“欧盟工业风险降低集成系统（IRIS）”介绍

吴梦喜
（中国科学院力学研究所，北京，100190）

摘　要：“欧盟工业风险降低集成系统（IRIS）”是欧盟 FP7 科技计划项目，旨在将欧盟各个行业风险管理零散的现状，整合成一个全面系统的风险控制方法，建立不同行业之间相关事务的共享平台。本文介绍了项目的立项背景，目标、内容及其焦点问题。

关键词：风险；灾害；工业；事故

1　立项背景

IRIS 是欧盟第 7 个科技框架计划项目(FP7)，旨在将欧盟风险感知和管理各个行业零散的现状，整合成一个全面且系统的风险控制方法。建立不同行业风险相关事务管理的共享平台，发展并应用相关技术，全面降低欧盟主要行业的事故率和成本。IRIS 项目由 14 个欧盟国家的 33 个单位（工业部门、工程咨询与技术开发公司，研究单位、高校），俄罗斯、印度各一家单位和中国科学院力学研究所，通过签署联盟协议组成合作联盟。另外有加拿大渥太华大学、日本东京大学和美国斯坦福大学和 Drexel 大学四家通过分包协议参与其中。项目为期 42 个月（2008.10－2012.4），总经费近 3000 万欧元，其中工业部门给予 1 / 3 的经费支持。

欧盟工业风险评估与管理的现状具有方法多样和途径零碎的特征。回顾这些由已有知识和技术驱动与限制产生的多种工业风险与安全的范例，基于工业驱动的研究开发的变革是需要的。如图 1 所示，欧盟高度发达的工业之中，其重大事故降低已经处于停滞不前的状态。为了一个更具竞争力的工业和更多风险预知的创新社会，目前欧洲工业界已经认识到需要重新考虑风险与安全政策。因而旨在确定、量化和减轻已经存在和新兴的风险来创造社会成本效益、增加工业安全，减小风险对人民健康和环境冲击的大型合作项目——欧盟工业风险降低集成系统（IRIS）被提了出来。

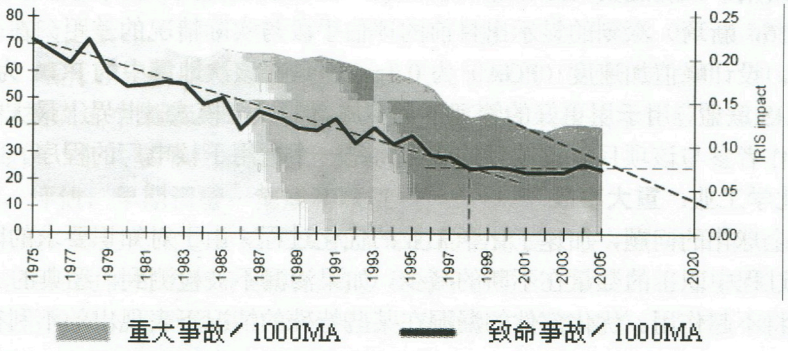

图 1　重大事故的发展(中欧, 高度发达的工业)

IRIS 聚焦于多工业部门的主要风险问题并将其特殊需求转换为综合的基于知识的安全技术、标准与服务。项目基于人员安全优先于降低成本的欧盟政策，集成工业安全的所有方面。通过 IRIS 的创新，发展一个包含紧急风险管理通用模型且适用于欧盟几个主要行业的规范。这个规范可以作为不同行业的风险相关

事务的一个共享平台。

2 研发目标和焦点问题

本项目是应用导向的。项目挑选核工业(SP1)、化工工业(SP2)、建筑工业(SP3)、采矿与环境工业(SP4)、发电工业(SP5)，分别聚焦于人为与自然灾害、主要事故、工人安全、环境灾害和材料循环等 5 个方面的问题。世界领先的一些工业企业（世界最大的原子能设施营运商 EDF，在化工界安全记录最好的世界最大的基本化学品供应商 DOW Deutschland，目前世界最大的隧道建筑工地 BRENNER BASIS TUNNEL，欧洲最大的矿业企业之一 KGHM CUPRUM，欧洲第二大发电商 RWE ）参与该项目并允诺大幅度提高工业安全。

项目分为 8 个子题，SP1～SP5 为 5 个工业方面，SP6 为风险管理，SP7 为在线监测系统、SP8 为基于风险的设计和运转。

2.1 总体目标

总体目标是获得：（1）先进的风险评估与处理的集成方法；（2）基于新知识的安全概念；（3）总的工业安全系统与网络；（4）风险识别与降低的新知识与技术；（5）在线监测与决策支持系统；（6）模式识别与信号处理新技术。

2.2 焦点问题

所关注的焦点问题包括以下几个方面

2.2.1 SP1 核工业：人为灾难和自然灾难

核工业的风险管理理念是“深度防卫”。所有能想到的风险都要准备后援。对于地震和恐怖袭击等风险，还没有找到合适的后援。典型的概率风险评估（PHA）是标准的程序，它在决策树上模拟所有可能出现的情况。90 年代以来的地震已经大大改变了风险评估方法。应考虑的地面峰值加速度（PGA）几乎增加了一倍，这使风险评估程序出现了新的问题。近期在日本（柏崎）和美国（西哥伦比亚），对地震对核工厂的影响进行了测量，发现工厂的响应与期望不一样，尤其在较高的频率区，近场事件中也发现了同样的结果。为了执行合适的风险管理，整个程序在观念上需要被重新设计并且需要有适当的研究工作支持。一个有前途的方法是应用在其他领域知名的条件贝叶斯更新（Conditional Bayesian Update）过程。这将显著改进整个风险链的结果。该课题要关注全球的核工业，已经被 IAEA（国际原子能组织）所认可。近期日本的地震（2007.7.16，新琦）深刻的显示出目前的评估手段与实际情况的差距。在 Kashiwasaki 的世界上最大的核能发电厂，设计峰值加速度（PGA）为 0.3g，但是在该次地震中的 PGA 为 0.67g。该发电厂的检查结果可提供给 IRIS 联盟，用于用更好的管理工具实施新的风险模式。世界上最大核电厂的运营商（法国电力公司）作为合作者参与该项目。该项目的成果将是一个适用于核电厂的程序。

2.2.2 SP2 化学工业：重大事故

市场的压力和全球化的问题，加速了化学工业的优化过程。由于对知识要求的降低，同时受益于人工监测系统，在这个过程中职工的数量在不断的减少。如果渗漏不被检测到，经典的“破坏之前渗漏”（leak before break）观念将不起作用。优化部件的漏洞在某些特殊的情况下表现出的不利行为很难识别，因而可能导致重大的事故。

便于增加风险意识和预警一种创新的安全模式是必要的。从其他行业中借鉴的跨行业技术将大大提高检测和预警能力。系统必须联机运行并在长期评估和决策支持系统下工作。当一些事件互相影响时，重大事故将会发生。综合早期预警系统需要能够在重大事故发生前检测到单一的异常。世界上最大的化学工业德国陶氏化学（DOW）作为合作者参与 IRIS 联盟。

2.2.3 SP3 建筑工业：工人安全

建筑是一个很少有重复的过程，每个现场都是一个原型，因此风险难以确定和量化。现行的标准仅仅是针对最坏的情况，在本质上既不现实，也不经济。一个更好的结构化风险程序将会更有竞争力。建筑业的运作是低利润的，业务上小的改进将会产生重大的经济效益。另一方面，建筑业的工人相比于其他行业，有着最高的伤亡风险。因此风险评估和量化程序必须灵活。应该使用传感器收集安全环境的信息。每个工人都应该配备嵌入式传感器并将可能的危险传输到基于决策支持系统（DSS）的计算机，该系统一旦发现危险，能发出警报。在这个课题上有很多应用的实例。欧洲建筑业的两个主要单位参与了 IRIS。一个是希腊的 EGNATIA Odos，它目前正在建筑欧洲最大的高速公路以及世界最大的铁路隧道——意大利和奥地利边境处布伦纳基础隧道（BBT ）。

2.2.4 SP4 矿业工程：环境灾难

尾矿池、垃圾填埋场和废物储存带来的风险问题多年来众所周知，尤其是作为土坝稳定性的问题，国际大坝委员会（ICOLD）针对这一问题编写了一系列的公告。对于自然和人为环境，受到各种随机的外部因素的影响，如降雨，洪水，地表地质矿床（岩石和土壤）的构造运动，地震。这些影响加上和采矿相关的活动，将是非常复杂的。IRIS 项目提供两种基本的尾矿池安全评估途径：

（1）包含解析方法和测量技术的途径，这将给由于自然和人为的危害导致结构不稳定而产生的普遍的问题进行风险评估；（2）解析方法和测量技术组合的途径，用于环境风险评估。对于土壤/水的可能污染，按照欧洲规范，即 96/61/EC（综合污染预防与控制）和 99/31/EC（垃圾填埋场的垃圾）。波兰、罗马尼亚、西班牙的主要的采矿工业都将参加这个子项目。

2.2.5 SP5 能源领域：材料生命周期

使用化石燃料的发电厂在过去的 80 年里，蒸汽温度一直保持在 540℃，现在提高到了 700℃，需要新的材料。3 个蠕变阶段（初期，运行期，最终破坏期）的在线监测希望能提供准确干预时间点。这将大大改善该行业的风险管理。最近 6 名工人在管道维修作业中由于意外的管道破裂死亡。为了避免这类事故的发生，将定期（6-10 年）用常规方法在随机挑选的区域进行检查。系统必须涵盖这个复杂的结构而不仅限于随机部件的检查。取代目前做法的预期结果是允许合适的非破坏性的状况评估方法。这将避免致命的意外并使这一过程更加经济。欧洲最大的化石燃料发电厂的运营商，即德国 RWE 公司，作为合作者参与 IRIS 项目。

2.2.6 SP6 风险管理：新的安全规范

IRIS 的主要创新在于集成了欧盟不同工业领域若干风险管理的方法。这种集成将包括：a）风险变量（风险和风险因素），b）风险评估方法及工具，c）风险监测仪器。在考虑到以下内容时，这样的集成是可行的：a）多种风险和风险因素在不同工业领域是相同的（例如安全风险），b）几种技术对于不同领域的风险分析都能适用，c）略有差异的同种方法论适用于风险管理的工业领域之间，如识别，分类，评估，监测，消减。IRIS 项目提议这个集成，同时也是一项关于科学成果和技术突破的挑战，并利于欧盟工业，因为它会为风险管理提供一个共享平台来促进工业领域之间的协作。

2.2.7 SP7 监测，评估，早期预警：集成和联机

为了更好的管理风险，得到的信息会被集成到强有力的信息易于使用的决策支持系统（DSS）中。DSS 生成的信息和决策毫无疑问的被传达到计划执行者以及每个在位的工人。这将由 IRIS 开发的一个新的通信系统完成。当前普遍应用的静态监测系统由整合到工人安全服中的移动单元支持。而且，为了信息的快速压缩，移动单元被开发为由地面和空中的远程控制单元组成。

2.2.8 SP8 风险指引设计与操作——条件与认知

关键设施的开发会大大有助于统计数据的收集、有助于对控制的物理联系以及工业过程中的变异性的认识。一个创新的基于风险告知与风险管理的设计将成为可能。风险管理将成为未来工厂设计程序中不可分割的部分。所设计的监测、控制和通信特征将极大提高效率。只有通过真正的集成方法，高度发达的欧

洲工业风险管理才能够转移到新一代。

2.2.9 示范

示范是IRIS的关键组成部分。新技术在应用之前需要进行示范。高度发达的欧洲工业目前似乎处于技术发展停滞不前的状态。尽管如此，现有的科学技术依然可以提高当前的生产活动，为根本性的突破建立基础。因此，示范的概念包括：

（1）早期的示范活动，展示先进的现行实践

（2）创新的示范活动，表现为新的IRIS方法论

3 项目对我国的启示

本项目的理念、技术和方法论不但适用于欧盟，也同样适用于我国。欧盟科技界与工业界共同承担课题，科研与应用紧密结合的模式，值得我们借鉴。