

一种自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人

技术领域

本实用新型涉及自动擦窗机器人技术领域，具体涉及一种自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人。

背景技术

随着现代建筑业的日益发展，高层建筑越来越多，出于采光和减重的考虑，高层建筑往往采用玻璃墙作为外墙面，但玻璃墙要维持最佳透光率，需要经常维护和清洁。目前，市场上主要是采用人工清洁和机械清洁两种方式，人工清洁成本相对较低，且清洁较为干净，但存在安全隐患，且有可能侵犯业主隐私。而目前市面上的自动擦窗机，普遍是单面作业，依靠吸盘或者导轨实现运动，这种方式，作业范围窄，需要不断的通过人工更换其作业面，才能实现大范围清洁，特别是对于部分在玻璃墙之间有钢结构的玻璃，以及建筑物转角处，现有技术基本没有办法处理。对于这些问题，申请号为 201810764483.0 和 201811330277.5 的中国专利，提出了一些跨越障碍的解决方案，但其跨越的方式并不稳定，且未解决转角的问题，适用范围有限，依然离不开人工操作。现有技术对前述问题尚未有任何有更好的解决方案。

实用新型内容

针对上述问题，本实用新型的目的在于提出一种自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人，以满足高层建筑玻璃外墙的全面清洗工作，不仅能够达到传统玻璃墙清洗机的清洗效果，还能实现外墙之间自动翻面和跨越障碍的功能，减少过程中停机时间和人工操作，高效可靠地完成清洁工作。

本实用新型的技术方案是：

一种自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人，包括清洁机构，支架机构、移动机构、吸盘机构、控制系统；

所述支架机构包括至少一根导轨，导轨上连接有至少 2 个（优选为 3 个）移动机构，移动机构包括卡槽、移动机构内安装吸盘机构，吸盘机构包括升降机构和吸盘，所述吸盘连接在升降机构底部，所述卡槽与导轨连接，移动机构内还设有齿轮，齿轮与导轨内侧的齿条啮合，在驱动装置作用下，使移动机构通过卡槽与导轨发生相对运动；所述导轨中部设有翻面装置；

所述清洁机构设置于导轨两端。

说明书

进一步的，所述导轨上设有齿条，所述驱动装置为齿轮和齿轮电机，齿轮与导轨的齿条啮合。

进一步的，在导轨上设有多个限位件，限位件分别设置于移动机构的两端

进一步的，所述翻面装置数量为至少 1 个。

进一步的，所述翻面装置左导轨上安装传动齿轮，右导轨内设置内齿轮，导轨外侧面安装舵机，通过舵机带动传动齿轮旋转，导轨内齿轮与传动齿轮啮合实现角度的旋转，直到与新面墙接触后，吸盘吸紧墙面同时齿轮啮合将剩下的导轨翘直，然后吸盘上水平转轴旋转，即以一个吸盘为原点转动整个机构，将整个机构旋转到新墙面内，吸盘吸牢开始新一轮的清洁作业。

进一步的，所述移动机构数量为至少 2 个，移动机构的数量始终保持比翻面装置多 1 个。

进一步的，所述吸盘机构垂直于导轨，所述吸盘机构内设有接触传感器和负压发生器，接触传感器用于感知吸盘机构与其他物体表面接触，负压发生器用于测试吸盘机构内的吸力，单个负压发生器的最大吸力大于整套自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人的重量，在吸盘上还设有负压传感器。

进一步的，所述吸盘机构主体为金属喇叭口结构的吸盘，吸盘顶部设有吸盘支撑腿，并与升降机构连接，在吸盘边缘设有一圈密封圈，吸盘密封圈为软质密封圈，其带来的倾斜角不超过 5° ，保证吸盘轴线与吸附面在不完全为垂直状态下，也能保持吸附。

进一步的，在吸盘支撑腿上设置有水平转轴和水平转轴电机，水平转轴在工作时，水平转轴电机包括转动圈、小齿轮、大齿轮和内齿轮，将扭矩传递给小齿轮，小齿轮带动啮合的大齿轮旋转，大齿轮带动啮合的内齿轮旋转，从而使转动圈转动实现工作角度的调节，当清洁机器人擦至玻璃边缘时以一个吸盘为原点转动一定角度，继续完成清洁工作。

进一步的，所述清洁机构为至少一个，清洁机构包括外壳、喷液部件、擦洗部件、污染物检测装置，所述外壳与所述导轨连接，喷液部件和擦洗部件设置于外壳上，与吸盘方向相同；所述喷液部件为至少 1 个，每个喷液部件都设有喷射器。

进一步的，所述喷液部件上设有储液器。

进一步的，所述喷液部件设有连接到外部液罐的管线。

进一步的，所述擦洗部件包括多个平行于外壳底面的轴，轴端设有擦洗电机，轴上设有圆柱形擦除物。

进一步的，所述圆柱形擦除物数量为多个，每个圆柱形擦除物之间为间隔设置，相邻两根轴上的圆柱形擦除物设置为并排结构，以此提高清洁效率。

进一步的，所述污染物检测装置为摄像头，摄像头为可转动摄像头，摄像头连接到控制

系统。

进一步的，所述擦除物为海绵、棉布、钢丝刷中的一种或几种。

进一步的，所述导轨两端设有挂绳，挂绳连接到外部的固定位置。

进一步的，所述固定位置设有带有滚轮的转臂，带有滚轮的转臂可在屋顶自由移动，并实现水平转动和上下转动，转臂前端可以调节伸缩长度，以保证机器人悬吊在合适的位置。

进一步的，所述控制系统包括处理器、无线传输装置、电池、电线；所述处理器内部储存有预设程序，所述无线传输装置可与外界收发信号，接受工作指令并反馈检测画面。

一种自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人的清洁方法，包括如下步骤：

1) 将自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人安装到初始位置，并设置好挂绳，如果有外部液罐，还应连接好其外部液罐，此时通过转动吸盘上的水平转轴电机，确保导轨朝向工作方向，通过控制其中 1 个吸盘机构产生吸力，使其固定到玻璃面上；

2) 吸住玻璃面的吸盘所在的移动机构开始运动，通过齿轮电机带动齿轮，在导轨的齿条上施力，带动导轨向待清洁方向运动，运动到最长不超过导轨运动的极限位置后，齿轮停止转动，升降机构下放未吸附的移动机构，然后通过吸盘吸附固定，在此过程中，清洁机构可在运动状态下对玻璃面进行清扫，或在固定状态下进行清扫；

3) 重复步骤 2，按照储存在处理器中的预设程序或通过无线传输装置收到的工作指令的路线进行清洁，完成整个建筑的玻璃面清扫。

进一步的，所述步骤 2 和 3 中，在清扫前通过摄像头判断玻璃面是否存在污垢，清扫后通过摄像头判断是否清楚干净，若判断结果为否，则重复清洗，直到清洗达标，再进行下一步。

一种自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人的自动翻面方法，包括如下步骤：

1) 当自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人运动到玻璃面转角处时，将所有的升降机构都抬升至一定高度，此时将其中一端的吸盘移动到靠近玻璃面转角处，并通过其吸盘与玻璃面吸紧，其他移动机构的吸盘依然保持此高度处；

2) 通过已经固定的吸盘所在的移动机构，将导轨向转角处外侧方向移动到此段导轨的末端，然后将另一端的移动机构中的吸盘下放，通过此吸盘吸附玻璃面，并接触此前吸附玻璃面的吸盘吸力并升起，然后开启吸附住玻璃面的吸盘所在的移动机构的齿轮电机，使其驱动导轨进一步向前运动至本段导轨极限；然后通过翻面装置实现翻转；

3) 完成翻面过程的剩余步骤。

一种自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人的跨越障碍方法，包括如下步骤：

1) 当装置遇到玻璃面之间设置的障碍物，将所有的升降机构都抬升至超过障碍物的高度，

说明书

此时将其中一端的吸盘移动到靠近玻璃面障碍物处，并通过其吸盘与玻璃面吸紧，其他移动机构的吸盘依然保持超过障碍物的高度；

2) 通过已经固定的吸盘所在的移动机构，将导轨向转角处外侧方向移动到此段导轨的末端，然后将另一端的移动机构中的吸盘下放，通过此吸盘吸附玻璃面，并接触此前吸附玻璃面的吸盘吸力并升起，然后开启吸附住玻璃面的吸盘所在的移动机构的齿轮电机，使其驱动导轨进一步向前运动至本段导轨极限；然后下放跨越过障碍物的导轨上的移动机构的吸盘机构，吸盘机构上的接触传感器感知到已经接触转角后的玻璃面时，启动负压发生器，对玻璃面进行吸附，负压传感器监测到此吸盘的负压已经能承担整个装置重量后，将吸附在前一玻璃面的吸盘泄压并上移，然后启动吸附在障碍物后玻璃面的移动机构的齿轮电机，带动导轨移动，使整个自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人都进入新的玻璃面。

本实用新型的有益效果是：

1、与现有技术相比，该自动翻面和越障的玻璃清洁机器人，能够通过摄像头判断待清洁区域的污垢，并反馈生成指令，让清洁机构进行清洁，在过程中通过喷头和擦洗部件共同作用，能确保有效清洁顽固污垢，直到污垢清除；

2、在满足清洁需求的基础上，解决了市面上擦窗机器人不能翻越窗框等障碍和不能翻面清洁玻璃的问题，使其能够全过程不间断的工作，完成整个玻璃面的清洁，无需过程中通过其他方式来安装到新的工作位置，节约时间，提高效率，同时减少人工操作，降低安全风险，且所采用的翻面机构设置于导轨上，并让导轨上的移动机构分段运动，节省了安装空间，减少了机器人重量，使单个吸盘能更容易固定整套机器人；

3、通过设置至少 1 个翻面机构，能实现大范围的角度转动，适应不同的玻璃面；

4、在吸盘上设有水平转轴，便于调节位置和角度，甚至可以在某些情况下通过水平转轴实现跨越障碍物；

5、设置防止坠落的挂绳以及配套的带滚轮的转臂，能够适应机器人运动，并在过程中保证机器人的操作安全。

附图说明

图 1 是本实用新型的可自动翻面和越障的玻璃清洁机器人三维图；

图 2 是图 1 中玻璃清洁机器人的擦板的几种实施方式结构示意图；

图 3 是可自动翻面和越障的玻璃清洁机器人三维图不同转轴转向的步骤示意图，其中 a 和 b 分别为中部和端部的移动机构的旋转示意图；

图 4 是图 3 中转向的回转装置结构示意图；

图 5 是可自动翻面和越障的玻璃清洁机器人正常移动的步骤示意图；

说明书

图 6 是可自动翻面和越障的玻璃清洁机器人越障示意图；

图 7 是翻面机构原理示意图；

图 8 是可自动翻面和越障的玻璃清洁机器人翻面示意图，其中 a 为翻转 30 度的步骤图，b 为翻转 90 度的步骤图，c 为翻转-30 度的步骤图。

附图标记：

1 为清洁机构，2 为移动机构，3 为齿轮电机，4 为限位件，5 为导轨，6 为吸盘、7 为翻面机构、

61 为大齿轮、62 为小齿轮、63 为内齿轮、64 为转动圈、

71 为舵机、

11 为摄像头，12 为储液器；13 为喷射器；14 为清水喷嘴；15 为圆柱形擦除物；16 为圆柱电机。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本实用新型进一步说明。

如图 1 所示，一种自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人，包括清洁机构 1，支架机构、移动机构 2、吸盘机构、控制系统；

所述支架机构包括 2 根导轨 5，导轨 5 上连接有 3 个移动机构 2，移动机构 2 包括卡槽、移动机构 2 内安装吸盘机构，吸盘机构包括升降机构和吸盘 6，所述吸盘 6 连接在升降机构底部，所述卡槽与导轨 5 连接，所述导轨 5 上设有齿条，所述移动机构在与导轨连接处设有滑块，滑块带有驱动装置，所述驱动装置为齿轮和齿轮电机 3，齿轮与导轨 5 的齿条啮合，齿轮电机 3 带动齿轮沿着齿条移动，使移动机构 2 通过卡槽与导轨 5 发生相对运动，在导轨 5 上设有多个限位件 4，限位件 4 分别设置于移动机构 2 的两端，以限定移动机构 2 的最大移动范围；所述导轨 5 上设有 1 个翻面装置，设置于任意 2 个移动机构 2 之间；按照前述配置，整套装置总重量为 15kg。

所述翻面装置左导轨 5 上安装传动齿轮，右导轨 5 内设置内齿轮 63，导轨 5 外侧面安装舵机 71，通过舵机 71 带动传动齿轮旋转，导轨 5 内齿轮 63 与传动齿轮啮合实现角度的旋转，直到与新墙面接触后，吸盘 6 吸紧墙面同时齿轮啮合将剩下的导轨 5 翘直，然后吸盘 6 上水平转轴旋转，即以一个吸盘 6 为原点转动整个机构，将整个机构旋转到新墙面内，吸盘 6 吸牢后开始新一轮的清洁作业。舵机 71 型号为 SM100，额定扭矩 40Kg，位置伺服控制可转动 0-360° 任意角度，PWM 控制模式可恒速控制正反方向连续旋转。

所述吸盘机构垂直于导轨 5，所述吸盘机构内设有接触传感器和负压发生器，接触传感器用于感知吸盘机构已经与其他物体表面接触，负压发生器用于测试吸盘机构内的吸力，单

个负压发生器的最大吸力大于整套自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人的重量，在吸盘 6 上还设有负压传感器。所述吸盘机构主体为金属喇叭口结构的吸盘 6，吸盘 6 顶部设有吸盘 6 支撑腿，并与升降机构连接，在吸盘 6 边缘设有一圈密封圈，吸盘 6 密封圈为软质密封圈，其带来的倾斜角不超过 5° ，保证吸盘 6 轴线与吸附面在不完全为垂直状态下，也能保持吸附。在吸盘 6 支撑腿上设置有水平转轴和水平转轴电机，水平转轴在工作时，水平转轴电机包括转动圈 64、小齿轮 62、大齿轮 61 和内齿轮 63，将扭矩传递给小齿轮 62，小齿轮 62 带动啮合的大齿轮 61 旋转，大齿轮 61 带动啮合的内齿轮 63 旋转，从而使连接在内齿轮 63 外侧的转动圈 64 转动，实现工作角度的调节，当清洁机器人擦至玻璃边缘时以一个吸盘 6 为原点转动一定角度，继续完成清洁工作。

所采用的吸盘 6 为 SAB-100 NBR-3/8-IG 型号，可以承载最大吸附力为 25kg，能稳定的吸附在玻璃面上。升降机构内部可以采用 CM303 型微型液压顶杆实现升降。

如图 1、2 所示，所述清洁机构 1 设置于导轨 5 的两端（在某些实施例情况下也可以设置于侧面）。清洁机构 1 包括外壳、喷液部件、擦洗部件、污染物检测装置。所述擦除物为海绵、棉布、钢丝刷中的一种或几种。所述污染物检测装置为摄像头 11，摄像头 11 为可转动摄像头 11，摄像头 11 连接到控制系统。所述外壳与所述导轨 5 连接，喷液部件和擦洗部件设置于外壳上，与吸盘 6 方向相同；所述喷液部件为 2 个，分为清洁剂喷嘴 13 和清水喷嘴 14，为固定式喷嘴，不需要转向调节角度。

在一些实施例中，所述喷液部件上设有储液器 12，储液器 12 可以设置于喷射器后侧，并通过微型液压泵实现冲洗，一般用于清洁面较少的玻璃面。

在另一些实施例中，所述喷液部件设有连接到外部液罐的管线，管线采用可伸缩波纹软管，其连接处采用快拆接头连接，外部液罐可以设置在建筑物顶部或地面，也可以设置于建筑物的任一墙面，并通过软管连接到喷头部分即可，同时在外部液罐上要设置对应的水泵，以对喷液部件提供喷洒动力，一般用于清洁面较大的玻璃面。

在另一些实施例中，为减轻重量，可以取消喷液部件，直接采用外部喷液的方式对玻璃面进行喷液，本实用新型的清洁机构 1 仅仅做物理清洗。

如图 2，在一些实施例中，所述擦洗部件包括多个平行于外壳底面的轴，轴的方向与导轨 5 保持垂直，轴端设有擦洗电机，轴上设有圆柱形擦除物 15。所述圆柱形擦除物 15 数量为多个，比如一排 4 个，每个圆柱形擦除物 15 之间为间隔设置，其间隔间距略小于圆柱形擦除物 15 的长度，相邻两根轴上的圆柱形擦除物 15 设置为交错结构，确保清除的时候，能够均匀清除，不留死角，圆柱形擦除物 15 外侧设有圆柱电机 16（图中仅示出 1 个圆柱电机 16），圆柱电机型号为 370SH 电机。

说明书

所述导轨 5 两端设有挂绳，挂绳连接到外部的固定装置，所述固定装置设有带有滚轮的转臂，带有滚轮的转臂可在屋顶自由移动，并实现水平转动和上下转动，转臂前端可以调节伸缩长度，以保证机器人悬吊在合适的位置。

在一些实施例中，外部液罐可以与固定装置设置在一起，以提高集成化程度。

所述控制系统包括处理器、无线传输装置、电池、电线；所述处理器内部储存有预设程序，所述无线传输装置可与外界收发信号，接受工作指令并反馈检测画面。处理器采用市面任意清洁机器人芯片即可，如 ARM7 微处理器，无线传输装置采用任意无障碍传输距离不小于 200m 的装置均可，如 HS-PRO-100M 型 wifi 收发装置，电池采用可充电锂电池。

如图 5 所示，采用上述所提供的一种自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人，其清洁方法，包括如下步骤：

1) 在清洗前，根据墙面所存在污垢的情况，判断采用哪种结构的擦洗部件和擦除物最好，并将其安装到清洗机构上（如针对灰尘等易清洁物质，用圆柱形擦除物 15、块状擦除物均可，对于水渍等，用圆盘形擦除物效果较好，对于鸟粪等，需将擦除物更换为钢丝刷），如果有外部液罐，还应连接好其外部液罐，调整好后，将自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人安装到初始位置，通过吸盘 6 固定，并设置好挂绳，此时通过转动吸盘 6 上的水平转轴电机，确保导轨 5 朝向工作方向，通过控制其中 1 个吸盘机构产生吸力，使其固定到玻璃面上；

2) 吸住玻璃面的吸盘 6 所在的移动机构 2 开始运动，通过齿轮电机 3 带动齿轮，在导轨 5 的齿条上施力，带动导轨 5 向待清洁方向运动，运动到最长不超过导轨 5 运动的极限位置后（如果在玻璃面边缘，则无需移动到导轨 5 极限，移动到所需距离即可，清洗装置上的探测装置也要作为测量装置，探测到边缘或障碍物的距离），齿轮停止转动，升降机构下放未吸附的移动机构 2，然后通过吸盘 6 吸附固定，在此过程中，清洁机构 1 可在运动状态下对玻璃面进行清扫，或在固定状态下进行清扫；

3) 重复步骤 2，按照储存在处理器中的预设程序或通过无线传输装置收到的工作指令的路线进行清洁，完成整个建筑的玻璃面清扫。

所述步骤 2 和 3 中，在清扫前通过摄像头 11 判断玻璃面是否存在污垢，清扫后通过摄像头 11 判断是否清楚干净（表面看不到有明显可见异物为止），若判断结果为否，则重复清洗，直到清洗达标，再进行下一步。

如图 8 所示，一种自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人的自动翻面方法，包括如下步骤：

1) 当自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人运动到玻璃面转角处时，将所有的升降机构都抬升至一定高度，此时将其中一端的吸盘 6 移动到靠近玻璃面转角处，并通过其吸盘 6 与

说明书

玻璃面吸紧，其他移动机构 2 的吸盘 6 依然保持最高处；

2) 通过已经固定的吸盘 6 所在的移动机构 2，将导轨 5 向转角处外侧方向移动到此段导轨 5 的末端，然后将另一端的移动机构 2 中的吸盘 6 下放，通过此吸盘 6 吸附玻璃面，并接触此前吸附玻璃面的吸盘 6 吸力并升起，然后开启吸附住玻璃面的吸盘 6 所在的移动机构 2 的齿轮电机 3，使其驱动导轨 5 进一步向前运动至本段导轨 5 极限；然后通过翻面装置实现翻转；

3) 翻面过程有两种方式：

3.1) 当翻面过程中发生移动的导轨 5 上的吸盘机构上的接触传感器感知到已经接触转角后的玻璃面时，启动负压发生器，对玻璃面进行吸附，负压传感器监测到此吸盘 6 的负压已经能承担整个装置重量后，将吸附在前一玻璃面的吸盘 6 泄压，并通过翻面装置，将吸附在前一玻璃面的移动机构 2 的导轨 5 旋转到与后一玻璃面平行的位置，然后启动吸附在后一玻璃面的移动机构 2 的齿轮电机 3，带动导轨 5 移动，使整个自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人都进入新的玻璃面。

3.2) 当翻面过程中发生移动的导轨 5 上的吸盘机构上的接触传感器感知到已经接触转角后的玻璃面时，启动负压发生器，对玻璃面进行吸附，负压传感器监测到此吸盘 6 的负压已经能承担整个装置重量后，将吸附在前一玻璃面的吸盘 6 泄压，并通过翻面装置，将吸附在前一玻璃面的移动机构 2 的导轨 5 旋转到与后一玻璃面平行的位置，然后启动吸盘机构的吸盘 6 支撑腿上的水平转轴电机，带动水平转轴转动，直到整个机构都移动到新的工作面。

如图 8 的 a、b、c 方式均采用上述 3.2 的方式实现翻面，其中 a 为 30 度翻面，通过翻面机构 7 向下旋转 30 度实现翻面的过程，b 为 90 度翻面，通过翻面机构 7 向下旋转 90 度实现翻面的过程（若存在更大的角度，如 150 度的锐角夹角两块玻璃面，依然可以实现翻面），c 为-30 度翻面，通过翻面机构 7 向上旋转 30 度实现翻面的过程（若存在更大的负角度，如-90 度夹角的两块玻璃面，依然可以实现翻面）。

一种自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人的跨越障碍方法，包括如下步骤：

1) 当装置遇到玻璃面之间设置的障碍物（如玻璃面之间连接的栅栏），将所有的升降机构都抬升至高于障碍物高度（考虑到轨道可能出现的挠度，最好是大于障碍物高度至少 2cm），此时将其中一端的吸盘 6 移动到靠近玻璃面障碍物处，并通过其吸盘 6 与玻璃面吸紧，其他移动机构 2 的吸盘 6 依然保持高于障碍物高度；

2) 通过已经固定的吸盘 6 所在的移动机构 2，将导轨 5 向转角处外侧方向移动到此段导轨 5 的末端，然后将另一端的移动机构 2 中的吸盘 6 下放，通过此吸盘 6 吸附玻璃面，并接触此前吸附玻璃面的吸盘 6 吸力并升起，然后开启吸附住玻璃面的吸盘 6 所在的移动机构 2

说明书

的齿轮电机 3，使其驱动导轨 5 进一步向前运动至本段导轨 5 极限；然后下放跨越过障碍物的导轨 5 上的移动机构 2 的吸盘机构，吸盘机构上的接触传感器感知到已经接触转角后的玻璃面时，启动负压发生器，对玻璃面进行吸附，负压传感器监测到此吸盘 6 的负压已经能承担整个装置重量后，将吸附在前一玻璃面的吸盘 6 泄压并上移，然后启动吸附在障碍物后玻璃面的移动机构 2 的齿轮电机 3，带动导轨 5 移动，使整个自动翻面和跨越障碍的玻璃清洁机器人都进入新的玻璃面。

根据上述描述，本实用新型所采用的各零部件数量，可以根据实际需要调整，如移动机构 2、导轨 5、翻面机构 7 的数量等，当数量调整后，其质量也相应变化，所选择的各种电机和吸盘 6 所承担的重量也对应变化。

以上所述，仅是本实用新型的较佳实施例而已，并非对本实用新型作任何形式上的限制，虽然本实用新型已以较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本实用新型，任何熟悉本专业的技术人员，在不脱离本实用新型技术方案范围内，当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，但凡是未脱离本实用新型技术方案的内容，依据本实用新型的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本实用新型技术方案的范围内。