

# The Research of the Super Capacitor as a Back-up Power for Elevator Flat Layer's Emergency Device

ZOU Jie-long<sup>1</sup>, WANG Qing-ping<sup>1,2</sup>, WANG Wei-ping<sup>1,2</sup>

1. Institute of Applied Technology, Kunming University of Science and Technology, Kunming, China, 650093;

2. Institute of Mechanical and Electrical Engineering, Kunming University of Science and Technology Kunming, China, 650093.

1. 845799339@qq.com, 2. wqpkmust@163.com.

**Abstract:** The article introduces an application of the super capacitor as a back-up power supply for the elevator flat layer's emergency device in our daily life. Super capacitor is used for the back-up power in the automatic relief devices in that it is of low cost, environmentally-friendly, with long service life, easily maintained and of high rescue efficiency and so on. At the same time, with the demonstration of the model elevator, it also introduces how to control the model elevator, how to choose the type of super capacitor, super capacitor charging and discharging circuit and the elevator power failure detection. Likewise, it elaborates on the hardware circuit and software flow diagram respectively. At last, the paper also shows the inverter process using super capacitor for back-up power in the real elevator and gives the related calculation of inverter process and the super capacitor group selection, which are based on the model elevator.

**Keywords:** elevator emergency devices; model elevators; super capacitors

## 基于超级电容器作备用电源的电梯平层应急装置研究

邹杰龙<sup>1</sup>, 王庆平<sup>1,2</sup>, 王伟平<sup>1,2</sup>

1. 昆明理工大学 应用技术学院 昆明 中国 650093;

2. 昆明理工大学 机电工程学院 昆明 中国 650093.

1. 845799339@qq.com, 2. wqpkmust@163.com.

**【摘要】**本文介绍了超级电容器作为备用电源，在电梯平层应急装置中的应用。超级电容器作为备用电源的自动救援装置，具有成本低，绿色环保，使用寿命长，无需拆卸保养，救援效率高等优点。同时，在模型电梯的基础上，具体介绍了模型电梯运行控制，超级电容器的选型，超级电容器充放电电路，模型电梯断电检测几个方面的内容，并分别从硬件电路、软件程序流程两方面进行了阐述。最后，基于研究的模型电梯，给出了实际电梯中用超级电容器作备用电源的逆变过程、逆变过程的相关计算及超级电容器组选型。

**【关键词】**电梯应急装置；模型电梯；超级电容器

### 1 引言

随着经济的发展和社会的进步，各地高层建筑不断增多，使得电梯的数量及其使用也日益增加。电梯作为垂直交通运输代步工具，与人们的工作和生活息息相关。可以说电梯已经成为城市物质文明的一种标志。

安全性、舒适性和运输效率是电梯的三大技术指标。其中安全性居首位<sup>[1]</sup>。在电梯运行中，不可避免的发生电网停电或电气故障，造成电梯没有到平层而中止运行，使得乘客或物品滞留在轿厢中。不但影响电梯的正常运行，对乘客身心造成损害，扰乱正常的生活工作秩序，甚至还会造成伤亡事故。

考虑以上情况，基于超级电容器作备用电源的电

梯故障自动救援装置应运而生。在传统的蓄电池做备用电源的设计中，存在电池充电时间长，使用寿命短，长时间没有使用电解液会凝固，导致电池无法继续使用的问题；柴油发电机拆卸麻烦，污染环境，噪声大，装置质量过重；而基于超级电容器作为备用电源的电梯自动救援装置，其成本低，绿色环保，使用寿命长，无需拆卸保养，充电迅速且不存在过充问题，瞬间放电，救援效率高，近而大大提高了电梯的安全性能。

### 2 总体方案

由于条件有限，本设计不是以实际电梯为平台而是基于模型电梯来进行的。首先，构建模型电梯，从硬件和软件两方面，保障电梯的正常运行。其次，在模型电梯正常运行的情况下，测量模型电梯的相关参

数，如工作电压、工作电流等。再次，根据模型电梯参数，进行超级电容器的选型。然后，设计超级电容器的充放电电路，使其能够实现自动充放电。最后，反复实验、调试，直至符合实验要求。

## 2.1 电梯运行控制

### 2.1.1 硬件设计

模型电梯的硬件电路如图1所示。

正常运行的电压范围是9-12V，工作电流210mA，峰值电流670mA，模型电梯楼层为四层，可以正常在四层间进行移动，从一楼移动到四楼耗时20s。

在供电正常时，电梯应急设备被旁路，电能直接供给电梯系统。电梯控制系统控制曳引机转动，通过曳引轮与钢丝绳之间摩擦力的作用，带动轿厢和对重装置作相对运动。通过对曳引电动机转向的控制，就可实现对轿厢运行方向(升、降)的控制<sup>[2]</sup>。

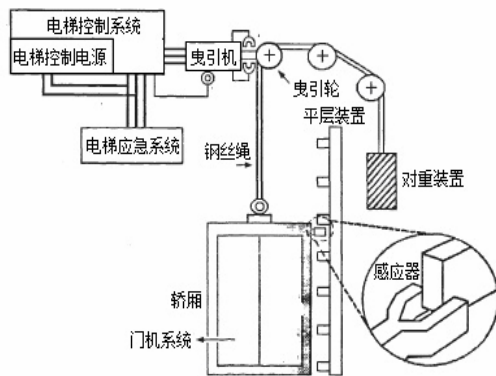


Figure 1. The structure of model elevator  
图1. 模型电梯结构

图1为模型电梯结构示意图。经过测试此电梯在供电正常时，电梯应急设备被旁路，电能直接供给电梯系统。电梯控制系统控制曳引机转动，通过曳引轮与钢丝绳之间摩擦力的作用，带动轿厢和对重装置作相对运动。通过对曳引电动机转向的控制，就可实现对轿厢运行方向(升、降)的控制。

### 2.1.2 软件设计

在模型电梯中，电梯的运行控制是基于C语言的单片机实现的。总体流程图如图2所示。电梯在无人使用时，处于等待状态。外界按键后，电梯初始化，确认本层与目标层，如果本层与目标层相同，则直接开门。

如果不同，电梯则进行选向，启动后运行至目标层。确认到达目标层后，开门，延时，释放乘客，关门。如此循环检测，重复上述动作。

## 2.2 超级电容器组的选型

根据上述模型电梯硬件的相关参数，可以选择合适的超级电容器型号。由已知条件，一般超级电容器漏电量远小于工作电流，忽略不计，为了保证电梯瞬间启动，则掉电时超级电容器上流过的电流 $I=670\text{mA}$ ；由于一般的能量型超级电容器的 $R_{es}$ 很小，只有 $10^{-3}\Omega$ 数量级，所以可以忽略 $I \cdot R_{es}$ 项。

$$dV = 12 - 9 = 3V$$

则容量C为：

$$C = \frac{I \cdot dt}{dV - I \cdot R_{es}} = \frac{670 \times 10^{-3} \times 20}{3} = 4.5F$$

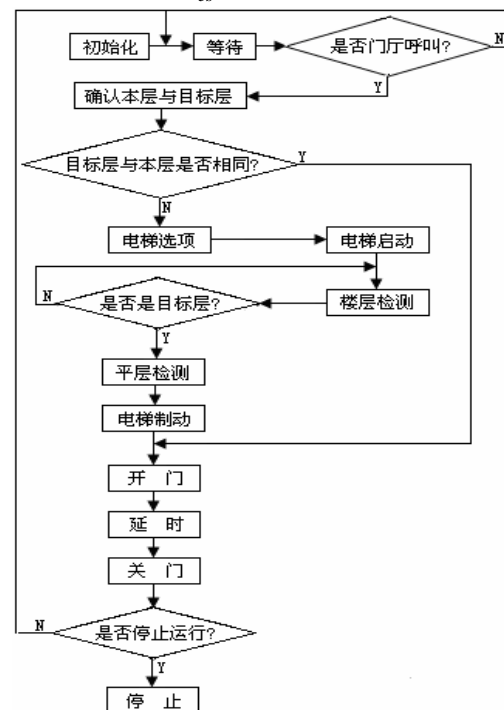


Figure 2 . the lift operation control flow chart  
图2. 电梯运行控制流程图

曳引机的工作电压是12V左右，可选择的北京集星公司的SU0030E—0027V-1CA（30Farad||2.7VDC）超级电容器，六只串联得到的组合单元（5Farad||16.2VDC）。在实验中，该组合单元很好的满足了实验要求，即在断电情况下，（5Farad||16.2VDC）的超级电容器可以为曳引机无间

断供电，说明选型合适。

同理可以算出，为单片机供电的超级电容器，所选型号为（15Farad||5.4VDC）。在实验中检测，同样满足实验需求。

### 2.3 超级电容器充放电

#### 2.3.1 超级电容器的充电

作为一种应急装置，其能量的源泉—能量储备系统是影响其整体系统稳定性及可靠性的关键部件之一。因此，能量储备系统的选用也是至关重要的。本研究选用超级电容组作为储能和供能器件，把电能转化为化学能储存在超级电容器组中，以及时补充因应急运行时超级电容器组消耗的能量，保证下次应急供电的能量储备。

超级电容器的充电电路如图3所示，220V的交流电经过变压器降压，桥式整流，电容滤波，三端稳压7805、7812稳压后，得到为超级电容器充电的电源。该电路图适用于12V，5V的超级电容器的充电<sup>[3]</sup>。

图4为超级电容器放电电路。在模型电梯中12V超级电容的放电，维持在9-12V的时间约为20秒，足够维持曳引机的运行，且曳引机对电压要求较低，12V超级电容器的放电不需外设电路，可以并联在外界电源两端，在断电时直接对外放电。

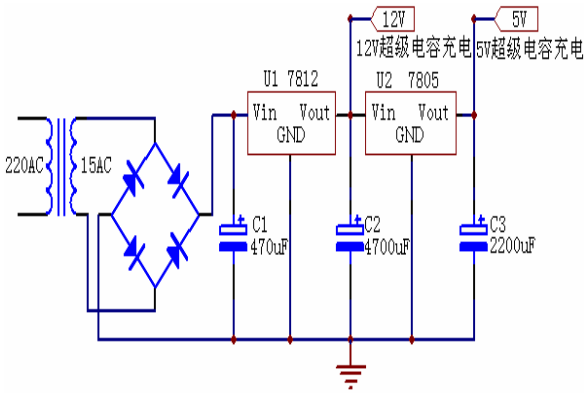


Figure 3. The super capacitor charging circuit

图3. 超级电容器充电电路

#### 2.3.2 超级电容器的放电

对于5V的超级电容器，由于是对单片机供电，而单片机对于电压要求较高，断电时间要小于0.01秒且电压要稳定，以保障单片机的记忆。所以，5V的超级

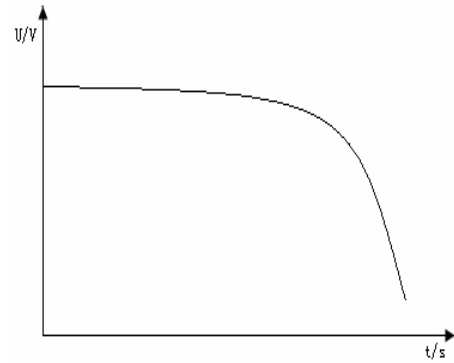


Figure 4. The super capacitor discharge circuit

图4. 超级电容器放电电路

电容器要经过三端稳压7805进行稳压，再为单片机供电。

### 2.4 模型电梯应急设备的断电检测

#### 2.4.1 硬件方面

用单片机P3.2口做断电检测端口，在P3.2与接地之间串接继电器的常闭触点<sup>[4]</sup>。具体检测电路如图5所示。正常供电的情况下，继电器线圈得电，常闭触点打开，P3.2口为高电平；在断电情况下，继电器失电，常闭触点闭合，P3.2口变为低电平，此信号送入单片机P3.2，即外部中断口，单片机动作，使系统切换到应急状态运行。

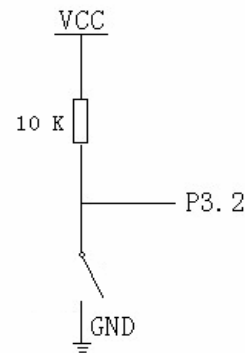


Figure 5. The model elevator power test chart

图5. 模型电梯断电检测图

#### 2.4.2 软件方面

断电检测的软件流程图如图6所示。执行中断后，程序由原始程序切换到应急程序。在断电情况下，使

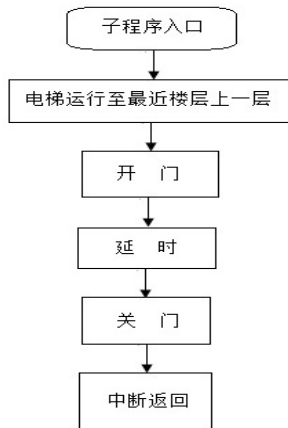


Figure 6 . Power failure detection software testing flow chart

图6. 断电检测软件检测流程图

电梯停在就近平层的上方，开门释放乘客。动作结束之后，等待下次来电，使原始程序初始化。再次来电时，电梯首先运行至一楼，再正常运行。

### 3 超级电容器在实际电梯中的应用

在实际应用当中，平层应急装置的大致的工作原理与模型电梯是相同的。同样经过超级电容器充放电，断电后应急设备的切换等过程。当然，实际电梯与模型电梯也存在着一定的差异。在模型电梯中，是直流电源为其供电，不存在电源逆变的过程。而实际电梯是三相交流电，需要把超级电容器的直流电逆变为三相交流电。

#### 3.1 逆变过程

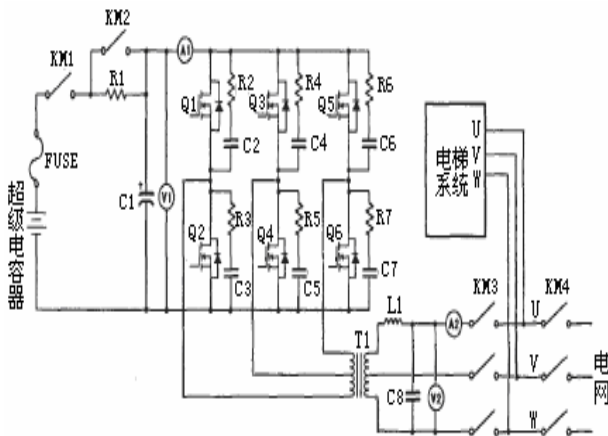


Figure 7. bridge inverter circuit

图 7. 全桥逆变电路

图7为电源的逆变过程。首先，直流电通过震荡电路变为交流电。其次，得到的交流电再通过线圈升压得到方形波的交流电。最后，对得到的交流电进行整流得到正弦波近而电梯供电。

图中超级电容器与保险丝相连，保险丝其过流保护的作用。在逆变器主回路中，C1为直流母线平波电容，为了抑制蓄电池端电压接通时，C1的瞬间大电流充电，设置R1作为C1预充电电阻；由功率继电器管Q1~Q6构成全桥逆变电路，每个继电器管搭配一组RC缓冲电路；T1为工频变压器，把逆变桥输出SPWM波升压后输出，并起到隔离的作用；L1和C8构成输出LC滤波电路。KM1继电器为逆变桥直流母线继电器，KM2继电器用作逆变时短路预充电电阻R1，KM3继电器为逆变输出继电器，KM4为输出接触器。V1，A1分别为直流母线电压、电流检测，V2，A2分别为逆变输出电压、电流检测。

#### 3.2 逆变过程的相关计算

本系统逆变器设计额定输出参数为：

$U_o = 380V$  ,  $I_o = 3A$  ,  $f = 50Hz$  。因此额定输出功率  $P_o = U_o \times I_o = 380V \times 3A = 1140W$  , 考虑到升压变压器效率、滤波器损耗、开关管损耗等因素，设效率  $\eta = 80\%$  , 变压器原边输入电压  $U_{in} = 25V$  , 则逆变器功率  $P_N = P_o / \eta = 1140W / 0.8 = 1425W$

#### 3.3 实际应用中超级电容器组选型的计算

生活中，作为备用电源的柴油发电机是提供 28V 左右的直流电压。按照此参数，参考模型电梯的计算可以选择相应的超级电容器，经过逆变可以为曳引机的无间断供电。

#### 致谢

感谢杜礼霞、赵永康老师对本论文的细心修改，秦佳同学在绘图方面也给予了很大的帮助。在此表示衷心的感谢！

#### References (参考文献)

[1] Elevator manufacture and installation of safety codes<< GB7588-2003>>. China standard press.2003.  
电梯制造与安装安全规范《GB7588-2003》，中国标准出版

- 社. 2003.
- [2] ZhuYiLin.The elevator uplink speeding protection device Technology [J]. Equipment manufacturing technology. 2008.12. p231-238.  
朱一林. 对电梯上行超速保护装置技术的探讨[J]. 装备制造技术. 2008, 12, p231-238.
- [3] ChenDaoLian.DC - AC inverter technology and its application. mechanical industry press.2003. p161-175.  
陈道炼,《DC-AC 逆变技术及其应用》, 北京: 机械工业出版社, 2003, 11, p161-175.
- [4] GongSuWen.the power electronic technology [M]. Beijing University of Science and Technology press.2009,8 p104-126.  
龚素文. 电力电子技术[M]. 北京理工大出版社 2009, 8, p104-126.