



电力转移与分配领域环境、健康与安全指南

前言

《环境、健康与安全指南》（简称《EHS指南》）是技术参考文件，其中包括优质国际工业实践（GIIP）所采用的一般及具体行业的范例。¹。如果世界银行集团的一个或多个成员参与项目，则应根据这些成员各自政策和标准的要求执行本《EHS指南》。本《EHS指南》具体针对森林采伐行业，应与《通用EHS指南》共同使用，后者提供的指南针对所有行业都可能存在的EHS问题。如果遇到复杂的项目，可能需要使用针对多个行业的指南。在以下网站可以找到针对各行业的指南：<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

《EHS指南》所规定的指标和措施是通常认为在新设施中采用成本合理的现有技术就能实现的指标和措施。在对现有设施应用《EHS指南》时，可能需要制定具体针对该场所的指标，并需规定适当的达标时间表。

在应用《EHS指南》时，应根据每个项目确定的危险和风险灵活处理，其依据应当是环境评估的结果，并应考虑到该场所的具体变量（例如东道国具体情况、环境的吸收能力）以及项目的其他因素。具体技术建议是否适用应根据有资格和经验的人员提出的专业意见来决定。

如果东道国的规则不同于《EHS指南》所规定的指标和措施，我们要求项目要达到两者中要求较高的指标和措施。如果根据项目的具体情况认为适于采用与本《EHS指南》所含规定相比要求较低的指标和措施，则在针对该场所进行的环境评估中需要对提出的替代方案作出详尽的论证。该论证应表明修改后的指标能够保护人类健康和环境。

适用性

除从变电站为居民区、商业区和工业区配送电力方面的信息外，电力输配 EHS 指南还包括了电厂与电网内变电站之间电力输送方面的信息。附件 A 对各种工业领域活动进行了总结。本文件由以下几个部分构成：

- 1 具体行业的影响与管理
- 2 指标与监测
- 3 参考文献和其他资料来源

¹ 定义是：熟练而有经验的专业人员在全球相似情况下进行同类活动时，按常理可预期其采用的专业技能、努力程度、谨慎程度、预见性。熟练而有经验的专业人员在评估项目可采用的污染防控技术时可能遇到的情况包括（但不限于）：不同程度的环境退化、不同程度的环境吸收能力、不同程度的财务和技术可行性。



附录 A 行业活动的通用描述

1 具体行业的影响与管理

本章概述电力转移与分配行业在建设与管理阶段的 EHS 问题，并提出如何对其进行管理的建议。关于如何管理大多数大型工业活动建设阶段和报废阶段各种常见 EHS 问题的建议包含于《通用 EHS 指南》。《通用 EHS 指南》涉及到的各种影响包括：

- 建设地点产生的废弃物；
- 材料供应区与地点准备活动中的土壤侵蚀与沉降控制；
- 逸散性灰尘与其他排放（如车辆交通、土地清理活动以及材料存储产生的排放）；
- 重型设备与车辆交通产生的噪声；
- 重型设备操作与加油等活动产生的潜在有害材料与燃油泄露。

1.1 环境

各工业领域内电力传输与配送系统建设期间具有的环境问题包括以下方面：

- 陆地生境变化
- 水生生境变化
- 电磁场
- 有害材料

陆地生境变化

建设并维护输电线路的通畅，特别是在有树木的地方建设与维护输电线路可能会造成陆地生境的变化或破坏，包括对鸟类物种产生的影响，同时还会增加森林火灾风险。

建设输电线路¹

根据现有植被特点、地貌特征和输电线路的架设高度，输电线路的建设活动可能会使生境发生变化。建设活动造成的生境变化包括使森林生境发生断裂；野生动植物生境丧失，包括筑巢生境丧失；引入外来入侵植物物种；并且由于机械、建设工人、输电塔及相关设备的存在还会造成外观和听觉方面的影响²。

在建设输电线路期间，建议采取以下措施来预防并控制对陆地生境产生的影响：

- 在适当情况下，通过使用现有的输配电设施与交通走廊，以及现有的道路来现场输配电，利用道路、输电线、输电塔和变电站来避免对重要生境产生影响¹；
- 在现有植被之上架设输电线路，不对土地进行清理；
- 避免在繁殖期和其他敏感季节或一天中的敏感时间开展建设活动；

¹ 在某些国家也称作“通行权”或“地役权”，但在这些指南中统称为输电线路（建设输电线路）。

² 输配项目建设造成的陆地生境变化可能还会为野生动植物带来好处，如会为某些物种创造筑巢、抚育和觅食生境；为有蹄类动物和其他大型哺乳动物创造通行与觅食通道；为生活在输电塔和相关基础设施上方的大型鸟类提供筑巢和栖息机会等。美国加州的能源法案（2005 年）。



- 在受干扰的地区重新种植当地植物物种；
- 在例行的植被维护工作中，清除入侵植物物种（见下面有关输电线路权维护部分的说明）；
- 按照《通用 EHS 指南》中相关部分的说明对建设地点活动进行管理。

输电线路权的维护

必须定期对输电线路权范围内的植被进行维护，以免对架空的输电线路和输电塔造成破坏。在输电线路权范围内，不受限制的树木生长和植被的聚积可能会造成很多影响，这些影响包括输电线路和输电塔与树枝和树木的碰触、森林火灾与灌木起火、钢设备腐蚀、设备堵塞、主要地面设备干扰等原因造成的电力储运损耗。

除了进行手工清理和使用除草剂外，通过定期维护输电线路权来控制植被的过程可能还会涉及到使用机械方法，如割草机或修剪机，这些机械可能会对野生动植物及其生境造成影响。植被管理不会清除掉所有的植物，但是要把树木和植物生长对基础设施产生的负面影响控制在经济上可承受的范围之内。过度进行植被维护可能会过多地清除植被，而且还要接着进行补种，会增加引入入侵物种的风险。

建议采取以下措施来预防和控制输电线路权范围内进行植被维护产生的影响：

- 实施综合性植被管理措施（IVM）。输电线路权植被管理的常用方法是有选择地清理掉高大的树种，鼓励种植低矮的草类和灌木。基于环境与地址方面的考虑，比如对不在预定目标范围内的潜在影响以及对濒危和受威胁的物种带来的危害等，以此来选择其他的植被管理方法；²
- 在适当情况下，清理掉入侵植物物种，种植当地植物物种；
- 合理安排活动时间，避开极危或濒危野生动植物物种的繁育与筑巢季节；
- 遵守生产商的机械与设备使用说明来使用机械和设备，并且要遵守有关噪声、燃油泄露预防与应急反应的程序；
- 避免在河岸地区进行清理；
- 避免在河道附近使用机械设备。

采用综合性植被管理措施可能意味着要优先使用除草剂来控制输电线路权范围内生长过快的植被。在这种情况下，要对以下的除草剂使用、存放、处理指南进行考虑：

如果经批准可以使用除草剂（在这一领域内，除草剂是最常用的杀虫剂），那么要对除草剂的使用进行管理，避免扩散到范围之外的土地或水环境中（见有害材料部分的杀虫剂内容）。

森林火灾

如果不对下层植被进行控制，或者在日常维护中不进行彻底清理，那么在输电线路权范围内就会堆积大量的易燃物质，可能就会引发森林火灾。

建议采取以下措施预防和控制森林火灾风险：

¹ 对因相互感应原因可能造成与电信线路和铁道的电干扰情况进行考虑。

² 可以用使用重型动力设备的割草机来控制地被植物的生长，并防止在输电线路权线路权范围内生长树木和灌木。与割草机配合使用除草剂可以控制生长较快的杂草，这些杂草生长速度较快，高度可能会超过那些允许在输电线路权范围内生长的植物。可以在输电线路权的边界上对植被进行修剪，维持走廊的宽度，并预防树枝的侵扰。在劳动力充足的情况下，可以对建筑物、溪流、栅栏以及其他障碍物附近的植被进行手动清理，因为在这些地方难以使用机械或使用机械具有危险性。



- 根据火灾风险情况对输电路权范围内的植被进行监测；¹
- 对具有高度危险性的易燃堆积物质进行清理；
- 缩短维护时间、大力清理，并采取其他措施来避免森林火灾的发生；
- 用卡车把维护过程中清理出来的废弃物运走，或通过控制燃烧进行处理²。采取控制燃烧措施要符合相关的燃烧规定，达到对灭火设备规定要求，并且一般要由值班人员进行监控；
- 在输电路权范围内或附近种植耐火物种，并进行管理（如阔叶树）；
- 利用不易燃的材料或空地形成易燃物隔断网，在发生火灾的情况下减缓火势的蔓延，并为灭火工作提供方便。

飞禽与蝙蝠的碰撞与电死情况

输电塔和电线杆都比较高，并且都在传送电力。鸟类和蝙蝠可能会与输电塔和电线杆发生碰撞，从而对鸟儿和蝙蝠产生潜在的致命风险³。当输电塔与电线杆位于飞禽的飞行路线或迁徙走廊内，或者鸟儿们在夜间成群飞行，或者在光线较暗的情况下（如在大雾天气下），就有可能发生大量飞禽与输电线路碰撞的现象⁴。另外，鸟儿和蝙蝠与输电线路发生碰撞后还可能引发断电与着火的情况。

建议采取以下措施预防和控制并减少飞禽和蝙蝠与输电线路发生碰撞、触电死亡的情况⁵：

- 对输电走廊进行调整，避开重要生境（如筑巢地、鹭群栖息繁殖处、白嘴鸦群居地、蝙蝠觅食走廊以及迁徙走廊等）；
- 在带电部件与接地元件之间保持 1.5 米（60 英寸）⁶的间距，如果没有足够的空间，则要对带电部件和元件进行遮蔽覆盖；
- 通过安装更高的电线杆、绝缘跳圈、妨碍性的电线杆威慑物（如绝缘的“V’s”），改变导线的位置或使用鸟类保护罩等方法对现有电力输配系统进行改造⁷；
- 在敏感地区考虑安装地下电力输配线路（如在重要的自然生境内）；
- 安装能够提高可见度的物体，如标记球、鸟儿威慑物，或风车等⁸。

水生生境变化

建设电力输配线路和相关的道路与设施可能需要穿过水生生境建设走廊，这可能会对水道

¹ 例如：加拿大卑诗输电公司（BCTC）设有野生动植物风险管理系统（WRMS），该系统对各种野生动植物风险进行了分类，并提供了多种相应缓解措施。见（布莱克威尔等人 2004 年的调查研究）。

² 只有在对潜在的空气质量影响进行考虑，并符合当地空气质量要求的情况下，才能进行控制性燃烧。

³ 在以下三种情况下，鸟儿和蝙蝠与输电线路接触会被电击致死：1）同时接触一根带电电线和一根不带电电线；2）同时接触两根带电电线；3）同时接触一根带电电线和任何通过地线连接到地面以下的电线杆或输电塔设备。猛禽保护电视集团（Raptor Protection Video Group）（2000 年）。

⁴ 较大的鸟类物种（如鹰、猎鹰、猫头鹰、秃鹰、鹤、白鹭、大乌鸦等）由于翼幅较宽，在飞行途中尤其可能同时接触到两根电线或带电物体。安德森（1991 年）。

⁵ 其他方面的信息由飞禽电线干扰委员会（2005 年）与美国鱼类及野生动物服务组织（2005 年）提供。

⁶ 曼维尔（2005 年）。

⁷ 加利福尼亚能源委员会（2005 年）。

⁸ 几项调查发现，安装预防鸟类停留的风车可以提高电线的可见度，并且可以大量减少鸟类与电线发生碰撞的情况。根据克劳德与罗德的调查研究发现（1999 年）。



与湿地造成破坏，因而需要对河边的植被进行清理。另外，建设活动造成的沉降与腐蚀，以及雨水形成的径流可能还会增加地表水道的浑浊度。

建议采取以下措施来预防并控制对水生生境的影响：

- 适当选择输电塔与变电站的建设地点，避开重要的水生生境（如水道、湿地与河边地区）、鱼类产卵生境和重要的鱼类越冬生境；
- 如果必须穿行河道，则利用净跨距桥梁、底端开放式涵洞或其他核准方法来保护鱼类的游动生境；
- 尽量减少对河边植被的清理与破坏；
- 按照《通用 EHS 指南》中相关部分的规定对建设地点的活动进行管理。

海洋生境变化。

进行跨海电力传输可能需要用到海底输电电缆。在不能应用传统技术的情况下，有时候也采用海底电缆来为岛屿和其他地点进行跨水域的高压电传输。安装铺设电缆工作是通过放缆船只和遥控操作的水底车辆来进行的。海洋生境变化产生的主要问题有破坏潮间带植被（如鳗草）、珊瑚礁、包括海洋哺乳动物在内的海洋生物、海底沉降，从而造成水质的浑浊与恶化等。

建议采取以下措施来预防并控制对海洋生境的影响：

- 合理选择海底电缆铺设路线和海滩入口，避开重要的海洋生境（如繁殖地和鳗草）和珊瑚礁；
- 跨越敏感潮间带的生境进行输电时应埋设海底电缆；
- 在有海洋哺乳动物的情况下，对电缆铺设路径进行监测；
- 避免在鱼类与哺乳动物繁殖期、裂冰期和产卵季节铺设海底电缆。

电磁场

电磁场（EMF）是电力设备发射出来在电力设备（如电线和电气设备）周围形成的无形力线。电场是由电压产生的，随着电压的上升，电场强度也会上升。电场强度的测量单位是伏特每米（V/m）。磁场是由于电流的流动产生的，随着电流的加强而加强。磁场的测量单位是高斯（G）或斯特拉（T），1 斯特拉= 10 000 高斯。可以通过导电材料或其他材料对电场进行屏蔽，如树木和建筑材料；而磁场则可以穿过大多数的材料，因此，很难对磁场进行屏蔽。电场和磁场的强度都会由于距离的增大而迅速减小。电力频率EMF一般在 50 到 60 赫兹（Hz）之间，认为这是极低频率（ELF）¹。

尽管公众和科学界很关注暴露在EMF下（不仅仅是高压输电线路和变电站，还有家庭的日常用电情况）可能产生的健康影响，但是，目前还没有实际数据证明接触电力传输线路和设备产生的一般水平EMF会对健康产生负面的影响²。然而，尽管有关对健康具有负面影响的证据

¹ 国家环境卫生科学研究所（2002年）。

² 国际非电离性辐射保护委员会（ICNIRP）（2001年）；国际癌症研究机构（2002年）；美国国立卫生研究院（2002年）；英国国家辐射保护委员会顾问组（2001年）；以及美国国家环境卫生研究所（1999年）。



不是很充分，这仍然足以引起人们足够的警惕¹。

建议采取以下措施对暴露在 EMF 下的情况进行管理：

- 根据国际非电离性辐射保护委员会（ICNIRP）制定的参考水平对公众可能接触到的水平进行评估^{2 3}。平均和峰值暴露水平均应低于 ICNIRP 对《公众暴露》方面的建议水平⁴；
- 考虑为新建设施选择适当的地点，避免或减少公众对 EMF 的暴露。避免在居住区或其他计划内高密度人口聚集区（如学校或办公楼等）或其附近架设输电线路或安装其他高压设备；
- 如果已经确定或预计 EMF 水平会超过建议的水平，则应该考虑采用工程技术来降低输电线路、变电站或变压器产生的 EMF。

这些技术方面的例子包括：

- 采用特定的金属合金进行屏蔽⁵；
- 埋设输电线路¹；
- 增加输电塔的高度；
- 对导线的大小、间距和配置等进行更改。

有害材料

除用于对木制电线杆进行防腐的化学品或产品以及相关的木制建筑材料外，这一领域的有害材料还包括绝缘油/绝缘气（如聚氯联二苯[PCB]和六氟化硫[SF₆]）和燃料。上面的“输电电路权维护”部分已经对使用除草剂来维护输电电路权维护进行了讨论。

绝缘油与燃料

使用经过高度精炼的矿物绝缘油来对变压器进行冷却，并在带电部件之间进行绝缘。变电站和维修站一般会存有大量的绝缘油。也可以用六氟化硫[SF₆]充当配电设备、电缆、管状输电线路和变压器的气体绝缘剂。也可以用六氟化硫[SF₆]替代绝缘油。但是，六氟化硫是一种温室气体，其全球变暖潜力（GWP）远远高于二氧化碳，因此要尽量减少六氟化硫的使用。如果对六氟化硫进行高压应用（电压在 350 千伏以上），则要使用具有低泄漏率的设备（低于 99%）。

在电力输配项目中，可能还会使用并存储车辆和其他设备所需的液化化石燃料。《通用 EHS 指南》中提供了预防并控制有关石油溢漫、应急反应、清理和污染土壤补救等方面危害的建议。

尽管由于对人类健康和环境具有潜在危害，国家已经大规模废止了聚氯联二苯（PCB）的使用，但是这种材料仍然作为一种绝缘流体，被广泛用来进行电力绝缘。建议采取以下措施对聚氯联二苯进行管理：

¹ 美国国家环境卫生研究所（2002 年）。

² ICNIRP 是一个由世界卫生组织（WHO）正式组织建立的非政府组织。该组织根据同行评审的科学资料，包括热效应与非热效应，出版了“时变电场、磁场与电磁场的限制暴露指南”。该标准是根据已经确定具有健康影响的生物影响评估为基础而制定的。WHO 调查的主要结论是：如果暴露水平低于 ICNIRP 国际指南推荐的水平，则应该不会对健康造成影响。

³ 其他信息来自电气与电子工程师学会。见 IEEE（2005 年）。

⁴ 本指南的 2.1 部分提供有 ICNIRP 的公众暴露指南。

⁵ 适用于降低电场的暴露水平，但不适用于降低磁场的暴露水平。



- 对含有 PCB 的现有变压器和其他电力设备进行更换，并保证对受污染的装置进行适当存放、排除污染和处理；
- 进行最终处理之前，更换下来的含有PCB的变压器和设备要存储在带有路缘的混凝土表面上，要能够防止其中的液态成分发生溢流和泄漏。存储区还要有屋顶，以防止出现降雨积水。要使用能够对含有PCB的有害废弃物进行安全运输与处理的设施进行处理²；
- 要按照《通用 EHS 指南》中被污染土壤部分的说明，对发生 PCB 泄漏的设备周围的土壤进行评估，并采取适当的清理与补救措施。

木材防腐

大多数木制电线杆都用杀虫剂作防腐处理，保护电线杆不受昆虫、细菌、真菌的侵害，并预防电线杆发生腐烂。电线杆上使用的防腐剂大多数都是油性杀虫剂，如木馏油、五氯苯酚（PCP）和加铬砷酸铜（CCA）。由于对环境具有毒性影响，因此，某些国家限制使用这些防腐剂。虽然电线杆上使用的防腐剂可能会泄漏到土壤和地下水中，但是，只有电线杆旁边的浓度是最高的，距电线杆约 30 厘米（cm）外浓度就会降到正常水平以内³。最重大的潜在环境影响发生在管理不当的专门木材处理厂。要在适当的工厂内对电线杆进行预先处理，保证其具有化学稳定性，并预防发生泄漏，防止在输电路权上形成表面残渣¹。《锯木和木制品加工业EHS指南》中还提供了其他信息。

建议在使用地点采取以下措施预防并控制木材防腐剂产生的影响：

- 对使用替代性电线杆材料的成本与益处进行评估（如钢制、混凝土和玻璃纤维制电线杆）；
- 考虑使用替代性防腐剂（如铜唑类防腐剂）；
- 对使用过的电线杆进行适当处理。要选择有能力对可能发生化学泄漏的废弃物进行处理的垃圾填埋场。如果需对其进行焚化处理或循环利用处理，则还应该考虑到产生的空气排放，以及化学防腐剂产生的间接产品残留。

杀虫剂

使用杀虫剂是综合性害虫管理(IPM)策略的一部分，属于经过备案的害虫管理计划(PMP)。设计和实施 IPM 策略时，要对以下阶段进行考虑，要优先选择使用其他替代性害虫管理策略，最后才考虑使用合成化学杀虫剂。

替代性杀虫剂使用选择 – 要考虑使用以下替代性杀虫剂：

- 要由接受过杀虫剂鉴别、杂草鉴别和实地调查培训的工作人员负责决定使用何种杀虫剂类型；
- 利用机械式杂草控制、热力除草措施；
- 支持并利用有益的有机体来对害虫进行生物控制，如昆虫、鸟类、螨类，以及微生物菌

¹ 同上。

² 有关这一工业领域 PCB 辨别与管理的完整讨论情况，请参见联合国环境规划署（UNEP）出版的“PCB 变压器与电容器：从管理到重新分类和处理”（2002 年）。请登陆以下网址查询：<http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/PCBtranscap.pdf>。

³ Zagury 等人的调查发现（2003 年）。



剂等；

- 通过提供有利的生境保护害虫的天敌，如适于筑巢的灌木丛，以及其他可供害虫天敌栖息的天然植被；
- 放牧牲畜来管理覆盖的植被；
- 采用机械式控制，如捕捉机、障碍物、光和声音等来杀灭、赶走或抵制害虫。

使用杀虫剂 – 如果经批准可以使用杀虫剂，那么使用者要采取以下预防措施：

- 对使用者进行杀虫剂使用培训，并保证使用者具有相关的认证，如果不要求具有相关认证，则要保证使用者接受过相当的培训²；
- 察看生产商有关最大建议使用剂量的说明，察看关于减少杀虫剂用量而不会影响其使用效果的出版报告，使用最小的有效剂量；
- 按照标准要求使用杀虫剂（如实地观察、天气数据、使用时间和剂量等），并保存杀虫剂日志来记录这些信息；
- 避免使用世界卫生组织依照危害性对农药/杀虫剂之分类建议中列出的 1a 和 1b 类杀虫剂；
- 如果项目东道国在这些化学品销售和使用方面缺乏相关的限制管理规定，或者这些化学品可能会由未经适当培训、没有适当设备或设施的人员进行相关的处理、存放、使用和处置，则还要避免使用世界卫生组织依照危害性对农药/杀虫剂之分类建议中列出的二类杀虫剂。
- 除《斯德哥尔摩公约》规定的情况外，还要避免使用公约附件A和附件B列出的杀虫剂³；
- 只使用经相关权力机构许可、登记并批准生产的杀虫剂，并且要符合粮农组织（FAO）的杀虫剂供销与使用国际行为守则⁴；
- 只使用标签符合国际标准与规范要求的杀虫剂，如符合FAO的杀虫剂良好标签规范修订指南的要求⁵；
- 按照 IPM 程序要求，在控制条件下，选择用来减少意外泄露或溢流情况的应用技术和举措；
- 根据生产商的建议对应用设备进行维护和校准；
- 沿着河道、河流、溪流、池塘、湖泊和沟渠对不进行处理缓冲区进行设置，以保护水资源。

杀虫剂的使用与存放 – 要按照《通用 EHS 指南》中有关危险材料存放与处理的建议，预防在运送、混合和存放杀虫剂过程中发生意外泄漏造成土壤、地下水与地表水的污染。其他建

¹ Lebow 与 Tippie 的调查发现（2001 年）。

² 美国环保署提供有认证计划范例（2006 年），该计划把杀虫剂分为“未分类”或“限制使用”两种，要求按照工作人员保护标准（40 CFR 第 170 部分）对使用未分类农用杀虫剂的工作人员进行培训。而且还要求必须有获得认证的杀虫剂使用者或由获得认证的杀虫剂使用者在场的情况下才能使用限制性杀虫剂。

³ 斯德哥尔摩持久有机污染物公约（2001 年）限制使用以下 POP 杀虫剂：艾氏剂、氯丹、DDT（滴滴涕）、狄氏剂、异狄氏剂、七氯、六氯苯、灭蚊灵和毒杀芬等。

⁴ FAO（2002 年）。

⁵ FAO（2000 年）。



议还包括：

- 把杀虫剂用原始包装存放在专门的干燥、阴凉、无霜、通风良好的地点，要对该地点进行锁闭并采用适当标识，严格限制非授权人员出入¹。不能在存放杀虫剂的地点存放人类或牲畜食物。存储室的选择要考虑是否对土壤与水源具有的潜在污染影响，并且要采取防止泄漏的措施；
- 要由经过培训的人员在通风和采光良好的地方、使用专用设计容器对杀虫剂进行混合和运送；
- 盛放杀虫剂的容器不能用作其他用途（如盛放饮用水）。要把被污染的容器当作有害废弃物，并进行相应处置。要按照FAO的指导方针和生产商的说明，对被杀虫剂污染的容器进行处理²；
- 不要过量购买和存放杀虫剂，采用“先买先用”原则轮流存放杀虫剂，以免出现过期情况³。另外，在任何情况下都应避免使用已经过期的杀虫剂⁴；要按照FAO的指导方针，并按照斯德哥尔摩公约、鹿特丹公约和巴塞尔公约缔约国的要求准备杀虫剂管理计划，计划中要包括防止泄漏、进行存放和对所有过期杀虫剂进行最终处理的措施；
- 对设备冲洗用水进行收集和再利用（如把相同杀虫剂的稀释液收集在一起进行浓缩和再利用）；
- 要本着对环境负责的态度对使用杀虫剂过程中穿戴的保护性衣物进行清洁或处理；
- 为杀虫剂的使用和存放实施地下水供水源后退措施；
- 保存杀虫剂使用和效用记录。

1.2 职业健康与安全

配电工程建设、运作、维护与停止运营阶段的大多数职业健康与安全问题与大型工业生产厂的那些问题相似，这在《通用 EHS 指南》里都有说明。这些影响包括：由于使用重型机械和起重机面临的身体健康危害；跌倒危害；接触灰尘与噪声产生的危害；掉落物体产生的危害；在限制性空间工作引发的危害；接触有害材料产生的危害；以及由于使用工具和机械而面临的电力危害等。

电力输配项目具有的主要职业健康与安全危害包括：

- 带电的电线
- 高空作业
- 电场与磁场危害
- 接触化学品产生的危害

¹ FAO（2002年）。

² 见FAO的《废弃杀虫剂语杀虫剂容器处理指南》。

³ FAO（1996年）。

⁴ 见FAO有关杀虫剂存放的出版物和杀虫剂存放控制手册。FAO杀虫剂处理系列丛书第三册（1996年）。



带电电线

在建设、维护与运作活动中，工作人员可能面临着接触带电电线的职业风险。与带电电线有关的预防与控制措施包括：

- 只能由经过培训和认证的工作人员来安装、维护或修理电力设备；
- 开始工作之前，切断带电输电线路或其附近的电源，并采取适当的接地措施；
- 确保由经过培训的工作人员在严格遵守安全与绝缘相关标准的情况下从事带电电线作业。从事电力输配系统工作的合格或培训人员要具有以下能力¹：
 - 能够对电力系统的带电部件和其他部件进行区分；
 - 确定带电部件的电压；
 - 了解具体带电线路电压的规定最低接触距离；
 - 在电力系统带电部件附近工作或接触带电部件时，确保适当使用专用安全工具，并遵守相关安全程序；
- 除以下情况外，任何未经适当培训的人员都不得接近带电部件或导电部件，
 - 工作人员能通过使用手套或其他认可的绝缘方式与带电部件绝缘；或
 - 能通过适当方式使带电部件地与工作人员和其他任何导电物体绝缘；或
 - 工作人员（在带电作业中）能通过适当方式与其他导电物体隔离或绝缘。
- 如果要求在最短的退后距离内进行维护和操作，则需要在健康与安全规划中对专业培训、安全措施、个人安全设备和其他预防措施等进行明确。（2.2 部分的表 2 提供了工作人员最低安全退后距离的建议）。
- 在输电线路或变电站周围从事与电力输配活动没有直接联系的工作的工作人员，要遵守对挖掘、工具使用、车辆、修剪和其他活动的最低限制距离做出规定的地方法规、标准与指南；
- 只有当带电操作杆的最低距离高于带电部件与接地面之间的距离时，才能适当减少带电操作杆的距离。

高空作业

在从事建设、维护与运作活动时，工作人员在高空作业中可能会碰到相关的职业风险。预防和控制高空作业危险的措施包括：

- 开始工作前检测建筑物的完整性；
- 实施坠落保护程序，包括攀爬技术和采用坠落保护措施的培训；检查、维护并更换坠落保护设备；营救坠落的工作人员等；
- 制定对坠落保护进行百分之百利用的标准（根据活动性质一般要求在工作面上方两米作业时应用，但是有时也延伸到七米）。坠落保护系统要适用于塔式结构和必需的活动，包括上升、下落和点到点的移动等；

¹ 其他详细信息请登陆美国职业安全健康局（OSHA）网站查询：<http://www.osha.gov/SLTC/powertransmission/standards.html>。



- 在塔结构部件上安装固定装置，以便有利于对防坠落系统进行利用；
- 为工作人员提供适当的工作定位设备系统。定位系统的连接件要与所连接塔结构的部件相兼容；
- 为起重设备设定适当的速度、进行适当维护，并对操作人员进行适当培训；
- 安全带应当选用宽度是 16 毫米（5/8 英寸）的二合一尼龙材料或具有相当强度的材料。出现老化迹象之前或明显的纤维脱落之前要对绳索安全带进行更换；
- 进行电力工具高空作业时，工作人员要使用备用（后备）安全带；
- 开始工作前，要对电线杆或建筑结构上的标记和其他障碍物进行清理；
- 要使用符合标准规定的工具包来作为在建筑结构上作业的工作人员的升降工具和材料。

电场与磁场危害

上面的 1.1 部分已经对电场与磁场（EMF）进行了说明。由于经常在电线附近工作，与一般公众相比，电厂工作人员会更多地暴露在EMF环境中^{1、2}。要通过准备和实施EMF安全程序来预防或减少工作人员的职业性EMF暴露量，程序规定中要包括以下方面：

- 确定工作地点可能存在的暴露水平，包括在新项目中对暴露水平进行调查，并在工作活动中进行个人监测；
- 培训工作人员对职业 EMF 水平和危害进行辨别；
- 设立并辨别安全区，以便对预计具有较高 EMF 水平的工作区与公众可以安全接触的工作区进行区分，严禁没有经过适当培训的工作人员进入非安全区；
- 实施行动规划，对于已经超过各个国际组织规定的参考职业暴露水平，从而带来潜在的或已经确认的暴露水平的情况予以处理，如国际非电离性辐射保护委员会（ICNIRP）和电气与电子工程师学会（IEEE）的相关规定³。对监测个人暴露情况的设备进行设置，以在低于职业暴露参考水平（如 50%）的情况下进行提醒。解决职业暴露的行动规划可能包括限制工作人员的暴露时间，如进行轮班工作，增加放射源与工作人员之间的距离，并在适当情况下使用防护材料等。

接触化学品产生的危害

在这一领域里，因为接触化学品而带来的职业危害主要包括：使用用于输电线路维护的杀虫剂，以及接触变压器和其他电力元件的 PCB。

杀虫剂

与杀虫剂相关的职业健康与安全影响与使用其他有害物质具有的影响相似，相关的预防与控制措施在《通用 EHS 指南》中都进行了讨论。杀虫剂具有的潜在接触包括存放、制备和使用过

¹ 一项 1994 年在美国加利福尼亚州洛杉矶市进行的调查显示，电力工作人员接触到的平均磁场强度为 9.6 毫高斯（mG），其他领域工作人员接触到的磁场强度则为 1.7 毫高斯（mG）（S. J. 伦敦等人，1994 年）。

² 尽管在美国、加拿大、法国、英国和几个北欧国家进行的具体工作地点 EMF 接触研究并没有发现 EMF 的职业接触会对健康造成直接的负面影响，但是一些研究表明 EMF 的职业接触和癌症之间可能有一定程度的联系，如脑癌（美国国立环境卫生科学研究所，2002 年），这足以引起公众的注意。

³ 这份指南的 2.2 部分列有 ICNIRP 的职业暴露指南。



程中的皮肤暴露和吸入情况。这些影响的作用可能会在气候条件下有所增强，如在风力作用下可能会增加意外流散的可能，或在高温条件下可能会妨碍个人防护设备的使用（PPE）。

使用杀虫剂的建议包括以下方面：

- 对杀虫剂使用者进行培训，保证使用者具有所需的认证¹，或者如果不要求具有相关认证，则需接受过相当的培训；
- 注意使用杀虫剂进行处理后的时间间隔，再次接触使用了杀虫剂的作物时避免接触到残留的杀虫剂；
- 确保（根据 FAO 和 PMP 的规定）采取相关的卫生措施，以免让其他家庭成员接触到残留的杀虫剂。

PCBs

维修店和其他工厂及活动中可能会接触到PCB或被PCB污染的机械。《通用EHS指南》中提供了包括PCB在内的相关化学品接触建议²。

1.3 社区健康与安全

电力输配线路建设与停止使用过程中产生的社区健康与安全影响与大多数大型工业企业具有影响相似，这在《通用 EHS 指南》中都进行了讨论。这些影响包括建设车辆通行产生的灰尘、噪声和振动，以及由于临时建筑工人的流入产生的传染性疾病。除《通用 EHS 指南》中所列的综合性健康与安全标准外，运作中的电力配送线路和变电站可能产生以下特定行业影响：

- 电击致死
- 电磁干扰
- 视觉影响
- 噪声与臭氧
- 飞机航行安全

电击致死

电力输配线路与电场产生的大多数直接危害是因直接接触高压电或接触与高压电相连的工具、车辆、梯子或其他设备引起的电击致死现象。建议采取以下措施来预防这些危害的发生：

- 利用标志和障碍物（如锁门、安装大门、在输电塔周围使用钢柱，特别是在城市地区），并进行教育/公众安全教育普及，以防公众接触到具有潜在危险性的设备；
- 在输电线路附近安装接地导体物体（如栅栏或其他金属结构），以防发生电击。

电磁干扰

输电线路导线和高压电流产生的电晕可能会干扰收音机的信号接收。一般来说，输电线路

¹ 美国环保署把杀虫剂分为“未分类”或“限制使用”两种。必需按照农用杀虫剂工作人员保护标准（40 CFR 第 170 部分和 171 部分）对使用未分类杀虫剂的工作人员进行培训。并且必须由获得认证的杀虫剂使用者或有获得认证的杀虫剂使用者在场的情况下才能使用限制性杀虫剂。具体情况请参见以下网址：<http://www.epa.gov/pesticides/health/worker.htm>。

² 有关职业 PCB 暴露管理的具体情况可参见 UNEP 的出版物“PCB 变压器与电容器：从管理到重新分类和处理”（2002 年），



和成束导线被用以保证在限制范围外正常接收无线电信号。但是，雨、冰雪或冻雨会快速增加导线上的电晕流动，可能会对输电线路附近居民区的无线电接收产生影响。

视觉影响

电力必须通过电力输配才能从电厂输送到居民区，但是，对当地居民来说，输电线路可能会造成视觉上的不良影响。建议采取以下措施来减轻配电项目具有的视觉影响：

- 对输电线路和输电线路权的地点进行规划时，进行广泛的公众咨询；
- 对因临近输电线路造成的房产价值变化进行精确评估；
- 在确定输电线路地点和设计变电站时，要同时对景观影响和重要的环境与社区特点进行考虑；
- 适当情况下，把高压输电线路设置在人口密度较低的地区；
- 如果必须穿过人口密集区或商业区来输送电力，则必须对输配线路进行埋设。

噪声与臭氧

变压器或具有电晕的输电线路周围经常会产生嗡嗡嗡嗡的噪声，也可能产生具有刺激性气味的气体——臭氧。不论是电线或变压器产生的噪声还是臭氧，都不具有任何已知的健康风险¹。

高压输电线路（400~800 千伏[kV]）产生的噪声较高，超高压输电线路（1 000 kV或更高）产生的噪声更高²。在降水情况下，输电线路产生的噪声会达到顶峰，这些情况包括降雨、冰雨、降雪或冰雹，以及雾天等。下雨声一般会掩盖输电线路噪声提高的现象，但是在其他形式的降水情况（如降雪和冰雨等天气下）和大雾天气下，输电线路产生的噪声可能会对附近的居民造成干扰。

在把输电线路权设置在远离人类受体的项目规划阶段，可能已经对减轻这种影响的措施进行了说明。必需考虑使用噪声障或消音设备。

飞机航行安全

如果输电线路临近机场或位于飞机的现有飞行路线上，那么可能就会因碰撞产生直接的安全影响或通过雷达干扰产生间接的安全影响。可以通过以下措施来减轻飞机的碰撞影响：

- 避免把输电线路和输电塔设在靠近机场的地方，或设在现有的飞行线路外围；
- 安装输电线路之前与航空管理部门进行磋商；
- 遵守地区或国家的航空安全管理规定；
- 如果必需通过航行敏感区供电，则对线路进行铺设。

参见以下网址：<http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/PCBtranscap.pdf>。

¹ WHO（1998年）。

² Gerasimov（2003年）。



2 指标与监测

2.1 环境

废气与废水管理指南

电力输配领域一般不会产生大量的空气排放或废水。如果有灰尘或可能有受到污染的水流，那么现场操作要符合《通用 EHS 指南》中规定的原则与指南，以达到周围空气与地表水的指导要求。表 1 列出了国际非电离性辐射保护委员会（ICNIRP）公布的公众暴露电场与磁场水平的暴露限制。

表 1 公众暴露在电场与磁场下的水平限制

频率	电场 (V/m)	磁场 (μT)
50 Hz	5 000	100
60 Hz	4150	83

资料来源：ICNIRP (1998 年)：“时变电场、磁场与电磁场的限制暴露指南”（高达 300 兆赫）。

环境监测

无论是在正常操作还是在异常条件下，该行业环境监测项目的执行都应当面向可能对环境产生重大潜在影响的所有生产活动。环境监测活动应当以适用于特定项目的废气、废水和资源利用的直接或间接指标为基础。

环境监测的频率应当足以为监测参数提供具有代表性的数据。环境监测应由受过系统训练的人员使用经正确校准的、维护良好的设备按照检测和记录程序进行。监测得出的数据应进行定期分析和检查，并与操作标准进行对比，以便采取合适的矫正行动。《通用 EHS 指南》中介绍了对废气废水监测的抽样和分析方法。

2.2 职业健康与安全

职业健康与安全指南

要根据出版的国际性暴露指南对职业健康与安全绩效进行评估，其中的例子包括：美国政府工业卫生学家会议（ACGIH）公布的《职业暴露阈值（TCV®）指南》与《生物暴露指标（BEIs®）》¹，美国国家职业安全与卫生研究所（NIOSH）公布的《化学危害袖珍指南》²，美国职业安全健康局（OSHA）公布的《职业暴露允许浓度值（PELs）》³，欧盟成员国公布的《指

¹ 详见以下网址：<http://www.acgih.org/TLV/and> <http://www.acgih.org/store/>。

² 详见以下网址：<http://www.cdc.gov/niosh/npg/>。

³ 详见以下网址：http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992



导性职业暴露限值》¹，或其他类似资料来源的规定。

有关电力输配活动的其他指标还包括表 2 所列经过培训的工作人员的最低安全工作距离，以及表 3 所列职业电场与磁场暴露的 ICNIRP 暴露限制。

表 2 交流电 – 经过培训的工作人员的最低工作距离^a

电压范围（相间 – 千伏）	最低工作与带电操作距离（米）
2.1 到 15	0.6
15.1 到 35	0.71
35.1 到 46	0.76
46.1 到 72.5	0.91
72.6 到 121	1.01
138 到 145	1.06
161 到 169	1.11
230 到 242	1.5
345 到 362	2.13 ^b
500 到 552	3.35 ^b
700 到 765	4.5 ^b

a OSHA ；

b 注意：在 345 到 362 千伏，500 到 552 千伏和 700 到 765 千伏之间，只要最短工作距离和最短带电操作距离不低于带电部件与接地面之间的最短距离，那么就可以缩短这些距离。

表 3 职业电场与磁场暴露的 ICNIRP 暴露限制

频率	电场（V/m）	磁场（ μ T）
50 Hz	10 000	500
60 Hz	8 300	415

资料来源：ICNIRP（1998 年）：“时变电场、磁场与电磁场的限制暴露指南”（高达 300 兆赫）。

事故与死亡率

项目要把发生在工作人员（不论是直接雇用的还是转包工人）之中的事故数目降低到零，特别是那些会造成工时损失、不同程度残疾、甚至死亡的事故。在发达国家，可以通过与标准规定机构（如美国劳动统计局与英国健康与安全执行局）进行磋商，根据工厂绩效确定其死亡率基准²。

职业健康与安全监测

要对具体项目工作环境的职业危险情况进行监测。作为职业健康与安全监测程序的一部分，要由经过认证的专家³来设计和实施监测工作。各个工厂还要保持职业事故与疾病，以及

¹ 详见以下网址：http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oe/。

² 请参见以下网址：<http://www.bls.gov/iif/>和 <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>。

³ 经过认证的专家可能包括经过认证的工业卫生学家、注册职业卫生学家或认证安全专家或具有相当水平的专家。



危险事件与事故方面的记录。《通用EHS指南》中还提供有职业健康与安全监测程序的额外指南。

3 参考文献与其他资料来源

- [1] Ahlbom, E Cardis et al: Review of the epidemiologic literature on EMF and health. Environ Health Perspect 109: 911-933, 2001.
- [2] Alberta Human Resources and Employment. 2003. Alberta Occupational Health & Safety Code. Available online at: <http://www3.gov.ab.ca/hre/whs/law/ohs.asp>.
- [3] Anderson, S.H. 1991. Managing our wildlife resources. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.
- [4] Avian Power Line Interaction Committee. 2005. Avian Protection Plan (APP) Guidelines.
- [5] BC Hydro. 2006. BC Hydro 7 Steps to Electrical Safety. Available online at : <http://www.bchydro.com/safety/work/work671.html>.
- [6] Blackwell B.A., G. Shrimpton, F. Steele, D.W. Ohlson and A. Needoba. 2004. Development of a Wildfire Risk Management System for BC Transmission Corporation Rights-of-Way. Technical Report submitted to British Columbia Transmission Corporation.
- [7] Carlisle, S.M., and J.T. Trevors. 1987. Glyphosate in the environment. Water, Air, and Soil Poll. 39: 409-20.
- [8] California Energy Commission. 2005. Assessment of Avian Mortality from Collisions and Electrocutions. Staff Report prepared June, 2005.
- [9] Crowder, Michael R. and Olin E. Rhodes, Jr. 1999. Avian Collisions with Power Lines: A Review. Proceedings of a workshop on Avian Interactions With Utility and Communication Structures Charleston, South Carolina, December 2-3 1999. Edited by Richard G. Carlton. Electric Power Research Institute.
- [10] Danish Agricultural Advisory Service (DAAS), 2000. Reduced pesticide use without loss of effect.
- [11] Duke Energy. 2006. Transmission Right of Way. Online at: <http://www.nantahalapower.com/community/row/whatis/transmission.asp>.
- [12] Feldman, Jay and Terry Shistar. 1997. Poison Poles: A Report about Their Toxic Trail and Safer Alternatives. Prepared by the National Coalition Against the Misuse of Pesticides.
- [13] Food and Agriculture Organization (FAO) International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides (2003). Available online at: <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4544E/Y4544E00.HTM>.
- [14] FAO. 1995. Revised Guidelines on Good Labeling Practice for Pesticides. Rome: FAO. Available at <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/r.htm>.
- [15] FAO. 1996. Pesticide Storage and Stock Control Manual. FAO Pesticide Disposal Series N°3. Rome: FAO. Available at http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/Pesticid/Disposal/index_en.htm.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/V8966E/V8966E00.htm.
- [16] FAO. 1999. Guidelines for the Management of Small Quantities of Unwanted and Obsolete Pesticides. FAO Pesticide Disposal Series N°7. Rome : UNEP/WHO/FAO. Available at



- http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/X1531E/X1531E00.htm.
- [17] FAO. 2000. Guideline and Reference Material on Integrated Soil and Nutrient Management and Conservation for Farmer Field Schools. AGL/MISC/27/2000. Rome: FAO, Land and Plant Nutrition Management Division. Available at <http://www.fao.org/organicag/frame2-e.htm>.
<ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/misc27.pdf>.
- [18] FAO. 2001. Guidelines on Procedures for the Registration, Certification and Testing of New Pesticide Equipment. Available at: <http://www.fao.org/docrep/006/Y2683E/Y2683E00.HTM#1>.
- [19] FAO. 2002. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides (revised version November 2002). Rome: FAO. Available at <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/Code.doc>.
- [20] Georgia Power. 2006. Managing Transmission Rights of Way: Vegetation Management. Available online at : <http://www.southerncompany.com/gapower/community/vegetation.asp?mnuOpco=gpc&mnuType=sub&mnuItem=tt>.
- [21] Health Physics Society (1998) Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHzs), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Volume 74, Number 4, pp 494-521.
- [22] Gerasimov, A.S. 2003. Environmental, Technical and Safety Codes, Laws and Practices Related to Power Line Construction in Russia.
- [23] Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields: National Institutes of Health, Research Triangle Park, NC, 1999. Available online at : http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/html/EMF_DIR_RPT/Report_18f.htm.
- [24] Institute of Electronics and Electrical Engineers. 2005. Standard C95.1-2005: IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3kHz to 300GHz.
- [25] International Agency for Research on Cancer. 2002. Static and extremely lowfrequency (ELF) electric and magnetic fields. Report No. 80. Available online at: <http://www-cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol80/80.html>.
- [26] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), Guidelines for Limiting Exposure to Time-varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, Health Physics 74(4): 494-522 (1998). Available online at: <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>.
- [27] Lebow, Stan T. and Michael Tippie. 2001. Guide for Minimizing the Effect of Preservative-Treated Wood on Sensitive Environments. Technical report prepared for the United States Department of Agriculture.
- [28] London, S.J., J.D. Bowman, E. Sobel, D.C. Thomas, D.H. Garabrant, N. Pearce, L. Bernstein, and J. M. Peters. 1994. Exposure to magnetic fields among electrical workers in relation to leukemia risk in Los Angeles County. American Journal of Industrial Medicine 26: 47-60.
- [29] Manville, Albert M. 2005. Tall Structures: Best Management Practices for Bird-Friendly Tall Buildings, Towers and Bridges – U.S. Fish and Wildlife Service.
- [30] Recommendations to Address the Problem. Prepared for the U.S. Fish and Wildlife Service.
- [31] New Zealand Ministry of Consumer Affairs. 2001. New Zealand Code of Practice for Electrical Safe



Distances.

- [32] Raptor Protection Video Group. 2000. Raptors at Risk. EDM International, Inc. Fort Collins, Colorado.
- [33] Santee Cooper. 2002. Vegetation Management FAQ. Online at: www.santeecooper.com/environment/vegmanagement/vegetation_faq.html.
- [34] Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (2001). Available online at: <http://www.pops.int/>.
- [35] Tse, Norman C. and Haboush, Alfred L. 1990. World's Tallest Towers Support 500-kV River Crossing. Transmission & Distribution International.
- [36] United Kingdom (U.K.) Parliament. Trade and Industry. 2001: Tenth Report. Available online at: <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200001/cmselect/cmtrdind/330/33002.htm#evidence>.
- [37] U.K. Health and Safety Executive, HSE statistics. Available online at: <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.
- [38] United Kingdom National Radiological Protection Board (NRPB) (now the Radiation Protection Division of the Health Protection Agency). Advisory Group on Non-Ionising Radiation (AGNIR). 2001. ELF Electromagnetic Fields and the Risk of Cancer: Report of an Advisory Group on Non-Ionising Radiation. Didcot, UK: NRPD.
- [39] United States (U.S.) Environmental Protection Agency. 2006. Polychlorinated Biphenyls (PCB's). Available online at: <http://www.epa.gov/pcb/pubs/effects.html>.
- [40] U.S. Department of Defense. 2004. Unified Facilities Criteria: Power Distribution Systems. Available online at: http://www.wbdg.org/ccb/DOD/UFC/ufc_3_550_03n.pdf.
- [41] U.S. Bureau of Labor Statistics. Injuries, Illnesses, and Fatalities program. Available online at: <http://www.bls.gov/iif/>.
- [42] U.S. Occupational Safety and Health Administration. 1994. The Electric Power Generation, Transmission and Distribution Standards. Available online at: www.osha.gov.
- [43] U.S. National Institute of Environmental Health Sciences. 2002. EMF Questions and Answers. EMF Rapid. Electric and Magnetic Fields Research and Public Information and Dissemination Program. Available online at: <http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/booklet>.
- [44] U.S. National Institute of Environmental Health Sciences. 1999. NIEHS Report on Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields.
- [45] Western Australia Office Of Energy. 1998. Guidelines for Electricity Transmission and Distribution Work in Western Australia. Available online at: http://www.energysafety.wa.gov.au/energysafety/media_include/code_trans_dist.pdf.
- [46] World Health Organization. 1998. Electromagnetic fields and public health: extremely low frequency (ELF) Fact Sheet. Available online at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs205/en/>.
- [47] World Health Organization (WHO). 2005. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification: 2004. Geneva: WHO. Available at http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard/en/index.html and http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_rev_3.pdf.



- [48] Worksafe B.C. Occupational Health and Safety Regulation. 2006. Part 19 Electrical Safety. Available online at: <http://www2.worksafebc.com/publications/OHSRegulation/Part19.asp>.
- [49] Zagury, GJ; Samson, R; Deschenes, L. 2003. Occurrence of metals in soil and ground water near chromated copper arsenate-treated utility poles. J. Environ. Qual. 32 (2): 507-14.
- [50] Zielke, K., J.O. Boateng, N. Caldicott and H. Williams. 1992. Broom and Gorsein British Columbia A Forest Perspective Analysis. BC Ministry of Forests, Silviculture branch. 19 pp.

附件 A：行业活动的通用描述

电力输送是把电力大量地从—个地方输送到另一个地方。一般说来，电力输送是把电力从发电厂输送到位于使用者附近的变电站，而电力配送则是把电力从变电站配送给位于居民区、商业区和工业区的用户使用。

由于输送的电量非常大，因此，一般认为输送电力的电压都在 110 千伏 (kV) 以上。110 千伏到 33 千伏之间的电压一般是属于中等电压输电，但是，有时也用于轻负载的远距离输送系统。33 千伏以下的电压输电一般都用于配电项目。

电力输配系统一般位于公路、道路和其他公用事业用地附近，以减少成本和对生态、社会经济与文化资源的影响。其他因素也对输配线路的位置选择具有以下，这些因素包括土地价值、视域、考古资源、地理技术危害、交通方便性、公园和其他重要因素等。

项目开发与建设活动—般包括：进出路口建设或升级、现场准备与开发、植被清理，以及（如果有的话）对土壤进行分级和挖掘，以便建设建筑物地基和现场设施等。这些活动—般都属于工业开发项目的范围，取决于很多因素，包括地形、水文，以及所需的工地布置等。与电力输配项目的开发和建设相关的各种活动包括：对土地进行清理，以便建设输电线路、出入通道建设或升级、设备集结待用区、变电站建设与/或升级、工地准备，以及安装输电线构成成分（如输电塔与变电站、出入通道与维护道路等）。

运作活动可能包括对输电线路、输电塔变电站的出入通道（如具有较低影响的小路或新建/改建出入通道）进行维护，以及对植被进行管理。在项目的整个周期中都要对现有基础设施的升级与维护进行考虑。

电力输配厂陈旧、受损（如因腐蚀作用遭受损坏）或因电力需求增加而进行更换后要停止使用。许多发电厂都被同一地点或同一输电用地权上的新建或升级设备替换了。停止使用的活动取决于该地点以后的计划使用用途、环境敏感性（如自然草地），以及项目的具体情况等（如地上或地下输电线路）。这些活动可能包括毁坏并清除已经安装的基础设施（如输电塔、变电站、地上与地下设施以及停止道路的使用等），并对项目地点进行改造，包括地面稳定和重新种植植被等。

以下各部分对与电力输配项目建设和运作有关的各种设施和活动进行了说明，并列出了输配项目中普遍具有的各种设施和活动，包括路权管理和变电站，并列出了输配系统独有的各种设施，包括输电塔与电线杆。图 A-1 对电力输配项目具有的典型构成组件进行了说明。



电力输送系统

一般把电力输送系统称为电网。根据输电线路的经济情况及电力的成本，电网中设有冗余路径和线路，以便把电力从任意发电厂通过各种路线传输给任意用电地区使用。在计划性维护与断电期间，由于天气或事故等原因，还可以使用冗余路径和线路来变更电力的传输路径。

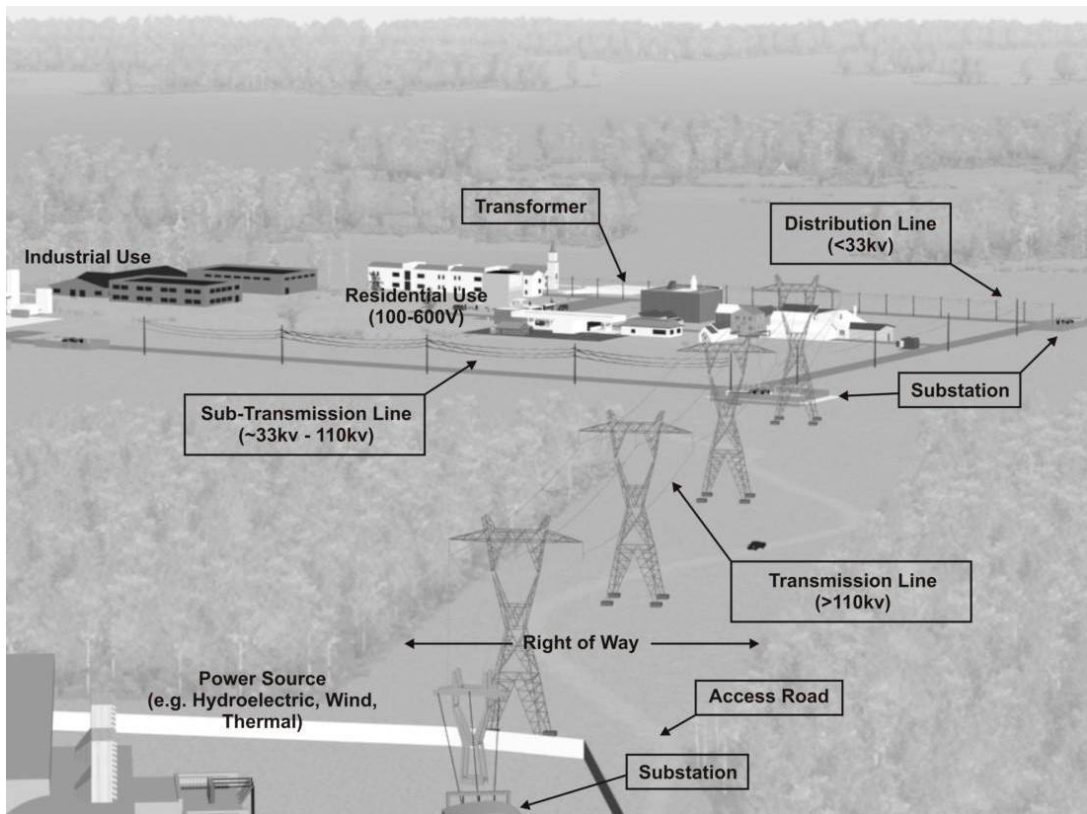


图 A-1 电力输配

Transformer: 变压器

Distribution Line (<33kv): 配电线路 (小于 33kv)

Industrial Use: 工业用途

Residential Use (100-600v): 供住户使用 (100-600v)

Substation: 变电站

Sub-Transmission (~33kv-110kv): 变电站线路 (约 33kv-100kv)

Transmission Line (>110kv): 输电线路 (110kv 以上)

Right of Way: 输电线路权

Power Source (e.g. Hydroelectric, Wind, Thermal): 发电来源 (如水力发电、风电、热电等)

Access Road: 出入通道

Substation: 变电站

电力传输是通过位于发电厂与变电站之间的地上输电线与输电塔系统进行的。如果必须穿越人口密集的住宅区进行供电，也可以把电力输配线路埋在地下管道内。虽然地下输电线路的



传输效率较低，并且安装与维护成本也非常高，但是选择地下电力传输可以减少对土地价值、视觉美观以及植被损失的影响。有时也通过放缆船只在海底铺设海底电缆来传输高压电，以便为岛屿和用传统技术不能到达的其他地点进行跨海供电。海底电缆本身一般都具有防泄露性，并且填充有液体，以便为远距离输电提供绝缘保证。

地区输电电网由通过变电站连接的几个大型输电系统组成，变电站的设计是要以最高效率来传输电力。输电网络可以涵盖几千公里的距离，并包括好几万个输电塔。一般采用比单相电效率更高的三相交流电（AC）来进行输电。发电厂生产的电力一般都是低压电（最高为 30 千伏），随后通过变压器进行增压，以便减少远距离输电过程中的输电阻力，并减少能源的损耗。远距离输电的电压一般在 110 千伏到 1 200 千伏之间。在电压非常高的情况下，如电压高于 2 000 千伏，带电导线产生的电晕会产生能量排放¹，这种能量排放会抵消降低输电阻力而节省出来的能源损耗。在远距离传输中，也可以通过高压直流电（HVDC）来进行输电。在这些情况下，能源损失较小，建设成本较低，从而不需要在配电系统的每条输电线路末端建设变电站，以便把直流电转变为可供使用的交流电。

输电塔或高压电线铁塔是用来把高压电架设在高空输电线路中。这些系统一般用来传输三相电（传输 50 千伏以上高压电的常用方法），因而有三根（或三的倍数）导线。通常在每个输电塔的顶部增加一个或两个避雷针，来预防被闪电击中。输电塔可以是钢制的、混凝土制的、铝制的、木制的和增强塑料制的。高压输电线路的导线一般是铝制的，或添加了钢绞线进行强化的铝制的。每个输电塔或支撑结构的建设都必须能够支持导线产生的负载。因此，输电塔的地基要非常大，并且成本可能会很高，特别是在地面条件恶劣的地区，如在湿地条件下。可以用张索来稳定输电塔，并抵抗一定的导线压力。

输电系统中使用的输电塔或高压电线铁塔主要有三种类型。悬塔为输电线路的直线传输提供支持，在改变输电线路方向的地方则使用转向塔。在输电路权的末端安装终端塔，来与变电站或地下电缆相连接。

高压输电线路中最常用的输电塔或高压电线塔是钢制的晶格结构。也有管状的钢制电线杆来支持高压或中压输电线路，一般用在城市地区。钢结构支撑的输电塔可以用来支持所有电压类型的输电线路，但是，最常用来支撑的是电压在 50 千伏以上的输电线路。可以在地上对格构输电塔进行组装，并用电缆竖立起来（需要有很大的放置空间），或用起重机竖立起来，或者在有条件的地区用直升机竖立起来。输电塔的高度一般在 15 到 55 米之间²。

木制输电塔由单根电线杆组成，也经常使用H结构或类似A或V形状的结构来支持高压输电线路。树木的高度（约 30 米）对木制输电塔具有限制性影响，一般只能传输 23 千伏到 230 千伏之间的电压，比钢制格式输电塔传输的电压要低³。铝制输电塔经常用在偏远地区，通过直升机进行运送和安装。现在还有加强塑料制的输电塔，但是目前成本较高，因此限制了这种输电塔的使用。

对于地下输电线路，用来传输三相电的三条电线必须位于单独的管道内。用热混凝土覆盖

¹ 电晕排放是导线周围的空气发生电离化产生的电力排放，一般会产生电力损耗和环境噪声。

² 英国议会（2001 年）。

³ Great River 能源公司（2006 年）。



或用热回填材料围住这些管道。地下电缆管道系统一般需要深度和宽度至少为 1.5 米的电缆沟。由于散热困难，一般不用地下电缆来输送电压超过 350 千伏的电力¹。

电力配送系统

配送给消费者使用之前，要对高压电进行降压，输送到地上电压较低的线路中供中压输电系统或配电系统使用。配电线路的电压一般在 2.5 到 25 千伏之间，在住户或商业使用点最终把电力转变为可供使用的低压电。根据不同的国家和用户需求，最终电压范围在 100 到 600 伏(V)之间。配电杆（或电线杆）一般是木制的，但是也有钢制的、混凝土制的、铝制的和玻璃纤维制的。配电杆之间的间隔一般不会超过 60 米，至少要有 12 米高²。使用木制配电杆会受到树木高度（约 30 米）的限制。

变电站

变电站沿着电力输配系统的线路设立，用来通过变压器把低压电转变为高压电，或把高压电转变为低压电。升压变压器用来在降低电流的同时提高电压，降压变压器用来在增加电流的同时降低电压。变电站一般由一个或一个以上的变压器，以及开关、控制和保护设备等构成。可以把变电站设在围挡设施内、地下或建筑物内部。

变电站的类型主要有两种。输电站主要把各条高压输电线路连在一起或让特定系统从维护中隔离出来的高压开关组成。配电站主要用来把电力从输送系统传输到配电系统中。一般至少要有两条输电或变电站输电线路并入配电站配电系统，在配电站把电压降低到适合于当地使用的水平。如果输电或配电系统发生故障，配电站还可以对故障进行隔离。含有高压转换、开关和备用系统的复杂性配电站通常位于大型城市中心区。

输电路权管理

地上输电与配电项目都需要利用输电路权，以保护系统免遭风吹、接触树木与树枝的危害，以及其他可能对系统造成破坏、出现电力故障或森林火灾的危害。还需要通过输电路权来进入输电与配电系统，并为输配系统提供服务 and 进行检查。如果禁止挖掘，或需要在严格监控下进行挖掘，限制建设活动或者需要进入输电线路，那么地下配电线路也需要具有输电路权。作为传输高压电的大型系统，输电路权一般远远高于配电系统的路权，因此需要进行更加广泛的管理。

根据电压情况和与其他路权的接近程度（一般在 15 到 30 米之间），输电线路的路权宽度³一般在 15 到 100 米之间⁴。对于电压在 35 千伏以内的架空配电线路，建议使用 12 到 24 米（每边 6 到 12 米）的输电走廊⁵。出入通道一般毗邻或在输电路权范围内建设，以方便对系统进行

¹ 美国输电公司（2005 年）。

² 美国国防部（2004 年）。

³ 例如：杜克能源公司规定 44 到 100 千伏之间输电线路的最低路权为 21 米，230 千伏输电线路的最低路权为 46 米，525 千伏输电线路的最低路权为 61 米（杜克能源公司，2006 年）。

⁴ Santee Cooper（2002）年。

⁵ 美国国防部（2004 年）。



维护和修理。

为避免对输电路权造成破坏，要定期对输电路权范围内的植被进行定期维护。输电路权范围内高大树木不受限制的自由生长和植被的积聚会造成很多影响，如输电线路和输电塔接触到树枝和树木可能会引发断电；引发森林火灾和灌木丛火灾；钢设备腐蚀；设备通道受阻，以及对重要的接地设备造成干扰等。

对输电路权进行定期维护和清理，以防止森林的自然演替，以及高大树木的滋生与生长。一般说来，在地上输电路权范围内不允许有超过 4.5 米高的树木¹。有些树木具有较深的植根，尽管这些植根会对地下输电管道造成干扰，一般禁止在输电路权范围内种植这种树木，但总的说来，地下输电路权的植被限制还是比较少的，可以通过以下措施来对输电路权范围内的植被进行维护。

利用重型设备进行割草来控制植被的生长，并防止输电路权范围内树木和灌木的滋生。可以结合割草机使用杀虫剂，对生长较快的各种杂草进行控制，这些杂草的生长高度可能会超过输电路权范围内允许的植物生长高度。在输电路权的边界对植被进行修剪，以维护输电走廊的宽度，并防止树枝的侵扰。对植被进行手动清理一般具有较高的成本，并且会耗费很多时间，但是在使用机械具有困难性或危险性的建筑、河流、围墙和其他障碍物的附近，还是经常使用手动方式进行清理。

¹ 乔治亚电力公司（2006 年）。