(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111482767 A
(43)申请公布日 2020.08.04

(21)申请号 202010233108.0

(22)申请日 2020.03.29

(71)申请人 至玥腾风科技集团有限公司
地址 100029 北京市西城区北三环中路甲29号院3号楼101号内104室

(72)发明人 靳普

(74)专利代理机构 北京嘉途睿知识产权代理事务所(普通合伙) 11793
代理人 李鹏

(51)Int.Cl.
B23P 15/00(2006.01)
F16C 3/02(2006.01)
G01M 1/16(2006.01)
H02K 1/22(2006.01)
H02K 5/16(2006.01)
H02K 15/02(2006.01)

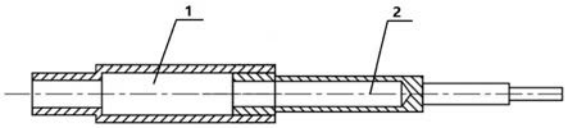
权利要求书5页 说明书11页 附图7页

(54)发明名称

一种高速转子的制造方法

(57)摘要

一种高速转子的制造方法，该高速转子包括轴一和轴二；轴一包括不同孔径的第一内孔和第二内孔；轴二包括不同直径的第一轴段和第二轴段；轴二第一轴段的一端穿过轴一的第二内孔且与轴一的一端固定连接。该制造方法包括如下步骤：分别加工轴一和轴二至预定尺寸；装配、焊接轴一和轴二形成转子；对装配好的转子进行表面处理后精加工，使得转子表面粗糙度为Ra0.05-0.2、同轴度为0.001-0.03mm；最后进行动平衡，使动平衡等级达到G0.4-2.5。该方法能够制造高精度和高成品率的高速转子，且实现全自动化生产。



CN 111482767 A

1.一种高速转子的制造方法,其特征在于,所述高速转子包括轴一和轴二;轴一包括不同孔径的第一内孔和第二内孔,第一内孔的孔径小于第二内孔的孔径,第一内孔对应的外圆周设置有第一轴承位;轴二包括不同直径的第一轴段和第二轴段,第一轴段的直径大于第二轴段的直径;所述轴二第一轴段设置有内孔;轴二第一轴段的一端穿过轴一的第二内孔且与轴一的一端固定连接,轴二第一轴段未插入第二内孔部位的外圆周设置有第二轴承位;所述高速转子的转速为150000rpm-160000rpm;

所述制造方法包括如下步骤:

S100、分别加工轴一和轴二至预定尺寸;

S200、装配、焊接:

将轴二的第一轴段插入轴一的第二内孔,并焊接轴一和轴二的配合面;

S300、表面处理:

表面处理时间为1-60秒,完成在线微波表面处理,释放热应力,待转子冷却到室温去应力后得粗成件;

S400、精加工:精加工至转子表面粗糙度为Ra0.05-0.2、同轴度为0.001-0.03mm;

S500、动平衡:

将精加工后的转子置于动平衡设备中,以第一轴承位和/或第二轴承位为基准进行动平衡,动平衡过程中,去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量,使动平衡等级达到G0.4-2.5。

2.根据权利要求1所述的高速转子的制造方法,其特征在于,

所述步骤S100分别加工轴一和轴二至预定尺寸中:

加工轴一的步骤包括:

SA110、将用于加工轴一的棒料去应力后粗加工外圆,第一轴承位留余量,所述余量满足后序组合加工需求;

SA120、精加工除第一轴承位外的其他外圆至尺寸;在工装辅具下,使用镗床精加工所述轴一两侧的内孔至尺寸;精加工两端装配端面至尺寸;

SA130、单件动平衡,对所述轴一进行动平衡,动平衡位取第二内孔处,所述动平衡的转速低于所述高速转子的一阶临界转速,动平衡等级达到G0.4-2.5;

加工轴二(2)的步骤包括:

SB110、将用于加工轴二的棒料去应力后粗加工外圆,第二轴承位留余量,所述余量满足后序组合加工需求;

SB120、精加工除第二轴承位外的其他外圆至尺寸;加工内孔至尺寸;精加工两端装配端面至尺寸;

SB130、精加工焊接面至尺寸;

SB140、单件动平衡,对所述轴二进行动平衡,动平衡位取内孔,所述动平衡的转速低于所述高速转子的一阶临界转速,动平衡等级达到G0.4-2.5;

和/或

所述步骤S400精加工的步骤包括:

S410、装夹:以轴一第二内孔对应的外圆作为装夹基准面定位夹紧,保证整个转子的装夹基准面与轴一第一内孔的同轴度保持在0.001-0.03mm;

S420、高频波精加工：以装夹基准面为准，使用高频波表面处理工艺将歪曲度超过0.1mm和余量超过0.05mm的部分进行精加工，高频波精加工过程中，留余量，所述余量满足后序组合加工需求；去除部位包括第一轴承位，第二轴承位和焊接位；所述高频波的频率为0.1-1MHz；

S430、硬化处理：对整个转子进行硬化处理；

S440、精加工：精加工轴二第二轴段至尺寸；

S450、整体精加工：使用精磨工艺一次性去除余量至尺寸，使得转子表面粗糙度为Ra0.05-0.2、同轴度为0.001-0.03mm。

3.根据权利要求1所述的高速转子的制造方法，其特征在于，还包括电机磁芯，安装于轴一的第二内孔中，轴二第一轴段的一端穿过轴一第二内孔与该电机磁芯抵接；

所述步骤S100分别加工轴一和轴二至预定尺寸中：

加工轴一的步骤包括：

SA110、将用于加工轴一的棒料去应力后粗加工外圆，第一轴承位留余量，所述余量满足后序组合加工需求；

SA120、精加工除第一轴承位外的其他外圆至尺寸；在工装辅具下，使用镗床精加工所述轴一两侧的内孔至尺寸；精加工两端装配端面至尺寸；

SA130、单件动平衡，对所述轴一进行动平衡，动平衡位取第二内孔处，所述动平衡转速低于所述高速转子的一阶临界转速，动平衡等级达到G0.4-2.5；

加工轴二的步骤包括：

SB110、将用于加工轴二的棒料去应力后粗加工外圆，第二轴承位留余量，所述余量满足后序组合加工需求；

SB120、精加工除第二轴承位外的其他外圆至尺寸；加工内孔至尺寸；精加工两端装配端面至尺寸；

SB130、精加工焊接面至尺寸；

SB140、单件动平衡，对所述轴二进行动平衡，动平衡位取内孔，所述动平衡转速低于所述高速转子的一阶临界转速，动平衡等级达到G0.4-2.5；

和/或

所述步骤S200装配、焊接的步骤包括：

S210、将精加工后的电机磁芯过盈热装入轴一的第二内孔；将所述轴二第一轴段插入所述第二内孔与所述电机磁芯抵接；

S220、使用焊接工艺焊接轴一和轴二的配合面；

和/或

所述步骤S400精加工的步骤包括：

S410、装夹：以电机磁芯对应的外圆作为装夹基准面定位夹紧，保证整个转子的装夹基准面与轴一右侧内孔的同轴度保持在0.001-0.03mm；

S420、高频波精加工：以装夹基准面为准，使用高频波表面处理工艺将歪曲度超过0.1mm和余量超过0.05mm的部分进行精加工，高频波精加工过程中，留余量，所述余量满足后序组合加工需求；去除部位包括第一轴承位，第二轴承位和焊接位；所述高频波的频率为0.1-1MHz；

S430、硬化处理:对整个转子进行硬化处理;

S440、精加工:精加工轴二的第二轴段至尺寸;

S450、整体精加工:使用精磨工艺一次性去除余量至尺寸,使得转子表面粗糙度为Ra0.05-0.2、同轴度为0.001-0.03mm。

4.根据权利要求2所述的高速转子的制造方法,其特征在于,所述高速转子还包括推力盘,固定套接在所述轴一第二内孔对应的外圆的一端侧;

所述步骤S100中还包括加工推力盘至预定尺寸,包括如下步骤:

SC110、将用于加工推力盘的坯料去应力后粗加工;

SC120、精加工推力盘的内孔至尺寸,精加工后的内孔表面粗糙度为Ra0.2-Ra0.4,推力盘的盘端面留余量,所述余量满足后序组合加工需求;

SC130、单件动平衡,对所述推力盘进行动平衡,动平衡位取推力盘外圆周面,所述动平衡的转速低于所述高速转子的一阶临界转速,所述动平衡等级达到G0.4-2.5;

所述步骤S200中装配、焊接的步骤包括:

S210、将轴二的第一轴段插入轴一的第二内孔;将所述推力盘采用过盈热装的方式套接在所述轴一第二内孔对应的外圆的一端侧,所述推力盘的端侧与所述轴一第二内孔对应的外圆的端侧对齐;

S220、使用焊接工艺,在推力盘和轴一端对齐侧分别焊接推力盘和轴一的配合面,以及轴一和轴二的配合面;

所述步骤S420中去除部位包括第一轴承位、第二轴承位、焊接位和推力盘的端面;

所述步骤S450还包括使得推力盘与轴一的垂直度为0.001-0.03mm。

5.根据权利要求3所述的高速转子的制造方法,其特征在于,所述高速转子还包括推力盘,固定套接在所述轴一第二内孔对应的外圆的一端侧;

所述步骤S100中还包括加工推力盘至预定尺寸,包括如下步骤:

SC110、将用于加工推力盘的坯料去应力后粗加工;

SC120、精加工推力盘的内孔至尺寸,精加工后的内孔表面粗糙度为Ra0.2-Ra0.4,推力盘的盘端面留余量,所述余量满足后序组合加工需求;

SC130、单件动平衡,对所述推力盘进行动平衡,动平衡位取推力盘外圆周面,所述动平衡转速低于所述高速转子的一阶临界转速,所述动平衡等级达到G0.4-2.5;

所述步骤S200中装配、焊接的步骤包括:

S210、将精加工后的电机磁芯过盈热装入轴一的第二内孔;将轴二的第一轴段插入轴一的第二内孔与所述电机磁芯抵接;将所述推力盘采用过盈热装的方式套接在所述轴一第二内孔对应的外圆的一端侧,所述推力盘的端侧与所述轴一第二内孔对应的外圆的端侧对齐;

S220、使用焊接工艺,在推力盘和轴一端对齐侧分别焊接推力盘和轴一的配合面,以及轴一和轴二的配合面;

所述步骤S420中去除部位包括第一轴承位、第二轴承位、焊接位和推力盘的端面;

所述步骤S450中还包括使得推力盘与轴一的垂直度为0.001-0.03mm。

6.根据权利要求2-5任一项所述的高速转子的制造方法,其特征在于,还包括压气机、涡轮和锁紧螺母,压气机和涡轮依次固定套接在轴二的第二轴段并通过锁紧螺母紧固;

所述步骤S500动平衡包括如下步骤：

S510、将经过步骤S400的转子置于动平衡设备中，以第一轴承位和/或第二轴承位为基准进行动平衡，动平衡过程中，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5；

S520、将单件动平衡后的压气机、涡轮和锁紧螺母依次固定套装在所述轴二上，并使用矩扳手拧紧；所述单件动平衡的压气机、涡轮和锁紧螺母动平衡等级达到G0.4-2.5；

S530、使用电机或者气吹带动所述转子旋转，以第一轴承位和/或第二轴承位为基准进行动平衡，动平衡过程中，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5。

7.根据权利要求6所述的高速转子的制造方法，其特征在于，所述步骤S530包括：

S531、使用电机或者气吹带动转子升速至8000-12000rpm并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5；

S532、使用电机或者气吹带动转子升速至20000-25000rpm并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5；

S533、使用电机或者气吹带动转子升速至25000-60000rpm并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5；

S534、使用电机或者气吹带动转子升速至120000rpm并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5；

S535、使用电机或者气吹带动转子升速至全速并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5。

8.根据权利要求2-7任一项所述的高速转子的制造方法，其特征在于，所述步骤S440精加工采用磨削工艺。

9.根据权利要求2-7任一项所述的高速转子的制造方法，其特征在于，所述步骤S450中磨工艺采用专用砂轮模，所述专用砂轮模设置有内腔，所述内腔的内壁形状及尺寸与所述转子的设计外形及尺寸相同，将转子置于所述专用砂轮模内精磨至所述转子尺寸。

10.根据权利要求1-7任一项所述的高速转子的制造方法，其特征在于，在步骤S100-400中所有的精加工步骤后，检验转子尺寸。

11.根据权利要求1-7任一项所述的高速转子的制造方法，其特征在于，所述动平衡等级选择为G1。

12.根据权利要求1-7任一项所述的高速转子的制造方法，其特征在于，所述步骤S500中去除转子非工作面的量采用自动化激光除锈或0.1-1GHz高频波的非接触式工艺。

13.根据权利要求1-7任一项所述的高速转子的制造方法，其特征在于，当设置有电机磁芯时，在步骤S500中，使用电机带动所述转子旋转进行动平衡试验，将电机的定子非接触的套接在电机磁芯对应的外圆处，所述电机磁芯作为电机的转子。

14.根据权利要求13所述的高速转子的制造方法，其特征在于，在动平衡设备中，使用的电机和/或轴承为所述高速转子工作时原装配套的电机和/或轴承。

15.根据权利要求14所述的高速转子的制造方法，其特征在于，所述轴承为空气轴承。

16.根据权利要求5或6所述的高速转子的制造方法，其特征在于，非工作面包括轴一的第一内孔和推力盘的凸台。

17.根据权利要求7所述的高速转子的制造方法，其特征在于，使用气吹带动所述转子旋转时，气体供给部件吹动所述涡轮带动所述转子旋转。

18.根据权利要求7所述的高速转子的制造方法，其特征在于，转子非工作面包括轴一第一内孔，推力盘的凸台，锁紧螺母以及轴二穿出锁紧螺母的部分。

19.根据权利要求7所述的高速转子的制造方法，其特征在于，所述压气机和涡轮之间设置有用于轴向定位的隔环，所述压气机、隔环、涡轮、锁紧螺母依次固定套装在所述轴二上，并使用矩扳手拧紧；单件动平衡的所述压气机、隔环、涡轮、锁紧螺母的动平衡等级达到G0.4-2.5。

20.根据权利要求19所述的高速转子的制造方法，其特征在于，所述动平衡等级选择为G1。

一种高速转子的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高速转轴加工检测领域，尤其是燃气轮机或微型燃气轮机发电机转子、电动涡轮增压器、超高速发电机等专用细长转子的批量生产加工及检测领域，具体涉及一种高速转子的制造方法。

背景技术

[0002] 通常高速转子需搭配非接触式轴承或高精度的滚珠轴承使用，故通常高速转子默认的应用前提就是高精度转子。而高速转子中，高速轴与高速盘的生产和质量检测、一致性控制一直是比较困难的，也是使用高速轴的产品大规模批量生产的主要技术障碍。尤其是涉及到需要装配电机磁芯的高速两段轴、三段轴。由于高速轴的精度要求高、装配难度高、成品率低，导致常见工艺的生产成本非常高，其中以废件浪费的材料和工时成本为主。其中精度要求包括但不限于表面光洁度(尤其使用空气轴承的场景下)、表面硬化处理、盘的热装垂直度、轴的同轴度(尤其是两段轴、三段轴的同轴度)、盘的加工和精密装配、热套工艺的热应力、机加工过程中残留的内应力、动平衡精度等。

[0003] 通常一根轴在工装上一次性完成加工，其精度相对比较好保证，但是一旦涉及到重复装夹和装配，就很容易超差，尤其涉及到有热应力、内应力的应用场景。通常盘类工件加工完成后热套在轴上的过程中，其垂直度会偏移0.1-1°左右；两段精加工的轴通过摩擦焊或普通焊接后热处理，其同轴度偏出1‰-1％左右，若是三段轴，则公差依次累计；热套过程中累计的热应力，在工件冷却后会对垂直度、同轴度包括轴向定位等要素产生1％左右的不利影响；此外，焊接和装配对转子内部不平衡量产生的影响会限制动平衡的精度。普通的表面处理，尤其是重复装夹过程将累加公差。

发明内容

[0004] 本发明的技术解决问题是：克服现有技术的不足，提供一种高速转子的制造方法，以达到高效、低成本和批量化制造高速转子并实施有效的检测。

[0005] 本发明的技术解决方案是：一种高速转子的制造方法，所述高速转子包括轴一和轴二；轴一包括不同孔径的第一内孔和第二内孔，第一内孔的孔径小于第二内孔的孔径，第一内孔对应的外圆周设置有第一轴承位；轴二包括不同直径的第一轴段和第二轴段，第一轴段的直径大于第二轴段的直径；所述轴二第一轴段设置有内孔；轴二第一轴段的一端穿过轴一的第二内孔且与轴一的一端固定连接，轴二第一轴段未插入第二内孔部位的外圆周设置有第二轴承位；所述高速转子的转速为150000rpm-160000rpm；

[0006] 所述制造方法包括如下步骤：

[0007] S100、分别加工轴一和轴二至预定尺寸；

[0008] S200、装配、焊接：

[0009] 将轴二的第一轴段插入轴一的第二内孔，并焊接轴一和轴二的配合面；

[0010] S300、表面处理：

[0011] 表面处理时间为1-60秒，完成在线微波表面处理，释放热应力，待转子冷却到室温去应力后得粗成件；

[0012] S400、精加工：精加工至转子表面粗糙度为Ra0.05-0.2、同轴度为0.001-0.03mm；

[0013] S500、动平衡：

[0014] 将精加工后的转子置于动平衡设备中，以第一轴承位和/或第二轴承位为基准进行动平衡，动平衡过程中，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5。

[0015] 进一步的，所述步骤S100分别加工轴一和轴二至预定尺寸中：

[0016] 加工轴一的步骤包括：

[0017] SA110、将用于加工轴一的棒料去应力后粗加工外圆，第一轴承位留余量，所述余量满足后序组合加工需求；

[0018] SA120、精加工除第一轴承位外的其他外圆至尺寸；在工装辅具下，使用镗床精加工所述轴一两侧的内孔至尺寸；精加工两端装配端面至尺寸；

[0019] SA130、单件动平衡，对所述轴一进行动平衡，动平衡位取第二内孔处，所述动平衡的转速低于所述高速转子的一阶临界转速，动平衡等级达到G0.4-2.5；

[0020] 加工轴二(2)的步骤包括：

[0021] SB110、将用于加工轴二的棒料去应力后粗加工外圆，第二轴承位留余量，所述余量满足后序组合加工需求；

[0022] SB120、精加工除第二轴承位外的其他外圆至尺寸；加工内孔至尺寸；精加工两端装配端面至尺寸；

[0023] SB130、精加工焊接面至尺寸；

[0024] SB140、单件动平衡，对所述轴二进行动平衡，动平衡位取内孔，所述动平衡的转速低于所述高速转子的一阶临界转速，动平衡等级达到G0.4-2.5；

[0025] 和/或

[0026] 所述步骤S400精加工的步骤包括：

[0027] S410、装夹：以轴一第二内孔对应的外圆作为装夹基准面定位夹紧，保证整个转子的装夹基准面与轴一第一内孔的同轴度保持在0.001-0.03mm；

[0028] S420、高频波精加工：以装夹基准面为准，使用高频波表面处理工艺将歪曲度超过0.1mm和余量超过0.05mm的部分进行精加工，高频波精加工过程中，留余量，所述余量满足后序组合加工需求；去除部位包括第一轴承位，第二轴承位和焊接位；所述高频波的频率为0.1-1MHz；

[0029] S430、硬化处理：对整个转子进行硬化处理；

[0030] S440、精加工：精加工轴二第二轴段至尺寸；

[0031] S450、整体精加工：使用精磨工艺一次性去除余量至尺寸，使得转子表面粗糙度为Ra0.05-0.2、同轴度为0.001-0.03mm。

[0032] 进一步的，所述高速转子还包括电机磁芯，安装于轴一的第二内孔中，轴二第一轴段的一端穿过轴一第二内孔与该电机磁芯抵接；

[0033] 所述步骤S100分别加工轴一和轴二至预定尺寸中：

[0034] 加工轴一的步骤包括：

[0035] SA110、将用于加工轴一的棒料去应力后粗加工外圆，第一轴承位留余量，所述余量满足后序组合加工需求；

[0036] SA120、精加工除第一轴承位外的其他外圆至尺寸；在工装辅具下，使用镗床精加工所述轴一两侧的内孔至尺寸；精加工两端装配端面至尺寸；

[0037] SA130、单件动平衡，对所述轴一进行动平衡，动平衡位取第二内孔处，所述动平衡转速低于所述高速转子的一阶临界转速，动平衡等级达到G0.4-2.5；

[0038] 加工轴二的步骤包括：

[0039] SB110、将用于加工轴二的棒料去应力后粗加工外圆，第二轴承位留余量，所述余量满足后序组合加工需求；

[0040] SB120、精加工除第二轴承位外的其他外圆至尺寸；加工内孔至尺寸；精加工两端装配端面至尺寸；

[0041] SB130、精加工焊接面至尺寸；

[0042] SB140、单件动平衡，对所述轴二进行动平衡，动平衡位取内孔，所述动平衡转速低于所述高速转子的一阶临界转速，动平衡等级达到G0.4-2.5；

[0043] 和/或

[0044] 所述步骤S200装配、焊接的步骤包括：

[0045] S210、将精加工后的电机磁芯过盈热装入轴一的第二内孔；将所述轴二第一轴段插入所述第二内孔与所述电机磁芯抵接；

[0046] S220、使用焊接工艺焊接轴一和轴二的配合面；

[0047] 和/或

[0048] 所述步骤S400精加工的步骤包括：

[0049] S410、装夹：以电机磁芯对应的外圆作为装夹基准面定位夹紧，保证整个转子的装夹基准面与轴一右侧内孔的同轴度保持在0.001-0.03mm；

[0050] S420、高频波精加工：以装夹基准面为准，使用高频波表面处理工艺将歪曲度超过0.1mm和余量超过0.05mm的部分进行精加工，高频波精加工过程中，留余量，所述余量满足后序组合加工需求；去除部位包括第一轴承位，第二轴承位和焊接位；所述高频波的频率为0.1-1MHz；

[0051] S430、硬化处理：对整个转子进行硬化处理；

[0052] S440、精加工：精加工轴二的第二轴段至尺寸；

[0053] S450、整体精加工：使用精磨工艺一次性去除余量至尺寸，使得转子表面粗糙度为Ra0.05-0.2、同轴度为0.001-0.03mm。

[0054] 进一步的，所述高速转子还包括推力盘，固定套接在所述轴一第二内孔对应的外圆的一端侧；

[0055] 所述步骤S100中还包括加工推力盘至预定尺寸，包括如下步骤：

[0056] SC110、将用于加工推力盘的坯料去应力后粗加工；

[0057] SC120、精加工推力盘的内孔至尺寸，精加工后的内孔表面粗糙度为Ra0.2-Ra0.4，推力盘的盘端面留余量，所述余量满足后序组合加工需求；

[0058] SC130、单件动平衡，对所述推力盘进行动平衡，动平衡位取推力盘外圆周面，所述动平衡的转速低于所述高速转子的一阶临界转速，所述动平衡等级达到G0.4-2.5；

[0059] 所述步骤S200中装配、焊接的步骤包括：

[0060] S210、将轴二的第一轴段插入轴一的第二内孔；将所述推力盘采用过盈热装的方式套接在所述轴一第二内孔对应的外圆的一端侧，所述推力盘的端侧与所述轴一第二内孔对应的外圆的端侧对齐；

[0061] S220、使用焊接工艺，在推力盘和轴一端对齐侧分别焊接推力盘和轴一的配合面，以及轴一和轴二的配合面；

[0062] 所述步骤S420中去除部位包括第一轴承位、第二轴承位、焊接位和推力盘的端面；

[0063] 所述步骤S450还包括使得推力盘与轴一的垂直度为0.001-0.03mm。

[0064] 进一步的，所述高速转子还包括推力盘，固定套接在所述轴一第二内孔对应的外圆的一端侧；

[0065] 所述步骤S100中还包括加工推力盘至预定尺寸，包括如下步骤：

[0066] SC110、将用于加工推力盘的坯料去应力后粗加工；

[0067] SC120、精加工推力盘的内孔至尺寸，精加工后的内孔表面粗糙度为Ra0.2-Ra0.4，推力盘的盘端面留余量，所述余量满足后序组合加工需求；

[0068] SC130、单件动平衡，对所述推力盘进行动平衡，动平衡位取推力盘外圆周面，所述动平衡转速低于所述高速转子的一阶临界转速，所述动平衡等级达到G0.4-2.5；

[0069] 所述步骤S200中装配、焊接的步骤包括：

[0070] S210、将精加工后的电机磁芯过盈热装入轴一的第二内孔；将轴二的第一轴段插入轴一的第二内孔与所述电机磁芯抵接；将所述推力盘采用过盈热装的方式套接在所述轴一第二内孔对应的外圆的一端侧，所述推力盘的端侧与所述轴一第二内孔对应的外圆的端侧对齐；

[0071] S220、使用焊接工艺，在推力盘和轴一端对齐侧分别焊接推力盘和轴一的配合面，以及轴一和轴二的配合面；

[0072] 所述步骤S420中去除部位包括第一轴承位、第二轴承位、焊接位和推力盘的端面；

[0073] 所述步骤S450中还包括使得推力盘与轴一的垂直度为0.001-0.03mm。

[0074] 进一步的，所述高速转子还包括压气机、涡轮和锁紧螺母，压气机和涡轮依次固定套接在轴二的第二轴段并通过锁紧螺母紧固；

[0075] 所述步骤S500动平衡包括如下步骤：

[0076] S510、将经过步骤S400的转子置于动平衡设备中，以第一轴承位和/或第二轴承位为基准进行动平衡，动平衡过程中，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5；

[0077] S520、将单件动平衡后的压气机、涡轮和锁紧螺母依次固定套装在所述轴二上，并使用矩扳手拧紧；所述单件动平衡的压气机、涡轮和锁紧螺母动平衡等级达到G0.4-2.5；

[0078] S530、使用电机或者气吹带动所述转子旋转，以第一轴承位和/或第二轴承位为基准进行动平衡，动平衡过程中，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5。

[0079] 进一步的，所述步骤S530包括：

[0080] S531、使用电机或者气吹带动转子升速至8000-12000rpm并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5；

[0081] S532、使用电机或者气吹带动转子升速至20000-25000rpm并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5；

[0082] S533、使用电机或者气吹带动转子升速至25000-60000rpm并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5；

[0083] S534、使用电机或者气吹带动转子升速至120000rpm并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5；

[0084] S535、使用电机或者气吹带动转子升速至全速并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5。

[0085] 进一步的，所述步骤S440精加工采用磨削工艺。

[0086] 进一步的，所述步骤S450中磨工艺采用专用砂轮模，所述专用砂轮模设置有内腔，所述内腔的内壁形状及尺寸与所述转子的设计外形及尺寸相同，将转子置于所述专用砂轮模内精磨至所述转子尺寸。

[0087] 进一步的，在步骤S100-400中所有的精加工步骤后，检验转子尺寸。

[0088] 进一步的，所述动平衡等级选择为G1。

[0089] 进一步的，所述步骤S500中去除转子非工作面的量采用自动化激光除锈或0.1-1GHz高频波的非接触式工艺。

[0090] 进一步的，当设置有电机磁芯时，在步骤S500中，使用电机带动所述转子旋转进行动平衡试验，将电机的定子非接触的套接在电机磁芯对应的外圆处，所述电机磁芯作为电机的转子。

[0091] 进一步的，在动平衡设备中，使用的电机和/或轴承为所述高速转子工作时原装配套的电机和/或轴承。

[0092] 进一步的，所述轴承为空气轴承。

[0093] 进一步的，非工作面包括轴一的第一内孔和推力盘的凸台。

[0094] 进一步的，使用气吹带动所述转子旋转时，气体供给部件吹动所述涡轮带动所述转子旋转。

[0095] 进一步的，转子非工作面包括轴一第一内孔，推力盘的凸台，锁紧螺母以及轴二穿出锁紧螺母的部分。

[0096] 进一步的，所述压气机和涡轮之间设置有用于轴向定位的隔环，所述压气机、隔环、涡轮、锁紧螺母依次固定套装在所述轴二上，并使用矩扳手拧紧；单件动平衡的所述压气机、隔环、涡轮、锁紧螺母的动平衡等级达到G0.4-2.5。

[0097] 进一步的，所述动平衡等级选择为G1。

[0098] 本发明与现有技术相比的优点在于：

[0099] 1、本发明的高速转子制造方法通过将粗加工、焊接、热套装配、热处理、精加工、表面处理、工装、测量和装夹控制等特殊工艺以特定方式、顺序和工艺要求的方式组合起来，实现高精度和高成品率的生产。

[0100] 2、通过采用本发明的本发明的高速转子制造方法实现可工业化批量生产的成品率，而常规高速转子生产的成品率通常不超过2/3。

[0101] 3、本发明的高速转子制造方法生产环节紧凑，提高效率。

[0102] 4、本发明的高速转子制造方法可靠性高，能确定地得到符合技术要求的工件。

[0103] 5、本发明的高速转子制造方法生产成本低于传统方法。

[0104] 6、本发明的高速转子制造方法对设备的精度要求大幅降低。

[0105] 7、本发明的高速转子制造方法自动化程度极高，可以达到100％。

附图说明

[0106] 图1是本发明的实施例1的高速转子的结构示意图；

[0107] 图2是本发明的实施例2的高速转子的结构示意图；

[0108] 图3是本发明的实施例3的高速转子的结构示意图；

[0109] 图4是本发明的实施例4的高速转子的结构示意图；

[0110] 图5是本发明的实施例5的高速转子的结构示意图；

[0111] 图6是本发明的实施例6的高速转子的结构示意图；

[0112] 图7是本发明的实施例7的高速转子的结构示意图；

[0113] 图8是本发明的实施例8的高速转子的结构示意图；

[0114] 图9是本发明的轴一的结构示意图；

[0115] 图10是本发明的轴二的结构示意图；

[0116] 图11是本发明的推力盘的结构示意图；

[0117] 图12是本发明的实施例1和3对应的装配结构示意图；

[0118] 图13是本发明的实施例2和4对应的装配结构示意图；

[0119] 图14是本发明的实施例5和7对应的装配结构示意图；

[0120] 图15是本发明的实施例6和8对应的装配结构示意图；

[0121] 图16是本发明的实施例1和3对应的装夹结构示意图；

[0122] 图17是本发明的实施例2和4对应的装夹结构示意图；

[0123] 图18是本发明的实施例5和7对应的装夹结构示意图；

[0124] 图19是本发明的实施例6和8对应的装夹结构示意图。

[0125] 附图标记：

[0126] 1:轴一;2:轴二;3:压气机;4:涡轮;5:锁紧螺母;6:电机磁芯;7:推力盘;8:第一轴承位;9:第二轴承位;10:余量;11:焊接面;12:装夹基准面。

具体实施方式

[0127] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。

[0128] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是

两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0129] 本发明涉及8种实施例的高速转子的结构形式，该高速转子的转速为150000rpm-160000rpm，优选155000rpm，该8种高速转子的结构形式如图1-8所示。

[0130] 实施例1

[0131] 实施例1的高速转子结构如图1所示，包括轴一1和轴二2；轴一1包括不同孔径的第一内孔和第二内孔，其中，第一内孔的孔径小于第二内孔的孔径，第一内孔对应的外圆周设置有第一轴承位8；轴二2包括不同直径的第一轴段和第二轴段，第一轴段的直径大于第二轴段的直径；轴二2第一轴段的一端穿过轴一1的第二内孔且与轴一1的一端固定连接，轴二2第一轴段未插入第二内孔部位的外圆周设置有第二轴承位9。

[0132] 优选的，轴二2第一轴段设置有内孔，以实现轻量化。

[0133] 优选的，轴二2第一轴段插入轴一1第二内孔一端的部分的外径大于未插入轴一1第二内孔的外圆周的第二轴承位部分9的外径。

[0134] 实施例2

[0135] 实施例2的高速转子结构如图2所示，该高速转子的轴一1第二内孔中固定安装有电机磁芯6，轴二2第一轴段的一端穿过轴一1第二内孔与该电机磁芯6抵接，其他结构与实施例1相同，不再赘述。

[0136] 实施例3

[0137] 实施例3的高速转子结构如图3所示，在实施例1的高速转子的结构基础上，还包括压气机3、涡轮4和锁紧螺母5，压气机3和涡轮4依次固定套接在轴二2的第二轴段并通过锁紧螺母5紧固。

[0138] 优选的，所述压气机3和涡轮4之间设置有隔环(图中未示出)，以加强转子刚度。

[0139] 实施例4

[0140] 实施例4的高速转子结构如图4所示，该高速转子的轴一1第二内孔中固定安装有电机磁芯6，轴二2第一轴段的一端穿过轴一1第二内孔与该电机磁芯6抵接，其他结构与实施例3相同，不再赘述。

[0141] 实施例5

[0142] 实施例5的高速转子结构如图5所示，在实施例1的高速转子的结构基础上，还包括推力盘7，固定套接在所述轴一1第二内孔对应的外圆的一端侧。该推力盘7套接的位置与轴二2的第一轴段插入轴一1第二内孔部分的位置相对应。

[0143] 实施例6

[0144] 实施例6的高速转子结构如图6所示，该高速转子的轴一1第二内孔中固定安装有电机磁芯6，轴二2第一轴段的一端穿过轴一1第二内孔与该电机磁芯6抵接，其他结构与实施例5相同，不再赘述。

[0145] 实施例7

[0146] 实施例7的高速转子结构如图7所示，在实施例5的高速转子的结构基础上，还包括压气机3、涡轮4和锁紧螺母5，压气机3和涡轮4依次固定套接在轴二2的第二轴段并通过锁紧螺母5紧固。

[0147] 优选的，所述压气机3和涡轮4之间设置有隔环(图中未示出)，以加强转子刚度。

[0148] 实施例8

[0149] 实施例8的高速转子结构如图8所示，该高速转子的轴一1第二内孔中固定安装有电机磁芯6，轴二2第一轴段的一端穿过轴一1第二内孔与该电机磁芯6抵接，其他结构与实施例7相同，不再赘述。

[0150] 本发明提供了一种加工如上的高速转子的方法，具体包括如下步骤：

[0151] S100、分别加工轴一1和轴二2。

[0152] 如图9所示，所述图9为轴一1的结构示意图，所述轴一1的加工方法包括如下步骤：

[0153] SA110、将用于加工轴一1的棒料去应力后粗加工外圆，第一轴承位8留余量，所述余量满足后序组合加工需求；

[0154] SA120、精加工除第一轴承位8外的其他外圆至尺寸；在工装辅具下，使用镗床精加工所述轴一1两侧的内孔至尺寸；精加工两端装配端面至尺寸；

[0155] SA130、单件动平衡，对所述轴一1进行动平衡，动平衡位取第二内孔处，所述动平衡转速低于所述高速转子的一阶临界转速，所述动平衡等级达到G0.4-2.5，优选G1。

[0156] 如图10所示，所述图10为轴二2的结构示意图，所述轴二2的加工方法包括如下步骤：

[0157] SB110、将用于加工轴二2的棒料去应力后粗加工外圆，第二轴承位9留余量，所述余量满足后序组合加工需求；

[0158] SB120、精加工除第二轴承位9外的其他外圆至尺寸；加工内孔至尺寸；精加工两端装配端面至尺寸；

[0159] SB130、精加工焊接面11至尺寸；

[0160] SB140、单件动平衡，对所述轴二2进行动平衡，动平衡位取内孔，所述动平衡转速低于所述高速转子的一阶临界转速，所述动平衡等级达到G0.4-2.5，优选G1。

[0161] 进一步的，所述步骤S100还包括加工推力盘7。

[0162] 如图11所示，所述图11为推力盘的结构示意图，所述推力盘的加工方法包括如下步骤：

[0163] SC110、将用于加工推力盘7的坯料去应力后粗加工；

[0164] SC120、精加工内孔至尺寸，精加工后的内孔表面粗糙度为Ra0.2-Ra0.4，推力盘的盘端面留余量10(附图15)，所述余量满足后序组合加工需求；

[0165] SC130、单件动平衡，对所述推力盘7进行动平衡，动平衡位取推力盘外圆周面，所述动平衡转速低于所述高速转子的一阶临界转速，所述动平衡等级达到G0.4-2.5，优选G1。

[0166] S200、装配，焊接。具体的，包括如下步骤：

[0167] S210、将精加工后的电机磁芯6过盈热装入第二内孔；将所述轴二2第一轴段插入所述第二内孔与所述电机磁芯6抵接；将所述推力盘7采用过盈热装的方式套接在所述轴一1第二内孔对应的外圆的一端侧，所述推力盘7的端侧与所述轴一1第二内孔对应的外圆的端侧对齐；

[0168] S220、使用焊接工艺，优选激光焊在推力盘7和轴一1端对齐侧分别焊接推力盘7和轴一1的配合面，以及轴一1和轴二2的配合面，即附图15中的焊接面11。

[0169] 其中，步骤S200中，实施例1和实施例3对应的附图参见图12，实施例2和实施例4对应的附图参见图13，实施例5和实施例7对应的附图参见图14，实施例6和实施例8对应的附

图参见图15。

[0170] S300、表面处理

[0171] 1-60秒，优选10秒，完成在线(不下装夹工装、不下流水线)微波表面处理，释放热应力，待转子冷却到室温去应力后得粗成件。

[0172] S400、精加工

[0173] S410、装夹

[0174] 以电机磁芯6(无电机磁芯6的实施例按照轴一1第二内孔)对应的外圆作为装夹基准面12定位夹紧，保证整个转子的装夹基准面12与轴一1右侧内孔的同轴度保持在0.001-0.03mm，优选0.02mm。

[0175] 其中，步骤S400中，实施例1和实施例3对应的附图参见图16，实施例2和实施例4对应的附图参见图17，实施例5和实施例7对应的附图参见图18，实施例6和实施例8对应的附图参见图19。

[0176] S420、高频波精加工

[0177] 如图16-19所示的转子，其是一个有微观扭曲的转子。此刻以装夹基准面为准，使用高频波(0.1-1MHz)表面处理工艺将歪曲度超过0.1mm和余量超过0.05mm的部分加工，高频波精加工过程中，留余量，所述余量满足后序组合加工需求，上述去除部位为第一轴承位8、第二轴承位9、焊接位和推力盘7的端面等，进而提高整个转子的加工精度和表面粗糙度。

[0178] S430、硬化处理

[0179] 对整个转子进行硬化处理，以提高整个转子的表面粗糙度和硬度及抗疲劳性。

[0180] S440、精加工

[0181] 精加工轴二2第二轴段至尺寸，优选采用磨削工艺。

[0182] S450、整体精加工

[0183] 使用精磨工艺一次性去除余量至尺寸，保证转子表面粗糙度为Ra0.05-0.2、同轴度为0.001-0.03mm，推力盘7与轴一1的垂直度在0.001-0.03mm。

[0184] 其中，所述精磨工艺采用专用砂轮模，所述专用砂轮模设置有内腔，所述内腔的内壁形状及尺寸与所述转子的设计外形及尺寸相同，将经过步骤S440的转子置于所述专用砂轮模内(此处先将转子对齐夹在精磨工装上，再整体置于专用砂轮模内)，所述专用砂轮模的内腔精磨所述转子至尺寸。

[0185] 优选的，步骤S100-400中，精加工步骤，每件检验尺寸。

[0186] S500、动平衡

[0187] S510、将经过步骤S450的转子置于动平衡设备中，以第一轴承位8和/或第二轴承位9为基准进行动平衡，动平衡过程中，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5动平衡精度，优选G1。

[0188] 优选的，去除转子非工作面的量使用自动化激光除锈或0.1-1GHz高频波等非接触式工艺。

[0189] 优选的，对于设置有电机磁芯6的实施例，使用电机带动所述转子旋转进行动平衡试验，具体将电机的定子非接触的套接在电机磁芯6对应的外圆处，所述电机磁芯6作为电机的转子。

[0190] 优选的，动平衡设备中，使用的电机和/或轴承为所述转子工作时原装配套的电机

和/或轴承。进一步优选的，所述轴承为空气轴承。

[0191] 优选的，非工作面包括但不限于轴一1的第一内孔，推力盘7的凸台。

[0192] S520、将单件动平衡后的压气机3、涡轮4、锁紧螺母5依次固定套装在所述轴二2上，并使用矩扳手拧紧；所述单件动平衡的压气机3、涡轮4、锁紧螺母5的动平衡等级达到G0.4-2.5动平衡精度，优选G1。

[0193] S530、使用电机或者气吹带动所述转子旋转，以第一轴承位8和/或第二轴承位9为基准进行动平衡，动平衡过程中，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5动平衡精度，优选G1。

[0194] 优选的，使用电机带动所述转子旋转时，将电机的定子非接触的套接在电机磁芯6对应的外圆处，所述电机磁芯6作为电机的转子。

[0195] 优选的，使用气吹带动所述转子旋转时，气体供给部件吹动所述涡轮4带动所述转子旋转。

[0196] 优选的，转子非工作面包括但不限于轴一1第一内孔，推力盘7的凸台，锁紧螺母5，轴二2穿出锁紧螺母5的部分。

[0197] 优选的，去除转子非工作面的量使用自动化激光除锈或0.1-1GHz高频波等非接触式工艺。

[0198] 优选的，所述气动驱动部件为压气机3和涡轮4，将所述压气机3、涡轮4由右侧安装至所述转子系统后，使用锁紧螺母5锁紧。具体如图5所示。

[0199] 优选的，所述压气机3和涡轮4之间设置有用于轴向定位的隔环(图中未示出)，所述压气机3、隔环、涡轮4、锁紧螺母5依次固定套装在所述轴二2上，并使用矩扳手拧紧；所述单件动平衡的压气机3、隔环、涡轮4、锁紧螺母5的动平衡等级达到G0.4-2.5动平衡精度，优选G1。

[0200] 优选的，动平衡设备中，使用的电机和/或轴承为所述转子工作时原装配套的电机和/或轴承。

[0201] 优选的，使用电机或者气吹带动所述转子旋转，以第一轴承位8和/或第二轴承位9为基准进行动平衡，动平衡过程中，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5动平衡精度，优选G1，包括如下步骤：

[0202] S531、使用电机或者气吹带动转子升速至8000-12000rpm并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5动平衡精度，优选G1；

[0203] S532、使用电机或者气吹带动转子升速至20000-25000rpm并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5动平衡精度，优选G1；

[0204] S533、使用电机或者气吹带动转子升速至25000-60000rpm并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5动平衡精度，优选G1；

[0205] S534、使用电机或者气吹带动转子升速至120000rpm并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5动平衡精度，优选G1；

[0206] S535、使用电机或者气吹带动转子升速至全速并检测动平衡，去除转子非工作面的量以实现去除不平衡量，使动平衡等级达到G0.4-2.5动平衡精度，优选G1。

[0207] 综上所述，本发明提供了一种高速转子的制造方法，该高速转子包括轴一和轴二；轴一包括不同孔径的第一内孔和第二内孔；轴二包括不同直径的第一轴段和第二轴段；轴

二第一轴段的一端穿过轴一的第二内孔且与轴一的一端固定连接。该制造方法包括如下步骤:分别加工轴一和轴二至预定尺寸;装配、焊接轴一和轴二形成转子;对装配好的转子进行表面处理后精加工,使得转子表面粗糙度为Ra0.05-0.2、同轴度为0.001-0.03mm;最后动平衡,使动平衡等级达到G0.4～2.5。该方法能够制造高精度和高成品率的高速转子,且实现全自动化生产。

[0208] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0209] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

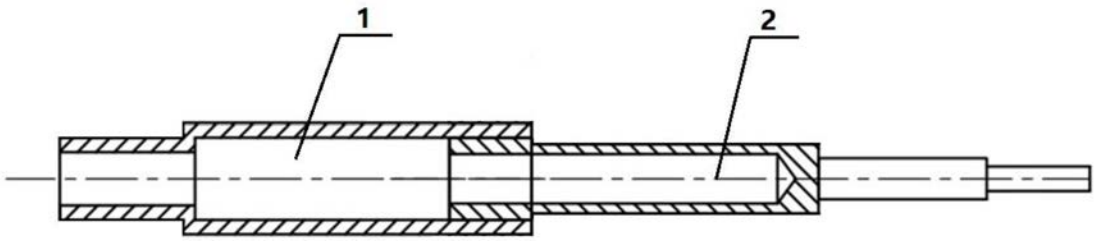


图1

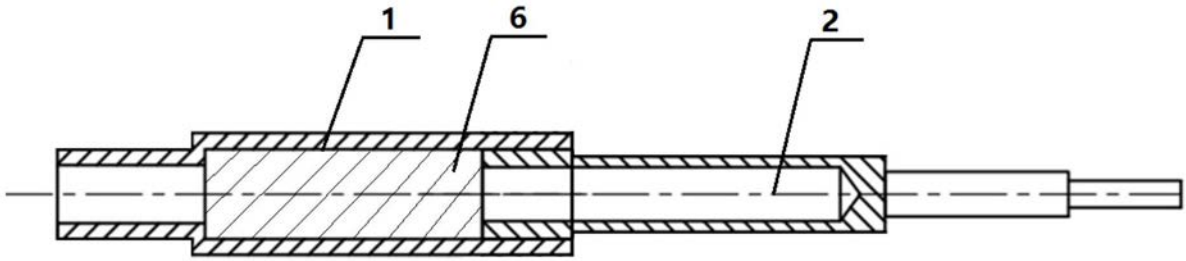


图2

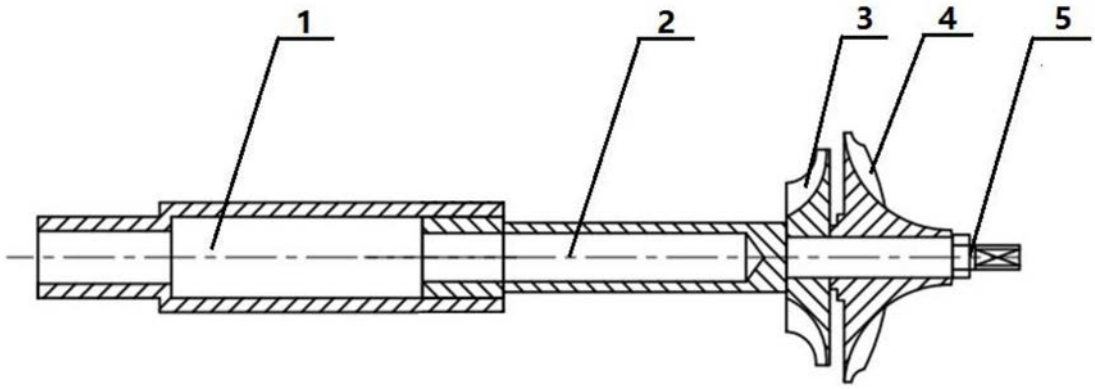


图3

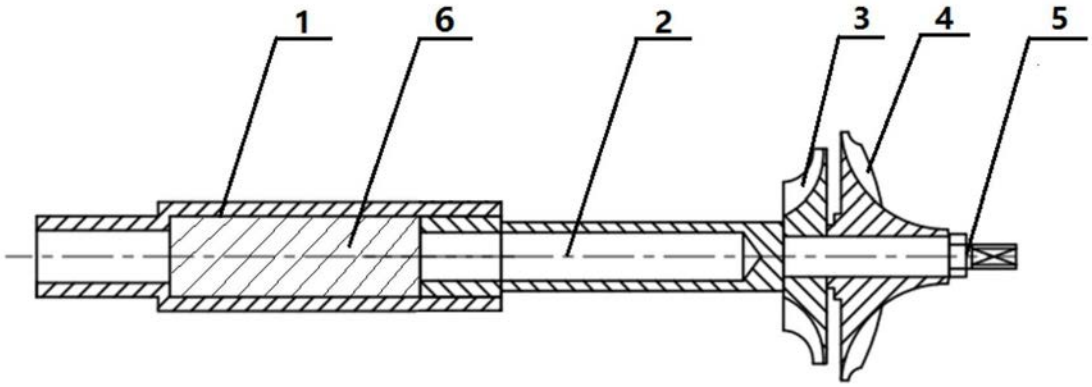


图4

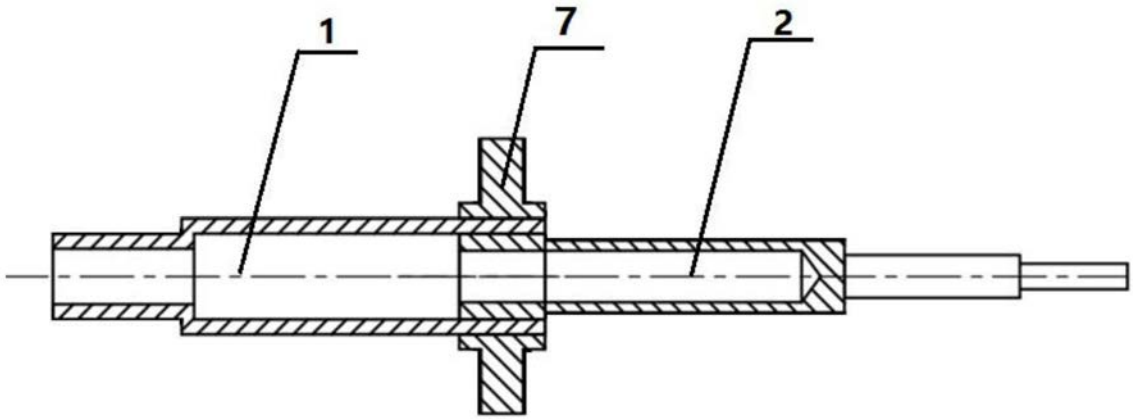


图5

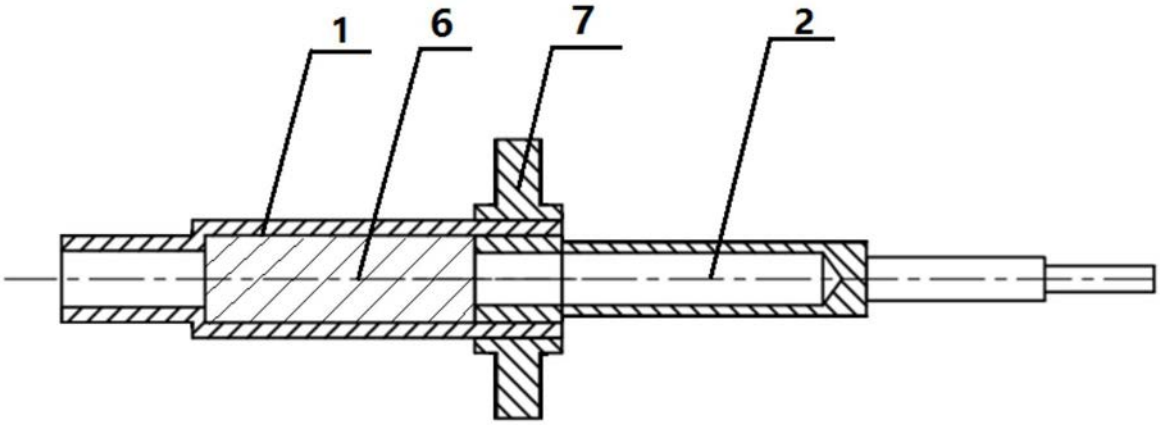


图6

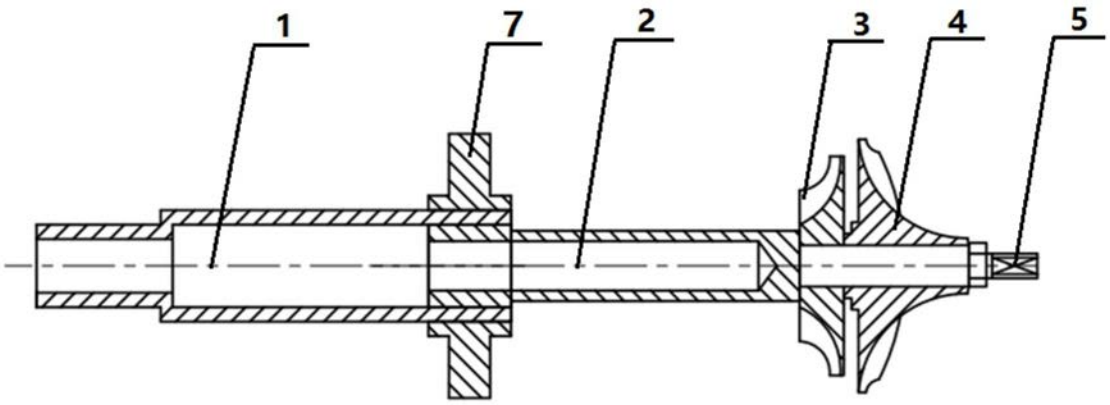


图7

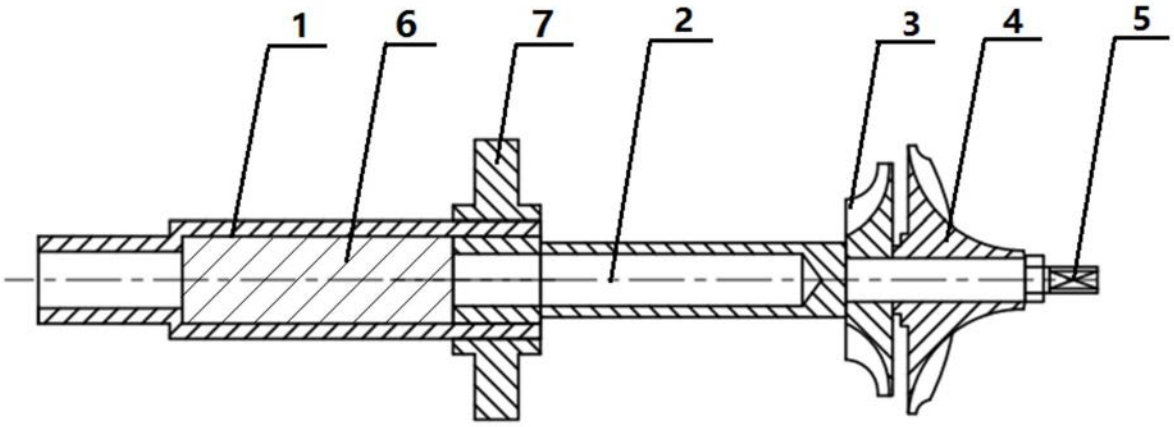


图8

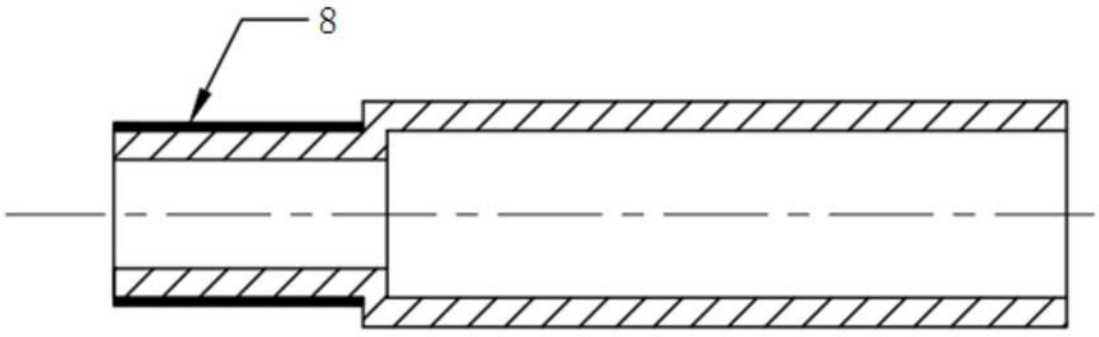


图9

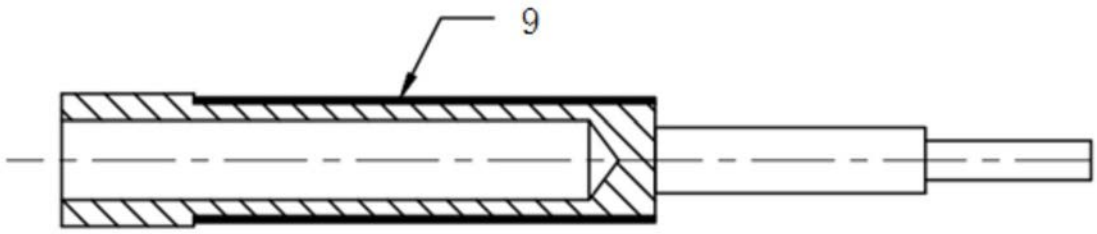


图10

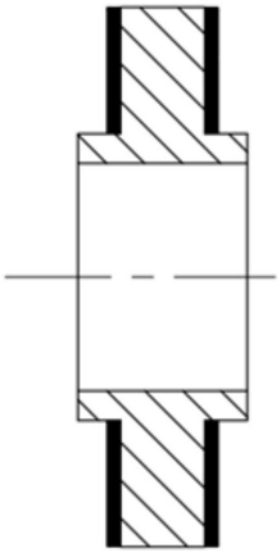


图11

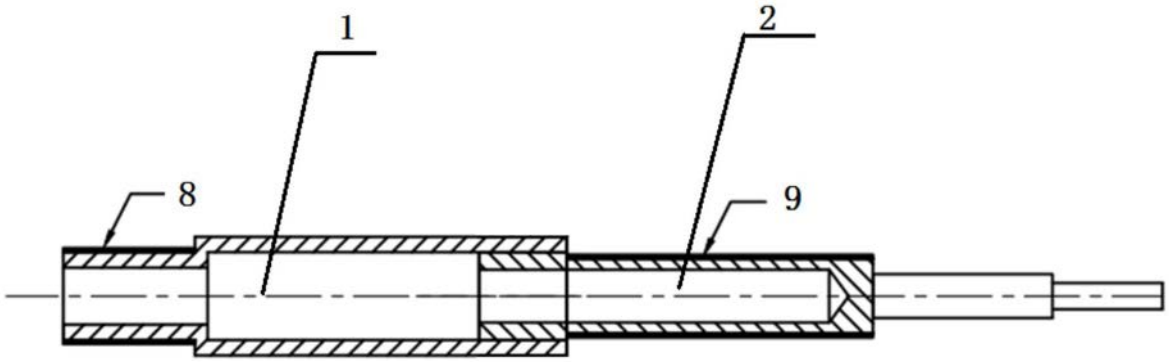


图12

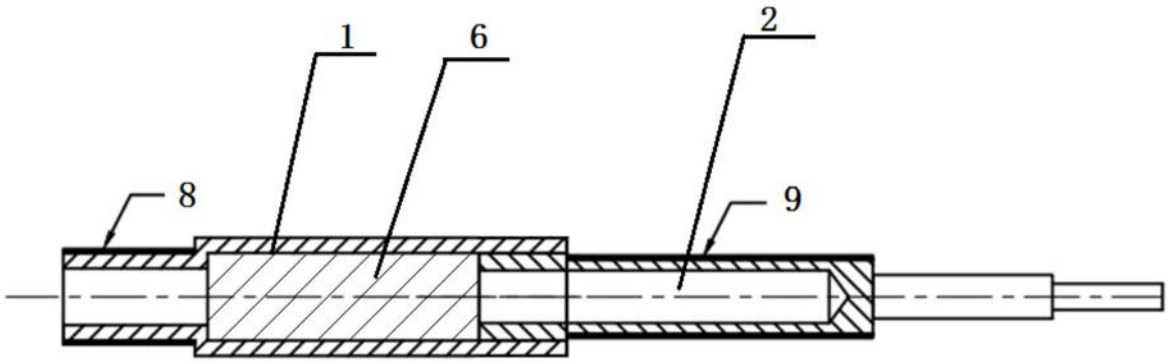


图13

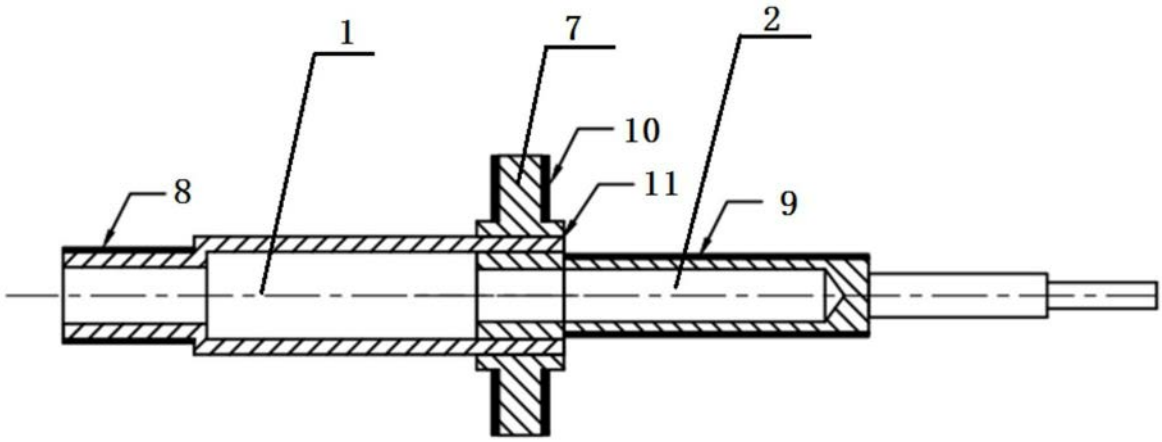


图14

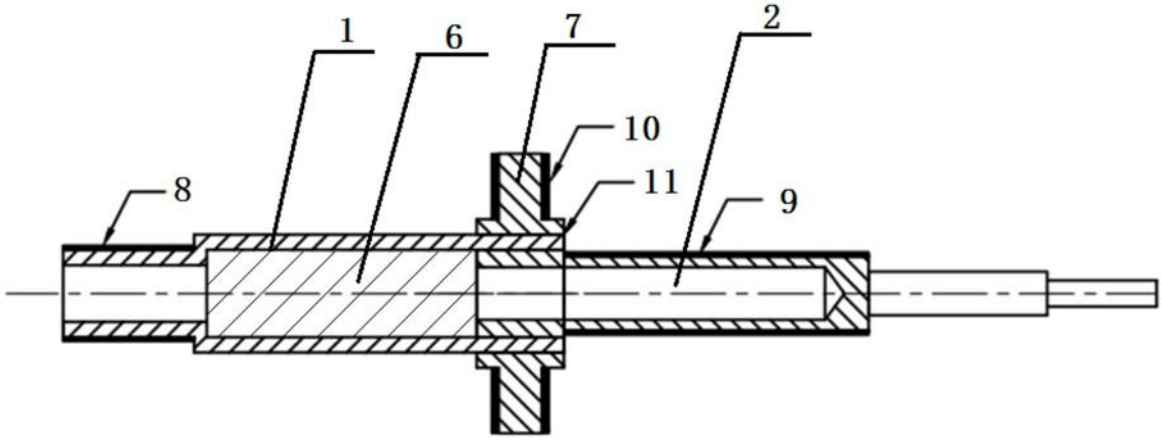


图15

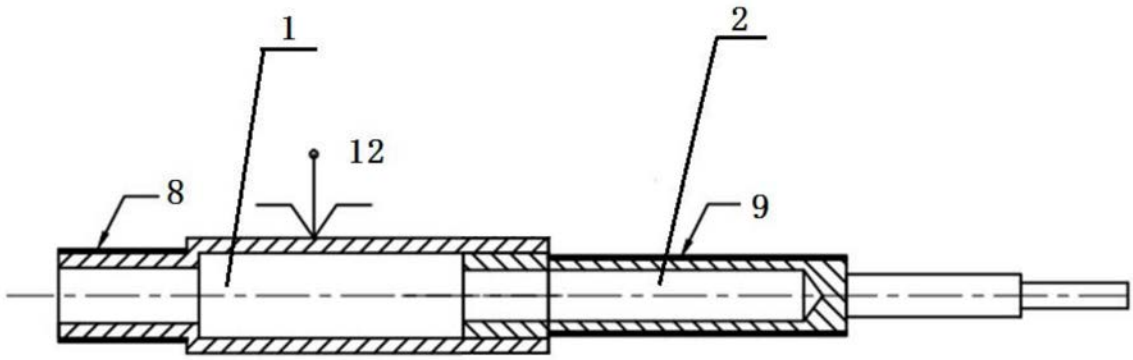


图16

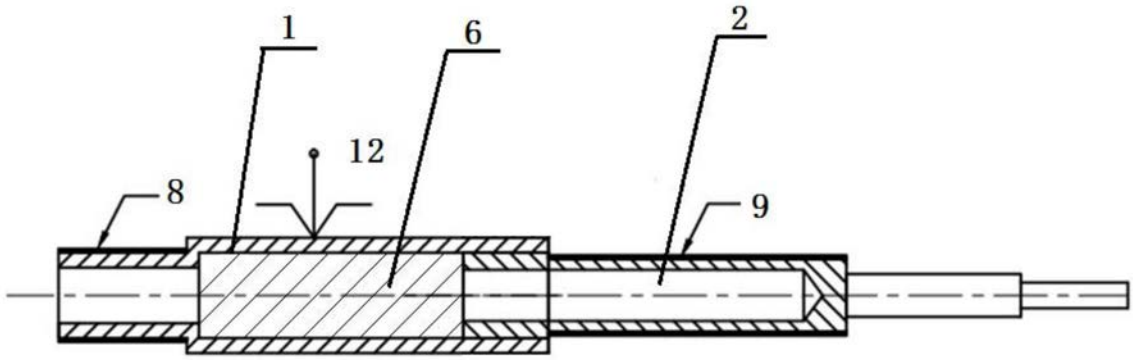


图17

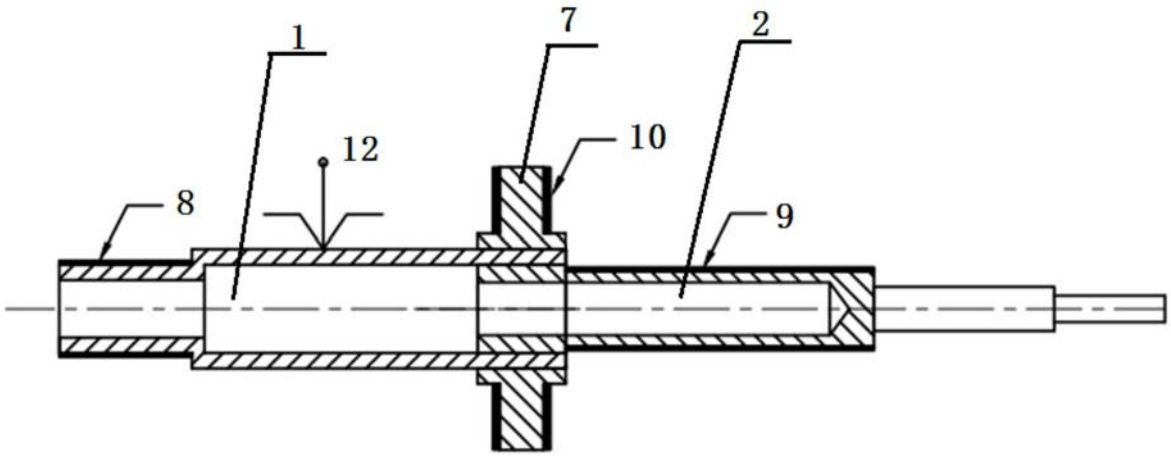


图18

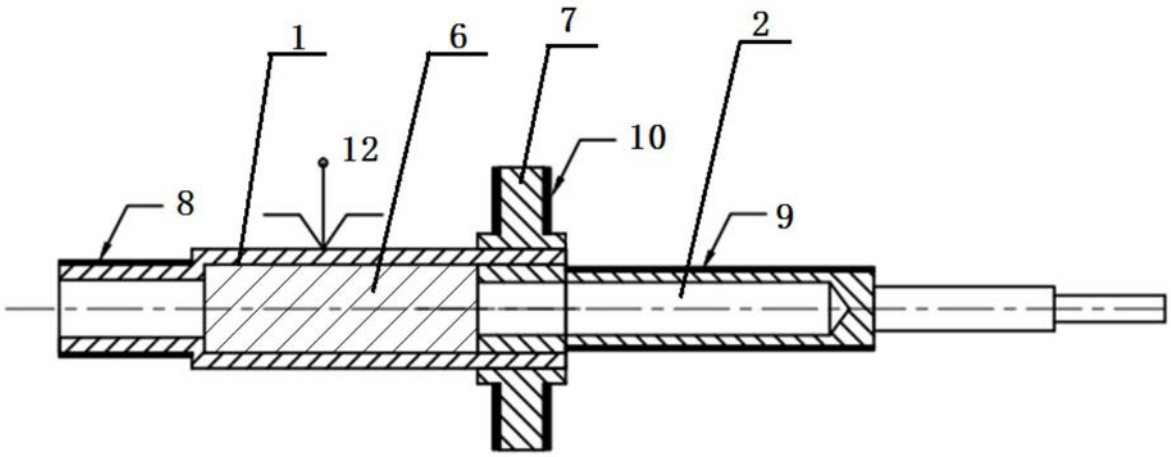


图19