

内部资料 注意保存

防空地下室设计

教材



2495
73

城市地下建筑设计研究所 出版发行
中国建筑标准设计研究所
全国各省、市、自治区定点单位供应
二〇〇二年八月印刷
16开 定价：25.00元

防空地下室设计

教材

(内部资 前将书定 年)

《人民防空地下室设计规范》管理组编写

建设部人防工程办公室

1998.6

内 容 简 介

本教材是为适应《规范》培训班的需要，以一九九五年发行的《人民防空地下室设计规范讲座》录象带为基础，经进一步加工编写而成的。

本教材共分七章。第一章绪论，主要介绍规范修订的主要内容和规范的使用范围。第二章武器效应和工程防护，着重讲述工程防护原理和工程防护措施。第三章至第七章分别为建筑设计、结构设计、采暖通风设计、给排水设计和电气设计，各章着重论述在防空地下室设计中该专业的设计原理、设计要领、计算方法以及一般工程设计中的常用做法等。

在本教材中对现行的《人民防空地下室设计规范》的条文和人防建筑的设计特点，都作了较系统的介绍，可使设计人员较全面地理解规范条文的内容和依据，了解防空地下室的设计特点，俾能较好地完成相应的设计任务。

本教材主要适用于熟悉一般地面建筑设计，但不熟悉人防设计的各专业设计人员，也可供各地人防部门的技术人员参考。

前 言

防空地下室建设是我国经济建设时期人民防空工程建设的重要内容，也是城市地下空间开发利用的组成部分。一九九七年一月一日开始施行的《中华人民共和国人民防空法》明确提出：“人民防空实行长期准备、重点建设、平战结合的方针，贯彻与经济建设协调发展、与城市建设相结合的原则。”并规定“城市新建民用建筑，按照国家有关规定修建战时可用于防空的地下室。”

结合民用建筑修建战时可用于防空的地下室是一项长期的战略任务，必须坚持平战结合，在确保战备效益的前提下，充分考虑平时使用的各种功能要求，实现战备效益、社会效益和经济效益的统一，这是我国人民防空发展的必由之路，也是经济建设、城市建设和人民群众对人民防空建设的客观要求。

防空地下室的建设关系到战时人民群众的生命安全，因此必须符合国家规定的防护标准和质量标准，尤其是防空地下室的设计，必须严格执行国家的设计规范。一九九五年建设部发布了国家标准《人民防空地下室设计规范》（GB 50038-94），为保证工程设计质量，使设计人员掌握防空地下室的设计要领，我们组织《规范》管理组的成员，编写出版了《防空地下室设计》（教材）一书，供各地进行专业培训和设计人员学习参考。

建设部人防工程办公室

1998.6

本教材编写人员

领导小组: 王树平 范仲兴 叶银龙
主 编: 田大中 王焕东 (建设部建筑设计院)
第 一 章: 王焕东 (建设部建筑设计院)
第 二 章: 王焕东 (建设部建筑设计院)
第 三 章: 王焕东 (建设部建筑设计院)
第 四 章: 夏弘正 (建设部建筑设计院)
第 五 章: 郭海林 (工程兵工程学院)
第 六 章: 吴骥良 (工程兵工程学院)
第 七 章: 谭有斌 (工程兵工程学院)
校 审: 范仲兴 叶银龙 (建设部建筑设计院)

目 录

第一章 绪论	
第一节 人防建筑的分类、分级.....	1
第二节 规范修订的主要内容.....	3
第三节 适用范围和共性要求.....	4
第二章 武器效应与工程防护	
第一节 武器效应和次生灾害.....	6
第二节 工程防护.....	11
第三节 常用防护设备.....	13
第三章 建筑	
第一节 一般规定.....	28
第二节 早期核辐射的防护.....	29
第三节 口部设计.....	35
第四节 主体设计.....	49
第五节 平战结合.....	65
第四章 结构	
第一节 概述.....	75
第二节 核爆动荷载的确定.....	80
第三节 结构动力分析.....	92
第四节 结构构件的等效静荷载值.....	95
第五节 荷载组合.....	97
第六节 内力分析.....	98
第七节 截面设计与构造要求.....	99
第八节 平战兼顾设计.....	103
第九节 消波系统.....	105
第十节 常用结构构件设计要点.....	106
第五章 采暖、通风与空调	
第一节 概述.....	115
第二节 防护通风的原则规定、设计标准和措施.....	117
第三节 平时使用时暖通空调设计的原则规定、设计标准和措施.....	126
第四节 柴油发电机房和蓄电池室的通风.....	130
第六章 给水、排水	
第一节 概述.....	131
第二节 给水要求和给水方式.....	131
第三节 排水设计.....	137

第四节	给、排水系统的防护.....	140
第五节	洗消.....	142
第六节	柴油发电站的给、排水及供油.....	144
第七章	供电、照明	
第一节	概述.....	149
第二节	电源.....	149
第三节	电力线路及铺设.....	151
第四节	电力、照明.....	154
第五节	接地.....	157
第六节	柴油机发电站.....	157

第一章 绪 论

人民防空（简称人防）是国防的组成部分。人民防空的任务是根据国防的需要，动员和组织群众采取防护措施，防范和减轻空袭危害。人防工程建设是战时防空的最重要的防护措施之一。人防建筑（亦称人防工程）是为保障战时人员、物资掩蔽、人防指挥、医疗救护等需要而建造的防护建筑。防空地下室是结合地面建筑修建的战时用于人民防空的，具有一定防护能力的地下室。防空地下室是人防建筑的重要组成部分。和其它类型人防建筑相同，它具有国家规定的各项战时防空功能。

第一节 人防建筑的分类、分级

一、人防建筑的分类

(一)按施工方法和所在环境条件划分

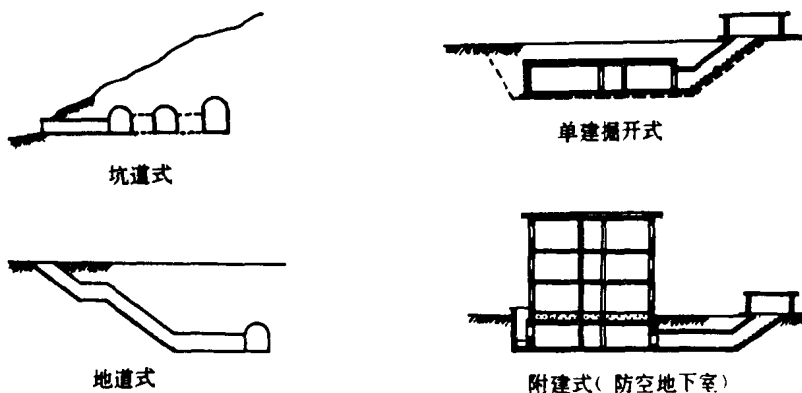


图 1-1-1 按施工方法划分的人防建筑

- 1.坑道式：建造于山地或丘陵地的，其大部分主体地面与出入口基本呈水平的暗挖式人防建筑。
- 2.地道式：建造于平地的，其大部分主体地面明显低于出入口的暗挖式人防建筑。
- 3.掘开式：采用明挖法施工建造的，其上方没有永久性地面建筑物的人防建筑，也称单建掘开式。
- 4.附建式：具有战时防空功能的地下室。即采用明挖法施工建造的，而且在其上方建有永久性地面建筑物的人防建筑。这也正是本讲座要介绍的主要内容。

(一)按战时使用功能划分

根据战时不同的功能要求，人防建筑划分为四类。

1.指挥通信类：此类建筑系指各级人防指挥所。人防指挥所是保障人防指挥机关战时能够不间断工作的人防建筑。

2.人防专业队类：此类建筑包括人防专业队掩蔽所和医疗救护工程（系指中心医院、急救医院和救护站等）。

人防专业队是按专业组成担负防空勤务的组织。他们在战时担负减少或消除空袭后果的任务。由于担负的战时任务不同，人防专业队分为抢险抢修、医疗救护、消防、防化、通信、运输和治安等七种专业队组成。

3.人员掩蔽类：此类建筑是战时供人员掩蔽使用的人防建筑。根据使用对象的不同，人员掩蔽所分为两等。一等人员掩蔽所系指地局级以上机关工作人员掩蔽所，它不仅提供机关人员掩蔽，而且供部分机关工作人员办公使用。二等人员掩蔽所系指一般城市居民掩蔽所。这是目前我国修建最多的量大面广的人防建筑。

4.配套工程类：此类建筑系指除上述三种类型以外的其它各类人防建筑，是用以构成战时协调防空作业的保障性工程。此类建筑主要有：区域电站、区域水源、核生化监测中心、警报站、食品加工站、物资库、加工车间和人防通道等。

二、人防建筑的分级

(一)抗力分级

人防建筑的抗力等级主要用以反映人防建筑能够抵御敌人核袭击能力的强弱。其性质与地面建筑的抗震裂度有些类似，是一种国家设防能力的体现。抗力等级是按照防核爆炸冲击波地面超压的大小划分的。人防建筑的抗力等级与其建筑类型之间有着一定的关联，但没有直接关系。即人防建筑的使用功能与其抗力等级之间虽有某种联系，但它们之间并没有一一对应的关系。如人员掩蔽所可以是5级，可以是6级，也可以是4B级。至于某抗力等级的人防建筑，其对应的防冲击波地面超压值的大小和相应的防护要求，系根据国家制订的《人民防空工程战术技术要求》（绝密文件，以下简称《战技要求》）的规定确定。

目前常见的量大面广的防空地下室一般为5级和6级。现行《人民防空地下室设计规范》（GB50038-94）的适用范围为4级、4B级、5级和6级。

(二)防化分级

防化分级是以对化学武器的不同防护标准和防护要求划分的等级。实际上，防化等级也反映了对生物武器和放射性沾染等相应武器（或杀伤破坏因素）的防护。防化等级是依据人防建筑的使用功能确定的，防化等级与其抗力等级没有直接关系。例如5级或6级人员掩蔽所的防化等级均为丙级，而5级或6级物资库的防化等级则均为丁级。

现行《人民防空地下室设计规范》(GB50038-94)包括了乙级、丙级和丁级的各防护等级的有关防护标准和防护要求。

第二节 规范修订的主要内容

《人民防空地下室设计规范》(GB50038-94)(以下简称“现行《规范》”)是在《人民防空地下室设计规范》(GBJ38-79)(以下简称“原《规范》”)的基础上修订而成的。原《规范》自1980年发布试行至今已有十余年了。原《规范》自试行以来,对于保证防空地下室设计质量发挥了应有的作用。但是由于国内、国际形势已有较大的发展、变化。在这段时间里,我国的人防工程建设取得了长足进展,特别是在人防建设与城市建设相结合方面有了很大的发展,防空地下室在全国各地得到了广泛的利用,并取得良好的社会效益和经济效益,与此同时平战转换的问题也更为突出。而且规范的编制依据——《人民防空工程战术技术要求》已进行了较全面地修订;以及国家标准《建筑结构设计统一标准》(GBJ68-84)、《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》(GBJ83-85)等的发布施行,均对规范提出了相应的要求。总之,为适应新的要求和发展的需要,对原《规范》进行了较全面的修订。

一、依据现行《战技要求》的有关规定修订的主要内容

《战技要求》是制订本规范的主要依据。原《规范》是依据1979年颁发的《战技要求》编制的,现行《规范》是依据1989年颁发的《战技要求》编制的。而89年颁发的《战技要求》与79年颁发的《战技要求》相比较作了较大的调整,其中主要是:设防原则、设防等级的划分和各个专业的防护要求等变更较多。故现行《规范》在这些方面均作了相应的改动。

二、依据新编制的《人防工程设计防早期核辐射规范》中有关规定修订的主要内容

原《规范》中防早期核辐射的有关条款,是依据当时掌握的科研成果和国外的相关资料编制的。即将作为国家标准发布施行的《人防工程设计防早期核辐射规范》(以下简称《防核辐射规范》)现正处于报批阶段。而《防核辐射规范》与原《规范》的相关条文相比较,在防护标准以及辐射防护的设计计算方法等方面均有较大的变化。故现行《规范》中防早期核辐射的相关条款均按《防核辐射规范》的有关规定作了相应的调整。

三、依据《建筑结构设计统一标准》的有关规定修订的主要内容

原《规范》的结构设计方法是当时普遍使用的半概率的安全系数设计方法。按照现行的国家标准《建筑结构设计统一标准》(GBJ68-84)的要求,建筑结构设计应统一采用准概率的极限状态设计方法。故现行《规范》的结构部分已将安全系数设计方法,改用《建筑结构设计统一标准》规定的设计方法。

四、依据《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》的有关规定修订的主要内容

现行《规范》中的物理量符号、计量单位和基本术语，均按现行国家标准《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》（GBJ83-85）的有关规定，对原《规范》进行了全面的修订。

五、规范修订中应用了人防工程建设经验和科研成果

在原《规范》试行至今的这十余年里，全国人防工程建设积累了不少成功的经验，加之我国核效应试验的总结以及一些大专院校、科研单位承担的科研项目都取得了大量成果。在此次规范修订工作中，经过审慎的论证和审定，将其中具有广泛实用价值，技术成熟的各项实践经验和科技成果，引入到现行《规范》的有关条款当中。

第三节 适用范围和共性要求

一、指导方针、原则

1.自1997年1月1日起施行的《人民防空法》明确规定：“人民防空实行长期准备、重点建设、平战结合的方针”。这一方针的提出，主要是针对当前国际形势出现暂时的缓和以及国内转入以经济建设为中心的新形势下，人们容易产生和平麻痹思想，以至容易忽视人防工程建设而作出的。目前国际关系上虽然出现了暂时的缓和，但战争的根源仍未消除，地区性的局部战争此伏彼起。根据历史的经验教训，我们必须保持“居安思危、长备不懈”的战备思想，充分利用当前的有利时机，搞好人防工程建设，以增强我国城市的综合发展能力和防护能力。

2.人防建筑是防备敌人空袭，战时有效的保护城市居民安全的重要设施，而且对开发利用城市地下空间，促进城市建设和经济发展，增强城市的综合防护能力都具有重要作用。同时人防工程建设也是城市建设的一个十分重要的组成部分。所以，人防工程建设必须“贯彻与经济建设协调发展、与城市建设相结合的原则”。

3.为使防空地下室能够充分发挥其战备效益、社会效益和经济效益，必须坚持平战结合的方针，并在建筑设计、结构选型、通风防潮、采光照明和给水排水等诸方面要兼顾战时和平时的各项需要，并在设计中采取相应的有效措施。

二、现行《规范》的适用范围

规范规定：“本规范适用于新建或改建的4级、4B级、5级和6级的各类防空地下室设计”。由此可见，现行《规范》不适用于3级及其以上的防空地下室设计，也不适用于单建掘开式人防建筑的设计。这些工程设计应该按照国家标准《人民防空工程设计规范》（GB50225-95）的有关规定设计。

由于保密等方面的原因，现行《规范》对于指挥所和医疗救护工程设计没有作详细交代。所以在设计这些工程时，还需查阅《人民防空指挥所设计标准》（机密）和《人民防空医疗救护工程设计标准》（RFJ10-95）等相关标准。

三、现行《规范》与其他标准、规范的关系

规范规定：“防空地下室设计除应执行本规范外，尚应遵守国家现行有关标准和规范的规定。”与现行《规范》关系较为密切的除一般适用于工业与民用建筑的设计规范以外，目前尚有如下国家标准和行业标准：《人民防空工程设计规范》（GB50225-95）、《人防工程防化设计规范》、《人防工程设计防早期核辐射规范》、《人防工程设计防火规范》（GBJ98-87）和《地下工程防水设计规范》等。

第二章 武器效应与工程防护

武器效应系指现代兵器对人员和工程设施的杀伤、破坏作用和特征。

防空地下室属于防护建筑。所以，要想搞好防空地下室设计，关键在于了解工程防护原则和工程防护措施。为此，首先应该了解武器、武器效应及其引发的次生灾害。

第一节 武器效应和次生灾害

一、核武器

(一)武器及其爆炸方式

核武器指的是原子弹和氢弹。

核武器是以核裂变反应（原子弹）或核聚变反应（氢弹）在瞬间释放出巨大能量，从而达到大规模杀伤人员和破坏城市设施的一种现代武器。

核武器的威力通常以“梯恩梯当量”表示。所谓当量是与核爆炸能量相当的普通炸药梯恩梯的重量。原子弹的梯恩梯当量有几万吨到几十万吨。氢弹的梯恩梯当量有几十万吨到几百万吨，甚至有的为几千万吨。

核武器的爆炸方式通常分为地面爆炸和空中爆炸。空中爆炸又可以根据其爆炸的比例爆高（比例爆高的定义在结构部分中介绍）区分为低空爆、中空爆、高空爆和超高空爆等。爆炸方式不同（即爆炸比例高度不同）核武器的爆炸效果就不同。人防工程（包括防空地下室）设计中一般按核武器的中空爆考虑。

核武器的爆炸景象：在距离爆心较远的地方（带上特制的墨镜）观察核武器的空中爆炸时，首先是强烈的闪光，随后出现火球，再其后出现蘑菇状烟云，并在此之后还能听到巨大的声响。闪光的持续时间十分短暂，但强烈的闪光在离爆心几十公里至几百公里以内的地方均能看到。闪光之后即出现一个明亮的火球。形成初期的火球体积很小，但热辐射十分强烈，象一个火焰翻滚的太阳。高温高压下的火球，其体积迅速膨胀，且不断地上升。由于急剧的冷却，在数秒或数十秒后，火球变成为灰褐色的烟云团。烟云团迅速地上升，体积不断地扩大；烟云的上升，使地面被掀起尘柱；烟云与尘柱构成高大的蘑菇状烟云。烟云在上升过程中，其上升的速度逐渐变缓，升到一定高度后会停止上升；于是在自然风的作用下，烟云向下风向漂移，并慢慢消散。伴随上述过程，核爆炸冲击波向四面传播，并能听到巨大的声响。

当爆炸方式不同时，其核爆炸的外观景象略有不同，烟云形状也不相同。

(一)核武器的杀伤破坏因素

在核武器爆炸时及爆炸后，会相应地产生五种杀伤破坏因素，即热辐射、早期核辐射、核电磁脉冲、空气冲击波和放射性沾染。

1.热辐射（亦称光辐射）

热辐射系指在核爆炸瞬间形成的火球所辐射出来的极强的光和热。极强的光和热可以在相当大的范围内造成杀伤破坏。

性质：

(1)热辐射以光速传播。因本质上热辐射与光线是一致的，所以它也以 3.0×10^8 km/s 的速度传播。

(2)热辐射可以烧伤人、烧死人，并且可以点燃各种有机物，甚至可以熔化钢铁。

(3)与光线相同，不能透射不透明物体。

2.早期核辐射（亦称贯穿辐射）

早期核辐射系指在核爆炸瞬间，核反应过程中辐射出来的 γ 射线和中子流。

早期核辐射之所以称为“早期”，是因为在核爆炸过后回落到地面、水面上的放射性灰尘，其杀伤破坏性质与早期核辐射是一致的，都是核辐射。由于早期核辐射形成于核爆炸初期；而放射性灰尘对地面、水面形成的沾染产生于核爆炸的数十分钟之后，故称爆炸瞬间形成的核辐射为早期核辐射。

性质：

(1)早期核辐射以光速传播。

(2)与光线有所不同，早期核辐射能够透射不透明物体。在透射过程中，辐射剂量将受到一定的削弱。就是说早期核辐射，其透射后剂量与透射前剂量是不相等的。被削弱的程度与被透射物体的密度和厚度有关。

例如：使透射后剂量为透射前剂量 10% 的几种材料厚度（见下表，单位：cm）。

钢 材	混凝土	砖砌体	土 体
10	35	47	50

(3)早期核辐射可使人员（或动物）患射线病，轻者致伤，重者致死。早期核辐射对胶卷、光学玻璃、半导体元件和维生素等均有一定的破坏作用。

3.核电磁脉冲

核电磁脉冲是在核爆炸瞬间，因大量的 γ 射线与空气分子相互作用引发电子流，从而

造成瞬间的，然而是很高的电场强度，即行成大面积的核电磁脉冲作用区。形象的说，犹如闪电发生前的瞬间状况。

性质：

(1)核电磁脉冲以光速传播。

(2)核电磁脉冲可以破坏电气产品，尤其容易破坏自动化系统，或使其产生误动作。

(3)至今尚未发现核电磁脉冲对人、动物和建筑物产生破坏作用。

由于对其认识较晚，研究的较晚，对于防核电磁脉冲方面的规范，目前尚在编制当中。

4.空气冲击波（简称冲击波）

空气冲击波是核爆炸中占能量比例最大、产生杀伤破坏作用最大的一个杀伤破坏因素。在核爆炸的能量分配中，冲击波大致占 50%。

冲击波是由于核爆炸形成的高温、高压气团的急剧膨胀，猛烈压缩周围空气，从而在空气中形成的具有强间断面的纵波。在冲击波波阵面后面是高压高速气流。冲击波因有巨大的能量，故具有极大的破坏力。冲击波可使人员、动物致伤（冲击伤）、致死；可使城市的建筑物遭到破坏或倒塌。地面建筑物的倒塌又会使人员受到间接伤害。从过去战争的统计结果看，城市居民中遭间接伤害的比例并不亚于遭直接伤害的比例。

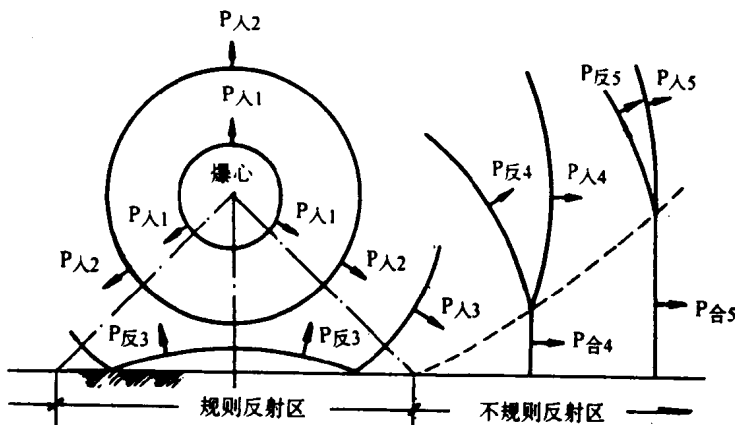


图 2-1-1 地面冲击波形成示意图

地面冲击波的形成：中空或低空核爆炸形成的空气冲击波，开始是以球形向四面八方均匀地传播。但当冲击波遇到地面时，就会形成反射波。由于反射波是在入射波波阵面的后面（高压高速气流中）传播。所以，在距爆心一定距离处反射波会“追上”入射波，并在其后形成合成波。因为合成波是沿着地面传播的，故通常称合成波为地面冲击波。对于量大面广的一般防空地下室在防冲击波方面均按防地面冲击波考虑。防空地下室的抗力等级即按防地面冲击波超压峰值的大小划分的。

地面冲击波的特征：

(1)地面冲击波有三个压力：超压、动压和负压

超压：冲击波压缩区内超过周围大气压的压力值。超压在性质上与大气压相似，其压力大小是各向同性的。

动压：冲击波波阵面后高速流动的空气质量流产生的压力。动压大小与流动的空气质点的运动方向密切相关，即具有方向性。

负压：冲击波稀疏区中低于周围大气压的压力值。对于一般结构及构件可不考虑负压作用，但对于防护门的闭锁、铰页以及临战封堵的构件等，均应验算负压作用。

(2)地面冲击波的作用时间长、范围大。地面冲击波在传播中可以绕过障碍物，通过孔洞或门缝钻入人防建筑内部杀伤人员，破坏设备。因此，与炸药爆炸波相比较，具有“无孔不入”的特征。

(3)遇到障碍面将会形成反射。而且作用在障碍面上的反射压力会明显大于入射压力。在平面上的正反射，其反射压力是入射压力的 2~8 倍，其倍数的大小与入射压力的大小有关。如下表

冲击波反射压力 表 2-1-2

$P_{入}$ [MPa]	$P_{反}$ [MPa]	倍数
0.050	0.120	2.40
0.100	0.275	2.75
0.300	1.140	3.80

(4)在岩土介质中产生土中压缩波。由于地面冲击波对地面的大范围、长时间的作用，使得在岩土介质中产生土中压缩波。土中压缩波的传播会对处于土中的防空地下室结构形成巨大的荷载，并且随着土质的不同，会在防空地下室的顶板、外墙和底板产生不同的压力。

5.放射性沾染

放射性沾染系指具有放射性的核爆炸产物以及感生放射性的灰尘等对地面和水源等的污染。放射性微粒一般是在核爆炸后的 0.5~1.0 小时之后，从空中回落到地面、水面的。

放射性沾染的杀伤破坏作用在本质上与早期核辐射是一致的，放射性微粒可以在较长的时间内不断地放射 α 、 β 、 γ 射线。

性质：

(1)放射性沾染可以使人员（或动物）患射线病。如果将放射性微粒食入或吸入人体内部，会受到内照射，后果更为严重，足以使人致残、致死。

(2)放射性微粒的放射性难以改变。

(3)放射性微粒一般难溶于水。

(4)放射性微粒的放射性作用会持续一段时间。