

诚鑫——射线防护领域专业的方案解决公司



CEPC2023

工程应用中的电离辐射防护门概述

江苏诚鑫辐射防护技术有限公司

宜兴市诚鑫辐射防护器材有限公司

史轶君

2023-10-23

目录



1	企业简介	slides	3-7
2	电离辐射防护门定义	slides	8-9
3	射线屏蔽的安全性	slides	10-11
4	电离辐射防护门的分类	slides	12-21
5	工程应用中的一些处理方法	slides	22-26
6	结论	slide	27
7	致谢	slide	28

企业简介-概况



City 城市	Yixing, Jiangsu Province 江苏 宜兴市
Location 地址	No.6 Chuangye Avenue, Heqiao Town 和桥镇创业大道6号
Establishment 成立	04-2003
Employee 员工	~85
Site area 面积	15,000 m ²
Products 产品	Radioprotection equipment, parts and projects 辐射防护设备、零配件及工程
Sales 销售	~80,000,000 RMB
Clients quantity 客户数量	~ 1,300
Product certification 产品认证	CE
Management system certification 管理体系认证	ISO9001(质量), EJ/T 9001(核工业质量), ISO14001 (环境), ISO45001 (职业健康安全)
Application 应用领域	Industry, Medical, and Nuclear Utilization 工业、医学和核利用

企业简介-Vision



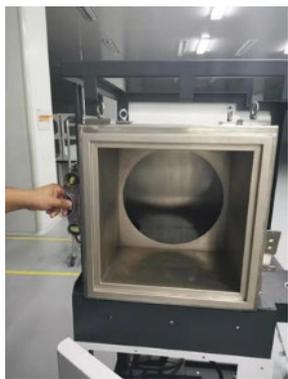
标语

诚信 团队 进取 信赖

愿景

一流的设计、制造、施工和服务，成为在**射线防护领域专业的方案解决公司**。

企业简介-产品



企业简介-产品



高能同步辐射

光源 (HEPS)

X射线束测线站

辐射防护棚屋

企业简介-视频介绍



电离辐射防护门定义



- 门，在汉语词典中解释为建筑物等的出入口及装在出入口能开闭的障蔽装置。百度百科释义：“门”是分割有限空间的一种实体，它的作用是可以连接和关闭两个或多个空间的出入口。
- 本文所探讨的电离辐射防护门，是指在满足电离辐射防护要求的基础上，根据通道口实际情况而采用的一种能方便开启和闭合的组合装置。
- 自1991年的《钢质防护门》（轻工行业标准）、1996年的《气密门》（船舶行业标准）、2015年的《防火门》GB12955-2015、2020年的《防爆安全门》（公共安全行业标准）颁布以来，还没有专门针对电离辐射防护门的专业标准。

电离辐射防护门定义



- 在工程应用中，电离辐射防护门最重要的属性是射线屏蔽的安全性，其次是功能的实用性，最后才是装饰的美观性。
- 卓越的功能和优异的性价比也是设计者和使用者对电离辐射防护门重要的考量内容。
- 由于电离辐射防护门的种类众多，针对性较强，既有上述各种标准门的共性，又有其电离辐射行业特有的属性，为了更好保障从业人员的健康及周边环境的辐射安全，以及为辐射防护工程提供参考和借鉴，有必要对其进行研究和总结。

射线屏蔽的安全性



基于辐射防护三要素的屏蔽防护，电离辐射防护门在实践中是对外照射的一种屏蔽防护类型，即利用辐射通过物质时会被减弱，在人体与辐射源之间设置一定的屏障，使人体受照剂量合理降至尽可能低的水平。因此，防护门从设计上首先要考虑射线屏蔽的安全性。



射线屏蔽的安全性



■ 剂量限值

(1) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

(2) 屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

■ X、 γ 射线的屏蔽

■ 中子的屏蔽

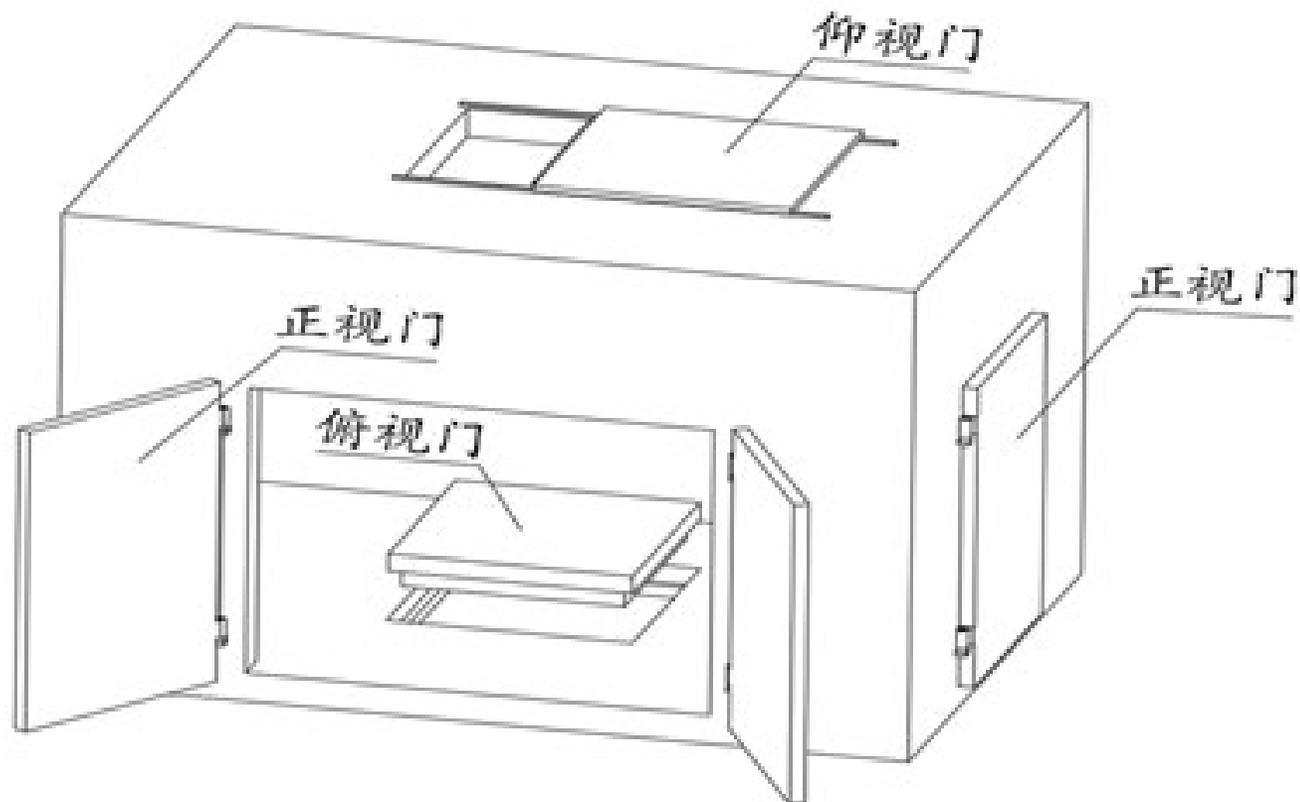
■ 搭接的设计

■ 等效铅当量

电离辐射防护门的分类



按建造位置：对特定的建筑物和空间结构的屏蔽体，通常可分为正视、仰视、俯视三种类型。



电离辐射防护门的分类



按重量：

- ① 轻型 ($<100\text{KG}$)
- ② 小型 ($100-1000\text{KG}$)
- ③ 中型 ($1-10\text{T}$)
- ④ 大型 ($10-100\text{T}$)
- ⑤ 超大型 ($>100\text{T}$)

注：小型防护门多见于医院X射线诊断等场所。



屏蔽设备舱门，瑞典（2020），轻型



核医学防护门，山东（2022），中型



工业X射线探伤防护门，河南（2011），大型



超大型电离辐射防护门，2500T，辽宁（2022）

电离辐射防护门的分类

按启闭方式：

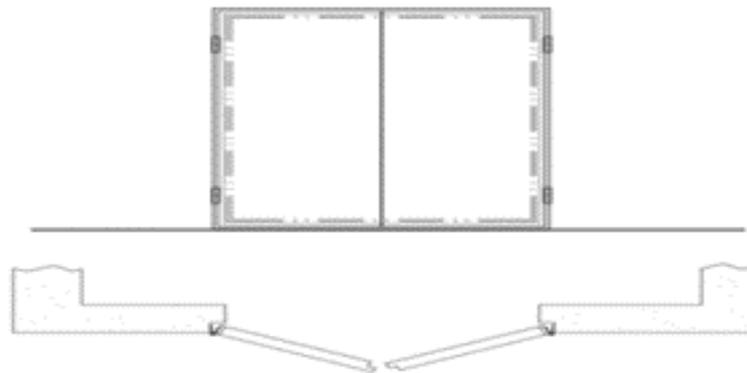
- ① 平开门
- ② 推拉门（平移门）
- ③ 旋转门
- ④ 收纳门
- ⑤ 闸封门
- ⑥ 塞封门



平开门（手动）



平开门（电动）



电离辐射防护门的分类

按启闭方式：

- ① 平开门
- ② 推拉门（平移门）
- ③ 旋转门
- ④ 收纳门
- ⑤ 闸封门
- ⑥ 塞封门



电动平移门



电动平移门（隐藏式）

电离辐射防护门的分类

按启闭方式：

① 平开门

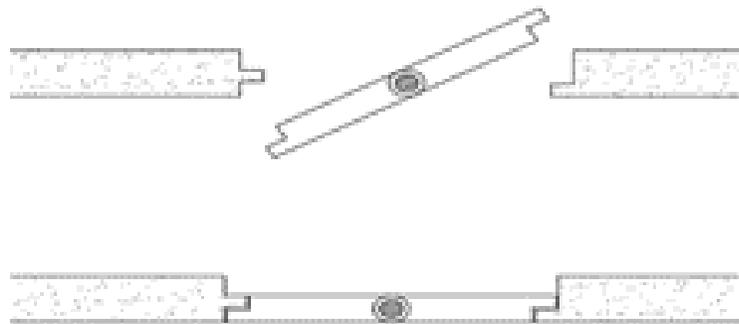
② 推拉门（平移门）

③ 旋转门

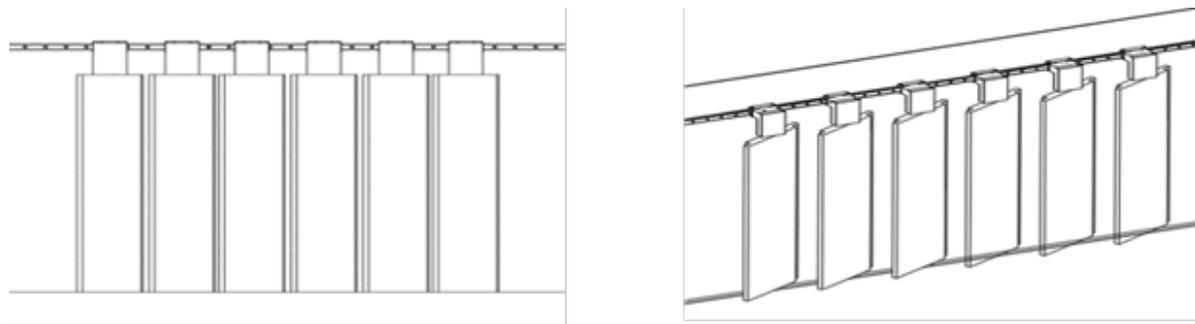
④ 收纳门

⑤ 闸封门

⑥ 塞封门



旋转门示意图

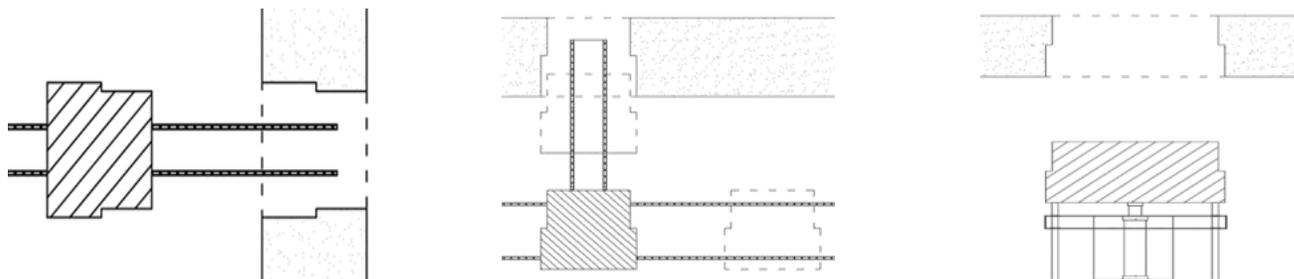


收纳门示意图

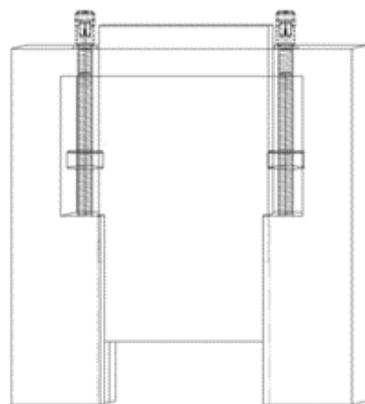
电离辐射防护门的分类

按启闭方式：

- ① 平开门
- ② 推拉门（平移门）
- ③ 旋转门
- ④ 收纳门
- ⑤ 闸封门
- ⑥ 塞封门



直线型、L型、垂直型塞封门示意图



闸封门示意图

电离辐射防护门的分类



按屏蔽材料:

屏蔽材料的选用，是电离辐射防护门非常重要的选项。

任何物质都可以作为屏蔽材料，造价、门体大小、驱动方式、美观等因素，综合决定了屏蔽材料的选择。

一般来说，铅、碳素钢、不锈钢、铜、钨、混凝土、聚乙烯、石蜡、硼砂、重晶石、磁铁矿、贫化铀、普通混凝土、重型混凝土、复合材料等，以及上述材料一种或多种的组合，都可以成为防护门的屏蔽材料。

电离辐射防护门的分类



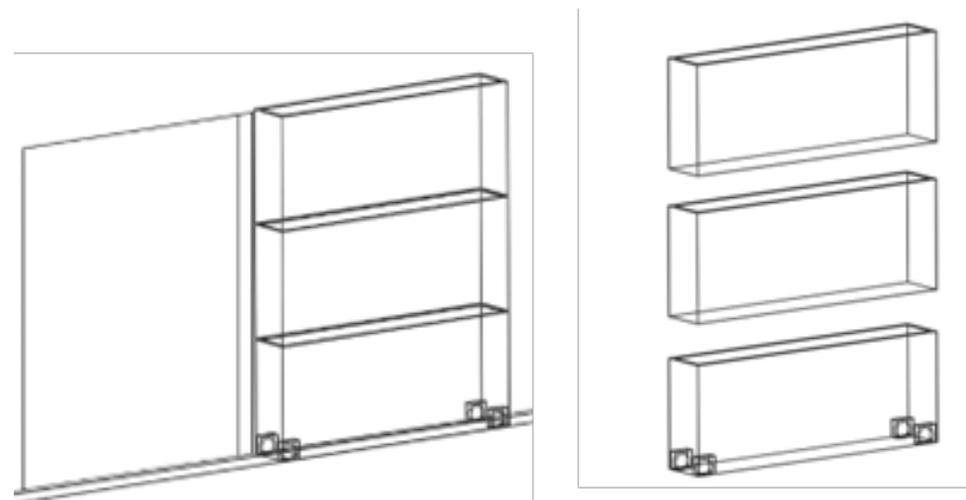
按建造结构：

受限于道路运输及现场安装条件，一些大型或超大型电离辐射防护门需要通过化整为零的运输方式以及化零为整的现场组合方式，完成门体结构的建造组装。因此从结构上，防护门又可分为：**单体、水平拼装、竖直堆垒、榫卯联合**等多种类型。

电离辐射防护门的分类



大型铅钢电离辐射防护门（水平拼装）
1600*1400cm，湖北（2019）

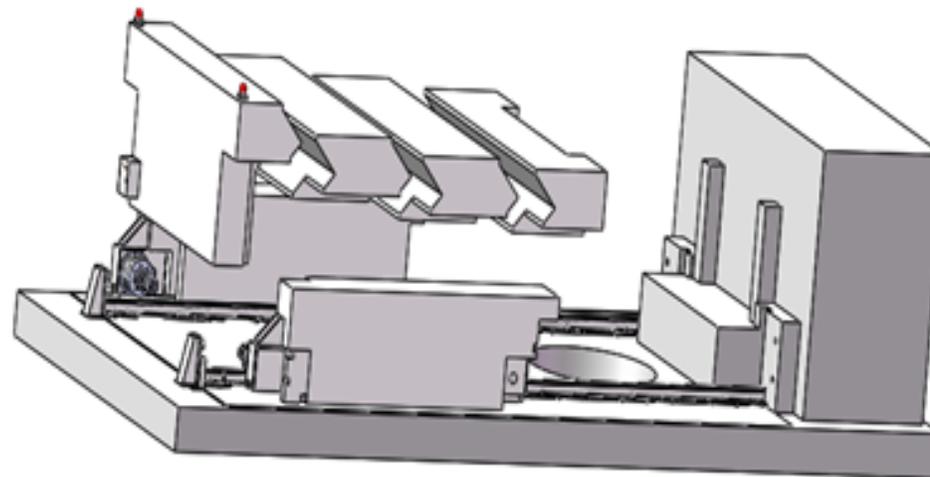


大型混凝土屏蔽门现场建造
（竖直堆垒）示意图

电离辐射防护门的分类



大型隧道孔射线防护门（榫卯联合）上海（2022）



榫卯联合结构爆炸图

工程应用中的一些处理方法



1. 左右门缝的射线泄漏

在医学X射线诊断和工业射线探伤作业中，有些防护门与屏蔽墙之间的缝隙较宽，并且其搭接宽度不足，导致防护门周围的射线泄漏剂量超标。

解决办法：为了保证防护门四周的辐射剂量率满足 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的标准限值，对防护门与屏蔽墙之间的距离进行调整（如粉刷门套等），或增大防护门与门洞的左右和上下的搭接宽度，要求防护门与门洞的搭接宽度不小于防护门与屏蔽墙之间缝隙的5-10倍。

2. 底部门缝的射线泄漏

常见的推拉式防护门若与地面平齐移动，门与地面的缝隙会导致门体底部的辐射剂量率超标。

解决办法：在门洞口挖地沟，防护门沉入地面的距离大于20cm左右。在医院、科研院所等对无障碍设计有较高要求的场所，不适合防护门下沉屏蔽时，可采用上悬挂推拉门，门底部特殊屏蔽处理的方式（如用铅橡胶遮门缝或采用开细槽铅舌屏蔽等方式）。

3. 安全联锁装置

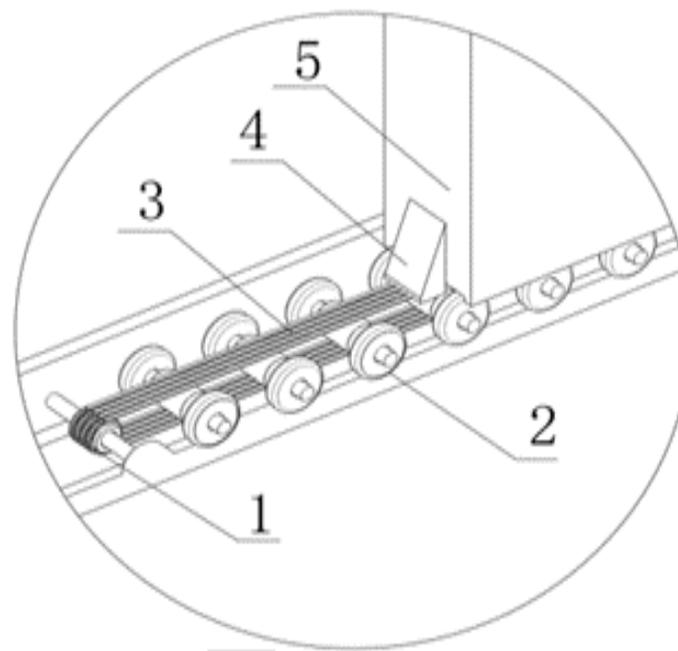
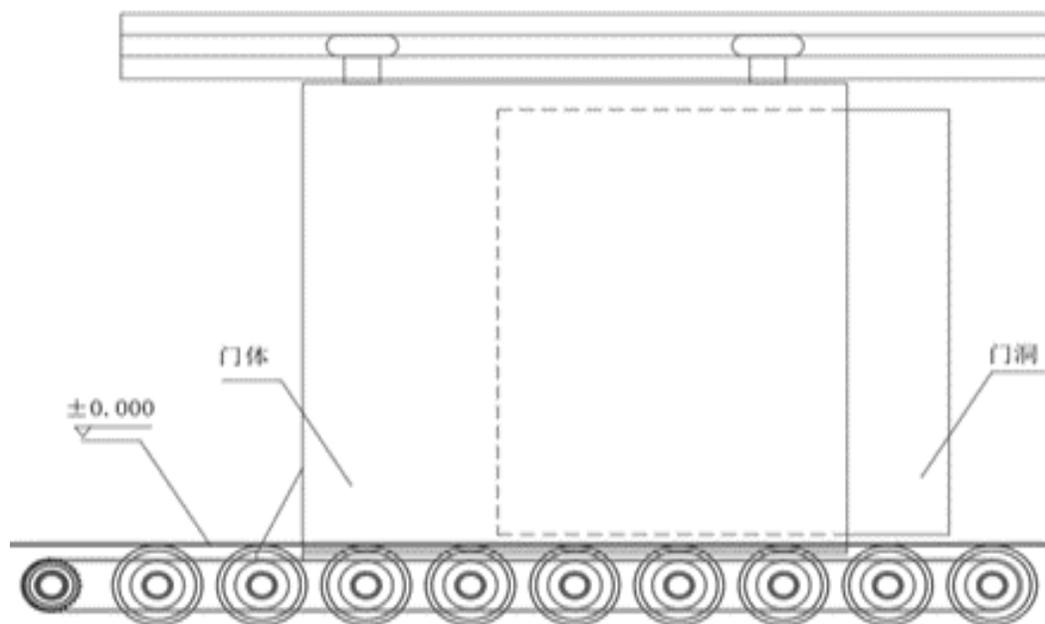
安全联锁装置是电离辐射防护门不可缺少的组成，其功能须包括：

- (1) 电离辐射门（包括人员和工件进出门）都关闭后，屏蔽区域内才能进行射线的相关作业。
- (2) 应设置人员在紧急情况下方便离开屏蔽区域的装置。
- (3) 能发生射线的多台装置，每台均应与防护门联锁；防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。
- (4) 门口和屏蔽区域内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与射线发生装置联锁。
- (5) 防护门出入口应安装监视装置；门上应有符合要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

工程应用中的一些处理方法

4. 超大型防护门

相比滚轮固定于门体的传统方式，超大型防护门采用了门体底部为轨道面、支撑走轮固定位置的门轮分离行走方式。驱动机构由电动机、大速比减速箱、链轮、链条、轴承座等组成，通过减速机以及链轮传动，牵引门体在走轮上移动，同时门体顶部在水平导轮的引导下，保证大门沿直线运动。



4. 超大型防护门

- 设计上要考虑驱动机构失效情况下的应急开启及极限位置的缓冲止挡机构的设计。
- 大门采用多重限位保护，两端的停止限位是行程限位保护，两套开、关门停止限位为冗余保护。行进中触碰任意一个开关门限位，大门均停止动作。
- 门洞端部设有机械限位开关，以防意外。
- 声光报警、防撞光幕等功能，起到提醒和安全的作用。
- 防护门还应具有防止在断电情况下无法开启的功能、或根据其操作参数具有可方便或强制打开的功能。
- 另外，工程实践中预留足够的防护门检修空间也要引起重视。

结论



电离辐射防护门除了满足上述的射线屏蔽安全性和正常通行和关闭功能外，条件许可下，还可针对隔热、隔声、密闭、防火、防风、防淹、抗震、抗爆炸、抗冲击波等特殊需求，做进一步的综合设计。

Chengxin – A Radioprotection Master



Thanks !