

低本底 β 测量装置

西北水土保持生物土壤研究所同位素组

随着原子能在工农业应用方面的发展,放射性污物的处理、放射性污水的净化已成为农业生物中急需解决的问题。尤其在一些放射性厂矿和放射性示踪原子应用的工厂,排除具有弱放射性污水(符合国家允许剂量标准),利用这些污水进行农田灌溉,在排向江河的过程中发生的渗漏,由于长期的灌溉和渗漏,放射性物质在土壤中积累,对农田造成污染。为了保障人们的健康,保护农田、防止污染或对已经污染的农田需要去污的过程中,经常遇到弱放射性样品。另外,在研究植物生理和杂交育种的机理过程中,也经常遇到弱放射性样品。在测定弱放射性的样品时,由于普通测量装置的本底计数较高、效率有限,为保证一定的测量精度,往往需要花费很长的时间进行测量。有些样品就因此而不能测量。

本装置是基于实验上的需要,根据现有条件,从降低本底入手,通过物质屏蔽及反符合线路,本底降为 1.12 ± 0.03 计数/分。初步满足了目前本实验室生物示踪实验需要,并为自然本底的研究提供了可能。

一、物质屏蔽

图 1 是装置的安装图。

物质屏蔽主要用于消除宇宙射线的软成分及周围 γ 射线的影响,其材料应是高密度且固有放射性低的物质。为便于加工,我们用 80 毫米厚的铅环组成铅室。其中套有 7 毫米的紫铜套及 10 毫米厚的有机玻璃,用以消除铅中放射性的影响。样品管罩用聚四氟乙烯,它除了用来固定样品管外,对屏蔽物中的软 β 也有一定的阻挡作用。

在安装时,所有屏蔽材料应进行去污处理。

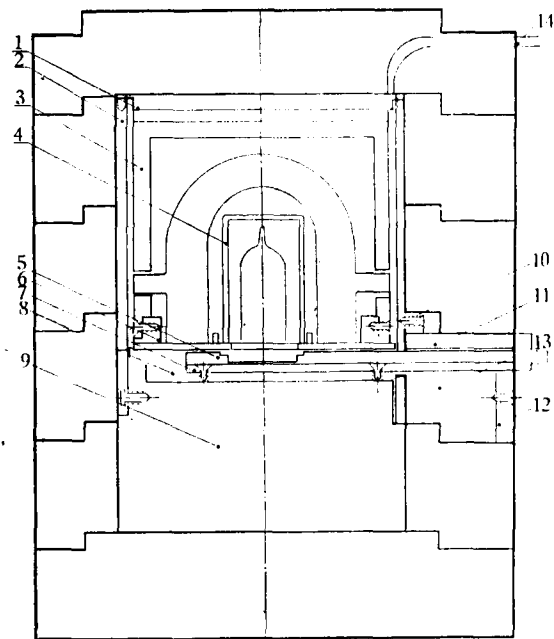


图 1 安装示意图

序号	名 称	材 料	件数	备 注
1	前级放大盒	铁	1	
2	衬 套	紫 铜	1	
3	屏蔽管罩	有机玻璃	1	
4	样品管罩	四氟乙烯	1	
5	样品插板	有机玻璃	1	
6	罩 底 板	有机玻璃	1	
7	样品道底板	有机玻璃	1	侧板图上未示
8	底座衬盘	有机玻璃	1	
9	底 座	钢	1	
10	样品道固定板	有机玻璃	1	
11	样品道顶板	有机玻璃	1	
12	固 定 板	有机玻璃	2	
13	铅 环	铅	9	
14	进 线 孔			

二、反符合屏蔽

为消除宇宙射线中的硬成分,则采用屏蔽管配合反符合线路。屏蔽管采用上海电子管厂生产的 J308 型宇宙射线防护管。图 2、图 3 是

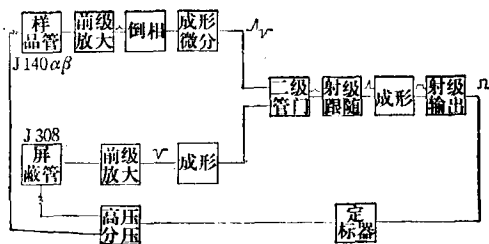


图 2 线路方块图

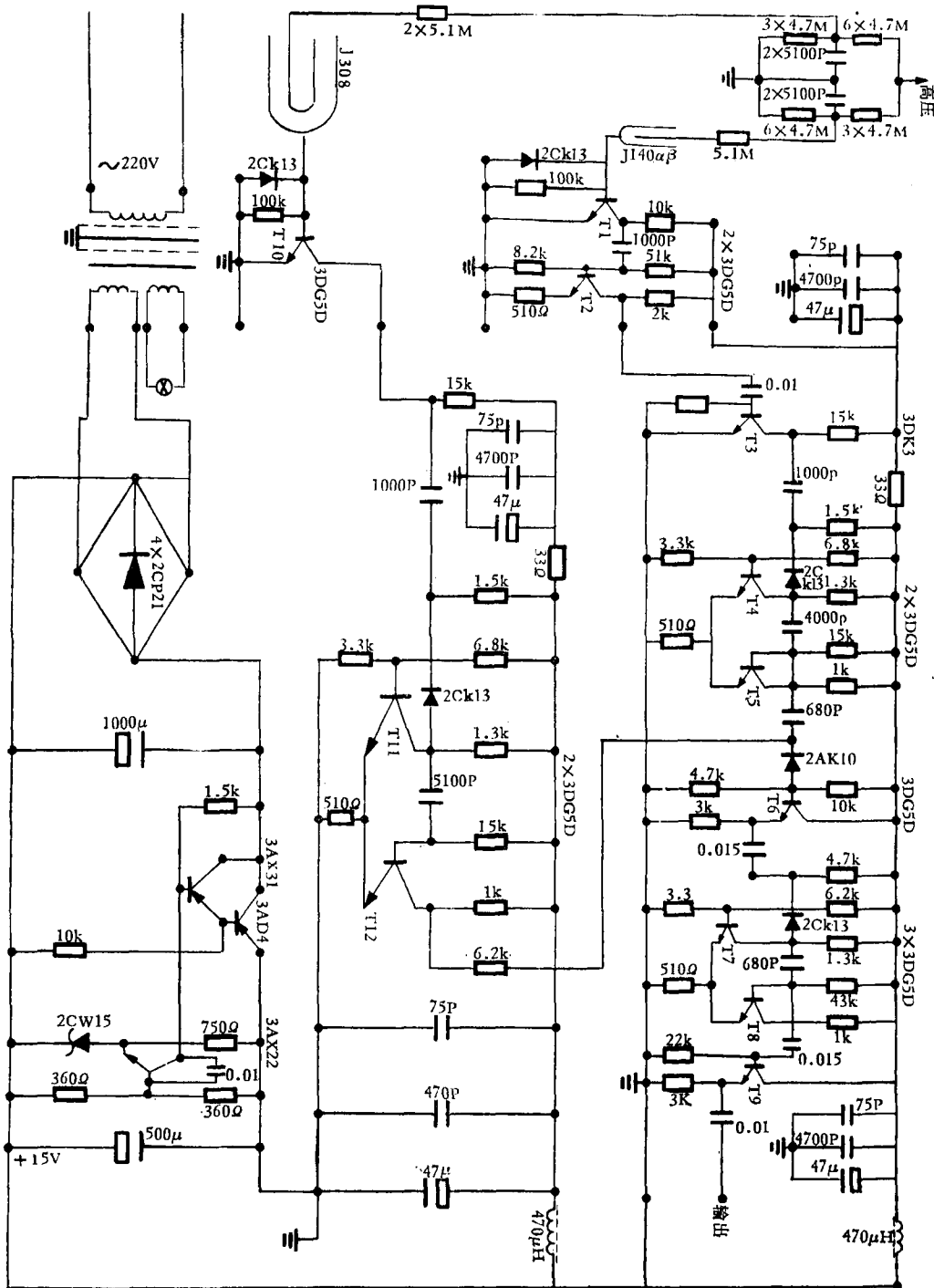


图 3 反符合线路图

线路的方块图及原理图。

反符合线路原理是采用二极管(2AK10)门电路构成反符合单元,在同一射线引起两个道均有信号输出时,则二极管因屏蔽道来的正脉冲而阻塞,故无信号输出;只有在样品道单独有信号时,二极管才导通使反符合信号输出。

其中样品管由于输出信号较屏蔽管弱,所以样品道的前级放大较屏蔽道灵敏度高。又因屏蔽管 J308 系卤素管,同一射线引起的脉冲输出较样品管约迟几微秒,再考虑到计数管输出脉冲前沿的涨落因素,所以样品道脉冲单稳成形后经微分线路使其加在反符合单元的负脉冲延迟了30微秒。而屏蔽道的脉冲经单稳成形后又有足够的宽度($t_w = 55$ 微秒),较样品道的成形脉冲宽 20 微秒。这样线路工作可靠,产生漏符合的几率将为最小。

在线路中成形级输出的脉宽虽然较大,但因盖革管的死时间较大(J308 死时间 ≤ 2 毫秒、J140 $\alpha\beta \leq 100$ 微秒),所以不会影响计数效率。

又因屏蔽管 J308 体积较小(与多管组成的反符合屏蔽环相比),其最大计数率不超过 100 计数/分,用 $2\tau N_1$ 来计算偶数符合率也只有 0.02%($\tau = 60$ 微秒)。可见因偶然符合带来的计数损失也是可忽略不计的。

两个道的触发灵敏度均小于 0.7 伏(前级输入)。

样品管和屏蔽管的高压由同一个高压电源分别经分压后供给。这样省了一套高压装置,对高压的稳定性也降低了要求,但电源输出电流应大于 200 微安。

低压电源系一般串联型稳压线路。在其线路中增加消除干扰措施。为防止道间干扰,所有到探头的引线均用屏蔽线,并要有好的接地。

三、样品计数管及各种屏蔽的效果

样品管采用上海电子管厂生产的 J140 $\alpha\beta$ 型计数管,系铜外壳的有机管。云母窗厚 1.5~2 毫克/厘米²,云母窗直径 20 ± 0.5 毫米。这种管子本底较低,在 40 毫米铅室内 ≤ 12 计数/分。经过挑选,我们采用在 30 毫米铅室内本底 ≤ 8

计数/分的管子做样品管。这个指标对 J140 $\alpha\beta$ 挑选并不困难。采用这样管子经各种屏蔽后本底降为 1.5 计数/分以下是不困难的。各种屏蔽措施的效果比较如表 1 所示:

表 1 各种屏蔽措施的比较

屏蔽措施	本底	降低本底数
室内	24.40	
30 毫米铅室	7.50	16.90
80 毫米铅室	6.10	1.40
80 毫米铅 + 8 毫米铜	5.65	0.45
80 毫米铅 + 8 毫米铜 + 10 毫米有机玻璃	5.10	0.55
80 毫米铅 + 8 毫米铜 + 10 毫米有机玻璃 + 反符合	1.12	3.98

四、效率

用国产²⁰⁴铊标准源(测量误差 $\pm 10\%$ 、活性直径 10 毫米,托板系铝板),经多次测量,本装置的测量效率 $\eta \geq 23\%$ 。

五、稳定性

对装置的短期稳定性,我们采用每次计数 30 分钟,一次实验共计 180 分钟,对其数据进行 χ^2 鉴定。 χ^2 值均在 11.07 (自由度为 5,几率大于 5%) 与 1.15 (几率小于 95%) 之间,故数据涨落是符合统计规律的。

对其长期稳定性,从实验数据来看也是符合泊松分布的(见图 4)。共有 17 次测量,其中有 12 次的标准误差 $\pm \delta$ 线与 $\bar{n}$ 相交。

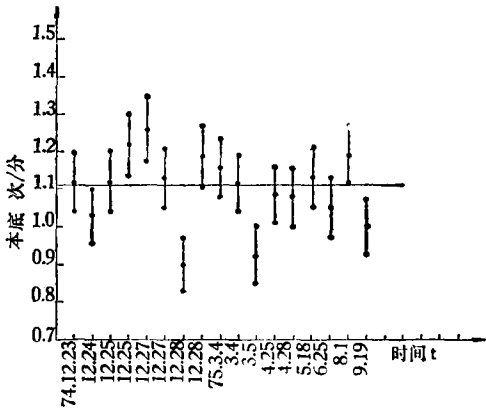


图 4 装置的长期稳定性

(下转封三下)

到的类似物就没有 BPP 的作用。

顺便提一下，通过血管活性肽的研究，使我们对肺这个器官在生物体内的作用更加注意了，以前只认为肺的功能是进行气体交换和维持酸碱平衡。现在已经发现，肺对增血压素 I 转化成增血压素 II 以及对增血压素 II、运动徐缓素、ATP 等等的代谢起着重要作用。但作用的过程还不十分清楚。

结 束 语

近年来已经发现，上述的激素中有许多都存在所谓激素原、分泌腺体分泌出来的不是激素本身，而是比激素分子更大的激素原。这些激素原通过专一的酶的作用才转变成激素。具有两条肽链的胰岛素，它的前体就是通过一条由 30—33 个氨基酸(因动物种属不同而异)组成的“C 肽”将胰岛素分子的 A 链氨基端和 B 链羧基端连接起来成为单条链。胰岛素原通过专一的胰岛素酶作用转变成胰岛素。胰高血糖素，甲状旁腺素、催胃液素等都存在激素原。通过激素原的研究，有助于我们了解激素分泌机制及分泌的调节过程。

随着激素免疫化学技术的发展，尤其是放射免疫的应用，已经发现好许多肽，蛋白质激素

在血液中存在多种形式，它们都能与相应激素的抗血清产生交叉反应。如催胃液素就有八种形式，它们的分子量有些比催胃液素大很多，有些相类似，也有较小的。胰岛素，生长激素，ACTH 等也存在类似情况。这种不均一性是如何产生的呢？一种可能的解释是激素本身有前体(激素原)激素原又可能有其前体。这些前体都能与激素的抗血清发生作用，此外这些前体和激素又由于酶的作用释放出能与激素的抗血清发生作用的肽。因而出现了血液中激素免疫上的不均一性。这种不均一性在生理上有何意义尚不清楚。

前面叙述了目前研究得较多的一些多肽蛋白质激素的化学结构和生物功能，随着生物化学分离分析技术的发展，将会有更多的激素被发现，也会有更多的激素结构可以得到阐明。结构和功能关系的研究将更紧密地与激素作用原理的研究结合起来，从分子水平上去阐明激素在体内是如何发挥作用的。当然我们不要忘记生物是一个整体，各种激素在体内的作用不会是孤立的，而是有协同、加强或相互拮抗作用。从而调节着生物体的正常生长、发育和繁殖。因此我们不仅要研究它们的个性，而且更应该注意到它们的共性与它们之间的相互作用和联系。

(上接第 30 页)

六、用途及进一步降低本底的可能性

采用这样的装置，可使弱放射性测量的时间大为缩短，如表 2 所示。也可以初步解决在

表 2 对弱放射性测量时间比较

样 品 强 度	10^{-11} 居里	10^{-12} 居里	本底计数 (次/分)	备注
相对标准误差	5%	20%		测量效率均按 25%计
普通装置测量时间	350 分	1660 分	10	
低本底装置测量时间	120 分	250 分	1.2	

环境污染中经常遇到的对 $10^{-11} \sim 10^{-12}$ 居里样品(几个到几十个微微居里)的测量。而这些样品的测量采用普通的方法是困难的。

本装置虽然将本底降为 1.5 计数/分以下是比较容易的，但还存在一些问题。例如，我们所用的屏蔽管对样品管的立体角 $\leq 2\pi$ ，致使样品轨道处仍可能因外界 γ 射线进入而产生本底；所用物质屏蔽的结构和材料也尚存在缺陷（如屏蔽管和样品管之间缺乏可靠的屏蔽等）。诸如这些缺陷若能克服，再对样品管进行严格挑选，则将本底降为 1 计数/分以下也是可能的。