



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02115235.7

[43] 公开日 2003 年 11 月 26 日

[11] 公开号 CN 1457942A

[22] 申请日 2002.5.17 [21] 申请号 02115235.7

[71] 申请人 广东工业大学

地址 510090 广东省广州市东风东路 729 号

共同申请人 怀集县汽车配件制造有限责任公司

[72] 发明人 孙友松 张 弢 郑泰胜 罗天友

张忠夫 李 区 陈绮丽 宁志坚

陈 健 李振雄 文元美 李 德

章争荣 罗有芬 肖小亭 梁锦生

刘天湖

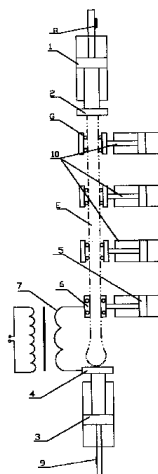
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 一种可实现工艺参数优化控制的电
 镦机

功能分离，以减少夹持电极在工件运动过程中所引
起的磨损，并增加工件运动的稳定性。

[57] 摘要

本发明是一种可实现工艺参数优化控制的电镦机。包括有机械装置 A、加热装置 B、检测装置 C 及控制装置 D，机械装置 A 包括有镦粗缸(1)、镦块(2)、砧子缸(3)、砧块(4)、导电夹持缸(5)，加热装置 B 包括有夹持电极(6)、变压器(7)，检测装置 C 包括有分别装设在镦粗缸(1)及砧子缸(2)活塞上的位移传感器(8、9)，其中变压器(7)采用电子装置控制，输出电压连续可调。本发明根据塑性力学和传热学原理，给出了加热电流、镦粗压力、速度等工艺参数的计算方法，并通过控制装置使镦粗缸的运动速度、砧子缸的运动速度、镦粗压力，变形温度、加热电流均采用适应工况的自动连续闭环控制，从而可实现电镦工艺的最优控制。另外，本发明的机械装置由于增加了若干个定位夹持缸用于工件的定位导向，从而使定位导向与导电



1、一种可实现工艺参数优化控制的电锻机，包括有机械装置 A、加热装置 B、检测装置 C 及其控制装置 D，机械装置 A 包括有锻粗缸（1）、锻块（2）、砧子缸（3）、砧块（4）、导电夹持缸（5），加热装置 B 包括有夹持电极（6）、变压器（7），检测装置 C 包括有分别装设在锻粗缸（1）及砧子缸（2）活塞上的位移传感器（8、9），其中锻块（2）及砧块（4）分别与锻粗缸（1）及砧子缸（3）的活塞连接，夹持电极（6）固装在导电夹持缸（5）的活塞上，砧块（4）及夹持电极（6）串联在变压器（7）次级线圈的两端，工件 E 置于锻块（2）与砧块（4）之间，其特征在于锻粗缸（1）的运动速度 v_1 、砧子缸（2）的运动速度 v_2 、锻粗压力 P，变形温度 T、加热电流 i 均通过控制装置 D 采用适应工况的自动连续闭环控制。

2、根据权利要求 1 所述的可实现工艺参数优化控制的电锻机，其特征在于上述锻粗缸（1）的运动速度 v_1 与砧子缸（2）的运动速度 v_2 的关系为 $v_2 = \frac{d^2}{2h^2 + d^2} v_1$ ，其中 d 为工件的直径， h 为工件头部蒜头的高度。

3、根据权利要求 1 所述的可实现工艺参数优化控制的电锻机，其特征在于上述变形温度 T 可采用检测变形力的方法来间接控制，其最小锻粗力为 $p1=f(\dot{\varepsilon}、T_{11})$ ，最大锻粗力 $p2=f(\dot{\varepsilon}、T_{12})$ ， $\dot{\varepsilon}$ 为颈部应变速率， T_{11} 为始锻温度， T_{12} 为终锻温度。

4、根据权利要求 1 所述的可实现工艺参数优化控制的电锻机，其特征在于上述加热电流为 $i = \sqrt{\frac{1}{R_t}(q_1 - q_2 + q_3)}$ ，其中 q_1 为把材料加热到变形温度所需的功率， $q_1 = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \rho_m \cdot v_1 \cdot (T_2 - T_1) C_p$ ， ρ_m 为材料密度， T_2 为变形温度， T_1 为室温， C_p 为

材料比热, q_2 为机械能转化的热功率, $q_2 = P \cdot v$, P 为镦粗压力, v 为镦粗速度 $v = v_1 - v_2$, q_3 为工件镦粗过程中的热量损失。

5、根据权利要求 1 所述的可实现工艺参数优化控制的电镦机, 其特征在于上述砧块 (4) 上设有预热装置和温度检测装置。

6、根据权利要求 1 所述的可实现工艺参数优化控制的电镦机, 其特征在于上述变压器 (7) 采用电子装置控制, 输出电压连续可调。

7、根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 或 5 或 6 所述的可实现工艺参数优化控制的电镦机, 其特征在于上述机械装置 A 还包括有若干个定位夹持缸 (10), 其置于镦粗缸 (1) 与导电夹持缸 (5) 之间。

8、根据权利要求 7 所述的可实现工艺参数优化控制的电镦机, 其特征在于上述定位夹持缸 (10) 可包括有一个主定位夹持缸和若干个辅定位夹持缸。

9、根据权利要求 8 所述的可实现工艺参数优化控制的电镦机, 其特征在于上述定位夹持缸 (10) 与工件 E 之间通过滚动体 G 接触。

10、根据权利要求 9 所述的可实现工艺参数优化控制的电镦机, 其特征在于上述滚动体 G 可为球体, 也可为圆柱体。

3、发明内容:

本发明的目的在于克服上述缺点而提供一种可实现实时连续控制、可控制全部电锻工艺参数、实现工艺参数的优化及将数据采集与控制结合的可实现工艺参数优化控制的电锻机。本发明设计巧妙，可保证产品的质量。

本发明的结构示意图如附图所示，包括有机械装置 A、加热装置 B、检测装置 C 及其控制装置 D，机械装置 A 包括有锻粗缸（1）、锻块（2）、砧子缸（3）、砧块（4）、导电夹持缸（5），加热装置 B 包括有夹持电极（6）、变压器（7），检测装置 C 包括有分别装设在锻粗缸（1）及砧子缸（2）活塞上的位移传感器（8、9），锻块（2）及砧块（4）分别固装在锻粗缸（1）及砧子缸（3）的活塞上，夹持电极（6）固装在导电夹持缸（5）的活塞上，砧块（4）及夹持电极（6）串联在变压器（7）次级线圈的两端，工件 E 置于锻块（2）与砧块（4）之间，其中锻粗缸（1）的运动速度 v_1 、砧子缸（2）的运动速度 v_2 、锻粗压力 P，变形温度 T、加热电流 i 均通过控制装置 D 采用适应工况的自动连续闭环控制。

本发明根据塑性力学和传热学原理，给出了加热电流、锻粗压力、速度等工艺参数的计算方法，并通过控制装置及控制程序使锻粗缸的运动速度、砧子缸的运动速度、锻粗压力，变形温度、加热电流均采用适应工况的自动连续闭环控制，从而可实现电锻工艺的最优控制。另外，本发明的机械装置由于增加了若干个定位夹持缸用于工件的定位夹持，从而使定位夹持与导电夹持分开，以减少夹持电极在工件运动过程中所引起的磨损，并增加工件运动的稳定性；此外，本发明中定位夹持缸中的夹持块与工件之间通过滚动体接触，使夹持块与工件之间的磨擦为滚动磨擦，以减少工件运动的磨擦力和减少夹持块的磨损，同时也增加了夹持力。另外，本发明还在砧块上设有预热装置和温度检测装置，以减少因砧块温度不当造成的废品，并能控制砧块的温度，使砧块的温度保持适当值，以进一步减少锻粗废品。本发明是一种设计巧妙，方便实用的可实现

一种可实现工艺参数优化控制的电锻机

1、技术领域:

本发明是一种智能型电锻机,特别是一种用于发动机气门电热锻粗的电锻机,属于机电一体化的高新技术。

2、背景技术:

目前,电锻机智能化水平较低,生产中仅能靠经验来确定加热电流、锻粗压力、速度等工艺参数,其主要存在如下问题:(1)各工艺参数(压力、速度、电压等)在单个工作循环中为一个预先设定的恒量,不能实现参数优化;(2)工作过程中工况(温度、磨损、毛坯质量等)变化后,系统不能自动变化来适应工况的变化,以确保产品的质量;(3)每次更换一种产品,必须重新调整和摸索工艺参数,既浪费时间,又会造成大量废品,常出现过热、过烧、折叠、歪斜、裂纹等现象。为此,国内外不少厂家和科研机构颇费心思,做了大量工作,如尹希猛等人在《锻压技术》1986/4中公开的“气门电锻过程的参数分析及其微计算机控制”;刘敬余等人在《电气自动化》1999/2中公开的“基于学习的电锻机专家控制系统”;杨庆云在《锻压技术》1990/3中公开的“电锻机群控系统”;这些方案虽然引入了自动控制,对提高产品的质量起到了一定作用,但它们也存在一些缺点,如:非连续控制、只控制部分电锻工艺参数或数据采集与控制分离,因而都难于保证控制质量,最为关键的是它们未能实现工艺参数的优化。

工艺参数优化控制的电锻机。

4、附图说明：

下面结合附图详细说明本发明的具体结构：

图1为本发明的结构原理图；

图2为本发明的控制原理图。

5、具体实施方式：

实施例：

本发明的结构原理图如图1所示，控制原理图如图2所示，包括有机械装置A、加热装置B、检测装置C及其控制装置D，机械装置A包括有镦粗缸(1)、镦块(2)、砧子缸(3)、砧块(4)、导电夹持缸(5)，加热装置B包括有夹持电极(6)、变压器(7)，检测装置C包括有分别装设在镦粗缸(1)及砧子缸(2)活塞上的位移传感器(8、9)，镦块(2)及砧块(4)分别固装在镦粗缸(1)及砧子缸(3)的活塞上，夹持电极(6)固装在导电夹持缸(5)的活塞上，砧块(4)及夹持电极(6)串联在变压器(7)次级线圈的两端，工件B置于镦块(2)与砧块(4)之间，其中镦粗缸(1)的运动速度 v_1 、砧子缸(2)的运动速度 v_2 、镦粗压力P，变形温度T、加热电流*i*均通过控制装置D采用适应工况的自动连续闭环控制。

上述镦粗缸(1)的运动速度 v_1 与砧子缸(2)的运动速度 v_2 之差 $v = v_1 - v_2$ 为电锻速度，它不但影响生产率、成形的温度和质量，而且 v 的大小必须与电锻机的功率、加热电流和棒料直径相匹配， v_1 和 v_2 的大小还会影响到镦粗部位的形状，镦粗部位的可能形状有三种类型，即正球台形、长球台形及扁球台形。生产实践证明，以圆球台形为最优，因为它既有利于成形过程的均匀稳定，又有利于终成形时保证产品的形状，且延长模具寿命。本发明为使其镦粗部位的形状为正球台形，上述镦粗缸(1)的运动速度 v_1 与砧子缸(2)的运动

速度 v_2 的关系为 $v_2 = \frac{d^2}{2h^2 + d^2} v_1$ ，其中 d 为工件的直径， h 为工件头部蒜头的高度。

镦粗温度是决定镦粗质量的最关键工艺参数之一，它的控制精度要求也很高。因此，为获得满意的工件内部显微组织，必须严格控制变形温度，而变形温度的直接测量与控制比较困难，故可采用检测变形力的方法来间接控制变形温度，一定的工件在一定的变形速率下，对应始锻温度，有一个镦粗变形阻力，其即为最小镦粗力，同理，对应终锻温度，有一个镦粗变形阻力，其即为最大镦粗力，其中最小镦粗力为 $p_1 = f(\dot{\varepsilon}, T_{11})$ ，最大镦粗力 $p_2 = f(\dot{\varepsilon}, T_{12})$ ， $\dot{\varepsilon}$ 为颈部应变速率， T_{11} 为始锻温度， T_{12} 为终锻温度。检测系统实时检测镦粗压力、镦粗缸速度和砧子缸速度，可获得工件的变形抗力 σ_s ，计算出颈部应变速率 $\dot{\varepsilon}$ ，由此间接推算出工件的最高温度 T 。再调节镦粗缸速度、砧子缸速度和加热电流，即可实现对变形温度的控制。

为保证进入变形区的金属能及时被加热到锻造温度，输入的电阻功率应当与将新进入变形区的冷态金属加热到锻造温度所需的功率平衡，本发明所用的加热电流为 $i = \sqrt{\frac{1}{R_1}(q_1 - q_2 + q_3)}$ ，其中 q_1 为把材料加热到变形温度所需的功率， $q_1 = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \rho_m \cdot v_1 \cdot (T_2 - T_1) C_p$ ， ρ_m 为材料密度， T_2 为变形温度， T_1 为室温， C_p 为材料比热， q_2 为机械能转化的热功率， $q_2 = P \cdot v$ ， P 为镦粗压力， v 为镦粗速度 $v = v_1 - v_2$ ， q_3 为工件镦粗过程中的热量损失。

为减少因砧块（4）温度不当造成的废品，砧块（4）上增加预热装置，为能控制砧块（4）的温度，使砧块（4）的温度保持适当值，以进一步减少镦粗废品，砧块（4）上还设有温度检测装置。

上述机械装置 A 还包括有若干个定位夹持缸（10），其置于镦粗缸（1）与导电夹持缸（5）之间，定位夹持缸（10）用于工件的定位夹持，夹持电极

(6)用于工件的导电,从而使定位夹持与导电夹持分开,以减少夹持电极(6)在工件运动过程中所引起的磨损,并增加工件运动的稳定性。根据工件的长度,定位夹持缸(10)可包括有一个主定位夹持缸和若干个辅定位夹持缸。本发明实施例中,定位夹持缸(10)可包括有一个主定位夹持缸和3个辅定位夹持缸。另外,定位夹持缸(10)中的夹持块与工件E之间通过滚动体G接触,使夹持块与工件E之间的磨擦为滚动磨擦,以减少工件E运动的磨擦力和减少夹持块的磨损,同时也增加了夹持力。上述滚动体G可为球体,也可为圆柱体。

本发明使用时,变压器(7)的初级绕组采用工业用50Hz、380V电源,砧块和夹持电极串联在次级线圈上。工件在导电夹持缸和定位夹持缸的作用下夹紧、导向并保持良好的接触状态,同时在镦粗缸的初始压力作用下与砧块顶紧,与次级线圈构成回路通电,夹持电极与砧块之间的棒料在次级大电流作用下产生电阻热,材料快速升温。最先通电的棒料下端加热时间最长温度最高,首先达到锻造温度(普通合金钢一般为 $900\sim 1150^{\circ}\text{C}$),下端材料开始镦粗变形。随着变形的发展,材料在下端聚集,形成“蒜头”。此时镦粗缸往下移动,速度为 v_1 ,砧子缸下移让出蒜头成形空间,速度为 v_2 , $v_1 > v_2$,棒料下端“蒜头”进一步长大。

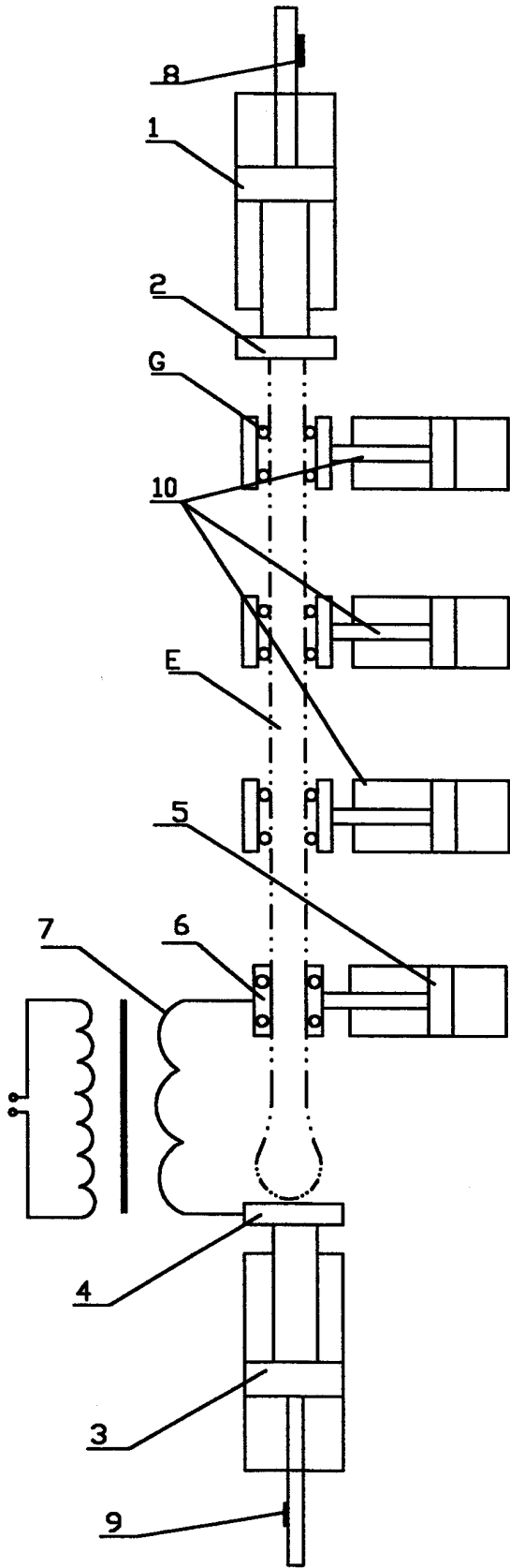


图1

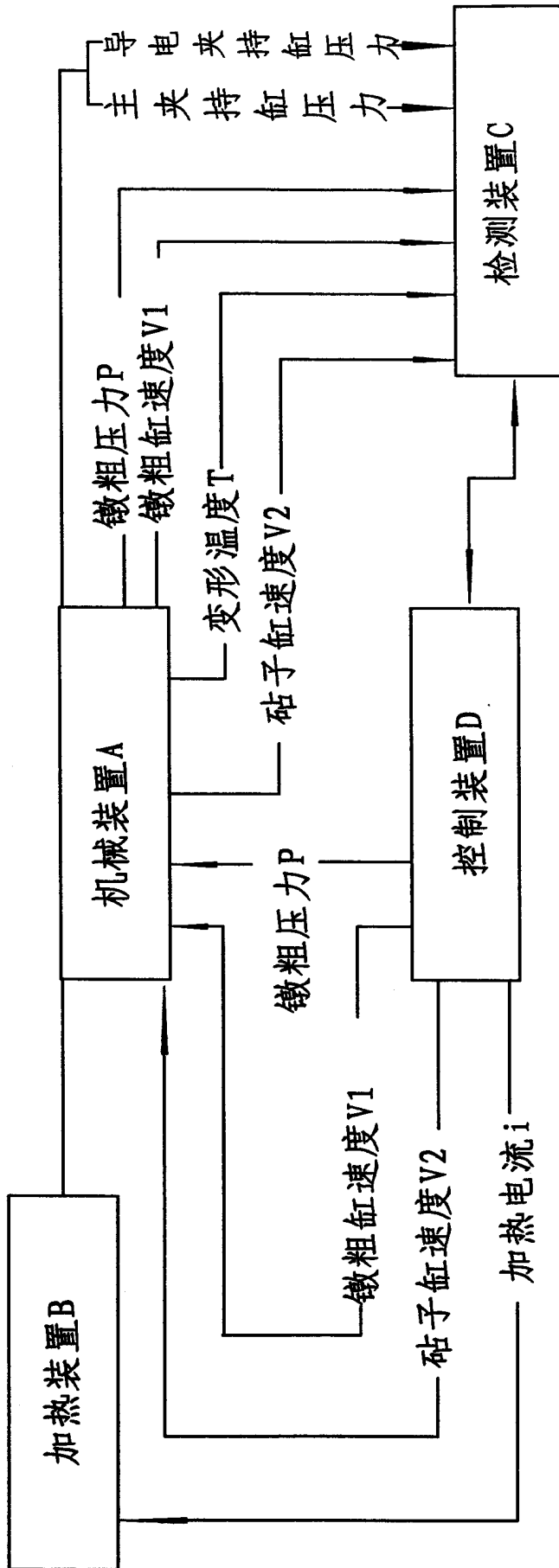


图2