

导航计算机模拟飞行仿真器设计

刘华伟, 李永宾, 张宗麟

(空军工程大学工程学院, 陕西西安 710051)

摘要: 为解决某型飞机导航综合系统核心导航计算机地面静止情况下不能进行系统动态联试难题, 采用带MCU的USB接口芯片和CPLD成功设计了基于USB接口的模拟飞行仿真器。该飞行仿真器解决了系统动态联试的难题, 缩短了试验时间。

关键词: 仿真器; 导航综合系统; 导航计算机; USB接口

中图分类号: V24 文献标识码: A 文章编号: 1009-3516(2005)04-0004-02

由于导航计算机的航空实验难度大、耗费大, 而静止状态下导航系统不能向导航计算机提供动态参数, 无法满足导航计算机动态仿真试验的需要^[1]。为此, 根据导航计算机软件提供的地面模拟演练功能, 从使用方便、简化设备连接和配置方面考虑, 采用基于USB接口连接通讯方案成功地研制出模拟飞行仿真系统。该系统的研制成功为该型飞机导航计算机国产化的软硬件调试提供了有效手段, 同时也为导航综合系统整体动态联试、软件整体测试和良好性监测提供了理想的方法和手段。

1 系统硬件设计

模拟飞行仿真器硬件主要由仿真计算机、带USB接口功能的下位机、20位串行总线接口卡、32位串行总线接口卡、一次性指令接口卡组成。根据实际系统可靠性和工作环境的要求, 仿真计算机采用了工业控制计算机。仿真器的硬件功能原理见图1。

1.1 USB接口电路的实现

USB总线具有低成本、使用简单、支持即插即用、易于扩展等特点, 已被广泛地用在PC机及嵌入式系统上。因此, 在设计中采用该总线作为工控机与下位机的通讯总线。设计中以Cypress公司的AN2131Q芯片作为下位机USB接口控制器芯片, 该处理器除了完成与工控机的通讯外, 同时也完成对各接口卡的通讯和控制。

1.2 机载总线通讯接口设计

某型飞机机载总线传输的信号有3种^[2-3], 其通讯方式、数据格式、信号电平都完全不同。仿真器通过3块接口卡完成与机载总线通讯。

1) 20位串行总线接口卡。该卡用于完成与导航计算机的数据通讯。该串行总线采用外同步、码分多址通讯方式, 信号为TTL电平, 由导航计算机向外发送40 kHz、80 kHz及发送、接收选通脉冲控制外围设备的数据收发。该接口卡主要由逻辑电路和功率驱动电路组成。接口卡以中断方式完成与AN2131Q的通讯。

2) 32位串行总线接口卡。32位串行机载总线是一种异步、单工、广播式的, 以差动输出的对称(平衡)方式工作。数据格式、工作方式与ARINC429总线类似, 但码率为50 kbps, 且每帧字码间的间距从80 μs到1 ms。该接口卡由数字逻辑和信号调理、驱动整形电路构成, 接口卡以中断方式完成与AN2131Q的通讯。

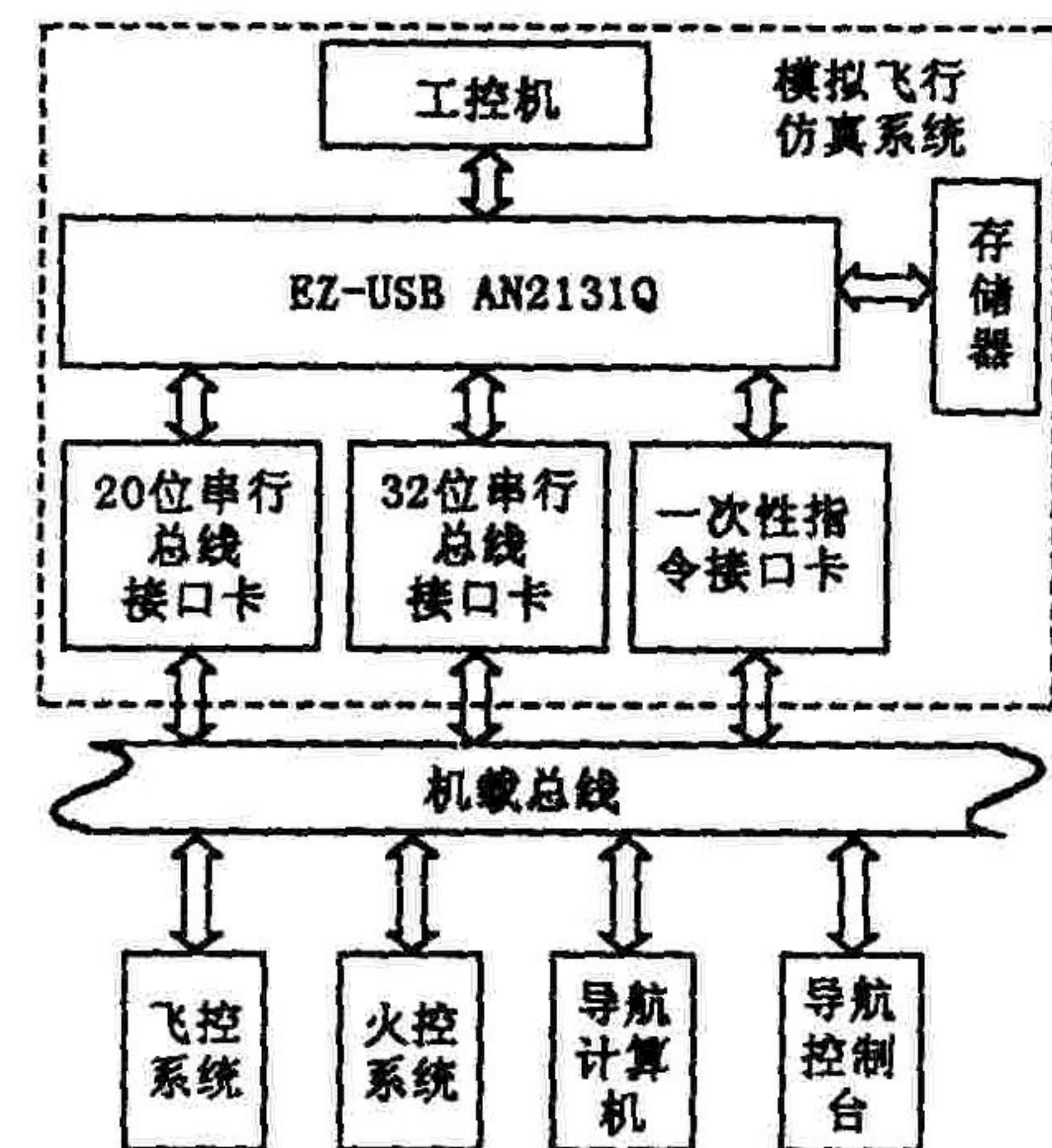


图1 系统硬件功能原理图

收稿日期: 2004-09-20

基金项目: 军队科研基金资助项目

作者简介: 刘华伟(1980-), 男, 江西南昌人, 博士生, 主要从事飞行器控制与惯性导航研究。

3) 一次性指令接口卡。一次性指令分 +27 V 有效和机壳短路有效两种。主要由地址译码电路、锁存电路和电平转换驱动电路组成。接口卡共接收 24 路一次性指令输出和 32 路一次性指令输入。

2 系统软件设计

2.1 设备驱动程序设计

该系统采用 Windows NT 操作系统为软件开发平台。Windows NT 的系统结构决定了 NT 下访问设备的特殊性,基于 USB 接口的通讯必须通过 WDM 设备驱动程序完成。

设备驱动程序采用 DriverWorks 工具开发,该程序使用 IOCTL 通过 USB.D.SYS 访问 USB 总线外设。

2.2 AN2131Q 固件程序

固件程序用于完成外设和主机的 USB 通信任务,同时它还必须完成对三块接口卡数据通讯与控制。

固件程序利用 Cypress 公司提供的基于 C51 的固件程序框架在 Keil 软件环境下编写调试,固件程序编译完成后由主机通过软件将代码装载到 AN2131Q 的内部 RAM 中。

2.3 仿真应用软件设计

仿真的应用软件采用 Visual C++ 6.0 开发。该仿真系统应用软件设计包括显示模块、参数处理模块和接口通讯模块设计。

3 实验与结论

模拟飞行仿真实验是通过模拟飞行仿真器向导航计算机发送速度、姿态角以及对导航状态的控制等信息,同时接收、显示导航计算机输出的计算结果实现的。表 1 为某次实验测试所用的飞行计划。测试过程中,导航计算机根据输入的控制信息,采用不同的操纵方式进行飞行参数解算,并将飞行的参数输出显示。模拟飞行仿真轨迹见图 2。

实验表明仿真器完全实现了地面动态模拟飞行演练。系统具有功能完善,实时操作良好,人机界面友好,操作方便、易于扩展等特点。目前该系统已替代真实导航综合系统参与某型飞机导航计算机国产化样机的软硬件调试和地面综合动态仿真试验。

参考文献:

- [1] 郝顺义. 某型飞机导航计算机软件破译及导航综合系统建模研究[D]. 西安:空军工程大学工程学院,2001.
- [2] 张宗麟,郝顺义,王卫疆. 一种飞机综合导航系统的研究[J]. 中国惯性技术学报,1999,(9):22-24.
- [3] 张宗麟,胡志强,郝顺义. 某型飞机惯性导航系统校正研究[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2000,1(3):6-8.

(编辑:姚树峰)

A Design of a Flight Simulator by Navigation Computer

LIU Hua - wei, LI Yong - bin, ZHANG Zong - lin

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710038, China)

Abstract: A flight simulator is successfully designed in order to solve the problem that the integrated navigation system's core navigation computer could not perform system dynamic trial in static state. The simulator based on USB interface is realized by using CPLD and USB interface chip with MCU. The simulator plays an important role in the research of domestic design of the navigation computer.

Key words: simulator; integrated navigation system; navigation computer USB interface

表 1 测试用飞行计划

地点	经度	纬度	航迹角
机场	34°13.1'	108°24.7'	90°
航路点 I	35°13.1'	108°24.7'	0°
航路点 II	35°43.1'	109°24.7'	39°1.0'
航路点 III	35°13.1'	109°54.7'	219°48.6'
航路点 IV	34°13.1'	109°54.7'	180°
航路点 V	33°43.1'	109°24.7'	219°48.6'
航路点 VI	33°43.1'	108°54.7'	270°
当前位置	34°13.1'	108°24.7'	90°

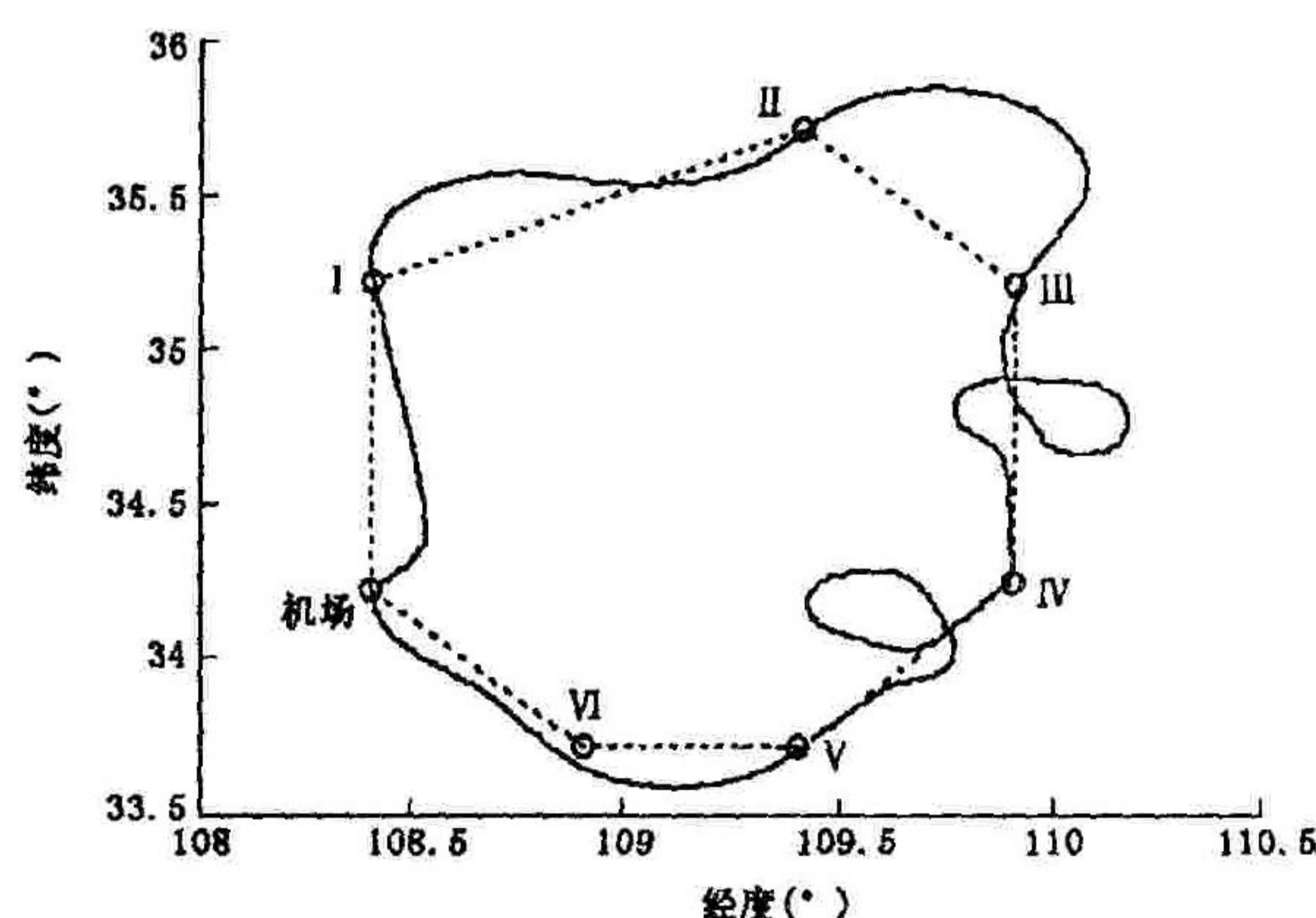


图 2 模拟飞行仿真轨迹