国外建筑垃圾利用现状及我国的差距

李湘洲
（长春理工大学西校区，吉林长春 130022）

摘要：首先介绍了建筑垃圾的产生过程及分类；国外建筑垃圾的排放、加工、综合利用情况；以及管理和循环利用的法规政策。最后阐述我国与国外的差距和存在问题，并提出了几点建议。

关键词：建筑垃圾；再生加工；综合利用

1 概述

通俗地讲建筑垃圾是建筑产品建造过程和拆除过程中产生的遗弃物。建筑垃圾产生于两个过程：一是建筑产品建造过程。二是建筑产品寿命终止拆除过程。建筑垃圾从使用性上划分三个类型：一是可以直接利用型，如从垃圾中分离出来的木料、砖块等。二是转化利用型，如铁丝、钢筋头、碎砖瓦块。三是不可利用型，如油漆等。

据统计，目前我国建筑垃圾的排放量已达到城市垃圾总量的40%，绝大部分未经任何处理，便被运往郊外露天堆放或填埋，而堆放和填埋需耗用大量的征地及垃圾清运等经费。同时清运和堆放中的遗撒和粉尘、灰沙飞扬等问题又加重了环境污染。另据报道，经对砖混结构、全现浇混凝土结构等建筑类型的施工材料统计分析，每1万 m^2 的建筑施工中，会产生500～600t建筑垃圾。按此推算，我国每年仅建筑施工中就产生超过4000万t的建筑垃圾，严重地浪费了建筑材料。由此可见，为了保护生态环境和节约资源，建筑垃圾的综合利用已成为社会亟需研究和解决的重要课题。

按建筑垃圾的来源进行分类如下：

(1) 土地开挖：分为表层土和深层土。前者可用于种植，后者主要用于回填、造景等。

(2) 道路开挖：分为混凝土道路开挖和沥青道路开挖。

(3) 旧的建筑物拆除：分为砖和石头、混凝土、木材、塑料、石膏和灰浆、钢铁等。

(4) 建筑工地垃圾：分为剩余混凝土，即工程中没有使用而多余出来的混凝土；建筑碎料，即凿除、抹灰等产生的旧混凝土、砂浆等，木材、金属、纸和其他废料等类型。

建筑垃圾的成分除了金属材料外，绝大部分为混凝土、砖瓦，还有木料、塑料制品、钢筋、铁丝、电线及五金配件，经过拆分、归类后集中回收冶炼，可重新制成金属材料。混凝土、砖瓦等经过破碎、筛选、可作为原料，用于制做砌块、砖及墙板。从理论上看，建筑垃圾是一种再生利用率很高的资源。

2 国外建筑垃圾的排放与利用状况

发达国家正在积极探索将垃圾变为一种新资源，将其发展成一个新兴的大产业。据美国“新兴预测委员会”和日本“科技厅”有关专家作出的预测：在未来30年间，全球在能源、资源、农业、食品、信息技术、制造业和医药领域，将出现“10大新兴技术”，其中有关“垃圾处理”的新兴技术列在第二位。

世界上首次大量利用建筑垃圾的国家是联邦德国，在二战后的重建期间，循环利用建筑垃圾不仅降低了现场清理费用，而且大大缓解了建材供需矛盾。至1955年末，循环再生了约1150万 m^3 废砖集料，并用这些再生集料建造了17.5万套住房。德国现有200家企业的450个工厂（场）在处理建筑垃圾，年营业额20多亿马克。

1997年，丹麦建筑垃圾排放量约为340万t，约占各种垃圾总量的25%。自采用废弃物税收以来，建筑垃圾循环利用的比例明显增加，如今约有90%的建筑垃圾得到了重新利用。在短短的几年里，丹麦建立了一个以技术方法、科学和组织结构以及管理工具密切结合的联合系统，确保了对主要废弃物流动的控制和对大部分建筑垃圾的循环利用。

日本资源相对匮乏，因此十分重视建筑垃圾的再生利用，将建筑垃圾视为“建设副产品”。从1974年起在建筑协会中设立了“建筑废弃物再利用委员会”，在再生集料和再生集料混凝土方面取得大量研

万方数据

究成果，并于1997年制定了《再生集料和再生混凝土使用规范》。此后相继在全国各地建立了以处理拆除混凝土为主的再生工厂。据报道，1998东京都建筑垃圾的再生利用率已达到56%。目前在住宅小区的改造过程中，已实现建筑垃场就地消化，经济效果显著。

日本对于处理建筑垃圾的主导方针是，尽可能不从施工现场排出垃圾；建筑垃圾要尽可能重新利用。因此，他们制订出相应的规范，建造以处理混凝土废弃物为主的加工厂，生产再生水泥与再生骨料。20世纪90年代初，他们就规定建筑施工过程中的渣土、混凝土块、沥青混凝土块、木材与金属等建筑垃圾，必须送往“再生资源化设施”进行处理。据报道，日本全国建筑废弃物实现资源再利用率已超过五成，其中废弃混凝土利用率更高，有的处理废弃物工厂的规模达到100t/h。目前，日本已经掌握成熟的建筑垃圾处理技术。

美国在混凝土路面的再生利用方面成绩斐然，1984年至1985年间，仅8个州就拆除和再生混凝土路面257公里。目前美国每年拆除的混凝土大约为6000万t。

欧洲共同体国家每年废混凝土的排放量，已从1980年的5500万t增加到目前的16000多万t，而废砖排放量将基本稳定在5200万t左右(不包括欧洲共同体有新成员加入)。显然，废混凝土与砌筑废物的比例已经向废混凝土转移。我国建筑垃圾中的可再生硬质无机组份比例在不断提高，其中废混凝土的比例增幅最大。

总体来讲，国外大多实行“建筑垃圾源头削减策略”，即在建筑垃圾形成之前，就通过科学管理和有效措施将其减量化，并采用科学手段，使其具有再生资源功能。

3 国外建筑垃圾的再生加工

美国的CYCLEAN公司采用微波技术，可以100%地回收利用再生的沥青路面废料，大大减轻城市的环境污染。德国西门子公司开发的干馏燃烧垃圾处理工艺，可使垃圾中的各种可再生材料十分干净地分离出来，再回收利用，处理过程中产生的燃气用于发电，每吨垃圾经干馏燃烧处理后仅剩下2~3kg的有害重金属物质，有效地解决了垃圾占用大片耕地的问题。

日本建筑垃圾的成分主要以钢筋混凝土废料，石膏废品及木材为主。从建筑工地运来的垃圾经过磅后，采用机械和人工方法，按木材、纸片、混凝土、塑料、金属等进行分类，分为粗选和细选两个过程。

3.1 粗选

粗选过程比较简单，主要是用手工方法分检出大块的木材及包装纸箱等，用铲车等工具挑选出大块混凝土。

3.2 细选

将粗选后的建筑垃圾混合物用铲车送入机械流水线，以进一步细分，其生产流程如图1。

残渣进行焚烧，以进一步减少垃圾物的体积，对不溶不燃物掩埋处理，大大减少了掩埋物的数量，从而节省了大量土地。

分类的材料，废纸，金属及较大块的废木材，可直接卖给有关企业作为原料进行再利用，其余的废混凝土、废塑料及碎木材等，还要进一步处理。

3.3 废木材处理

碎木材由皮带运输机送破碎机进行破碎，经磁选除金属后，经过多级筛分机进行筛分，分为造纸原料，水泥木屑板、刨花板和密度板原料，牲畜垫栏

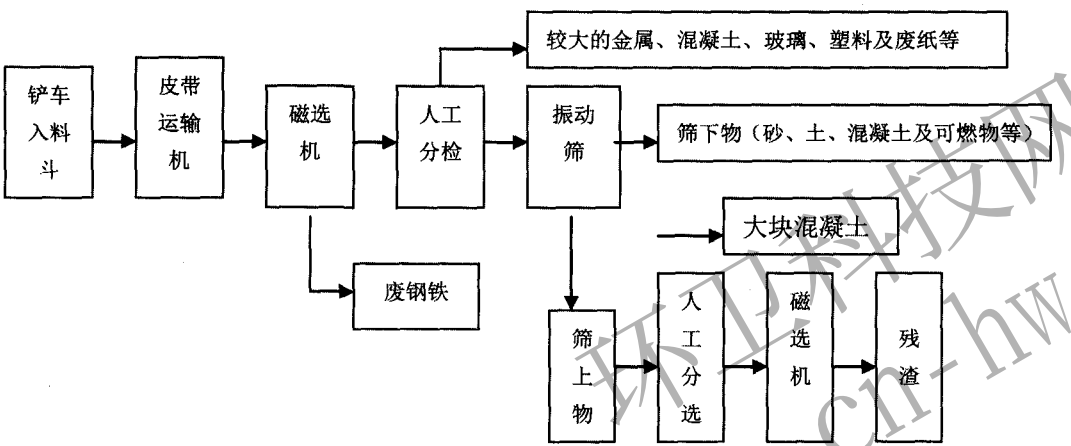

图1 建筑垃圾混合物分选流程

环保科技网 www.cn-hw.net

原料及燃料原料等，放入不同的储库内，作为原料供应有关企业。

3.4 废混凝土处理

用抓斗将大块混凝土敲碎，回收其中的钢筋，混凝土用破碎机进行破碎，经筛分除去砂土，清洗干净的碎混凝土可作为铺路基的材料，还可用作混凝土的集料。

日本近年建设废弃物的再生利用率超过了三分之一。据日本建设省对74万项工程建设废弃物的调查结果，将其再利用、中间处理以及最终处理所占比例汇总于下表中。从表1可知，再生利用率最高的是混凝土块和沥青混凝土块，而经过中间处理后减少率最高的是混合废弃物与建设污泥。此外，从处理方法上看，排出量约为6700万t/a(除去建设废土)，其中再生利用率35.2%，中间处理减少率19.7%，最终处理率59.7%。

表1 建设副产物的处理状况

项目 种类	排出量	再生利用率/%	中间处理后减少率/%	最终处理率/%
建筑废土	45041m³/a	27.6	—	72.4
建筑污泥	1441万t/a	7.9	12.6	79.5
混凝土块	2544万t/a	48.1	—	51.9
沥青混凝土块	1757万t/a	50.4	—	49.6
混合废弃物	946万t/a	13.9	17.0	69.1
小计	6688万t/a	35.2	19.7	59.7
下水道污泥	24000万m³/a	24.0	99.2	0.5

4 国外建筑垃圾综合利用情况

4.1 日本

在日本，建筑垃圾被视为“建筑副产品”，他们十分重视将其作为可再生资源重新开发利用，其再生材料被用于建材的原材料、道路路基、扩展陆地围海造田的填料等等。

日本在各地建立了以处理混凝土废弃物为主的再生加工厂，生产再生水泥和再生骨料，生产规模最大的工厂生产量达到100t/h。

日本政府规定建筑施工过程中产生的渣土、混凝土块、沥青混凝土土块、木材、金属等建筑垃圾，必须送往“再资源化设施”进行处理。日本对于建筑垃圾的主导方针是：尽可能不从施工现场排出建筑垃圾，建筑垃圾要尽可能的重新利用；对于重新利用有困难的则作适当处理。

4.2 美国

美国每年产生城市垃圾8亿t，其中建筑垃圾3.25亿t，占城市垃圾总量的40%，经过分拣、加工进行转化，再生利用约占70%，其余3%建筑垃圾“填埋”(利用)在需要的地方。

美国的建筑垃圾综合利用大致可以分为3个级别：①“低级利用”，即现场分拣利用，一般性回填等，占建筑垃圾总量的50%～60%；②“中级利用”，即用作建筑物或道路的基础材料，经处理厂加工成骨料，再制成各种建筑用砖等，约占建筑垃圾总量的40%。美国的大中城市均有建筑垃圾处理厂，负责本市区建筑垃圾的处理；③“高级利用”，如将建筑垃圾加工成水泥、沥青等再利用(这部分利用的比例不高)。

美国在建筑垃圾处理方面，形成了一系列完整、全面、有效的管理措施和政策法规。在建筑垃圾管理政策方面，已经演变了“三代”。第一代是基于政府主导的命令与控制方法，通过行政手段实现污染控制；第二代是基于市场的经济刺激手段，强调企业在建筑垃圾产生方面的源头削减作用；第三代是在进一步完善政策的基础上实现政府倡导和企业自律的结合，提高广大公众的参与意识和参与能力。

美国对建筑垃圾实施“四化”，“四化”为“减量化”、“资源化”、“无害化”和综合利用“产业化”。美国对减量化特别重视，从标准、规范政策、法规，从政府的控制措施到企业的行业自律，从建筑设计到现场施工，从优胜劣汰建材到现场使用规程，无一不是限制建筑垃圾的产生，鼓励建筑垃圾“零”排放。这种源头控制方式可减少资源开采，减少制造和运输成本，减少对环境的破坏，比各种末端治理更为有效。美国还把处理建筑垃圾作为一个新兴产业来培育，深入探讨如何使建筑垃圾处理形成新的产业。据统计，20世纪末发达国家再生资源产业规模为2500亿美元，到本世纪初已增至6000亿美元，预计2010年可达18000亿美元。

美国政府制定的《超级基金法》规定：“任何生产有工业废弃物的企业，必须自行妥善处理，不得擅自随意倾卸”，从而在源头上限制了建筑垃圾的产生量，促使企业自觉的寻求建筑垃圾资源化利用途径。美国住宅营造商协会正在推广一种“资源保护屋”，其墙壁是用回收的轮胎和铝合金废料建成的，屋架所用的大部分钢料是从建筑工地回收来的，所用板材是锯末和碎木料加上20%的聚乙烯制成，屋面的主要原料是旧报纸和纸板箱。这种住宅不仅

万方数据

积极利用了废弃的金属、木料、纸板，而且比较好的解决了住房紧张和环境保护之间的矛盾。

此外，美国的 CYCLEAN 公司采用微波技术，可以 100% 的回收利用再生旧沥青路面料，其质量与新拌沥青路面料相同，而成本可降低 1/3，同时节约了垃圾清运和处理等费用，大大减轻了城市的环境污染；对已经过预处理的建筑垃圾，则运往“再资源化处理中心”，采用焚烧法进行集中处理。

4.3 法国

CSTB 公司是欧洲首屈一指的“废物及建筑业”集团，专门统筹欧洲的“废物及建筑业”业务。公司提出的废物管理整体方案有两大目标：一是通过对新设计建筑产品的环保特性进行研究，从源头控制工地废物的产量；二是在施工及清拆工程中，通过对工地废物的生产及收集作出预测评估，以确定有关的回收应用程序，从而提升废物管理的层次。该公司以强大的数据库为基础，使用软件工具对建筑垃圾进行从生产到处理的全过程分析控制，以便在建筑物使用寿命期内的不同阶段作出决策。例如可评估建筑产品的整体环保性能；可依据有关执行过程、维修类别，以及不同的建筑物清拆类型，对减少某种产品所产生的废物量进行评估；可以对废物管理所需的程序及物料作出预测；可根据废物的最终用途或质量制订运输方案；就“再造”原料的新工艺，在技术、经济及环境方面的可行性作出评价，而且估计产品的性能。

4.4 荷兰

建筑业每年产生的废物大多数是拆毁和改造旧建筑物的产物（石块、金属、塑料和木材的杂乱物）。目前，已有 70% 的建筑废物可以再循环利用，但是荷兰政府希望将这个百分比增加到90%，因此，他们制定了一系列法律，建立限制废物的倾卸处理、强制再循环运行的质量控制制度。

4.5 德国

将建筑垃圾分成碎旧建筑材料，道路开挖和建筑施工工地垃圾，如德国环境基金会总部的建筑就是采用了旧混凝土集料。德国西门子公司开发的干馏燃烧垃圾处理工艺，可将垃圾中的各种可再生材料十分干净地分离出来再回收利用，对于处理过程中产生的燃气则用于发电，垃圾经干馏燃烧处理后有害重金属物质仅剩下 2～3kg/t，有效地解决了垃圾占用大片耕地的问题。碎旧建筑材料主要用作道路路基、造垃圾填埋场、人造风景和种植等。

4.6 新加坡

新加坡于 2002 年 8 月开始推行“绿色宏图 2012 废物减量行动计划”，将垃圾减量作为重要发展目标。在建筑领域，建筑工程广泛采用绿色设计、绿色施工理念，优化建筑流程，大量采用预制构件，减少现场施工量，延长建筑设计使用寿命并预留改造空间和接口，以减少建筑垃圾产生。同时，对建筑垃圾收取每吨 77 新元的堆填处置费，增加建筑垃圾排放成本，以减少建筑垃圾排放。

为减少建筑垃圾处理费用，承包商一般在工地内就将可利用的废金属、废砖石分离，自行出售或用于回填和平整地面，其余则付费委托给建筑垃圾处理公司。在建筑垃圾综合利用场所内，对建筑垃圾实施二次分类：已拆卸的建筑施工防护网、废纸等将被回收打包，用于再生利用；木材用于制作简易家具或肥料；混凝土块被粉碎后加工用于制作沟渠构件；粉碎的砂石出售用于工程施工。未进入综合利用厂的其他建筑垃圾被用于铺设道路或运送至实马高岛堆填区填埋。

新加坡对建筑垃圾处理实行特许经营制度。新加坡有 5 家政府发放牌照的建筑垃圾处理公司，专责承担全国建筑垃圾的收集、清运、处理及综合利用工作。建筑垃圾处置公司须遵守有关环境法规。未达到服务标准的，国家环境局可处以罚金，严重的吊销牌照。如非法丢弃建筑垃圾的，最高将被罚款 50000 新元或监禁不超过 12 个月或两者兼施，建筑垃圾运输车辆也将没收。

在综合利用与处理过程中，新加坡建设局等部门也介入管理。如建设管理部门在工程竣工验收时，将建筑垃圾处置情况纳入验收指标体系范围，建筑垃圾处理未达标的，则不予发放建筑使用许可证；在绿色建筑标志认证中，也将建筑垃圾循环利用纳入考核范围。

5 国外建筑垃圾循环利用的法规和政策

5.1 日本

日本对建设副产物处理有一系列完整全面的措施、政策和法律。1970 年制定了“有关废弃物处理和清扫的法律”（称废弃物处理法）。1991 年 3 月，日本建设省实行“再循环法”，提出有效地利用资源。1994 年 10 月制定了“建筑副产品对策行动计划”，积极推进建设副产物再循环政策。1997 年 月 10 月，修改“再循环法”制定了“建设再循环推进计划 97”。1998 年 8 月，建设省制定“建设再循

环卫科技网 www.cn-hw.net

环指导方针”。1998 年 12 月，进一步修改了“推进建设副产品正确处理纲要”。2000 年 5 月制定公布“建设工程用材的资源化等有关法律”（简称“建设再循环法”）。2000 年 6 月制定公布“推进形成循环社会基本法”（简称“基本框架法”）。

5.2 美国

美国是较早提出环境标志的国家，美国政府制定的《超级基金法》规定：“任何生产有工业废弃物的企业，必须自行妥善处理，不得撤回自随意倾卸”。

5.3 德国

德国政府在废弃物法增补草案中，将各种建筑废弃物的利用率比例作了规定，并对未处理利用的建筑弃物征收存放费。

5.4 丹麦

丹麦建筑垃圾循环再生率很高，主要激励措施是对填埋和焚烧建筑垃圾的征税。环保署(EPA)进行的一项分析表明，税收在建筑垃圾再循环方面起着主要的作用。从 1987 年 1 月 1 日起，分配到焚烧或填埋场的每吨垃圾的税收约为 5 欧元。至 1999 年，也就是说在 12 年后，填埋税增加了 900%。建筑垃圾循环率提高到了 90%。

6 我国存在的差距

(1)建筑垃圾分类收集的程度和水平都不高，绝大部分依然是混合收集，增大了垃圾资源化、无害化处理的难度。

(2)建筑垃圾回收利用率低，全国每年生产的 4000 多万 t 建筑垃圾，需几万人去分拣。由于劳动强度大，工作条件差，工人待遇低，专业分拣的人员又很少，大多数可以回收的资源白白浪费掉了。

(3)我国建筑垃圾处理及资源化利用技术水平落后，缺乏新技术、新工艺开发能力，设备落后。垃圾处理多采用简单填埋和焚烧，既污染环境又危害人们健康。有些城市甚至不做任何处理，导致环境问题加剧。

(4)建筑垃圾处理投资低，法规不健全，建筑业者整体环境意识不高。

(5)施工工艺、施工技术落后，大量的手工操作，是产生建筑垃圾的主要原因。

7 几点建议

为确保建筑垃圾资源化循环再生，我国须加强以下三方面工作：

(1)科研工作

科研工作是建筑垃圾资源化的基础，没有合适的技术方案，建筑垃圾的资源化无从谈起。国外建筑垃圾的再生技术已经成熟，而我国在此方面刚刚起步，应该开展全面系统的研究和开发工作，提出符合我国实际的建筑垃圾资源化战略和技术方案。

科研工作应集中于建筑垃圾减量化的方法、建筑垃圾回收和利用方法、再生建筑材料的市场化措施，再生材料与环境相容性的分析方法，再生产品的技术标准和规范、再生技术的经济性评定等。

(2)立法工作

首先应禁止填埋具有再生价值的建筑垃圾，相应地规定建筑垃圾分类回收和堆放，排放单位必须配置相应的处理设施或支付较高的处理费，委托专业机构处理和利用其建筑垃圾。凡利用建筑垃圾生产的材料或产品，国家应在税收政策上给予优惠。对于专用的建筑垃圾再生机构，国家应给予相应的财政补贴，保证他们的正常运营。

一旦建筑垃圾资源化方面的法律颁布，就应该通过严格的监督执法来使法律得到确实的遵守，做到令行禁止，有法必依，违法必究。

(3)宣传教育工作

要让与建筑垃圾打交道的每一个人都懂得建筑垃圾是一种可利用的资源，大力宣传和推广建筑垃圾资源化再生的最新技术和工艺方法，鼓励全社会利用再生建材或产品。

(4)加大扶持力度

要发挥政府、企业、公众三方面的积极性，政府要从政策上加以引导、扶持、加大建筑垃圾综合利用力度。例如，由政府主导、协调，合理分布建立垃圾处理厂，将处理过的垃圾变为建筑材料。

参考文献

[1] 杨子江．建筑垃圾的再生利用研究 [J]. 再生资源研究，2003(3)：26-28。
[2] 程建达．建筑垃圾再生利用与设备开发 [J]. 建材工业信息，2005(3)：27-28。
[3] 王武祥．建筑垃圾的循环利用 [J]. 建材工业信息，2005(3)：23-26
[4] 李湘洲．建筑垃圾的资源化再利用商榷 [J]. 粉煤灰，2005(5)：35-36
[5] 刘永民．对建筑废弃物再生利用的思考 [J]. 中国建材科技，2008(3)：21-27。

万方数据
环卫科技网 www.cn-hw.net