陕西省“三线一单”大气环境管控分区研析

陈雷[1],伯鑫[2*],王彤[1],王媛[3],曹巍[1],马岩[2],耿海清[2],王占朝[2]

(1. 陕西省环境调查评估中心,陕西西安 710000;2. 生态环境部环境工程评估中心,北京 100012;
3. 陕西生态环境规划设计院有限公司,陕西西安 710000)

摘要: 为提高“三线一单”大气环境管控分区划定的科学性,本研究以陕西省“三线一单”编制工作为案例,分析了大气环境管控分区划定过程中优先保护区、受体敏感区、弱扩散区以及分区叠加中存在的问题,分别提出了规范矢量数据、多源数据校核、同化气象数据以及定制空间数据转换处理系统(FME)程序的处理方法,并进行验证,形成了大气环境管控单元的划分体系,最终划定了陕西省大气环境管控单元。本研究针对大气环境管控分区划定过程中存在的问题提出解决方案,可为其他省(区、市)的“三线一单”大气环境管控单元划定工作提供参考与借鉴。

关键词: 陕西省“三线一单”;大气环境管控分区; 空间数据转换处理系统(FME)

DOI: 10.14068/j.ceia.2020.05.003

中图分类号: X321 **文献标识码**: A **文章编号**: 2095-6444(2020)05-0011-05

Study on the Atmospheric Environment Control Unit Division in Shaanxi “Three Lines One Permit”

CHEN Lei[1], BO Xin[2], WANG Tong[1], WANG Yuan[3], CAO Wei[1], MA Yan[2], GENG Haiqing[2], WANG Zhanchao[2]

(1. Shaanxi Environmental Investigation and Assessment Center, Xian 710000, China;
2. Appraisal Center for Environment and Engineering, Ministry of Ecology and Environment, Beijing 100012, China;
3. Shaanxi Eco-environmental Planning Design Institute, Xian 710000, China)

Abstract: To improve the scientificity of atmospheric environment control unit zoning in “Three Lines One Permit”, this study taking Shaanxi as a case, identified the main problems (in priority protection zones, acceptor sensitive zones, weak diffusion zones and the superposition of zones) of division of atmospheric environment control unit, putting forward the corresponding processing method (standard vector data, check multi-source data, assimilate meteorological data and custom FME program) and verified. The division system of atmospheric environment control unit was formed, and it was used to delimit the control units of Shaanxi Province. The proposed solutions in this study can provide reference for the zoning of air environment control in “Three Lines One Permit” in other provinces and cities.

Key words: Shaanxi Province “Three Lines One Permit”; atmospheric environment control unit; FME

2020 年 4 月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发《省(自治区、直辖市)污染防治攻坚战成效考核措施》,将“三线一单”成果发布实施纳为考核指标。为推动“三线一单”工作的进展,陕西省深入贯彻习近平生态文明思想,认真落实习近平总书记在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上讲话精神、长江经济带“共抓大保护,不搞大开发”战略要求以及总书记陕西视察重要指示,以改善生态环境质量为核心,坚持时间、问题和质量三个导向,高起点推进全省“三线一单”工作开展。“三线一单”是一套生态环境分区的管控体系[1],合理划定大气环境管控分区是“三线一单”的核心内容之一[2]。

陕西省位于我国内陆腹地,横跨黄河和长江两大

收稿日期: 2020-07-06

基金项目: 2019年省级环境保护专项资金项目

作者简介: 陈雷(1980—),男,陕西人,高级工程师,硕士,主要研究方向为生态环境空间管控、环境管理,E-mail:10872395@qq.com

通讯作者: 伯鑫(1983—),男,山东人,高级工程师,博士,主要研究方向为排放清单及大气污染模拟,E-mail:188672200@qq.com

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

流域中部,是汾渭平原重要组成部分,对陕西大气环境问题的关注已经从区域层面上升至国家层面。因此,科学划定陕西省大气环境管控分区对陕西省大气环境治理工作意义重大。陕西省自 2018 年 9 月开始了“三线一单”编制工作,在大气环境管控分区的划定过程中遇到的问题,主要集中在优先保护区划定、受体敏感区划定、弱扩散区划定和分区叠加等方面。本研究对主要问题进行了识别,给出了陕西省对这些问题的解决思路与方案。

1 研究内容

1.1 问题分析

对于大气环境管控分区的划定,《“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”编制技术指南(试行)》(以下简称《指南》)明确了大气环境管控分区划定的要求。张南南等[3-4]提出了大气环境管控分区划分技术,各省结合区域特点进行了实践[5-9]。本研究基于现有研究成果,结合陕西省关中协同创新发展、陕北转型持续发展、陕南绿色循环发展战略以及陕西省生态环境质量现状及污染物排放情况,分析了大气环境管控分区划定中存在的问题,主要涉及优先保护区、受体敏感区、弱扩散区、分区叠加等。

1.1.1 优先保护区划定

优先保护区须衔接法定保护地中的自然保护区和风景名胜区,在梳理矢量数据过程中发现存在坐标系统不统一、投影信息不统一的问题,在比对遥感影像数据时发现存在坐标信息定义有误的问题,在数据叠加后发现存在未拟合县界以及拓扑重叠等问题(见表 1),因此需要在优先保护区划定前对保护地资料进行数据校核及处理。

表 1 优先保护区划定的矢量数据问题

Table 1 Vector data problem of priority protection zone delineation

问题分类	问题描述
坐标系统不统一	存在西安 80 坐标系、2000 国家大地坐标系、北京 54 坐标系
投影信息不统一	存在中央经线 105°、111°等投影
坐标信息定义有误	坐标信息与数据实际坐标系不一致
未拟合县界	保护地的边界范围与“三线一单”工作边界线不完全重合
自身重叠的拓扑错误	相互重叠

1.1.2 受体敏感区划定

受体敏感区需要衔接城镇开发边界,目前收集到的城镇开发边界矢量数据仅覆盖 102 个县(区),占陕西县级行政区总数的 95%。通过与遥感影像对比,发现与城镇实际开发情况吻合性差,且存在 7 处范围过大的情况,尤其咸阳市与延安市的开发边界均超过实际遥感影像密集光斑范围 10 倍以上。

1.1.3 弱扩散区划定

准确可靠的大气环境背景场数据是弱扩散区划定的基础,而目前“三线一单”工作主要使用全球再分析数据集或仅基于有限观测站的地面气象观测数据分析模拟,缺乏区域代表性,只能覆盖有限的时间和空间,无法准确、细致地描述区域的气候时空特征,导致模拟结果与实际情况存在较大偏差。

1.1.4 分区叠加

大气环境管控分区叠加常规的做法是利用 ArcGIS 软件下“分析工具-叠加分析-擦除”命令进行逐层的擦除操作,即用高一级的数据层去分别擦除每一个低级数据层的数据内容,逐层循环。由于数据量大、叠加过程逻辑复杂,手动处理效率低、出错率高。

1.2 技术路线

本研究基于《指南》要求,结合陕西省基础资料情况,针对优先保护区划定中识别的问题,提出规范处理矢量数据,采用遥感影像校核,并进行拓扑处理;针对受体敏感区划定中识别的问题,提出采用遥感影像、土地利用数据、城镇开发边界等多源数据校核;针对弱扩散区划定中识别的问题,提出采用中国气象局经过同化的气象数据,并选取绝对指标进行校核;针对管控分区叠加中识别的问题,提出采用定制 FME 程序的处理方法。并结合陕西省工作成果进行验证,形成陕西省大气环境管控单元的划分方法和初步成果,具体技术路线见图 1。

2 处理方法与结果验证

针对分析的优先保护区、受体敏感区、弱扩散区、分区叠加过程中的主要问题,分别提出了规范矢量数据、多源数据校核、同化气象数据以及定制利用 FME 程序等处理方法,并利用遥感影像、数字高程模型(DEM)、风速、混合层高度等数据进行验证。

2.1 优先保护区划定

自然保护区和风景名胜区等矢量数据,来源于不

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

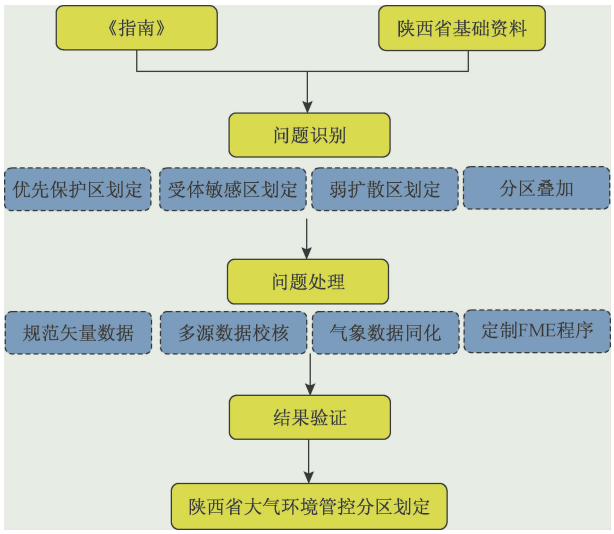


图 1　陕西省大气环境管控分区划定技术路线图

Fig. 1　Technical process diagram of the delineation atmospheric environment control zones in Shaanxi Province

同主管部门，数据的属性、坐标、投影等都存在不一致的现象。针对以上问题，本研究提出了坐标系统一、拟合县界处理、拓扑检查及修改等规范化处理方案，并采用人机交叉和批量处理结合的方法进行处理，确保数据的基准一致、数据质量可靠，从而提高了优先保护区划定工作的准确性。

2.1.1　坐标系统的统一

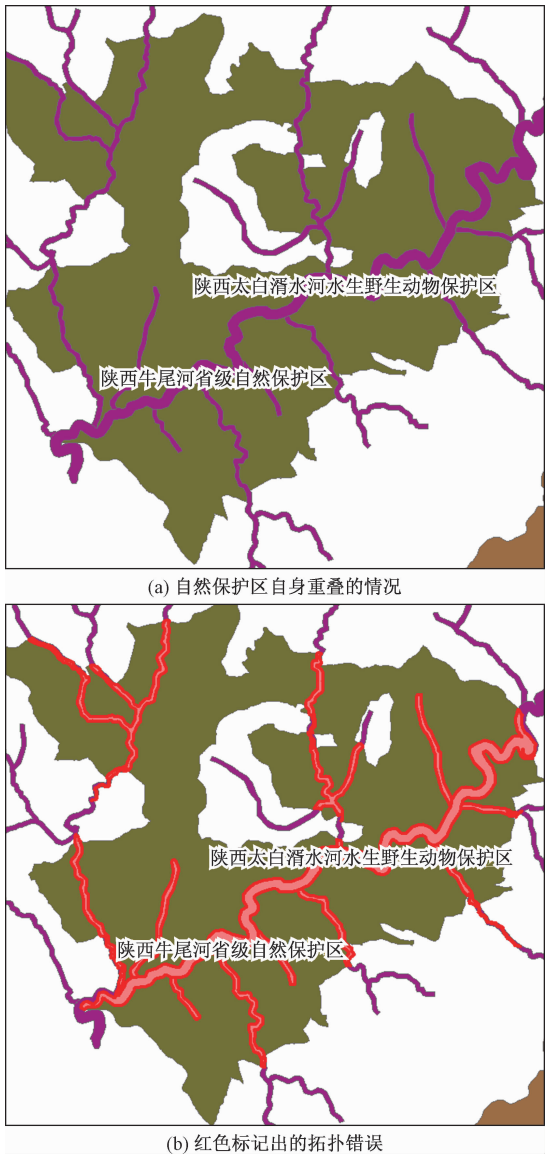
本研究通过测绘部门提供的覆盖全省的 300 个 80 坐标系和 2000 坐标系的对应点以及 54 坐标系和 2000 坐标系的对应点坐标成果，分别计算出 80 坐标系到 2000 坐标系、54 坐标系到 2000 坐标系的转换参数，并进行仿射变换；然后进行重投影处理，投影信息统一为国家 2000 坐标系高斯-克吕格投影，3 度分带，中央经线为 108°；最后利用高分遥感影像数据进行校核纠正，保证矢量边界与高分遥感影像套合完好。

2.1.2　拟合县界处理

保护区划定时使用的行政区边界与本次“三线一单”工作使用的不一致，造成保护地的边界范围与本次行政区边界不完全重合，因此需要将保护地矢量边界与“三线一单”工作使用的行政区边界进行拟合处理。本研究通过人机交互拟合县界，采用跟踪的方式自动绘制小缝隙面，并进行拓扑断线和融合处理，使保护地的边界范围与本次行政区边界完全重合。

2.1.3　拓扑检查及修改

本研究在 GIS 软件中建立拓扑检查规则，如对图 2(a)执行拓扑检查后，输出的识别拓扑错误见图 2(b)。使用错误检查器进行逐一修改，对重叠面执行合并或剪除处理。



(a) 自然保护区自身重叠的情况

(b) 红色标记出的拓扑错误

图 2　拓扑检查处理局部图

Fig. 2　Diagram of topology checking processes

2.2　受体敏感区划定

本研究受体敏感区划定采用多源数据校核，与基于城镇开发边界矢量数据的划定结果对比，本研究识别的受体敏感区覆盖全省所有县(区)，与遥感影像吻合度高达 98%。与完全衔接土地利用总体规划中的城市用地和建制镇用地的划定结果

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

进行对比,综合化程度大大提高,初步提取的城市用地和建制镇用地数据,共计 85 080 个图斑,本研究处理后,共计 126 个图斑,充分解决了破碎化严重的问题。综上所述,本研究划定的受体敏感区与陕西省实际的人口密度状况相关性更高,更符合陕西省的城市开发和人口分布特征,且能满足分区管控工作的需求。

2.3 弱扩散区划定

本研究基于中国气象局 LAPS-STMAS 模式高分辨率多源数据融合三维网格气象实况数据初步识别陕西省大气环境弱扩散区,并采用风速、DEM 模型和混合层高度进行校核,最终划定的弱扩散区主要分布在平原、盆地、河谷等低海拔地区以及山麓背风坡区域,海拔高度主要集中在 200 米 ~1000 米范围内,年平均风速小于 1.5 米/秒的地区,年平均混合层高度小于 500 米的地区。基于陕西省地形地貌特征,并综合考虑风速、DEM 模型和混合层高度识别的弱扩散区符合陕西省的地形地貌特征和气候背景特征,符合气候学原理,合理准确。

2.4 分区叠加

本研究中大气环境管控分区叠加采用 FME 程序,通过图形剪切、组合坐标投影转化、属性添加-设值、属性排序、面—面叠置运算、合并面要素、聚合、面积计算等模块,实现规整属性字段、坐标重投影、剔除省外多余小面、拟合县界、分区按优先层级排序、依次叠加、融合聚合、面积统计等功能需求。

6 个图层的 FME 处理与手动处理结果对比分析见表 2,分布基本吻合。从图斑数量分析,吻合度范围为 96.43% ~100%,吻合度平均值为 98%;从图斑面积分析,吻合度范围为 98.06% ~100%,吻合度平均值为 99.43%。

表 2 FME 处理与手动处理结果对比表

Table 2 FME and manual processing results comparison

图层属性	图斑数量			面积		
	手动处理/个	FME 处理/个	吻合度/%	手动处理/平方千米	FME 处理/平方千米	吻合度/%
自然保护地	61	61	100.00	11 301.61	11 301.61	100.00
风景名胜区	37	38	97.37	818.65	829.77	98.66
受体敏感区	111	110	99.10	2698	2698.00	100.00
高排放区	54	56	98.15	5333.6	5230.15	98.06
布局敏感区	54	56	96.43	14 199.48	14 175.66	99.83
弱扩散区	36	37	97.30	7154.26	7154.26	100.00

优先保护区中自然保护地图层为最高属性,不会被其他图层擦除,因此,采用两种处理方式的结果完全一致。其余图层采用两种处理方式的结果存在差异,一种情况是 FME 处理的图斑数量、面积略大于手动处理结果,以弱扩散区为例,FME 处理方式多的一个图斑,是手动叠加时弱扩散区和布局敏感区逻辑错误导致;另一种情况是 FME 处理的图斑数量、面积略小于手动处理结果,经分析,发现是手动处理时,为减少破碎化现象,将极少数小斑块赋予了其他属性。

从整体来看,FME 程序化处理的结果与手动处理结果高度吻合,分布基本一致,且避免了人为误差,准确性较高。

3 大气环境管控分区成果

3.1 分区划定方法

根据《指南》要求和上述研究成果,形成大气环境管控分区划定方法。

管控区划定:将环境功能区中一类功能区划为大气环境优先保护区,主要包括自然保护区、风景名胜区和其他需要特殊保护的区域;将人群密集区、污染物排放强度较高的区域、对国控/省控站点贡献较大的区域、扩散条件较差的区域划为重点管控区;其他区域划定为一般管控区。

管控区叠加:基于优先保护区、重点管控区和一般管控区初步划定结果,按照“优先保护区 > 受

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

体敏感区 > 高排放区 > 布局敏感区 > 弱扩散区”的原则，定制 FME 软件进行叠加，最终划定陕西省大气环境管控分区。

3.2　划定结果及管控要求

陕西省大气环境管控分区划定结果及管控要求参见表 3。

根据大气环境管控分区划定体系，结合陕西省现有资料情况，本研究将陕西省总体划定为三类大气环境管控区，具体包括 95 个大气环境优先保护区、258 个大气环境重点管控区、102 个大气环境一般管控区，分别占全省总面积 5.9%、14.23% 和 79.87%。其中重点管控区分为 111 个受体敏感区、57 个高排放区、54 个布局敏感区及 36 个弱扩散区。

表 3　陕西省大气环境管控分区划定结果及管控要求

Table 3　Results and requirements of atmospheric environment control unit divisions in Shaanxi Province

管控单元分类		数量/个	面积/km^2	占比/%	管控要求
优先保护区		95	12 131.38	5.90	执行自然保护区和风景名胜区相关要求，优先保护
重点管控区	高排放区	57	5230.16	2.54	实行产业准入、总量控制等管理要求，保证环境持续改善
	受体敏感区	111	2698.01	1.31	实行重点区域的产业布局和污染物排放要求，加强减排
	布局敏感区	54	14 175.66	6.90	
	弱扩散区	36	7154.26	3.48	
一般管控区		102	164 210.55	79.87	满足大气环境管理政策的前提下，合理开发，协调发展

4　结语

目前，我国各省（区、市）逐步开展“三线一单”大气环境管控分区划定工作，基础数据、数据处理、划定方式等均存在一定差异，本研究针对优先保护区划定、受体敏感区划定、弱扩散区划定和分区叠加中存在的主要问题，采用人机交叉的方法进行批量处理，并利用高分遥感影像数据进行校核纠正，同时采用定制 FME 软件构建程序化模型，实现大气环境管控分区的“一步”划定。经验证，本研究提出的方法，一方面，可确保矢量数据的基准一致、数据质量可靠；另一方面，可实现对大气成果矢量数据的规范化处理，提高大气环境管控分区划定工作的准确性和成果数据的规范化，将为其他省（区、市）“三线一单”编制工作提供参考。建议进一步按照“三线一单”成果规范要求，通过编程实现管控分区等快速、批量、程序化生成与处理，为后续“三线一单”修改或动态更新提供便捷可靠的现代化技术手段。

参考文献（References）：

[1] 成润禾，李巍，李天威，等.“三线一单”纳入城市发展战略环评技术体系研究[J]. 中国环境科学，2018，38(12)：4772-4779.

[2] 张南南，秦昌波，王倩，等.“三线一单”大气环境质量底线体系与划分技术方法[J]. 中国环境管理，2018，10(5)：24-28.

[3] 张南南，万军，苑魁魁，等. 空气资源评估方法及其在城市环境总体规划中的应用[J]. 环境科学学报，2014，34(6)：1572-1578.

[4] 余朝毅. 环境功能区划体系构建与应用[D]. 上海：上海交通大学，2013.

[5] 严茹莎，安静宇，朱润非，等.“三线一单”大气管控单元划分法在上海的应用[J]. 环境影响评价，2020，42(1)：38-42.

[6] 何敏，郝小翠，陈军辉，等. 四川省大气环境质量底线及管控分区研析[J]. 环境影响评价，2020，42(2)：40-44.

[7] 杨柳林，李敏辉，廖程浩，等. 大气环境分区管理：以广东省为例[J]. 环境科学，2018，39(1)：49-56.

[8] 陈华，田珺，黄夏银，等. 江苏省“三线一单”编制及成果应用[J]. 环境影响评价，2019，41(4)：1-5.

[9] 蔡云，田珺，魏永军，等. 南京市“三线一单”编制及应用实践[J]. 环境影响评价，2019，41(4)：6-10.

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net