

大功率、高均匀度电子束扫描仪电路

沈 巍
(上海医疗器械厂)

朱红俊
(上海先锋电机厂)

本文提出了二种结构新型的大功率电子束扫描电路, 能够将扫描均匀度提高到90%以上。可用于能量20MeV以下的各种电子束加速器。

关键词: 扫描电源 加速器 大功率 高均匀度 阶梯形式波形 BTL功放

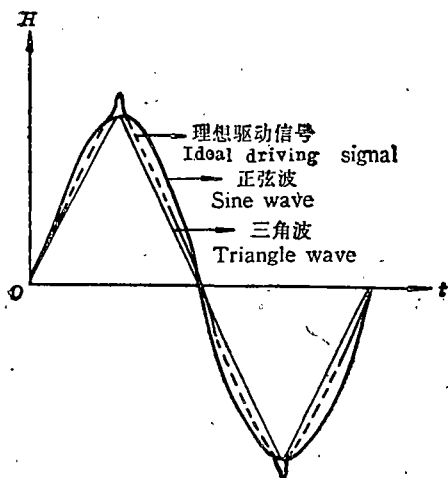


图1 理想扫描磁场变化曲线

Fig. 1 The variation of an ideal scanning magnetic field

一、作用和特点

一个好的扫描仪应当具备: 1. 足够大的功率, 以便使具有一定能量的电子得到一定角度的偏转; 2. 优良的电流扫描波形, 以保证电子束在扫宽范围内分布均匀。

理论分析^[1]与实验证明, 由扫描仪的输出电流保证的磁场变化曲线应是间于三角波与正弦波之间, 且顶部带一“尖角”的波形(如图1所示)。

图1所示的是理想扫描磁场变化曲线, 也就是使扫描不均匀度为零的磁场曲线。

定性地说, 用三角波磁场扫描, 电子束从引出窗中心得到最大扫宽处速度越来越大; 而用正弦波磁场扫描, 则正好相反。所以, 理想扫描磁场势必位于两者之间。

由于磁场的“惰性”, 在二个扫描端点处往往由于电流密度过大而导致输出窗穿孔。一些大束流的加速器, 如地那米, 束流可达数十毫安, 更会产生此类事故。实验表明, 在扫描磁场头部适当地加一个“尖角”, 有助于改进这种状况。

一个扫描仪, 除了电源部分之外, 由波形形成电路、功率放大器与扫描线圈三个部分组成。一般地说, 波形形成电路产生接近理想扫描磁场变化曲线的驱动信号; 功放电路进行放大并驱动扫描线圈。

影响扫描均匀度的因素主要有: 1. 波形形成电路不能输出良好的驱动信号。无论是采用三角波与正弦波的适当迭加, 或用运算放大器进行折线补偿等^[2], 皆是一种“区域”性的补偿, 不是逐点的调节。2. 电子束在穿出引出窗时固有的功率损耗带来的不均匀性。因为电子束的偏转越大, 穿过钛窗的几率便越小。3. 线圈绕制, 铁芯质量等。

二、驱动信号

理想的驱动信号本质上是一种畸变的正弦波, 可以以数字合成法来实现, 如果脉冲宽度足够小, 就可以保证“逐点”调节。

我们使用两块C423双四位静态移位寄存器组成波形形成电路。整个周期由十六个脉冲组

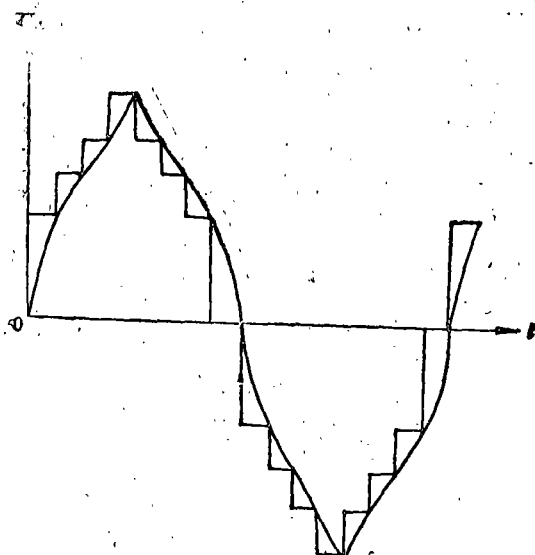


图2 近似的理想驱动波形

Fig. 2 The approximate ideal driving wave form

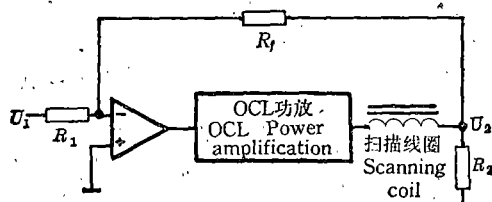


图3 带负反馈的功率放大电路

Fig.3 The power amplifier with degenerative feedback

无输出变压器电路)为宜。其方框图如图4所示。

但是, BTL本身是一种平衡型输出的电路, 不能依靠负反馈来“校正”波形, 而只能开环使用^[4]。我们知道, 将非线性的电压波形加于扫描线圈两端, 线圈中的电流波形将有较大的畸变。但是, 对于具体的业已装好的线圈而言, 两者则是确定对应的。这样, 就可以通过调节扫描线圈两端的电压波形来保证扫描电流波形, 从而保证扫描磁场的均匀性。

实际使用的BTL电路, 在 $E_0=50V$ 、负载阻抗为 7Ω 时, 能输出 $165W$ 的不失真功率, 扫描线圈的磁势约为 2500 安匝, 能用于 $18MeV$ 左右的电子束加速器, 扫描宽度超过 $400cm$, 可以在

成, 各个脉冲的电平由所对应的电位器调节, 互不影响。经滤波后可以得到图2所示的近似的理想驱动波形。

这种阶梯形成波形的方法, 是一种逐点调节的电路, 灵活可靠。而且, 在较大的程度上可以补偿铁芯质量及线圈绕制工艺的不良影响, 并可方便地形成波形头部的“尖角”,

三、OCL 功放电路^[3]

传统的功放电路没有充分注意到理想驱动波形(或近似的理想驱动信号)本质上是一种畸变的正弦波, 含基波及高次谐波。即使忽略功放电路本身的失真, 也不能在扫描线圈中得到相同的电流波形。

带负反馈的功放电路如图3所示。其基本原理是通过运算放大器的校正作用, 使波形输出电路的输出电压 U_1 与 U_2 相互一致, 即保证了扫描电流能重复 U_1 的波形。

适当地选取扫描中心至辐照平面的距离及磁场的均匀区尺寸, 能获得 $400-500mm$ 的扫宽, 此方案可用于 $8MeV$ 以下的加速器。

四、开环的BTL功放电路

考虑到功放管的耐压, $8MeV$ 以上的电子束加速器的扫描电源以使用BTL(平衡式

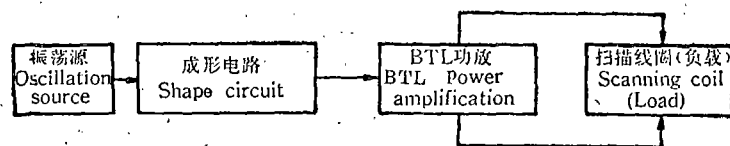


图4 使用BTL功放的扫描仪方框图

Fig.4 The block diagram of the BTL power amplifier

较宽的能量范围内保证均匀度大于90%。

调整BTL电路电源电压,不改变其它参数,此电路可用于8—20MeV的电子束加速器,8MeV以下亦然。

五、实际使用结果

以上介绍的两种扫描电源方案,都能方便地将扫描均匀度提高到90%以上。即使未经与加速器进行系统联试,用本方案制作的扫描电源也已能实用。

上海加速器研究所为中科院高能物理所核辐射应用部研制的电子加速器扫描系统,采用了本文的扫描线路方案。该系统的使用实践表明扫描效果良好。扫描仪扫描均匀度曲线如图5所示。

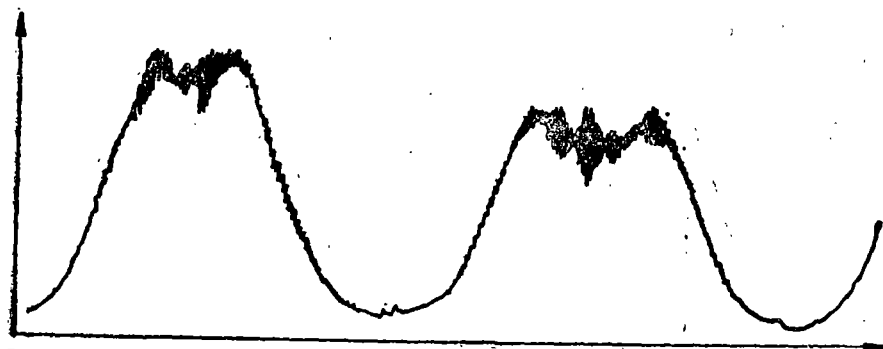


图5 扫描仪的扫描均匀度曲线

束流能量 15MeV 扫描半张角左17°,右20.4° 扫描均匀度左91%,右87%

Fig.5 The curve of scanning homogeneity of the scanning instrument

Beam energy 15MeV Scanning solid angle left 17, right 20.4 Scanning uniformity left 91, right 87%

参 考 文 献

- [1] 张克志,对提高电子束扫描均匀度的一点探索,高压型加速器年会论文,1984年。
- [2] 郭学义,核技术,(1931),2:24。
- [3] 南京工学院编,电子线路,第一版,1979年。
- [4] John D. Lenk, Handbook of electronic circuit design, Englewood Cliffs N. J., Prentice-Hall, 1976.

(1986年11月4日收到)

简 讯

JNX-85型¹³³Xe吸入法多探头局部脑血流分析仪通过鉴定

由中国科学院上海原子核研究所、上海瑞金医院和上海高血压研究所共同研制的JNX-85型¹³³Xe吸入法多探头局部脑血流分析仪于1987年12月23日通过专家鉴定委员会的技术鉴定。

JNX-85型¹³³Xe吸入法多探头局部脑血流分析仪的研制,对脑血管疾病的研究和临床诊断将起积极促进作用,也在我国推广应用创造有利条件。此仪器与国外先进仪器相比:其理论和方法基本相同;而在质量控制方法、¹³³Xe循环系统和平面彩色图象处理方面有新的发展,形成特色。经临床应用表明,使用本仪器对缺血性中风急性期病人,其诊断的可靠性优于X-CT。本仪器已达同类产品的国际先进水平。

(钱俊龙)

—核技术—

Improvement on accuracy of XRF analysis of trace elements in human hair

Xu Kezun Zhang Fang Liu Guanhua Wu Shulan

(University of Science and Technology of China)

Liu Xuegong Yan Guangwen He Ruiqi

(The Hospital of Anhui Province)

Studies have been made on the improvement of detection limit, sensitivity and accuracy for XRF analysis with an XRF instrument consisting of a Si(Li) detector, a microcomputer-based MCA and a radioisotope source. Normal values of trace element contents in human hair samples from Hefei, Anhui province, were given.

Keywords: X-ray fluorescence analysis detection limit sensitivity
human hair trace element

A simple tape transport system to measure the nuclei with short lifetime

Wang Sufang Cai Wei Zheng Jiwen Liang Guozhao Sun Xijun

(Institute of Modern Physics, Academia Sinica)

In this paper a simple tape transport system to measure the nuclei with half-life $T_{1/2} \geq 1$ s was described. The reaction products are collected on a Mylar foil, which was then transported immediately to the measurement spot. The vacuum in the reaction chamber was 2.67 mPa and while the tape was pulled the vacuum decreased to 6.67 mPa. The vacuum was recovered immediately to the original value when the tape's movement is stopped. a γ ray spectrum of products from reaction $^{12}\text{C} + ^{112}\text{Sn}$ was also given.

Keywords: tape transport system short lifetime nuclei

High power electron beam scanning circuits with improved homogeneity

Shen Wei

(Shanghai Medical Instrument Factory)

Zhu Hongjun

(Shanghai Xianfeng Electrical Manufacturing Works)

The paper describes two kinds of high power scanning circuits for electron beams. Scanning homogeneities of more than 90% were experimentally achieved. They can be used in electron accelerators with energies of up to 20 MeV.

Keywords: scanning power supply accelerator high power homogeneity
steplike-distribution waves balanced transformer less power
amplifier