

光谱仪的效率反常及喇曼散射 偏振谱的测量

姚振益 贾惟义

(中国科学院物理研究所)

光栅作为色散元件被广泛应用于光谱仪器和激光器及其他分光系统, 其一般的色散行为为人所共知, 但其光谱性质的细节常为使用者忽视, 如偏振响应和效率反常问题。我们测量了美国 Spex 公司生产的 1403 双光栅光谱仪的偏振响应曲线, 使用汞灯 17269 cm^{-1} 谱线, 测量了偏振方向与狭缝夹角同衍射光强的关系, 得到垂直狭缝偏振的光, 其衍射效率为平行狭缝偏振的 8.6 倍。

在 $28000\sim 11500\text{ cm}^{-1}$ 范围, 使用碘钨灯做光源, 测量了比衍射效率的色散关系。测试结果出人意料的是: 大约在 22000 cm^{-1} , 比衍射效率为 1, 即 P 光和 S 光衍射效率相等。当 $f < 22000\text{ cm}^{-1}$, 即大多数光散射实验研究波长范围, S 光比 P 光衍射效率高, 在 12600 cm^{-1} , d_{SP} 达极大值, S 光衍射效率是 P 光的 37 倍。当 $f > 22000\text{ cm}^{-1}$, $d_{PS} > 1$, P 光衍射效率比 S 光高。在 24000 cm^{-1} , d_{PS} 达极大值, 为 43, 在 25000 cm^{-1} , d_{PS} 又降为 5.6。而后再继续增大至 40 以上。

光谱仪的效率反常给光谱测量带来很多麻烦。

这里我们提出一种方法, 即在检偏器后面, 再加一个 90° 旋光器, 将衍射效率低的偏振光改变偏振方向, 变成效率高的偏振方向。对本来就是效率高的偏振光, 检测时, 不加 90° 旋光器。这样就保证了偏振谱强度比例正确。同时信号强度提高数倍。以石英晶体为例, 用 4880 \AA 氩离子激光激发, 晶体 X 轴平行狭缝, 测 $X(YX)Y$ 偏振喇曼谱时, 加入 90° 旋光片, 比不加旋光器时, 信号强 4 倍左右, 和加扰偏器时相比, 信号强 2 倍。

90° 旋光器对偏振喇曼谱信噪比的改善随喇曼位移的大小及激发波长的长短而异。 $f < 22000\text{ cm}^{-1}$ 时, 几个激光波长下不同喇曼位移时的 d_{SP} 值相当于使用 90° 旋光器时信噪比提高倍数的理论值。由计算可知, 使用长波激光激发, 90° 旋光器的使用尤其重要。

90° 旋光器是用旋光晶体(石英)做成的, 和二分之一波片及四分之一波片相比, 厚度精度要求较低, 因此价格便宜, 在喇曼光谱测量中, 将是很有用的。