

比较不同能源危险:方法和问题

选定正确研究途径

YOSHIO MATSUKI 和 RUSSELL LEE

能源系统的比较危险评估基于两个基本概念。一个概念是定量或定性地描述不同危险源的健康影响、环境影响和其他影响指标。另一个概念是把这些影响与一些标准作比较,以便写成能源决策者能够有效利用的报告。

本文简要介绍事关电力生产的能源系统比较危险评估过程所涉主要因素。特别强调了决策过程必须处理的一些主要问题。

研究方法和目标用户。

许多环境影响评估使用的都是定性方法,试图详尽地描述可能的影响。相反,定量方法虽然可以提供更为透明的比较,但许多问题是不能定量的。因此,定量方法总是设法以最大的可能描述影响。

定量方法在最近几年有所发展,将给能源系统的比较评估带来更高的透明度,并且促进这种比较评估。因此,对评估健康和环境影响更加有用。

应该记住,比较评估的目标用户是向决策者提交报告的专家。一种决策过程是能源政策制定。能源政策制定者在制定电力供应和需求管理方面的国家政策和(或)一个公司的政策时,要比较各种可供选择的方案的影响。在这种场合,政策制定的主题可能是增加现有国家电网的发电容量、电力公司资源的系统运作,或国家一级能源政策的改变。能源政策制定者,可以是政府官员和(或)电力公司官员。

另一种决策过程是监管机构拟定标准和(或)准则。监管者在制定可能引起环境和健康影响的污染物允许排放标准 and 准则时,能够从对可供选择条例的影响的定量评估中受益。

方法。许多比较危险评估研究都遵循一套方法,包括若干步骤。第一,从所论能源燃料链中各种活动入手追踪事件的发展途径。第二,评估污染物的排放及其浓度在

周围环境中的变化。最后,确定这些浓度导致的扩大影响。

许多研究还对这些影响的代价进行了估计。所用方法称为“影响途径方法”或“损害函数方法”。由于对上述评估步骤的每一步要进行逐个分析,因此这套方法增加了评估过程的透明度。

在确定影响途径时,分析者必须区分各种术语——排放、浓度、影响、损害,以及“外在因素”的程度。(见下页方框。)

排放是指发电厂或燃料链中某个其他源项污染物的排出。广义地说,排放包括任何滞留效应,例如风轮机的噪声、发电厂的存在,或土地使用方式变化造成的侵蚀方面的变化。就许多污染物而

Matsuki 先生是 IAEA 核装置安全处职员, Lee 先生是美利坚合众国橡树岭国家实验室能源与环境分析中心主任。

区分有关术语

以下数例说明排放、浓度、影响、损害,以及外在因素之间的区别

排放物	浓度变化	影响	损害	外在因素
CO ₂	大气中 CO ₂ 浓度增高	影响的估计是不严谨的,但认为要包括:海岸生态系统和人类生存环境的变化;农业生产的变化;和水灾及旱灾更加频繁可能引起的饥饿。	影响的经济代价。	在大多数国家,这类损害都未被内部化;因此,所有这类损害都是“外在因素”。
SO ₂	例如,硫酸盐形成、扩散、浓度发生变化。	由于吸入硫酸盐引起的呼吸系统问题,使发病率和死亡率增高。	发病率和死亡率预期增高的经济代价。这个代价包括生活质量降低或损失——不只是医疗费用和损失的工资或生产率。	在未将这类损害内部化的地区,外在等于损害。在美国,由于 SO ₂ 排放许可交易,这类损害的一部分虽未确定但已内部化。
核电厂事故事件中的放射性核素	这些放射性核素的浓度变化,可能扩大到数千公里。	某些肿瘤的发病率和造成的死亡率可能增高。	癌预期增加的经济代价。	例如在美国,通过 Price-Anderson 法(保险),这类损害的一部分可被内部化。
风轮机的噪声	在靠近风场的地方,噪声水平有变化。	对听觉有不良影响。	有些人表示愿意,例如通过靠近风场土地的不动产价格,为避免噪声付钱。	所有这些经济损害都是外在因素,因为现在没有任何使其内部化的市场机制。
由水坝引起的瀑布流量降低	由水坝引起的瀑布流量降低(与“排放”等同)。	瀑布的观赏美学价值降低。	美学价值降低的经济代价。例如在有一项有关个人支付意愿的附带评价研究中曾做过估计。	这类损害,都未内部化;因此,这类损害现在都是外在因素。

言,它们在排放过程中会发生种种化学反应,或从排放源扩散到附近甚至很远的地方。这个扩散过程会改变污染物的浓度,使其高于它们在没有发电活动时的水平。受这些污染物变化影响的人群、生态系统和基础设施(例如建筑物和公路),可能受到某些损害影响的危险较大。

在许多场合下,这些影响能够以经济术语表示。一个术语是“损害”,另一个术语是“外在因素”。损害是与一个实体影响相联系的全部

经济代价。

在某些场合下,这类损害在电力市场或燃料市场中没有反映。在这种场合下,它们被认为是外部成本或“外在因素”。因此,损害的一部分是外在因素。这个部分的大小将取决于市场、保险和监管条件,在多大程度上明确地考虑这类损害。

例如,在“影响途径方法”中,SO₂ 排放的损害包括与发病率和死亡率预期增加相应的经济价值。在 SO₂ 排放许可能够交易的情况下,

这类损害的某些部分被内部化,而未被内部化的部分便是外在因素。不过,在没有将这类损害内部化的地区,外在因素等于损害。

其他类型的方法也经常使用。例如,寿命循环分析、寿命循环成本计算,和生态学风险分析也是能提供评估过程透明度的另一些常用方法。在这些方法中,侧重点是各不相同的。

同样也可以建立一些经过简化的,对于较为一般性的“筛选”分析(在这种分析

中,细节不太重要),和在数据或资源很有限的情况下有用的方法。

指标。健康和环境影响的各种指标,都能够用于比较。一般来说,很可能有一些因排放而致的途径和终点。这些终点是影响的指标。在这方面,所选的指标可能有赖于比较方法的选择。当选定多个影响指标时,比较过程会变得复杂。因此,更可取的方法是选择优先影响进行重点比较。

影响的主要指标是特定效应的评估结果,例如,死亡率增高,对树木造成的损害,以及呼吸系统疾病发病率的增加。其他指标往往是这些效应的资料丰富的替代指标,尤其是当这些效应难以直接估计时。污染物排放量(例如,二氧化硫的排放吨数)是一种间接指标。不过,必须认识到间接指标只有在特定情况下被证明是好的替代指标,否则不能被普遍利用。

能源分析家之间,经常就集成健康指标问题展开讨论。虽然还未就其使用达成任何共识,但“损寿年数”正成为评估死亡率影响的一个普遍使用的指标,而“损失工作人·日数”正成为评估发病率影响的指标。

一些分析家支持综合健康指数之类的更集成的指

标,而另一些分析家则反对这种办法,原因是通过集成过程,详细的信息可能会丢失。

关于用货币评估方法导出的指标的有效性的讨论也在进行之中。一种观点认为,只有可买卖的东西才具有经济价值。另一种观点是,货币评估与使用加权因子相近似(即进行公平交易)。无论如何,有些情况下,如本研究工作正在确立的决策过程需要货币评估结果(例如成本的内部化)时和有效的货币价值被视为是影响指标时,货币评估是适用的。

货币评估的问题在于很难衡量每种事物的货币价值。例如,干扰稀有鸟类栖息地的生物多样性问题。另一个例子是,在经济状况不同和社会价值不同的国家里,使用不同的货币价值来衡量影响。

问题。分析家们在着手进行一项比较危险评估时,必须弄清楚若干问题。(见第13页方框。)这些问题包括:确定评估的时间和空间边界;评估未来的影响;把全球变暖纳入比较中;处理不确定度和伦理问题。

边界需要按照与评估目标一致的原则确定。在这个问题上,存在着几种观点。例如,在许多场合下,燃料链中那些不处于评估国家边界之

内的环节就没有包括在评估的范围中。不过,当来自外国的排放能够导致全球影响(例如CO₂排放)时,这些影响一般应该包括在评估范围之内。一国边界之内进行的、可能导致别国受到影响的排放,一般亦应考虑在内。进行这类评估时所遇到的困难,与确定以下诸项有关:污染物的扩散;与危险物质的接触;本底水平;在其他国家的剂量-效应关系;和采用货币评估时,在不同国家中影响的价值体现。

重要的是,要比较来自核和化石燃料链的放射性和非放射性排放的长期健康效应。不过,化石燃料链的有毒排放物和废物的长期健康影响,到目前为止都还未用严格的方法进行过评估。

未来健康影响的贴现,是需要考虑的另一个问题。贴现率通常用来把未来的损益调回到它们现在的值,然后在“拉平”的基础上表示这些损益。一些分析家利用0%到10%的贴现率,来显示结果对所选贴现率的敏感性。

以何种方式在比较危险评估中考虑全球变暖问题,是许多次讨论所研究的问题。最新的研究虽能够证明对不同燃料温室气体排放的估计是合理的,但是导出预计因这些排放造成的全球变

能源系统比较评估中的主要问题概要

问题	有关研究方法的建议
目标用户	目标用户是将向决策者提交报告的专家。
决策过程	类型包括：能源政策制订；和标准和（或）准则的拟定。
政策制定主题	增加现有国家电网的发电容量；电力公司资源的系统化运作；或能源政策的改变。
确定边界	确定：环境扩散；与危险物质的接触；本底水平；在其他国家的剂量-效应关系；和不同国家中影响的价值体现。
集成健康指标	尚未达成任何共识。可能的集成指标是：针对死亡率影响的“损寿年数”；和针对发病率影响的“损失工作人·日数”。环境影响指标方面未达成任何共识，尽管许多指标在使用中。
货币评估	尚未达成任何共识。一种观点认为，货币评估只应在出现财务成本时使用。另一种观点是，只要在诸项选择之间能够进行公平交易，它就可以使用。
货币评估中的伦理问题	很难衡量所有事物（例如生物多样性问题）的货币价值，很难在不同国家里使用货币价值来衡量影响。
长期健康效应	化石燃料链的有毒排放物和废物的长期健康影响，需要加以评估。所用贴现率从 0% 到 10%。
全球变暖	一些国际组织如政府间气候变化小组（IPCC）的建议更为可取。
确定不确定度的方法	分析家的主观评估（例如低、中或高精密度）；估计用积累概率函数的蒙特卡洛生成方法；和使分析家能够系统化地描述数据中不确定度的方法。

暖产生的健康影响和环境影响的定量估计显然较成问题。一些国际组织尤其是政府间气候变化小组（IPCC）的共同意见，是对气候变化影响的相当合理的评估。

许多分析家已经就不确定度如何分析和在研究中如何体现做出过说明。不过问题仍然是，这个主题是否在用适当的方法进行处理。

伦理问题也是众说纷纭

的重要问题。当与健康影响相比较来评估环境影响的货币价值时，伦理问题就特别重要。

一些人可能认为，从伦理上说，以货币价值体现环境影响比体现健康影响要容易。不过，许多生态学家会认为，以货币价值体现生态系统同样是成问题的。因此，由于可能造成的影响背景复杂、范围广，在估计不同类型影响的价值时，很难令人满

意地处理伦理问题。

总之，分析家们在对发电系统进行比较危险评估中，必须解决一系列问题。

为了在这一过程中向他们提供帮助，IAEA 在其涉及此领域的机构间活动框架内，已编写了一份技术报告，题目为“发电系统的健康和环境影响：比较评估方法”。

这份 IAEA 报告更为详细地介绍了本文提到的那些方法和问题。

