

建筑废物资源化再利用的生命周期评价初探

齐元歆, 朱 华(长春工业大学, 吉林 长春 130000)

【摘要】近几年 随着我国经济社会的发展和城市化进程的加快,在全面推进城市文明发展步伐的同时也造成大量建筑垃圾的出现,每年城市建筑方面的垃圾排放量已经占城市固体废弃物总量的30%以上,对城市环境建设产生了一定的不良影响。生命周期评价(LCA)作为一种对区域废弃物管理体系环境效应进行衡量的重要工作方法,其能够借助对能量、废弃物的环境排放以及物质消耗等对环境负载问题进行科学的评估,因此将其应用于建筑废物资源化再利用分析中具有重要的价值,能够为我国更好的开发建筑废物资源再利用提供特定的支持。

【关键词】建筑废物 资源化 再利用 生命周期评价

【中图分类号】X799.1

【文献标识码】A

【文章编号】2095-2066(2016)26-0008-03

DOI:10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk.2016.26.005

本文首先对建筑废物和生命周期理论进行了简要的分析,并对我国建筑废物的生命周期评价(LCA)研究情况进行了相对具体的介绍,然后以建筑废物中的废弃混凝土为例对建筑废物资源化再利用实施了生命周期评价,即对利用废弃混凝土制作再生骨料在制作再生混凝土这一问题实施生命周期评价,即确定评价目标范围、对建筑废弃混凝土再利用过程实施清单分析、结合文献数据对各类环境影响数据进行计算,明确整个过程对环境的影响、对应用生命周期方法对废弃混凝土再利用过程的环境影响进行分析评价,最终得出了现阶段我国建筑废物资源化再利用的具体措施,希望能够为建筑废物资源化再利用提供充分的支持和借鉴。

1 生命周期评价的基本定义和技术框架

生命周期评价(LCA)是当前已经得到国际社会普遍认同的环境负荷量化评价方式,但是由于研究理论缺乏完善性,因此到现在尚未形成统一的定论。纵观近几年的生命周期评价研究,具有典型代表性质的主要是国家标准化组织经过系统研究做出的定义,其认为生命周期评价(LCA)是对一个特定产品系统整个生命周期中涉及到的输入、输出以及潜在环境影响因素的评价和汇编工作^[1]。然而,尽管不同的研究机构结合自身研究结果对生命周期评价做出了不同的定义,但是其基本研究框架已经在研究界达成共识,即具体将生命周期评价的技术框架划分为四个大步骤:目标与范围的限定;清单分析;影响评价和结果解释(如图1所示)。

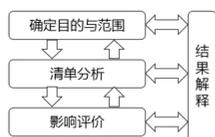


图1 生命周期评价(LCA)技术框架

2 建筑废物生命周期评价

生命周期评价经过长时间的发展到当今社会已经得到了相对广泛的应用,如工业企业部门、政府环境管理部门以及消费者组织和国际组织等的应用,其不仅能够对能源、工业产品等进行深入的分析和研究,还能够应用于建筑废物管理方面,为建筑废物资源化再利用提供一定的支持。Finnveden, Göran等研究人员首先使用生命周期评价(LCA)对生活垃圾处理技术进行了适当的分析,Lundie和Rivela等研究者也对生活垃圾中的餐饮垃圾以及废旧木料垃圾进行了适当的模型构建,为使用生命周期评价(LCA)研究建筑废物资源化再利用问题作出了正确的指引。同时,在我国研究领域中,使用生命周期评价(LCA)对建筑废物管理工作进行研究,为建筑废物资源化再利用提供一定的支持具有相对广泛的研究基础,现阶段的研究重点同样放置在对生活垃圾的研究方面,在建筑废物

方面的研究还相对较少,王波和杨浩然等人结合生命周期评价(LCA)对建筑垃圾的处理方式进行了适当的探索,并取得了初步的成果,但是从整体上看我国研究界对建筑废物的研究仍然停留在垃圾的填埋和焚烧两个主要方面,对建筑废物资源化再利用的研究鲜少涉及,因此具有巨大的研究空间,值得研究者进行更为深入的分析和探索,只有明确建筑废物资源化再利用问题,才能够真正改善我国建筑垃圾环境影响现状,促使我国生态建设和环保建设获得更好的发展。

3 以建筑废弃混凝土资源化再利用为例实施生命周期评价(LCA)

调查研究显示,我国每年的建筑废物总量已经突破21000万t,而在这些建筑废物中,混凝土垃圾占一半以上,高达10000万t^[2]。在建筑废物产生后,我国一般会选择使用填埋或者焚烧的方式进行销毁,极大增加了环境负担,对城乡环境造成了较大的影响,因此必须加强对混凝土再生利用技术的开发和研究,以对混凝土废物资源的再利用改善我国环境状况,促使我国环境建设工作能够得到良好的发展。

3.1 混凝土资源化再利用目标和范围的确定

对混凝土资源化再利用目标和范围进行确定首先应该对确定的前提条件进行分析,具体来说可以根据混凝土废物资源化再利用问题作出如下假设:假定使用颚式破碎机对建筑废弃混凝土进行处理;假定本次研究使用的是功能单位 1m^3 再生骨料替代率为50%的再生混凝土资源;假设在原材料运输过程中所使用的运输设备为5t柴油汽车,并且材料的运输距离为5km,水泥成品材料的运输距离为30km;假设生产一吨水泥需要分别消耗1.3t、0.3t、0.05t的石膏、黏土、石灰石,在此过程中忽略废渣和废料的再生利用问题;适当忽略其他生产设备以及施工中的建筑设施所能够造成的其他环境影响;本次研究清单所使用的相关研究数据为对其他研究者的文献数据进行合理分析所得。

在明确研究前提条件的基础上还应该对废弃混凝土的资源化再生利用过程进行分析。由于本次研究所选取的研究对象为再生骨料替代率为50%的混凝土,因此 1m^3 的混凝土目标的应用配合比为水泥、水、砂、天然石子、再生骨料、减水剂分别为 $400\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $168\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $635\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $518\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $518\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $2\text{kg}/\text{m}^3$ 。而建筑废物混凝土的资源化再利用过程图如图2所示。



图2 废弃混凝土资源化再利用过程图

3.2 废弃混凝土资源化在利用清单分析

基于生命周期评价(LCA)理论对建筑废物废弃混凝土资源化再利用情况进行清单分析涉及到以下几个方面的内容:

3.2.1 生产再生骨料的清单分析

通过对相关研究文献进行查阅得到具体的研究数据,在再生骨料的生产过程中会消耗大量的电能,一般为 13.75kWh/t。通过对此方面的公用系统环境数据进行适当的研究可以发现,每生产 1m³ 的再生混凝土,一般会生产 518kg 的再生骨料消耗,因此每次需要生产 1m³ 再生混凝土的过程中都需要在再生骨料的生产环节中消耗一定的电能,这些电能基本为 0.518×13.75=7.12kWh。

3.2.2 再生混凝土生产过程清单分析

结合目标和范围确定阶段前提条件中所提及的第二点和第三点假设,再结合本次研究中再生混凝土目标的应用配合比可以发现使用原材料——天然骨料和天然石子、砂的质量通过具体的计算能够得到天然骨料的环境影响数据,具体来说,其环境影响数据如表 1 所示。

表 1 再生混凝土生产过程中所需天然骨料的环境影响数据

资源消耗	砂	天然石子	合计
电耗(kWh)	8.82	7.20	16.02
柴油(L)	0.127	0.104	0.23
CO(kg)	1.27×10 ⁻³	1.04×10 ⁻³	2.31×10 ⁻³
CO ₂ (kg)	0.427	0.349	0.776
NO _x (kg)	3.0×10 ⁻³	2.4×10 ⁻³	5.4×10 ⁻³
SO ₂ (kg)	8.64×10 ⁻³	7.04×10 ⁻³	1.57×10 ⁻³

3.2.3 混合所使用的水泥生产清单分析

结合目标和范围确定阶段前提条件中所提及的第四点假设,再结合公用系统环境数据对生产一吨水泥所产生的各种环境影响数据进行计算,由于生产 1t 再生混凝土一般需要 400kg 的水泥,因此可以对 400kg 水泥所产生的各类环境影响数据进行具体的分析。统计可知,400kg 水泥的环境影响数据为:煤耗 81.66kg;电耗 58.488kWh;柴油消耗 0.612L;二氧化碳排放 0.612kg;一氧化碳排放 0.011kg;二氧化硫排放 0.142kg;废弃物 16kg。

综合上述所有数据进行具体的研究和分析能够得出最终的结论,即生产 1m³ 再生混凝土的产生的各种环境数据,并且这一数据就是本次研究所得出的建筑混凝土资源化再生利用清单,如表 2 所示。

表 2 本次研究的废弃混凝土资源化再生利用清单

消耗资源	原材料开采过程	再生骨料生产	过程水泥制造过程	合计
电耗(kWh)	16.02	7.12	58.488	81.628
柴油(L)	0.231		0.612	0.843
煤耗(kg)			81.760	81.760
C _x H _y (kg)	1.27×10 ⁻³		0.010	0.011
CO ₂ (kg)	0.776		356.059	356.835
SO ₂ (kg)	1.57×10 ⁻³		0.142	0.144
CO(kg)	2.31×10 ⁻³		0.011	0.013
NO _x (kg)	5.4×10 ⁻³		0.628	0.634
废弃物(kg)			16.000	16.000

3.3 分析总结

本次研究以建筑废物混凝土为例使用生命周期评价(LCA)方法对建筑废物的资源化再利用进行分析,并结合从相关文献中搜集和整理的对混凝土的资源化再利用过程进行具体的计算和研究,最终可以得出以下研究结论:

(1)建筑废弃混凝土的资源化再利用过程中会排放一定含量的 SO₂、CO₂ 以及氮氧化物和烃类,其中 CO₂ 的排放量最大,占据总排放量的 90%以上,所以可以看出在此过程中 CO₂ 是最为主要的排放物,并且 CO₂ 也会对环境造成较大的影响。因此需要进一步改进工艺,在实施混凝土资源化再利用的过程中适当的减少 CO₂ 的排放,有效降低 CO₂ 排放对环境的影响,

促使建筑废物混凝土资源化再利用能够持续发展。

(2)建筑废物混凝土资源在实施再利用的过程中会对环境产生一定的影响,并且这些影响一般表现在促使全球变暖、环境酸化问题严重、水体富营养化以及光化学烟雾等方面,因此要想切实改善环境状况,还应该对混凝土资源化再利用问题进行更为具体的分析,减轻其对环境的危害,最大限度的维护生态平衡。

(3)在对建筑废弃混凝土进行再生利用处理的过程中会消耗大量的电力和煤炭能源,因此要想促使建筑废物资源化再利用得到有序开展,还应该加大在节能减排方面的研究,通过降低资源消耗和减少不必要的污染问题为建筑废物资源化可再生工作的发展创造良好的条件。

(4)在本次研究过程中发现生产 1m³ 再生混凝土所产生的环境负荷总量为 0.064,其中全球变暖所造成的环境负荷相对较大,占据总负荷量的 53.125%,所以可以确定环境变暖是其主要影响因素,因此在下一个阶段的研究中应该将此问题作为研究重点,探索更为健全的资源化再利用措施,减轻其对环境变暖问题的影响,进而实施更为科学的建筑废物资源化再利用。

3.4 建筑废物资源化再利用中的生命周期评价(LCA)分析实例

生命周期评价(LCA)作为一种相对科学、系统的环境影响评价有效工具,新时期随着世界各国建筑行业的飞速发展,生命周期评价(LCA)也在国内外建筑领域的得到了相对广泛的应用,并且在具体的研究过程中探索出了多种环境影响因子,对建筑废物资源化再利用情况产生了一定的积极影响。在我国,生命周期评价(LCA)也得到了相对广泛的应用,在上海地区就结合本地区垃圾处理情况对其应用进行了适当的分析。如高斌等人借助生命周期评价(LCA)方法对上海市的生活垃圾处理问题进行分析,并基于上海市生活垃圾的处理现状和数据分析结果制定了四个备选处理方案,在一定程度上为上海市垃圾处理工作的开展提供了相应的借鉴。同时,苏醒等人也针对建筑领域的问题进行分析,并且以建筑行业较为常见的钢板、钢筋、玻璃和铝制品以及混凝土等废弃物为例对这些废物的资源化可再生工作使用生命周期理论实施清单分析,具体探究了材料回收率能够产生的影响,为建筑废物资源化再利用研究工作的开展提供了特定的数据支持。王婧等人在生命周期评价(LCA)的指导下借助清单分析建模和计算工作,对 12 种建筑材料产品在生产周期中的能源消耗以及大气污染排放问题进行探索,也为建筑废物资源化再利用研究工作的开展奠定了基础。现阶段,虽然生命周期评价(LCA)在建筑废物资源化再利用方面的研究还相对较少,但是可以预见,在其他研究的支持和研究者的努力下,在未来此方面的研究也必然会取得一定的成果。

4 进一步完善我国建筑废物资源化再利用管理的建议

针对国内外建筑废物资源化再利用现状以及生命周期评价(LCA)应用研究现状,对我国建筑废物实施资源化再利用管理可以从以下几个方面入手:①对建筑废物实施资源化再利用管理应该从生产源头的控制工作入手,在充分了解建筑废物资源化再利用环境影响的基础上,采取一定的措施控制其不良影响,再借助完善法律法规的支持促使建筑废物资源化再利用工作得以有序开展。②建筑废物资源化再利用工作的开展应该坚持走产业化建设发展道路,并且在市场建筑工程中使用相关建筑材料应该优先选择建筑废物资源化再利用产品,并由国家制定各项政策鼓励建筑废物资源化再利用工

如何在工程爆破中实现良好的环境保护

——贵州黔北发电厂 1#、2# 双曲冷却塔爆破拆除工程安全防护为例

李 鸿(保利久联控股集团有限责任公司,贵州 贵阳 550001)

【摘要】城市的不断发展促进爆破工程的大力开展,虽然这一工程的实施带来的是简单、方便、快捷的施工技术,然而环境污染问题却已经到了人们不得不去面对的地步,不能只考虑发展规范,对于生存环境进行保护也是不可推卸的责任。本文介绍了爆破工程的特点,并对爆破工程产生的环境污染问题进行了分析,关于如何做好工程爆破中的环境保护也提出了对策。并将这些措施的理论观点运用于贵州黔北发电厂 1#、2# 双曲冷却塔爆破拆除工程安全防护中,验证了本文提出的见解和理论观点的准确。

【中图分类号】X799.1

【文献标识码】A

【文章编号】2095-2066(2016)26-0010-02

DOI:10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk.2016.26.006

1 贵州黔北发电厂 1#、2# 双曲冷却塔爆破拆除工程安全防护案例^[1]

该爆破拆除工程周围环境十分复杂。冷却塔位于发电厂内,两座冷却塔并立,间距 43m,1# 冷却塔的底部的西侧 25m 处有综合水泵房、生活水池和 1#、2# 澄清池;底部北侧 30m 处有机修间和材料间,100m 处有两栋办公楼;底部南侧 30m 处电厂围墙外面有一排民房。2# 冷却塔的底部东南侧 20m 处山坡上有一架高压线,距离其底部北侧 25m 处有循环水泵房、加药间和危险品库,60m 处有配电室和空压机房;底部南侧 30m 处电厂围墙外面有民房。距两座冷却塔东南侧 200m 处有 3 组 2500m² 的冷却塔在正常作业。冷却塔的四周均有管线,北侧、东侧、西侧马路内有污水和热力管线,而南侧有水处理管线和澄清池,北侧、东侧的生产车间及水处理房内有精密仪器。1#、2# 冷却塔的周围环境见示意图 1。

1.1 个别飞散物的防护

1.1.1 从源头入手,控制单耗和药量

装药前仔细验孔,认真检查抵抗线有无变化。装药时综合设计和试爆的结果进行装药,控制单耗和药量,保证填塞长度。抵抗线有变化的炮孔必须对药量进行修正。填塞时保证填塞质量。

1.1.2 覆盖防护措施

在拆除爆破和城镇复杂环境条件下的钻孔爆破中,覆盖防护是减少爆破飞石、减小飞石飞散距离的最有效手段。

本次拆除爆破中,爆破切口部位覆盖一层棉被、两层胶皮网。在人字支柱的炮眼上方打一个带挂钩的膨胀螺栓,用以固定胶皮网,外层再用铁丝将胶皮网捆紧,稳稳的固定在立柱

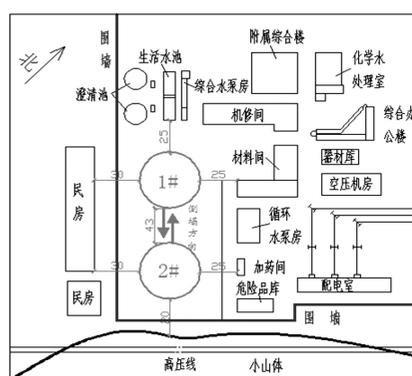


图 1 冷却塔爆破环境示意图(单位:m)

上。在圈梁切口区域的中间和上方打 3~5 个带挂钩的膨胀螺栓,用以悬挂和固定棉被、胶皮网。覆盖防护结构如图 2 所示。

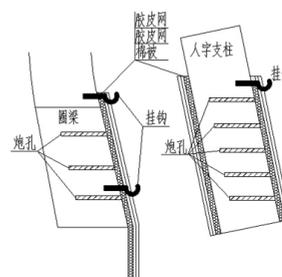


图 2 覆盖防护结构图

1.2 减小震动措施

作的开展,为建筑废物资源化再利用的可持续推进提供全面的支持,最大限度的维护我国生态环境。③进一步加强对建筑废物实施生命周期评价和管理,有效提升生命周期评价(LCA)在我国建筑废物资源化再利用管理工作中的应用率,进而通过对建筑废物资源化再利用实施生命周期评价研究,对建筑废物的资源化再利用环境效应提出科学的评价,为其资源化再利用工作的开展提供全面、客观的数据支持。

5 结语

综上所述,现阶段我国研究界对建筑废物资源化再利用的研究还相对较少,直接导致在缺乏科学理论指导的情况下我国建筑废物处理效果相对较差,甚至大量的建筑废物不合理排放已经对生态环境造成一定的威胁。因此在当前社会背景下基于生命周期理论对建筑废物资源化再利用问题进行充

分的分析和研究对于提升我国建筑废物利用情况,进一步改善建筑环境状况和我国生态环境发展状况具有一定的现实意义,值得进行深入的研究和探索。

参考文献

- [1]赵燕楠.建筑废物资源化再利用的生命周期评价初探[J].城市建设理论研究,2015(2):1320-1321.
- [2]罗学明.建筑固体废弃物资源化利用及可行性技术分析[J].房地产导刊,2014(1):377.

收稿日期 2016-9-1

作者简介:齐元歆(1990-),男,吉林临江人,硕士研究生,研究方向为空间环境设计。

朱华,男,副教授,研究方向为环境空间设计。