

使干涉信号减弱,偏振噪声和零位偏置加大.从而使陀螺输出的灵敏度下降,信噪比降低.从前面所述的公式(2)中可以看出,当陀螺处于静止状态,即 $\Delta\Phi_s=0$ 时,频率为 ω_m 的一次谐波分量为零,而二次谐波占主要地位,因此,采取控制二次谐波的办法来测量 e 点对轴的效果,使陀螺输出获得了满意的结果.

4 零漂和噪声

零漂(Bias Drift)是陀螺技术中沿用多年的术语,是最能综合反映陀螺精度的指标,通常量纲表示为 $(^\circ)/h$.噪声有时也称为随机游走(Random Walk),这是近年来,光学陀螺技术中普

遍受到关注的一个重要指标,通常量纲表示为 $[(^\circ)/h/\sqrt{Hz}] \triangleq (^\circ)/\sqrt{h}$.这两项指标是衡量光学陀螺的主要精度指标,尤其是噪声问题,在光学陀螺中越来越受到重视.噪声和漂移是两个反映不同内容的指标,如图3所示^[2],它取决于应用对象的需要,对于快速响应的稳定控制系统来说,噪声指标是重要的,它是对非相关白色噪声的积分,而对于导航来说,漂移指标是十分重要的参数.我们利用该样机做了大量的实验研究,并对零漂和噪声的计算方法进行了探讨.

通常,零漂所反映的是陀螺长时间围绕零点的起伏和波动,是长期稳定性指标,习惯上用标准偏差(1σ)或均方根差(RMS)来表示.针对图1所示的样机,做了

长时间的稳定性实验,在积分时间为10 s,样本长度取3 h的条件下,零漂(1σ)达到了 $1.24^\circ/h$,测试曲线如图4所示,图5是该样机的灵敏度曲线.

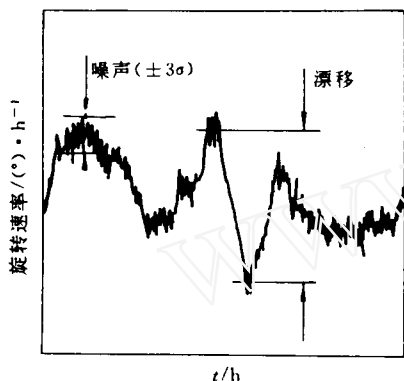


图3 漂移和噪声的示意图

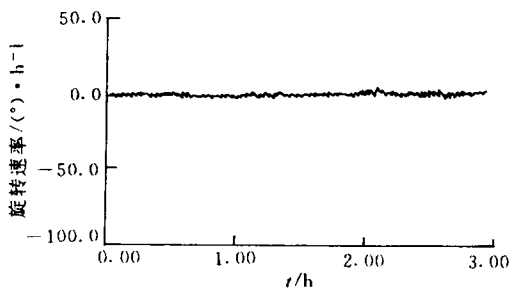


图4 3 h陀螺零漂

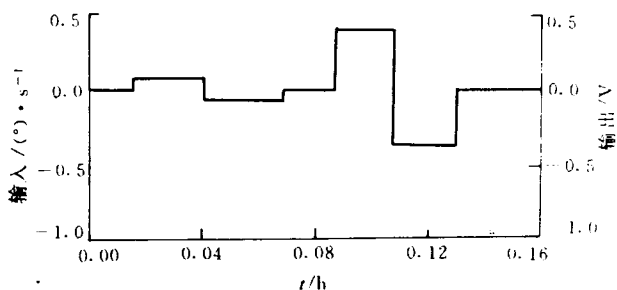


图5 陀螺输入和输出曲线

由于光学陀螺比机械式陀螺具有更高的动态性能,其检测回路相应要求更大的带宽,因而噪声与带宽有着密切的关系.但是噪声这一指标的计算方法并不统一,算法很多,不同的计算方法所得的数值相差较大,如何更好地反映实际情况,本文进行了探讨.

一种简单的计算方法,例如美国 Honeywell 公司在1987年所发表的文章中对该项指标的算法^[3],它简化为 1σ 的漂移值除以相应的带宽 B 的根方,亦即 $RMS/\sqrt{B}$,称为随机游走 r_{RW} 值,根据这种简单算法,利用图1的样机,分别取三种不同的带宽进行了实验,实验曲线如图6,计算结果如表1.图4~图6均未标出零偏值.

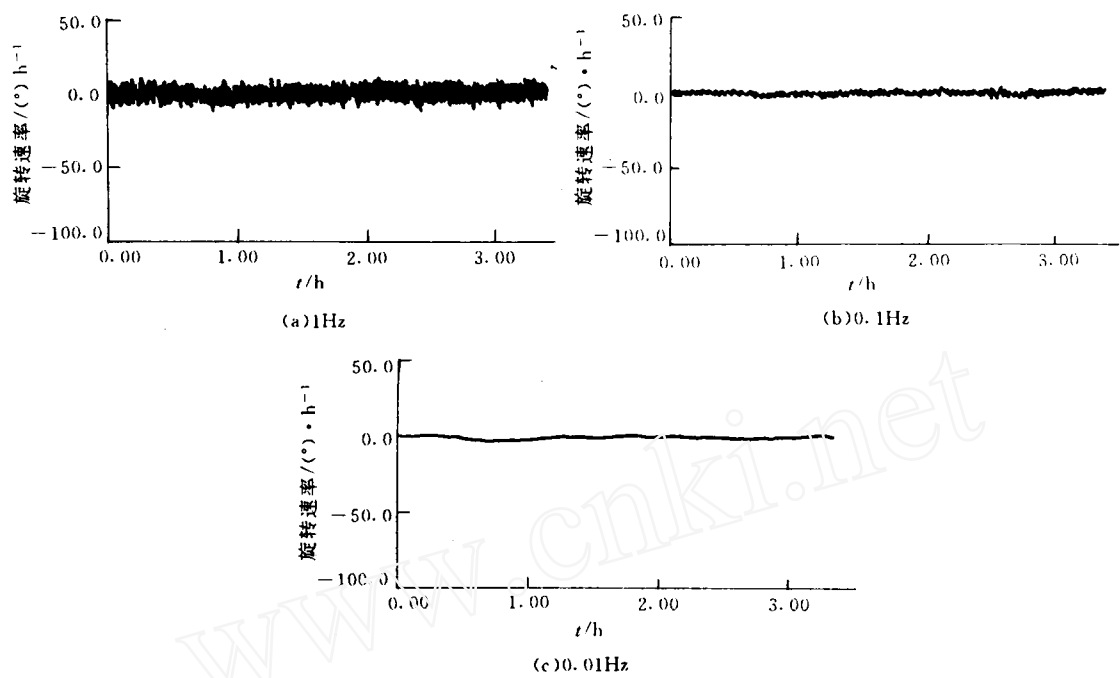


图 6 三种带宽下的陀螺零漂

表 1 漂移与带宽的关系

$RMS/(^{\circ}) \cdot h^{-1}$	B/Hz	$r_{RW}/(^{\circ}) \cdot h^{-1/2}$
2.7	1	0.045
1.24	0.1	0.065
0.79	0.01	0.13

从表 1 看,三种带宽下的 r_{RW} 值不相同,也就是说,噪声与带宽存在一定关系,由于我们所研制的样机为一种中低精度的陀螺样机,它存在着漂移影响,如:调制器的变化,光源的光强不稳定以及环境温度等引起的如图 3 所描述的漂移,因此,不能完全反映噪声的情况。

根据图 3 的定义,重新计算短期的均方根 RMS 值,以消弱由于调制器和光源以及温度变化引起的漂移,计算结果如表 2. 所得的三种情况下 r_{RW} 值基本相近,即反映出了陀螺实际的噪声情况。

表 2 短时间 RMS 与带宽的关系

$RMS/(^{\circ}) \cdot h^{-1}$	B/Hz	$r_{RW}/(^{\circ}) \cdot h^{-1/2}$
2.69	1	0.045
0.96	0.1	0.051
0.34	0.01	0.056

根据表 2 的计算结果,可以采用短期样本长度 σ 值除以带宽,来确定噪声大小,尤其是中低精度的陀螺。

5 结 束 语

利用自制的光学器件,对这种国外广泛研究的光纤陀螺进行了研究,研究结果表明,该陀

螺样机所达到的零漂值(1σ)是较好的,有使用价值. 本文还对零漂和噪声进行了实验研究,给出了实验曲线. 通过实验研究,对中低精度陀螺的噪声计算进行了探讨,给出了有参考价值的实验结果.

致谢 在本文研究工作中,得到了王勇、姚毅、王勋臣、董涛飞同志的大力协助和帮助,该样机所用的光纤为北京玻璃研究所研制,在此一并表示感谢.

参 考 文 献

- 1 Fiber gyro production set to begin in 1991. *Lasers & Optronics*, 1989, 8(11): 25~26
- 2 Lefevre H. The fiber-optic gyroscope. London: Artech House Inc, 1993: 23~24
- 3 Stokes L F. Environmental testing of a prototype open-loop fiber optic gyro for space applications. *Fiber optic and Laser Sensors V*, SPIE, 1987, 838: 98~104

RESEARCH OF OPEN-LOOP ALL PM-FIBRE GYROSCOPE

Ma Jing Zhang Weixu

(Beijing University of Aeronautics and Astronautics, School of Astronautics)

ABSTRACT

Open-loop all PM-fibre gyro with simple configuration has high use value. Since the fused-type PM optic fibre coupler was produced successfully in the early 90' s, this kind of gyro with such configuration was paid much attention to and was developed toward practical type. This article analyses some key points, for example, performance of components in the optic circuit, technique of finding axes and fusing of PM-fibre, drift and noise for the open-loop all PM-fibre gyro. The result of experiment shows that the drift of gyro keeps below $1.24^{\circ}/h$.

Key words optical fibre devices; gyroscopes; coupling; fuse type PM fibre coupler

本刊重要通知

《中华人民共和国著作权法》第四章第三十二条规定：著作权人向…、杂志社投稿的，…自稿件发出之日起三十日未收到杂志社通知决定刊登的，可以将同一作品向其他…、杂志社投稿，双方另有约定的除外。

根据上述规定的精神，考虑到本刊的刊期以及稿件送审的周期，本刊和作者特作如下约定：论文作者向本刊投稿的，自稿件发出之日起三个月未收到本刊通知决定刊登的，可函告或电告本刊编辑部查询，如本刊编辑部没有明确答复的，可以将同一稿件向其他刊物投稿。

北京航空航天大学
学报编辑部

1994年1月

关于本刊启用卷号的说明

本刊于1956年创刊，1960年停刊，1980年复刊，过去未使用过卷号。为贯彻标准化、规范化的要求，又有利于保持本刊的连续性，便于读者查阅，决定从1994年开始启用卷号。卷号从创刊年起算，每年1卷，即1956~1960年的学报补编为第1~5卷，1980~1993年的学报补编为第6~19卷，1994年的学报应为第20卷。

北京航空航天大学
学报编辑部

1994年1月

北京航空航天大学学报

(原《北京航空学院学报》)

(季 刊)

1994 年第 20 卷第 3 期 (总第 71 期)

1994 年 7 月出版 1956 年 10 月创刊

主办单位: 北京航空航天大学
(北京市海淀区学院路 37 号)
邮政编码: 100083

主 编: 高镇同

编辑出版: 《北京航空航天大学学报》
编 辑 委 员 会

排版印刷: 北京航空航天大学印刷厂

发 行: 北京航空航天大学
学 报 编 辑 部

公开发行人: 国际标准刊号 ISSN1001-5965
国内统一刊号 CN11-2625/V

JOURNAL OF BEIJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS

(Quarterly)

1994 Vol. 20 No. 3 (Sum No. 71)

Published in July 1994 Started in October 1956

Sponsored by Beijing University of Aeronautics
and Astronautics (BUAA)
(No. 37 Xueyuan Road,
Haidian District,
Beijing, China)
Zip: 100083

Editor-in-Chief: Gao Zhentong
Edited and Published by Editorial Board of
Journal of BUAA

Printed by Printing House of BUAA

Distributed by Editorial Department of BUAA

国内定价: 2.50 元

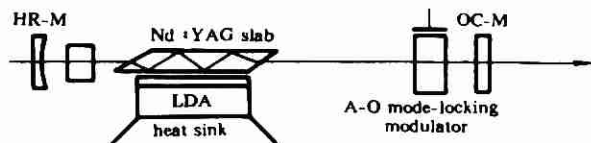


Fig. 8 Schematic of mode-locked Nd : YAG slab laser side-pumped by a quasi-CW 60W LDA

究阶段走向实用小型整机试制阶段,但 DPL 的进一步发展取决于国产大功率 LDA 的研制、寿命和价格。LD 泵浦的固体激光器将取代闪光灯泵浦的固体激光器,并成为激光器件发展的主流方向,这是国际上正在发生的事情,国内必须加强投资强度,赶上国际新潮流,这是迟早要走的路。

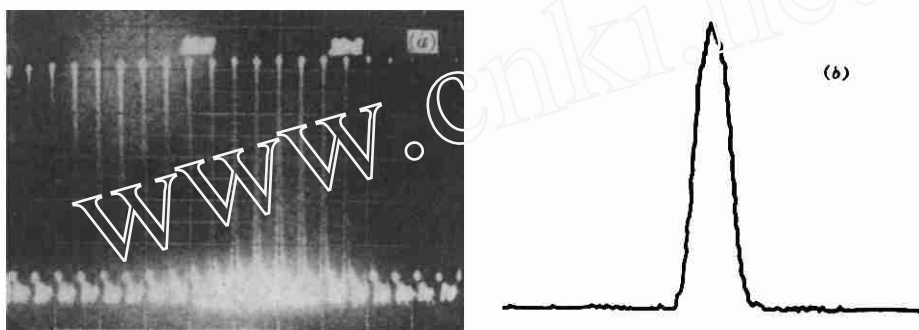


Fig. 9 Pulse of the mode-locked laser.

(a) Pulses in sequence (10 ns/div); (b) Single pulse captured by a strip camera

参考文献

1. S. C. Tidwell *et al.*, *Opt. Lett.*, 1993, **18** : 116
2. B. Comasky, G. Albrecht, R. Beach *et al.*, 1000-W diode-pumped folded zigzag slab laser. CLEO '93, CW15
3. J. Kasinski, P. Bournes, D. Dibiase *et al.*, High power near-diffraction-limited high efficiency diode-pumped Nd : YAG MOPA at 100Hz. CLEO '93, CW12
4. T. Chuang, A. D. Hays, R. L. Burnham. Picosecond third-harmonic generation of a Nd : YAG laser beam using LBO nonlinear crystal, CLEO '93. paper CWJ73
5. G. J. Kintz, R. Allen, L. Esterowitz. *Appl. Phys. Lett.*, 1987, **50** : 1553
6. J. J. Zayhowski, A. Mooradian. *Opt. Lett.*, 1989, **14** : 24
7. *Laser Focus World*, 1991, **27**(8) : 9
8. Zhou Fuzheng, Shen Liqing, Fan Dianyan *et al.*, A diode laser-pumped solid state laser. Sino-Japan Symposium on Lasers, 1990. Shanghai, China, 8A4
9. 潘涌, 沈冠群. 应用激光, 1990, **10**(5) : 193
10. 霍玉晶, 张沁馨, 吴红兵 等. 激光与红外, 1993, **23**(5) : 33
11. 肖建伟, 徐俊英, 张敬明 等. 激光与红外, 1993, **23**(5) : 63
12. Zhou Fuzheng, Ma Jiangwei *et al.*, *SPIE*, 1992, **1979** : 160
13. Shan Zhenguo, Shan Xiaohua *et al.*, *Chinese J. of Lasers*, 1993, **B2**(4) : 289
14. 陈有明, 周复正, 胡文涛 等. LD 泵浦预激光调 Q Nd : YAG 单纵模激光器研究. 光学学报, 待发表
15. Zhou Fuzheng *et al.*, Laser diode pumped Nd : BGO laser. CLEO '93. CFE3
16. Zhou Fuzheng, Chen Youming, Hu Wentao. *Chinese J. of Lasers*, 1994, **B3**(1) : 11

- 17 胡文涛, 周复正, 陈有明 等. 二极管激光侧面泵浦 Nd:YAG 色心调 Q 激光器. 中国激光, 待发表
- 18 陈有明, 周复正 等. 准连续 60 W LDA 侧面泵浦 Nd:YAG 板条激光器预激光锁模调 Q 研究. 光学学报, 待发表

New progress and potential applications of laser-diode-pumped solid-state lasers

Zhou Fuzheng Chen Youming Hu Wentao Wang Zhijiang

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai 201800)

Abstract Recently, interest in diode-laser-pumped solid-state lasers (DPL) has increased due to their advantages over flashlamp-pumped solid-state lasers. This review summarizes the new progress of DPL and its potential applications on military, industry and medicine. We also give an overview of domestic investigations on DPL, included in single-longitudinal-mode, Q-switched and mode-locked lasers pumped by CW-1W and Quasi-cw 60W LDA.

Key words diode-end-pumped, diode-side-pumped, single-longitudinal-mode, Q-switched laser, mode-locked lasers



周复正 1964年毕业于中国科学技术大学,长期从事激光与光电技术研究。现为中国科学院上海光机所研究员,半导体激光泵浦固体激光器课题研究负责人。



陈有明 1984年毕业于山东大学,1988年获理学硕士学位。现为中国科学院上海光机所助理研究员。从事高功率固体激光物理和半导体激光泵浦固体激光器研究。



胡文涛 1990年毕业于浙江大学,现在中国科学院上海光机所攻读博士学位。从事激光薄膜和半导体激光泵浦固体激光器研究。