

BESIII剂量率在线检测和保护系统研制

杨世明

清华大学工程物理系

2006年4月



背景

- 中心铍管及子探测器安全保护
- 保证物理结果可靠性
- 协助机器调试
- 束流状态研究



主要内容

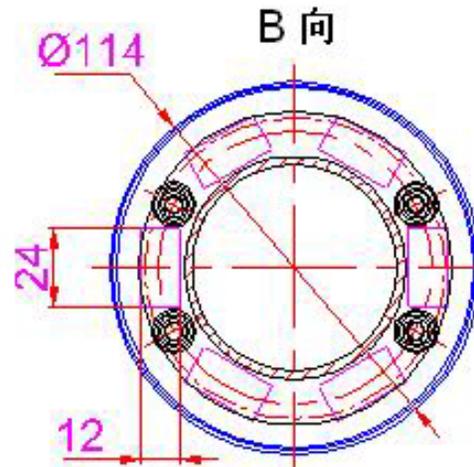
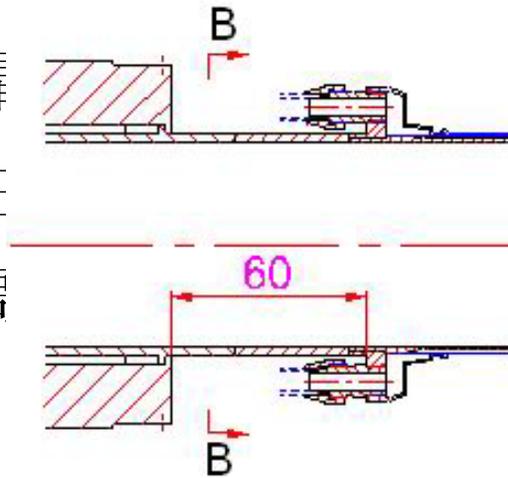
1. 探测器研制
2. 读出电子学设计
3. 试验结果
4. 后续工作



探测器选择

- 对撞区辐射场特征
- 安装窗厚度限制为近似稳定场；

— 注
— 靠
— 主
— 高



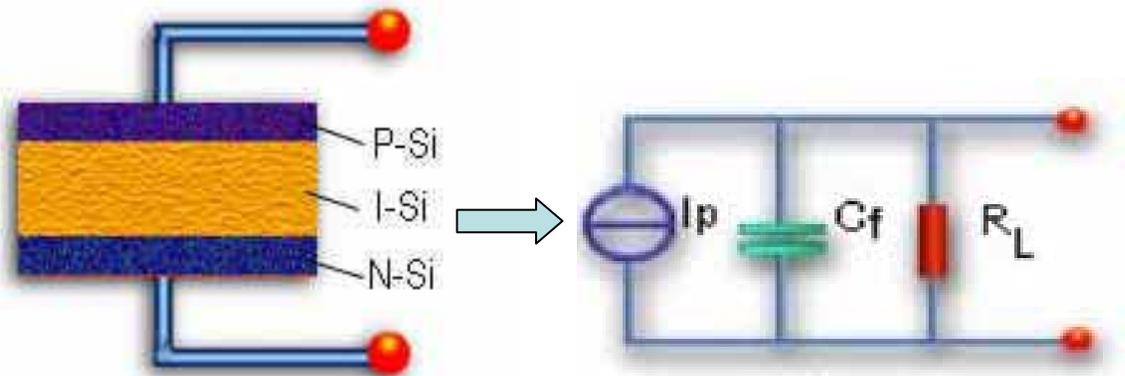
子；

场；



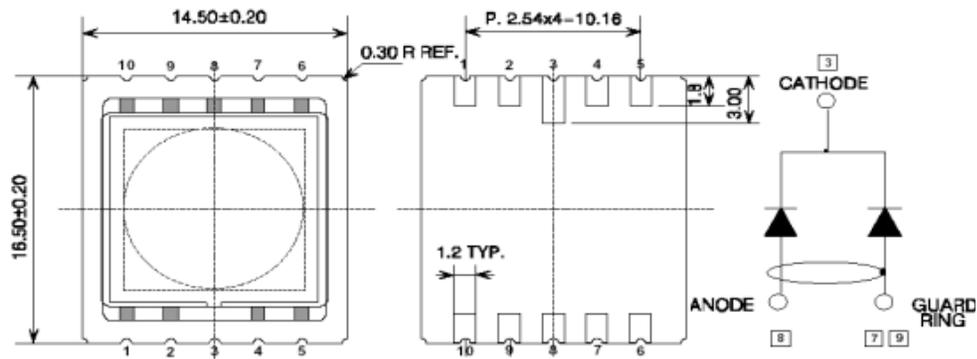
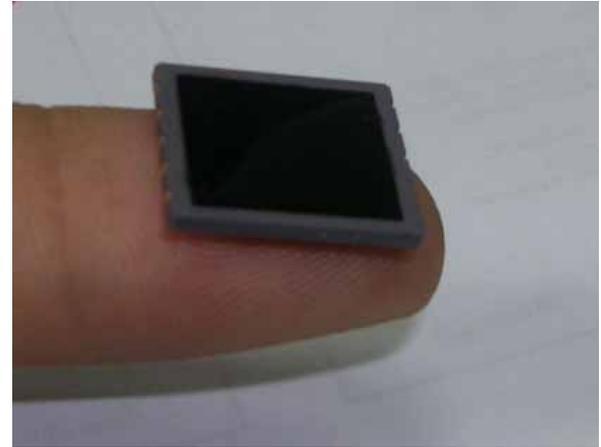
探测器选择—*Si PIN Diode*

- P层和N层之间夹着相对较厚（几百微米）的本征半导体层（灵敏层）；
- 内电场基本上集中于I层上，PN结间距拉大，结电容变小；响应速度提高；
- 应用：
 - SLAC/BaBar
 - KEK/Belle
 - DESY/Hera
 - NSRL/BLM
 -



XRB100s-CB380

- 灵敏面积 1cm^2 ；厚度 $380\mu\text{m}$ ；
- 环氧树脂窗，有效阻挡可见光；
- 带保护环，降低一半暗电流；
- 灵敏度： $2.49\text{nA/mrad}\cdot\text{s}^{-1}$ ；
- 相对于标准状态下 680cm^3 的气体电离室。



探测器性能

1. 光谱响应
2. 探测效率
3. 灵敏度
4. 偏置电压
5. 温度响应
6. 辐射损伤
7. 退火



探测器性能

1. 光谱响应

2. 探测效率

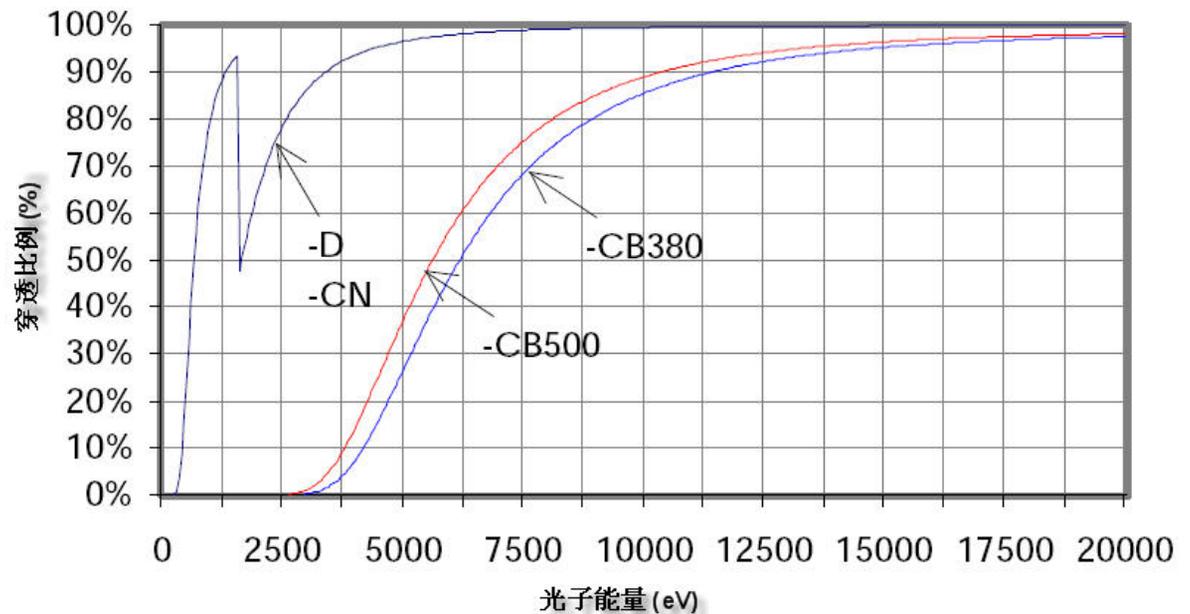
3. 灵敏度

4. 偏置电压

5. 温度响应

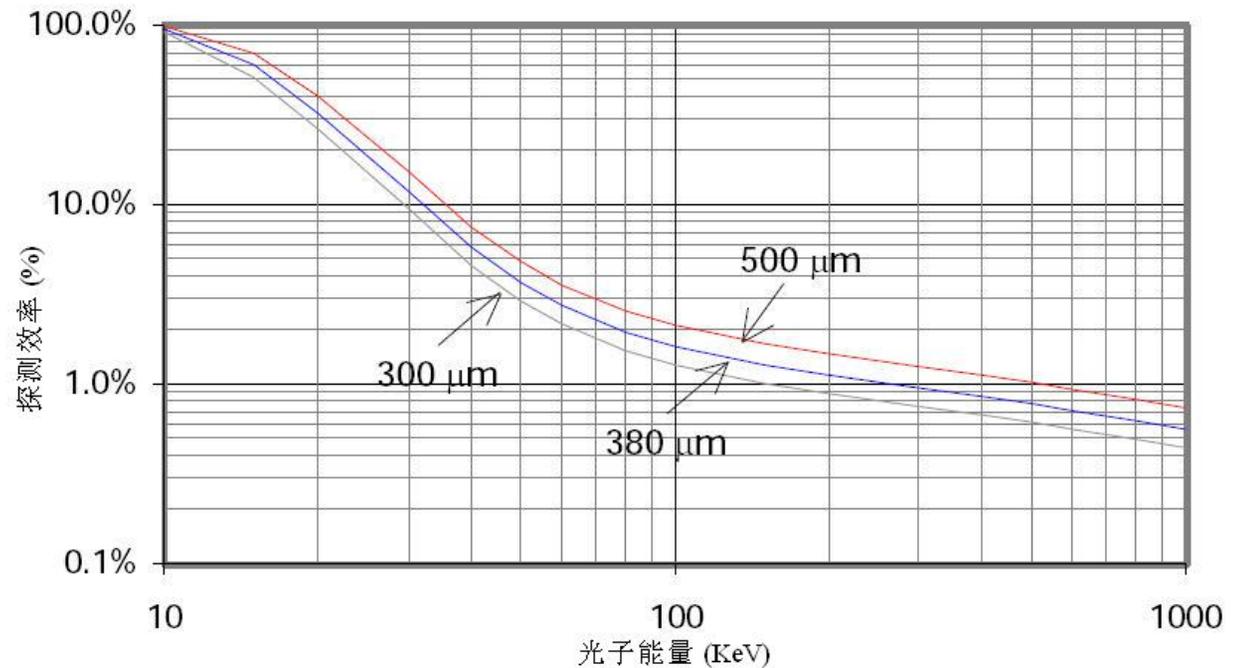
6. 辐射损伤

7. 退火



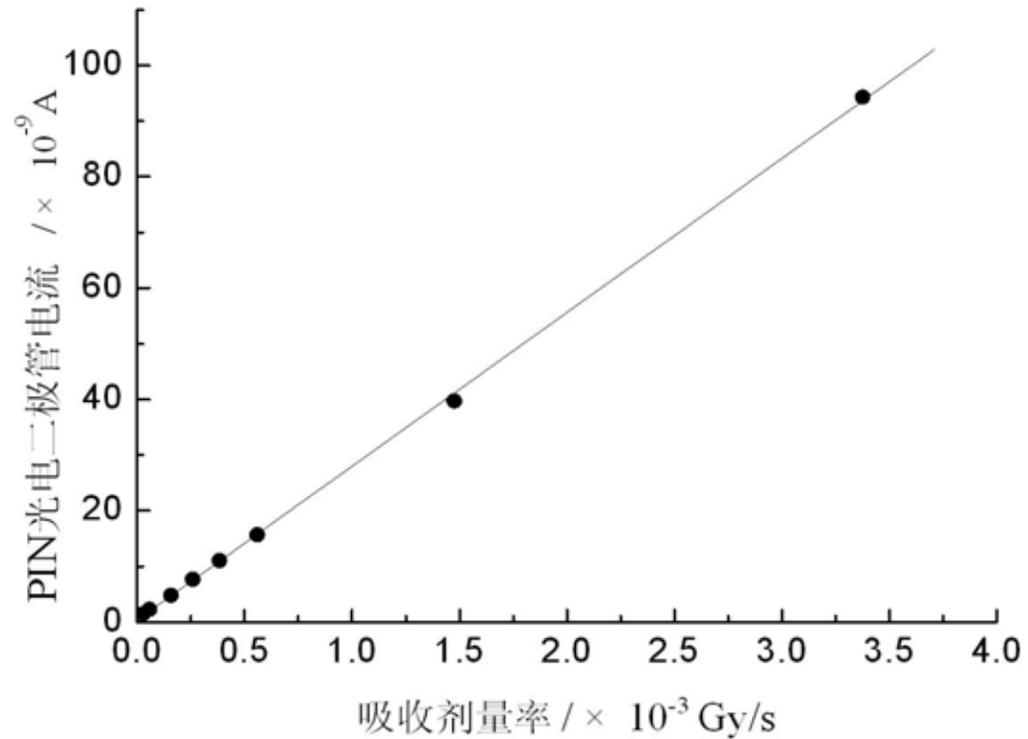
探测器性能

1. 光谱响应
2. 探测效率
3. 灵敏度
4. 偏置电压
5. 温度响应
6. 辐射损伤
7. 退火



探测器性能

1. 光谱响应
2. 探测效率
3. 灵敏度
4. 偏置电压
5. 温度响应
6. 辐射损伤
7. 退火

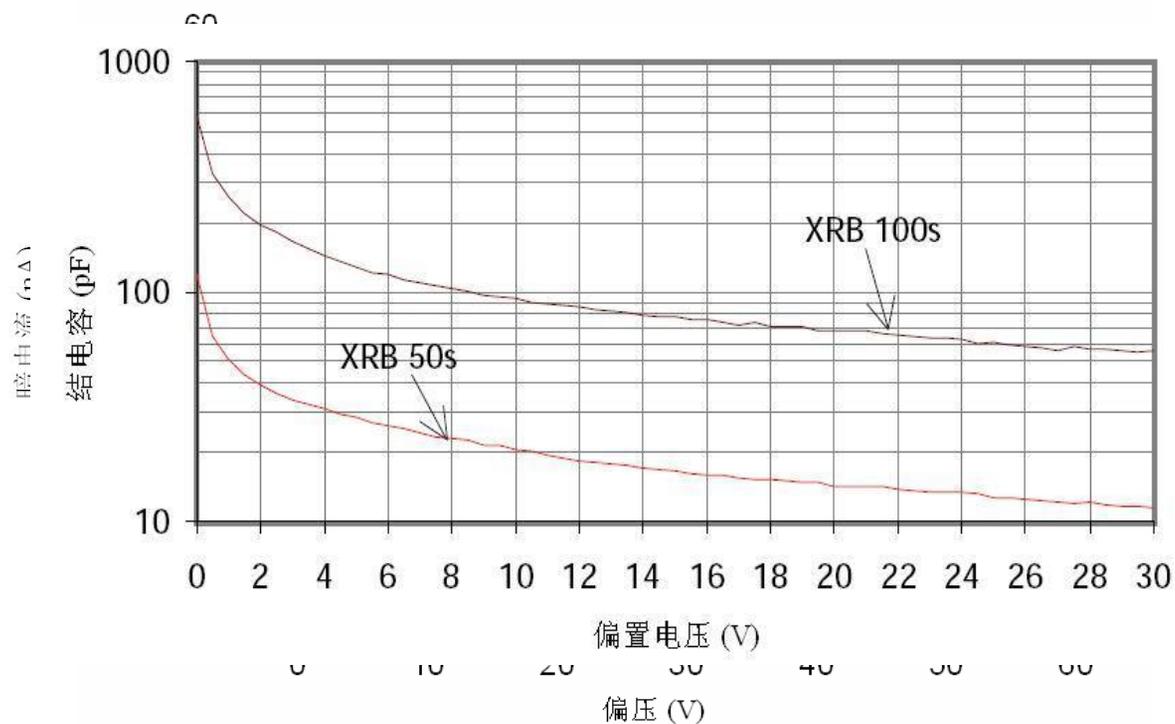


$$2.77 \pm 0.02 \text{ nA/mrad}\cdot\text{s}^{-1}$$



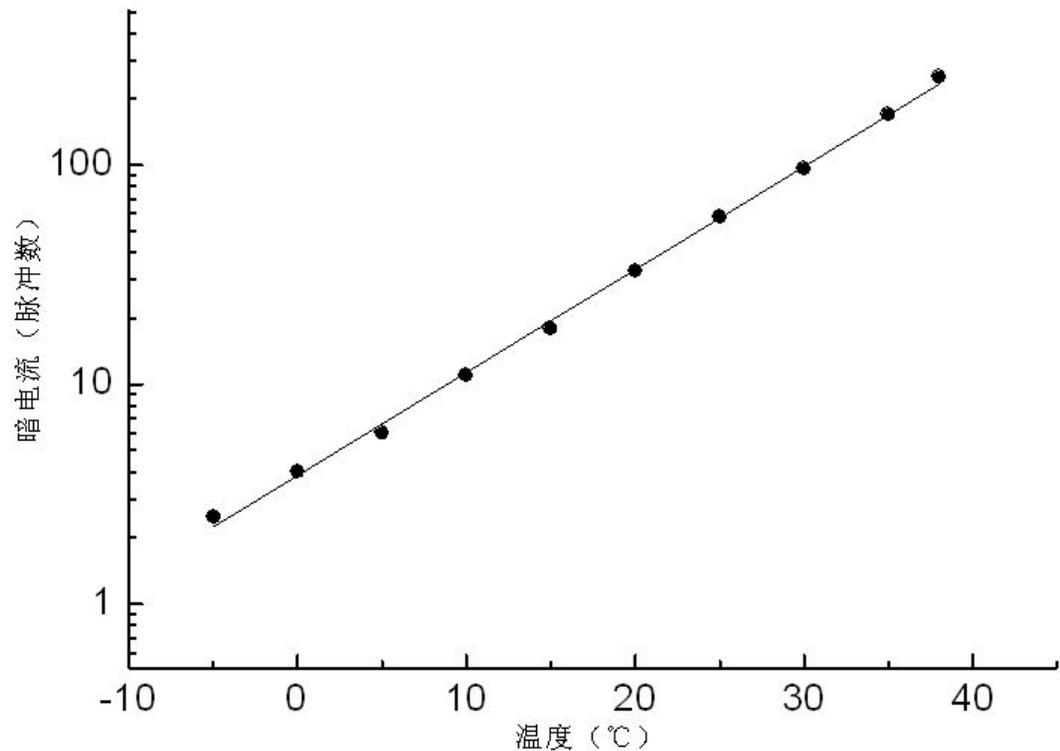
探测器性能

1. 光谱响应
2. 探测效率
3. 灵敏度
4. 偏置电压
5. 温度响应
6. 辐射损伤
7. 退火



探测器性能

1. 光谱响应
2. 探测效率
3. 灵敏度
4. 偏置电压
5. 温度响应
6. 辐射损伤
7. 退火

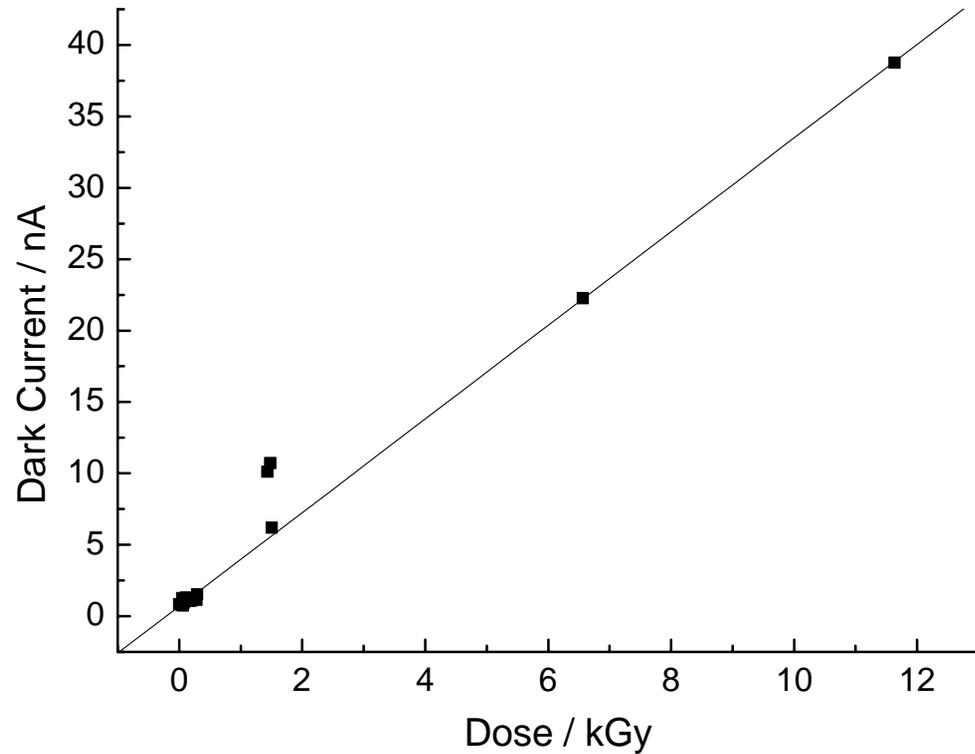


1.11 times/°C



探测器性能

1. 光谱响应
2. 探测效率
3. 灵敏度
4. 偏置电压
5. 温度响应
6. 辐射损伤
7. 退火

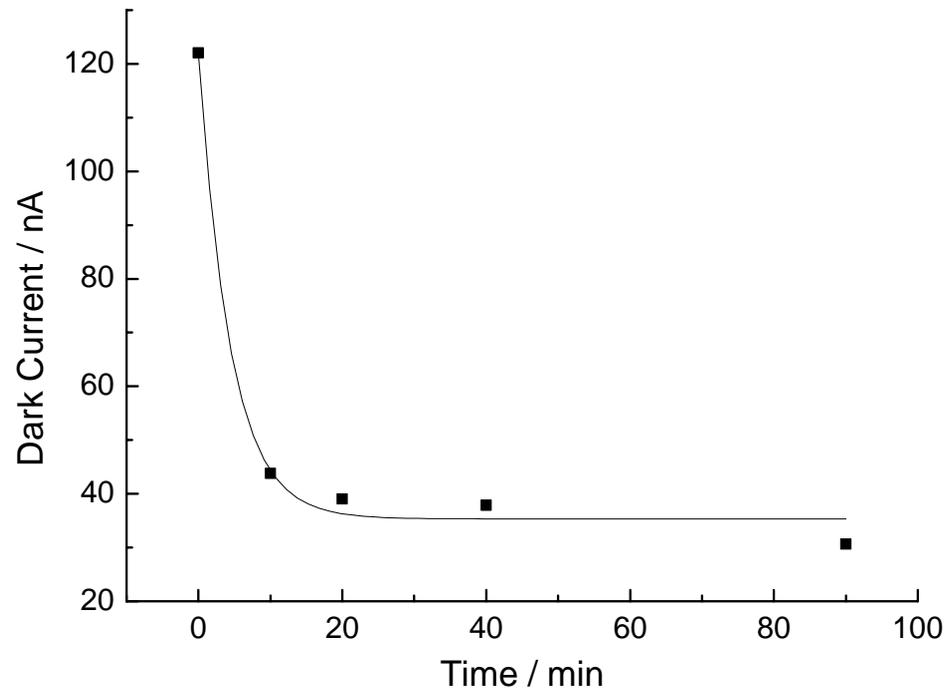


3.2 nA / kGy

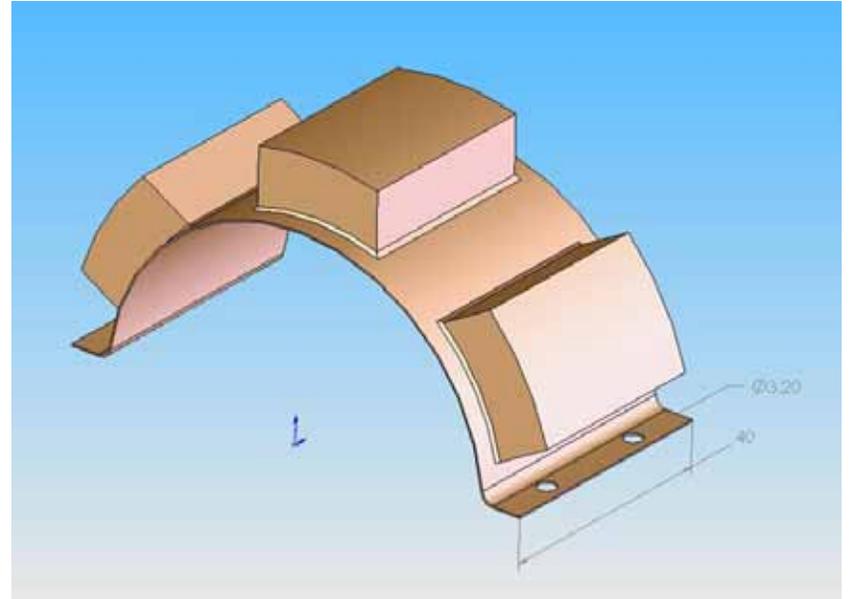


探测器性能

1. 光谱响应
2. 探测效率
3. 灵敏度
4. 偏置电压
5. 温度响应
6. 辐射损伤
7. 退火



探测器安装



- 对撞点两侧
- 每圈6个,等角分布

- 0.5mm紫铜
- 上下表面为弧面

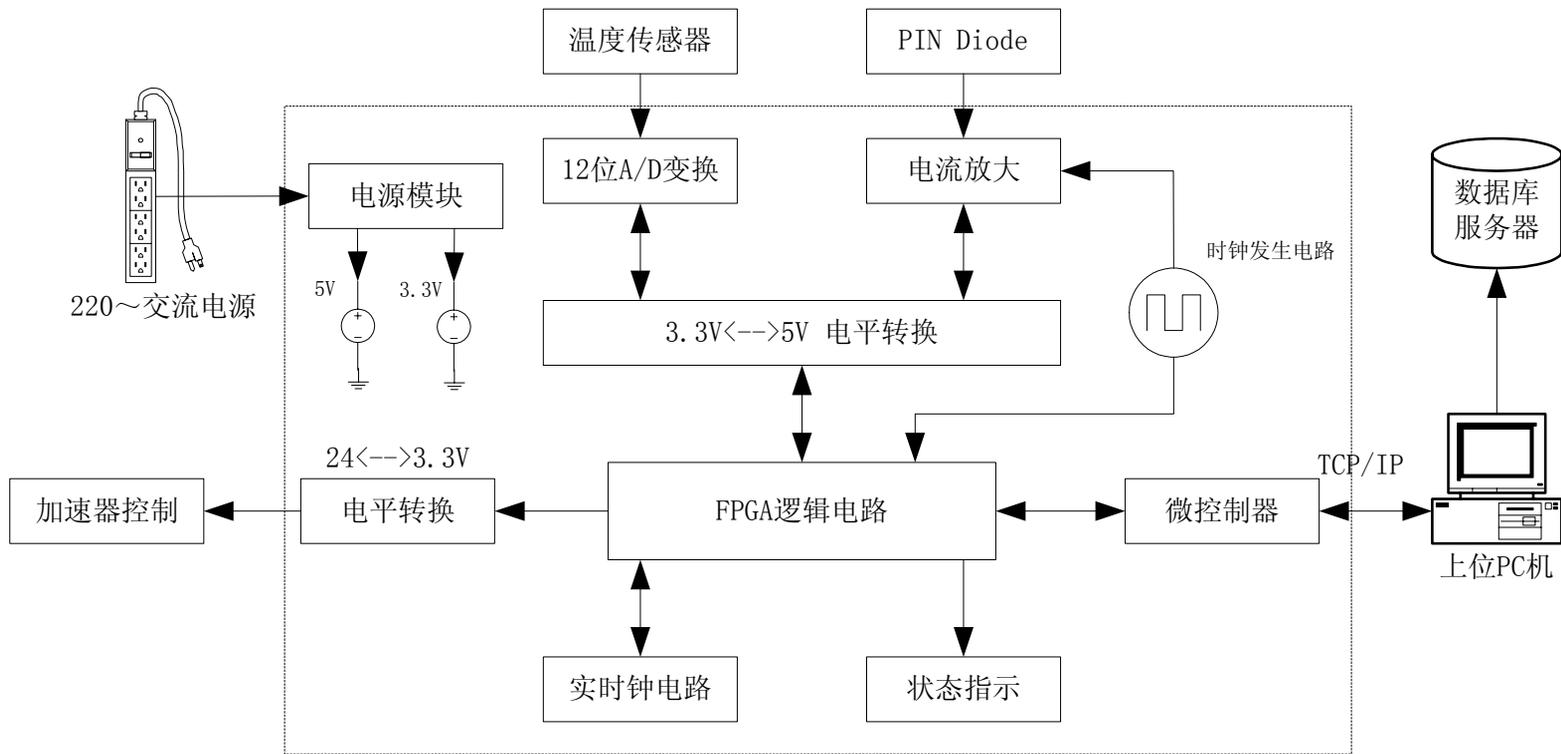


主要内容

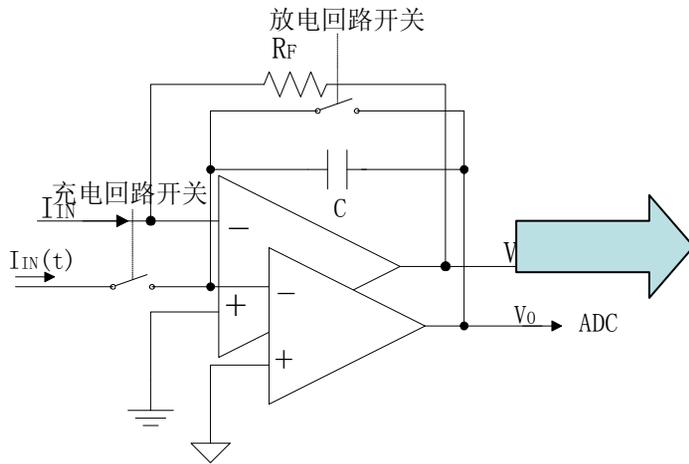
1. 探测器研制
2. 读出电子学设计
3. 试验结果
4. 后续工作



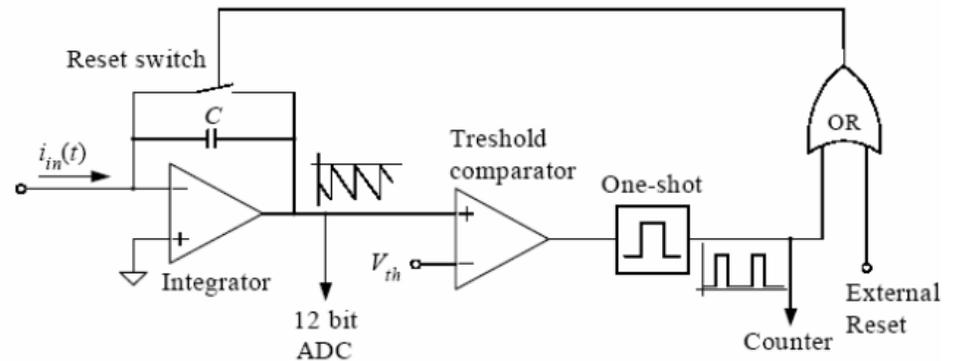
硬件框图



电流放大电路



$$V_O = \frac{1}{C} \int_0^{T_{INT}} I_{IN} R_F dt$$

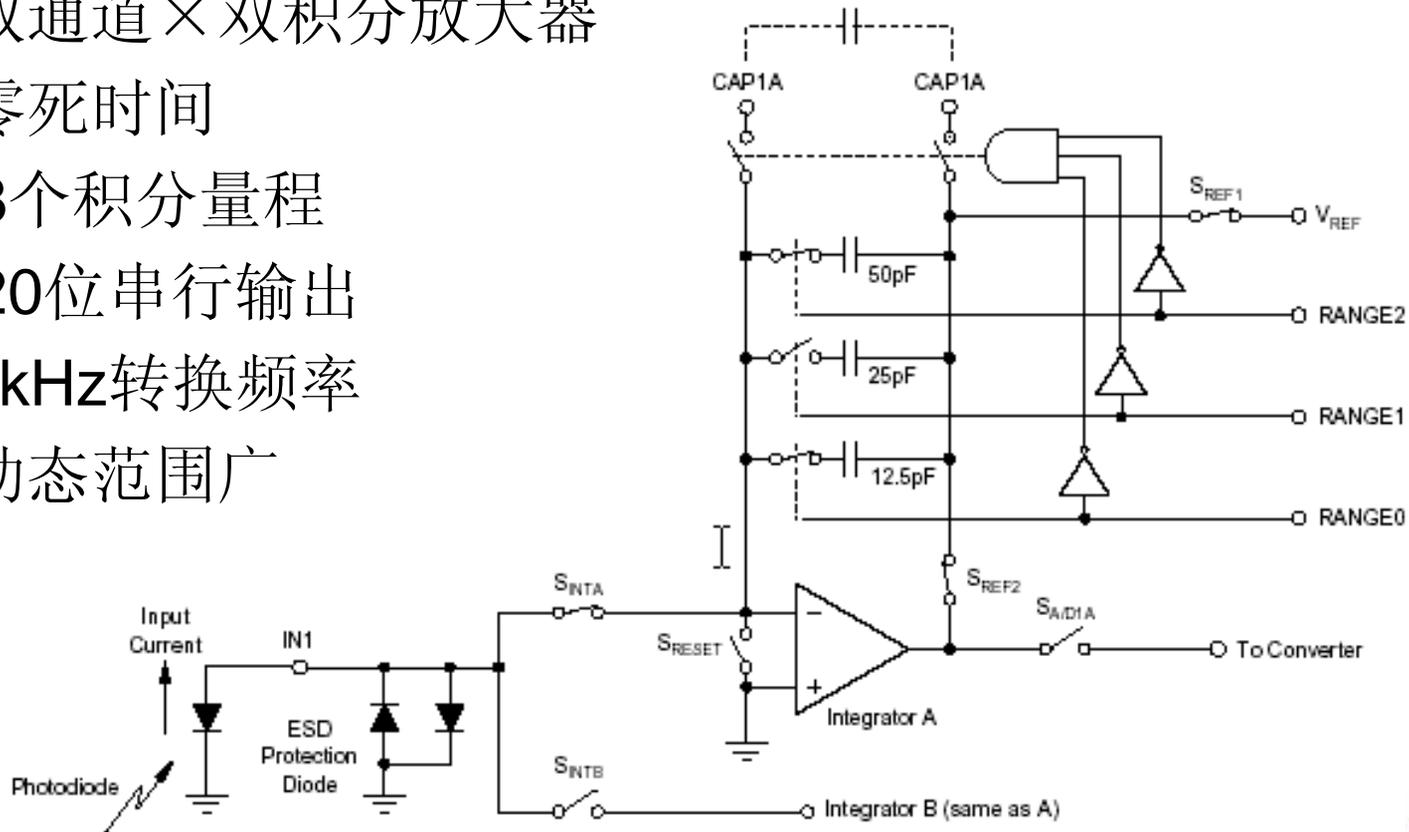


$$f = \frac{I_{in}}{I_{ref} \cdot \Delta T}$$



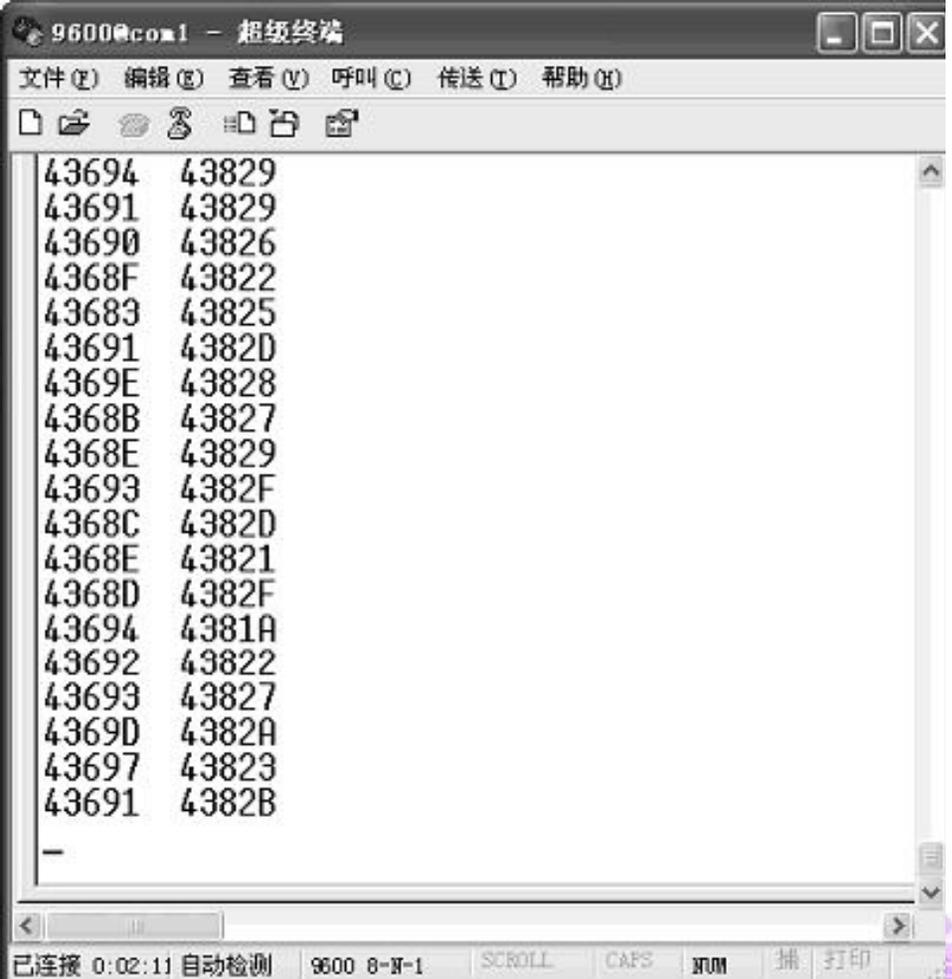
20位电流输入A/D变换

- 双通道×双积分放大器
- 零死时间
- 8个积分量程
- 20位串行输出
- 2kHz转换频率
- 动态范围广



20位电流输入A/D变化

- 分辨率：15位
- 动态范围：1pA~40uA
- 误差：0.2%
- 响应时间：1ms

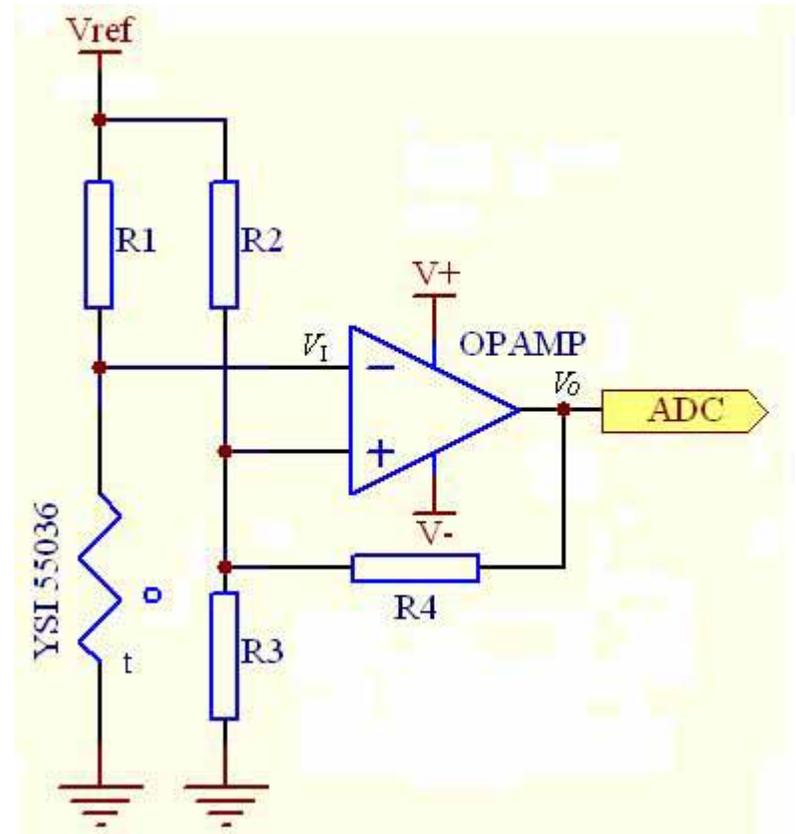
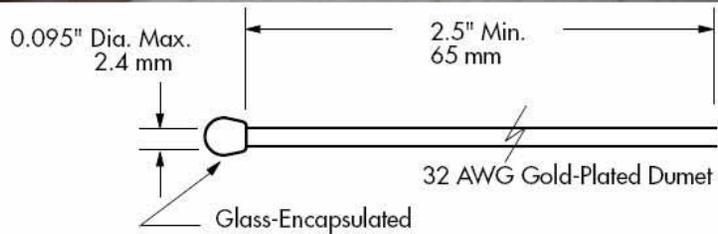
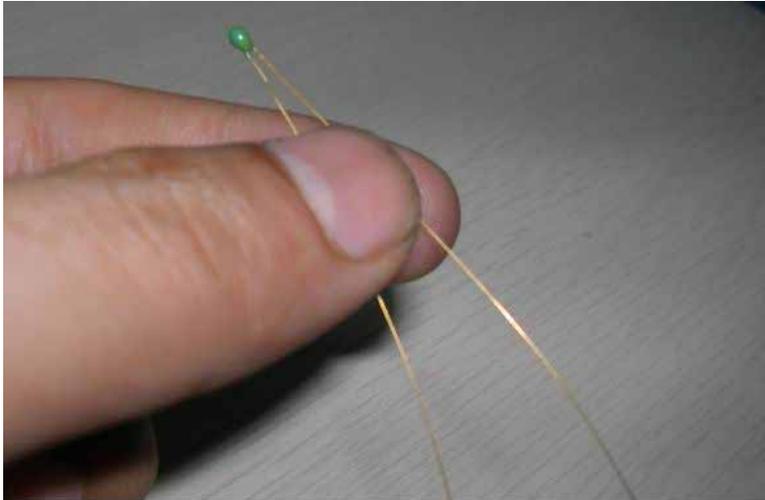


The screenshot shows a terminal window titled "9600@com1 - 超级终端". The window contains a list of hexadecimal data pairs, likely representing A/D conversion results. The data is as follows:

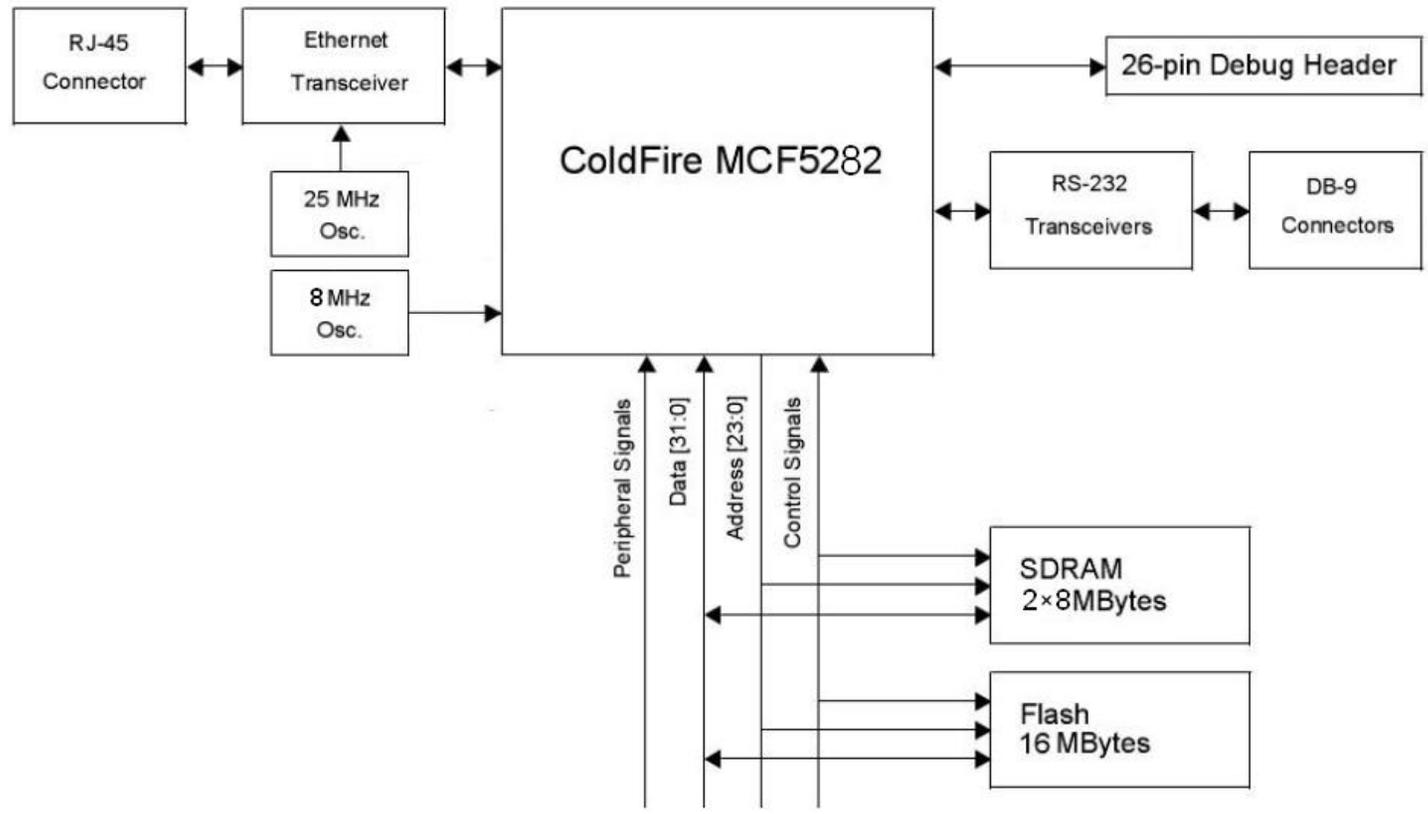
43694	43829
43691	43829
43690	43826
4368F	43822
43683	43825
43691	4382D
4369E	43828
4368B	43827
4368E	43829
43693	4382F
4368C	4382D
4368E	43821
4368D	4382F
43694	4381A
43692	43822
43693	43827
4369D	4382A
43697	43823
43691	4382B
-	

At the bottom of the terminal window, there is a status bar with the following text: "已连接 0:02:11 自动检测 9600 8-N-1 SCROLL CAPS NUM 插 打印".

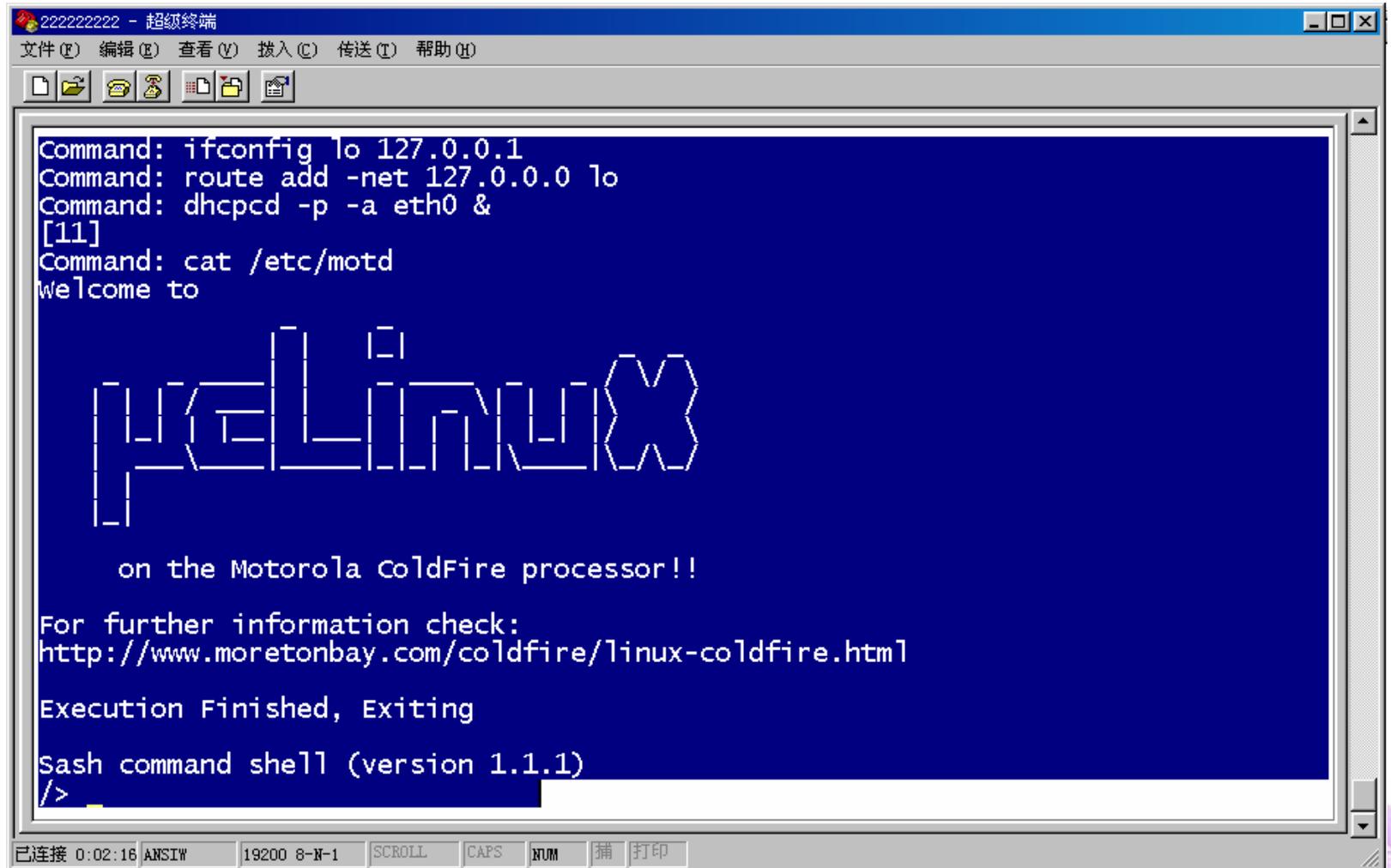
温度测量



微控制器



uCLinux



The image shows a terminal window titled "222222222 - 超级终端" (Super Terminal). The window contains the following text:

```
Command: ifconfig lo 127.0.0.1
Command: route add -net 127.0.0.0 lo
Command: dhcpcd -p -a eth0 &
[11]
Command: cat /etc/motd
welcome to

uCLinux
on the Motorola ColdFire processor!!

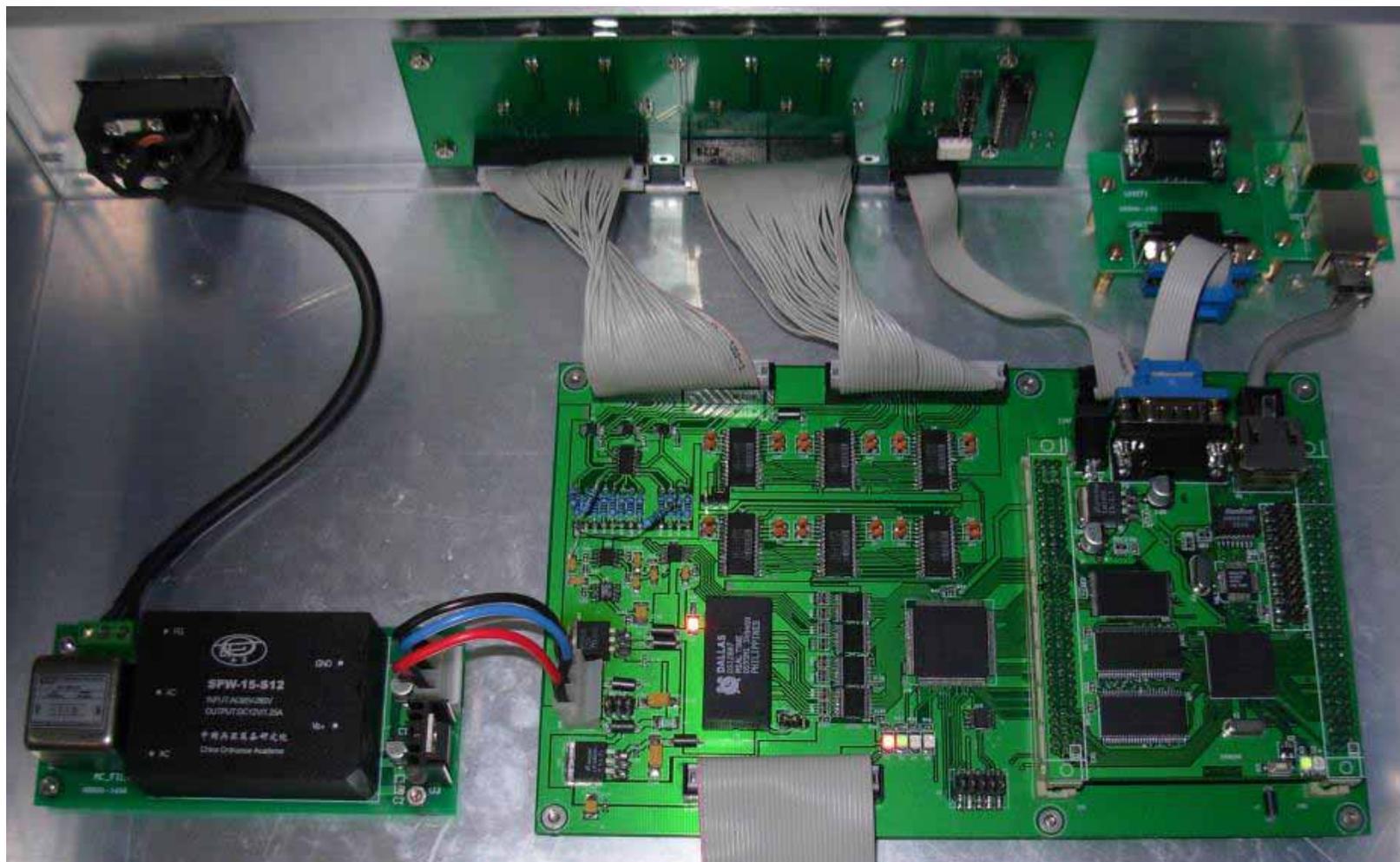
For further information check:
http://www.moretonbay.com/coldfire/linux-coldfire.html

Execution Finished, Exiting

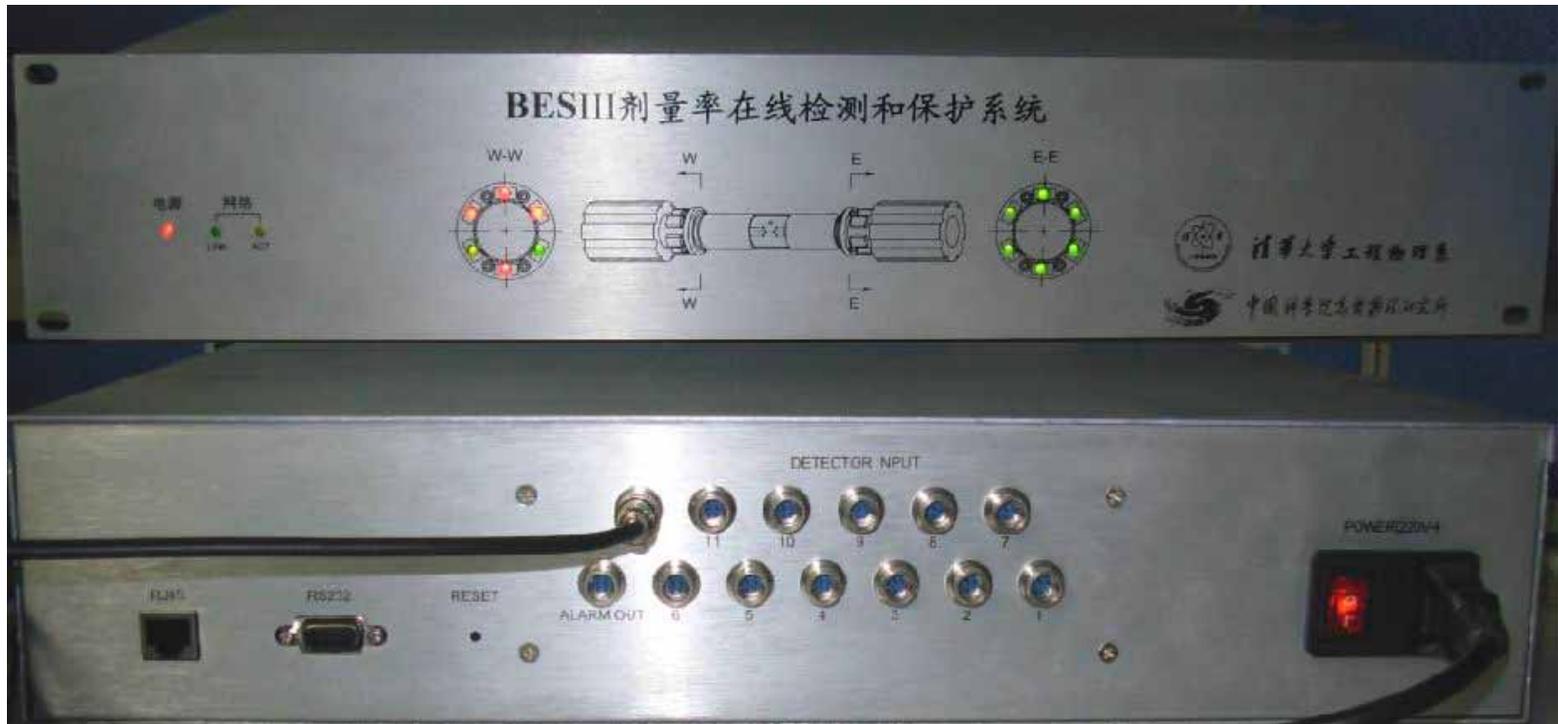
Sash command shell (version 1.1.1)
/>>
```

At the bottom of the terminal window, there is a status bar with the following information: 已连接 0:02:16 ANSIW 19200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM 捕 打印

电子学硬件



机箱



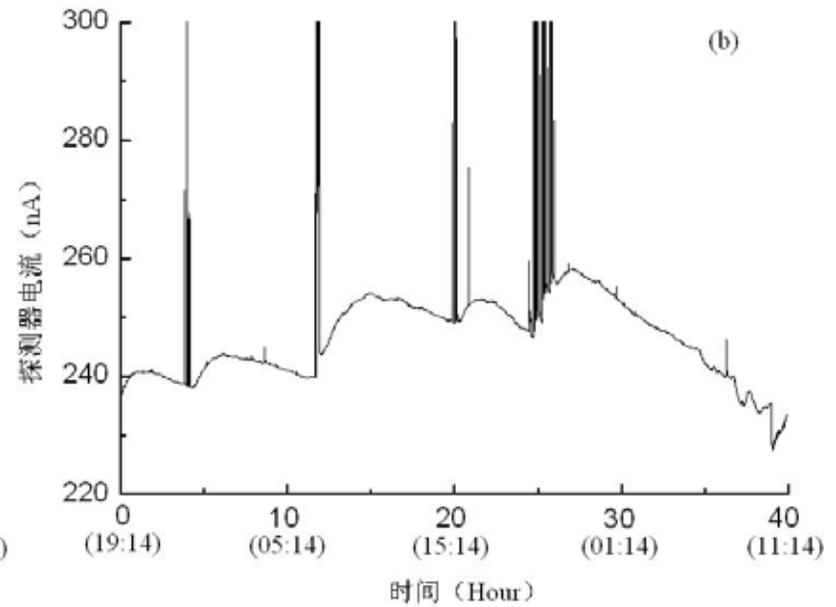
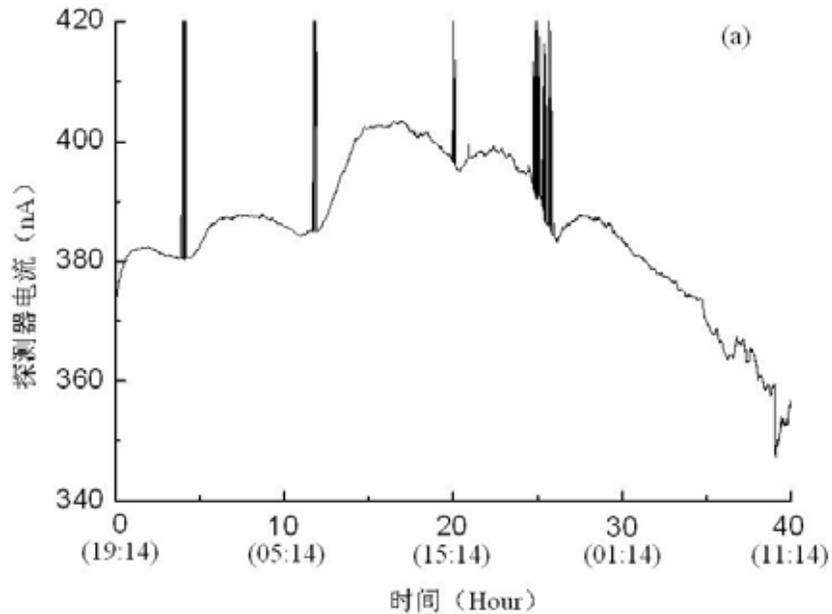
主要内容

1. 探测器研制
2. 读出电子学设计
3. 试验结果
4. 后续工作

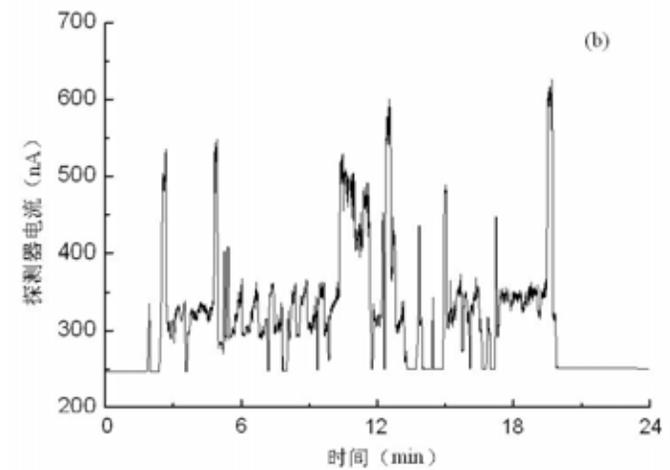
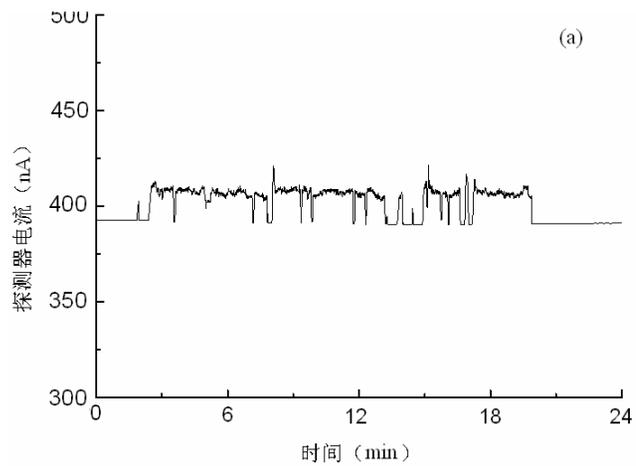
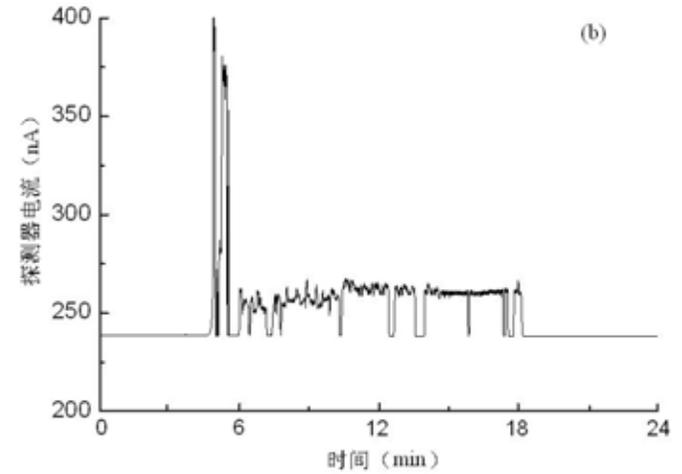
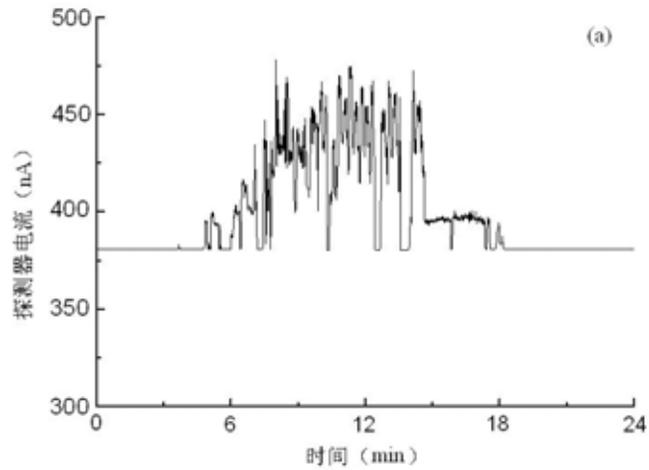


同步辐射

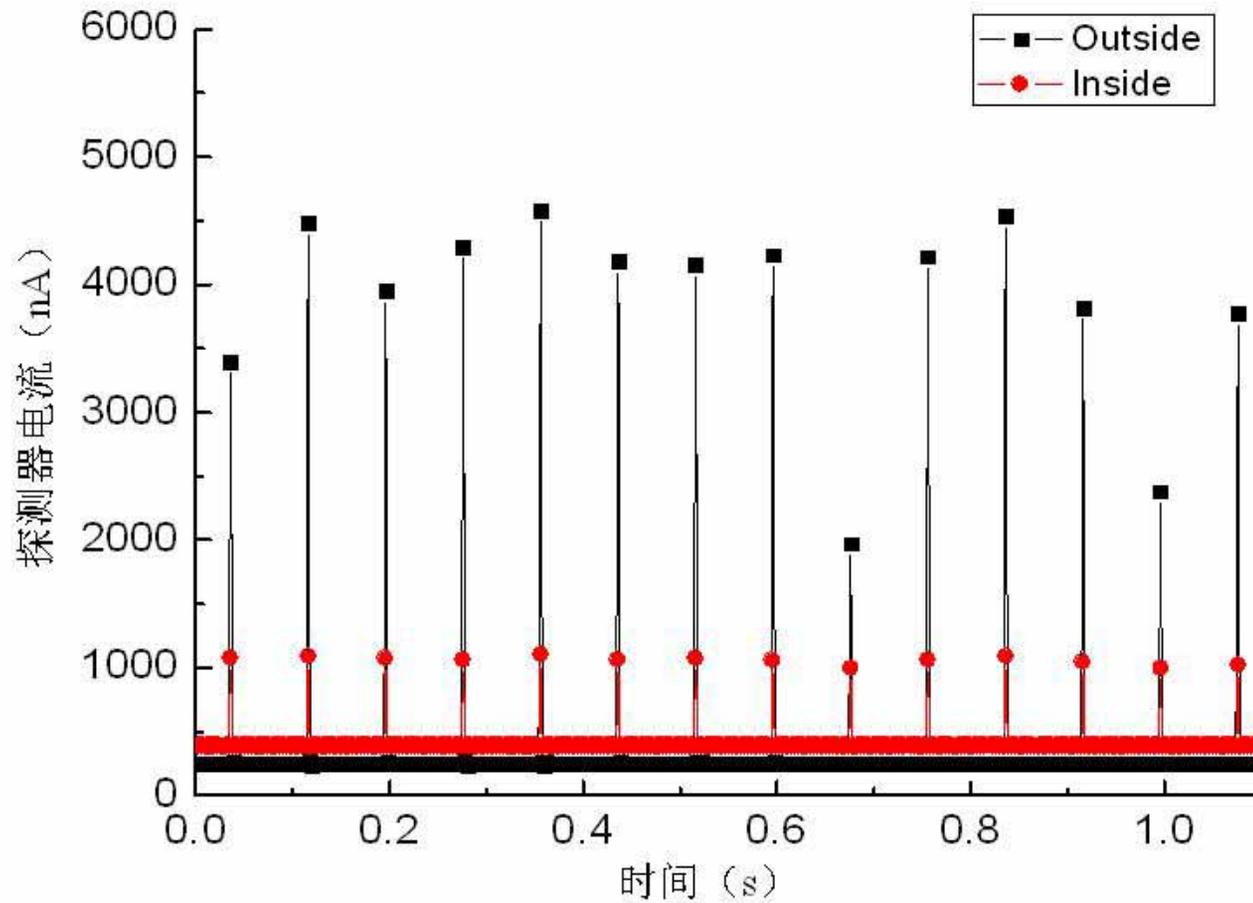
- 1kGy/year



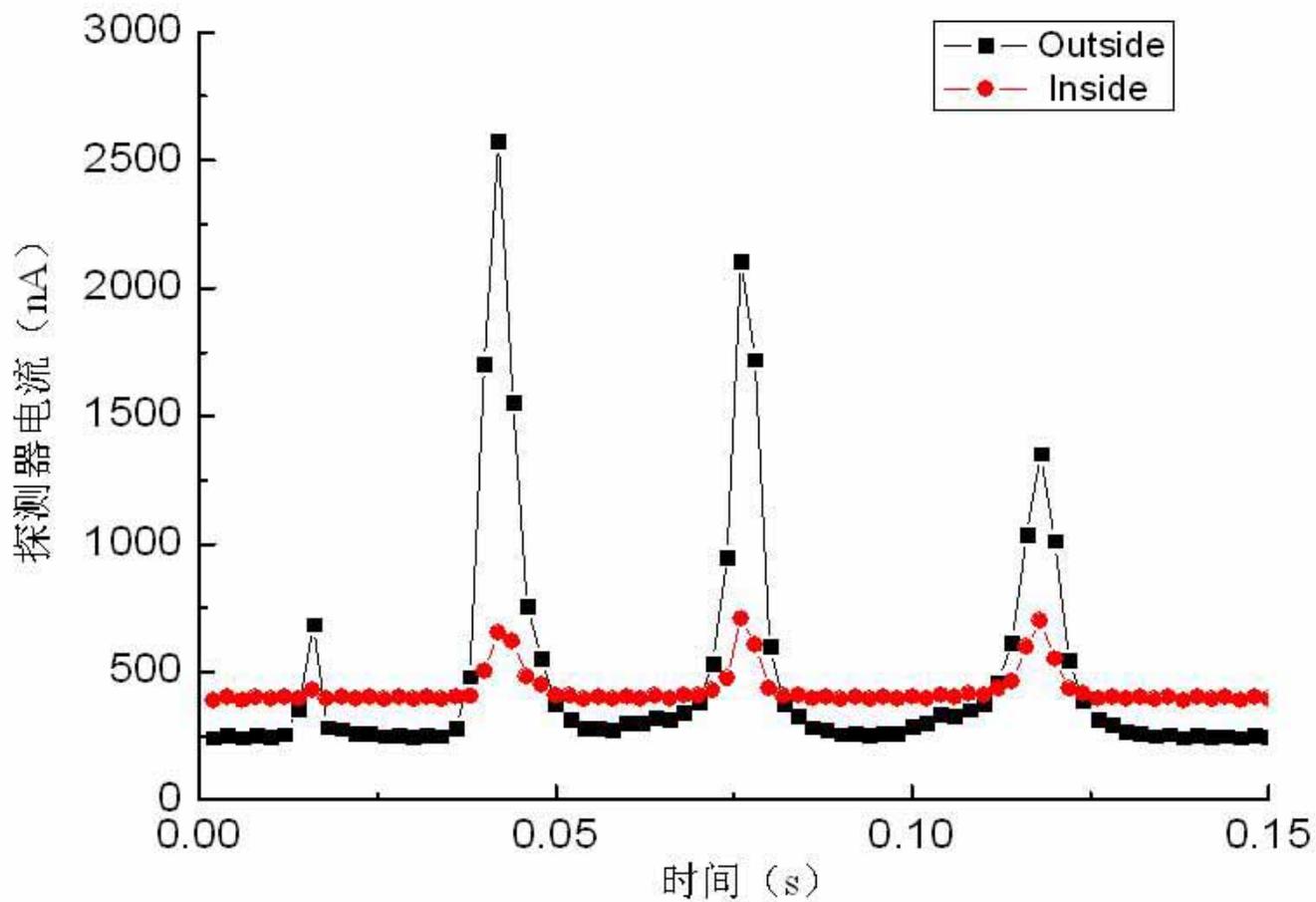
Injection



Injection



Beam Off



主要内容

1. 探测器研制
2. 读出电子学设计
3. 试验结果
4. 后续工作



后续工作

- 与慢控制整合
- 辐射损伤/退火研究
 - Damage Coeff.: 4~8nA/krad
 - Dark Current: 300~600nA/year
 - Dose Rate: 5mrad·s⁻¹ /year
- CVD Diamond?
 - BABAR, BELLE, ATLAS, CMS...
 - 极强抗辐照性能
 - 灵敏度相仿, 现有电子学继续可用



谢谢大家！

