

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

B23K 26/08

B21B 27/02



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00128273.5

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1151907C

[22] 申请日 2000.12.13 [21] 申请号 00128273.5

[71] 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100080 北京市海淀区中关村路 15 号

[72] 发明人 王红才 杨明江

审查员 吴坤军

[74] 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

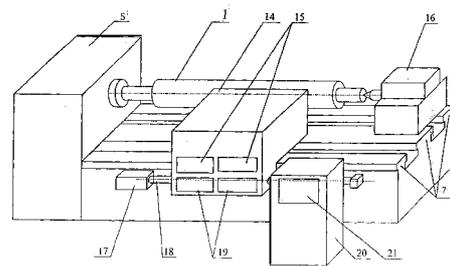
代理人 高存秀

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 7 页

[54] 发明名称 具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统

### [57] 摘要

本发明涉及具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统，包括：机械传动部分、激光器和光路部分、控制部分；机床主轴通过变速箱与电机连接；移动架和激光头分别由交流伺服电机直连滚珠丝杆；一台工控机集中控制。通过在主轴同轴方向装一增量编码器，使用激光头与辊面间距自动跟踪器使设备适用于凸、凹或 S 型辊面的激光毛化，达到毛化过程中光斑大小一致，毛化微坑大小一致，并保证设备长期可靠稳定运行。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1、一种具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统，包括：机械传动部分、激光器和光路部分、用于控制传动和激光器的控制部分；所述的机械传动包括数控机床，机床床头内安装一变频器，其一侧下部固定机床导轨一端，上部固定一卡盘；机床主轴通过变速箱与电机连接，机床导轨另一端上安装有一用于装卡辊的顶尖座，机床的导轨上安装一移动架；其特征在于：一伺服电机与滚珠丝杆直联，通过丝母联结移动架与导轨滑配；所述的移动架为两维的，分上下两层，下层安装A路或A、B两路声光电源及激光电源，上层平台装有A路或A、B两路激光器、声光盒、光路和光路切换装置、CCD摄像头、激光头、横向移动调节机构；机床主轴的另一端固定主轴套，主轴套经弹性片联轴节与一增量编码器轴相连，增量编码器端面固定一安装套与机床主轴变速箱相连；所述的用于控制传动和激光器的控制部分包括：工控机、纵向和横向伺服驱动器；工控机内AT总线上装有一块可控分布接口卡、两块电隔离双路D/A接口卡，主轴电机连同辊旋转时增量编码器输出反映辊旋转位置的脉冲信号，脉冲信号输入工控机内的可控分布接口卡，经计算机处理后输入声光电源和纵向伺服电机，工控机内的一块D/A接口卡输出两路信号输入激光器电源，另一块D/A接口卡输出一路信号输入变频器，输出另一路信号输入位置比例积分微分调节器。

2、按权利要求1所述的具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统，其特征在于：所述的光路安置在移动架上层平台上，其上安置A路或A、B两路激光器，A路激光器输出光光路上按顺序安置光路切换装置、扩束镜、半透半反镜A、聚焦透镜；在聚焦透镜前安置一保护镜，并在与激光器输出光光轴成 $30^{\circ}$  - $37^{\circ}$ 夹角处安置一双气路结构的辅助气体喷射装置；聚焦透镜固定在一滑座上，滑座固定在一横向移动机构上，在半透半反镜A所透过光的光路上按顺序安置反射镜C、半透半反镜D、CCD摄像头；每一台激光器连接一声光盒和声光盒电源。

3、按权利要求1所述的具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统，其特征在于：所述的横向移动调节机构包括滚珠丝杆、导轨和滑座构成一传动副。

4、按权利要求1所述的具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统，其特征在于：所述的横向移动调节机构与装在滑座上的位移传感器、横向伺服电机

及位置比例积分微分调节器构成间距自动跟踪器，跟踪间距由工控机内的 D/A 接口卡设定。

5、按权利要求 1 或 2 所述的具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统，其特征在于：所述的光路切换装置安置在激光器前，由低速同步电机、丝杆、导轨、滑座和一安有全反镜的滑座组成，其中低速同步电机与丝杆直连，丝杆、导轨、滑座构成一传动副。

6、按权利要求 2 所述的具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统，其特征在于：还包括在反射镜 B 另一输出光的光路上按顺序安置半透半反镜 D、同轴照明灯。

7、按权利要求 2 所述的具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统，其特征在于：还包括激光防护套，它是一金属套筒、其联接在第四块反射镜 D 与摄像装置的光路之间，和反射镜 B 或与同轴照明灯的光路之间。

8、按权利要求 1 或 2 所述的具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统，其特征在于：还包括激光防护套，该激光防护套是可微调的波纹状的金属筒或塑料筒，它分别联接在 A 路激光器与光路切换装置、B 路激光器与光路切换装置、光路切换装置与激光扩束镜，和激光扩束镜与反射镜 A 之间。

9、按权利要求 1 或 2 所述的具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统，其特征在于：还包括激光防护套，它是由至少两段固定长度的金属套筒套装组成，联接在光束反射镜与激光头的光路之间。

## 具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统

### 技术领域

本发明涉及一种用于辊类表面毛化的激光加工系统，特别是涉及一种具有可控分布毛化点的辊类表面毛化 YAG 激光加工系统。

### 背景技术

YAG 激光毛化设备是中国科学院力学研究所在九十年代研究开发的冷轧辊激光加工系统，如：中国专利号：ZL 92 1 13223.9，发明名称：“高重频调制多脉冲 YAG 激光刻花系统及加工方法”。该设备采用高重复频率的大功率激光脉冲作用于轧辊表面，在辊面上产生无数一定形貌的强化微坑（毛化点）。这种表面有一定粗糙度的激光毛化轧辊可直接用于冷轧薄板（带）的轧制和平整。激光毛化辊比喷丸毛化辊有更长的使用时间，能增加轧制的速度，改善板形，减少板面的划伤，有利于克服板卷退火时的粘连。所生产的 YAG 激光毛化板（厚 0.05—1.2mm）具有良好延伸率和成型性，优良涂漆光亮度，化学镀层牢固，是汽车，家电，电子器件和装饰板用优良材料。在该专利中激光毛化设备由普通车床改造而成。其工作过程是机床主轴电机驱动轧辊旋转，同时驱动移动架上的激光头平移，声光电源控制激光器发出固定频率的激光脉冲，从而在轧辊上打出一条等螺距的由毛化点构成的螺旋线。螺旋线每一圈上的毛化点间距基本相等，这是由于激光脉冲频率固定，主轴转速基本恒定。由于声光电源（控制激光器）的控制与主轴旋转的控制是相互独立的，没有实现同步控制，而主轴转速稳速精度有限，导致毛化点点距的误差。在整条螺旋线上这一误差是累加的，所以各圈之间的毛化点的分布没有规律，基本上是随机的。实验表面毛化点随机分布的毛化板，它的各个部位及其各个方向的性能有较大差异，并且这种差异的分布也是随机的。毛化点的分布对毛化板的性能影响很大，实现毛化点的可控分布对提高毛化板的均匀度有重要意义。

又如：中国专利号：ZL 94 2 20848.X，发明名称：“用于轧辊表面毛化的激光加工设备”。该激光毛化设备总体结构示意图如图 1 所示，该装置由机床床头、机床床

身和机床床尾三部分组成。机床床头包括机床主轴电机、机床主轴变速箱、卡盘、机床移动变速箱和滑润泵等；机床床身包括机床导轨及上面的移动架、光杆和顶尖座等；机床床尾包括激光器、激光电源、声光电源、控制器和水箱等。其缺点：由于没有安装轧辊位置检测装置，无法同步控制声光电源和机床主轴旋转；由于激光器固定不动，毛化过程中有光程差，光斑大小不一致，导致毛化微坑大小不一致；由于机床主轴旋转和移动架移动不是无级调速，无法实现毛化点圆周方向的间距（点距）和轴向间距（螺距）任意调节。

## 发明内容

本发明的目的在于克服上述已有辊类表面毛化激光加工系统的缺点，为了提高毛化板的均匀度，为了实现被加工的辊类表面毛化点在圆周方向的分布可控，点间距无级可调；为了使设备适用于凸、凹或S型辊面的激光毛化，提高设备适用性；从而提供一种具有可控分布毛化点的用于辊类表面毛化的激光加工装置。

本发明的目的是这样实现的：

本发明提供的具有可控分布毛化点的辊类表面毛化激光加工系统包括：机械传动部分、激光器和光路部分、用于控制传动和激光器的控制部分；所述的机械传动部分包括一数控机床，机床床头内安装一变频器，其一侧上部固定一用于卡装辊的卡盘，其下部固定机床导轨；机床主轴通过变速箱与电机连接，机床导轨另一端上安装有一用于装卡辊的顶尖座；机床的导轨上安装一移动架，所述的激光器和光路部分包括激光器、声光盒、声光电源及激光电源电联接，和由反射镜、扩束镜、聚焦镜组成的光路，其特征在于：所述的移动架为上下两层的两维移动架，下层装有A路或A、B两路声光电源及激光电源，上层平台装有A路、或A、B两路激光器及其声光盒、光路和光路切换装置、用于显示激光毛化状况的CCD摄像装置、带有横向调节机构的激光头；一速度无级可调的伺服电机与滚珠丝杆直联，通过丝母联接移动架与导轨滑配；主轴套与机床主轴的另一端用螺纹连接，主轴套经弹性片联轴节与一增量编码器轴相连；增量编码器端面固定增量编码器安装套并经安装套与机床主轴变速箱相连；所述的用于控制传动和激光器的控制部分包括：工控机内的D/A接口卡输出的信号到变频器、机床主轴电机；主轴电机连同辊旋转时增量编码器输出反映辊旋转位置的脉冲信号输入到工控机内的可控分布接口卡，经计算机处理后控制声光电源和纵向伺服驱动器，纵向伺服驱动器驱动纵向伺服电机，经滚珠丝杆带

动两维移动架。

所述的光路在移动架上层平台上安置一或二台激光器，激光器输出光光路上按顺序安置光路切换装置、扩束镜、反射镜 A、聚焦透镜；在聚焦透镜前安置一保护镜（它的作用是隔断激光聚焦镜与激光在辊面上的作用点的通道，使激光聚焦镜免受污染），并在与激光器输出光的光轴成  $30^{\circ}$  -  $37^{\circ}$  夹角处安置一 双气路结构的辅助气体喷射装置（将激光作用点处的熔融金属吹向一侧）；聚焦透镜固定在一滑座上，滑座安装在一横向移动机构；在反射镜 B 所透过光的光路上按顺序安置反射镜 C、反射镜 D、CCD 摄像头；每一台激光器连接一声光盒和声光盒电源；

所述的光路切换装置由低速同步电机、丝杆、导轨、滑座及滑座上的全反镜构成，低速同步电机与丝杆直连，丝杆、导轨和滑座构成一传动副。光路切换装置的作用是转折光路，使 B 台激光器发出的激光光束进入激光扩束镜，使二台激光器可以轮换使用。

还包括在反射镜 A 另一输出光的光路上按顺序安置反射镜 D、同轴照明灯、反射镜 B。同轴照明灯输出的光束是平行光束，其作用是给 CCD 成像提供辅助光源。

所述的横向调节机构包括滚珠丝杆、导轨和滑座构成一传动副，它与装在滑座上的位移传感器、横向伺服电机及位置比例积分微分（以下简称 PID）调节器构成间距自动跟踪器，跟踪间距可由工控机内的 D/A 接口卡设定。

所述的数控机床是一主轴转速无级可调的两维数控机床；所述的横向伺服电机、纵向伺服电机的转速无级可调。数控机床还包括有一通常的润滑系统。

辅助气体喷射装置的另一气路是与会聚激光束同轴的，气流引入处在保护镜之前，从该气路喷嘴射出的气流用于阻隔激光与金属作用的粉尘及飞溅物以保护保护镜不被污染。

还包括 CCD 摄像装置，它由一激光聚焦镜、物镜、目镜和 CCD 摄像头，目镜用于将经物镜处理的辊表面的形貌成像于 CCD 像元上。整个成像系统实际上是一个显微镜装置。一激光聚焦镜除了具有一般的 YAG 激光加工系统中的将激光束聚焦于工件表面的作用外，另一作用是作为 CCD 成像的前置物镜，它与一物镜构成 CCD 成像物镜装置，其优点是横向移动调节机构移动时不影响 CCD 成像的清晰度。

还包括光路防护套用于光路防尘，它有三种结构。一种是固定长度的金属套筒，其作用是用于光束反射镜、摄像装置与同轴照明灯之间的光路连接；另一种是可微调的波纹状的金属筒或塑料筒，其作用是用于 A 路激光器、B 路激光器、光路切换装置、

激光扩束镜和光束反射镜之间的光路连接；第三种由两段或两段以上的固定长度的金属套筒组成，其作用是用于光束反射镜与激光头之间的光路连接，其特点是防护套的长度可随横向移动调节机构的前后移动而变化。激光电源用于给激光器供电并能保证供电电流恒定，声光电源通过给声光盒发出超声波信号控制激光器发出的光脉冲。

所述的控制部分包括工控机、纵向伺服驱动器、横向伺服驱动器、冷却系统和其他继电器控制电路等。图5是激光毛化可控分布控制部分方框图。工控机内AT总线上装有一块可控分布接口卡、两块电隔离双路D/A接口卡。主轴电机连同辊旋转时增量编码器输出反映辊旋转位置的脉冲信号，脉冲信号传给工控机内的可控分布接口卡，经计算机处理后控制声光电源和纵向伺服驱动器，纵向伺服驱动器驱动纵向伺服电机，经滚珠丝杆带动机床移动架在机床导轨上左右移动。工控机内的一块D/A接口卡输出两路信号给激光器电源，控制A路激光器和B路激光器。工控机内的另一块D/A接口卡输出一路信号给变频器，变频器驱动机床主轴电机连同辊旋转，且转速无级可调；D/A接口卡输出另一路信号给位置PID调节器。激光与辊面间距自动跟踪器由工控机、位置PID调节器、电感式非接触位移传感器、横向伺服驱动器及伺服电机、滚珠丝杆传动副等构成，它是一个闭环控制系统，工控机设定间距大小，位移传感器检测实际间距，伺服驱动器工作在速度控制方式。冷却系统按通常的结构由水箱、水泵及温控器构成，它的作用是用于激光器的冷却。

本发明与现有技术设备相比具有以下优点：

1、该装置的机床主轴一端同轴安装一高精度高分辨率的增量编码器，它通过工控机来控制轴的旋转方向均匀可调，使辊面上的毛化点在圆周方向的分布可控，间距（点距）无级可调。而激光毛化由工控机来控制，声光电源电信号控制激光器发出光脉冲的频率，响应速度快，对毛化点具有较好的可控性。本发明采用的激光毛化可控分布技术充分发挥了激光毛化的优势，解决了毛化板的均匀度问题，使用它能生产出均匀度非常高的优质毛化板。

2、由于采用在导轨上滑配一二维移动架，使得传动灵活，并且辊面上的毛化点在轴向间距（螺距）无级可调。

3、激光头与辊面间距自动跟踪器保证最佳对焦，并使设备适用于凸、凹或S型辊面的激光毛化，设备适用性更好。

4、激光器电流可在线修改，毛化辊面粗糙度可变。

5、工控机集中控制，兼作监视器，并能捕捉并存储毛化形貌图。

6、由于安装有一间距自动跟踪器，激光器到辊面的距离固定不变（等光程），光斑大小一致，毛化微坑大小一致。

7、双路激光器结构，激光器可以交替使用，保证了设备长期可靠稳定运行。

## 附图说明

下面结合附图和实施例对本发明进行详细说明：

图 1 现有激光毛化设备总体结构示意图； 图 2 本发明的激光毛化设备总体结构示意图

图 3 增量编码器与主轴联接示意图； 图 4 是机床机移动架上层光路示意图；

图 5 激光毛化可控分布控制部分方框图； 图 6 是随机分布毛化点形貌图；

图 7 菱形分布毛化点形貌图； 图 8 是矩形分布毛化点形貌图；

图 9 是菱形分布毛化辊面展开示意图； 图 10 是时序图；

图 11 是激光毛化可控分布工作流程简图；

图面说明：1—待加工辊； 2—光路防护套； 3—气路； 4—激光器；  
5—机床床头； 6—监视器； 7—机床导轨； 8—机床移动架； 9—激光头；  
10—光杆； 11—机床床尾； 14—二维移动架； 15—声光电源； 16—顶尖座，  
17—纵向伺服电机； 18—滚珠丝杆； 19—激光电源； 20—控制柜；  
21—工控机； 23—增量编码器； 24—弹性片联轴节； 25—增量编码器安装套；  
26—机床主轴变速箱； 27—机床主轴套； 28—机床主轴；  
29—横向移动调节机构； 30—聚焦透镜； 31—扩束镜；  
32—反射镜 A； 33—反射镜 B； 34—反射镜 C；  
35—反射镜 D； 36—摄像装置； 37—同轴照明灯；  
38—光路切换装置； 39—B 路激光器； 40—B 路声光盒；  
41—A 路激光器； 42—A 路声光盒； 43、44、45—光路防护套；

## 具体实施方式

### 实施例 1

本实施例是按图 2、图 3 和图 4 制作一台具有可控分布毛化点的辊类表面毛化的激光加工系统。

采用一通常的二维机床，其床头 5 内安一型号为 iHF-7.5K 的变频器 12、它与机床

主轴 28 驱动变频电机电连接；主轴变频电机经机床主轴变速箱 26 与机床主轴 28 相连，且转速无级可调。机床主轴 28 一侧固定卡盘，卡盘用于装卡辊；机床主轴驱动变频电机（型号为 YVP-132M）、机床主轴变速箱（减速比为 7.5）、机床主轴套 27（带轴头）与机床主轴 28 的另一端用螺纹连接，主轴套 27 经弹性片联轴节 24 与一增量编码器 23 的轴相连；增量编码器 23（型号为 ZPJ-500A-25000，每转等分 10 万线）的端面固定增量编码器安装套 25，并经安装套与机床主轴变速箱 26 相连，（保证增量编码器装在在机床主轴 28 同轴方向）；所述的伺服电机 17（使用型号为 MDMA152A1A）与滚珠丝杆 18 直联，伺服电机 17 驱动滚珠丝杆 18 通过丝母带动移动架 14 与导轨滑配在导轨 7 上左右移动，且速度无级可调。

移动架 14 分上下两层，下层安有 A、B 两路声光电源 15 及激光电源 19；上层装有 A、B 路激光器 41、39 及其声光盒 42、40，光路切换装置 38、激光扩束镜 31、反射镜 A 32、反射镜 B 33、反射镜 C 34 与反射镜 D 35、摄像装置 36、同轴照明灯 37、横向移动调节机构 29、其中光路安置在移动架 14 上层平台上，激光器 A 输出光光路上按顺序安置光路切换装置 38、扩束镜 31、反射镜 A32（本实施例使用的是半透半反镜）、聚焦透镜 30；在聚焦透镜 30 前安置一保护镜，它的作用是隔断激光聚焦镜与激光在辊面上的作用点的通道，使激光聚焦镜免受污染；聚焦透镜 30 固定在一滑座上、滑座固定在一横向移动机构 29 上，每一台激光器连接一声光盒和声光盒电源。激光头由聚焦透镜 30、保护镜、辅助气体喷射装置；在激光毛化过程中，轧辊表面的金属在激光的作用下产生溶化与部分汽化，为了使轧辊及轧制的金属板达到一定的粗糙度，必须使轧辊表面不仅形成凹坑而且在凹坑的周围还应有凸台的存在，这种凸台就是由溶化的金属流出凹坑凝固所形成。为此，在保护镜与光轴成  $30^{\circ}$  -  $37^{\circ}$  夹角处安置一通常的双气路结构的辅助气体喷射装置，将激光作用点处的熔融金属吹向一侧。横向移动调节机构 29 由横向伺服电机（型号为 MSMA042A1A）、滚珠丝杆、导轨和滑座构成一传动副，它与装在滑座上的位移传感器、横向伺服驱动器及位置 PID 调节器构成间距自动跟踪器，跟踪间距可由工控机 21 内的 D/A 接口卡设定。激光头和光路防护套 43、44 与 45。光路切换装置 38 由低速同步电机与丝杆直连，丝杆、导轨和滑座构成一传动副构成。光路切换装置 38 的作用是转折光路，使 B 台激光器 39 发出的激光光束进入激光扩束镜 31。在激光毛化过程中，激光聚焦镜除了具有一般的 YAG 激光加工系统中的将激光束聚焦于工件表面的作用外，另一作用是作为 CCD 成像的前置物镜，它与摄像装置 36 的物镜统一构成 CCD 成像物镜系统，其优点是横向移动调节机构 29 移动

时不影响 CCD 成像的清晰度。摄像装置 36 包括物镜、目镜和 CCD 摄像头，目镜用于将经物镜处理的辊表面的形貌成像于 CCD 像元上，整个成像系统实际上是一个显微镜装置。

还包括在反射镜 A32 所透过光的光路上按顺序安置反射镜 C34、反射镜 D 35、CCD 摄像头 36。

还包括在反射镜 D 35 另一输出光的光路上按顺序安置反射镜 B 33、同轴照明灯 37,所述的反射镜 D 35 是半透半反镜。

还包括光路防护套用于光路防尘，它有三种结构。光路防护套 45 是固定长度的金属套筒，其作用是用于反射镜 A 32、反射镜 B 33、反射镜 C 34 与反射镜 D 35、摄像装置 36 与同轴照明灯 37 之间的光路连接；光路防护套 44 是可微调的波纹状的金属筒或塑料筒，其作用是用于 A 路激光器 41、B 路激光器 39、光路切换装置 38、激光扩束镜 31 和光束反射镜 32 之间的光路连接；光路防护套 43 由两段或两段以上的固定长度的金属套筒组成，其作用是用于光束反射镜 32 与激光头 30 之间的光路连接，其特点是防护套的长度可随横向移动调节机构 29 的前后移动而变化。激光电源用于给激光器供电并能保证供电电流恒定，声光电源通过给声光盒发出超声波信号控制激光器发出的光脉冲。

润滑系统采用通常的机床润滑机构，该润滑系统有润滑泵通过油管与油箱连通。

控制柜 20 包括工控机 21（型号为 AWS-825P）、纵向伺服驱动器（型号为 MSDA153A1A）、横向伺服驱动器（型号为 MSDA043A1A）、冷却系统和其他继电控制电路等。图 5 是激光毛化可控分布控制部分方框图。工控机内 AT 总线上装有一块可控分布接口卡、两块电隔离双路 D/A 接口卡（型号为 PCL-728）。主轴电机连同辊旋转时增量编码器输出反映辊旋转位置的脉冲信号，脉冲信号传给工控机 21 内的可控分布接口卡，经计算机处理后控制声光电源 19 和纵向伺服驱动器，纵向伺服驱动器驱动纵向伺服电机 17，经滚珠丝杆 18 带动机床移动架 14 在机床导轨 7 上左右移动。工控机 21 内的一块 D/A 接口卡发两路信号给激光器电源 15，控制 A 路激光器 41 和 B 路激光器 39。工控机 21 内的另一块 D/A 接口卡发一路信号给变频器，变频器驱动机床主轴电机连同辊旋转，且转速无级可调；D/A 接口卡发另一路信号给位置 PID 调节器（比例积分微分调节器）。激光与辊面间距自动跟踪器由工控机 21、位置 PID 调节器、电感式非接触位移传感器（使用型号为 ST-1 型）、横向伺服电机及伺服电机、滚珠丝杆传动副等构成，它是一个闭环控制系统，工控机 21 设定间距大小，位移传感器检测实际间

距，伺服驱动器工作在速度控制方式。冷却系统由水箱、水泵及温控器构成，它的作用是用激光器的冷却。

图 7、8 是使用本实施例的系统进行的轧辊激光毛化形貌图，其中图 7 是菱形分布毛化点形貌图；图 8 是矩形分布毛化点形貌图；图 9 是菱形分布毛化辊面展开示意图。产生菱形分布的方法是取转点数为奇数，隔两个点打一次。由图 7~8 可看出，形貌图上的毛化点的分布是规则的，可控的。现有激光毛化板毛化点的分布是随机的，毛化板各部位及其各个方向的性能有较大差异，并且这种差异的分布也是随机的。从这一点来讲，激光毛化板和喷丸毛化板是一致的。由于喷丸的位置是随机分布的，这种工艺根本无法解决毛化板的均匀度问题。激光毛化可控分布技术充分发挥了激光毛化技术的优势，使毛化点的分布是均匀的（矩形或菱形），这种分布就能保证毛化板的各部位的同方向的性能是一致的，使激光毛化板在性能上上了一个新台阶。有报告说，采用该技术生产的激光毛化板与电子束毛化板相比，均匀度更高，性能更优越。

实施例中移动架交流伺服工作在位置控制方式，位置给定采用脉冲串方式。工控机对主轴编码器信号分频后控制伺服驱动器，这就能保证了主轴旋转与移动架移动的不同步控制。

图 10 是时序图。O 是主轴编码器的输出信号，O1 是声光电源控制信号，O2 是纵向伺服驱动控制信号。图中参数（12T、13T 和 500T）是可控分布接口卡上的定时器 8254 的计数器系数。

图 11 是激光毛化可控分布工作流程简图。整个系统有停止、读入、修改、存储、插入、删除和运行 7 个状态，开机后处于停止状态。如果参数已存储在文件 MH.TXT 中，可按 F2 键进入读入状态；如果参数不合适，按 F6 键进入修改状态；如果要存储、插入、删除参数，可分别按 F3、F4、F5 键来实现，它们都由↓（确定）、↑（取消）确认并退回到停止状态。在读入、修改和停止状态按 F7 键，运行（毛化）开始，当毛化长度等于辊长时毛化自动停止，如果毛化过程中要急停，可按 F8 键。在停止状态按 F1 键退到 DOS。

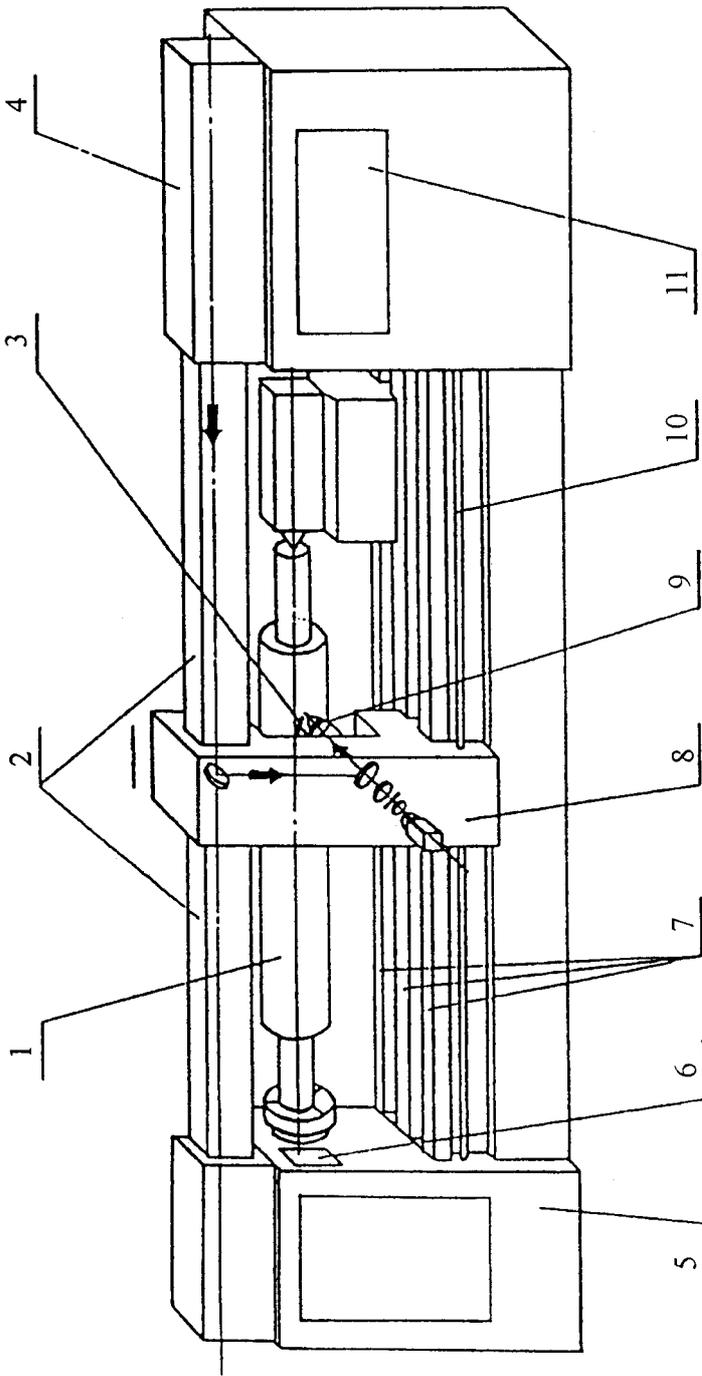


图 1

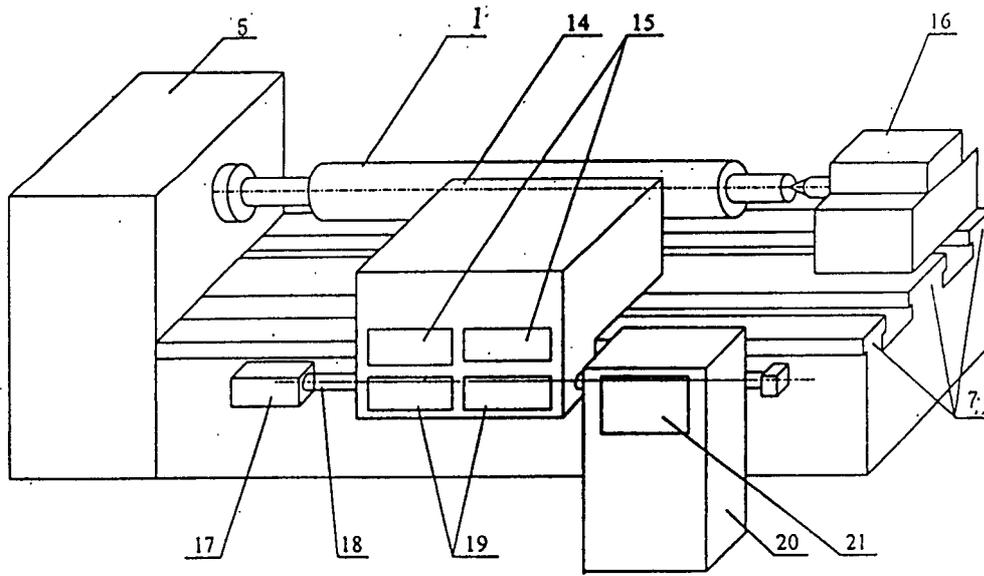


图 2

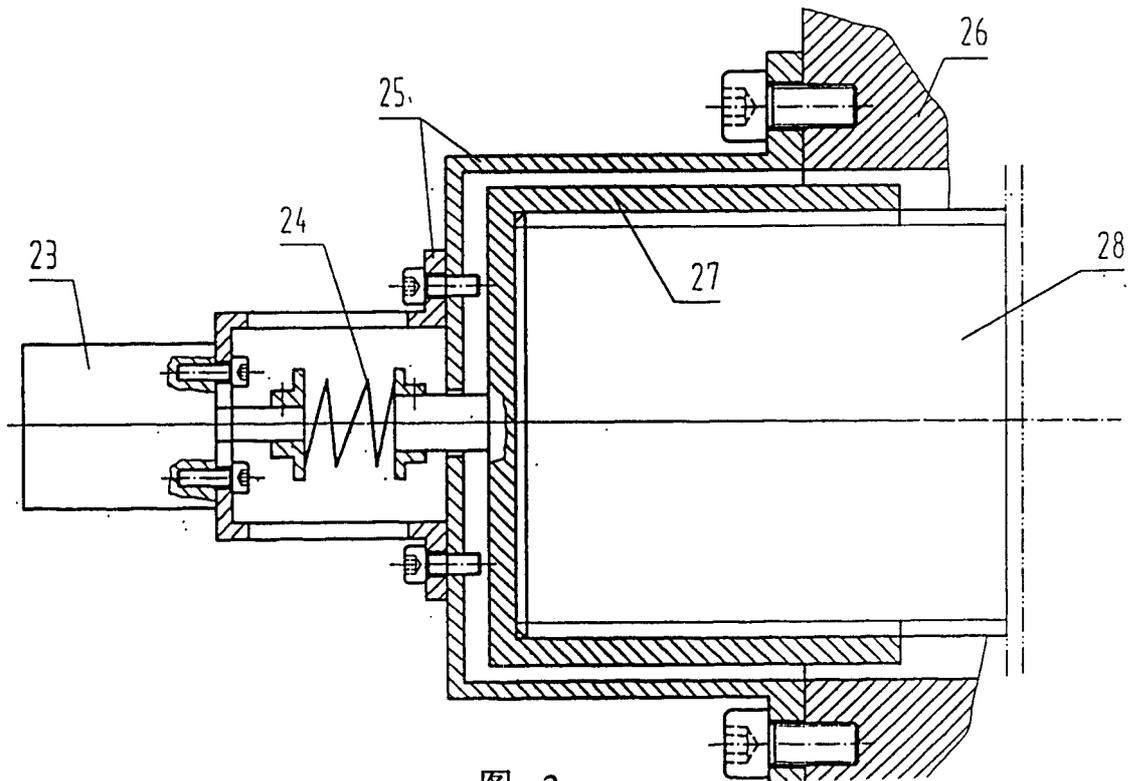


图 3

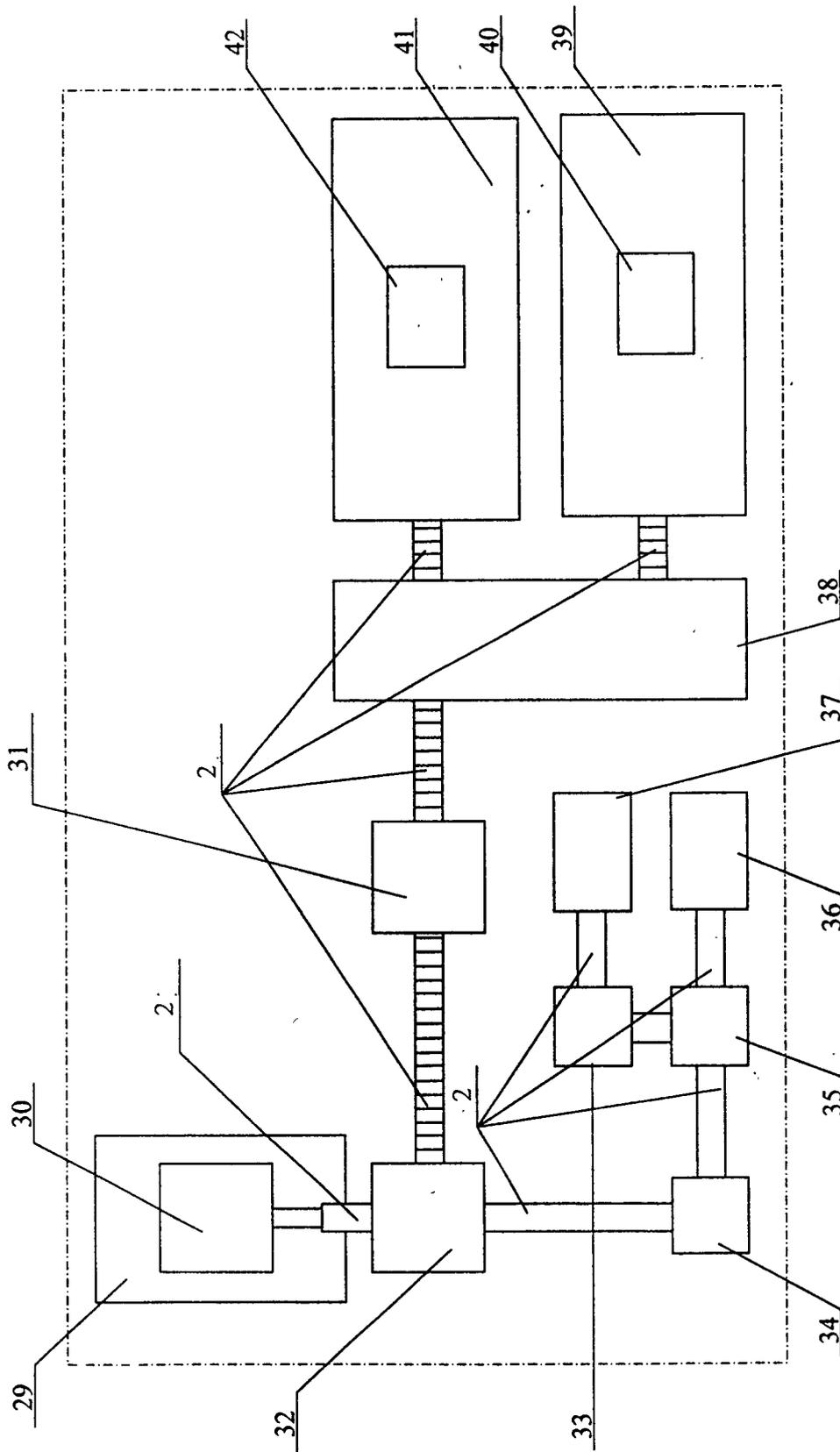


图 4

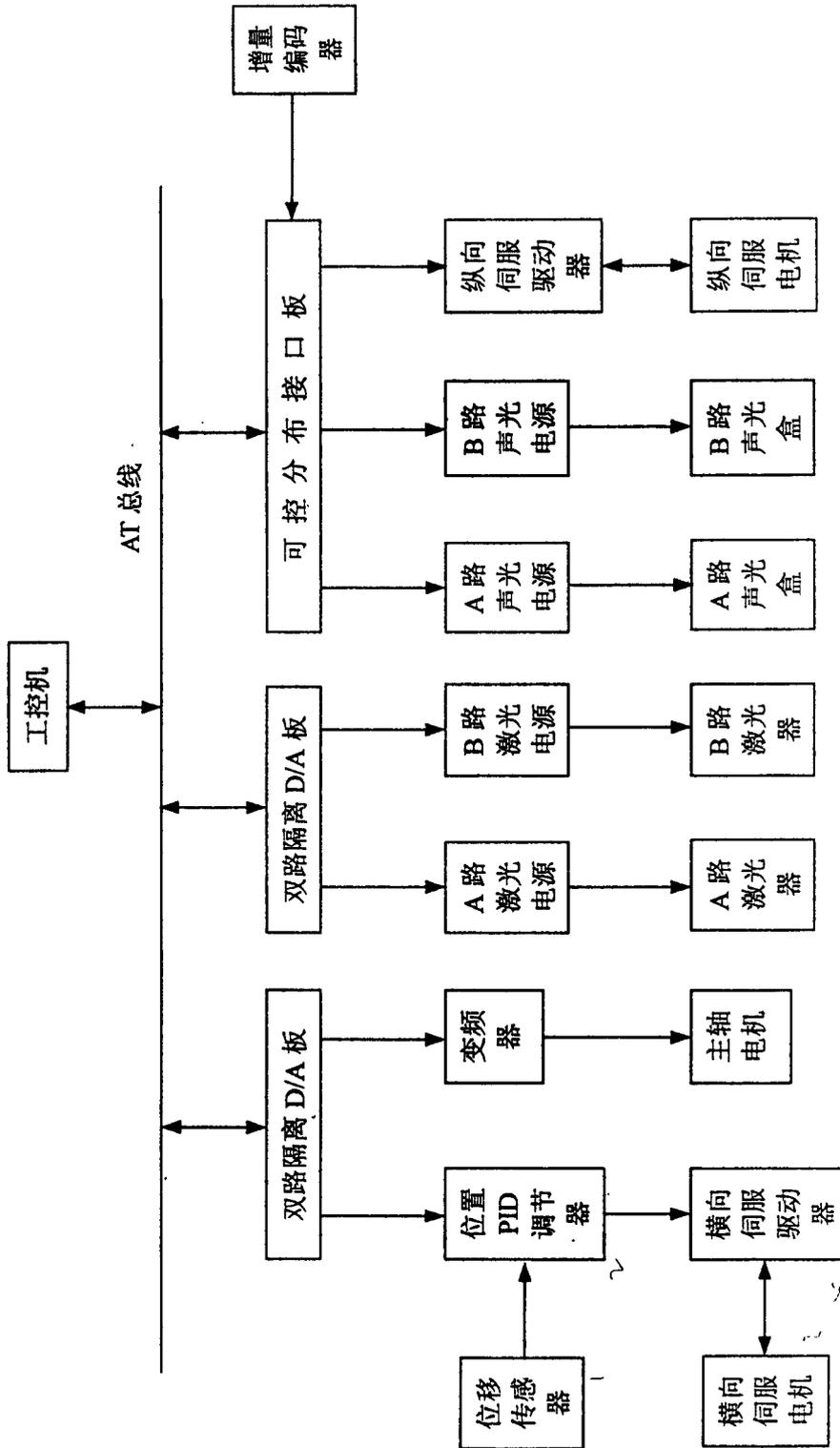


图 5

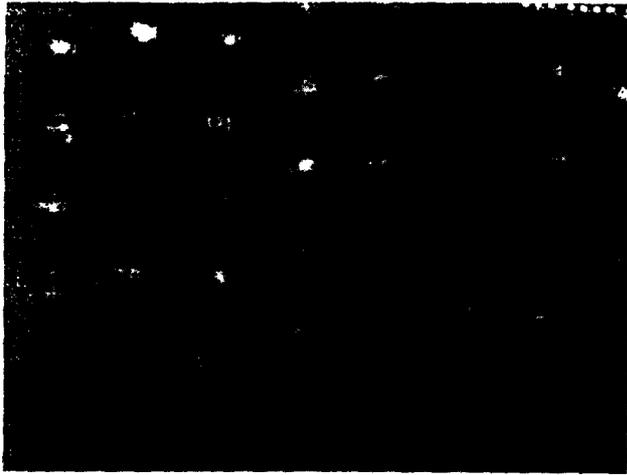


图 6

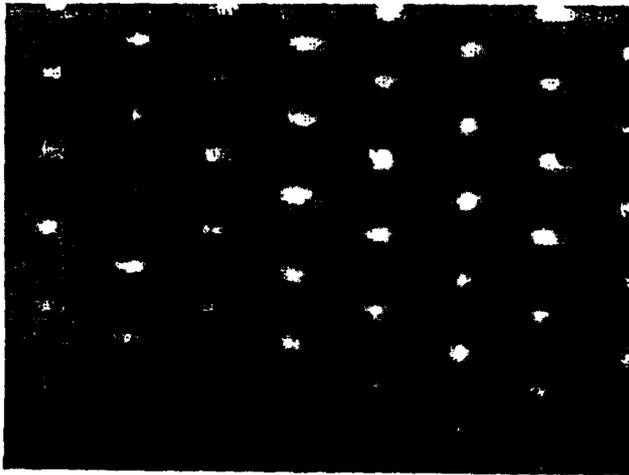


图 7

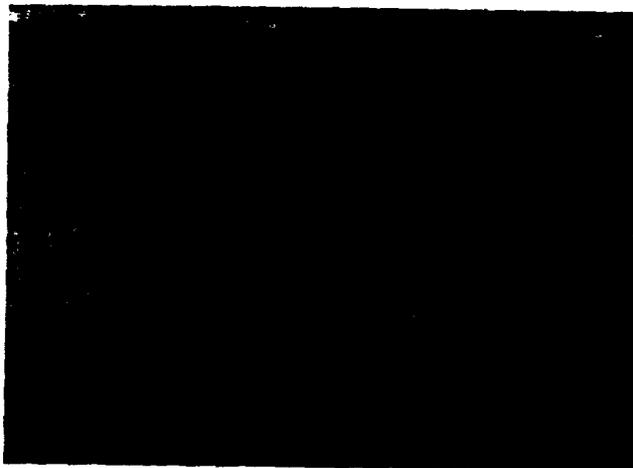


图 8

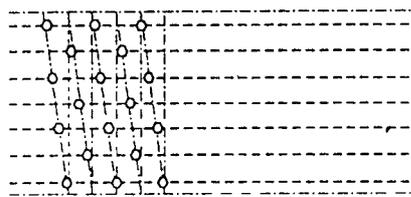


图 9

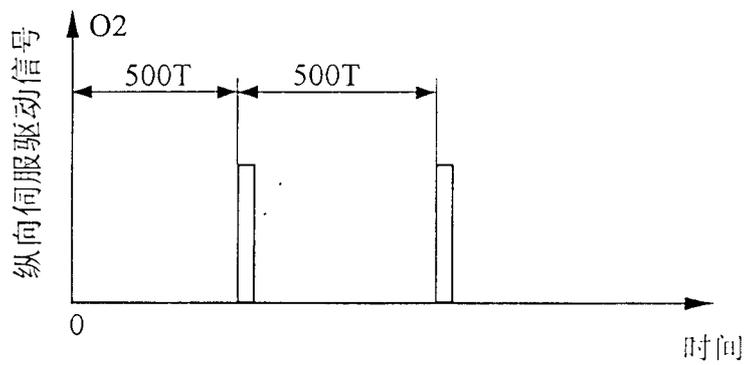
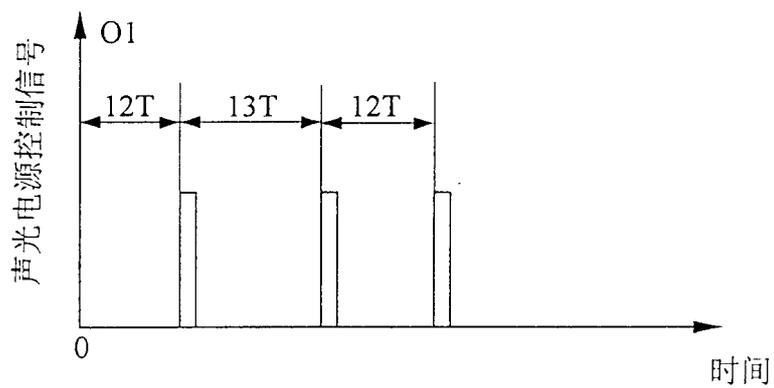
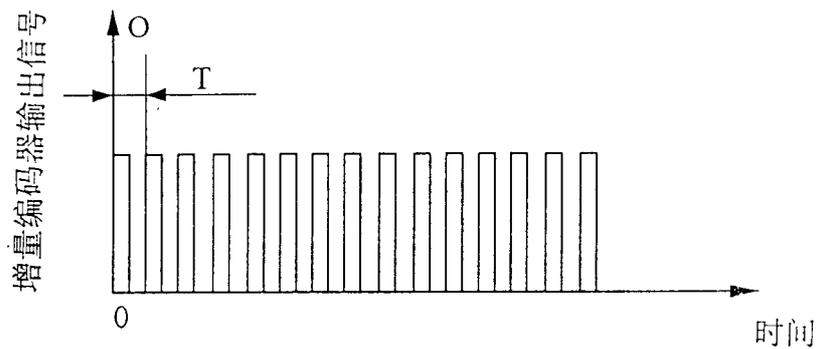


图 10

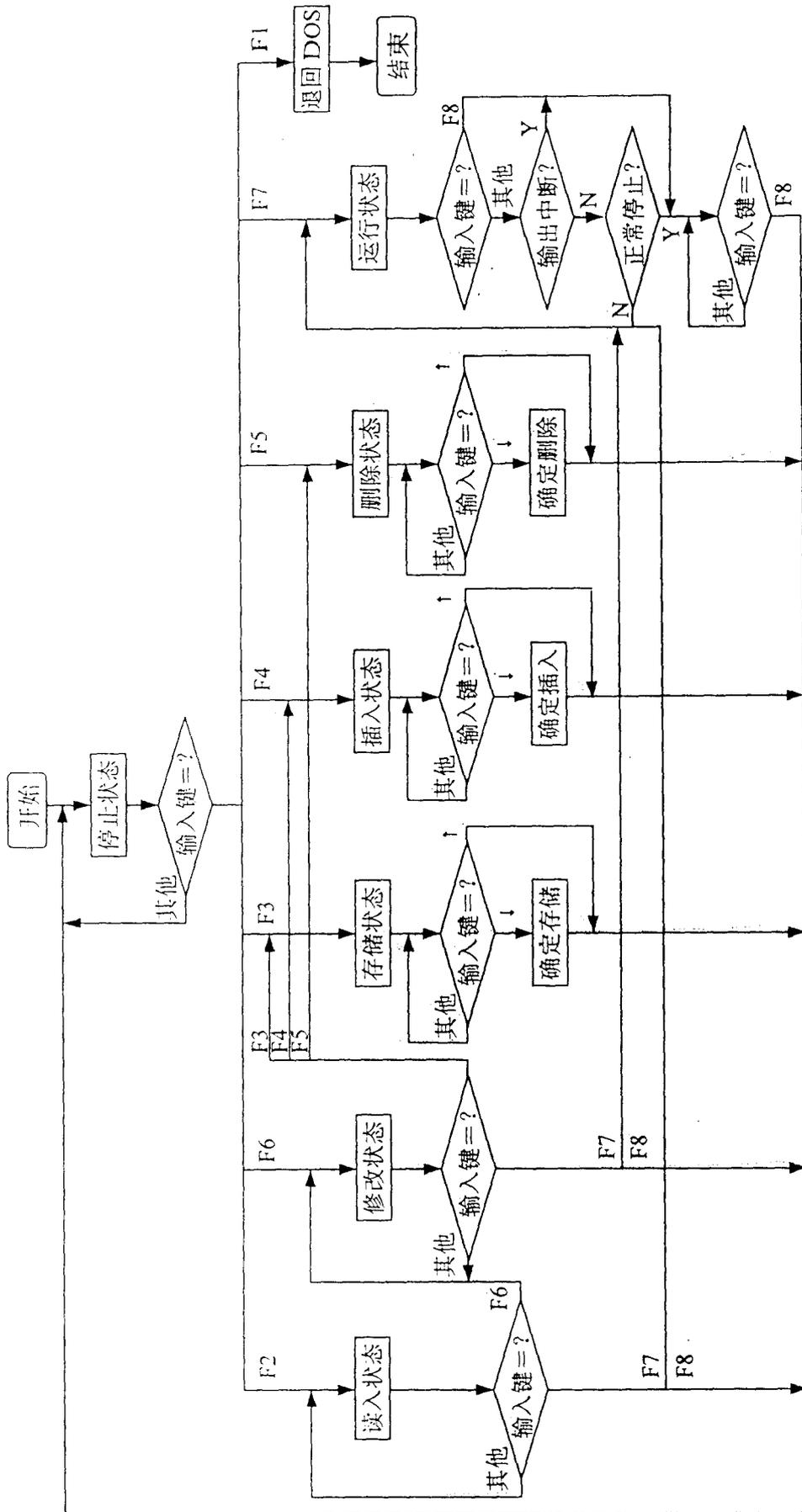


图 11