

新型的四极透镜脉冲电源

柯学尧 郭勉 寇建麟 匡本廉 戴群明

(中国科学院高能物理研究所, 北京)

关键词 脉冲, 稳流源, 大功率晶体管, 调整, 闭环, 反馈。

一、引言

经过几年的努力, 我们研制成一种新型的四极透镜脉冲电源, 其最大电流值分别为 220 A 和 530 A。目前已有 104 台 220 A 电源和 28 台 530 A 电源在北京质子直线加速器的加速腔和束流输运线上工作, 运转正常, 性能良好, 该电源使用大功率晶体管作开关调整管。与目前国外实验室流行的同类型可控硅四极透镜电源相比, 本电源具有线路简单, 体积小, 价格低廉, 调试方便等优点。本电源没有充电电感, 回收电感, 附加负载电感和储能电容等大体积元器件, 因此, 它的体积只有同类可控硅电源的四分之一。本电源的输入电压主要由主回路的总电阻来决定, 而可控硅电源则取决于透镜电感和储能电容。当两种电流源输出电流相同时, 本电源的输入电压要比可控硅电源低得多。这样, 对元器件的耐压要求可相应降低, 电源的成本也可由此下降。

二、本电源的主要指标

输出电流: 0—220 A 和 0—530 A, 连续可调。

电流稳定度: $\pm 0.1\%$ 。

脉冲频率: 1, 2, 5, 12.5 s^{-1} 。

脉冲顶宽: 大于 500 μs (可调)。

脉冲底宽: 3.5—5 ms。

三、电源原理

该电源单相输入, 经变压器降压, 全波整流和电容滤波后, 其电压通过四极透镜加到大功率晶体管上。大功率晶体管和四极透镜串联, 图(1)是本电源方框图。图(2)是电源原理图。

本电源用负反馈方式稳定其脉冲输出电流。当大功率晶体管导通时, 由于四极透镜是感性负载, 脉冲电流缓慢上升, 电流的变化由下式决定:

$$I_L = \frac{E}{R} \left(1 - \exp - \frac{Rt}{L} \right)$$

其中: E ——整流后的直流输入电压; R ——回路的总电阻; L ——四极透镜电感。

当基准脉冲电压比取样电压大时, 此电压差通过比较放大器、驱动器, 使大功率晶体管持续导通。当取样电压等于基准电压时, 脉冲电流不再增大。由于电路的负反馈作用, 使脉冲电流有一个稳定的平顶。参见图 3 照片上的负载电流波形。此时, 输入直流电压除部分降在回路电阻上外, 其余全部降落在调整管上。脉冲电流的幅值取决于基准电压和取

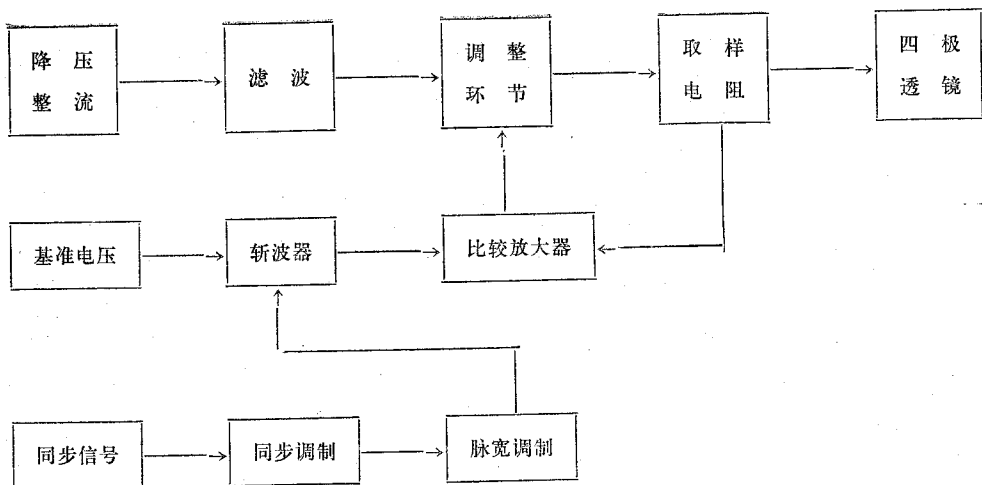


图 1 电源方框图

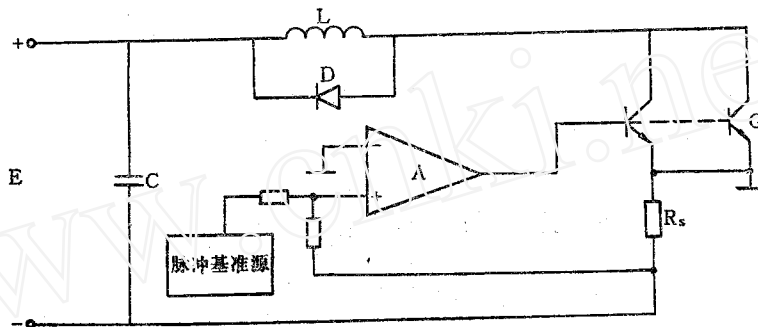


图 2 四极透镜电源原理图

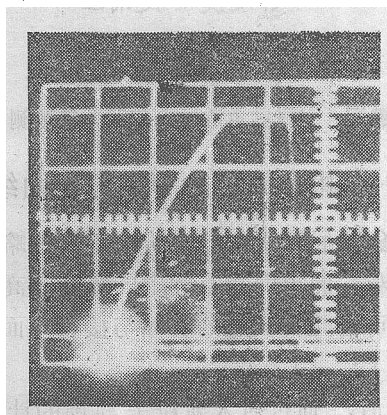


图 3 负载电流为 220 A 时的波形

样电阻 R_s 的比值, 即 $I_L = U_{\text{基准}} / R_s$ 。

为了防止大功率晶体管的集-射结承受过高的电压以及出现二次击穿的现象, 我们除选用耐压较高的管子作调整管外, 还采用了变压器抽头的方法, 使大功率晶体管的集-射工作电压低于 40 伏。

基准脉冲降为零后, 大功率晶体管截止, 与透镜负载并联的续流二极管为透镜电感贮

存的能量提供释放通道。

本电源控制电路由脉冲发生器, 脉冲延时电路, 基准稳压源, 斩波器和比较放大器等部分组成。0—5 伏连续可调的稳定方波基准脉冲可由斩波器的输出端得到。

A NEW TYPE OF QUADRUPOLE POWER SUPPLY

KE XUEYAO WU MIAN MI JIANLIN
KUANG BENLIAN DAI QUNMING

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica)

The maximum outputs of this new type of quadrupole power supply are 220 A and 530 A respectively at a repetition rate of 12.5 pulses per second with a current variation no greater than $\pm 0.1\%$ during the beam time. The load current can be automatically adjusted by using power transistors which are in series with the magnet loads.

Key words Pulse, Stabilized current, Power transistor, Adjustment, Close loop, Feedback.

强激励单透镜的象差特性及其在离子 源能散测量中的应用

郭之虞 赵渭江

(北京大学技术物理系)

关键词 强激励单透镜, 象差, 能散测量。

一、相空间中的等角等高曲线族

对于强激励单透镜, 因象差展开式中的高阶项不能忽略, 故计算与分析的工作量均变大, 且展开法的结果也不直观。而象面相空间中的等角等高曲线族可以反映出直至高阶的几何象差的总体作用, 我们可借此在任选的物面与接收平面之间进行任意发射图形的变换。

设定物面 Z_0 与象面 Z_i 后, 通过对入射粒子轨迹的计算, 我们可建立起物面相空间坐标 (r_0, r'_0) 与象面相空间坐标 (r_i, r'_i) 之间的对应关系。用同样方法, 对应于物面相空间中的等 r'_0 线与等 r_0 线也可以在象面相空间中做出相应的曲线。我们把这些曲线分别称为等角线与等高线。整个等角等高曲线族就对应于物面相空间中的坐标网络。该曲线族可通过对坐标网格结点处的入射粒子的轨迹计算得出。漂移空间中不同象面处的等角等高曲线族可容易地相互变换。

在理想高斯成象下, 等角线与等高线为两组平行等距直线, 其斜率则随象面的移动而