

实验室安全事故应变

预防、防备、应变、恢复

武汉大学

1 July 2015

M.T. To Percy



有機溶劑与濃硝酸廢弃物混合后的結果



Bursting of glass bottle

玻璃瓶爆破

Several ml of waste conc. nitric acid (HNO_3) added to an empty reagent bottle intended to be used as intermediate container for non-halogenated solvent was used



Our Painful Accident!

我们痛苦的教训！





Lessons Learned for Prevention 预防的重要性！

确保实验室的架子搁板和柜子牢固



教训的结果 - 在实验室加装的紧急抽风及撤离警报系统

需要撤离并且防止进入出事实验室的警告

1. 警报和撤离
2. 防止进入

闪烁的灯



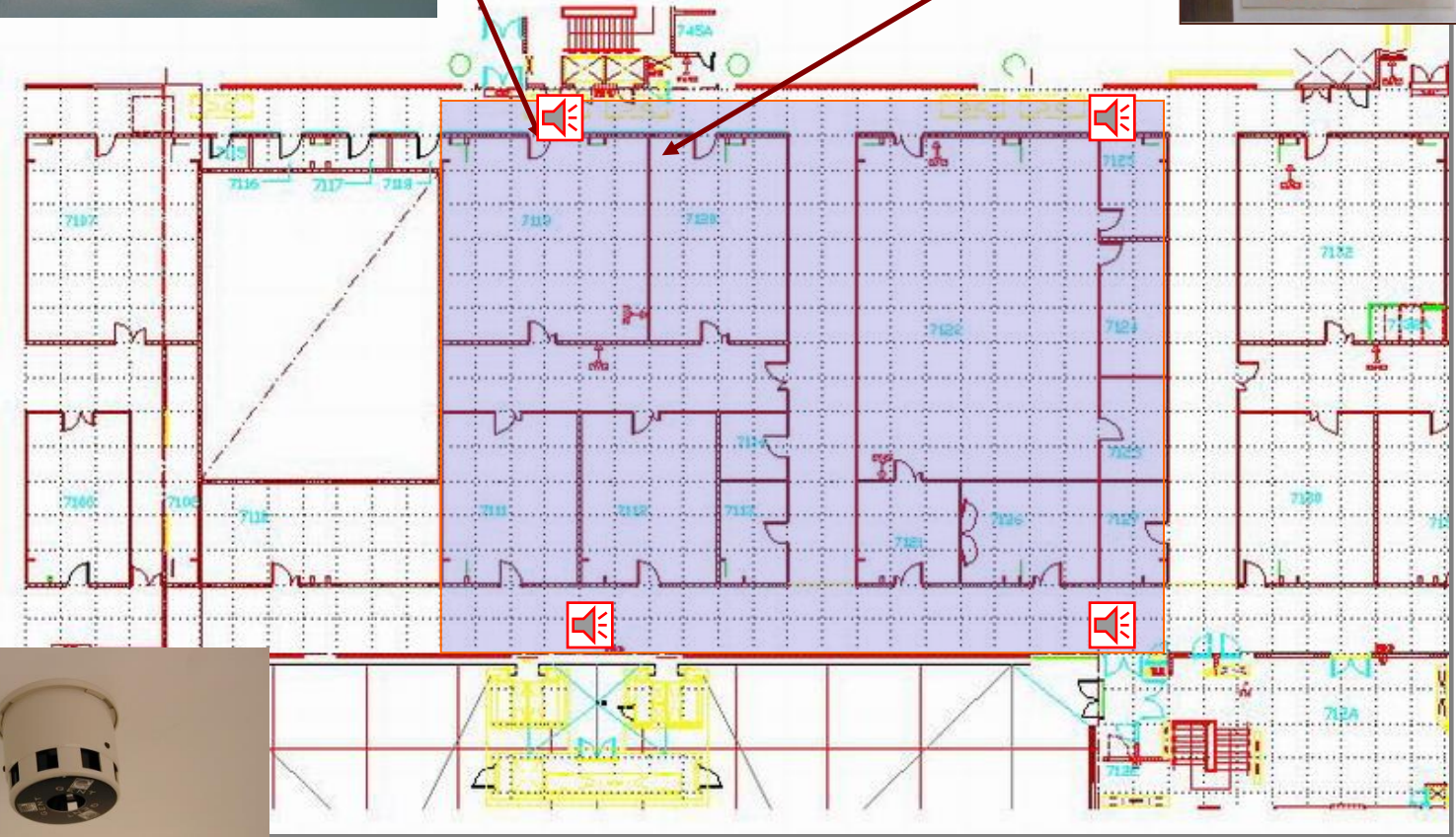
蜂鸣器



紧急通风按钮



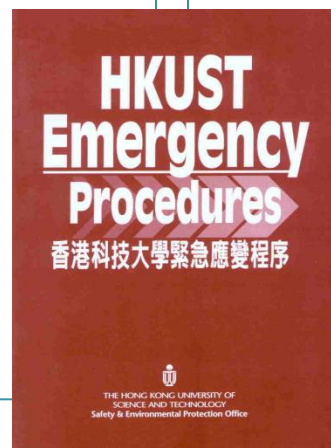
疏散区 / 抽风区



警报器

实验室安全事故应急预案的元素

- 预防 Prevention
 - 防备 Preparedness
 - 应变 Response
 - 恢复 Recovery
- 人员 Personnel
 - 程序 Procedure
 - 材料 Materials
 - 培训 Training



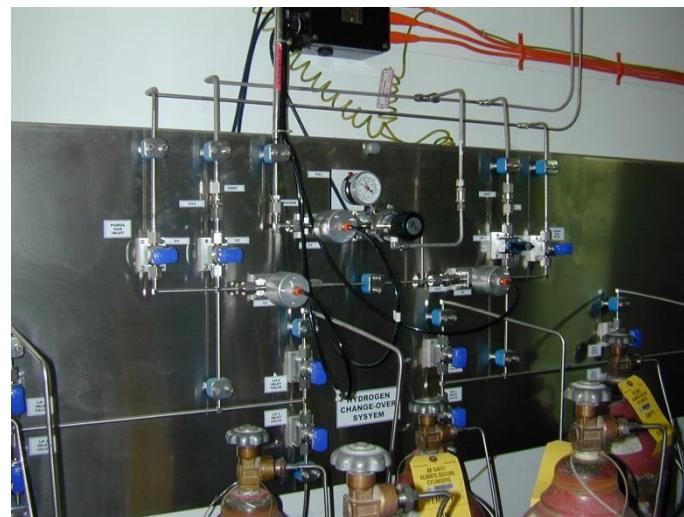
为什什么样的实验室事故准备？

可能会发生什么的实验室事故？

1. Fire or explosion 火灾或爆炸
2. Chemical spills 化学品溢漏
3. Gas leaks 气体泄漏
4. Inhalation / Splash on body or face 吸入/ 溅泼在身体或脸上
5. Special chemicals ... 特殊化学品



1. 要了解高风险地区或实验室和高风险操作的情况
2. 识别和计划预期潜在的紧急情况



3. 建立应急政策和实验室应变指引
4. 针对高风险地区，实验室和操作订立具体的应变计划

风险以涉及使用量，毒性和
化学品性质为考量



评估风险时，别忘记维护和其他非常规操作、无人值守（过夜）的操作

在操作流程中可能发生的意外

Storage 存储

Transport 运输

Handling 处理

Maintenance
维修

Disposal 弃置

Anticipated incidents
预期事件
Foreseeable
emergencies
可预见的紧急事故

溢漏/ 气体泄漏

泼溅或吸入暴露

火灾/ 爆炸

对

员工/ 学生 + 公共 + 环境

不同的風險

高风险的操作

造成事故的原因：不当的程序，缺乏适当的个体防护和训练

对于使用高危险材料的实验需要有风险评估，订立标准操作程序 (SOP) 并包括有应变计划



December 29, 2008 UCLA
Pyrophoric t-butyl lithium
自燃叔丁基锂



实验室常见事故

- 割伤
- 烧伤、烫伤
- 触电

- 着火
- 爆炸

- 化学品灼伤
- 化学药品溢泼处理
- 中毒

应急预案和恢复计划的元素

收集信息/预见的紧急事故
评估可能结果和机会

大学的政策+本身条件

紧急应变计划和程序

紧急应变队伍

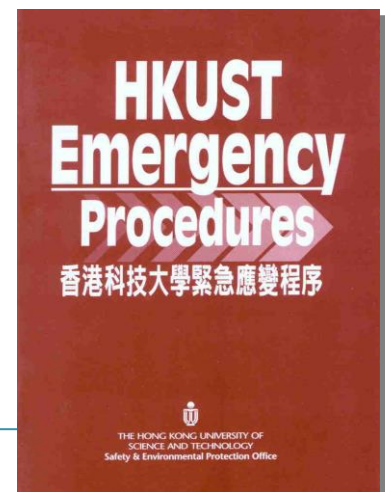
需要的工具及仪器

训练及演练



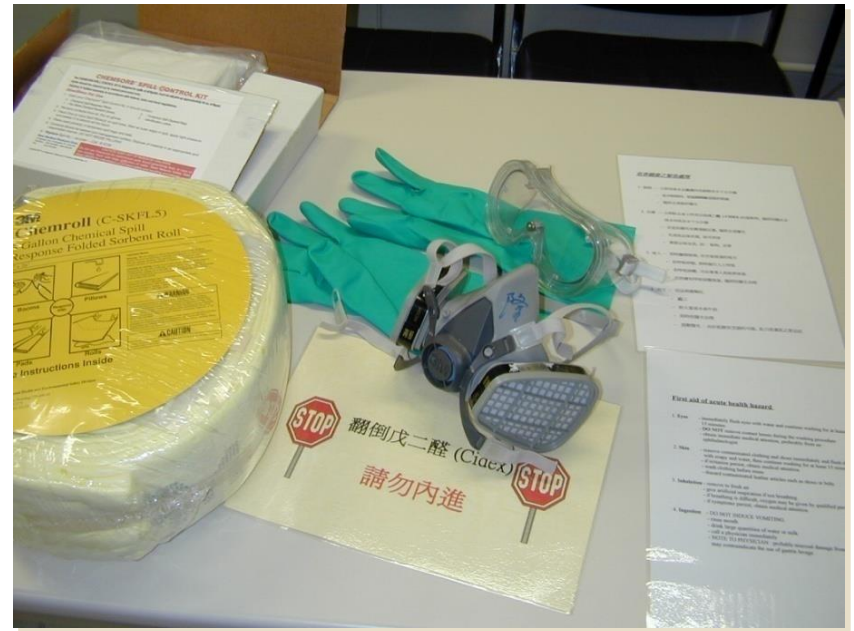
建立大学，院系和特别实验室应变计划和程序

- 大学层面的计划和程序
 - 院、系、个别实验室的应变计划
 - 针对一般和特殊的情况订立应变程序
 - 例：实验室，车间，在运输过程时，危险品仓库，电子气泄漏，氢氟酸，碱金属，液化气....
 - 计划并添置必要的设备和材料
- 发布应变计划和程序
 - 所有实验室工作人员都应熟悉学院，学系，部门和个人实验室的 ER 计划和程序
 - 在办公和非办公时间的安排



几个要留意的规划事项...

这些信息必须记录下来并清晰地通报给所有有关人员



高风险地区和高危操作 - 张贴显示危险警告标示牌或告示 (Placard and Signage)



Room Hazards and Contact Information

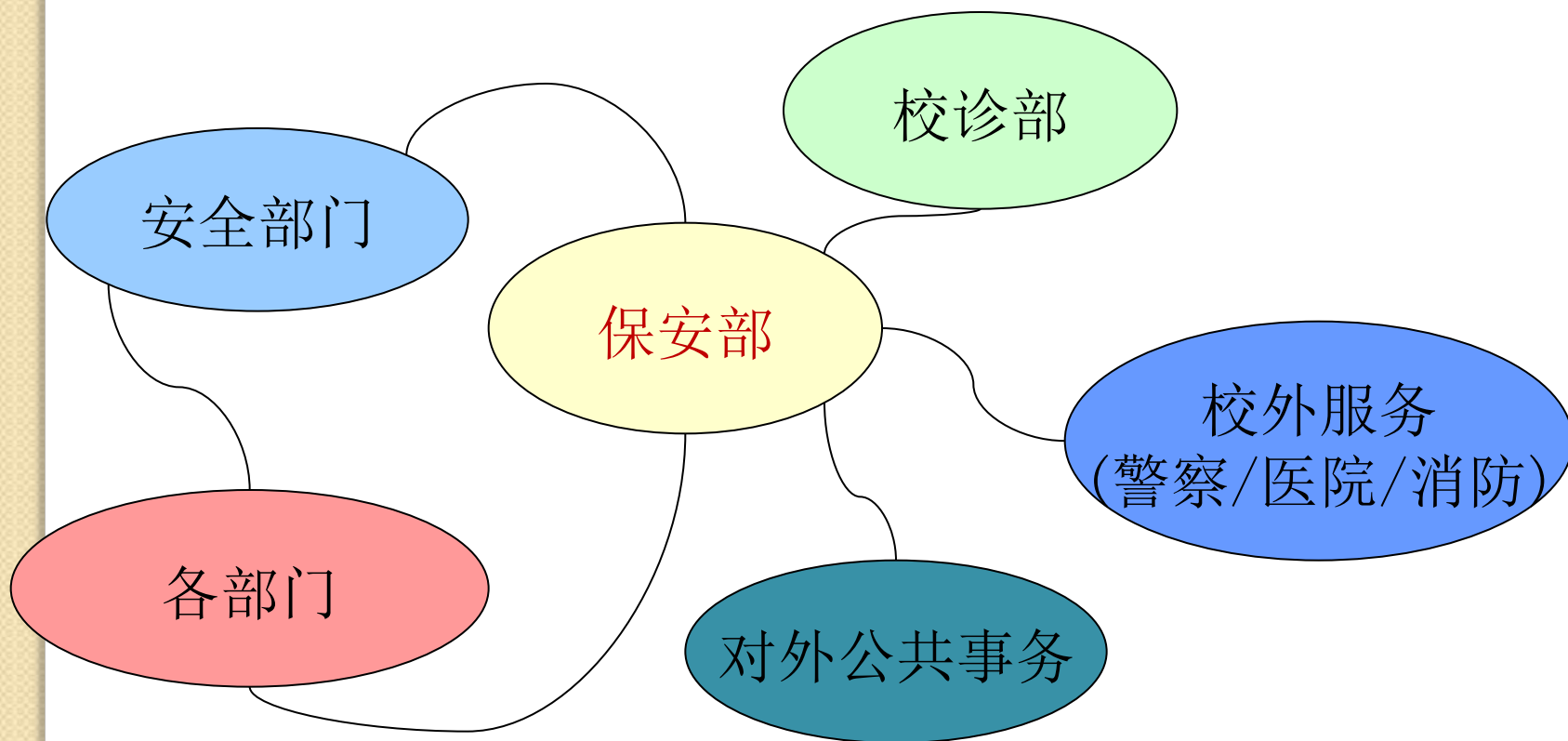
警告标示牌的房间危害和联系信息可以提供第一手资料给一些可能不熟悉你的实验室的应变人员知道



建立大学内外协调通报系统，有效合作伙伴的沟通程序

减少对大学的形象与实际影响

与所有合作伙伴和应急队伍建立工作关系



通報系統 - 訂立緊急事故通報的辦法和應變的啓動程序



Emergency Response Report

Date: _____ Time: _____ Call taken by: _____

PART A:

CALLER			
Name: _____	Contact Phone No: _____	Department: _____	
LOCATION OF INCIDENT:			
Room / Lab No: _____	Department: _____		
Near to Lift No: _____	Outdoor area: _____		
NATURE OF INCIDENT:			
<input type="checkbox"/> Chemical Spill	Name of chemical(s): _____	<input type="checkbox"/> Flooding	
<input type="checkbox"/> Fire / Smoke	<input type="checkbox"/> Chemical fire	<input type="checkbox"/> Odour / Smell	
<input type="checkbox"/> Gas Leaks	<input type="checkbox"/> Machinery	<input type="checkbox"/> Construction	
<input type="checkbox"/> Other (please specify) _____			
PERSON(s) INJURED? Y / N IF YES, HOW MANY? _____			
HAS SCC BEEN INFORMED? Y / N AREA EVACUATED AND GUARDS POSTED? Y / N			
HAS FSD / POLICE / OTHER COMMUNITY SERVICES BEEN INFORMED? Y / N			
	DONE	N.A.	TIME
1. Ascertain if: Area has been evacuated and guards posted	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
EVS activated	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. INFORMATION FROM THE SCENE: Name of person(s) involved in-charge: _____			
3. If chemical spill occurs:			
a. Name of chemical:			
b. Quantity (Estimated):			
c. MSDS available?	Y / N / N.A.		
d. MSDS copy sent to Hospital?	Y / N / N.A.		
e. Monitoring results:			
Spilled chemical: _____	TLV: _____	STEL: _____	
f. Clean up procedures:			
5. Safe to resume normal? Y / N Date / Time: _____			
If (N), when will it be resumed normal? Date / Time: _____			
6. Name of Responder: _____			

Emergency Response Report



SECURITY
CONTROL CENTRE
保安控制中心

成立第一联络点

在科大所有紧急事故的第一接触点/ 通报点-保安控制中心

建立有效办法去

- 提醒/警告其他实验室的工作人员撤离
- 报告紧急事故
- 隔离发生事故地区



张贴逃生路线图



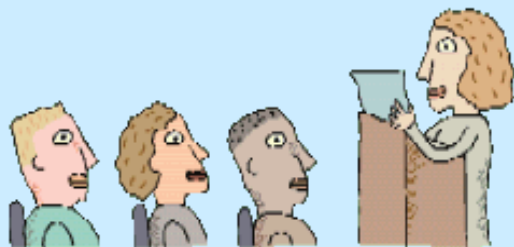
建立逃生路线（两条）确保实验室使用者知道并定期安排演习



计划应变所需的工具和提供培训 - 去到什么水平？

- 依据可能出现的紧急事故和应变时所需要的保护和技巧
和本身条件等等，确定自我可以提供的应急救援能力
 - 应急救援程序
 - 应急时所需要的个体防护和使用
 - 应变所需要的工具，设备和材料和使用
 - 队伍应变能力的训练

认知事故 Awareness level



一般同事和同学

处理事故 Operational level

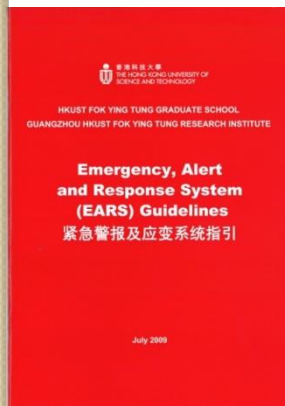


紧急应变队伍

发生意外事故时处理原则

- 应保持镇静，不要惊慌失措。
- 立即警告附近同事，通知应急组/保卫和医务室，以便及时急救和治疗。
- 若是可能，应给予伤者初步的帮助
- 若必须自危险地区搬离伤者，则小心勿使他(她)的头受到伤害。抓住伤者的脚，拉他(她)至安全地方，保持安静，并尽量使伤者舒服一点
- 发生严重意外，伤者需要立即送医处理。

放在安全培训中



对于大多数实验室使用者的期望是

1. 安全意识 - 意识到可能发生的事故
2. 每人参与 - 安全为研究一部分
3. 预防意外 - 风险评估，采取合理的步骤，以防止泄漏和意外
4. 单独实验 - 避免单独的实验或无人看管的危险实验。应有“通知/监控”
5. 疏散程序 - 知道您的疏散程序，路线（超过2条）和集结点。知道应留在事故应变指挥站所（安全位置）提供信息

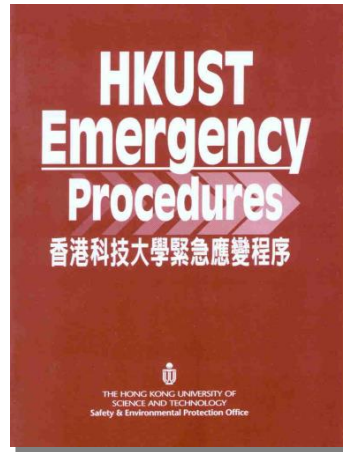
放在安全培训中



提供不同的培训课程于同事和学生

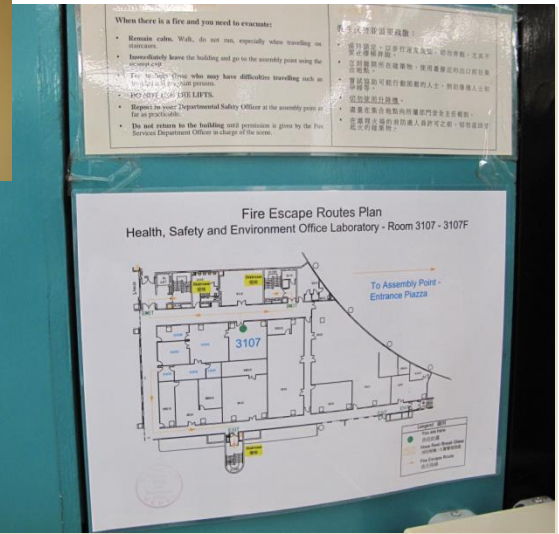
进学/ 上岗安全培训





学生入学培训的一部分

走火逃生路线



紧急淋浴洗眼器的位置与使用

对于化学实验室使用者

- 清楚知道化学品飞溅到身体的应变程序
- 轻微泄漏的应变和如何清理的程序



清楚如何使用实验室的紧急排风及撤离警报系统

需要撤离并且防止进入出事实验室的警告

1. 警报和撤离
2. 防止进入

闪烁的灯



WHEN AMBER LIGHT IS FLASHING 黃燈閃亮時
DO NOT ENTER, EVACUATE AT ONCE 不可進入
立即疏散



警报器

Buzzer 蜂鸣器



紧急通风按钮



科大处理化学品泄漏介绍

化学品泄漏的清理，实验室恢复和污染废物的处置

- 应变的基本设备和工具，相关的信息和材料
- 紧急应变队伍
- 清理办法
 - 在大多数的情况下，参考SDS资料，采用标准的泄漏清理办法
- 清理后的安排
 - 实验室的恢复
 - 除污 - 对于剧毒化学品，高挥发性的空气污染物，可能需要淋浴
- 污染物品弃置
 - 已污染手套，保护衣物，鞋套和溢出物污染物品

应变的基本设备和工具

- 泄漏清理材料（化学品）
- 现场控制设备
- 监测仪器
 - 特定的探测器或颜色检测管 - 氧气，可燃气体，一氧化碳，有机物
- 危害信息，SDS及相关信息
- 通讯设备
- 个人防护装备
 - 化学防护服 - 需要保护的水平（B级）
- 为恢复实验室所需设备
- 其他安全设备 - 洗眼淋浴，灭火器...
- 其它：照相机，电筒

Figure 3: Four Levels of Personal Protective Equipment (PPE) (A to D)

Level A PPE



Level B PPE



Level C PPE



Level D PPE



您还需要收集准备有一些相关的信息和材料并可随时使用参考，例如

- 大楼空调通风系统控制区图
- 排水系统图
- 化学品危险信息数据 SDS
- 应变指南
- 有特定危害的实验室清单 - 激光，放射性同位素，液化气，高压



化学品泄漏套件的基本配备和材料

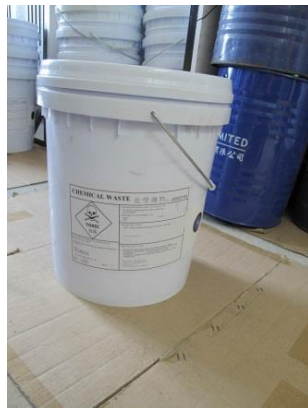
- 耐化学品手套（丁腈橡胶，氯丁橡胶，乳胶）
- 化学防溅泼护目镜
- 化学防护服 (Saranex / Tyvek/ Tychem F)
- 耐化学腐蚀靴/鞋子
- 泄漏或吸附剂枕头 (spill absorbent booms or pillows sorbents)
- 蛭石/中和剂 (Vermiculite / neutralizers)
- 现场控制



All of these items can be stored in a bucket with lid which can also serve as a container for the clean-up waste.

其他杂项设备，工具和材料

- 有盖(聚丙烯) 废物处置容器桶 – 存储泄漏清理废料
- 扫帚，刷子，小铲子
- 密封袋、塑料垃圾袋
- 洗涤剂清洗液
- 杂项 - 胶带，剪刀， pH试纸



现场控制设备



备有基本的检测仪器，测量泄漏污染物的浓度

进入前，清理后需要检测污染物残余水平，然后再重新进入



气体探测器



挥发性有机化合物测量

要清楚知道如何使用它们。阐释结果，
判别环境的安全性



在化学实验室处理化学品溅溢的基本配备用品





保持处理泄漏用品放在指定的（方便）位置，不要分散在实验室内

- Spill clean up supplies
- Adsorbent pads, pillows, VSB
- Chemical neutralizers; polymerizer
- PPE of gloves, goggles, respirators, coveralls, boots
- Miscellaneous items of tape, disposal bags, waste container, swipe, communication





严重泄漏事故所需要的一些用品



泄漏处理車和其配备



ATTENTION
SPILL KART
INSIDE

Lift 19 電梯		
7	Chemistry Laboratories	化學實驗室
7	Animal Care Facility	動物養殖實驗所
7	Chemical Engineering Laboratories	化學工程實驗室
6	Biology Laboratories	生物實驗室
6	Chemical Engineering Laboratories	化學工程實驗室
6	Chemistry Laboratories	化學實驗室
6	Physics Laboratories	物理實驗室
4	Applied Technology Center Laboratories	應用技術中心實驗室
4	Business & Management Laboratories	工商管理實驗室
4	Center for Coastal and Atmospheric	海峽與大氣研究中心實驗室



为加快应变效率，在实验大楼每一主要楼层（方便的地点）亦设有化学溅溢处理工具



科大在实验大楼2/F设有化学紧急事故处理用品储备室



高风险实验室有自己的应变设备和 泄漏处理工具（或探测警报）



实验室恢复和污染废物的处置

- 重新进入该地区是否安全？
- 也应备有其他测量设备，控制设备和程序！

清理后需要检测污染物残余水平，然后再重新进入



防爆通风设备

通讯设备



在许多实验室没有透视面！

无线电对讲机 (防爆)



消防设备及装置

你知道放在哪里吗？



污染的处理废物应当为"化学废物"处理



CHEMICAL WASTE 化學廢物 NO.: 10203740

Chemical name, Common name 化學名稱或普通名稱 SPT SOLID CONTAMINANT W/ TOXIC CHEM, LAB 廢有毒固體廢料	OP 1
Waste type and Code 廢物種類及代號 TOXIC 有毒	T03 S36
Particular Risks 危險情況 * VERY TOXIC BY INHALATION AND IN CONTACT WITH SKIN * 吸入或沾及皮膚後會中毒。	

一些其它的相关设备



汞清理的材料/汞回收真空吸尘器



防爆通风设备



高效率空气粒子过滤器 (HEPA) 吸尘器



特殊化学品的准备

1. Cyanide compounds inhalation
吸入氰化物
2. Hydrofluoric acid splash contact
氢氟酸溅泼到身体
3. Mercury spill
汞泄漏

Cyanide Antidotes 氰化物解毒剂



氢氟酸接触



Hydrofluoric Acid First Aid

氢氟酸急救

- 有关信息和急救方法已包括在训练内容
- 所有使用氢氟酸的实验室都备有葡萄糖酸钙凝胶(Calcium gluconate gel)随时可以使用
- 葡萄糖酸钙凝胶由(HSEO)中央采购供应替换



汞泄漏清理

汞清理用材料



Zinc amalgam
锌汞合金



汞回收真空吸尘器



使用呼吸器及正确的过滤器清理汞泄漏！

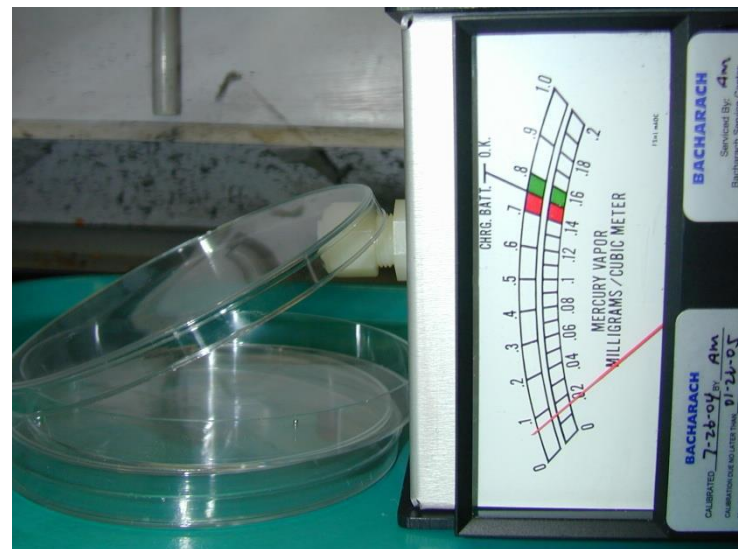
- 需要使用呼吸器， 当
 - 非常近距离的处理
 - 洩漏是发生在通風不良的地方
 - “長”時間的清理
 - 洩漏發生在烘箱或其他熱的環境



Measurement of Hg Vapor 空气里汞蒸气的测量



Mercury Sniffer



Emergency Response Team

紧急应变队伍

1. Response capability training 应变能力的训练
2. Chemical Protective Clothing 化学保护衣物

科大的紧急应变队伍

- 大学层面（院或系）
- 部门和个别实验室层面
- 非办公时间的安排



- 保安中心 - 所有紧急事故的第一联系
- 应变队伍
 - 院或系安全组，实验室主要紧急应变小组
 - 保安员（急救，现场支援，现场封锁）
 - 大学支援团
 - 设施管理办公室
 - 诊所
 - 医疗支援，外来支援（消防，环保）

对于应变人员的培训

事故的认知+预期的应变程序（如泄漏清理）



培训亦应包括其他技术
支援团队



紧急应变队伍的训练

事故处理



与其他持份者共同演习和互动



- 课堂
- 内部演练/ 训练
- 走访高风险地区，并熟悉理解个别实验室的特别安全系统和应急程序
- 分享经验
- 基本安全课程
- 特殊技能训练（灭火，急救，自供式呼吸器）
- 参加应变演习

应变小组的训练内容 = 需要处理的事故类型和风险程度
= 需要的保护水平（LOP）和应变的技术等等

- 化学品安全和危险废物管理
- 泄漏的清理程序和安全原则
- 化学防护服的使用
- 呼吸防护/ 呼吸器使用/
SCBA

其他相关训练主题

- 消防安全， 灭火
- 监测设备的使用
- 急救学
- 密闭空间安全
- 电气安全



演练 = 经验和信心

与指挥官/指挥站的协调



从演练中学习改善

我们处理B级保护的事故



检讨并提出意见



与将军澳医院的一同演习



应急队伍的个人防护

B级保护

1. 化学防护衣物
2. 自给式呼吸器

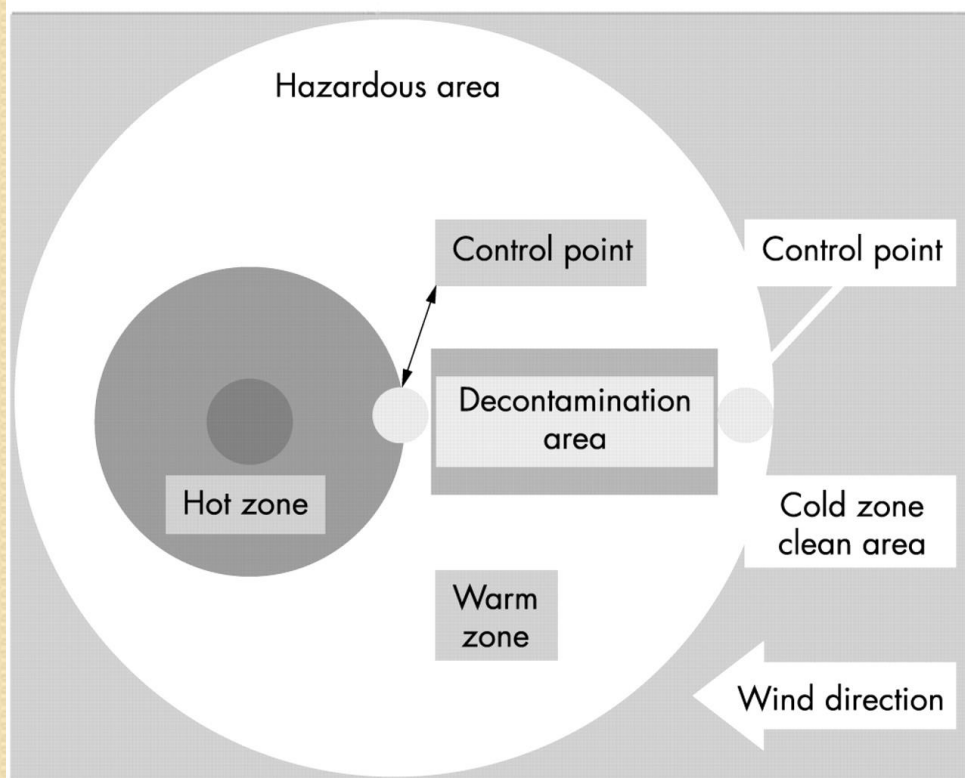


应变人员的个体防护



应变人员的除污

不要忘记对环境的影响



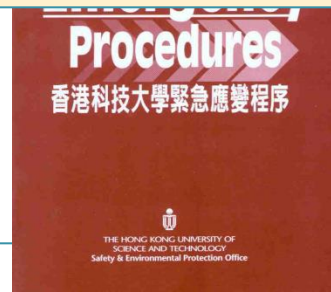
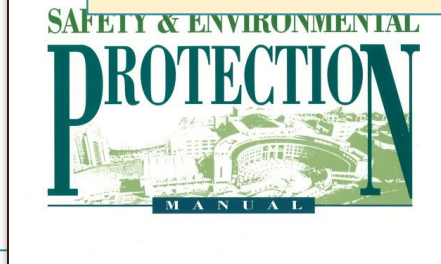
Responders are decontaminated
对应变人员的除污



实验室安全事故应急预案的元素

- 预防 Prevention
- 防备 Preparedness
- 应变 Response
- 恢复 Recovery
- 人员 Personnel
- 程序 Procedure
- 材料 Materials
- 培训 Training

实施和表现 - 管理是决定因素
每一个人的参与和安全意识是很重要的





报告完毕

谢谢

percytmt@ust.hk