

第1章

认识危险废物

1.1 危险废物的产生来源与分类

1.1.1 产生来源和分类

危险废物的产生主要来自工业、医疗、农业、家庭等领域。危险废物种类繁多,分类方法众多(图 1-1)。采用危险废物名录分类法与有害废物鉴别判据相结合的分类系统,可将危险废物分为无机废物、废油、有机废物、易腐蚀的有机废物、量大低害废物、其他废物六类;按其物理形态的不同可分为固态、液态、气态、污泥状、泥絮状、桶装危险废物等;按照危险废物所含的化学元素可分为清洁的危险废物、会产生气态污染物的危险废物、含重金属的危险废物、含碱金属的危险废物;按危险废物的危险特性可分为易燃性危险废物、腐蚀性危险废物、反应性危险废物、浸出毒性危险废物、急性毒性危险废物和毒性危险废物等多种类型^[1](图 1-2)。

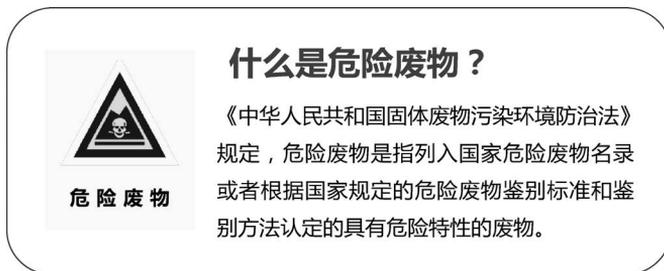


图 1-1 危险废物定义

危险废物按照其产生来源可分为工业源危险废物(简称“工业废物”)和社会源危险废物,其中工业源废物占比 70%以上。工业源危险废物中,废酸废碱



图 1-2 危险废物警告标志牌式样

占 30%，石棉废物占 14%，有色金属冶炼废物占 10% (图 1-3)。

工业废物
 ■ 废酸废碱 ■ 石棉废物 ■ 有色金属冶炼废物 ■ 其他

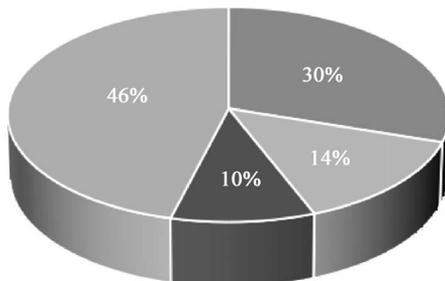


图 1-3 工业废物组成占比 (见文前彩图)

按来源行业划分^[2]，化学原料与产品制造占 19%，有色金属冶炼占 15%，废金属矿采选占 14%，造纸业占 13% (图 1-4)。

来源行业废物
 ■ 化学原料与产品制造 ■ 有色金属冶炼 ■ 废金属矿采选 ■ 造纸业 ■ 其他

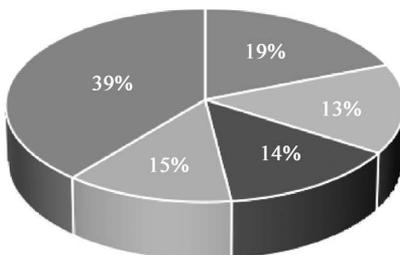
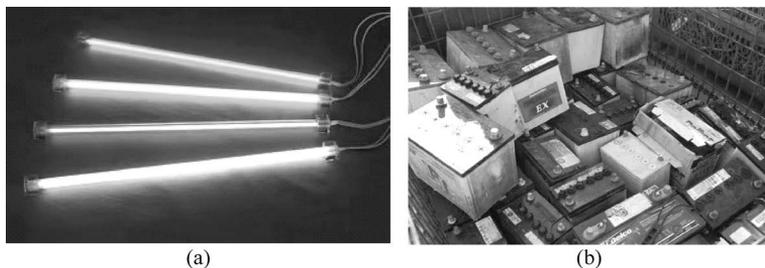


图 1-4 来源行业废物组成占比 (见文前彩图)

工业源危险废物^[3]是指在工业生产活动中产生的危险废物。由于工业体系庞大,种类繁多,产生的危险废物数量大且成分复杂,从其产生、收集、运输、贮存、综合利用及处置等环节在时空上也有很大的不确定性,使得工业源危险废物的污染控制成为企业管理和环保部门监管的一大难题。

社会源危险废物^[4]是指从居民家庭、社会和公共服务行业、工业企业非生产过程产生的或使用后的具有危险特性的固体废弃物(图 1-5)。与工业源危险废物不同,社会源危险废物具有产生源分散、产生量不固定且种类复杂等特点,导致目前主要基于工业源危险废物建立的危险废物管理模式很难实现对于社会源危险废物的有效管理。



(a)

(b)

图 1-5 社会源危险废物

(a) 荧光灯管; (b) 废铅酸电池

1.1.2 工业源危险废物

1. 工业源危险废物的分类

从组成上来看,我国的工业源废物主要由废酸废碱、石棉废物、有色金属冶炼废物、无机氯化废物、废矿物油组成^[5],其中废酸废碱、石棉废物占据大部分比例^[6-8](图 1-6)。

(1) 废酸废碱

我国钢材加工行业产生大量酸洗废液,主要成分为盐酸和 Fe^{2+} ,其中盐酸质量分数可达 8%~10%。铝加工行业碱洗(模具)废液中主要成分为偏铝酸钠、氢氧化钠和氢氧化铝,其中碱质量分数可达 15%~18%。两种废水 pH 值分别低于 2.0 和高于 12.5,各属于国家危险废物名录中 HW34(废酸)、HW35(废碱)。许多企业将其与低浓度废水混合,中和处理后排放,这不仅消耗大量的碱和酸,而且也会生成大量的废渣,需进一步分离和处理。这样向环境排放,

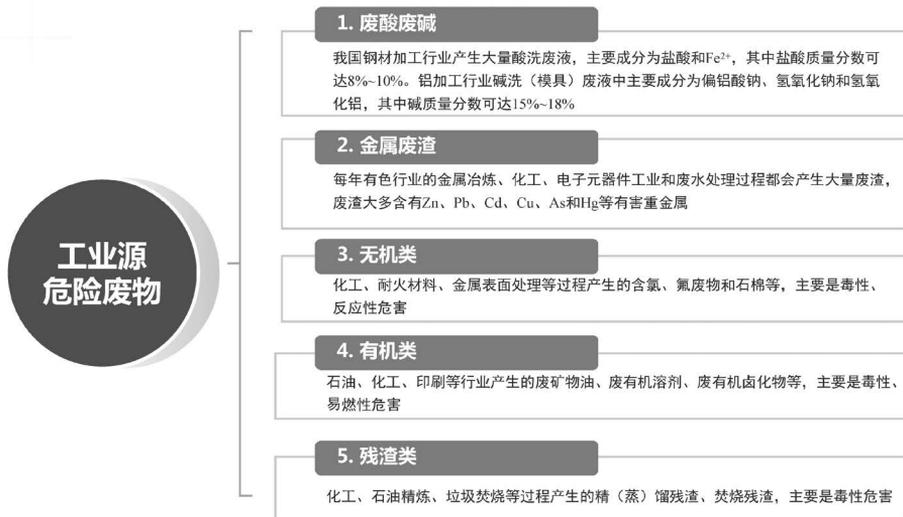


图 1-6 工业源危险废物分类

既给环境造成负担，又浪费资源，不符合我国“对废弃危险化学品实行充分回收和安全合理利用”的原则。如采用膜技术使废液回收或循环再生，膜处理设备投资高，且高浓度的废酸液和废碱液对膜本身及其设备要求高，处理成本高。

(2) 金属废渣

每年有色行业的金属冶炼、化工、电子元器件工业和废水处理过程都会产生大量废渣，为适应循环经济的要求，减少废渣的排放量，废渣可作为一种资源代替黏土开发成建筑材料，缓解我国日益严重的土地资源危机。但这些废渣大多含有 Zn、Pb、Cd、Cu、As 和 Hg 等有害重金属，如果不能得到有效的固定，其中的重金属可能渗滤出来，进入水体或土壤中，造成严重的环境污染与生态破坏。因此，有效地固定废渣中的有害物质，是其开发成为安全性能高和环境友好的建筑材料的必要前提。

(3) 无机类

含氯、氟废物和石棉等，主要来自化工、耐火材料、金属表面处理等，主要是毒性、反应性危害。

(4) 有机类

废矿物油、废有机溶剂、废有机卤化物等，主要来自石油、化工、印刷等，主要是毒性、易燃性危害。

(5) 残渣类

精(蒸)馏残渣、焚烧残渣等,主要来自化工、石油精炼、垃圾焚烧等,主要是毒性危害。其中,垃圾焚烧飞灰(图 1-7)是在烟气净化系统(APC)和热回收利用系统(如节热器、锅炉等)中收集而得的残余物。



图 1-7 垃圾焚烧飞灰

2. 工业源危险废物的产生特点

由生态环境部发布的《2020 年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》可知^[9],2019 年,中国 196 个大、中城市工业源危险废物产生量达 4498.9×10^4 t,综合利用量为 2491.8×10^4 t,处置量为 2027.8×10^4 t,贮存量为 756.1×10^4 t。工业源危险废物综合利用量占利用处置及贮存总量的 47.2%,处置量、贮存量分别占比 38.5%和 14.3%,综合利用和处置是处理工业危险废物的主要途径。2009—2019 年重点城市及模范城市的工业源危险废物产生、利用、处置、贮存情况如图 1-8 所示。

由 2016—2022 年生态环境部发布的全国生态环境统计公报可知,中国工业源危险废物产生量、综合利用处置量均逐年上升,由 2016 年的 5219.5×10^4 t、 4317.2×10^4 t,分别上升为 2022 年的 9514.8×10^4 t、 9443.9×10^4 t,分别上升 82.3%、118.7%^[10]。

工业源危险废物主要产生环节见表 1-1。

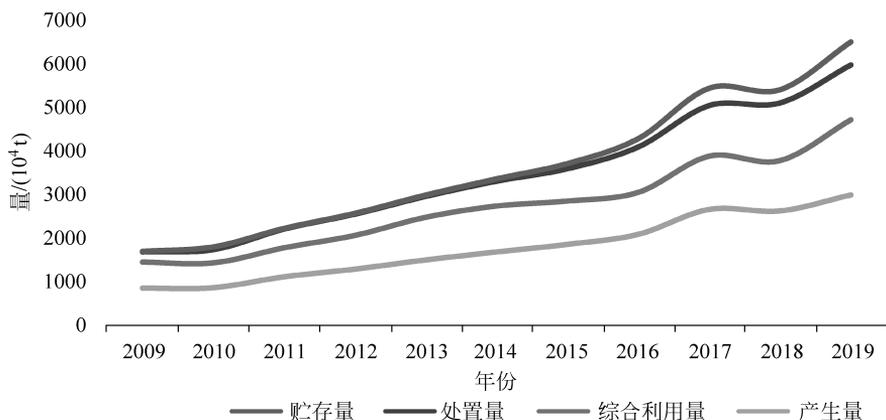


图 1-8 2009—2019 年重点城市及模范城市的工业源危险废物产生、利用、处置、贮存情况(见文前彩图)

表 1-1 工业源危险废物的产生环节

序号	产生环节	危险废物种类和产生过程
1	产生于工业生产使用的原材料	有些产品的生产需用到化工原料甚至危险化工原料等,这些原材料的容器或外包装含有或直接沾染危险废物,因此这些容器或外包装是危险废物,需要交由有相关资质的单位回收处理
2	产生于工业生产工艺过程	在生产过程中,有些原材料投入工艺流程后一部分转化为产品,另一部分则在工艺某一或几个节点转化为危险废物而产生。此类危险废物产生的途径,对于不同的产品、原料、规模、设备技术水平及管理水平,其产生量是截然不同的。比如线路板厂在其线路板蚀刻工艺过程就会产生蚀刻废液,一般企业会将蚀刻废液交由有资质的单位回收处理,但有些企业改造生产工艺流程,使用蚀刻液在线循环技术,实行在线循环处理,达到蚀刻废液零排放,从而增加产品的附加值
3	产生于废物末端处理过程	企业的废水、废气处理过程中会产生含危险废物的污泥、残渣或粉尘,比如皮革企业复鞣工艺后产生的含铬废水经处理后会含铬污泥,这些污泥经压滤机压水后入袋按危险废物规定处理处置;又如废气过滤处理后产生的活性炭也是危险废物,同样要按照危险废物规定处理处置

2022年工业源危险废物产生量和利用处置量行业分布情况如图1-9所示。5个行业的工业源危险废物产生量占工业源危险废物总产生量的72.3%，工业源危险废物利用处置量占全国工业源危险废物利用处置量的73.6%（图1-10）。



图 1-9 2022 年工业源危险废物产生量和利用处置量行业分布情况

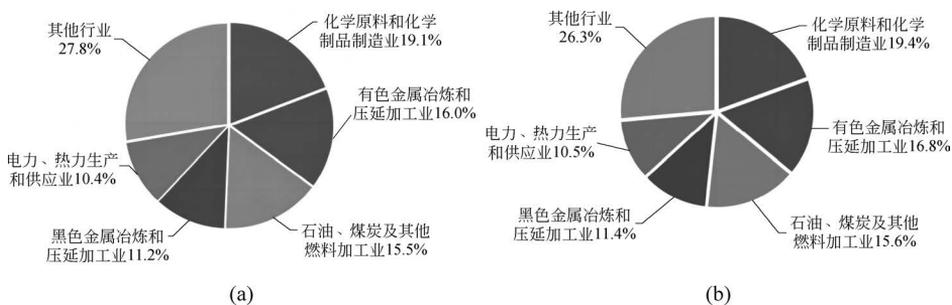


图 1-10 2022 年工业源危险废物产生和利用处置组成占比

(a) 产生量；(b) 利用处置量

1.1.3 社会源危险废物

1. 社会源危险废物的分类

社会源危险废物^[11]包括社会和公共服务行业产生的危险废物(医疗废物^[12])、农业源危险废物等(图1-11和图1-12)。

► 社会和服务行业 产生的危险废物

包括废铅蓄电池、废荧光灯、废线路板、废矿物油等。

分散性

不确定性

种类复杂

收集成本高

► 医疗废物

医疗机构在医疗、预防、保健及其他相关活动中产生的具有直接或间接感染性、毒性及其他危害性的废物垃圾,具体来说包括五大类医疗垃圾废物:感染性废物、病理性废物、损伤性废物、药物性废物、化学性废物。

► 农业源危险废物

主要包括废弃农药及其包装物等。农药包装废弃物是指农药使用后被废弃的与农药直接接触或含有农药残余物的包装物,包括瓶、罐、桶、袋等。农药废弃物包括被禁止使用但仍有库存的农药、过期失效的农药、假劣农药、农药施用后剩余的残液等。

图 1-11 社会源危险废物类别

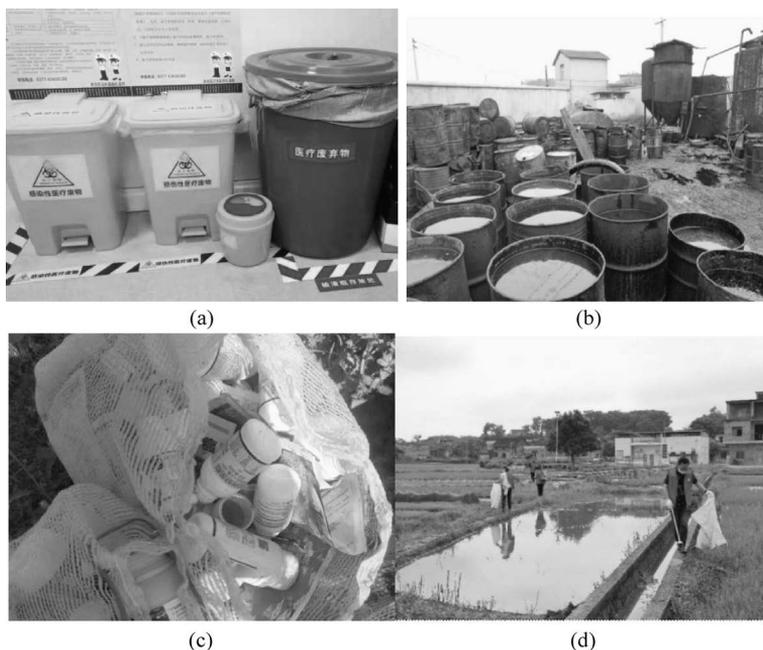


图 1-12 常见的社会源危险废物

(a) 医疗废物; (b) 废矿物油; (c) 农药包装废弃物; (d) 志愿者在田间清理危险废物

2. 社会和服务行业危险废物的产生特点

1) 废铅蓄电池

2018年,我国再生铅企业对废铅蓄电池处理量约为 3.6×10^6 t,再生铅产量为 2.25×10^6 t。随着再生铅企业新建或扩建,或原生铅企业、铅蓄电池生产

企业增加再生铅业务,再生铅产能持续增加,总体呈明显过剩,且区域分布不均匀。据综合分析测算,与生产原生铅相比,每吨再生铅可节能约 65 kg 标煤,节水 235 m³,减少固体废物排放 128 t,减少二氧化硫排放 0.03 t。与开发利用原生铅矿资源相比,以 2019 年再生铅产量 2.23×10⁶ t 为例,相当于节能 14.495×10⁴ t 标煤,节水 5.2×10⁸ m³,减少固体废物排放 2.85×10⁸ t,减少二氧化硫排放 6.69×10⁴ t,为实现我国铅工业节能减排目标发挥了重要作用^[13]。2015—2019 年我国再生铅产量见表 1-2。

表 1-2 2015—2019 年我国再生铅产量

年 份	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
废电池产生量/(10 ⁴ t)	308.67	334.85	376.33	363.78	359.60
精铅产量/(10 ⁴ t)	399.53	423.05	506.30	511.00	—
再生铅产量/(10 ⁴ t)	118.12	139.25	207.93	225.00	222.50
再生铅比例/%	29.56	32.92	41.07	44.03	—

2) 废旧荧光灯

根据国家统计局数据显示:2020 年我国荧光灯产量约为 5.2×10⁸ 只,荧光灯管废弃量约为 22.3×10⁸ 只(4.46×10⁵ t,含汞量约为 4.05 t^[14])。目前,我国的废旧荧光灯回收处于初级阶段^[15]。近年来,随着节能灯和 LED 灯具的推广,荧光灯的报废量有所下降,但回收处置量仍不足报废量的 15%,基本处于“吃不饱”的状态。与此同时,大量的废旧荧光灯通过生活垃圾,未经有效处置直接进入垃圾填埋场或焚烧厂处理,造成大量的汞未经处理直接进入环境中,严重影响土壤和地下水,增加环境风险隐患。废旧荧光灯的种类及危害如图 1-13 所示。

为了防止废旧荧光灯未经处理进入环境,一些危废处置企业建设了废旧荧光灯集中回收处置设施,常见的回收方法与特点如图 1-14 所示。

3) 废矿物油

废矿物油^[16]含有多种毒性物质,一旦大量进入环境中,会破坏生物的正常生活环境,造成生物机能障碍及严重的环境污染。例如,废矿物油污染土壤后由于其黏稠性较大,除了堵塞土壤孔隙及破坏土质外,还能粘在植物根部形成一层黏膜。废矿物油产生途径如图 1-15 所示。

据统计,我国每年产生大量的废矿物油,2013 年我国废矿物油行业产生量约为 624×10⁴ t,到 2018 年产生量达到了 731.7×10⁴ t。同时,我国废矿物油的回收利用量也逐年攀升。2013 年我国废矿物油行业回收利用量约为 406.2×



图 1-13 废旧荧光灯种类及危害

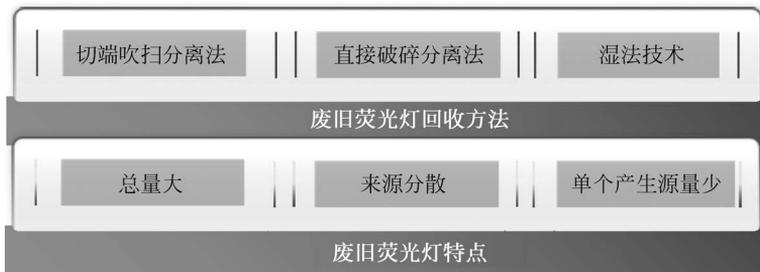


图 1-14 废旧荧光灯的特点与回收方法



图 1-15 废矿物油及产生途径

10^4 t,到 2018 年达到了 552.4×10^4 t(图 1-16)。

目前中国废矿物油回收细分产品中,废润滑油及其工业用油的市场规模占比最高,超过 80%。我国的废矿物油主要分为交通用油和工业用油两大类,两类油品各占 50%左右。交通用油以车用油用量最大,产废量最大。通常车用废油主要在 4S 店和修理厂产生,工业用废油主要在各大工矿企业产生。因此,废矿物