

(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  
2024年8月29日 (29.08.2024)



(10) 国际公布号  
**WO 2024/174897 A1**

(51) 国际专利分类号:  
*B21K 1/06* (2006.01) *B21J 5/08* (2006.01)  
*B21J 5/00* (2006.01) *B21J 5/10* (2006.01)  
*B21J 5/06* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/076333

(22) 国际申请日: 2024年2月6日 (06.02.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
202310154159.8 2023年2月23日 (23.02.2023) CN

(71) 申请人: 振宏重工(江苏)股份有限公司  
(ZENKUNG HEAVY INDUSTRY (JIANGSU) CO.,

LTD) [CN/CN]; 中国江苏省无锡市江阴市芙蓉大道东段888号, Jiangsu 214421 (CN)。

(72) 发明人: 闫振伟(YAN, Zhenwei); 中国江苏省无锡市江阴市芙蓉大道东段888号, Jiangsu 214421 (CN)。彭文银(PENG, Wenyin); 中国江苏省无锡市江阴市芙蓉大道东段888号, Jiangsu 214421 (CN)。岳康(YUE, Kang); 中国江苏省无锡市江阴市芙蓉大道东段888号, Jiangsu 214421 (CN)。何洁(HE, Jie); 中国江苏省无锡市江阴市芙蓉大道东段888号, Jiangsu 214421 (CN)。

(74) 代理人: 无锡睿升知识产权代理事务所(普通合伙)(RAYSHINE INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY GP.); 中国江苏省无锡市滨湖区建筑西路599-5(1号楼)三楼320-321室, Jiangsu 214000 (CN)。

(54) Title: COMBINED PROFILING FORGING METHOD FOR MAIN SHAFT OF LARGE-SCALE WIND TURBINE

(54) 发明名称: 一种大型风机主轴复合仿型锻造方法

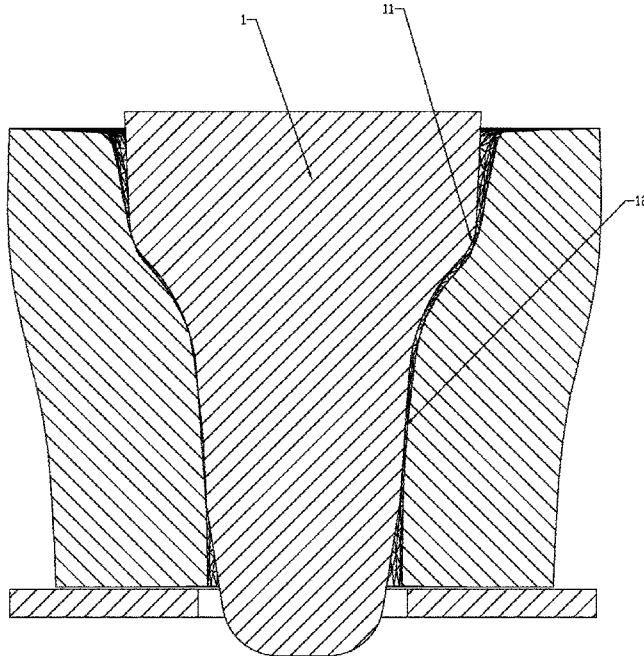


图 3

(57) Abstract: A combined profiling forging method for a main shaft of a large-scale wind turbine, comprising the following steps: step S1, making a blank into a flat square, and returning the blank to a furnace for heat preservation, the furnace-returning heat preservation temperature being 1250 °C; step S2, carrying out preliminary stamping, which comprises the following work steps: a first work step: subjecting the blank to two rounds of upsetting and stretching, and then punching and rounding same; and a second work step: preparing a punching punch (1) and a supporting ring, placing the blank in the supporting ring, placing the punching punch in a blank hole,

WO 2024/174897 A1

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))
- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))
- 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则4.17(iii))
- 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

and operating an oil hydraulic press to press the punching punch to be flush with the blank; step S3, carrying out spinning formation: heating the blank and keeping the temperature at 850 °C, placing the blank in the supporting ring, preparing a female die (2) and the punching punch, and inserting the punching punch into an inner hole of the blank for flange upsetting; and step S4, carrying out shaft body formation forging: stretching a blank shaft body section by section, the forging temperature range being 850-1250°C. The present method has the advantages of reducing overall deformation, reasonably setting heat preservation temperature and heat preservation time, homogenizing local components of blanks, and improving performance.

(57) 摘要: 一种大型风机主轴复合仿型锻造方法, 包括以下步骤: 步骤S1、将坯料制成扁方, 坯料回炉保温, 回炉保温时间为1250 °C; 步骤S2、初步冲压, 包括以下工步: 第一工步: 坯料经过两次镦粗与拔长, 进行冲孔和滚圆; 第二工步: 准备冲孔冲头(1)和漏盘, 坯料放置在漏盘, 将冲孔冲头放置在坯料孔内, 操作油压机将冲孔冲头压至与坯料平齐; 步骤S3、旋压成型: 将坯料加热并保温在850 °C, 坯料放置在漏盘中, 准备凹模(2)和冲孔冲头, 冲孔冲头插入到坯料内孔中进行法兰镦粗; 步骤S4、轴身成型锻造: 对坯料轴身逐一拔长, 锻造温度范围850 ~ 1250 °C。本方法的优点在于整体变形减少, 合理地设置保温温度和保温时间, 可使坯料局部成分均匀化, 改善性能。

## 一种大型风机主轴复合仿型锻造方法

### 技术领域

本发明涉及风电设备主轴制造领域，尤其涉及一种大型风机主轴复合仿型锻造方法。

### 背景技术

随着风电行业在我国飞速发展和成熟，风力发电主轴单机的兆瓦级发电功率正逐步向着更高功率的大方向发展。目前 9MW 以上的大规格主轴多为铸件，虽然其有重量轻，但是锻件产品机械性能低、铸造缺陷多、装机后倒塔率高的劣势也很大程度限制了该主轴在 6-10MW 规格范围内的发展和应用。由于锻件在综合力学性能远远优于铸件，并且随着锻造技术的不断提高，锻压设备的不断升级，迫切需要替代铸件主轴的锻件主轴。

尤其是近年出现的各种各样 6MW 规格以上的主轴，如图 1 所示，该类主法兰直径大，内孔台阶多且为不规则曲线，传统锻造毛坯结构体如图 2 所示，毛坯的内孔中，需要在毛坯的内孔中加工出来三所需的台阶，并且台阶的轮廓为不规则曲线，加工难度大。

毛坯在成型过程中存在以下问题：

- 1、传统锻造生产方式主要为镦粗，冲孔，拔长工序，由于毛坯的内孔形状特殊，内孔的常规的空心芯棒拔长成型法无法防止不同大小内孔在锻造时过渡变形过程中的偏心与内孔折叠等问题，并且内孔形状特殊的产品，致使产品原料投入巨大，并且后续深孔机加工过程中花费时间也较长，会严重延缓整体生产进度。

- 2、大型薄壁空心主轴规格较大的自由锻方式在加热及锻造时，不容易消除原料的成分偏析及坯料内部和外表面的锻造温差问题，易出现粗晶、非金属夹杂物聚集等现象，对产品力学性能产生非常大的影响。

### 发明内容

针对上述现有技术的缺点，本发明的目的是提供一种大型风机主轴复合仿型锻造方法，其优点在于主轴内孔采用仿形锻造近净成形工艺，通过有限元计算设计尺寸与形状适合的专用的冲孔冲头和仿形芯棒，使坯料产生整体变形减少，合理地设置保温温度和保温时间，可使坯料局部成分均匀化，改善性能。

本发明的上述技术目的是通过以下技术方案得以实现的：

一种大型风机主轴复合仿型锻造方法，包括以下步骤：

步骤 S1、坯料进行第一火锻粗，将坯料制成扁方，之后坯料回炉保温，回炉保温时间为 1250℃；

步骤 S2、初步冲压，包括以下工步：

第一工步：坯料经过两次锻粗与拔长，之后坯料进行冲孔和滚圆；

第二工步：准备冲孔冲头和漏盘，所述冲孔冲头包括成形部一和成形部二，所述成形部二设置在成形部一下方，所述冲孔冲头沿中心轴从上到下半径逐渐变小，所述成形部一和成形部二之间通过曲面过渡，将坯料放置在漏盘，将冲孔冲头放置在坯料孔内，操作油压机将冲孔冲头压至与坯料平齐，方可冲孔完毕；

步骤 S3、旋压成型：

将坯料加热并保温在 850℃，之后将坯料放置在漏盘中，准备凹模和冲孔冲头，将油压机换上凹模，通过冲孔冲头插入到坯料内孔中进行法兰锻粗，逐步旋压成型；

步骤 S4、轴身成型锻造：

在坯料内孔中插入异形芯棒，采用 v 型砧对坯料轴身小端进行预拔，对坯料轴身逐一拔长，锻造温度范围 850~1250℃，坯料拔长呈四段，每段分别尺寸为  $\phi 1170\text{mm} \times 1110\text{mm}$ ， $\phi 1090\text{mm} \times 450\text{mm}$ ， $\phi 990\text{mm} \times 440\text{mm}$ ， $\phi 900\text{mm} \times 890\text{mm}$ ，总锻造比  $\geq 5$  在坯料内孔中插入异形芯棒，采用 v 型砧对坯料轴身小端进行预拔，对坯料轴身逐一拔长，锻造温度范围 850~1250℃。

进一步的，在步骤 S1 中，坯料制成扁方的尺寸为 900 mm  $\times$  1400 mm  $\times$  3000mm。

进一步的，在步骤 S1 中，坯料在 1250℃ 下保温 8~12h。

进一步的，在步骤 S2 的第一工步中，坯料的冲孔尺寸为  $\phi 700\text{mm}$ ，滚圆尺寸为  $\phi 1780\text{mm} \times 1800\text{mm}$ 。

进一步的，在步骤 S2 的第二工步中，漏盘的尺寸为  $\phi 1750\text{mm} \times \phi 750\text{mm} \times 540\text{mm} \times R150\text{mm}$ 。

进一步的，在步骤 S3 中，在旋压成型过程中，当坯料温度低于 850℃ 时，需要立刻回炉保温，之后重复旋压成型过程。

进一步的，在步骤 S3 中，漏盘的尺寸为  $\phi 2600\text{mm} \times \phi 1375\text{mm} \times 550\text{mm} \times R320\text{mm}$ 。

综上所述，本发明具有以下有益效果：

1. 冲孔冲头采用曲面过渡的设计，在冲头使坯料产生整体变形，具有较大的变形量，充分破碎组织，改善粗晶，有效防止坯料在冲孔过程中出现折叠和裂纹问题。

2. 在旋压成型过程中，冲孔冲头和模具配合对坯料进行异型局部冲模，可有效防止锻造过程中内孔产生错位变形，同时还可以有效地预防和减小偏心问题。

3. 在旋压成型中，保证坯料在 850℃ 以上，保证坯料有良好塑性变形能力，使坯料内外侧能够依据冲孔冲头和模具的外形进行变化，减少错位变形发生地可能性。

4. 在分段拔长的过程中，能有效地解决内孔折叠，通过对锻造温度和锻造比的控制，控制压下量，在防止内孔变形前提下，有效地改善粗晶现象。

5. 坯料内孔采用仿形锻造近净成形方法，与传统成型方法相比，大幅缩短后续机加工过程，不需要大量切削坯料，生产同型号主轴可节省原材料 5 吨，降低零件整体制造周期，降低制造成本。

## 附图说明

图 1 是仿形毛坯的结构示意图。

图 2 是传统锻造毛坯的结构示意图。

图 3 是冲孔过程的状态示意图。

图 4 是旋压成型的状态示意图。

图 5 是轴身成型的状态示意图

图中，1、冲孔冲头；11、成形部一；12、成形部二；2、凹模；3、异形芯棒。

## 具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图和具体实施方式对本发明提出的装置作进一步详细说明。根据下面说明，本发明的优点和特征将更清楚。

实施例 1：

一种大型风机主轴复合仿型锻造方法，包括以下步骤：

步骤 S1、坯料进行第一火锻粗，将坯料制成扁方，坯料制成扁方的尺寸为 900 mm×1400 mm×3000mm，之后坯料回炉保温，回炉保温时间为 1250℃，保温时间为 8h。

步骤 S2、初步冲压，包括以下工步：

第一工步：坯料经过两次锻粗与拔长，之后坯料进行冲孔和滚圆，如图 2 所示，坯料的冲孔尺寸为  $\Phi 700\text{mm}$ ，滚圆尺寸为  $\Phi 1780\text{mm}\times 1800\text{mm}$ 。

第二工步：如图 3 所示，准备冲孔冲头 1 和漏盘，漏盘的尺寸为  $\Phi 1750\text{mm}\times \Phi 750\text{mm}\times 540\text{mm}\times R150\text{mm}$ 。冲孔冲头 1 包括成形部一 11 和成形部二 12，成形部二 12 设置在成形部一 11 下方，冲孔冲头 1 沿中心轴从上到下半径逐渐变小，成形部一 11 和成形部二 12 之间通过曲面过渡。将坯料放置在漏盘，将冲孔冲头 1 放置在坯料孔内，操作油压机将冲孔冲头 1 压至与坯料平齐，成形部二 12 和成形部一 11 与坯料内孔内壁相接触，在冲头外力作用下，坯料内孔内壁根据，成形部二 12 和成形部一 11 的外形发生相应地变化，方可冲孔完毕。

步骤 S3、旋压成型：

将坯料加热并保温在 850℃，之后将坯料放置在漏盘中，漏盘的尺寸为  $\Phi 2600\text{mm} \times \Phi 1375\text{mm} \times 550\text{mm} \times R320\text{mm}$ ，准备凹模 2 和冲孔冲头 1，将油压机换上凹模 2，如图 4 所示，将坯料放置，坯料放置在凹模 2 的旋转中心中。如图 5 所示，通过冲孔冲头 1 插入到坯料内孔中进行法兰镦粗，凹模 2 对坯料的外侧挤压，冲孔冲头 1 对坯料内孔进行压制成型，逐步旋压成型。在旋压成型的过程中，凹模 2 为固定在设备上的异形局部冲模，有效防止镦粗过程中内孔产生错位变形，同时还可以有效地预防和减小偏心问题。

当坯料低于 850℃，坯料立刻回炉保温，重复上述过程，直至成型，保证坯料具有足够的塑性变形能力，使坯料能够依据凹模 2 和冲孔冲头 1 的外形。

#### 步骤 S4、旋压成型：

如图 5 所示，在坯料内孔中插入异形芯棒 33，采用 v 型砧对坯料轴身小端进行预拔，对坯料轴身逐一拔长，坯料拔长呈四段，每段分别尺寸为  $\Phi 1170\text{mm} \times 1110\text{mm}$ ， $\Phi 1090\text{mm} \times 450\text{mm}$ ， $\Phi 990\text{mm} \times 440\text{mm}$ ， $\Phi 900\text{mm} \times 890\text{mm}$ 。锻造温度为 850℃，保证坯料内孔锻造比  $\geq 5$ 。分成四阶段分布成型，避免在过渡变形的时候，出现变形过程中的偏心与内孔折叠，保证锻件不同弧度的四段，都受到均匀挤压，确保锻件依照异形芯棒 33 和模具内腔的外形完成相应的变形过程。成型完毕，转入后续的工序中。

#### 实施例 2：

与实施例 1 不同的步骤在于：

步骤 S1、坯料进行第一火镦粗，将坯料制成扁方，坯料制成扁方的尺寸为  $900\text{ mm} \times 1400\text{ mm} \times 3000\text{mm}$ ，之后坯料回炉保温，回炉保温时间为 1250℃，保温时间为 10h。

#### 步骤 S4、旋压成型：

如图 5 所示，在坯料内孔中插入异形芯棒 33，采用 v 型砧对坯料轴身小端进行预拔，对坯料轴身逐一拔长，坯料拔长呈四段，每段分别尺寸为  $\Phi 1170\text{mm} \times 1110\text{mm}$ ， $\Phi 1090\text{mm} \times 450\text{mm}$ ， $\Phi 990\text{mm} \times 440\text{mm}$ ， $\Phi 900\text{mm} \times 890\text{mm}$ 。锻造温度为

1140℃，保证坯料内孔锻造比 $\geq 5$ 。成型完毕，转入后续的工序中。

实施例 3：

与实施例 1 不同的步骤在于：

步骤 S1、坯料进行第一火锻粗，将坯料制成扁方，坯料制成扁方的尺寸为 900 mm×1400 mm×3000mm，之后坯料回炉保温，回炉保温时间为 1250℃，保温时间为 12h。

步骤 S4、旋压成型：

如图 5 所示，在坯料内孔中插入异形芯棒 33，采用 v 型砧对坯料轴身小端进行预拔，对坯料轴身逐一拔长，坯料拔长呈四段，每段分别尺寸为  $\phi 1170\text{mm} \times 1110\text{mm}$ ， $\phi 1090\text{mm} \times 450\text{mm}$ ， $\phi 990\text{mm} \times 440\text{mm}$ ， $\phi 900\text{mm} \times 890\text{mm}$ 。锻造温度为 1230℃，保证坯料内孔锻造比 $\geq 5$ 。成型完毕，转入后续的工序中。

成品的性能检测：

实施例 1~实施例 3 获得的成品的性能参数见表 1。

| 编号    | 抗拉强度<br>(MPa) | 屈服强度<br>(MPa) | 断后伸长<br>率 (%) | 冲击功 KU <sub>2</sub><br>(J)-20℃ | 硬度<br>HRC |
|-------|---------------|---------------|---------------|--------------------------------|-----------|
| 实施例 1 | 913           | 770           | 20.5          | 150、140、155                    | 280       |
| 实施例 2 | 909           | 737           | 16.5          | 94、97、100                      | 273       |
| 实施例 3 | 898           | 722           | 16.0          | 95、90、96                       | 269       |

表 1。

以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本发明的保护范围。因此，本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

## 权 利 要 求 书

1. 一种大型风机主轴复合仿型锻造方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤 S1、坯料进行第一火锻粗，将坯料制成扁方，之后坯料回炉保温，回炉保温时间为 1250℃；

步骤 S2、初步冲压，包括以下工步：

第一工步：坯料经过两次锻粗与拔长，之后坯料进行冲孔和滚圆；

第二工步：准备冲孔冲头和漏盘，所述冲孔冲头包括成形部一和成形部二，所述成形部二设置在成形部一下方，所述冲孔冲头沿中心轴从上到下半径逐渐变小，所述成形部一和成形部二之间通过曲面过渡，将坯料放置在漏盘，将冲孔冲头放置在坯料孔内，操作油压机将冲孔冲头压至与坯料平齐，方可冲孔完毕；

步骤 S3、旋压成型：

将坯料加热并保温在 850℃，之后将坯料放置在漏盘中，准备凹模和冲孔冲头，将油压机换上凹模，通过冲孔冲头插入到坯料内孔中进行法兰锻粗，逐步旋压成型；

步骤 S4、轴身成型锻造：

在坯料内孔中插入异形芯棒，采用 v 型砧对坯料轴身小端进行预拔，对坯料轴身逐一拔长，锻造温度范围 850~1250℃，坯料拔长呈四段，每段分别尺寸为  $\phi 1170\text{mm} \times 1110\text{mm}$ ， $\phi 1090\text{mm} \times 450\text{mm}$ ， $\phi 990\text{mm} \times 440\text{mm}$ ， $\phi 900\text{mm} \times 890\text{mm}$ ，总锻造比  $\geq 5$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的一种大型风机主轴复合仿型锻造方法，其特征在于：在步骤 S1 中，坯料制成扁方的尺寸为 900 mm×1400 mm×3000mm。

3. 根据权利要求 2 所述的一种大型风机主轴复合仿型锻造方法，其特征在于：在步骤 S1 中，坯料在 1250℃下保温 8~12h。

4. 根据权利要求 1 所述的一种大型风机主轴复合仿型锻造方法，其特征在

于：在步骤 S2 的第一工步中，坯料的冲孔尺寸为  $\phi 700\text{mm}$ ，滚圆尺寸为  $\phi 1780\text{mm} \times 1800\text{mm}$ 。

5. 根据权利要求 4 所述的一种大型风机主轴复合仿型锻造方法，其特征在于：在步骤 S2 的第二工步中，漏盘的尺寸为  $\phi 1750\text{mm} \times \phi 750\text{mm} \times 540\text{mm} \times R150\text{mm}$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的一种大型风机主轴复合仿型锻造方法，其特征在于：在步骤 S3 中，在旋压成型过程中，当坯料温度低于  $850^{\circ}\text{C}$  时，需要立刻回炉保温，之后重复旋压成型过程。

7. 根据权利要求 1 所述的一种大型风机主轴复合仿型锻造方法，其特征在于：在步骤 S3 中，漏盘的尺寸为  $\phi 2600\text{mm} \times \phi 1375\text{mm} \times 550\text{mm} \times R320\text{mm}$ 。

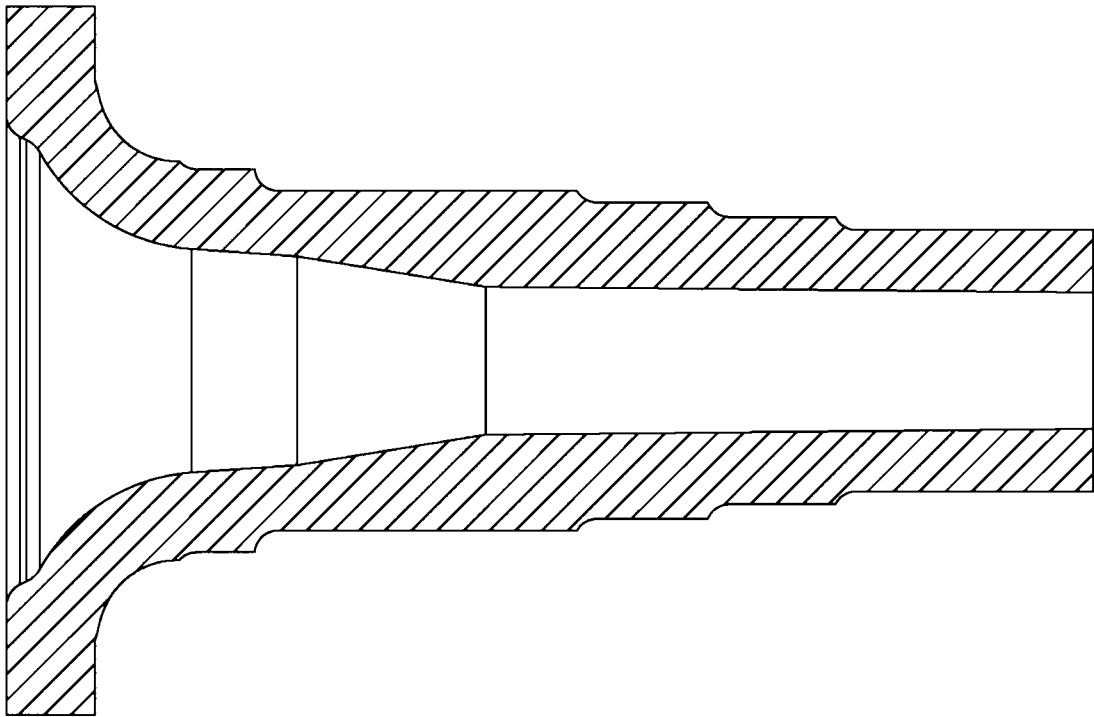


图 1

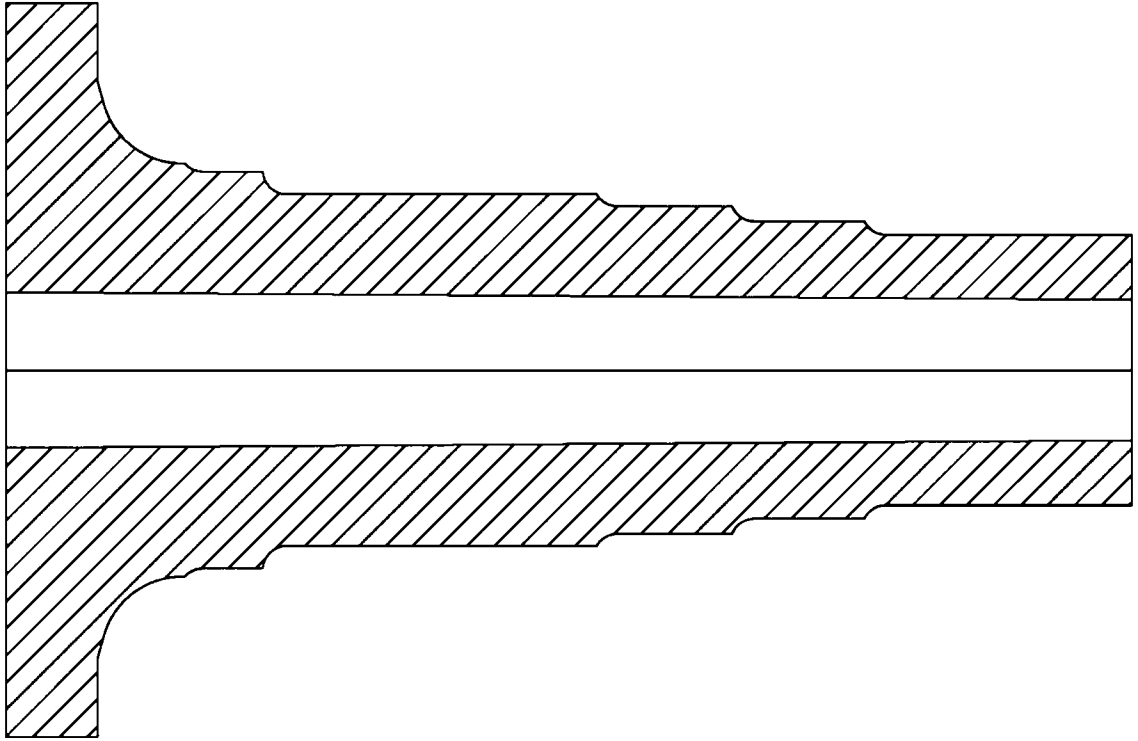


图 2

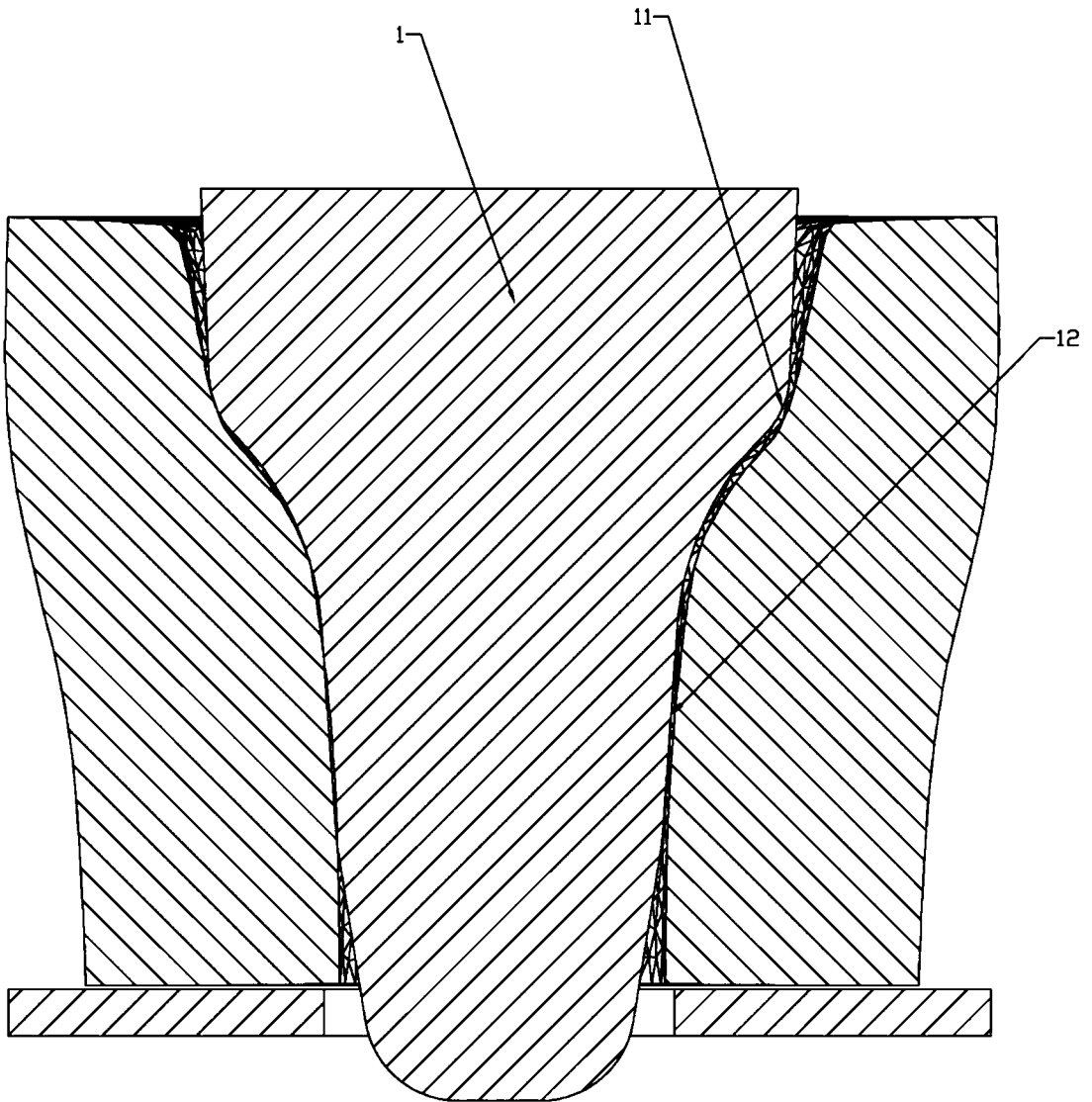


图 3

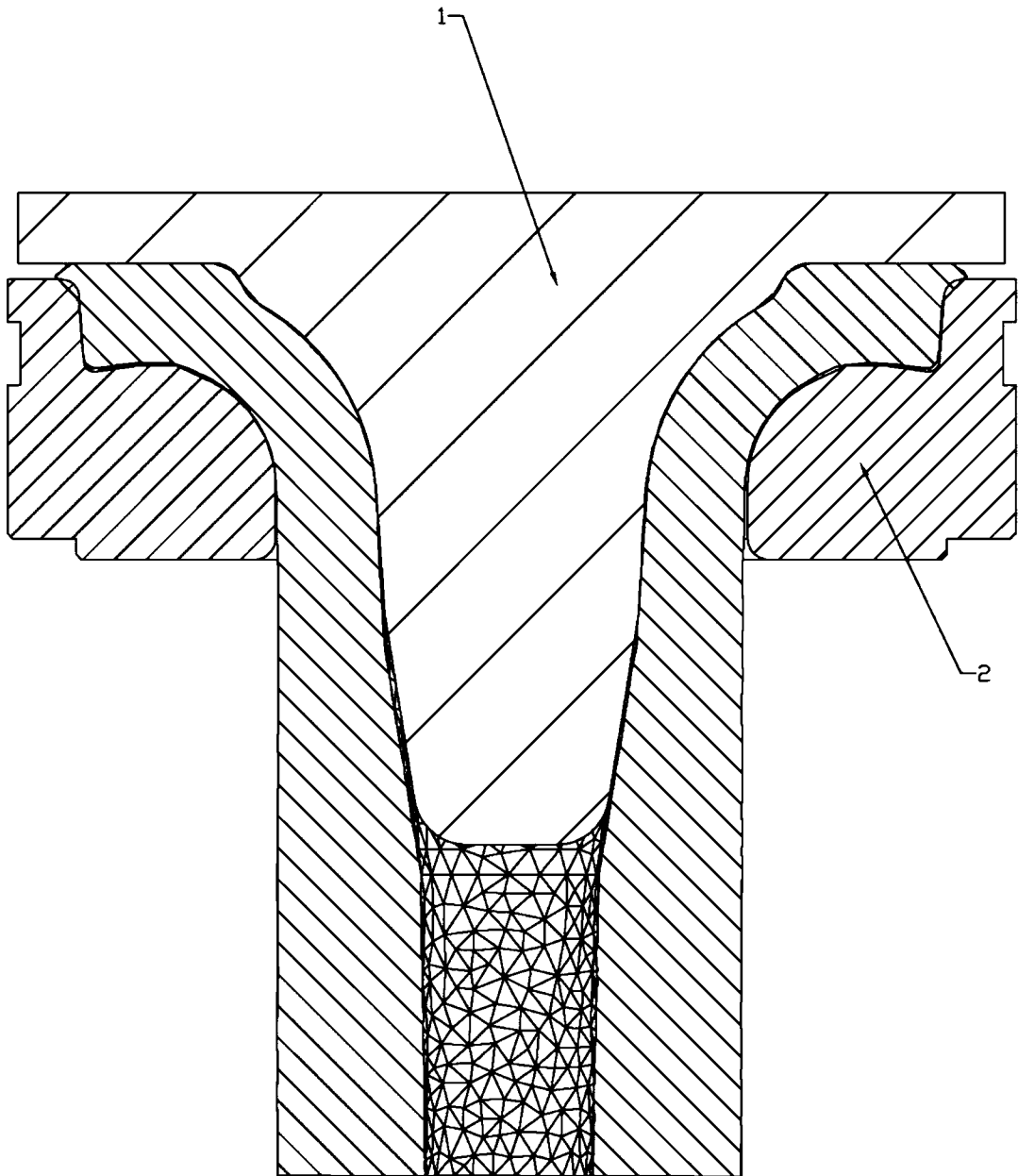


图 4

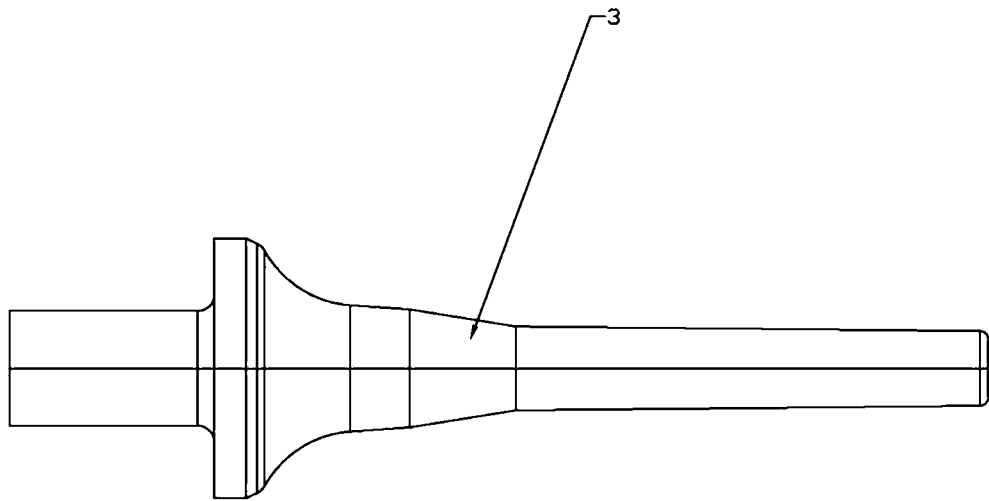


图 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/076333

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>   |   |  |
|--|---|--|
| B21K1/06(2006.01)i; B21J5/00(2006.01)i; B21J5/06(2006.01)i; B21J5/08(2006.01)i; B21J5/10(2006.01)i   |   |  |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC  |   |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b>  |   |  |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  |   |  |
| IPC: B21J, B21K  |   |  |
| 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)   |   |  |
| CNTXT, VEN, CNKI: 主轴, 空心, 锻造, 锻粗, 拔长, 冲孔, 旋压, 法兰, 芯棒, shaft, rod, hollow, forg+, stamp+, press+, upset+, draw+, punch+, spin+, flange, core, mandrel   |   |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>  |   |  |
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.                              |
| PX   | CN 115846579 A (ZHENHONG HEAVY INDUSTRY (JIANGSU) CO., LTD.) 28 March 2023 (2023-03-28)<br>claims 1-7, description, paragraphs 6-36, and figures 1-5        | 1-7  |
| Y  | CN 1736654 A (DATONG ELECTRIC LOCOMOTIVE CO., LTD. OF CNR) 22 February 2006 (2006-02-22)<br>description, page 2, line 17 to page 6, line 2, and figures 1-3 | 1-7  |
| Y  | CN 109290503 A (SHANDONG LAIWU JINLEI WIND POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 February 2019 (2019-02-01)<br>description, paragraphs 3-5, and figures 1-9        | 1-7  |
| Y  | CN 104399855 A (TONGYU HEAVY INDUSTRY CO., LTD.) 11 March 2015 (2015-03-11)<br>description, paragraphs 3-5, and figures 1-4                                 | 1-7  |
| A  | CN 112517817 A (PANGANG GROUP JIANGYOU CHANGCHENG SPECIAL STEEL CO., LTD.) 19 March 2021 (2021-03-19)<br>entire document                                    | 1-7  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.  |   |  |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"D" document cited by the applicant in the international application<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"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)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"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<br>"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<br>"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<br>"&" document member of the same patent family |   |  |
| Date of the actual completion of the international search  |   | Date of mailing of the international search report |
| 19 March 2024  |   | 18 April 2024                                      |
| Name and mailing address of the ISA/CN   |   | Authorized officer                                 |
| China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)<br>China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088   |   | Telephone No.                                      |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/076333

| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |   |                       |
|--|---|-----------------------|
| Category*                              | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
| A                                      | CN 115415458 A (CHINA FIRST HEAVY INDUSTRIES et al.) 02 December 2022 (2022-12-02)<br>entire document                           | 1-7                   |
| A                                      | CN 104384427 A (BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF MECHANICAL & ELECTRICAL TECHNOLOGY) 04 March 2015 (2015-03-04)<br>entire document | 1-7                   |
| A                                      | CN 114433767 A (TONGYU HEAVY INDUSTRY CO., LTD.) 06 May 2022 (2022-05-06)<br>entire document                                    | 1-7                   |
| A                                      | KR 102141356 B1 (DAE WON FORGING CO., LTD.) 05 August 2020 (2020-08-05)<br>entire document                                      | 1-7                   |
| A                                      | WO 2021234188 A1 (LEKUNBERRI DE CORTE, S.L.) 25 November 2021 (2021-11-25)<br>entire document                                   | 1-7                   |

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

International application No.

**PCT/CN2024/076333**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| CN 115846579                           | A 28 March 2023                   | None                    |                                   |
| CN 1736654                             | A 22 February 2006                | None                    |                                   |
| CN 109290503                           | A 01 February 2019                | None                    |                                   |
| CN 104399855                           | A 11 March 2015                   | None                    |                                   |
| CN 112517817                           | A 19 March 2021                   | None                    |                                   |
| CN 115415458                           | A 02 December 2022                | None                    |                                   |
| CN 104384427                           | A 04 March 2015                   | None                    |                                   |
| CN 114433767                           | A 06 May 2022                     | None                    |                                   |
| KR 102141356                           | B1 05 August 2020                 | None                    |                                   |
| WO 2021234188                          | A1 25 November 2021               | None                    |                                   |

| <p>A. 主题的分类</p> <p>B21K1/06(2006.01)i; B21J5/00(2006.01)i; B21J5/06(2006.01)i; B21J5/08(2006.01)i; B21J5/10(2006.01)i</p> <p>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</p>   |   |   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
|--|---|---|-----|-------------------|---------|----|--|-----|---|---|-----|---|---|-----|---|--|-----|---|--|-----|---|--|-----|---|---|-----|
| <p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: B21J, B21K</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNTEXT, VEN, CNKI: 主轴, 空心, 锻造, 镟粗, 拔长, 冲孔, 旋压, 法兰, 芯棒, shaft, rod, hollow, forg+, sta-mp+, press+, upset+, draw+, punch+, spin+, flange, core, mandrel</p>  |   |   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
| <p>C. 相关文件</p> <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 115846579 A (振宏重工(江苏)股份有限公司) 2023年3月28日 (2023 - 03 - 28)<br/>权利要求1-7, 说明书第6-36段, 附图1-5</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 1736654 A (中国北车集团大同电力机车有限责任公司) 2006年2月22日 (2006 - 02 - 22)<br/>说明书第2页第17行至第6页第2行, 附图1-3</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109290503 A (山东莱芜金雷风电科技股份有限公司) 2019年2月1日 (2019 - 02 - 01)<br/>说明书第3-5段, 附图1-9</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104399855 A (通裕重工股份有限公司) 2015年3月11日 (2015 - 03 - 11)<br/>说明书第3-5段, 附图1-4</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112517817 A (攀钢集团江油长城特殊钢有限公司) 2021年3月19日 (2021 - 03 - 19)<br/>全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 115415458 A (中国第一重型机械股份公司等) 2022年12月2日 (2022 - 12 - 02)<br/>全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104384427 A (北京机电研究所) 2015年3月4日 (2015 - 03 - 04)<br/>全文</td> <td>1-7</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 115846579 A (振宏重工(江苏)股份有限公司) 2023年3月28日 (2023 - 03 - 28)<br>权利要求1-7, 说明书第6-36段, 附图1-5 | 1-7 | Y | CN 1736654 A (中国北车集团大同电力机车有限责任公司) 2006年2月22日 (2006 - 02 - 22)<br>说明书第2页第17行至第6页第2行, 附图1-3 | 1-7 | Y | CN 109290503 A (山东莱芜金雷风电科技股份有限公司) 2019年2月1日 (2019 - 02 - 01)<br>说明书第3-5段, 附图1-9 | 1-7 | Y | CN 104399855 A (通裕重工股份有限公司) 2015年3月11日 (2015 - 03 - 11)<br>说明书第3-5段, 附图1-4 | 1-7 | A | CN 112517817 A (攀钢集团江油长城特殊钢有限公司) 2021年3月19日 (2021 - 03 - 19)<br>全文 | 1-7 | A | CN 115415458 A (中国第一重型机械股份公司等) 2022年12月2日 (2022 - 12 - 02)<br>全文 | 1-7 | A | CN 104384427 A (北京机电研究所) 2015年3月4日 (2015 - 03 - 04)<br>全文 | 1-7 |
| 类型*  | 引用文件, 必要时, 指明相关段落   | 相关的权利要求   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
| PX   | CN 115846579 A (振宏重工(江苏)股份有限公司) 2023年3月28日 (2023 - 03 - 28)<br>权利要求1-7, 说明书第6-36段, 附图1-5  | 1-7   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
| Y  | CN 1736654 A (中国北车集团大同电力机车有限责任公司) 2006年2月22日 (2006 - 02 - 22)<br>说明书第2页第17行至第6页第2行, 附图1-3 | 1-7   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
| Y  | CN 109290503 A (山东莱芜金雷风电科技股份有限公司) 2019年2月1日 (2019 - 02 - 01)<br>说明书第3-5段, 附图1-9           | 1-7   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
| Y  | CN 104399855 A (通裕重工股份有限公司) 2015年3月11日 (2015 - 03 - 11)<br>说明书第3-5段, 附图1-4                | 1-7   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
| A  | CN 112517817 A (攀钢集团江油长城特殊钢有限公司) 2021年3月19日 (2021 - 03 - 19)<br>全文                        | 1-7   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
| A  | CN 115415458 A (中国第一重型机械股份公司等) 2022年12月2日 (2022 - 12 - 02)<br>全文                          | 1-7   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
| A  | CN 104384427 A (北京机电研究所) 2015年3月4日 (2015 - 03 - 04)<br>全文                                 | 1-7   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>  |   |   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
| <p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“D” 申请人在国际申请中引证的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>  |   |   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
| <p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2024年3月19日</p>   |   | <p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2024年4月18日</p>                   |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |
| <p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局<br/>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p>  |   | <p>授权官员</p> <p>李晓丽</p> <p>电话号码 (+86) 010-62089685</p> |     |                   |         |    |  |     |   |   |     |   |   |     |   |  |     |   |  |     |   |  |     |   |   |     |

| 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 |
| A       | CN 114433767 A (通裕重工股份有限公司) 2022年5月6日 (2022 - 05 - 06)<br>全文                  | 1-7     |
| A       | KR 102141356 B1 (DAE WON FORGING CO LTD) 2020年8月5日 (2020 - 08 - 05)<br>全文     | 1-7     |
| A       | WO 2021234188 A1 (LEKUNBERRI DE CORTE S L) 2021年11月25日 (2021 - 11 - 25)<br>全文 | 1-7     |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2024/076333

| 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 115846579 A   | 2023年3月28日     | 无    |                |
| CN 1736654 A     | 2006年2月22日     | 无    |                |
| CN 109290503 A   | 2019年2月1日      | 无    |                |
| CN 104399855 A   | 2015年3月11日     | 无    |                |
| CN 112517817 A   | 2021年3月19日     | 无    |                |
| CN 115415458 A   | 2022年12月2日     | 无    |                |
| CN 104384427 A   | 2015年3月4日      | 无    |                |
| CN 114433767 A   | 2022年5月6日      | 无    |                |
| KR 102141356 B1  | 2020年8月5日      | 无    |                |
| WO 2021234188 A1 | 2021年11月25日    | 无    |                |