|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **学生学号** | 0122204950903 | **实验课成绩** |  |

**学 生 实 验 报 告 书**

|  |  |
| --- | --- |
| **实验课程名称** | 光纤传感技术及应用 |
| **开 课 学 院** | 机电工程学院 |
| **指导教师姓名** | 刘繄 |
| **学 生 姓 名** |  |
| **学生专业班级** |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2024 | -- | 2025 | 学年 | 第 | 二 | 学期 |

实验课程名称：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **实验项目名称** |  | | | **实验成绩** |  |
| **实 验 者** |  | **专业班级** |  | **组 别** |  |
| **同 组 者** |  | | | **实验日期** | **年 月 日** |
| 第一部分：实验预习报告（包括实验目的、意义，实验基本原理与方法，主要仪器设备及耗材，实验方案等） | | | | | |
| 第二部分：实验过程记录（可加页）（包括实验原始数据记录，实验现象记录，实验过程发现的问题等）  1. 实验原始数据记录  在实验过程中，通过逐步加载不同砝码（重量从初始到210g）到悬臂梁的自由端，记录每个砝码重量下光纤光栅的中心波长。每次加载砝码后，光纤光栅解调仪会输出反射光谱的中心波长值，记录的波长数据如下：  试验记录表   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 砝码重量/g | 中心波长/nm | | | | | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 平均值 | | 初始 |  |  |  | 1555.05 | | 10.0 |  |  |  | 1555.08 | | 30.0 |  |  |  | 1555.22 | | 50.0 |  |  |  | 1555.35 | | 70.0 |  |  |  | 1555.48 | | 90.0 |  |  |  | 1555.61 | | 110.0 |  |  |  | 1555.74 | | 130.0 |  |  |  | 1555.87 | | 150.0 |  |  |  | 1556.00 | | 170.0 |  |  |  | 1556.11 | | 190.0 |  |  |  | 1556.23 | | 210.0 |  |  |  | 1556.35 |   2. 实验现象记录  在实验过程中，以下现象被观察到：  1）光纤光栅反射峰稳定性：每次添加砝码后，悬臂梁会先产生应力和形变，光纤光栅的反射光谱峰值会随之移动，且波长变化量稳定并呈线性增加趋势。  2）环境影响：实验过程中，室内温度的变化对波长值的微小波动有影响，因此，在记录数据时需要确保环境稳定，并尽量避免震动干扰。  3）悬臂梁形变：随着砝码的增加，悬臂梁的形变越来越明显，尤其是在较大砝码（如150g和210g）加载时，光纤光栅反射峰的偏移更为明显。  3．实验数据处理  根据实验报告，应变公式可以表示为：    其中，厚度h为3mm，宽度b为50mm，悬臂梁长度L为200mm，E弹性模量为3.16Gpa，根据计算得到以下数据：  数据处理表   |  |  | | --- | --- | | 应变/ | 中心波长差/pm | | 0.000083 | 3 | | 0.000248 | 17 | | 0.000414 | 30 | | 0.000579 | 43 | | 0.000744 | 56 | | 0.000909 | 69 | | 0.001074 | 82 | | 0.001239 | 95 | | 0.001404 | 106 | | 0.001569 | 118 | | 0.001734 | 130 | | | | | | |
| 第三部分 结果与讨论（可加页）  一、实验结果分析（包括数据处理、实验现象分析、影响因素讨论、综合分析和结论等）  二、小结、建议及体会  三、思考题  一、实验结果分析（包括数据处理、实验现象分析、影响因素讨论、综合分析和结论等）  **1. 实验数据处理**  在实验中，我们通过不同砝码重量加载到悬臂梁的自由端，记录了光纤光栅传感器的反射光谱中心波长变化。  我们根据实验数据发现，砝码重量与应变之间呈现出明显的线性关系，表明光纤光栅传感器对砝码重量变化有较高的敏感度。随着砝码重量的增加，悬臂梁的形变也随之增大，导致光纤光栅的波长发生相应的偏移。  **2. 实验现象分析**  在实验过程中，我们观察到以下现象：   * 随着砝码重量的增加，光纤光栅的反射光谱中心波长逐步发生偏移，这表明悬臂梁的形变在逐步增大，光纤光栅能够敏感地检测到这种变化。 * 砝码放置不当时，可能会导致实验数据的波动。确保砝码放置居中且稳固是保证数据准确性的关键。 * 在实验过程中，波长变化较为平稳，但在每次加载砝码后，悬臂梁需要一定时间来稳定，避免环境振动或其他外部因素对波长数据产生干扰。   **3. 影响因素讨论**   * 环境温度：温度变化可能对光纤光栅的反射波长产生影响，从而影响测量结果。 * 砝码放置的均匀性：砝码的放置必须确保其在悬臂梁上居中，并避免倾斜或不均匀分布。 * 光纤光栅的灵敏度：通过实验，我们可以发现光纤光栅对悬臂梁的形变有很高的灵敏度，能够精确反映砝码重量引起的变化。   **4. 综合分析**  通过实验数据的分析，我们可以得出以下结论：   * 线性关系：砝码重量与波长差之间呈现线性关系，证明了光纤光栅传感器在测量砝码重量时具有较好的线性响应。 * 误差源分析：环境因素、砝码不均匀放置以及光纤端面污染等可能是导致数据波动的潜在误差源。因此，为了提高数据的精度，实验中需要严格控制这些因素。   二、小结、建议及体会  小结  通过本次实验，我们成功验证了光纤光栅传感器在称重标定中的应用。实验结果表明，砝码重量与光纤光栅的波长差之间呈线性关系，光纤光栅传感器对悬臂梁的形变具有较高的灵敏度，能够准确反映砝码重量的变化。  建议   1. 在未来的实验中，确保环境温度的稳定，以减少温度变化对实验结果的影响。 2. 严格清洁光纤端面，以避免污垢导致的测量误差。 3. 优化砝码放置方式，确保其完全居中，以保证数据的准确性。   体会  通过实验，我更加深入地理解了光纤光栅的工作原理以及其在力学测量中的应用。实验也让我认识到，精确控制实验环境和操作细节对结果的影响巨大。  三、思考题  **问题1 实验中是否发现相同重量下，波长偏移量随加载次数增加而逐渐减小的现象？若有，可能的原因是什么？**  答：有的。这种现象可能由以下原因导致：  （1）梁的塑性变形：随着多次加载，悬臂梁的形变逐渐趋于稳定，部分形变可能进入了梁的塑性区域，导致在加载相同重量时形变不再明显，波长偏移量逐渐减小。  （2）系统稳定性：每次加载后，系统需要一定时间来稳定。随着实验的进行，系统的反应逐渐趋于一致，因此波长变化逐渐减小。  （3）光纤光栅的疲劳效应：如果光纤光栅受到过多次的应变加载，可能会发生微小的疲劳效应，导致其对形变的响应逐渐减弱。  **问题2 如果实验采用一般矩形截面梁会带来什么影响？需要怎样调整数据的处理方法？**  答：如果实验采用一般矩形截面梁，可能会带来以下影响：  （1）应变分布不均匀：矩形截面梁的应变分布较不均匀。光纤光栅位于悬臂梁上的某一特定位置时，其应变可能不再完全代表整个梁的应变，从而影响实验结果的准确性。  （2）数据偏差：由于应变分布不均，测得的波长变化可能无法准确反映出砝码重量的变化，导致数据出现偏差。  调整方法：  （1）需要对实验数据进行位置加权或修正，考虑梁的截面形状对应变分布的影响。  （2）可以采用更复杂的力学模型（如弯曲理论）来修正实验中的数据，或者对光纤光栅进行多点测量，以减小由于应变分布不均引起的误差。  **（选做）问题3 在波长示数稳定阶段，有什么变化趋势？你认为会是什么造成的？**  答：在波长示数稳定阶段，波长示数可能会出现轻微波动或逐渐趋于稳定。变化趋势可能如下：  （1）微小波动：波长在稳定阶段可能会表现出微小的周期性波动。这通常是由于环境因素（如温度变化或设备振动）引起的。  （2）稳定阶段的逐渐平稳：随着系统趋于稳定，光纤光栅的反射峰不再随砝码变化显著变化，而是维持在一个稳定值。这可能是因为梁的形变达到最大，系统已不再受到外界干扰。  原因如下：  （1）温度变化：环境温度的波动可能导致光纤的折射率发生轻微变化，从而导致波长示数的波动。  （2）外部振动：实验过程中如果存在设备或环境的微小振动，可能影响光纤光栅的测量稳定性。  （3）机械松动：设备或光纤端口的松动可能导致微小的波长变化。 | | | | | |
|  | | | | | |