

[建筑电气]

一种可自发电伺服驱动的高层火灾逃生装置研究与设计

文/浙江德欧电气技术股份有限公司 潘安远 凌文锋

嘉兴学院机电工程学院 张今朝 徐祝青 谭春旺

针对高层建筑火灾逃生问题，提出了一种可自发电驱动的高层火灾逃生装置，本装置以人自身的重力为驱动力，通过滑轮组和行星型齿轮组带动直流发电机发电，直流发电机向电磁制动器和自动控制电路供电，以保持正常运行，形成伺服驱动，直到被困人员安全着陆。

高层建筑（10层及10层以上的住宅或超过24m的公共建设）防火救灾直接关系到人民群众的生命财产安全和社会稳定。我国现存的高层建筑均采用通用型，有助于防火救灾及逃生的建筑思路。尽管如此，因消防设置欠缺、装修材料隐患和居民防火意识薄弱等多重因素，近年来高层建筑火灾发生的次数仍在增加，危害和损失越来越大。高层建筑因其自身特点，火灾扑救难度远大于普通建筑，主要原因有：登高难度大，不易接近着火点；烟雾毒气大，且排烟困难；用水量大，供水困难。

针对高层建筑火灾发生后的逃生问题，早在20世纪80年代，日本研制出了世界上第一套高楼逃生缓降器，在一定程度上解决了高楼遇险逃生的难题；后续美国、澳大利亚等国家对逃生缓降器进行了更为深入的研究，目前其开发及应用水平处于世界领先水平。与此同时，其他国家也发明了各种火灾逃生装置，如英国的尼龙膜

充气袋、德国的逃生艇、中国的双吊篮高层建筑火灾逃生装置和高楼逃生器等。

目前国内外的高楼逃生器主要有以下几种形式：①包角加手控式。此类专利是设法增加钢丝绳与轮之间的包角，使得钢丝绳与钢丝轮之间的摩擦力增加。另外，再利用手控装置，进一步调节下降速度的快慢。②间歇冲击式。间歇冲击式是通过间歇撞击来消耗能量，它要求主动件与从动件之间压力角和摩擦力尽可能大，但不能自锁。③液体流动阻尼式。液体流动阻尼式是利用液体流动阻尼把人体势能转化成液体热能，以达到降低下降速度的目的。

新型逃生装置构架

本逃生装置整体构架设计如图1所示，采用的构架有装置框架、滑轮组、传动带、NGW型行星型齿轮组、直流发电机、电磁制动器、控制电路、蓄电池、传送带和联轴器等。

采用的方法和主要的研究内容有：

1) 安装本逃生装置场所选择。根据国家相关建筑施工技术规范，确定合适的场所。根据现有建筑物的不同结构，可灵活选择安装场所，不需改变建筑物原有结构；

基金项目：

浙江省科技厅重点研发科技项目（2019C01040）

浙江省基础公益性研究计划项目（LGG19E070005）

2020年地方高校国家级大学生创新训练计划项目（202010354002）

嘉兴学院2019年度SRT项目（CD8517193020）

避开火灾时所产生的烟囱效应的通道,并设立相关设备,在烟囱效应产生时改变烟火流通方向,避免安装装置周围弥漫大量烟火。

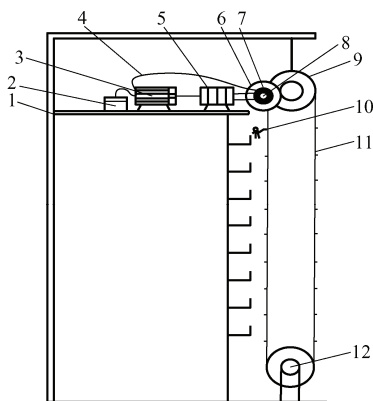


图1 装置整体构架

1—框架 2—备用蓄电池 3—直流发电机 4—连接线
5—行星齿轮组 6—制动轮（滚轮） 7—电磁制动器 8—转轴，
9、12—定滑轮组 10—逃生挂钩 11—传送链

2) 研究可自发电驱动的逃生装置。以人体下降时的重力作为驱动力,以直流发电机产生的电能作为电源。如人体下降的速度不足以使发电机发出足够的电量,此时需要用到 NGW 型行星型齿轮组按传动比 1:8 增速,增大直流发电机的发电量,使其能够同时为电磁制动器和自动控制电路供电。同时装置需备有一个蓄电池,以防发电机发电量不足。

控制电路设计

本装置的速度控制主要由控制电路完成,包括速度反馈部分、运算处理部分和开关控制部分。速度反馈部分由光电效应式速度传感器组成,本装置可选用透光型光电式传感器,如图2所示。该类型传感器主要

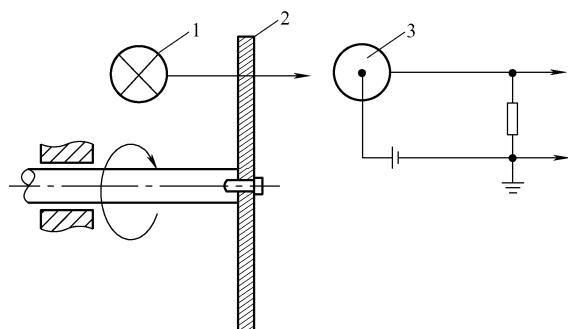


图2 光电传感器

1—发光管 2—信号盘 3—光敏晶体管

由发光二极管和光敏晶体管组成,当带有孔隙的信号盘转动时,由发光二极管发出的光间断性照射在光敏晶体管上,光敏晶体管对光的敏感性极强,当有光照射到光敏晶体管上时,光敏二极管产生电压,当光被信号盘上不带孔的部位遮挡住时光敏晶体管电压为零。

运算处理部分主要由单片机和其附属电路组成,本装置可选用 STM32 单片机,该单片机是 32 位低功耗的高速 MCU,具有较高的性价比。

STM32 单片机的最小系统主要由电源、复位、时钟、调试接口和启动组成。电源部分的输入端和输出端加装滤波电容,能够兼顾到电源自身的波动性和系统的稳定性。此外电源端口的滤波电容,起电源滤波作用,提供给单片机更稳定的电源。

时钟部分主要由晶振和起振电容组成,在本电路中接了一个 8 MHz 的高速外部时钟和一个 32.768 kHz 的外部低速时钟;无源晶振需要在晶振的两侧外接两个起振电容,使晶振两端的等效电容等于或接近于负载电容,起到一定的滤波作用,滤除晶振波形中的高频杂波。

STM32 有两种调试接口, JTAG 和 SWD,在本设计中可用 JLINK V8 下载器,使用 SWD 接口下载调试,只需要使用 5 个引脚: VCC、GND、RST、SWDIO 和 SWCLK,其中 RST 是芯片上的复位引脚, SWDIO 是 PA13 引脚, SWCLK 是 PA14 引脚。这 5 个引脚分别于 JLINK V8 上的 20PIN 插针 PIN-1、PIN-10、PIN-15、PIN-7 和 PIN-5 相对应。

运算处理后电磁继电器的驱动电路中,三极管 VT1 的基极接到单片机 PB8 引脚,三极管的发射极接到电磁继电器线圈的一端,线圈的另一端接到 +5 V 的电源上;电磁继电器线圈的两端并联一个二极管 IN4148,用于吸收释放电磁继电器线圈断电时产生的反响电动势,防止反向电势击穿三极管 VT1 及干扰其他电路; R1 和发光二极管 VD2 组成一个电磁继电器状态指示电路。其驱动原理是当 STM32 单片机的 PB8 引脚输出低电平时,三极管 VT1 饱和导通, +5 V 电源加到电磁继电器两端,电磁继电器吸合,相当于开关闭合,使得电磁制动器处于工作状态;当 PB8 引脚输出高电平时,三极管 VT1 截止,电磁继电器线圈两端没有电位差,衔铁释放,相当于开关断开,使得电磁制动器处于不工作状态。

开关控制部分由电磁继电器组成,本装置可选用 5 V 电磁继电器,电磁继电器主要由触头簧片、衔铁、线圈和铁心等部件组成。当线圈两端没有施加电压时,线圈没有产生磁力,弹簧的拉力使公共触头与常闭触头接触,此时被控电源与用电器没有接通,用电器不工作;当线圈两端施加一定的电压时,线圈电流使铁心产生磁力将衔铁吸下去,从而使公共触头与常开触头接触,从而使得被控电源与用电设备接通,用电器负载开始工作。采用电磁继电器作为开关控制部分的优点是,控制电路与被控电路是相互绝缘隔离的,因此被控电路即使有高压大电流也不会影响控制系统,与光电耦合隔离前后级电路的效果相同。

综上速度反馈、运算处理和开关控制三部分,本装置的控制电路工作流程图如图 3 所示。

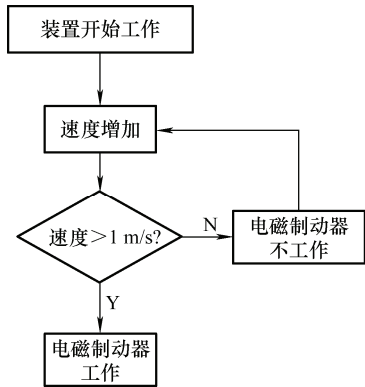


图 3 控制电路工作流程图

逃生装置的运行过程

本高层火灾逃生装置能在断电后自发电驱动使用,并控制下降速度安全着陆。当发生火灾时,被困人员穿戴逃生衣,并将逃生衣上的挂钩挂在传送链的逃生挂钩上。装置以人自身的重力为驱动力,通过传送链带动上下定滑轮转动,再通过制动轮带动制动轮(滚轮)转动。制动轮(滚轮)与电磁制动器和 NGW 型行星型齿轮组连接在同一个转轴,传动比为 1:8 的 NGW 型行星型齿轮组带动 24 V 直流发电机发电,直流发电机向 24 V 电磁制动器和自动控制电路供电。当下降速度超过设定值(1 m/s)时,自动控制电路发出信号,电磁制动器开始制动降低下降速度,当下降速度在安全范围内时,电磁制动器不工作,直到被困人员安全着陆。

本试验采用的方法是:不考虑齿轮传动比及其损耗,采用 1.5 kW 直流发电机带传动机构运行,并同时用转速表测电机的转速 n ,然后用万能表测发电机的输出电压 U 。试验一共测量两组数据,一组是发电机空载时的数据,另一组是连接电磁制动器后的数据。试验后两组数据分别见表 1 和表 2。

表 1 空载时发电机输出电压 U 与转速 n 的关系

转速 n / (r/min)	60	120	180	240	300	360	420	480
电压 U / V	3.0	6.0	8.6	12.1	14.5	17.4	20.3	22.5

表 2 带负载时发电机输出电压 U 与转速 n 的关系

转速 n (r/min)	60	120	180	240	300	360	420	480
电压 U (V)	2.4	4.7	7.0	9.8	12.1	14.1	16.1	18.2

从表 1、表 2 的数据中可看出,输出电压 U 与转速 n 之间呈一定线性关系,然后利用 MATLAB 进行一阶拟合。空载时发电机输出电压 U 与转速 n 的拟合程序为:

>> x=[60,120,180,240,300,360,420,480];

```
>> y=[3.0,6.0,8.6,12.1,14.5,17.4,20.3,22.5];
>> p=polyfit(x,y,1)
>> plot(x,y,'o',x,polyval(p,x))
>> xlabel('转速 n (r/min)')
>> ylabel('电压 U (V)')
```

结果为:

$p =$

0.0470 0.3643

可得出发电机空载时输出电压 U 和转速 n 的线性关系为 $U = 0.0470n$, 如图 4 所示。

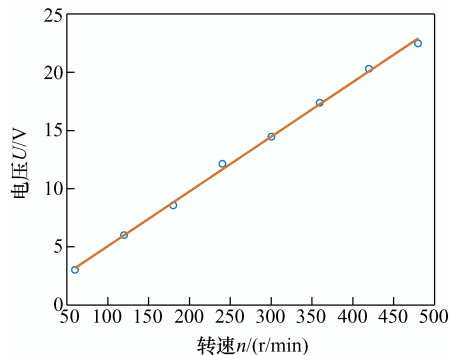


图4 空载时发电机输出电压 U 与转速 n 关系图

带负载时发电机输出电压 U 与转速 n 的拟合程序为:

```
>> x=[60,120,180,240,300,360,420,480];
```

```
>> y=[2.4,4.7,7.0,9.8,12.1,14.1,16.1,18.2];
```

```
>> p=polyfit(x,y,1)
```

```
>> plot(x,y,'o',x,polyval(p,x))
```

```
>> xlabel('转速 n (r/min)')
```

```
>> ylabel('电压 U (V)')
```

结果为:

$p =$

0.0379 0.3071

可得出发电机连接负载时输出电压 U 和转速 n 的线

性关系为 $U = 0.0379n$, 如图 5 所示。

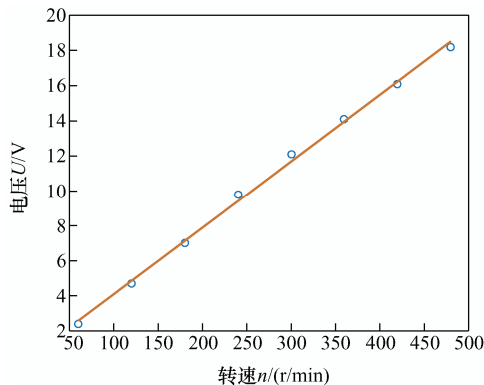


图5 带负载时发电机输出电压 U 与转速 n 关系图

从以上结果可以看出,在不同工况下,发电机运行时 $n-U$ 之间呈线性关系,说明在逃生器运行过程中可以保证电压与转速之间线性可控制,完全能满足逃生器安全运行的条件。

结束语

本装置主要针对高层建筑火灾逃生难题,主要应用定滑轮组、传送链、行星型齿轮组、直流发电机和电磁制动器等,设计了一种可自发电驱动制动的新型逃生装置。本装置可以在高层建筑发生火灾断电后继续使用,通过控制电路设定被困人员逃生时安全下降的速度。本装置应用广泛,安装简易,构造直观实用,且对被困人员逃生的操作要求低,逃生率高。EA

(收稿日期:2021.02.20)

Han® S 赋予用户整套的电缆组件储能设备的预制接口降低现场布线成本

能源效率是浩亭关注的主题,技术集团为此提供了特定的解决方案:浩亭利用 Han® S 开发的系列连接器可让用户在电池模块基础上构建储能系统。Han® S 也是浩亭专为前置储能系统设计开发的第一款连接器。为了进一步缩短安装时间和减少现场所需的布线量,浩亭现在将接口与根据各应用量身定制的预制电缆组件融为一体。

Han® S 设计可满足固定式储能系统全新 UL 4128 标准(目前市场上的最高标准要求)等所有技术要求,能够为电池存储系统的构建提供最佳安全性。

单芯连接器不但非常适合用于储能设备的前置抽屉,而且在 1500 V 电压下还可传输高达 200 A 的额定电流。手指保护型插针可使用不同方式连接(M8 螺栓或母线),并且用户可通过目测检查锁定

状态,这些特点让该连接器能够确保安装的安全性。另外该产品还具有防振功能,并提供红色(+)和黑色(-)两种不同颜色。Han® S 采用的机械编码系统还可以避免正负极连接错误。该功能让新型连接器成为连接大批量电池模块的理想解决方案。(来源:浩亭)



图 Han® S 连接器可以让您将电缆组件随时投入使用