

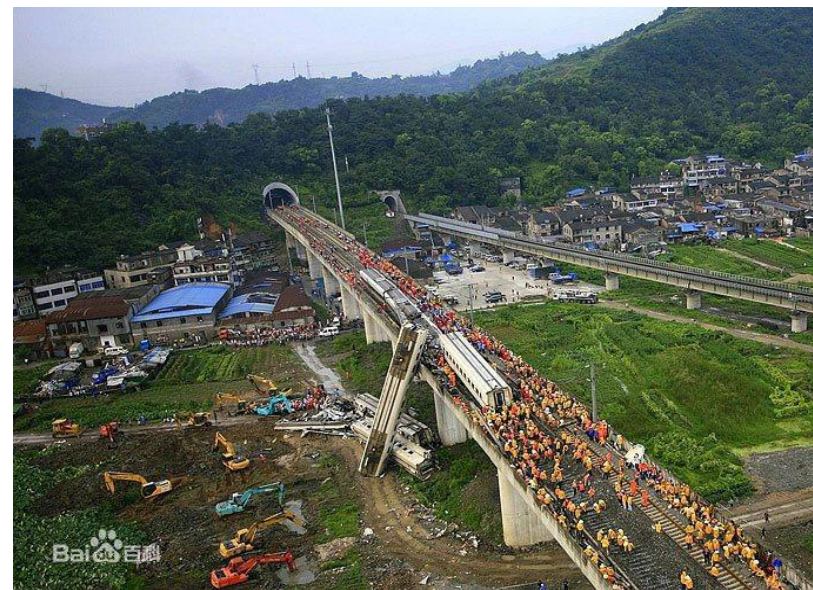
# 第2章工程中的风险、安全 与责任

# 本章内容

- 工程风险的来源及防范
- 工程风险的伦理评估
- 工程风险中的伦理责任

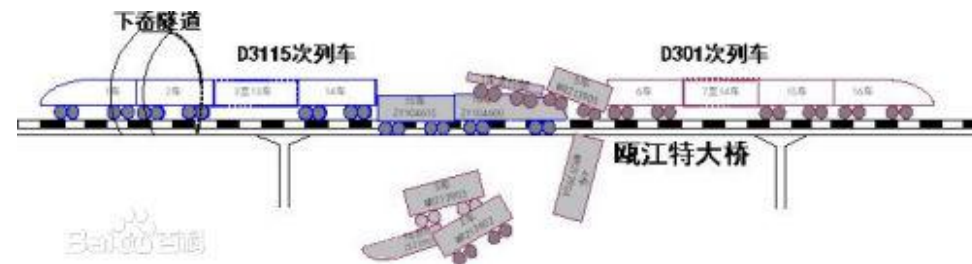
# 引导案例：温州动车组列车追尾事故

- 2011年7月23日20时30分05秒，甬温线浙江省温州市境内，由北京南站开往福州站的D301次列车与杭州站开往福州南站的D3115次列车发生动车组列车追尾事故，造成40人死亡、172人受伤，中断行车32小时35分，直接经济损失19371.65万元。



# 引导案例：温州动车组列车追尾事故

- 根据国务院公布的调查报告，导致此次重大铁路交通事故的主要原因如下：
- 通信信号集团所属通信信号设计院在LKD2-T1型列车控制中心设备研发中管理混乱，通信信号集团作为甬温线通信信号集成总承包商履行职责不力，致使为甬温线温州南站提供的LKD2-T1型列车控制中心设备存在严重设计缺陷和重大安全隐患。铁道部在LKD2-T1型列车控制中心设备招投标、技术审查、上道使用等方面违规操作、把关不严，致使其在温州南站上道使用。



- 经调查认定，“7•23”甬温线特别重大铁路交通事故是一起因列车控制中心设备存在严重设计缺陷、上道使用审查把关不严、雷击导致设备故障后应急处置不力等因素造成的责任事故。
- 铁道部原部长刘志军、原副总工程师兼运输局原局长张曙光等54名事故责任人员受到严肃处理。

# 引导案例：温州动车组列车追尾事故

## ➤思考：

1. 该事故的发生是由哪些风险因素引起的？ 设计、管理、招标、应急
2. 从哪些方面入手可以防范工程风险的发生？ 技术、管理、审查、维护
3. 在防范工程风险发生中存在哪些伦理问题？
4. 包括工程师在内的工程共同体有哪些伦理责任？

# 第一节工程风险的来源及防范

- 工程总是伴随着风险，这是由工程本身的性质决定的。
- 工程系统不同于自然系统，它是根据人类需求创造出来的自然界原初并不存在的人工物。
- 它包含自然、科学、技术、社会、政治、经济、文化等诸多要素，是一个远离平衡态的复杂有序系统。
- 如果对工程系统不进行定期的维护与保养，或者受到内外因素的干扰，它就会从有序走向无序，重新回归无序状态，无序即风险。

# 一工程风险的来源

造成工程风险的三种不确定因素：

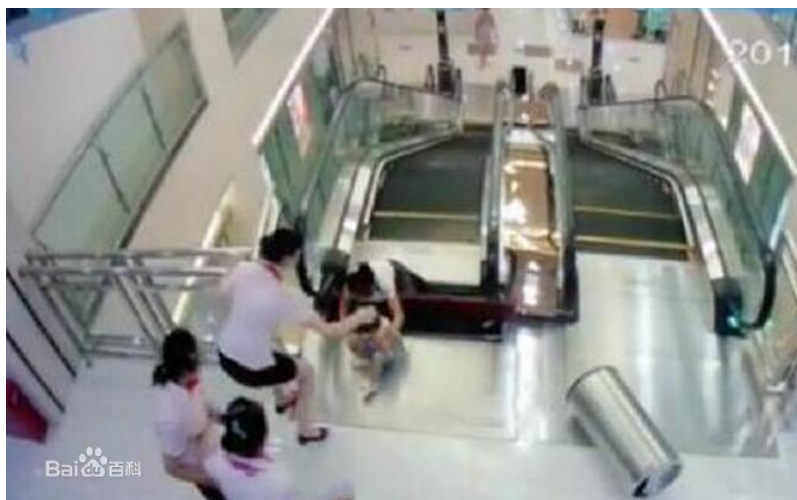
1. 工程中技术因素的不确定性
2. 工程外部环境因素的不确定性
3. 工程中人为因素的不确定性



# 1.工程风险的技术因素的不确定性

首先，零部件老化可以引发工程事故。

工程作为一个复杂系统，其中任何一个环节出现问题都可能引起整个系统功能的失调，从而引发风险事故。



## 案例1：电梯吞人事故

据国家质检总局统计，从2005年起，我国平均每年电梯事故发生40起左右，死亡人数在30人左右。其中，80%以上电梯事故的原因出在维修保养环节。尤其是老旧电梯的零部件老化问题没有引起相关人员足够的重视，从而造成低成本维修与事故频发的恶性循环。

2015年7月26日，荆州沙市发生了震惊全国的电梯吞人事故（电梯前踏板松动），引起全社会对电梯安全问题的重视。

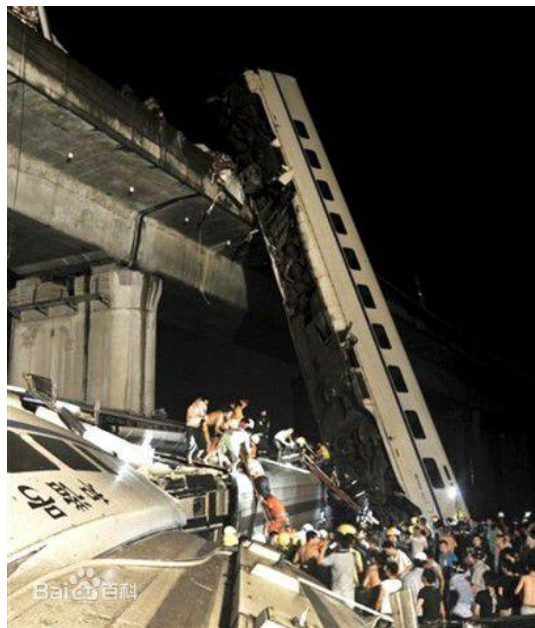


# 1.工程风险的技术因素的不确定性

其次，控制系统失灵可以引发工程事故。

现代工程通常是由多个子系统构成的复杂化、集成化的大系统，这对控制系统提出了更高的要求。

完全依靠智能的控制系统有时候也会带来安全的隐患，特别是面对突发情况，当智能控制系统无法应对时，必须依靠操作者灵活处理，否则就会导致事故的发生。



## 案例2：温州动车事故

雷击温州南站沿线铁路牵引供电接触网或附近大地，在多次雷击浪涌电压和直流电流共同作用下，LKD2—T1型列控中心设备的采集驱动单元采集电路电源回路中的保险管F2熔断。熔断前温州南站列控中心管辖区间的轨道无车占用，因温州南站列控中心设备的严重缺陷，导致后续时段实际有车占用时，列控中心设备仍按照熔断前无车占用状态进行控制输出，致使温州南站列控中心设备控制的区间信号机错误升级保持绿灯状态。

# 1.工程风险的技术因素的不确定性

## 最后，非线性作用也是引发工程事故的原因

线性系统发生变化时，往往是逐渐进行的；而非线性系统发生变化时，往往有性质上的转化和跳跃。受到外界影响时，线性的系统会逐渐地做出响应，而非线性系统则非常复杂，有时对外界很强的干扰无任何反应，而有时对外界轻微的干扰则可能产生剧烈的反应。



### 案例3：北美电网大面积停电事故

2003年8月14日，美国东北部和加拿大联合电网发生大面积停电事故。这次北美历史上最大规模的停电波及美国和加拿大的很多城市，美国关闭了位于纽约等四个州境内的九座核电站，美国三大汽车制造厂也停止生产、地铁停驶、交通阻塞、班机延误，民众生活面临种种不便。大停电至少造成8人死亡，至少有21家发电厂在停电期间关闭。经济损失高达300亿美元，影响了5000万人的正常生活。

而事故起始于俄亥俄州克夫兰的一家电力公司没有及时修剪树木，导致在用电高峰期，高压电缆下垂，触到树枝而短路。随后，俄亥俄的一家发电厂因此下线，接连发生的一系列突发事件产生累计效应：系统发生摇摆和震荡、局部系统电压进一步降低、发电机组跳闸、系统功率缺额增多、电压崩溃、更多发电机和输电线路跳开，从而引起历时1小时发展成大面积停电事故。

# 1.工程风险的技术因素的不确定性

软件也会产生故障，导致灾难。

移动互联网头条

Event Observer



波音给737客机装上了更先进，更省油，也尺寸更大的发动机。

但是飞机外壳和整体气动力设计基本没变，因为如果要重新设计飞机，波音要花掉上百亿美金。

现在倒好，换了一个发动机，就贴上一个新名字737Max，当做了全新的一款飞机出售了。

由于新的发动机大了整整一圈，也更靠前，抬头力矩变得很大使得飞机在飞行时，头部容易“翘起来”。为了解决这个问题，波音公司想出了一个“天才解决方案”：设计了一个叫做MCAS的软件来解决飞机“抬头”的问题。

这个方案其实十分简单粗暴，就是在机头装一个传感器，感受飞机前方的气流，如果传感器发现飞机在抬头，就自动调控飞机向下低头。

如果这个传感器坏掉了，或者受到紊乱气流影响误判了飞机的状态，

那么他会启动那个该死的MCAS软件强行把飞机机头拉向下.....

如果传感器真坏掉了，飞机就会被迫持续向下俯冲。

结果，在现实中，这个传感器真的出问题了。



## 2.工程风险的环境因素的不确定性

### (1) 气候条件是工程运行的外部条件

良好的外部气候条件是保障工程安全的重要因素。

### (2) 任何工程在设计之初都有一个抵御气候突变的阈值

在阈值范围内，工程能够抵御气候条件的变化，而一旦超过设定的阈值，工程安全就会受到威胁。

以水利工程为例，当遇到极端干旱气候条件时，会导致农田灌溉用水和水库蓄水不足、发电量减少等后果；而当遇到汛期，则会造成弃水事故，降低水库利用率，严重的还可能导致大坝漫顶甚至溃坝事故，使得洪水向中下游蔓延，给中下游造成巨大的经济、人员等损失。

## 2.工程风险的环境因素的不确定性

### 案例4：日本福岛核电站事故



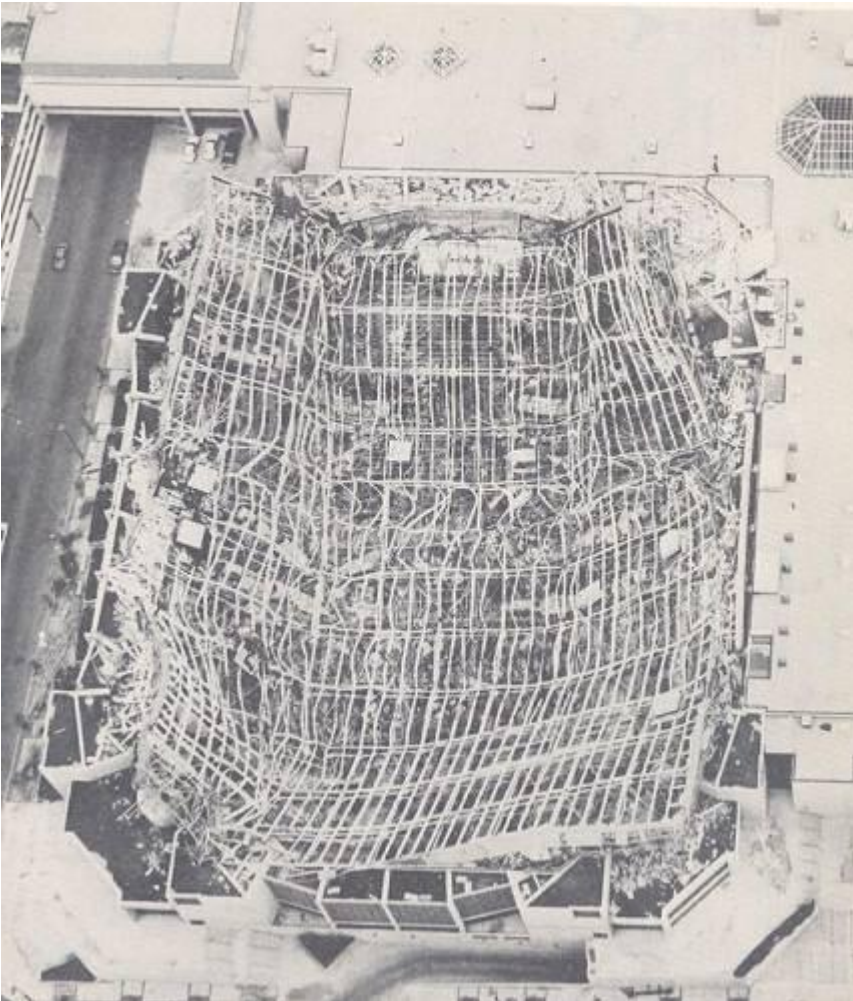
北京时间2011年3月11日13时46分，日本东北海域发生9.0级地震并引发高达10m的强烈海啸，导致东京电力公司下属的福岛核电站一、二、三号运行机组紧急停运，反应堆控制棒插入，机组进入次临界的停堆状态。在后续的事故过程当中，因地震的原因，导致其失去场外交流电源，紧接着因海啸的原因导致其内部应急交流电源（柴油发电机组）失效，从而导致反应堆冷却系统的功能全部丧失并引发事故。2011年4月12日，日本经济产业省原子能安全保安院认为福岛第一核电站大范围泄漏了对人体健康和环境产生损害的放射性物质，将其核泄漏事故等级确定为最严重的7级。

### 3.工程风险的人为因素的不确定性

#### （1）工程设计理念是事关整个工程成败的关键。

一个好的工程设计，必然经过前期周密调研，充分考虑经济、政治、文化、社会、技术、环境、地理等相关要素，经过相关专家和利益相关者反复讨论和论证而后做出；相反，一个坏的工程设计是片面地考虑问题，只见树木、不见森林，缺乏全面、统筹、系统的思考所导致的。

### 3.工程风险的人为因素的不确定性



- 案例5. 哈特福德体育馆倒塌
- 1978 年 1 月 18 日，（美国康涅狄格州的）哈特福德市中心体育馆在近 5000 名观众离开后的几个小时内轰然倒塌。其钢网壳组成的屋顶在雪的重压下崩塌。
- 损失：7000 万美元 + 当地经济的 2000 万美元损失
- 故障原因：CAD 程序员假设屋顶支撑结构仅需要面临纯压缩，从而做出错误的设计。此外，计算机模型假设所有的顶部弦杆进行了横向支撑，但实际上只有内部框架符合标准。固定荷载被低估了超过 20%。当顶部其中一个支架被大雪意外压弯时，便引发了屋顶其他部分的连锁反应。



### 3.工程风险的人为因素的不确定性



案例5：三门峡大坝

1957年，三门峡工程开始兴建，1960年首次蓄水，1961年大坝基本竣工。但是到1962年，水库中已经淤积泥沙15.3亿吨，远超预计方案。

泥沙导致渭河下游两岸农田被淹，土地盐碱化。为此，1962年开始对原设计方案进行调整，由原来的“蓄水拦沙”运行方式改为“滞洪排沙”。

但由于泄水孔位置较高，泥沙仍有60%淤积在库内，上游的潼关高程并没降低；同时，下泄的泥沙由于水量少，淤积到下游河床。虽经过后来不断地整改，但是潼关高程一直居高不下，导致2003年渭河流域发生了50多年来最为严重的洪灾。



# 坚持真理的工程师

1957年上半年，三门峡工程即将开工。黄万里在水文课堂上给同学们讲述了他对三门峡工程的看法，一是水库建成后很快将被泥沙淤积，结果是将下游可能的水灾移到上游成为人为的必然的灾害。因为黄河下游河床的造床质为沙土，即使从水库放出的是清水，也要将河床中的沙土挟裹而下。

事实虽证明真理在黄万里一边，但令人伤心的是，有些人反而迁怒于提出正确意见的黄万里。1961年，黄万里“奉命在密云劳动，与昌黎民工同居同食同劳，所居半自地下掘土筑成。”“文革”中更贬他到三门峡挖厕所以示惩罚。

1980年2月26日，在度过了22年半的右派生涯后，黄万里终于获得了右派“改正的决定”。



### 3.工程风险的人为因素的不确定性

➤这个案例给我们的教训是：

第一，工程设计者对自然条件的恶劣性估计不足，论证不科学，导致工程设计不能实现预先设想的集发电、灌溉、防洪为一体的理想目标；

第二，“代价--收益”比采用的参数不合理，计算结果偏离实际状况；

第三，关于补偿的公正合理性问题处理不当。陕西省在建设水库时舍弃了2座县城、21个乡镇、248个村庄和100万亩（1亩=666.67m<sup>2</sup>）耕地。28.7万移民从被称作是陕西的“白菜心”的关中平原县迁到宁夏，后又返回陕西，再返库区，几经磨难。

➤为了避免类似的因工程设计理念局限性造成的风险，关键是要处理好：

“谁参与决策”——可以考虑吸收各方面的代表参与决策。

“如何进行决策”——应重视工程决策中的民主化。



### 3.工程风险的人为因素的不确定性

#### (2) 施工质量的好坏也是影响工程风险的重要因素。

施工质量是工程的基本要求，是工程的生命线，所有的工程施工规范都要求把安全置于优先考虑的地位。一旦在施工质量的环节上出现问题，就会留下安全事故的隐患。



#### 案例6：沱江大桥垮塌事故

2007年8月13日沱江大桥在主体工程完工后，开始拆卸脚手架时发生坍塌事故，造成64人遇难，22人受伤，经济损失近4000万元。

垮桥可能是以下三种原因导致。一，桥垮时，多名工人正在同时施工拆支架。这表明主要的原因可能是没有按照规范的拆卸方法来拆支架。这种石拱桥一般采用的是满堂支架，在拆卸时要按照“对称分段”的原则进行，先拆两边拱脚，再拆中间拱顶，不能同时拆。第二种原因是沙浆或者混凝土龄期强度没达到规范要求就拆卸支架。还有一种原因，建造中使用的原材料不合格。

## 二工程风险的可接受性

- 由于工程系统内部和外部各种不确定因素的存在，无论工程规范制定得多么完善和严格，仍然不能把风险的概率降为零，也就是说，总会存在一些所谓的“正常事故”。
- 因此，在对待工程风险问题上，人们不能奢求绝对的安全，只能把风险控制在人们的可接受范围之内。这就需要对风险的可接受性进行分析、界定安全的等级，并针对一些不可控的意外风险事先制定相应的预警机制和应急预案。

# 二工程风险的可接受性

## 1.工程风险的相对可接受性

- 美国工程伦理学家哈里斯等把风险定义为“对人的自由或幸福的一种侵害或限制”。
- 美国风险问题专家威廉•W.劳伦斯把风险定义为“对发生负面效果的可能性和强度的一种综合测量”。
- 工程风险可接受性是指人们在生理和心理上对工程风险的承受和容忍程度。

## 2.工程安全等级的划分

- 在描述工程的安全程度时，人们通常会使用“很安全”“非常安全”“绝对安全”等词汇，但是它们之间存在着什么量的区别呢？为了客观地标明工程风险发生的概率大小，有效的办法是对安全等级进行划分。
- 安全等级的划分具有非常重要的经济意义。如果把安全等级制定的过高，那么就会造成不必要的浪费；反之，则会增大工程风险的概率。给出一个符合实际的安全等级是非常有必要的事情。
- 以公路隧道安全等级划分为例。我国虽然出台了《公路隧道设计规范》《公路隧道施工技术规范》《公路隧道通风照明设计规范》等规范，这些法律、法规对公路隧道的建设质量以及正常运营提供了法律性的基本保障。但是，随着运营隧道和特长隧道的逐年增多，亟须出台一个公路隧道安全等级划分标准。

# 三工程风险的防范与安全

## 1.工程的质量监理与安全

- **工程质量**是决定工程成败的关键。没有质量作为前提，就没有投资效益、工程进度和社会信誉。**工程质量监理**是专门针对工程质量而设置的一项制度，它是保障工程安全，防范工程风险的一道有力防线。
- **工程质量监理的任务**是对施工全过程进行检查、监督和管理，消除影响工程质量的各不利因素，使工程项目符合合同、图纸、技术规范和质量标准等方面的要求。
- 当某项工程在施工期间出现了技术规范所不允许的断层、裂缝、倾斜、倒塌、沉降、强度不足等情况时，应视为**质量事故**。
- 监理工程师须按**如下程序处理**：①暂停该项工程的施工，并采取有效的安全措施。②要求承包人尽快提出质量事故报告并报告业主。③组织有关人员在质量事故现场进行审查、分析、诊断、测试或验算的基础上，对承包人提出的处理方案予以审查、修正、批准，并指令恢复该项工程施工。④对承包人提出的有争议的质量事故责任予以判定。



# 三工程风险的防范与安全

事故预防包括两个方面

## 2.意外风险控制与安全

工程风险是可以预防的。如果认为风险不可预防，一个组织内从管理层到管理员工就不可能为预防风险去竭尽全力，在每一个工作细节上精益求精。

建立工程预警系统是预防事故发生的有效措施之一。

一是对重复性事故的预防，即对已发生事故的分析，寻求事故发生的原因及其相关关系，提出预防类似事故发生的措施，避免此类事故再次发生

二是对可能出现事故的预防，此类事故预防主要针对可能将要发生的事故进行预测，即要查出存在哪些危险因素组合，并对可能导致什么事故进行研究，模拟事故发生过程，提出消除危险因素的办法，避免事故发生。

# 三工程风险的防范与安全

## 制定应急预案

### 3.事故应急处置与安全

要有效应对工程事故，不应该是等到事故发生之后才临时组织相关力量进行救援，而是事先就应该准备一套完善的事事故应急预案。这为保证迅速、有序地开展应急与救援行动，降低人员伤亡和经济损失提供了坚实的保障。

预防为主，防治结合。  
快速反应，积极面对。  
以人为本，生命第一。  
统一指挥，协同联动。

面对工程风险，仅靠专业人员的努力是远远不够的。必须发动社会力量的积极参与，才能从根本上预防和治理工程事故。

首先，平时应加强防灾培训教育和演练，提升公民的防灾意识和自救能力。

其次，积极发动民间支援组织，鼓励志愿者有序参与救援行动。

仍以日本为例，1995年，由于百万余志愿者在阪神大地震中的良好表现，被称为日本救灾史上的志愿者元年。他们中间70%的人是第一次参加支援活动，大部分是二十多岁的年轻人，他们所做的活动如心理咨询、清理房间、修理电器等活动是政府无法及时提供的。这些志愿者来自于地方居民组织、NGO组织、企业、工会、宗教团体等。

## 第二节工程风险的伦理评估

- 在工程风险的评价问题上，有人以为这是一个纯粹的工程问题，仅仅思考“多大程度的安全是足够安全的”就可以了。
- 实际上，工程风险的评估还牵涉社会伦理问题。工程风险评估的核心问题“工程风险在多大程度上是可接受的”，本身就是一个伦理问题，其核心是工程风险可接受性在社会范围的公正问题。因此，有必要从伦理学的角度对工程风险进行评估和研究。

# 一工程风险的伦理评估原则

## 1.以人为本的原则

- “以人为本”的风险评估原则意味着在风险评估中要体现“人不是手段而是目的”的伦理思想，充分保障人的安全、健康和全面发展，避免狭隘的功利主义。在具体的操作中，尤其要做到加强对弱势群体的关注，重视公众对风险信息的及时了解，尊重当事人的“知情同意”权。
- 体现在：弱势群体、重视公众对风险的及时了解，尊重当事人的“知情同意”权。如PX项目。

## 2.预防为主的原则

- 要实现从“事后处理”到“事先预防”的转变。
- 坚持“预防为主”的风险评估原则，要做到充分预见工程可能产生的负面影响。工程在设计之初都设定了一些预期的功能，但是在工程的使用中往往会产生一些负面效应。
- 比如设计师为酒店设计旋转门本来可以起到隔离酒店内外温差的环保效果，但是却给残疾人进出酒店带来了障碍。

# 厦门PX项目事件

- 是指2007年福建省厦门市对海沧半岛计划兴建的对二甲苯（PX）项目所进行的抗议事件。该项目由台资企业腾龙芳烃（厦门）有限公司投资，将在海沧区兴建的计划年万吨对二甲苯（PX）的化工厂。腾龙芳烃（厦门）有限公司由富能控股有限公司和华利财务有限公司共同组建，址设在厦门市海沧投资区的南部工业园区。该项目已纳入中国“十一五”对二甲苯产业规划。
- 由于担心化工厂建成后危及民众健康，该项目遭到百协委员联名反对，市民集体抵制，直到厦门市政府宣布停工，PX事件的进展牵动着公众眼球。
- 厦门PX项目事件从博弈到妥协，再到充分合作，留下政府和民众互动的经典范例。
- 厦门PX项目迁址漳州古雷后，两年内连续发生两起特炸事件。



# 一工程风险的伦理评估原则

美国技术哲学家米切姆提出了“考虑周全的义务”。他认为，工程师在工作中要做到以下几点：

- （1）特定的设计过程中所使用的理想化模型是否可能忽略一些因素？
- （2）反思性分析是否包含了明确的伦理问题？
- （3）是否努力考虑到工程研究和设计的广阔社会背景及其最终含义，包括对环境的影响？
- （4）研究和设计过程中是否在和个人道德原则以及更大非技术群体的对话中展开？



# 一工程风险的伦理评估原则

## 3.整体主义的原则

- 任何工程活动都是在一定的社会环境和生态环境中进行的，工程活动的进行一方面要受到社会环境和生态的制约，另一方面也会对社会环境和生态环境造成影响。所以，在工程风险的伦理评估中要有大局观念，要从社会整体和生态整体的视角来思考某一具体的工程实践活动所带来的影响。
- “天下兴亡，匹夫有责”“先天下之忧而忧，后天下之乐而乐”“苟利国家生死以，岂因祸福避趋之”等中国传统思想观念正是这种价值观的鲜明表达。
- 而不是“一叶障目，不见泰山”的困境。
- 在人与自然的关系上，中国哲学强调“天人合一”，消除“小我”之私，融入天地、社会“大我”之中。“万物皆一，万物一齐”（庄子），“物无孤立之理”（张载），其所要表达的就是万物普遍联系、整体主义的思想。



# 一工程风险的伦理评估原则

## 4.制度约束的原则

- 首先，建立健全安全管理的法规体系。安全管理制度主要包括：安全设备管理、检修施工管理、危险源管理、隐患排查治理、监督检查管理、安全教育培训、事故应急救援、安全分析预警与事故报告、生产安全事故责任追究、安全生产绩效考核与奖励...等
- 其次，建立并落实安全生产问责机制。企业应建立主要负责人、分管安全生产负责人和其他负责人在各自职责内的安全生产工作责任体系。
- 最后，还要建立媒体监督制度。媒体监督具有事实公开、传播快速、影响广泛、披露深刻等特点。

# 二工程风险的伦理评估途径

## 1.工程风险的专家评估

- 专家往往根据幸福最大化的原则来对工程风险进行评估。在评估风险时，他们通常会把成本--收益分析法作为一种有用的工具应用到风险领域之中。根据该方法，专家对可接受的风险的评判标准定为：在可以选择的情况下，伤害的风险至少等于产生收益的可能性。
- 专家评估的两种方法：
  - **专家会议法**是指据规定的原则选定一定数量的专家，按照一定的方式组织专家会议，发挥专家集体智慧，对评估对象作出判断的方法。专家会议有助于专家们交换意见，通过互相启发，可以弥补个人意见的不足，产生“思维共振”的效果。但是该方法也有一定的弊端，由于参加会议的人数有限，代表性不充分，容易受权威的影响，压制不同意见的发表。
  - **特尔斐法**的特点是以函询征求所选定的一组专家的意见，然后加以整理、归纳、综合，进行统计处理，将结果匿名返回给各个专家，再次征求他们的意见，进行有控制的反馈。如此经过多次循环、反复，专家们的意见日趋一致，认识和结论愈益统一，结论的可靠性亦更为提高。这种方法既保持了专家会议法的优点，又避免了专家之间的心理干扰和压力。

# 二工程风险的伦理评估途径

## 2.工程风险的社会评估

与专家重视“成本-收益”的风险评估方式不同，工程风险的社会评估所关注的不是风险和收益的关系，而是与广大民众切身利益息息相关的方面，它可以与工程风险的专家评估形成互补的关系，使风险评估更加全面和科学。

## 3. 工程风险评估的公众参与

工程风险的直接承受者是公众，所以在风险评估中必须要有公众的参与。如PX项目。

公众参与的方式可以采取现场调查、网上调查、论证会、座谈会、听证会等形式进行。

# 三工程风险的伦理评估方法

## 1.工程风险伦理评估的主体

- 评估主体在工程风险的伦理评估体系中处于核心地位，发挥着主导作用，决定着伦理评估结果的客观有效性和社会公信力。
- 工程风险的伦理评估主体可分为内部评估主体和外部评估主体。
- 内部评估主体指参与工程政策、设计、建设、使用的主体。包括工程师、工人、投资人、管理者和其他利益相关者，他们在工程活动中都是不可或缺的有机组成部分，发挥着不可替代的作用和功能。内部评估主体之间既存在着各种不同形式合作关系，又存在着各种形式的矛盾冲突关系。
- 外部评估主体指工程主体以外的组织和个人。包括专家学者、民间组织、大众传媒和社会公众。比如圆明园防渗工程存在的环境风险问题，首先是由出差到京的兰州学者揭发的，轰动全国的厦门PX工程事件的揭发者也来自大学的教授。

# 三工程风险的伦理评估方法

## 2.工程风险伦理评估的程序

- 第一步是信息公开。非专业人员对工程所负载价值和风险的理解和评价，只能依靠专业人员所传播的信息。
- 第二步是确立利益相关者，分析其中的利益关系。在利益相关者的选择上要坚持周全、准确、不遗漏的原则
- 第三步是按照民主原则，组织利益相关者就工程风险进行充分的商谈和对话。具有多元价值取向的利益相关者对工程风险具有不同的感知，要让具有不同伦理关系的利益相关者充分表达他们的意见，发表他们的合理诉求，使工程决策在公共理性和专家理性之间保持合理的平衡。如圆明园防渗工程。

# 三工程风险的伦理评估方法

## 3.工程风险伦理评估的效力

“效力”是指确定合理的目标并达到该预期目标，收到了理想的效果。效力包括目标确定、实现目标的能力以及目标实现的效果三个核心要素。就工程风险伦理评估的效力而言，其含义是指伦理评估在防范工程风险出现中的效果及其作用。

要遵守如下三个原则：

（1）公平原则。工程风险的承担者和工程成果的收益者往往是不一致的。随着工程后果影响的累积性、长远性和毁灭性风险的增加，对单一工程的后果评价难度也随之增加。

（2）和谐原则。是指一个工程项目只有以实现和谐为目的的时候才是伦理意义上值得期许的工程。首先要做到人与自然的和谐。其次要做到人与人的和谐、人与社会的和谐以及个人内部身心的和谐。

（3）战略原则。要求我们在面对工程风险的时候，要保持审慎的态度，对具体工程风险作具体分析，不仅对工程本身的目的、手段和后果作具体分析，还要区分工程所处的时空环境。当工程所处的自然和社会环境发生变化时，要及时修正工程发展战略，简言之，就是要做到因地因时制宜，审时度势、与时俱进。

# 第三节工程风险中的伦理责任

## 一何谓伦理责任

### 1.对责任的多重理解

- 责任是人们生活中经常用到的概念，它不专属于伦理学，许多学科如法学、经济学、政治学、社会学等都涉及和关注责任问题，因此，人们对责任的理解呈现出多维度、多视角的状况。
- 在责任的分类上，按照性质可以分为因果责任、法律责任、道义责任等；按时间先后可分为事前责任和事后责任；当然也可以按照程度把责任区分为必须、应该和可以等级别。
- 不论何种类型的责任，都会包含如下几个要素：①责任人，即责任的承担者，可以是个人或法人；②对何事负责；③对谁负责；④面临指责或潜在的处罚；⑤规范性准则；⑥在某个相关行为和责任领域范围之内。
- 根据这种分析，可以把责任界定为“按照对一种行为或其结果的预期而追溯原因的关系系统”。



# 一何谓伦理责任

## 2.伦理责任的含义

- 首先，伦理责任不等于法律责任。法律责任属于“事后责任”，指的是对已发事件的事后追究，而非在行动之前针对动机的事先决定，而伦理责任则属于“事先责任”，其基本特征是善良意志不仅依照责任而且出于责任而行动。
- 其次，伦理责任也不等同于职业责任。职业责任是工程师履行本职工作时应尽的岗位（角色）责任，而伦理责任是为了社会和公众利益需要承担的维护公平和正义等伦理原则的责任。工程师的伦理责任一般说来要大于或重于职业责任。

# 二工程伦理责任的主体

## 1.工程师个人的伦理责任

工程师作为专业人员，具有一般人不具有的专门的工程知识，他们不仅能够比一般人更早、更全面、更深刻地了解某项工程成果可能给人类带来的福利，同时，他们作为工程活动的直接参与者，工程师比其他人更了解某一工程的基本原理以及所存在的潜在风险，因此，工程师的个人伦理责任在防范工程风险上具有至关重要的作用。

# 二工程伦理责任的主体

## 案例1：“挑战者号”航天飞机事故

- “挑战者号”航天飞机于美国东部时间1986年1月28日上午11时39分（格林尼治标准时间16时39分）在佛罗里达州发射。“挑战者号”航天飞机升空后，因其左侧固体火箭助推器（SRB）的O型环密封圈失效，毗邻的外部燃料舱在泄漏出的火焰的高温烧灼下结构失效，使高速飞行中的航天飞机在空气阻力的作用下于发射后的第73秒解体，机上7名宇航员全部罹难。
- 在发射之前，O型环首席工程师罗杰·博伊斯乔利曾向管理人员表达过他对密封SRB部件接缝处的O型环的担心——低温会导致O型环的橡胶材料失去弹性。他认为，如果O型环的温度低于53° F（约11.7°C），将无法保证它能有效密封住接缝。但是，莫顿·塞奥科公司的管理层否决了他的异议，并对他说：“收起你那工程师的姿态，拿出经营的气概。”他们认为发射进程能按日程进行。
- 这一改变使得博伊斯乔利颇为沮丧。作为人类的一员，他无疑对宇航员的生命安全感到担忧，他不想眼睁睁看着他们的死亡，然而，重要的是，博伊斯乔利还是一名工程师。O型环的不可靠性是他的职业工程判断，同时，作为一名工程师，他还有保护公众健康和安全的职业责任，他明确认为，这种责任应该扩展到宇航员身上，而现在他的职业判断受到了忽略。虽然博伊斯乔利没能如愿，但是其行为本身却成为一个工程责任的典范。



# 二工程伦理责任的主体

## 案例2：美国花旗银行大厦的补救

威廉·勒曼谢尔（William LeMessurier）生平得意之作是他于1977年设计的，坐落于纽约市中心曼哈顿区的花旗银行大厦。在这幢大厦的结构设计中，他以极富创造力的方式解决了一个令人困扰的设计难题。一座教堂坐落于街区的一角，需要在教堂之上再建造59层的大楼。为了解决这个难题，勒曼谢尔设计的大厦凌空跨越教堂，与传统办法不同的是，4根支柱分别位于大厦底部每条边的中点而非顶点上。

不过，大厦在设计之初遗漏了风暴冲击所造成的危险，没有计算从斜对角方向吹来的楼群风对大厦的影响。当他接到当地一所大学的学生打来的电话之后，他开始意识到该问题的严重性。当他计算出，若一些部位压力增加40%，钢结构的应力将导致某些接口部位的压力增加160%时，他更加感到不安。这意味着，如果大厦某些部位遭遇“16年一遇的风暴”（这种风暴每16年袭击曼哈顿地区一次），那么大厦就很可能整体垮塌。

勒曼谢尔意识到，如实地公开他的研究结果将会把他公司的工程声誉和财务状况同时置于非常危险的境地。不过，他迅速而果断地采取了行动。他先拟定了一份补救计划，对所需的时间和花费作了预算，并立即将他所知道的情况通知了花旗银行的业主。业主们的反应同样是果断的。勒曼谢尔提出的修复规划获得认可，并立即得到实施。当修复工程接近完工的时候，有一股飓风正沿海岸线向纽约袭来，所幸的是，这次飓风并没有给工程造成实质性的影响。

虽然修复工程最终花费了数百万美元，但是各方的反应却是迅速和负责的。面对责任保险率增加的压力，勒曼谢尔让保险公司确信，因为他负责任的善后工作，防止了一个工程风险的发生，作为结果，责任保险率实际上是降低了。



# 二工程伦理责任的主体

## 2.工程共同体的伦理责任

现代工程在本质上是一项集体活动，当工程风险发生时，往往不能把全部责任归结于某一个人，而需要工程共同体共同承担。工程活动中不仅有科学家、设计师、工程师、建设者的分工和协作，还有投资者、决策者、管理者、验收者、使用者等利益相关者的参与。他们都会在工程活动中努力实现自己的目的和需要。因此，工程责任的承担者就不仅限于工程师个人，而是要涉及包括诸多利益相关者的工程共同体。



# 三工程伦理责任的类型

## 1.职业伦理责任

- 所谓“**职业**”，是指一个人“公开声称”成为某一特定类型的人，并且承担某一特殊的社会角色，这种社会角色伴随着严格的道德要求。
- 职业伦理应当**区别**于个人伦理和公共伦理。职业伦理是职业人员在自己所从业的范围内所采纳的一套标准。个人伦理是一组个人的伦理承诺，这些伦理承诺是在生活训练中经过反思获得的。公共伦理是一个社会大多数成员所共享并认可的伦理规范。
- 职业伦理责任可以分为**三种类型**：
  - 一是“义务-责任”，职业人员以一种有益于客户和公众，并且不损害自身被赋予的信任的方式使用专业知识和技能的义务。这是一种积极的或向前看的责任。
  - 二是“过失-责任”，这种责任是指可以将错误后果归咎于某人。这是一种消极的或向后看的责任。
  - 三是“角色-责任”，这种责任涉及一个承担某个职位或管理角色的人。



# 三工程伦理责任的类型

## 2.社会伦理责任

- 工程师作为公司的雇员，当然应该对所在的企业或公司忠诚，这是其职业道德的基本要求。可是如果工程师仅仅把他们的责任限定在对企业或公司的忠诚上，就会忽视应尽的社会伦理责任。工程师对企业或公司的利益要求不应该是无条件地服从，而应该是有条件地服从，尤其是公司所进行的工程具有极大的安全风险时，工程师更应该承担起社会伦理责任。
- 当他发现所在的企业或公司进行的工程活动会对环境、社会和公众的人身安全产生危害时，应该及时地给予反映或揭发，使决策部门和公众能够了解到该工程中的潜在威胁，这是工程师应该担负的社会责任和义务。

# 三工程伦理责任的类型

## 3.环境伦理责任

工程共同体还需要对自然负责，承担起环境伦理责任。具体而言，环境伦理责任包含如下几个方面：

①评估、消除或减少关于工程项目、过程和产品的决策所带来的短期的、直接的影响以及长期的、直接的影响。②减少工程项目以及产品在整个生命周期对于环境及社会的负面影响，尤其是使用阶段。③建立一种透明和公开的文化，在这种文化中，关于工程的环境以及其他方面的风险的毫无偏见的信息（客观、真实）必须和公众有个公平的交流。④促进技术的正面发展用来解决难题，同时减少技术的环境风险。⑤认识到环境利益的内在价值，而不要像过去一样将环境看作是免费产品。⑥国家间、国际间以及代际间的资源以及分配问题”。⑦促进合作而不是竞争战略。

# 思考与讨论

1. 工程为何总是伴随着风险？导致工程风险的因素有哪些？
2. 如何防范工程风险，有哪些手段和措施？
3. 评估工程风险需要遵循哪些基本原则？
4. 什么是伦理责任？工程师需要承担哪些伦理责任？

# 信息科学与专业责任

对于自己的专业需要考量的责任

# 案例： 不完善的界面

- Fred Consultant是一位计算机顾问，曾经为Newland国家政府开发了几套优质的计算机系统；
- Newland国家政府有一套过于复杂的会计系统，该系统的管理费用非常高昂，浪费了纳税人大量的金钱；
- Jim Midlevel该会计系统的一个区域负责经理，非常清楚该系统的问题所在；尽管他不懂程序，但是却知道如何改进该系统可以减少系统运行的管理费用；
- Jim Midlevel说服上司进行系统升级改造，因为Fred Consultant的工作出色而获得了该合约；
- Jim Midlevel与Fred Consultant详细讨论了系统问题，并仔细地研究了改进后的系统的输入和输出；
- Fred Consultant指派公司最优秀的工程师Joanne Buildscreen设计系统的用户界面。
- Joanne Buildscreen根据输入输出，为新系统设计了界面；
- 系统完成后，Jim Midlevel证明该新系统确实完成了改进的所有功能，表示满意，并通过了验收；
- 系统安装后，用户界面却难以适用，Jim Midlevel的下属纷纷抱怨，并传到了Jim Midlevel上司的耳中，为了平息员工的抱怨，系统不得不回到原来的昂贵的会计系统。



# 案例： 不完善的界面

- 导致的后果：

- Newland的官员不再给Fred Consultant公司任何合同；
- 原来的系统继续使用，继续浪费纳税人的钱；
- 现在连改进系统，减少费用的机会都微乎其微了。

- 我们不禁要问： **这是谁的责任？**

寻找该受责备的人，一旦找到，其他的人就不需要承担责任了。

# 逃避：避免或避开责任

- 一般情况下，一旦发生计算机崩溃或计算机灾难之后，计算机从业者会从以下两种理由中选择一个来逃避责任：
  - 相信软件开发是道德中立的活动；
  - 相信玩忽职守的规则模式；
- 这两种选择都是错误的！是对责任的误解。

# 第一种逃避：道德中立

- 道德中立：
  - 认为责任与计算机从业者无关，他们将计算机行业理解为道德中立的行为。
  - 计算机从业者希望将自己的责任归咎于其他某个地方或某个人，其中一个原因在于他们在大学所受的教育方式。
  - 大学教育是为了解决问题，例如：为给定的一组数字找最小公倍数。将所有的精力（和责任）都集中在几乎以一个模式寻找解决问题的方法上。
  - 使人们认识不到计算机专业是为产品的用户提供服务。
  - 认识不到这点很容易将责任转嫁到他处；
  - 没有责任，就没有责备和义务。
- 这种错误的理解是很可怕的！

# 第一种逃避：道德中立

- 一个真实的例子：
  - 一个程序员被安排编写一个程序，该程序能控制X线治疗床上方的一个大型X线照射机头的升降，使X线机头可以在垂直支撑杆上移动到各个固定位置。
  - 程序员编写并测试了他对该问题的处理程序，该程序能够成功地、准确地把机头移到移动到从支撑杆顶端至治疗床面之间的任何一个位置，然而这种狭隘的解题方式所带来的问题是非常严重。
  - X线技术人员在拍摄完X光后，要患者下床，然后技术员将机头高度设置在“床面高度”。
  - 患者没有听到X线技术人员的话，结果患者被夹死在机头和治疗床之间。
- 解决问题了吗？解决了！
- 为什么会出现事故？因为没有考虑到他的解决方案对用户的后果！
- 关注于问题的答案，而不关注与用户的生命！



# 第一种逃避：道德中立

- 道德中立有的时候会用来为没有关注任务书之外的情况做辩护。
- 一个真实的案例：
  - 一个国防承包商承担开发一种便携式肩扛式防空系统的任务；
  - 任务书要求：便携式肩扛式防空系统能够在1000码内摧毁一种特殊型号的战斗直升机，精确度要达到97%。
  - 要求达到了，但存在一个问题，由于一个软件的错误，便携式肩扛式导弹发射器偶尔会发热，烧伤发射器操作人员的致命部位，烧伤程度足以致导弹发射者死亡。
  - 政府不满意，拒绝付剩余款项；
  - 开发商将政府告上法庭，称：公司开发的系统与“任务书”上的要求完全吻合，他们应该得到后期的款项，而对操作者的死亡没有责任。



# 第二种逃避：分散责任

- 分散责任基于这样一种观念：
  - 利用把责任与法律谴责、义务联系在一起的玩忽职守的规则模式，可以更好地理解责任。
  - 一般来说，谴责与引起不良后果的直接行为密切相关，确定谴责的典型方式是：将当时发生的事件孤立起来，建立它与不良后果的因果关系，然后谴责引起当时发生事件的一方。
  - 例如：Joanne Buildscreen的界面设计是引起不满的主要原因，所以应当谴责她；
  - 如果谴责是严厉的和公开的，那么其他人就会觉得自己对这件不愉快的事情没有责任了
- Joanne Buildscreen不愿意承受责备，并指出其他人难辞其咎，那么：
  - 如果责备责任被广泛分摊而被分散，那么Joanne Buildscreen就可以逃避责任；
- 另一种理由则是软件开发者个人与引起问题的事件毫不相关。责任分散，则每个人的责任变小，或难以明确地分摊责任。

## 第二种逃避：分散责任

- 这种逃避责任的方式从一开始就认定是多处责任，即开发团队的每一个人都有各自失责的地方
  - Fred Consultant没有尽到责任：没有充分理解任务的性质；
  - Jim Midlevel没有尽到责任：没有协调好系统用户与开发工作之间的关系；
  - Joanne Buildscreen没有尽到责任：没有将初步设计的界面展示给用户；
- 失责的分摊可以用来抵赖法律责任。
- 这种思路是很危险的：无论何时只要是多人参加的项目，就没有一个人对自己的项目的所作所为承担责任。既然我们都没有责任，那么我就不必承诺做好工作，或者不必担忧整个项目的质量。
- 责任分散方法有一个推论，Ladd称之为“任务责任”：
  - 即将责任归结于某个狭义界定的任务。

## 第二种逃避：分散责任

- 导致界面无法使用的真正原因是什么？
  - 新会计系统中使用多重输入界面确实包括了所有所需的数据字段。
  - 但是，界面上输入的顺序与职员的数据表的结构不一致。
  - 为了输入一张数据表的数据到系统，职员不得不在几个界面之间来回切换。
  - 按照“任务责任”这一推论，Joanne Buildscreen则可以坚持认为，获取数据表格不是她的任务。
  - 如果“他们”希望界面上的数据顺序与表格中的顺序一致，应该有人给她提供数据表格模板。

## 第二种逃避：分散责任

- 把责任和责备联系在一起，引出大量的开脱责任的借口：
  - 与不良事件缺少直接的、即时的因果关系；
  - 因为责任的行为与某个人的自身利益相冲突而否认责任；
  - 责任要求有行为能力，但是，计算机执业者的大部分工作是以团队形式为大型机构做出的；
  - 缺乏做自己认为正确的事的意志力；
  - 怪罪计算机
  - 认为科学是道德中立的；
  - 微观视角；
  - .....

# 有必要重新审视一下责任的概念！

- 任何专业都应当有为社会谋福利的强大动力。
- 应当明白服务社会是其首要职能。
- 是不是有必要将责任与法律的惩罚概念区别开来？
- 是不是有必要将责任与不良后果的直接原因和即时原因区别开？
- 使得大家能抑制逃避责任的欲望呢？



# 积极责任与消极责任

- 哲学家们常常关注与个人责任与自由意志之间的关系，这种关系部分源于责备概念与责任概念之间隐含的联系。
- 如果人们没有自由意志，那么就很难因为他们的行为而责备他们。
- 莱德区分了传统的责任观，称之为：消极责任和积极责任。
  - 消极责任：什么可以使一个人免受责备和免责。免受责备是指免除道德责任；免责是指免除法律责任。
  - 积极责任：强调的是考虑或者必须考虑自己的行为给他人带来的后果的德性。

	规则	后果
集体	集体规则	集体后果论者
个人	个体规则	个体后果论者

# 积极责任与消极责任

- 这种责任观可以在下列场景中找到：
  - 基于境遇逻辑的集体规则伦理
  - 基于适用于所有人的共同义务的个体规则伦理
  - 汉密尔顿的“为最大多数人提供最大好处”的集体后果论者；
  - 亚当斯密认为社会福利的提高源于个体利益有益于社会的良好行为的个体后果论者；
- -----聚焦于应该做什么，而不是因为失责行为而责备或惩罚当事人。
- 积极责任不是排他的，不寻求单一的责任者；
- 消极责任确实寻求单一的责任者，一旦找到了责任者，其他人就免除责任了。
- 根据积极责任，Joanne Buildscreen负有责任且应该为她的失误承担责任；而Fred Consultant也没有免除他的责任，应该是不同程度地负有责任。
- Fred Consultant负有更多的责任。

# 积极责任与消极责任

- 积极责任即不管最近的原因，也不管直接的原因
- 而即不管最近的原因，也不管直接的原因与计算机技术灾难的责任划分更为一致。
- 实例

# 致命的辐射治疗

- 1985到1987年，Therac-25辐射治疗设备卷入多宗因辐射剂量严重超标引发的医疗事故，其罪魁祸首是医疗设备电力软件的Bug。据统计，大量患者接受高达100倍的预定剂量（治疗），其中至少3人直接死于辐射剂量超标。
- 另一宗辐射剂量超标的事故发生在2000年的巴拿马城（巴拿马首都）。从美国Multidata公司引入的治疗规划软件，其（辐射剂量的）预设值有误。有些患者接受了超标剂量的治疗，至少有5人死亡。后续几年中，又有21人死亡，但很难确定这21人中到底有多少人是死于本身的癌症，还是辐射治疗剂量超标引发的不良后果。

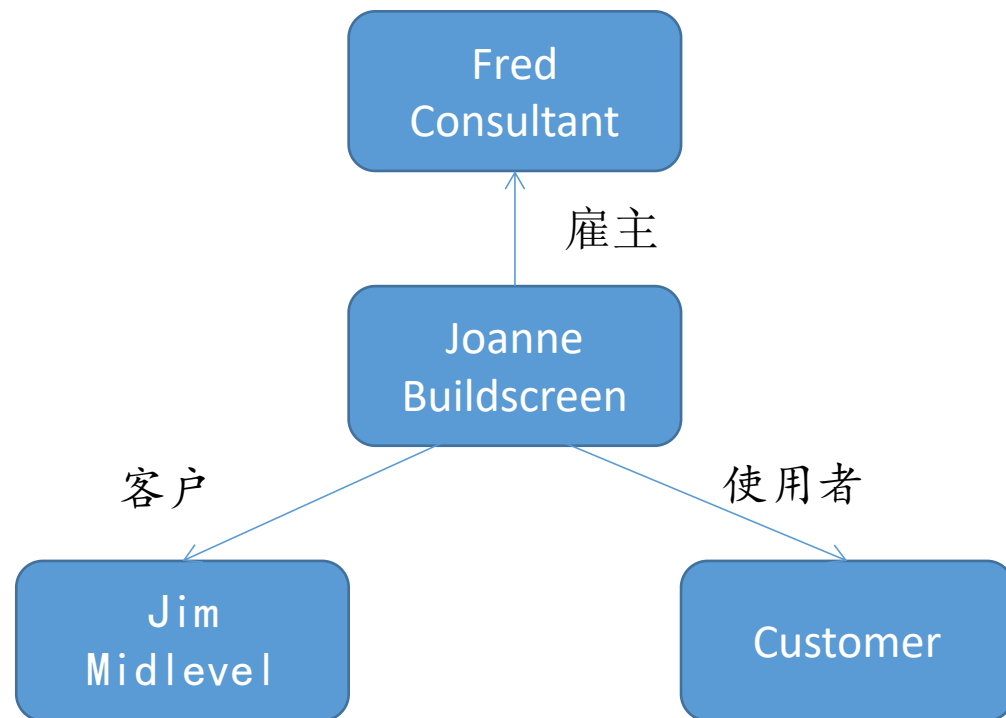


# 积极责任与消极责任

- 消极责任的观点：
  - 因为参与此项技术开发的人过多，因此，莱夫森和特纳得出的结论是：
    - 因为介入的人太多，事故责任难以追究。
- 尼森鲍母正确地批评了这种责任认定的方式：
  - 如果我们不追究复杂案例中的责备和责任，我们其实是在欣然接受无责任人的灾难和责任感的普遍丧失。
- 积极责任的观点：
  - 可以将责任分摊给软件开发团队、设计者等。也许没有唯一的责任者，开发者们仍然负有责任。

# 积极责任与消极责任

- 在所有可能的关系中都存在两种责任：  
（对于专业责任而言，这两种积极责任都必不可少）
  - 一种积极责任是以技术为基础；
  - 一种积极责任是以价值为基础；
- 大多数伦理准则中都会谈到：计算机职业者对
  - 其他专业人员
  - 对客户或雇主
  - 对整个社会的责任。





# 积极责任的好处

- 责任不只是责备
- 对过去：
  - Fred Consultant有义务会见职员，了解他们所需要的用户界面结构。
- 对未来：
  - Fred Consultant应吸取教训，防止开发类似系统的失误。

# 应对逃避责任

- 积极责任：
  - 规避道德中立避责办法
  - 或玩忽职守的避责办法
- 广义的责任观
  - 应对分散责任的避责办法。
- 计算机技术作为一种专业，在其成员之间必须就计算机专业的目标、目的和思想观念达成共识：
  - 一个是技术层面的；
  - 一个是道德层面的；
- 计算机执业者有责任遵守本专业良好的标准和操作规程。

# 广义的责任观

- 专业人员除了承担积极责任所规定的责任，还要承担另一层责任：
  - 专业人员对受计算机产品影响的人们负有“更高程度的关怀”；而不是“适当关怀”。
  - 不完善的界面符合合同规定的要求，但不符合用户的要求；
  - 计算机专业人员对客户、用户以及纳税人都负有责任。
- 整合了道德责任和伦理价值，更好地推动计算机的发展。

Thank You