

DOI: 10.5846/stxb201603180487

胡鸣明, 张纯博, 向鹏成, 石世英, 吴江波. 荷兰废弃混凝土回收利用产业发展借鉴. 生态学报, 2016, 36(12): - .

荷兰废弃混凝土回收利用产业发展借鉴

胡鸣明^{1,2,3,4}, 张纯博^{1,2,*}, 向鹏成^{1,2,3}, 石世英^{1,2,3}, 吴江波¹

1 重庆大学建设管理与房地产学院, 重庆 400045

2 重庆大学可持续建设国际研究中心, 重庆 400045

3 重庆大学建设经济与管理中心, 重庆 400045

4 莱顿大学环境科学研究所, (荷兰) 莱顿 2333CC

摘要: 荷兰对建筑废弃物尤其是废弃混凝土的循环利用处于国际领先水平。对荷兰废弃混凝土循环利用产业的利益相关者行为和相互关系进行分析, 基于波特钻石模型理清荷兰废弃混凝土回收利用产业发展机制。借鉴荷兰发展的经验, 结合国情提出促进我国混凝土回收利用产业发展的建议。

关键词: 荷兰; 废弃混凝土; 回收利用产业; 波特钻石模型

混凝土由骨料(沙、石)、水、胶凝材料组成的混合物, 在荷兰是除了水以外的第二大消耗材料, 也是城市建设最基本的材料[1]。因此, 废弃混凝土也是建造和拆除活动产生的体积及质量最大的建筑废弃物。如果仅仅采用传统的堆砌或填埋方式进行处理, 不仅污染环境, 占用土地, 而且是对可回收利用的资源的浪费, 科学合理的废弃混凝土终端消纳处置亟待实施。这种形势下, 废弃混凝土回收利用产业逐渐发展起来。废弃混凝土回收利用产业是以企业为行为主体, 政府配合支持, 以保护环境, 节约资源为目的, 以进行的技术、设备为支撑, 对废弃混凝土进行综合加工使其成为可再利用的产品的行业。

荷兰对建筑废弃物的处理处于国际领先水平, 荷兰限制对建筑废弃物的填埋, 并强调对其回收利用。如图 1 所示, 荷兰是世界上建筑废弃物回收利用率最高的国家。2010 年, 荷兰共产生 2380 万吨建筑废弃物, 其中 94% 被回收利用, 3.5% 被用于火力发电^{[3][4]}。废弃混凝土占荷兰建筑废弃物总排放的 40%, 几乎 100% 回收利用(其中 97% 破碎做路基基层骨料, 接近 3% 经破碎清洗后用作再生混凝土骨料)^[5-6]。中国是混凝土生产与废弃排放的大国, 我国的混凝土产量占世界的 45%, 而我国废弃混凝土每年的废弃混凝土的排放量为

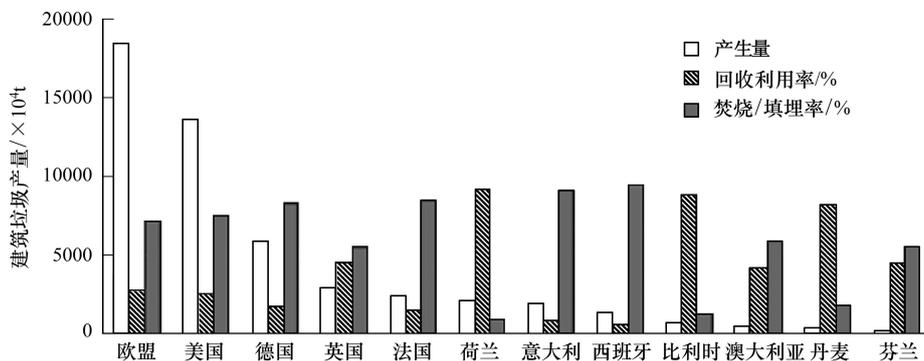


图 1 各国建筑废弃物的生产及处置状况^[2]

Fig.1 Quantity of CDW and Percentage of Recycling/Landfilling

基金项目: 国家社会科学基金项目“建筑废弃物循环利用产业促进研究”(11CJY040)

收稿日期: 2016-03-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: 415416794@qq.com

1—2 亿吨,预计到 2020 年将产生 20 亿吨的废弃混凝土^[7-9]。然而,根据 2014 年度的《中国建筑垃圾资源化产业发展报告》的调查研究,我国建筑废弃物的回收利用率仅为 5%左右,回收利用的混凝土主要用于生产再生砖,绝大多废弃混凝土被直接填埋甚至非法倾倒。

对荷兰废弃混凝土回收利用产业进行分析,能为提高我国废弃混凝土的资源化利用水平,以及促进我国混凝土回收利用产业发展提供借鉴。

1 废弃混凝土回收利用产业利益相关者分析

1.1 利益相关者分析

利益相关者是与组织有利益瓜葛的人或集体,利益相关者的行为和组织目标的实现之间能互相产生影响。废弃混凝土回收利用是一个系统工程,其利益相关者是对该组织拥有产权的个人或组织,他们或者因为需要或者源于交换而拥有对于该组织的产权^[10]。荷兰废弃混凝土循环利用的主要利益相关者有政府部门、废弃混凝土产生者、资源化企业、填埋场经营者、工程建设方拆除单位等。为了使利益相关者对产业的关联程度和影响力更明晰,借助 Bakker 的荷兰混凝土产业利益相关者 power-interest 图^[11],按利益相关者自身对产业的影响力和关注度进行排布,越靠右上方的相关者对产业的影响力越大,关注度也越高。

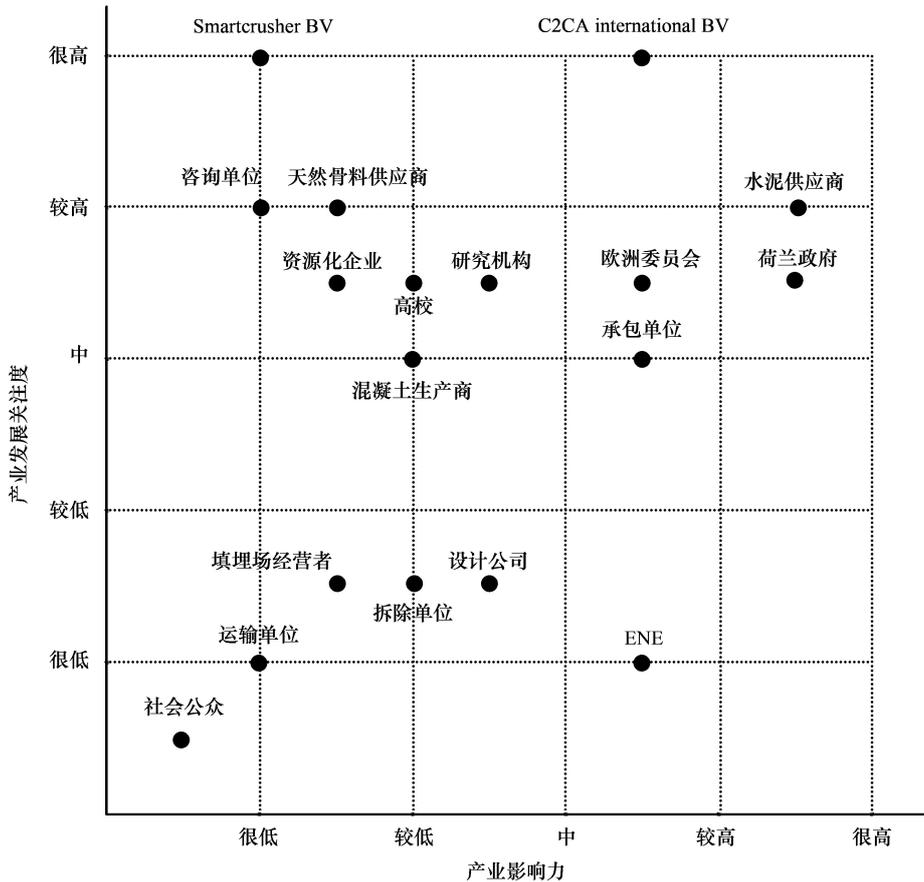


图 2 荷兰废弃混凝土回收利用产业利益相关者 power-interest 分析^[11]

Fig.2 Power-Interest Analysis of the Dutch End-of-Life Concrete Recycling Industry

对图 2 中涵盖的以及没有提及的利益相关者的角色定位和主体行为做以下分析:

1.2 荷兰废弃混凝土回收利用的产业链网

各个利益相关者在废弃混凝土循环利用产业里的相互关系如图 3 所示,待拆建筑物是产生废弃混凝土的来源,待拆建筑由拆除承包商所选的分包单位,即拆除企业和分选企业进行处理,得到可回收的废弃混凝土和

不可回收的废弃物再由雇用的运输单位分别运向资源化企业和填埋场。资源化企业将废弃混凝土处置后向混凝土生产商提供混凝土生产原料,同时面临水泥生产商、骨料供应商的竞争。技术研发单位向线管企业提供技术支持。咨询公司向以上的企业提供咨询服务。可以看出,政府等法规制定者几乎影响到所有的利益相关者,他们的行为对引导和促进产业的发展起到重要的作用。

表 1 荷兰废弃混凝土循环利用的利益相关者

Table 1 Stakeholders of the Dutch EoL Concrete Recycling Industry

利益相关者	角色定位	主体行为介绍与分析
废弃混凝土产生方 EoL concrete generators	拆除承包方	拆除承包方是工程项目拆除的主要的负责人、管理者。拆除承包方选择专业的运输单位和拆除分包商或是拆除单位自己充当承包方。有的拆除单位包括的现场的分类拣选工作,如若进行场外拣选则由运输公司运送到场外的分选公司(如:Baetsen BV)处理。拆除方如果没有和资源化企业达成协议,政府也没有强制规定,是不会主动选择高成本的拆除方式(如智能拆除、选择性拆除),所以拆除方的关注度和影响力都较低
	建设承包方	建设承包方除了在建设施工过程中产生废弃混凝土外,还是废弃混凝土再生产品的潜在使用客户。承包方会出于降低成本的目的,关注产业的发展动态而选择性价高的混凝土产品,拥有中等关注度和较高的影响力
混凝土及原料生产方 Producers of concrete and raw materials	资源化企业	负责废弃混凝土的无害化处置以及再生产品的生产。废弃混凝土资源化企业对废弃混凝土回收利用的的发展的关注度较高,但本身对该产业的影响力较低
	水泥生产商	ENCI 是荷兰唯一的综合水泥生产商且计划在 2018 停运,停运后则完全依靠向国外高价进口。所以水泥生产商对产业有一个较高的关注度和很高的影响力
	天然骨料供应商	荷兰禁止本国开挖山体制造砂石等生产混凝土的原材料,天然砂石的供应除少量由南部河床加深工程提供外主要是靠进口。天然骨料供应商有较高的关注度,但影响力较低
	混凝土生产企业	现有技术体系上,天然骨料、水泥对于混凝土生产是不可获取的。混凝土生产单位对再生骨料、再生水泥的选择依据还是在治疗保证上的再生材料的价格。混凝土生产企业拥有中等的关注度和较低的影响力
法规制定者 Regulators	荷兰政府	在荷兰,虽然废弃混凝土循环利用市场化的程度较高,但是该产业的本质仍是半公益办盈利性质,外部相应明显,参与监督和管理是政府的责任和义务,政府的政策法规也会直接影响到产业。政府有较高的关注度和很高的影响力
	欧洲委员会	研究荷兰是欧盟隶属成员国,欧洲委员会制定的建筑废弃物相应政策、计划框架会通过荷兰政府的法规,间接影响到荷兰的废弃混凝土回收利用,欧洲委员会是回收利用最大的投资者之一。欧洲委员会对产业也拥有较高的关注度是和较高的影响力
	NEN	NEN(荷兰语:Normalisatie en Normen)是荷兰的一个标准规范制定组织,为荷兰的各种产品包括再生骨料制定规范和标准,对产业有较高的影响力,但对产业的关注度很低
回收利用相关方 Recycling supporting parties	填埋场经营者	填埋场是公私合作模式运营,填埋场主是废物链条末端污染的把关者,也是禁止可回收废弃物填埋的监督者。《禁埋令》禁止废弃混凝土进行填埋,进入到填埋场的是资源化后剩余的残渣和受到污染不可回收部分。填埋场经营者的关注度和影响力都较低
	运输单位	一般受雇与废弃混凝土产生单位,将废弃混凝土运输到指定的目的地。运输的过程应保证废弃混凝土的不掺入杂质和防止其受到污染。运输单位对产业的关注度、影响力都很低

续表

利益相关者	角色定位	主体行为介绍与分析
设计公司	拆除、回收工作的影响者	由建筑师和机构工程师组成,受雇于建设承包单位。建筑结构、材料选用会对混凝土回收利用造成影响,但是设计单位不会自主的进行便于回收的设计如 DFR (Design of Recycling) 和 DFC (design for construction) 设计,而是更愿意采用传统的设计。设计单位对产业有一定影响力但关注度很低
咨询单位	资源化信息咨询者、回收利用的推动者	像 Schenk 混凝土咨询这类公司是为回收利用相关企业提供技术咨询、产品信息等服务的商业性质单位。LMA、EVOA 这类政府废弃物统计单位未来也可利用统计数据提供咨询服务。咨询单位可以削弱再生产品与客户之间的信息不对称对产业发展造成的障碍。咨询单位对产业有一个较高的关注度,但影响力并不高
技术革新方 Recycling technology innovators	回收利用技术的革新者及循环利用政策建议者	荷兰的科研机构及高校如莱顿环境科学研究所、代尔夫特理工大学等的调查和研究能为废弃混凝土资源化的优化和升级提供智力支持,并就废弃混凝土循环利用产业发展向政府提出政策建议。它们有中等的影响力和较高的关注度
技术研发公司	回收利用技术的革新者	该类型的企业一般是某些组织团体的衍生公司,专门为废弃混凝土回收利用进行技术革新。如 SmartCrusher BV 是 Schenk 混凝土咨询公司研究新型破碎技术而成立的衍生公司,拥有最高的关注度,但由于企业背景 and 规模,影响力很低;C2CA International BV 是欧盟为国际废弃混凝土回收项目而成立的衍生公司,拥有高的影响力和最高的关注度
其他 Others	社会公众	进行回收利用后环境改善的主要受益者,也是再生产品的使用者,也是循环利用的潜在参与者。他们对产业的关注度和影响力都是最低的

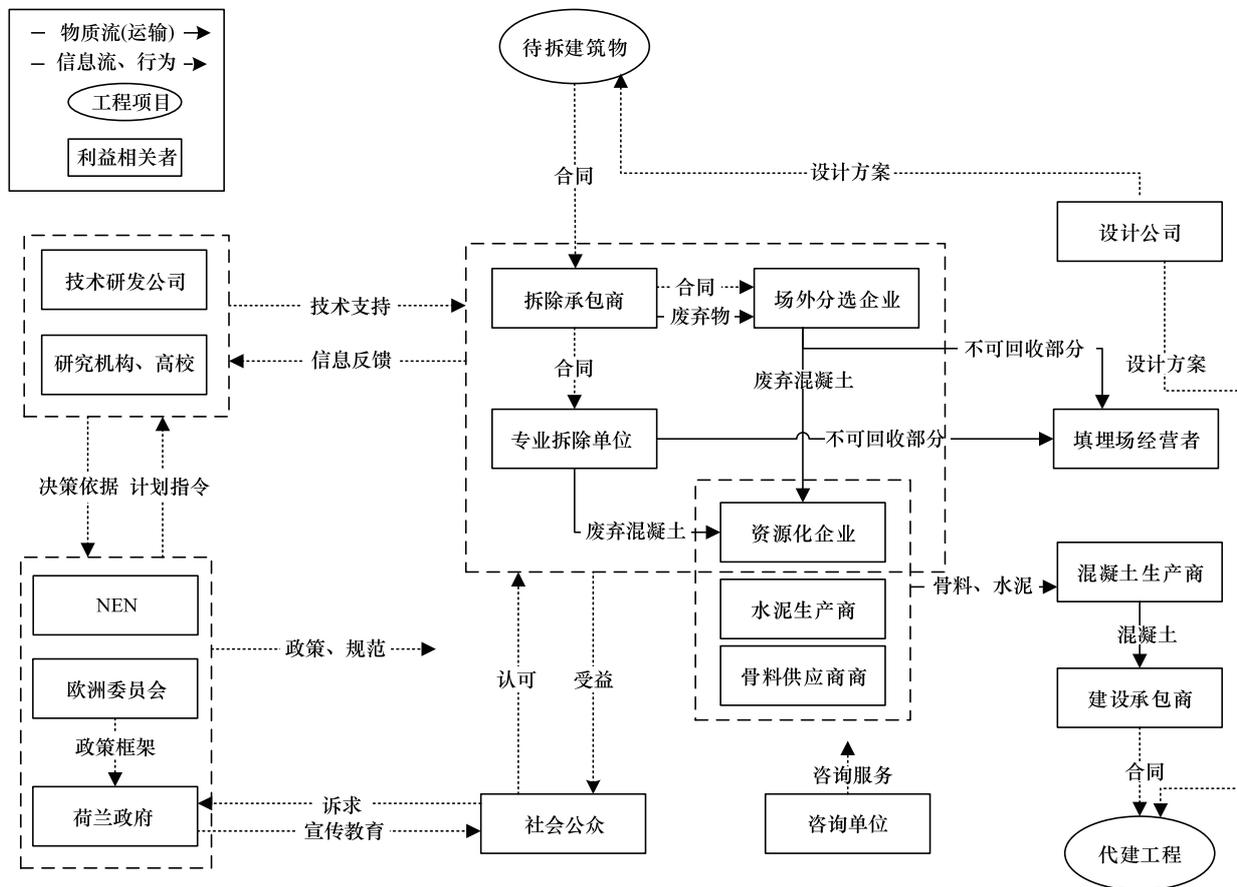


图3 荷兰废弃混凝土回收利用产业链网

Fig.3 Industry Chain Net of the Dutch EoL Concrete Recycling Industry

2 废弃混凝土回收利用产业分析及其借鉴

2.1 废弃混凝土回收利用产业的钻石模型分析

在已经对产业链中的利益相关者进行识别和分析的基础上,以波特钻石模型为理论基础,系统性、条理性、科学性地分析荷兰废弃混凝土循环利用产业发展的影响因素。

波特钻石模型是美国哈佛大学迈克尔·波特(Michael.E.Porter)等通过对美国、日本和德国等 10 个国家的 100 多个产业的国际竞争力的比较研究后,在 1990 年的《国家竞争优势》一书中提出“竞争优势理论”时建立的。该理论认为:国家内经济环境对企业创造自身的竞争力有很大影响,其中主内在影响因素有四个:生产要素、需求条件、相关与支持性产业和企业战略、结构与同业竞争。除了四个内在因素外,政府和机遇也是影响产业竞争力的两个外在辅助因素。在荷兰,虽然废弃混凝土循环利用产业已趋于成熟,但是该产业和其他产业不同,存在外部效应,是半公益半盈利性质的产业,需要靠政府进行政策引导、监督和管理。政府部门(或者欧盟)是引导区域产业结构调整 and 产业发展方向的主要力量,并且对区域内产业发展水平有直接影响;反之,其他的主要因素的变化也会反馈和影响到政府的行为。所以,对于荷兰废弃混凝土循环利用产业来说,由于政府行为在该产业发展中起着决定性的作用,因此可将政府纳入钻石模型的内部,作为该产业发展的内在因素之一。改进后的钻石模型如下图所示,对改进后的钻石模型的各个影响要素作分析。

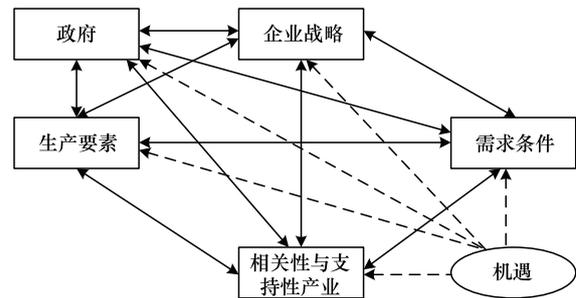


图 4 废弃混凝土回收利用产业钻石模型

Fig. 4 The Dutch EoL Concrete Recycling Industry Michael Porter Diamond Model

改进后的钻石模型如下图所示,对改进后的钻石模型的各个影响要素作分析。

2.1.1 生产要素分析

(1) 技术水平

资源化相关技术水平是影响废弃混凝土循环利用的最重要的先决条件,这也是波特提到的先进的设备、高等人才、大学研究所等高等生产要素的要素本质。再生产品的质量必须依靠相应基础技术才能得到保证,并且技术的升级和优化能提高资源化生产效率,降低资源化的成本。在回收利用废弃混凝土方面,C2CA 技术和 SC 技术是最先进、最有应用潜力的两项技术,但是目前还处于小规模试点使用状态。

C2CA 是一个欧洲建筑废弃物回收技术研究项目,意在低成本地分离出洁净的再生骨料和水泥微粉用于混凝土的生产。C2CA 技术包括智能拆除、ADR(高级干法回收)、质量控制传感器等先进的技术。据估计,如果 C2CA 的技术在荷兰广泛运用,再生骨料的使用率将从目前的 6.4% 上升到 34%-80%^[12],将会极大促进废弃混凝土回收利用企业的资源化行为。

SC(智能破碎)技术是由荷兰 Schenk 混凝土咨询公司研发,该方法根据砂、碎石和硬化水泥的抗压能力不同,设计输出一个确定应力能将废弃混凝土破碎和碾磨成为一个确定的粒径,并分离出砂、碎石和硬化水泥而尽可能的减小对它们的破坏。

(2) 资源

此处的资源是指用于生产再生产品的废弃混凝土这类初级生产要素。荷兰的废弃混凝土年均产量巨大,而且还在不断增长中,预计到 2025 年,荷兰废弃混凝土的产生量将从 2003 年的 1050 万吨翻一倍,达到 2200 万吨^[13]。随着技术的升级,用于制造骨料的废弃混凝土将会从 2016 年的 300 万吨飙升到 2025 年的 1500 万吨^[12]。在欧洲,未来几年将会有大量 1950 年前后建造的建筑物将被拆除,届时欧洲用于资源化的废弃混凝土将会是荷兰国内资源化市场的 12 倍,即 1.8 亿吨^[12]。由此可见,荷兰废弃混凝土资源化企业的生产原料是十分充足的。

(3) 资金

资源化企业在设备购置, 厂房建设, 雇用人工, 能源消耗等方面需要大量的启动资金和运营资金。荷兰废弃混凝土资源化企业资金的来源有三个: 首先, 荷兰的废弃混凝土循环利用私营化占主导地位, 企业按照市场机制运营, 资金的来源主要是废弃混凝土处置费用和再生产品的销售的收入; 荷兰政府为新技术的研发和使用的补贴也是资金的来源之一^[14]。

2.1.2 需求条件分析

荷兰在 2010 年消耗了 3360 万吨混凝土, 混凝土市场的需求结构为: 40% 用于住宅建设, 60% 用于基础设施和公共事业; 预制混凝土和现浇混凝土各占 45% 和 55% 的市场份额^[11, 15, 16]。

荷兰 97% 的废弃混凝土用于路基建设, 只有 3% 用于混凝土生产。但是, 荷兰未来的道路建设工程量趋于稳定。欧洲上世纪五十年代前后建造的大量建筑物将被拆除, 这也说明将会有大量的建筑物将会被重建、改建, 到时再生骨料将会有大量的市场需求。

另一方面, 荷兰是一个石材资源匮乏的国家, 混凝土生产的天然原料匮乏。除了利用本国的废弃混凝土供料制作集料外, 天然砂石的供应除少量由南部河床加深工程提供外主要是靠向德国、比利时两个邻国进口。水泥也是混凝土生产的原料之一, 荷兰目前只有一家综合的水泥生产厂 ENCI, 使用本国的石灰岩加工水泥达到 110 万吨/年的生产能力, 主要还是依靠进口石灰岩生产的 250 万吨, 以及通过德国、比利时直接进口的 400 万吨水泥来维持混凝土生产^[11]。

据预测, 如果不对现有的废弃混凝土资源化技术进行升级, 那么用于荷兰混凝土生产的原料的进口量将占到总的原料使用量的 70%; 如果 C2CA 中的再生骨料生产技术大范围的推广, 将会把进口量降到 2.7%, 荷兰的混凝土生产可以完全靠再生材料进行^[12], 而目前再生骨料混凝土在价格上比天然骨料混凝土更具有市场竞争力, 到时再生骨料将会占有大量进口骨料的的市场份额。荷兰内需市场是该产业发展的动力, 并刺激荷兰资源化企业的改进和创新, 荷兰的资源化企业将来会大量主动或被动地向高技术水准的再生混凝土骨料生产方向转变。

2.1.3 相关支持性产业分析

波特认为, 一个产业与其关联性产业和支持性产业是一种相互依存的关系。拥有强有力相关支持产业形作支撑, 并形成有效的“产业集群”, 才能使产业良好的发展。废弃混凝土循环利用产业的相关支持性产业主要表现为资源化设备与技术研发业和废弃混凝土循环利用服务业。

荷兰设备制造业生产的先进设备用于建筑物拆除和废弃混凝土的资源化; 拆除单位进行智能化的拆除活动, 得到洁净的废弃混凝土; 资源化企业再对其进行处置用于新的工程建设, 这都要归功于资源化设备与技术研发业的研究成果。研发业是能为资源化产业及其上下游产业提供技术支持。在荷兰, 研发业可以是 Schenk 混凝土咨询公司这类纯盈利性质的, 也可以是 C2CA International BV 这类不是纯商业性质的项目衍生公司, 由荷兰政府、资源化企业发起并出资与高校、研究机构等进行合作, 以新技术开发和设备优化升级来促进回收利用产业发展为目的。

荷兰的废弃混凝土循环利用服务业包括了废弃混凝土的运输企业、拆除企业、(场内及场外)分选企业、废弃物登记单位、再生骨料质量检测与认证、混凝土咨询企业等。运输企业、拆除、分选企业能对废弃混凝土进行无污染的运输和其他杂质、有害材料的分离, 提高资源化的效率和质量; LMA 和 EVOA 分别是荷兰国内废弃物运输和废弃物进出口的登记单位, 它们属于政府部门, 按照欧盟发布了《废弃物清单》(European List of Waste)对废弃混凝土以及建筑废弃物分类编号, 并对其流转和处置进行记录、统计与监督, 未来可利用统计数据提供咨询服务; 荷兰的镭射激光器公司 Laser2000 将激光技术用于再生骨料的质量检测, 再生骨料质量认证是政府部门和 NEN 的工作, 针对再生骨料的使用制定了严格的标准, 使得再生骨料的使用有了质量保证; 混凝土咨询企业提供专业的咨询服务, 为技术和产品的使用起到了推广作用。

2.1.4 企业战略、企业结构与同业竞争分析

波特认为, 企业的目标战略和组织结构往往随着产业和国情的差异而不同, 国家的环境规对企业的管理

和竞争形式造成影响。

资源化企业是荷兰废弃混凝土循环利用产业的主体,但资源化企业的组织结构并不合理。荷兰绝大多数的资源化企业进行的是次级资源化行为,即加工为道路基层材料,附加值低,只有极少数企业进行的混凝土骨料的生产。据以往的经验可知,经济危机会将原生材料的价格压得极低,而传统再生混凝土骨料的生产成本较高会使其不具竞争力,加之未来道路建设材料市场需求再生饱和而再生混凝土骨料大量需求的情况下,资源化企业将面临和国外进口原生材料市场和国内资源化再生骨料市场的双重竞争的激烈局面。

荷兰的部分企业已将开始着手转型,尝试低成本的再生混凝土原料生产。Schenk 混凝土咨询公司研发的再生混凝土骨料生产的破碎技术 SC 已经在 2013 年投入到商业生产^[14];混凝土生产商 Pouw、Mebin、Holcim,建筑承包商 Strukton,水泥供应商 Heidelberg 等企业都积极地投入到 C2CA 项目的研制中。

2.1.5 政府行为分析

改进后的钻石模型,政府位于钻石体系的内部。政府在产业的发展历程中起着重要的监督和引导作用。

在早期,建筑废弃物处置还是荷兰市政府的任务和职责。随着建筑废弃物的产生量逐年递增,对建筑废弃物的处置能力的要求也有所提高。1977 年《垃圾法》的发布,使得废弃物的管理由市级政府上升到了省级政府。到了 80 年代,为了使得废弃物导致的污染问题得到改善,荷兰明确了中央、省、市三级政府的权责。在 1988 年,政府颁布《废弃物预防与回收条令》,促使公众的观念开始发生改变,废弃物循环利用的产业化和私营化开始萌芽。90 年代时,政府参与度降低,私有化的市场占有率开始提高^[17]。1990 年,荷兰成立了废弃物处置组织委员会,成员分别来自省、市协会,环境部和相关的企业的代表组成,负责各省市间废弃物的管理和协调。1996 年,组委会发布一个重要的改革决议,将废弃物的管理权限有市级政府上升到国家水平,即由住房、空间规划及环境(荷兰语缩写:VROM)部门对废弃物进行管理^[17]。VROM 负责保障相关环境保护法规的正确执行和区域空间、环境政策的合适性,从而更好的进行废弃物管理和环境保护,VROM 对荷兰的环境保护和废弃物管理起着至关重要的作用。1995 年和 1997 年,分别颁布了《填埋税》、《禁埋令》,废弃混凝土这类可回收的废弃物禁止送往填埋场,必须进行回收利用,这为回收利用企业提供了大量的生产资源。当时的废弃物处理系统主要是靠私人或是 PPP 模式进行运营,如填埋场这类终端处置设施基本上是 PPP 模式,危险废弃物收集基本上是私人公司来处理^[18]。2007 年,在欧盟的作用下,政府对建筑废弃物管理实行国际合作,此时私营化占到了主导地位^[19]。直到现在,荷兰废弃混凝土回收利用产业的已经相当成熟,已经在全国范围大规模的进行废弃混凝土回收利用,并出现拥有较为完整的产业分工和社会协作。

荷兰的废弃混凝土回收利用产业经历了从早期的只由政府进行回收利用行为的“强政府”模式逐步发展到了现在的废弃混凝土私营化为主导的“强市场+弱政府”模式。现在荷兰的回收利用产业主要是以市场机制在运行,但为了应对未来将面临市场需求的巨大改变,荷兰政府积极地与企业进行技术创新合作以及引导企业逐渐转型,对产业发展的影响仍是不容忽视的。

2.1.6 机遇分析

由于全球范围的生态危机和资源紧缺难题的出现,国际社会对建筑垃圾循环利用给予高度的重视,“循环经济”、“可持续建设”、“绿色低碳”、“节能减排”等口号相继提出。欧美国家预测未来三十年内全球将出现十大新兴技术,其中垃圾处理产业名列第二位^[20]。在荷兰,废弃混凝土回收利用的技术创新正如火如荼的进行,并且未来荷兰(甚至欧洲)将会有大量的废弃混凝土进行资源化的市场需求。由此可见,荷兰废弃混凝土循环利用产业的将会面临良好的发展机遇和广阔的市场前景。

2.2 对我国废弃混凝土回收利用产业发展的借鉴

由荷兰废弃混凝土回收利用产业发展机制分析可知,产业发展除了荷兰废弃混凝土排放量大而天然生产原料匮乏等客观因素刺激外,政府行为如政策的引导,法律法规的激励和约束等是产业发展的主要动因。当前,在我国废弃混凝土回收利用处于产业化的过程中,虽然发挥市场在资源配置中的决定性作用是产业化发展的关键,但是从荷兰废弃混凝土回收利用产业发展实践来看,政府对产业前期发展的作用至关重要。以荷

兰废弃混凝土回收利用产业的发展历程为借鉴,从体制和机制的建角度提出对我国产业的建议:

(1) 健全完善法律法规体制

荷兰在废物回收利用和环境保护方面制定了严明、系统的法律体制。我国目前促进建筑废弃物利用的政策法规措施还不健全,至今尚无一部关于建筑废弃物管理的法律文件,现有法规条例和政策措施只有原则性表述,还不具体、相关责任主体的责任与义务不明确,导致现行法规条例难以落实^[21]。我国应该增补和制定相关的法律条款,如《建筑废弃物管理法》,将建筑废弃物回收利用纳入法律法规体系里,也使得废弃混凝土的回收利用有了法律保障。

首先,在拆除方面,我国面对待拆建筑物已无用的既定事实,采取追求速度、节约成本的直接“拆毁”形式^[22]。这样使得废弃混凝土中含有大量的杂质,也没有专门进行分选的企业对杂质进行分离,对后期再生产品的质量造成影响。我国应该效仿荷兰,制定便于回收的拆除标准和分类分选标准,得到高品质的再生产品生产原料。

其次,在填埋方面,填埋是目前我国废弃混凝土处置最主要的形式,限制填埋废弃混凝土是保证大量废弃混凝土用于回收利用的前提。为了有效的对填埋进行限制和约束,一方面,实行废弃混凝土排放收费制度,对进行填埋而非回收利用的废弃混凝土产生企业收高额填埋费用,对受到污染的废弃混凝土收额外的处置费用,使原本由政府承担的环境治理的外部成本企业内部化,同时为回收利用企业提供资金支持;另一方面,实行废弃混凝土填埋许可制度,设置允许填埋最大限额,并实行废弃混凝土排放权有偿使用和交易,处罚擅自倾倒者。

最后,再生产品使用规范方面,NEN 为荷兰的再生骨料和再生混凝土的使用制定了详细的规范。我国关于废弃混凝土回收利用的相关规定的颁布比较晚,2010 年发布针对再生骨料的规定《混凝土用再生粗骨料》、《混凝土和砂浆再生细骨料》,直到 2016 年我国才发布首个针对再生骨料和砖块行业标准《碎砖瓦建筑垃圾再生砌墙砖》。我国应该尽快对相关规范、标准的空白处进行补充,扩大涵盖的范围,完善内容,为废弃混凝土再生产品的生产、销售、使用的依据和保障。

(2) 建立监督管理及统计服务机制

我国建筑回收利用企业存在“吃不饱”、自己寻找建筑废弃物的现象^[23]。但如果只是盲目地禁止废弃混凝土填埋,收取填埋费用,只会迫使废弃混凝土制造者因逃避运输费和填埋、处置费造成废弃混凝土堆积、囤积甚至进行非法倾倒而无法回收,所以严格的监管体系是制度得以实施的保障。

荷兰的废弃物统计机制(由 EVOA、LMA 机构实行)对废弃物从原料到最后的废弃处置得到新产品的全过程进行监控统计,对进行废物流管理、回收利用决策提供了依据。我国应设立废弃物统计机构对废弃物的流转进行统计、建立数据库,并在网上建立废弃物信息公示平台,能对废弃混凝土的流转进行监控,保证其最后目的地是回收利用场所,减少非法倾倒现象。对于再生产品,监管机构除了对其质量进行检测和认证之外,还应在网上建立再生产品交易信息平台,拓宽再生产品的销路。

(3) 形成技术创新机制

我国已有少数企业如北京元泰达环保建材科技有限责任公司、许昌金科清运有限公司等开始生产再生骨料和混凝土这类高附加值的再生产品^[23],但目前对废弃混凝土的主要处置途径还是制砖。与荷兰相比,我国的建筑拆除、杂质分离等环节也进行得不够到位,反之,也说明我国的废弃混凝土回收利用技术有很大的提升空间。然而,技术的革新不会自主发生,它是通过企业、金融机构、高校、科研院所和政府主体等不同角色的互动而产生的,荷兰参与欧盟的 C2CA 项目就是一个很好的例子。政府应作为技术革新的多方协调者和发起者,科研院所、高校是技术革新的主体,企业说明自身的诉求、金融机构提供主要的资金,各方均可作为股东为技术专利权作价入股。这样的“产学研政金”模式能使社会资源高度的协同和集成,各方结成战略联盟,积极进行自主创新,攻克行业的技术短板,在投资方获得投资回报的情况下,通过技术创新还能促使废弃混凝土回收利用率提高,企业成本降低、生产效率提升、向高附加值的资源化方式转型,达到多赢的目的。

(4) 建立多元化融资机制

对我国的 9 个大型资源化企业进行调查得知,企业收益要素有政府补贴、税收减免,产品销售收入和垃圾处置费四类^[23]。荷兰废弃混凝土资源化企业主要是靠市场运营来维持企业运转。但是,我国再生骨料的生产成本太高,若再生骨料的市场价格低于天然骨料,那对再生骨料的生产是微利的^[24-25],加之垃圾处置费并没有广泛地实施,所以企业对政府的资金扶持有很大的依赖性。为了缓解政府的财政压力,提出以下对策:废弃混凝土产生方向资源化企业交付处置费;废弃混凝土产生方若将废弃混凝土填埋则收取比处置费更高额的填埋费用,用于对资源化企业进行资金补贴;荷兰的填埋场以 PPP 模式运营,我国可以试图将 PPP 模式运用于该产业的发展,不仅减小政府的预算,还减小了企业的运营风险,激励企业积极进行废弃混凝土的回收利用;在资源化企业引进处置设备时,可以实行融资租赁方式,以定期交付小额租金来避免一次性支付设备的购买费用。

通过政府在资金上的扶持,帮助克服企业发展前期的资金困难,为后期的市场化发展打下基础。

3 结论

荷兰拥有先进的废弃混凝土回收利用技术并还在不断的完善中,有健全的法律法规作保障,并形成了完整产业链网,产业的发展逐渐趋于成熟。在对荷兰废弃混凝土回收利用产业的利益相关者和发展影响因素之后,从制度法规、机构设置、技术创新、资金融集四个方面提出了对我国产业发展的借鉴之处,希望对我国废弃混凝土以及建筑废弃物回收利用产业的发展起到借鉴和促进作用。

参考文献 (References):

- [1] World Business Council for Sustainable Development. The cement sustainability initiative-Recycling concrete. Washington: World Business Council for Sustainable Development, 2009.
- [2] Weihong Xing, Quality Improvement of Granular Secondary Raw Building Materials by Separation and Cleansing Techniques. Delft: Delft University of Technology, 2004.
- [3] Ministry of Infrastructure and Environment, Netherlands Waste Figure 2006-2010[R]. Utrecht: Ministry of Infrastructure and Environment, 2103.
- [4] CBS, PBL, and Wageningen UR. Vrijkomen en verwerking van afval per doelgroep 1990- 2010. [2012- 9- 10]. <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl>.
- [5] Directorate of Waste Management Policy, Waste in the Netherlands. Hague: Directorate of Waste Management Policy, 2001.
- [6] Mingming Hu. Fates of end-of-life concrete and their economic implications. [2012] http://www.c2ca.eu/custom/page/page_block/icsw2012c2cacdwcost.pdf.
- [7] 舒杰, 陈明. 我国废弃混凝土再生利用研究. 上海建材, 2010(2): 37-38
- [8] 肖建庄, 张洁. 上海市废弃混凝土来源与回收前景. 粉煤灰, 2006(3): 41-43
- [9] 魏璟璟. 全组分废弃混凝土制备再生水泥的试验研究. 大连: 大连理工大学, 2011.
- [10] 叶晓甦, 石世英. 基于利益相关者理论的建筑垃圾资源化研究. 建筑经济, 2014(1): 101-106.
- [11] 4413INTPGY Interdisciplinary Project Group. Closed-loop economy: case of concrete in the Netherlands. Leiden: Leiden University, Delft: Delft University of Technology, 2015.
- [12] Mingming Hu, René Kleijn. Effects of the large scale implementation of the C2CA technology system. Leiden: Leiden University, 2014.
- [13] Mingming Hu, René Kleijn. A quantified assessment of economics, potential environmental and social impacts of scenarios. Leiden: Leiden University, 2013.
- [14] Lisanne Mulders. High quality recycling of construction and demolition waste in the Netherlands, Utrecht: Utrecht University, 2013.
- [15] Bijleveld M, Bergsma G, van Lieshout M. Milieu-impact van betongebruik in de Nederlandse bouw. Delft: CE Delft Report, 2013.
- [16] Bonora G. Closed-loop economy: Opportunities for the concrete industry in the Netherlands. Delft: Delft University of Technology, 2014.
- [17] Ministry of VROM, National Waste Management 2009 -2021 (LAP). [2008-12-8] <http://www.lap2.nl>.
- [18] Sloot H A V D. Present status of waste management in The Netherlands. Waste Management, 1996, 16(s 5 - 6): 375-383.
- [19] 宋言平, 王建清. 荷兰垃圾管理理念变革及借鉴经验. 城市管理与科技, 2008, 10(6): 74-77.
- [20] 周文娟, 家珑, 路宏波. 我国建筑垃圾资源化现状及对策. 建筑技术, 2009(8): 741-744.
- [21] 张学娇. 建筑废弃物资源化: 体制机制是关键. [2015-12-17] <http://www.cn-hw.net/html/china/201512/51606.html>
- [22] 贡小雷. 建筑拆解及材料再利用技术研究. 天津: 天津大学, 2010.
- [23] 胡鸣明, 刘婷婷, 石世英. 我国建筑垃圾循环利用产业钻石模型分析, 2015 年中国环境科学学会学术年会论文集. 2015.
- [24] 曹鹏飞, 王继春. 再生骨料应用的综合效益分析. 四川建筑, 2013, 33(3): 192-193.
- [25] 肖建庄, 孙振平, 李佳彬, 等. 废弃混凝土破碎及再生工艺研究. 建筑技术, 2005, 36(2): 141-144.