

EJ 380-1989

开放型放射性物质实验室

辐射防护设计规范

1989-03-24发布

1989-10-01实施

中国核工业总公司发布

附加说明：

本标准由中国核工业总公司安防环保卫生部提出。

本标准由中国核工业总公司第二研究设计院负责起草。

本标准主要起草人：孙维奇、范深根。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了开放型放射性物质实验室（以下简称开放型实验室）设计中的辐射防护要求，目的在于从设计上保障工作人员及附近居民的健康和安全及保护环境。

本标准适用于放射性同位素生产及应用开放型放射性物质实验室辐射防护设计，也可供已建成单位在扩建和改建中参照使用。

本标准不适用于乏燃料后处理厂和铀矿冶金系统实验室的辐射防护设计。

2 引用标准

GB 8703 辐射防护规定

GB 4792 放射卫生防护基本标准

GB 11806 放射性物质安全运输规定

EJJ 6 加工处理裂度材料临界安全规定

3 术语

3.1 开放型实验室

指由一个或多个处理非密封的放射性物质的实验室，实验室内设有热室、屏蔽工作箱、手套箱和通风柜等设备，还有为实验室正常运行所需的各种辅助设施。

3.2 开放性放射性工作

指非密封放射性工作，即在箱室或工作台上正常操作工作中，有可能引起工作场所和周围环境污染的工作。

3.3 开放型实验室分区

为控制污染，在设计上把实验室内分成数个区域，不同区域的设计要求不同。

3.4 白区（一区）

该区为实验室内不从事放射性工作的区域，一般情况下，该区无放射性污染。白区包括：办公室、会议室、休息室、“冷”工作间（如试剂、药品间），“冷”实验室等。

3.5 绿区（二区）

实验室内从事隔离操作放射性物质的工作区，事故时可能出现污染，但能及时发现和清除。绿区包括：热室、屏蔽工作箱、手套箱的操作房间或存有密封容器的房间。

3.6 橙区（三区）

实验室内工作人员不经常停留的区域，只有在进行去污、检修和取样等工作时才进入。该区在正常运行时也会出现污染，污染一般能清除。橙区包括：热室、屏蔽工作箱、手套箱的检修区、放射性污染物暂存间和去污间等。

3.7 红区（四区）

实验室内放射性物质所在的区域，操作时外照射很强，空气污染严重。红区包括：热室、屏蔽工作箱、手套箱的内部及辐照室等。

4 开放型实验室辐射防护设计一般原则和主要任务

4.1 在设计开放型实验室设施时，必须遵循保证在设施建筑物内部工作的人员、设施建筑物外部工作人员、相邻区域内的人员及公众所接受的辐射剂量均不超过为他们规定的相应剂量限值这一原则，力求实现辐射防护最优化，把工作人员受的照射控制在合理可行尽量低的水平。

4.2 外照射的防护设计，主要靠屏蔽层、增加与放射源之间的距离、限制照射持续时间或综合这些措施来实现。

4.3 内照射的防护设计，主要采用合理的布局、密封、负压技术、配备良好的个人防护用品、去污手段、通风、空气净化系统、妥善地处理放射性废物等措施或综合采用这些措施来实现。

4.4 开放型实验室的设计必须遵守基本建设程序，认真执行设计审批制度。在各设计阶段，根据有关规定，写出相应的安全分析报告书和环境影响报告书。设计必须执行国家颁布的安全、环境保护法规和标准。

4.5 新建、扩建及改建的开放型实验室的设计，需由主管部门授权的设计单位承担。

辐射防护和三废处理设施与主实验室同时设计、同时施工、同时投产和同时验收。

4.6 开放型实验室辐射防护设计中，要有预防事故措施和事故发生后的处理措施，除注重那些几率小、后果严重的事故外，还应注意那些后果虽不严重，但易出现的事故。

4.7 辐射防护设计人员应参与工艺方案、设备布置、三废处理、去污检修等方案的论证，使辐射安全措施在方案中得以落实。

4.8 开放型实验室设计中辐射防护设计的主要任务。

4.8.1 辐射屏蔽设计。

4.8.2 辐射监测系统的设计。

4.8.3 根据设计进展，编写设计各阶段的安全分析报告和环境影响报告。

4.8.4 配合工艺合理地布局及分区；配合各工种制定有关保证辐射安全的措施和设计标准；会审各工种设计的与辐射防护有关的设计文件和图纸。

4.8.5 从辐射防护角度出发，对实验室的发展提出建议。

4.9 开放型实验室辐射防护设计中应考虑到实验室未来的退役，为未来退役提供必要的方便条件。

5 剂量限值和辐射照射控制原则

5.1 放射工作人员的剂量限值

5.1.1 从事放射工作人员的年剂量限值见GB 8703，该值是指一年内所受外照射剂量当量与一年内摄入放射性核素所产生的待积剂量当量之和，不包括天然本底照射和医疗照射。

5.1.2 在一般情况下，连续三个月内一次或多次接受的总剂量当量不要超过年剂量当量限值的一半。

5.1.3 放射工作人员一年中允许摄入放射性核素的量及工作场所空气中放射性核素的导出浓度见GB 4792表B1或GB 8703附录E。

5.1.4 存在内外混合照射的情况下，按照GB 8703第2.4.3条中给出的公式进行计算。

5.2 公众中个人的剂量限值

公众中个人受到的年剂量当量限值见GB 8703第2.4.2条。

5.3 放射性物质污染表面的导出限值

5.3.1 操作放射性物质的工作人员的体表、衣物及工作场所的设备、墙壁、地面等表面污染水平，应控制在GB 8703表2所列值以下。某些特定情况下，表2中的值可适当提高，有关细节见该表附注。

5.3.2 放射性物质运输的辐射防护标准见GB 11806《放射性物质安全运输规定》。

6 开放型实验室的分类及工作场所的划分

6.1 按照工作场所空气中的导出浓度和相应的比活度，将放射性核素分为极毒、高毒、中毒和低毒四个毒性组（见GB 4792附录C），各组的毒性组别系数分别为10，1，0.1和0.01。

6.2 根据实验室使用放射性核素的等效年用量（实验室所用各种放射性核素的年用量乘以各自毒性组别

系数乘积之和)，将实验室分为三类，各类实验室等效年用量见GB 4792表4。

6.3 按实验室所使用放射性核素的 最大等效日操作量 （ $\text{最大等效日操作量为各种放射性核素的实际最大日操作量与该核素毒性组别系数之积除以操作性质的修正系数（见GB 8703附录F）所得的商之和}$ ），将实验室分为三级， 最大等效日操作量 见GB 8703表1。

7 开放型实验室的选址及总平面布置

7.1 第一、二类实验室不得设于市区（经有关领导部门会同放射卫生防护及环保主管部门审批者例外），第三类实验室及属二类的医疗单位可设于市区。

7.2 一类实验室的工作场所、二类实验室从事干式发生尘操作的工作场所应设在单独的建筑物内。二、三类实验室的工作场所可设在一般建筑物内，但应集中在建筑物的同一层或一端，与非放射性工作场所隔开。

7.3 根据实验室的性质、规模和当地的环境条件，应在实验室周围划定适当大小的非居住区及限制区。

7.4 实验室选址时，必须调查研究当地自然条件、社会环境、实验室可能产生的污染源项及放射性物质和放射性废物的贮存与运输等因素，进行最优化分析，对预选点进行综合评价，择优选定。

7.5 实验室所选地址，必须经有关主管部门批准后，才能进行实验室设计。

7.6 实验室在总平面布置时，一般应将实验室区域分成控制区与非控制区，所有可能从事放射性工作的实验室和房间都应设在控制区内。

7.7 实验室一般应按当地最小或较小频率的风向布置在居民区的上风侧，控制区位于非控制区的上风侧。

7.8 实验室室外路线设计应合理布置人流和车辆道路，保障放射性工作人员只能按指定路线进入实验室，防止非工作人员进入，避免交叉污染。

7.9 从事开放性放射性工作的各实验室布置上应相对集中，联系密切的实验室可布置在同一建筑物内或设通道连接，并设总卫生出入口。单独的实验室自设卫生出入口。

7.10 经常运送放射性物质和放射性废物的实验室区域，应该设置专用道路。

7.11 较高等级的实验室可用于操作较低等级实验室所对应的放射性活度，但在较低等级实验室中操作较高等级实验室所对应的放射性活度时，必须对该实验室进行改建或扩建，使该实验室的各项辐射防护条件符合相应的较高等级实验室的各项要求。

8 开放型实验室的分区与房间布置

8.1 甲级实验室按四区原则布置

8.1.1 白区（一区）

8.1.1.1 正常操作情况下，持续停留在该区的工作人员所受到的年剂量当量值不大于放射工作人员年剂量当量限值的十分之一。

8.1.1.2 不存在任何空气污染的危险时，最敏感的器官可能受到的外照射剂量当量不超过每年 5mSv （ 0.5rem ）。

8.1.1.3 不存在任何外照射危险时，空气污染年平均浓度低于放射工作人员导出浓度值的十分之一。

8.1.2 绿区（二区）

8.1.2.1 正常操作情况下，持续停留在该区的工作人员所受到的年剂量当量值一般不超过放射工作人员年剂量当量限值的十分之三。个别情况下可能超过十分之三，但不应该超过放射工作人员年剂量当量限值，并保证能够充分控制向白区（一区）或实验室外部扩散的污染。

8.1.2.2 不存在任何空气污染的危险时，最敏感的器官可能受到的外照射剂量当量一般不超过 15mSv （ 1.5rem ）。

8.1.2.3 不存在任何外照射危险时，空气污染年平均浓度低于放射工作人员导出浓度值的十分之三。

8.1.3 橙区（三区）

8.1.3.1 正常操作情况下，工作人员在该区停留的时间也受到限制。持续停留在该区的工作人员所受到的年剂量当量值可能会超过放射工作人员年剂量当量限值。

8.1.3.2 不存在任何空气污染危险时，最敏感的器官可能受到的外照射剂量当量可能会超过每年 50mSv （ 5rem ）。

8.1.3.3 不存在任何外照射危险时，空气污染季平均浓度可能超过放射工作人员的导出浓度值。

8.1.4 红区（四区）

正常操作情况下，必须严禁工作人员进入，设计上要控制该区对其它区域或外部造成污染，对外照射要进行屏蔽。只有在特殊情况下（如大修），经全面去污后，在剂量人员的严密监测下工作人员才能进入该区。

8.2 各区的布置，原则上污染严重的区域应依次被污染较轻的区域包围起来。如果白区靠近橙区或红区，则应有一个隔离区，使得不能直接地、不受控制地从白区进入橙区和红区。

8.3 当红区仅仅靠墙壁或屋顶同外界分开时，不论是在正常操作还是在事故情况下，屏蔽体厚度和密封性均应足以屏蔽外照射和防止污染扩散。

8.4 为避免交叉污染，对位于同一个区域内，形成不同污染形式的操作，应分设在单独的房间；可能产生放射性气体污染的房间应该隔离布置，以防止污染的扩散。

8.5 α 污染严重的区域容易导致空气中 α 放射性气溶胶浓度的升高，因此在房间布置上和辐射安全设计中应采取相应的措施。

8.6 设计上各区应按规定的颜色区分开并设区级标志。

8.7 甲级实验室应设在独立的建筑物内或设在隔离的建筑物侧翼，放射性工作必须在专用房间内进行。

8.8 甲级实验室白、绿区之间应设卫生出入口，卫生出入口应有淋浴和存放专用工作服及个人衣物的地方，并配有剂量监测仪表；绿、橙区之间应设卫生闸门（或气闸），备有检修用品、剂量仪表及个人防护用品，并根据可能污染情况，设气衣冲洗间。

8.9 乙级实验室工作场所按三区布置，可不设检修区。

8.10 乙级实验室可设在建筑物的侧翼或单独的区域，在其房间组成中，必须设有卫生出入口。

8.11 甲、乙级实验室在选取表面材料时，要求材料表面光滑、对污染的吸附性差、且易清除污染的放射性物质。此外材料应有良好的耐酸性、耐火性和耐辐照性。

8.12 甲、乙级实验室操作间地面应采用塑料覆面，特别要注意塑料接缝处焊接的平整，对与设备、套管及墙壁的连接处要做成圆角，并有一定高度。甲级实验室操作间墙壁和天棚涂以油漆，乙级实验室操作间墙壁的油漆涂至墙裙高度。

8.13 甲、乙级实验室的管线，最好采用暗设，穿墙套管应保证密封。

8.14 甲、乙级实验室应设置去污间（或去污小室），位置靠近红区，以便于从红区拆出的设备部件的去污。

8.15 甲、乙级实验室的门和窗应便于清洗和去污，绿区和橙区的门、窗设计应有较高的密封性能，橙区的窗必须是固定的不能开启的，绿区的窗一般也不应开启。

8.16 甲、乙级实验室根据工作人员的数量和工作服受污染的程度，可设计专用洗衣房或在实验室内部设置洗涤间，其下水排入实验室低下水系统。

8.17 丙级实验室一般设白区、绿区二个区或只设一个区进行布置，其设计同一般标准化学实验室。房间布局不要太挤，要有良好的通风。地面采用水磨石，局部地方加活动塑料覆面。

9 开放型实验室人员活动和物料流动

9.1 开放型实验室人员活动

9.1.1 开放型实验室各区之间人员的活动，在进入时，通行路线只能是从白区至橙区，出来时则相反。

9.1.2 设计上应该保证工作人员在不同区域间的通行，必须通过卫生出入口或卫生闸门。

9.1.3 若实验室设事故出口，其位置及类型的设计，应保证对放射性污染保持可靠的控制，事故出口门的开关应灵活方便。

9.1.4 红区严禁设卫生设施，橙区原则上不应设卫生设施。设在白区、绿区的卫生设施，设计中应考虑尽可能减少被污染和污染扩散的危险。

9.1.5 绿区可以设饮用水间，但应选在不易污染、人流集中的地方，采用脚踏式或肘式开关。

9.2 放射性物料的流动

9.2.1 为使污染扩散的危险减到最低程度，放射性物质和样品的运送通道应尽可能短捷且与工作人员的通道分开。

9.2.2 放射性管道不允许通过白区、绿区。放射性固体废物应从橙区运出。废物的运输路线应避免通过白区和绿区，运输路线应尽量短，以便将照射的可能性和阻塞的可能性减至最小。

9.2.3 放射性物质必须在封闭的容器内运输，容器的设计应保证事故时不易泄漏及具有屏蔽能力。运输应使用专用车辆，并保障运输容器在运输中的稳定性。

10 开放型实验室放射性物质的密封和通风

10.1 从事开放性放射性物质工作的各类设备和装置，设计上应采用密封技术。根据其工作特性分别提出密封要求，防止放射性液体泄漏和放射性气体及气溶胶逸出。

10.2 操作易挥发的高毒、极毒放射性物质及产生大量放射性气体和气溶胶的工作，应尽可能把污染源局限于较小的工作容积内并高度密封，限制可能被污染的体积和表面。

10.3 实验室的气流流向应是从放射性污染可能性小的方向流向污染可能性大的方向（从白区流向红区），各区之间维持一定的压差（一般白区负压为零毫米水柱；绿区负压为3~5mm水柱；橙区负压为10~15mm水柱；红区负压为20~30mm水柱）。

10.4 为保障操作放射性物质的箱、室的负压，设计上可采用负压自动调节阀。

10.5 设计上应保障每个房间有足够的换气次数，白区换气次数一般在2~5次/h或自然通风；绿区换气次数为5~10次/h；橙区换气次数为10~20次/h；红区的换气次数视小室的大小可以20次/h~30次/h。

10.6 甲、乙级实验室工作场所的进风应当经过粗过滤器过滤，并且防止吸进来自实验室其它部位排出的气体。

10.7 甲、乙级实验室的排风应经过过滤，红区的排风一般应经二级过滤，为使排风系统可能受到的污染减至最小，应把过滤器直接安装在手套箱、工作箱和热室的顶壁上。过滤器前后应留取样口，以确定过滤效果。

10.8 丙级实验室进、排风不需过滤，但在设计上应考虑以后安装过滤器的可能性。

10.9 风机能力的设计，应留有一定余量。若实验室内有二个或多个排风系统时，这些排风系统的开启和关闭应设计成程序控制。

10.10 需要建立烟囱的实验室，烟囱高度经计算确定，实验室屋顶的废气排出口，须超过周围50m范围内最高屋脊3m以上。

10.11 在排气烟囱内应设有气体取样口，取样口的设计必须使所取样品有代表性、容易实现取样和取样时无危险。

11 开放型实验室设备及上下水的设计

11.1 开放型实验室设备设计

11.1.1 实验室所用放射性设备的设计，除满足工艺要求外，还应性能可靠、经久耐用、操作灵活、拆卸方便，应尽量使放射性设备的各个部位都能清洗去污。

11.1.2 所有可能进行检修的放射性设备，要求能将物料排空，以便于清洗、去污，尽量减少检修人员所受剂量。

11.1.3 对有可能进行取样的放射性设备，均应设计取样管头，取样线路应尽可能的短。

11.1.4 放射性设备部件的设计必须考虑到运行和维修时，使工作人员所受的照射保持在合理可行尽量低的水平。

11.1.5 阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区以及易去污、检修和更换，并避免杂质集聚。

11.1.6 放射性废液贮罐的设计必须设有排气设施，以防贮罐产生超压或真空状态。

11.1.7 甲级实验室放射性物质的操作应在热室、屏蔽工作箱或手套箱内进行，乙级实验室放射性物质的操作应在屏蔽工作箱或手套箱内进行；丙级实验室放射性物质的操作一般在手套箱、通风柜或工作台上进行。

11.2 开放型实验室上下水设计

11.2.1 甲、乙级实验室凡有污染风险的操作间，在其出口附近应该设置洗手池，并选用脚踏式或肘式开关。

11.2.2 甲、乙级实验室操作间地面发生污染时，应采用干式去污，故房地漏下水可接工业废水下水系统。

11.2.3 甲、乙级实验室白区和绿区间卫生出入口的淋浴水可接到工业废水下水系统，绿区和橙区间卫生闸门处的气衣冲洗水应接入低放下水系统。

11.2.4 饲养动物的实验室，进行放射性实验前的动物房冲洗水排入一般生活下水，含有放射性物质后的动物房冲洗水应排入低放下水。

11.2.5 甲、乙级实验室操作放射性物质的专用设备室内，应设低放下水系统。

11.2.6 含有放射性物质的低放下水，原则上不允许通过生活下水道、雨水下水道和工业废水下水道排放。特殊情况下，设计时应经实验室所在地主管部门审查批准。

11.2.7 在可能出现放射性污染因去污而需要大量水的场合，应设计有足够排污能力的低放下水系统。

11.2.8 当实验室室外的上水管道与放射性废液管道平行敷设时，它们之间的距离，一般不应小于3m，其标高应高于放射性废液管道。当交叉敷设时，应设在放射性废液管道的上方，距离至少大于1m，且交叉处应避开放射性废液管道的焊缝并给废液管道加套管隔离。

12 开放型实验室放射性废物处理

12.1 开放型实验室放射性气体的处理

12.1.1 实验室工艺设计中，应力求减少放射性气体的产生量，使外排的放射性物质尽可能的少。

12.1.2 放射性气体和气溶胶在排入大气之前，应采取衰变、过滤等措施，并经烟囱排放。对所排气体应进行取样和监测，使排出的气体及气溶胶在不同地区空气中产生的污染不超过相应地区空气中的限值，并做到合理可行尽量低。

12.2 开放型实验室放射性废液的处理

12.2.1 实验室工艺设计中，应力求减少放射性液体的产生量，尽量采取复用手段。设计上应采用净化、浓缩及固化等处理措施，减少废液量和限制放射性物质排放量。

12.2.2 当采用贮罐贮存甲、乙级实验室产生的放射性废液时，设计上应提供备用贮罐，供事故情况下倒罐用。

12.2.3 放射性废液贮罐应设有液面测量信号装置，以防废液溢出。中、高放废液贮罐所在设备室应有检漏设施，并有足够的屏蔽和防渗漏措施。

12.2.4 若甲、乙级实验室采用管道输送放射性废液时，管线的敷设应便于正常维修，并应有防水、检漏、倒空和去污等措施。依照管道内液体放射性浓度的高低，对管沟提出如下要求：

- a. 输送高放废液，应设单独管沟，管沟内敷设不锈钢覆面。
- b. 输送中放废液的管沟设碳钢涂漆托盘。
- c. 输送低放废液的管道可敷设在混凝土管沟内。

12.2.5 室内外所有明设的低放射性管道，都应加以标记，以免这些管道遭受破坏。

12.3 开放型实验室放射性固体废物的处理

12.3.1 各类放射性实验室操作放射性物质的工作场所，应设置脚踏式放射性固体废物收集桶。

12.3.2 各类放射性实验室都应设有废物暂存设施。规模较大的甲级实验室应设计放射性固体废物暂存库，用以收集实验室产生的放射性固体废物。废物库内可设打包、减容设备，废物库的设计应能容纳预定时间内产生的废物体积，并适当留有余量；规模小的甲级和乙级实验室，应设有放射性固体废物暂存间，当积存一定量后，送当地放射性固体废物库贮存。

13 开放型实验室辐射屏蔽设计

13.1 辐射屏蔽设计原则

13.1.1 任何可能对工作人员产生外照射危害的辐射源均应考虑屏蔽，经屏蔽后的剂量率应符合设计规定值。

13.1.2 设计屏蔽层时，应按设备可能操作的最大放射性活度、最危险的距离和可能工作的最长时间进行计算。此外还应考虑到可能出现的事故及未来的发展。

13.1.3 计算墙壁、地板及天棚的屏蔽层时，除应考虑屏蔽室所在地区的辐射源外，还要考虑到相邻地区存在的辐射源的影响以及因散射辐射带来的照射。

13.1.4 原则上不允许在屏蔽层中存在着人与放射源相对的直通缝隙，由于穿管、物料通道等原因在屏蔽层内开孔，造成屏蔽效果的减弱，设计上应进行屏蔽补偿。

13.1.5 当操作同时存在 α 、 β 和含强中子辐射的放射性物质时，除考虑该种射线自身的屏蔽外，设计上还应考虑 (α, n) 反应、韧致辐射及活化作用产生的辐射的屏蔽。

13.2 辐射屏蔽设计标准

13.2.1 设计屏蔽层时，放射性工作人员正常的工作时间按每年50周，每周40h计算。

13.2.2 屏蔽层设计时采用的外照射剂量当量率计算限值如下：

白区不超过 $0.25 \times 10^{-2} \text{mSv/h}$ (0.25mrem/h)；

绿区不超过 $0.75 \times 10^{-2} \text{mSv/h}$ (0.75mrem/h)；

橙区不超过 $2.5 \times 10^{-2} \text{mSv/h}$ (2.5mrem/h)；

红区热室、工作箱和手套箱间的隔墙，在墙、室内的放射源不撤出情况下，在相邻箱、室内产生的剂量当量率不超过 $(25 \sim 100) \times 10^{-2} \text{mSv/h}$ ($25 \sim 100 \text{mrem/h}$)。

13.2.3 屏蔽层局部漏束产生的剂量当量率，可根据操作特性适当放宽。

13.2.4 实验室内放射性物质转运容器，其计算剂量当量率在距容器表面20cm处为 $(2.5 \sim 25) \times 10^{-2} \text{mSv/h}$ ($2.5 \sim 25 \text{mrem/h}$)；实验室内放射性检修设备，其计算剂量当量率在距设备表面20cm处为 $(2.5 \sim 100) \times 10^{-2} \text{mSv/h}$ ($2.5 \sim 100 \text{mrem/h}$)。

13.3 某些屏蔽设计参数的选取

13.3.1 直接连接在放射性溶液设备上的排气管道，屏蔽计算时，按管道充满液体考虑，其放射性浓度值按设备内溶液放射性浓度值降一个量级计算。

13.3.2 连接在放射性设备上的非放管道，断流阀及阀后连接到放射性设备上的部分，按放射性管道处理。

13.3.3 由于操作失误或在发生事故时，可能吸进放射性溶液的非放管道，按放射性管道处理。

13.3.4 在屏蔽计算时，所有放射性溶液设备、管道和阀门，都要考虑放射性物质在器壁上的吸附效应。放射性设备及管道，吸附备用系数值从1~3，对放射性阀门其值从1~5。

13.4 屏蔽材料

13.4.1 常用辐射屏蔽材料见附录A（补充件）。

13.4.2 设计上应对屏蔽材料性能提出要求，屏蔽层中不能出现空洞，此外还应注意材料的耐热性、耐火性、耐辐照性及经济性。

13.4.3 设计上要考虑材料的多用性，如所选材料既能屏蔽 γ 又能屏蔽中子，还可做为结构材料。

13.4.4 用铅做屏蔽材料时，要注意铅本身重量可能带来的蠕动，应保证其不发生形变，以免影响屏蔽效果。

13.4.5 用水做屏蔽时，设计上须采取预防措施，以防止发生意外失水事故。

13.4.6 在某些特定辐射情况下，必须考虑所用材料产生感生放射性的影响。

14 开放型实验室辐射监测设计

14.1 开放型实验室辐射监测设计包括：个人剂量监测、工作场所的监测、周围环境监测及剂量监测系统的设计等。

14.1.1 设计个人剂量监测时，应根据放射性辐射特性、剂量仪表特性及环境特性，选择相适应的监测手段。

14.1.2 工作场所的监测，主要指 β 、 γ 及中子辐射水平、空气中放射性气体及气溶胶的浓度和组分、表面污染水平及污染范围、检修及处理事故时的监测设计。

14.1.3 周围环境的监测，主要包括排入环境的放射性废水、废气的量和组分，附近居民区内的空气、水、土壤，有代表性的动植物样品中放射性核素的量与组分，以及地面的 β 、 γ 辐射水平等的监测设计。

14.1.4 规模大的开放型实验室辐射监测中心实验室的设计。

14.1.5 实验室辐射监测用房及剂量监测系统的设计。

14.2 甲、乙级实验室内，凡经常有人活动的放射性工作场所， γ 和中子剂量率有可能超过该处设计值时，可设固定式仪表远距离监测。固定式仪表的探头一般布置在可能出现异常照射的地点，安装高度以距地面1~1.5m为宜，仪表应能给出声、光信号。

14.3 甲、乙级实验室内，凡放射性气体或气溶胶浓度可能超过该区域规定的空气浓度值的放射性工作场

所，可设固定式取样系统。取样点要考虑污染来源和气流方向，设在最易发现空气污染的地方。

14.4 甲级实验室操作大量 α 放射性物质的工作场所及烟囱排出口处应设 α 放射性气溶胶连续监测仪。

14.5 甲、乙级实验室卫生出入口及区域间的卫生闸门处应设表面污染检查仪表，对工作人员的体表、衣服及携带的工具等进行监测以了解污染水平、范围，防止污染的转移和扩散。

14.6 甲、乙级实验室辐射监测系统控制间及样品测量室布置上，必须考虑外照射、放射性气溶胶、温度、湿度等因素对仪表测量值的影响。

14.7 丙级实验室一般采用便携式仪表和取样器进行放射性监测和取样。

15 其它安全技术措施

15.1 存在临界安全问题的开放型实验室，其临界安全设计应严格执行EJJ6的有关规定。

15.2 注意一般工业安全，应采取措施防止因为一般工业安全事故导致放射性事故的发生（如防火、防爆、防水等）。

15.3 重要系统（如通风系统）及维持安全必不可少的设备应提供的备用电源。

15.4 放射性物质贮存场所应严加看管，设计上应采取必要的措施以防止放射源的丢失（如加高废物贮存库的窗高、双道门等）。

附录 A 辐射屏蔽材料特性 (补充件)

A1 常用辐射屏蔽材料的特性见表A1。

表A1

材料名称	密度 (g/cm ³)	含氢数 原子/cm ³
石蜡 (D ₃₀ H ₆₂)	0.92	8.18×10 ³²
聚氯乙烯 (CH ₂) _x	0.96	8.27×10 ²²
水	1.0	6.69×10 ²²
有机玻璃 (C ₅ H ₈ O ₂)	1.18	5.70×10 ²²
碳化硼 (B ₄ C)	1.8	—
普通混凝土	2.2-2.4	配方不同，有所差异量级为10
重混凝土	3.1; 3.6	量级为10 ²²
铸 铁	7.2	—
钢 板	7.8	—
铅	11.34	—
铅玻璃型号/ZF ₁	3.86	—
ZF ₆	4.77	—
ZF ₇	5.2	—