

QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 0114

QJ 20687—2018

光纤陀螺仪设计要求

Design requirement for fiber optical gyroscopes

2018—01—18 发布

2018—05—01 实施

国家国防科技工业局 发布

前 言

本标准由中国航天科技集团有限公司提出。

本标准由中国航天标准化研究所归口。

本标准起草单位：中国航天科技集团有限公司第九研究院第十六研究所。

本标准主要起草人：潘子军、刘智荣、徐瑞峰、周成岩、师祥利、尚俊云、王一桦、巫怡辰。

光纤陀螺仪设计要求

1 范围

本标准规定了光纤陀螺仪的设计依据、设计原则、设计内容、设计程序与方法、设计验证试验项目与要求等。

本标准适用于光纤陀螺仪（以下简称陀螺仪）的设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包含勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GJB 151 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求与测量

GJB 368 装备维修性工作通用要求

GJB 450 装备可靠性工作通用要求

GJB 585 惯性技术术语

GJB 899 可靠性鉴定和验收试验

GJB 900 装备安全性工作通用要求

GJB 1371 装备保障性分析

GJB 2426 光纤陀螺仪测试方法

GJB 2547 装备测试性工作通用要求

GJB 2786 军用软件开发通用要求

GJB 3590 航天系统电磁兼容性要求

GJB 4239 装备环境工程通用要求

QJ 165 航天电子电气产品安装通用技术要求

QJ 895 惯性仪表术语

QJ 3103 印制电路板设计要求

3 术语和定义

GJB 585 和QJ 895 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

光纤环 fiber coil

将光纤按照特定绕法绕制成具有环圈结构的部件，分为无骨架光纤环和有骨架光纤环。

3.2

Y波导集成光学器件 Y wave-guide integrated optic device

将分光功能、电光转换功能、起偏功能进行集成的Y型光学器件。

4 设计依据

4.1 概述

陀螺仪设计的主要依据是设计任务书或合同中所规定的各项要求,以及应遵循的有关标准和其他约束条件。

4.2 主要技术指标项目

陀螺仪设计应考虑的主要技术指标包括:

- a) 重量;
- b) 尺寸;
- c) 功耗;
- d) 零偏;
- e) 零偏重复性;
- f) 零偏稳定性;
- g) 零偏温度灵敏度;
- h) 零偏磁敏感度;
- i) 标度因数;
- j) 标度因数非线性度;
- k) 标度因数不对称性;
- l) 标度因数重复性;
- m) 标度因数温度灵敏度;
- n) 最大输入角速率;
- o) 启动时间;
- p) 分辨率;
- q) 阈值;
- r) 随机游走系数;
- s) 频带宽度;
- t) 输入轴失准角;
- u) 输入轴失准角重复性。

4.3 环境条件要求

陀螺仪设计应考虑的环境试验项目主要包括:高温、低温、温度冲击、低气压、湿热、盐雾、霉菌、振动、加速度、冲击、颠簸、碰撞和运输、辐照、热真空等。设计应满足任务书规定的各项环境试验要求。

4.4 接口要求

陀螺仪接口的要求一般包括:

- a) 机械接口要求:安装要求等;
- b) 电气接口要求:工作电压、电流等;
- c) 通讯接口要求:接口形式与通讯协议等;
- d) 其他要求:机械隔离、电磁隔离、热隔离等。

4.5 六性要求

可靠性、维修性、保障性、安全性、测试性、环境适应性指标按GJB 450、GJB 368、GJB 1371、GJB 900、GJB 2547、GJB 4239规定以及其他相关要求。

5 设计原则

5.1 方案优选原则

在满足任务书要求的前提下，陀螺仪应力求结构简单、可靠性高、性能稳定。

5.2 工艺性原则

陀螺仪结构台体和零部件应具备良好的加工、装配工艺性及可维修性。

5.3 先进性与继承性原则

设计中，优先选择继承成熟的实践经验和技術，同时应考虑采用新技术、新工艺、新材料，但应通过试验验证后再采用。

5.4 可靠性原则

在陀螺仪设计时，针对各部分的特点，采取相应的可靠性设计措施。

5.5 标准化设计原则

在满足任务书的前提下，应按照标准化要求进行设计，使产品和零件通用化、系列化、组合化，减小生产加工难度及工作量，降低生产成本。

5.6 环境适应性原则

按照陀螺仪存储、使用环境条件要求，在继承相关产品的成熟设计基础上，对陀螺仪在运载火箭、导弹、卫星等不同环境条件下的适应性进行充分选择和详细设计。

6 设计内容

陀螺仪主要由光路、电路、软件及相关结构组成，如图1所示。

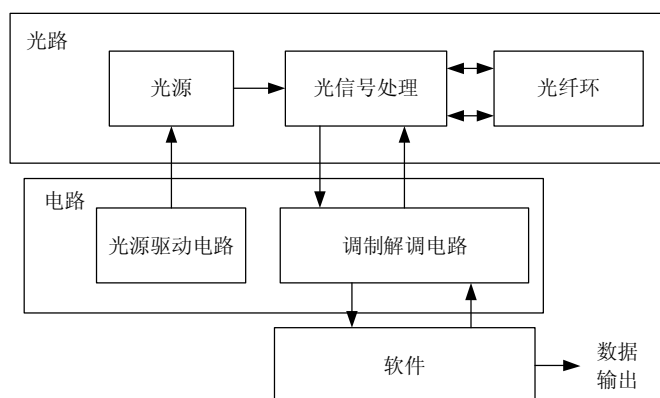


图1 陀螺仪结构示意图

根据陀螺仪主要组成，其设计内容主要包括：

- a) 方案设计；
- b) 光路设计；
- c) 结构设计；
- d) 电路设计；
- e) 软件设计。

7 设计程序与方法

7.1 设计程序

设计程序框图见图2。

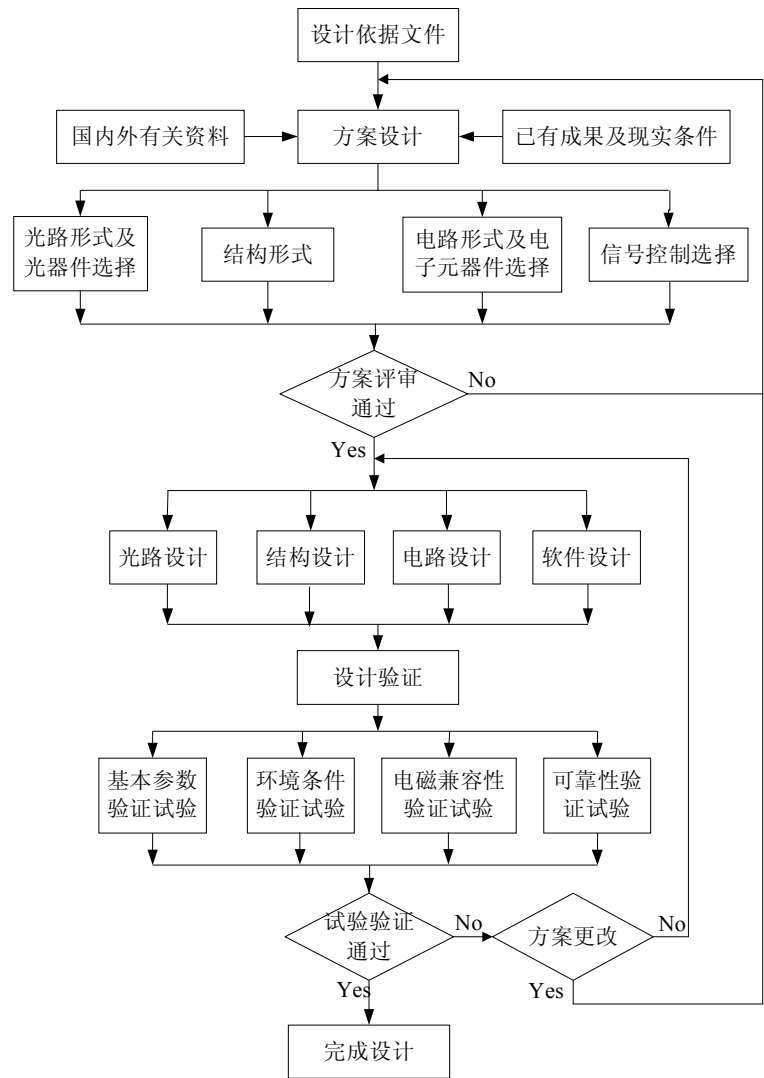


图 2 设计程序框图

7.2 设计方法

7.2.1 方案设计

陀螺仪方案设计主要包括以下几个方面：

- a) 根据精度要求确定采用开环还是闭环方案。一般情况下，按零偏稳定性 (1σ) 划分陀螺仪精度，参考如下：零偏稳定性大于 $1(^{\circ})/h$ 为低精度陀螺仪，零偏稳定性为 $(0.01\sim1)^{\circ})/h$ 为中精度陀螺仪，零偏稳定性小于 $0.01(^{\circ})/h$ 为高精度陀螺仪。通常，中高精度陀螺仪宜采用闭环方案，低精度陀螺仪可考虑采用开环方案或闭环方案，并根据方案选择相应的光器件。
- b) 多轴陀螺仪的光源选用方案可选择每个轴向使用一个光源或多个轴向共用一个光源，多轴陀螺仪共用一个光源可以降低功耗，但增加结构复杂度。
- c) 根据系统总体温度环境条件确定采用光电一体方案还是光电分离方案，如果温度性能要求高，

温度环境比较恶劣，宜采用光电分离方案。

- d) 根据陀螺仪尺寸、精度要求确定电路形式，即不同功能的电路合并布局还是分开布局，一般，高精度陀螺仪宜分开布局，并根据陀螺仪元器件输入要求确定电子元器件质量等级。
- e) 确定采用的信号控制方案，通常采用数字信号控制或模拟信号控制方案，闭环光纤陀螺仪宜采用数字信号控制方案。

7.2.2 光路设计

7.2.2.1 概述

光路设计应先确定光路结构，再确定各光路器件及其主要参数。

7.2.2.2 光路结构设计

光路结构应满足互易性要求，其基本结构设计如图3所示。该光路结构可以构成开环光纤陀螺仪或闭环光纤陀螺仪。

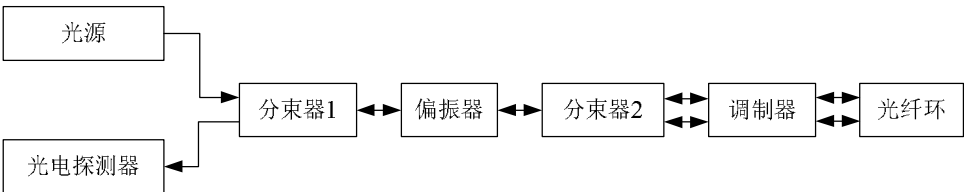


图3 光路结构示意图

7.2.2.3 光源选择

陀螺仪使用的光源主要有两种：超辐射发光二极管（SLD）光源和掺铒光纤光源。光源的主要选择参数包括：光源平均波长、输出功率、光谱宽度、光谱对称性、光谱调制度等。

光源的选择应遵循以下原则：

- a) 根据陀螺仪零偏稳定性和标度因数稳定性等指标选择光源类型。一般情况下，标度因数稳定性要求高的陀螺仪，宜采用1550nm波长的光源，如掺铒光纤光源；零偏稳定性和标度因数稳定性要求不高时，可采用1310nm波长的光源，如超辐射发光二极管。
- b) 根据陀螺仪的光路形式和调制方式选择合适的光源输出功率范围，采用过调制方式要适当提高光源输出功率。
- c) 光源平均波长影响陀螺仪标度因数，对光源进行自动温度控制和采用稳定的驱动电路，可以满足中低精度光纤陀螺仪应用，对于较高陀螺仪标度因数稳定性要求，需要对光源进行直接的波长控制或采用波长稳定性高的掺铒光纤光源来实现。
- d) 光谱对称性影响陀螺仪的标度因数非线性，光谱对称性越高，标度因数非线性越小。在采用过调制的陀螺仪中，光谱对称性对标度因数非线性影响更大。
- e) 光谱调制度影响陀螺仪的零偏稳定性，光谱调制度越高，零偏稳定性越差。
- f) 根据光路形式选择合适的光源偏振度，图3中分束器1采用非保偏光纤分束器的陀螺仪，应采用低偏的光源。

7.2.2.4 光纤分束器选择

光纤分束器根据耦合模式分为保偏光纤分束器和非保偏光纤分束器，根据分束形式分为2×2光纤分束器（或1×2光纤分束器）和1×3光纤分束器，光纤分束器的主要选择参数包括：分光比、插入损耗和偏振性能。

光纤分束器的选择应遵循以下原则：

- a) 根据陀螺仪精度要求选择偏振性能：零偏稳定性要求高的陀螺仪一般选用保偏光纤分束器，其他陀螺仪可选择非保偏光纤分束器；
- b) 根据陀螺仪的噪声要求选择 2×2 光纤分束器的分光比，分光比越接近50%，陀螺仪噪声越小，但成本越高；
- c) 插入损耗的选择与分光比类似，插入损耗的大小与陀螺仪噪声大小成反比关系。

7.2.2.5 Y波导集成光学器件选择

Y波导集成光学器件（以下简称Y波导）的主要选择参数包括：插入损耗、分光比、偏振串音、半波电压、带宽等。

Y波导的选择应遵循以下原则：

- a) 根据陀螺仪精度要求选择合适的插入损耗，建议中低精度陀螺仪可选择插入损耗不大于5dB的Y波导，高精度陀螺仪选择插入损耗不大于3.5dB的Y波导；
- b) 分光比一般在 $(50\pm 5)\%$ 范围内；
- c) 根据陀螺仪精度要求选择合适的偏振串音，一般，中低精度陀螺仪可选择偏振串音小于-20dB的Y波导，高精度陀螺仪选择偏振串音小于-25dB的Y波导；
- d) 带宽一般不小于50MHz；
- e) 根据电路调制电压特性选择合适的半波电压。

7.2.2.6 光电探测器选择

光电探测器的主要选择参数包括：电压响应度、带宽等。

光电探测器的选择应遵循以下原则：

- a) 根据光电探测器输入光功率选择电压响应度，应满足最大输入光功率输入时，输出电压在光电探测器的线性电压范围内。
- b) 根据陀螺仪的调制频率，确定探测器的带宽，带宽应满足公式（1）的要求。

$$f \geq mN_s f_m \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

- f ——探测器带宽的数值，单位为赫兹（Hz）；
- m ——工程实际中的放大倍数，无量纲；
- N_s ——调制波中的状态数，如二态方波调制，该值为2；
- f_m ——实际调制信号的频率的数值，单位为赫兹（Hz）。

7.2.2.7 光纤环设计

7.2.2.7.1 光纤选择

光纤的主要选择参数包括：偏振特性、工作波长、偏振保持能力、光纤直径。

光纤的选择应遵循以下原则：

- a) 根据光源的工作波长选择光纤的工作波长；
- b) 保偏光纤的偏振保持能力应不小于20dB/km，单模光纤则无要求；
- c) 根据光纤环的体积选择光纤直径，光纤直径越小，绕制的光纤环体积相对也小。

7.2.2.7.2 光纤环结构参数设计

光纤环结构参数主要包括所用光纤长度、光纤环有效直径，根据单个条纹角速率测量范围、阈值及结构体积综合确定光纤环的结构参数。首先确定光纤长度与光纤环有效直径的乘积，然后根据结构体积要求确定具体的光纤长度和光纤环有效直径。

- a) 根据分辨率确定光纤环参数时，光纤长度与光纤环有效直径乘积最小值应满足公式（2）的要求。

$$LD = \frac{\lambda c \varphi_{\min}}{2\pi\Omega_{\min}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

L ——光纤环长度的数值，单位为米（m）；

D ——光纤环的有效直径的数值，单位为米（m）；

λ ——工作波长的数值，单位为米（m）；

c ——真空中的光速的数值，单位为米每秒（m/s）；

$\varphi_{\min}$ ——最小检测相位差的数值，单位为弧度（rad），高精度陀螺仪可以取（ $10^{-7} \sim 10^{-8}$ ），其他一般取（ $10^{-6} \sim 10^{-7}$ ）；

$\Omega_{\min}$ ——分辨率的数值，单位为弧度每秒（rad/s）。

- b) 根据单个条纹角速率测量范围确定光纤环参数时，光纤长度与光纤环有效直径乘积的最大值应满足公式（3）的要求。

$$LD = \frac{\lambda c}{2\Omega_{\max}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\Omega_{\max}$ ——最大单个条纹角输入角速率的数值，单位为弧度每秒（rad/s）。

- c) 确定了光纤长度与光纤环有效乘积的最大、最小值后，根据结构尺寸要求确定光纤环的有效直径，进而确定光纤环长度值。光纤环的最小直径应大于所用光纤最小弯曲半径的2倍。

7.2.3 结构设计

7.2.3.1 概述

结构设计主要依据总体任务书要求的外形及重量进行，一般需选择结构的刚度、强度要求，并进行结构的热设计、磁屏蔽设计、密封设计，在有低气压环境要求时，还需进行气密性设计。根据使用环境，选择陀螺仪零件的表面处理及外部防护要求。

7.2.3.2 结构力学设计

结构力学设计应根据陀螺仪的力学环境使用要求选择结构的强度和刚度，具体结构设计要求如下：

- 根据冲击、过载力学环境要求，对结构强度进行设计，重点对安装螺钉的强度进行校核；
- 采用无骨架光纤环的陀螺仪，需要对光纤环与结构结合的安装面采取措施，保证光纤环与结构的固定强度；
- 采用无骨架光纤环的陀螺仪，光纤环放置位置应靠近结构的安装位置；
- 在力学环境特别恶劣时，需对陀螺仪采取减振措施；
- 在强度、刚度满足要求的情况下，对结构进行减重设计，实现轻小型化设计；
- 结构设计完成后应进行仿真计算，结构在工作频率范围内无谐振频率，振动、冲击下的变形量符合要求。

7.2.3.3 结构热设计

光纤环容易受到温度梯度的影响，导致陀螺仪零偏发生变化，宜采用以下热设计方法提高陀螺仪的温度性能：

- a) 结构尺寸允许的情况下，可以采用分体式结构形式，即把电路及发热器件与光纤环分别安装于不同的结构体中，两者之间仅采用导线、光纤进行光路传输及通讯连接；
- b) 使光纤环的热传递方向由光纤环中心向四周扩散；
- c) 电路发热较大元件尽量靠近光纤环的中轴线布置，除此之外采取隔热措施同时保证热传递均匀；
- d) 增加光纤环固定结构的热容量，降低光纤环温度梯度；
- e) 光纤环外部宜采用热屏蔽层，降低光纤环温度梯度。

7.2.3.4 磁屏蔽设计

磁场通过磁光法拉第效应影响光在光纤环中的传输特性，进而影响陀螺仪的零偏，磁屏蔽材料主要选用软磁合金，具体结构设计方法如下：

- a) 磁屏蔽方案可以屏蔽光纤环或屏蔽整个陀螺仪，根据需要进行选择。
- b) 根据使用环境的磁场频率进行磁屏蔽材料的选择。低频磁场屏蔽采用高磁导率的屏蔽材料，高频磁场屏蔽采用高电导率的屏蔽材料，建议在陀螺仪内部使用高磁导率的材料对光纤环进行屏蔽，而在陀螺仪外部使用高电导率的材料对整个陀螺仪进行屏蔽。
- c) 磁屏蔽层厚度越厚，屏蔽效果越好，在相同厚度下，增加磁屏蔽层的层数，磁屏蔽效果越好，厚度与层数的增加会影响陀螺仪的重量和体积，根据实际要求进行选取。
- d) 磁屏蔽材料层应形成闭合磁路，尽量少开孔并减小孔径及接边缝隙。

7.2.3.5 布局布线设计

陀螺仪内部的导线主要用于传输信号和供电，信号线与信号线、信号线与电路之间容易产生交叉耦合，影响陀螺仪阈值，为抑制交叉耦合，布线设计应遵循以下方法：

- a) 调制信号线应采取屏蔽措施，体积允许的情况下调制信号线应采用金属编织屏蔽层进行屏蔽，调制信号线应远离光电转换器件和采样电路区域；
- b) 如采用数字温控方案，光源温控导线应与恒流源导线分开处理；
- c) 如光电转换器件未设计在电路印制板上，光电转换后的信号线应远离调制信号线；
- d) 采用多轴一体光纤陀螺仪结构设计方案时，不同轴之间的内部导线不允许交叉；
- e) 光纤尾纤和导线应分开排布，光纤尾纤排布应平滑顺畅，减少光纤扭曲和悬空跨越式路径；
- f) 光纤盘绕后应采取固定措施，光纤熔点应采用保护措施；
- g) 对于有光纤裸露的陀螺仪产品应采取防护措施，并设计相应的转运工装；
- h) 布线中采用的光纤粘固胶应便于拆装，不影响光纤涂覆层性能，符合安全性要求。

7.2.4 电路设计

7.2.4.1 概述

陀螺仪电路设计主要包括调制解调电路和光源驱动电路设计。调制解调电路主要功能对光信号进行调制，并解调出陀螺仪的输入角速率。光源驱动电路主要功能为给光源提供恒流源与温控电流，保证光源稳定发光。调制解调电路、光源驱动电路设计除应满足 QJ 165、QJ 3103 等相关标准要求外，还应满

足 7.2.4.2、7.2.4.3 的要求。

7.2.4.2 调制解调电路设计

7.2.4.2.1 解调通道设计

解调通道设计主要完成光电转换后信号的放大、滤波和采集，主要设计内容为放大系数设计、滤波带宽设计、A/D 采样转换位数、A/D 采样转换速度选择，应遵循以下要求：

- a) 解调通道的放大系数越大，信噪比越高，但放大系数过大会导致信号超出采样范围，同时降低系统的稳定性，除此之外，还应保证光功率下降50%时，信号仍处于采样范围内；
- b) 滤波带宽不小于光纤环的本征频率；
- c) A/D采样转换位数不宜小于12位；
- d) A/D采样速度应不低于本征频率的8倍；
- e) 对于高精度陀螺仪，为减小干扰，光电转换器件建议设计在电路印制板上。

7.2.4.2.2 调制通道设计

调制通道主要完成光纤陀螺仪驱动信号的产生，主要设计内容为驱动电压设计、D/A 转换时间选择、D/A 转换速度选择、D/A 转换位数选择，应遵循以下要求：

- a) 驱动电压应不小于电光调制器的半波电压，且最大调制电压能够动态调整，动态调整范围不小于半波电压在整个工作温度的变化幅度；
- b) D/A转换时间应越小越好，不宜大于本征时间的1/3；
- c) D/A转换速度应不低于本征频率的4倍；
- d) D/A转换位数宜采用14位~18位。

7.2.4.2.3 数字信号处理电路设计

数字信号处理电路配合软件主要完成信号采集后的数字信号处理、生成调制信号、驱动外围电路工作，应遵循以下要求：

- a) 信号处理器一般选择FPGA或DSP；
- b) 信号处理器的实际使用的逻辑与资源应不大于片内资源的80%；
- c) 信号处理器的最高工作频率应不大于处理器的最高额定频率的80%；
- d) 信号处理器对外接口的电平标准应与外接器件或设备的电平标准一致，不一致时应采用电平转换电路进行电平转换和匹配；
- e) 建议预留测试用I/O接口。

7.2.4.2.4 电气接口电路设计

电气接口电路用于与外部设备进行数据通信和交互，应遵循以下要求：

- a) 根据外部接口标准和要求选用对应的接口芯片和电路；
- b) 接口电路设计过程中应符合电平匹配要求；
- c) 接口电路应设计相应电源和信号隔离措施、瞬态高压保护措施，增加复杂环境条件下的通讯可靠性和接口器件的安全性。

7.2.4.2.5 调制通道与解调通道隔离设计

调制通道与解调通道的电路隔离设计应遵循以下要求：

- a) 调制通道与解调通道在印制板布局时回流路径不要交叉，且分别处于数字信号处理芯片的两侧；

b) 条件允许时宜将采样电路与调制电路分开供电。

7.2.4.3 光源驱动电路设计

7.2.4.3.1 概述

光源驱动电路包含恒流源电路与温度控制电路两部分，恒流源电路为光源提供稳定的驱动电流，温度控制电路保证光源工作在合适的工作温度上。

7.2.4.3.2 恒流源电路设计

恒流源的稳定性直接影响光源的功率稳定性和波长，进而影响陀螺仪的零偏稳定性和标度因数稳定性。恒流源电路设计应遵循以下要求：

- a) 恒流源电流精度不大于1mA；
- b) 恒流源电流应不大于极限电流的50%；
- c) 为提高光源输出光功率的长期功率稳定性可以增加光功率反馈电路。

7.2.4.3.3 温度控制电路设计

温度控制电路影响光源的功率稳定性和波长，设计应遵循以下要求：

- a) 温度控制电路方案建议采用比例、积分、微分控制方案，温度控制精度不大于1℃；
- b) 温度控制稳定温度建议设为25℃，可以根据实际使用环境进行调节；
- c) 温控致冷电流最大值宜不超过2A，电流过大会导致致冷效率降低。

7.2.5 软件设计

7.2.5.1 概述

软件是光纤陀螺仪采样、调制、解调、通讯的核心控制程序，软件设计主要内容为软件工作流程设计、调制信号设计、速率闭环回路设计、反馈增益闭环回路设计、数据处理软件设计和通信软件设计。陀螺仪软件设计除应满足 GJB 2786 等软件通用要求的标准外，还应满足 7.2.5.2～7.2.5.7 的要求。

7.2.5.2 软件工作流程设计

推荐的软件工作流程如图 4 所示。

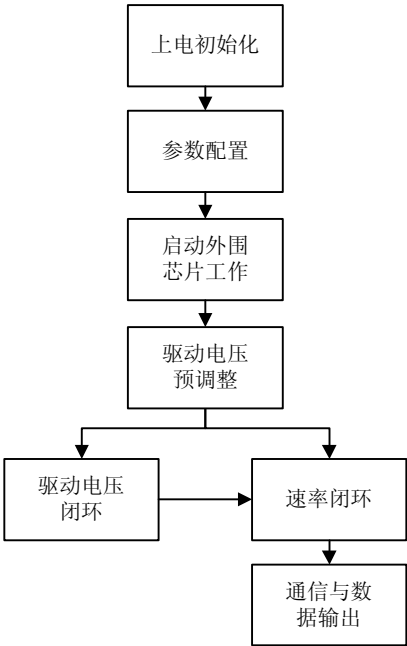


图 4 软件工作流程示意图

7.2.5.3 调制信号设计

7.2.5.3.1 调制状态一般选择为二态调制和四态调制。四态调制在低速条件下半波电压调整速度快，稳定时间短，适合在光纤环较长的光纤陀螺仪上使用，可以根据陀螺仪的具体参数和工作速率条件进行合理选择。

7.2.5.3.2 二态调制的调制相位绝对值一般处于 $\pi/2\sim\pi$ ，调制相位深度越大，需要的光功率越大，相应的随机游走系数越小。

7.2.5.3.3 四态调制的调制相位应同时满足公式（4）和公式（5）的要求。

$$\phi(t)=\begin{cases} \phi_0/2 & 0\leq t<\tau/2 \\ a\phi_0/2 & \tau/2\leq t<\tau \\ -\phi_0/2 & \tau\leq t<3\tau/2 \\ -a\phi_0/2 & 3\tau/2\leq t<2\tau \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$
$$\cos\phi_0=\cos(a\phi_0) \dots\dots\dots (5)$$

式中：
 $\phi(t)$ ——四态调制的调制相位函数；
 ϕ_0 ——调制相位的数值，单位为弧度（rad）；
 t ——时间的数值，单位为秒（s）；
 τ ——光在光纤环中传播时间的数值，单位为秒（s）；
 a ——调制系数（1，2，3……），无量纲。

7.2.5.4 速率闭环回路设计

速率闭环回路主要功能为通过反馈使陀螺仪始终工作在输入误差为零的工作状态，速率闭环回路设计建议按图 5 进行。

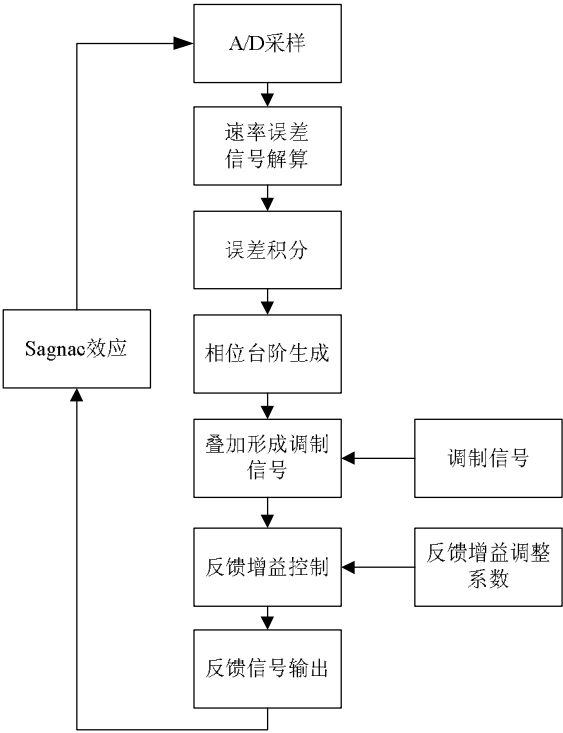


图 5 速率闭环回路设计示意图

7.2.5.5 反馈增益闭环回路设计

反馈增益闭环回路的功能为实时调整反馈通道增益，保持反馈通道增益稳定，主要跟踪 Y 波导半波电压、电路增益等随温度改变发生的漂移。反馈增益闭环回路设计建议按图 6 进行。

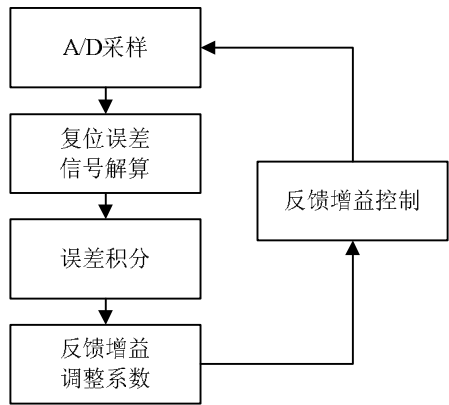


图 6 反馈增益闭环回路设计示意图

反馈增益闭环回路设计的关键是复位信号误差的获取，复位误差的获取通过比较复位前后信号差值来实现，复位的判断通过实际调制的数字量来判断，判断条件应满足公式（6）的要求。

$$\varphi_2 - \varphi_1 - \varphi_{bais} = \pm \varphi_{2\pi} \cdots \cdots (6)$$

- 式中：
- φ_2 ——当前状态调制相位数字量，无量纲；
 - φ_1 ——上一状态调制相位数字量，无量纲；
 - φ_{bais} ——当前状态相位偏置数字量，无量纲；
 - $\varphi_{2\pi}$ —— 2π 相位数字量，无量纲。

7.2.5.6 数据处理设计

数据处理软件主要功能为对解调得到的实时输入角速率信息进行数据同步、数字滤波处理，根据需要进行温度补偿，得到待输出的陀螺仪数据，数据处理软件设计建议按图 7 进行。图 7 中一次同步将陀螺仪实时速率信息由采集时钟同步到数据处理频率上，二次同步将处理后数据由数据处理时钟同步到数据输出时钟上。

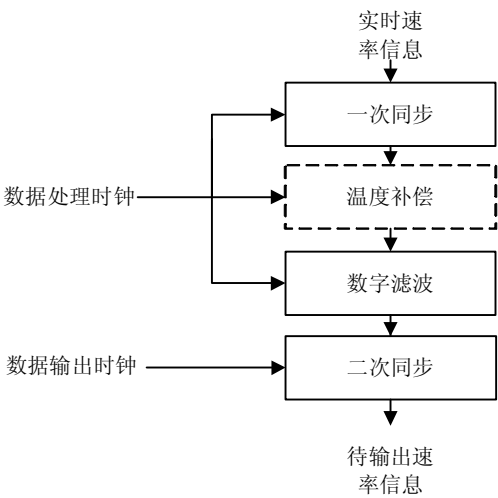


图 7 数据处理软件设计示意图

7.2.5.7 通信软件设计

通信软件主要功能为接收外部指令和数据信息，并按照约定的通信协议输出相应的陀螺仪数据和相关陀螺仪信息。通信软件设计建议按图 8 进行。

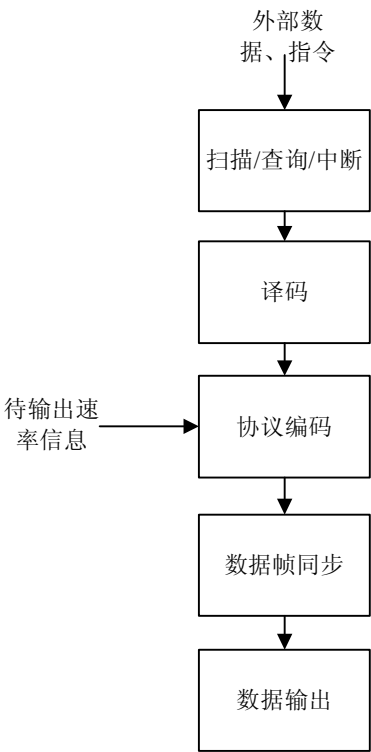


图 8 通信软件设计示意图

8 设计验证试验项目与要求

8.1 基本参数验证试验

基本参数包括：零偏、零偏重复性、零偏稳定性、标度因数、标度因数重复性、标度因数非线性、标度因数对称性、分辨率、阈值、启动时间、频带宽度、输入轴失准角、输入轴失准角重复性等技术指标，测试方法按GJB 2426的规定进行，所有指标满足任务书及相关标准要求。

8.2 环境条件验证试验

陀螺仪技术指标与温度、振动、冲击、辐射、低气压等环境相关性较强，不同应用环境下需重点进行的环境试验项目不同，具体根据陀螺仪的应用环境和任务书要求确定，环境试验按照任务书和相关标准进行。

8.3 电磁兼容性验证试验

按GJB 151、GJB 3590及任务书规定进行。

8.4 可靠性验证试验

按GJB 899规定进行。

中华人民共和国航天行业标准
光纤陀螺仪设计要求
QJ 20687—2018

*

中国航天标准化研究所出版
北京市丰台区小屯路 89 号
邮政编码：100071
中国航天标准化研究所
印务发行部印刷、发行

版权专有 不得翻印

*

2018 年 5 月出版
定价：32 元