



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104175063 B

(45)授权公告日 2016.12.28

(21)申请号 201310202087.6

(22)申请日 2013.05.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104175063 A

(43)申请公布日 2014.12.03

(73)专利权人 陕西华威锻压有限公司

地址 710086 陕西省西安市未央区石化大道西段80号

(72)发明人 王璋

(51)Int.Cl.

B23P 15/00(2006.01)

B21K 1/06(2006.01)

B21J 1/06(2006.01)

审查员 陈立兵

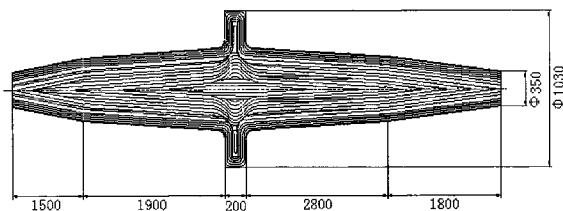
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法

(57)摘要

本发明公开一种全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法，包括以下步骤：材料选择、加热、第一次锻造、第二次锻造、锻后热处理、粗车、超声波探伤、调质、半精加工、无损探伤、本体取样、力学性能试验、稳定热处理。本发明比传统二次锻造、焊接法兰主轴生产方法减少了焊接工序，节约了时间，减少了原材料消耗，降低了生产成本，锻造出的法兰主轴具有全纤维组织结构，完全消除了焊接法兰平衡性差、易变形和根部易断裂的先天不足，满足了大型风机对主轴设计要求。



1. 一种全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤a:材料选择:选用通过电弧炉冶炼+炉外精炼+真空脱气冶炼的钢锭作为原材料,保证钢的纯净度和晶粒细化;

步骤b:将常温钢锭采用三段加热法加热至始锻温度 $1220 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ,保温15小时;

步骤c:第一次锻造;

第一步:钢锭出炉后由操作机夹持立放至压机镦粗台上,采用上下大截面墩粗法大压力镦粗,镦粗比 $>2$ 时停锻;

第二步:将钢锭顺径向放在下镦粗台上,采用WRF法在钢锭径向进行强压,砧宽比为0.60~0.80,每次压下量为25%,停锻后坯料旋转 $90^{\circ}$ 采用同样方法重复压至四方后停锻;

第三步:将坯料放在上下宽砧中间,采用WRF法拔长至法兰初坯尺寸的八方轴体,拔长比 $>4.5$ ,采用圆棍号印后入炉加热至 $1100^{\circ}\text{C}$ 保温;

步骤d:第二次锻造成型;

将加热好的坯料出炉锻造时,先在号印处用上下平砧靠着法兰号印处按18%压下量压至大于根部尺寸的10%,旋转 $90^{\circ}$ 后采用同样方法压下,旋转 $45^{\circ}$ 后以同样方法压至八方,进行拔稍锻造至工艺尺寸,用同样方法掉头将锻件另一端锻造至工艺尺寸,滚圆、精整、校直,终锻温度 $850^{\circ}\text{C}$ 时锻造完成;

步骤e:锻件空冷至 $450^{\circ}\text{C}$ 时,入炉进行正火+回火锻后热处理;

步骤f:对锻件进行粗车、超声波探伤;

步骤g:对锻件进行调质,半精加工、无损探伤、本体取样、力学性能试验、稳定热处理,包装。

2. 如权利要求1所述的一种全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法,其特征在于,所述步骤a中材料选择时,需要严格控制有害元素和有害气体的含量:P、S $\leq 0.025$ 、H $\leq 2\text{ppm}$ 、O $\leq 35\text{ppm}$ 、N $\leq 65\text{ppm}$ 、Re=0.08~0.12。

3. 如权利要求1所述的一种全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法,其特征在于,所述步骤b的钢锭加热采用三段加热法,具体过程为:将常温钢锭装炉,装炉温度不高于 $450^{\circ}\text{C}$ ,保温5小时;第一段按 $60^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 升温至 $650^{\circ}\text{C}$ 时,均温4小时;第二段按 $60^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 升温至 $850^{\circ}\text{C}$ 时,保温5小时;第三段按 $80^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 升温至 $1220^{\circ}\text{C}$ 时,保温12小时始锻。

4. 如权利要求1所述的一种全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法,其特征在于,所述步骤c中进行镦粗和径向强压时均采用大于钢锭直径1.5倍的镦粗板进行,停锻时间为180秒。

5. 如权利要求1所述的一种全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法,其特征在于,所述步骤c中采用WRF法进行拔长至法兰初坯尺寸时,每次压下量为20%,砧宽比为0.7,温度场为 $1050^{\circ}\text{C}$ 以上。

6. 如权利要求1所述的一种全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法,其特征在于,所述步骤e中的锻后热处理具体过程为:将终锻后温度大于 $850^{\circ}\text{C}$ 的锻件在炉外通风处过冷至 $450^{\circ}\text{C}$ ,进炉保温5小时,按工艺升温至 $880^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ,均温10小时,出炉均匀快冷至 $320^{\circ}\text{C}$ 时,进炉保温8小时。然后按工艺升温至 $650^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ,均温保温60小时,随炉按不超过 $30^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 冷却至 $200^{\circ}\text{C}$ 以下时,锻件出炉入坑堆冷至常温。

7. 如权利要求6所述的一种全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法,其特征在于,

锻件在出炉均匀快冷至320℃时采用水雾空冷合并法。

## 全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于锻造技术领域,涉及一种全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,随着石化、冶金、矿山开采等行业的装备大型化发展,对大型鼓风机主轴锻件的质量要求越来越高,从而对大型鼓风机主轴锻件的生产、加工方法也提出了更高的要求。

[0003] 传统的大型鼓风机主轴生产是把中间大法兰和主轴分两部分生产,经粗加工后再将中间大法兰焊接在主轴上,不能使其成为整体锻件,更无法保证其纤维组织一致性。由于法兰部分焊接时残余应力不能完全清除,整体组织不均匀,致使在长期使用过程中法兰变形,在高速运转时,平衡性差,产生抖动、噪音,甚至发生断裂事故,所以生产大型法兰风机主轴的锻造方法亟需进行改进。

### 发明内容

[0004] 本发明的主要目的是提供一种全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法,解决现有大型法兰风机主轴锻造工艺中,法兰结构与轴体无法整体锻造从而导致风机主轴平衡性差、容易生产抖动、噪音甚至出现断裂的缺陷。

[0005] 为了实现发明目的,本发明所采用的技术方案是,一种全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤a:材料选择:选用通过电弧炉冶炼+炉外精炼+真空脱气冶炼的钢锭作为原材料,保证钢的纯净度和晶粒细化;

[0007] 步骤b:将常温钢锭采用三段加热法加热至始锻温度 $1220 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ,保温15小时;

[0008] 步骤c:第一次锻造;

[0009] 第一步:钢锭出炉后由操作机夹持立放至压机墩粗台上,采用上下大截面墩粗法大压力墩粗,墩粗比 $>2$ 时停锻;

[0010] 第二步:将钢锭顺径向放在下墩粗台上,采用宽砧径向压实法(WRF)在钢锭径向进行强压,砧宽比为 $0.60\text{--}0.80$ ,每次压下量为 $25\%$ ,停锻后坯料旋转 $90^{\circ}$ 采用同样方法重复压至四方后停锻;

[0011] 第三步:将坯料放在上下宽砧中间,采用WRF法拔长至法兰初坯尺寸的八方轴体,拔长比 $>4.5$ ,采用圆号印棍号印后入炉加热至 $1100^{\circ}\text{C}$ 保温;

[0012] 步骤d:第二次锻造成型;

[0013] 将加热好的坯料出炉锻造时,先在号印处用上下平砧靠着法兰号印处按 $18\%$ 压下量压至大于根部尺寸的 $10\%$ ,旋转 $90^{\circ}$ 后采用同样方法压下,旋转 $45^{\circ}$ 后以同样方法压至八方,进行拔稍锻造至工艺尺寸,用同样方法掉头将锻件另一端锻造至工艺尺寸,滚圆、精整、校直,终锻温度 $850^{\circ}\text{C}$ 时锻造完成;

- [0014] 步骤e:锻件空冷至450℃时,入炉进行正火+回火锻后热处理;
- [0015] 步骤f:对锻件进行粗车、超声波探伤;
- [0016] 步骤g:对锻件进行调质,半精加工、无损探伤、本体取样、力学性能试验、稳定热处理,包装。
- [0017] 本发明的特征还在于,步骤a中材料选择时,需要严格控制有害元素和有害气体的含量:P,S≤0.025,H≤2ppm,O≤35ppm,N≤65ppm,Re=0.08-0.12。
- [0018] 进一步,步骤b中,钢锭加热采用三段加热法,具体过程为:将常温钢锭装炉,装炉温度不高于450℃,保温5小时;第一段按60℃/小时升温至650℃时,保温4小时;第二段按60℃/小时升温至850℃时,保温5小时;第三段按80℃/小时升温至1220℃时,保温12小时始锻。
- [0019] 进一步,步骤c中进行镦粗和径向强压时均采用大于钢锭直径1.5倍的镦粗板进行,停锻时间为180秒。
- [0020] 进一步,步骤c中采用WRF进行拔长至法兰初坯尺寸时,每次压下量为20%,砧宽比为0.7,温度场为1050℃以上。
- [0021] 进一步,步骤e中的锻后热处理具体过程为:将终锻后温度大于850℃的锻件在炉外通风处过冷至450℃,进炉保温5小时,按工艺升温至880℃±10℃,均温10小时,出炉均匀快冷至320℃时,进炉保温8小时。然后按工艺升温至650℃±10℃,均温保温60小时,随炉按不超过30℃/小时冷却至200℃以下时,锻件出炉入坑堆冷至常温。
- [0022] 锻件在出炉均匀快冷至320℃时采用水雾空冷合并法。
- [0023] 本发明的有益效果是:
- [0024] 本发明的全纤维组织大型连体法兰风机主轴锻造方法,首先对原材料冶炼进行控制,预防了因原材料化学成分中有害元素造成的缺陷。第一次采用上下大截面宽板墩粗法,既打碎了钢锭柱状晶粒和锭型偏析,又保证了在下道次拔长时有充分足够的锻造比。采用WRF法进行径向压实和锻至法兰初坯并停锻180秒,既焊合了坯料芯部的残余缺陷,又使内部组织完全愈合,同时使坯料开始形成纤维组织。控制压下量和温度场,既保证了法兰台阶根部不被拉裂,又防止了法兰部分在高温锻造时,金属滑移过程中法兰变形而导致偏心。采用拔长锻造比大于4.5,使锻件完全形成了均匀的全纤维组织,采用拔稍拔长法保证了整体纤维组织均匀度不被破坏。锻后采取直接过冷450℃,充分利用了锻件锻后余热细化晶粒,降低了燃料消耗,提高了生产效率。采用本发明的锻造方法锻造的连体法兰风机主轴比传统二次锻造、焊接法兰主轴生产方法减少了焊接工序,节约了时间,减少了原材料消耗,降低了生产成本,锻造出的法兰主轴具有全纤维组织结构,完全消除了焊接法兰平衡性差、易变形和根部易断裂的先天不足,满足了大型风机对主轴设计要求。

## 附图说明

- [0025] 图1是采用本发明方法锻造35CrMoReA大型连体法兰鼓风机主轴的加热工艺图;
- [0026] 图2是采用本发明方法锻造35CrMoReA大型连体法兰鼓风机主轴钢锭镦粗前结构示意图;
- [0027] 图3是采用本发明方法锻造35CrMoReA大型连体法兰鼓风机主轴钢锭镦粗后结构示意图;

[0028] 图4是采用本发明方法锻造35CrMoReA大型连体法兰鼓风机主轴钢锭号印后的结构示意图；

[0029] 图5是采用本发明方法锻造成型的35CrMoReA大型连体法兰鼓风机主轴结构示意图；

[0030] 图6是采用本发明方法锻造35CrMoReA大型连体法兰鼓风机主轴锻后热处理工艺图；

[0031] 图7是采用本发明方法锻造成型的35CrMoReA大型连体法兰鼓风机主轴内部纤维组织结构示意图。

## 具体实施方式

[0032] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0033] 35CrMoReA大型连体法兰鼓风机主轴的锻造工艺，包括步骤：

[0034] a、材料控制：选用通过电弧炉冶炼+炉外冶炼+真空脱气冶炼的钢锭作为原材料。选用材质35CrMoReA，符合Q/HWG-GW07010-2000，保证S≤0.025，P≤0.025，H≤2ppm，Q≤35ppm，N≤65ppm，Re=0.08-0.12；

[0035] b、如图1所示，将钢锭装入温度低于450℃的加热炉进行保温加热。加热工艺为：450℃时保温5小时，按每小时60℃升温至650℃，保温4小时，再按每小时60℃升温至850℃，保温5小时，最后按每小时80℃升温至1220℃时，均温3小时，在1220±10保温12小时；

[0036] c、将加热好的钢锭出炉，用上下大镦粗板进行墩粗，如图2所示，镦粗前，钢锭尺寸H1800mm、D1500mm，如图3所示，镦粗后钢锭尺寸为H830mm、D2200mm，此时墩粗锻造比为2.168，停锻180秒。在镦粗过程，强调锻造比大于2，主要为保证钢锭心部处于三向压应力状态，并根据工艺要求保证拔长时的锻造比，打碎钢锭内部粗大柱状晶粒，分散锭型偏析等缺陷。镦粗完成后取出坯料，用操作机夹持顺径向放在下墩粗台上，用大墩粗板放在坯料上强压，每次压下量25%，停锻180秒后将坯料旋转90°，用同样方法强压后再停锻180秒，用上下宽砧满砧拔长至初坯尺寸L=3670mm、D=φ 1050mm，拔长比>4.5。该过程能够更好地焊合钢锭内部缩孔等冶金缺陷，停锻180秒主要为了使焊合后的组织充分愈合。随后用圆号印棍号印，号印后的结构如图4所示，入炉加热至1100±10℃保温。用圆号印棍号印是为了不切断坯料的整体纤维组织；锻造拔长比>4.5主要是为了使坯料整体纤维组织完全形成。

[0037] d、如图5所示，将加热好的坯料出炉锻造，用上下平砧靠着法兰号印处按每次压下量15%压下，然后旋转90°压下，反复拔长至八方初坯D=620mm，随后进行拔稍锻造工艺尺寸，掉头用同样方法将另一端锻造至工艺尺寸。切除两端水冒口及余料，进行精整、滚圆、校直，终锻温度850℃。拔长中拔稍成型主要为了不破坏整体纤维组织。

[0038] e、将完成锻造的锻件吊至热处理工区进行过冷处理，用鼓风机吹风快冷至450℃时进热处理炉进行保温。如图6所示，将锻件入炉450℃保温5小时，按每小时80℃升至880℃均温3小时，880℃保温10小时后出炉，在热处理工区通过水雾、空气合并法进行均匀强制冷却至320℃时入热处理炉保温8小时，以每小时60℃升至650℃均温60小时，以每小时不大于30℃随炉冷却至200℃时出炉入坑堆冷至常温。

[0039] f、进行外观、尺寸检验，粗车加工后进行超声波无损探伤检验。

[0040] g、对经过粗加工，超声波探伤合格的锻件进行调质、半精加工、超声波无损探伤、

磁粉表面探伤、本体取样、力性试验。

[0041] h、对经超声波探伤合格、磁粉探伤合格、力性合格、尺寸合格的主轴锻件进行稳定热处理，出炉后进行标识、包装。本发明锻件成品内部纤维组织结构如图7所示。

[0042] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点，上述实施方式和说明书只是本发明的原理，在不脱离本发明精神和范围的前提下本发明还会有各种变化和改进，这些变化和改进都落入要求保护的本发明的范围内。本发明要求的保护范围由权利要求书及其等同物界定。

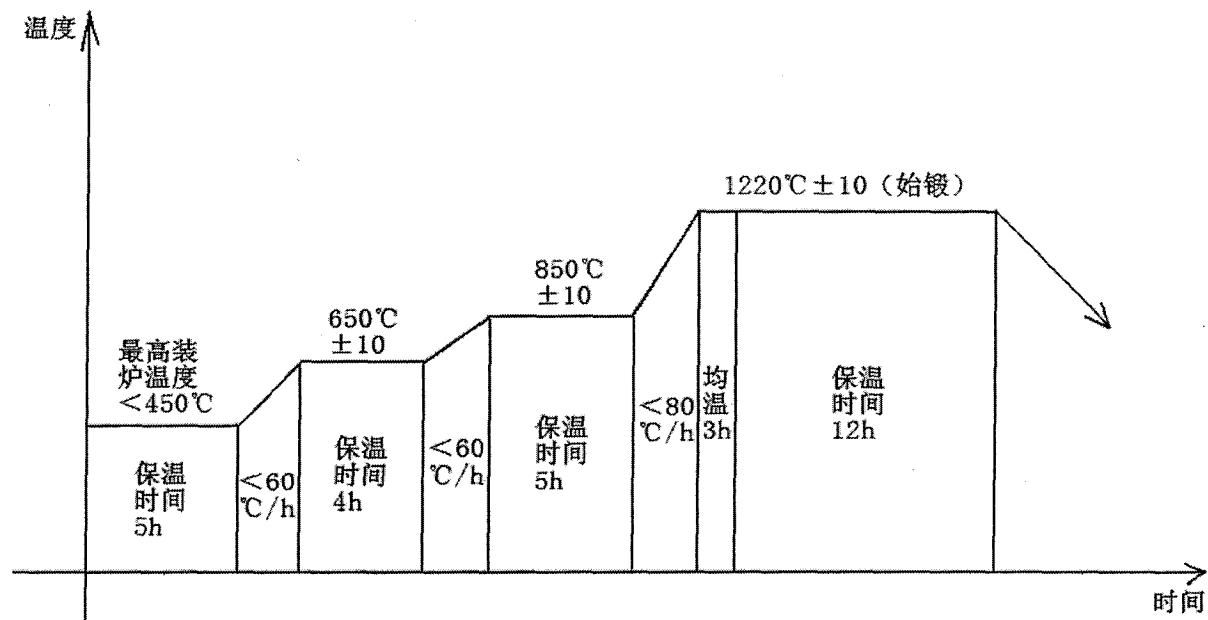


图1

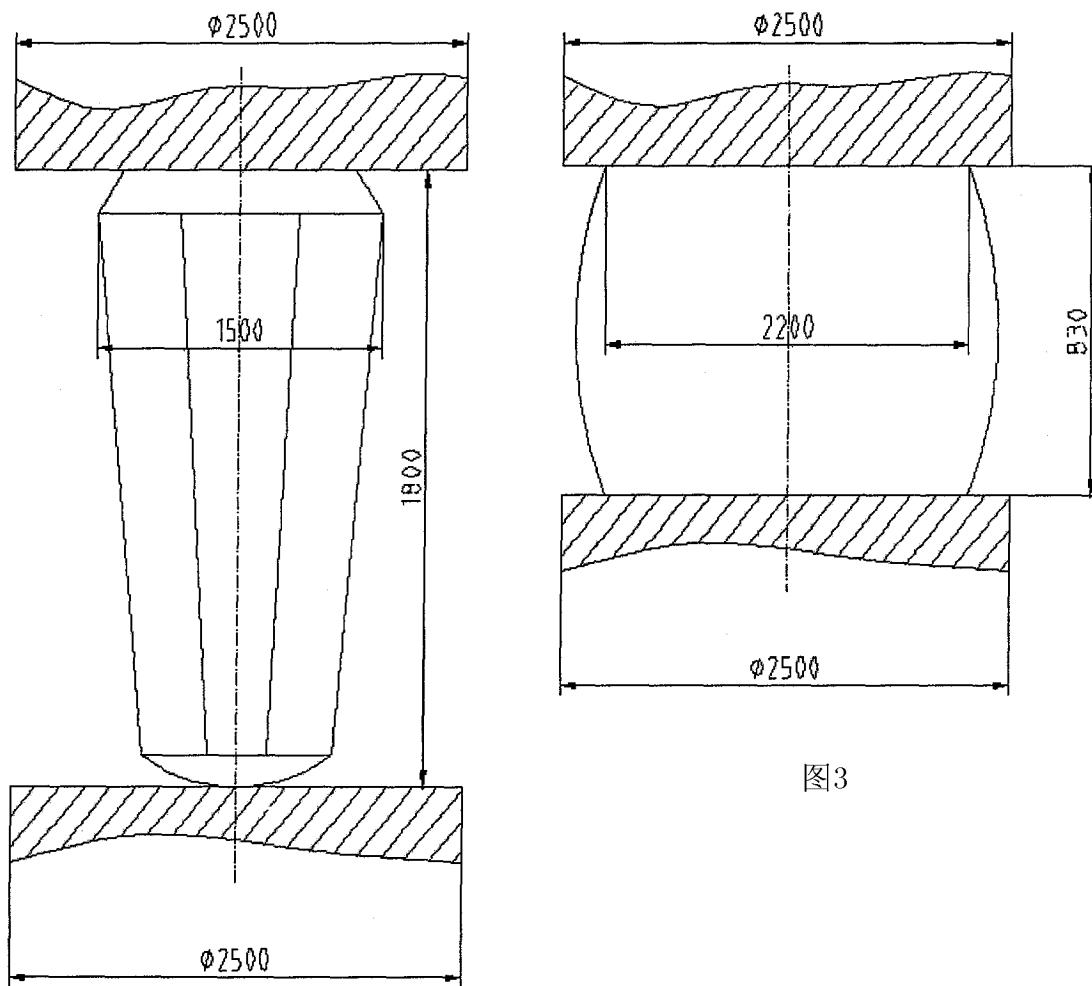


图2

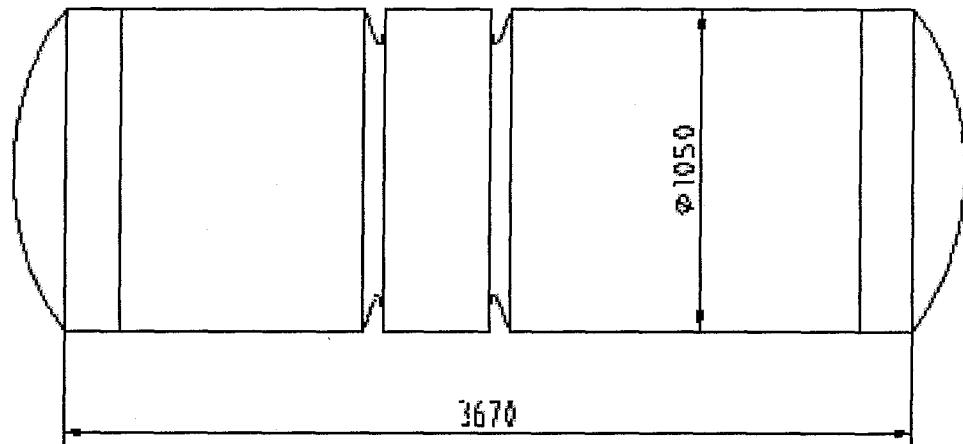


图4

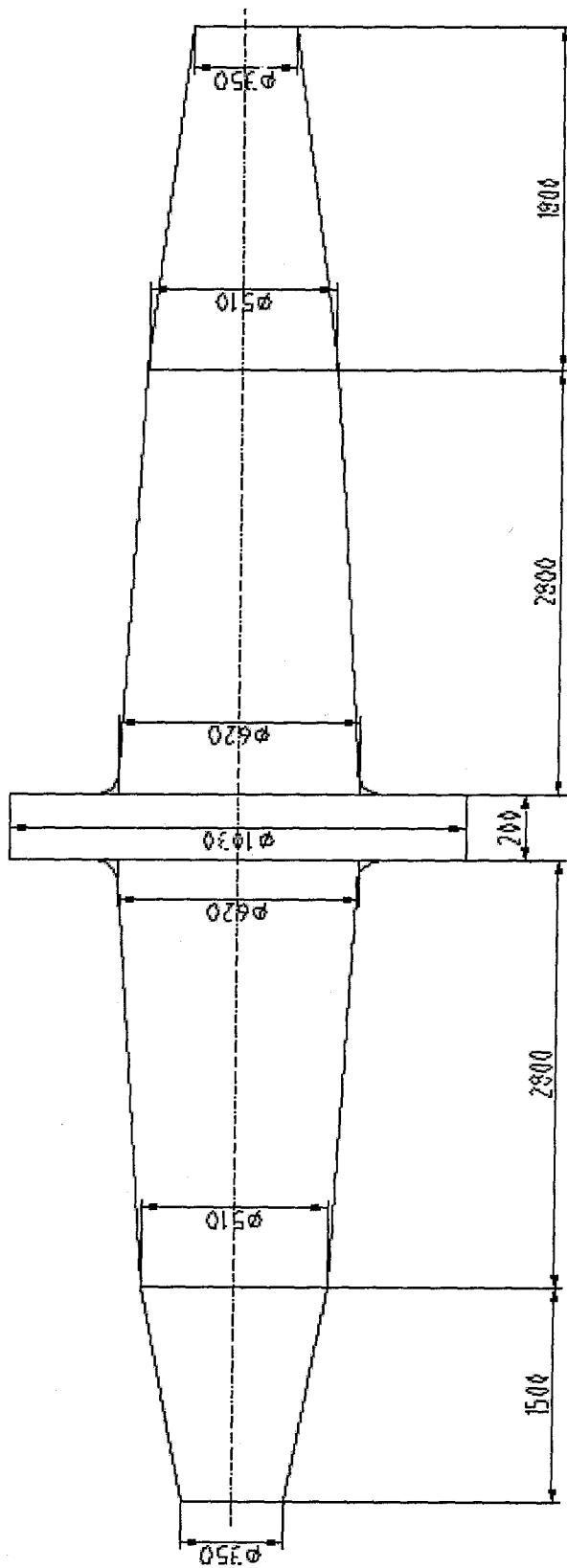


图5

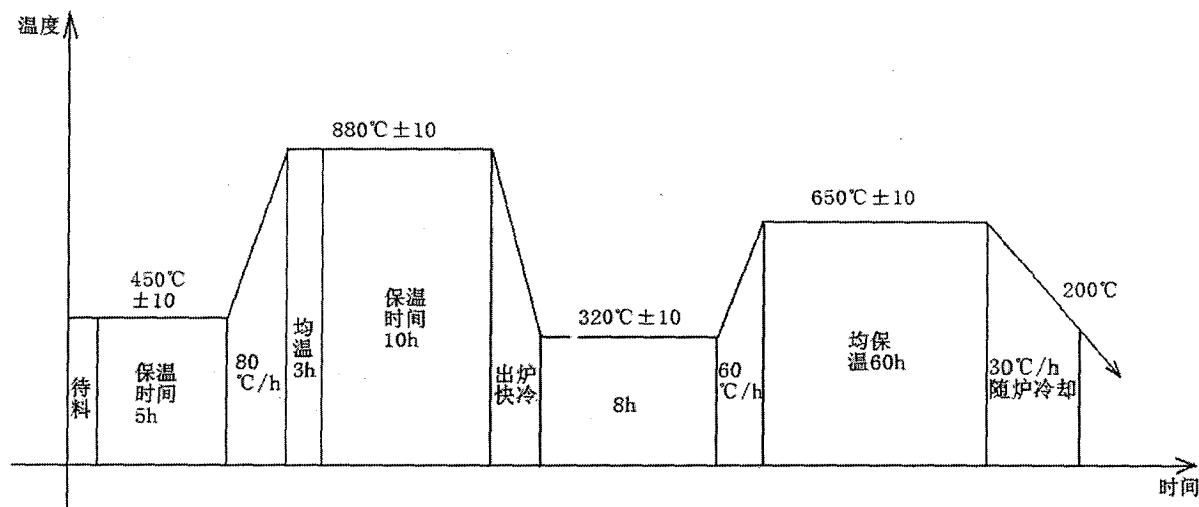


图6

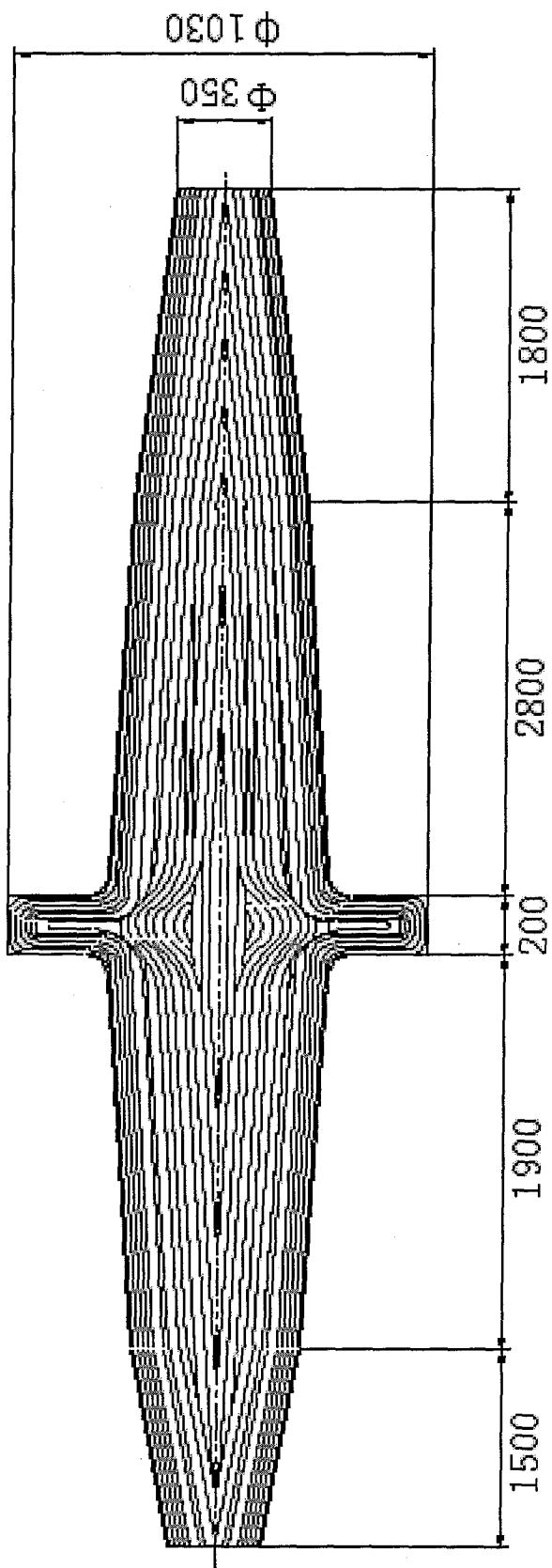


图7