

分布式光纤温度监测原理-拉曼散射技术

拉曼散射是基于光在光纤中传播时，在反方向产生散射光这一物理现象。其散射光光谱如图 1，包括了瑞利散射、布里渊散射和拉曼散射。

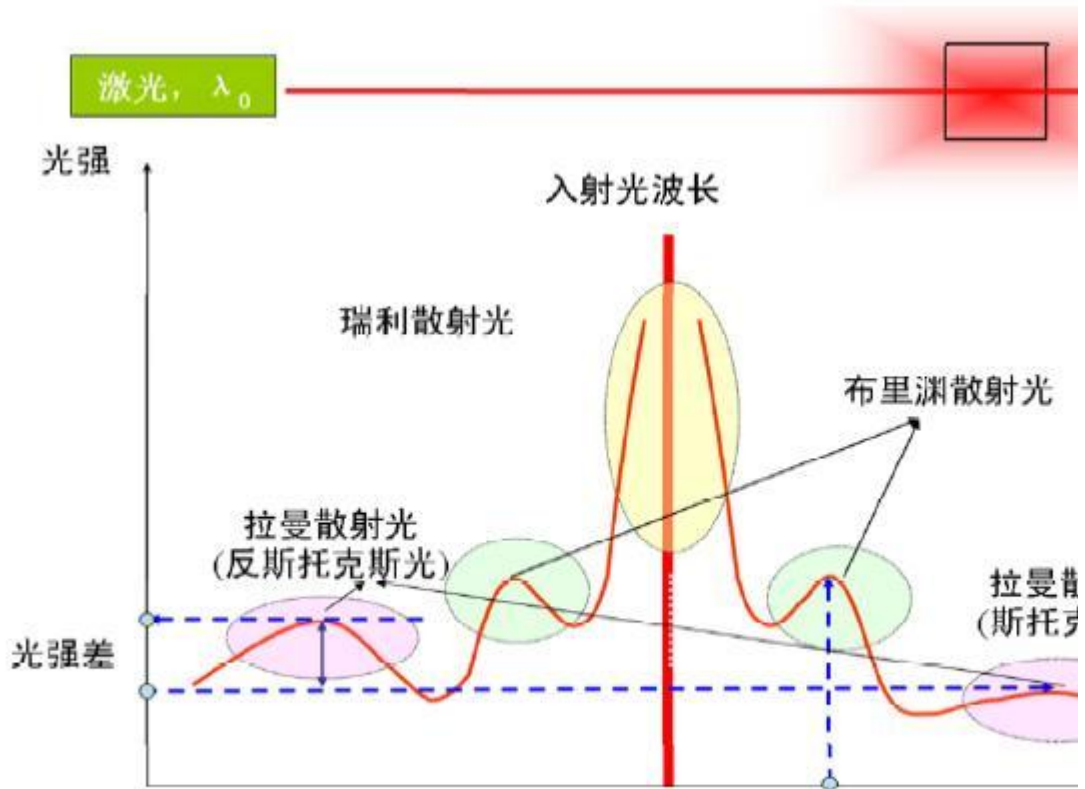


图 1 光纤散射光谱

拉曼散射光的斯托克斯光与反托克斯光的光强差，与反射点光纤温度有线性关系，公式如下：

$$\frac{l_{as}}{l_s} = a e^{\frac{h\nu}{kt}}$$

式中： l_{as} 为反斯托克斯光强度； l_s 为斯托克斯光强度； a 为温度相关系数； h 为普朗克系数(J.s)； c 为真空中的光速(m/s)； ν 为拉曼平移量(m^{-1})； k 为鲍尔茨曼常数(J/k)； t 为绝对温度值。

基于光时域喇曼散射的分布式光纤温度传感器(DTS)，通过向光纤发送一个短激光脉冲，然后测得背向散射的喇曼光，该光信号就包含了沿光纤的损耗和温度分布信息。其系统结构如图 2。

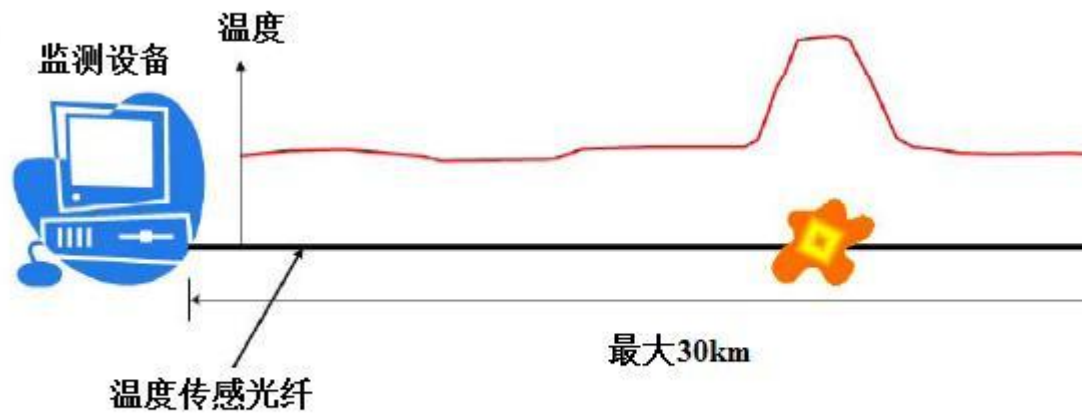


图 2 拉曼散射温度传感系统结构

DTS 是用于实时测量空间温度场分布的高新技术，它能够连续测量光纤沿线所在处的温度，测量距离在几公里的范围，空间定位精度达到米的数量级，能够进行不间断的自动测量，特别适用于需要大范围多点测量的应用场合。分布式光纤温度传感系统作为传统缆式温感火灾探测器的替代品，具有精度高、数据传输及读取速度快、自适应性能好等优点。