

# 自由电子激光器的设计和 Wiggler 磁场的实验

王明常 周慧芬 王之江

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

自由电子激光器是由相对论电子束、Wiggler 磁场和激光辐射场三部分组成的。我们采用加速器物理学家熟知的“稳定相理论”来描述电子在激光场和磁场中的运动状态。计算机模拟计算了 500 个电子的能量和位相的变化。讨论了电子束束流、初始激光场场强和 Wiggler 磁场等参量的影响。

我们研制了具有七个周期的小周期数 Wiggler 磁场。研究了磁隙、周期、磁块尺寸和材料与场强的相互关系，同时测量了磁场的正弦分布。Wiggler 磁场由稀土钴永磁铁制成。

计算表明，只有在三部分的参数满足严格匹配的条件下，势阱即 bucket 才能俘获电子，而只有那些被 bucket 俘获的电子才能通过减速产生辐射的增益。

我们根据现有加速器的具体参量，提出自由电子激光器的总体设计，其中包括一个 Wiggler 磁场，总长为 3 米，中部磁场强度为 3KG，一台 20MW 的 TEA 脉冲激光器作为初始辐射场，本实验预计产生 1—3% 的  $10.6\mu\text{m}$  的辐射增益。

文中还列出了根据大量计算获得的电子最佳俘获时的分布变化及 bucket 变化图。