



# 灾难事故现场

## 医学救援人员的个体防护

中国疾病预防控制中心  
汤晓勇

2011年8月











# 一、相关知识



# 基本概念

- 个体防护(Personal Protection)是指为了保护职业人群在工作中免受化学、生物与放射性污染危害而穿戴的服装、眼罩、手套和呼吸器，以及管理规程，以阻断现场环境中有害物质侵害的装置；
- 所有个体防护装置只能够起到一定程度的降低接触有害物质的量；
- 在做出使用个体防止装置时必须充分理解所选用的个体防护装置的性能和局限性。





# 医学救援人员需要防护的危害主要类型

## 一、物理伤害

跌落、砸伤、切割、划伤、烧伤、动物叮咬、射线、放射性尘埃；

## 二、缺氧

## 三、化学性伤害

吸入或食入化学性气体、液体、固体等危害、化学性烧伤、慢性损伤；

## 四、生物性损害

细菌、病毒等传染性疾病



# 危害物主要表现形式—**颗粒物**



**粉尘**

粉尘是指悬浮在空气中的固体颗粒。它产生于固体物料的粉碎过程中。

颗粒越小, 悬浮时间越长, 被吸入可能性越大。



# 危害物主要表现形式—颗粒物



烟尘

烟尘通常指当金属或其它物质受热熔化、气化后迅速冷却所产生的悬浮于空中的非常小的的固体颗粒，粒度在1微米以下。



# 危害物主要表现形式—颗粒物



雾尘

雾尘是指悬浮于空气中的液体微粒，多为蒸汽冷凝或液体喷散所形成。

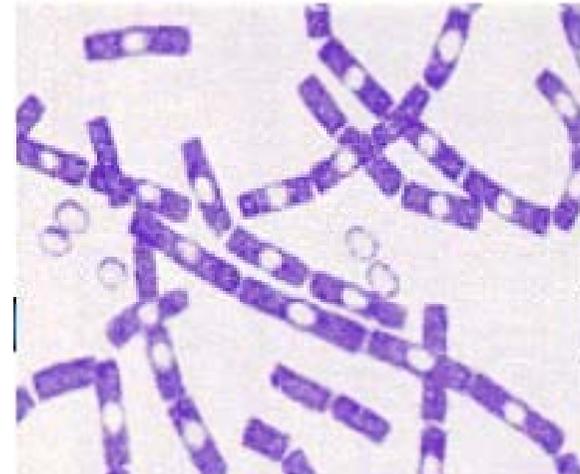


# 危害物主要表现形式—**颗粒物**

细菌、病毒、霉菌、原生物、毒素  
以气溶胶颗粒形式漂浮在空气中

人体吸入带有病原性生物的气溶胶  
而导致健康危害

结核、非典型肺炎、禽流感都是通过  
这种形式危害人群健康



**病原性**

**气溶胶颗粒物**



# 危害物主要表现形式—**颗粒物**

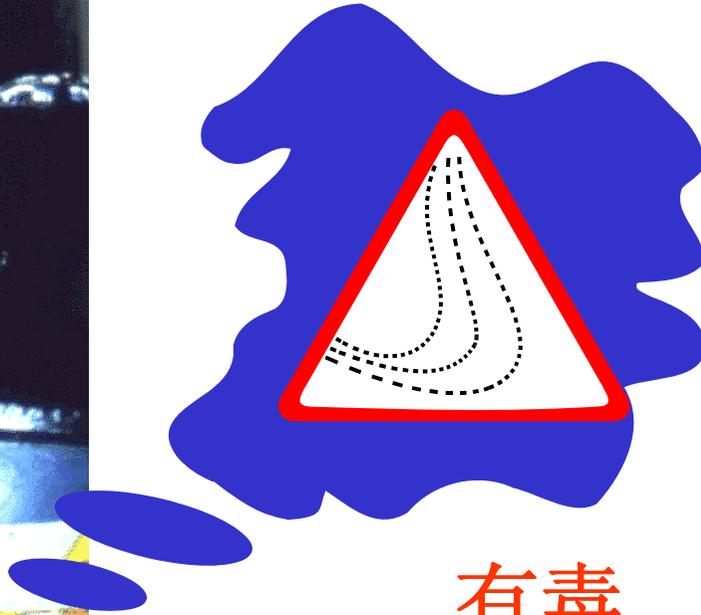
- 常规爆炸物散布放射性颗粒物
- 在衰减期间核素颗粒物将缓慢释放射线
- 核事故导致的放射性颗粒物射



**放射性  
颗粒物**



# 危害物主要表现形式—气态



有毒  
气体

毒气是指在室温下以气态形式存在的有害物。它可以从气源不被察觉地、快速地扩散很远。



# 危害物主要表现形式—气态



## 有毒蒸气

有毒蒸气是指由常温下为液体或固体的物质，经蒸发或升华而形成的有害气体。



# 危害物主要表现形式—缺氧



缺氧环境

$O_2 < 18\% v/v$



# 有害因子作用于人体的途径及危害

## 进入途径

### □ 消化道

- ✓ 摄食行为进入;
- ✓ 吞咽动作;
- ✓ 灌胃;

### □ 呼吸道

- ✓ 吸入;
- ✓ 不适当的防护;

### □ 皮肤粘膜

- ✓ 正常皮肤粘膜;
- ✓ 破损皮肤黏膜
- ✓ 皮肤疾病



# 有害因子作用于人体的途径及危害

氯气

— 吸入，同时可以引起皮肤损伤；

沙林

— 吸入，皮肤接触

石棉

— 吸入

铅涂料灰尘

— 摄入 (吸入后)

氢氟酸

— 皮肤接触、吸入



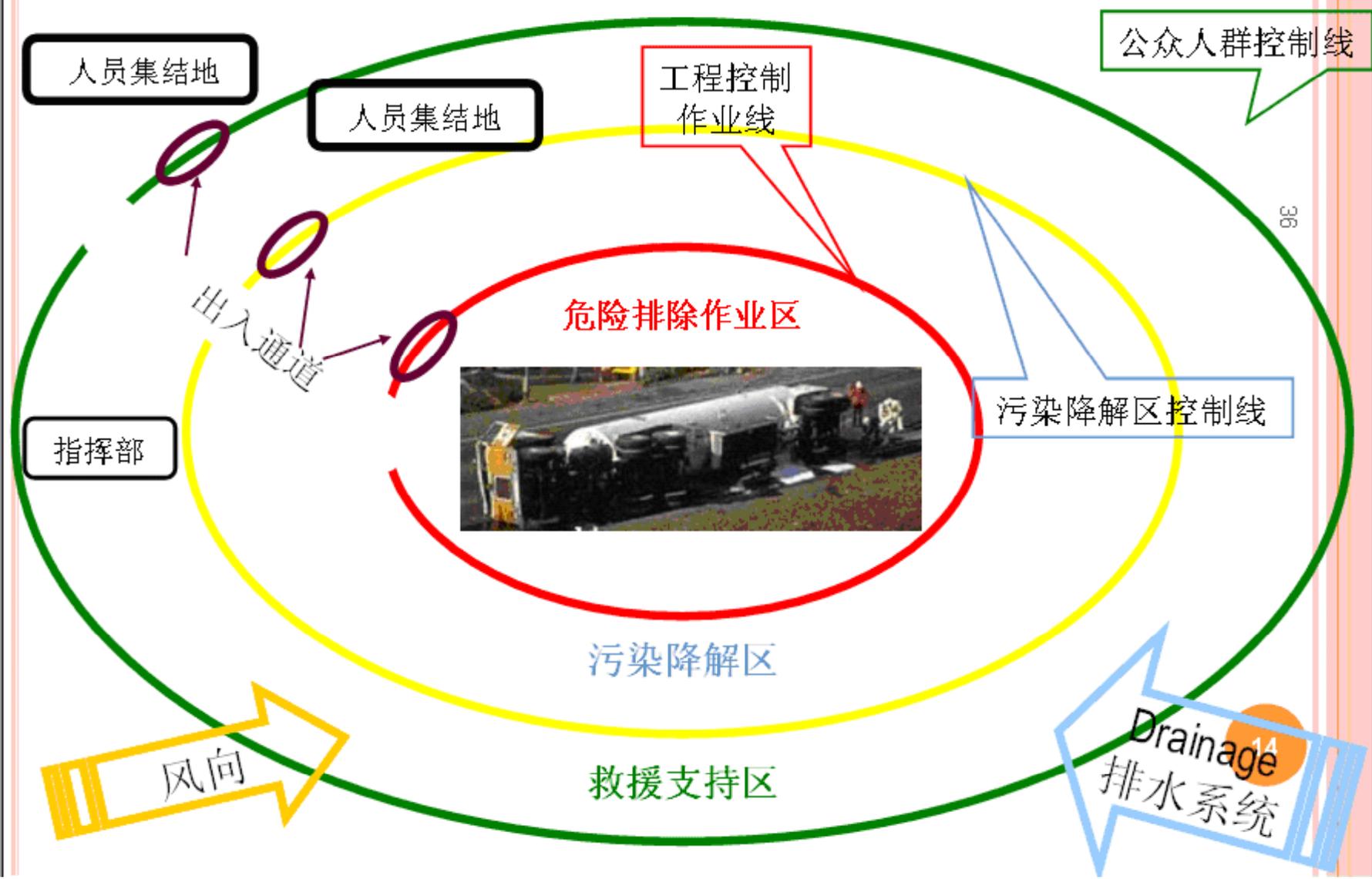
# 常见的定义

- 阈极限值 (TLV) – 反复暴露而不会对健康造成损害的浓度上限
- 致死剂量 (半数致死量 $LD_{50}$ ) – 导致一半实验动物死亡的剂量
- 致死浓度 (半数致死浓度 $LC_{50}$ ) - 导致一半实验动物死亡的浓度 (PPM)
- IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health concentration)  
“立即威胁生命和健康浓度”：指有害环境中空气污染物浓度达到某种危险水平，如可致命、可永久损害健康或可使人立即丧失逃生能力。



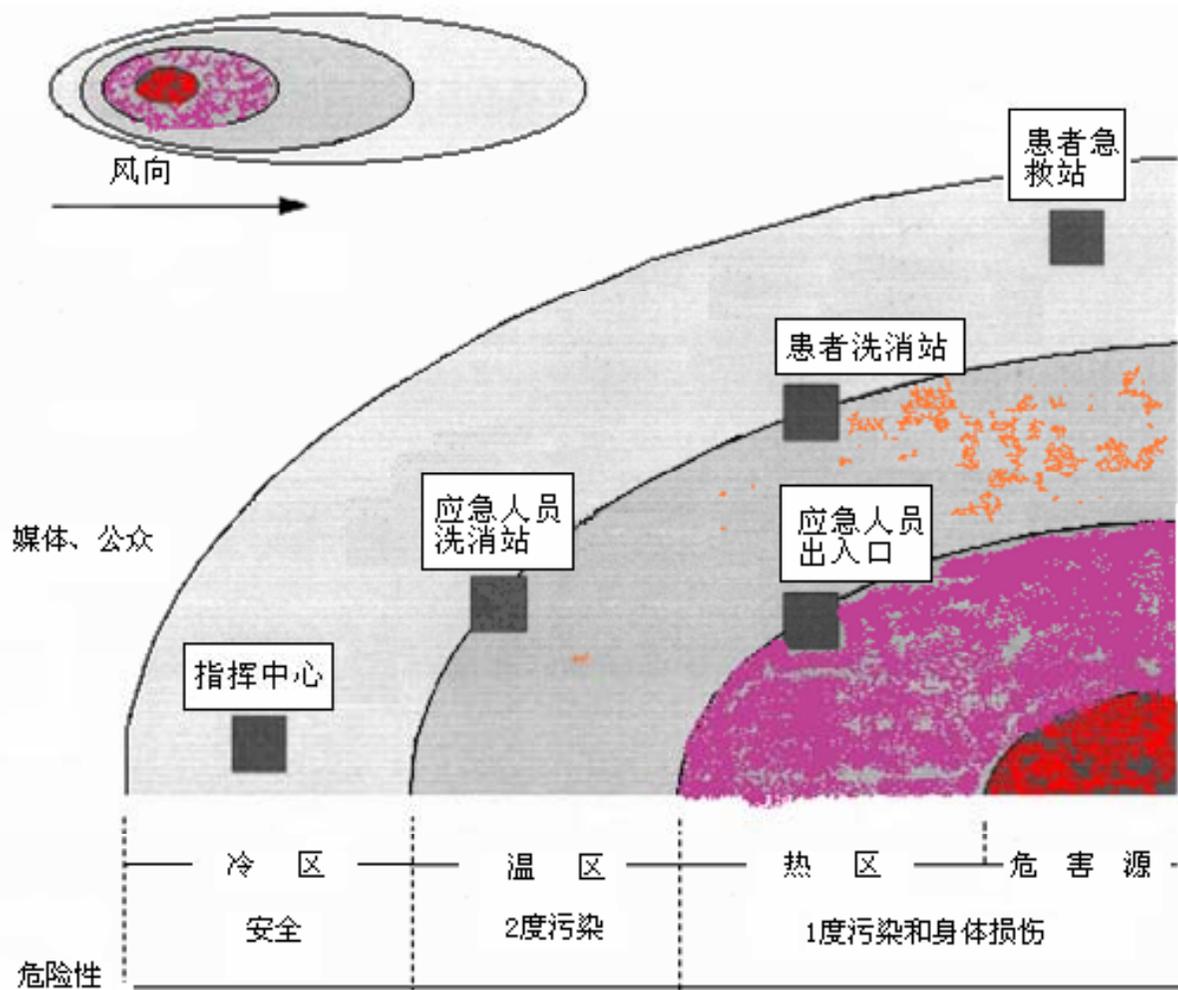
## 二、个体防护的原则

# 现场应急分区



38

14





# 现场分区

## 热区（HOT ZONE, 红区）

是紧邻事故污染现场的地域，一般用红线将其与其外的区域分隔开来，在此区域应急人员必须装备防护装置以避免被污染或受到物理损害；

## 温区（WARM ZONE, 黄区）

围绕热区以外的区域，在此区域的人员要穿戴适当的防护装置避免二次污染的危害，一般以黄色线将其与其外的区域分隔开来，此线也称为洗消线，所有出此区域的人必须在此线上进行洗消处理；

## 冷区（COLD ZONE, 绿区）

洗消线外，患者的抢救治疗、支持指挥机构设在此区。

位于热区的伤亡人员一般要由消防人员抢救出，并通过特定的通道将其转移出热线（红线），交给位于温区的救护人员，救护人员要避免被污染；被污染的伤亡人员要在被洗消后转移出温区，最好能够建立洗消区，洗消区分成两种，一种处理伤亡人员，另一种处理穿戴防护服的救援人员。



# 所有情况下都应该注意

- ❑ 个体防护仅能够降低危害发生的概率，不能完全避免危害的发生；
- ❑ 只有在所有有害环境下正确选用和穿戴防护装置的情况下才能够起到防护效果；
- ❑ 使用过的个体防护装置要密封在塑料袋中，以备消毒或去除污染处理或废弃处理；
- ❑ 个体防护装置不能够代替基础卫生措施，如洗手等；
- ❑ 到传染病疫区，即使使用了个体防护装置仍然要执行检疫期；



# 三、个体防护装置



# 呼吸系统的防护（防护口罩）

## （1）、防护口罩

依照美国国家职业安全卫生研究所（NIOSH）制定的标准分类原则，呼吸性防护口罩以被防护物质的物理特性可分为：

N系列：用来防护非油性颗粒物，无使用限制。如N95、N99、N100等（注解：N95是指一个类别的口罩，不是指某一种具体口罩）

R系列：用来防护非油性和含油性颗粒物，对含油性颗粒物有使用时间的限制（8小时），如R95等。

P系列：用来防护非油性和含油性颗粒物，对含油性颗粒物的使用时间有限制（30-40小时），如P95等。

依照美国国家职业安全卫生研究所（NIOSH）制定的标准分类原则，当以 $0.3\mu\text{m}$ 作为测试对象，流量为85升/分钟情况下，呼吸性防护口罩防护过滤效率作为分类标准，具体分类如下：

95等级：过滤效率最低可达95%

99等级：过滤效率最低可达99%

100等级：过滤效率最低可达99.7%



# 防护口罩 (Respirator)



N9504C



# 常见口罩的种类及其区别

## Masks & Differences

口罩种类 Type of Mask	医疗器械 Medical device	符合GB/YY 标准 GB/YY Standard	医疗注册证 SFDA approval	防飞沫 Droplet protection		防气溶胶/飞沫核 Aerosol/ droplet nuclei protection	防体液喷溅 Anti - Body fluid
				保护环境	保护使用者		
医用防护口罩 Medical respirator	✓	GB19083 - 2003	✓ II 类 Type II	✓	✓	✓	✓
外科口罩 Surgical mask	✓	YY0469 - 2004	✓ II 类 Type II	✓	✓	✗	✓
纱布口罩 Gauze mask	?	GB 19084作废 abandoned ✗	✓ I 类 Type I	✓	✗	✗	✗
医用一次性口罩 Medical single use mask	?	✗	✓ I 类 Type I	✓	✗	✗	✗
N95/FFP2口罩 N95/FFP2 respirator	✓ ✗	NIOSH 42CFR84/ GB2626-2006	✓ ✗	✓	✓	✓	✗



# 呼吸系统的防护（呼吸防护器）

## （2）、呼吸防护器

呼吸防护器包含空气过滤式（全面型、半面型）、动力送风式、供气式（正压输气型、负压长管供气型、连续供气型）、携气式（SCBA）。

过滤棉或过滤盒是呼吸防护器的关键，其种类很多，每种过滤棉或过滤盒它的防护对象不同，目前常规的过滤棉或过滤盒其防护的对象包含以下有害成分：

- ★ 颗粒物
- ★ 烟尘或雾尘
- ★ 放射性尘埃
- ★ 各种化学性气体
- ★ 各种有机蒸汽
- ★ 其它

在实际使用过程中应该根据中毒现场化学物质特性和其危害水平进行科学合理的选择。特别需要强调的是，如果没有合适、且在安全使用有效期内的过滤棉和过滤盒，其防护面具无任何防护作用。

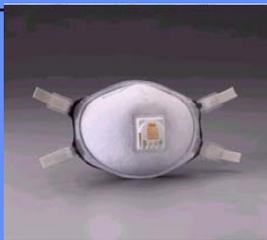


# 呼吸防护用品的常见种类

空气过滤式

供气式

半面型



长管供气型  
(半面式或全面式)



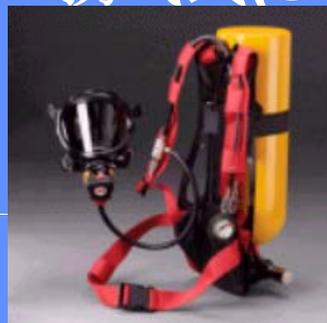
可更换式



全面型



携气式(SCBA)



动力送风式





# 指定防护因数

呼吸器类型	面罩类型			
	半面罩		全面罩	
空气过滤式	10		50	
供气式				
长管供气式, 负压型	10		100	
	半面罩	全面罩	头罩头盔	松配合面罩
电动送风式	50	200—1,000	200—1,000	25
供气式				
正压需气型 (a)	50	1,000		
连续供气型	50	1,000	1,000	25
SCBA 自负式, 正压需气型	N/A	> 1000		

(a) 不能用于火灾、泄漏等紧急情况。



# 指定防护因数APF

**定义：**一种或一类功能适宜的呼吸防护用品，在适合使用者佩戴且正确使用的前提下，预期能将空气污染物浓度减低的倍数。

APF=10的防尘半面罩可将粉尘浓度降低到1/10。若作业场所粉尘浓度是卫生标准的5倍，防尘半面罩就适合；若粉尘浓度超标10倍，就不适合。



# 呼吸防护用品选择因素

适合具体呼吸危害的有效过滤或防护

面罩适合使用者佩戴，密合良好

使用者接受

佩戴舒适，佩戴时间足够





# 皮肤防护

防护服装是全身皮肤防护主要装备，根据防护级别，防护服装又分A、B、C、D防护级别，其防护能力依次减弱

**A级防护服：**是带呼吸装置的气密性全封闭式化学防护服。主要针对化学蒸汽或气体防护，这类化学危害物通过皮肤吸收后，具有较高的蒸汽压力和毒性或致癌性。在事故处置现场，接触者可能暴露在极高浓度的化学飞溅液体和侵液或者化学蒸汽下，或者在事故处置现场，其化学危害物情况未知的条件下，一般建议采用A级防护服。

**B级防护服：**带呼吸装置的非气密性封闭式化学防护服，其呼吸防护登记同A级同样，但皮肤防护等级低于A级。主要针对化学液体飞溅防护，这类化学物质经皮肤吸收后不会产生剧毒或致癌性的蒸汽或气体。在事故处置现场，接触者可能处于较低浓度暴露水平（通常是指已经制定的暴露极限值以下）。

**C级防护服：**包含防化服或化学飞溅防护服，其皮肤防护等级同B级，但呼吸防护登记较低。主要针对微粒或液体飞溅的防护，在事故处置现场，其化学物毒性很低，经皮肤吸收无危害，或接触者暴露水平大大低于既定的暴露极限值。

**D级化学防护服：**无危害防护，无需呼吸防护和极少保护皮肤，其常见为连装工作服。



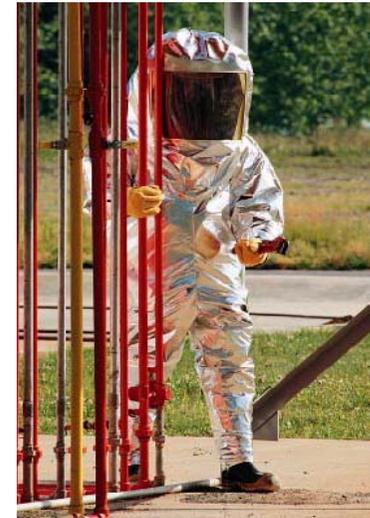
# A级防护服装



Responder® CSM  
美军CASHPAC认可



Tychem® TK



NFPA 1991鉴定



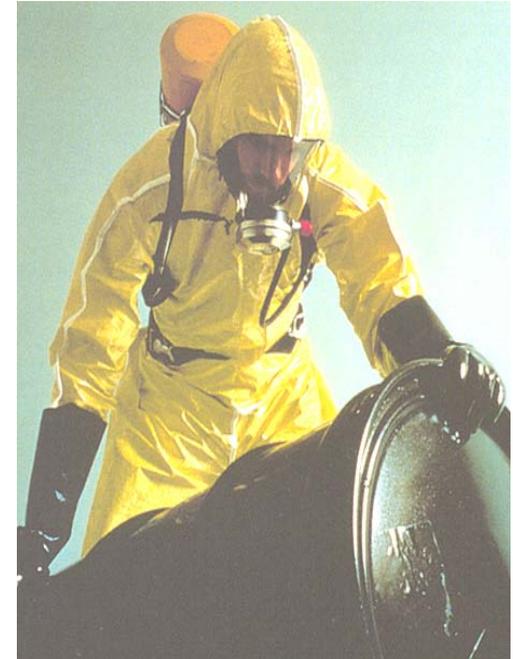
# B级防护服装



B级防护服



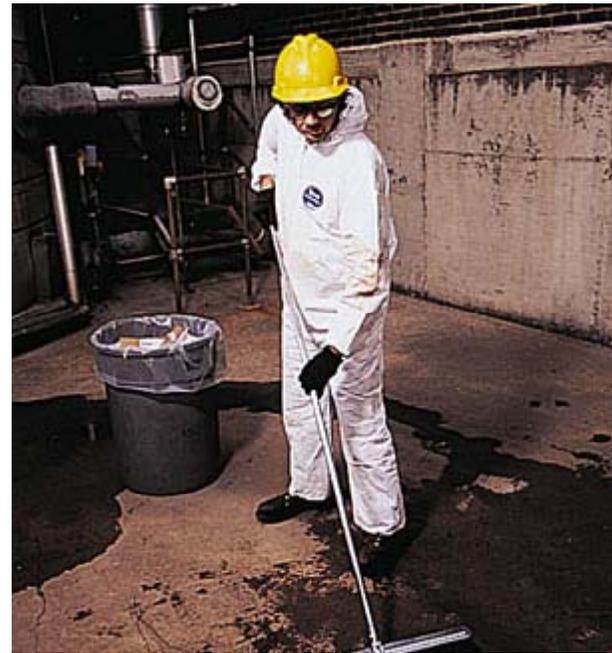
B级防护服



B级防护服



## C级防护服装





# 防护服选择

- 进行危险评估
- 决定织物的种类，接缝和设计
  - 查看化学和物理试验资料
- 确定相关人员的适当尺寸
- 核对 “其他考虑”
- 牢记 – 防护服只是防护系统的一个部分



## 眼睛防护

- 主要是和半面型过滤式呼吸防护器和防护口罩联合使用，也可以单独使用。
- 主要是针对具有刺激性和腐蚀性气体、蒸汽的环境。
- 对粉尘、放射性尘埃及空气传播病原体环境，也有一定的隔绝作用。
- 防化学物质飞溅，间接通风





# 手部和足部防护

手足防护用品按功能分为三类，在现场处置中，专业人员应该根据事件特性进行科学选择。

- (1)、防护手套：防手套的材质决定了其防护对象，如针对苯中毒事件处置应该选择聚乙烯醇材质的防护手套，如果选择使用丁腈橡胶或氯乙橡胶材质的防护手套则无法起到应用的保护作用。
- (2)、防护套袖：主要包含防酸碱套袖和防辐射热套袖等类别。使用时加以科学针对性选择。
- (3)、各种防护鞋（靴）：主要有保护足趾安全鞋（靴）、防刺穿鞋、防油鞋、防酸碱等类别。每种专用的防护鞋都应该具有相应的防护对象，在使用前应该科学选择。





# 不同材料手套适用性

	丁腈橡胶	氯丁橡胶	聚乙烯醇	聚氯乙烯	天然橡胶	氯丁橡胶/ 天然橡胶 混合物
苯	不能用	不能用	适合	不能用	不能用	不能用
丙酮	不能用	可用	不能用	不能用	可用	可用
二硫化碳	可用	不能用	适合	不能用	不能用	不能用
煤油	适合	可用	适合	可用	不能用	不能用
酚	不能用	可用	可用	适合	可用	可用
甲醇	可用	适合	不能用	适合	可用	可用
松节油	适合	不能用	适合	不能用	不能用	不能用



## 四、现场救援化学防护分级



# A级防护水平

## 现有的最高级别的呼吸，皮肤眼睛防护

- 提供呼吸气体 (SCBA 或气体管道)
- 全压缩化学防护服
- 内部和外部抗化学物手套
- 抗化学物长靴
- 坚固的帽子

## 下列情况必须穿戴

- IDLH 气体-对生命或健康立即产生危害
- 皮肤接触或吸入
- 可能有高浓度的蒸汽，气体或液体
- 极有可能溅到，浸入或暴露于意外的化学物，对皮肤有损伤或能通过皮肤吸收



# A级防护水平



NFPA 1991  
鉴定



Responder®



Tychem® LV  
低能见度，高防护性



Responder® CSM  
美军 CASHPAC  
认可



Tychem® TK



# B级防护水平

与A级同样的呼吸防护，但皮肤防护稍差

- 提供呼吸气体 (SCBA 或气体管道)
- 防化学物，防溅服装
- 内部和外部化学手套
- 抗化学物长靴
- 坚固的帽子

下列情况必须穿戴

- IDLH环境（仅吸入）
- 接触性质和浓度已知的物质
- 对皮肤无害或不经皮肤吸收的气体



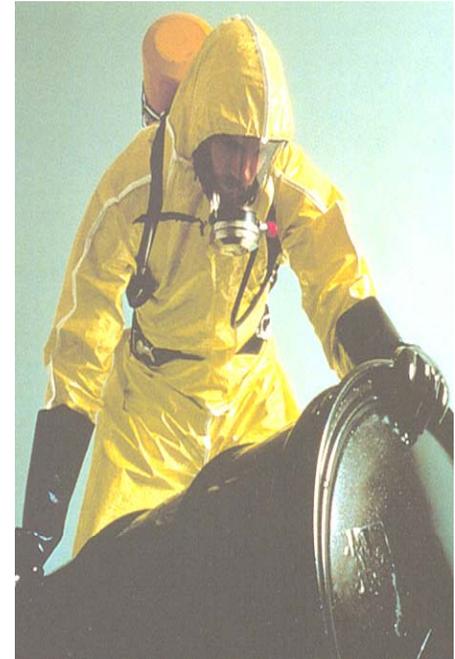
# B级防护水平



包裹



连体服和头罩



连体服



# C级防护水平

## 皮肤液体溅出防护和低级别的呼吸防护

- 空气过滤呼吸器
- 防化学物衣服
- 内部和外部化学手套
- 抗化学物长靴
- 坚固的帽子

## 下列情况应穿戴C级防护服

- 化学污染物不会对暴露的皮肤造成损害
- 低于IDLH的气体环境



# C级防护水平



病人救护



特殊战争



现场处置



# D级防护水平

## 无呼吸防护，轻微皮肤防护

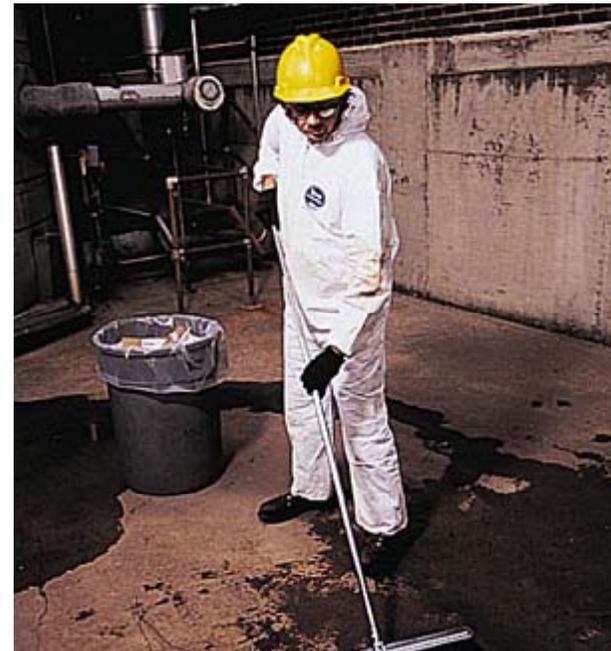
- 服装
- 化学手套
- 化学长靴
- 安全眼镜或风镜
- 坚固的帽子

## 下列情况必须穿戴

- 大气中无已知有害气体
- 工作中无液体飞溅，浸入液体或接触任何有害化学物的可能



## D级防护水平





## 五、现场救援生物防护分级



# 生物安全实验室等级及防护

对采集到的样本在实验室处理时，要达进行操作的实验室要达到相应的生物安全标准，实验室生物安全标准分为四级：

## I级生物安全实验室：

英文缩写为BSL-1，俄文缩写为P1. 可称为基础实验室.

## II级生物安全实验室：

英文缩写为BSL-2, 俄文缩写为P2. 可称为安全实验室.

## III级生物安全实验室：

英文缩写为BSL-3, 俄文缩写为P3. 可称为高度安全实验室.

## IV级生物安全实验室：

英文缩写为BSL-4, 俄文缩写为P4. 可称为最（高度）安全实验室



# 生物安全防护等级

## 一级防护

工作帽

外科口罩或医用防护口罩

隔离裤（或连体防护服）。

工作服（或连体工作服）。

专用工作鞋。

乳胶手套。

**适用范围：** BSL-1或简化BSL-2



# 生物安全防护等级

## 二级防护

符合N95、FFP2、医用防护口罩标准的口罩；

护目镜；

连体式防护服；

防护帽；

乳胶手套；

防护鞋加鞋套；

适用范围：BSL-3实验室、发烧门诊医护人员、医院检验和接触样品的人员、传染病人和尸体护送人员、污物处理人员、微生物实验室维修人员



# 生物安全防护等级

## 三级防护

在二级防护基础上作如下改动:

长管供气式面罩或正压头盔呼吸防护器。

正压防护服。

适用范围: BSL-4 (在有三级生物安全柜条件下, 个体防护用二级防护标准) 和ABSL-4 (四级动物生物安全实验室) 操作, SARS病人的气管切开、气管插管、吸痰、SARS尸体解剖等。



## 六、现场医学救援防护



## 传染病疫情的防护

- 在传染性疾病的控制过程中，防护服的功用是为现场、临床工作人员接触到具有潜在感染性的现场环境，如患者的血液、体液、分泌物等提供阻隔防护作用。在设计上除要满足穿着舒适和对颗粒物隔离效率的要求外，还对防水性、透湿量、抗静电性、阻燃性等有较高要求。
- 所使用的防护服应符合中华人民共和国国家标准《医用一次性防护服技术要求》（**GB 19082-2003**）的要求。
- 在使用中，防护服内仅需穿着柔软保暖的棉织内衣即可，勿须穿多套防护服。



## CDC/OSHA：微生物危害应急防护响应

- ◆ 对未知病原体种类、散播方式、浓度或已经成为气溶胶的情况  
**防护响应：** A级防护服 + SCBA
- ◆ 对已知情况，有害物的产生或发散已停止，但仍存在飞溅危险：  
**防护响应：** B级防护服+SCBA
- ◆ 若不存在能借助空气散播的装置，只靠信封或包裹散播，可容易地加以封装 (No aerosolization device used, dissemination via a letter or package that can be easily bagged) :  
**防护响应：** PAPR (动力送风) 配全面罩 + HEPA滤料



# 放射性尘埃现场防护

- 放射现场处置中，防护服的功用是为现场工作人员接触到放射性废物、放射性尘埃提供阻隔防护作用。在设计上，除要满足穿着舒适性和严格的颗粒物隔离效率外，特别要达到表面光滑、皱褶少，对防水性、透湿量、抗静电性和阻燃性也有较高的要求。
- 根据放射性污染源的种类和存在方式以及浓度，可对各参数提出具体要求。
- 此类防护服要求帽子、上衣、裤子联体，袖口、脚踝采用弹性收口。
- 防护服仅能隔断放射性尘埃、放射性废物接触，无防辐射的功效。



# 化学物泄漏和中毒现场的防护

- 化学物泄漏和中毒现场处置中，防护服的功用是为现场工作人员接触到现场有害化学物和空气中存在的有害气体、尘埃、烟、雾等提供阻隔防护作用。
- 防护服的选用要依据泄漏物的种类、存在的方式、环境条件及浓度等综合考虑。对具有腐蚀性气态（蒸汽、粉尘、烟雾等）存在的，防护服要具有耐腐蚀性、高的隔离效率，一定的防水性和衣裤连体，袖口、裤脚较好的密合性等；对于非挥发性的固态或液态化学物，仅需要穿具有一定隔离效率的防护服即可。
- 生产厂家在产品说明书中均注明了各技术参数和应用范围。



# 七、个体防护培训



# 关于使用者的培训

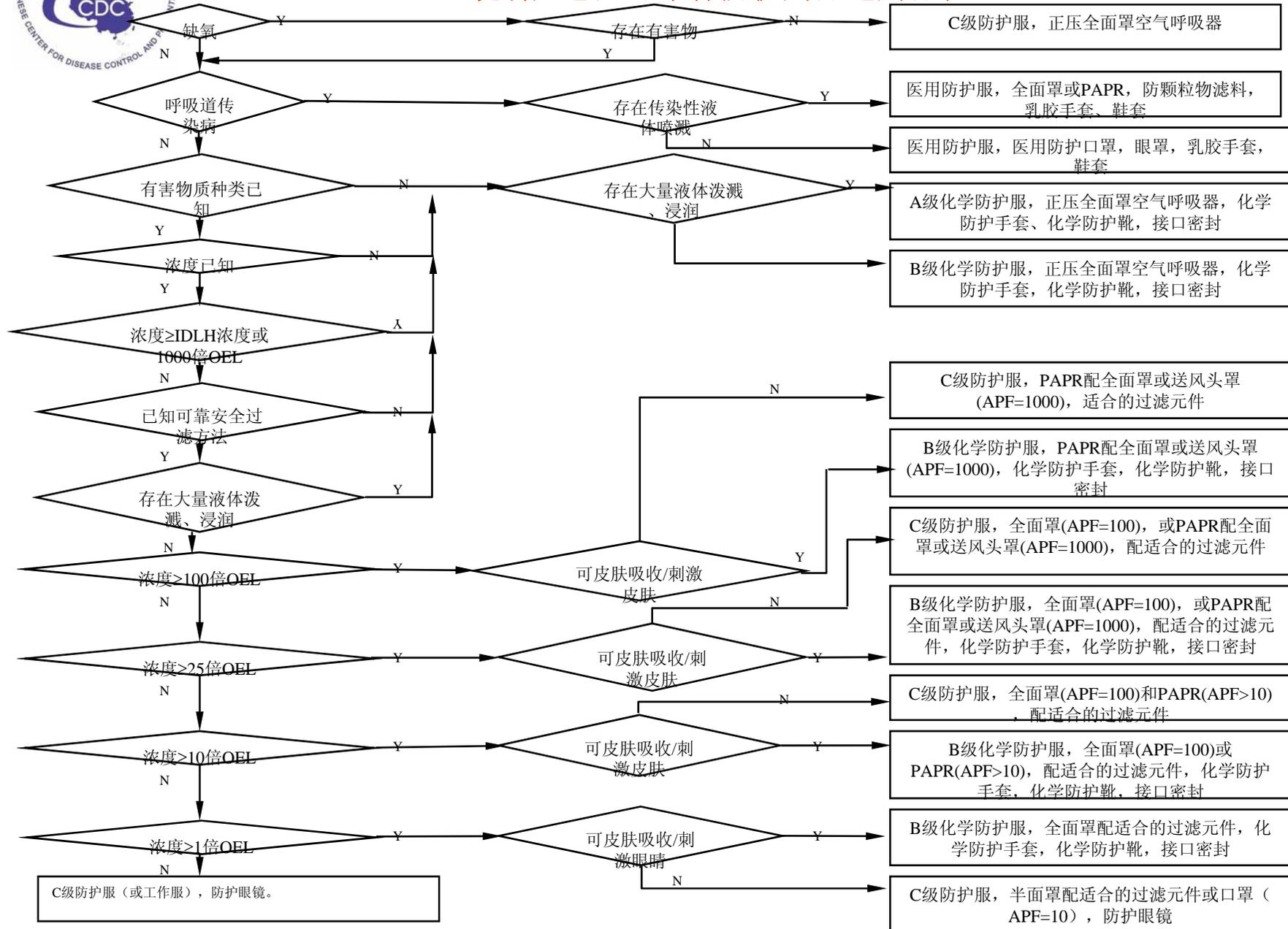


- 为保护应急响应工作人员的安全和健康，建议使用单位参照GB/T 18664和其它导则，建立内部执行的个人防护体系与规范：
  - 防护用品的选择程序；
  - 使用者使用防护用品能力评价；
  - 使用者与防护面罩适合性检验；
  - 使用和维护培训；
  - 防护用品洗消、更新和废弃程序等。





## 现场应急处理个体防护用品选用流程





# 防护用品维护与检查



- 日常使用：每次使用前维护检查（清洗）。
- 对紧急情况下使用：每月检查，或每次使用前后维护检查；
- 逃生用：进入工作场所之前，维护检查。



# 清洗和消毒

1. 依照OSHA 29CFR1910.134呼吸防护标注附录B，或制造商的使用说明操作
2. 消毒用湿纸巾只能作为临时性消毒方法
3. 频率
  - 在需要清洁时
  - 在由不同人使用前
  - 紧急性使用后
  - 适合性检验或培训后



# 佩戴密合型面罩的人员—适合性检验

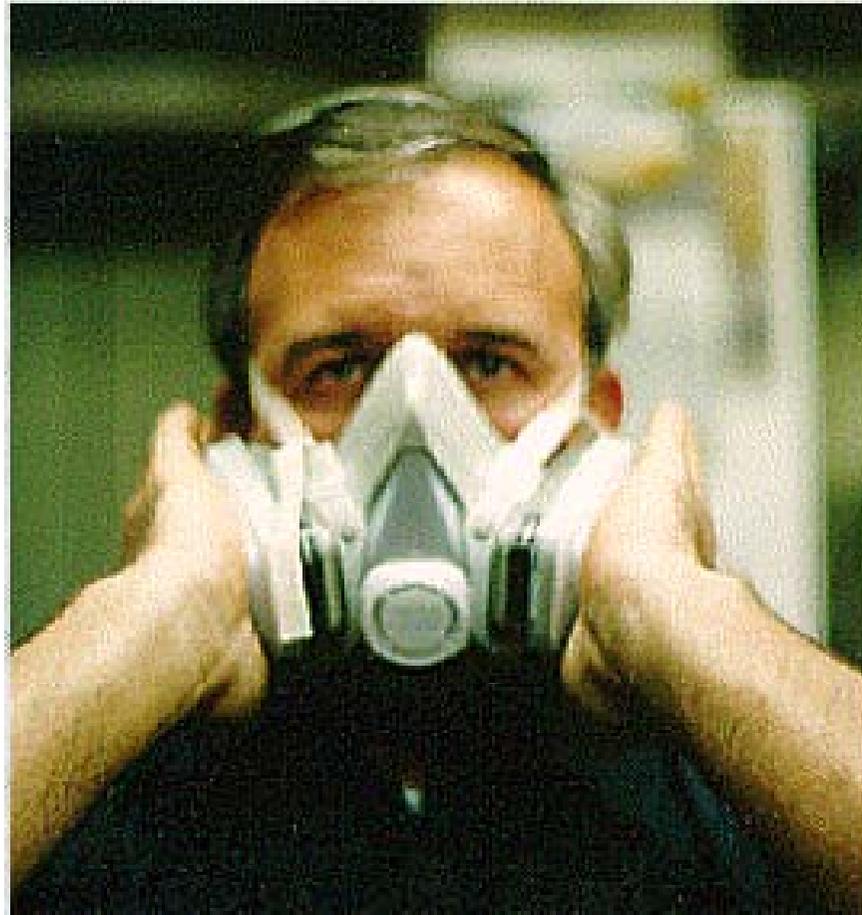
- 检查密合型面罩是否适合具体使用者的简便方法，用于选择密合的面罩；
- 也是很好的呼吸防护面罩佩戴方法培训；





# 面罩的负压式佩戴气密性检查方法

- Cover cartridge  
用手盖住滤盒进气口
- Inhale 吸气
- Check for air  
leaks 检查是否存在  
漏气





# 面罩的正压式佩戴气密性检查方法



- Cover valve  
用手盖住呼气阀
- Exhale 呼气
- Check for air  
leaks 检查是否漏气



# 过滤器盒维护与更换

- 不应单纯依靠使用者的嗅觉和味觉
- 根据以下方法更换滤毒盒
  - 建立滤盒更换时间表（从制造商或OSHA处获得使用寿命估算软件）
  - 依靠滤盒寿命终点指示器
- OSHA 已经对丙烯腈、苯、丁二烯、甲醛、氯乙烯等有害物更换时间表有具体规定



# 穿脱培训

## A级防护装置着装顺序

- 在着装前必须对防护服进行检查和压力检测，确保服装完好；着装要有另外一个人帮助；
- 如环境温度低，要在防护服目视镜里面涂上防雾剂
- 防护服内穿长衣裤，衣裤上不要有笔、首饰、徽章等可能损坏防护服物品；
- 脱掉鞋（穿附带有长筒靴的防护服时可省去这一步），袜子套在裤脚上；
- 按要求检查携气式个体防护器及其连接，但此时不要佩戴；
- 将双脚放入外套靴里，拉下套靴上面的罩，将裤子提起，站起扎上腰带；
- 打开空气供应装置，佩戴面罩，确定供气系统工作正常；
- 将手臂和头放入防护服里，拉上拉练，合上拉链覆盖；
- 助手检查确定拉链及拉链覆盖是否拉紧，面罩视野是否清晰，所有空气管路是否紧密结合；



# 穿脱培训

## A级防护装置脱装顺序

- 在气罐尚有足够空气时离开工作现场;
- 如果在现场解除了有毒化学物、致病微生物等,要在脱去前水冲(或消毒液)等方法去除治病物;
- 按穿防护服相反的顺序脱去防护服,脱去时勿接触防护服上可能沾染有化学物的地方;
- 如果可能,对防护服进行全面清洗,检测以备再次使用;
- 如果防护服不能进行洗消,应用安全的方法将防护服抛弃。



谢谢大家  
**THANK YOU**