



# 印刷业环境、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。<sup>1</sup>。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》是针对具体行业，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

《印刷业 EHS 指南》包含了印刷设备和主要印刷技术的相关信息，其中主要印刷技术包括平版印刷/胶印、凹版印刷/轮转凹版印刷、柔性版印刷、丝网印刷和凸版印刷。本文不提供适用于无印版印刷的信息，例如印数达到 DIN（德国标准化协会）A3 数量的数码彩色印刷机，或者静电摄影成像、磁记录成像和热敏成像设备。附录 A 对该部门的工业活动进行了详细介绍。

<sup>1</sup> 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、谨慎程度和预见性。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。



本文由以下几个部分组成：

- 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
- 附录 A 行业活动的通用描述

## 1 具体行业的影响与管理

本章概述印刷行业在操作阶段发生的 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造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》。

### 1.1 环境

与印刷设备相关的主要环境问题如下：

- 大气排放物
- 废水
- 危险材料管理
- 废物

#### 排放物

##### 挥发性有机化合物（VOC）

VOC向大气的排放大约占印刷工业有毒物质总排放量的 98%~99%。印刷业中VOC排放的最大来源是墨斗内物质的蒸发（例如异丙醇和乙醇）和印刷车间使用的清洗溶液（例如有机溶剂）。<sup>1</sup> 相当数量的VOC排放可能产生于使用溶剂型亮油的上光过程和使用溶剂型黏合剂的层压过程。其他VOC来源包括装订、覆膜、上光和烘干操作，以及清洗、油墨的储藏及混合、打样。VOCs（乙醇）可能产生于胶印的制版过程和凸版印刷的生产工艺，也可能来源于柔性版印刷中清洗感光性树脂版所使用的全氯乙烯和丝网印刷中的丝网清洗操作以及凹版印刷滚筒蚀刻中的显影和烘干操作。

尽管印前和成像过程中没有明显的 VOC 释放，但显影液和定影液可能产生硫化物、乙酸，而晒图中产生氨，以及陈旧工艺产生的异味。附录 B 列出了与印刷业相关包括 VOC 在内的潜在有毒物质。

预防控制 VOC 排放的推荐对策如下：

- 选择不需要或者仅需要少量含 VOC 产品的材料或加工手段，例如：
  - 丝网印刷模版中使用水性脱脂溶剂取代含氯溶剂；
  - 减少使用含有苯、甲苯和其他芳香族碳氢化合物以及乙酸的溶剂；

<sup>1</sup> 甲苯，甲基乙基酮（甲乙酮），二甲苯，1,1,1-三氯乙烷是该行业的典型易挥发性有毒化学品。大型凹版印刷厂每年能消耗超过 200 吨的溶剂。



- 使用水性油墨、植物油基油墨（例如大豆、亚麻籽和芥花籽）和紫外线固化油墨；
- 使用含低浓度挥发性成分（比如苯浓度小于百分之零点一，甲苯和二甲苯浓度小于百分之一）的润版液、清洗液或者植物油基的清洗药剂作为有机溶剂的替代品，以减少使用或者替代异丙基乙醇；
- 尽可能使用肥皂或者清洗剂溶液类型的清洗药剂和乙醇酯化的植物油进行无溶剂的清洗操作，这些清洗药剂具有最小的 100°C 闪点，可防火；
- 使用闪点为 55°C 的印刷机清洗溶剂（例如低挥发性的混合碳氢化合物，非 VOC 柑橘类、植物油类和它们形成的酯类）；
- 在成像和制版阶段使用计算机直接制版技术（CTP）；
- 取代二氯甲烷（亚甲基氯化物）以去除烘干的油墨；
- 使用水性亮油和紫外线固化亮油；
- 使用较低溶剂含量的黏合剂、紫外烘干系统、水基黏合剂或者热压箔来取代溶剂黏合剂；
- 采用无水胶印；
- 当使用大豆/植物油基油墨印刷时，减少轮转凹版印刷中的蚀刻深度（例如热敏激光直接成像，代替金刚石笔或者氯化物化学蚀刻），具有电解铜去除技术的热敏凹版印刷系统可自动控制着墨孔深度，此系统可以使用水基油墨；
- 清洗时使用干冰爆破工艺。
- 通过改进过程和回收溶剂蒸汽来避免或者最小化 VOC 的散失，包括：
  - 采用自动清洗系统和橡皮布自动清洗系统；
  - 使用泵压传送系统对大型柔性版印刷机中的墨斗进行再填充；
  - 在平版印刷中使用冷冻循环泵控制润版液中的异丙基乙醇的排放；
  - 在柔性版印刷中使用密封刮磨刀或者使用活性炭回收 VOC；
  - 建立溶剂回收和循环体系，包括润版液联机过滤器和溶剂蒸馏单元；
  - 将所有溶剂和清洗液以及被污染的抹布织物密闭保存；
  - 对装有挥发性物质（例如油墨，涂料和浸过溶剂的清洗布）的贮存容器进行质量控制，以确保其在通风房间或区域内被密闭保存和隔离。
- 必要时进行二次控制以处理残留排放，包括：
  - 活性炭吸附剂（不适用于轮转凹版印刷中的酮基油墨和使用不同混合溶剂的轮转凹版/柔性印刷设备）；
  - 使用热凝固加力燃烧器/可恢复的/可再生的热氧化剂（适用于耗能型以外的大部分凹版印刷和柔性版印刷油墨）；
  - 使用催化剂/可再生的催化氧化剂（适用于长期生产某具体项目的设备，但不适用于某些含有氯化溶剂添加剂的油墨）；
  - 如果使用了溶剂型亮油，废气须进行燃烧。
- 开发并实行包括减少溶剂使用等过程在内的管理计划：
  - 核查排放限制的执行，提供所有来源的（包括固体废物，废水和废气排放）溶剂排放



的量化措施：

- 对未来减量措施进行鉴定，包括确立执行时间表；
- 记录溶剂的年消耗量和年排放量。

《通用 EHS 指南》提供了适用于有害物质储存和操作过程的附加则。

#### 其他有毒化合物

凹版印刷滚筒制造中的电镀、镀铬和脱铬水浴可能是包括六价铬、盐酸和异氰酸盐在内的某些有毒化合物的来源。预防和控制此类排放的推荐对策包括：

- 在镀铬水浴中安装带气溶胶屏的挡板分离器以限制镀铬水浴中六价铬的产生；
- 将除铬水浴中的盐酸浓度维持在百分之十并堵住滚筒的端口以避免盐酸的内部暴露，从而将盐酸的排放减少到最低值；
- 避免或者最小化异氰酸酯排放，产生异氰酸酯排放的过程主要包括操作、装载和混合等涉及异氰酸酯涂布上光的过程；异氰酸酯废物的操作和贮存，涉及异氰酸酯涂布上光的印刷/上光和烘干过程。预防控制措施包括：
  - 使用自动泵将液体异氰酸酯由滚筒/贮存容器传送到处理容器；
  - 选取使用包含更少量的或者难挥发的异氰酸酯；
  - 使用封闭式的混合和贮存容器。

#### 颗粒物

纸的切分、折页和裁切操作产生颗粒物（纸尘）。应该通过适当的预防控制技术，避免或最小化纸尘向大气的释放以及对工人的暴露。措施包括：

- 从源头减少或者消除粉尘的排放量：
  - 在印刷机给料时使用真空系统消除预切纸板的粉尘；
  - 在产生尘粒的设备中安装内置除尘器（例如大型的折页、切纸机组或者加印亮油机组）；
  - 使用湿度稳定剂。
- 收集生产区域无组织排放的粉尘：
  - 在选定区域维持负压（例如切纸区域和印刷区域）；
  - 安装落地式封闭门窗，使裁切区域与印刷间隔离；
  - 安装过滤风扇设备；
  - 收集和提取系统的粉尘可使用旋风除尘器，必要时也可以使用高效颗粒物空气过滤器（HEPA）来收集细小颗粒。

#### 燃烧副产品

印刷设备可设有烘干器和（或）热流体加热器，可以为某些过程生产热量，例如在柔性版印刷中。《通用 EHS 指南》中提供包括废气排放标准的小规模燃烧排放管理指南，小规模燃烧的最大热量输入能力为 50 兆瓦时。



## 废水

### 工业过程废水

印刷业中的废水典型来源主要是照像和印版处理工艺。现在很大程度上已经不再使用照相胶片的印前/成像操作，以及涉及的光敏性盐类、碱浴或者酸浴和黑白印刷中使用的其他化学物质（例如 n-己烷、硫代硫酸钠、氨水、对苯二酚、二乙醇胺和锌化合物）。工业过程废水可能包含金属化合物（例如银和汞），清洗溶液中可能包含颜料、酸和溶剂（例如甲苯）。

凹版印刷制版工艺中的版面酸式蚀刻腐蚀液可能含有硝酸、全氯乙烯和丁醇。另外，这些过程中也可能含有铜和铬化合物，以及乙二醇、乙二醇酯和甲醇。

对银等化学品进行回收处理，其来源是：印前和成像液体废物包括废显影剂、用过的漂洗/清洗液和废定影剂。丝网印刷中显影模版产生的漂洗液包含了易起反应的丙烯酸酯，丙烯酸酯对水生生物有毒，并且可能引起硝化效应。凹版印刷中制作凹印滚筒产生的漂洗液可能包括铜、铬和镍，并且显酸性。光敏印版涂层显影产生的漂洗液可能包括限量的脱层剂，化学需氧量（COD）达到 300 mg/L。

推荐的废水预防对策应该包括潜在有害化合物的取代和需处理废水量的减少。最小化废水产生量的技术包括：

- 减少使用非银照相胶片化学水浴和免清洗处理系统的化学品量；
- 使用水显影胶片和水显影印版；
- 使用逆流而不是顺流清洗工艺，可减少清洗液使用量；
- 减少颜料中的铬、铅和钡含量并使用选择性的涂层（例如静电/粉末涂层及无毒替换颜料），如果需要使用铬，则采取废酸洗液回收和减量或者蒸发，或者反渗透技术；
- 叠印过程中使用水性亮油涂层；
- 在装订操作中使用水溶性黏合剂，必要时也可使用低含量 VOC 胶。印版制造选择 CTP 技术（计算机直接制版）；
- 最大限度的回收已处理污水。

### 工艺废水处理

由于印刷工业生产多种产品，使用大量种类繁多的原材料、化学品和工艺，废水处理需要针对使用中的不同制造工艺和具体的污染物实施单元操作。该行业中处理工业过程废水的技术包括：（1）进行源头分离，将含有高浓度不可生物降解化合物的废水进行预处理，可使用相分离技术，例如溶剂回收、空气吹脱、化学氧化、吸附处理等；（2）使用化学沉淀、混凝和絮凝、电化学回收、离子交换等减少重金属含量；（3）在指定的危险废物填埋场进行残余物处置。可能需要的其他工程控制：（1）高级金属消除技术包括膜渗透或者其他的物理/化学处理技术；（2）使用活性炭或者高级化学氧化消除难降解有机物和卤代有机物；（3）使用适宜技术减少废水中有毒物含量（例如反渗透、离子交换、活性炭等）；（4）使用吸附或者化学氧化消除残留颜料；（5）对废水处理系统不同单元操作中清除的挥发性有机物进行收集封存和处理。

工业废水管理和处理方法实例在《通用 EHS 指南》中均有讨论。通过使用这些技术和优良的废水管理技术实践，设备应当达到指南中废水排放标准，该标准在本工业部门文件第二部



分的相关表格。

### 其他的废水水流和耗水

《通用 EHS 指南》中提供了来自于公共事业运行的无污染废水、无污染雨水和卫生排水的管理指南。污水流应该导入工业废水处理系统。《通用 EHS 指南》建议减少耗水，特别在水是一种限制性自然资源的地方。

## 危险物质管理

印刷工业使用了包括溶剂和其他化学品在内的多种有毒有害物质。《通用 EHS 指南》提供了包括操作、储存和运输在内的有毒有害物质管理指南。

## 废物

印刷产生的液体废物可能包括残留的油墨（含有锌、铬、钡、铅、锰、苯、二丁基/乙酸酯）；墨斗和清洗溶液中产生的废物（例如废有机溶剂，包括三氯乙烷、二氯甲烷、四氯化碳、丙酮和甲醇）；以及其他溶剂和容器残留物（例如甲苯、二甲苯、乙二醇醚、甲基乙基酮和乙醇）。水性油墨可能含有杀虫剂和光引发剂。印后废物可能包括废纸中的锌、钡和镉，以及容器残留物中的n-己烷、甲醇和 1,1,1-三氯乙烷。固体废物可能包括废纸和其他片基、废弃印版、滚筒蚀刻操作中的废物、织物、容器和包装。<sup>1</sup>

《通用 EHS 指南》中提供了危险废物和非危险废物的贮存、操作和处置指南。另外，本部门推荐性废物管理对策包括：

- 减少危险废物和非危险废物的产生：
  - 使用计算机控制的上墨系统和数字式调整机器，以减少印刷作业准备所需的纸张量；
  - 再熔回收的旧印版并优先考虑新一代聚合物印版；
  - 使用大容量印版；
  - 在凹版印刷滚筒中使用雕刻取代蚀刻；
  - 重新混合废墨；
  - 使用废弃油墨和溶剂作为辅助燃料。

## 1.2 职业健康与安全

印刷设备建造及停用过程中存在的职业健康与安全问题，与大多数工业设备存在的这些问题类似，其管理方法在《通用 EHS 指南》中有所论述。印刷工业操作过程中会发生的最主要的职业健康与安全问题包括：

- 化学危害
- 物理危害
- 噪声

<sup>1</sup> 使用纸的印刷设备中平均纸损耗量大概是百分之六。



## 化学危害

印刷业中最常见的职业化学危害是溶剂及其相关 VOC 以及粉尘的潜在暴露。《通用 EHS 指南》的职业健康和安全部分提供了化学危害的预防控制指南。以下附加信息针对于印刷设备：

### 可吸入有毒物

潜在有毒化学品的吸入可能发生在印刷过程的任何有乙醇或者溶剂蒸发到工作环境的阶段，具体来说，是紫外灯管产生的臭氧或者来自于塑料薄膜表面的电晕处理的臭氧。吸入暴露的另外来源是印刷过程某些阶段产生的不同类型的灰尘。VOC和臭氧吸入暴露的推荐性预防和控制措施如下：<sup>1</sup>

- 选择毒性小的处理材料，例如不含有毒成分的清洗溶液。其他选择包括低挥发性的去污剂/涂层材料（例如二十摄氏度时蒸气压小于十毫米汞柱的 VOC 合成物）以及水基和植物油基油墨；
- 通过安装外排的局部排气抽取系统，防止 VOC 扩散到工作区域，特别是在主要的排放点安装，包括：
  - 印刷车间；
  - 使用异氰酸酯基油墨的位置；
  - 进行油墨混合的区域/过程；
  - 晾纸架和烘干炉的烘干过程/区域；
  - 凹版印刷过程。
- 通过技术减少含有和排放与 UV 单元（紫外线）相关的臭氧：
  - 在平版印刷中安装和试运行 UV 单元时控制臭氧的产生；
  - 使用水冷 UV 单元（产生的臭氧少于气冷单元）；
  - 使用固定或者互锁的护套来屏蔽丝网印刷中的带紫外固化油墨和涂层的 UV 曝光单元；
  - 生产感光性树脂印版时，用百叶窗、折光物或者罩帘屏蔽丝网印刷中的 UV 曝光单元；
  - 在常规气冷 UV 灯密封区域安装局部排气扇。
- 保持固化油墨的烘干炉在使用时的压力低于大气压；
- 限制通往印刷间和污染物释放区域的通道。

### 皮肤接触有毒物

印刷业中使用的有毒有害物质可能产生对工人的暴露危险，暴露危险存在于通过皮肤直接接触液体或者固体有毒有害的/腐蚀性的物质（例如蒸气和/或喷雾）。暴露可能发生于印前阶段（例如胶片显影酸浴和手工修改石版）。其他潜在暴露源包括润版液中的异丙醇和印刷机清洗溶剂、非水基油墨和印刷及印后阶段的 UV 固化油墨。推荐的皮肤接触暴露的预防控制措施包括：

- 采用充分的人身保护设备（PPE），包括正确使用手套，防护服，脸部或眼睛护罩/适用于化学保护的眼睛保护器；

<sup>1</sup> 尘粒暴露的预防控制指南与产生灰尘的火灾与爆炸管理推荐性建议一起提供。



- 立即更换被未固化墨水污染的防护衣；
- 监测皮炎或者其他潜在皮肤接触化学品暴露的指示现象的发生。

### 火险（粉末、粉尘和其他物质）

主要用于单张进纸胶印过程的防蹭脏粉末是一种从最后收纸系统的喷粉辊中喷出的非常细微的无毒颗粒。<sup>1</sup> 这种粉末包括玉米淀粉、碳酸钙和硅藻土。该粉末可能驻留在印刷车间的暴露表面上，是一种有潜在爆炸风险的有害粉尘。另外，它也是一种威胁健康的潜在有毒物质。

防蹭脏喷粉的预防和控制措施包括：

- 保养/改动喷粉单元以减少粉末的使用量；
- 使用局部排气扇和布袋除尘器。

印刷中积聚灰尘的移动和积尘爆炸是一种重大安全事故。纸上的小灰尘团可能引燃并引起积聚灰尘的移动和爆炸。<sup>2</sup> 在大型纸张折页和裁切装置中，灰尘可能积聚在水平表面，这一现象在火灾中特别危险。灰尘引起的爆炸有毒物的防护和控制措施包括：

- 实施水平表面上灰尘沉积的监控，并使用真空和清洗技术将其消除，避免使用压缩空气和鼓风系统；
- 促进空气流通，限制 VOC 或者粉尘在工厂区域的扩散；
- 安装除尘器；
- 在高爆炸风险区域安装防尘防爆设备、布线和固定装置。

墨水、化学品、纸张、纸板、塑料和其他的印刷承印材料等物质可能在火灾中成为危险品（例如产生毒烟和潜在爆炸）。印刷车间火灾的主要起因是摩擦生热、静电和火花。推荐的预防和控制措施包括：

- 安装静电消除设备；
- 所有印刷机接地以消除卷筒纸和印刷机各个辊之间的静电；
- 为污染的清洗布提供防火容器；
- 在印刷间内仅保持最少量的易燃物并使用防火箱储存油墨和溶剂；
- 在印刷间中采取包括灭火器系统在内的防火措施（例如探测和喷水系统，和灭火系统）；
- 避免大量存放易燃物，如果需要，在主要设备建筑物外设立一个防火储藏室；
- 使用防火墙来分离生产线和大量的溶剂（例如轮转凹版印刷）；
- 使用一个专门的防火房间（例如 30 分钟火灾隔离率）来储存混合或稀释油墨，并配备合适的灭火系统。

## 物理危害

该部分讲的典型物理危害是指潜在的手和手臂严重伤害，包括截肢，产生于纸张折页和裁切过程（例如切纸机，切纸刀，钢丝钳）和装订机以及印刷机的运行和保养过程。更为频繁但是较轻的典型危害，包括四肢切伤和提举或操作印刷材料产生的扭伤，以及由于光滑表面造成

<sup>1</sup> 胶印中的紫外干燥印刷墨水技术无需使用防粘脏粉末。

<sup>2</sup> 典型的粉尘爆炸下限大概是 50~100 g/m<sup>3</sup>，爆炸上限是 2~3 kg/m<sup>3</sup>。





的滑倒和摔伤。

除了包括机器安全推荐建议在内的《通用 EHS 指南》中提出的物理伤害预防控制措施，适用于该行业物理伤害预防控制的具体措施应该包括：

- 安装具有完善安全装置的装订、折页和裁切设备（例如联锁、光电、需要两手操作的切纸机）或者翻新现有设备时配备合乎要求的安全装置；
- 安装新款式机器或者使用“点停—锁定—清洗”“点动—停止—清洗”“恒低速运转/缓转”进行升级翻新，启动前发出可听警报装置；紧急制动按钮；锁定开关；
- 安装自动清洗系统；
- 将有关操作规程警示以文字，减少运行中将手伸入印刷机活动部分或者其他设备的机会。
- 噪声

包括通风系统在内的印刷工业设备可能导致持续的或者间断的噪声。除了《通用 EHS 指南》中提出的噪声预防和控制对策，印刷业中的噪声管理对策包括：

- 安装交叠的 PVC 排帘（能减少噪声 10 dB）和/或者自动闭门器；
- 在印刷间中使用隔声罩密封部分运行的机器；
- 在墙壁和天花板上使用吸声材料。

### 1.3 社区健康和安

印刷工业设备的建造、运行和退役过程中的社区健康与安全影响与其他大多数工业设备相同，并在《通用 EHS 指南》中有所论述。

## 2 指标与监测

### 2.1 环境

#### 废气排放和污水排放指南

表 1 和表 2 介绍了该行业的污水排放和废气排放指南。该行业的废气排放和污水排放物指导值是各国的相关标准在公认的法规框架内所体现的国际行业惯例。通过上文介绍的污染防控技术，我们可以知道，经过合理设计和操作装置在正常的操作条件下是可以满足这些指南的要求的。

废气排放指南适用于处理废气排放物。与热能消耗不高于 50 兆瓦的热电生产相关的燃烧源排放物管理指南，请参见《通用 EHS 指南》。能耗更高的燃烧源排放物管理指南，请参见火电行业环境健康与安全指南。《通用 EHS 指南》还包含基于总排放量的环境研究指南。

废液处理指南适用于已处理废液直接排放到常规用途的地表水中。特定场地的排放标准可以按照公共运营的污水回收和处理系统的可行性及特定条件设定；或者，如果废液直接排放到地表水中，排放水平可依据《通用 EHS 指南》中规定的受水区的用途分类设定。在不经稀释



的情况下，装置或设备运作至少 95%应当计算为年度运作时间的一部分，并且达到规定的水平。在环境评估中应当按照当地特定的项目环境对这些水平所做的调整来证明其正确性。

表 1 印刷业废气排放标准

污染物	单位（在标准状态下）	排放标准
挥发性有机物	mg/m <sup>3</sup>	100 <sup>a, b</sup>
		20 <sup>a, c</sup>
		75 <sup>a, d</sup>
		100 <sup>a, e</sup>
颗粒物	mg/m <sup>3</sup>	50 <sup>f</sup>
氮氧化物	mg/m <sup>3</sup>	100~500 <sup>g</sup>
异氰酸酯	mg/m <sup>3</sup>	0.1 <sup>h</sup>

注：

a 按照总碳计算。

b 热固型卷筒纸胶印 15~25 t/a 溶剂消耗量。

c 热固型卷筒纸胶印 > 25 t/a 溶剂消耗量。

d 轮转凹版印刷出版 > 25 t/a 溶剂消耗量。

e 其他轮转凹版印刷、柔性版印刷、轮转丝网印刷、覆膜或上光机组（> 15 t/a 溶剂消耗），在织物/纸板上进行轮转丝网印刷（> 30 t/a 溶剂消耗量）。

f 对各密封源，30 分钟平均值。来自于所有过程/活动。

g 30 分钟平均值，来自于涡轮、摆动发动机或者用作 VOC 消除设备的锅炉。

h 30 分钟平均值，不包括颗粒物，NCO 为表征物。来自于所有使用异氰酸酯的过程/活动。

表 2 印刷工业废水排放标准

污染物	单位	指导值
pH	—	6~9
COD	mg/L	150
BOD <sub>5</sub>	mg/L	30
总磷	mg/L	2
总悬浮物	mg/L	50
油脂含量	mg/L	10
铝	mg/L	3
镉	mg/L	0.1
铬	—	—
六价铬	mg/L	0.1
总铬	—	0.5
铜	mg/L	0.5
铁	mg/L	3
铅	mg/L	1
银	mg/L	0.5
锌	mg/L	0.5
氰化物	mg/L	0.2
可吸入有机氯	mg/L	1



毒性	取决于具体案例	
温升	°C	<3 <sup>a</sup>

注：a 在科学的形成的混合区域边缘进行测量，考虑周围水体质量，受纳水体的利用，潜在受纳水体和环境容量。

## 资源利用、和废弃物

表 3 列举了这一行业水、原材料资源消耗/资源生成的范例，行业基准值仅用于比较，单个项目应以不断改进为目标。

表 3 资源使用和废物<sup>a</sup>

单位产品能源或资源消耗	单位	工业基准值
能源		
能量消耗	MW·h/t	0.52~0.77 <sup>b</sup>
水		
每张纸耗水量	m <sup>3</sup> /t	0.62~2.09 <sup>c</sup>
材料		
印刷载体总消耗量	kg/t	1 110~1 370
不可更新材料（胶片、印版、油墨中的矿物基油类、UV 油墨和塑料）	kg/t	0.50~11
有毒有害材料	kg/t	0~1.2
单位产品排放量	单位	工业基准值
排放		
VOC 排放	kg/t	0.17~0.69

注：

a 除去另行标注的，数据均来源于 1998—2000 年的瑞典商业印刷企业。来源：Enroth (2001)。

b 包括 2000 年芬兰的 130 家印刷公司的统计资料。来源：O.Ö. Energiesparverband (2003)。

c 2000 年芬兰的 130 家印刷公司的统计资料。热凝固型印刷机数值较低，单张进纸印刷机数值较高，冷凝型印刷机数值中等。来源：O.Ö. Energiesparverband (2003)。

## 环境监测

该行业的环境监测项目的执行应当面向在正常操作和异常条件下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。监测得出的数据应经定期分析和检查，并与操作标准相对比，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 职业健康与安全指南

### 职业健康与安全指南

职业健康与安全性能应按国际公认的接触风险指南进行评估，包括美国政府工业卫生学家



会议 (ACGIH)<sup>1</sup> 发布的阈值 (TLV®) 职业接触风险指南和生物接触限值 (BEI®)、美国职业安全健康研究所 (NIOSH)<sup>2</sup> 发布的危险化学品的袖珍指南、美国职业安全健康局 (OSHA)<sup>3</sup> 发布的允许接触极限 (PEL)、欧盟成员国发布的指示性职业接触限值<sup>4</sup> 以及其他类似资源。

## 事故率和死亡率

各种项目均应尽全力保证项目工人 (不管是直接雇佣或是间接雇佣的工人) 的生产事故为零, 尤其是那些会导致误工、不同等级残疾或甚至死亡的事故。设备生产率可以参考相关机构 (如美国劳工部劳动统计局和英国健康与安全执行局)<sup>5</sup> 发布的信息, 按照发达国家的设备性能设定基准。

## 职业健康与安全监测

应当对工作环境进行监测, 以发现特定项目的职业危险性。作为职业健康与安全监测项目的一部分, 监测操作应当委派有适当资质的专业人员<sup>6</sup> 制定并执行。管理者还应记录职业事故、疾病和危险事件。《通用EHS指南》中介绍了职业健康与安全监测项目的其他指南信息。

## 3 参考文献和其他资料来源

- [1] Australian Environment Business Network and Printing Industries Association. Waste Reduction in the Printing Industry. Project Report. Australia, 2003.
- [2] Decreto Legislativo, No. 152. Norme in Materia Ambientale. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, No. 96/L. Rome, Italy, 14 April 2006.
- [3] Enroth, [M] Licentiate Thesis. Tools for Eco-efficiency in the Printing Industry. Royal Institute of Technology. Stockholm, Sweden, 2001.
- [4] Environment Australia. Emissions Estimation Technique Manual for Printing, Publishing, and Packaging. National Pollutant Inventory. Canberra, Australia, 1998.
- [5] European Union Council Directive 1999/13/EC of 11 March 1999 on the Limitation of Emissions of Volatile Organic Compounds due to the Use of Organic Solvents in Certain Activities and Installations. Brussels, Belgium, March 11. 1999.
- [6] German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. Promulgation of the New Version of the Ordinance on Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters (Waste Water Ordinance-AbwV) of 17. Germany: Berlin, June 2004.
- [7] Health and Safety Commission. Table 1, List of Approved Workplace Exposure Limits. EH40/2005

<sup>1</sup> 可登陆 <http://www.acgih.org/TLV/> 和 <http://www.acgih.org/store/> 获取相关信息。

<sup>2</sup> 可登陆 <http://www.cdc.gov/niosh/npg/> 获取相关信息。

<sup>3</sup> 可登陆 [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992) 获取相关信息。

<sup>4</sup> 可登陆 [http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oel/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/) 获取相关信息。

<sup>5</sup> 可登陆 <http://www.bls.gov/iif/> 和 <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm> 获取相关信息。

<sup>6</sup> 有适当资质的专业人员包括有执照的工业卫生学家、注册执业卫生学家或有执照的安全专家及相关人员。



- Workplace Exposure Limits. London, UK, 2005.
- [8] Health and Safety Commission, Health and Safety Executive. UK Printing Solvent Substitution Scheme. London, UK, 2000.
- [9] Health and Safety Executive. Risk Assessment Section of the Health and Safety Laboratory (HSL). Accident Analysis in the Printing Industries. London, UK, 2005.
- [10] Health and Safety Executive. Printing Information Sheet No. 1. Safe Systems of Work for Cleaning Sheet-fed Offset Lithographic Printing Presses. London, UK, 2000.
- [11] Health and Safety Executive. Printing Information Sheet No. 2. Safe Systems of Work for Cleaning Web-fed Offset Lithographic Printing Presses. London, UK, 2000.
- [12] Health and Safety Executive. Printing Information Sheet No. 3. Safe Systems of Work for Cleaning Flexographic, Rotary Letterpress and Gravure Printing Presses. London, UK, 2000.
- [13] Health and Safety Executive. Control of Chemicals in Printing: COSHH Essentials for Printers. Norwich, United Kingdom, 2000.
- [14] IMPEL Network. Good Practice Fact Sheet – Printers. European Union Network for the Implementation and Enforcement of the Environmental Law. Brussels, Belgium, 2000.
- [15] Japan International Center for Occupational Safety and Health (JICOOSH). Accident Frequency Rates and Severity Rates by Industry. Tokyo, Japan, 2001—2002.
- [16] O.Ö. Energiesparverband. Report on Overview of Benchmarking in Europe Including Best Practice in Benchmarking. European Commission (Directorate-General for Energy and Transport). Contract no. NNE5/2002/52: OPET CHP/DH Cluster. Linz, Austria. 2003.
- [17] Printers' National Environmental Assistance Center (PNEAC). Paper Dust Regulations and Fire Safety. <http://www.pneac.org/listserv/printreg/0286.html>.
- [18] Printing Industries Association of Australia (PIAA). Environmental Management Manual. Auburn, Australia, 2004.
- [19] UK Secretary of State, Welsh Assembly Government, and Scottish Ministers. Secretary of State's Guidance for Printing. Process Guidance Note 6/16 (04). London, UK, 2004.
- [20] UK Secretary of State, Welsh Assembly Government, and Scottish Ministers. Secretary of State's Guidance for Printing of Flexible Packaging. Process Guidance Note 6/17 (04). London, UK, 2004.
- [21] UK Secretary of State, Welsh Assembly Government, and Scottish Ministers. Secretary of State's Guidance for Paper Coating. Process Guidance Note 6/18 (04). London, UK, 2004.
- [22] US Bureau of Labor Statistics. Occupational Injuries and Illnesses: Industry Data. <http://www.bls.gov>.
- [23] US Environmental Protection Agency. Emergency Planning and Community Right-To-Know Act Section 313 Reporting Guidance for the Printing, Publishing, and Packaging Industry. EPA 745-B-00-005. Washington, DC, 2000.
- [24] US Environmental Protection Agency, Office of Compliance. Sector Notebook Project. Profile of the Printing and Publishing Industry. EPA/310-R-95-014. Washington, DC, 1995.
- [25] US Environmental Protection Agency. Federal Environmental Regulations Potentially Affecting the



Commercial Printing Industry. EPA 744B-94-001. Washington, DC, 1994.

## 附录 A：行业活动的通用描述

大部分印刷公司是为当地或者区域市场提供服务的小型（少于 5 人）或者中型（少于 20 人）的工厂。他们通常位于城市社区，商业中心或者工业区。中型印刷厂通常靠近装订和印后工厂，有利于运输者减少运输成本。大型印刷厂通常使用柔性版印刷和凹版印刷，能供应全国或者国际市场。

印刷业的主要原料包括涂料纸或者非涂料纸和纸板，以及其他可以印刷的片基（例如塑料、金属、玻璃和木材）、化学品、印版、墨、色粉盒、亮油、胶、黏合剂、装订、环形活页装订、铁丝订和其他装订项目。以前曾经是印前/成像过程中最重要的材料的照相胶片，现在的使用迅速减少。

### 印前/成像

印前/成像是用来产生要打印材料图像的过程，通常通过电子设备和软件。现代成像工作流程包括颜色打样检验，图像文件传送至自动版面处理，最终数据传送至自动激光制版器，以及传送版面和自动上墨控制文件到印刷机。

传统的印版处理使用照相胶片（现在大部分已废止），包括显影、定影和冲洗过程。湿打样在装版之前，制版在印刷之前。印前和成像过程使用的原材料包括锌、铝、塑料、纸、镀铜滚筒、柔性橡胶或塑料模、多孔聚酯丝网和软片（无有害材料），另外还有酸、溶剂和定影剂（有毒有害物）。

### 印刷

根据使用印版的类型，印刷技术可以分为以下类型（i）平版印刷/胶印；（ii）凹版印刷/轮转凹版印刷；（iii）柔性版印刷；（iv）丝网印刷和（v）凸版印刷。在所有类型中，计算机直接制版（CTP）技术已经部分取代了传统的制版技术。印刷过程中使用的原材料包括各种不同的可印刷表面（例如纸、纺织品、塑料和金属），另外还有油墨、清洗溶剂和水性的或者溶剂型溶液。

#### 平版印刷/胶印

胶印使用平版印刷和油基平版印刷油墨。橡胶布将图像从印版传送到片基（承印材料），并且图文区域和无图文区域在同一平面上。印版（通常由锌、铝、塑料或者纸制成）被涂布一层感光化学剂，该涂层曝光时呈亲墨性。阴图底片曝光时，其曝光区域发生化学变化，使图文区呈墨湿性（抗水性）；而非图文区域呈水湿性（抗墨性）。异丙醇水溶液（通常是百分之十五醇，但是潜在可达百分之三十）被称为润版液或者润湿液，用来润湿印版上的无图文区域。包含低挥发性有机物（VOCs）或者醇替代物的润版液正在更多地被使用，特别是在报纸工业。胶印需要清洗溶液来清洗印刷机和其他部分。传统上，这些溶液都是溶剂型的，但是近来低溶剂型或者无溶剂型清洗溶液已经开发出来并得到实用。一般来讲，主要的平板印刷产品包括书籍、小册子、艺术品和杂志，以及包装材料。平版印刷包括以下选择：



- 单张胶印，每次进一张片基（承印材料），主要用来印刷书籍、小册子、艺术品、杂志和产品目录。适合于较高质量的 1 000 到 100 000 册的印数，机械转速可达 15 000 转/时；
- 卷筒纸冷凝型胶印，纸以卷筒纸形式印刷，主要用于印刷报纸和商务表格；
- 卷筒纸热凝固型胶印，通常用于印刷高质量杂志和产品目录。卷筒纸冷凝型胶印和热凝固型胶印都适合于中高质量的 20 000 到 100 万的印数，机械转速可达 100 000 转/时。

### 凹版印刷/轮转凹版印刷

凹版印刷/轮转凹版印刷这种印刷工艺将图像蚀刻或者(更常用)电机雕刻到一个滚筒表面。它一般用于卷筒印刷，使用镀铜滚筒。溶剂型和水性油墨均可使用。油墨通常是流体，涂于滚筒上，使用刮墨刀将多余油墨去掉。热空气烘干机用来烘干油墨和溶剂。该技术通常用于中等质量印刷工作（例如大型分发用产品目录和杂志、报纸增刊、包装品和墙纸）。凹版印刷/滚筒印刷过程适用于 300 000 到 500 万印数，印速 55 000 份/时。

### 柔性版印刷

柔性版印刷是单张印刷或者更多的是卷筒印刷，使用曝光的柔性印版，该印版在酸溶液中进行处理，版上突起的图像在印刷时与片基接触。印版可以直接用来凸版印刷或者模压一个柔性橡胶/塑料平面印版。一般使用醇基油墨。柔性版印刷可用于种类多样的片基（例如重磅纸、纤维板和金属箔及塑料箔）上进行中等印量的多色印刷。片基以卷筒纸形式进入印刷机，经过了一系列步骤，每次印刷一种颜色。一些高架干燥器烘干油墨，一个靠近复卷机组的高架管道消除溶剂。专用油墨可以应用于不透水的无吸收性片基（例如塑料、软片和金属表面）和吸收性的可压缩片基（例如纸和纸板）。柔性版印刷用于软包装的印刷、包装纸板、多层纸袋、食品纸盒、纸杯、纸盘和礼品包装。适合于 10 000 到 150 000 印数，机器速度达到 100 米/分。

### 丝网印刷

丝网印刷技术使用多孔聚酯丝网和承载要印刷图像的模版。所使用的油墨决定于要印刷的片基（例如纺织品、塑料、金属或者纸）。油墨可以是溶剂型，水性的和 UV 固化的。CTP 技术可以用于中型或大型工厂。

### 凸版印刷

凸版印刷是一种较为古老的技术，现在通常被平版印刷或者柔性版印刷所取代。类似于柔性版印刷，它使用金属或者塑料凸出印版（浮凸印版）。凸版印刷使用溶剂型（体积分数约为 40%）、黏性、热固型油墨，类似于平版印刷所使用的墨。主要用于印数较少的书籍、商务卡片和信纸。

## 印后/整饰

### 上光

上光用于需要特殊光泽或需保护的产品。已印刷的承印材料通过专用辊式上光机，采用叠印的方法来加印亮油。可以使用紫外固化亮油，水性亮油和溶剂型亮油。



## 覆膜

印刷产品，通常是用于包装，一般可以使用以下方法进行覆膜：

- 溶剂型系统中，一种塑料涂层薄膜连同已印的印件通过加热装置紧压在一起；
- 水基系统中，一个辊压式覆膜机将聚合物乳液涂布到薄膜上，然后通过红外线烘干器进行烘干；
- 热压箔（高温时按压到印刷产品上）；
- 聚氨酯混合物（反应生成一种层压薄膜）；
- 裁切、折页和打孔步骤完成生产。

## 装订

根据产品厚度和类型，装订可以使用多种黏结剂（例如热熔、水性和聚氨酯）和几种类型塑料或者金属书籍装订项目（例如金属订书、金属或塑料环型活页装订和铁丝订）。

## 附录 B 印刷工业活动中可能存在的化合物

<p>水基油墨和上光： 氨水、锌 水基-溶剂型油墨： 乙苯、乙二醇、二醇醚、甲苯、二异氰酸酯 溶剂型油墨和上光： 正己烷、甲乙酮、甲醇、环氧丙烷、二甲苯、甲基异丁基酮、异丙醇、乙酸乙酯、乙醇、乙酸丙酯、丁醇、2-丁氧乙醇、丙酮</p> <p>颜料： 钡、铬、镉、铜、铬酸铅、锰、锌</p> <p>油墨溶剂： n-丁醇、异佛尔酮 油墨催化剂或者干燥延缓剂： 锰、三氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、二甲苯</p> <p>清洗溶剂组分： 苯、异丙基苯、环己烷、乙苯、己烷、三氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、甲基乙基酮、二氯甲烷、萘、甲苯、二甲苯、1,2,4-三甲苯、异丙醇</p> <p>清洗溶剂润版液添加剂组分： 二甘酸、乙二醇、乙二醇醚、磷酸</p>	<p>镀铜溶液组分： 乙二醇、二氯甲烷 黏合剂/喷射黏胶： 环己烷、己烷、三氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、醋酸乙烯、异丙醇</p> <p>油墨和涂层可塑剂： 邻苯二甲酸二丁酯</p> <p>软片显影： 二乙醇胺、甲醛、对苯二酚、苯酚</p> <p>印版显影剂： 全氯乙烯、苯酚</p> <p>软片去污剂： 正己烷、二氯甲苯</p> <p>去污剂/蚀刻剂： 硝酸、磷酸、全氯乙烯</p> <p>橡皮布/辊清洗： 异丙苯、乙苯、萘、甲醇、三氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、二氯甲烷、二甲苯</p>
--	---

来源：

1. 澳大利亚环境 1998.
2. 英国国家秘书处、威尔士政府和苏格兰部长. 2004. 国家秘书处印刷业指南，工艺指南注解 6/16 (04).
3. 美国国家环保署，法律管理办公室. 1995.



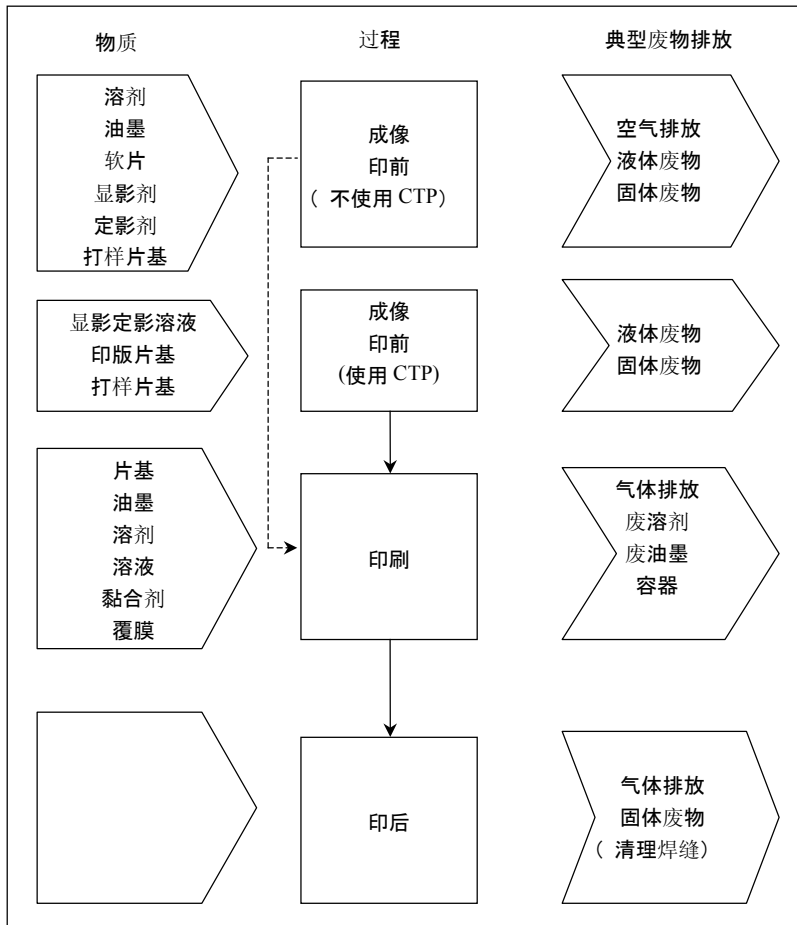


图 A.1 印刷工业的进料和典型废物排放

来源：修改自美国环保总署 (2000)