

亚毫米波双圆锥准光学腔体的理论计算

王士杰 胡晓潮

(中国科学院上海技术物理研究所)

双圆锥腔体准光学外差接收器是亚毫米波段中比较典型的一种装置。具有接收稳定、安装容易、接收效率高、噪声抑制较大等优点。

为了提高腔体的接收效率, 必须预先知道接收器的天线阻抗, 使二极管与其匹配, 还必须知道准光学条件下的天线接收截面, 使接收器入口处与高斯光束匹配, 以便最大限度地接收信号。而这些结果只有对双圆锥腔体理论分析计算以后才能得到。

由于加载后腔体内部的电磁场分布相当复杂, 国外对此装置在亚毫米波段尚无理论分析报道。许多作者把它当作微波模型处理, 忽略了触丝对场的影响, 这种模型与实际情况相差较大。通过本文的计算结果可以看到, 芯片处的天线阻抗, 当触丝长度大于一个波长时, 与触丝有很大的关系。因此在亚毫米波段, 精确的理论计算必须包含触丝的作用。

本工作就是先求出腔内的电磁场分布, 然后再求得触丝的阻抗、对高斯光束的接收系数以及 Q 值。

本文在 Schelkunoff 给出的近似非整数阶球函数的基础上给出了一般非整数阶连带球函数($m \neq 0$), 并进行了误差分析。

虽然许多作者对快速柱函数比的数值计算进行了研究, 但没有详细的报道, 也没有误差分析结果。本文给出了各类柱函数比的计算方法和控制误差的方法, 计算机实践证明, 这种方法相当有效。

数值计算上的另一个困难是模式收敛速度太慢, 这是由于不连续处存在奇异场。不少学者对这个问题进行了研究, 创造了许多方法, 但不完全适用于复杂问题的数值计算。最近国外报道了在一维矩形波导窗口问题中预先引进奇异项, 使级数无奇异性, 结果收敛速度大大加快。本文在此基础上, 将这种方法应用到球域的边界上, 以加快收敛速度, 效果较好。

本文又通过场分布研究高斯光束与腔体几何尺寸对接收特性的影响, 结果得到的最佳高斯束束腰公式与目前国外报道的经验公式相符。