



中子屏蔽材料及中子散射谱仪精密设备专业制造商和服务商

2022



安徽瑞西尔德新材料科技有限公司，为中子屏蔽材料、中子散射谱仪、精密机械仪器设备专业制造商和服务商，专业提供中子散射谱仪屏蔽材料及精密机械仪器设备的设计、研发、制造、生产、销售及售后服务，另外也提供相关技术咨询、技术服务、技术培训等业务。

公司位于国家重大科学工程布局重点城市——科教名城安徽省合肥市，其核心技术人员主要来自于全国重点高等院校及国内外大型设计院，与国内科研院所及高校有着广泛深入的合作，在中子屏蔽材料和中子应用领域的精密机械仪器设备方面有着丰富的设计研发和实践经验。

公司长期致力于中子应用领域新材料及精密机械仪器设备的研发、制造，专注于关键中子屏蔽材料及精密核心设备国产化，经持续研发，目前已形成系列化产品，主要产品按应用需求分为三大类：一是多种中子屏蔽材料；二是全系列中子精细准直器，为国内首家实现商品化量产的精细准直器厂家，可生产全系列高性能氧化钷或富集硼¹⁰碳化硼涂层的各种规格精细准直器；三是中子涂层相关产品开发定制以及精密机械设备设计制造。公司对标国外产品且具有高性价比优势，产品广泛应用于中子源、中子散射谱仪及中子辐射防护等领域。

公司以“成为世界一流的中子/射线屏蔽材料与中子/射线应用领域精密仪器设备和解决方案供应商”为愿景，以“高效、高质量、高性价比为客户解决问题”为目标驱动，以“厚德载物、开拓创新、合作共赢、行稳致远”为核心价值，将在此基础上不断奋发努力，持续加大科研投入，以“自主创新”为根基，致力于打造“RayShield”民族品牌，努力为国家大科学工程的建设和发展贡献微薄之力！助力高水平科技自立自强及国家科技高质量发展！



目录

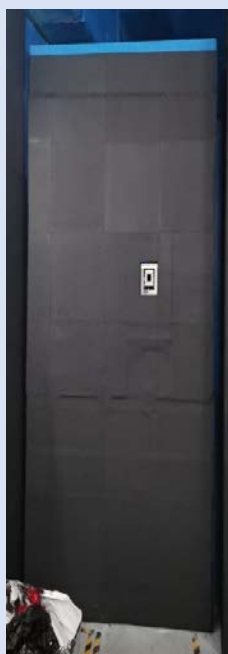
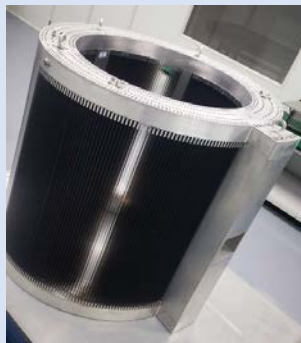
一、中子屏蔽材料

- 1.1 中子屏蔽复合材料
- 1.2 柔性中子屏蔽材料
- 1.3 粘结碳化硼中子屏蔽材料
- 1.4 中子屏蔽填缝剂
- 1.5 中子屏蔽混凝土添加剂
- 1.6 硼铝螺钉
- 1.7 富集硼10碳化硼粉末 (3M)

二、中子精细准直器

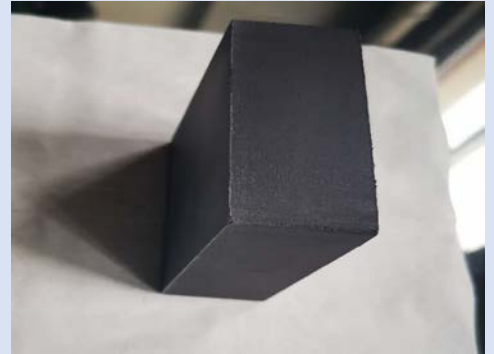
- 2.1 Soller型精细准直器
- 2.2 径向型精细准直器
- 2.3 双锥型精细准直器

三、中子屏蔽相关涂层工艺



一、中子屏蔽材料

1.1 中子屏蔽复合材料



相关技术特征：

- 碳化硼含量可以为0-65%，且不含氢
- 复合板可弯曲、易于加工成型，方便螺钉连接固定
- 有一定的柔性
- 密度高致密、孔隙率低
- 更低的真空放气率且不掉粉，满足高真空环境使用需求

应用领域：根据需要，可广泛应用于散射腔、样品腔、粗糙准直器、探测器及散射室等设备及区域

中子屏蔽复合材料



样品预处理→试剂/仪器准备→上机研究→得出数据→研究结果。

2. 研究结果

序号	分析项目	分析结果
1	H, %	未检出
备注	检出限: 0.001%	
以下空白		

与碳化硼陶瓷片和硼铝合金比较优势：

- 碳化硼含量比硼铝合金板含量高（硼铝合金板加工不容易且碳化硼含量一般最高只到31%）
- 碳化硼陶瓷片受大面积尺寸和厚度制作限制且脆性高、受外力易碎，不易加工，制作成本高
- B₄C复合中子屏蔽材料，经检测机构检测表明不含氢元素，属低散射背底中子吸收材料
- 厚度可以从1-20mm任意定制，具有高性价比



一、中子屏蔽材料

1.2 柔性中子屏蔽材料Flexibor®



性能参数：

- 碳化硼质量分数：B4C=70%
- 氢含量2.417% (wt%)
- 硼同位素分布：20% 10B；80% 11B (wt%)
- 成品密度1.6-1.65g/cm³

技术特征：

- 像橡胶一样具有弹性
- 非常容易切削
- 所用材料符合环保要求
- 带有背胶，张贴非常容易
- 与玻璃/金属/混凝土等表面具有良好的粘结性能
- 背胶采用自研材料，与屏蔽材料粘贴牢靠
- 满足辐射测试要求，对比国外产品具有高性价比

应用领域： 根据需要，可广泛应用于中子导管、粗糙准直器及散射室等设备区域



柔性中子屏蔽材料



标准产品尺寸：

- 厚度：1mm/2mm/3mm/5mm；
- 幅度：500mm×500mm
- 另有0.25mm/0.5mm/0.75mm 厚度材料可供选择

可按客户要求定制：

- 根据客户要求厚度尺寸定做；
- 幅度：500mm×1000mm范围内任意；
- 也可按照客户图纸尺寸要求提前裁剪，并可定制表面装饰面膜。



一、中子屏蔽材料

1.3 粘结碳化硼中子屏蔽材料

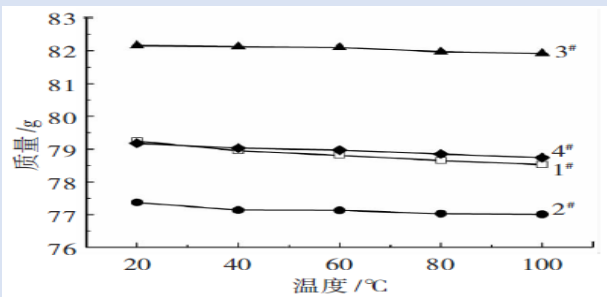


特性：

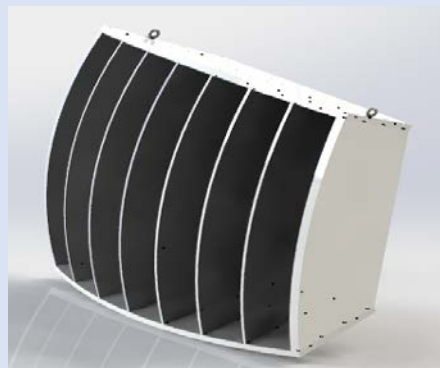
- 碳化硼质量分数：B₄C=80%-95%；
- 该材料对平均能量2MeV快中子性能显示，1cm厚的该材料即可以吸收屏蔽绝大部分的杂散热中子；
- 粘接块密度1.69-1.98g/cm³
- 该材料力学性能和热稳定性满足中子屏蔽工程应用要求

粘结碳化硼板对²⁵²Cf源中子屏蔽性能

粘结剂质量分数/%	厚度/mm	中子通量/(个/5 min)
	0	6 663
5	11.21	3 725
	15.13	2 905
	26.34	2 706
	10.58	3 650
8	14.85	3 621
	25.43	3 041



粘结碳化硼块热质量变化趋势图



粗糙准直器

一、中子屏蔽材料

1.4 中子屏蔽填缝剂

技术特性：

- 屏蔽材料及状态：柔性未凝固液态 B_4C ，液态状可保持时间2个月
- B_4C 含量：50%
- 固化时间：30分钟，另外与混凝土、金属等有一定的粘接性能。



1.5 中子屏蔽混凝土添加剂

技术特性：

- 主要屏蔽材质： B_4C ，Fe等
- 颗粒直径：2-3mm
- 密度范围：2.6-2.9g/cm³
- 主要优点：新型混凝土添加剂使用后比传统普通混凝土可减薄40%左右



一、中子屏蔽材料

1.6 硼铝螺钉

技术特性:

- 材质: 硼铝合金, B4C含量~30%;
- 规格: M4X8内六角沉头螺钉 (GB/T 70.3-2000) 内六角螺钉/一字头, 螺钉中心打直径1mm左右排气通孔, 满足真空环境使用;
- 其他规格尺寸可按需定制!



1.7 富集硼10碳化硼粉末 (代理3M)

技术特性:

- 名称: 富集硼10碳化硼粉末 10B Enriched Boron Carbide 品牌: 3M™
- 规格: 10B > 96% D90 < 5 micron
- 产地: 美国



二、中子精细准直器

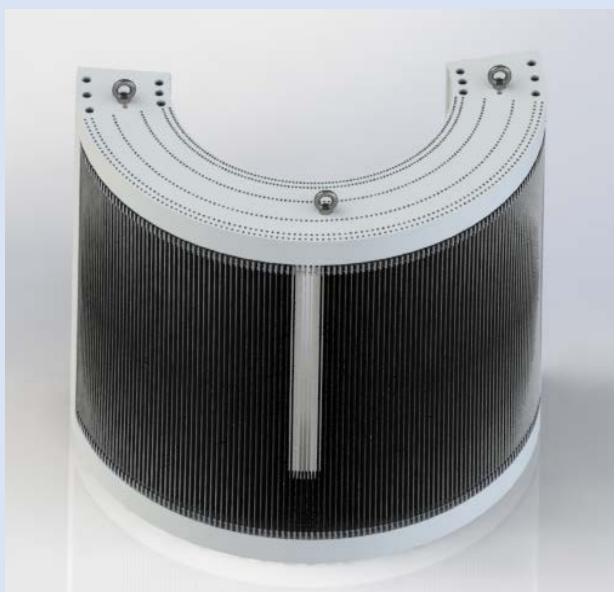
(国内首家实现精细准直器产品国产化、系列化单位)

精细准直器类型：

- Soller型 Soller Collimators
- 径向型 Radial Collimators
- 双锥型 Double Tapered Collimators



Soller Collimator (SC)



Radial Collimator (RC)

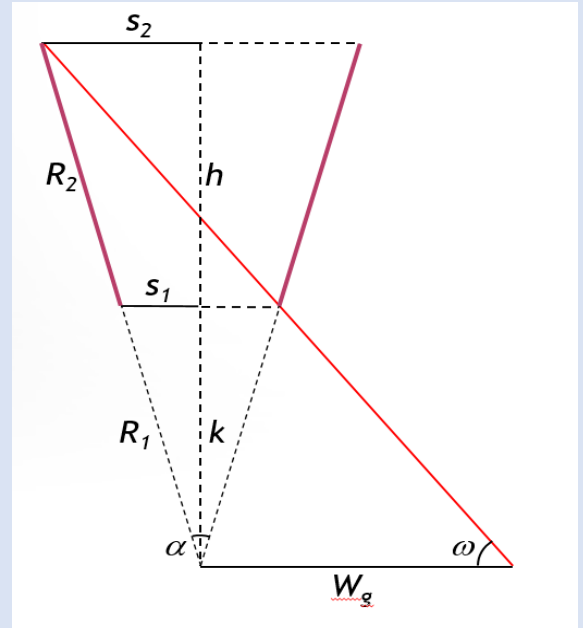
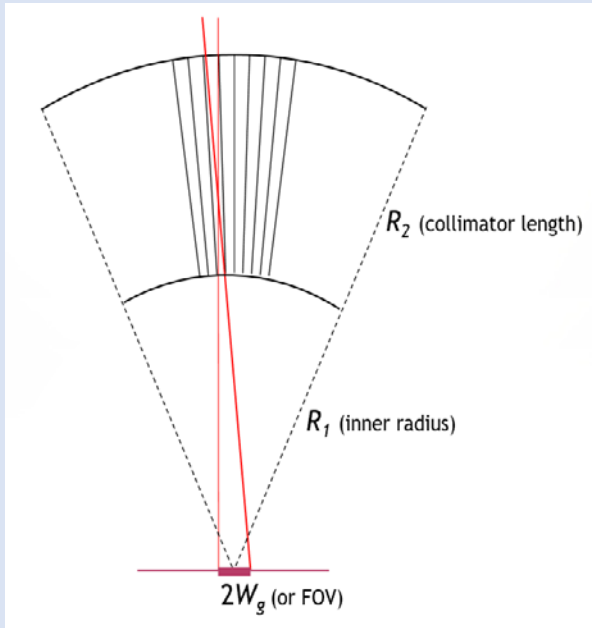


Double Tapered Collimator
(DTC)

中子精细准直器

二、中子精细准直器

准直器：Gauge Width的定义和计算

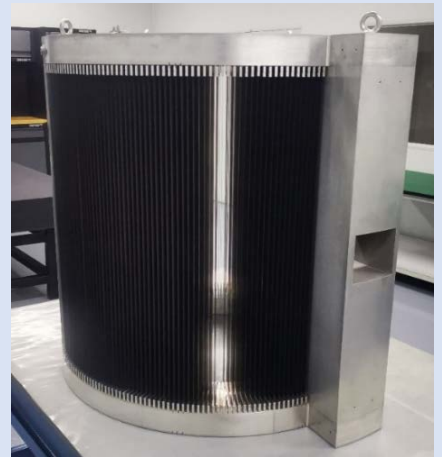


The angular foil separation, α can be calculated as:

$$\alpha = 2 \sin^{-1} \left(\frac{W_g}{2} \cdot \frac{R_2}{R_1 R_2 + R_1^2} \right) \quad (1)$$

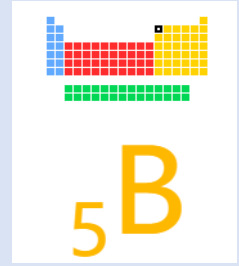
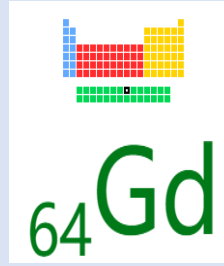
The gauge width is then given by:

$$W_g = 2 \sin \left(\frac{\alpha}{2} \right) \left(\frac{R_1^2}{R_2} + R_1 \right) \quad (2)$$

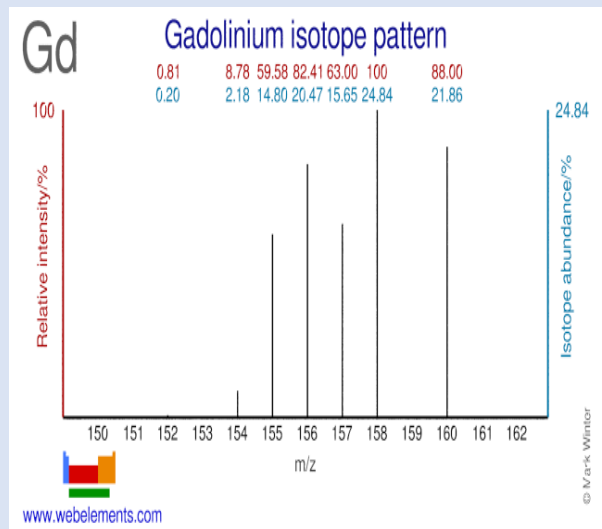
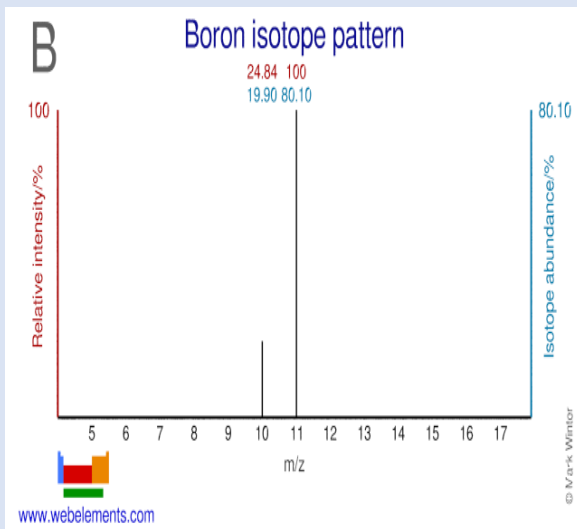


二、中子精细准直器

准直器膜片吸收材料:



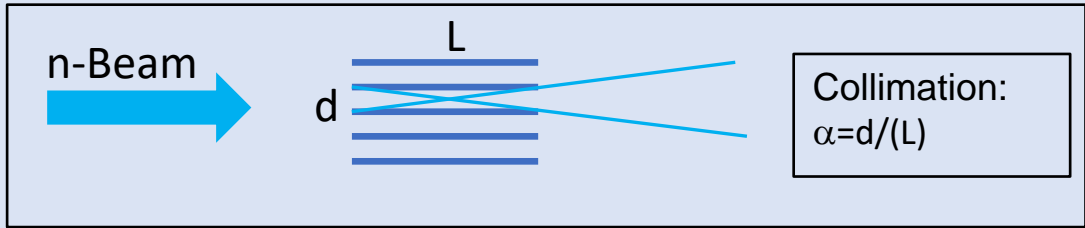
- 满足真空环境
- 中子吸收材料:
 - ✓ 氧化钆 Gd_2O_3
 - ✓ 富集硼10碳化硼 $^{10}B_4C$
 - ✓ 其他中子吸收材料，可根据客户需求定制
- 基底材料:
 - ✓ 12.5 μm /25 μm /50 μm 厚 Mylar 膜(PETP) – 大气环境中
 - ✓ 12.5 μm / 25 μm /50 μm 厚 Kapton 膜 (Polyamine) – 真空环境中
 - ✓ 其他基底材料，可根据客户需求定制
- 最终膜片可双面涂覆高性能涂层，涂层厚度可从几十微米到几百微米，或根据用户要求厚度制作（涂层厚度误差 $\pm 5\mu m$ ）



二、中子精细准直器

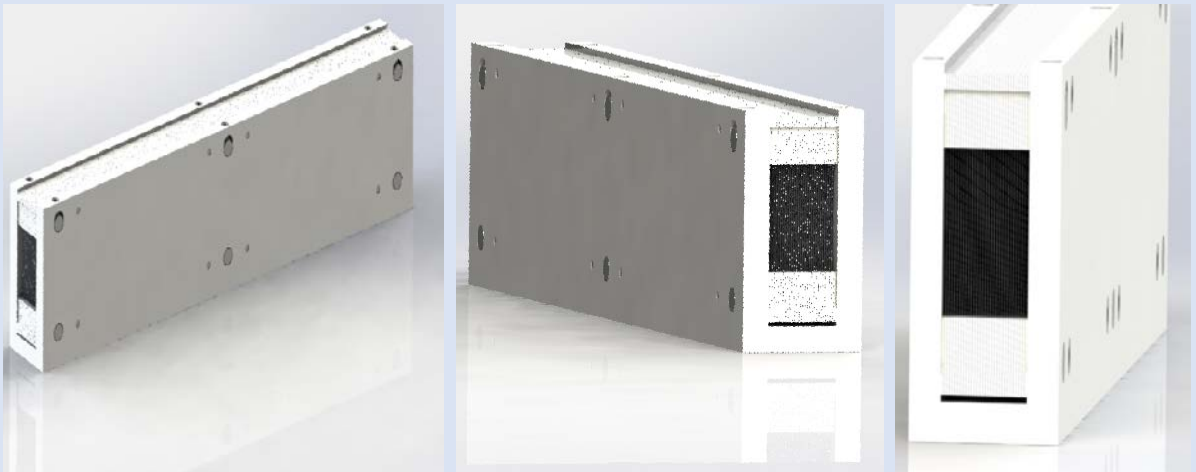
2.1 Soller型精细准直器

Soller Collimators (SC) :



技术特征：

- 准直从 0.1° 到 1.5° (误差 $\pm 0.001^\circ$)
- 孔径宽度(1mm- 100mm) (可根据客户要求定制)
- 孔径高(15 mm - 200 mm) (可根据客户要求定制)
- 有效长度(80 mm - 500 mm) (可根据客户要求定制)
- 涂层: Gd_2O_3 or $^{10}B_4C$
- 可真空兼容 10^{-6} mbar
- 框架材质为铝或不锈钢等无磁/低磁材料



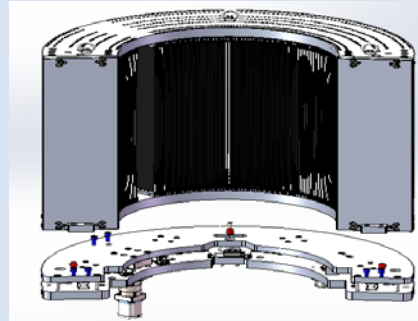
二、中子精细准直器

2.2 径向型精细准直器

Radial Collimators(RC):

技术特征:

- 角度跨度从 15° to 360°
- 准直角度从 0.5° to 6° (误差 $\pm 0.001^\circ$)
- 有效高度高度(50毫米- 1000毫米)
- 涂层材质: Gd₂O₃ or 10B4C
- 涂层 Gd₂O₃ or 10B4C 含量 50%-75%
- 框架材质为铝或不锈钢
- 真空兼容 10^{-6} mbar
- 所用材料均为无磁或者低磁材质, 磁导率 <1.05
- 可根据客户要求定制



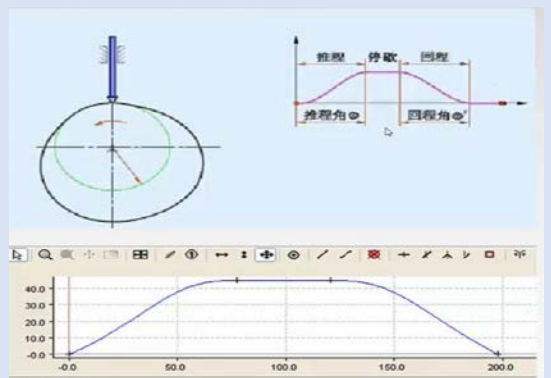
径向型精细准直器

摆动径向准直器

Oscillating Radial Collimators(ORC):

技术特征:

- 振荡频率从0.01 Hz – 0.1 Hz
- 振荡间隔一般超过2-3个膜片(1° - 3°)
- 由偏心机构驱动形成往复运动



二、中子精细准直器

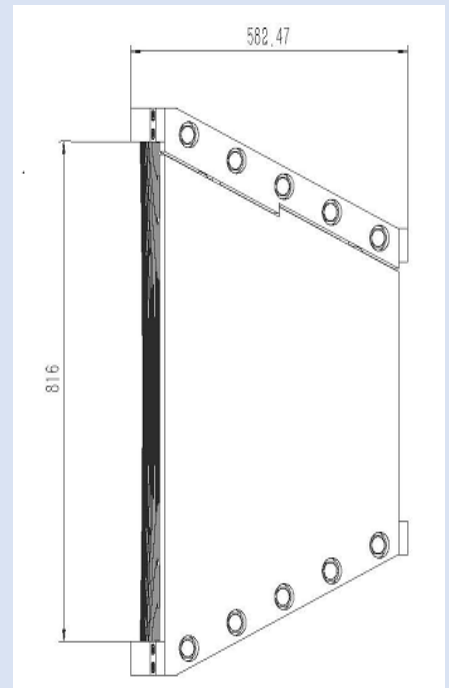
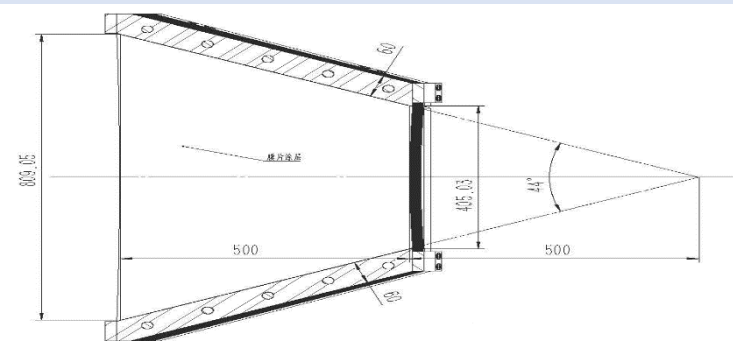
2.3 双锥型精细准直器

Double Tapered Collimators (DTC) :

- 水平跨度从 10° 到 120°
- 准直角度 0.1° to 1.5° (远小于径向准直器)
- 在检测器端有效高度: 50mm - 1800mm
- 涂层材质: Gd_2O_3 or $^{10}B_4C$



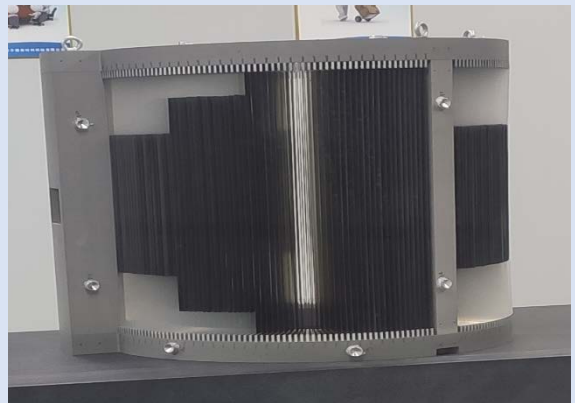
- 膜片和定位隔片安装后整体张紧
- 膜片的最小厚度为 $25\mu m$
- 隔片的角度和形状决定了准直尺寸
- 最终的膜片涂层厚度是 $50\mu m$ (或按照客户要求制作), 厚度公差 $\pm 5\mu m$



双锥型精细准直器

三、中子屏蔽相关涂层工艺

- 涂层厚度从10 μ m到1500 μ m
- 涂层材质: Gd_2O_3 or $^{10}B_4C$
- Gd_2O_3 or $^{10}B_4C$ 含量50%-70%
- 基材材质: 铝板、不锈钢板、Mylar\PI\PEEK
- 可定制、制作各种异型复杂结构中子吸收涂层设备及零部件



中子屏蔽相关涂层工艺

企业愿景

世界一流企业的中子/射线屏蔽材料与中子/射线应用领域精密仪器设备和解决方案供应商

企业目标

高效/高质量/高性价比为客户解决问题
打造“瑞西尔德” & “RayShield” 民族品牌

企业价值观

厚德载物/开拓创新/合作共赢/行稳致远

安徽瑞西尔德新材料科技有限公司



地址：安徽省合肥市肥西县深圳路与蓬莱路交叉口21-2

电话：18656000903

E-Mail: sinorayshield@163.com

网址: <http://www.sinorayshield.com/>

<http://www.en.sinorayshield.com/>