

# 单相桥式 PWM 整流仿真研究

拾华杰 杨学光 马胜勇 / 徐州空军学院

[摘要] 本文研究了基于空间电压矢量的单相桥式 PWM 整流器的控制系统, 控制策略采用网侧电流控制, 并在 Matlab/Simulink 下建立其仿真模型, 仿真结果表明该策略具有良好的稳定性和快速的动态响应。

[关键词] 空间电压矢量 单相桥式 PWM 整流 仿真

## 1. 引言

PWM 整流器网侧呈现出受控电流源的特性, 这一特性使 PWM 整流器及其控制技术获得进一步的发展和拓宽, 并取得了更

为广泛和更为重要的应用。本文重点研究空间矢量 PWM 控制技术, 对单相桥式 PWM 整流器进行模型分析, 并通过 Simulink 仿真来证明这种控制技术的可行性。

$x_w = (x_w, y_w, z_w)^T$ 。其空间关系如图 3 所示<sup>[5]</sup>。

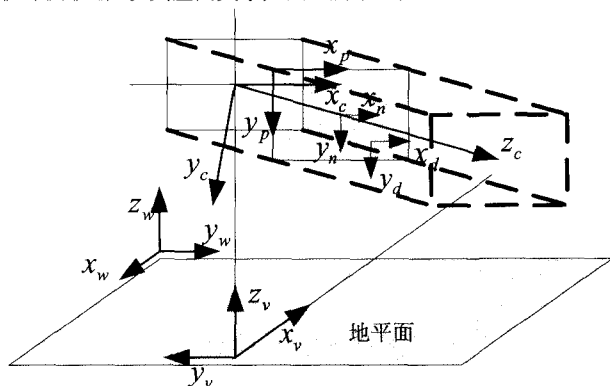


图 3 图像采集系统坐标关系图

上述摄像机内部模型可以参考投影变换模型建立, 而外部坐标变换模型可由几何关系求得。最后得出世界坐标系到摄像机坐标系、摄像机坐标系到像素坐标系变换模型:

$$\begin{cases} (k_{11}f - k_{31}x_n)X_w + (k_{12}f - k_{32}x_n)Y_w + \\ (k_{13}f - k_{33}x_n)Z_w = (c_3x_n - c_1f) \\ (k_{21}f - k_{31}y_n)X_w + (k_{22}f - k_{32}y_n)Y_w + \\ (k_{23}f - k_{33}y_n)Z_w = (c_3y_n - c_1f) \end{cases}$$

$$x_p = N_x \cdot s \left( \frac{\begin{pmatrix} (1+k_1r^2+k_2r^4)x_n + \\ 2p_1x_ny_n + p_2(r^2+2x_n^2) \end{pmatrix}}{c \begin{pmatrix} (1+k_1r^2+k_2r^4)y_n + \\ p_1(r^2+2y_n^2) + 2p_2x_ny_n \end{pmatrix}} \right) +$$

$$y_p = N_y \left( \frac{\begin{pmatrix} (1+k_1r^2+k_2r^4)y_n + p_1(r^2+2y_n^2) \end{pmatrix}}{2p_2x_ny_n} \right) + v$$

其中:  $r = \sqrt{x_n^2 + y_n^2}$ 。式中除坐标算子外, 其余为摄像机内

部和外部参数。

实验使用的摄像机为 CANON 公司的 EOS—550D 型号单镜头数码相机, 其图像传感器为 COMS 器件。本文使用美国加利福尼亚大学开发的 MATLAB 摄像机标定工具箱 (Camera Calibration Toolbox for Matlab) 完成了摄像机内部参数标定<sup>[6]</sup>, 使用图像分析方法完成摄像机外部参数标定。

## 4. ROI 分割实验

基于车辆运动模型可以预测出车辆下一时刻的相对位移和方向角, 再由摄像机图像采集模型可以求解出道路边界在下一幅图像中的位置, 并以这一结果为根据分割出 ROI。ROI 的分割策略是分割出的区域要包含车辆运动模型误差和图像采集系统误差并留有裕度, 以确保感兴趣区域可以涵盖真实的道路边界。根据表 1 的车辆运动模型误差和多次实验测量, 在像素为 1027\*768 的图

像条件下, 选取下一时刻二维图像中的预测道路水平两侧各 55 个像素范围, 即两个平行四边形区域作为可能包含道路车道线的感兴趣区域。

车道线拟合有许多方式, 常用的有二次曲线拟合和直线拟合等, 这部分内容不是本文讨论的重点, 这里采用直线段来拟合道路车道线。用以预测车道线为中心的平行四边形作为 ROI 的方法可能遇到一个问题, 那就是在道路转弯处可能丢失真实车道线。根据《公路工程技术标准》, 我国设计时速为 60Km/h 以上的高速公路圆曲线最小半径为 125m, 即使在这种路况下本算法的车道线检测完整率超过 96%, 考虑到可能丢失的是少量远处车道线, 因而一般没有必要扩大 ROI。

实验结果表明基于车辆运动信息的 ROI 分割可以准确地在较小区域内包含车道线, 因此可以屏蔽感兴趣区域外的干扰, 这将明显提高车道线检测的鲁棒性和精度。一般而言, 本算法分割出的感兴趣区域一般只占整幅图像的很小一部分 (大约 7%), 在 ROI 上进行道路检测的运算量要远远小于对整幅图像的处理, 因此可以缩短处理时间, 提高车道检测的实时性。

## 5. 总结

本文建立了车辆的运动模型和摄像机图像采集模型, 并通过前一时刻已得出的车道线信息估计了车道线在下一幅图像中的位置, 以此为根据分割出包含实际车道线的感兴趣区域。对比固定的感兴趣区域分割算法, 本算法可以用较小范围的 ROI 定位车道线。在实验中发现, 道路颠簸和车身振动是影响分割精度的一个重要因素, 由于这两种噪声都具有随机性, 因此可以考虑在车辆中设置相关振动传感器, 参考传感器的输出实时调节 ROI 范围, 并建立自适应感兴趣区域, 提高算法的抗干扰能力。

## 参考文献:

- [1] 李舜酩, 毛建国等. 智能车辆发展及其关键技术研究现状 [J]. 传感器与微系统, 2009, 28 (3) 1-3. 基于分段归类似合算法的车道偏离预警系统
- [2] European Commission. European transport policy for 2010: Time to decide [EB/OL], [http://ec.europa.eu/transport/roadsafety/road\\_safety\\_observatory/rsap\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/roadsafety/road_safety_observatory/rsap_en.htm). 许博文, 基于分段归类似合算法的车道偏离预警系统 [D]. 镇江: 江苏大学硕士学位论文, 2009.
- [3] 贾鑫. 智能车辆视觉感知中的车道标线识别方法的研究 [D], 吉林: 吉林大学博士学位论文, 2008.

- [4] 许博文, 基于分段归类似合算法的车道偏离预警系统 [D]. 镇江: 江苏大学硕士学位论文, 2009.
- [5] 冈萨雷斯等著. 数字图像处理 (第二版) [M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.

- [6] Camera Calibration Toolbox for Matlab, [http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib\\_doc/index.htm](http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/index.htm).

## 作者简介:

卢博 (1979-), 男, 陕西人, 硕士, 主要研究方向为软件工程及自动化系统。

# 矿山充填采矿法综述

余方胜 / 石家庄经济学院

[摘要] 介绍了充填采矿法在国内外的发展现状<sup>[1]</sup>及其安全性高、回采率高、对地表生态环境破坏较小等一系列优点,论述了干式充填法、水砂充填法、胶结充填法和充填法的适用条件、发展方向,提出了随着科学技术的进步,充填采矿法必将成为矿床地下开采中的最主要的采矿方法。

[关键词] 充填采矿法 干式充填 水砂充填 胶结充填 膏体充填

## 引言

近年来,由于矿产资源日渐萎缩,矿山生产能力有逐年下降的趋势。为了保证矿山生产的连续性和资源的有效回收利用,因此,

充填采矿目前作为一种高效的开采方法 [1] 被应用到各个矿山。

## 1. 国内外充填法采矿的现状

### 1.1 国外充填法采矿的现状

## 2. 单相桥式 PWM 整流器拓扑结构

单相桥式 PWM 整流器的主电路只有两个桥臂,采用 4 个 IGBT 功率器件实现整流。

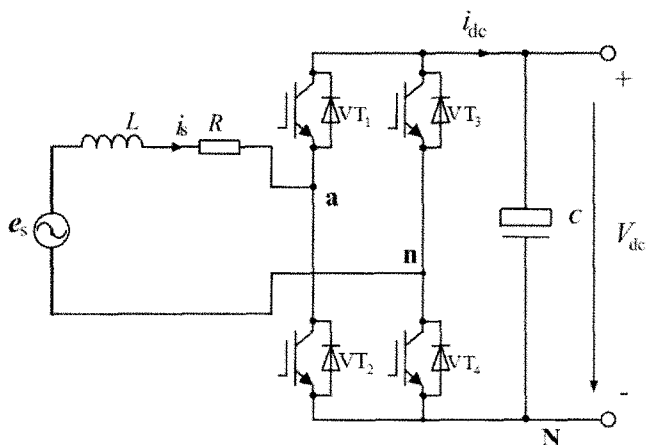


图 1 单相桥式电压型 PWM 整流器主电路

图 1 所示为单相桥式电压型 PWM 整流器主电路结构。其中  $e_s$  为电网电压,  $L$  为进线电感,  $R$  为交流侧等效电阻,  $C$  为直流储能滤波电容。

## 3. 单相桥式 PWM 整流器的网侧电流控制

整流器的网侧电流控制结构如图 2 所示,忽略开关动作对整流器的影响,将 PWM 整流单元近似为一增益环节  $K$ 。  $G(s)$  为控制器的传递函数,  $R$  和  $L$  分别为交流电网的等效电阻和电感,  $e_s$  为电网电压,  $i_s^*$  为网侧电流给定,  $v_{an}$  为 PWM 整流器交流侧电压。

由图 3 可得 PWM 整流器网侧电流为:

$$i_s = \frac{KG(s)}{KG(s) - (sL + R)} i_s^* - \frac{1}{KG(s) - (sL + R)} e_s \quad (2)$$

经过变换后得:

$$i_s = \frac{1}{1 - \frac{sL + R}{KG(s)}} i_s^* - \frac{1}{KG(s) - (sL + R)} e_s \quad (3)$$

$$= \Delta_1 i_s^* - \Delta_2 e_s$$

$$\text{式中 } \Delta_1 = \frac{1}{1 - \frac{sL + R}{KG(s)}}, \Delta_2 = \frac{1}{KG(s) - (sL + R)}。$$

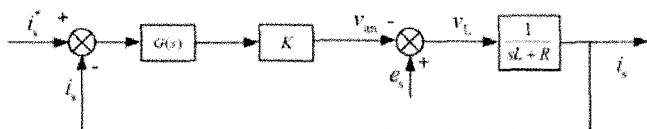
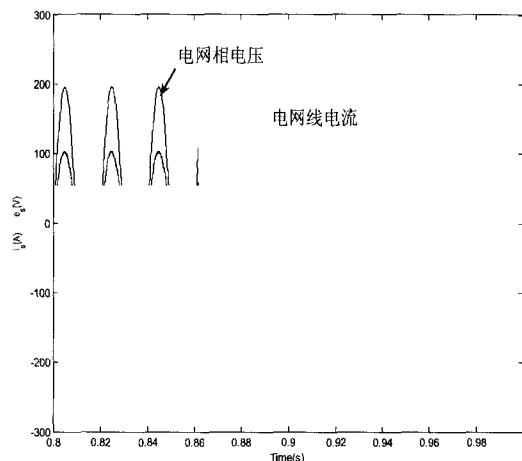


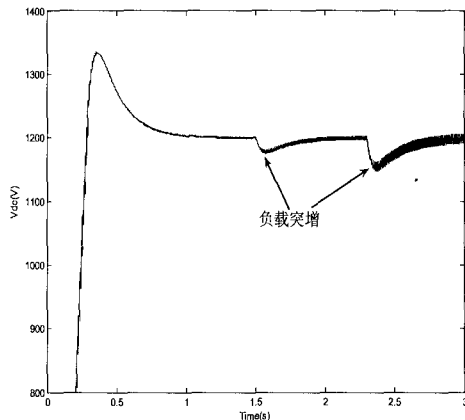
图 2 单相桥式 PWM 整流器的电流控制动态结构图

## 4. 仿真分析

根据系统控制原理,在 Matlab/Simulink 中构建系统仿真模型。仿真参数如下:电源电压:310V;电抗器:5mH 0.02Ω;直流侧电容:5mF;电阻:13.5Ω;直流侧电压给定:1200V。



(a) 电网相电压、线电流波形



(b) 单相桥式 PWM 整流器直流侧电压

图 3 仿真波形

图 3(a) 为电网相电压、线电流波形, (b) 为直流侧电压波形。图 3(a) 可以看出采用这种控制方案输入交流侧的电流波形为正弦波且与输入交流电压相位相同,基本实现了单位功率因数,图 3(b) 可以看出直流输出电压响应快。

## 5. 结论

本文分析了单相桥式 PWM 整流方式,通过对其控制策略的研究并在此基础上建立了基于电压空间矢量控制的单相桥式 PWM 整流器的仿真模型,从仿真结果可以看出,该模型具有优良的稳定性和快速的动态响应。

## 参考文献:

- [1] 张崇巍, 张兴. PWM 整流器及其控制 [M], 北京: 机械工业出版社, 2003.10.
- [2] 赴振波, 李和明. 单位功率因数 PWM 整流器双闭 PI 调节器设计 [J]. 电工技术杂志, 2003(5):68-72.
- [3] 袁文华. 三相 PWM 整流器的设计与研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2007.6.

# 单相桥式PWM整流仿真研究

作者：[拾华杰](#)，[杨学光](#)，[马胜勇](#)  
作者单位：[徐州空军学院](#)  
刊名：[科学时代](#)  
英文刊名：[SCIENCE TIMES](#)  
年，卷(期)：2011(11)

引用本文格式：[拾华杰](#).[杨学光](#).[马胜勇](#) 单相桥式PWM整流仿真研究[期刊论文]-[科学时代](#) 2011(11)