



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410043643.0

[45] 授权公告日 2007 年 2 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1299834C

[22] 申请日 2004.6.23

[21] 申请号 200410043643.0

[73] 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街 92 号

[72] 发明人 郭面焕 刘爱国

[56] 参考文献

US5245153A 1993.9.14

US5442153A 1995.8.15

US6610959B2 2003.8.26

US4370538A 1983.1.25

CN2492336Y 2002.5.22

US5796064A 1998.8.18

审查员 魏东海

[74] 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所

代理人 张伟

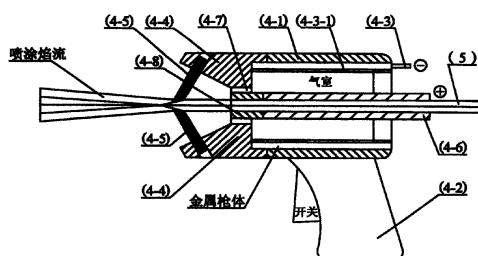
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称

单丝钨极电弧喷涂装置

[57] 摘要

一种单丝钨极电弧喷涂装置，它涉及一种电弧喷涂装置。现有的喷涂装置存在喷涂质量不高的弊端。本发明装置的喷涂枪(4)的壳体(4-1)的内壁上固接有压缩空气管(4-3)，压缩空气管(4-3)同时与电源负极和金属枪嘴(4-4)连接，在壳体(4-1)的中心轴向上设置有金属管(4-6)，在金属管(4-6)靠近枪嘴(4-4)位置处设置有导电嘴(4-8)。本发明的装置用于对新工件进行表面改性，它可以提高产品的使用寿命，节约了资源和能源，降低了生产成本。



1、一种单丝钨极电弧喷涂装置，它包括空压机(1)、喷涂电源(2)、送丝机(3)、喷涂枪(4)，其特征在于所述喷涂枪(4)包括壳体(4-1)、手柄(4-2)，在所述壳体(4-1)的内壁上固接有压缩空气管(4-3)，压缩空气管(4-3)的末端同时与空压机(1)和电源负极连接，在压缩空气管的位于壳体(4-1)内部的管壁上设有气孔(4-3-1)，压缩空气管(4-3)的前端与金属枪嘴(4-4)连接，所述金属枪嘴(4-4)同时与钨极(4-5)连接，钨极(4-5)为三根，三根钨极(4-5)在所述金属枪嘴(4-4)圆周向上平均分布，在所述金属枪嘴(4-4)上还设有雾化压缩空气孔(4-7)；在壳体(4-1)的中心轴向上设置有金属管(4-6)，金属管(4-6)接电源正极，在金属管(4-6)内设置有喷涂丝(5)，在金属管(4-6)靠近所述金属枪嘴(4-4)位置处设置有与喷涂丝(5)充分接触的导电嘴(4-8)。

2、根据权利要求1所述的单丝钨极电弧喷涂装置，其特征在于所述送丝机(3)为单根送丝机，它包括机体(3-1)，在机体(3-1)内设有调速电机(3-2)，调速电机(3-2)通过变速箱(3-3)与主动轮(3-4)连接，主动轮(3-4)的上方设有被动轮(3-5)，被动轮(3-5)固定在送丝轮压紧杆(3-6)上并通过送丝轮压紧杆(3-6)调节被动轮(3-5)与主动轮(3-4)之间的距离。

单丝钨极电弧喷涂装置

技术领域：

本发明属于表面工程学科中的一种电弧喷涂技术，特别是一种喷涂设备的发明。

背景技术：

喷涂技术是表面工程中的一门重要表面改性技术，热喷涂技术是通过火焰、电弧、等离子体或光等热源，将某种线状或粉末材料加热到熔化或熔融状态，并加速喷向基体表面形成涂层。该技术原则上能对任何基体材料进行喷涂，可选用各种材料（导电、不导电、易熔、难熔材料，如黑色金属、有色金属、合金、陶瓷、金属陶瓷、塑料、有机物、化合物等）作为涂层材料。可以对材料表面化进行强化或再生，能实现耐高温、抗腐蚀、耐磨损、抗冲击、抗氧化、改善导电性、绝缘性、热障性等涂层功能。可制备异种金属的涂层、复合材料涂层、混合材料涂层、梯度涂层、增厚涂层、软基硬质点涂层等。适用于新产品结构件表面的改性，以及废旧产品的修复。热喷涂具有对工件受热小不变形，不改变工件的内部性能，可喷涂各种形状的工件，其涂层厚度可自如地控制，可喷涂的涂层材料适应范围广，喷涂工艺简单、操作方便、效率高等特点。热喷涂技术经过近年来的迅速发展，被广泛应用于航天、航空、机械制造、动力、原子能、冶金、化工、石油、煤炭、铁路、造船、交通运输、轻工、纺织、电子、仪器制造、材料科学、建筑、水利、电站、环保等等几乎所有工业领域。它不仅在新产品制造业中得到了合理的应用，而且在废旧产品修复再利用方面也起着极为重要的作用，也为高新技术的发展提供新工艺、新材料的支持。

电弧喷涂是热喷涂技术中的其中之一，与其它喷涂方法相比，其显著特点是设备简单，生产成本低，可以在现场作业，操作便利，容易掌握，应用范围广。现有电弧喷涂装置是采用双丝（喷涂丝）作为两个电极，两丝之间呈夹角，通过送丝形成短路接触来建立电弧，使两丝同时熔化，通过压缩空气对熔化的金属进行雾化加速喷射到工件上，形成涂层，如图1所示。但由于喷涂丝材作为电极，要求导电性好，所以对不导电材料不能用于电弧喷涂涂层的制备，因此限制了如陶瓷等特殊材料的应用。火焰软丝材喷涂装置是采用氧-乙炔为热源，喷涂软丝材是一种用低氟点化工材料包裹的药芯管状丝材，通过压缩空气雾化加速喷射到工件上，形成涂层，如图2所示，该装置可以对陶瓷管状软丝

材进行喷涂，但由于火焰温度较低，制备的陶瓷涂层质量不高。经实地考察和调研，并通过国际联机科技查新，与本发明相关的技术在国内外的情况如下：目前，国内外电弧喷涂装置的应用已经很普遍，对金属管状丝喷涂的应用也比较多，但目前还没有用于陶瓷药芯管状丝材电弧喷涂技术方面的报道。法国和俄罗斯有火焰陶瓷软丝材喷涂技术的应用，近年来我国也陆续引进了该设备和相关的喷涂技术。目前陶瓷涂层的制备仍采用成本较高的等离子喷涂技术。

发明内容：

本发明的目的在于提供一种喷涂范围广、喷涂效率高的单丝钨极电弧喷涂装置，它包括空压机1、喷涂电源2、送丝机3、喷涂枪4，所述喷涂枪4包括壳体4-1、手柄4-2，在所述壳体4-1的内壁上固接有压缩空气管4-3，压缩空气管4-3的末端同时与空压机1和电源负极连接，在压缩空气管的位于壳体4-1内部的管壁上设有气孔4-3-1，压缩空气管4-3的前端与所述金属枪嘴4-4连接，所述金属枪嘴4-4同时与钨极4-5连接，钨极4-5为三根，三根钨极4-5在所述金属枪嘴4-4圆周向上平均分布，在所述金属枪嘴4-4上还设有雾化压缩空气孔4-7；在壳体4-1的中心轴向上设置有金属管4-6，金属管4-6接电源正极，在金属管4-6内设置有喷涂丝5，所述三根钨极4-5分别与喷涂丝5呈60°角设置，在金属管4-6靠近所述金属枪嘴4-4位置处设置有与喷涂丝5充分接触的导电嘴4-8。本发明装置主要用于对新工件进行表面改性，以提高产品的使用寿命，对超差或报废的工件进行表面修复，实现废物利用，节约资源和能源，降低成本的目的，本发明装置具有如下优点：(1)与火焰(约3000℃)喷涂管状陶瓷药芯软丝材相比，具有电弧(约6000℃)喷涂焰流温度高的特点，在喷涂过程中有利于对喷涂材料的熔化和加快熔融速度，能显著地提高涂层的结合强度、喷涂效率和保证涂层的质量。用火焰喷涂 Al_2O_3 管状陶瓷药芯软丝材涂层结合强度在0.1 MPa~0.3 MPa之间，采用本发明装置进行喷涂后的涂层结合强度在5 MPa~10 MPa之间，而且涂层致密，喷涂效率能提高0.5~0.7倍。(2)采用本发明钨极熔化单根管状药芯软丝材的喷涂，电弧稳定，飞溅小，喷涂材料敷着率高，喷涂丝材熔化的熔滴颗粒均匀，有助于喷涂的雾化效果，涂层质量高。常规电弧喷涂的敷着率在50~55%，管状药芯软丝材火焰喷涂的敷着率在40~50%，钨极熔化单根管状药芯软丝材的喷涂敷着率能达到60%以上。(3)由于采用单根丝喷涂方式，容易实现送丝方式多样化，如推丝、拉丝，推-拉丝方式都能容易实现。送丝设备简单化，便于调节送丝速度，容易保证送丝的稳定性，从而保证了电弧的稳定燃烧。(4)本发明装置不仅能对管状药芯软丝材

进行喷涂，而且也适用于实芯金属丝材的喷涂。(5) 与实芯丝材相比，在同样截面积的条件下，药芯丝材的喷涂所需要的能量要小，所以在同等喷涂能量的条件下，单根药芯丝材的直径可以选择的较粗，从而提高了喷涂效率。比如，喷涂Φ2 mm实芯丝材的工艺规范条件下，可以喷涂Φ3 mm同类材料的药芯丝材。(6) 电弧喷涂是两根呈一定角度的丝作为熔化电极，一般电流的大小是根据丝的粗细和材质种类进行调节，电流的调节范围比较小，往往受到一定的限制。该喷涂装置为中心轴向送丝方式，如图 4 所示，三根钨极均匀地围在丝的周围，喷涂丝在电弧中间熔化，电流的大小调节范围宽，所以该结构形式能很好地保证电弧的稳定燃烧和确保喷涂丝材充分地熔化，能显著地提高喷涂效率和雾化效果。(7) 如图 4 所示的枪体结构，雾化压缩空气的出口为多孔式结构，出气流向平行并包围着轴向喷涂丝材，也就是说雾化气体正好直吹熔化的喷涂材料，形成套管式平行雾化效果，能有效地集聚喷涂焰流，不仅能提高喷涂速度，提高了喷涂材料的敷着率，而且显著地提高了涂层的质量。(8) 本发明设备简单，体积小，重量轻，喷枪导线少，送丝机构简单，操作方便，便于室内或现场作业。

附图说明：

图 1 是电弧喷涂原理结构示意图，图 2 是软丝材火焰喷涂原理结构示意图，图 3 是本发明的结构示意图，图 4 是单丝钨极喷涂枪 4 的结构示意图，图 5 是送丝机结构示意图，图 6 是图 5 的侧视图。

具体实施方式：

具体实施方式一：本发明的原理是采用钨极（接电源负极）和单根喷涂丝（接电源正极），通过高频引弧建立电弧，使喷涂丝熔化，通过压缩空气雾化加速喷射到工件上的一种新型电弧喷涂装置，本发明所述的喷涂丝可以是金属实芯丝，也可以是药芯管状丝，由于电弧的温度比火焰的温度高一倍，所以本发明装置特别适用于陶瓷药芯管状丝的喷涂（金属皮包裹陶瓷粉），从而实现了采用低成本、高性能涂层质量的电弧喷涂方法制备陶瓷涂层的目的。本发明的装置包括空压机 1、喷涂电源 2、送丝机 3、喷涂枪 4，所述喷涂枪 4 包括壳体 4-1、手柄 4-2，在所述壳体 4-1 的内壁上固接有压缩空气管 4-3，压缩空气管 4-3 的末端同时与空压机 1 和电源负极连接，在压缩空气管的位于壳体 4-1 内部的管壁上设有气孔 4-3-1，压缩空气管 4-3 的前端与所述金属枪嘴 4-4 连接，所述金属枪嘴 4-4 同时与钨极 4-5 连接，钨极 4-5 为三根，三根钨极 4-5 在所述金属枪嘴 4-4 圆周向上平均分布，在所述金属枪嘴 4-4 上还设有雾化压缩空气孔 4-7；

在壳体 4-1 的中心轴向上设置有金属管 4-6，金属管 4-6 接电源正极，在金属管 4-6 内设置有喷涂丝 5，在金属管 4-6 靠近所述金属枪嘴 4-4 位置处设置有与喷涂丝 5 充分接触的导电嘴 4-8。本发明喷涂枪的关键技术在枪头的结构，它采用轴向送丝方式，三根直径为 $\Phi 4\text{ mm}$ 粗的钨极按 60° 角度等距离与喷涂丝外圆面建弧，压缩空气通过多孔顺着电弧方向平行雾化并加速喷涂。喷涂丝、压缩空气管路、电源正极电缆组合为一根缆线，采用活接接头联结喷枪和送丝机，枪体结构简单，重量轻，拆装方便。

所述送丝机 3 为单根送丝机，它包括机体 3-1，在机体 3-1 内设有调速电机 3-2，调速电机 3-2 通过变速箱 3-3 与主动轮 3-4 连接，主动轮 3-4 的上方设有被动轮 3-5，被动轮 3-5 固定在送丝轮压紧杆 3-6 上并通过送丝轮压紧杆 3-6 调节被动轮 3-5 与主动轮 3-4 之间的距离。

普通送丝机需要同时送两根丝，一般要求两根丝的送进速度相同。本发明的送丝机只要求单根送丝的功能，所以驱动电机功率小，整体结构简单，体积小，容易实现拉丝、推丝或推-拉丝式的送丝结构，送丝轮根据用丝的粗细，可随意方便地拆装调换，其结构见图 5、图 6 所示。

使用本发明的装置在加工过程中的参数可以设定为：喷涂电压 $20V\sim40V$ ；压缩空气的气体压力 $0.6\text{ MPa}\sim0.85\text{ MPa}$ ；电弧吹力电流 $0A\sim30A$ ；喷涂电流 $60A\sim300A$ ；送丝速度 $0.2\sim5m / min$ ；喷涂丝材直径 $\Phi 0.8\text{ mm}\sim\Phi 5\text{ mm}$ 。

具体实施方式二：本实施方式喷涂过程如下：1. 工件表面粗化：将被喷涂工件的表面清洗干净去油污，车床加工或打磨掉缺陷及疲劳层，然后用喷砂进行表面粗化。2. 联机：具体实施方式一所述的喷涂枪、送丝机、空压机与喷涂电源连接，将喷涂丝穿入送丝机并送入喷涂枪内，见图 3 所示。3. 调节喷涂工艺参数：预调好雾化压缩空气压力和流量，喷涂电压，喷涂电流，引弧电流，送丝速度。该工艺参数的调节与喷涂丝材的材质种类、喷涂丝材的规格直径大小有关，材质和直径的大小不同，所对应的工艺参数也不同：本实施方式所选用的喷涂丝材为管状药芯丝材，药皮的材质为 Q235，药芯的材质为 NiCrBSi 粉末，丝材的规格直径为 $\Phi 3.0\text{ mm}$ ，所调节的压缩空气的压力为 $0.6\text{ MPa}\sim0.8\text{ MPa}$ 、压缩空气的气体流量大小以喷涂焰流的雾化效果而定，流量太大或太小，喷涂电弧焰流均会发散变粗而不集中，调到喷涂电弧焰流最细的状态时，压缩空气的气体流量为最佳。调节喷涂电压为 $30V$ ，喷涂电流为 $120A$ ，电弧吹力电流为 $10A$ ，送丝速度为 $1m / min$ 。4. 把被喷涂工件装卡在专用夹具上，如果喷涂轴类产品，把工件装卡在转台上，把具体实施方式一所述的喷涂

枪安装在自动行走枪架上，调节好工件喷涂过程中所要求的转动和行走速度，调节好枪口与被喷涂部位的距离，实现自动喷涂。工件旋转转速和行走速度与喷涂工件外径的大小和涂层的厚度有关，对于外径大的工件和要求一次喷涂厚的涂层时，需要的转速和行走速度要慢些。如外径为Φ200 mm，一次喷涂涂层的厚度为0.3 mm，转速为80~100转/分，行走速度为20~30 mm/分，枪口与被喷涂部位的距离150 mm。5. 喷涂及涂层的制备：启动工作转台，工件转动或行走，打开压缩空气阀门，启动电源，送丝引弧，进行喷涂。

具体实施方式三：本实施方式为曲轴的喷涂过程：

1. 条件：喷涂产品为磨损的进口汽车曲轴，材质为球墨铸铁，最大的磨损深度0.5 mm，曲轴外径已呈椭圆，需要恢复尺寸。

2. 喷涂工艺：先对曲轴去油去污，对曲轴外径的疲劳层及椭圆度进行了磨削加工，随后喷砂粗化，将曲轴装卡在具有旋转功能曲轴喷涂专用工作台上，联接好设备，调好喷涂所要求的各项工艺参数，喷涂电压25V；压缩空气的气体压力0.65 MPa；电弧吹力电流10A；喷涂电流100A；送丝速度1m/min；喷涂丝材直径Φ1.5 mm。一切就绪后便可开机喷涂。

3. 涂层制备：喷涂材料选用自制的管状药芯丝材，药皮的材质为Q235，药芯的材质为自熔性NiCrBSi合金50%+Al₂O₃陶瓷50%的混合粉末，丝材的规格直径为Φ3 mm。考虑到加工余量，最终涂层厚度为0.8 mm。涂层的制备采用手工操作喷涂枪的方式。

4. 涂层加工：喷涂后的曲轴采用曲轴磨加工成形。

5. 质量与成本：喷涂后的曲轴经使用考核，其寿命比新产品提高3倍以上。喷涂所需成本是新曲轴的1/10左右，在使用过程中没有发生起层掉块等影响行车安全的任何缺陷。

具体实施方式四：本实施方式为火力发电机组风机叶轮片的喷涂过程：

1. 材料：叶轮片是新更换的Q235钢。

2. 表面预处理：由于叶轮片是更换的新材料，所以直接进行喷砂粗化即可满足喷涂的要求。

3. 喷涂材料：喷涂材料选用自制的药芯丝材作为工作层，丝材直径为5 mm，丝皮材质为Q235，药芯材质为30%自熔性镍基合金+70%Al₂O₃喷涂粉。打底层材料选用规格直径为Φ2 mm的市售Ni5Al实芯丝材。

4. 喷涂工艺及参数：采用具体实施方式一所述的喷涂枪，采用手工操作喷涂方式，先用打底层材料在叶轮片上喷涂0.1 mm的涂层，然后进行工作层喷涂，

涂层总厚度 1.1 mm，喷涂后的涂层不做任何加工处理。喷涂电压 32V，喷涂电流 210A，压缩空气气体压力 0.8 MPa，气体流量调到喷涂焰流最集中为好，电弧吹力电流 15A，送丝速度 1.2m / min。

5.检测喷涂结果：叶轮抗 300℃长期高温氧化、耐粉尘冲刷磨损，涂层厚度 ≥ 1 mm，在使用过程中无涂层脱落。

具体实施方式五：本实施方式为化铝用铸铁坩埚防铝融蚀涂层的制备过程：

1. 条件：该产品是通过铸造成形的铸铁坩埚，在 720℃恒温条件下使用，用于储存浇铸铝液的容器。由于铝在高温条件下与金属产生放热融蚀反应，不能直接使用，所以人们一直在采用涂抹涂料的办法来防止铝液的融蚀，这种方法涂抹烘干周期较长，而且使用寿命低，需要经常停工涂抹，但使用寿命最多也超不过 20 天就报废，而且涂料非常容易脱落并混入铝液中，造成整锅铝液报废。使用单位急需解决这项难题。

2. 喷涂工艺：采用本发明的装置，选用自制的陶瓷药芯喷涂丝，丝材直径为 5 mm，丝皮材质为 Al，药芯材质为 13% TiO_2 +87% Al_2O_3 喷涂粉。采用手工操作喷涂方式，喷涂电压为 40V；压缩空气的气体压力为 0.85 MPa；电弧吹力电流为 30A；喷涂电流为 300A；送丝速度为 5m / min；喷涂丝材直径Φ为 5 mm。不打底，直接喷涂工作层，涂层厚度 0.6 mm 左右，喷涂后的涂层不做任何加工处理。

3.检测结果：喷涂后的坩埚连续使用寿命达到 4 个多月，而且融蚀的部位是铸造砂眼缺陷所引起的，其它部位仍完好无损。

本发明不但填补了热喷涂技术领域中的一项空白，而且能够显著地拓宽陶瓷材料的应用范围，因此具有深远的社会意义和巨大的经济效益。

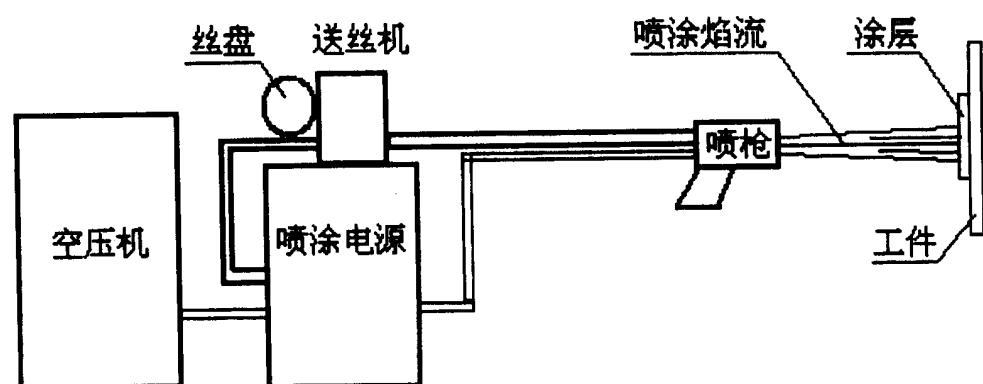


图1

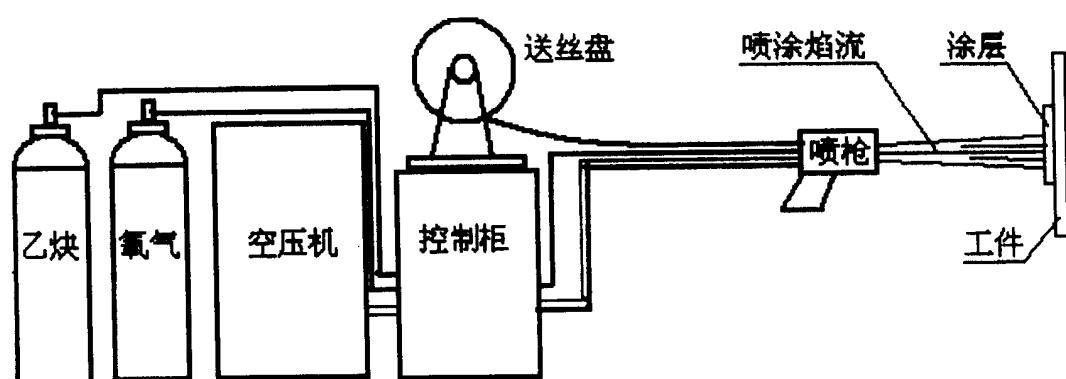


图2

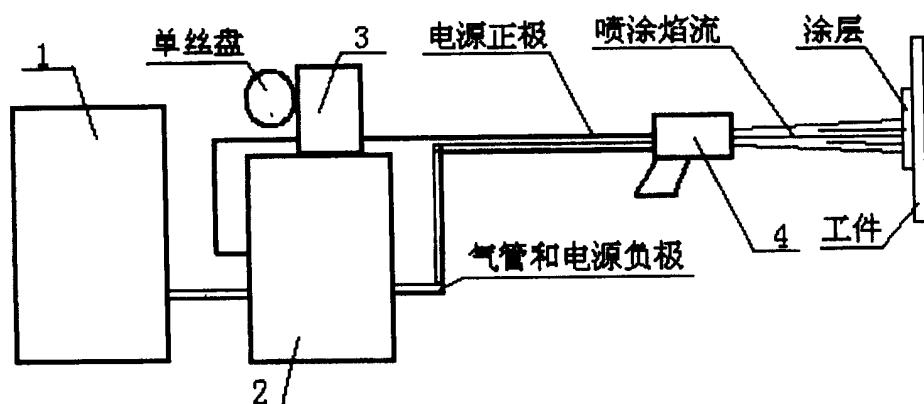


图3

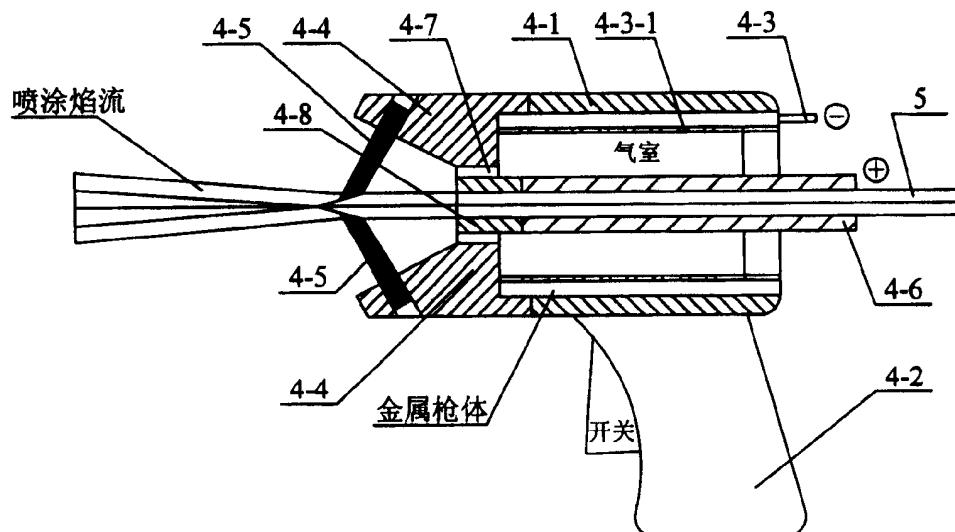


图 4

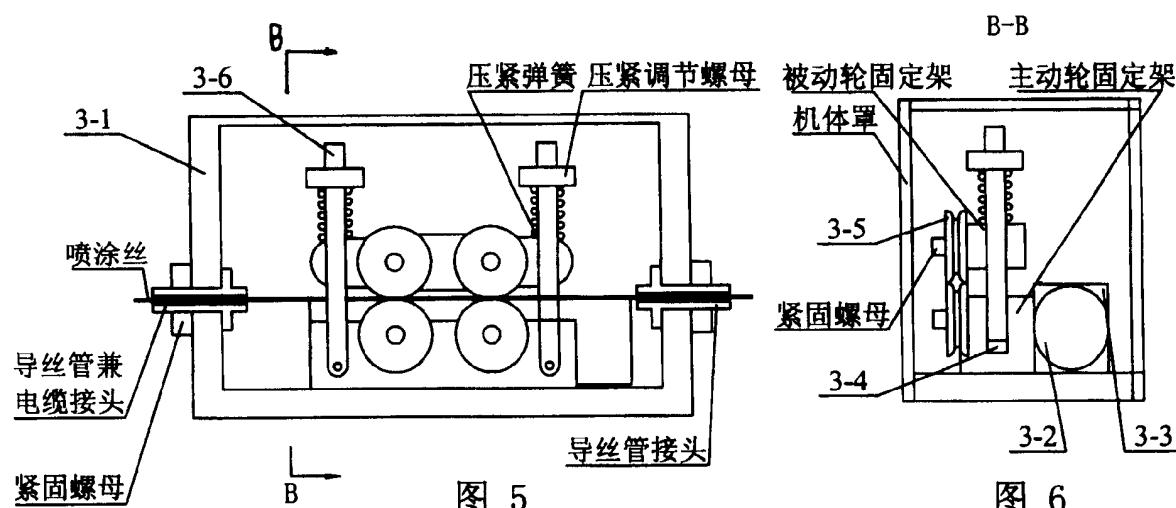


图 5

图 6