

粒子加速器原理课程

程序实现类大作业说明

一、提供文件

1. “Bunching_cell_xx” 为聚束腔文件, “xx” 代表该聚束腔长度与光速腔长度之比
2. “Normal_cell” 为光速腔文件
3. “.txt” 文件中含有轴线场强, 仅需考虑电场强度; 该文件的电场强度取平均值为 1 MV/m 进行归一化
4. “.SFO” 文件中含有在 1 MV/m 归一化电场强度下的腔壁损耗 (Power dissipation, 单位为 W)

二、大作业步骤

1. 读取提供文件, 组成加速腔链
 - 建议按照结构长度, 依次选取一到两个聚束腔文件和多个光速腔文件
 - 对各腔场强乘以自定义系数, 建议从聚束腔到光速腔依次增高, 光速腔取为同样的系数
 - 文件中仅提供了电场强度的幅度; 根据驻波 π 模工作条件, 各腔内各位置相位相同, 相邻腔之间相差 180°
 - 画出带有幅度与相位的腔链轴线电场分布
2. 编写 1D 粒子追踪程序
 - 假设在电子枪置于加速腔链入口处, 发射电子能量 (动能) 均为 10keV, 发射相位服从 $0-360^\circ$ 均匀分布
 - 对特定发射相位的电子, 编写粒子追踪程序, 检查电子在加速腔链内的运动情况; 假设电子反向运动即视为丢失; 画出纵向位置随运动时间变化、动能随位

置变化、相对论因子 β 随位置变化、电子感受到的加/减速电场强度随位置变化的四个图

- 对各相位发射的电子（发射相位间隔小于 1° ），画出电子束最终位置（丢失位置或加速腔链出口）随发射相位变化、电子束最终能量（动能）随发射相位变化的两个图
- 基于以上结果，对于可以到达加速腔链出口的电子束（被俘获电子），统计其能量（动能）分布

3. 计算所需功率

- 加速结构所需总功率为腔链腔壁损耗功率与电子束功率之和
- 腔链腔壁损耗功率为各腔腔壁损耗功率之和；各腔损耗为“.SFO"文件中归一化损耗乘以自定义电场强度平均值的平方
- 电子束功率简化为俘获电流乘以俘获电子平均能量

4. 优化结构

- 根据以上过程，自由组合腔体、自由探索各腔幅度，得到一个优化腔链
- 要求使用不超过 2 个聚束器、腔链总长度不超过 450mm、俘获系数（俘获电子所占相位与 360° 之比） >0.25 、俘获电子平均动能 6-6.5MeV、加速结构所需总功率不超过 2.5 MW（假设俘获电流固定为 100 mA）
- 优化标准为在满足以上要求的情况下，腔体总长度尽可能短、加速结构所需总功率尽可能低、俘获效率尽可能高
- 对优化后的结构，画出带有幅度与相位的腔链轴线电场分布；以每 20° 发射相位为间隔，画出纵向位置随运动时间变化、动能随位置变化、相对论因子 β 随位置变化、电子感受到的加/减速电场强度随位置变化曲线；画出电子束最终位置（丢失位置或加速腔链出口）随发射相位变化、电子束最终能量（动能）随发射相位变化曲线；画出俘获电子在加速管出口的能谱分布

三、提交要求

1. 根据大作业步骤，提交完整的设计与优化报告