北京市生产建设项目余方处理现状及管理对策

周连兄[1]，包美春[2]，李丹雄[1]
(1.北京林丰源生态环境规划设计院有限公司，北京 100083；2.北京市水土保持工作总站，北京 100038)

摘　要：[目的] 分析目前城市生产建设项目过程中多余土石方处理的现状及存在问题，为探求适合城市建设项目多余土石方管理的办法和对策。[方法] 以北京市为例，在分析生产建设项目余方处理现状和存在问题的基础上，借鉴国内外土石方管理经验开展管理对策研究。[结果] 形成对生产建设项目之间协调利用、设置弃土场、土方外购处理、渣土消纳场、建筑垃圾资源化利用等余方处理现状及环境问题的基本认识；结合国内外土石方管理经验，针对北京市生产建设项目余方处理，提出加强土资源保护与宣传，将土石方管理纳入建设项目前期规划，加强建筑垃圾再利用及城市河道淤泥处理等相关技术开发，建立土石方信息平台等多条管理对策。[结论] 目前生产建设项目余方处理的管理办法尚不满足城市建设发展的需求。今后需加强法律保障、资金投入、政策支持、技术改进、土石方信息交流等方面的建设，以建立完善的土石方管理系统，提高城市建设项目多余土石方的利用效率。

关键词：城市建设；生产建设项目；土石方管理；协调利用
文献标识码：B　　**文章编号**：1000-288X(2017)06-0209-05　　**中图分类号**：S157.1

文献参数：周连兄，包美春，李丹雄.北京市生产建设项目余方处理现状及管理对策[J].水土保持通报，2017,37(6):209-213. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.06.035；Zhou Lianxiong, Bao Meichun, Li Danxiong. Treatment status of spare earthworks and its management countermeasure in municipal production and construction projects of Beijing City[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017,37(6):209-213. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.06.035

Treatment Status of Spare Earthworks and Its Management Countermeasure in Municipal Production and Construction Projects of Beijing City

ZHOU Lianxiong[1], BAO Meichun[2], LI Danxiong[1]
(1. *Beijing Greensource Environment Planning & Design Institute Co. Ltd.*, *Beijing* 100083, *China*; 2. *Beijing Soil and Water Conservation Centre*, *Beijing* 100038, *China*)

Abstract: [Objective] Surveying the treatment status and put forwarding the manage countermeasure of spare earthworks in municipal production and construction projects, to explore suitable management approach and countermeasures for spare earthworks in urban construction projects. [Methods] Taking Beijing City as a case, the paper analyzed current situation and the existing problems of municipal production and construction projects, and then put forward the management countermeasures with reference to native and alien earthwork management experience. [Results] A basic understandings of spare earthwork management and related environmental problems were showed in the paper, including inter-coordination use, placement of spoil ground, earthwork outsourcing processing, residue ground, resource utilization of construction waste, etc. Referring to native and alien earthwork management experience, we put forward several management measures for extra earthwork in production and construction projects in Beijing City, including strengthening the protection and publicity of soil resources, adding earthwork management to the preliminary scheme of the construction project, developing reuse technology of construction waste and river sludge, establishing earthwork information platform, etc. [Conclusion] The current management measures of the production construction project have not met the demand of urban construction and development. Therefore, to improve the utilization efficiency

收稿日期:2016-10-28　　**修回日期**:2017-05-23
资助项目:北京市水土保持工作总站"北京市水土保持监督管理专项规划"(2016－2030 年)
第一作者:周连兄(1979—)，女(汉族)，青海省乐都县人，博士，高级工程师，主要从事开发建设项目水土保持方案编制、小流域治理及生态规划工作。E-mail:zhoulx502@163.com。

of extra earthwork in urban production and construction projects, the management system of earthwork should be established and improved in the future through the reinforcement of legal protection, capital investment, policy support, technology improvement and information communication.

Keywords: city construction; production and construction projects; earthwork management; allocation and utilization

随着城市化进程的加快,环绕城市中心大量的生产建设项目动工建设,许多生产建设项目土建部分诸如地下车库、隧道(洞)、河道清淤、管道开挖、路基填筑、道路边坡开挖等施工过程中会产生大量的土石方,在整个项目建设中土石方调配方面由于自身利用量有限,导致大量土石方无法全部回填和项目内部消化利用,继而会产生大量的余方[1]。若这些多余土石方得不到合理安置,则会带来一定的水土流失和环境问题[2],直接影响到整个城市的健康发展。例如,2015年12月20日深圳市光明新区发生山体滑坡事故,事故的起因就是源于渣土乱倒、土石方超量堆放、弃渣管理不当等造成的。由此可见,如何对多余土石方进行有效管理是城市建设中关键环节之一,是影响城市可持续发展的重要因素。

北京市作为我国首都,肩负着生态文明城市和美丽城市建设的使命,加强生产建设项目施工过程中多余土石方管理在促进北京市生态文明可持续发展的过程中是一项必不可少的工作。自从2009年以来,北京市生产建设项目水土保持方案编报数量大幅度增加[3]。截止到2014年底,北京市共编报审批生产建设项目水土保持方案达4 453个,每年产生5.00×10^7 t左右的剩余土方不能在项目内部消化利用,其中城市基础设施、水务、交通、房地产项目居多,仅房地产基槽土高达3.50×10^7 t左右。大量余方若不能够有效管理和及时利用,则会占用一定的城市用地,影响城市的发展,如遇暴雨还会产生土沙流失,进而影响到城市管网的安全运行,大风天气还会导致扬尘、沙暴等现象。目前北京市生产建设项目诸如轨道交通、公路、河道治理、房地产、土地整理、休闲公园、管线等项目大量涌现,这些项目是产生土方的大户,因此多余土石方的管理已然成为制约北京市城市发展的一大问题。通过分析研究目前北京市生产建设项目过程中,多余土石方处理的现状及存在的一些问题,借鉴国内外近几十年来土石方管理经验教训,探求适合北京市城市建设项目多余土石方管理的办法和对策。

1 多余土石方处理现状

1.1 生产建设项目之间协调利用

目前生产建设项目之间对于多余土石方协调利用主要存在两种方式,即生产建设项目内部土石方调配和生产建设项目之间土石方协调利用。现阶段北京市生产建设项目建设中这两种方式都普遍存在,也是项目开发前期水土保持咨询阶段在多余土石方管理方面受大家一致认可的方式,虽然在很大程度上能有效地减少多余土石方的外弃外运,减少因项目建设对生态环境的影响,但是因项目信息方面的缺乏,生产建设项目多余土石方的协调利用主要是项目内部调配或者在同一业主的项目之间调配,大多数生产建设项目所属不同业主之间的多余土石方的利用率还是比较低。例如在调查2003—2015年86个北京市的生产建设项目中,发现需要外借土方的项目达14个,占16.3%,而做到土方综合利用的项目为16个,仅占18.6%。

1.2 设置弃土场

在条件允许情况下,生产建设项目施工中多余土石方可以通过在项目区附近设置弃土场进行弃置堆放,并在弃置过程中和弃土结束后采取一定的水土流失防治措施。弃土场的选址在山区宜选择荒沟、凹地、支毛沟,在平原区宜选择凹地、荒地,而不宜布设在流量较大的沟道,在风沙区应避开风口和易产生风蚀的地方[4],另外如果项目建设中设置有取土场也可考虑取、弃土场综合利用,提高土地资源的利用率。目前因北京市土地资源紧缺,加上城市化进程发展迅速,在平原区只有少数项目因以前项目建设遗留的取土坑能作为弃土场外,大多数项目都没有合适的地方作为弃土场。

1.3 土方外购处理

随着经济社会的发展,近年北京市涌现出一批经济开发区、工业园区、科技园等集中开发、建设的项目组团。项目开发特点为整个园区成立管委会,由管委会负责土地一级开发,保证通水、通电、通路、场地平整,具体地块由每个建设单位负责。因地处平原区、大部分项目同期建设,就会在同期产生大量的土方没法及时外运,管委会根据园区实际情况集中设置临时堆土场,各项目多余土方都集中堆置在临时堆土场,待园区项目建设完备将土方外购给其他需要土方的建设方。

1.4 渣土消纳场

依据《北京市人民政府关于加强垃圾渣土管理的

规定》(北京市人民政府第 200 号令)中第 3 条规定:市和区、县市政管理行政部门主管垃圾渣土的收集、清运和处理的管理工作。渣土消纳场的设立是城市管理土建项目多余土石方的有效途径之一,其缺点为需要收取建设单位一定的渣土消纳费用,增加了建设成本。2015 年北京市市政市容管理委员会的网站上公布的渣土消纳场有 41 个,分别位于通州区、丰台区、怀柔区、顺义区、朝阳区、房山区等 14 个区县,生产建设项目在建设过程中可就近选择消纳点。北京市生产建设项目施工过程中产生的无法回填利用的土石方及建筑拆迁垃圾,一般是被运送至各区县的建筑垃圾消纳场,然后由各区县市政管理委员会统一进行整治[5]。

表 1　北京市 2015 年渣土消纳场分布情况

序号	地区	数量/个	总容量/10^4 t
1	通州区	5	646.6
2	丰台区	5	7 667.8
3	怀柔区	4	215.0
4	顺义区	2	525.0
5	朝阳区	1	30.0
6	房山区	4	198.4
7	石景山区	1	10.0
8	昌平区	6	889.2
9	延庆县	1	59.0
10	海淀区	4	2 190.0
11	门头沟区	2	2 209.9
12	平谷区	2	56.0
13	密云县	1	100.0
14	大兴区	3	120.0
合计		41	14 916.9

1.5　建筑垃圾资源化利用

建筑垃圾属于城市固体废弃物的一种,含有废弃混凝土、废砖瓦、渣土、废金属、废木材、废塑料、废织物等多种物质,具有鲜明的时间性、空间性和持久危害性。据估算,中国每年将产生建筑垃圾约 1.55×10^5 t[6-7],然而目前仅北京市年产建筑垃圾总量就达到 4.00×10^7 t。有分析表明[8],每堆积 1.00×10^4 t 建筑垃圾需占用 0.07 hm^2 土地。对这些建筑垃圾的回收处理,是解决城市土地资源的一大举措。首钢钢渣厂在建筑垃圾资源化利用方面是北京市比较典型的例子。为了处理首钢北京厂区、石景山及门头沟等周边区域建筑垃圾并实现资源化利用,首钢钢渣厂将原钢渣处理生产线改造为固定式建筑垃圾处理生产线,将废木材、废砖瓦、废混凝土以及废塑料、废织物等建筑垃圾变成再生骨料回用,既解决了北京市建筑垃圾占用土地的问题,又能变废为宝,节约了材料。

2　土石方处理不当带来的环境影响

项目建设过程中,多余土石方处理出现问题的环节主要存在于土石方运输过程和土石方弃置过程。

2.1　土石方运输过程

目前生产建设项目日益增加,这些项目或多或少地会产生一些多余土方,这部分多余土石方需要通过车辆的运输运至弃渣(土)场或渣土消纳场消纳,在车辆运输的过程中如果渣土表面缺少苫盖,容易造成运输遗撒,产生道路扬尘。这种情况如遇到降雨、大风等恶劣天气极易造成泥浆肆溢、尘土飞扬等严重的水土流失现象,污染了城市街道的环境,影响了市容市貌。

2.2　土石方弃置过程

多余的土石方在弃置过程中,如果弃置的位置选择不当,堆放工艺不正确,缺少合适的防护措施,则会对周边环境产生不利影响。① 渣土弃置位置不合理。生产建设项目需要设置弃土场的,应在合适的位置设置弃土场,以消纳多余的土石方。弃土场的位置首先要考虑运距,不应选择距离土石方产生源头较远的场所作为弃土(渣)场,以免运距过大产生较高的运输成本。其次还要考虑集水面积、风向、地质地貌、人为干扰等因素。如果弃土场位置选择不当,选到了风沙大,或者集水面积大、上方来水较多的地方,弃土场容易受到大风侵蚀或流水冲刷而产生扬尘、沟蚀等严重的水土流失现象。② 堆放工艺不当,造成资源浪费。土壤的形成是一个漫长的过程,生产建设项目中的很多弃土都可以作为良好的土壤母质。弃土弃渣在存放堆弃的过程中,应按照一定的层次结构堆放、平铺,例如将石块、生土、粗颗粒土壤堆放在底层,碾压后,在上层堆放细颗粒土壤或者回填一层表土、腐熟土,以备用于后期绿化。如果在渣土堆放过程中不注意按层次、分类堆放,而是弃渣弃土混杂堆放,将对后期的堆土绿化不利,同时还会浪费了良好的土壤资源。③ 堆放过程中防护措施不当,易形成二次水土流失。有些土石方堆放在弃土(渣)场的过程中,四周没有设置截水沟、排水沟、挡渣墙等防护措施,一遇降雨容易造成渣土堆积体坍塌、滑坡等二次水土流失的发生。同样,有些多余土石方在堆放过程中,堆积的边坡过高,没有设置分级边坡处理,渣土堆放超出弃渣场的设计容量,或者在堆积渣土的过程中,没有分层碾压或者碾压的压实度不够,同样容易引发渣土堆积体的坍塌、滑坡等。深圳市光明新区山体滑坡事故

就是堆土超出弃渣场容量、防护措施不到位的典型案例。

3 国内外土石方管理经验

3.1 国内土石方管理经验

土石方常见于建筑施工过程[9]。多余的土石方管理是建筑施工过程中重要的环节,它涉及到工程进度、空间布局、运输道路、施工机械等资源优化配置的问题[10]。目前科学精细化的管理手段被认为是土石方管理的良好途径[11]。很多专家学者提出了调配表法、曲线累计法、调配图法、最小费用最大流法等一些比较科学的土石方调运优化方法[12]。目前,运用计算机辅助进行土石方调运已越来越普遍[12]。朱光熙等[13]提出土石方调配过程的系统分析模型。曹生荣等[14]开发了通用土石方调配管理系统(general earth allocation management system, GERAMS),该管理系统借助计算机技术、信息技术提高土石方调配的效率和准确度。现今在土石方优化配置上通常采用线性规划模型(linear programming model, LPM);大系统分解协调模型(large-scale system resolution-coordination model, LSSRCM);动态规划模型(dynamic programming model, DPM);多目标决策模型(multi-objective decision making model, MODMM)等模型[10]。

然而这些土石方研究及模型的使用多侧重于利用模型来调配项目建设内部的土石方平衡及调配,而缺乏对项目自身利用不了的、无法回填的多余土石方管理的考虑。

3.2 国外土石方管理经验

在实践过程中,有些国家和地区在土石方管理、建筑垃圾资源化利用方面处于比较领先的地位。从 20 世纪 70 年代末开始,日本、德国、美国等发达国家在再生混凝土开发应用方面的发展迅速[15]。1955 年至今,德国的建筑垃圾再生工厂已加工完成了大约 1.15×10^7 m^3 的再生骨料,并用这些再生骨料建造了 17.5 万套住房。1976 年荷兰、比利时等国家开始以废混凝土作为混凝土的粗、细骨料。20 世纪 80 年代中期,美国 Kansas 州交通厅把回收的旧混凝土作为骨料用于新建水泥路面,并且实践证明这种再生骨料很符合水泥路面的材料标准[15]。日本和美国在对建筑垃圾的再生利用方面比较重视,他们的建筑垃圾资源化率超过了 90%。仅道路开挖一项,德国的建筑垃圾再生利用率从 1987 年的 69%提高到了 1998 年的 100%[16]。这些国家和地区在多余土石方处理、建筑垃圾回收利用方面政府给予了明确的鼓励政策和法律保障。日本政府于 1970 年颁布了《废弃物处理以及清除法》,规定建筑废弃物应由建筑方自行负责处理[15],1991 年又制定了《资源重新利用促进法》,规定建筑施工过程中产生的渣土、木材等建筑垃圾均须送往"再资源化设施"进行处理[17];1995 年英国政府颁布了《废弃物回收利用白皮书》(Making Waste Work);美国政府制定了《超级基金法》给再生混凝土的发展提供了法律保障;欧洲自 1996 年起执行《高品质水泥及混凝土块的建造回收技术》[15]。

纵观国外的经验可知,成熟的土石方管理离不开政府支持、法律保障,企业成熟的管理理念以及先进的建筑垃圾再生利用技术。例如丹麦采取对填埋和焚烧建筑垃圾的征税,到 1999 年填埋税增加了 900%,建筑垃圾循环率提高到了约 90%[16]。日本、英国、美国等国家在法律上对建筑垃圾回收利用有了明确的规定,同时还执行建筑垃圾尽可能不出施工场地、尽可能重新利用的方针[16]。在法律和技术的保障下,这些国家的土石方管理、建筑垃圾资源化利用方面取得了显著的成绩。目前有些国家和地区对于建筑垃圾的管理仍处于不断摸索和完善的阶段,例如马来西亚借鉴欧洲的现场建筑垃圾管理经验,完善形成该国的建筑垃圾管理框架[18]。

4 多余土石方管理对策

北京市作为首都,是全球关注的焦点,其城市生态环境的建设和维护对于提升北京市形象有着重要的意义。做好城市生产建设项目多余土石方的管理工作,可有效减少因多余土石方处置不当引发的各类生态环境问题。

4.1 加强宣传

利用各种形式的宣传,让社会公众了解到土资源的重要性。水是万物生命之源,土是万物生存之本,加强土资源的保护是人类社会存在和发展的基础。据统计,一般条件下,每形成 1 cm 的土壤需要 100~400 a 的时间,也就是,每形成 30 cm 的耕作层需要 3 000~12 000 a 的时间,因此保护土壤资源尤为重要。宣传的形式可以多种多样,比如可利用水土保持进学校、进公园、进党校等活动,也可以采用水务微博、微信平台和电视等新闻媒体。

4.2 纳入项目前期规划

在项目规划阶段尤其是土地一级开发、大型工业园区、科技园区、新城建设,在项目前期应该纳入土方管理的理念,要求设计单位结合项目区现状特点通过控制竖向高程设计对项目区土方进行合理规划,尽量做到土方不外运。

4.3　加强相关技术开发

4.3.1　*加强建筑垃圾再利用技术开发*　通过政策和资金扶持的形式,鼓励相关企业进行建筑垃圾再利用技术和装备方面的研发,提高建筑垃圾再利用率。通过分选处理后的建筑垃圾可以用于建筑物基础垫层或道路基层;生产混凝土砌块砖和铺道砖;作为再生骨料,代替部分天然砂石骨料制作再生骨料混凝土等方面,这样既能减少因工程建设对石材的需求而进行的大量开采活动对生态环境的影响,又能减轻因大量建筑垃圾弃置占用土地、扰动植被,甚至是滑坡、滑塌的危害。

4.3.2　*加强城市河道淤泥处理技术开发*　2012 年"7·21"特大自然灾害之后北京市对防洪能力薄弱、人口密集的 1 460 km 中小河道开始分阶段治理,截止到 2016 年汛期全部完成。河道治理工程中清理淤泥是很重要的一项内容,并且也是工程量比较大的一个环节,目前清淤阶段产生的大量土方因含有病原菌、寄生虫(卵)、重金属和难以降解的有机毒物等原因而直接弃用,并且河道清淤工作不是一次性工程,所以造成大量土资源的浪费。研发河道淤泥处理相关技术,针对不同河道淤泥实际情况采用不同的技术处理方案,可提高河道淤泥的利用率,减少因淤泥堆置而产生的二次水土流失和对生态环境的破坏。

4.4　建立土石方信息平台

建立北京市土石方信息平台,记录每个生产建设项目土石方堆放、转运、利用、剩余等土石方相关信息,让建设单位、施工单位、土方承包单位等通过信息平台技术了解自己所在项目区在土方运输最经济范围内的所有生产建设项目土石方信息,本着土资源不浪费、提高土方综合利用率的前提下加强不同项目建设单位直接的合作。北京市 2016 年 1 月 1 日实施的《水土保持条例》第 26 条明确规定有"……本市建立生产建设项目土石方信息服务平台,为土石方堆放、转运和综合利用提供信息服务……"。

4.5　推进企业信用信息平台建设

2014—2015 年期间,国务院、北京市政府相继印发了社会信用体系建设的相关文件,要求将自来水、电力、燃气、供热、通信、交通等公共企事业单位归集的公共信用信息,分别纳入全市企业和个人信用信息系统。文件要求北京市在 2017 年底前建成全市统一的市场主体信用信息平台,实现政府部门间公共信用信息共享交换与应用,依法向社会提供企业和个人信用报告查询服务。未来可以结合全市建立的企业和个人信用信息系统,将涉及生产建设项目土石方开挖、运输、综合利用、弃置等各环节的建设单位、设计单位、施工单位、监理单位、监测单位及个人纳入信用信息管理,促进土石方高效利用、减少土资源浪费。

5　结　论

随着城镇化进程的快速发展,大量的生产建设项目不断涌现,政府在多余土石方管理及回收利用方面给予了诸多政策法规的支持[19]。然而目前,国内实际建筑垃圾资源化利用率还是不高[15],土石方管理的办法和途径尚不满足城市建设发展的需求。今后仍需要在法律保障、资金投入、政策支持、技术改进、土石方信息交流等方面继续加强,以建立完善的土石方管理系统,提高城市建设项目多余土石方的利用效率。

(1) 利用各种形式的宣传,让社会公众了解到土资源的重要性,同时将土方管理的理念纳入项目前期规划。

(2) 加强建筑垃圾再利用技术和城市河道淤泥处理技术的开发,鼓励相关企业研发建筑垃圾再利用及河道淤泥处理的相关技术和设备,提高建筑垃圾再利用率和河道淤泥的利用率。不同河道淤泥应根据实际情况采用不同的技术处理方案。

(3) 建立北京市土石方信息平台,将每个生产建设项目土石方堆放、转运、利用、剩余等土石方相关信息共享,为建设单位、施工单位、土方承包单位等提供土方运输最经济的选择途径。

(4) 将涉及生产建设项目土石方开挖、运输、综合利用、弃置等各环节的相关单位及个人纳入信用信息管理,建设企业信用信息平台,促进土石方高效利用、减少土资源浪费。

[参 考 文 献]

[1] 杨建成,高超,曾广然. 生产建设项目土石方平衡探讨[J]. 中国水土保持,2012(5):62-65.

[2] 杨坤. 北京城市水土保持探索与思考[J]. 中国水土保持,2014(10):5-7.

[3] 刘大伟. 北京市 2009—2013 年水土资源管理制度及加强生产建设项目监督管理经验[J]. 北京水务,2015(1):56-57.

[4] 中华人民共和国水利部. GB50433-2008 开发建设项目水土保持技术规范[S]. 北京:中国计划出版社,2008.

[5] 周连兄,赵方莹,侯魏,等. 公路弃渣处理及渣场生态建设技术探讨[J]. 中国水土保持,2010(1):57-58.

[6] 陈家珑,高振杰,周文娟,等. 对我国建筑垃圾资源化利用现状的思考[J]. 中国资源综合利用,2012,30(6):47-50.

[7] 蒲云辉,唐嘉陵. 日本建筑垃圾资源化对我国的启示[J]. 施工技术,2012, 41(21):43-45.

(下转第 219 页)

Hyperspectral derived indices for soil moisture estimation at very high resolution[C]. 2014 IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium. IEEE, 2014:2898-2901.

[5] Ghosh G, Kumar S, Saha S K. Hyperspectral satellite data in mapping salt-affected soils using linear spectral unmixing analysis[J]. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 2012,40(1):129-136.

[6] 屈永华,段小亮,高鸿永,等.内蒙古河套灌区土壤盐分光谱定量分析研究[J].光谱学与光谱分析,2009,29(5):1362-1366.

[7] 翁永玲,宫鹏. 黄河三角洲盐渍土盐分特征研究[J].南京大学学报:自然科学,2006,42(6):602-610.

[8] 卢霞.滨海盐土盐分含量与其光谱特征的关系研究[J].水土保持通报,2012,32(5):186-190.

[9] 李晓明,韩霁昌,李娟.典型半干旱区土壤盐分高光谱特征反演[J].光谱学与光谱分析,2014,34(4):1081-1084.

[10] 陈红艳,赵庚星,张晓辉,等.基于遗传算法结合偏最小二乘的潮土碱解氮高光谱特征及含量估测[J].中国农学通报,2015,31(2):209-214.

[11] 扶卿华,倪绍祥,王世新,等.土壤盐分含量的遥感反演研究[J].农业工程学报,2007,23(1):48-54.

[12] 张丽,蒋平安,武红旗,等.北疆典型土壤反射光谱特征研究[J].水土保持学报,2013,27(1):273-276.

[13] 戚浩平,翁永玲,赵福岳,等.茶卡—共和盆地土壤盐分与光谱特征研究[J].国土资源遥感,2010(86):4-8.

[14] 关云秀,刘高焕,刘庆生,等.黄河三角洲盐碱地遥感调查研究[J].遥感学报,2001,5(1):46-52.

[15] 张成雯,唐家奎,于新菊,等.黄河三角洲土壤含盐量定量遥感反演[J].中国科学院研究生院学报,2013,30(2):220-227.

[16] Mitran T, Ravisankar T, Fyzee M A, et al. Retrieval of soil physicochemical properties towards assessing salt-affected soils using Hyperspectral Data[J]. Geocarto International, 2015,30(6):701-721.

[17] Farifteh J, Van der Meer F, Atzberger C, et al. Quantitative analysis of salt-affected soil reflectance spectra: A comparison of two adaptive methods (PLSR and ANN)[J]. Remote Sensing of Environment, 2007,110(1):59-78.

[18] Mashimbye Z E, Cho M A, Nell J P, et al. Model-based integrated methods for quantitative estimation of soil salinity from hyperspectral remote sensing data: A case study of selected South African soils[J]. Pedosphere, 2012,22(5):640-649.

[19] Kobayashi C, Lau I C, Wheaton B, et al. Mapping of soil salinity using an airborne hyperspectral sensor in Western Australia[C]. 2015 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). IEEE, 2015:2684-2687.

[20] 李新举.黄河三角洲土壤质量时空演变及可持续利用评价研究[D].山东 泰安:山东农业大学,2005.

[21] 蒲智,于瑞德,尹昌应,等.干旱区典型盐碱土壤含盐量估算的最佳高光谱指数研究[J].水土保持通报,2012,32(6):129-133.

(上接第 213 页)

[8] 赵颖,王志堂.建筑垃圾减量化回收利用[J].科学与财富,2012(11):369-369.

[9] 蒋长兴.浅述土石方施工的技术措施与现场管理[J].河南科技,2013(20):162-162.

[10] 周厚贵,曹生荣,申明亮.土石方调配研究现状与发展方向[J].木工程学报,2009(2):131-138.

[11] 聂晓弢.浅析土石方工程项目的精细化管理[J].经营管理者,2012(11):295-295.

[12] 王壮志.公路建设中考虑施工次序与土质的土石方调运方法研究及软件实现[D].湖南 长沙:长沙理工大学,2004.

[13] 胡程顺,钟登华,张静,等.土石方动态调配模型与可视化研究[J]. 中国工程科学, 2003,5(12):73-79.

[14] 曹生荣,申明亮,王先甲.通用土石方调配管理系统的研究与实现技术[J]. 武汉大学学报:工学版, 2003,36(6):13-17.

[15] 朱玉龙.中国建筑垃圾回收再利用经济价值的探索[N].科技日报,20121126(8).

[16] 李颖,郑胤,陈家珑,等.北京市建筑垃圾资源化利用政策研究[J].建筑科学,2008,24(10):4-7.

[17] 李树逊,罗攀,庞晓明,等.建筑垃圾资源化利用状况及其生命周期评价[J]. 复旦学报:自然科学版,2013,52(6):817-821.

[18] Papargyropoulou E, Preece C, Padfield R, et al. Sustainable construction waste management in Malaysia: A constructor's perspective[C]// Misbe 2011-International Conference on Management and Innovation for A Sustainable Built Environment, 2011.

[19] 李文广.民营企业发展战略问题研究:以土石方工程企业为例[D].河南 郑州:河南大学,2013.