

# 光泵远红外激光的自吸收现象 及其饱和效应

林贻堃 丘秉生 官蒂 黎耀

(中山大学亚毫米波研究室)

本文从理论角度研究光泵远红外激光的辐射。以往科学工作者总认为光泵激光泵浦源的频率必须选择与工作物质的本征吸收频率相一致, 这样泵浦的效率最高, 产生的受激发射的输出功率也就越大。为了验证这个论点正确与否, 本文对这个问题进行理论探讨。按实验情况, 光泵远红外激光在工作过程中远红外信号是不等于零的, 一般泵浦功率愈大则远红外信号也愈大。问题在于对某一给定功率的泵浦源, 其频率应当怎样选择才能获得最佳的远红外信号输出。我们假定远红外信号电场强度  $\bar{E}_s \neq 0$ , 或比较大。在这种条件下对系统的密度矩阵方程的求解就不能随便简化, 否则将出现一些不合理的假象。本文采用信号流图法对四能级系统在不作  $\bar{E}_s = 0$  假设的条件下进行全面求解。我们在用信号流图求解时从方法上作了些改进, 使求解过程得到一些简化。求得四能级系统密度矩阵方程的解析形式的解。利用解得的结果, 代进激光工作物质的参数, 应用计算机进行数字运算, 求得一整套远红外激光随泵浦频率而变的调谐特性曲线和相对于泵浦频率的激光增益特性曲线。从这些结果可得出下列结论:

- 1) 当泵浦频率相对于激光物质的本征吸收频率的频偏为零时, 由于远红外激光对工作物质的反作用, 产生自吸收现象, 使系统增益急剧下降, 以至  $G < 0$ 。
- 2) 当远红外信号较大时, 将产生自吸收饱和效应。饱和效应发生时自吸收谱线宽度增大。
- 3) 光泵远红外激光泵浦的最佳频率, 不是在工作物质对泵浦的本征吸收频率, 而是必须使泵浦频率稍偏本征吸收频率。
- 4) 当泵浦频率等于工作物质的本征吸收频率时, 由于自吸收效应的影响, 使得激光器不出光或由于增益太小而出光微弱。所以在大功率光泵的情况下泵浦频率必须有一定的频偏。
- 5) 自吸收效应具有饱和特性, 其结果使自吸收谱线增宽。所以在大功率光泵的情况下, 要求有大的远红外信号输出时, 泵浦频率应有一定的频偏就显得重要。