

CNIC-01110

SINRE-0068



CN9700476

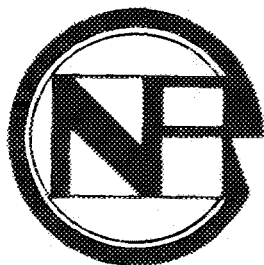
中国核科技报告

CHINA NUCLEAR SCIENCE
AND TECHNOLOGY REPORT

智能中子通量积分仪研制报告

THE DEVELOPMENT REPORT OF AN INTELLIGENT
NEUTRON FLUENCE INTEGRATION MONITOR

(In Chinese)



中国核情报中心
原子能出版社

China Nuclear Information Centre
Atomic Energy Press

VOL 20 No 09



蒋宗炳：中国核动力研究设计院高级工程师，1965年毕业于哈尔滨工业大学电子计算机专业。

JIANG Zongbing: Senior engineer of Nuclear Power Institute of China. Graduated from Harbin Institute of Technology in 1965, majoring in electronic computer.

CNIC-01110

SINRE-0068

智能中子通量积分仪研制报告

蒋宗炳 魏 颖

(中国核动力研究设计院, 成都)

摘 要

介绍了用于测量单晶硅在反应堆辐照孔道中接受中子照射的积分通量仪器——中子通量积分仪。文中简要说明了研制的意义及技术指标；着重阐述了仪器的工作原理、构成及其特点。由于采用了单片机技术，实现了仪器的智能化。经实际使用表明，该仪器具有功能强、精度高、应用范围广、自动化程度高、操作简便、工作可靠等特点。从而提高了单晶硅辐照技术水平，也提高了生产效率。

**The Development Report of an
Intelligent Neutron Fluence Integration Monitor**
(In Chinese)

JIANG Zongbing WEI Ying
(Nuclear Power Institute of China, Chengdu)

ABSTRACT

An intelligent neutron fluence integration monitor is introduced. It is used to measure the received neutron fluence of the monocrystalline silicon in reactor radiation channel. The significance of study and specifications of the instrument are briefly described. The emphasis is on the working principle, structure and characteristics of the instrument. The instrument is intelligent due to use of monolithic microcomputer. It has many advantages proved in the actual practice, such as powerful function, high accuracy, diversity of application, high automatization, easy to operate, high reliability, etc. After using this instrument the monocrystalline silicon radiation technology is improved and the efficiency of production is raised.

前 言

在核反应堆的应用中，辐照是一个重要方面。种子辐照后单产提高，水果辐照后保鲜能力增强，材料辐照后性能得到改善等等，由此可见辐照带来了很大的经济效益和社会效益。半导体的重要材料单晶硅通过辐照后使产品的质量大大提高。然而，要获得上述满意效果必须对辐照量进行严格控制，辐照量不足时得不到满意的结果，辐照量过大时会使材料报废。因而对辐照量进行精确测量和控制显得非常必要。智能中子通量积分仪就是为满足单晶硅的辐照——中子掺杂要求而研制的。它将被照位置的中子通量密度用自给能探测器转换为电流信号，经处理用以测量积分量，以此测量和控制单晶硅的中子掺杂量。

在该仪器中，我们应用了单片机，实现了智能化，使该仪器具有功能强、应用范围广、自动化程度高、工作稳定可靠、操作简便等特点。

1 技术指标

1.1 量程范围

10^{-6} A, 10^{-7} A, 10^{-8} A, 10^{-9} A, 10^{-10} A 五挡。

1.2 量程切换方式

十进制的手动和自动两种方式切换量程。面板上的指示灯指示相应的量程。手动切换时，自动方式无效。

1.3 测量值指示

面板上的电表指示被测信号的瞬时值，五位数字显示被测信号的积分值，最大积分数为 99999 V·min。V·min 是以 10^{-8} A 挡为基准计算的。放大单元输出信号电压，每挡满度 5 V，连续可调。

1.4 测量精度

放大单元测量误差 $\leq \pm 1\%$ (满刻度), $10^{-6} \sim 10^{-9}$ A 挡;
 $\leq \pm 5\%$ (满刻度), 10^{-10} A 挡;

处理单元的测量误差 $\leq \pm 1\%$ 。

1.5 数据存储与保存

能自动存储 46 个积分数据和 1 个定值数据，在仪器失电后，存储的数据保存时间可达一个月。

1.6 定值与报警

积分达到定值前 5 min 时，给出音响和灯光闪烁报警信号。音响可手动消除。达到定值后，被照样品提出，被测信号值下降 1%，积分自动停止。

1.7 输出信号

由仪器后面板输出瞬时值信号 0~5 V，最大电流 10 mA；

输出报警的音响信号；

输出继电器接点闭合信号（允许电流 1 A，直流电压 30 V）；

输出积分数据（RS-232 串行传输）。

2 组成及工作原理

仪器由放大单元 I、放大单元 II、处理单元及电源组成。框图如图 1 所示。

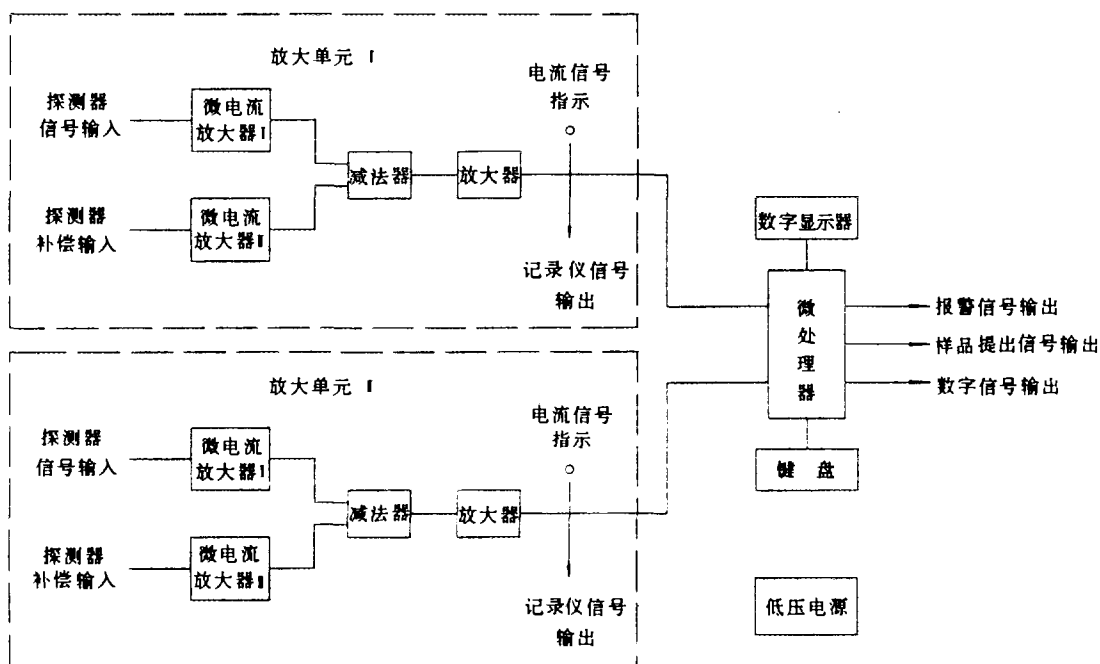


图 1 原理框图

2.1 放大单元

放大单元 I 和放大单元 II 完全相同，可同时两个探测器来的信号进行放大处理。每个放大单元由两个相同的微电流放大器、减法器、电压放大器和译码器等 5 个单元构成。来自探测器的电流信号和来自补偿端的补偿信号分别经两个微电流放大器，都转换为电压信号送入减法器，将信号电流减去补偿电流，则得到中子电流信号，再经电压放大器放大，送入处理单元。而译码器则用于量程的自动切换。

2.2 处理单元

处理单元的硬件由 3 块印制板构成，主板、辅板和键盘显示板。

主板上 8098 单片机，6264 数据存储器，27128 程序存储器，8155 并行口等主要大规模集成芯片，它们与其他小规模芯片一起构成一台功能较完善的基本计算机系统——16 位的中央处理器 (CPU)，高效率的指令系统，四通道十位 A/D 转换器，PWM 式的 D/A 转换器，并行口，串行口，定时器及中断等。

来自放大单元的电压信号经缓冲隔离后送入 8098 的 A/D 输入通道，在软件和定时器的配合下，将模拟信号转换为数字信号，经数字滤波后积分。为了提高 A/D 转换精度，由运算放大器构成专用的参考电压源电路，为 8098 提供了高稳定性的参考电压。对 6264 数据存储器也专门设置了备用电池供电电路，即使失电也可保持数据。对各主要芯片的电源都加有去耦环节，提高了可靠性。在该板上设有串行通讯电路，能有效地在计算机或其他外部设备之间传递数据。

辅板上设有报警电路，由 5402、4011 及 5406 等芯片组成。可输出灯光报警信号、本地及远程音响报警信号，还设有 CPU 的监视及自动恢复电路以及电源监视电路。这样，大大提高了仪器的可靠性。

键盘显示板有 6 位 LED 数码显示器及 16 个按键。其主要芯片是 8279，它可自动消除按键抖动及对多键同时按下进行保护，能对数码显示器自动扫描，大大提高了 CPU 的工作效率。

2.3 电源单元

该单元由 +15 V，-15 V，5 V 三组独立的电源构成。从变压器输出的交流信号，经整流、滤波和稳压后输出。该电源抗干扰能力强，简单可靠。

3 功能及特点

本仪器对自给能探测器输出的电流信号进行放大，完成积分运算。它具有以下功能及特点：

(1) 积分运算及人机联系采用前后台工作方式，积分运算在后台进行，而通过键盘及显示器进行的人机联系在前台实现。因此，使用人员随时都可操作键盘，以便设置或修改定值、检查定值、查阅积分结果等，而对正常的积分运算毫无影响（不中断）。并且，对键盘操作还设有软件保护开关，只有开关处于允许状态时，对键盘的操作才有效，即有键盘锁定功能，因而，进一步提高了仪器的可靠性。

(2) 量程切换有手动及自动两种方式，面板上有指示灯指示当前量程。同时，量程信号送入处理单元，以便在积分运算中进行归一化处理。在事故停堆及启动过程中，采用自动方式换量程，对于连续积分是非常必要的，不仅简化了操作，而且提高了积分精度。

(3) 定值及报警

在 $0\sim 99999\text{ V}\cdot\text{min}$ 范围内，可通过键盘操作按要求任意设置或修改定值，而且操作不受时间限制，因而很方便。一旦设置好定值，则不必监视通量变化与否，仪器会自动按实际通量积分，并在到定值前 5 分钟自动报警（声、光），告诉操作员做好样品的出堆准备。到定值时，还给出对接点信号，以便使样品自动地及时出堆，确保所辐照的积分通量的准确性。

(4) 数据的存储及保存

仪器能自动保存数千个积分结果，即每次对一个新的样品从零开始重新积分时，自动地将以前的积分结果依次后移，保存在数据存储器中，在失电一个月的情况下也不会丢失，并可通过键盘随时调出逐一显示。如果样品在辐照过程中因仪器失电或停堆而未达到定值时，在重新加电或启堆后，仪器将在原积分值的基础上继续积分，直到达到定值取出样品为止。

(5) 具有自动判断样品出堆的功能

样品入堆后辐照的过程并不是在积分值到达定值时停止，而是延续到仪器自动判断出样品已经出堆没有接受中子照射时为止。这样才客观地反映出样品受到的照射量。

(6) 完善的监视及诊断功能

仪器对本身的三组电源电压及时地进行过欠压监视，越限则报警。对处理单元硬件的性能进行诊断，工作状态进行监视，对软件的运行也进行自我监视，偶然异常，可自动恢

复。不能恢复的异常情况，则及时发出声、光报警信号，通知操作员作相应处理。

(7) 适应能力强

交流电源电压在 170~250 V 范围内仪器都可正常工作。

由于放大单元的输出信号可在 0~5 V 内连续调节，加上 5 个量程的按需切换，使放大单元在 10^{-10} ~ 10^{-8} A 内的任何通量水平及探测器的不同灵敏度情况下都能输出所需大小的信号，这样既方便了使用人员进行定值换算，又使仪器工作于最佳状态。

(8) 工作可靠

从电路形式、元器件的选择、结构工艺诸方面都把可靠性放在首位，再加上比较完善的监视、诊断和自恢复功能，使仪器具有高的可靠性。同时，在两台仪器之间，它们的三组电源可以接成互为备用的方式，使得任一仪器的一组甚至三组电源全部失效时仍能正常工作。此外，由于每台仪器有两套相同的放大单元，即使其中的一套失效，另一套仍可照常工作，不会影响正常积分。

4 使用效果

仪器经过实验室调试、功能指标测试和考验后，于 1994 年 7 月 26 日至 28 日在岷江堆上进行各项功能试验和技术指标测试，结果完全符合设计指标，有些功能和指标还超出合同中的要求。从 7 月 29 日起正式投入使用。在使用过程中，该仪器充分体现出功能强、自动化程度高、使用方便、工作稳定可靠等特点。以往核领域中单晶硅辐照通量的测量，都受到堆功率的不稳定性、硅所放置位置的差异性、以及人为计时的不准确性等因素的影响，因而测量不准确，而该仪器则不受上述这些因素影响，所测积分值即是硅实际辐照的通量，因而大大提高了单晶硅辐照的生产效率及产品质量。

参 考 文 献

- 1 蒋宗炳. 智能核仪器及其在反应堆上的应用. 核动力工程. 1986, (4) : 36
- 2 方建淳. 8098 单片机原理及应用技术. 天津科学技术出版社, 1990
- 3 王长胤. 单片单板机原理及应用. 武汉大学出版社, 1993

(京) 新登字 077 号

图书在版编目 (CIP) 数据

中国核科技报告 CNIC-01110, SINRE-0068: 智能中子
通量积分仪研制报告/蒋宗炳等著. —北京: 原子能出版社,
1996. 10

ISBN 7-5022-1589-1

I. 中… I. 蒋… III. ①核技术-研究报告-中国②中
子反照率剂量计-研究报告-中国 IV. TL-2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 17795 号

智能中子通量积分仪研制报告

蒋宗炳等著

©原子能出版社, 1996

原子能出版社出版发行

责任编辑: 孙凤春

社址: 北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码: 100037

中国核科技报告编辑部排版

核科学技术情报研究所印刷

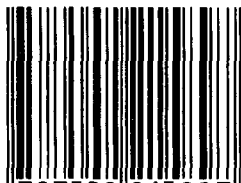
开本 787×1092 1/16 · 印张 1/2 · 字数 9 千字

1996 年 10 月北京第一版 · 1996 年 10 月北京第一次印刷

CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT

This report is subject to copyright. All rights are reserved. Submission of a report for publication implies the transfer of the exclusive publication right from the author(s) to the publisher. No part of this publication, except abstract, may be reproduced, stored in data banks or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher, China Nuclear Information Centre, and/or Atomic Energy Press. Violations fall under the prosecution act of the Copyright Law of China. The China Nuclear Information Centre and Atomic Energy Press do not accept any responsibility for loss or damage arising from the use of information contained in any of its reports or in any communication about its test or investigations.

ISBN 7-5022-1589-1



9 787502 215897 >