

光纤光栅传感技术在地铁监测中的应用



深圳市简测科技有限公司

二〇一四年九月

光纤光栅传感器在铁路轨道监测中有很多应用。如车轴计数、实时监测列车速度、测量列车重量和车轮不平衡性、列车识别等。与电子测量仪器相比，光纤光栅传感器具有很多独特的优点，非常适合于铁路轨道的监测应用。这些优点在于：

1. 抗电磁干扰。电气化铁路通过建设在铁路上方的高压线给列车提供电力。这些高压线会产生很强的电磁干扰。传统电类传感器很难在这种强电磁场环境中稳定工作。
2. 可复用性。一根光纤可串接多个光纤光栅传感器。极大的简化了安装工作，减少了成本。
3. 远程监测。光纤光栅区域刻蚀在普通通信光纤内部，具有低损耗的优点。可以实现远距离的监测。
4. 固有的自参考能力，无须校准。光纤光栅传感器所测量的应变信息与光纤光栅反射波长有关。光波长是一种绝对物理量参数，与光强变化无关。

将光纤光栅传感器安装于地铁轨道中用以监测列车通过时铁轨的响应。嵌入有光纤光栅传感器的铁轨可称为智能化铁轨。光纤光栅传感器网络可实现对铁轨系统各种信息的实时监测，如列车位置、列车速度、列车的估计重量。图 8.1 为光纤光栅传感器在铁路应用的项目简介。

轴向计数与出轨预防

- 轴向计数确保进入与离开隧道的车辆数相同
- 轮重系统防止不对称荷载导致车辆出轨



乘客估计

- 优化车辆调度
- 紧急事件时的安全措施

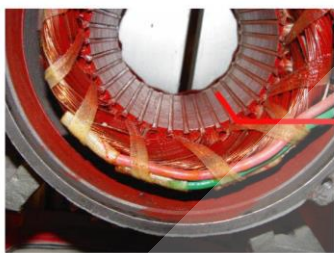


FBG 询问系统



应用

1. 列车识别
2. 交通调度
3. 乘客估计
4. 轴向计数
5. 出轨预防
6. 发动机健康监测



发动机健康监测

- 防止发动机过早疲劳
- 识别过热点



列车识别与调度

- 识别铁路系统中不同类型的列车
- 监测列车活动

图 8.1 光纤光栅传感器在铁路应用的项目简介

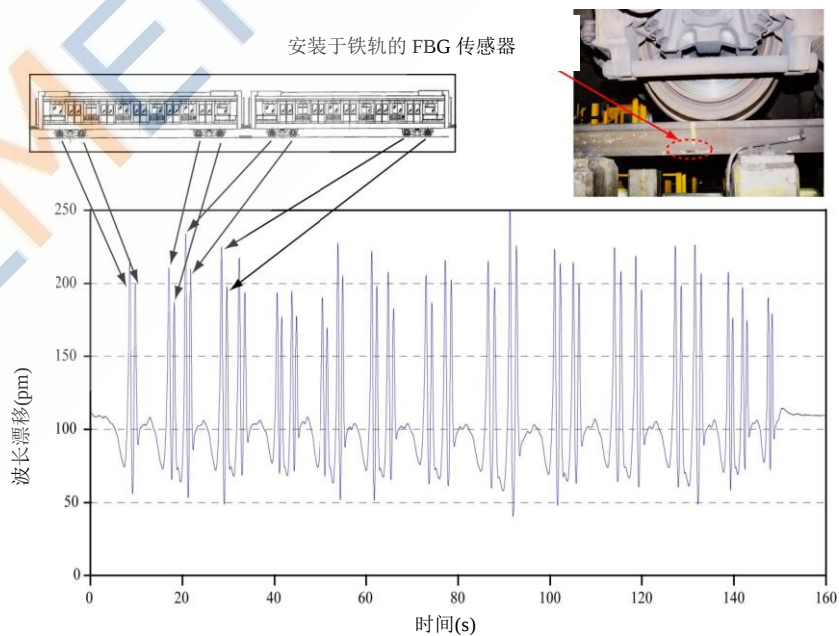


图 8.2 列车经过时光纤光栅传感器的监测结果图

图 8.2 为列车经过时，安装在铁轨上的光纤光栅传感器的监测结果图。图中可以清楚的识别出经过光纤光栅传感器的列车各个车轮的应变响应。已知车轮之间的距离，通过光纤光栅传感器的数据可以计算得到列车当前的速度。或者，已知安装在铁轨上的两个光纤光栅传感器的距离，通过计算应变响应的时间差也可以得到列车的速度。例如，每个车轴上两个车轮的距离为 2.5m，光纤光栅传感器测量的应变响应间隔为 1.1 秒，得到列车的速度为 8.2km/hr。列车末尾车厢车轴两车轮的应变响应间隔为 0.74 秒，这表明此时列车的速度为 12.2km/hr。通过计算可以得到列车离站时的加速度。图 8.2 中光纤光栅传感器的波长变化幅值与车轮施加在铁轨上的力有关，通过校准后可以得到列车车厢的重量。