

A High-Rate Virtual Instrument of Marine
Vehicle Motions for Underwater Navigation
and Ocean Remote Sensing

基于高频虚拟组件的运载器 水下导航及海洋遥感技术

【美】 Chrystel Gelin 著
王秋滢 董千慧 齐昭 译
于飞 审



国防工业出版社
National Defense Industry Press

基于高频虚拟组件的 运载器水下导航及 海洋遥感技术

A High - Rate Virtual Instrument of Marine
Vehicle Motions for Underwater Navigation
and Ocean Remote Sensing

[美] Chrystel Gelin 著
王秋滢 董千慧 齐昭 译
于飞 审

国防工业出版社

· 北京 ·

著作权合同登记 图字:军-2014-170 号

图书在版编目(CIP)数据

基于高频虚拟组件的运载器水下导航及海洋遥感技术/
(美)格林(Chrystel Gelin)著;王秋滢,董千慧,齐
昭译. —北京:国防工业出版社, 2015.8

书名原文:A High-Rate Virtual Instrument of
Marine Vehicle Motions for Underwater Navigation
and Ocean Remote Sensing

ISBN 978-7-118-10003-7



Ⅱ. ①格… ②王… ③董… ④齐… Ⅲ.

①水下运行器—导航 ②水下运行器—遥感技术 Ⅳ.

①P754.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 149036 号

Translation from English language edition:

A High - Rate Virtual Instrument of Marine Vehicle Motions for Un-
derwater Navigation and Ocean Remote Sensing by Chrystel Gelin

Copyright © 2013 Springer Berlin Heidelberg

Springer Berlin Heidelberg is a part of

Springer Science+Business Media

All Rights Reserved

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

※

开本 880×1230 1/32 彩插 8 印张 3 $\frac{3}{4}$ 字数 96 千字

2015 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 48.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行传真:(010)88540755

发行邮购:(010)88540776

发行业务:(010)88540717

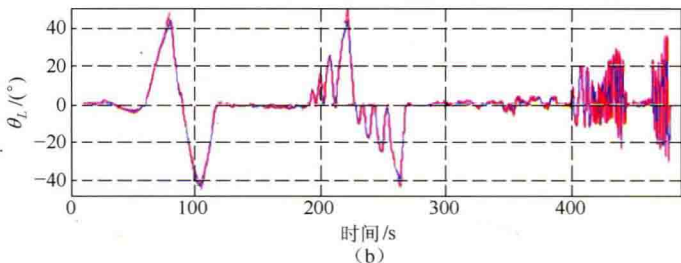
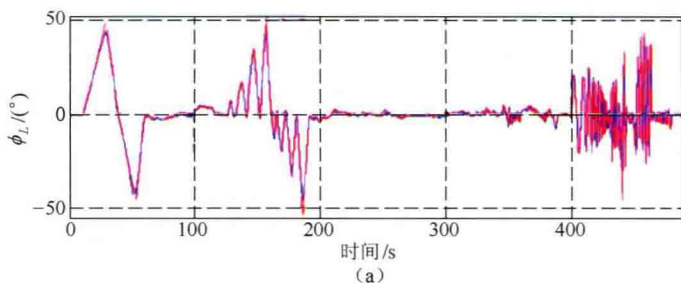


图 24 IMU(蓝)和倾斜计(红)估算低频欧拉角 ϕ_L (θ_L) 结果比较曲线
(a) ϕ_L ; (b) θ_L 。

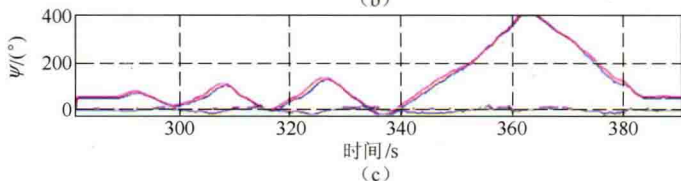
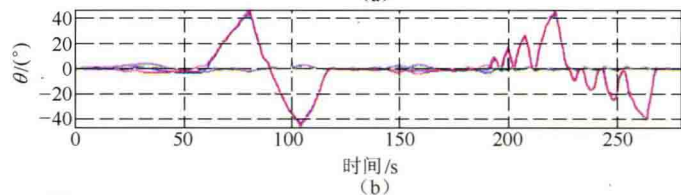
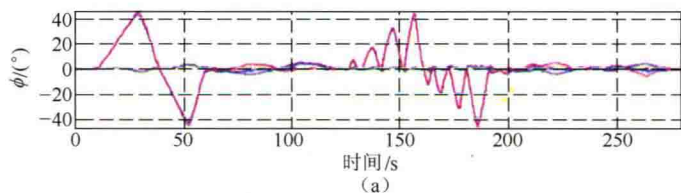


图 26 加速度计计算欧拉角 ϕ_L 、 θ_L (蓝)与数据融合计算欧拉角 ϕ 、 θ (红)比较结果,罗经计算 ψ_L (蓝)与信息融合计算 ψ (红)比较结果,黑色曲线为信息融合计算欧拉角与 IMU 计算欧拉角的差值
(a) ϕ_L, ϕ ; (b) θ_L, θ ; (c) ψ_L, ψ 。

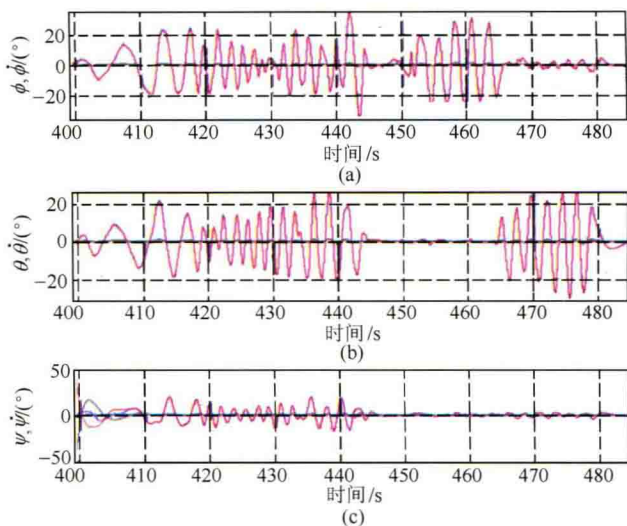


图 27 运动方式 3 情况下, 积分欧拉角速率 $\dot{\phi}$ 、 $\dot{\theta}$ 、 $\dot{\psi}$ 的高频分量 (蓝) 与信息融合计算欧拉角 ϕ 、 θ 、 ψ 的高频分量 (红) 的比较结果, 黑色曲线为两信号的差值。
(a) $\dot{\phi}, \phi$; (b) $\dot{\theta}, \theta$; (c) $\dot{\psi}, \psi$ 。

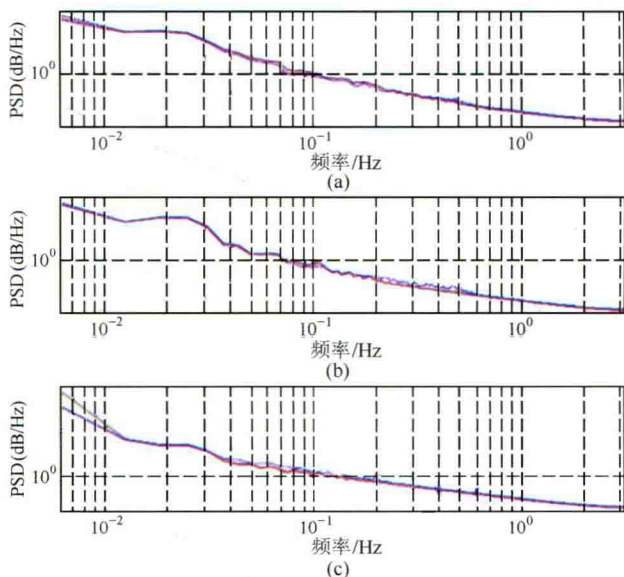


图 28 红色曲线为数据融合欧拉角 ϕ 、 θ 、 ψ 的 PSD 值, 蓝色曲线为倾斜计计算得到的欧拉角 ϕ_L 、 θ_L 、 ψ_L 的 PSD 值, 黑色曲线为积分欧拉角速率 $\dot{\phi}$ 、 $\dot{\theta}$ 、 $\dot{\psi}$ 的 PSD 值。
(a) $\phi, \phi_L, \dot{\phi}$; (b) $\theta, \theta_L, \dot{\theta}$; (c) $\psi, \psi_L, \dot{\psi}$ 。

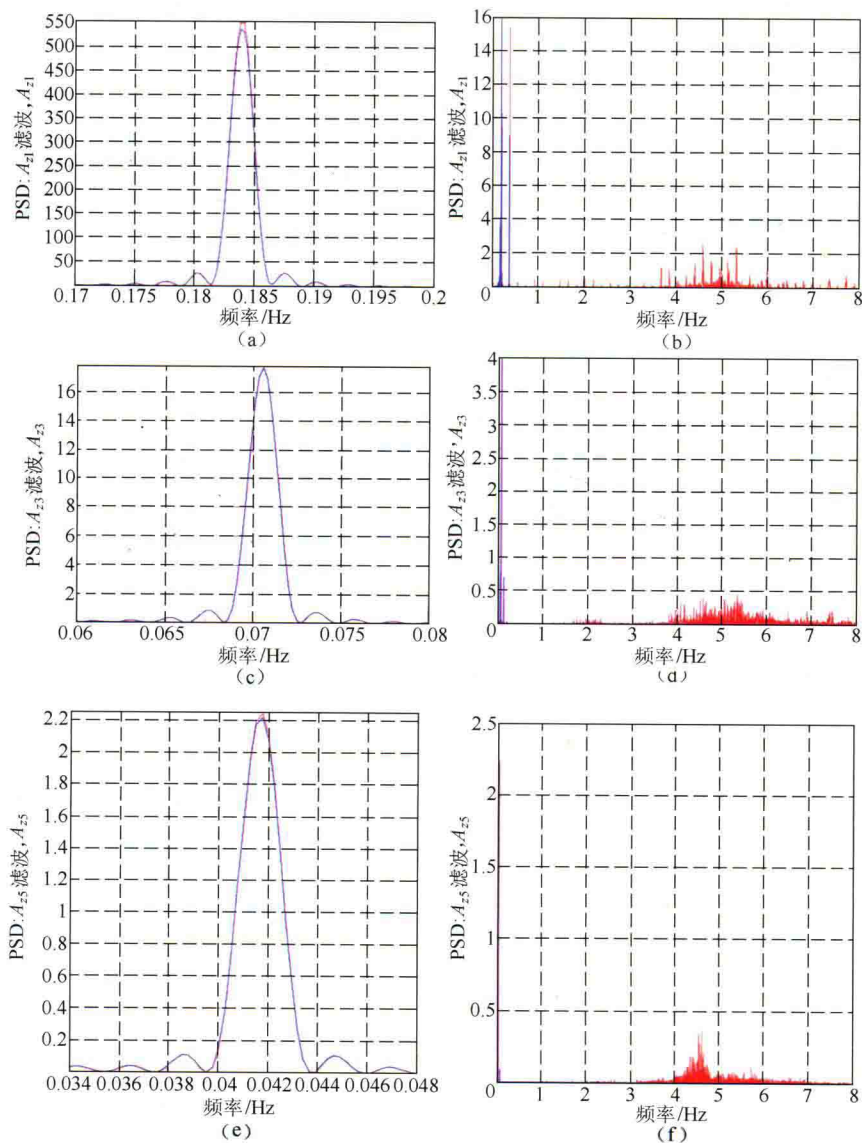


图 33 A_z 功率谱示意图(从上到下左侧一系列曲线的设定周期分别为 5s、15s 和 25s,右侧曲线为左侧相应信号滤波结果)

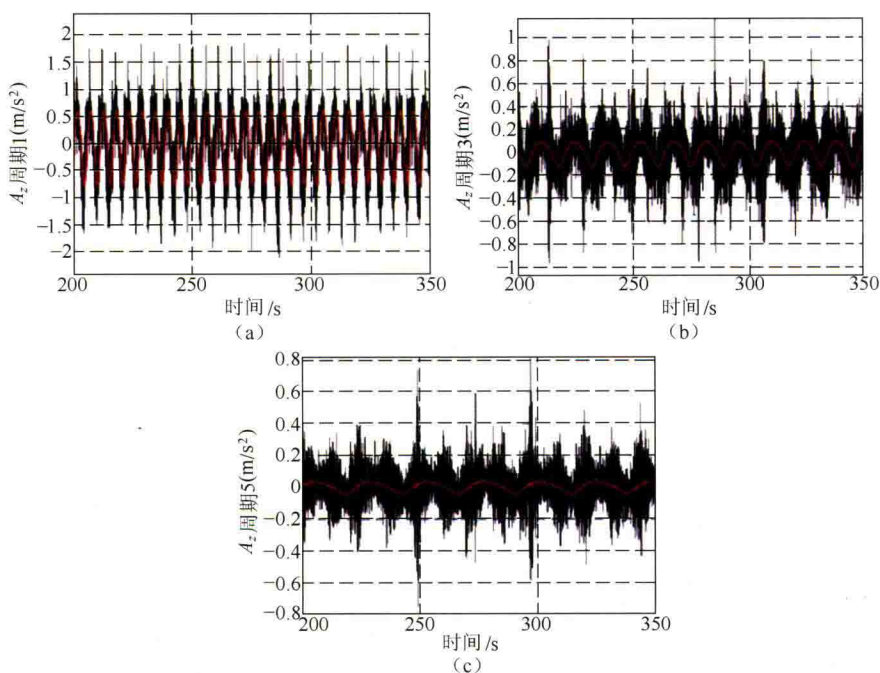


图 34 周期分别为 5s、15s、25s 的加速度测量值(黑)和滤波结果(红)曲线

(a) 5s; (b) 15s; (c) 25s。

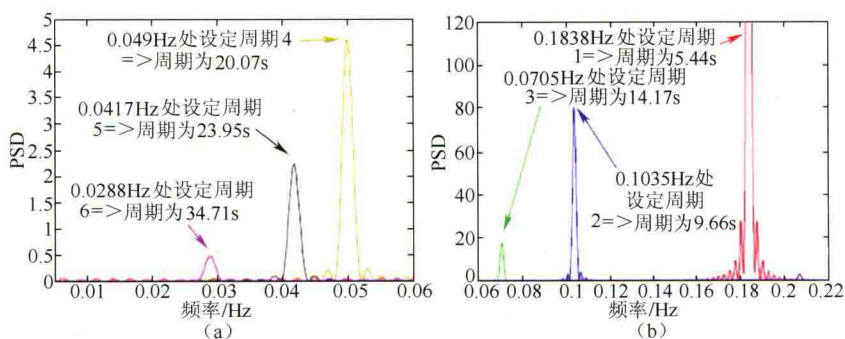


图 35 A_z 的 PSD 值(运动周期 1、2、3 的设定值分别为 5s、10s、15s,

运动周期 4、5、6 的设定值分别为 20s、25s、35s)

(a) 周期 4、5、6; (b) 周期 1、2、3。

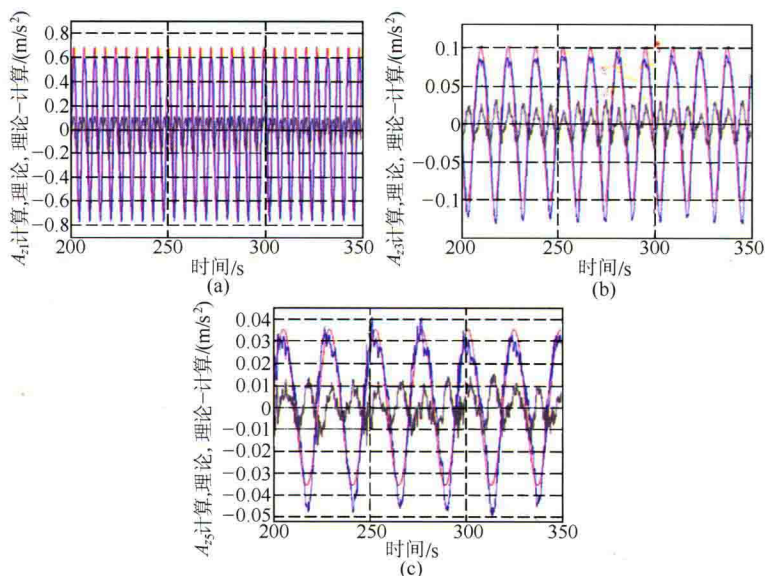


图 36 加速度曲线(运动周期 1、3、5 的设定值分别为 5s、15s、25s 为红色曲线, 系统测量加速度为蓝色曲线, 两信号的差值为黑色曲线)
(a) 周期 1; (b) 周期 3; (c) 周期 5。

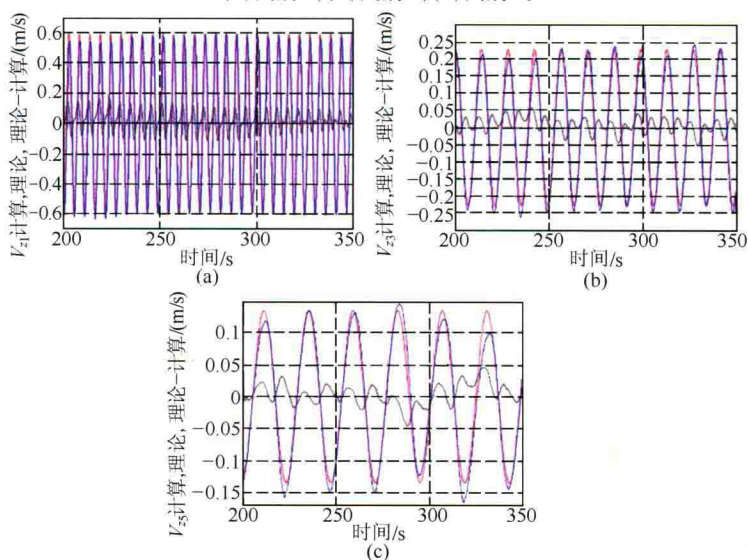


图 37 真实速度 V_z (红)、利用 detrend 函数和积分加速度解算速度 (蓝) 以及两信号的差值 (黑) (设定周期 1、3、5)
(a) 周期 1; (b) 周期 3; (c) 周期 5。

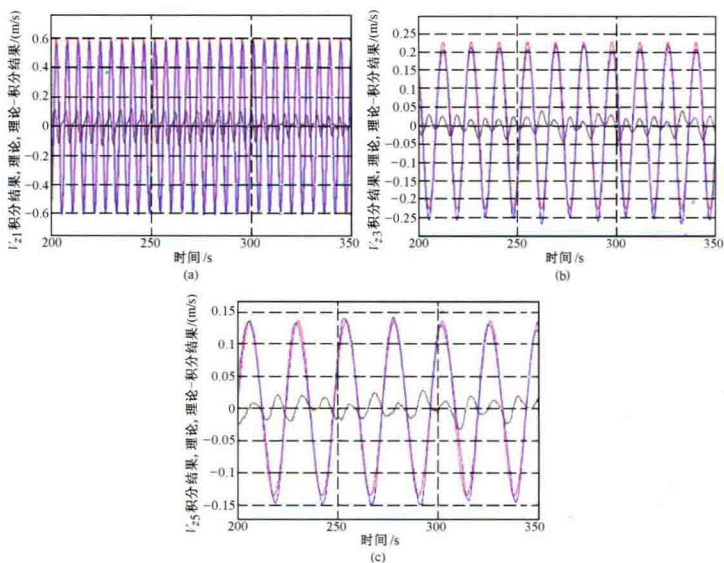


图 38 真实速度 V_z (红)、加速度积分后通过高通滤波器解算速度(蓝)以及两信号的差值(黑)(设定周期 1、3、5)
(a)周期 1;(b)周期 3;(c)周期 5。

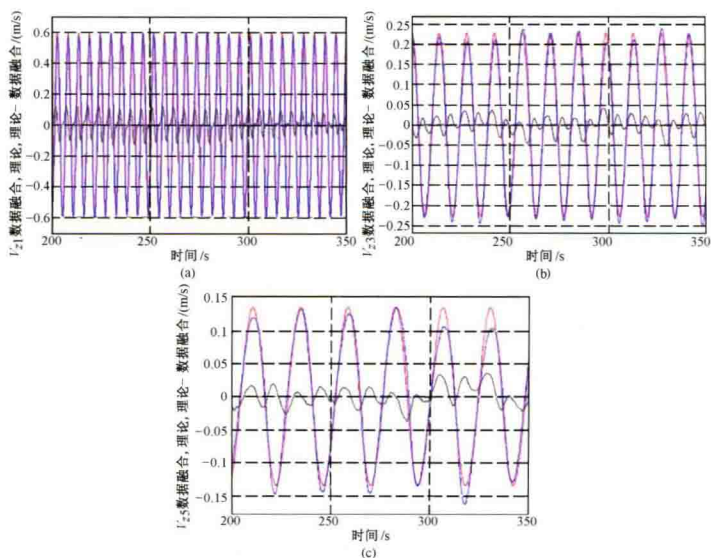


图 39 真实速度 V_z (红)、数据融合解算速度(蓝)以及两信号的差值(黑)(设定周期 1、3、5)
(a)周期 1;(b)周期 3;(c)周期 5。

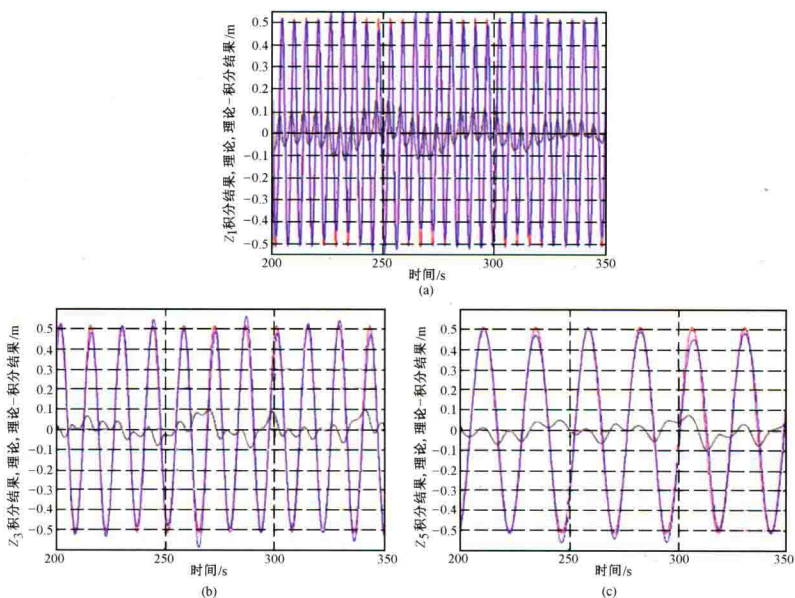


图 40 真实位置 Z (红)、积分速度后采用高通滤波器解算位置 (蓝) 以及两信号的差值 (黑) (设定周期 1、3、5)
(a) 周期 1; (b) 周期 3; (c) 周期 5。

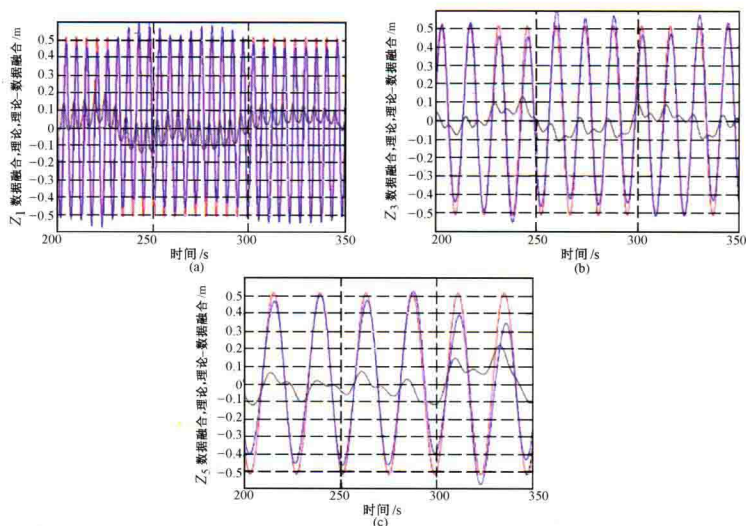


图 41 真实位置 Z (红)、数据融合解算位置 (蓝) 以及两信号的差值 (黑) (设定周期 1、3、5)
(a) 周期 1; (b) 周期 3; (c) 周期 5。

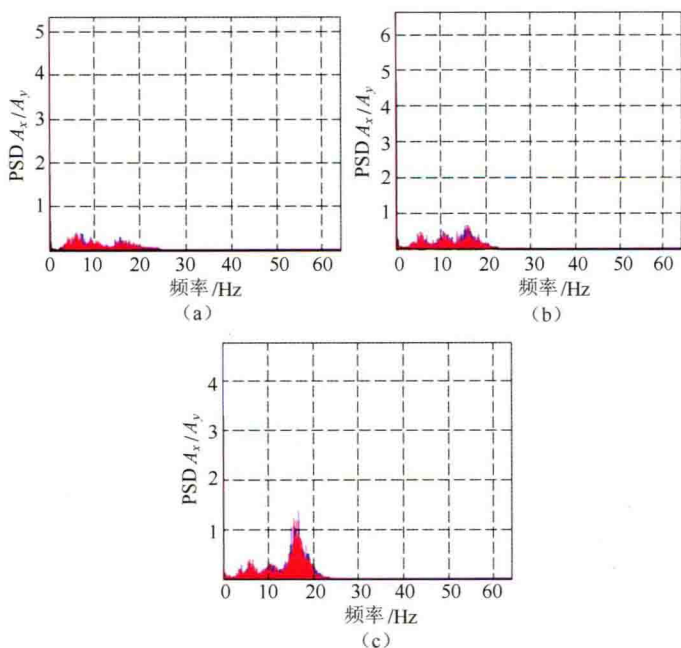
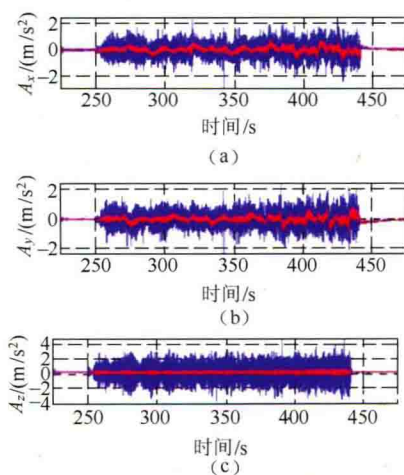


图 48 沿方形轨迹、端点间锯齿运动的方形轨迹和圆形轨迹 IMU 测量加速度沿北向(蓝)、东向(红)分量的 PSD 结果
(a) 方形轨迹; (b) 端点间锯齿运动的方形轨迹; (c) 圆形轨迹。



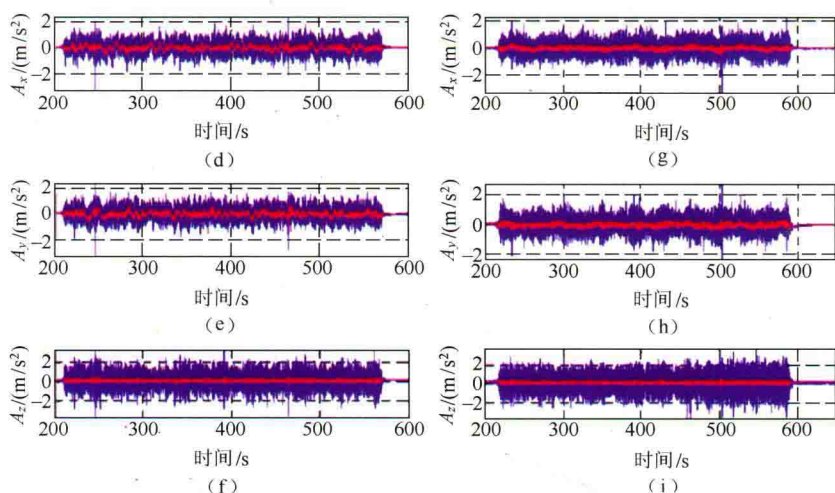


图 49 沿三种轨迹运动的测试中,频率高于 2Hz 的信号
对数据采集系统 IMU 测量加速度的影响

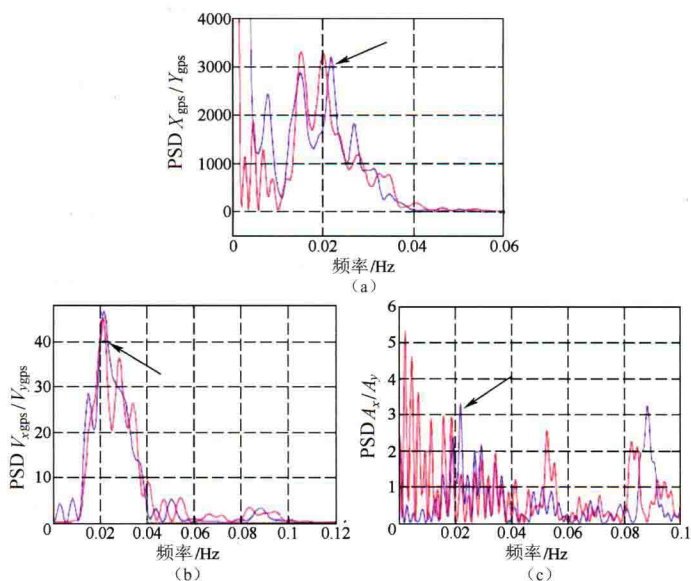


图 50 方形路径下 DGPS 位置信号、DGPS 速度信号、IMU 加速度信号的
PSD 曲线(蓝色曲线为量测值的北向分量,红色曲线为量测值的东向分量)

(a) DGPS 位置信号;(b) DGPS 速度信号;(c) IMU 加速度信号。

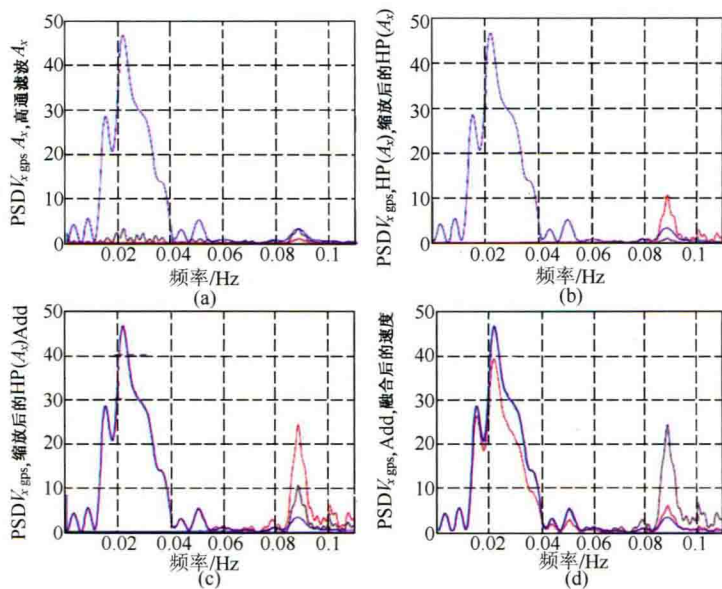


图 52 DGPS 北向速度分量和 IMU 北向加速度分量的数据融合其中几步的 PSD 结果

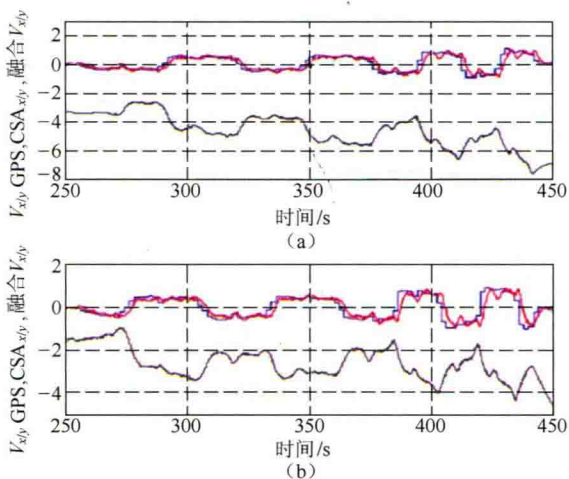


图 53 融合后的速度时域信号(红)与直接积分 IMU 加速度信号(黑)的比较曲线,蓝色曲线为 DGPS 测速
(a)速度北向分量;(b)速度运动分量。

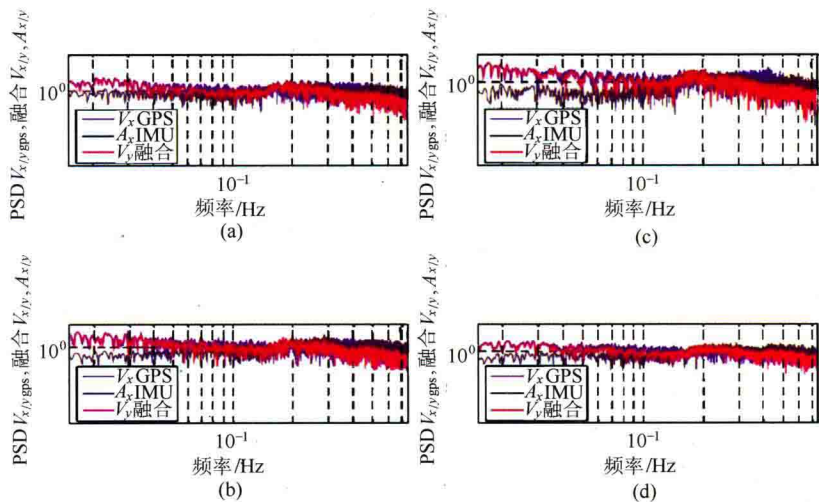


图 58 数据融合频率点 0.05Hz 附近 DGPS 测速 PSD(蓝)、IMU 加速度估算结果的 PSD(黑)、数据融合得到速度强化估算结果(红)

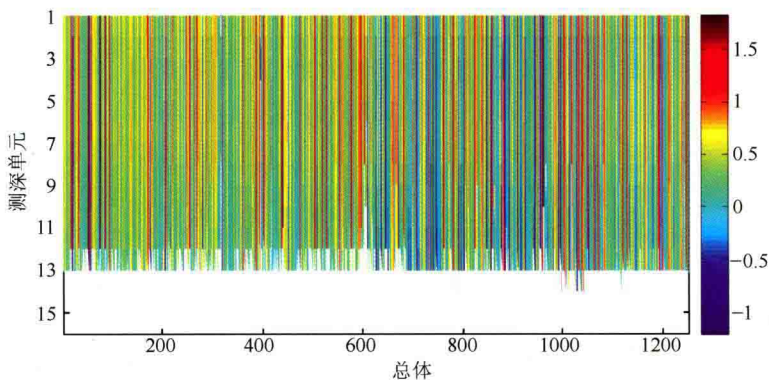


图 63 第一种运动路径(向南后向东)下,原始 ADCP 测速沿声束 2 投影,声束 2 指向前

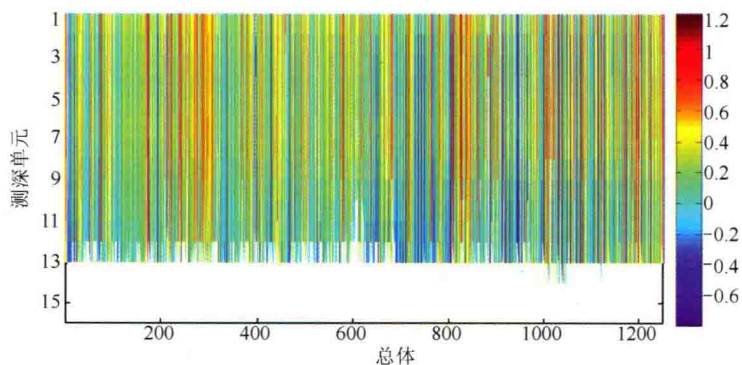


图 64 第一种运动路径(向南后向东)下,校正后的 ADCP 测速
沿声束 2 投影,声束 2 指向前

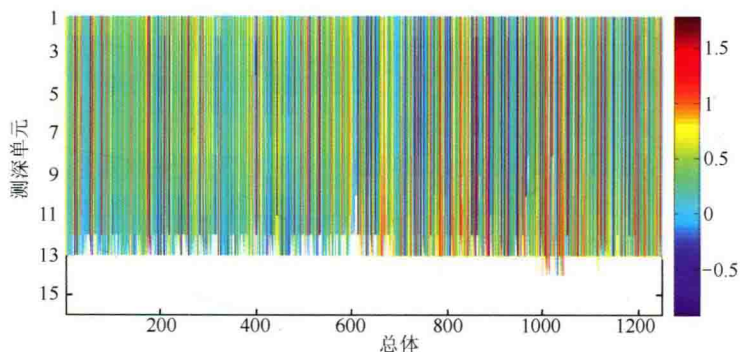


图 65 第一种运动路径(向南后向东)下,原始 ADCP 测速沿声束 3 投影,声束 3 指向前

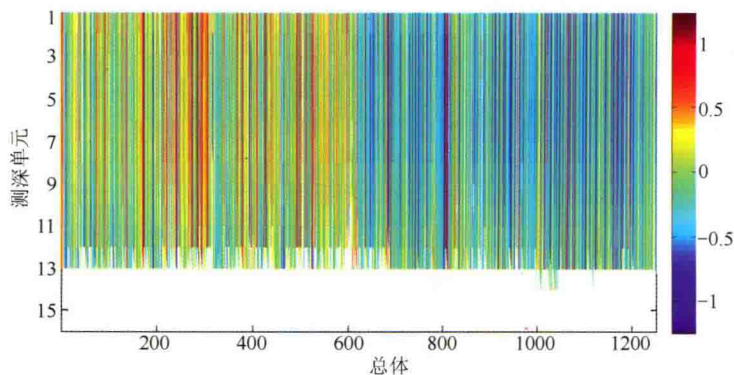


图 66 第一种运动路径(向南后向东)下,校正后的 ADCP 测速沿声束 3 投影,声束 3 指向前

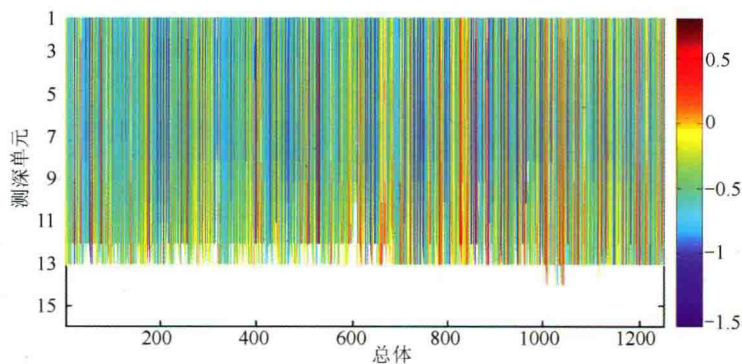


图 67 第一种运动路径(向南后向东)下,原始 ADCP 测速沿声束 1 投影,声束 1 指向尾

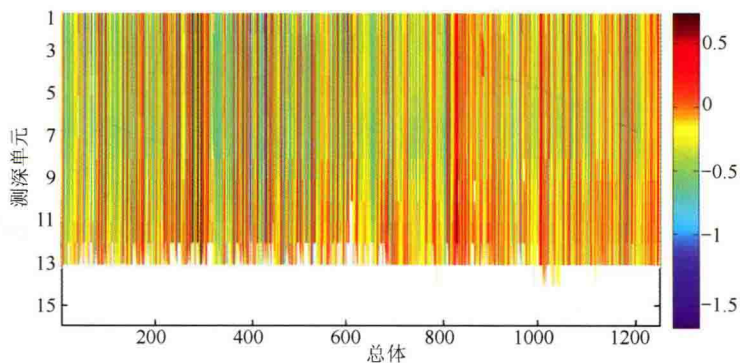


图 68 第一种运动路径(向南后向东)下,校正后的 ADCP 测速
沿声束 1 投影,声束 1 指向尾

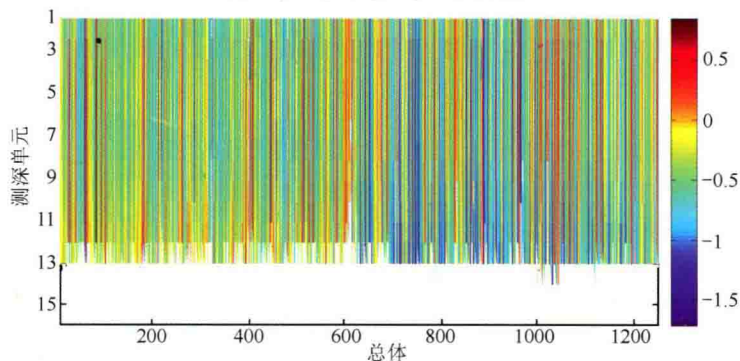


图 69 第一种运动路径(向南后向东)下,原始 ADCP 测速
沿声束 4 投影,声束 4 指向尾

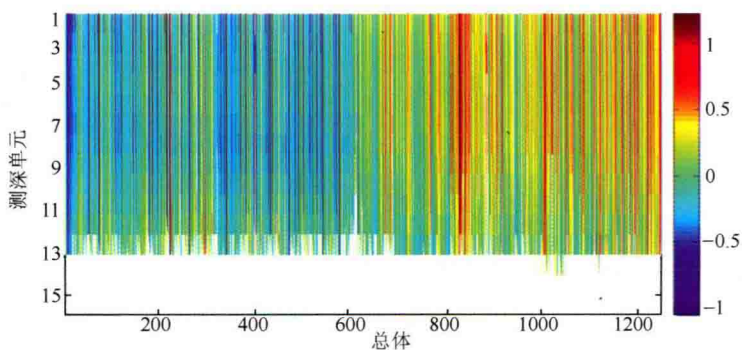


图 70 第一种运动路径(向南后向东)下,校正后的 ADCP 测速
沿声束 4 投影,声束 4 指向尾

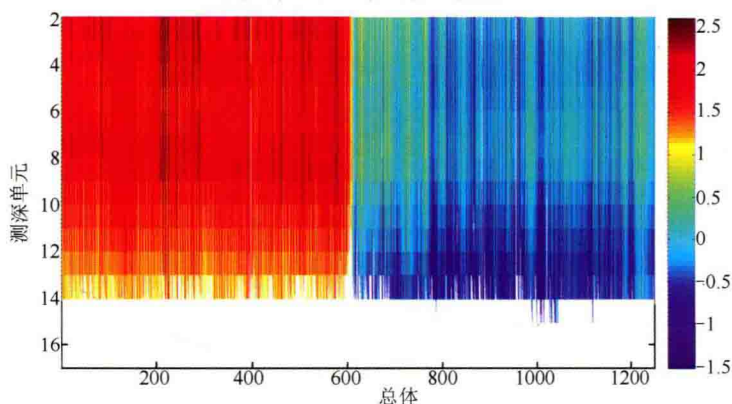


图 76 第一种运动路径(L 形,向南后向东)下,原始 ADCP 测速北向分量

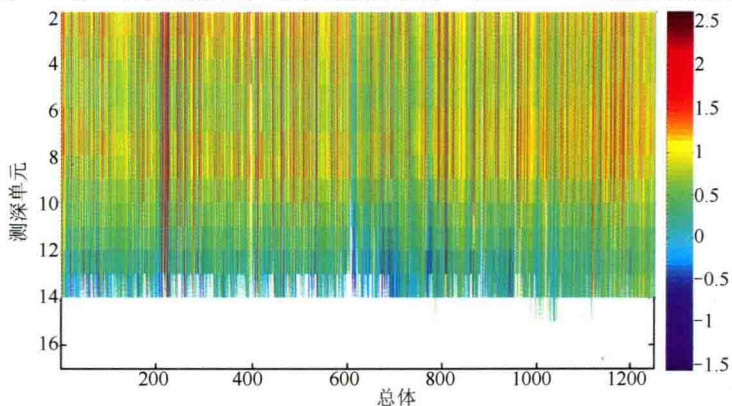


图 77 第一种运动路径(L 形,向南后向东)下,校正后的 ADCP 测速北向分量