

城市建筑固体废弃物再生混凝土资源化利用和规模化示范推广

刘 伟 周 亮 王泽兵 汪海集团有限公司（210039）

【摘 要】建筑垃圾资源化利用和规模化推广，不仅可以从根本上解决建筑垃圾堆放带来的危害，而且能变废为宝，提供了新的建材材料再用于城市建设，具有很大的经济效益和环境效益。建筑垃圾资源化利用是一个系统工程，本文重点阐述南京雨花再生资源公司对建筑垃圾资源化、产业化利用的具体做法和经验，为推动南京市建筑垃圾规模化应用推广提供一定的借鉴和建议。

【关键词】建筑垃圾；再生骨料；再生混凝土；资源化利用；规模化

1 前言

当前，加快建设资源节约型、环境友好型社会，以科学发展观为指导推动国民经济发展，以政府为主导、企业为主体、全社会共同推进的再生资源回收利用工作的格局正在形成。加大再生资源回收利用实施力度、开发和推广、推进循环经济发展，已成为企业工作的重点。

随着经济的快速持续增长，城市化进程的不断加快，建筑垃圾也在不断的增加，由于南京市 2013 年举行亚青会和 2014 年举行青奥会，加快青奥项目工程的建设 and 城镇化改造，南京 2013 年产生建筑固体废弃物 800 万吨，资源化回收利用率占 10%左右。预计 2015 年南京市建筑固体废弃物产生量会达到 1250 万吨。建筑垃圾资源化利用和规模化应用，开展较早的城市有邯郸、深圳、许昌、昆明等城市，全国整体情况并不乐观。实践证明：大量建筑垃圾都有很大的开发价值，加强再生产品推广和应用、利用建筑垃圾再生骨料大力发展新型建材，积极推动建筑材料的产业结构调整，是节约资源、保护生态的有效途径。

2 城市建筑固体废弃物资源化利用，再生骨料生产

2.1 公司简介

南京雨花再生资源有限公司于 2013 年 1 月，由汪海集团投资 500 万元成立的，是专业从事废旧钢铁回收分拣加工及建筑垃圾处理和再生资源的生产与研发的节能环保型企业。

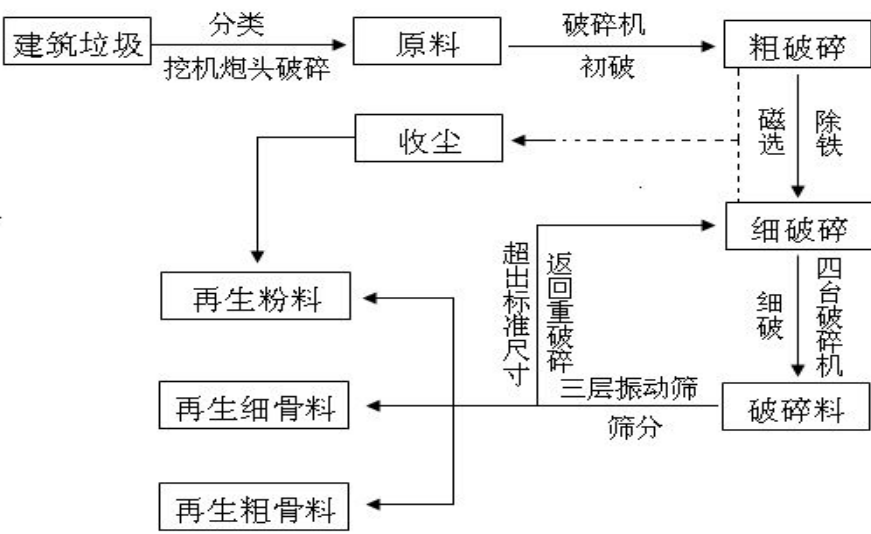
公司拥有先进的技术和研发团队，与南京工业大学，上海大学等国内

知名高校产学研合作，专业致力于建筑垃圾，生产工艺，和再生产品的研发与设计，共同处理面前城镇化进程加快推进所产生的“城市矿山”这一难题。以打造资源节约型、生态环保型企业为目标，力争实现良好的经济效益，社会效益和生态效益。

2.2 原料来源、再生骨料生产

南京市地处长江中下游，土质疏松，结构松散，开挖易坍塌，引起地面变形。随着高层建筑和大型建设项目的兴建，地下基坑的开挖深度越来越深。在软土地基中进行深基坑施工和开挖，对周围环境造成了很大的安全隐患，所以在施工中必须要考虑到邻近建筑物的安全，需要借助临时性支护系统进行开挖施工，开挖结束后，需要对深基坑的支护进行拆除。专业的拆除公司，拆除支撑梁(C35 以上混凝土)，获取金属钢筋后，余下大量的建筑垃圾，其中 95%以上是废弃混凝土。利用废弃混凝土再生在方案上是可行的，不但可以生产可观的经济效益，且对保护环境具有重要的意义。

我公司积极与市城管局固废处保持联系，参与新建项目建筑垃圾处置招标，将招标进来的各种废弃混凝土原料按品种堆放到原料场地，用挖机炮头进行破碎预处理，使符合破碎机的尺寸大小，然后通过铲车将原料放入破碎机料斗，进行粗破，然后通过输送机送入细破料斗，进行细破，经过三层振动筛分选出粗骨料、细骨料、粉料三种不同的产品，通过皮带机放入成品堆场。建筑垃圾深加工工艺流程图 1。



建筑垃圾深加工工艺流程图 1

2.3 资源化利用试点--南京首家建筑垃圾资源化利用基地

城市建筑固体废弃物的综合利用不仅解决了环境污染的问题,并且将建筑垃圾变成了可再利用的城市矿产,建筑垃圾资源化利用具有重要的社会效益和环境效益,南京市各级主管部门都高度重视该项工作的推进和发展。

2013年6月,我公司《城市建筑固体废弃物资源化再利用项目》,通过南京市经信委、南京市城管局、住建委、南京工业大学和河海大学等相关单位领导组成的专家组的项目评审。

为进一步推进建筑垃圾资源化利用,我公司投资1500万元,在雨花台区板桥街道建成了南京市首家“建筑垃圾资源化利用示范基地”,占地200亩,年处理建筑垃圾近200万吨,年产各种新型建材240万方。2013年10日,雨花基地被南京市住建委建筑节能管理中心、南京市城管局固废处联合授牌为南京首家“南京市建筑垃圾资源化利用示范基地”。

2014年9月,公司响应市政府“跨江发展”的号召,在浦口区筹建江北基地,投资1000万元,可年处理建筑垃圾150万吨。着重打造公司本部的示范基地和浦口基地外,将结合城市规划,考虑筹建仙林基地、江宁基地等,预计2016年年初达到能年处理建筑垃圾达到500万吨以上,占南京市建筑垃圾总量的50%。

2.4 建筑垃圾产业化利用

我公司在建筑垃圾资源化试点过程中,积极寻求对建筑垃圾产业化规模化利用。使建筑垃圾再生利用形成产业化首先要建立一个能使建筑垃圾处理、加工再利用企业可以良性运行的机制,实现建筑垃圾处理的市场化、产业化。在市住建委等上级主管部门的指导下,我公司积极组建车队,参与建设工程项目建筑垃圾处置的招标,形成了对城市建筑固废的收集、分拣、储运、加工、利用和经营产业化利用模式。

3 再生骨料制备再生混凝土

3.1 再生骨料混凝土的配合比

为了最大量的利用再生骨料及降低成本,选用再生粗骨料部分替代普通混凝土中的砂石,其他参数不变,按 JGJ/T240-2011《再生骨料应用技术规程》和 JGJ55-2011《普通混凝土配合比设计规程》配制 C30 混凝土。其中水泥选用南京中联水泥有限公司出厂的 P.042.5 水泥,28d 实测强度为 50.2MPa,根据 JGJ55-2011《普通混凝土配合比设计规程》的规定,计算得出普通 C30 混凝土的水灰比宜取值 0.5。砂率宜取值 42%,试样编号计作 A1。同时为保证再生骨料的掺入不影响整体强度,在 A1 的基础上提升了少许水泥用量,降低了砂率,试样编号计作 A2。A1 和 A2 为普通混凝土试样,A3~A16 为再生骨料混凝土试样,其配合比及各项性能数据列于表 1 中。

表 1 再生骨料混凝土的配合比及各项性能

配 方 编 号	C30 再生骨料混凝土																	
	水泥 (kg/m ³)	矿粉 (kg/m ³)	粉煤灰 (kg/m ³)	碎石 (kg/m ³)	再生 粗骨料 (kg/m ³)	砂 (kg/m ³)	选矿 粉末 (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	减水剂 (kg/m ³)	再 生 骨 料 预 处 理	新拌混 凝土 1h 后坍落 度损失 (mm)	新拌混 凝土 含 气 量 (%)	新拌混 凝土 初 凝 时 间 (h)	新拌混 凝土 终 凝 时 间 (h)	新拌混 凝土 泌 水 率 (%)	7d 强 度 (MPa)	28d 强度 (MPa)	掺 废 比 (%)
A1	240	60	60	1067	0	773	0	180	6.1	-	30	3.7	7.5	9.5	4.5	24.2	38.6	——
A2	260	60	60	1066	0	754	0	180	5.1	-	20	3.2	7.5	9.0	3.9	29.3	41.5	——
A3	240	60	60	0	1067	773	0	180	6.1	无	160	4.2	6.5	8.0	1.2	24.7	39.4	46.9
A4	240	60	60	533	534	773	0	180	6.1	无	100	4.8	7.0	8.5	2.4	25.9	39.3	24.8
A5	240	60	60	0	1067	773	0	180	6.1	有	30	4.1	6.5	8.5	5.5	23.2	38.2	46.9
A6	240	60	60	320	747	773	0	180	6.1	有	20	4.5	6.5	8.5	4.9	23.8	37.4	33.6
A7	240	60	60	533	534	773	0	180	6.1	有	20	4.3	6.5	8.0	5.6	24.7	41.7	24.8
A8	240	60	60	747	320	773	0	180	6.1	有	20	3.8	7.0	8.5	5.7	24.9	37.0	15.8
A9	240	60	60	324	755	781	0	180	5.4	有	20	4.2	6.5	8.5	5.8	23.5	35.8	33.79
A10	240	60	60	432	647	681	100	180	5.4	有	30	3.5	6.5	8.5	4.7	25.7	36.7	33.64
A11	240	60	60	540	539	631	150	180	5.0	有	30	4.1	6.5	9.0	5.6	28.0	38.2	31.21
A12	240	60	60	647	432	531	250	180	5.0	有	10	3.8	6.5	8.5	4.9	27.3	36.4	30.92
A13	260	60	60	326	760	754	0	180	5.3	有	20	4.0	6.5	8.0	5.7	26.5	37.5	34.17
A14	260	60	60	435	651	654	100	180	5.3	有	30	3.5	6.5	8.5	5.9	27.7	38.0	33.79
A15	260	60	60	543	543	601	150	180	5.1	有	30	3.9	7.0	8.5	5.7	29.0	40.7	31.38
A16	260	60	60	651	435	501	250	180	5.1	有	10	4.1	6.5	8.5	5.2	28.3	38.6	31.04

由表 1 可以看出，编号 A9~A16 试样均能满足 C30 混凝土的性能要求。

结论：以筛选、破碎、分拣建筑固体废弃物后产生的再生骨料，经预处理后，在等量替代碎石不超过 70%的情况下，可用于生产 C30 混凝土。

3.2 再生骨料再生混凝土项目专家评审

2015 年 1 月，我公司《城市建筑固体废弃物再生骨料(混凝土)研发及利用项目》，通过由南京市经信委、南京市城管局、住建委、南京工业大学和河海大学等相关单位领导组成的专家组的项目评审。C30 标号再生混凝土质量经江苏省建工建材质量检测中心检验，符合产品质量检测标准。

4 南京市城市建筑固体废弃物资源化、规模化应用推广经验思考

在市住建委、城管局等上级主管部门的指导下，南京市建筑垃圾资源化利用工作取得了一定进展，我公司作为建筑垃圾资源化利用试点企业，能够对建筑垃圾进行收集、分拣、储运、加工、再生利用产业化工作，2014 年以来累计加工处理建筑垃圾近 150 万吨，占南京市建筑垃圾产生量的 20% 左右。离发达国家和国内建筑垃圾利用率高的企业还有很大的差距。为提高建筑固废资源利用率，取得更好的环境效益和生态效益，城市固废再生混凝土规模化应用需要解决的问题：

4.1 原料问题

建筑垃圾资源化利用是一项系统工程，涉及住建、城管、市容等部门的相互配合，各职能部门都高度重视城市固废资源化利用，需要各部门相互协调，共同促进建筑垃圾资源化产业的发展。也需要政府部门出台建筑垃圾资源化利用的法律法规和政策扶持。

基坑支护拆除破碎支撑梁、破桩头等建筑垃圾纳入渣土管理，清运收集建筑垃圾需要向渣土处置部门缴纳 9 元/方的处置费。部分建筑垃圾直接用于施工现场铺路；零散的直接用于附近工地填埋；还有部分废弃混凝土混入工程渣土进入渣土弃置场，造成废弃混凝土资源的浪费。我公司积极主动与项目建设方商谈，招标废弃混凝土原料进行库存生产。充足的建筑垃圾原料来源，对建筑垃圾资源综合利用企业和资源化利用至关重要。

4.2 再利用企业规范管理，行业监管

南京市建筑垃圾资源化利用企业大小也十几家，存在大多沙石料企业，未办理任何手续，拼装几台破碎机和输送带就进行建筑垃圾加工利用，生产工艺落后，产量和质量低下，造成资源的极大浪费。城市建筑固废资源化利用产业未能设置准入门槛，需要得到政府相关部门的监督管理，造成正规企业经营管理较为艰难。

4.3 成本问题

城市建筑固废中的废弃混凝土经过现场收集、运输、加工最后生产再生混凝土，要经过人工分选分离、破碎等工艺，总体生产成本较之普通混凝土要高。鼓励在建筑垃圾源头进行分拣分类，对废旧木头和垃圾进行捡拾，降低人工生产成本；生产加工过程中合理优化工艺布局，提高科技装备水平，提高单位时间产出效率；加大力量突破技术瓶颈，进行工艺、技术、产品开发及应用研究。

4.4 再生产品应用和推广

南京市对再生混凝土等建材使用率不高，整个社会对再生混凝土认可度不高，另外存在不规范的加工企业，约束和影响了再生骨料的质量品质，没有统一的行业标准，规范再生利用企业加工生产再生骨料。需要政府对再生混凝土作为绿色建材进行推广应用，先要求在市政建设工程项目建设中按照一定的比例使用再生混凝土，先行试点示范，取得实效再进行推广。

4.5 再生混凝土的经营模式

建筑垃圾资源化行业可以说资源为王，拥有资源就拥有稳定的发展源泉。南京市城市建筑固废资源化利用企业，都是自营模式，这种模式的特点是方便、易行，比较适用，缺点是利用深度不够，经济效益不明显，企业抗风险能力差。建议政府出台政策：政府统一规划、企业竞争和实行一定财政支持的方式，在南京市设立 2-3 家具有雄厚实力的资源化利用企业，具有产业链优势，能够对废弃混凝土，进行深加工再利用，提高建筑垃圾的资源化利用率，减少资源的浪费。

5 再生混凝土规模化应用的可行性措施

5.1 完善法律法规体系，出台扶持政策

建筑垃圾资源化利用可以从根本上解决建筑垃圾堆放带来的危害，提供再生的建材产品应用于城市建设，形成城市建设可持续发展的良性循环。政府部门需要高度重视，要在法律和政策层面上，明确规定建筑垃圾要资源化利用，形成建筑垃圾回收、加工再利用的综合治理体系，保障建筑垃圾资源再生产业的社会效益、经济效益和环境效益。

政府部门应加强对建筑垃圾资源化利用企业的扶持政策：通过拨款、低息和无息贷款等优惠政策，加大对建筑垃圾循环利用企业的政策扶持；对建筑垃圾资源化再生利用企业，收集清运建筑垃圾，取消9元/方的垃圾弃置费；对于专门的建筑垃圾再生企业，对应给予相应的财政支持，绿色产品开发补助，保证他们的正常运营。

积极做好再生混凝土等绿色建材产品的推广应用工作，在政府出资建设的市政工程项目中，应明确使用建筑垃圾再生材料的比例，在其它工程中，要给予使用建筑垃圾再生材料的优惠政策和奖励方法。

5.2 完善标准体系建设，强化行业监管

推进建筑垃圾利用标准体系建设，完善建筑废弃物拆除、分类、运输、再生建材生产与应用等标准规范。加强行业监管监督，进行资质认证申请，设定行业门槛，建立退出机制，提高行业资源化利用深加工工艺和水平。

5.3 加大科技研发，提高生产效率

企业加大科技投入，多进行行业间的调研交流学习，促进再生资源行业的发展；加强生产工艺装备研发，提高加工水平，提高自动化程度，为建筑垃圾资源化再利用提供重要支撑。

5.4 加大宣传教育

社会大众对再生产品的认可程度直接影响着再生产品的需求量，而市场需求量又是决定产业发展的重要因素。加大宣传力度，让社会大众消除

对建筑垃圾处理产业和产品的偏见。加大对目前环境污染现状和资源紧缺现状的介绍，提高大众环境、资源危机意识，从侧面说明发展建筑垃圾处理产业的必要性，从而在全社会形成推动产业发展的良好氛围。

参考文献：

[1] 陈家珑.我国建筑垃圾资源化利用现状和建议.建设科技 2014(01):9-12.

[2] 沈 骏.上海市再生混凝土规模化应用和管理.新型墙材 2015(02): 46-48.

[3] 秦中伏,孙楠楠等.再生骨料混凝土的应用现状与研究进展.材料导报.2013(12):142-144.