

基于ArcGIS的生产建设项目表土剥离与利用平衡分析应用

张侃侃*, 张春云

中水东北勘测设计研究有限责任公司, 吉林 长春

收稿日期: 2024年5月4日; 录用日期: 2024年7月2日; 发布日期: 2024年7月10日

摘要

表土剥离与利用平衡分析作为生产建设项目水土保持设计的重要内容之一, 业内对其设计结果的准确性要求不断提高。本文以某大型灌区表土设计为例, 在指定坡度要求下, 将ArcGIS的空间数据处理能力应用于项目表土剥离与利用设计工作中, 极大地提高了工作效率与结果的准确性。以此为鉴, 可推广应用于所有生产建设项目中。

关键词

表土剥离与利用, ArcGIS, 生产建设项目

Application of Topsoil Stripping and Utilization Balance Analysis in Production and Construction Projects Based on ArcGIS

Kankan Zhang*, Chunyun Zhang

China Water Northeastern Investigation, Design & Research Co., Ltd., Changchun Jilin

Received: May 4th, 2024; accepted: Jul. 2nd, 2024; published: Jul. 10th, 2024

Abstract

Topsoil stripping and utilization balance analysis is one of the important contents of soil and water conservation design in production and construction projects, and the accuracy requirements of its design results are constantly improving in the intra-industry. Taking the topsoil design of a

*第一作者。

large-scale irrigation area as an example, this paper applies the spatial data processing ability of ArcGIS to the project topsoil stripping and utilization design work under the specified slope requirements, which greatly improves the work efficiency and the accuracy of the results. Based on this, it can be applied to all production and construction projects.

Keywords

Topsoil Stripping and Utilization, ArcGIS, Production and Construction Projects

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土壤作为陆地生物养分之源极其宝贵,但其形成极为缓慢。表土是指最表层的土壤,作为土壤中养分含量最高的部分,能有利于快速恢复地力和植物生长,珍贵程度更甚[1]-[3]。表土作为资源已成为共识,生产建设项目在进行主体工程设计及水土保持方案报告书编制时,表土分布范围、剥离及利用等相关内容设计已成为水土保持设计的重中之重[4]。然而,目前生产建设项目表土可剥离量主要通过实地勘察,并结合三调结果匡算而来,准确性低。部分项目由于自身情况的特殊性,要求仅对某一坡度以下扰动区域进行表土剥离,若采用传统方法,需根据地形图逐一测量估算,工作量巨大,且准确性无法保证,此时 ArcGIS 的空间数据处理与分析能力能够完美解决此类问题。

本文基于 ArcGIS 对某大型灌区生产建设项目的表土剥离与利用进行平衡分析。由于该项目区地形高低起伏较大,坡度大于 25°的林地、草地、耕地表土层较薄且含有大量石块,无法使用机械进行剥离,采用人工剥离成本较高,因此该区域表土不进行剥离。利用 ArcGIS 的空间数据处理能力分析得出项目区表土量、可剥离表土量,并进行后期利用平衡分析。

2. 应用思路

利用 ArcGIS 的数据管理、数据编辑与处理、坐标系转换、矢量数据空间分析,可得出项目扰动范围内表土分布情况、分布数量。通过对项目区地形图分析得出 DEM 文件,经栅格数据处理与分析,将项目扰动区域生成以坡度 25°为界限的适量数据,在此基础上与三调图相交,即可得出项目区可剥离表土范围。将以上处理成果的属性表输出,统计项目区表土量、可剥离表土量和表土需求量,进行后续表土平衡分析。在 ArcGIS 中亦可制作输出表土分布范围图、可剥离表土分布图。

3. 应用过程

3.1. 项目区所含表土量分析

1) 将项目扰动范围划分为永久占地和临时占地两个图层

由于项目施工永久占地范围与临时占地范围有重合部分,为防止重复计算,需将两者进行擦除分析,得出“施工永久占地”和“擦除后的施工临时占地”两个图层。操作流程如下:将两者 cad 格式文件导入 ArcGIS 中,用分析工具/叠加分析/擦除功能得出“擦除后的施工临时占地”。注意赋予两图层与项目区三调图相同的坐标系,否则无法进行后续相交分析。具体方法为:数据管理工具/投影和变换/栅格/定义投影。

2) 计算项目扰动范围内永久占地和临时占地范围内所含表土量

在 ArcGIS 中导入项目区三调图, 分别于“擦除后的施工临时占地”和“施工永久占地”进行相交得出项目扰动范围各地类面积。操作流程如下: 分析工具/叠加分析/相交; 计算各图斑面积后导出属性表; 操作步骤如下: 右键打开属性表/添加字段“area”(浮点型)/在“area”右键计算几何; 随后导出属性表。同理得出永久占地地类表。

根据现场调查, 表土主要分布在耕地、园地、林地、草地等占地类型区。表土厚度依据地类不同差别较大, 耕地表土厚度为 30 cm, 园地表土厚度约 35 cm, 乔木林地表土厚度约 25 cm, 灌木林地、竹林地表土厚度约 20 cm, 其他林地表土厚度约 15 cm, 草地表土厚度约 20 cm。结合现场调查结果可分析出工程区所含表土量(见附表 1)。

3.2. 项目区可剥离表土量分析

3.2.1. 项目区坡度分析

利用项目区地形图生成 DEM 文件, 分别得出项目区 $>25^\circ$ 和 $\leq 25^\circ$ 的区域。具体操作步骤如下:

1) CAD 图层分离: 将项目区地形图中 DGX 和 GCD 图层复制到新的 CAD 文件中, 将 dwg 文件转化为可编辑的要素类文件(shapefiles): 在 Polyline 文件右键数据/导出数据/导出成 shp 文件。注意定义坐标系。

2) 高程数据修正: 在该 shp 文件右键打开属性表, 双击高程(Elevation)字段排序发现其中有部分等高线数据错误, 利用编辑器删除错误选项。操作流程如下: 点击编辑器/开始编辑/选中高程(Elevation)字段结果为 0 的等高线右键/删除所选项。

3) 生成 TIN 文件: 3D Analyst 工具/数据管理/TIN/创建 TIN(注意此处增加坐标系)。

4) 生成 DEM 文件: 3D Analyst 工具/转换/由 TIN 转出/TIN 转栅格。

5) 生成坡度: 3D Analyst 工具/栅格表面/坡度。

6) 坡度分类: 3D Analyst 工具/栅格重分类/重分类/分类, 将坡度分类成为“ $\leq 25^\circ$ ”和“ $> 25^\circ$ ”。

7) 计算两种坡度面积: 打开坡度分级结果属性表/添加字段“area”/设置为浮点型/在“area”字段右键选择“字段计算器”/双击“count”字段后输入 $*30*30$ /得出两种坡度面积。

3.2.2. 计算项目区可剥离表土量

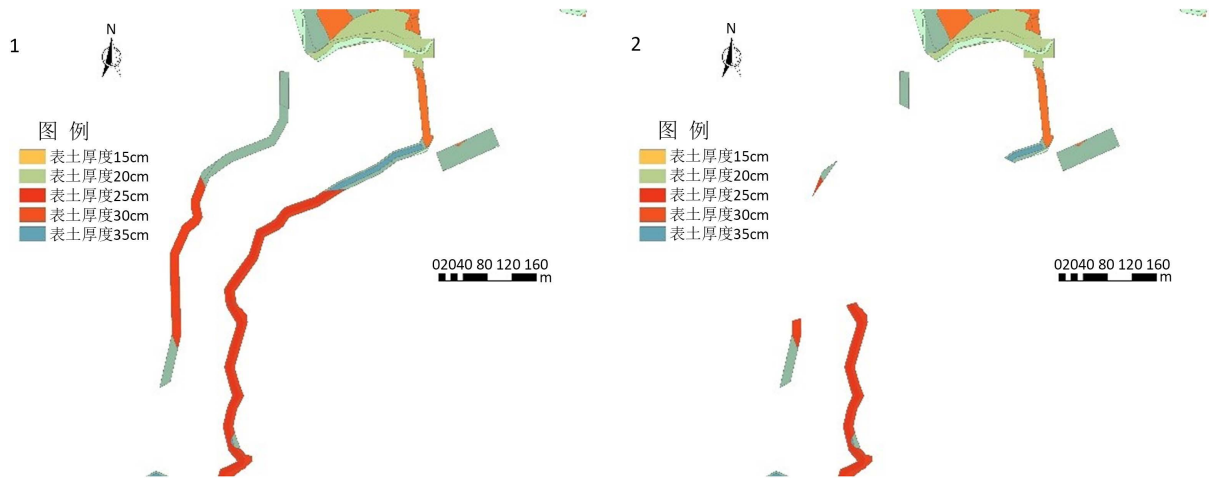
1) 将生成坡度后的文件栅格转面: 转换工具/由栅格转出/栅格转面。

2) 计算项目区可剥离表土量: 添加“永久占地地类”和“临时占地地类”图层, 将两者分别与转换为面的坡度图层分别相交, 随即得出永久占地和临时占地范围内不同坡度不同地类的图层, 分别在各图层的属性表中增加字段“面积”, 计算几何面积, 方法同上。

3) 将得到的最终图层属性表导出。利用 Excel 数据透视功能统计出项目区可剥离表土面积, 结合现场调查表土厚度情况, 计算出项目区可剥离表土量(见附表 2), 绘制项目区可剥离表土分布图(见图 1)。注意: “gridcode”为坡度分类后的值, 1 代表坡度 $\leq 25^\circ$, 2 代表坡度 $> 25^\circ$ 。

3.3. 项目区表土剥离与利用平衡分析

根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)要求, 项目区临时占地范围内林地和草地回覆表土 20 cm 厚, 耕地回覆表土 50 cm 厚; 永久占地范围内绿化区域回覆表土 50 cm 厚, 项目区共计需表土量 89.12 万 m^3 (见附表 3)。本项目实际可剥离表土量为 87.05 万 m^3 , 无法满足要求。项目区周边合理运距范围内无其他生产建设项目存在多余表土, 只能通过调整回覆厚度, 达到表土平衡。本项目将交通道路区复耕回覆表土厚度从 50 cm 调整至 40 cm, 剥离的表土量即可满足项目回覆需求(见附表 4), 达到挖填平衡。



注: 1 为表土分布图, 2 为可剥离表土分布图。

Figure 1. Map of topsoil distribution in localized areas of the project and map of stripping topsoil distribution

图 1. 项目局部区域表土分布图及可剥离表土分布图

4. 结语

1) 由于地形条件限制,某大型灌区生产建设项目可剥离表土范围被限制在 25° 以下。本文利用 ArcGIS 的数据管理、数据编辑与处理、坐标系转换、矢量数据空间分析、DEM 分析及栅格数据处理与分析功能,分析得出该项目扰动区域内所含表土量、可剥离表土量及分布范围。在此基础上对项目表土剥离与利用进行平衡分析,做好各防治分区之间的表土相互调运设计。

2) 目前尚未将 ArcGIS 应用于生产建设项目的表土平衡分析中,传统的设计思路为选取具有代表性的区域现场调查表土厚度,再根据调查结果与工程扰动面积相结合得出项目区所含表土量,进而指导后续表土平衡分析工作,未考虑或无法引入坡度因素。本方法可推广应用于所有生产建设项目表土平衡分析中,较传统的实地调查方法,可引入坡度因素,同时极大地提高了工作效率和结果的准确性。

3) 本方法的应用将便于设计人员根据现场情况指导施工,使得设计成果更具实用性;实现设计成果与地图动态互联。

4) 本方法对项目区地形图完整度要求较高,若扰动范围周边无较完整的等高线,则会影响到坡度的计算,从而影响结果的准确性。

参考文献

- [1] 杨紫千, 刘小庆, 董秀茹, 等. 我国表土剥离技术启蒙与发展研究综述[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(11): 54-60.
- [2] 陈瑾. 清云高速公路生态敏感路段表土资源收集与利用技术研究[J]. 交通世界, 2023(13): 78-80.
- [3] 朱先云. 国外表剥离实践及其特征[J]. 中国国土资源经济, 2009, 22(9): 24-26.
- [4] 付斌, 景鹏云, 李浩. 工程建设期表土剥离技术研究[J]. 科技与创新, 2023(5): 83-85.

附录

Table S1. Table of topsoil distribution in the project area

附表 1. 项目区表土分布情况表

占地类型	防治分区	含表土区域(m ²)									含表土量(m ³)
		耕地		园地		林地			草地		
		水田	旱地	果园	其他园地	乔木林地	竹林地	灌木林地	其他林地	其他草地	
临时占地	主体工程区 管线工程区	17,014	73,526	187,587	136,427	1,824,522	11,300	318,872	8462	86,061	681,213
	交通道路区	20,911	46,528	131,369	5203	45,986	12,187	14,042	1468	541	85,102
	施工生产生活区	0	11,654	14,162	18,961	22,595	335	14,908	1865	1632	24,393
	弃渣场区	1377	7822	18,675	12,997	264,982		55,817		9288	93,111
	小计	39,302	139,529	351,792	173,588	2,158,085	23,822	403,639	11,795	97,522	883,820
永久占地	主体工程区 泵站			3178		401		826			1378
	管线工程	295	2210	3855	23,248	88,518	646	29,038	73	4483	39,211
	小计	295	2210	7032	23,248	88,919	646	29,864	73	4483	40,589
合计		39,596	141,739	358,825	196,836	2,247,004	24,469	433,503	11,869	102,005	924,409

Table S2. Table of stripping topsoil in the project area

附表 2. 项目区可剥离表土情况表

占地类型	防治分区	可剥离表土区域(m ²)									可剥离表土量(m ³)
		耕地		园地		林地			草地		
		水田	旱地	果园	其他园地	乔木林地	竹林地	灌木林地	其他林地	其他草地	
临时占地	主体工程区 管线工程	16,647	51,792	183,741	129,503	1,705,435	11,300	295,201	8462	86,061	83,373
	交通道路区	20,911	46,001	128,731	5203	44,998	12,187	12,035	1468	541	23,061
	施工生产生活区		11,146	14,162	16,195	22,071	335	14,508	1865	1632	93,111
	弃渣场区	1377	7822	18,675	12,997	264,982		55,817		9288	636,308
	小计	38,935	116,762	345,308	163,898	2,037,487	23,822	377,561	11,795	97,522	835,853
永久占地	主体工程区 泵站	0	0	3178	0	401	0	826	0	0	1378
	管线工程	49	1121	3855	20,598	75,845	646	22,215	73	4118	33,277
	小计	49	1121	7032	20,598	76,246	646	23,041	73	4118	34,655
合计		38,984	117,883	352,341	184,496	2,113,733	24,469	400,602	11,869	101,640	870,509

Table S3. Table of topsoil requirements for the project**附表 3.** 项目表土需求情况表

占地类型	防治分区	表土需求数量						小计(m ³)
		复耕			植被恢复			
		覆土面积(hm ²)	厚度(cm)	数量(m ³)	覆土面积(hm ²)	厚度(cm)	数量(m ³)	
临时占地	主体工程区 管线工程	41.46	50	207,277	224.92	20	449,843	657,120
	交通道路区	20.40	50	102,006	7.42	20	14,845	116,850
	施工生产生活区	4.48	50	22,389	4.13	20	8267	30,656
	弃渣场区	4.09	50	20,436	33.01	20	66,017	86,453
	小计	70.42		352,107	269.49		538,973	891,079
永久占地	主体工程区 泵站				0.02	50	120	120
	合计	70.42		352,107	269.51		539,093	891,199

Table S4. Table of topsoil replenishments for the project**附表 4.** 项目表土回覆情况表

占地类型	防治分区	表土回覆数量						小计(m ³)
		复耕			植被恢复			
		覆土面积(hm ²)	厚度(cm)	数量(m ³)	覆土面积(hm ²)	厚度(cm)	数量(m ³)	
临时占地	主体工程区 管线工程	41.46	50	207,277	224.92	20	449,843	657,120
	交通道路区	20.40	40	81,316	7.42	20	14,845	96,161
	施工生产生活区	4.48	50	22,389	4.13	20	8267	30,656
	弃渣场区	4.09	50	20,436	33.01	20	66,017	86,453
	小计	70.42		331,417	269.49		538,973	870,389
永久占地	主体工程区 泵站				0.02	50	120	120
	合计	70.42		331,417	269.51		539,093	870,509