

1、一种粉末敷涂系统，用于将一个粉末涂层施加在一个工件上，包括：

多个相对于工件布置的粉末喷枪；

多个控制，各控制包括连接到存储器的处理器，存储器至少存储一组喷涂参数，每个控制连接在多个粉末喷枪中的一个上，用于选择一组喷涂参数并且确定何时选择地操作多个粉末喷枪中的一个来实施一个粉末敷涂过程；以及

一个与该多个控制电通信的通信网络，以向多个控制提供数据。

2、如权利要求 1 所述的粉末敷涂系统，其中，每个控制连接到多个粉末喷枪之一，以有选择地触发多个粉末喷枪中的一个接通或关闭来实施一个粉末敷涂过程。

3、如权利要求 1 所述的粉末敷涂系统，其中，至少一个控制通过至少一个泵连接在多个粉末喷枪中的一个。

4、如权利要求 3 所述的粉末敷涂系统，其中，所述至少一个控制适用于选择一组喷涂参数，控制所述至少一个泵的操作。

5、一种粉末敷涂系统，用于将一个粉末涂层施加在支承在移动一个工件的输送机上的工件上，该粉末敷涂系统包括：

多个相对于正在由该输送机移动的工件布置的粉末喷枪；

一个传感器，响应移动工件的输送机及生成作为该

工件相对于该传感器的运动的一个函数的系统信号；

多个控制，各控制连接在多个粉末喷枪之一上，并响应该系统信号判定工件的移动的函数操作多个粉末喷枪之一来实施一个粉末敷涂过程；以及

一个连接在该多个控制上并且与该传感器电通信的通信网络，用于将该系统信号传输给该多个控制。

6、如权利要求 5 所述的粉末敷涂系统，其中，每个控制连接到多个粉末喷枪之一，以有选择地触发多个粉末喷枪中的一个接通或关闭来实施一个粉末敷涂过程。

7、如权利要求 5 所述的粉末敷涂系统，其中，至少一个控制通过至少一个泵连接在多个粉末喷枪中的一个。

8、如权利要求 7 所述的粉末敷涂系统，其中，所述至少一个控制适用于选择一组喷涂参数，控制所述至少一个泵的操作。

9、权利要求 5 的粉末敷涂系统，其中各该多个控制位于远离该多个粉末喷枪中的对应的一个。

10、权利要求 5 的粉末敷涂系统，其中该传感器包括：

一个第一传感器，用于响应工件的运动而生成表示正在由该输送机移动的工件的位置改变的第一系统信号；以及

一个第二传感器，用于感测工件并生成表示该工件的物理特征的第二系统信号。

11、权利要求 6 的粉末敷涂系统，其中该控制处理器响应第一系统信号有选择地触发一个对应的粉末喷枪接通与关闭。

12、权利要求 11 的粉末敷涂系统，其中各该多个控制还包括一个存储器，用于存储多组参数，各组参数定义一个对应粉末喷枪的工作参数并与工件的物理特征关联，以及各该控制响应第二系统信号选择该多组参数中的一组来控制该粉末喷枪的操作。

13、权利要求 12 的粉末敷涂系统，还包括一个与该通信网络及该多个控制电通信的系统控制，用于向该多个控制提供数据及从它们接收数据。

14、权利要求 13 的粉末敷涂系统，其中该系统控制远离各多个控制。

15、权利要求 13 的粉末敷涂系统，其中该系统控制包括一个用于存储该多组参数的非易失性存储器。

16、权利要求 13 的粉末敷涂系统，其中该粉末敷涂系统包括多个设备，以及该系统控制还包括一个可操作地连接在该多个设备上的可编程逻辑控制。

17、权利要求 13 的粉末敷涂系统，其中该系统控制还包括一个连接在第一传感器上的输入端及一个连接在通信网络上的输出端，用于响应探测工件的运动的第二传感器而生成一个工件位置信号到该多个控制。

18、权利要求 13 的粉末敷涂系统，其中该系统控制响应第二传感器，并响应相对于第二传感器运动的工件生成一个工件标识信号。

19、权利要求 18 的粉末敷涂系统，其中该系统控制还包括一个工件位置控制，用于生成该工件位置信号与该工件标识信号。

20、权利要求 13 的粉末敷涂系统，其中该系统控制包括一个操作人员控制，用于接收来自操作人员的数

据及向操作人员提供数据。

21、权利要求 13 的粉末敷涂系统，其中该通信网络包括：

多个第一网络接口，各第一网络接口位于并连接在各该控制上；

一个位于并连接在该系统控制上的第二网络接口；

一种与多个第一网络接口及该第二网络接口电连通的通信媒体，用于在第二网络接口与各该多个第一网络接口之间传输数据。

22、一种粉末敷涂系统，用于将一个粉末涂层施加在一个工件上，包括：

多个相对于工件布置的粉末喷枪；

至少一个粉末源，通过连接在至少一个粉末源和粉末喷枪间的多根管向多个粉末喷枪提供粉末；

多个流调节器，各流调节器改变通过管之一的粉末流；

多个控制，各控制包括连接到存储器的处理器，存储器至少存储一组喷涂参数，每个控制连接在多个粉末喷枪中的一个上，用于选择一组喷涂参数并且确定何时有选择地操作多个粉末喷枪中的一个来实施一个粉末敷涂过程；以及

一个与该多个控制电通信的通信网络，以向多个控制提供数据。

23、权利要求 22 的粉末敷涂系统，其中该通信网络是本地操作网。

24、权利要求 23 的粉末敷涂系统，其中该通信网络还包括节点，与各多个控制关联，与本地操作网电通信。

25、权利要求 23 的粉末敷涂系统，还包括移动控制，与至少一个喷枪关联，以控制该喷枪的移动，其中，本地操作网提供多个控制和移动控制间的电通信。

26、权利要求 23 的粉末敷涂系统，还包括传感器，检测工件的出现，其中，本地操作网提供多个控制和传感器间的电通信。

27、权利要求 23 的粉末敷涂系统，还包括计算机，与本地操作网通信，提供和/或接收关于喷涂参数的数据。

28、权利要求 27 的粉末敷涂系统，其中，计算机是操作控制器。

29、权利要求 27 的粉末敷涂系统，其中，计算机是外部计算机。

30、一种粉末敷涂系统，用于将一个粉末涂层施加在一个工件上，包括：

粉末源，含有提供粉末的源；

多个流调节器，流调节器之一连接到粉末源；

多个控制，各控制包括连接到存储器的处理器，存储器至少存储一组喷涂参数，每个控制连接在流调节器之一和多个粉末喷枪之一和控制之一上，以使流调节器之一以该组喷涂参数的函数改变对应喷枪的粉末流；以及

一个与该多个控制电通信的通信网络。

31、权利要求 30 的粉末敷涂系统，其中该通信网络还包括节点，与各多个控制和本地操作网电通信。

用于粉末敷涂系统的分布式控制系统

本发明一般涉及粉末敷涂系统，而更具体地涉及为各喷粉枪提供从多组存储的粉末散布参数中选择特定的一组并独立地控制其喷粉枪的触发的喷粉枪控制的分布式控制系统。

粉末敷涂系统在包含待敷涂的工件或物品的外壳或小室内喷涂带有静电荷的浮在空气中的粉末。粉末与物品间的静电位导致粉末受到吸引并运动到与物品的表面相接触。然后加热沉积的粉末使之流动与凝固在其沉积表面上。

本发明涉及喷粉控制的两个领域。第一是某些喷涂参数的选择与控制，例如粉末流动空气压力、雾化空气压力及需要时的图形空气压力。此外，采用电晕放电型喷枪时，选择静电压并由内部电源供电。喷粉控制的第二领域便是喷枪触发，这便是相对于工件行进通过喷粉小室，何时接通与关闭喷枪。在最基础的系统中，空气压力与静电压是用手动设定各压力调节器及一个粉源来控制的，而喷枪触发也是手动控制的。

已经研制了一些自动化喷枪触发系统。例如本发明的受让者俄亥俄州Amherst的Nordson公司制造与出售的“SMART SPRAY”（注册商标）喷枪控制器采用基于微处理器的喷枪控制器结合手动设定的压力调节器来自动控制喷枪触发。该喷枪控制器与喷涂小室中的光电探测器一起操作来提供不同喷涂

小室区中的喷枪触发。与光电探测器一起使用一个输送机反馈换能器或控制定时器来探测一个工件行进通过小室时它及它的前后边沿的出现，而喷枪控制器则响应该光电探测器感测到部件的出现而触发喷枪的接通与关闭。然而，除非操作人员手动改变喷涂参数，它们是保持不变的。

在其它系统中，结合光电探测器及一个输送机反馈换能器采用一个可编程逻辑控制器（“P L C”）作为一个集中的喷粉系统控制。来自输送机的光电探测器及一个反馈换能器分别感测待敷涂的不同工件的出现与类别以及输送机上的相邻工件之间的线间隙。P L C 能够可操作地连接在电压到压力的换能器上来选择所要求的粉末空气流、雾化空气 及图形空气压力。中央P L C 作为识别出的工件及工件间的线间隙的一个函数接通与关闭选中的喷枪。

虽然上述系统令人满意地工作，它们利用一个中央控制器或P L C 单个地控制各喷枪的触发，并进而单个地为各喷枪控制各压力调节器及各粉源。但这种集中的系统控制配置具有在喷涂设备内需要大量布线的缺点，而大部分布线又必须在用户现场装机时完成。再者，P L C 不善长于执行复杂的算术运算及处理较复杂的数据结构。P L C 还具有只向操作人员或其它分析设备提供有限数量的处理状态信息的缺点。再者，采用P L C 作为中央控制系统还具有困难及费用高昂的改变控制系统的电配置的缺点。同时，在一个中央P L C 控制系统中没有冗余度而P L C 内的任何电气故障都会终止整个敷涂系统的操作。

再者，由于单一的中央P L C 必须串行处理各粉末

配制器的数据，而存在着处理带宽较小的缺点，即P L C能专用于处理一个特定的喷粉枪的数据的实时窗口较小。因此，喷粉周期的较为综合性的控制非常困难。例如，对于集中的控制，不能编程一个喷枪清洗周期来清洁分配软管与喷枪。当触发接通喷枪时，便通过长达30尺的一根配制软管及喷枪从粉源泵出粉末。当触发关闭喷枪时，便停止配制软管中的液化空气压力；从而配制软管中的粉末与其运送空气分离并通常成团或块沉积与集积在软管中。当再度触发接通喷枪时，便以不均匀的方式喷涂粉末块。对于先有的控制系统，必要时由操作人员手动控制喷枪清洗周期。

最后，由于系统的尺寸随着粉末配制器及喷枪的数目而增加，采用一个单一的中央P L C所增加的复杂性使其成本可观地提高。

为了克服上述缺点及提供具有在集中的粉末敷涂控制系统中前所未有的功能的高度灵活的控制系统，本发明取消了所有的喷枪功能的集中控制并提供了一种以新的更高效的方式的分布控制并借此减少喷涂小室内的布线的粉末敷涂控制系统。本发明的控制系统内的各粉末喷枪的触发与喷涂参数的选择是独立地与单个地由其自己的喷枪控制控制的，从而各喷枪能具有更全面的粉末敷涂过程控制。因此，本发明的控制系统具有更大的灵活性及可靠性且更少的复杂布线。本发明的控制系统在能够在线选择不同的粉末配制参数组及实时地使粉末敷涂工艺更高效与提高成本效益方面尤其有利。

根据本发明的原理及按照所描述的实施例，一个粉末敷涂系统包括按照待敷涂的一个物品布置的多个粉末喷枪。各粉末喷枪连接在其本身的喷枪控制上，其中存

储有一组喷涂参数并且按照所存储的喷涂参数将其喷枪触发接通与关闭来施加粉末敷涂。一个通信网络与该多个喷枪控制电连通。为各粉末喷枪提供一个控制得到一个模块化的高度灵活的控制系统并提供一种更全面的粉末敷涂过程控制。每一个粉末喷枪的一个专用的控制具有能向操作人员控制报告更多的过程状态信息的优点，借此允许更全面的统计性过程控制以及更灵巧的自动诊断过程。通信网络有利地简化了敷涂系统内部的控制部件之间的布线，借此减少装机费用。具有了多个控制，一个控制的故障不一定要求全部关闭整个粉末敷涂操作，从而在效率与节省费用方面提供了进一步的优点。

在本发明的另一个实施例中，该粉末敷涂系统包括一个响应将工件移动通过喷枪的输送机的传感器，它可用于提供第一表示工件的位置改变及第二表示工件的物理特征的系统信号。因此当一个或多个工件或工件的部位移动通过喷涂小室时可以实时改变喷涂参数。

在另一个实施例中，该粉末敷涂系统中的各喷枪控制包含一个网络接口、一个用于存储喷涂参数组的存储器、一个数模转换器以及一个用于按照存储的喷涂参数组将其各自的喷枪触发接通与关闭而施加粉末敷涂的处理器。在又另一个实施例中，该粉末系统控制包括一个连接在通信网络上的系统控制，用于向喷枪控制提供数据及接收来自喷枪控制的数据。

另一方面，本发明包括一种通过在连接在若干粉末喷枪上的相同数目的喷枪控制中的每一个中存储多个喷涂参数的预置组而在相对于粉末喷枪移动的工件上施加粉末敷涂的方法。探测待敷涂的工件并激活适当的喷枪控制来选择一组预置的作为探测到的工件的函数的喷枪

工作参数。上述方法可由各喷枪控制响应探测到的一个或多个工件或工件的部位的不同物理特征选择不同的预置喷涂参数组来实现。在上述方法的另一方面，不同的预置喷涂参数组是响应探测到的相对于粉末喷枪运动的一个或多个工件的位置改变及不同的物理特征而探测到的。

在本发明的另一实施例中，可以编程与自动执行作为一个标准粉末喷涂过程的一个部分的喷枪清洗周期。对于摩擦喷枪，其中的静电荷是由流经喷枪的粉末的静电产生的，已发现最好在执行粉末喷涂过程之前进行清洗。利用本发明，可以将接通清洗周期编程为只在探测到部件之后且在部件到达该喷枪之前自动地清洗喷枪。再者，在一个粉末喷涂过程结束时，可以编程一个关闭清洗周期以便利用压缩空气来自动清洁粉末分配软管及喷枪中多余的粉末。从而，本发明提供了一个自动的粉末喷涂周期，它能在粉末配制周期开始时防止涌出与溅出未配制的粉末。因此，本发明的另一个优点在于，第一次能够编程一个能于实时改变粉末喷涂参数的粉末配制过程。

在又另一实施例中，本发明包含一种操作粉末敷涂系统的方法，在该方法中，多个喷枪控制是自动初始化并进入联机全可操作状态的，而无须任何操作人员的介入。该控制系统具有探测何时一个喷枪控制被另一个所取代，或者何时一个新的喷枪控制加入到该系统的能力。从而，该方法提供了显著的系统关机时间与操作人员时间的节省，否则这些时间是在初始化喷枪中所必须的。

上述操作粉末敷涂系统的方法允许高度灵活的粉末敷涂过程，其中可以实时联机快速地改变操作参数，具

有提供更均匀的粉末涂层及更高效的粉末敷涂过程的优点。在下面结合附图的详细描述中，本发明的上述与其它目的与优点将更为显而易见。

图1 为本发明的粉末敷涂系统的示意性方框图。

图2 为图1 中所示的系统控制的示意性方框图。

图3 为展示本发明的粉末配制控制系统的总体操作及控制之间的相互关系的一组流程图。

图4 为在本发明的各喷枪控制中执行的主复位例程的流程图。

图5 为图4 的主复位例程所执行的初始化子例程的流程图。

图6 为图4 中的主复位例程所执行的事件处理器子例程的流程图。

图7 为图4 中的事件处理器子例程所执行的部件跟踪子例程的流程图。

图8 为图7 的部件跟踪子例程所执行的触发器子例程的流程图。

图9 为本发明的系统控制内的通路控制所执行的主处理循环的流程图。

图1 0 为图9 中的主处理循环所执行的喷枪控制节点初始化子例程的流程图。

图1 1 为图1 0 中的喷枪控制节点初始化子例程所执行的处理签到报文子例程的流程图。

图1 2 为具有不同物理特征的一个工件的部位对粉末敷涂系统内部件的关系的示意图。

图1 示出本发明的粉末敷涂系统1 0 的一个较佳实施例。系统1 0 包括一个用点划线示出的粉末喷涂小室1 2，其中一个待敷涂的物品或工件1 4 机械地支承在

一个输送机1 6 上。一个粉末涂层静电沉积在工件1 4 上并最终受到加热而导致该粉末涂层一起流动及凝固在该工件的表面上。粉末是从一支静电粉末喷枪1 8 中喷涂到工件上的。其它粉末喷枪2 2 、2 4 也位于粉末喷涂小室1 2 的不同位置上在相同或不同高度上喷涂同一工件的不同部位或者在相同或不同高度上的不同工件或不同表面等。

在同转让给本发明的受让人的G i m b e n 等人的5 1 6 7 7 1 4 号美国专利中所描述的相同的著名方式中，将压缩空气，诸如“商品空气”（“s h o p a i r ”），加以干燥并分配给一个空气分配与流动控制台或空气源2 6 。将经过干燥的空气分配给去往电压到压力的换能器或调节器1 3 0 与1 3 2 的空气管线2 3 、2 5 。粉末流换能器或调节器1 3 0 以经过调节的压力供给空气供空气管线2 7 中的粉末流到达粉末源2 8 。如果采用了摩擦喷枪，雾化空气换能器或调节器1 3 2 便将经过调压的空气直接供给喷枪。如果采用电晕喷枪，雾化空气换能器便将经过调压的空气供给空气管线2 9 中的粉末源2 8 中的一个粉末泵（未示出），如图1 中所示。粉末源2 8 包含一个大容量粉末源（未示出），粉末在其中被来自空气源2 6 的空气管线3 1 中供给的空气流化。粉末泵将粉末从大容量粉末源泵到通常安装在一个料斗（未示出）顶部的一个旋风分离器与滤网单元（未示出），所有这些都在粉末源2 8 内部。在旋风分离器中粉末与运载空气分离，然后在滤网中清洁并存放进粉末料斗中。料斗也连接在空气源2 6 上使得其中的粉末在通过粉末配制软管3 0 从粉末源2 8 泵到粉末喷枪1 8 以前保持流动状态。并未沉积在部件上的喷涂

粉末在喷涂小室中被虽未示出但本技术中周知的机构回收、清洁及再循环到粉末源2 8。

喷涂小室控制系统3 2 包括一个直接响应喷涂小室1 2 中的设备的系统控制3 4。系统控制3 4 在一个通信网络4 4 上连接在与各自的粉末喷枪1 8、2 2、2 4 相关联的多个喷枪控制3 8、4 0、4 2 上。任何一个粉末喷枪1 8、2 2、2 4 都可安装在诸如摆动或往复运动装置等运动控制5 5 上，它们是由系统控制3 4 响应部件1 4 通过喷涂小室1 2 的运动激活的。再者，如众所周知的，系统控制3 4 内的一个可编程逻辑控制（“P L C”）5 2 向小室设备5 8 提供致动信号并响应其反馈的输入信号。小室设备中包括粉末喷涂过程本身所必需与固有的与喷涂小室相关的那些设备。例如，P L C 的操作为接通与断开诸如滤网电机、排风扇、线圈等小室设备；并且P L C 接收来自诸如按钮、联锁装置、限制开关、辅助操作开关、着火探测设备5 9 等设备的输入或反馈信号。着火探测设备5 9 通常由紫外线与红外线探测器的组合提供。

图2 中更详细地示出系统控制3 4 内的各种部件。工件位置控制（“P P C”）5 0 包括作为与P P C 处理器6 1 的通信链路的一部分的一双绞式收发机网络接口6 0。P P C 处理器6 1 最好采用可从亚利桑那州凤凰城的莫托罗拉公司购得的“NEURON CHIP”（“神经芯片”）3 1 5 0 处理器实现。“神经芯片”处理器的开发工具及软件可从加利福尼亚州，p a l o A l t o 的E c h e l o n 公司购得。P P C 处理器6 1 从光隔离器接口电路6 2 接收二进制数字信号，后者又具有连接在P L C 5 2 上的一个输出端及输送机

编码器4 6 的积分输出端上的输入端。P P C 5 0 还具有以地址/ 数据总线6 4 连接在处理器6 1 上的包含E P R O M 及R A M 的存储器6 3 , P P C 5 0 的功能为响应输送机的运动产生不同编码中顺计数的工件位置信号, 以及在通信网络4 4 上向全体喷枪控制3 8 、4 0 、4 2 传送工件种类与工件位置信号或编码器计数。编码器4 6 提供带有输送机1 6 的连续增加的位移的第一系统信号, 即, 输出脉冲或计数。编码器最好是可从印第安那州, S a n d p o i n t 的E n c o d e r P r o d u c t s (编码器产品) 公司购得的带有积分输出的“A C C U - C O D E R”。

P L C 5 2 通常是用可从威斯康新州, M i l w a u k e e 的A l l e n - B r a d l e y 公司购得的M o d e l P L C 5 实现。这种控制通常包括数字输入/ 输出 (“I / O”) 接口电路6 6 , 它分别接收与提供来自与去往喷涂小室1 2 内的各种控制与设备4 6 、5 4 、5 5 、5 8 、5 9 的二进制信号。P L C 5 2 响应检测工件的出现或工件的物理特征的光电传感器或光电探测器阵列5 4 的状态而产生第二系统信号, 即对应的工件标识信号或代码, 并将工件标识代码传送给P P C 5 0 供以后传输给喷枪控制3 8 、4 0 、4 2 。

用一块P L C 通信卡7 0 将一个操作人员控制3 6 连接在P L C 5 2 上。操作人员控制3 6 最好用诸如可从密西根州, S a l i n e 的X y c o m 公司购得的M o d e l 9 4 5 0 等具有4 8 6 处理器的工业计算机7 1 实现。P L C 通信卡7 0 通常由P L C 5 2 的制造商供应, 并设计成与P L C 5 2 及包含操作人员控制3 6 的个人计算机插接兼容的, 并在两者之间提供从一条双

向通信链路。操作人员控制还包括输入/输出 (“I / O”) 设备7 2 , 其中可包括按钮、开关、屏幕显示器及其它允许与方便将粉末喷涂参数及其它数据加载进操作人员控制3 6 并将粉末敷涂过程条件显示给操作人员的设备。I / O 设备7 2 也可包括一个调制解调器或网络连接器以方便传送来和去操作人员控制3 6 的数据。网络设备7 2 还可包含一个将操作人员控制3 6 连接在一台外部个人计算机1 0 2 上的接口。计算机1 0 2 可用于粉末敷涂过程或其它功能的统计过程控制。操作人员控制处理器7 1 用一条标准I S A 总线7 6 连接在P L C 通信卡7 0 、I / O 设备7 2 、存储器7 4 及串行端口7 5 上。处理器7 1 最好运行 “ W I N D O W S ” “D O S ” 操作系统。在 “W I N D O W S ” 环境中, 采用可从加州, I r v i n g 的W o n d e r w a r e 购得的 “I N T O U C H ” 程序来提供人机接口。

通路中央处理单元 (“C P U”) 8 0 最好也是一台计算机, 它具有诸如执行 “D O S ” 操作系统的一个4 8 6 处理器。C P U 8 0 连接在一条标准I S A 总线8 8 上, 后者又连接在一个串行端口8 6 及诸如软盘9 0 、非易失性快速E P R O M 9 4 等各种存储设备上。通路控制5 6 用一个连接在总线8 8 与双绞收发机网络接口9 8 之间的通路处理器9 6 与单个的喷枪控制3 8 、4 0 、4 2 通信。通路处理器9 6 最好是一个执行 “M I P ” 软件的 “神经芯片” 3 1 5 0 数字处理器, 该软件也可从加州, P a l o A l t o 的E c h e l o n 公司购得。 “M I P ” 软件的目的是为允许通路C P U 8 0 与 “神经芯片” 9 6 通信。通路通信处理器9 6 包含在一块可从加州, S a n L u i s O b i s p o 的

Z i a t e c h 公司购得的电路板上。通路控制5 6 的功能主要是作为一个系统数据库并在非易失性存储器9 4 中存储一个具有各网络节点, 即各喷枪控制3 8 、4 0 、4 2 的操作状态的数据库。该数据库中包含各喷枪控制、系统配置数据等的多达3 2 个群或组或预置组的喷涂参数。通路控制5 6 的功能还有作为一个网络管理器及必要时解码各种事件状态及生成相关的报文的事件处理器。

操作人员控制3 6 在连接在操作人员控制3 6 中的各串行端口7 5 与该通路控制5 6 的串行端口8 6 之间的一条串行通信线8 2 上与该通路控制5 6 通信。操作人员控制处理器7 1 用仿真普适异步接收机发送机之间的全双工R S - 2 3 2 串行总线通信的低级协议与通路C P U 8 0 通信。低级协议定义在接收机发送机之间的串行总线上传送的数据包的结构及通信协议的细节。为了在串行端口7 5 、8 6 之间移送数据, 该低级协议在操作人员控制处理器7 1 及通路C P U 8 0 两者上运行。作为该低级协议的一应用级接口的高一级通信协议在操作人员控制处理器7 1 及通路C P U 8 0 上运行来中断该低级协议所建立的命令。较高级协议控制数据的路由及操作人员控制3 6 与通路控制5 6 内的控制功能。

通路控制5 6 用连接在P L C 5 2 内的数字I / O 接口6 6 上的一个数字I / O 接口1 0 0 与P L C 5 2 通信。数字I / O 接口6 6 、1 0 0 是用一组提供P L C 5 2 与通路控制5 6 之间的离散信号的并行线路连接的。因此, P L C 5 2 能响应它在喷涂小室1 2 中感测到的条件, 并向通路控制5 6 提供一个纠正命令信号用于立即采取行动。

参见图1，通信网络44是一个局域操作网络（“LON”），它在P P C 50与喷枪控制38、40、42之间以及通路控制56与喷枪控制38、40、42之间以高速度传输小数据包时是高效的。通信网络即LON44中包含可购得的“神经芯片”3150处理器，它们包括P P C处理器61、通路处理器96与喷枪处理器106；双绞收发机网络接口60、98与104；以及通信媒体或链路57，它最好是一条双绞电缆并载有网络接口之间的通信。LON44是由可从E c h e l o n公司购得的“LONWORKS”（注册商标）技术支持的。数据是按照在“神经芯片”处理器61、96与106中运行的通信软件所执行的“LONTALK”通信协议在媒体57上及收发机60、98、104与各“神经芯片”处理器61、96、106之间进行交换的。

喷枪控制40、42与详细示出的喷枪控制38相同。喷枪控制38用一个双绞收发机网络接口104及包含一个“神经芯片”3150处理器的喷枪控制处理器106连接在通信网络44上，如上所述。地址开关108由一名操作人员设定在一个可选择的唯一地址上，该地址标识该喷枪控制本身的物理指定，以及接纳包含喷枪控制38的电路板的连接器的物理位置的物理指定或本体。开关缓冲器110提供开关设定的一个接口缓冲器。LED驱动器112连接在LED114上，LED114提供指示喷枪在接通或触发、自动、手动及脱机模式中操作、通信故障、控制硬件故障等的视觉信号。通常，最好使粉末喷涂过程继续尽可能长的时间；因此，LED向操作人员提供故障指示，然后他便可确

定适当的纠正行动。控制3 8 具有存储器1 1 6 , 其中包含在一条8 位总线1 1 8 上连接到配制器控制器1 0 6 上的一个6 4 K $\times$ 8 的E P R O M 及一个3 2 $\times$ 8 的R A M。

喷枪控制处理器1 0 6 在一个串行外围接口 (“S P I ”) 总线1 2 0 上将一个静电压参数从存储器1 1 6 传输到一组8 位串行数模转换器 (“D A C S ”) 1 2 2 中的一个上。D A C S 1 2 2 之一提供一电流信号给功率放大器1 2 4 , 后者将适当电压电平上的一个放大的电流提供给安装在电晕型喷枪1 8 上的K V 发电机1 2 6 。K V 发电机1 2 6 的作用为将所要求的静电荷提供给正在由喷枪1 8 散布的粉末。也可采用摩擦型粉末喷枪。粉末喷枪与喷枪控制的连接中包含一条附加的信号线, 该信号线提供一个指明粉末喷枪是电晕型还是摩擦型喷枪的二进制信号, 功率放大器1 2 4 还将一个电流反馈信号提供给模数转换器与定标电路 (“A / D 转换器”) 1 2 8 , 作为提供给K V 发电机1 2 6 的电流信号的一个函数。对于摩擦型喷枪, 一个所要求的反馈包含在取代用于电晕型喷枪的静电压预置的预置喷涂参数组中。反馈电流选定在大于预置电流反馈且小于2 0 微安的一个范围中。在摩擦型喷枪的情况中, 处理器1 0 6 接收A / D 转换器1 2 8 的输出以判定电流反馈信号是否在预定的极限内。

在粉末配制过程中, 喷枪控制处理器1 0 6 还从存储器1 1 6 中读取各种其它参数, 例如雾化空气压力、粉末流压力及图形空气压力。D A C S 1 2 2 将这些参数转换成模拟信号并提供给适当的换能器, 诸如粉末流空气换能器1 3 0 及雾化空气换能器1 3 2 。换能器1

3 0、1 3 2 最好是可从Nordson 公司作为部件号1 5 9 6 8 6 购得的电压到压力换能器。换能器1 3 0、1 3 2 的功能是作为压力调节器将作为从DACS 1 2 2 接收的输入信号电压的一个函数的经调节的输出压力提供给粉末源2 8 中的粉末泵。以本技术中周知的方式利用这些经调节的压力来达到它们的适当目的。此外, 换能器1 3 0、1 3 2 提供作为它们调节的输出压力的一个函数的缓冲存储的模拟电压压力反馈信号给A / D 转换器1 2 8, 以及在换能器故障事件中提供二进制故障信号给故障报警电路1 3 4。

各雾化空气换能器或者连接到一个相应的电晕喷枪的粉末泵上, 或者连接到摩擦型喷枪的后部。雾化空气换能器或者控制正在从一支电晕喷枪的粉末泵运送的粉末的密度, 或者控制正在摩擦型喷枪中放电的粉末的速度。各粉末流换能器连接在各自的粉末泵上并控制将粉末提供给喷枪的流率。虽未示出, 也可将一个图形空气换能器连接在喷枪上来控制粉末的散布图形。

图3 为展示喷枪控制3 8、4 0、4 2、通路控制5 6、PLC 5 2 及PPC 5 0 的总功能及操作的流程图。当电力作用在控制上或者在复位任何单个的控制时, 各控制便执行各自的初始化进程2 0 0、2 0 2、2 0 4、2 0 6。初始化进程随各控制而有些变动; 但总的说来, 初始化切断所有的硬件输出、清成省缺状态并执行存储器检验与其它硬件检验。控制复位时所执行的诊断测试量取决于设计选择。

完成了初始化进程之后, 各喷枪控制3 8、4 0、4 2 在2 0 8 向通路控制发送一个签到 (s i g n - o n) 信号。在2 1 0 接收到来自各喷枪控制的签到信号

时，通路控制便在2 1 2 顺序地处理各签到信号，并更新通路控制内的数据库中的一个状态位，指示与该签到信号相关联的相应喷枪控制建立了通信。通路控制5 6 在2 1 4 将一个联机信号送至对应的喷枪控制。此外，通路控制在2 1 6 开始卸载存储在与该喷枪控制关联的数据库中的喷涂参数。在2 1 8 接收到联机信号时，喷枪控制开始接收与存储正在由通路控制卸载的喷涂参数。在2 2 0 卸载完所有的参数之后，喷枪控制便准备好开始处理工件。

在一个新的工件正在引入喷涂小室的情况中，通路控制中可不存在喷涂参数，而操作人员可选择手动地运转系统以确定应当采用哪些参数值来最高效地处理工件。在手动模式中，控制系统在工件移动通过输送机小室时跟踪它。可以手动选择静电荷、流压力、雾化空气压力与图形空气压力；并手动操作粉末喷枪。一旦确定了喷涂参数，操作人员便可利用脱机模式来输入数据，例如与一种特定工件相关的依赖于运动的喷涂参数。在脱机模式中，控制系统在工件移动通过喷涂小室时跟踪它；然而喷枪是停用的，即在脱机模式中它们不能触发接通。在建立了所有喷涂参数并卸载到喷枪控制之后，操作人员便切换到自动模式，在自动模式中，当工件移动通过喷涂小室时，便自动地受到探测、识别、跟踪及敷涂。响应工件通过喷涂小室的运动选择各喷枪控制上的不同喷涂参数组；并相应地配制粉末。在自动模式期间，操作人员也能利用操作人员控制3 6 来输入数据。在上述任何一种模式中，通路控制5 6 在2 2 2 检测操作人员输入的数据并在2 2 4 处理这些数据。在执行上述模式的操作中，P L C 在2 2 6 检测并在2 2 8 处理来自喷

涂小室中的设备的信号。此外，为了确定正在处理的工件的标识，P L C 在2 3 8 检测及在2 4 0 处理喷涂小室中的光电传感器5 4 的状态。

当P P C 5 0 在2 3 4 接收到积分编码器脉冲及建立编码器计数时，P P C 在2 3 6 读取P L C 5 2 提供的工件标识码。P P C 便在2 3 7 通过通信网络4 4 将工件标识码与编码器计数传输给被识别为当前由通路控制5 6 联机的喷枪控制。喷枪控制在2 4 4 检测P P C 5 0 发送的工件标识码与编码器计数，而各喷枪控制则跟踪小室内的工件相对于光电探测器探测到的工件的位置。然后各喷枪控制在2 4 6 独立地判定它是否具有与光电探测器所识别的工作相关联的一组喷涂参数，如果是，该喷枪控制便执行一个粉末敷涂周期。

如果在其操作中一个喷枪控制在2 4 8 探测到过程中的差错，例如一个或多个压力反馈超过了高或低限。该喷枪控制便在2 5 0 点亮一个或多个该喷枪控制自身的L E D 并将出错信号送到通路控制，后者将出错信号送至操作人员控制3 6 供显示给操作人员。当反馈信号指示压力在预置的压力参数以上或以下诸如5 磅/ 英寸² 时，喷枪控制3 8 、4 0 、4 2 最好能检测出一个压力差错。当不适当地初始化喷枪控制，当检测到其它硬件故障，当探测到紧急停机，当丢失了过多次数编码器计数，等等时，将检测到其它差错。

此外，P L C 在2 4 2 检测是否已从操作人员控制接收到数据；如果是，P L C 便在2 4 3 处理这些数据。P L C 还在2 5 2 检测由喷涂小室中检测到的有问题条件或者不适当或不合理的操作人员要求或条件等导致的其它差错。在检测到这些差错时，P L C 便在2 5 4 更

新操作人员与通路控制以便能够分别将这些错误状态显示给操作人员并在必要时采取其它行动。通路控制5 6在2 5 6 判定是否从P L C 接收到了任何命令。如果是,通路控制便在2 5 8 处理这些P L C 命令。此外,通路控制在2 6 0 检测其它差错,诸如从喷枪控制接收到的工件处理中的差错。再者,喷枪控制3 8、4 0、4 2 中任何一个与通路控制5 6 之间的通信差错可导致喷枪控制之一的联机状态位被置成脱机状态,为了重新建立其联机状态,将需要一次全面的复位及重新初始化喷枪控制。通路控制在2 6 0 检测到的差错条件是通过根据需要更新数据库与/ 或将差错信号发送给操作人员控制供显示给操作人员而加以处理的。

图4 - 8 为展示喷枪控制3 8、4 0、4 2 内的处理器所执行的若干程序或例程的细节的流程图。图9 - 1 2 为在通路控制5 6 的通路C P U 8 0 中执行的程序或例程。本发明的一个重要特征为喷涂小室控制系统3 2 在加电或复位时自动将喷枪控制3 8、4 0、4 2 初始化到全面的可工作状态以及自动地在通信网络4 4 上将喷枪控制连接成与通路控制5 6 联机的能力。此外,如果任何包含一个喷枪控制的电路板被一块不同的电路板所取代,小室控制系统3 2 自动地检测取代板并将新的喷枪控制带入联机可操作状态。

下面参照图4、5、9 与1 0 描述将一个喷枪自动带入联机时喷枪控制3 8、4 0、4 2 与通路控制5 6 之间的交互作用。图4 中示出了喷枪控制复位或加电例程,它是响应将电力作用在喷枪控制上或者响应操作人员或控制系统所启动的喷枪复位而起动的。总的初始化进程或子例程3 0 2 示出在图5 中。如3 5 2 处所示,

控制首先清除任何故障状态并附加切断硬件输出。接着在3 5 4, 喷枪控制将其开关缓冲器1 1 0 中的标识设置成等于地址开关1 0 8 的状态。此后, 如果在3 5 6, 操作人员选择了自动检验, 便在3 5 8 执行自动检验来测试换能器1 3 0、1 3 2 的操作。如果未选择自动检验, 初始化子例程在3 6 0 继续进行其它诊断硬件测试, 如存储器检验等。完成了硬件测试之后, 初始化子例程在3 6 2 将节点模式设定为启动模式并返回到图4 的喷枪控制复位例程。初始化之后, 喷枪控制在3 0 4 将一则签到报文发送给通路控制5 6 内的网络管理程序功能。签到报文中包含一个签到命令码、地址开关1 0 8 建立的喷枪控制标识、由该喷枪控制表示的节点类型、在喷枪控制处理器1 0 6 内运行的软件版本标识、以及一个由制造商赋予的固定的不可选择的4 8 位“神经芯片”处理器标识码, 它是由E c h e l o n 公司为作为处理器1 0 6 装设的特定芯片指定的。

图9 为在通路C P U 8 0 中运行的通路处理循环的流程图。在接通通路控制5 6 的电源或者在作用其它主机的复位命令时, 便在5 5 2 执行一个初始化子例程, 该子例程测试与初始化输出、存储器及其它与通路控制5 6 相关联的硬件。此外, 初始化子例程将调用图9 的通路处理循环中的各个其它的任务子例程并初始化这些子例程中的每一个。

初始化之后, 通路控制处理循环逐步通过图9 中所示的执行由子例程表示的网络管理任务的各种子例程。例如, 当通路控制5 6 与操作人员控制3 6 在串行链路8 2 上交换数据时, 便执行通路处理循环中的低级通信任务5 5 3。同时在操作人员控制中执行该低级通信任

务；并且通路控制按照低级通信协议在串行链路8 2 上将数据传输给操作人员控制或者从操作人员控制接收数据。适当时候，通路处理循环还执行高级通信任务5 5 5，该任务在接收数据时中断低级通信协议命令并在操作人员控制内部确定数据与控制功能的路由。在传输数据之前，高级通信任务5 5 5 将为待传输给操作人员控制的数据建立低级通信任务所要求的必要低级通信命令。在操作人员控制3 6 中也运行一个高级通信子例程或任务以便与在其中运行的低级通信协议接口。

当喷枪控制节点之一在通信网络4 4 上将一则签到报文发送给通路控制5 6 时，便在通路CPU 8 0 内执行网络任务子例程5 5 4 来控制从各喷枪控制3 8、4 0、4 2 到通路控制5 6 的进入报文的排队与流动。此外，通路CPU 8 0 执行网络变量任务子例程5 5 6 来识别通路控制正在接收的报文的类型。报文得到确认后便启动报文处理。例如，报文可能要求将新数据输入到数据库中。另外，报文可能要求将其内容提交给PLC 5 2 或操作人员I / O 3 6。

响应一则签到报文的接收，执行节点初始化任务子例程5 6 0 来建立通路控制5 6 与各喷枪控制3 8、4 0、4 2 之间的通信链路。节点初始化任务子例程5 6 0 的细节示出在图1 0 中。参见图1 0，节点初始化进程首先在6 0 2 检索当前任务状态，假定这是为签到状态的检验。该进程在6 0 4 检测到该状态并执行用于签到子例程6 0 6 的检验。签到子例程6 0 6 顺序地增加通过系统中的各节点地址并判定该节点是否在通信网络4 4 上传输了一则签到报文。如果它检测到一个特定节点的一则签到报文，便将任务状态设定为处理签到状态，

复位签到状态标志，并将一个指针分配给接收到的签到报文。初始化任务子例程在6 0 8 检测到处理签到状态，并执行一个图1 1 中所示的处理签到报文子例程6 1 0 。

参见图1 1，该处理签到报文子例程进行到分配给一则签到报文的第一个指针，并在6 5 4 判定该签到报文中的地址开关标识是否存在于通路控制5 6 的非易失性存储器9 4 中的数据库内。在某些情况中，一名应用工程师或操作人员可利用操作人员控制3 6 将数据输入到数据库中预先分配一个喷枪控制标识，然后手动设置在地址开关1 0 8 中。然而工程师或操作人员事先并不知道所编址的喷枪控制所使用的特定“神经芯片”处理器的标识码。因此，在分配喷枪控制标识时，将一个为零的标识码输入到数据库内的“神经芯片”处理器标识字段中。从而，如果进程在6 5 6 在该字段中找到一个零，便假定正在第一次执行该特定喷枪控制的初始化进程。然后进程在6 5 8 读取包含在来自该喷枪控制的签到报文内的节点类型以确认该节点为一个喷枪控制节点。如果检测到诸如P L C 节点等不同节点类型，便在6 6 0 执行一个通路系统差错子例程，并在6 6 2 将初始化任务状态设置成检验签到状态。如果在6 5 8 检测到一个合法的节点类型，便将包含在签到报文内的“神经芯片”处理器标识码在6 6 4 写入与包含在签到报文中的地址开关标识相关联的数据库中。接着在6 6 6，将喷枪控制或节点网络地址写入数据库中；并在6 6 8，进程设置标识任务状态以建立节点编址，从而可将编址变量卸载到喷枪控制中。

如果进程在6 5 6 检测到“神经芯片”处理器标识码不等于零，进程便假定该喷枪控制已在前面向系统签

到。因此，进程在6 7 0 判定在开关标识的数据库中的“神经芯片”处理器标识码是否等于包含在签到报文中的“神经芯片”处理器标识码。如果是，进程便在6 7 2 检验喷枪控制装设状态位；如果状态标志指示装设了所识别的喷枪控制，进程便在6 7 4 将任务状态设定为节点联机状态。如下面要描述的，然后将联机命令传输给该喷枪控制并卸载喷涂参数。

如果子例程在6 7 2 判定装设状态位指示未装设该喷枪控制或节点，则进程在6 7 6 检验判定网络节点变量是否已经卸载以及该喷枪控制的网络编址是否正确。如要否，子例程在6 6 8 设置初始化任务状态来建立网络节点编址，使得能将正确的网络编址变量卸载到该节点。

如果在6 7 0 ，数据库中的“神经芯片”处理器标识码与包含在签到报文中的“神经芯片”处理器标识码不同，则进程假定包含数据库中所标识的“神经芯片”处理器的喷枪控制电路板已被包含签到报文中的“神经芯片”处理器标识码的一块不同的喷枪控制电路板所取代。然后进程在6 7 1 判定与在数据库中找到的签到地址开关标识相关联的状态位是否设置为装设状态。如果是，这表示签到地址开关码是已经存储与装设在数据库中的地址开关标识的重复。两个喷枪控制不能具有相同的地址开关标识；因此，如果检测到这一条件，便在6 6 0 设定系统差错。如果进程在6 7 1 检测出签到地址开关标识并未装设在数据库中，进程便在6 5 8 判定签到报文中是否包含一个合法的节点类型标识。如果否，便设置系统差错，如前面在6 6 0 所描述的。然而，如果在6 5 8 检测到一个合法的节点类型，便在6 6 4 将

签到报文中的“神经芯片”处理器标识码加载进数据库，在6 6 6 将网络地址加载进数据库；并在6 6 8 设定初始化任务状态以建立节点编址，使得适当的编址与其它变量可以卸载到新的“神经芯片”处理器中。刚描述的进程覆盖了一个喷枪控制第一次签到时，该喷枪控制第二次及以后签到时，以及数据库中所标识的一个喷枪控制被一个新的喷枪控制取代时的所有情况。

这种情况还存在于当一个喷枪控制连接到通信网络4 4 时在数据库中没有任何与之相关联的早先标识或数据项时。在这一情况中，进程在6 5 4 将在对应于包含在签到报文中的地址开关本体的数据库中找到一个地址开关本体；进程在6 7 8 再一次确认签到报文中是否包含与该喷枪控制相关联的节点类型。如果该节点类型不是一个喷枪控制类型，便在6 6 0 设置一个通路系统差错。如果该节点类型是喷枪控制类型，进程在6 8 0 在数据库内分配空间以便能输入与该新的喷枪控制相关联的一个新记录。在6 6 4 将签到报文中的“神经芯片”处理器标识码加载到带有旋钮开关标识的数据库中；在6 6 6 ，将节点网络地址写入该数据库中；并且进程在6 6 8 设置初始化任务状态以建立节点编址。以上参照图1 1 描述的进程有效地将连接在通信网络上的喷枪控制签到及输入到通路控制内的系统数据库中，不论对于这些喷枪控制先前是否已经输入了任何信息。从而，通路控制在接通电源或复位时自动地扫描网络寻找喷枪控制的存在并将这些喷枪控制带入联机可操作状态中，而无需操作人员的任何介入。如果没有上述进程，将需要一两个人手动地标识与签到各喷枪控制。

返回至图1 0 ，如果作为执行处理签到报文子例程

6 1 0 的结果, 设置了建立节点编址任务状态; 则在6 1 2 检测到该状态; 并执行一个子例程6 1 4, 它有效地将编址变量从通路控制5 6 卸载到适当的喷枪控制节点3 8、4 0、4 2, 这些变量是在与各自的喷枪控制相关联的“神经芯片”处理器1 0 6 与通路控制5 6 内的“神经芯片”处理器9 6 之间的通信中所必需的。此外, 将这些编址变量加载到通路控制5 6 内与各特定喷枪控制相关联的数据库中。在已经建立了编址机制并成功地卸载到喷枪控制时, 建立节点编址子例程便将初始化任务设置为联机状态, 这在6 1 6 被探测到并导致一个设定节点联机子例程6 1 8 的执行。设定节点联机子例程6 1 8 首先建立一条节点联机命令并将该联机命令通过通信网络4 4 发送给适当的喷枪控制。如果该子例程在联机命令到喷枪控制的通信中检测到任何差错, 便设置一个系统差错信号。此外, 任何通信差错都复位所装设的喷枪控制使状态指示并未装设该喷枪控制。此外, 如果在图1 0 的子例程的执行中产生了一个系统差错, 便建立一个在6 2 4 检测的报告系统差错状态; 系统差错子例程6 2 6 将这一系统差错报告给操作人员控制并采取任何适当的其它行动。

返回到图4, 喷枪控制在3 0 4 将签到报文发送到通路控制之后, 该喷枪控制便在3 0 6 检验是否收到了来自通路控制5 6 的联机命令信号。如果尚未收到, 进程在3 0 8 判定签到定时器是否停止。如果在签到定时器所确定的预定时间间隔内未收到联机命令信号, 进程便返回到3 0 2 去重新执行初始化子例程。如果在签到定时器停止以前在通路控制5 6 中执行了设定节点联机子例程6 1 8 (图1 0) 向喷枪控制提供一个联机命令

信号，图4的喷枪控制复位子例程在3 0 6检测到该联机命令，向通路控制发送回一个收到联机命令的确认并开始执行一个事件处理器例程3 1 0。收到该确认时，图1 0的设定节点联机子例程6 1 8启动该喷枪控制节点的一个心搏式计数器并且还将初始化任务状态设置成卸载参数状态。在6 2 0检测到卸载参数状态，而在6 2 2执行一个卸载参数子例程，该子例程设定图9的通路主处理循环去运行节点卸载任务子例程5 5 8，借此有效地结束节点初始化任务5 5 4。在通路CPU 8 0中运行的节点卸载子例程顺序地从与该喷枪控制节点关联的数据库中读取喷涂参数，并且通路处理器9 6通过通信网络4 4串行地将喷涂参数传输给相应的喷枪控制。

喷枪控制通过执行图4的事件处理器例程3 1 0处理接收到的喷涂参数，例程3 1 0详细示出在图6中。参见图6，事件处理器首先在4 0 2判定是否完成了喷涂参数的卸载。如果已经卸载了全部喷涂参数且已被喷枪控制所接收，该喷枪控制便在4 0 4将一则节点就绪报文发送回通路控制5 6。如果未完成参数卸载，事件处理器在4 0 6判定喷涂参数是否表示新的喷枪数据。自动操作系统所需要的及利用手动控制3 6输入到控制系统的喷涂参数分成两组数据。

第一组数据称作喷枪数据并且依赖于特定的喷枪及其在喷涂小室中的位置。喷枪数据中包括诸如拾取点，该点是从光电传感器5 4识别出工件的点到小室内的喷枪位置的距离；以及电流报警高与低限，它们是喷枪的最大与最小容许反馈电流。同时输入的有接通清洗参数，它规定在一个工件到达喷枪面前之前表示一个喷枪清洗周期的持续时间的编码器计数的数目，以及一个规定探

测到工件的末端之后以秒表示的一个喷枪清洗周期持续时间的关闭清洗参数。其它喷枪数据包括清洗流压力，它是在关闭清洗周期中所用的压力值；以及清洗雾化压力，它是在接通清洗周期中的雾化压力的压力值。如果正在卸载的喷涂参数代表喷枪数据，事件处理器在4 0 8 用新的喷枪数据来更新喷枪控制内的存储器9 4 。

喷枪控制具有存储多达3 2 组不同喷涂参数的预置值的容量。由于喷涂小室内的不同粉末喷枪能将粉末散布在一个工件的不同部位上或者具有不同的物理或几何特征的不同工件上，为了达到最高效及最高质量的粉末敷涂，必须将喷枪的喷涂参数调整与修剪到待敷涂粉末的工件或工件部分的当前物理特征上。因此在通路控制5 6 的非易失性存储器9 4 中维护了一张用于各喷枪的数据映射表，它将多达2 5 5 种不同的可编程工件标识码之一关联到多达3 2 个不同的喷涂参数预置组中的一个上。应当指出定义2 5 5 种可编程工件标识码对3 2 个预置组的关系的数据表是作为一个单一的网络变量对待的。这是通过以预先定义的模式将工件标识码嵌入变量数据字段中而完成的，因此喷枪控制与通路控制都能正确地解释该数据字段。类似地，3 2 个喷涂参数的预置组也是通过以预定的模式将预置标识嵌入数据字段中并构成数据字段而作为一个单一的网络变量对待的。如果在4 1 0 ， 卸载的参数表示对数据映射表的改变，事件处理器便在4 1 2 更新存储在该喷枪控制的存储器中的数据映射表。

接着，事件处理器4 1 4 判定是否命令了进行模式改变，如果是，便在4 1 6 进入一种新模式。系统可在启动、手动、脱机及自动模式中操作。如果未命令进行

模式改变，事件处理器在4 1 8 检测是否正在卸载新工件数据，诸如新的喷涂参数预置组。

存储在非易失性快速E P R O M 9 4 内的通路数据库中的第二组数据称作“工件数据”，它们是表示依赖于待喷涂的特定工件的喷涂参数的数据。工件数据包括诸如预置号码，这是与包含与该特定工件相关的喷涂参数的预置值的数据库中的特定记录相关联的地址或标识符；以及连接在该喷枪控制上的特定喷枪所要求的K V。对于电晕型喷枪，这一字段定义作为满标的一个百分比的一个所要求的输出电压。对于摩擦型喷枪，该字段定义以微安表示的最小反馈电流。其它预置参数有作为满标的百分比的图形空气压力、雾化压力及流动压力，在喷枪控制3 8、4 0、4 2 上满标为1 0 0 磅/英寸²。预置的还有接通延时，即在工件到达检拾点以后及接通清洗状态开始以前等待的编码器计数的数目；以及关闭延时，它规定在检测到工作的末端之后继续喷涂的编码器计数的数目。如果正在卸载新工件数据，例如一个或多个新喷涂参数预置值，事件处理器便在4 2 0 更新存储在该喷枪控制的存储器1 1 6 中的工件数据，诸如预置喷涂参数数据表。此后便使用新的预置参数。

为了更好地理解自动模式的操作，参见图1 2，其中在喷涂小室1 2 中安装有粉末喷枪1 8、2 0、2 2 及2 4。工件1 4 悬挂在移动输送机1 6 上，并在输送机1 6 上机械地连接一个编码器4 6 来跟踪工件1 4 相对于喷涂小室的运动。编码器每转生成固定数目的脉冲或计数，从而产生编码器计数的速率便是输送机1 6 的线速度的一个函数。输送机1 6 指示若干个刻度1 5，它们图示由来自编码器4 6 的计数表示的输送机1 6 的

运动的位移增量。为了识别进入喷涂小室的工件，将多个光电传感器5 4 定位在喷涂小室1 2 的入口附近。从对工件1 4 的检视中已清楚地看出，取决于工件1 4 的那一部分正在通过喷枪的正前方，在不同的时间要求触发接通不同的喷枪。例如，工件1 4 的部位5 要求粉末喷枪1 8 、2 0 、2 2 、2 4 喷涂。反之，工件1 4 的部位6 只要求触发喷枪1 8 、2 0 、2 4 。再者，部位7 只要求喷枪1 8 、2 0 而部位8 也要求喷枪1 8 、2 0 ；但由于它改变了距喷枪1 8 、2 0 的深度，为了更好地敷涂部位8 必须改变预置的喷涂参数。从而，将工件1 4 分成四个不同的工件标识5 、6 、7 、8 ，它们能由光电传感器5 4 的状态识别。

在建立数据映射表时，将工件标识与各喷枪1 8 、2 0 的喷枪控制中的不同预置值组相关联，各工件标识5 、6 、7 则映射到相同的喷涂参数预置组上。但是，由于工件标识8 在深度上后退并且在内角部分受到法拉弟笼蔽效应而可能导致较低劣的质量的粉末敷涂，可以改变部位8 的预置喷涂参数来降低静电荷设定及提高进入工件的粉末喷涂气团的穿透力。

如上所述，P P C 5 0 连接在编码器4 6 上并通过网络4 4 将工件位置信号传输给各喷枪控制3 8 、4 0 、4 2 ，该位置信号包括P L C 提供的当前工件标识码及当前编码器计数。参见图6 ，各喷枪控制内的事件处理器在4 2 2 检测到编码器计数并执行图7 中所示的一个跟踪工件例程4 2 4 。各喷枪控制跟踪工件1 4 通过喷涂小室1 2 的运动。这一跟踪是由一个具有预定数目的位置或槽（例如2 0 4 8 ）的一个下推栈或队列实现的。当喷枪控制接收到各个编码器计数时，便将与该编码器

计数相关联的工件标识加载进栈底或队列。随着各接连的编码器脉冲，其相关工件标识加载进栈底或队列，借此将前面的工件标识上推一个槽。因此，该队列是一个在输送机1 6 运送工件1 4 时跟踪其运动的先进先出队列。跟踪输送器的目的是为了在检拾点确定了工件时，确定工件何时移动进喷枪的领域中。参见图1 2，从探测到工件1 4 的前端的点1 7，在工件到达喷枪1 8、2 0、2 2、2 4 的邻域之前，工件部位5 要移动1 2 个输送机计数才进入喷涂小室到达检拾点1 9，在该点上喷枪被开动。

参见图7，其中示出了跟踪工件子例程的细节，该进程的第一步是在4 7 0 输入工件标识。如上所述，通常将工件标识加载进队列的最低的槽中。但是有可能出现这样的情况，喷枪控制接收到的编码器计数可能与前面的计数按顺序递增。例如，由于具有5 0 个喷枪控制连接在通信网络4 4 上的潜力，一种发送与确认通信协议可能代表网络4 4 上过量的通信量。因此，为了减少网络通信量，喷枪控制接收到编码器计数时不向通路控制确认。从而，如果系统中存在着不良连接或者编码器计数报文被一则更高优先级的报文所取代，这些事件将不能作为通路控制5 6 与喷枪控制3 8、4 0、4 2 之间的通信协议的一部分被检测出。因此，作为排队工件标识子例程4 7 0 的一部分，为了检测丢失的编码器计数，喷枪控制将当前编码器计数与前面的编码器计数进行比较。如果比较显示丢失了一个或多个编码器计数，排队工件标识子例程4 7 0 将在队列中增加若干个槽来补偿丢失的编码器计数。如果比较显示输送机在反方向上移动了可观的量，排队工件标识步骤4 7 0 在队列中

的反方向上移动工作标识来仿真喷涂小室中工件的运动。再者，如果排队工件标识子例程4 7 0 探测到大量的丢失编码器计数，便生成一则差错报文。在工件标识适当地进入队列之后，便执行一个触发子例程4 7 2。在整个跟踪工件子例程中要执行触发子例程若干次，这将在下面描述。

参见图1 2，检拾点编程为与该喷枪关联的喷枪数据的一部分，并定义为由一个喷枪（例如喷枪1 8）的位置与光电探测器5 4 的位置之间的各编码计数表示的递增位移所表示的距离。从而，在当前的实例中，喷枪1 8 距光电探测器5 4 十二个编码器计数；因此检拾点具有值1 2。这时，喷枪控制连续地监视队列中的第1 2 个槽来检测一个工件标识。假定没有丢失的编码器计数，1 2 个编码器计数之后，工件标识5 便进入了队列中的第1 2 个槽；并且跟踪工件子例程在4 7 4 检测到第1 2 个槽已经从零改变到工件标识5，即部位5 的前端，然后进程执行图8 中所示的触发子例程4 7 6。

通常，从空闲状态开始，一个粉末喷枪的操作周期将顺序通过一个或多个下列串行事件：一个接通延时状态，一个接通清洗状态，及接通工件状态，一个关闭延时状态，一个关闭清洗状态，及一个返回到空闲状态。在任何特定的周期中，并非所有这些状态都是必须使用的；并且改变周期来适应工件变化。再者，附加的定时时段可以与这些状态中的任一个的开始与结束相关联。参见图8，在图7 中4 7 4 处探测到工件的前端之后，在5 0 4 探测到一个新的工件事件，它便启动一个接通延时状态5 0 6 的开始。接通延时量是编编程的编码器计数数目来测量的；因此接通延时状态是在5 0 8 检测

到的一个计数事件。编码器计数是从接通延时状态的开始计算的；而进程则在5 1 0 确定何时计数器停止。在本例中，工件标识5 具有一个零计数接通延时状态；因此进程从5 1 2 前进到5 1 4 以开始一个接通清洗状态及复位接通延时状态。在接通清洗状态期间（最好用在摩擦喷枪中），通过喷枪自身泵出一种清洁或清洗液，诸如高压雾化空气来将异物冲洗掉。接通清洗状态的持续时间是以编码器计数为单位来定义与编程的。然而对于工件标识5，接通清洗状态为零；而进程通过步骤5 0 8、5 1 0、5 1 2。在5 1 6，进程前进到5 1 8 处的接通工件状态，同时复位接通清洗状态，然后返回到图7。

为了概括，参见图1 2，在工件1 4 的部位5 的前边经过探测器5 4 移动1 2 个编码器计数到达喷枪1 8、2 0、2 2、2 4 前方的检拾点之后，便启动接通工件状态，这导致喷枪控制读取与工件标识5 关联的预置喷涂参数；并且喷枪1 8、2 0、2 2、2 4 的喷枪控制开始喷出粉末敷涂工件1 4 的工件部位5。这一粉末敷涂过程再持续两个编码器计数，在这一点上，工件标识6 进入与喷枪1 8 与2 0 关联的喷枪控制中的队列的第1 2 个槽。在这一点上，在这些喷枪控制中运行的跟踪工件子例程在4 7 8 在队列的槽1 2 中检测到一个新的工件标识号。因此，与喷枪1 8、2 0 关联的喷枪控制在4 7 9 再次执行图8 的触发子例程。新工件标识号在5 2 0 表明一个工件变换事件并在5 2 2 启动接通工件状态，这导致这些喷枪按照一组与工件标识6 关联的喷涂参数启动一个粉末喷涂过程。在图1 2 的实例中，用于工件标识6 的喷枪1 8、2 0 的预置参数可以与用于

工件标识5 的那些相同。

与喷枪1 8 、2 0 关联的喷枪控制的操作相反，与喷枪2 2 关联的喷枪控制在跟踪工件子例程（图7 ）的4 8 0 处探测到其队列中的第1 2 个槽变成了零，同时其它喷枪控制检测到工件标识6 。然后在喷枪2 2 的喷枪控制中运行的进程在4 8 1 再度执行图8 的触发子例程。触发子例程在5 2 4 检测到工件事件的结束；并且与喷枪2 2 关联的喷枪控制在5 2 6 开始关闭延时状态。关闭延时状态也是一个依赖于编码器计数的事件；如果是零或事件计数器已经停止之后，该子例程移动通过进程步骤5 0 8 、5 1 0 、5 1 2 、5 1 6 及5 2 8 在5 3 0 开始关闭清洗状态，然后进程返回到图7 又返回到图6 的事件处理器。在关闭清洗状态期间，可将一种清洁或清洗液，例如对于电晕喷枪为高压雾化空气，泵过配制软管3 0 及喷枪以从软管与喷枪中清洗掉未喷涂的粉末。对于摩擦喷枪，可通过诸如关闭粉末并将粉末流空气泵过配制软管及喷枪并将雾化空气泵过喷枪。当事件处理器在4 2 6 在自动模式中探测到关闭清洗定时器已停止时，进程便在4 2 8 结束关闭清洗状态。如果在通过事件处理器的下一次重复中在4 2 2 检测于一个编码器计数，跟踪工件子例程4 2 4 再次执行图7 的触发子例程4 7 2 。如图8 中所示，触发子例程移动通过步骤5 0 4 、5 2 4 、5 2 0 、5 0 8 到达5 3 2 ，在这一点上检测到关闭清洗状态的结束，而喷枪在5 3 4 返回到其空闲状态。

参见图6 ，事件处理器子例程提供若干独立于粉末敷涂过程的直接控制的其它功能。例如，如果在4 3 0 事件处理器检测到一则来自通路控制的输送机报文，并

且如果喷枪控制在4 3 2 判定该报文指示输送机已停机, 子例程在4 3 4 启动关闭清洗状态并暂停执行喷涂。如果在通过事件处理器子例程的下一次重复期间, 进程在4 3 0 检测到下一则输送机报文并且在4 3 2 判定输送机不再停机, 事件处理器在4 3 6 重新启动在4 3 4 中止的状态并恢复处理工件。

通常在通信系统中, 控制系统包含许多要求周期性通信事件的定时器。例如, 作为通路控制的初始化中的联机任务的一部分, 启动一个心搏式定时器并要求各喷枪控制在一个预定的时段 (诸如2 0 秒) 内向通路控制发送一则心搏报文。因此各喷枪控制具有定时一个预定时段 (诸如1 0 秒) 的一个心搏式定时器, 而事件处理器则在4 3 8 检测1 0 秒心搏式定时器的停止并在4 4 0 发送一则心搏报文给通路控制。接收到心搏报文时, 通路控制复位其2 0 秒心搏式定时器并向喷枪控制确认收到了心搏报文。如果未收到确认报文, 事件处理器在4 4 2 检测到向通路控制发送心搏报文的失败而在4 4 4 停止喷枪的操作并启动图4 的喷枪控制复位例程。除了上述心搏以外, 事件处理器还包括一个状态定时器, 例如一个一秒定时器, 该定时器每隔一秒便发送一则状态报文给通路控制, 其中包含喷枪控制的当前操作预置值, 诸如喷枪电流、各种压力、活跃的预置号、喷枪节点、当前触发状态等。在事件处理器子例程内4 3 8 处检测状态定时器的停止, 并在4 4 0 将该状态报文提交给通路控制。

同时连续地检验P P C 5 0 与各喷枪控制3 8 、4 0 、4 2 之间的通信链路。无论输送机是否移动, 都要求P P C 5 0 连续地发送编码器计数给各喷枪控制。因

此, 即使输送机停止, P P C 也发送最新的工件标识与编码器计数给各喷枪控制。各喷枪控制具有一个编码器超时定时器, 该定时器由来自P P C 5 0 的一个编码器计数的接收复位。然而, 如果在自动模式中事件处理器在4 4 6 检测到编码器定时器已停止, 事件处理器便在4 4 8 发送一则编码器超时故障报文给通路控制并将该喷枪控制从自动模式切换到脱机模式。

喷枪控制还周期性地读取来自功率放大器1 2 4 及粉末流动与雾化空气换能器1 3 0 、1 3 2 的反馈信号。读取反馈信号的频率由在喷枪控制内运行的一个反馈定时器确定, 而事件处理器则在4 5 0 检测何时反馈定时器已经停止。在4 5 2 对此作出响应, 事件处理器令喷枪控制处理器1 0 6 用A / D 与定标电路1 2 8 去读取正在由K V 发电机1 2 6 供给的电流, 并响应超出报警高或低限的电流而生成一个差错信号。此外, 喷枪控制处理器1 0 6 检验粉末流动压力、雾化空气压力及图形空气压力 (如果使用的话) 是否超过这些参数的预置值的上与下限, 例如正负5 磅/ 英寸²。如果超过了任一极限, 喷枪控制处理器1 0 6 便提供适当的差错信号给通路控制5 6 。

概言之, 通过观察上述详细描述, 便能理解按照本发明制造的系统包含一种分布式控制结构, 它是最好由各喷枪控制与关联的粉末泵中的“神经芯片”型处理器提供的, 其中各处理器连接在一个通信网络上。此外, 某些共用的控制元件是理想的, 以这一方式, 各喷枪是响应工件标识及位置数据以最少的操作人员介入单个地与优化地控制的。这便从较少的布线提供了一种灵活与有理解力的控制系统。

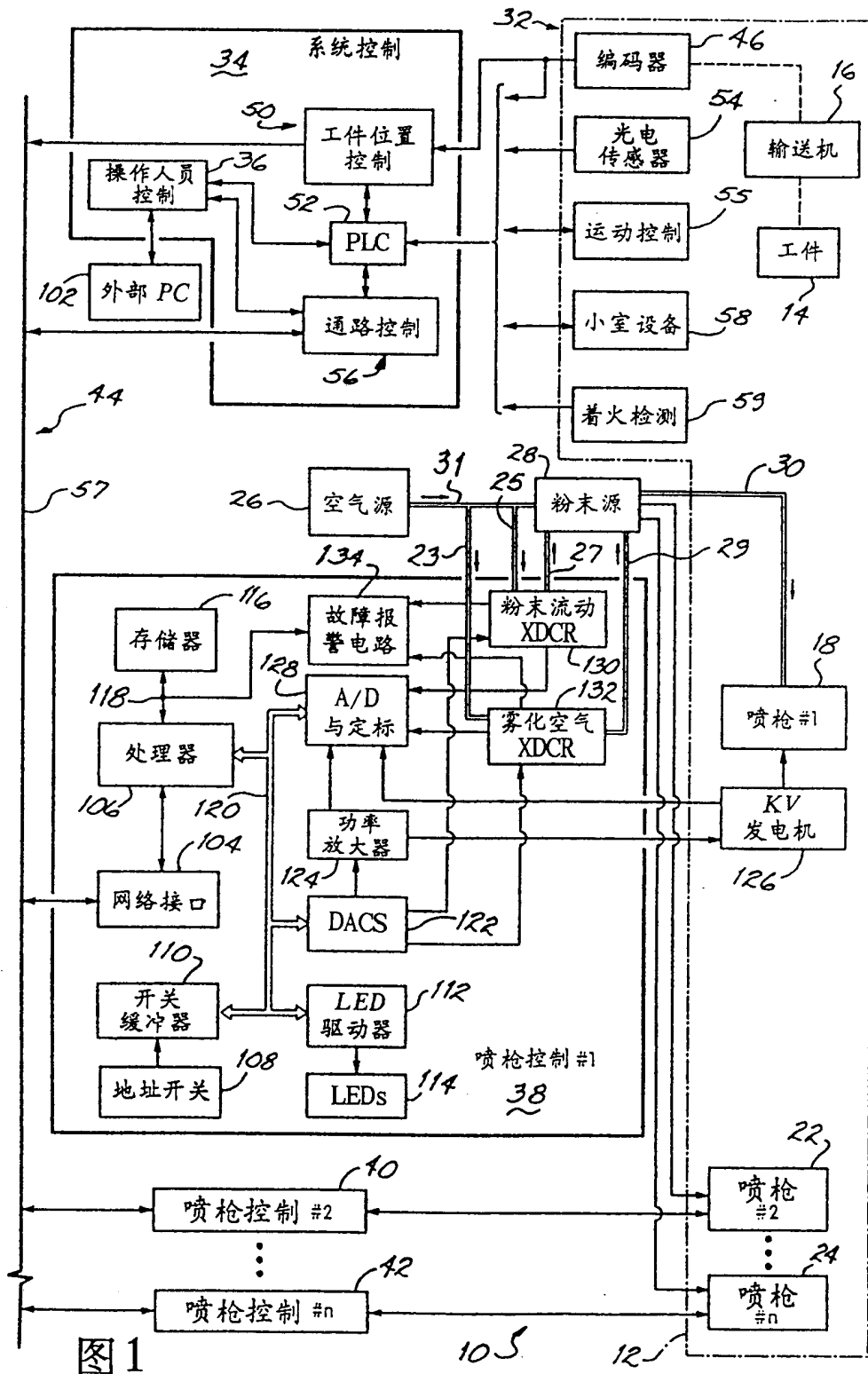
虽然本发明是从相当详细的实施例描述陈述的，但并不旨在限制或从任何方式将权利要求限制在这些细节上。其它的优点与改型已充分地呈现在熟悉本技术者面前。

例如，包括操作人员控制36、工件位置控制50、P L C 52 及通路控制56 的系统控制34 的配置只是一种设计选择而已。这些各式各样的控制所提供的功能可用取决于通信网络44 的性质、各种控制内的处理器的速度及其它技术考虑的不同控制配置来实现。

再者，用于检测工件的物理特征的光电传感器54 的功能可用其它类型的近似传感器或成像设备来实现。此外，提供移动工件的位移增量的编码器46 的功能可用其它位置换能器来实现。再者，由编码器计数的测定值决定的许多功能也可由定时器决定，反之亦然。应当理解，各种控制内的其它部件，诸如提供非易失性存储器的通路控制56 的快速E P R O M 94 也可用其它已知的非易失性存储设备来实现。

此外，虽然当前设想的是通过电线的电通信，但“电通信”也可通过光纤光缆、红外光、射频或其它能在电气设备之间传输信息的装置。

应理解并不旨在将本发明限制在所示出与描述的特定细节上，并且可以脱离这些细节而仍不脱离本发明的精神与范围。



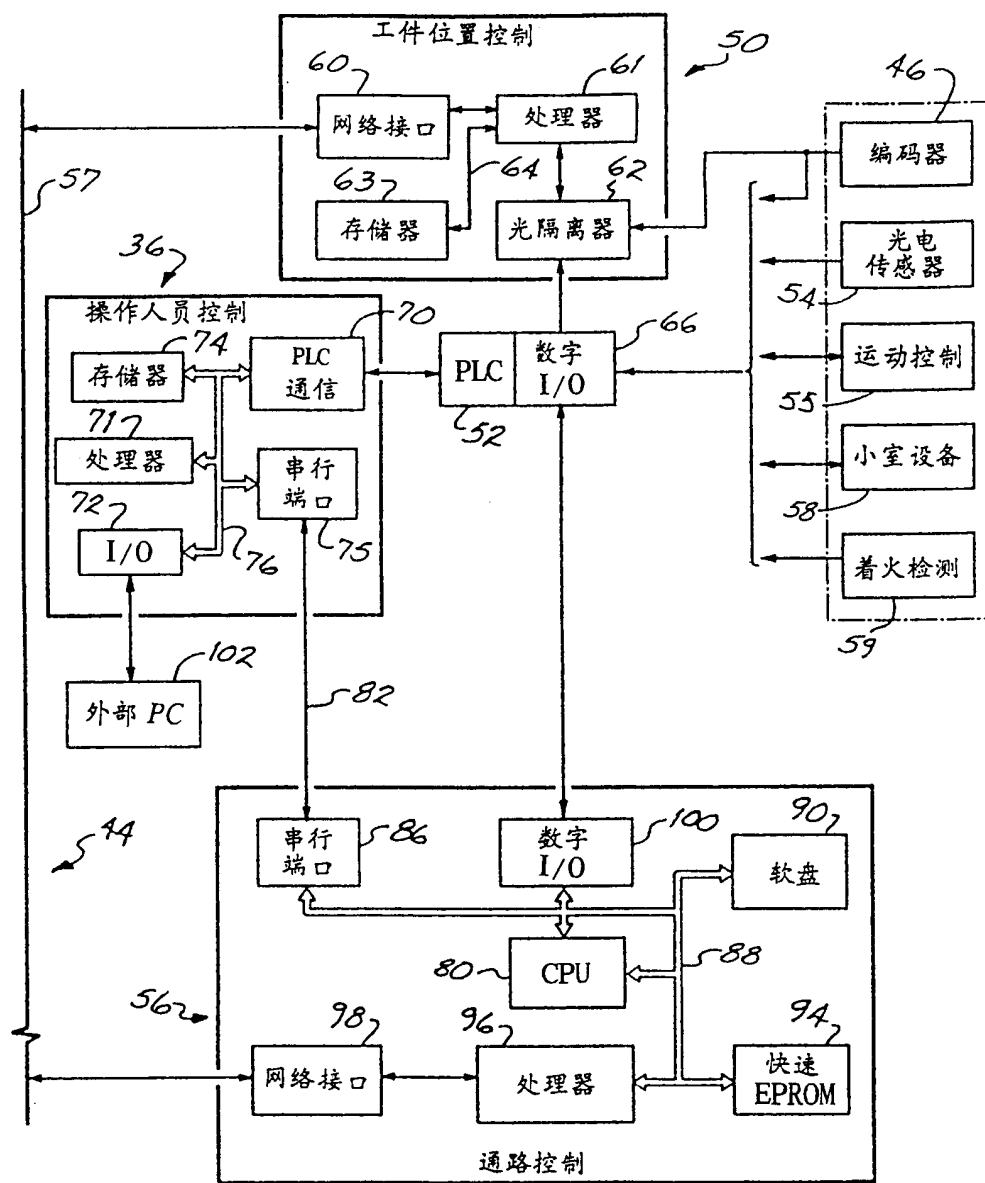
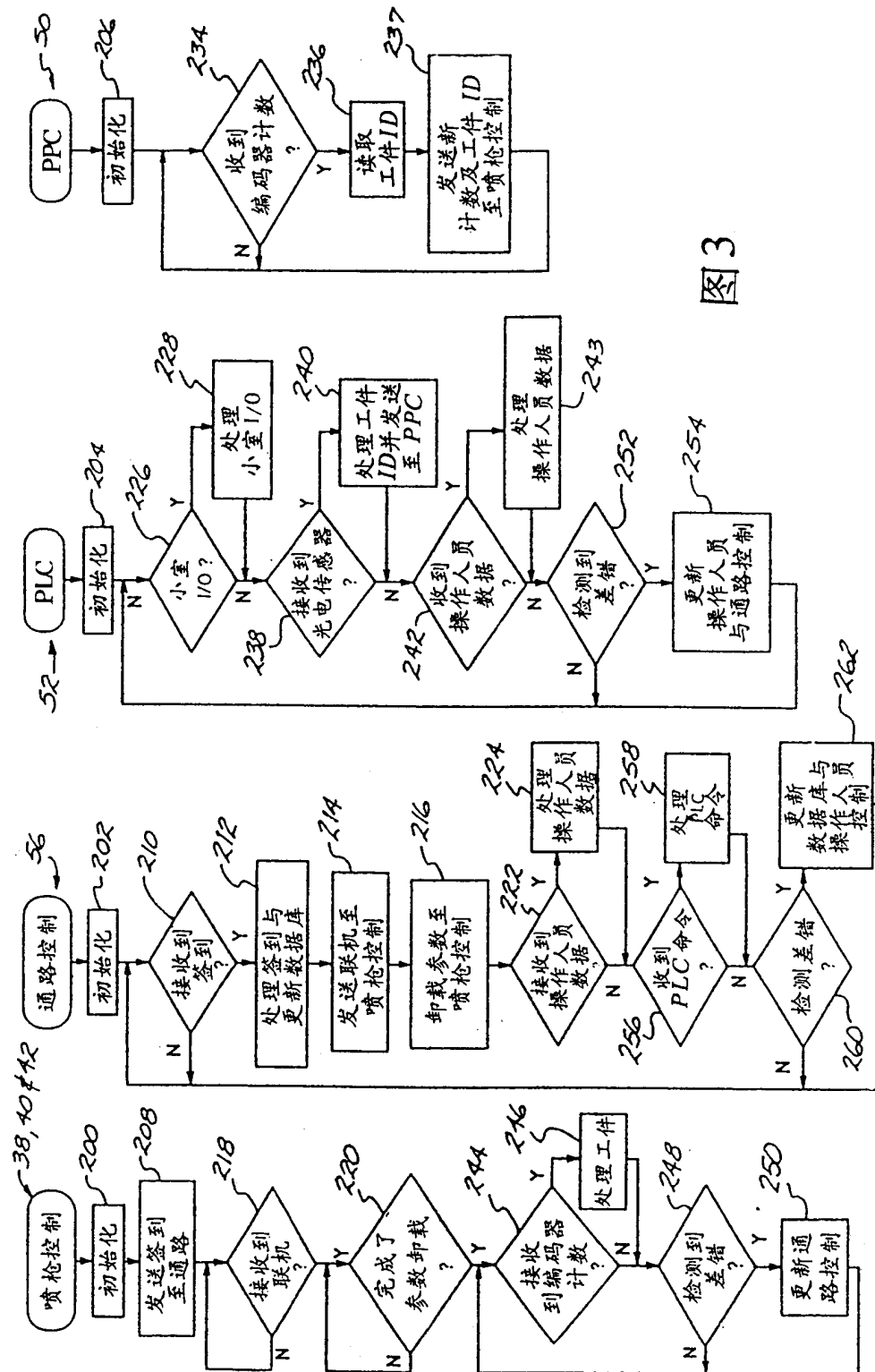


图 2



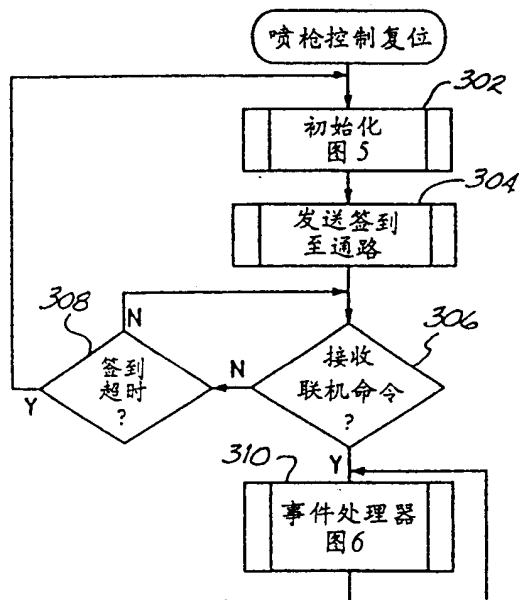


图4

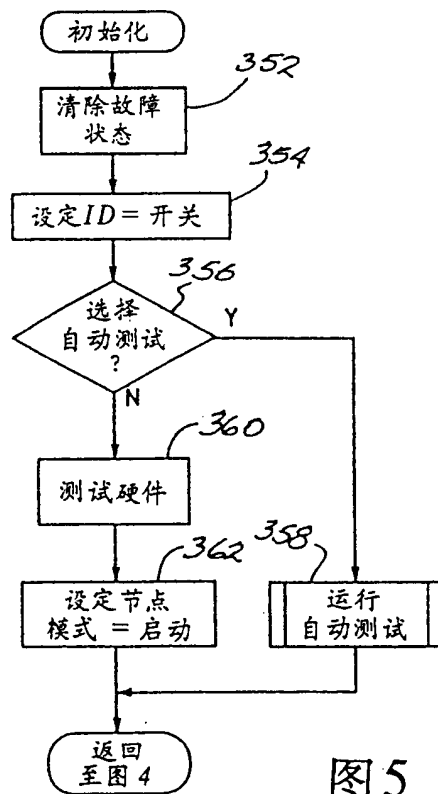


图5

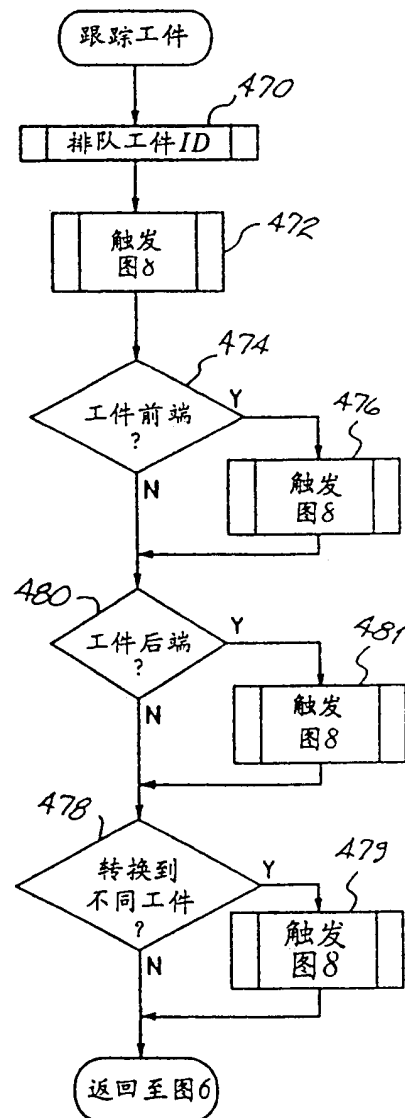


图7

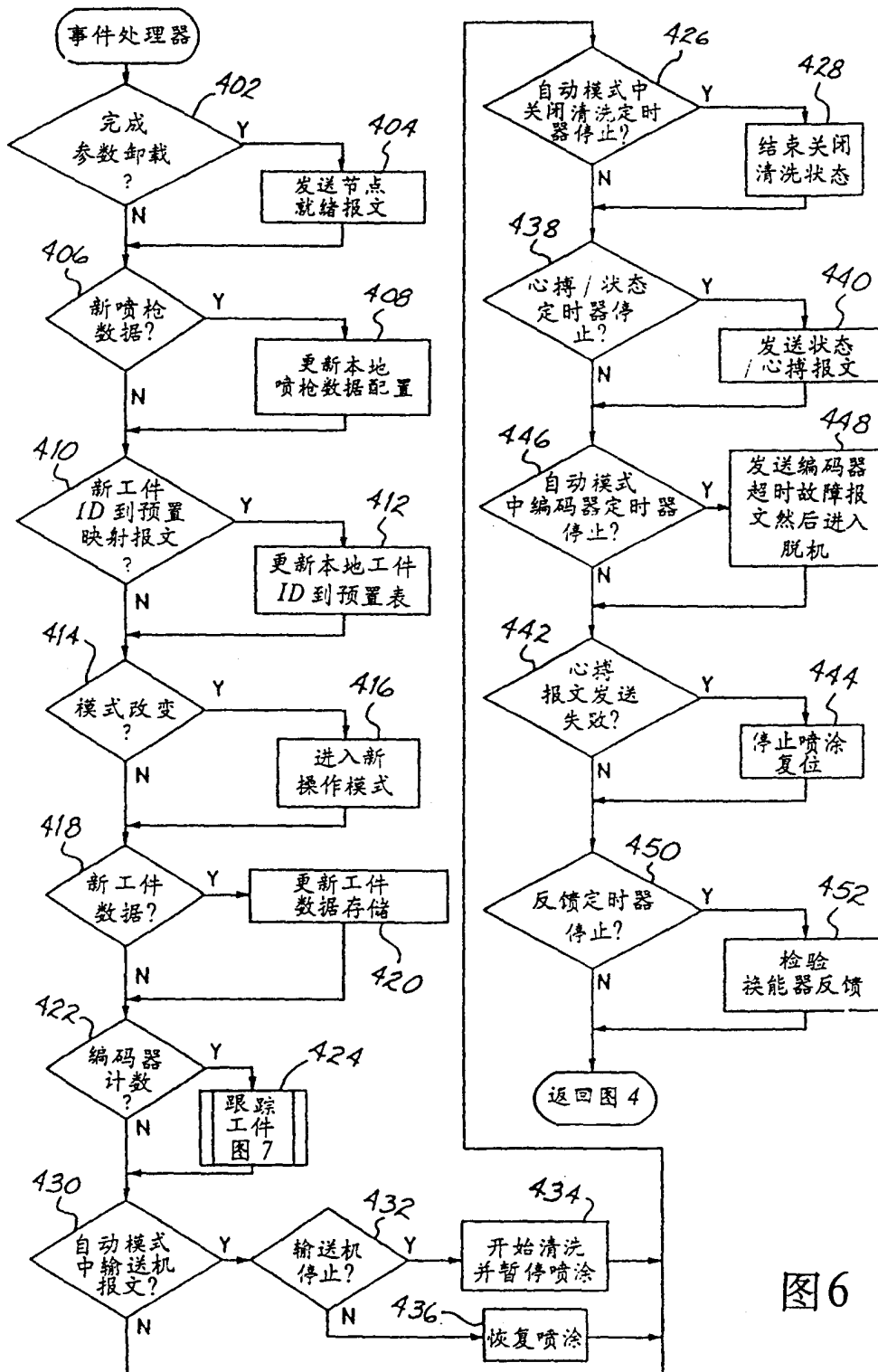
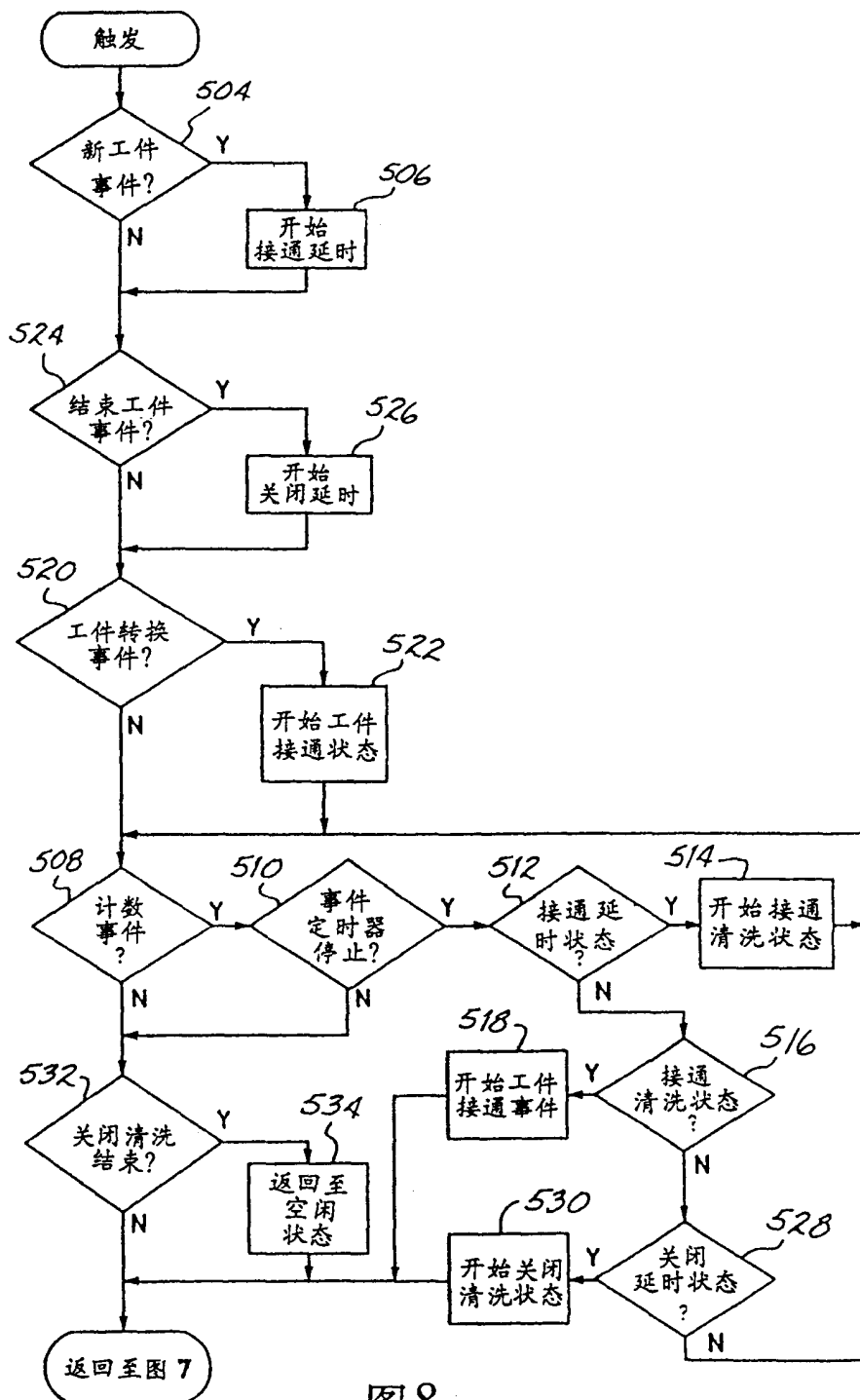


图6



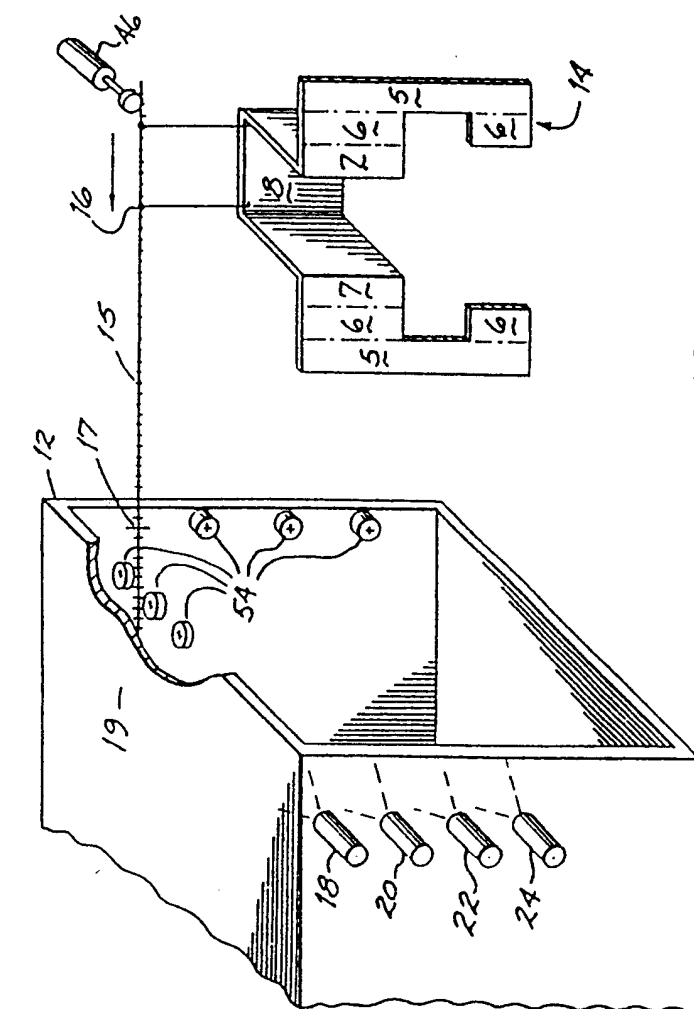
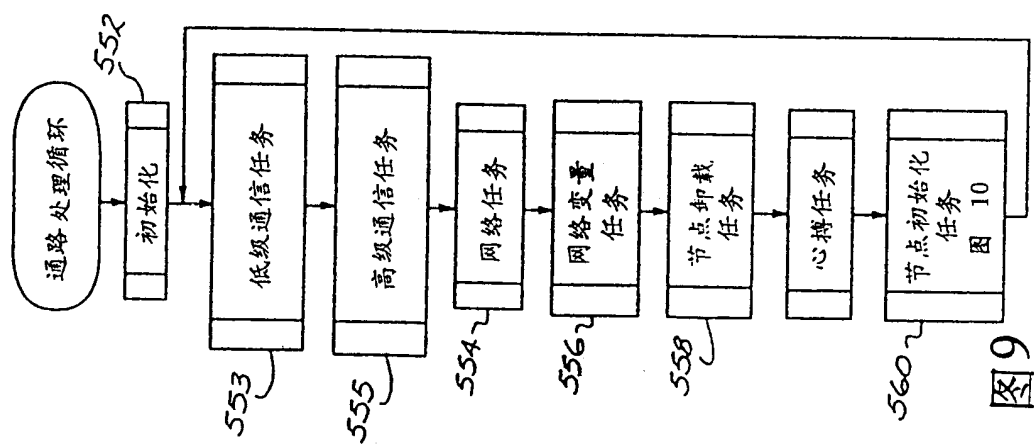


图 12



九

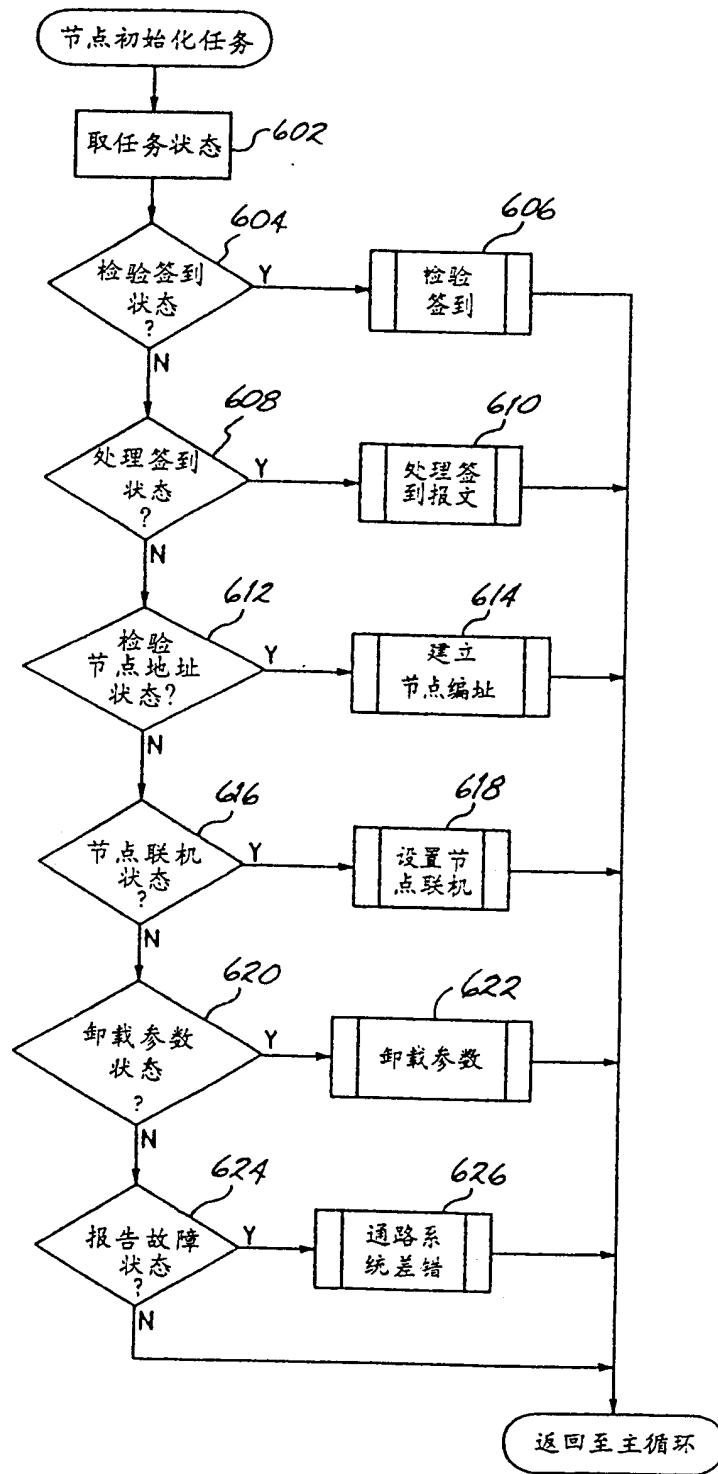


图 10

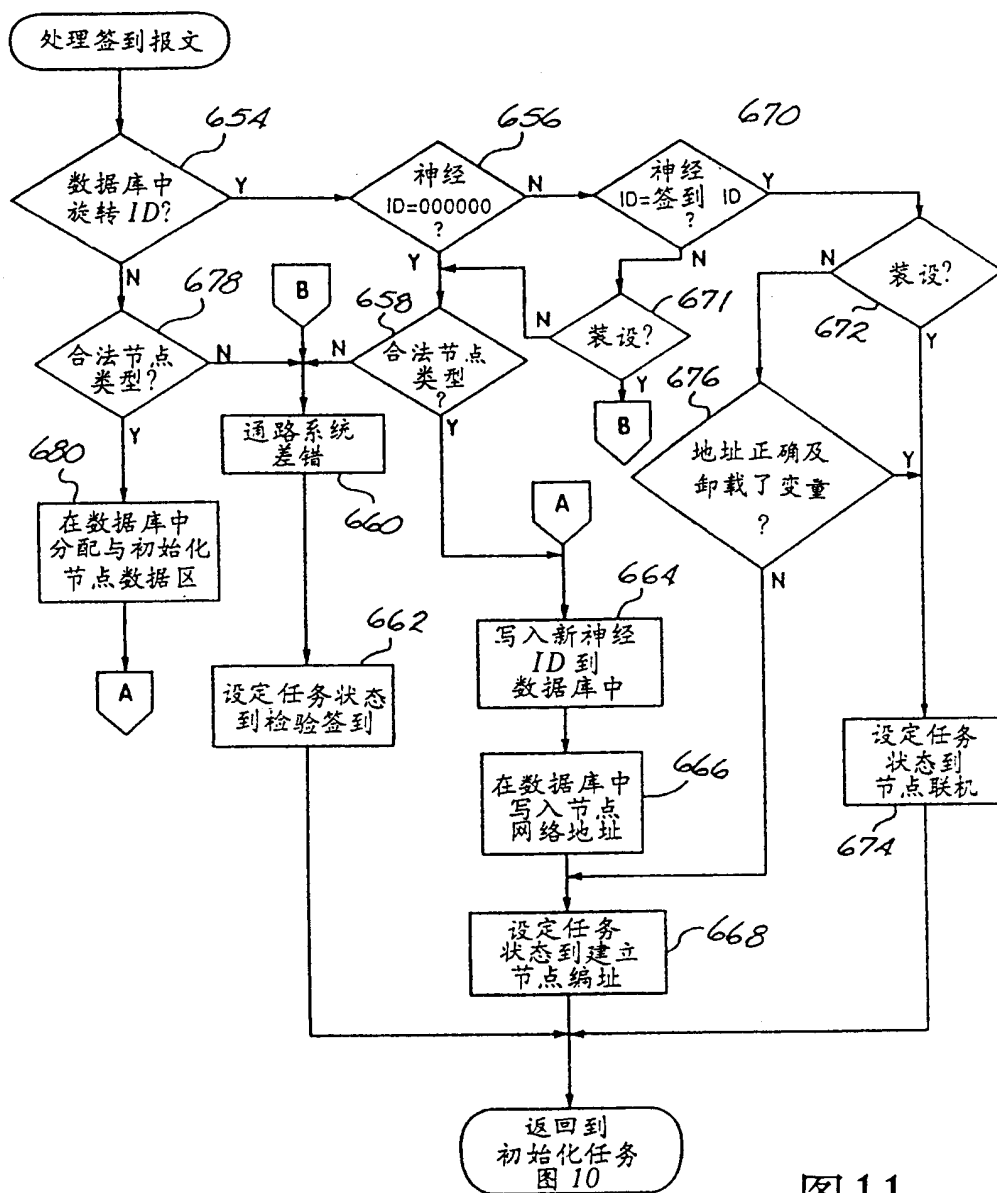


图11