_1 \cos \theta - L_0 - a - b - c, \frac{\Delta h}{\tan \theta} \right\} \dots\dots\dots \text{式 (4)}$$

第三：根据地质条件及煤岩性质测试，获得了受不同因素限制的四种情形下基本顶最大回转角，具体如下：

根据实验室测定采空区矸石压实后的碎胀系数为  $K_A$  为 1.314，则基本顶岩梁初始顶板下沉量与最终顶板下沉量之差  $\Delta h_G = (K_m - K_A)m_Z$ ，得出  $\Delta h_G$  约等于 0.2m；根据公式 (3) 计算得出基本顶岩梁断裂后在采空区处最大下沉量  $\Delta h$  为 1.322m；再根据公式 (1)，可以得出  $\theta_{Gmax} = 3.0312^\circ$ 。

通过实验室测试，可测得实体煤帮加锚煤体在峰值应力处的应变用  $\varepsilon_{CM}$ ，取值 0.0638，则基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量的最大值为  $\Delta h_{Mmax} = h\varepsilon_{CM} = 0.2233m$ ，根据公式 (1)，可以得出  $\theta_{Mmax} = 3.195^\circ$ 。

通过实验室测试，可测得巷旁充填体在峰值应力处的应变用  $\varepsilon_{CF}$ ，取值 0.1548，则基本顶岩梁断裂后在沿空留巷充填体上部的顶板下沉量的最大值为  $\Delta h_{Fmax} = h_2\varepsilon_{CF} = 0.5418$ ，根据公式 (1)，可以得出  $\theta_{Fmax} = 3.101^\circ$ 。

当巷道断面收缩率  $\alpha$  小于沿空留巷巷道宽度  $a$  时，可以满足运输、通风等的要求，根据现场要求， $\alpha$  取值 0.8，则巷道断面的变形量的最大值  $\Delta h_{Wmax} = h_2\alpha = 2.8m$ ，然后根据公式 (1)，可以得出  $\theta_{Wmax}$  为  $23.3^\circ$ 。

基本顶最佳回转角应为  $\theta_{max} = \min\{\theta_{Mmax}, \theta_{Fmax}, \theta_{Wmax}, \theta_{Gmax}\}$ ，此时  $\theta_{max} = \theta_{Gmax} = 3.0312^\circ$ ，则根据公式 (4) 计算得出基本顶断裂后采空区矸石的支承宽度  $L_2$  为  $\min\{12.965, 24.96\} = 12.965m$ 。

第四：通过比较四种情形下的基本顶最大回转角，符合第一种情形，此时  $\theta_{Gmax} \leq \min\{\theta_{Mmax}, \theta_{Fmax}, \theta_{Wmax}\}$ 。取  $\theta_{max} = \theta_{Gmax} = 3.0312^\circ$ ，将有关的参数带入公式 (2) 进行验算，则公式 (2) 左边等于 12550025N/m，公式 (2) 右边等于 12543877.5

N/m，公式左边大于右边，则公式（2）满足条件，成立。

则此时可以保证实体煤帮加锚煤体和巷旁充填体结构的稳定，且巷道断面也能满足服务要求，无需对支护系统的变形进行调整；目前 5301 工作面已回采完毕，5302 工作面回采也接近尾声，工作面回采期间，沿空留巷围岩变形得到有效控制，不需返修。

## 权 利 要 求 书

1、一种沿空留巷支护系统协调变形设计定量方法，其特征在于，具体方法如下：

### 第一：构建沿空留巷支护系统

采煤工作面开采后，沿空巷道侧向直接顶一部分在采空区内垮落成矸石，另一部分由加锚煤体和巷旁充填体支撑形成岩梁（**A**），其重量由实体煤帮加锚煤体和巷旁充填体共同承担；侧向基本顶则在实体煤帮加锚煤体上方断裂形成岩梁（**B**），岩梁（**B**）沿断裂线发生回转下沉，其自重和上覆软弱岩层重量由直接顶和采空区矸石共同承担，而作用在直接顶上的力将进一步转移至实体煤帮加锚煤体和巷旁充填体上，由此，沿空留巷顶板运动过程中，实体煤帮加锚煤体、巷旁充填体和采空区矸石三者共同构成沿空留巷支护系统；

### 第二：建立沿空留巷加锚煤体-巷旁充填体-矸石体协调控制结构力学模型

基于实用矿山压力理论和岩石力学基本原理，建立了沿空留巷“加锚煤体-巷旁充填体-矸石体”协调控制结构力学模型，如变形方程式（1）和力学方程式（2）所示：

$$\text{变形方程：} \tan \theta = \frac{\Delta h_M}{L_0} = \frac{\Delta h_F}{L_0 + a + b/2} = \frac{\Delta h_W}{L_0 + a/2} = \frac{\Delta h}{L_1 \cos \theta} \dots \text{式（1）}$$

$$\text{力学方程：} \frac{q_1 + q_2}{2} L_0 + q_F b + \frac{q_G}{2} L_2 \geq G_Z + G_E + q L_1 \cos \theta \dots \text{式（2）}$$

$$\text{其中，} \Delta h = \Delta h_G + h - (K_m - 1)m_z \dots \text{式（3）}$$

$$L_2 = \min \left\{ L_1 \cos \theta - L_0 - a - b - c, \frac{\Delta h}{\tan \theta} \right\} \dots \text{式（4）}$$

式中：

$\theta$ —基本顶岩梁回转角； $\Delta h_M$ —基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量； $L_0$ —基本顶岩梁断裂后深入沿空留巷实体煤帮的距离； $\Delta h_F$ —基本顶岩梁断裂后在沿空留巷充填体上部的顶板下沉量； $a$ —沿空留巷巷道宽度；

$b$ —沿空留巷充填体宽度； $\Delta h$ —基本顶岩梁断裂后在采空区处最大下沉量； $L_1$ —基本顶断裂后的长度； $\Delta h_w$ —巷道断面的变形量；

$q_1$ —基本顶断裂后在沿空留巷实体煤帮断裂线处煤体提供的支承载荷； $q_2$ —基本顶断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁处煤体提供的支承载荷； $q_F$ —沿空留巷充填体提供的支承载荷； $q_G$ —基本顶断裂后采空区矸石提供的支承载荷； $L_2$ —基本顶断裂后采空区矸石的支承宽度； $G_z$ —沿空留巷上部直接顶的重量； $G_E$ —沿空留巷上部基本顶的重量； $q$ —基本顶上部软弱岩层对基本顶的压力；

$\Delta h_G$ —基本顶岩梁初始顶板下沉量与最终顶板下沉量之差； $h$ —煤体厚度； $K_m$ —直接顶初始碎胀系数； $m_z$ —直接顶厚度； $c$ —直接顶岩梁断裂后在采空区部分悬顶长度；

### 第三：根据第二步的力学模型获得基本顶岩梁最大回转角 $\theta_{max}$

在沿空留巷顶板运动过程中，当基本顶岩梁回转角  $\theta$  较大时，实体煤帮加锚煤体、巷旁充填体及采空区矸石变形量均较大，若加锚煤体和巷旁充填体变形量超过其允许变形量，将造成该支护结构破坏失稳，致使沿空留巷失败，同时，考虑到运输和通风对沿空留巷巷道断面的要求，沿空留巷围岩变形也不能过大，基于上述原理需对受实体煤帮加锚煤体允许变形量限制、受巷旁充填体允许变形量限制、受沿空留巷巷道断面服务要求限制以及受采空区矸石最大变形量限制四种情形下的基本顶岩梁最大回转角进行限制，四种情形下的基本顶岩梁最大回转角统称  $\theta_{max}$ ；

#### ①实体煤帮加锚煤体允许变形量限制下的基本顶岩梁最大回转角 $\theta_{max}$

设实体煤帮加锚煤体在峰值应力处的应变用  $\varepsilon_{CM}$  表示，则基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量的最大值为  $\Delta h_{M \max} = h\varepsilon_{CM}$ ，带入式(1)

即可获得受实体煤帮加锚煤体限制的基本顶最大回转角  $\theta_{max}$ ，用  $\theta_{Mmax}$  表示；

## ②巷旁充填体允许变形量限制下的基本顶岩梁最大回转角 $\theta_{max}$

设巷旁充填体在峰值应力处的应变用  $\varepsilon_{CF}$  表示，则基本顶岩梁断裂后在沿空留巷充填体上部的顶板下沉量的最大值为  $\Delta h_{Fmax} = h_2 \varepsilon_{CF}$ ， $h_2$  为原沿空掘巷巷道初始高度，带入式 (1) 即可获得受巷旁充填体限制的基本顶最大回转角  $\theta_{max}$ ，用  $\theta_{Fmax}$  表示；

## ③沿空留巷巷道断面服务要求限制下的基本顶岩梁最大回转角 $\theta_{max}$

当巷道断面收缩率  $\alpha$  小于沿空留巷巷道宽度  $a$  时，可以满足运输、通风等的要求，据此巷道断面的变形量的最大值  $\Delta h_{Wmax} = h_2 \alpha$ ，带入式 (1) 即可获得受巷道断面服务要求限制的最大回转角  $\theta_{max}$ ，用  $\theta_{Wmax}$  表示；

## ④采空区矸石最大变形量限制下的基本顶岩梁最大回转角 $\theta_{max}$

采空区矸石的承载能力随其变形呈指数增大，且变形量不会无限增大，设采空区矸石压实后的碎胀系数为  $K_A$ ，则基本顶岩梁初始顶板下沉量与最终顶板下沉量之差的最大值  $\Delta h_G = (K_m - K_A)m_z$ ，带入式 (3) 及式 (1)，即可获得受采空区矸石最大变形量限制的基本顶最大回转角  $\theta_{max}$ ，用  $\theta_{Gmax}$  表示；

**第四步：根据四种情形下的基本顶岩梁最大回转角  $\theta_{max}$  的相对大小对沿空留巷围岩支护进行定量设计**

**第一种情形：**当  $\theta_{Gmax} \leq \min\{\theta_{Mmax}, \theta_{Fmax}, \theta_{Wmax}\}$  时，此时可以保证实体煤帮加锚煤体和巷旁充填体结构的稳定，且巷道断面也能满足服务要求，无需对支护系统的变形进行调整；

**第二种情形：**当  $\theta_{Mmax} \leq \min\{\theta_{Gmax}, \theta_{Fmax}, \theta_{Wmax}\}$  时，说明此时基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量  $\Delta h_M$  过大，此时采取以下措施中

的一种：

措施一：对巷旁顶板进行切顶，切顶高度为  $m_c = \frac{h - L_1 \sin \theta_{M \max}}{K_A - 1} - m_z$ ，增加采空区矸石初始高度，使巷旁充填体的允许变形量  $\Delta h_{\max}$  减小为  $L_1 \sin \theta_{M \max}$ ，相应的  $\theta_{G \max}$  减小为  $\theta_{M \max}$ 。也就是说基本顶岩梁最大回转角  $\theta$  为  $\theta_{M \max}$ ；

措施二：通过采用柔-强组合材料作为巷旁充填体、增加实体煤帮煤体的加锚密度措施，提高巷旁充填体和实体煤帮加锚煤体变形能力，使  $\theta_{M \max}$ 、 $\theta_{F \max}$  增大为  $\theta_{G \max}$ ，也就是说基本顶岩梁最大回转角  $\theta$  增大为  $\theta_{G \max}$ ，在此过程中要求巷旁柔性材料最小压缩量应为  $\Delta h'_F = (L_0 + a + \frac{b}{2}) \tan \theta_{G \max} - (h_2 - h_4) \varepsilon_{CF}$ ，实体煤帮加锚煤体峰值应变最小应为  $\varepsilon'_C = \frac{L_0 \tan \theta_{G \max}}{h}$ ，其中  $h_4$  为原巷旁充填体强性材料初始高度；

第三种情形：当  $\theta_{F \max} \leq \min \{ \theta_{G \max}, \theta_{M \max}, \theta_{W \max} \}$ ，说明此时基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量  $\Delta h_M$  过大，按照情形二设计，此时当采用情形二的措施一的巷旁切顶方式，则切顶高度为  $m_c = \frac{h - L_1 \sin \theta_{F \max}}{K_A - 1} - m_z$ ，增加采空区矸石初始高度，使巷旁充填体的允许变形量  $\Delta h_{\max}$  减小为  $L_1 \sin \theta_{M \max}$ ，相应的  $\theta_{G \max}$  减小为  $\theta_{M \max}$ ，也就是说基本顶岩梁最大回转角  $\theta$  此时为  $\theta_{M \max}$ ；当采用情形二的措施二，同情形 2；

第四种情形：当  $\theta_{W \max} \leq \min \{ \theta_{G \max}, \theta_{M \max}, \theta_{F \max} \}$ ，说明此时也属基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量  $\Delta h_M$  过大，但与情形 2 和 3 不同，必须对采空区顶板进行切顶，切顶高度为  $m_c = \frac{h - L_1 \sin \theta_{W \max}}{K_A - 1} - m_z$ ，使基本顶岩梁断裂后在沿空留巷实体煤帮煤壁上部的顶板下沉量的最大值由  $\Delta h_{\max}$  减小为  $L_1 \sin \theta_{W \max}$ ，相应的  $\theta_{G \max}$  减小为  $\theta_{W \max}$ ，也就是说，此时的基本顶岩梁最大回转角  $\theta_{\max} = \theta_{W \max}$ ，才能使巷道断面满足服务要求；

### 第五步：验证设计是否合理

上述四种情形调整完成后，除了第一种情形，第二、三、四种情形需验证合理性，验证时，只需要将每种情形调整后的基本顶岩梁最大回转角  $\theta_{max}$  带入式（2），查看式（2）是否满足；若该式满足，则设计完成；否则需对巷帮加锚煤体、巷旁充填体和采空区矸石体进行加固，提高其承载能力，重新进行设计，直到满足式（2）为止。

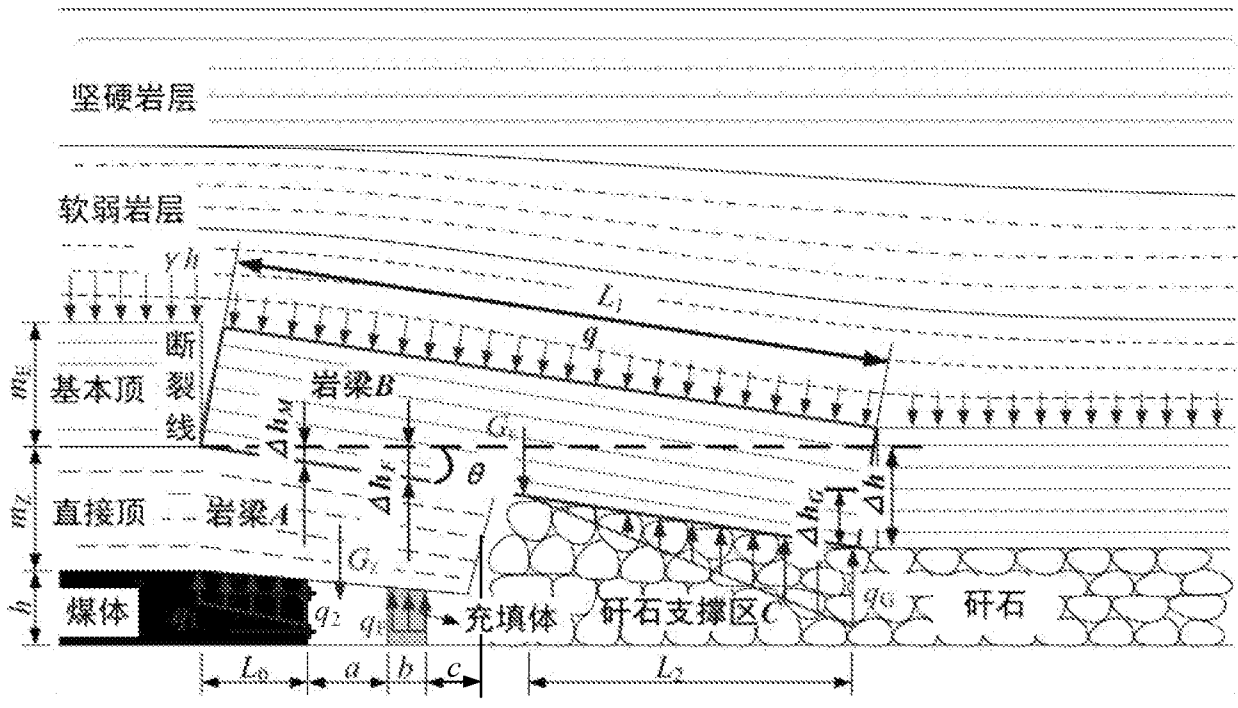


图 1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/120458

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

E21C 41/18(2006.01)i; E21D 20/00(2006.01)i; E21F 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)

E21C; E21D; E21F

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; CNTXT; DWPI; SIPOABS; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI: 沿空留巷, 支护, 系统, 变形, 设计, 岩梁, 充填, 断裂, 锚杆, 锚索, 下沉, 回转角, 研石, 切顶, 顶板, laneway, system, support, anchor, flexible, composit+, fill+, material, different, strength, angle

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| PX        | CN 109779632 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 21 May 2019 (2019-05-21)<br>claim 1                                                     | 1                     |
| A         | CN 104712348 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY et al.) 17 June 2015 (2015-06-17)<br>description, paragraphs [0003]-[0038], and figure 1 | 1                     |
| A         | CN 103573273 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 12 February 2014 (2014-02-12)<br>entire document                                        | 1                     |
| A         | CN 103573287 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 12 February 2014 (2014-02-12)<br>entire document                                        | 1                     |
| A         | CN 108549780 A (TIANDI SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 September 2018 (2018-09-18)<br>entire document                                               | 1                     |

☒ 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

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 January 2020

Date of mailing of the international search report

26 February 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

International application No.

PCT/CN2019/120458

### C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | US 5824912 A (JENNMAR CORPORATION) 20 October 1998 (1998-10-20)<br>entire document | 1                     |
| <hr/>     |                                                                                    |                       |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2019/120458**

| Patent document<br>cited in search report |           |   | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |           |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-----------|---|--------------------------------------|-------------------------|-----------|----|--------------------------------------|
| CN                                        | 109779632 | A | 21 May 2019                          | None                    |           |    |                                      |
| CN                                        | 104712348 | A | 17 June 2015                         | CN                      | 104712348 | B  | 29 March 2019                        |
| CN                                        | 103573273 | A | 12 February 2014                     | CN                      | 103573273 | B  | 26 August 2015                       |
| CN                                        | 103573287 | A | 12 February 2014                     | CN                      | 103573287 | B  | 02 September 2015                    |
| CN                                        | 108549780 | A | 18 September 2018                    | None                    |           |    |                                      |
| US                                        | 5824912   | A | 20 October 1998                      | AU                      | 703406    | B2 | 25 March 1999                        |
|                                           |           |   |                                      | CA                      | 2224207   | A1 | 27 December 1996                     |
|                                           |           |   |                                      | AU                      | 6108096   | A  | 09 January 1997                      |
|                                           |           |   |                                      | WO                      | 9641932   | A1 | 27 December 1996                     |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/120458

| <b>A. 主题的分类</b><br>E21C 41/18(2006.01)i; E21D 20/00(2006.01)i; E21F 15/00(2006.01)i<br>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>B. 检索领域</b><br>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)<br>E21C; E21D; E21F<br>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献<br>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))<br>CNABS; CNTXT; DWPI; SIPOABS; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI: 沿空留巷, 支护, 系统, 变形, 设计, 岩梁, 充填, 断裂, 锚杆, 锚索, 下沉, 回转角, 研石, 切顶, 顶板, laneway, system, support, anchor, flexible, composit+, fill+, material, different, strength, angle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                     |                                     |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |
| <b>C. 相关文件</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109779632 A (山东科技大学) 2019年 5月 21日 (2019 - 05 - 21)<br/>权利要求1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104712348 A (山东科技大学 等) 2015年 6月 17日 (2015 - 06 - 17)<br/>说明书第[0003]-[0038]段和附图1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103573273 A (山东科技大学) 2014年 2月 12日 (2014 - 02 - 12)<br/>全文</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103573287 A (山东科技大学) 2014年 2月 12日 (2014 - 02 - 12)<br/>全文</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108549780 A (天地科技股份有限公司) 2018年 9月 18日 (2018 - 09 - 18)<br/>全文</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 5824912 A (JENMAR CORP) 1998年 10月 20日 (1998 - 10 - 20)<br/>全文</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> |                                                                                                                                                                                     |                                     | 类 型*                                                                                                                                                                                                      | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                                                                                                                   | 相关的权利要求 | PX | CN 109779632 A (山东科技大学) 2019年 5月 21日 (2019 - 05 - 21)<br>权利要求1 | 1 | A | CN 104712348 A (山东科技大学 等) 2015年 6月 17日 (2015 - 06 - 17)<br>说明书第[0003]-[0038]段和附图1 | 1 | A | CN 103573273 A (山东科技大学) 2014年 2月 12日 (2014 - 02 - 12)<br>全文 | 1 | A | CN 103573287 A (山东科技大学) 2014年 2月 12日 (2014 - 02 - 12)<br>全文 | 1 | A | CN 108549780 A (天地科技股份有限公司) 2018年 9月 18日 (2018 - 09 - 18)<br>全文 | 1 | A | US 5824912 A (JENMAR CORP) 1998年 10月 20日 (1998 - 10 - 20)<br>全文 | 1 |
| 类 型*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                                                                                                                   | 相关的权利要求                             |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |
| PX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | CN 109779632 A (山东科技大学) 2019年 5月 21日 (2019 - 05 - 21)<br>权利要求1                                                                                                                      | 1                                   |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 104712348 A (山东科技大学 等) 2015年 6月 17日 (2015 - 06 - 17)<br>说明书第[0003]-[0038]段和附图1                                                                                                   | 1                                   |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 103573273 A (山东科技大学) 2014年 2月 12日 (2014 - 02 - 12)<br>全文                                                                                                                         | 1                                   |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 103573287 A (山东科技大学) 2014年 2月 12日 (2014 - 02 - 12)<br>全文                                                                                                                         | 1                                   |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 108549780 A (天地科技股份有限公司) 2018年 9月 18日 (2018 - 09 - 18)<br>全文                                                                                                                     | 1                                   |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | US 5824912 A (JENMAR CORP) 1998年 10月 20日 (1998 - 10 - 20)<br>全文                                                                                                                     | 1                                   |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |
| <input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                     |                                     |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |
| <table border="0"> <tr> <td>           * 引用文件的具体类型:<br/>           “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br/>           “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br/>           “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)<br/>           “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br/>           “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         </td> <td>           “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<br/>           “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<br/>           “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<br/>           “&amp;” 同族专利的文件         </td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |                                     | * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“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)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同族专利的文件 |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |
| * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“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)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同族专利的文件 |                                     |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |
| 国际检索实际完成的日期<br>2020年 1月 15日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                     | 国际检索报告邮寄日期<br>2020年 2月 26日          |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |
| ISA/CN的名称和邮寄地址<br>中国国家知识产权局(ISA/CN)<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088<br>传真号 (86-10)62019451                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                     | 受权官员<br>魏敏<br>电话号码 (86-512)88996170 |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |    |                                                                |   |   |                                                                                   |   |   |                                                             |   |   |                                                             |   |   |                                                                 |   |   |                                                                 |   |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/120458

| 检索报告引用的专利文件 |           |   | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |           |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|-----------|---|----------------|------|-----------|----|----------------|
| CN          | 109779632 | A | 2019年 5月 21日   | 无    |           |    |                |
| CN          | 104712348 | A | 2015年 6月 17日   | CN   | 104712348 | B  | 2019年 3月 29日   |
| CN          | 103573273 | A | 2014年 2月 12日   | CN   | 103573273 | B  | 2015年 8月 26日   |
| CN          | 103573287 | A | 2014年 2月 12日   | CN   | 103573287 | B  | 2015年 9月 2日    |
| CN          | 108549780 | A | 2018年 9月 18日   | 无    |           |    |                |
| US          | 5824912   | A | 1998年 10月 20日  | AU   | 703406    | B2 | 1999年 3月 25日   |
|             |           |   |                | CA   | 2224207   | A1 | 1996年 12月 27日  |
|             |           |   |                | AU   | 6108096   | A  | 1997年 1月 9日    |
|             |           |   |                | WO   | 9641932   | A1 | 1996年 12月 27日  |