

山西省可再生能源发展“十四五”规划

# 环境影响报告书

(征求意见稿)

组织单位：山西省能源局

编制单位：山西晋环科源环境资源科技有限公司

编制日期：二〇二二年五月

# 目 录

<b>1 总则</b> .....	<b>1</b>
1.1 任务由来.....	1
1.2 评价依据.....	1
1.3 评价目的与原则.....	6
1.4 评价对象、时段、范围与重点.....	7
1.5 评价方法与评价流程.....	8
1.6 环境功能区划及评价标准.....	10
1.7 主要环境保护目标.....	15
<b>2 回顾性评价</b> .....	<b>17</b>
2.1 山西省可再生能源发展现状.....	17
2.2 山西省可再生能源发展面临的机遇和挑战.....	18
2.3 主要资源能源消耗.....	19
2.4 产排污情况及环保设施建设.....	21
2.5 现状问题与制约因素分析.....	22
<b>3 规划分析</b> .....	<b>24</b>
3.1 规划概述.....	24
3.2 规划协调性分析.....	31
<b>4 环境现状调查与评价</b> .....	<b>64</b>
4.1 自然环境概况.....	64
4.2 社会经济概况.....	64
4.3 区域环境质量现状调查.....	64
<b>5 环境影响识别与评价指标体系构建</b> .....	<b>74</b>
5.1 规划实施的环境影响识别.....	74
5.2 环境目标与评价指标体系构建.....	74
<b>6 环境影响分析与评价</b> .....	<b>79</b>
6.1 预测情景设置.....	79
6.2 规划实施生态环境压力分析.....	79
6.3 生态环境影响分析与评价.....	82
6.4 大气环境影响分析与评价.....	97
6.5 地表水环境影响分析与评价.....	99
6.6 地下水环境影响分析与评价.....	101
6.7 声环境影响分析与评价.....	104
6.8 固体废物影响分析与评价.....	105

6.9 土壤环境影响分析与评价.....	106
6.10 环境风险分析与评价.....	108
6.11 电磁辐射环境影响分析.....	112
6.12 碳排放评价.....	112
<b>7 资源环境承载力分析.....</b>	<b>114</b>
7.1 大气环境承载力分析.....	114
7.2 水环境承载力分析.....	115
7.3 水资源承载力分析.....	116
7.4 土地资源承载力分析.....	119
7.5 能源承载力分析.....	121
<b>8 规划方案综合论证和优化调整建议.....</b>	<b>122</b>
8.1 规划方案综合论证.....	122
8.2 规划优化调整建议.....	128
<b>9 环境影响减缓对策措施与协同降碳建议.....</b>	<b>129</b>
9.1 生态影响减缓措施.....	129
9.2 大气环境影响减缓措施.....	131
9.3 地表水环境影响减缓措施.....	133
9.4 地下水环境影响减缓措施.....	135
9.5 声环境影响减缓措施.....	137
9.6 固废处置处理措施.....	138
9.7 土壤环境影响减缓措施.....	139
9.8 环境风险防范措施.....	140
9.9 电磁辐射减缓措施.....	145
9.10 碳排放管控措施.....	145
<b>10 环境影响跟踪评价与规划所含建设项目环评要求.....</b>	<b>146</b>
10.1 环境影响跟踪评价.....	146
10.2 规划包含建设项目环评的要求.....	148
<b>11 环境管理与环境准入.....</b>	<b>150</b>
11.1 环境管理.....	150
11.2 环境准入.....	150
<b>12 公众参与.....</b>	<b>154</b>
12.1 开展公众参与目的.....	154
12.2 开展公众参与的依据.....	154
12.3 公众参与的方式.....	154
12.4 信息公示结果.....	154

13 结论..... 156  
    总结..... 156

山西省可再生能源“十四五”规划环评  
(征求意见稿)

# 1 总则

## 1.1 任务由来

当前，在全球能源转型和应对气候变化的大背景下，加快发展可再生能源、实施可再生能源替代行动，是我国推进能源革命和构建清洁低碳、安全高效能源体系的重要举措，是保障国家能源安全的必然选择，是我国生态文明建设、可持续发展的客观要求，是构建人类命运共同体、践行应对气候变化自主贡献承诺的主导力量，是落实碳达峰、碳中和目标任务的重要举措。“十四五”时期是我国“两个一百年”奋斗目标的历史交汇期，是推动能源绿色低碳转型、落实应对气候变化国家自主贡献目标的攻坚期，我国可再生能源发展进入全新的发展阶段。

山西是全国唯一的国家资源型经济转型综合配套改革试验区，“十四五”时期是我省全方位推进高质量发展、深入开展能源革命综合改革试点、打造全国能源革命排头兵的关键期。根据国家《关于在山西开展能源革命综合改革试点的意见》《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030年前碳达峰行动方案》、国家《关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》《山西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》等要求，山西省能源局组织制定了《山西省可再生能源发展“十四五”规划》。

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》和《规划环境影响评价条例》等相关法律法规要求，山西省能源局委托山西晋环科源环境资源科技有限公司承担山西省可再生能源发展“十四五”规划环境影响评价工作（附件1）。接受委托后，评价单位在资料收集、实地踏勘调研以及梳理规划内容的基础上，按照《规划环境影响评价技术导则 总纲》（HJ130-2019）要求，编制完成了《山西省可再生能源发展“十四五”规划环境影响报告书》。

## 1.2 评价依据

### 1.2.1 任务依据

- （1）山西省可再生能源发展“十四五”规划环境影响报告编制项目工作委托书；
- （2）《山西省可再生能源发展“十四五”规划》（送审稿）。

## 1.2.2 法律法规依据

### 1、国家环境保护法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修正）；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日修正）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日施行）；
- (5) 《中华人民共和国水法》（2016年7月2日修订）；
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018年12月29日修正）；
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日施行）；
- (8) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日施行）；
- (9) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012年7月1日施行）；
- (10) 《中华人民共和国循环经济促进法》（2018年10月26日修正）；
- (11) 《中华人民共和国节约能源法》（2016年7月2日修订）；
- (12) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日修订）；
- (13) 《中华人民共和国可再生能源法》（2009年12月26日修正）；
- (14) 《中华人民共和国矿产资源法》（2009年8月27日修正）；
- (15) 《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日修订）；
- (16) 《中华人民共和国渔业法》（2013年12月28日修正）；
- (17) 《中华人民共和国文物保护法》（2017年11月4日修正）；
- (18) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年10月26日修正）；
- (19) 《中华人民共和国森林法》（2019年12月28日修订）；
- (20) 《中华人民共和国草原法》（2021年4月29日通过）；
- (21) 《规划环境影响评价条例》（2009年10月1日施行）；
- (22) 《基本农田保护条例》（2011年1月8日修订）；
- (23) 《风景名胜区条例》（2016年2月6日修订）；
- (24) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月7日修订）；
- (25) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017年10月7日修正）；
- (26) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年7月2日修订）。

### 2、国家有关部门规章及政策性文件

(1) 《中共中央 国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（中发〔2015〕12号，2015年4月25日）；

(2) 《中共中央 国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》（2018年6月16日）；

(3) 《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》（2021年11月2日）；

(4) 《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（中发〔2021〕36号）；

(5) 《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》（国发〔2010〕46号，2010年12月21日）；

(6) 《国务院关于支持山西省进一步深化改革促进资源型经济转型发展的意见》（国发〔2017〕42号，2017年9月1日）；

(7) 《国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23号）；

(8) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》及其修改决定（发改委令第29号，2020年1月1日施行）；

(9) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部部令第4号，2019年1月1日施行）；

(10) 《国家危险废物名录》（生态环境部部令第15号，2021年1月1日施行）；

(11) 《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》（环发〔2015〕178号，2015年12月30日）；

(12) 《关于规划环境影响评价加强空间管制、总量管控和环境准入的指导意见（试行）》（环办环评〔2016〕14号）；

(13) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号）；

(14) 《关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》（国能综通新能〔2020〕29号）；

(15) 《可再生能源产业发展指导目录》（发改能源〔2005〕2517号）；

(16) 《关于在山西开展能源革命综合改革试点的意见》。

### 3、地方法规

- (1) 《山西省环境保护条例》（2020年3月15日施行）；
- (2) 《山西省大气污染防治条例》（2019年1月1日施行）；
- (3) 《山西省水污染防治条例》（2019年10月1日施行）；
- (4) 《山西省土壤污染防治条例》（2020年1月1日施行）；
- (5) 《山西省固体废物污染防治条例》（2021年5月1日施行）；
- (6) 《山西省实施<中华人民共和国森林法>办法》（2001年10月1日施行）；
- (7) 《山西省泉域水资源保护条例》（2010年11月26日修改）；
- (8) 《山西省节约用水条例》（2013年3月1日施行）；
- (9) 《山西省森林公园条例》（2013年10月1日施行）；
- (10) 《山西省实施<中华人民共和国水土保持法>办法》（2015年7月修订）；
- (11) 《山西省汾河流域生态修复与保护条例》（2017年3月1日施行）；
- (12) 《山西省永久性生态公益林保护条例》（2017年3月1日施行）；
- (13) 《山西省汾河流域水污染防治条例》（2018年修订）；
- (14) 《山西省减少污染物排放条例》（2018年9月30日修改）；
- (16) 《山西省农业环境保护条例》（2018年9月30日修正）；
- (17) 《山西省节约能源条例》（2018年9月30日修改）；
- (18) 《山西省森林公园管理办法》（2020年2月20日施行）；
- (19) 《山西省实施<中华人民共和国野生动物保护法>办法》（2020年3月31日修正）；
- (20) 《<山西省环境保护条例>实施办法》（2020年3月15日施行）；
- (21) 《山西省汾河保护条例》（2022年3月1日实施）。

### 4、地方部门规章及政策性文件

- (1) 《山西省人民政府关于实施最严格水资源管理制度的实施意见》（晋政发〔2014〕13号，2014年5月16日）；
- (2) 《山西省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（晋政发〔2020〕26号）；
- (3) 《山西省人民政府关于加快实施七河流域生态保护与修复的决定》（政府令第283号，2021年3月1日施行）；



(4) 《山西省人民政府关于印发山西省“十四五”“两山七河一流域”生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划的通知》（晋政发〔2021〕34号）；

(5) 《山西省人民政府办公厅关于印发山西省节能减排实施方案的通知》（晋政办发〔2017〕178号，2017年12月25日）；

(6) 《山西省人民政府办公厅关于印发山西省湿地保护修复制度方案的通知》（晋政办发〔2017〕180号）；

(7) 《山西省人民政府办公厅关于印发山西省黄河（汾河）流域水污染治理攻坚方案的通知》（晋政办发〔2020〕19号）；

(8) 《关于印发山西省空气质量巩固提升2021年行动计划的通知》（晋政办发〔2021〕16号）；

(9) 《山西省人民政府办公厅关于印发山西省水环境质量巩固提升2021年行动计划的通知》（晋政办发〔2021〕64号）；

(10) 《山西省土壤污染防治2021年行动计划》（晋环发〔2021〕24号）；

(11) 《山西打造全国能源革命排头兵行动方案》；

(12) 《山西能源革命综合改革试点行动方案》。

## 5、相关规划文件

(1) 《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》；

(2) 《乡村振兴战略规划（2018-2022年）》；

(3) 《山西省主体功能区规划》（晋政发〔2014〕9号）；

(4) 《山西省地表水环境功能区划》（DB14/67-2019）；

(5) 《山西省黄河流域生态保护和高质量发展规划》；

(6) 《山西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（晋政发〔2021〕7号）；

(7) 《山西省“十四五”新业态规划》（晋政发〔2021〕10号）；

(8) 《山西省“十四五”新材料规划》（晋政发〔2021〕11号）；

(9) 《山西省“十四五”新装备规划》（晋政发〔2021〕12号）；

(10) 《山西省“十四五”新基建规划》（晋政发〔2021〕13号）；

(11) 《山西省“十四五”新产品规划》（晋政发〔2021〕14号）；

(12) 《山西省“十四五”新技术规划》（晋政发〔2021〕18号）；

- (13) 《山西省“十四五”未来产业发展规划》（晋政发〔2021〕16号）；
- (14) 《山西省“十四五”14个战略性新兴产业规划》（晋政发〔2021〕17号）；
- (15) 《山西省水土保持规划（2016-2030年）》；
- (16) 《山西省桑干河、滹沱河、漳河、沁（丹）河、涑水河流域生态修复与保护规划（2017-2030年）》；
- (17) 《山西省乡村振兴战略总体规划（2018-2022年）》。

## 6、技术导则与规范

- (1) 《规划环境影响评价技术导则 总纲》（HJ130-2019）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- (8) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）。

## 1.3 评价目的与原则

### 1.3.1 评价目的

以改善环境质量和保障生态安全为目标，论证《山西省可再生能源发展“十四五”规划》方案的生态环境合理性和环境效益，提出规划优化调整建议；明确可再生能源发展过程中不良生态环境影响的减缓措施，提出生态环境保护建议和管控要求，为规划决策和规划实施过程中的生态环境管理提供依据。

### 1.3.2 评价原则

#### (1) 早期介入、过程互动

评价应在规划编制的早期阶段介入，在规划前期研究和方案编制、论证、审定等关键环节和过程中充分互动，不断优化规划方案，提高环境合理性。

#### (2) 统筹衔接、分类指导

评价工作应突出不同类型、不同层级规划及其环境影响特点，充分衔接“三线一单”成果，分类指导规划所包含建设项目的布局和生态环境准入。

(3) 客观评价、结论科学

依据现有知识水平和技术条件对规划实施可能产生的不良环境影响的范围和程度进行客观分析，评价方法应成熟可靠，数据资料应完整可信，结论建议应具体明确且具有可操作性。

## 1.4 评价对象、时段、范围与重点

### 1.4.1 评价对象

《山西省可再生能源发展“十四五”规划》（送审稿）。

### 1.4.2 评价时段

规划期限 2021-2025 年，本次评价与规划期限一致，基准年为 2020 年。

### 1.4.3 评价范围

根据规划方案、规划区的地域范围，考虑各环境要素特征及规划实施可能造成的环境影响，确定本次规划环境影响评价的范围为山西省，涉及 11 个省辖市。

### 1.4.4 评价重点

(1) 本规划与上层位、同层位相关规划的协调性分析。分析规划与主体功能区划、生态功能区划、环保政策和规划等在功能定位、开发原则和环境准入等方面的符合性。分析规划方案与其他相关规划在资源保护与利用、生态环境要求等方面的冲突与矛盾。论证规划方案与区域发展目标、定位的协调性。

(2) 省域生态环境质量现状及可再生能源发展环境影响回顾。根据山西省生态环境质量现状，结合山西省自然保护区、风景名胜区、自然公园、饮用水水源保护区、永久基本农田等重要环境保护目标分布，分析说明近年来环境空气、地表水、地下水、土壤环境等区域生态环境现状与变化趋势。通过分析区域内可再生能源发展引发的生态环境演变趋势，说明突出的生态环境问题及其成因。

(3) 省域资源环境承载力分析。根据山西省土地资源、水资源、能源的分布特征，结合大气环境容量和水环境容量的时空限制和要求，综合分析区域大气环境承载能力和水环境承载能力。根据规划发展目标和发展布局，核算大气环境、水环境、水资源、土地资源等方面对规划实施的承载能力。

(4) 环境影响预测和分析。重点分析山西省“十四五”时期可再生能源发展过程中大气污染物、水污染物、固废排放情况及对生态环境的影响。分析山西省可再生

能源发展对省域环境质量和生态的影响，明确规划实施对现有生态环境问题演变的影响，是否在资源环境可承载范围内。

(5) 规划优化调整建议。以资源环境可承载为首要前提，从可再生能源发展规划的目标和布局、环境合理性及产业结构等方面论证规划的合理性，对于相关环保政策要求存在冲突的方面提出优化调整建议。

(6) 预防或减缓不良环境影响的对策措施。立足生态环境质量持续改善，提出可再生能源发展中相关的污染防控对策和生态保护措施。

## 1.5 评价方法与评价流程

### 1.5.1 评价方法

根据规划环评导则，评价方法见表 1.5-1。

表 1.5-1 规划环境影响评价方法一览表

评价环节	评价方法
规划分析	核查表、叠图分析、矩阵分析、专家咨询、情景分析等
现状调查	资料收集、现场踏勘、环境监测、生态调查、问卷调查等
现状分析与评价	专家咨询、指数法、类比分析、叠图分析、生态学分析法等
环境影响识别与评价指标确定	核查表、矩阵分析、专家咨询、类比分析、压力—状态—响应分析等
环境影响预测与评价	类比分析、对比分析、负荷分析、数值模拟、综合指数法、生态学分析法、叠图分析、情景分析等

### 1.5.2 工作流程

规划环评报告包括规划分析、环境影响评价、规划综合论证和环评编制等工作阶段，具体工作程序见图 1.5-1。

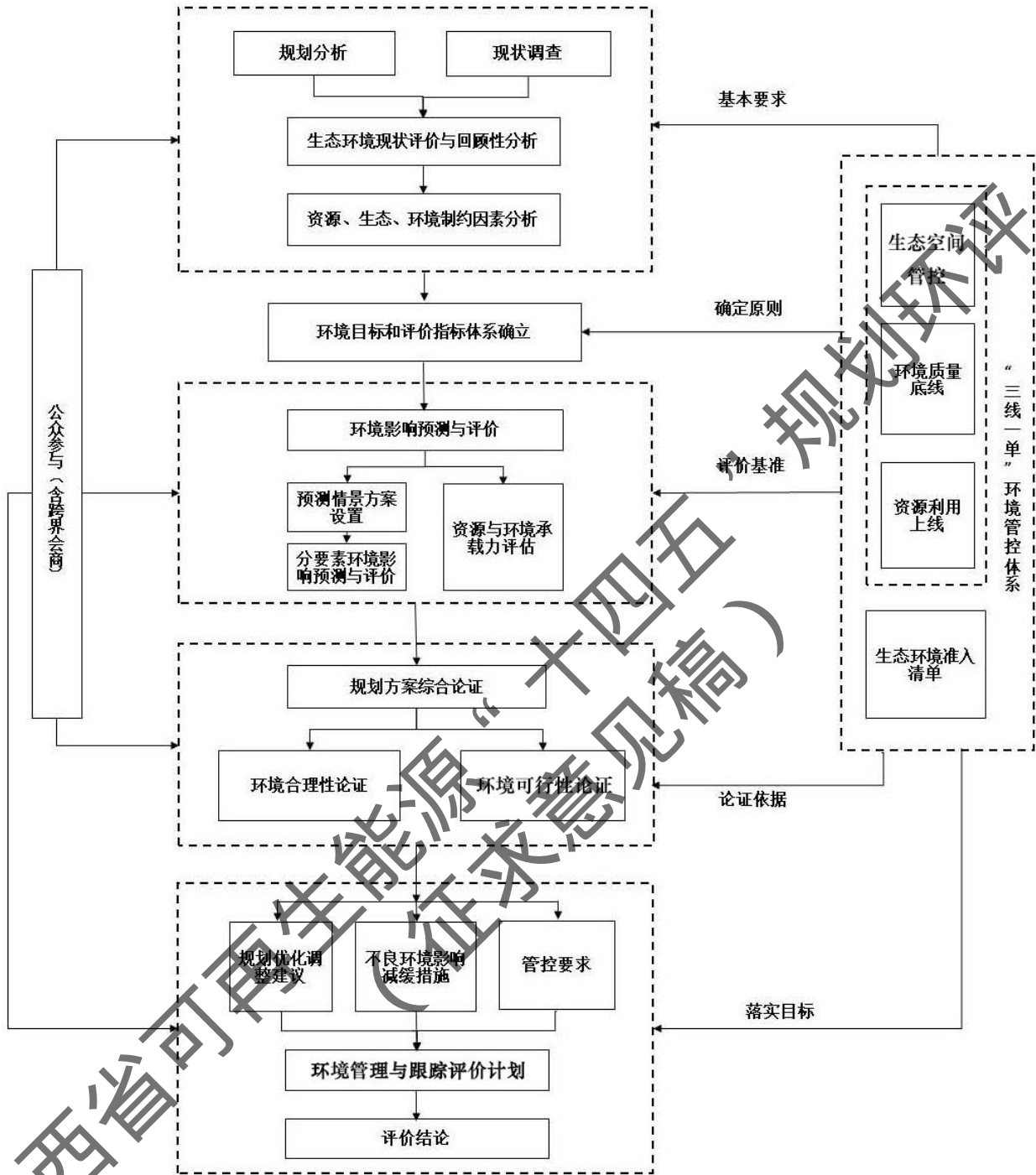


图 1.5-1 规划环评工作流程图

## 1.6 环境功能区划及评价标准

### 1.6.1 环境功能区划

#### (1) 生态功能区划

根据《山西省生态功能区划》（晋政发〔2008〕26号），山西省生态功能区划系统分三个等级：即一级区——生态区，二级区——生态亚区，三级区——生态功能区。山西省生态功能区划共分为5个一级生态区、15个生态亚区、44个生态功能区。其中，5个一级生态区指I晋北山地丘陵盆地温带半干旱草原生态区、II东部太行山山地丘陵暖温带落叶阔叶林灌丛生态区、III中部盆地农业生态区、IV西部山地落叶针叶林与灌丛生态区、V晋西黄土丘陵生态区。

#### (2) 大气环境功能区划

山西省目前暂无大气环境功能区划，因此本次评价根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中环境空气功能区分类方法：一类区为自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域；二类区为居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区。“需要特殊保护的区域”，根据《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》（HJ14-1996）中定义，指因国家政治、军事和为国际交往服务需要，对环境空气质量有严格要求的区域。

#### (3) 地表水环境功能区划

根据《山西省地表水环境功能区划》（DB14/67-2019），按HJ522-2009规定共分为12种水环境功能区类别：国家级自然保护区、地方级自然保护区、地表水饮用水源一级保护区及重要源头水区、天然浴场、游泳区等直接与人体接触的景观娱乐用水区、一般鱼类用水与一般源头水区、地表水饮用水源补给区和地下水水质重点保护河段、工业用水区、与人体非接触景观娱乐用水区、农业用水区、一般景观用水区、过渡区、保留区，分别执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中I~V类标准。

#### (4) 地下水环境功能区划

山西省目前暂无地下水环境功能区划，山西省一般按照居民饮用水级别保护区域地下水，执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类水质标准限值要求。

#### (5) 声环境功能区划

根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）、《声环境功能区划分技术规范》

(GB/T15190-2014)，山西省域包括1类、2类、3类和4类声声环境功能区。

### 1.6.2 环境质量标准

(1) 环境空气质量标准。环境空气六项基本污染物和TSP执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)一级标准和二级标准，具体见下表。

表 1.6-1 环境空气质量评价标准

污染物	取值时间	一级标准	二级标准	单位
PM <sub>10</sub>	年平均	40	70	μg/m <sup>3</sup>
	24小时平均	50	150	
PM <sub>2.5</sub>	年平均	15	35	
	24小时平均	35	75	
SO <sub>2</sub>	年平均	20	60	
	24小时平均	50	150	
	1小时平均	150	500	
NO <sub>2</sub>	年平均	40	40	
	24小时平均	80	80	
	1小时平均	200	200	
CO	24小时平均	4	4	mg/m <sup>3</sup>
	1小时平均	10	10	
O <sub>3</sub>	日最大8小时平均	100	160	μg/m <sup>3</sup>
	1小时平均	160	200	
TSP	年平均	80	200	
	24小时平均	120	300	

(2) 地表水环境质量标准。山西省水环境功能区分别执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中I~V类标准，具体执行标准在项目环评阶段识别。

表 1.6-2 地表水环境质量标准 单位：mg/L

序号	项目	I类	II类	III类	IV类	V类
1	pH	6-9				
2	溶解氧≥	饱和率 90%或 (7.5)	6	5	3	2
3	高锰酸盐指数≤	2	4	6	10	15
4	COD≤	15	15	20	30	40
5	BOD <sub>5</sub> ≤	3	3	4	6	10
6	氨氮≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
7	总磷≤	0.02	0.1	0.2	0.3	0.4
8	总氮≤	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0

1 总则

序号	项目	I类	II类	III类	IV类	V类
9	铜≤	0.01	1.0	1.0	1.0	1.0
10	锌≤	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0
11	氟化物≤	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
12	硒≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
13	砷≤	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
14	汞≤	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
15	镉≤	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
16	铬（六价）≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
17	铅≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
18	氰化物≤	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
19	挥发酚≤	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
20	石油类≤	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
21	阴离子表面活性剂≤	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
22	硫化物≤	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
23	粪大肠菌群（个/L）≤	200	2000	10000	20000	40000

（3）地下水质量标准。山西省地下水环境质量执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准限值，具体见下表。

表 1.6.3 地下水质量标准

单位：菌落群数 CFU/mL，总大肠菌群 MPN/100mL 或 CFU/100mL，其余 mg/L

污染物	pH	总硬度	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>3</sub> -N	氯化物	耗氧量
标准值	6.5~8.5	≤450	≤20	≤1.00	≤0.5	≤250	≤3.0
污染物	氟化物	氰化物	挥发酚	砷	汞	镉	溶解性总固体
标准值	≤1.0	≤0.05	≤0.002	≤0.01	≤0.001	≤0.005	≤1000
污染物	硫酸盐	锰	铁	铅	六价铬	菌落群数	总大肠菌群
标准值	≤250	≤0.1	≤0.3	≤0.01	≤0.05	≤100	≤3.0
污染物	硫化物	镍	铜	锌			
标准值	≤0.02	≤0.02	≤1.00	≤1.00			

（4）声环境质量标准。声环境质量标准执行《声环境质量标准》（GB3096-2008），具体数值如下表所示。

表 1.6.4 环境噪声限值 单位：dB（A）

声环境功能区分类	时段	
	昼间	夜间
1类区-以居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主	55	45
2类区-以商业金融、集市贸易为主，或居住、商业、工业混杂	60	50



1 总则

声环境功能区分类		时段	
		昼间	夜间
3 类区-以工业生产、仓储物流为主		65	55
4 类区	4a 类区-公路交通干线两侧	70	55
	4b 类区-铁路干线两侧	70	60

(5) 土壤环境质量标准。土壤环境质量标准执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）。

表 1.6-5 农用地土壤污染风险筛选值 单位：mg/kg

序号	污染物项目		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	水田	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

表 1.6-6 建设用地土壤污染风险筛选值 单位：mg/kg

序号	污染物项目	CAS 编号	第一类用地筛选值	第二类用地筛选值
重金属和无机物				
1	砷	7440-38-2	20	60
2	镉	7440-43-9	20	65
3	铬（六价）	18540-29-9	3.0	5.7
4	铜	7440-50-8	2000	18000
5	铅	7439-92-1	400	800
6	汞	7439-97-6	8	38
7	镍	7440-02-0	150	900
挥发性有机物				
8	四氯化碳	56-23-5	0.9	2.8
9	氯仿	67-66-3	0.3	0.9

## 1 总则

序号	污染物项目	CAS 编号	第一类用地筛选值	第二类用地筛选值
10	氯甲烷	74-87-3	12	37
11	1,1-二氯乙烷	75-34-3	3	9
12	1,2-二氯乙烷	107-06-2	0.52	5
13	1,1-二氯乙烯	75-35-4	12	66
14	顺-1,2-二氯乙烯	156-59-2	66	596
15	反-1,2-二氯乙烯	156-60-5	10	54
16	二氯甲烷	75-09-2	94	616
17	1,2-二氯丙烷	78-87-5	1	5
18	1,1,1,2-四氯乙烷	630-20-6	2.6	10
19	1,1,2,2-四氯乙烷	79-34-5	1.6	6.8
20	四氯乙烯	127-18-4	11	53
21	1,1,1-三氯乙烷	71-55-6	701	840
22	1,1,2-三氯乙烷	79-00-5	0.6	2.8
23	三氯乙烯	79-01-6	0.7	2.8
24	1,2,3-三氯丙烷	96-18-4	0.05	0.5
25	氯乙烯	75-01-4	0.12	0.43
26	苯	71-43-2	1	4
27	氯苯	108-90-7	68	270
28	1,2-二氯苯	95-50-1	560	560
29	1,4-二氯苯	106-46-7	5.6	20
30	乙苯	100-41-4	7.2	28
31	苯乙烯	100-42-5	1290	1290
32	甲苯	108-88-3	1200	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	108-38-3,106-42-3	163	570
34	邻二甲苯	95-47-6	222	640
半挥发性有机物				
35	硝基苯	98-95-3	34	76
36	苯胺	62-53-3	92	260
37	2-氯酚	95-57-8	250	2256
38	苯并[a]蒽	56-55-3	5.5	15
39	苯并[a]芘	50-32-8	0.55	1.5
40	苯并[a]荧蒽	205-99-2	5.5	15
41	苯并[k]荧蒽	207-08-9	55	151
42	蒽	218-01-9	490	1293
43	二苯并[a,h]蒽	53-70-3	0.55	1.5
44	茚[1,2,3-cd]并芘	193-39-5	5.5	15
45	萘	91-20-3	25	70

(6) 电磁环境质量标准。电磁环境执行《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中相关标准限值要求。

### 1.6.3 污染物排放标准

#### (1) 废气排放标准

生物质锅炉执行山西省《锅炉大气污染物排放标准》(DB14/1929-2019)，其余无行业排放标准的执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)。

#### (2) 废水排放标准

生活污水排放执行山西省《污水综合排放标准》(DB14/1928-2019)，生活污水经处理后涉及回用的根据回用途径执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)等相应的标准限值。

#### (3) 噪声排放标准

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)相关标准限值要求；工业企业厂界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中相关标准限值要求。

#### (4) 固体废物标准

一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)；危险废物暂存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及2013年修改单，危险废物委托处置转移执行《危险废物转移管理办法》(生态环境部、公安部、交通运输部令 第23号，2022年1月1日起施行)。

## 1.7 主要环境保护目标

根据《规划环境影响评价技术导则 总纲》(HJ130-2019)，结合山西省生态环境保护要求和可再生能源发展特点，确定本次评价的环境保护目标为可再生能源发展涉及区域内的环境敏感区、重要生态功能区和需要保护的對象，具体包括自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区、永久基本农田、森林公园、地质公园、重要湿地、天然林、野生动物重要栖息地、重点保护野生植物生长繁殖地、重要水生生物自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场、水土流失重点预防区、沙化土地封禁保护区，以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域，以及文物保护单位等。

山西省目前现有自然保护区46处(国家级8处，省级38处)，风景名胜区49处(国家级6处，省级43处)，世界文化自然遗产3处，森林公园83处(国家级26

处，省级 57 处），地质公园 19 处（国家级 10 处，省级 9 处），沙漠公园 12 处（全部为国家级），湿地公园 61 处（国家级 19 处，省级 42 处），重要湿地 10 处（全部为省级），水产种质资源保护区 3 处（全部为国家级）。详细信息见附表 1。

山西省现有地级以上水源地 27 处（地下水型 21 处，湖库型 5 处，河流型 1 处），县级水源地 123 处（地下水型 109 处，湖库型 13 处，河流型 1 处）。详细信息见附表 2。

山西省现有国家级重点文物保护单位 531 处（截止 2019 年 10 月 16 日第八批名单公布），详细信息见附表 3，省级重点文物保护单位 779 处（截止 2021 年 8 月 4 日第六批名单公布）。

山西省可再生能源“十四五”规划环评  
(征求意见稿)

## 2 回顾性评价

### 2.1 山西省可再生能源发展现状

“十三五”期间，全省可再生能源发展持续加快，装机规模、消纳利用、技术装备、产业竞争力迈上新台阶，为可再生能源进一步高质量发展、深入开展能源革命综合改革试点、打造全国能源革命排头兵奠定了坚实基础。“十三五”期间山西省可再生能源发展成就主要有以下几个方面：

(1) 装机规模持续扩大。截至 2020 年底，全省可再生能源装机规模达 3571 万千瓦，其中风电装机 1974 万千瓦（居全国第 4 位），光伏发电装机 1309 万千瓦（居全国第 7 位），水电装机 224 万千瓦，垃圾和生物质装机 64 万千瓦。可再生能源装机占比达到 34.38%，发电量占比达到 14.67%，风电、光伏装机年均增速分别达到 24.2%、63.1%，已成为全省第二、三大电源。

(2) 消纳利用稳步提升。2020 年，全省非化石能源消费占比达到 7.5%，可再生能源电力消纳量为 440 亿千瓦时，占全社会用电量比重 18.8%，同比增加 1.8%；风电、光伏发电利用率分别达到 97.03%、97.02%。

(3) 开发模式更加多元。“十三五”期间，建成 5 个总装机容量 400 万千瓦光伏领跑者基地、依托雁淮直流输电通道建成晋北 700 万千瓦风电外送基地，持续推进光伏扶贫、风光互补、风电供暖、矿山治理、光伏+等多场景应用，初步形成集中+分散开发模式，因地制宜推动风光资源高效利用，带动风光发电技术进步和产业升级。

(4) 光伏扶贫惠民惠农。截至 2020 年底，全省光伏扶贫电站总规模 294.4 万千瓦，其中村级电站 5479 座、155.4 万千瓦，集中电站 53 座、139 万千瓦，累计结算收益 37.36 亿元，税费 1.2 亿元，分配到村金额 32.61 亿元，惠及 9963 个村。光伏扶贫带动群众增收脱贫，成为精准扶贫的有效手段和产业扶贫的重要方式，增强了贫困区域内生发展活力和动力。

(5) 产业优势持续增强。风电产业装备优势明显、零部件发展强劲，培育了以太原重工、永济电机、天宝法兰为代表的风电整机装备及核心部件研发、设计和制造企业。光伏产业规模逐年扩大，品牌不断增强，已形成铸锭/拉晶-切片-电池片-组件产业链条，潞安太阳能、晋能科技已进入全国光伏行业前 20 强。

虽然全省可再生能源发电增长较快，但在能源消费增量中的比重还低于全国平均水平；可再生能源规模化发展和高效消纳利用的矛盾仍然突出；制造成本下降较快，但非技术成本仍相对较高；可再生能源非电利用发展相对滞后；保障可再生能源高质量发展的体制机制有待进一步健全完善。

表 2.1-1 山西省“十三五”可再生能源发展成果

指标类型	指标名称	指标单位	2015	2020	年均增长
装机规模	风电	万千瓦	668.9	1974	24.16%
	光伏	万千瓦	113.4	1309	63.10%
	垃圾、生物质	万千瓦	27.3	64	18.58%
	水电	万千瓦	225	224	
	可再生能源装机占比	%	15.10%	34.40%	[19.3%]
消纳利用	可再生能源消纳比例	%	8.80%	18.80%	[10%]
	非化石能源消费占一次能源消费比重	%	3%	7.50%	[4.5%]
	风电利用率	%		97.03%	
	光伏利用率	%		97.02%	

注：[]内为五年累计数。

## 2.2 山西省可再生能源发展面临的机遇和挑战

省第十二次代表大会提出，到“十四五”末，新能源和清洁能源装机容量占比达到 50%，发电量占比达到 30% 的总体目标。全省可再生能源获得了新的发展机遇，将加快步入高质量发展新阶段，但可再生能源发展面临既要大规模开发、又要高水平消纳、更要保障电力安全可靠供应等多重挑战，必须加大力度解决扩展开发空间、守住自然生态底线、高比例消纳、关键技术创新、产业链供应链安全、稳定性可靠性等关键问题，可再生能源高质量发展的任务艰巨而繁重。

(1) 消纳仍是制约可再生能源开发的首要问题。随着大规模可再生能源发电项目开发并网，电力系统“双高双峰”特征日益凸显，对确保电网安全运行和电力可靠供应带来巨大挑战。全省包括可再生能源在内的各类电源发展规模逐年递增，用电需求不平衡和消纳市场容量不足导致风电、光伏发电等依然面临着较为严峻的消纳压力，尤其是晋北三市风光消纳问题仍然严峻。新能源大规模接入需要通过电源侧、电网侧、负荷侧协同配合，确保电网的安全稳定运行和可再生能源的消纳比例提升。

(2) 新型电力系统的建设面临更大的挑战。新型电力系统是适应大规模高比例新能源接入、源网荷储深度融合、电力市场高效配置、满足灵活智能用电需求的电力系统。在碳达峰、碳中和目标下，新能源装机比重持续增加，市场主体更加多元，电

能输送更加灵活，高比例新能源和新型电力电子设备接入，极大改变了电力系统的运行特性，加剧了电力系统的安全稳定运行的风险。“十四五”要加速构建以大规模高比例新能源为主体，以清洁发电为支撑，以多能互补为创新发展模式，以源网荷储协同消纳为保障的绿色低碳电力结构。

(3) 可再生能源发展需要与土地资源及生态保护高效协同。土地资源和生态保护是风电、光伏开发的主要考虑因素，可再生能源开发建设如何做到效益与生态兼顾，产业发展与自然保护协同，可再生能源规划与国土空间规划衔接，在严守生态文明建设要求前提下，为可再生能源发展预留空间，是“十四五”亟待解决的问题。

### 2.3 主要资源能源消耗

#### 2.3.1 土地资源

根据《山西省第三次国土调查主要数据公报》（数据截止 2019 年 12 月 31 日），山西省包括水田、水浇地、旱地在内的耕地有 386.95 万公顷；包括果园、茶园等在内的园地为 64.09 万公顷；包括乔木林地、竹林地、灌木林地等在内的林地有 609.57 万公顷；包括天然牧草地、人工牧草地等在内的草地为 310.51 万公顷；包括森林沼泽、灌丛沼泽、沼泽草地、内陆滩涂、沼泽地在内的湿地有 5.44 万公顷；包括城市用地、建制镇用地、村庄用地、采矿用地、风景名胜及特殊用地在内的城镇村及工矿用地为 101.76 万公顷；包括铁路用地、轨道交通用地、公路用地、农村道路、机场用地、港口码头用地、管道运输用地在内的交通运输用地有 26.98 万公顷；包括河流水面、湖泊水面、水库水面、坑塘水面、沟渠、水工建筑用地在内的水域及水利设施用地为 17.31 万公顷。

可再生能源发展，尤其是风电、水电的开发对土地资源的需求较大。2020 年，山西省风电装机规模 1974 万千瓦，光伏发电装机规模 1309 万千瓦，通过类比从省能源局获得的相关占地指标数据，得出风电占地规模约为 553 公顷，光伏发电占地规模约为 66 公顷。其中风电占地面积指风电项目的永久用地面积（升压站、风机箱变等占地面积），光伏占地面积指光伏项目的永久用地面积（升压站占地面积），光伏板占地按照临时用地管理。2020 年垃圾、生物质能发电装机规模 64 万千瓦，参考《电力工程项目建设用地指标》（建标〔2010〕78 号）中垃圾发电厂厂区建设用地指标进行测算，单位装机容量用地  $1.44\sim 2.46\text{m}^2/\text{kw}$ ，则垃圾、生物质能发电占地规模约为 125

公顷。2020 年水电装机规模 224 万千瓦，类比山西浑源抽水蓄能电站项目环评，永久用地（水库淹没影响区、枢纽工程建设区等）面积约为 346 公顷。

### 2.3.2 水资源

根据《2020 年山西省水资源公报》，2020 年山西省地表水资源量 72.21 亿  $m^3$ ，地下水资源量 85.92 亿  $m^3$ ，二者重复计算量 42.98 亿  $m^3$ ，即水资源总量 115.15 亿  $m^3$ 。2020 年全省供水总量 72.7825 亿  $m^3$ ，与上年相比减少了 4.2%，其中地表水供水量 39.5484 亿  $m^3$ ，地下水供水量 27.7426 亿  $m^3$ 。全省人均用水量 208.5 $m^3$ ，万元 GDP 用水量 41.2 $m^3$ ，耕地灌溉亩均用水量 170.9 $m^3$ ，城镇生活人均用水量 136L/d，农村生活人均用水量 79.0L/d。

2020 年，山西省风电装机规模 1974 万千瓦，光伏发电装机规模 1309 万千瓦，通过类比从省能源局获得的相关生产用水量和生活用水量指标数据，即风电生活用水量 5.47t/MW，光伏发电生产用水量 0.5t/MW，生活用水量 4.38t/MW，得出风电生活用水量 10.80 万 t/a，光伏发电生产用水量 0.65 万 t/a，生活用水量 5.73 万 t/a。垃圾、生物质能发电装机规模 64 万千瓦，发电量约为 40 亿 kw.h，参考《山西省用水定额 第 2 部分：工业用水定额》（DB14/T 1049.2-2021）中相关参数，选取 0.19 $m^3$ /MW.h，则垃圾、生物质能发电生产用水量 76 万 t/a，2020 年可再生能源发展用水量 93.18 万 t。

表 2.3-2 2020 年山西省可再生能源发展用水量测算

类别	装机规模/万千瓦	生产用水量/万 t	生活用水量/万 t
风电	1974	—	10.80
光伏发电	1309	0.65	5.73
垃圾、生物质能发电	64	76	—

注：光伏生产用水差异较大，很多是不清洗，清洗的方式和用水差异较大，暂按 50 吨/100 兆瓦考虑。

### 2.3.3 能源

可再生能源开发利用可替代大量化石能源消耗，可有效促进区域煤炭消费总量负增长。截至 2020 年底，全省可再生能源装机规模达 3571 万千瓦，可再生能源电力消纳量为 440 亿千瓦时，根据《综合能耗计算通则》（GBT2589-2020）中电力当量值折标准煤系数 0.1229kgce/(kw.h)计算，共节省折合 541 万吨标准煤。



## 2.4 产排污情况及环保设施建设

### 2.4.1 废气

风电、光伏发电、水电发电过程均不会产生废气污染物，本节仅对垃圾、生物质能发电产生废气污染物进行估算。2020年，山西省垃圾、生物质能发电装机规模64万千瓦，发电量约为40亿kw.h，参考《第二次污染源普查 生物质能发电行业系数手册》中核算案例估算，农林生物质燃料用量约为300万t。参考循环流化床工艺产污系数，则生物质能发电各项废气污染物产生情况如下表所示。经计算，SO<sub>2</sub>排放量约为484t，NO<sub>x</sub>排放量约为611t，颗粒物排放量约为384t。

表 2.4-1 垃圾、生物质能发电废气污染物产生量

污染物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	颗粒物
产污系数 (t/万 t 燃料)	8.07	7.27	427
末端治理技术去除率 (%)	80%	72%	99.7%
排放量 (t)	484	611	384

垃圾、生物质能发电行业常见的SO<sub>2</sub>处理技术有石灰石/石膏法、氨法、炉内喷钙等，NO<sub>x</sub>处理技术有选择性非催化还原法（SNCR）、选择性催化还原法（SCR）、SNCR+SCR等，颗粒物处理技术有袋式除尘法、旋风除尘法+袋式除尘法等。

### 2.4.2 废水

根据2.3.2章节用水量估算结果，对山西省2020年可再生能源发展废水污染物产生量进行测算。其中光伏发电生产废水主要是清洗废水，垃圾、生物质能发电生产废水主要是循环冷却排水、锅炉排水、化水车间排水等。经计算，COD产生量51.58t，氨氮产生量4.69t，SS产生量34.82t，全盐量273.6t。风电、光伏发电生活污水一般是自建污水处理设施处理后回用于绿化浇洒，不外排；光伏发电清洗废水收集处理后用于厂区抑尘；垃圾、生物质能发电生产废水经必要的预处理并满足《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）后，排入可依托的城镇污水处理厂进行处理。

表 2.4-2 2020年可再生能源发展废水污染物产生量

类别	污水种类	产污系数	污水量(万 t)	污染物	浓度 (mg/L)	产生量 (t)
风电	生活污水	0.8	8.64	COD	350	30.24
				氨氮	35	3.02
				SS	250	21.6
光伏发电	生产废水	0.9	0.59	SS	300	1.77
	生活污水	0.8	4.58	COD	350	13.74

## 2 回顾性评价

				氨氮	35	1.37
				SS	250	11.45
垃圾、生物质能发电	生产废水	0.2	15.2	COD	50	7.6
				氨氮	2	0.30
				全盐量	1800	273.6

### 2.4.3 固废

2020年，山西省风电装机规模1974万千瓦，光伏发电装机规模1309万千瓦，垃圾、生物质能发电装机规模64万千瓦，水电装机规模224万千瓦，地热能供暖面积1200万平米。一般工业固废主要是锅炉炉渣、炉灰、脱硫石膏、烟气脱硝催化剂、废旧光伏电池板等，产生量约25.67万t；危险废物主要是废变压器油、废铅酸电池、废润滑油等，产生量约199t。一般工业固废外售综合利用，生活垃圾由环卫部门统一收集处置，危险废物贮存于危废暂存间，定期交由有资质的单位进行妥善处置。

表 2.4-3 2020 年可再生能源发展固废种类及产生量

类别	一般工业固废			危险废物		
	种类	产生量(t)	处置方式	种类	产生量(t)	处置方式
风电	风机维修和运行 废旧玻璃钢、包装物、生活垃圾	395	外售综合利用或由厂家回收，生活垃圾由环卫部门统一收集处置	废变压器油、 废铅酸电池、 废润滑油等	101	贮存于危废暂存间，定期交由有资质的单位进行妥善处置
光伏发电	废旧光伏电池板、 生活垃圾	236		废变压器油等	13	
水电	生活垃圾	80		废润滑油、含油废水等	10	
生物质能发电	锅炉炉渣、炉灰、 脱硫石膏、烟气脱硝催化剂等	25.6万		废矿物油、废润滑油等	70	
地热能开发	废旧零件、生活垃圾	30		废离子交换树脂等	5	
合计	—	25.67万	—	—	199	—

## 2.5 现状问题与制约因素分析

(1) 区域为环境空气质量不达标区。2020年，山西省全省环境空气6项基本污染物中PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub>年均值超标，占标率依次为118.57%、125.71%和105.63%。环境空气质量不达标对于垃圾、生物质能发电产业布局有一定限制，新建农林生物质发电项目应纳入国家级或省级规划，城镇生活垃圾焚烧发电项目应符合国家或省级城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划。有环境容量的地区，项目建成运行后，环境质量应当仍满足相应环境功能区要求。环境质量不达标的区域，应当强化项目的污染防治

治措施，提出可行有效的区域污染物减排方案，明确削减计划、实施时间，确保项目建成投产前落实削减方案，促进区域环境质量改善。

(2) 2020年，山西省总的地表水环境状况评价为轻度污染，其中水质优良比例65.3%，重度污染比例2.0%，58个国考断面全部退出劣V类。为保证地表水环境的持续改善，可再生能源项目应按要求设置污水处理设施及必要的事故油池、事故水池，防止非正常情况下造成的水环境影响。

(3) 项目布局存在一定的土地资源制约。风电、光伏发电项目建设应尽量利用未利用地，不占或少占农用地，并处理好占用林地或压覆矿产资源的相关手续及补偿措施。各项目布局应严格落实相关文件中有关禁止建设区域和限制建设区域要求，以及区域“三线一单”生态环境分区管控要求。

(4) 调研中发现现有可再生能源项目仍存在一些生态环境问题，例如风电风机对鸟类飞行和迁徙通道的影响研究不够深入、风机基础及进场道路植被恢复较差、风机低频噪声遭附近村民投诉较多、未按要求设置危废暂存间等，光伏板矩阵排列不合理影响板下植被生长、光污染，生物质能发电尤其是生活垃圾焚烧发电项目布局存在“邻避效应”，水电项目低温水下泄对鱼类的影响等。上述问题亟待相关部门和企业进一步的课题研究、加强生态环境保护监管、改良风机叶片设计、制定相关标准规范等措施加以解决。

## 3 规划分析

### 3.1 规划概述

以下内容为《山西省可再生能源发展“十四五”规划》（送审稿）原文。

#### 3.1.1 规划背景

山西是全国唯一的国家资源型经济转型综合配套改革试验区，“十四五”时期是我省全方位推进高质量发展、深入开展能源革命综合改革试点、打造全国能源革命排头兵的关键期。根据国家《关于在山西开展能源革命综合改革试点的意见》、《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》、《2030年前碳达峰行动方案》、国家《关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》、《山西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》等要求，制定本规划。

#### 3.1.2 基本原则

（1）坚持创新驱动，倍增发展。积极开展技术创新、产业创新、模式创新，充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，聚焦风光资源优势，实施风光发电倍增工程、巩固提升可再生能源产业创新力和竞争力，推动产业转型升级。

（2）坚持系统推进，协调发展。统筹可再生能源开发利用与经济社会发展、土地利用、环境保护、新型城镇化建设以及电力发展，统筹可再生能源与传统能源、可再生能源开发与消纳，实现能源绿色低碳转型与安全可靠供应相统一。

（3）坚持生态优先，融合发展。践行绿水青山就是金山银山的发展理念，统筹能源资源一体化开发利用，加强可再生能源与乡村振兴、矿山治理、新基建等融合发展，不断拓展可再生能源发展新领域、新场景。

（4）坚持因地制宜，多元发展。坚持集中式与分布式发展并举、外送与就地消纳利用并重，结合各类资源优势，积极推进多种形式可再生能源的一体化、综合利用，形成多元发展、多能互补的可再生能源发展模式。

#### 3.1.3 发展目标

到2025年，全省可再生能源发电装机达到8300万千瓦以上。其中：风电3000

万千瓦左右、光伏 5000 万千瓦左右、水电（含抽蓄）224 万千瓦以上、生物质能发电 100 万千瓦以上，新型储能装机达到 600 万千瓦左右，地热能供暖面积 2000 万平方米左右。实现新能源和清洁能源装机容量占比达到 50% 的目标。到 2030 年，全省新能源和清洁能源装机容量占比达到 60% 以上。

表 3.1-1 2025 可再生能源开发利用主要目标

类别	单位	2020 年	2025 年	属性
<b>1 电力消纳责任权重</b>				
1.1 可再生能源电力总量消纳责任权重	%	18.8	28.7	约束性
1.2 非水电可再生能源电力总量消纳责任权重	%	16.8	24.9	约束性
<b>2 可再生能源发电装机</b>	万千瓦	3571	8524	预期性
2.1 占全省总装机比例	%	30	50	预期性
2.2 风电装机容量	万千瓦	1974	3000	预期性
2.3 太阳能发电装机容量	万千瓦	1309	5000	预期性
2.4 生物质能发电	万千瓦	64	100	预期性
2.5 水力发电（含抽蓄）	万千瓦	224	224	
<b>3 可再生能源非电利用</b>				
3.1 地热能	万平方米	1200	2000	预期性
<b>4 储能装机</b>	万千瓦	110	600	预期性
4.1 新型储能	万千瓦	110	600	

#### 3.1.4 全方位、高质量开发可再生能源

“十四五”期间，全省可再生能源坚持生态优先、因地制宜、多元融合发展，在晋北、晋西地区重点推动风电和光伏发电基地化、规模化开发，在晋东南地区优化推动风电和光伏发电就地就近开发，稳步推动生物质能多元化开发，积极推动地热能规模化开发，从聚焦集中式做大做强、分布式做优做精两方面入手，持续扩大可再生能源装机规模、提高装机占比。

##### 3.1.4.1 重点推动风电和光伏发电基地化规模化开发

以风光资源为依托、以区域电网为支撑、以输电通道为牵引、以高效消纳为目标，结合采煤沉陷区综合治理，兼顾生态修复、造林绿化与相关产业发展，统筹优化风电光伏布局和支撑调节电源，实施可再生能源+采煤沉陷区综合治理工程，建设一批生态友好、经济优越的大型风电光伏基地。依托“十四五”期间开工建设的外送输电通道，重点建设晋北风光火储一体化外送基地。依托采煤沉陷区、盐碱地、荒山荒坡等区域，重点建设忻朔多能互补综合能源基地、晋西沿黄百里风光基地。依托区域电网消纳能力提升，创新开发利用方式，重点建设晋东“新能源+”融合发展基地、晋南

### 源网荷储一体化示范基地。

#### (1) 晋北风光火储一体化外送基地

依托大同~怀来~天津北~天津南 1000 千伏特高压交流通道建设，大力推进大同、朔州配套新能源基地开发建设，“十四五”期间，新增并网风光装机规模 800 万千瓦。

#### (2) 忻朔多能互补综合能源基地

统筹忻州朔州新能源资源情况，发挥煤电机组、储能设施及水电调节等优势，实施风光水火储多能互补综合开发，积极推动传统能源基地向综合绿色能源基地转型；在太忻一体化经济区实施低碳园区示范试点，实现高比例新能源发电和利用。“十四五”期间，新增并网风光装机规模 500 万千瓦。

#### (3) 晋西沿黄百里风光基地

统筹考虑忻州、吕梁、临汾等地的资源、土地、电网等市沿黄区域建设条件和生态环境保护要求，落实黄河“几”字湾清洁能源基地战略，提高区域高载能产业用能绿色化水平，推进我省黄河流域生态保护和高质量发展。“十四五”期间，新增并网风光装机规模 900 万千瓦。

#### (4) 晋东“新能源+”融合发展基地

依托区域电网消纳能力提升，发挥区域资源及市场优势，因地制宜在太原、阳泉、晋中、长治、晋城地区开展风储、光储及联合运营的示范模式，推进“新能源+”融合发展基地建设。“十四五”期间，新增并网风光装机规模 1200 万千瓦。

#### (5) 晋南源网荷储一体化示范基地

结合运城地区丰富的风能、太阳能、生物质能、地热能等可再生能源资源条件和本地消纳市场优势，从能源供给和消费革命出发，积极开展源网荷储一体化试点示范，大力发展光伏发电和抽水蓄能，有序推进平原风电，稳步发展地热能 and 生物质能。“十四五”期间，新增并网风光装机规模 400 万千瓦。

### 3.1.4.2 优化推进风电和光伏发电分布式开发

**积极推动风电分布式就近开发。**①在工业园区、经济开发区等负荷中心周边地区，积极推进风电分布式开发。②重点推广应用低风速风电技术，合理利用山地丘陵等土地资源，在符合区域生态环境保护要求的前提下，因地制宜推进风电就地就近开发。③创新风电投资建设模式和土地利用机制，大力推进乡村风电开发。④加快新技术应

用推广，积极推进老旧风电机组升级改造，提升风能利用效率。“十四五”期间，新增并网分散式风电装机 300 万千瓦。

**大力推动光伏发电多场景融合开发。**①重点推进工业园区、经济开发区、公共建筑等屋顶光伏开发利用行动，在新建厂房和公共建筑积极推进光伏建筑一体化开发，②积极推进“光伏+”综合利用行动，推广“板上发电、板下种植养殖”的立体发展模式，鼓励农（牧）光互补、渔光互补等复合开发；推动光伏发电与 5G 基站、大数据中心等信息产业融合发展；推动光伏在新能源汽车充电桩、铁路沿线设施、高速公路服务区及沿线等交通领域应用，因地制宜开展光伏廊道示范。③积极推进整县（区）屋顶分布式光伏开发。④加快新技术应用推广，积极推动老旧光伏电站技改升级，提升发电效益。“十四五”期间，新增并网分布式光伏发电装机 500 万千瓦。

#### 3.1.4.3 稳步推进生物质能多元化开发

**稳步发展生物质能发电。**优化生物质能发电开发布局，稳步发展城镇生活垃圾焚烧发电，有序发展农林生物质发电和沼气发电。有序发展生物质热电联产，为具备资源条件的县城、人口集中的乡村提供居民供暖，为中小工业园区集中供热。到 2025 年，全省生物质能发电装机规模达到 100 万千瓦以上。

**积极发展生物质能清洁供暖。**合理发展以农林生物质、生物质成型燃料等为主的生物质锅炉供暖，鼓励采用大中型锅炉，在乡村、城镇等人口聚集区进行集中供暖，开展农林生物质供暖供热示范。在大气污染防治非重点地区乡村，可按照就地取材原则，因地制宜推广用成型燃料炉具供暖。

**加快发展生物质天然气。**在粮食主产区、林业三剩物富集区、畜禽养殖集中区等种植养殖大县，以县域为单元建立产业体系，积极推进 2-3 个规模化的生物天然气示范工程，形成并入天然气管网、城市燃气管网以及车辆用气、锅炉燃料、发电等多元应用模式。到 2025 年，全省生物天然气年产量达到 3000 万立方米左右。

#### 3.1.4.4 积极推进地热能开发

**资源开发利用模式。**坚持统一规划、统一开发、统一管理的运行模式。坚持以“地热+”多能互补、综合能源供应的资源利用模式。坚持同步勘探、同步示范、同步推广的工作推进模式，引导全省地热能高质量发展。

**积极推进中深层地热能供暖。**结合资源情况和市场需求，大力推进中深层地热能供暖，重点在大同、朔州、忻州、太原、临汾和运城等地开展中深层地热能供暖项目

的前期地质勘查工作。因地制宜选择“取热不耗水、完全同层回灌”或“密封式、井下换热”技术，开展中深层地热能供暖示范工程。推广“地热能+”多能互补的供暖形式，鼓励开展地热能与旅游业、种养殖业及工业等产业的综合利用。到2025年，全省地热能开发利用面积达到2000万平方米左右。

**稳妥推进天镇地热能热电联产示范项目建设。**按照科研示范试验属性和“小功率、多机组”思路，探索大同市阳高县-天镇县一带高温地热水质与发电工艺适应性，为大规模工业化生产做好前期试验研究、力争到“十四五”末建成地热发电装机2万千瓦。同时打造地热发电尾水供暖示范工程，探索地热能发电与其他可再生能源一体化发展。

**全面推进浅层地热能开发。**重点在具有供暖制冷双需求的地区，优先发展土壤源热泵，积极发展再生水源热泵，适度发展地表水源热泵，扩大浅层地热能开发利用规模。

#### 3.1.4.5 坚持创新驱动，提升可再生能源产业链供应水平

依托山西综合改革示范区、太忻一体化经济区等产学研园区的基础，加强科创实力建设，在高效光伏电池、大兆瓦风机、智能化电气设备、新型储能产业、先进生物质燃料以及氢能等方面进行科研创新和产业发展。加快提升新型高效电池核心技术水平，构建光伏制造产业链；加快大兆瓦风机技术研究，补齐风机制造产业链；加快飞轮、液流、氢能、压缩空气等新型储能技术研发应用，延伸新型储能产业链；大力推广数字化、主动控制技术在可再生能源发展中的应用，推进全生命周期数字化智慧型新能源电站建设。

#### 3.1.5 促进存储消纳，高比例利用可再生能源

加快建设可再生能源存储调节设施，强化多元化智能化电网基础设施支撑，提升新型电力系统对高比例可再生能源的适应能力。加强可再生能源发电终端直接利用，扩大可再生能源多元化非电利用规模，推动可再生能源规模化制氢利用，促进乡村可再生能源综合利用，多措并举提升可再生能源利用水平。

##### 3.1.5.1 提升可再生能源存储能力

**加快抽水蓄能电站建设。**积极推进浑源、垣曲电站按期投产；完善已纳入国家规划的河津、蒲县电站的前期手续，力争“十四五”期间开工建设；积极推动符合条件的其他站点纳入国家规划。开展中小型抽水蓄能电站规划选址，在新能源快速发展地



区，因地制宜推进灵活分散的中小型抽水蓄能电站建设示范，扩大抽水蓄能发展规模。

#### (1) 抽水蓄能选点纳规

坚持生态优先，避让生态红线等管控因素，加大抽水蓄能电站选点工作力度，选择地形条件、工程地质、水文泥沙等建设条件合适、距高比等关键经济指标合理的抽水蓄能站点，按照能规尽规、能开尽开的原则，积极推进绛县（120万千瓦）、垣曲二期（100万千瓦）、西龙池二期（140万千瓦）、孟县上社（140万千瓦）、沁源（90万千瓦）、沁水（120万千瓦）、长子（60万千瓦）、代县黄草院（140万千瓦）等8个电站纳入中长期抽水蓄能发展规划。

#### (2) 中小型抽水蓄能示范

统筹大规模电力送受、新能源渗透率不断提高等因素，利用已建成的山谷水库和沿岸山顶地势，试点推进灵活分散的中小型抽水蓄能电站建设，提升区域新能源电力消纳能力。“十四五”期间，重点实施2-3个中小型抽水蓄能电站示范项目。

**推动新型储能规模化应用。**大力推动电网侧储能合理化布局，在关键节点布局电网侧储能，提升系统灵活调节能力和安全稳定水平。稳步推进电源侧新型储能建设，合理布局一批系统友好型新能源电站。探索利用退役火电机组既有厂址和输变电设施建设储能或风光储设施。积极支持用户侧储能多元化发展，探索储能与电动汽车等融合发展新场景。到2025年，力争新型储能装机规模达到600万千瓦左右。

#### 3.1.5.2 促进可再生能源就地就近消纳

**加强电网基础设施建设，提升电网的支撑保障能力。**优化完善省内500千伏主网架结构，加快500千伏新能源汇集站的布局，每年开工2-3座汇集站，实现新能源电力更大范围内消纳；结合国家新型城镇化进程及发展需要，加强城镇配电网建设，促进智能互联，满足城镇化建设快速增长的用电需求。实施农网巩固提升工程，围绕乡村振兴战略，结合分布式能源发展，提升农村配网消纳可再生能源能力。

**提升可再生能源就地消纳能力。**从负荷侧、电源侧、电网侧多措并举，充分挖掘现有系统调峰能力，加大调峰电源规划建设力度，着力增强系统灵活性、适应性，破解新能源消纳难题。推进现役和新建煤电机组灵活性改造，提升电源侧灵活性调节能力；创新调度运行机制，提升电网调度运行控制水平和电网灵活调节能力；通过价格信号引导用户错峰用电，提升电力需求侧响应能力。

#### 3.1.5.3 加强可再生能源多元直接利用

**推动可再生能源发电在终端直接应用。**在工业园区、大型生产企业和大数据中心等周边地区，因地制宜开展新能源电力专线供电，推动绿色电力直接供应。结合增量配电网试点，积极发展以可再生能源为主的微电网、直流配电网，扩大分布式可再生能源终端直接应用规模。

**扩大可再生能源非电直接利用规模。**做好区域可再生能源供暖与国土空间规划、城市规划等的衔接，因地制宜优先利用可再生能源供暖。在城镇新区推动可再生能源供暖与天然气、电力等其他清洁供暖方式的耦合集成，示范建设以可再生能源供暖为主的多能互补供暖体系。提高燃气、热力管网等基础设施对可再生能源应用的兼容性，加快完善相关标准，探索推动地热能集中供暖纳入城镇供热管网、生物天然气并入城乡燃气管网。

**开展高比例可再生能源应用示范。**在学校医院、机场车站、工业园区等区域，推动可再生能源与终端冷热水电气等集成耦合利用，促进可再生能源技术融合、应用方式和体制机制等创新，建设高度自平衡的可再生能源局域能源网，实现高比例可再生能源自产自用。在可再生能源资源富集地区，扩大分布式能源接入和应用规模，以县域为单位统筹可再生能源开发利用，创新可再生能源全产业链开发利用合作模式，因地制宜创建绿色能源示范县（园）。

#### 3.1.5.4 推动可再生能源规模化制氢利用

**开展规模化可再生能源制氢示范。**在可再生能源资源条件好、发电成本低、氢能储输用等产业发展条件较好的地区，推进可再生能源发电制氢产业化发展，打造规模化的绿氢生产基地。

**推进化工、交通等重点领域绿氢替代。**在可再生能源资源丰富、现代煤化工产业基础好的地区，重点开展能源化工基地绿氢替代。积极探索氢气在冶金化工领域的替代应用，有效降低冶金化工领域化石能源消耗。积极推进长治、运城等地区开展能源化工、交通等绿氢替代示范。

#### 3.1.5.5 扩大乡村可再生能源综合利用

**提升乡村能源清洁化供给水平。**加快非化石能源清洁替代，不断完善乡村电力基础设施，构建清洁高效、多元互补、城乡协调、统筹发展的现代农村能源体系。充分利用农村建筑屋顶、院落空地、田间地头、设施农业等，大力推动乡村风电建设、光

伏新村建设，促进农村地区清洁低碳能源转型。提高农林废弃物、畜禽粪便的资源化利用率，发展生物天然气和沼气，助力农村人居环境整治提升。在乡村振兴重点帮扶县、整体推进县优先开展农村能源绿色低碳试点，统筹农村可再生能源发展与农村集体经济，通过农村集体土地作价入股、收益共享等机制，培育农村能源合作社等新型农村集体经济模式，促进乡村振兴。

**持续推进农村电网巩固提升。**实施农村电网巩固提升工程，聚焦脱贫地区等农村电网薄弱环节，加快消除农村电力基础设施短板，提升农村电网供电可靠性。全面提升乡村电气化水平，围绕乡村产业振兴、交通电气化、生活电气化等农业农村现代化用电需求，重点实施特色产业等配套电网建设、电动汽车充电站（桩）配套电网建设等任务，建设满足大规模分布式可再生能源接入、电动汽车下乡等发展需要的县域内城乡互联配电网，筑牢乡村振兴电气化基础。

**强化可再生能源开发打造绿色样板。**强化县域可再生能源开发利用，依据全省各市县各乡镇不同的资源禀赋、农业基础等，选取特色优势明显的区域先行开展试点建设，重点突破、探索形成乡村再电气化建设的有效模式，打造绿色乡村示范基地、再电气化产业示范乡村和零碳村。

### 3.2 规划协调性分析

筛选与《山西省可再生能源发展“十四五”规划》相关的生态环境保护法律法规、政策、上层位规划、同层位规划，分析本规划与这些文件相关要求的符合性。协调性分析相关文件见下表。

表 3.2-1 协调性分析相关文件一览表

序号	文件名称	类型	符合性
1	《全国主体功能区规划》（国发〔2010〕46号）	主体功能区划	符合
2	《山西省主体功能区规划》（晋政发〔2014〕9号）		符合
3	《全国生态功能区划（精编版）》（环境保护部办公厅2015年11月印发）	生态功能区划	符合
4	《山西省生态功能区划》（2010年3月）		符合
5	《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日修正）	生态环境保护法律法规	符合
6	《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日施行）		符合
7	《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日施行）		符合
8	《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日施行）		符合
9	《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022年6月5日施行）		符合
10	《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日修订）		符合

### 3 规划分析

序号	文件名称	类型	符合性	
11	《中华人民共和国文物保护法》（2017年11月4日修正）		符合	
12	《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年10月26日修正）		符合	
13	《基本农田保护条例》（2011年1月8日修订）		符合	
14	《风景名胜区条例》（2016年2月6日修订）		符合	
15	《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月7日修订）		符合	
16	《山西省大气污染防治条例》（2019年1月1日施行）		符合	
17	《山西省水污染防治条例》（2019年10月1日施行）		符合	
18	《山西省土壤防治条例》（2020年1月1日施行）		符合	
19	《山西省固体废物污染环境防治条例》（2021年5月1日施行）		符合	
20	《山西省泉域水资源保护条例》（2010年11月26日修改）		符合	
21	《山西省永久性生态公益林保护条例》（2017年3月1日施行）		符合	
22	《山西省森林公园管理办法》（2020年2月20日施行）		符合	
23	《产业结构调整指导目录（2019年本）》及其修改决定		符合	
24	《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》（2021年11月2日）		符合	
25	《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（中发〔2021〕36号）		符合	
26	《国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23号）		符合	
27	《国家林业局关于光伏电站建设使用林地有关问题的通知》（林资发〔2015〕153号）		政策	符合
28	《国家林业和草原局关于规范风电场项目建设使用林地的通知》（林资发〔2019〕17号）			符合
29	《山西打造全国能源革命排头兵行动方案》			符合
30	《山西能源革命综合改革试点行动方案》			符合
31	《山西省土壤污染防治工作方案》（晋政发〔2016〕69号）			符合
32	《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》		上层位、 同层位 规划	符合
33	《全国生态环境保护纲要》			符合
34	《“十四五”现代能源体系规划》	符合		
35	《乡村振兴战略总体规划（2018-2022年）》	符合		
36	《山西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（晋政发〔2021〕7号）	符合		
37	《山西省“十四五”新业态规划》（晋政发〔2021〕10号）	符合		
38	《山西省“十四五”新装备规划》（晋政发〔2021〕12号）	符合		
39	《山西省“十四五”新技术规划》（晋政发〔2021〕18号）	符合		
40	《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》（晋政发〔2021〕34号）	符合		
41	《山西省黄河流域生态保护和高质量发展规划》	符合		
42	《山西省水土保持规划（2016-2030年）》	符合		
43	《山西省国土空间规划（2020-2035年）》（公众意见征求稿）	符合		
44	《山西省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（晋政发〔2020〕26号）	三线一单	符合	

### 3.2.1 与主体功能区规划的协调性

#### 3.2.1.1 全国主体功能区规划

《全国主体功能区规划》将我国国土空间分为以下主体功能区：按开发方式，分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域；按开发内容，分为城市化地区、农产品主产区和重点生态功能区；按层级，分为国家和省级两个层面。

优化开发区域是经济比较发达、人口比较密集、开发强度较高、资源环境问题更加突出，从而应该优化进行工业化城镇化开发的城市化地区。重点开发区域是有一定经济基础、资源环境承载能力较强、发展潜力较大、集聚人口和经济的条件较好，从而应该重点进行工业化城镇化开发的城市化地区。优化开发和重点开发区域都属于城市化地区，开发内容总体上相同，开发强度和开发方式不同。限制开发区域分为两类：一类是农产品主产区，一类是重点生态功能区。禁止开发区域是依法设立的各级各类自然文化资源保护区域，以及其他禁止进行工业化城镇化开发、需要特殊保护的重点生态功能区。

山西省不涉及国家层面的优化开发区域；涉及国家层面的重点开发区域为太原城市群，包括 17 个县（市、区），主体部分为太原市区，晋中、忻州、吕梁部分县（市、区）；涉及国家层面的限制开发区域（农产品主产区）为汾渭平原主产区中山西部分；涉及国家层面的限制开发区域（重点生态功能区）为黄土高原丘陵沟壑水土保持生态功能区中山西部分，具体包括五寨县、岢岚县等 18 个县；国家禁止开发区域共分为国家级自然保护区、世界文化自然遗产、国家级风景名胜区、国家森林公园、国家地质公园 5 类。

《山西省可再生能源发展“十四五”规划》属于省级可再生能源发展专项规划，是对整个山西省在“十四五”期间可再生能源发展的统筹和引领，在省级规划层面难以做到对具体建设项目的选址、规模等细化，因此要求在严格避让禁止开发区域，合理避让限制开发区域的基础上，在项目环评阶段具体分析该项目选址的合理性，满足国家、山西省对各类可再生能源开发用地方面已作出的规定，不影响所在区域主体功能的发挥。综上，本规划与《全国主体功能区规划》协调。

#### 3.2.1.2 山西省主体功能区规划

《山西省主体功能区划》是在综合评价全省国土空间的基础上，对未纳入国家级

主体功能区的区域进行划分，实现省域国土空间的全覆盖，分为省级重点开发区域、省级限制开发的农产品主产区、省级限制开发的重点生态功能区、省级禁止开发区域四种类型。前三种以县级行政单位为基础单元，后者以自然或法定边界为基础单元，分布在其他类型主体功能区域之中。

——省级重点开发区域。该区域是在省级层面以提供工业品和服务产品为主体功能的城镇化地区。范围包括 22 个县（市、区），主要包括太原都市圈、晋北城镇群、晋南城镇群和晋东南城镇群的部分地区。

——省级限制开发的农产品主产区。该区域是在省级层面以提供食物安全保障和农产品供给为主体功能的地区。范围包括 12 个县（市），主要包括桑干河河谷盆地、滹沱河河谷盆地、寿（阳）—昔（阳）—平（定）、漳河—沁河河谷盆地等农产品主产区。

——省级限制开发的重点生态功能区。该区域是在省级或更大层面以提供生态服务为主体功能的地区。范围包括 28 个县（市），主要包括京津风沙源治理生态功能区、吕梁山水源涵养及水土保持生态功能区、中条山水源涵养及水土保持生态功能区、五台山水源涵养生态功能区、太行山南部水源涵养与生物多样性保护生态功能区和太岳山水源涵养与生物多样性保护生态功能区等 6 大重点功能区。

——省级禁止开发区域。该区域是依法设立的省级自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等各类自然和文化资源保护区域，以及重要湿地、湿地公园、重要水源地、水产种质资源保护区（含国家级）、重点文物（含国家级）等点状分布的地区。

《山西省可再生能源发展“十四五”规划》属于省级可再生能源发展专项规划，是对整个山西省在“十四五”期间可再生能源发展的统筹和引领，在省级规划层面难以做到对具体建设项目的选址、规模等细化，因此要求在严格避让禁止开发区域，合理避让限制开发区域的基础上，在项目环评阶段具体分析该项目选址的合理性，满足国家、山西省对各类可再生能源开发用地方面已作出的规定，不影响所在区域主体功能的发挥。综上，本规划与《山西省主体功能区规划》协调。

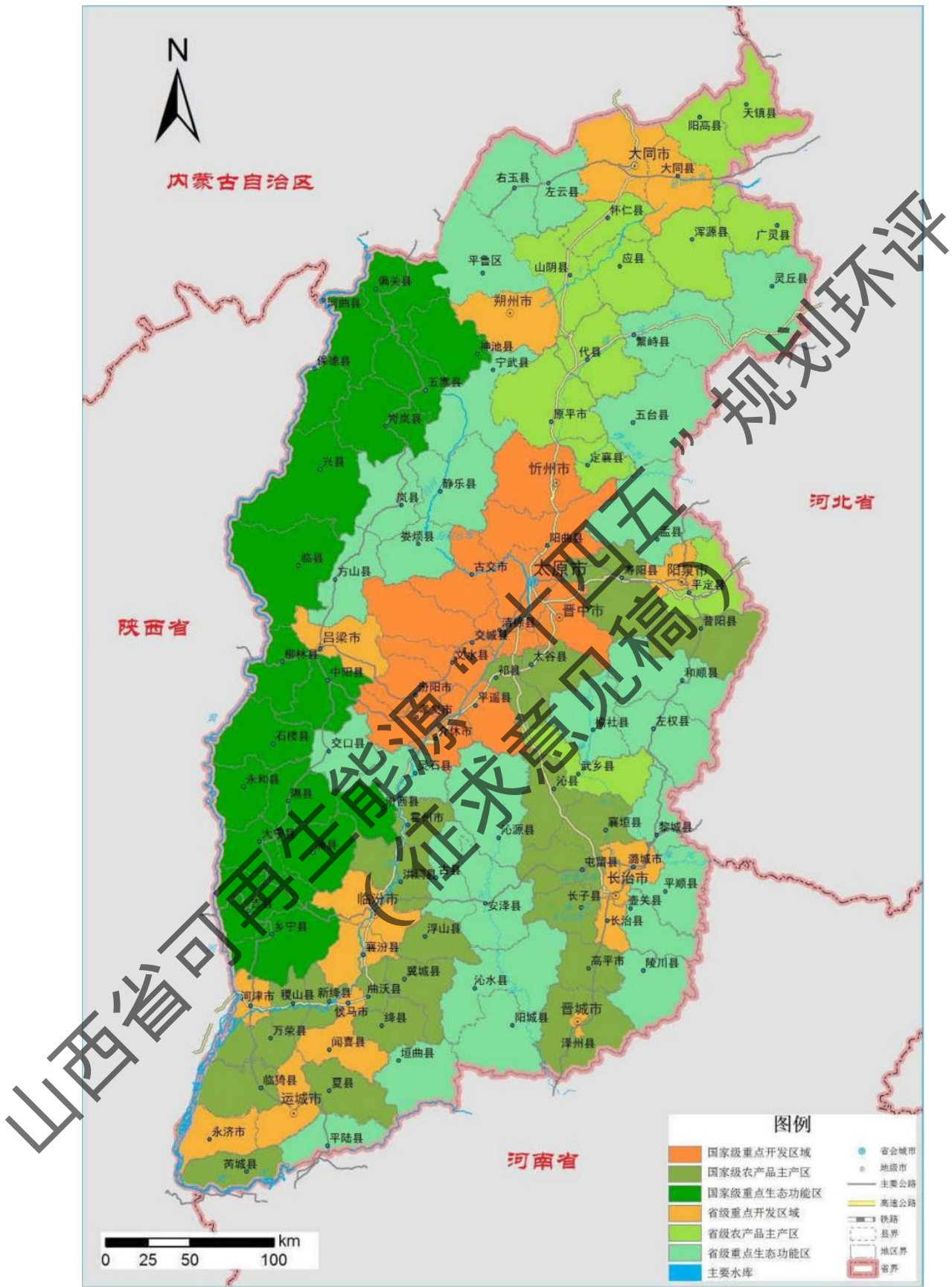


图 3.2-1 山西省主体功能区划图

### 3.2.2 与生态功能区划的协调性

#### 3.2.2.1 全国生态功能区划（精编版）

新修编的《全国生态功能区划》包括3大类、9个类型和242个生态功能区。确定63个重要生态功能区，覆盖我国陆地国土面积的49.4%。全国生态功能区按主导生态系统服务功能归类，形成3大类9个全国陆域生态功能区：生态调节-水源涵养生态功能区、生态调节-生物多样性保护生态功能区、生态调节-土壤保持生态功能区、生态调节-防风固沙生态功能区、生态调节-洪水调蓄生态功能区、产品提供-农产品提供功能区、产品提供-林产品提供功能区、人居保障-大都市群、人居保障-重点城镇群。

山西省涉及I-01-07太行山区水源涵养与土壤保持功能区、I-03-01太岳山区土壤保持功能区、I-03-16吕梁东部黄土丘陵沟壑土壤保持功能区、I-03-17吕梁山山地土壤保持功能区、II-01-12永定河上游间山盆地农产品提供功能区、II-01-35沁南盆地农产品提供功能区、II-01-36汾渭盆地农产品提供功能区、III-02-06太原城镇群等八大功能区。另外，还涉及63个重要生态功能区中的太行山区水源涵养与土壤保持重要区、黄土高原土壤保持重要区。

表 3.2-2 山西省涉及的全国生态功能区

生态功能区	主要生态问题	生态保护方向
I-01-07 太行山区水源涵养与土壤保持功能区	人类活动干扰强度大；生态系统结构单一，生态系统质量低，水源涵养功能衰退；森林资源过度开发、天然草原过度放牧等导致植被破坏、水土流失与土地沙化严重；湿地萎缩、面积减少。	<p>(1) 加强对水源涵养区的保护与管理，严格保护具有重要水源涵养功能的自然植被，限制或禁止各种损害生态系统水源涵养功能的经济社会活动和生产方式。</p> <p>(2) 继续加强生态保护与恢复，恢复与重建水源涵养区森林、草地、湿地等生态系统，提高生态系统的水源涵养能力。坚持自然恢复为主，严格限制在水源涵养区大规模人工造林。</p> <p>(3) 控制水污染，减轻水污染负荷，禁止导致水体污染的产业发展，开展生态清洁小流域的建设。</p> <p>(4) 严格控制载畜量，实行以草定畜，在农牧交错区提倡农牧结合，发展生态产业，培育替代产业，减轻区内畜牧业对水源和生态系统的压力。</p>
I-03-01 太岳山区土壤保持功能区	不合理的土地利用，特别是陡坡开垦、森林破坏、草原过度放牧，以及交通建设、矿产开发等人为活动，导致地表植被退化、水土流失加剧和石漠化危害严重。	(1) 调整产业结构，加速城镇化和新农村建设的进程，加快农业人口的转移，降低人口对生态系统的压力。
I-03-16 吕梁东部黄土丘陵沟壑土壤保持功能区		(2) 全面实施保护天然林、退耕还林、退牧还草工程，严禁陡坡垦殖和过度放牧。
I-03-17 吕梁山		(3) 开展石漠化区域和小流域综合治理，协调农村经济发展与生态保护的关系，恢复和重建退化植被。



生态功能区	主要生态问题	生态保护方向
山地水土保持功能区		(4) 在水土流失严重并可能对当地或下游造成严重危害的区域实施水土保持工程, 进行重点治理。 (5) 严格资源开发和建设项目的生态监管, 控制新的人为水土流失。 (6) 发展农村新能源, 保护自然植被。
II-01-12 永定河上游间山盆地农产品提供功能区	农田侵占、土壤肥力下降、农业面源污染严重; 在草地畜牧业区, 过度放牧, 草地退化沙化, 抵御灾害能力低。	(1) 严格保护基本农田, 培养土壤肥力。 (2) 加强农田基本建设, 增强抗自然灾害的能力。 (3) 加强水利建设, 大力发展节水农业; 种养结合, 科学施肥。
II-01-35 沁南盆地农产品提供功能区		(4) 发展无公害农产品、绿色食品和有机食品; 调整农业产业和农村经济结构, 合理组织农业生产和农村经济活动。
II-01-36 汾渭盆地农产品提供功能区		(5) 在草地畜牧业区, 要科学确定草场载畜量, 实行季节畜牧业, 实现草畜平衡; 草地封育改良相结合, 实施大范围轮封轮牧制度。
III-02-06 太原城镇群等八大功能区	城镇无序扩张, 城镇环境污染严重, 环保设施严重滞后, 城镇生态功能低下, 人居环境恶化。	以生态环境承载力为基础, 规划城市发展规模、产业方向; 建设生态城市, 优化产业结构, 发展循环经济, 提高资源利用效率; 加快城市环境保护基础设施建设, 加强城乡环境综合整治; 城镇发展坚持以人为本, 从长计议, 节约资源, 保护环境, 科学规划。

《山西省可再生能源发展“十四五”规划》属于省级可再生能源发展专项规划, 是对整个山西省在“十四五”期间可再生能源发展的统筹和引领, 在省级规划层面难以做到对具体建设项目的选址、规模等细化, 因此要求在项目环评阶段具体分析该项目选址的合理性, 项目所处区域的生态功能分区情况以及该分区主要生态问题和生态保护方向, 确保可再生能源发展与区域生态环境保护相协调。综上, 本规划与《全国生态功能区划》协调。

### 3.2.2.2 山西省生态功能区划

山西省生态功能区划共分为 5 个一级生态区、15 个生态亚区、44 个生态功能区。44 个生态功能区可归属为 6 类生态功能区。其中: 水土保持和风沙控制类型生态功能区 8 个, 煤炭、有色金属开发与生态系统恢复类型生态功能区 8 个, 山地丘陵水源涵养、生物多样性保护和自然景观保护类型生态功能区 8 个, 农牧业生产类型为主的生态功能区 13 个, 水库调蓄与水土保持类型生态功能区 1 个, 城市发展与城郊、盆地农业类型生态功能区 6 个, 详见图 3.2-3。

《山西省可再生能源发展“十四五”规划》属于省级可再生能源发展专项规划, 是对整个山西省在“十四五”期间可再生能源发展的统筹和引领, 在省级规划层面难

以做到对具体建设项目的选址、规模等细化，因此要求在项目环评阶段具体分析该项目选址的合理性，项目所处区域的生态功能分区情况以及该分区主要生态问题和生态保护方向，确保可再生能源发展与区域生态环境保护相协调。综上，本规划与《山西省生态功能区划》协调。

山西省可再生能源“十四五”规划环评  
(征求意见稿)

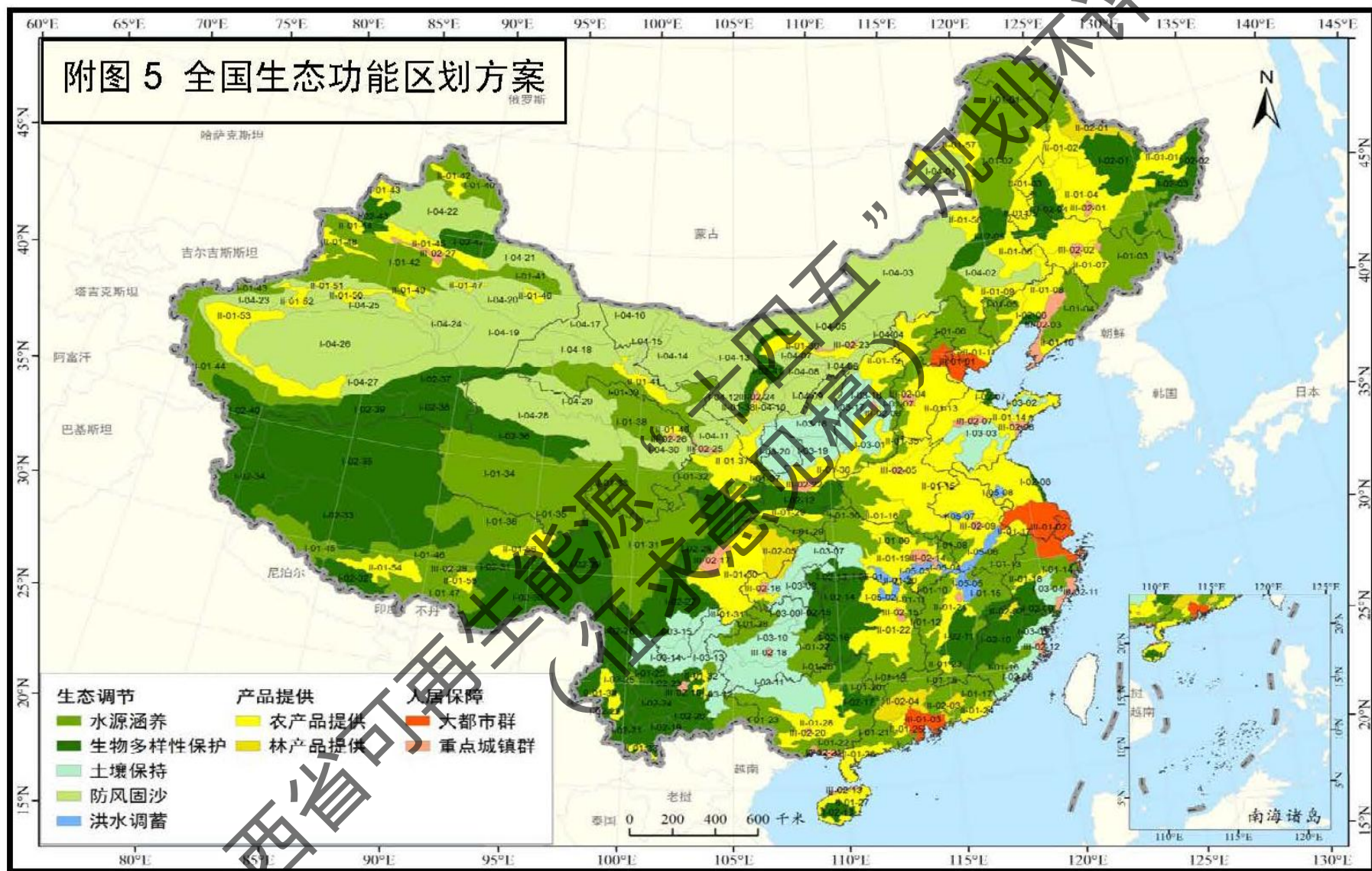


图 3.2-2 全国生态功能区划



图 3.2-3 山西省生态功能区划

### 3.2.3 与生态环境保护法律法规的协调性

本节梳理与本规划相关的生态环境保护法律法规,进行协调性分析,详见表 3.2-3。相关法律法规主要有《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年修订)、《中华人民共和国水污染防治法》(2018 年 1 月 1 日施行)、《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019 年 1 月 1 日施行)、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 9 月 1 日施行)、《中华人民共和国噪声污染防治法》(2022 年 6 月 5 日施行)、《中华人民共和国土地管理法》(2019 年 8 月 26 日修订)、《中华人民共和国文物保护法》(2017 年 11 月 4 日修正)、《中华人民共和国野生动物保护法》(2018 年 10 月 26 日修正)、《基本农田保护条例》(2011 年 1 月 8 日修订)、《风景名胜区条例》(2016 年 2 月 6 日修订)、《中华人民共和国自然保护区条例》(2017 年 10 月 7 日修订)、《山西省大气污染防治条例》(2019 年 1 月 1 日施行)、《山西省水污染防治条例》(2019 年 10 月 1 日施行)、《山西省土壤防治条例》(2020 年 1 月 1 日施行)、《山西省固体废物污染环境防治条例》(2021 年 5 月 1 日施行)、《山西省泉域水资源保护条例》(2010 年 11 月 26 日修改)、《山西省永久性生态公益林保护条例》(2017 年 3 月 1 日施行)、《山西省森林公园管理办法》(2020 年 2 月 20 日施行)等。

表 3.2-3 规划与相关生态环境保护法律法规的协调性

序号	法律法规	相关内容	规划内容	符合性
1	《中华人民共和国大气污染防治法》 (2018年10月26日修正)	防治大气污染，应当以改善大气环境质量为目标，坚持源头治理，规划先行，转变经济发展方式，优化产业结构和布局，调整能源结构。 国务院有关部门和地方各级人民政府应当采取措施，调整能源结构，推广清洁能源的生产和使用；优化煤炭使用方式，推广煤炭清洁高效利用，逐步降低煤炭在一次能源消费中的比重，减少煤炭生产、使用、转化过程中的大气污染物排放。 电力调度应当优先安排清洁能源发电上网。	加快发展可再生能源、实施可再生能源替代行动，是我国推进能源革命和构建清洁低碳、安全高效能源体系的重大举措。“十四五”时期是我省深入开展能源革命综合改革试点、打造全国能源革命排头兵的关键期。 可再生能源发展除生物质能发电外，其余基本不产生大气污染物。不得在城市建成区及规划的城市文教卫生、生活居住区及其附近选址布局生活垃圾焚烧发电设施。	符合
2	《中华人民共和国水污染防治法》 (2018年1月1日施行)	禁止向水体排放油类、酸液、碱液或者剧毒废液。禁止在水体清洗装贮过油类或者有毒污染物的车辆和容器。 禁止向水体排放、倾倒工业废渣、城镇垃圾和其他废弃物。 禁止利用渗井、渗坑、裂隙、溶洞，私设暗管，篡改、伪造监测数据，或者不正常运行水污染防治设施等逃避监管的方式排放水污染物。 人工回灌补给地下水，不得恶化地下水水质。	光伏发电生产废水主要是清洗废水，生物质能发电生产废水主要是循环冷却排水、锅炉排水、化水车间排水等。其余可再生能源类别主要是生活污水。生活污水一般是自建污水处理设施处理后回用于绿化浇洒，不外排；光伏发电清洗废水收集处理后用于厂区抑尘；生物质能发电生产废水经必要的预处理并满足《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)后，排入可依托的城镇污水处理厂进行处理。 采用抽取地下水进行地热能利用的，原则上均采用回灌技术，抽灌井分别安装水表并实现水量实时在线监测，定期对回灌水进行取样送检并记录在案。	符合
3	《中华人民共和国土壤污染防治法》 (2019年1月1日施行)	各类涉及土地利用的规划和可能造成土壤污染的建设项目，应当依法进行环境影响评价。环境影响评价文件应当包括对土壤可能造成的不良影响及应当采取的相应预防措施等内容。 建设和运行污水集中处理设施、固体废物处置设施，应当依照法律法规和相关标准的要求，采取措施防止土壤污染。	可再生能源开发利用项目，尤其是涉及装机基础施工、污水处理设施、危废暂存间建设等的在项目环评阶段应具体分析对土壤可能造成的不良环境影响，并提出相应的预防和减缓措施。	符合

## 3 规划分析

序号	法律法规	相关内容	规划内容	符合性
4	《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日施行）	<p>产生工业固体废物的单位应当向所在地生态环境主管部门提供工业固体废物的种类、数量、流向、贮存、利用、处置等有关资料，以及减少工业固体废物产生、促进综合利用的具体措施，并执行排污许可管理制度的相关规定。</p> <p>建设工业固体废物贮存、处置的设施、场所，应当符合国家环境保护标准。</p> <p>县级以上地方人民政府应当有计划地改进燃料结构，发展清洁能源，减少燃料废渣等固体废物的产生量。</p> <p>产生危险废物的单位，应当按照国家有关规定制定危险废物管理计划；建立危险废物管理台账，如实记录有关信息，并通过国家危险废物信息管理系统向所在地生态环境主管部门申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。</p> <p>产生危险废物的单位，应当按照国家有关规定和环境保护标准要求贮存、利用、处置危险废物，不得擅自倾倒、堆放。</p>	<p>可再生能源发展一般工业固废类别主要是锅炉炉渣、炉灰、脱硫石膏、烟气脱硝催化剂、生活垃圾等；危险废物主要是废变压器油、废光伏电池板、废铅酸电池、废润滑油等。一般工业固废外售综合利用，生活垃圾由环卫部门统一收集处置，危险废物应贮存于危废暂存间，定期交由有资质的单位进行妥善处置。</p> <p>项目环评阶段应具体分析该项目产生固体废物可能造成的不良环境影响，并提出相应的预防和减缓措施。</p>	符合
5	《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022年6月5日施行）	<p>在噪声敏感建筑物集中区域，禁止新建排放噪声的工业企业，改建、扩建工业企业的，应当采取有效措施防止工业噪声污染。</p> <p>排放工业噪声的企业事业单位和其他生产经营者，应当采取有效措施，减少振动、降低噪声，依法取得排污许可证或者填报排污登记表。</p> <p>施工单位应当按照规定制定噪声污染防治实施方案，采取有效措施，减少振动、降低噪声。</p>	<p>可再生能源开发利用项目应在建设和运行期采取有效措施降低声环境影响。项目环评阶段应具体分析该项目可能对声环境造成的不良环境影响，并提出相应的预防和减缓措施。</p>	符合
6	《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日修订）	<p>国家实行土地用途管制制度。国家编制土地利用总体规划，规定土地用途，将土地分为农用地、建设用地和未利用地。严格限制农用地转为建设用地，控制建设用地总量，对耕地实行特殊保护。</p> <p>国家保护耕地，严格控制耕地转为非耕地。国家实行占用耕地补偿制度。非农业建设经批准占用耕地的，按照“占多少，垦多少”的原则，由占用耕地的单位负责开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应当按照省、自治区、直辖市的规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。</p>	<p>可再生能源发展应尽量使用未利用土地，少占或不占耕地，并尽量避开省级以上政府部门依法批准的需要特殊保护的区域。具体项目涉及占用耕地的，应在项目环评阶段严格落实土地管理法耕地补偿制度。</p>	符合
7	《中华人民共和国	各级人民政府应当重视文物保护，正确处理经济建设、社会发展	山西省现有国家级重点文物保护单位	符合

## 3 规划分析

序号	法律法规	相关内容	规划内容	符合性
	《文物保护法》(2017年11月4日修正)	与文物保护的关系,确保文物安全。基本建设、旅游发展必须遵守文物保护工作的方针,其活动不得对文物造成损害。 在文物保护单位的保护范围和建设控制地带内,不得建设污染文物保护单位及其环境的设施,不得进行可能影响文物保护单位安全及其环境的活动。对已有的污染文物保护单位及其环境的设施,应当限期治理。	531处,省级重点文物保护单位779处。可再生能源发展布局重点项目应严格避让各级文物保护单位的保护范围和建设控制地带,不得影响文物保护单位安全及其环境。	
8	《中华人民共和国野生动物保护法》(2018年10月26日修正)	国家保护野生动物及其栖息地。任何组织和个人都有保护野生动物及其栖息地的义务。禁止违法猎捕野生动物、破坏野生动物栖息地。 国家对野生动物实行分类分级保护。国家对珍贵、濒危的野生动物实行重点保护。国家重点保护的野生动物分为一级保护野生动物和二级保护野生动物。 禁止在相关自然保护区域建设法律法规规定不得建设的项目。机场、铁路、公路、水利水电、围堰、围填海等建设项目的选址选线,应当避让相关自然保护区域、野生动物迁徙洄游通道;无法避让的,应当采取修建野生动物通道、过鱼设施等措施,消除或者减少对野生动物的不利影响。	可再生能源发展应保护野生动物及其栖息地。具体项目选址应避让相关自然保护区域、野生动物迁徙洄游通道;无法避让的,应当采取修建野生动物通道、过鱼设施等措施。具体影响在项目环评阶段应进行分析和研究。	符合
9	《基本农田保护条例》(2011年1月8日修订)	基本农田保护区经依法划定后,任何单位和个人不得改变或者占用。国家能源、交通、水利、军事设施等重点建设项目选址确实无法避开基本农田保护区,需要占用基本农田,涉及农用地转用或者征收土地的,必须经国务院批准。 禁止任何单位和个人在基本农田保护区内建窑、建房、建坟、挖砂、采石、采矿、取土,堆放固体废弃物或者进行其他破坏基本农田的活动。禁止任何单位和个人占用基本农田发展林果业和挖塘养鱼。 禁止任何单位和个人闲置、荒芜基本农田。	可再生能源发展具体项目选址应严格遵守相关文件规定:如禁止以任何方式占用永久基本农田,严禁在国家相关法律法规和规划明确禁止的区域发展光伏发电项目。禁止在永久基本农田建设生活垃圾焚烧发电项目等。 国家能源重点建设项目无法避让基本农田保护区,应依条例经国务院批准。	符合
10	《风景名胜区条例》(2016年2月6日修订)	风景名胜区划分为国家级风景名胜区和省级风景名胜区。 在风景名胜区内禁止进行下列活动:(一)开山、采石、开矿、开荒、修筑立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动;(二)修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施;(三)在景物或者设施上刻划、涂污;(四)乱扔垃圾。 禁止违反风景名胜区规划,在风景名胜区内设立各类开发区和在	可再生能源发展具体项目选址应严格遵守相关文件规定:如风景名胜区为风电场项目禁止建设区域。在风景名胜区及其他具有特殊保护价值的地区,原则上禁止开发水电资源。禁止在风景名胜区建设生活垃圾焚烧发电项目等。	符合



3 规划分析

序号	法律法规	相关内容	规划内容	符合性
		核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物；已经建设的，应当按照风景名胜区规划，逐步迁出。	涉及风景名胜区的应在项目环评阶段对选址合理性进行具体分析。	
11	《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月7日修订）	在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。在自然保护区的实验区内已经建成的设施，其污染物排放超过国家和地方规定的排放标准的，应当限期治理；造成损害的，必须采取补救措施。	可再生能源发展具体项目选址应严格遵守相关文件规定：如自然保护区为风电场项目禁止建设区域。各类自然保护区为光伏电站禁止建设区域。在自然保护区及其他具有特殊保护价值的地区，原则上禁止开发水电资源。禁止在自然保护区建设生活垃圾焚烧发电项目等。	符合
12	《山西省大气污染防治条例》（2019年1月1日施行）	<p>县级以上人民政府应当将大气污染防治工作纳入国民经济和社会发展规划，加大对大气污染防治的财政投入，加强大气污染防治资金的监督管理，转变经济发展方式，优化产业结构和布局，合理规划城市布局，推广利用清洁能源，促进清洁生产，使大气环境质量达到规定标准并逐步改善。</p> <p>本省实行煤炭消费总量控制制度，逐步调整能源结构，降低煤炭在一次能源消费中的比重。省人民政府能源主管部门会同有关部门，根据经济社会发展需求以及环境资源承载能力，制定区域煤炭消费总量控制目标。设区的市、县（市、区）人民政府根据区域煤炭消费总量控制目标，制定本地区煤炭消费总量控制计划并组织实施。</p>	<p>加快发展可再生能源、实施可再生能源替代行动，是我国推进能源革命和构建清洁低碳、安全高效能源体系的重大举措。“十四五”时期是我省深入开展能源革命综合改革试点、打造全国能源革命排头兵的关键期。</p> <p>可再生能源发展除生物质能发电外，其余基本不产生大气污染物。不得在城市建成区及规划的城市文教卫生、生活居住区及其附近选址布局生活垃圾焚烧发电设施。</p>	符合
13	《山西省水污染防治条例》（2019年10月1日施行）	<p>采暖、洗浴、温室养殖等利用地热资源和开采煤层气等产生的废水，应当经处理达到水污染物综合排放地方标准后方可回灌地下或者排入地表水体。回灌地下水的，不得恶化地下水水质；排入地表水体的，应当达到水环境功能区标准要求。</p> <p>在饮用水水源一级保护区内禁止下列行为：（一）新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；（二）设置排污口；（三）放养畜禽、网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染水体的活动；（四）新增农业种植和经济林。</p> <p>在饮用水水源二级保护区内禁止下列行为：（一）新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；（二）设置排污口；（三）处置城镇生</p>	<p>地热能开发具体项目应严格遵守下列规定：采用抽取地下水进行地热能利用的，原则上均应采用回灌技术，抽灌井分别安装水表并实现水量实时在线监测，定期对回灌水进行取样送检并记录在案。地下水回灌不得造成地下水污染。</p> <p>在地下水饮用水源地及其保护区范围内，禁止以保护的目标含水层作为热泵水源。在地下水禁限采区、深层（承压）含水层以及地热水无法有效回灌的地区或对应含水</p>	符合

3 规划分析

序号	法律法规	相关内容	规划内容	符合性
		<p>活垃圾；（四）建设未采取防渗漏措施的城镇生活垃圾转运站；（五）建设易溶性、有毒有害废弃物暂存和转运站，化工原料、危险化学品、矿物油类及有毒有害矿产品的堆放场所。</p> <p>在饮用水水源准保护区内禁止下列行为：（一）新建、扩建对水体污染严重的建设项目；（二）改建增加排污量的建设项目；（三）建设易溶性、有毒有害废弃物暂存和转运站；（四）从事采砂、毁林开荒等活动。</p>	<p>层，禁止以地下水作为热泵水源。</p>	
14	《山西省土壤防治条例》（2020年1月1日施行）	<p>煤矸石、粉煤灰、赤泥、冶炼渣、脱硫石膏等工业固体废物和危险废物的贮存、处置、利用单位，应当按照相关标准要求，建设防渗漏、防流失、防扬散等设施，并进行定期维护，保证其正常运行和使用。</p>	<p>可再生能源开发利用项目，尤其是涉及装机基础施工、污水处理设施、危废暂存间建设等的在项目环评阶段应具体分析对土壤可能造成的不良影响，并提出相应的预防和减缓措施。</p>	符合
15	《山西省固体废物污染环境防治条例》（2021年5月1日施行）	<p>建设工业固体废物贮存、处置的设施、场所，应当符合国家环境保护标准。</p> <p>危险废物产生单位应当按照国家有关规定制定危险废物管理计划；建立危险废物管理台账，如实记录有关信息，并通过国家危险废物信息管理系统向所在地生态环境主管部门申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。</p>	<p>可再生能源开发利用项目环评阶段应具体分析该项目产生固体废物可能造成的不良影响，并提出相应的预防和减缓措施。</p>	符合
16	《山西省泉域水资源保护条例》（2010年11月26日修改）	<p>在泉域的重点保护区内，禁止下列行为：（一）擅自打井、挖泉、截流、引水；（二）将已污染含水层与未污染含水层的地下水混合开采；（三）在泉水出露带进行采煤、开矿、开山采石和兴建地下工程；（四）新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；（五）倾倒、排放工业废渣和城市生活垃圾、污水及其他废弃物。</p> <p>前款第（四）项规定的建设项目，属国家、省大型建设项目和重点工程因地形原因无法避让，确实需要经过泉域重点保护区的，应当经省水行政主管部门组织专家充分论证，项目建设在采取严格保护措施后不会对岩溶泉域造成影响的除外。</p> <p>在重点保护区以外的泉域范围内，应遵守下列规定：（一）控制岩溶地下水开采；（二）合理开发孔隙裂隙地下水；（三）严格控制兴建耗水量大或对水资源有污染的建设项目；（四）不得利用渗坑、</p>	<p>在地下水饮用水水源地及其保护区范围内，禁止以保护的目标含水层作为热泵水源。在地下水禁限采区、深层（承压）含水层以及地热水无法有效回灌的地区或对应含水层，禁止以地下水作为热泵水源。地下水回灌不得造成地下水污染。</p> <p>可再生能源发展具体项目涉及泉域重点保护区的，应按条例要求经省水行政主管部门组织专家充分论证。</p>	符合

## 3 规划分析

序号	法律法规	相关内容	规划内容	符合性
		渗井、溶洞、废弃钻孔等排放工业废水、城市生活污水，倾倒污物、废渣和城市生活垃圾。		
17	《山西省永久性生态公益林保护条例》（2017年3月1日施行）	<p>永久性生态公益林由国家级公益林和省级公益林组成。</p> <p>任何单位和个人不得改变永久性生态公益林用途或者占用永久性生态公益林地，下列情形除外：（一）国家重点建设项目和省重点基础设施建设项目选址无法避让，确需占用永久性生态公益林地的，应当依照有关法律法规规定办理林地使用手续；（二）符合省级以上自然保护区、森林公园、湿地公园、沙漠公园总体规划的建设项目和保护永久性生态公益林的工程设施，依照有关法律法规的规定办理林地使用手续；（三）其他法律法规规定确需占用永久性生态公益林地的，依法办理林地使用手续。</p> <p>因批准征收、征用、占用林地而减少的永久性生态公益林地面积，应当按照占一补一的原则和划定程序进行调整补充，保证质量。</p>	<p>可再生能源发展具体项目选址应严格遵守相关文件规定：风力发电项目不得布局在天然林保护区、人工林区、一二级公益林地等区域。各类天然林保护工程区为光伏电站禁止建设区域。光伏电站的电池组件阵列禁止使用有林地、疏林地、未成林造林地。</p> <p>涉及林地的应在项目环评阶段对选址合理性进行具体分析。</p>	符合
18	《山西省森林公园管理办法》（2020年2月20日施行）	<p>森林公园按其景观的观赏、文化、科学价值和环境质量、规模大小、游览条件等，划分为国家级森林公园、省级森林公园和市、县级森林公园。</p> <p>在森林公园游览中心区内，不得建设宾馆、招待所、疗养院等；珍贵重点景物、景点周围和核心景区，除必要的保护和辅助设施外，不得建有其他工程设施。</p> <p>禁止在森林公园内毁林开垦、采石、取土、露天开矿、放牧和其他危害自然景观和游览活动的行为。</p> <p>禁止向森林公园排放超标的废水、废气和生活污水；禁止擅自占用公园林地堆放物品、倾倒垃圾与工业、建筑固体废渣、废物。</p>	<p>可再生能源发展具体项目选址应严格遵守相关文件规定：如森林公园为风电场项目禁止建设区域。各类森林公园（含同类型国家公园）为光伏电站禁止建设区域。</p> <p>涉及森林公园的应在项目环评阶段对选址合理性进行具体分析。</p>	符合

### 3.2.4 与政策及规范性文件的协调性

#### 3.2.4.1 产业政策

本规划与《产业结构调整指导目录（2019年本）》及其修改决定的协调性

《山西省可再生能源发展“十四五”规划》中涉及的风电、光伏发电、生物质能开发、地热能开发、水力发电（含抽蓄）等产业，均属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》及其修改决定中鼓励类，规划符合产业政策。

#### 3.2.4.2 环境政策及规范性文件

与本规划相关的环境政策及规范性文件有：《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》（2021年11月2日）、《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（中发〔2021〕36号）、《国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23号）、《国家林业局关于光伏电站建设使用林地有关问题的通知》（林资发〔2015〕153号）、《国家林业和草原局关于规范风电场项目建设使用林地的通知》（林资发〔2019〕17号）、《山西打造全国能源革命排头兵行动方案》、《山西能源革命综合改革试点行动方案》、《山西省土壤污染防治工作方案》（晋政发〔2016〕69号）等。

本规划与以上文件的协调性见表3.2-4。

表 3.2-4 规划与相关环境政策及规范性文件的协调性

序号	环境技术政策	相关内容	规划内容	符合性
1	《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》（2021年11月2日）	<p>到2025年，生态环境持续改善，主要污染物排放总量持续下降，单位国内生产总值二氧化碳排放比2020年下降18%，地级及以上城市细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）浓度下降10%，空气质量优良天数比率达到87.5%，地表水I—III类水体比例达到85%。到2035年，广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，美丽中国建设目标基本实现。</p> <p>推动能源清洁低碳转型。在保障能源安全的前提下，加快煤炭减量步伐，实施可再生能源替代行动。“十四五”时期，严控煤炭消费增长，非化石能源消费比重提高到20%左右，京津冀及周边地区、长三角地区煤炭消费量分别下降10%、5%左右，汾渭平原煤炭消费量实现负增长。原则上不再新增自备燃煤机组，支持自备燃煤机组实施清洁能源替代。提高电能占终端能源消费比重。重点区域的平原地区散煤基本清零。有序扩大清洁取暖试点城市范围，稳步提升北方地区清洁取暖水平。</p>	<p>加快发展可再生能源、实施可再生能源替代行动，是我国推进能源革命和构建清洁低碳、安全高效能源体系的重大举措。“十四五”时期是我省深入开展能源革命综合改革试点、打造全国能源革命排头兵的关键期。</p> <p>山西省“十四五”期间重点推动风电和光伏发电基地化规模化开发，优化推进风电和光伏发电分布式开发，稳步推进生物质能多元化开发，积极推进地热能开发，提升可再生能源产业链供应水平。并从提升存储能力、促进就地就近消纳、加强多元直接利用、推动规模化制氢利用、扩大乡村综合利用等方面促进可再生能源高比例利用。</p>	符合
2	《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（中发〔2021〕36号）	<p>到2025年，单位国内生产总值能耗比2020年下降13.5%；单位国内生产总值二氧化碳排放比2020年下降18%；非化石能源消费比重达到20%左右。到2030年，单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降65%以上；非化石能源消费比重达到25%左右，风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上。到2060年，非化石能源消费比重达到80%以上。</p> <p>积极发展非化石能源。实施可再生能源替代行动，大力发展风能、太阳能、生物质能、海洋能、地热能等，不断提高非化石能源消费比重。坚持集中式与分布式并举，优先推动风能、太阳能就地就近开发利用。因地制宜开发水能。积极安全有序发展核电。合理利用生物质能。加快推进抽水蓄能和新型储能规模化应用。统筹推进氢能“制储输用”全链条发展。构建以新能源为主体的新型电力系统，提高电网对</p>	<p>山西省“十四五”期间重点推动风电和光伏发电基地化规模化开发，优化推进风电和光伏发电分布式开发，稳步推进生物质能多元化开发，积极推进地热能开发，提升可再生能源产业链供应水平。并从提升存储能力、促进就地就近消纳、加强多元直接利用、推动规模化制氢利用、扩大乡村综合利用等方面促进可再生能源高比例利用。</p>	符合

## 3 规划分析

序号	环境技术政策	相关内容	规划内容	符合性
		<p>高比例可再生能源的消纳和调控能力。</p> <p>深化能源体制改革。推进电网体制改革，明确以消纳可再生能源为主的增量配电网、微电网和分布式电源的市场主体地位。</p>		
3	《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23 号）	<p>大力发展新能源。全面推进风电、太阳能发电大规模开发和高质量发展，坚持集中式与分布式并举，加快建设风电和光伏发电基地。加快智能光伏产业创新升级和特色应用，创新“光伏+”模式，推进光伏发电多元布局。积极发展太阳能光热发电，推动建立光热发电与光伏发电、风电互补调节的风光热综合可再生能源发电基地。因地制宜发展生物质能发电、生物质能清洁供暖和生物天然气。探索深化地热能开发利用。进一步完善可再生能源电力消纳保障机制。</p>	<p>“十四五”时期是我省深入开展能源革命综合改革试点、打造全国能源革命排头兵的关键期。本规划包含了重点推动风电和光伏发电基地化规模化开发，优化推进风电和光伏发电分布式开发，稳步推进生物质能多元化开发，积极推进地热能开发，提升可再生能源产业链供应水平等方面，并多措并举促进可再生能源消纳和高比例利用。</p>	符合
4	《国家林业局关于光伏电站建设使用林地有关问题的通知》（林资发〔2015〕153 号）	<p>各类自然保护区、森林公园（含同类型国家公园）、濒危物种栖息地、天然林保护工程区以及东北内蒙古重点国有林区，为禁止建设区域。其他生态区位重要、生态脆弱、地形破碎区域，为限制建设区域。</p> <p>光伏电站的电池组件阵列禁止使用有林地、疏林地、未成林造林地、采伐迹地、火烧迹地，以及年降雨量 400 毫米以下区域覆盖度高于 30% 的灌木林地和年降雨量 400 毫米以上区域覆盖度高于 50% 的灌木林地。</p>	<p>本规划属于省级可再生能源发展专项规划，是对整个山西省在“十四五”期间可再生能源发展的统筹和引领，在省级规划层面难以做到对具体建设项目的选址、规模等细化，因此要求在光伏发电项目环评阶段具体分析选址合理性，并满足该通知相关要求。</p>	符合
5	《国家林业和草原局关于规范风电场项目建设使用林地的通知》（林资发〔2019〕17 号）	<p>风电场建设使用林地禁建区域。严格保护生态功能重要、生态脆弱敏感区域的林地。自然遗产地、国家公园、自然保护区、森林公园、湿地公园、地质公园、风景名胜区、鸟类主要迁徙通道和迁徙地等区域以及沿海基干林带和消浪林带，为风电场项目禁止建设区域。</p> <p>风电场建设使用林地限制范围。风电场建设应当节约集约使用林地。风机基础、施工和检修道路、升压站、集电线路等，禁止占用天然乔木林（竹林）地、年降雨量 400 毫米以下区域的有林地、一级国家级公益林地和二级国家级公益林中</p>	<p>本规划属于省级可再生能源发展专项规划，是对整个山西省在“十四五”期间可再生能源发展的统筹和引领，在省级规划层面难以做到对具体建设项目的选址、规模等细化，因此要求在风电项目环评阶段具体分析选址合理性，并满足该通知相关要求。</p>	符合

3 规划分析

序号	环境技术政策	相关内容	规划内容	符合性
		的有林地。本通知下发之前已经核准但未取得使用林地手续的风电场项目，要重新合理优化选址和建设方案，加强生态影响分析和评估，不得占用年降雨量 400 毫米以下区域的有林地和一级国家级公益林地，避让二级国家级公益林中有林地集中区域。		
6	《山西打造全国能源革命排头兵行动方案》	<p>风力发电壮大工程。统筹晋北风电基地建设和中南部低风速资源开发。重点支持北部三市风电供暖工程试点工作，积极推进灵丘县和繁峙县风电供暖试点工程。</p> <p>光伏发电提升工程。推进光伏产业有序发展。以大同、阳泉等为重点，大力推进光伏领跑技术基地建设。以吕梁、太行两大连片特困扶贫区光照资源较好的 57 个贫困县为重点，稳步推进光伏扶贫。鼓励利用闲置的荒山荒坡和综合开发的土地资源开发太阳能发电项目。鼓励推进太阳能热发电示范试点。积极推进分布式光伏应用，鼓励工业企业、大型公建和城市农村屋顶安装分布式光伏系统。</p> <p>地热能资源开发工程。因地制宜开发利用各种地热能资源，提高地热能城镇和新农村建筑中用能比例。在用热需求集中、资源条件优越和地质条件适宜的区域，不断提高浅层地温能在城镇建筑用能中的比例，优先发展再生水源热泵，积极发展空气源热泵，适度发展土壤源热泵和地下水源热泵。鼓励水热型地热资源的梯级利用。</p> <p>生物质能发电培育工程。在晋中、运城、长治、临汾、忻州等生物质资源丰富的地区，大力推进生物质能热电联产。</p>	<p>本规划重点推动风电和光伏发电基地化规模化开发，优化推进风电和光伏发电分布式开发。其中基地化规模化开发重点建设晋北风光火储一体化外送基地、忻朔多能互补综合能源基地、晋西沿黄百里风光基地、晋东“新能源+”融合发展基地、晋南源网荷储一体化示范基地。</p> <p>规划稳步推进生物质能多元化开发，具体包含生物质能发电、生物质清洁供暖、生物质天然气的发展。积极推进地热能开发，坚持“地热+”多能互补、综合能源供应的资源利用模式，全面推进浅层地热能开发，积极推进中深层地热能供暖。</p>	符合
7	《山西能源革命综合改革试点行动方案》	<p>打造晋北千万千瓦级风电基地，合理开发晋中南丘陵和山区低风速资源，加快光伏发电应用、领跑基地建设。在重点产业园区、循环经济园区，大力发展分布式能源系统。探索可再生能源制氢等低碳高效技术。</p> <p>充分发挥能源革命带动牵引效应，开展“新能源+储能”试点示范，实施新能源全产业链行动计划，建设以大型企业集团为龙头的光伏风电装备制造业基地。</p>	<p>山西省“十四五”期间重点推动风电和光伏发电基地化规模化开发，优化推进风电和光伏发电分布式开发，稳步推进生物质能多元化开发，积极推进地热能开发，提升可再生能源产业链供应水平。并从提升存储能力、促进就地就近消纳、加强多元直接利用、推动规模化制氢利用、</p>	符合

3 规划分析

序号	环境技术政策	相关内容	规划内容	符合性
			扩大乡村综合利用等方面促进可再生能源高比例利用。	
8	《山西省土壤污染防治工作方案》 (晋政发〔2016〕69号)	<p>到2030年,受污染耕地安全利用率达到95%以上,污染地块安全利用率达到95%以上。</p> <p>建立建设用地土壤环境调查评估制度。根据建设用地土壤环境调查评估结果,建立污染地块名录及其开发利用的负面清单,并合理确定土地用途。</p> <p>加强规划区划和建设项目布局论证,根据土壤等环境承载能力,合理确定区域功能定位、空间布局。鼓励工业企业集聚发展,提高土地节约集约利用水平,减少土壤污染。</p>	<p>可再生能源开发利用项目,尤其是涉及装机基础施工、污水处理设施、危废暂存间建设等的在项目环评阶段应具体分析对土壤可能造成的不良环境影响,并提出相应的预防和减缓措施。</p>	符合



### 3.2.5 与上层位、同层位规划的协调性

与本规划相关的上层位、同层位规划有：《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》、《全国生态环境保护纲要》、《“十四五”现代能源体系规划》、《乡村振兴战略总体规划（2018-2022年）》、《山西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（晋政发〔2021〕7号）、《山西省“十四五”新业态规划》（晋政发〔2021〕10号）、《山西省“十四五”新装备规划》（晋政发〔2021〕12号）、《山西省“十四五”新技术规划》（晋政发〔2021〕18号）、《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》（晋政发〔2021〕34号）、《山西省黄河流域生态保护和高质量发展规划》、《山西省水土保持规划（2016-2030年）》、《山西省国土空间规划（2020-2035年）》（公众意见征求意见稿）等。

表 3.2-5 规划与相关上层位、同层位规划的协调性

序号	上层位规划	相关内容	规划内容	符合性
1	《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》	<p>主要原则：坚持生态优先、绿色发展；坚持量水而行、节水优先；坚持因地制宜、分类施策；坚持统筹谋划、协同推进。</p> <p>构建形成黄河流域“一轴两区五极”的发展动力格局，其中“两区”是指以黄淮海平原、汾渭平原、河套平原为主要载体的粮食主产区和以山西、鄂尔多斯盆地为主的能源富集区，加快农业、能源现代化发展。</p>	<p>加快发展可再生能源、实施可再生能源替代行动，是我国推进能源革命和构建清洁低碳、安全高效能源体系的重大举措。“十四五”时期是我省深入开展能源革命综合改革试点、打造全国能源革命排头兵的关键期。</p>	符合
2	《全国生态环境保护纲要》	<p>加强对交通、能源、水利等重大基础设施建设的生态环境保护监管，建设线路和施工场址要科学选比，尽量减少占用林地、草地和耕地，防止水土流失和土地沙化。</p> <p>大力发展风能、太阳能、生物质能等可再生能源技术。</p>	<p>本规划重点推动风电和光伏发电基地化规模化开发，优化推进风电和光伏发电分布式开发，稳步推进生物质能多元化开发，积极推进地热能开发，提升可再生能源产业链供应水平。</p> <p>本规划属于省级可再生能源发展专项规划，是对整个山西省在“十四五”期间可再生能源发展的统筹和引领，在省级规划层面难以做到对具体建设项目的选址、规模等细化，因此要求在项目环评阶段具体分析选址合理性。</p>	符合
3	《“十四五”现代能源体系规划》	<p>坚持生态优先、绿色发展，壮大清洁能源产业，实施可再生能源替代行动，推动构建新型电力系统，促进新能源占比逐渐提高，推动煤炭和新能源优化组合。</p> <p>加快发展风电、太阳能发电。全面推进风电和太阳能发电大规模开发和高质量发展，优先就地就近开发利用，加快负荷中心及周边地区分散式风电和分布式光伏建设。因地制宜开发水电。坚持生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线，积极推进水电基地建设。因地制宜发展其他可再生能源。推进生物质能多元化利用，稳步发展城镇生活垃圾焚烧发电，有序发展农林生物质发电和沼气发电，因地制宜发展生物质能清洁供暖，在粮食主产区和畜禽养殖集中区统筹规划建设生</p>	<p>山西省“十四五”期间重点推动风电和光伏发电基地化规模化开发，优化推进风电和光伏发电分布式开发，稳步推进生物质能多元化开发，积极推进地热能开发，提升可再生能源产业链供应水平。并从提升储能能力、促进就地就近消纳、加强多元直接利用、推动规模化制氢利用、扩大乡村综合利用等方面促进可再生能源高比例利用。</p>	符合

### 3 规划分析

序号	上层位规划	相关内容	规划内容	符合性
		物天然气工程，促进先进生物液体燃料产业化发展。积极推进地热能供热制冷。		
4	《乡村振兴战略规划（2018-2022年）》	优化农村能源供给结构，大力发展太阳能、浅层地热能、生物质能等，因地制宜开发利用水能和风能。完善农村能源基础设施网络，加快新一轮农村电网升级改造，推动供气设施向农村延伸。加快推进生物质热电联产、生物质供热、规模化生物质天然气和规模化大型沼气等燃料清洁化工程。推进农村能源消费升级，大幅提高电能在农村能源消费中的比重，加快实施北方农村地区冬季清洁取暖，积极稳妥推进散煤替代。推广农村绿色节能建筑和农用节能技术、产品。大力发展“互联网+”智慧能源，探索建设农村能源革命示范区。	本规划通过扩大乡村可再生能源综合利用等措施促进可再生能源高比例利用。具体包含了提升乡村能源清洁化供给水平，持续推进农村电网巩固提升，强化可再生能源开发打造绿色样板等方面。	符合
5	《山西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（晋政发〔2021〕7号）	推动新能源和可再生能源高比例发展。统筹考虑电网条件和生态环境承载能力，利用采煤沉陷区、盐碱地、荒山荒坡等资源开展集中式光伏项目。探索立体利用土地发展清洁能源模式，推动分布式光伏、分散式风电与建筑、交通、农业等产业和设施协同发展。提升新能源消纳和存储能力，加快推进“新能源+储能”试点，推动储能可在再生能源消纳、分布式发电、能源互联网等领域示范应用。因地制宜推进水能、地热能、生物质能等开发布局。 加大清洁能源替代力度，实施煤炭消费总量控制，开展煤炭消费减量等量替代，稳步推进煤炭消费总量负增长。在工业园区、开发区建设分布式能源中心。鼓励企业开发利用风能、太阳能、农林生物质能等可再生能源，全面提升可再生能源消费占比。	山西省“十四五”期间重点推动风电和光伏发电基地化规模化开发，优化推进风电和光伏发电分布式开发，稳步推进生物质能多元化开发，积极推进地热能开发，提升可再生能源产业链供应水平。并从提升存储能力、促进就地就近消纳、加强多元直接利用、推动规模化制氢利用、扩大乡村综合利用等方面促进可再生能源高比例利用。	符合
6	《山西省“十四五”新业态规划》（晋政发〔2021〕10号）	大力发展绿色能源。推动可再生能源替代化石能源，大力发展风电、光伏等可再生能源，加快构建山西省绿色多元能源供给体系。开展“新能源+储能”试点示范。优先发展新能源，开展“风电+光伏+储能”“分布式+微网+储能”“大电网+储能”等发储用一体化的商业模式。构建以新能源为主体的新型电力系统。	规划到2025年，新型储能装机达到600万千瓦左右。加快飞轮、液流、氢能、压缩空气等新型储能技术研发应用，延伸新型储能产业链。推动新型储能规模化应用。	符合
7	《山西省“十四五”新装备规划》（晋政发〔2021〕12号）	加强风电装备自主研发能力。提高风电装备整装技术，突破大功率风电机组成套技术瓶颈，持续加强改进叶片技术、传动链技术、控制系统技术和大容量变流器技术的研发和产品研制。	坚持创新驱动，提升可再生能源产业链供应水平。依托山西综合改革示范区、太忻一体化经济区等产学研	符合

3 规划分析

序号	上层位规划	相关内容	规划内容	符合性
		<p>延伸发展新能源装备配套锻件。依托定襄锻造产业基础，重点发展发电机、法兰、制动器、轴承、齿轮、异型环锻件等风电配套零部件，逐步完善风电装备全产业链。</p> <p>研发新型光伏电池装备。重点研发光伏单晶 PERC、高效异质结电池组件，提升光电系统转换率，降低光伏电池生产能耗与成本。加快新一代晶硅原材料、薄膜电池板、高效聚光光伏电池的研发与批量生产，推进碲化镉材料光伏发电装备在多领域应用。精准招商新材料电池和高倍聚光电池、高端光伏玻璃、光热系统等企业落户，完善光伏产业链。</p> <p>发展氢能制取、储运装备和氢燃料电池。研发高压氢气存储材料与核心装备。</p>	<p>园区的基础，加强科创实力建设，在高效光伏电池、大兆瓦风机、智能化电气设备、新型储能产业、先进生物质燃料以及氢能等方面进行科研创新和产业发展。加快提升新型高效电池核心技术水平，构建光伏制造产业链；加快大兆瓦风机技术研究，补齐风机制造产业链；加快飞轮、液流、氢能、压缩空气等新型储能技术研发应用，延伸新型储能产业链；大力推广数字化、主动控制技术在可再生能源发展中的应用，推进全生命周期数字化智慧型新能源电站建设。</p>	
8	《山西省“十四五”新技术规划》（晋政发〔2021〕18号）	<p>太阳能领域。探索面向产业化的更高效率、更低成本、更长寿命的新型太阳能电池新型材料和新技术。力争光伏发电电价在“十三五”基础上下降 10%以上；发电成本低于 0.35 元/千瓦时。</p> <p>风能领域。开展大型风力发电机组关键部件可靠性研究、大型风电核心零部件加工制造工艺技术研究。降低叶片根部和塔底载荷约 5%，提升风电场发电效益约 2.5%。掌握风电设备无害化回收处理等新技术，促进风电产业高质量发展。</p> <p>生物质能领域。以能源化循环利用和清洁利用为重点，坚持因地制宜、多元发展，宜气则气、宜热则热，推动生物质能资源规模化和市场化开发，生物天然气平均 VS 产气率由 400m<sup>3</sup>/t 提高 20%，蹚出一条适宜的生物质供热分布式能源山西新模式。</p> <p>智能电网与储能领域。清洁能源电量占比力争达到 15%，可再生能源装机占比达到 40%，可再生能源发电利用率在 95%以上，电能占终端能源消费比重达到 31.4%，电网资源配置能力和运营效率位列国内领先，推动山西能源转型。</p>	<p>坚持创新驱动，提升可再生能源产业链供应水平。依托山西综合改革示范区、太忻一体化经济区等产学研园区的基础，加强科创实力建设，在高效光伏电池、大兆瓦风机、智能化电气设备、新型储能产业、先进生物质燃料以及氢能等方面进行科研创新和产业发展。加快提升新型高效电池核心技术水平，构建光伏制造产业链；加快大兆瓦风机技术研究，补齐风机制造产业链；加快飞轮、液流、氢能、压缩空气等新型储能技术研发应用，延伸新型储能产业链；大力推广数字化、主动控制技术在可再生能源发展中的应用，推进全生命周期数字化智慧型新能源电站建设。</p>	符合

### 3 规划分析

序号	上层位规划	相关内容	规划内容	符合性
9	《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》 (晋政发〔2021〕34号)	加速能源清洁低碳转型。到2025年,京津冀及周边地区4市煤炭消费总量下降10%,汾渭平原4市力争实现煤炭消费负增长。大力优化能源供给结构,因地制宜发展光伏、风电、煤层气等清洁能源产业,加快布局氢能、储能等新能源项目。加快推进氢能产业链布局,力争形成10亿元氢能产业规模。推进“新能源+抽储”示范,推动储能在可再生能源消纳、电力调峰、能源互联网等领域广泛应用。到2025年,进一步降低煤炭在一次能源消费中所占比重,提升非化石能源消费比例,新能源装机占比达到40%左右。做好清洁取暖补贴政策延续,鼓励社会和民间资本投资清洁取暖供热领域。	到2025年,全省可再生能源发电装机达到8300万千瓦以上。其中:风电3000万千瓦左右、光伏5000万千瓦左右、水电(含抽蓄)224万千瓦以上、生物质能发电100万千瓦以上,新型储能装机达到600万千瓦左右,地热能供暖面积2000万平方米左右。实现新能源和清洁能源装机容量占比达到50%的目标。	符合
10	《山西省黄河流域生态保护和高质量发展规划》	能源革命综合改革试点坚实起步,新能源装机占比超过30%。 提升电力清洁发展水平。集中式和分布式并举推动风电和光伏发电发展,积极探索氢能的开发利用,推动可再生能源可持续发展。 打造新能源全产业链。以朔州、忻州为核心推进风电基地建设,以吕梁、朔州、忻州等市为重点推进光伏发电基地建设。在农林秸秆资源富裕地区大力推进生物质热电联产,在人口密集且垃圾分类推广较好的城镇周边,合理布局垃圾焚烧发电项目。全力推动风光发电平价上网。依托潞安太阳能、晋能科技等企业,打造光伏制造业铸锭/拉晶一切片一电池一组件链条,形成吕梁—晋中—长治光伏产业集群。 积极推广多种方式清洁能源供热,鼓励有条件的地区发展生物质能、地热能、太阳能、水源热泵、空气源热泵等可再生能源方式供热。	到2025年,实现新能源和清洁能源装机容量占比达到50%的目标。山西省“十四五”期间重点推动风电和光伏发电基地化规模化开发,优化推进风电和光伏发电分布式开发,稳步推进生物质能多元化开发,积极推进地热能开发,提升可再生能源产业链供应水平。	符合
11	《山西省水土保持规划(2016-2030年)》	远期目标:到2030年,建成与我省经济社会发展相适应的水土流失综合防治体系,实现全面预防保护,重点防治地区的水土流失得到全面治理,中度以上侵蚀面积大幅减少,人为水土流失得到全面防治,生态环境实现良性循环。 根据全国水土保持区划成果,我省共涉及北方土石山区和西北黄土高原区2个一级区,太行山山地丘陵区、晋陕蒙丘陵沟壑区、甘陕晋高塬沟壑区和汾渭及晋城丘陵阶地保土蓄水區4个二级区,以及太行山西北部山地丘陵防沙水源涵养区、太行山西南部山地丘陵保土水源涵养区、晋西北丘陵沟壑拦沙保土区、晋陕甘高塬沟壑保土蓄水區、	本规划属于省级可再生能源发展专项规划,是对整个山西省在“十四五”期间可再生能源发展的统筹和引领,在省级规划层面难以做到对具体建设项目的选址、规模等细化,因此要求具体项目结合所在区域水土保持要求,制定施工期水土保持方案,确保可再生能源发展与区域水土保持综合防治体系相协调。	符合

3 规划分析

序号	上层位规划	相关内容	规划内容	符合性
		晋南丘陵阶地保土蓄水区 and 汾河中游丘陵沟壑保土蓄水区 6 个三级区。山西省水土保持三级区划分详见表 4.3-7。		
12	《山西省国土空间规划（2020-2035 年）》（公众意见征求稿）	<p>总体定位：落实黄河流域生态保护和高质量发展、能源革命综合改革试点、中部崛起、“一带一路”建设和京津冀协同发展等国家重大战略，实现高质量发展、高水平崛起、高标准保护、高品质生活、高效能治理，把山西建设成为国家资源型经济转型综改试验区、黄河中游生态保护和高质量发展的样板区、世界级文化生态魅力区。</p> <p>以资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价为基础，推动形成集聚开发和分类保护相适应的“两山七河一流域，一主三副六市域中心”的国土空间开发保护总体格局，支撑全省高质量转型发展。</p> <p>优化能矿资源开发布局。稳步推进风电、光伏基地化开发，建设晋北千万千瓦风光外送基地、晋西百里风光带生态示范基地、晋中南可再生“新能源+储能”示范基地。</p> <p>提升能源保障水平。打造国家电力外送基地，构建清洁低碳、安全高效的现代电源供应体系。</p>	<p>加快发展可再生能源、实施可再生能源替代行动，是我国推进能源革命和构建清洁低碳、安全高效能源体系的重大举措。山西是全国唯一的国家资源型经济转型综合配套改革试验区，“十四五”时期是我省深入开展能源革命综合改革试点、打造全国能源革命排头兵的关键期。</p>	符合

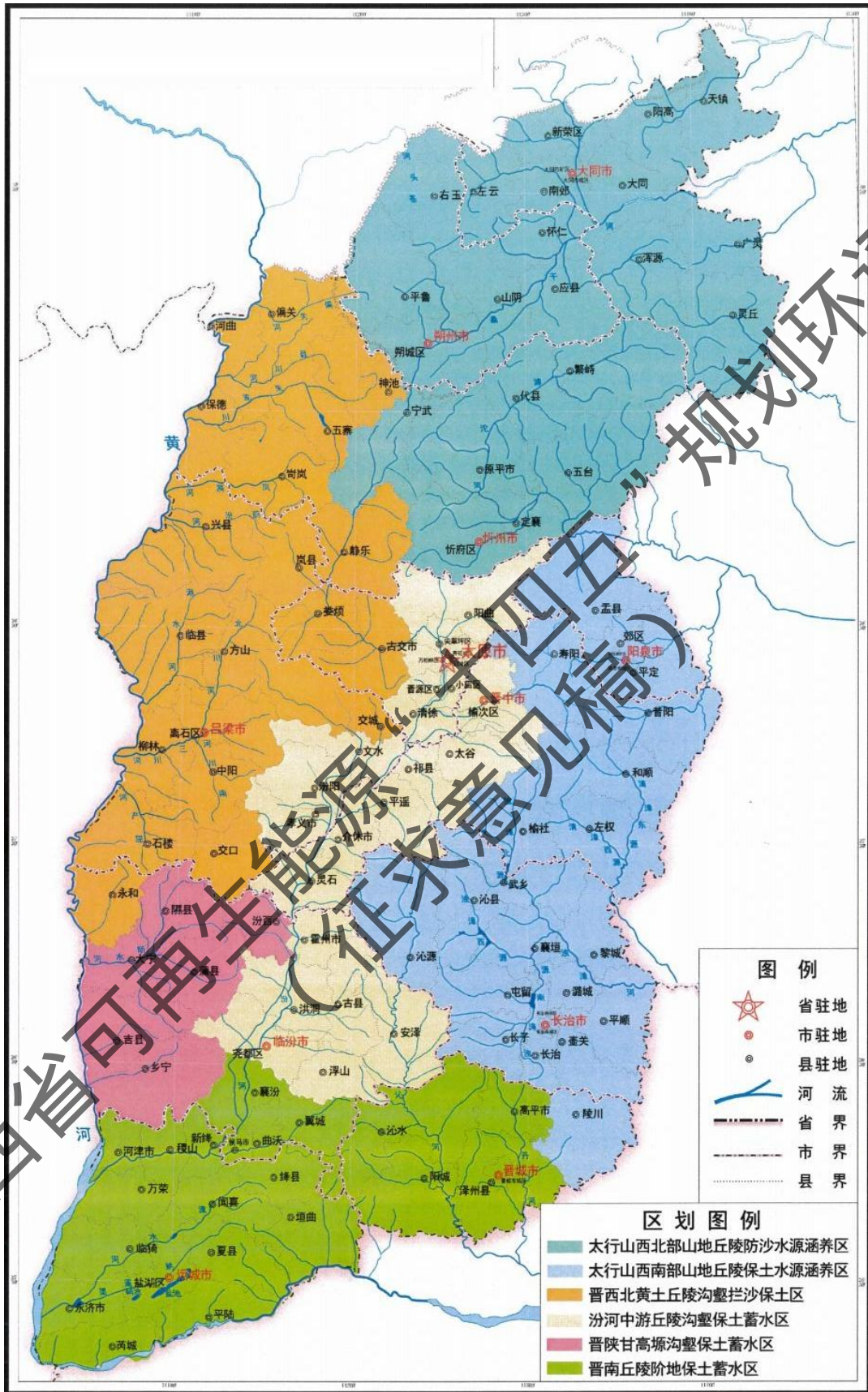


图 3.2-4 山西省水土保持区划图

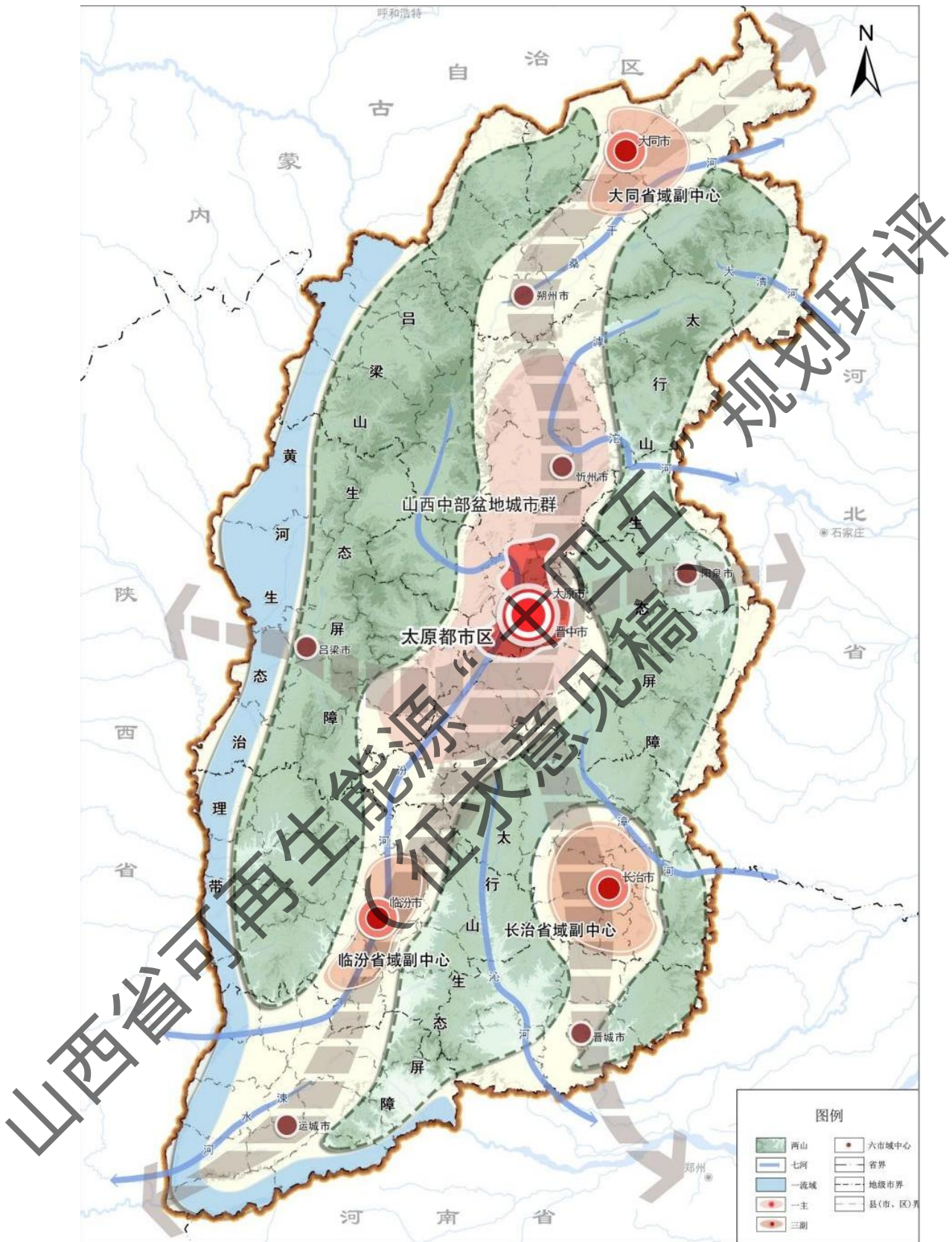


图 3.2-5 山西省国土空间规划（公众征求意见稿）总体空间格局图



### 3.2.6 与“三线一单”的协调性

本规划与《山西省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（晋政发〔2020〕26号）的协调性

山西省生态环境分区管控体系分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元。

优先保护单元：主要包括生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区、泉域重点保护区，以及生态功能重要和生态环境敏感脆弱的区域等。主要分布在太行山、吕梁山等生态屏障带，以及沿黄水土流失生态脆弱区域。该单元依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇开发建设，在功能受损的优先保护单元优先开展生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。

重点管控单元：主要包括城市建成区、省级以上经济技术开发区和产业园区、大气环境布局敏感区和弱扩散区，以及开发强度高、污染物排放量大、环境问题相对集中的区域等。主要分布在“一主三副六市域中心”等城镇化以及工业化区域。该单元进一步优化空间布局，加强污染物排放控制和环境风险防控，不断提升资源能源利用效率，解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题，实现减污降碳协同效应。京津冀及周边地区和汾渭平原等国家大气污染联防联控重点区域，要加快调整优化产业结构、能源结构，严禁新增钢铁、焦化、铸造、水泥、平板玻璃等产能，要加快实施城市规划区“两高”企业搬过，完善能源消费双控制度。

一般管控单元：指优先保护单元和重点管控单元之外的其他区域。该单元主要落实生态环境保护基本要求，执行国家及我省相关产业准入、总量控制、排放标准等管理规定，推动区域生态环境质量持续改善。

《山西省可再生能源发展“十四五”规划》属于省级可再生能源发展专项规划，是对整个山西省在“十四五”期间可再生能源发展的统筹和引领，在省级规划层面难以做到对具体建设项目的选址、规模等细化，因此要求在项目环评阶段具体分析该项目选址的合理性，尽可能避让优先保护单元，落实重点管控单元和一般管控单元管控要求，将“三线一单”成果作为可再生能源发展产业布局、资源开发、重大项目选址的重要依据，促进经济社会高质量发展。

### 3 规划分析

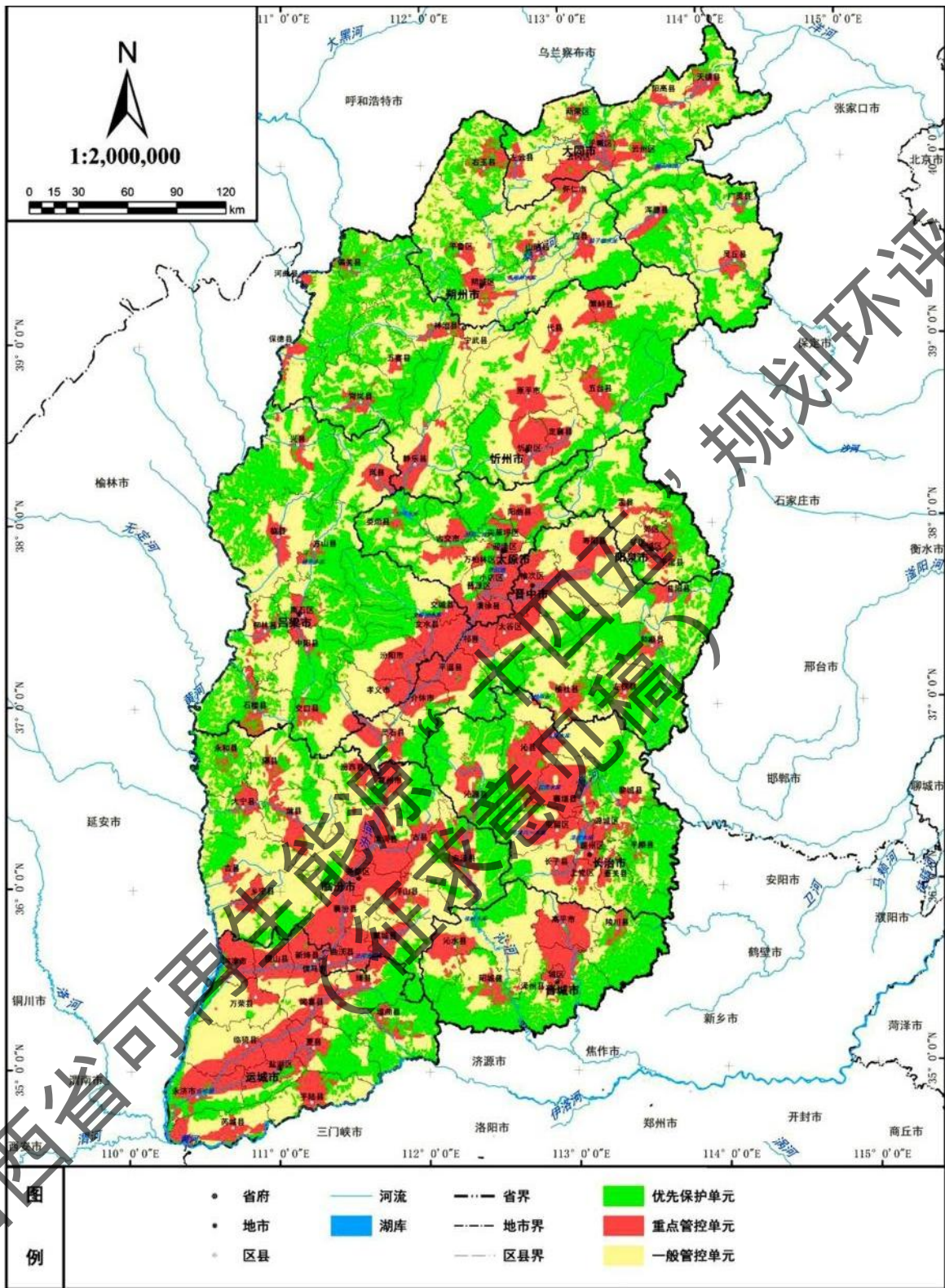


图 3.2-6 山西省“三线一单”分区管控图

### 3.2.7 规划协调性分析小结

本节分析了规划与相关的生态环境保护法律法规、政策、上层位规划、同层位规划等的协调性，得出协调性分析小结如下：

(1) 《山西省可再生能源发展“十四五”规划》属于省级可再生能源发展专项规划，是对整个山西省在“十四五”期间可再生能源发展的统筹和引领，在省级规划层面难以做到对具体建设项目的选址、规模等细化，因此要求在严格避让禁止开发区域，合理避让限制开发区域的基础上，在项目环评阶段具体分析该项目选址的合理性，满足国家、山西省对各类可再生能源开发用地方面已作出的规定，不影响所在区域主体功能的发挥。本规划与《全国主体功能区划》、《山西省主体功能区划》协调。

(2) 可再生能源开发利用项目在项目环评阶段应具体分析该项目选址的合理性，项目所处区域的生态功能分区情况以及该分区主要生态问题和生态保护方向，确保可再生能源发展与区域生态环境保护相协调。本规划与《全国生态功能区划》、《山西省生态功能区划》协调。

(3) 《山西省可再生能源发展“十四五”规划》中涉及的风电、光伏发电、生物质能开发、地热能开发、水力发电（含抽蓄）等产业，均属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》及其修改决定中鼓励类，规划符合产业政策。

(4) 加快发展可再生能源、实施可再生能源替代，可从源头上减少煤炭消耗带来的污染物排放，实现煤炭消费总量负增长，本规划与国家、山西省大气、水、固废、土壤、噪声污染防治法/条例协调，具体项目选址应与自然保护区、风景名胜区、森林公园、永久基本农田、文物保护单位、公益林等生态环境敏感目标的保护要求协调。具体项目应在满足国家、山西省有关可再生能源发展用地方面要求的基础上，具体分析该项目的选址合理性。

(5) 本规划与国家、山西省生态保护和黄河流域高质量发展规划、山西省“十四五”系列规划、山西省水土保持规划、山西省国土空间规划（公众征求意见稿）等上层位、同层位规划协调。

(6) 可再生能源开发利用项目选址应尽可能避让优先保护单元，落实重点管控单元和一般管控单元管控要求，将山西省和 11 市“三线一单”成果作为可再生能源发展产业布局、资源开发、重大项目选址的重要依据，促进经济社会高质量发展。

## 4 环境现状调查与评价

### 4.1 自然环境概况

略

### 4.2 社会经济概况

略

### 4.3 区域环境质量现状调查

#### 4.3.1 环境空气质量现状

本次评价收集了2017~2021年度山西省生态环境状况公报中环境空气质量统计结果，来分析山西省环境空气质量变化趋势，详见表4.3-1和图4.3-1。

SO<sub>2</sub>: 11市和山西省2017~2021年所有60个监测数据中，仅晋中市、临汾市、吕梁市2017年3个数据超标，超标率5.00%。最大占标率出现在晋中市2017年140.00%。

NO<sub>2</sub>: 11市和山西省2017~2021年所有60个监测数据中，有20个数据超标，超标率33.33%。其中大同市、朔州市、运城市所有监测数据均达标，其余城市和山西省均存在不同程度超标现象。最大占标率出现在太原市2017年135.00%。

PM<sub>10</sub>: 11市和山西省2017~2021年所有60个监测数据中，有56个数据超标，超标率93.33%。除大同市2020年和2021年，长治市和晋中市2021年年均值监测结果达标外，其余全部监测结果超标。最大占标率出现在太原市2018年192.86%。

PM<sub>2.5</sub>: 11市和山西省2017~2021年所有60个监测数据中，有53个数据超标，超标率88.33%。最大占标率出现在临汾市2017年225.71%。

CO: 11市和山西省2017~2021年所有60个监测数据中，仅晋城市、临汾市2017年2个数据超标，超标率3.33%。最大占标率出现在晋城市2017年107.50%。

O<sub>3</sub>-8h: 11市和山西省2017~2021年所有60个监测数据中，有48个数据超标，超标率80.00%。其中大同市所有监测数据均达标，其余城市和山西省均存在不同程度超标现象。最大占标率出现在晋城市2017年136.25%。

到2021年，山西省全省6项基本污染物中PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub>超标，占标率依次为105.71%、111.43%和105.63%。区域为环境空气质量不达标区。

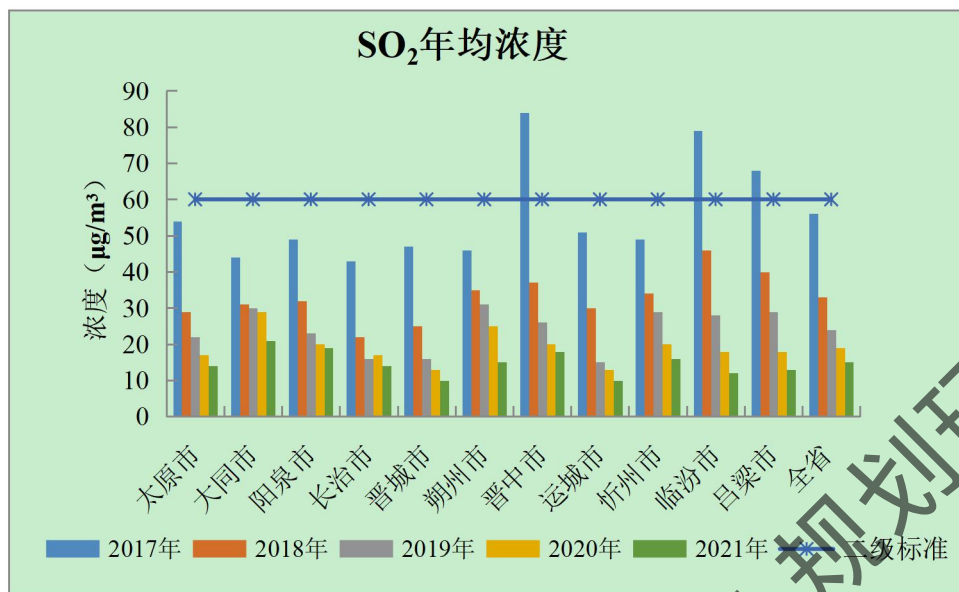


图 4.3-1 (a) SO<sub>2</sub>年均值变化趋势

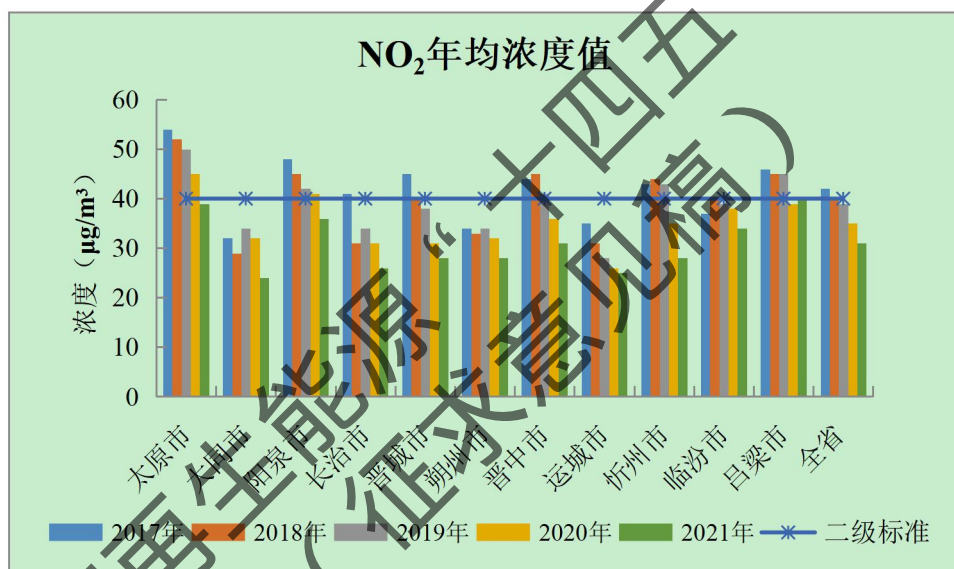


图 4.3-1 (b) NO<sub>2</sub>年均值变化趋势

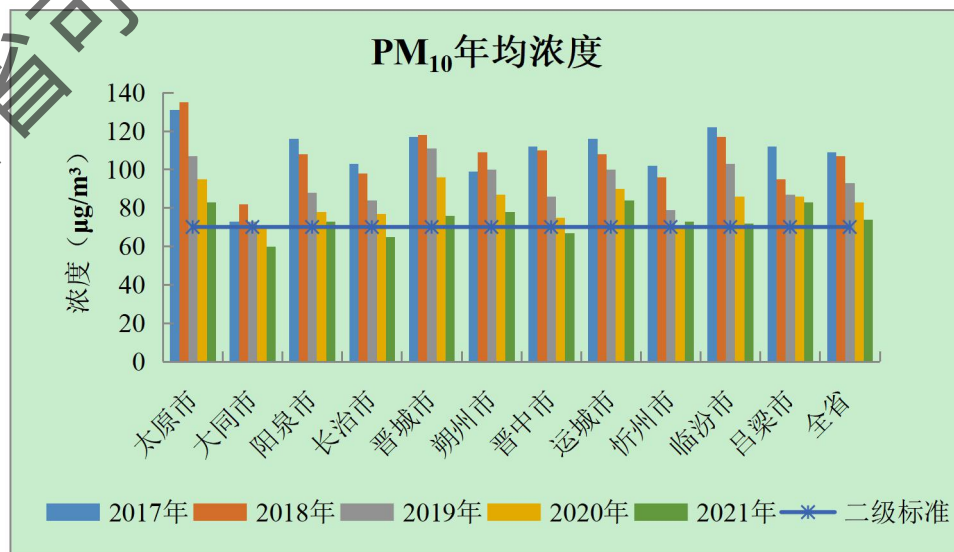


图 4.3-1 (c) PM<sub>10</sub>年均值变化趋势

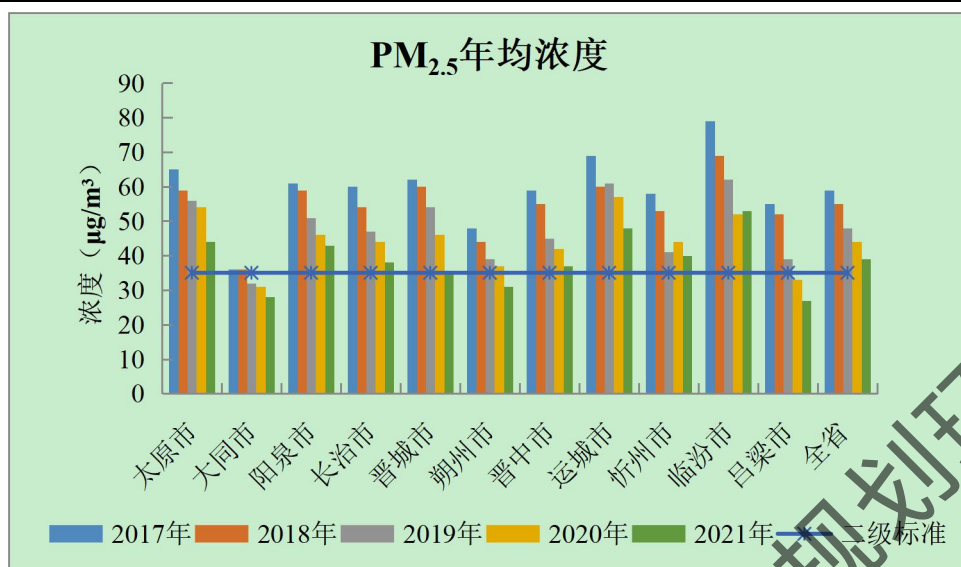


图 4.3-1 (d) PM<sub>2.5</sub> 年均值变化趋势

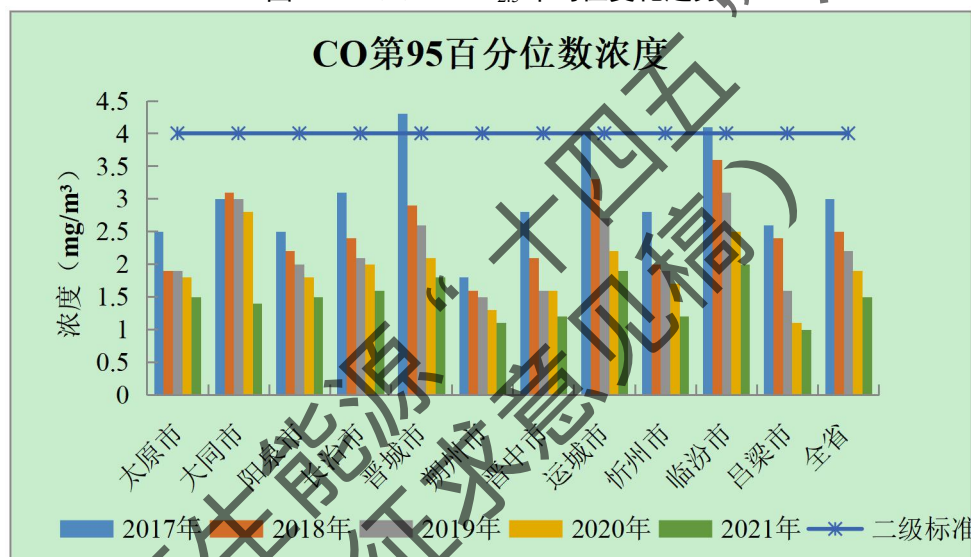


图 4.3-1 (e) CO 第 95 百分位浓度值变化趋势

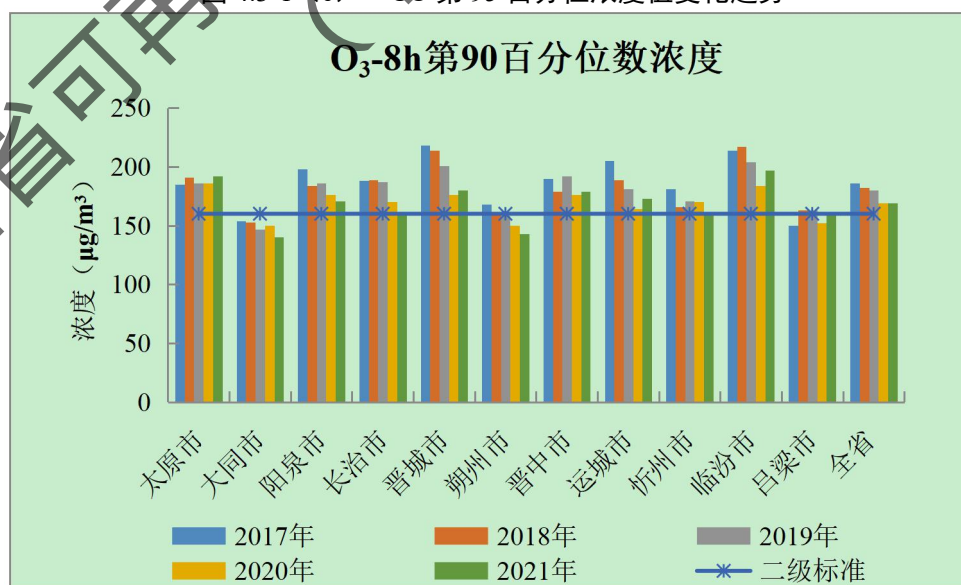


图 4.3-1 (f) O<sub>3</sub>-8h 第 90 百分位浓度值变化趋势

### 4.3.2 地表水环境质量现状

本次评价收集了2016~2020年度山西省生态环境状况公报中地表水环境质量统计结果，来分析山西省地表水环境质量变化趋势，详见表4.3-2。从统计表中可以看出，2016~2020年这五年间，山西省地表水环境质量状况有了显著提升。其中水质优良（I~III类）类别比例从2016年的48.0%上升至2020年的65.3%，重度污染（劣V类）类别比例从2016年的28.0%下降至2020年的2.0%。总的地表水环境状况评价2016~2018年为中度污染，2019~2020年为轻度污染，到2020年，全省58个国家考核断面均退出劣V类。

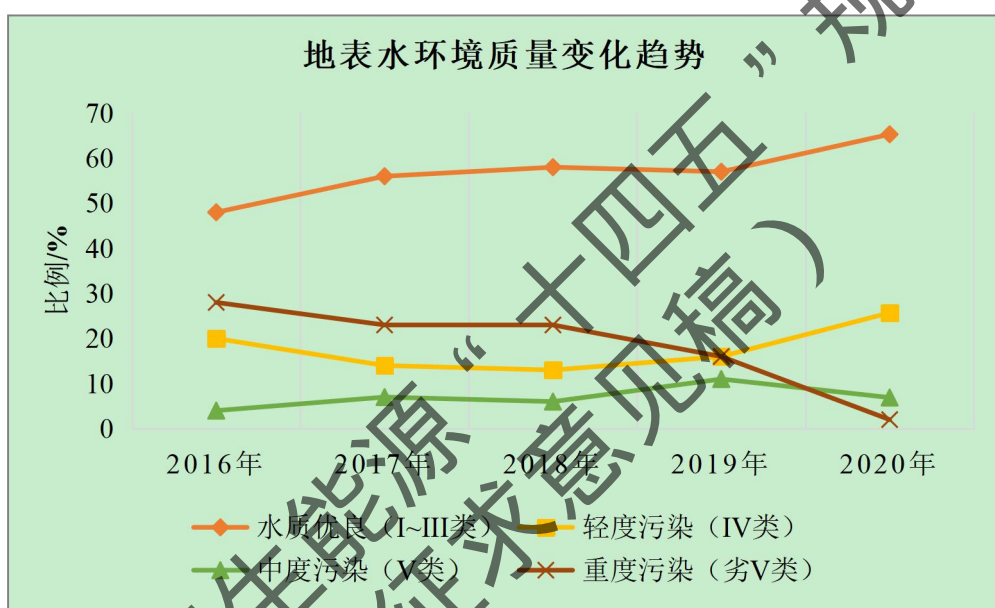


图 4.3-2 山西省地表水环境质量变化趋势

### 4.3.3 地下水环境质量现状

#### 4.3.3.1 全省地下水水质

本次评价收集了2016~2020年度山西省生态环境状况公报中地下水环境质量统计结果，来分析山西省地下水环境质量变化趋势，详见表4.3-3。2016~2017年按照《地下水质量标准》(GB/T14848-93)进行评价，全省地下水总体水质较好；2018~2020年按照《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准评价，其中2018年达标井146眼，占比72.3%，2019年达标井188眼，占比72.0%，2020年达标井203眼，占比78.1%。

#### 4.3.3.2 城市集中式生活饮用水水源地水质

本次评价还收集了2016~2020年山西省城市集中式生活饮用水水源地水质统计结果，具体情况如下。

2016年11个地级市共监测27个集中式饮用水水源地，总体水质达标率为89.3%。其中：太原、大同、长治、晋城、朔州、忻州、晋中、运城、吕梁9市集中式饮用水水源地水质达标率为100%，临汾、阳泉2市水质达标率为0%。

2017年11个地级市共监测26个城市集中式饮用水水源地，总体水质达标率为87.0%。其中：太原、大同、长治、晋城、朔州、忻州、晋中、运城、吕梁9个市水质达标率为100%，临汾、阳泉2个市水质达标率为0%。与2016年相比，水质基本保持稳定。

2018年，全省11个地级城市的26个集中式饮用水水源地水质达标率为88.1%，其中21个地下水水源地水质达标率为89.0%，5个地表水水源地水质达标率为86.4%，临汾和阳泉市水源地有超标情况，主要超标项目为总硬度、硫酸盐。

2019年，全省11个地级城市的26个集中式饮用水水源地水质达标率为86.8%，其中21个地下水水源地水质达标率为87.1%，5个地表水水源地水质达标率为86.1%，临汾、阳泉和运城市水源地有超标情况，主要超标项目为总硬度、硫酸盐、钠。

2020年，全省地级及以上城市在用集中式生活饮用水水源25个监测断面(点位)中，23个全年均达标，占比92.0%。地表水水源监测断面(点位)5个，4个全年均达标，占比80.0%；1个全年均超标，主要超标指标为硫酸盐。地下水水源监测点位20个，19个全年均达标，占比95.0%；1个全年均超标，主要超标指标为总硬度和硫酸盐。

#### 4.3.4 声环境质量状况

##### 4.3.4.1 城市区域环境噪声

2016~2020年全省城市区域昼间平均等效声级依次为52.8dB(A)、52.8dB(A)、53.8dB(A)、53.5dB(A)和52.9dB(A)，评价级别均为较好。

##### 4.3.4.2 城市道路交通噪声

2016~2020年全省城市道路昼间平均等效声级依次为65.8dB(A)、65.2dB(A)、65.8dB(A)、65.4dB(A)和64.3dB(A)，评价级别均为好。



#### 4.3.4.3 城市功能区噪声

2016~2020 年全省各类功能区昼间和夜间达标率均呈整体上升趋势。其中，功能区昼间达标率从 2016 年的 81.5% 上升至 2020 年的 94.7%，功能区夜间达标率从 2016 年的 72.4% 上升至 2020 年的 84.7%。

#### 4.3.5 自然生态环境现状

##### 4.3.5.1 全省自然生态环境现状

根据《2020 年山西省生态环境状况公报》，截止 2020 年底，全省共建成自然保护区 46 个，其中国家级 8 个，省级 38 个。自然保护区面积达 110 万公顷，占全省国土面积的 7.4%。

地形、地貌、气候、土壤的复杂多样，造就了我省生物种类的多样性。山西省野生脊椎动物和野生维管束植物种类共有 2602 种，其中野生维管束植物共 152 科 685 属 2121 种，包括蕨类植物 22 科 39 属 95 种，裸子植物 4 科 8 属 14 种，被子植物 126 科 638 属 2012 种；野生脊椎动物共 34 目 108 科 481 种，包括哺乳类 7 目 22 科 65 种，鸟类 17 目 64 科 329 种，爬行类 2 目 7 科 27 种，两栖类 2 目 5 科 12 种，鱼类 6 目 10 科 48 种。

我省境内共有中国特有种 635 种，其中，野生维管束植物特有种 591 种，野生脊椎动物特有种 44 种。有国家一级保护动物 7 种，二级保护动物 51 种；国家一级保护植物 1 种，二级保护植物 7 种。维管束植物中属于极危物种 1 种，濒危物种 10 种，易危物种 53 种。野生脊椎动物中属于极危物种 2 种，濒危物种 11 种，易危与近危物种 62 种。

##### 4.3.5.2 生态功能区划

(1) 《全国生态功能区划》：山西省涉及 I-01-07 太行山区水源涵养与土壤保持功能区、I-03-01 太岳山区土壤保持功能区、I-03-16 吕梁东部黄土丘陵沟壑土壤保持功能区、I-03-17 吕梁山山地土壤保持功能区、II-01-12 永定河上游间山盆地农产品提供功能区、II-01-35 沁南盆地农产品提供功能区、II-01-36 汾渭盆地农产品提供功能区、III-02-06 太原城镇群等八大功能区。另外，还涉及 63 个重要生态功能区中的太行山区水源涵养与土壤保持重要区、黄土高原土壤保持重要区。见图 3.2-2。

(2) 《山西省生态功能区划》：山西省生态功能区划共分为 5 个一级生态区、15

个生态亚区、44 个生态功能区。44 个生态功能区可归属为 6 类生态功能区。其中：水土保持和风沙控制类型生态功能区 8 个，煤炭、有色金属开发与生态系统恢复类型生态功能区 8 个，山地丘陵水源涵养、生物多样性保护和自然景观保护类型生态功能区 8 个，农牧业生产类型为主的生态功能区 13 个，水库调蓄与水土保持类型生态功能区 1 个，城市发展与城郊、盆地农业类型生态功能区 6 个。见图 3.2-3。

#### 4.3.5.3 土壤侵蚀与水土保持区划

##### (1) 土壤侵蚀

山西是一个以山地丘陵为主的省份，山丘区面积占总面积的 80%以上，东西为高山，中间是断陷盆地。西部吕梁山以黄土丘陵沟壑区和黄土残塬沟壑区为主，东部太行山以土石山区为主，中部断陷盆地及盆地向山地过渡地带以黄土丘陵阶地和冲积平原为主。

从偏关县以南到乡宁县的吕梁山区，丘陵起伏，沟壑纵横，土质疏松，植被稀少，是全省水土流失最严重的地区。其中偏关县到石楼县沿黄河一带（晋陕峡谷东岸），地形十分破碎，水土流失强烈，年土壤侵蚀模数一般 8000~12000t/km<sup>2</sup>，高的可达 15000t/km<sup>2</sup> 以上，是泥沙的主要来源区；从永和县以南到乡宁县一带，由于径流冲刷，沟头延伸，沟壁扩张，沟壑越冲越大，塬面越来越小，地形越来越破碎，完整的塬面已变成了残塬。

忻州市北部部分地区及朔州市、大同市大部分地区，地形较缓，土质疏松，植被稀少，气候干燥，风蚀、水蚀交替发生且都很严重，年土壤侵蚀模数一般 2000~4000t/km<sup>2</sup>，高的可达 5000~8000t/km<sup>2</sup>。春季风蚀强烈，当风速大于 5m/s 时可以就地起沙，引起严重风蚀。夏季降水集中，水蚀亦很严重。

太行山、吕梁山、恒山、五台山、太岳山、中条山等山脉的山脊及两麓地带，地势较高，气候较寒，雨量较多，石厚土薄，植被较好，林草茂密的地方水土流失轻微，林草覆盖差的地方，水土流失较严重，年土壤侵蚀模数一般 500~2500t/km<sup>2</sup>，高的可达 3000t/km<sup>2</sup> 以上。在特大暴雨情况下，易产生山洪和泥石流灾害。

河谷两侧和盆地周围的坡积、洪积台地区及南部黄河沿岸地区，地形呈台阶状，地面坡度较缓，水土流失较轻，年土壤侵蚀模数一般 3000~5000t/km<sup>2</sup>，高的可达 6000~8000t/km<sup>2</sup>。

大同、忻州、太原、长治、临汾、运城盆地，地形平缓，水土流失程度轻微。

## (2) 水土保持规划

根据全国水土保持区划成果,我省共涉及北方土石山区和西北黄土高原区 2 个一级区,太行山山地丘陵区、晋陕蒙丘陵沟壑区、甘陕晋高原沟壑区和汾渭及晋城丘陵阶地保土蓄水区 4 个二级区,以及太行山西北部山地丘陵防沙水源涵养区、太行山西南部山地丘陵保土水源涵养区、晋西北丘陵沟壑拦沙保土区、晋陕甘高原沟壑保土蓄水区、晋南丘陵阶地保土蓄水区 and 汾河中游丘陵沟壑保土蓄水区 6 个三级区。山西省水土保持区划图见图 3.2-4。

### 4.3.5.4 植被功能型类型及其群系组成

《山西高原植物群落多样性格局与构建机制》(山西大学博士学位论文,秦浩 2018 年)根据植物功能型划分依据和标准,将山西省植被功能型类型划分为 19 类,其中乔木 4 类,灌木 2 类,草本 9 类,栽培作物 4 类。受地形、水分和温度等因子的影响,山西各区域植物功能型的组成南北差异显著。

#### (1) 乔木类植物功能型及其群系组成

乔木类植物功能型包括寒温性常绿针叶林、温性常绿针叶林、寒温性落叶针叶林和温性落叶阔叶林 4 类,主要分布于山西各大山区。其中温性常绿针叶林和温性落叶阔叶林面积较大,分别占山西植被面积的 4.65%和 4.37%。寒温性针叶林主要分布于管涔山、关帝山和五台山等地的阴坡和半阴坡,海拔 1800m~2700m,主要群系组成为白杆林、青杆林和华北落叶松林。温性针叶林则以油松林和侧柏林为主,在山西恒山以南山地分布较广,海拔 600m~1600m 的阳坡分布较多。温性落叶阔叶林主要分布于南部暖温带地区,如中条山、吕梁山中南部和太岳山等,代表群系有辽东栎林、栓皮栎林等。

#### (2) 灌木类植物功能型及其群系组成

灌木类植物功能型分为高寒落叶灌丛和温性落叶灌丛,广泛分布于山西各地的山地、丘陵和河谷,具有面积大、类型多的特点。灌丛以温性落叶灌丛为主,占灌丛总比例的 99.47%,大多为次牛类型,主要分布于 2000 以下的山地、丘陵地带。主要群系类型有荆条灌丛、沙棘灌丛、三裂绣线菊灌丛、黄刺玫灌丛和虎榛子灌丛等。寒温性落叶灌丛分布范围较窄,占植被总面积的 0.03%,主要分布于管涔山、关帝山和五台山等海拔 2000m 以上的区域,与亚高山草甸构成亚高山灌丛草甸带。主要群系类型有鬼箭锦鸡儿灌丛和金露梅灌丛等。

### (3) 草本类植物功能型及其群系组成

草本类植物功能型包括多年生禾草草丛、多年生禾草草原、多年生禾草草甸、多年生杂类草草丛、多年生杂类草草原、多年生杂类草草甸、多年生莎草草甸、一年生杂类草草甸和多年生豆科草草原。草丛类植物功能型由多年生禾草草丛和多年生杂类草草丛组成，在山西分布面积较大，分别占 15.87%和 3.92%，大多由多年生中生和旱中生草本植物组成，广泛分布于山西恒山以南丘陵地带，海拔 600m~1400m，主要群系有白羊草草丛、黄背草草丛、野古草草丛和蒿类草丛。草甸类植物功能型以多年生莎草草甸和多年生杂类草草甸为主，分别占草甸类型的 94.61%和 4.86%，多为多年生湿中生、中生草本植物，主要群系有苔草草甸和杂类草草甸。草原类植物功能型由多年生禾草草原、多年生杂类草草原和多年生豆科草草原组成，在山西分布面积相对较少，主要分布于山西北部的温带草原，主要群系有大针茅草原、长芒草草原和百里香草原等。

### (4) 栽培作物植物功能型及其群系组成

栽培作物植物功能型分为果园、一年一熟作物田、一年二熟作物田和二年三熟作物田。从图 4.3-4 可以看出，作物田主要集中分布于山西的各大盆地，如大同盆地、太原盆地、长治盆地、临汾盆地和运城盆地。一年一熟作物田在山西分布面积最大，占山西植被面积的 24.79%，主要分布于太原盆地以北地区，该地区年降水量少(370mm~400mm)，热量资源差( $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温  $2200^{\circ}\text{C}\sim 3200^{\circ}\text{C}$ )，无霜期较短(100d~120d)，作物类型主要是玉米、高粱、莜麦等。二年三熟作物田主要分布于忻定盆地、太原盆地和晋东南地区，该区热量资源较好( $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温  $3000^{\circ}\text{C}\sim 3500^{\circ}\text{C}$ )，无霜期较长(150d~170d)，作物类型多以玉米、谷子等主。一年二熟作物田主要分布在南部临汾盆地和运城盆地，该区热量资源好( $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温  $4000^{\circ}\text{C}\sim 5000^{\circ}\text{C}$ )，无霜期最长(180d~200d)，主要作物有小麦、棉花和玉米等。

#### 4.3.5.5 生态环境敏感目标识别

山西省目前现有自然保护区 46 处(国家级 8 处，省级 38 处)，风景名胜区 49 处(国家级 6 处，省级 43 处)，世界文化自然遗产 3 处，森林公园 83 处(国家级 26 处，省级 57 处)，地质公园 19 处(国家级 10 处，省级 9 处)，沙漠公园 12 处(全部为国家级)，湿地公园 61 处(国家级 19 处，省级 42 处)，重要湿地 10 处(全部为省级)，水产种质资源保护区 3 处(全部为国家级)。详细信息见附表 1。

山西省现有地级以上水源地 27 处（地下水型 21 处，湖库型 5 处，河流型 1 处），县级水源地 123 处（地下水型 109 处，湖库型 13 处，河流型 1 处）。详细信息见附表 2。

山西省现有国家级重点文物保护单位 531 处（截止 2019 年 10 月 16 日第八批名单公布），详细信息见附表 3，省级重点文物保护单位 779 处（截止 2021 年 8 月 4 日第六批名单公布）。

山西省可再生能源“十四五”规划环评  
(征求意见稿)

## 5 环境影响识别与评价指标体系构建

### 5.1 规划实施的环境影响识别

本节识别可再生能源发展规划实施可能产生资源、生态、环境影响，初步判断影响的性质、范围和程度，确定评价重点。如下表所示，识别《山西省可再生能源发展“十四五”规划》中涉及的风电、光伏发电、生物质能发电、水力发电、地热能、新型储能等规划内容对土地资源、水资源、能源、环境空气质量、地表水环境质量、地下水环境质量、土壤环境质量、环境噪声、固体废物、环境风险、生态环境等要素的影响性质、范围和程度。

表 5.1-1 规划环境影响识别矩阵清单

可再生 能源	土地资 源	水资源	能源	环境空 气质量	地表水 环境质 量	地下水 环境质 量	土壤环 境质量	环境噪 声	固体废 物	环境风 险	生态环 境
风电	-1L		+2L		-1S	-1S	-1S	-1L	-1L	-1L	-2L
光伏发 电	-2L	-1L	+2L		-1S	-1S	-1S		-1L		-1L
生物质 能发电	-1L	-1L	+1L	-1L	-1L	-1S	-1S	-1L	-1L	-1L	
水力发 电			+1L			-1L		-1L	-1L		-2L
地热能			+1L			-1L		-1L	-1L		
新型储 能	-1L		+2L								

说明：“+”表示有利影响，“-”表示不利影响；“S”表示可逆或短期影响，“L”表示不可逆或长期影响；3、2、1 分别表示强、中、弱影响。

### 5.2 环境目标与评价指标体系构建

根据规划环评导则的相关要求，规划的层次与深度，以及山西省“十四五”可再生能源发展模式，本节参照《山西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》、《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》、《山西生态省建设规划纲要（2021-2030 年）》、《山西生态省建设指标体系》、《山西省城市环境空气质量达标规划编制技术指南（试行）》（晋环大气函〔2020〕100 号）、《国家生态工业示范园区标准》（HJ 274-2015）等建立

本规划环评评价指标体系，突出可再生能源发展规划特点，从环境质量、污染排放、资源利用、生态保护、风险防控、环境管理等方面，并考虑现状和数据可得性，筛选的评价指标体系如表 5.2-1 所示。

山西省可再生能源“十四五”规划环评  
(征求意见稿)

5 环境影响因素识别与评价指标体系构建

表 5.2-1 规划环境目标与评价指标体系

主题	目标	评价指标		单位	指标值/要求		依据
					现状(2020年)	规划期末(2025年)	
①环境质量	环境质量	环境空气质量	PM <sub>10</sub>	μg/m <sup>3</sup>	83	71	《山西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》 《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》《山西生态省建设指标体系》 《山西省城市环境空气质量达标规划编制技术指南(试行)》
			PM <sub>2.5</sub>	μg/m <sup>3</sup>	44	完成国家下达指标	
			SO <sub>2</sub>	μg/m <sup>3</sup>	19	持续改善	
			NO <sub>2</sub>	μg/m <sup>3</sup>	35	持续改善	
			CO	mg/m <sup>3</sup>	1.9	持续改善	
			O <sub>3</sub>	μg/m <sup>3</sup>	169	稳定达标并持续改善	
			设区城市空气质量优良天数比例	%	71.9	完成国家下达指标	
		地表水达到或好于 III 类水体比例	%	65.3	完成国家下达指标	《山西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》 《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》《山西生态省建设指标体系》	
		地表水劣 V 类水体比例	%	0	0		
		城市建成区黑臭水体比例	%	基本消除	0		
				县级及以上城市集中式饮用水水源水质达到或优于 III 类比例	%	92	92
		城市功能区声环境质量达标率	%	昼间 94.7, 夜间 84.7	持续改善	《声环境质量标准》(GB3096-2008) 《2020 年山西省生态环境状况公报》	
土壤环境		受污染耕地安全利用率	%	97	完成国家下达指标	《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》《山西生态省建设指标体系》	
		重点建设用地安全利用	%	—	有效保障		
②污染排放	减少污染物的排放量, 保护区域环境	COD 排放总量减少		%	29.53 万 t	完成国家下达指标	《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》 《山西生态省建设指标体系》
		氨氮排放总量减少		%	3.66 万 t	完成国家下达指标	
		NO <sub>x</sub> 排放总量减少		%	70.92 万 t	完成国家下达指标	
		SO <sub>2</sub> 排放总量减少		%	78.44 万 t	10	



5 环境影响因素识别与评价指标体系构建

主题	目标	评价指标	单位	指标值/要求		依据
				现状(2020年)	规划期末(2025年)	
	质量 固体废物 产生量达 到最小 化、减量 化及资源 化	VOCs 排放总量减少	%	—	完成国家下达指标	
		COD 排放强度	kg/万元 GDP	1.67	<5.0	
		SO <sub>2</sub> 排放强度	kg/万元 GDP	4.44	<6.0	
		单位 GDP 二氧化碳排放降低比例	%	18.75 (与 2015 年相比)	完成国家下达指标	
		农村生活污水治理率	%	11.8	25	
		自然村生活垃圾收运处置体系覆盖率	%	87.5	95	
		工业固体废物(含危险废物)处置利用率	%	—	100	
③资源能 源	提高资源 能源利用 效率	单位 GDP 能源消耗降低	%	—	完成国家下达指标	《山西省国民经济和社会发展第十四个 五年规划和 2035 年远景目标纲要》 《山西省“十四五”两山七河一流域生 态保护和生态文明建设、生态经济发展 规划》 《山西生态省建设指标体系》 《国家生态工业园区标准》 (HJ 274-2015)
		非化石能源占能源消费总量比例	%	—	完成国家下达指标	
		万元 GDP 用水量下降率	%	—	完成国家下达指标	
		全省用水总量	亿 m <sup>3</sup>	72.78	完成国家下达指标	
		省内河流水消耗量	%	—	完成国家下达指标	
		跨省河流水消耗量	%	—	不超过国家分配的水 资源量	
		省内河流地表水利用率	%	—	<79	
		跨省河流地表水利用率	%	—	不超过国家分配的水 资源量	
		地下水超采率	%	8.15	完成国家下达指标	
		再生水(中水)回用率	%	—	20	
④生态保 护		森林覆盖率	%	23.57	26	《山西省“十四五”两山七河一流域生 态保护和生态文明建设、生态经济发展
		生态保护红线占国土面积比例	%	21.95	不减少	

5 环境影响因素识别与评价指标体系构建

主题	目标	评价指标	单位	指标值/要求		依据
				现状(2020年)	规划期末(2025年)	
		退化土地恢复率	%	67	完成国家下达指标	《山西生态省建设指标体系》
		物种保护指数	—	0.85	0.89	
		水土保持率	%	62	66.18	
		生态质量指数	—	—	完成国家下达指标	
⑤风险防 控		环境风险防控体系建设完善程度	%	—	100	《国家生态工业示范园区标准》 (HJ 274-2015)
		重点企业清洁生产审核实施率	%	—	100	
⑥环境管 理	规范环境 管理	环保投资占 GDP 比重	%	1.86	2.7	《山西生态省建设指标体系》 《国家生态工业示范园区标准》 (HJ 274-2015)
		环境管理能力完善度	%	—	100	
		环境信息公开率	%	—	100	
		公众对环境的满意度	%	—	100	

## 6 环境影响分析与评价

### 6.1 预测情景设置

《山西省可再生能源发展“十四五”规划》发展目标：到 2025 年，全省可再生能源发电装机达到 8300 万千瓦以上。其中：风电 3000 万千瓦左右、光伏 5000 万千瓦左右、水电（含抽蓄）224 万千瓦以上、生物质能发电 100 万千瓦以上，新型储能装机达到 600 万千瓦左右，地热能供暖面积 2000 万平方米左右。

### 6.2 规划实施生态环境压力分析

#### 6.2.1 资源需求量

##### (1) 土地资源

土地资源是可再生能源发展最主要的资源支撑。本节根据 2025 年可再生能源装机规模对其所需土地资源进行分类估算（仅估算永久占地），详见下表。其中，风电、光伏发电类比能源局获得的相关占地指标数据，水电（含抽蓄）类比山西浑源抽水蓄能电站项目环评，生物质能发电参考《电力工程项目建设用地指标》（建标〔2010〕78 号）中相关用地指标。地热能开发主要是换热站及供热管网用地，其面积较小，本次评价不做估算。新型储能包括电源侧储能、电网侧储能、用户侧储能等方式，“可再生能源+储能”是新型储能的重要组成部分，储能设施与可再生能源发电设施配套建设，因此不再重复估算。

表 6.2-1 2025 年可再生能源发展土地资源需求量

可再生能源类别	装机规模（万千瓦）	永久用地占地规模（公顷）	永久用地种类	依据
风电	3000	840	升压站、风机箱变等占地面积	类比省能源局获得的相关占地指标数据
光伏发电	5000	252	升压站占地面积（光伏板占地按照临时用地管理）	
水电（含抽蓄）	224	346	水库淹没影响区、枢纽工程建设区等	类比山西浑源抽水蓄能电站项目环评
生物质能发电	100	195	厂区建设用地	《电力工程项目建设用地指标》
合计	—	1633	—	—

##### (2) 水资源

2025 年，山西省风电装机规模 3000 万千瓦，光伏发电装机规模 5000 万千瓦，通

过类比从省能源局获得的相关生产用水量和生活用水量指标数据，即风电生活用水量 5.47t/MW，光伏发电生产用水量 0.5t/MW，生活用水量 4.38t/MW，得出风电生活用水量 16.41 万 t/a，光伏发电生产用水量 2.5 万 t/a，生活用水量 5.73 万 t/a。生物质能发电装机规模 100 万千瓦，经类比发电量约为 63 亿 kw.h，参考《山西省用水定额 第 2 部分：工业用水定额》（DB14/T1049.2-2021）中相关参数，选取 0.19m<sup>3</sup>/MW.h，则垃圾、生物质能发电生产用水量 119.7 万 t/a。2025 年可再生能源发展用水量 160.51 万 t。

表 6.2-2 2025 年山西省可再生能源发展用水量测算

类别	装机规模/万千瓦	生产用水量/万 t	生活用水量/万 t
风电	3000	—	16.41
光伏发电	5000	2.5	21.9
生物质能发电	100	119.7	—
合计	—	122.2	38.31

注：光伏生产用水差异较大，很多是不清洗，清洗的方式和用水差异较大，暂按 50 吨/100 兆瓦考虑。

### (3) 能源

可再生能源开发利用可替代大量化石能源消耗，有效促进区域煤炭消费总量负增长。到 2025 年，全省可再生能源装机规模达 8300 万千瓦以上，可再生能源电力总量消纳责任权重达到 28.7%。根据《山西省可再生能源发展“十四五”规划》相关估算，到 2025 年，全省可再生能源年利用量折合 4100 万吨标准煤。

## 6.2.2 污染物排放量

### (1) 废气污染物

可再生能源开发利用项目，除生物质能发电外，风电、光伏发电、水电（含抽蓄）、地热能开发在运行期项目本身基本不产生废气污染物。到 2025 年，山西省生物质能发电装机达到 100 万千瓦以上，经类比发电量约为 63 亿 kw.h，参考《第二次污染源普查 生物质能发电行业系数手册》中核算案例估算，农林生物质燃料用量约为 470 万 t。参考循环流化床工艺产污系数，则生物质能发电各项废气污染物产生情况如下表所示。经计算，SO<sub>2</sub> 排放量约为 758t，NO<sub>x</sub> 排放量约为 957t，颗粒物排放量约为 602t。

表 6.2-3 2025 年生物质能发电废气污染物产生量

污染物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	颗粒物
产污系数（t/万 t 燃料）	8.07	7.27	427
末端治理技术去除率（%）	80%	72%	99.7%

## 6 环境影响预测与评价

污染物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	颗粒物
排放量 (t)	758	957	602

## (2) 废水污染物

根据 6.2.1 章节用水量估算结果,对山西省 2025 年可再生能源发展废水污染物产生量进行测算。其中光伏发电生产废水主要是清洗废水,垃圾、生物质能发电生产废水主要是循环冷却排水、锅炉排水、化水车间排水等。经计算,COD 产生量 119.25t,氨氮产生量 11.21t,SS 产生量 83.38t,全盐量 430.92t。

表 6.2-4 2025 年可再生能源发展废水污染物产生量

类别	污水种类	产污系数	污水量(万 t)	污染物	浓度 (mg/L)	产生量 (t)
风电	生活污水	0.8	13.13	COD	350	45.96
				氨氮	35	4.60
				SS	250	32.83
光伏发电	生产废水	0.9	2.25	SS	300	6.75
	生活污水	0.8	17.52	COD	350	61.32
				氨氮	35	6.13
				SS	250	43.8
生物质能发电	生产废水	0.2	23.94	COD	50	11.97
				氨氮	2	0.48
				全盐量	1800	430.92

## (3) 固体废物

到 2025 年,山西省风电装机规模 3000 万千瓦,光伏发电装机规模 5000 万千瓦,生物质能发电装机规模 100 万千瓦,水电装机规模 224 万千瓦,地热能供暖面积 2000 万平米。一般工业固废主要是锅炉炉渣、炉灰、脱硫石膏、烟气脱硝催化剂、废光伏电池板、生活垃圾等,产生量约 40.16 万 t;危险废物主要是废变压器油、废铅酸电池、废润滑油等,产生量约 331 t。

表 6.2-5 2025 年可再生能源发展固废种类及产生量

类别	一般工业固废			危险废物		
	种类	产生量(t)	处置方式	种类	产生量(t)	处置方式
风电	风机维修和运行 废旧玻璃钢、包装物、生活垃圾	600	外售综合利用或由 厂家回收,生活垃圾由环 卫部门统一收集处 置	废变压器油、 废铅酸电池、 废润滑油等	153	贮存于危 废暂存间, 定期交由 有资质的 单位进行 妥善处置
光伏发电	废旧光伏电池板、 生活垃圾	900		废变压器油等	50	
水电	生活垃圾	80		废润滑油、含 油废水等	10	
生物质能发电	锅炉炉渣、炉灰、 脱硫石膏、烟气脱	40 万		废机油、废活 性炭等	110	

类别	一般工业固废			危险废物		
	种类	产生量(t)	处置方式	种类	产生量(t)	处置方式
	硝催化剂等					
地热能开发	废旧零件、生活垃圾	50		废离子交换树脂等	8	
合计	—	40.16 万	—	—	331	—

### 6.2.3 主要生态因子变化量

根据报告书 6.2.1 资源需求量章节估算，山西省“十四五”末可再生能源开发利用项目所需永久用地约为 1633 公顷。因规划阶段仅对不同种类可再生能源开发项目装机容量进行预期性指标估算，而具体项目选址和规模尚不确定，因此 1633 公顷用地范围内现状土地利用类型、植被覆盖率等指标也不确定，暂无法估算主要生态因子（生物量、植被覆盖度/率、重要生境面积等）的变化量，需在具体项目环评阶段进行评价。

## 6.3 生态环境影响分析与评价

根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南》（环办环评〔2020〕33 号），可再生能源开发项目中风电、光伏发电、水电和地热项目属于生态影响类，生物质能发电属于污染影响类，不同类型可再生能源项目生态影响差别较大，以下分类别对可再生能源开发项目的生态环境影响进行分析。

### 6.3.1 风电项目生态环境影响分析

#### 6.3.1.1 对土地利用的影响

《关于加强风力发电建设项目生态环境保护监管的通知》规定：风力发电项目不得布局在自然保护区、风景名胜区、自然遗产地等生态保护红线区域，以及国家公园、森林公园、地质公园、湿地公园、天然林保护区、人工林区、一二级公益林地、高山草甸和鸟类主要迁徙通道等区域。

《风电场工程建设用地和环境保护管理暂行办法》《关于规范风电场项目建设使用林地的通知》中相关要求：风电场工程建设用地应本着节约和集约利用土地的原则，尽量使用未利用土地，少占或不占耕地，节约集约使用林地。风机基础、施工和检修道路、升压站、集电线路等，禁止占用天然乔木林（竹林）地、年降雨量 400 毫米以下区域的有林地、一级国家级公益林地和二级国家级公益林中的有林地。

风电项目建设期间，施工道路、集电线路、临时生产区等区域的土地利用格局会

发生变化，但施工结束后，临时占地将进行植被恢复，临时占用的土地可恢复原状。因此，临时占地区的土地利用类型不会改变。

风电项目永久占地主要为风机及箱变基础占地、升压站占地等。具体项目选址和永久占地应严格避让《关于加强风力发电建设项目生态环境保护监管的通知》中禁止建设区域和山西省、11市“三线一单”生态环境分区管控中优先保护单元，落实节约集约利用土地原则，尽量使用未利用土地，少占或不占耕地，节约集约使用林地。涉及占用耕地或林地的，按照《中华人民共和国土地管理法》《山西省永久性生态公益林保护条例》等法律法规要求，履行相关土地类型变更手续。

### 6.3.1.2 对植被的影响

山西省共有野生维管束植物 152 科 685 属 2121 种，包括蕨类植物 22 科 39 属 95 种，裸子植物 4 科 8 属 14 种，被子植物 126 科 638 属 2012 种。山西植被从南到北可分为：南部和东南部是以落叶阔叶林和次生落叶阔叶林为主的夏绿阔叶林或针叶阔叶混交林分布区，也是植被类型最多、种类最丰富的地区；中部是以针叶林及中生的落叶阔叶林为主、夏绿阔叶林为次分布区，是森林分布面积较大的地区；北部和西北部是温带灌草丛和半干旱草原分布区，森林植被较少，优势植物是长芒草、旱生蒿类和柠条、沙棘等。

风电项目永久占地对占地区植物及植被的影响是长期的、不可逆的。永久占地区施工将使区域内土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少。临时占地对占地区植物及植被的影响是暂时的、可恢复的。工程施工的临时占地部分，随着施工结束，工程影响会逐渐消失，并在施工结束后及时进行土地平整、复耕、植被恢复，可能使得临时占地区植物种类多样性、植被类型有所增加，将使区域内植被覆盖率形成一种动态形式的平衡。

具体项目建设要高度重视生态保护工作，制订详细的施工方案和植被恢复方案，严格落实风电机组（含箱变）区、集电线路区、检修道路区、施工临建区施工期和运营期各项水土流失防治、生态恢复以及防沙治沙措施。建设期要严格控制土地扰动面积，尽量减少植被破坏，对动土区域进行表土剥离，专门堆置，并采取临时覆盖及防止流失措施，施工结束后将剥离土用于植被恢复，种植适应当地自然条件的植被，改善生态环境。

### 6.3.1.3 对野生动物的影响

山西省共有野生脊椎动物 34 目 108 科 481 种，包括哺乳类 7 目 22 科 65 种，鸟类 17 目 64 科 329 种，爬行类 2 目 7 科 27 种，两栖类 2 目 5 科 12 种，鱼类 6 目 10 科 48 种。风电项目永久占地和临时占地对野生动物的影响表现为以下几个方面：

(1) 生境质量下降的影响

项目竣工后，风电设施运转、维护人员的活动等会干扰影响部分动物的活动栖息地、觅食地；新修的道路会对道路两边的两爬动物及哺乳动物的正常活动增加阻隔作用，也会加剧鸟类栖息地片段化。这些因素的叠加会造成风电场区动物栖息地质量下降。栖息地质量下降有可能导致部分动物种群数量下降，同时也造成风电场区的生物多样性降低，部分对栖息地变化极端敏感的种类甚至有可能离开风电场区域，转移至较远的栖息地活动。

(2) 风机的影响

① 对鸟类栖息、觅食的影响

风机对区域栖息、觅食鸟类的影响主要包括两个方面。一方面是风机运行，包括叶片运动、噪音等对鸟类的干扰影响；另一方面是风机可能与鸟类发生碰撞。

风机在运转过程中会产生叶片扫风噪声和机械运转噪声，由于大多数鸟类对噪声具有较高的敏感性，在该噪声环境条件下，大多数鸟类会选择回避，这将造成鸟类活动范围的缩减。但动物对长期持续而无害的噪音会产生一定的适应性，随着运行时间的延长，这种影响会逐渐减小甚至消失。

有研究表明，鸟类与风机发生撞击而造成死亡与风机的运转速度呈一定的相关关系，一般变速的风机对鸟类的影响较大。恶劣天气条件下如雾或雨天能见度低，增加了鸟类撞击的可能性。很强的逆风也会使鸟类降低飞行高度，从而增加相撞的几率。

② 对鸟类迁徙的影响

鸟类迁徙通道泛指鸟类中的某些种类，每年春季和秋季，有规律的、沿相对固定的路线、定时地在繁殖地区和越冬地区之间进行的长距离的往返移居的行为现象。根据《中国鸟类分类与分布名录》记载，我国具有迁徙习性的鸟类超过 700 种。



全球八大迁徙路线有三条贯穿我国全境，形成东部、中部和西部三条迁徙路线。东部路线位于东亚-澳大利西亚迁徙路线的中段偏东地带，中部路线位于中亚迁徙路线的中段偏东地带，西部路线位于西亚-东非迁徙路线的中段偏东地带。

根据《全国候鸟迁徙路线保护总体规划（草案）》，按照全球八条候鸟迁徙路线中穿越我国的三条迁徙路线的分布情况进行分区，山西省位于东部候鸟迁徙路线保护规划区域。我国共设有 1203 处候鸟迁徙重点地点，其中特别重要地点 371 处，重要地点 832 处。其中山西省共有 29 处候鸟迁徙重点地点，其中特别重要地点 11 处，重要地点 18 处。详见表 6.3-1 所示。

目前国内外已开展了风电场工程对鸟类迁徙的研究，其中包括利用雷达对世界上最大风力发电场 Horns Rev 电场地区鸟类迁徙行为的观察、监测，研究发现春季向北迁飞的鸟群在距离风力发电场 400m 左右开始变换飞行的方向，向北改为向西飞行。说明鸟类对风力发电场这类障碍物有一定的避让能力。

具体风电项目选址应尽可能避让候鸟迁徙路线和候鸟迁徙重要地点，运行期仍需注意异常天气的迁徙鸟群，夜间迁徙的鸟类，在遇到大风、大雾、降雨等恶劣天气以及无月的情况下，容易被迁徙通道上的光源吸引，使其向着光源飞行，极易撞击在光源附近的障碍物上。因此，工程运行后必须采取严格保护措施，加强对风电场光源的管控，必要时适当关闭距离迁徙通道较近的风机。

### ③ 对其他动物栖息和觅食的影响

风机在运转过程中会产生叶片扫风噪声和机械运转噪声，对动物将造成一定的驱赶作用，其中特别是对兽类中的蝙蝠类有较大影响。由于大多数动物对噪声具有较高的敏感性，在该噪声环境条件下，大多数动物会选择回避，这将造成动物活动范围的缩减。但动物对长期持续而无害的噪音会产生一定的适应性，随着运行时间的延长，这种影响会逐渐减小甚至消失。

### (3) 集电线路的影响

集电线路分直埋和架空形式。直埋电缆由于地下电缆外护套和铠装层对工频电场起到了一定的屏蔽作用，电缆周围的工频电场不大，加之土壤和电缆隧道起到的屏蔽作用，地表上的工频电场与建设前当地工频电场的环境背景相当。同时工频电场和工频磁场属于感应场，感应场的特点是随着距离的增加其场强快速衰减，高压电缆线路产生的工频磁场经过距离的衰减，对动物影响甚微。

架空部分集电线路产生的工频电磁也不会对鸟类产生不良影响，相关研究证实，在500kv的线路路线上做窝出生的小鹰与在树上的或悬崖做窝出生的平均数相同。因此，对鸟类的影响也较小。所以野生动物所受到的电磁影响较小。

#### 6.3.1.4 对生态功能区的影响

《山西省生态功能区划》共分为5个一级生态区、15个生态亚区、44个生态功能区。44个生态功能区可归属为6类生态功能区：水土保持和风沙控制类型生态功能区，煤炭、有色金属开发与生态系统恢复类型生态功能区，山地丘陵水源涵养、生物多样性保护和自然景观保护类型生态功能区，农牧业生产类型为主的生态功能区，水库调蓄与水土保持类型生态功能区，城市发展与城郊、盆地农业类型生态功能区。

6类生态功能区主要保护措施中都包括：发展以农村沼气为主的农村可再生能源，保护自然植被。认真贯彻《中华人民共和国可再生能源法》、《中华人民共和国节约能源法》的有关规定，在大力发展农村沼气的基础上，积极示范推广太阳能、生物质能、风能等可再生能源和省柴节煤炉（灶）、高效节能吊炕等节能技术，鼓励开展生物质资源的循环可持续利用，减少生物质资源直接燃烧等利用方式，切实解决农村地区生活用能，避免乱砍滥伐，保护自然植被。

#### 6.3.1.5 风机光影影响

风电机组不停地转动的叶片，在白天阳光入射方向下，如果投射到附近居民住宅的玻璃窗户上，即可产生闪烁的光影，光影会使人时常产生心烦、眩晕的症状，正常生活产生影响。如果风机布置不科学，有可能对民宅产生光影污染。

##### (1) 风机光影影响时段

北纬地区，冬至日的太阳高度角是一年中最小的一天，同时也是阴影最长的一天。冬至日任意时刻阴影长度都大于其他日期的同一时刻，所以将风机光影影响日期确定为冬至日。

##### (2) 风机光影影响范围

风电机组的光影影响范围取决于太阳高度角的大小，太阳高度角越大，风机的影子越短；太阳高度角越小，风机的影子越长。

太阳高度角（H）随着地方时和太阳的赤纬的变化而变化。太阳赤纬（与太阳直射点纬度相等）以 $\delta$ 表示，观测地地理纬度用 $\varphi$ 表示（太阳赤纬与地理纬度都是北纬为正，南纬为负），地方时（时角） $t$ 表示，有太阳高度角的计算公式：

$$\sin H = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

正午时太阳高度角最大，时角为 0，以上的公式可以简化为：

$$\sin H = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta$$

由两角和与差的三角函数公式，可得  $\sin H = \cos(\varphi - \delta)$ ，因此：

对于太阳位于天顶以北的地区而言， $H = 90^\circ - (\varphi - \delta)$ ；

对于太阳位于天顶以南的地区而言， $H = 90^\circ - (\delta - \varphi)$ ；

二者合并，因为无论是  $(\varphi - \delta)$  还是  $(\delta - \varphi)$ ，都是为了求当地纬度与太阳直射纬度之差，不会是负的，因此都等于它的绝对值，所以正午太阳高度角计算公式：

$$H = 90^\circ - |\varphi - \delta|$$

根据太阳高度角的数值即可算出物体的阴影长度  $L_0$  ( $D$  为物体高度)：

$$L_0 = D / \tan H$$

其中： $D = D_0 + D_1$ ，式中：

$D$ -风机有效高度，m；

$D_0$ -风机高度（塔高+风轮半径）；

$D_1$ -风机位置点与敏感点间的地面高差，m；

$H$ -风机点太阳高度角；

$\varphi$ -风机点纬度；

$\sigma$ -太阳倾角。

根据具体项目每台风机点位的坐标、海拔、风机的高度和方位，计算出每台风机光影的最大影响距离，根据风机点位图确定距离每台风机最近的敏感目标与此风机的距离，从而分析敏感点是否受风机光影的影响。

## 6.3.2 光伏发电项目生态环境影响分析

### 6.3.2.1 对土地利用的影响

《关于光伏电站建设使用林地有关问题的通知》中规定：各类自然保护区、森林公园（含同类型国家公园）、濒危物种栖息地、天然林保护工程区以及东北内蒙古重点国有林区，为禁止建设区域。其他生态区位重要、生态脆弱、地形破碎区域，为限制建设区域。光伏电站的电池组件阵列禁止使用有林地、疏林地、未成林造林地、采伐迹地、火烧迹地，以及年降雨量 400 毫米以下区域覆盖度高于 30% 的灌木林地和年降雨量 400 毫米以上区域覆盖度高于 50% 的灌木林地。

《光伏电站工程项目用地控制指标》要求：光伏电站工程项目建设应进行优化配置，合理利用土地。尽量利用未利用地，不占或少占农用地。《关于支持光伏扶贫和规范光伏发电产业用地的意见》进一步提出要求：可以利用未利用地的，不得占用农用地；可以利用劣地的，不得占用好地。禁止以任何方式占用永久基本农田。

具体项目选址和永久占地应严格避让《关于光伏电站建设使用林地有关问题的通知》中禁止建设区域、限制建设区域和山西省、11市“三线一单”生态环境分区管控中优先保护单元，落实节约集约利用土地原则，尽量使用未利用土地，不占或少占农用地。涉及占用耕地或林地的，按照《中华人民共和国土地管理法》《山西省永久性生态公益林保护条例》等法律法规要求，履行相关土地类型变更手续。

### 6.3.2.2 对植被的影响

项目施工过程中，将对土壤产生扰动，土壤地表植被数量降低。在建设临时道路等时，应尽量减少对地表植被的扰动，剥离的地表土壤单独存放，施工结束后及时进行生态恢复治理。工程建成后，经过针对性的植被恢复，基本可恢复临时占地植被。

光伏电站建成后，光伏电板可以起到很好的遮阳作用，阻挡一部分太阳辐射，使地表水分蒸发减少，土壤的保水蓄水能力得到提升。光伏板施加的阴影对面板下的植物多样性更高、株高更高、沉积物覆盖率更低，一些物种受益于光伏电板的存在，在某些情况下，光伏下的越冬存活率和植被覆盖率更高。当电站内植被枯落物和死亡根系经微生物降解释放到土壤中，使其有机质含量高，土壤更加肥沃，植被多样性也会随之增加。光伏板架之间留有间隔，太阳光仍能照射到下方植被，对原有植被影响较小。

### 6.3.2.3 对野生动物的影响

工程建成后，经过一段时间对光伏建设区进行的植被恢复，不会影响生态系统原有的结构和功能，对评价区内的动物种类和数量不会产生明显的影响，对评价区内的生态系统类型的多样性也不会产生明显影响。施工检修道路为开放式道路，主要利用现有道路，对两侧的物种并不会形成完全的阻隔影响，因此，对区域野生动物产生的影响较小。

### 6.3.2.4 光污染影响

光伏组件内的晶硅板片表面涂覆有防反射涂层，同时封装玻璃表面已经过防反射处理，因此光伏组件对阳光的反射以散射为主。其总反射率远低于玻璃幕墙，无眩光，

故不会产生光污染。

### 6.3.3 水电项目生态环境影响分析

#### 6.3.3.1 对土地利用的影响

《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》规定：要结合全国主体功能区规划和生态功能区划，合理确定水电规划的梯级布局。对环境承载能力较强的地区，可进行重点开发；对条件复杂、环境敏感的河流或河段，要考虑现阶段减缓不利环境影响的技术和能力，慎重开发；对部分生态脆弱地区和重要生态功能区，要根据功能定位，实行限制开发；在自然保护区、风景名胜区及其他具有特殊保护价值的地区，原则上禁止开发水电资源。

《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》要求：应高度重视流域重要生态环境敏感保护对象的保护，避让自然保护区、珍稀物种集中分布地等生态敏感区域，减小流域生物多样性和重要生态功能的损失。

水电（含抽蓄）项目永久占地（水库淹没影响区、枢纽工程建设区等）面积一般较大，涉及农用地或未利用地向建设用地转变情况较多，占地范围很可能涉及移民安置问题。涉及用地性质转变的，应严格按照《中华人民共和国土地管理法》《山西省永久性生态公益林保护条例》等法律法规要求，履行相关土地类型变更手续；涉及移民安置的，应按照《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》（2017年6月1日施行）相关要求，落实征地补偿和移民安置措施，节约利用土地，保障移民合法权益。

#### 6.3.3.2 对陆生生态的影响

##### 1、对植被的影响

##### (1) 工程建设对植被的影响

水电（含抽蓄）项目建成后，由于占用土地和河岸生境的变化，对河流周边植被造成的影响，河岸植被生态系统的影响是不可避免的。具体表现为：大坝以上形成的库区会导致库区沿岸植被被淹没；工程建设引起的减（脱）水河段原有植被种群会发生变化。

##### ① 水库淹没的影响

植被淹没影响主要体现在水库蓄水期和营运期将淹没库区土地，造成植被破坏，同时库区周边道路等工程的修建不可避免地会对河岸植被、灌丛、农作物产生一定的

影响，如造成树木砍伐、植被减少等。主要影响表现如下：

水库的建设导致上游水位增加，原来裸露的河岸生境被水淹没，形成新的半静水湿地。水库上游水域由自由流动的河流变成静水，使得水库上游生境类似于湖泊生态系统，改变了自然的侵蚀-运输-沉积过程，新的河床、河岸地貌形成。河流生态系统水文地貌的变化强烈的影响上游河岸植物群落的结构和分布，水库上游形成浅水库湾，河岸带出现较多的湿生物种，耐淹植物。水库初期蓄水使得耐淹种类成为优势种，不耐淹物种逐渐消失，原陆生生态系统转化为湿生生态系统，植物群落组成和结构与建库前产生明显差异。

蓄水后，消落区植物的自然分布将以草本植物为主，乔木和灌木受高水位影响减少或消失。因此，水库建设将导致部分水淹的河岸区域完全被水淹没，导致河岸区域的一些陆地植被减少。虽然这些河岸植物在水库蓄水后，受高水位的影响，林内的乔灌木植物个体将被淹没而减少或死亡，但野外调查发现这些河岸植被在库区周围是分布较普遍的类型，同时水库淹没线以上及库区周围也发现相似的群落，不存在因局部植被淹没而导致群落内植物种群彻底消失和灭绝。同时，水库蓄水后，将在一定程度上改善区域内的土壤和空气湿度，改善区内生态环境，有利于喜湿、喜阴植物发育，从而加速群落演替，并随环境的改善，区域内的植物生产能力将会有较大提高。由于水生和湿生生境将会明显改善，水生、湿生植物生长面积将会显著增加，植物种类和群落结构将趋于丰富和复杂化，进而有利于维系生态系统的稳定。

#### ② 对下游减水河段的河岸植被的影响

减水的影响使得下游河段植被经过一段时间的演替后，现有的部分湿地植被将会被更多耐受干旱的灌丛所替代。同时，下游河段水文因子的变化还会引起河道景观的变化，也会因农业灌溉引起农业生态系统的变化。因此，工程需根据所在河段生态用水需求，对不同时期不同来水保证率情况下，下泄到下游的河流生态流量进行研究和落实。总体上，减水河段的水位下降较小，对该区域植被的分布和总体面积影响不大，这些植被在受影响后，保留下来的仍为区域的代表性植被，同时相对于工程所在的整个区域，由于陆生植物总量大，影响较小，可采取植被恢复措施进行恢复。

#### (2) 对重点保护植物的影响

具体项目施工建设前应对区域植被类型和重点保护植物进行现状调查，如评价区涉及《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第

15号)、《山西省重点保护野生植物名录》中重点保护植物或《中国生物多样性红色名录》中列为极危、濒危和易危的物种,应严格按照《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017年10月7日修正)进行实施保护。

## 2、对陆生动物的影响

### (1) 对哺乳类的影响

施工期对哺乳类的影响是暂时的,同时由于施工活动局限在一定范围内,影响范围也是有限的,哺乳类本身一般也具有规避危险的本能,具有足够的承载力及广阔的栖息地。施工期对兽类总体影响较小,不会对哺乳动物种群造成威胁。

运行期受水库淹没影响较强的是一些小型动物的个体,大中型哺乳动物可通过迁徙来适应环境条件的改变。另一方面,与施工期相比,运行期随着人类干扰活动的减少,加之库区周围环境的恢复、改善,施工期逃离的哺乳动物会逐渐返回。因此工程运行只影响一些小型哺乳动物的个体,对大中型哺乳动物基本没有不利影响,相反甚至有利于它们的繁殖生存。特别是水库周边的浅水区,可以为哺乳动物提供水源,为动物的生存提供有利条件。

### (2) 对鸟类的影响

施工期施工噪声、植被破坏将影响一些鸟类的觅食地、栖息地,很多树栖鸟类可能因树木砍伐而丧失巢穴,但施工影响面积小,影响范围有限,同时鸟类活动范围大,活动能力强,施工期间鸟类会飞离施工区,去附近区域觅食、栖息。

运行期上下水库蓄水将增加该地区的水域面积,为水鸟提供了休息觅食的场所,吸引水鸟来此栖息繁衍,从而丰富本地区的鸟类群落结构。

### (3) 对两栖类和爬行类的影响

工程施工期间,受施工干扰影响的两栖动物和爬行动物将会自动往周边地区迁移,迁移后即不会受工程施工影响。工程运行后,上水库库区内水位变幅较大,水体交换频繁,库区内环境不利于两栖动物的生长和繁殖,但在水库库周洼地内仍然有其生存的空间,将会容纳部分物种。运行期下水库水域面积增大,随着工程运行抽放水,水位有一定的变化,将增加两栖动物的栖息环境,在部分支沟处,尤其是下水库下游地区,两栖动物的数量可能有所上升。

工程建设后,人为活动增大,对爬行动物的干扰将有所加大,对爬行动物将产生一定的不利影响。但水域面积增大后,处于食物链下游的昆虫和两栖动物数量将有所

增加，与此相应，处于工程区内食物链上游的爬行动物数量将随之增加。

#### (4) 对珍稀保护动物的影响

《山西省人民政府关于公布山西省重点保护野生动物名录的通知》(晋政函〔2020〕168号)参照国家重点野生动物名录进行调整后，山西省共有重点保护野生动物173种。其中哺乳纲5目9科17种，鸟纲14目44科137种，爬行纲1目2科13种，两栖纲1目3科5种，蛛形纲1目1科。

具体项目施工建设前应对区域野生动物类型和重点保护野生动物进行现状调查，如评价区涉及《国家重点保护野生动物名录》(国家林业和草原局、农业农村部公告2021年第3号)、《山西省重点保护野生动物名录》中重点保护动物或《中国生物多样性红色名录》中列为极危、濒危和易危的物种，应严格按照《中华人民共和国野生动物保护法》(2018年10月26日修正)进行实施保护。

#### 6.3.3.3 对水生生态的影响

##### (1) 对水生生境的影响

新建电站闸坝的建设使库区水面扩大，水深增加，河流流速变缓，使污染物的扩散能力减弱，库区水域污染物的浓度、分布都将发生变化。大坝拦蓄营养物质氮、磷、钾，促进藻类生长，如水库浅水面过大，可能会发生富营养化现象。电站建设后，若不考虑泄放生态流量，下游区域整体将逐渐旱化，湿生植被和水生动物尤其是鱼类的适宜生境会明显减少，种类和生物量将明显降低，对生态系统影响严重。

电站建设施工期产生的废污水主要是电站基础开挖基坑排水、混凝土拌合及冲洗废水、施工车辆冲洗含油废水、施工人员生活污水等，其主要污染物为悬浮物、石油类、COD、BOD等，污废水若处理不当将对河流水环境造成一定污染，影响河流水质。同时，电站工程产生的各种建筑垃圾和生活垃圾，如随意丢弃，将对河流环境产生一定的不利影响。此外，工程施工期的料场取土、公路建设等可能会对水生生境产生一定影响。

##### (2) 对浮游植物的影响

上水库建成后，水库蓄水的初期阶段，下泄的水流量要大减，将会导致一些藻类植物的死亡；下水库区水的深度明显加深，水的流速减缓或静止，水文情势的变化使库区河段的环境由河流生态型向水库生态型转化，生境的改变会导致水质发生相应变化。电站运行对水库水质影响很小，水库水质基本维持在与蓄水和补水水源水质相同



的水平，水库下泄水对下游河道水质也基本上没有影响。

### (3) 对浮游动物的影响

电站建成运行后，库区河段水体环境由河流生态型向水库生态型转化，深度增加、水面扩大、透明度提高，淹没区内植被、土壤内营养物质渗出，导致库区水体有机物质及无机盐增加，加上流速减缓，泥沙沉降，水库调节性能强，物质滞留时间长，导致营养物质的滞留和积累，这些条件的改变都有利于浮游动物生长与繁殖。

### (4) 对底栖动物的影响

由于水域的扩大，可出现更多的底栖动物物种，像节肢动物门的种类和数量要相对增加。如果下泄水流减少，特别是水库蓄水的初期阶段，将减少下游河段底栖动物的数量，并影响其生活。

### (5) 对鱼类的影响

#### ① 对鱼类种类和数量的影响

工程建成后，将形成上下两个水库，增加了水域面积，且水域由激流生境变成缓流生境，从而使鱼类的种类及其优势种发生一定改变，原山溪性鱼类将逐渐被静水鱼类所取代，最明显的变化就是鲤科种群数量将可能增加，主要种类为家常鱼类如鲫鱼、草鱼、鲤鱼、鲢鱼和鳙鱼等，因为水电站建成后，上述鱼类属于能够适应水库开阔水面，库区环境满足其完成生命史的条件，能够在库区繁衍，甚至形成优势种群，并对净化水质将起到良好作用。

综上所述，库区形成后，水面变宽，水量变大，增加了鱼的活动空间，生物生产力提高，库区浮游植物和动物生物量的增加，增加了鱼类的饵料来源，会给鱼类提供较优越的生存环境，鱼类总资源量和渔获量均会升高。在工程上、下水库下泄生态流量情况下，对坝下河道鱼类的种类组成和数量的影响不大。

#### ② 对洄游性鱼类的影响

电站建设通常使得水库水生生物群落与闸坝下游河道水生生物处于隔断状态，阻断洄游性鱼类的洄游通道。

### 6.3.3.4 对生态因子的影响

#### (1) 对气候因子的影响

工程实施对局地气温、降水、湿度、风会产生明显的不可逆影响，有利不利影响均存在。根据近年来有关已建水库气候效应的类比分析，水库建成蓄水后，库岸周边

地区冬季平均气温将比建坝前略有增加，夏季平均气温略有下降，气温年际变化量将减少。经过分析，水库蓄水后，由于下垫面由陆地变为水面，水体总蒸发量增加，导致年平均水气压有所增加，进而改变湿度状况。根据水电站水库对湿度的影响分析，预测水库建成后，在库区将形成一湿度较高的中心区域，湿度随离岸距离的增加而减小；水库水体对湿度的影响，各季增加幅度有所不同，夏季增加幅度最大，冬季最小，春、秋季介于两者之间。由于下垫面阻力减小，库岸的风力和风的频率将有所增大。气温和湿度增加有利于库区周围植物的生长。由于本项目的水库蓄水位较低，水面增加面积有限，加之其周围还有山体阻挡，因此仅对库区及库岸附近局部范围的小气候有一定影响，对区域总体气候基本无影响。

### (2) 对土壤因子的影响

工程规划实施后，对局地土壤有利和不利影响均存在。土壤是植物生长的基础，在工程建设过程中，由于车辆运输对地表的碾压、施工开挖、地表清理及施工占地等活动，使土壤的自然富集过程受阻，对土壤的结构、肥力及物理性质等将产生一定的负面影响。但水库建成后也将促进土壤可溶性物质的溶解与移动，提高土地的质量，加快土壤演化过程，满足周边植物对水分的要求，增加地面植被覆盖度，促进土壤环境的稳定。因此，工程实施后，评价区内的土壤环境会受到一些不利影响，但有利影响占主导地位。

### (3) 对地形因子的影响

水库蓄水后，对局地地形地貌，特别是库区岸坡地貌的影响是不利的。以前出露的岸坡岩土体周期性出没于水中，引起水动力条件明显改变，导致地下水和库水共同作用于岸坡表面和岩土介质，对岩土体产生物理、化学和力学作用，对松散堆积物岸坡和基岩岸坡产生不同的影响。岩石和土体经水的浸泡后，其强度普遍降低，且吸水性越强，强度降低越大。一些软硬夹层的岩体在库水的浸泡作用下发生物理、化学、力学性质变化，会软化、泥化。当岩体的软弱层、结构面、松散堆积层与基岩接触带土体受水浸泡时，其抗剪强度普遍下降，当斜坡体下滑力超过支撑力时，斜坡体失去平衡，产生变形位移现象，将会发生崩塌和滑坡等。地貌动力作用由在基岩风化剥蚀基础上以重力作用为主变为在库水和地下水作用下以蠕动、滑移、崩塌、侵蚀、冲蚀作用等为主，进而引起岸坡变形，使岸坡地貌过程发生一系列变化，岸坡将经历一个地貌改造和再造的长期过程。

### 6.3.4 生物质能发电项目生态环境影响分析

#### 6.3.4.1 对土地利用的影响

《关于进一步加强生物质能发电项目环境影响评价管理工作的通知》要求：城市建成区、环境质量不能达到要求且无有效削减措施的或者可能造成敏感区环境保护目标不能达到相应标准要求的区域，不得新建农林生物质直接燃烧和气化发电项目。

《生活垃圾焚烧发电建设项目环境准入条件（试行）》对生活垃圾焚烧发电项目布局提出要求：禁止在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区和永久基本农田等国家及地方法律法规、标准、政策明确禁止污染类项目选址的区域内建设生活垃圾焚烧发电项目。

《关于进一步加强生活垃圾焚烧发电项目环评审批工作的通知》进一步规定：不得在城市建成区及规划的城市文教卫生、生活居住区及其附近选址布局生活垃圾焚烧发电设施。尽量扩大生活垃圾焚烧发电设施外控制范围。在确保厂界外不小于 300 米的环境防护距离基础上，尽量远离居民区、学校、医院、行政办公和科研等敏感目标，确保在生活垃圾焚烧发电设施最不利的排放状况下，距其最近的敏感目标大气环境质量特征污染物指标不超标。鼓励利用现有生活垃圾处理设施用地改建或扩建生活垃圾焚烧发电设施和化工园区中心地带建设生活垃圾焚烧发电设施。

生活垃圾焚烧发电项目建设应当符合国家和地方的主体功能区规划、城乡总体规划、土地利用规划、环境保护规划、生态功能区划、环境功能区划等，符合生活垃圾焚烧发电有关规划及规划环境影响评价要求。

#### 6.3.4.2 对动植物的影响

##### (1) 对植被的影响

工程建设所征用土地被占用后土地覆盖类型被永久性的改变，土地上的植被永久清除，土地使用功能改变，地表覆盖性质变化。

各种施工活动包括土石方工程、土地平整、施工机械的活动、材料堆放等都会破坏地表植被。其中，土石方的开挖由于破坏了地表土层，植被难以恢复；其它地表活动由于地表土层未被破坏，其植被在施工结束后可以恢复，但地表植被的临时性破坏也会造成水土流失，如果水土流失严重也会影响植被的恢复。施工产生的土渣、扬尘和其它有害气体对路边植被的影响同样不可忽视。

##### (2) 对野生动物的影响

植被和生境的破坏可能对项目区域野生动物的种群和数量产生影响，但相对于风电、水电等项目，生物质能发电项目建设地点常位于工业园区内或城镇周边，占地规模也较小，对野生动物的影响有限。

### 6.3.5 地热能开发项目生态环境影响分析

#### 6.3.5.1 对土地利用的影响

《关于因地制宜做好可再生能源供暖工作的通知》规定：在地下水饮用水水源地及其保护区范围内，禁止以保护的目标含水层作为热泵水源。在地下水禁限采区、深层（承压）含水层以及地热水无法有效回灌的地区或对应含水层，禁止以地下水作为热泵水源。

地热能开发项目永久占地主要是换热站及供热管网用地，其面积较小。在规划实施过程中，必须严格履行国家土地占用补偿等相关政策，提高土地资源的利用率，认真执行土地利用总体规划，合理开发利用土地资源，减缓规划实施对土地资源的不良影响，以确保经济、社会、环境的协调发展。

#### 6.3.5.2 对动植物的影响

因地热能开发项目占地规模较小，对区域动植物的影响也较小。主要是施工期和运行期土地占用导致的植被破坏，以及因生境改变导致的野生动物数量减少等影响。可参见 6.3.4.2 章节。

#### 6.3.5.3 不合理开采的影响

地热水资源作为一种清洁、无污染的可循环再生能源而受到重视，不合理的地热资源开发会带来一系列的生态环境影响。

地热水未经回灌或其他措施处理而直接排放的尾水的温度仍能达到 15℃，温度较高的地热尾水在排放过程中，会向周围环境释放一定的热量，使周围的空气或水体的温度升高，改变生态环境，从而影响生物的生长。具体表现在：一是使水中缺氧，地热水本身含氧量较低，水体的温度升高会加速含氮有机化合物的矿化或无机化，同时由于地热水中含有大量的矿物质，水体更容易发生富营养化而导致水体缺氧。二是随着水体温度的升高，会超出生物的适应范围，从而影响生物的正常生长、发育、繁殖等，改变局部地区的自然生态环境。三是水温的升高会使水分子热运动加剧，水面上的大气受热膨胀而上升，加强了水汽在垂直面上的对流运动，从而导致液体蒸发加快，使陆地上失水增多，造成生物因缺水而死亡或迁移，这对缺水地区尤为不利。此外，

较高的地热水排放到农田，也将会对农作物造成影响。

地温随深度的增加会逐渐升高，但在浅层地表范围内，地下水对地温起着控制作用，尤其在近地表土壤层。当降雨渗入地下并形成径流时，地下水对近地表或浅层地层起到降温冷却作用，形成近地表低温区或低温带。当水在地表运动时，由于其热导率和热容量都很大，极易影响和控制岩土层的地下温度，使地温保持在一个比较低的温度水平上，并处于动平衡状态。当地下水超采过度时，由于地下水位大幅度下降，会使上覆的松散岩土层失水而形成采空区，并打破原来的水温和地温的动态平衡，使地温升高。地温升高会使越冬类昆虫的繁殖能力提升，虫害加强，同时近地表地温升高后，土壤的干燥过程过快，使土壤中的微生物失去生存的环境，进而使土壤的有机肥料含量降低，从而降低土壤的肥力。

地下水不合理开采或超量开采还可能诱发地面沉降等地质问题。地热能开发过程中诱发地面沉降主要是由于地下水开采的引起地下水位的下降，形成降落漏斗，漏斗区的土层在上覆自重荷载作用下发生压密固结，形成沉降区。

## 6.4 大气环境影响分析与评价

### 6.4.1 环境空气保护目标

环境空气保护目标，指的是《环境空气质量标准》（GB3095-2012）划分为一类区的自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域，二类区中的居住区、文化区和农村地区中人群较集中的区域。“需要特殊保护的区域”，根据《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》（HJ14-1996）中定义，指因国家政治、军事和为国际交往服务需要，对环境空气质量有严格要求的区域。报告书附表 1 对山西省国家级和省级自然保护区、风景名胜区进行了梳理。

### 6.4.2 施工期大气环境影响

施工期的大气环境影响主要是施工扬尘、施工机械和车辆产生的废气污染。施工期废气污染物排放相对集中，但排放量较小。

施工扬尘主要来自砂石料堆场建筑材料的装卸、运输和堆放，基础开挖、填土等施工作业，道路的修建、临时弃土堆放、回填及施工运输车辆产生的扬尘。施工期间产生的扬尘污染主要取决于施工方式、材料的堆放以及风速等因素，其中受风速的影响因素最大，随着风速的增大，施工扬尘的污染程度和超标范围也将随之增强和扩大。

施工机械设备以及车辆排放的尾气也会产生一定的污染，尾气中所含的有害物质主要是  $\text{NO}_x$ 、 $\text{CO}$  和烃类物等。

### 6.4.3 运行期大气环境影响

可再生能源开发利用项目，除生物质能发电外，风电、光伏发电、水电（含抽蓄）、地热能开发在运行期项目本身基本不产生废气污染物。山西省“十四五”期间稳步推进生物质能多元化开发，具体包括生物质能发电（生活垃圾焚烧发电、农林生物质发电、沼气发电等）、生物质能清洁供暖、生物质天然气等。生物质能开发大气环境影响主要表现为：

#### （1）生活垃圾焚烧发电大气环境影响

主要是生活垃圾焚烧炉烟囱排放的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{Hg}$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  和二噁英类等污染物的大气环境影响。正常工况下，经过各项环保设施对废气污染物的收集处理，焚烧炉烟囱尾气排放可达到《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）及修改单、《恶臭污染物排放标准》（GB14554-1993）、《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）等相关标准限值要求，非正常工况下，由于废气处理设施的非正常运行等原因，可能导致废气污染物未经处理直接排放，对大气环境和周边环境空气敏感目标造成影响。

#### （2）农林生物质燃烧大气环境影响

农林生物质的种类包括农作物的秸秆、壳、根，木屑、树枝、树皮、边角木料，甘蔗渣等，利用方式分生物质能发电、生物质能供暖、生物质热电联产等。主要废气污染物有生物质锅炉烟气中的烟尘、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{Hg}$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  以及破碎粉尘等。正常工况下，经过各项环保设施对废气污染物的收集处理，锅炉烟气排放可达到山西省《锅炉大气污染物排放标准》（DB14/1929-2019）、《恶臭污染物排放标准》（GB14554-1993）、《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）等相关标准限值要求，非正常工况下，由于废气处理设施的非正常运行等原因，可能导致废气污染物未经处理直接排放，对大气环境和周边环境空气敏感目标造成影响。

#### （3）生物天然气、沼气发电大气环境影响

生物天然气是以农作物秸秆、畜禽粪污、餐厨垃圾、农副产品加工废水等各类城乡有机废弃物为原料，经厌氧发酵和净化提纯产生的绿色低碳清洁可再生的天然气，同时厌氧发酵过程中产生的沼渣沼液可生产有机肥。农林生物质、畜禽粪便等在厌氧

发酵产生生物天然气、沼气的过程中会产生  $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  等恶臭气体。这些恶臭气体除了刺激嗅觉器官外，对人体健康也会产生影响。

## 6.5 地表水环境影响分析与评价

### 6.5.1 水环境保护目标

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），水环境保护目标为饮用水水源保护区、饮用水取水口，涉水的自然保护区、风景名胜区、重要湿地、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和回游通道，天然渔场等水体，以及水产种质资源保护区等。报告书附表 1 对山西省自然保护区、风景名胜区、重要湿地、国家级水产种质资源保护区等进行了梳理，附表 2 整理了山西省地级以上、县级水源地。其中，地级以上地表水水源地有 6 处，县级地表水水源地有 14 处。

2020 年，山西省总的地表水环境状况评价为轻度污染，其中水质优良比例 65.3%，重度污染比例 2.0%，58 个国考断面全部退出劣 V 类。

### 6.5.2 地表水环境影响分析

#### 6.5.2.1 施工期环境影响分析

施工期废水主要为建筑施工人员的生活污水和施工废水。生活污水主要为施工人员的生活污水；施工废水为设备清洗、物料清洗、进出车辆清洗废水等。生活污水主要污染物有 COD、氨氮、SS、动植物油等，施工废水主要污染物有 SS、石油类等。

#### 6.5.2.2 水电项目环境影响分析

抽水蓄能电站运行过程是在电网用电高峰期，将水从上水库放至下水库，利用水的势能发电；在电网用电低谷时，电站吸收电网的电能，将水从下水库抽至上水库备用。电站的运行生产属清洁生产，运行期基本不排放生产废水。抽水蓄能电站初期蓄水和运行期补水可能对下水库坝址下游河道水文情势、下游用水和地表水水质产生影响。

以山西浑源抽水蓄能电站为例，工程施工期、初期蓄水和运行期取水水源均为凌云口峪干流。工程需根据所在河段生态用水需求，对不同时期不同来水保证率情况下，下泄到下游的河流生态流量进行研究和落实。另外，需调查清楚下游河段水质功能，保证水电站建设运行不对下游河段水质功能的实现产生影响。充分论证水库下泄低温

水影响，落实下泄低温水减缓措施。工程运行期还会产生少量的生活污水、厂房机组检修和地面冲洗废水。

#### 6.5.2.3 生物质能发电项目环境影响分析

生物质能发电项目生产废水主要是锅炉补给水处理系统排水、循环冷却系统排水、化水站排水及输送系统冲洗排水等，以及生活垃圾焚烧发电项目的垃圾渗滤液，另外还有员工生活污水。锅炉补给水处理系统排水、循环冷却系统排水、化水站排水及输送系统冲洗排水，主要污染物是 COD 和 SS，垃圾渗滤液主要污染物有 COD、BOD<sub>5</sub>、SS、氨氮等，且浓度非常高，浓度值依次为 50000mg/L、30000mg/L、6000mg/L、1500mg/L 左右。生活污水主要污染物为 COD、氨氮、SS、动植物油等。

#### 6.5.2.4 风电、光伏发电项目环境影响分析

风电项目运行过程中不产生生产废水，仅有升压站工作人员生活污水。光伏发电项目运行过程本身不产生生产废水，但因光伏面板上灰尘和积垢会降低光伏发电效率，因此需要定期对光伏面板进行清洗。实际当中，很多光伏发电项目是不清洗光伏面板的，即使清洗因清洗方式的不同产生的废水量也有差异。本次评价对光伏面板清洗废水量及污染物产生量进行了估算，详见表 6.2-4。另外，光伏发电项目升压站工作人员也会产生一定量生活污水。

#### 6.5.2.5 地热能开发项目环境影响分析

《关于促进地热能开发利用的指导意见》（国能新能〔2013〕48 号）中规定：采用抽取地下水进行地热能利用的，原则上均应采用回灌技术。如因自然条件无法实施回灌的项目，应重点解决好地下水的二次污染问题，水质处理达标后才可排放或利用。地热资源利用过程中对地表水的污染主要体现在水质和水温两个方面。一方面，地热水利用后仍含有大量余热，尾水温度较高，地热尾水排入地表水体后，受水水体的温度升高，这会加速水中含氮有机物分解，导致地表水体富营养化；同时有机物分解会消耗水中大量的溶解氧，导致水体缺氧，影响水生生物正常生长。另一方面，地热水矿化度较地表水高，地热尾水与受水水体混合后会影响受水水体水质。另外，地热能开发还会产生软化水处理废水和生活污水。



## 6.6 地下水环境影响分析与评价

### 6.6.1 区域地形地貌

略

### 6.6.2 区域地质条件

略

### 6.6.3 区域水文地质条件

略

### 6.6.4 区域环境敏感目标调查

(1) 地下水型水源地。报告书附表 2 整理了山西省地级以上、县级水源地。其中，地级以上地下水水源地有 21 处，县级地下水水源地有 109 处。

(2) 泉域。山西省裸露及隐伏岩溶区总面积达 11.3 万  $\text{km}^2$ ，是我国北方最大的岩溶区。裸露可溶岩主要出露于吕梁山中南段、霍山东侧、太行山中南段及晋西北偏关、保德、苛岚、神池、五寨，太原的东、西山等地区。多沿古老岩块的外侧呈环状和带状分布。沉积厚度可达千余米，沉积稳定，地层产状平缓。岩性以厚层纯灰岩及泥灰岩为主，主要含水岩组为中奥陶统灰岩，富水性最强，出露泉水流量占岩溶泉水流量的 66%，其次为寒武系中统灰岩、白云质灰岩，富水性次之，泉水流量占 27%。受岩性、构造及地形等条件控制，山西岩溶泉大体沿东部太行山东麓、中部断陷盆地边缘以及西部吕梁山西侧黄河沿岸分布。

全省 19 个大泉泉域面积为 64396 $\text{km}^2$ ，为全省面积的 41%，其中裸露可溶岩面积 21537 $\text{km}^2$ ，占泉域面积的 33.6%，19 个大泉重点保护区 31 处，面积 958.8 $\text{km}^2$ ，为泉域面积的 1.5%。山西省 19 大岩溶泉域及其重点保护区分布和面积详见表 6.6-1 和图 4.1-5。

### 6.6.5 地下水环境影响分析

可再生能源项目选址布局应关注地下水敏感目标的保护，避开饮用水水源保护区和泉域重点保护区。《中华人民共和国水污染防治法》、《山西省水污染防治条例》明确了饮用水水源地保护区的保护要求：在饮用水水源一级保护区和二级保护区内禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止设置排污口。在饮

用水水源准保护区内禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目；禁止改建增加排污量的建设项目；禁止建设易溶性、有毒有害废弃物暂存和转运站。

《山西省泉域水资源保护条例》规定：在泉域的重点保护区内，禁止擅自打井、挖泉、截流、引水；禁止将已污染含水层与未污染含水层的地下水混合开采；禁止在泉水出露带兴建地下工程；禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止倾倒、排放工业废渣和城市生活垃圾、污水及其他废弃物。在重点保护区以外的泉域范围内，应控制岩溶地下水开采；合理开发孔隙裂隙地下水；严格控制兴建耗水量大或对水资源有污染的建设项目；不得利用渗坑、渗井、溶洞、废弃钻孔等排放工业废水、城市生活污水，倾倒污物、废渣和城市生活垃圾。

#### 6.6.5.1 风电、光伏发电项目环境影响分析

风电、光伏发电项目运行期对地下水可能造成影响的是污水处理设施（含化粪池、一体化污水处理设施等）、危废暂存间和变压器事故油池。这些设施若防渗措施不到位，可能使污染物产生跑、冒、滴、漏现象，从而对地下水环境造成影响。

#### 6.6.5.2 水电项目环境影响分析

(1) 对地下水水位的影响。水电项目可能影响地下水水位的主要是上水库、下水库、地下系统洞室（包括上水库进/出水口、引水主洞、调压室、地下厂房、主变洞、尾水洞、下水库进/出水口等）。施工期，上、下水库库区开挖基本上是在地表，基本不会影响开挖区地下水水位，但地下系统洞室开挖施工过程中，在未完成衬砌前会产生地下渗水，可能对地下水水位产生影响。地下洞室衬砌后，地下水水位将逐步回升，地下水渗流场恢复至稳定状态。上、下水库蓄水后地下水水位整体还将有一定幅度的回升，至正常运行期，工程区地下水渗流场达到稳定状态，地下水水位不会有较大幅度的变化，总体趋于稳定。但与施工建设前相比，水位会有所差别。

(2) 对地下水水质的影响。工程施工开挖、爆破所用炸药为乳化炸药，不溶于水，因此地下系统施工废水中主要污染物为 SS。地下系统施工废水及地下渗水在施工过程中自流或用泵及时抽至地表，不会在洞室积存，地下系统施工废水经处理后作为施工用水或洒水降尘等，工程其它产生废水和生活污水经处理后综合利用，对地下水水质不会产生影响。水电项目建成运行本身不产生水污染物，运行期厂房产生的污废水主要为机组运转所用透平油的跑、冒、滴、漏而产生的地面冲洗含油废水，主变事故产生的绝缘油污水，机组检修时产生的少量含油生产废水及电站工作人员的日常生活

污水。废水量很小，且污染物浓度较低，采取相应的处理措施后回用，基本不会对地下水水质造成影响。

#### 6.6.5.3 生物质能发电项目环境影响分析

项目施工期可能对地下水造成影响的主要途径为施工废水、施工渣土和建筑垃圾的不当处理处置。运行期正常工况下，生产废水、生活污水及垃圾渗滤液处理系统防渗能力达到了设计要求，防渗系统完好的情况下，不会对地下水环境造成显著影响。非正常工况下，部分装置和设施（渗滤液处理站、污水处理站）的底部防渗失效或部分失效会导致渗滤液和污废水的下渗，从而影响地下水环境。

#### 6.6.5.4 地热能开发项目环境影响分析

一般地热水含有一些特殊的化学成分，如硫化氢气体、氟及铅、砷、汞等重金属，不适合直接用于饮用、灌溉和渔业养殖等。如果其地热尾水（如洗浴废水等）未经处理直接排放或处理不达标排放，将造成地表水和浅层地下水的污染。特别是在地热水开采量和排放量较大，而地表径流较小的情况下，会造成局部地表水、地下水水质恶化。

(1) 浅层地热能开发项目环境影响。按照目前浅层地温能的开发利用方式，浅层地温能分为地源热泵系统资源和水源热泵系统资源两大类。其地下水环境影响主要有：

① 热泵工程需水量大，同一场地有时需要施工多口开采井，水井位置不同，地下水水质也不尽相同。即使同一口井，不同含水层间也存在一定的差异，取水段若贯穿多个含水层，地下水多层混合；若浅部含水层受到污染，而深层含水层水质良好，将会产生串层污染。同井不同层水质混合、不同井水质的混合或井组采灌功能的相互转换，都会使地下水水质发生一定的变化。采取同层回灌则对地下水水质影响较小。

② 当热泵系统的密封性差时，会因氧化作用导致地下水水质发生变化，例如，溶解性总固体浓度会有不断上升的趋势；金属出水管或回灌管有可能与空气发生细菌锈蚀、电偶缝隙锈蚀、氧浓差锈蚀等污染地下水。

③ 由于回灌过程中回灌井周围地下水位的抬升，不可避免地会从上层把一些物质带入含水层，使得地下水水质发生变化。

④ 井管破裂可能使地表污水或污染物直接通过破损处渗入含水层污染地下水。

⑤ 地下水源热泵工程回灌改变地下水和含水层颗粒的温度，有可能影响到对温度变化敏感的微生物的生活环境，从而对其种群及数量产生影响。

(2) 中深层地热能开发项目环境影响。由于中深层地下水与浅层地下水存在一定的水力联系。当中深层地热水开采过度时，可能使得浅层地下水向其补给，改变地下水的循环条件，造成水质变化或水温降低。当地下热水的热能利用率较低时，其地热尾水温度高，若未经利用或处理，长期直接排放，其余热将给周边环境造成热污染，使局部地表水、地下水温度升高，导致其水质发生变化。

## 6.7 声环境影响分析与评价

### 6.7.1 风电项目噪声

风电项目噪声主要来自于风电机组和升压站主变压器等。一般情况，风机噪声主要来自风机轮毂处发电机转动和刹车齿轮箱产生的机械噪声、叶片切割空气和冷却风扇（冷却系统）产生的空气动力噪声、风向改变时风机偏航齿圈产生的噪声等。根据不同设备型号，单台风机声功率级约为 90~105dB(A)。升压站运行噪声源主要来源于主变压器、室外配电装置等电气设备所产生的噪声，声源设备的噪声为 50~70dB(A) 之间。

### 6.7.2 光伏发电项目噪声

光伏发电项目光伏组件运行过程中基本不产生噪声，营运期噪声主要来源于变压器、逆变器运行产生的电磁噪声，属中低频噪声，噪声级在 50~60dB(A) 之间。

### 6.7.3 水电项目噪声

以山西浑源抽水蓄能电站为例，工程对区域声环境的影响主要集中在施工期，施工噪声源主要包括各类施工机械、交通噪声、爆破噪声等。施工机械噪声级在 85~115dB(A) 之间，爆破噪声级约 130~140dB(A)。爆破噪声为瞬时发生，具有瞬时性、突发性，对周围区域的环境会产生瞬时、短暂的影响。根据施工期固定噪声源和交通源噪声叠加影响预测，工程区附近晋家庄村和东尾毛村所受噪声影响较大。

工程下水库施工场地与晋家庄村、东尾毛村直线距离分别为 676m、272.8m，现状 1 号公路中心线与晋家庄村、东尾毛村直线距离分别为 230m、7.5m，两种噪声叠加背景值后，东尾毛村昼夜噪声值分别是 65.02dB(A)、64.97dB(A)，晋家庄村昼夜噪声值分别是 56.37dB(A)、56.04dB(A)，晋家庄村昼间噪声值达标，其余噪声值超标。

工程建成运行后，噪声源主要为地下发电厂房内的发电（水轮机）机组、地下厂房主变洞内变压器和地面开关站电器设备。发电机组和主变器位于地面以下，对地面

声环境质量影响较小。

#### 6.7.4 生物质能发电项目噪声

项目运行期噪声源主要包括机械动力噪声、空气动力性噪声。主要是锅炉给水泵、送、引风机、汽轮发电机、冷却塔等运转设备，还有锅炉对空排汽以及管道阀门漏汽产生的噪声等。

#### 6.7.5 地热能开发项目噪声

地热能开发项目噪声主要来源于取水、回灌设备噪声。主要为潜水泵（68 dB(A)）、离心泵（65 dB(A)）产生的噪声。

### 6.8 固体废物影响分析与评价

#### 6.8.1 一般工业固废

风电项目运行期风机维修和运行废旧玻璃钢、包装物由废品收购公司回收利用，废轴承由供货厂家回收。

光伏发电项目运行期间产生的固体废物废旧光伏电池板，不属于《国家危险废物名录》（2021年版）中所列的危险废物。光伏电池采用的材料多是晶体硅，硅电池片所含主要化学成分有 Si、P 和 B，Si、P 和 B 均以晶体形式存在，不具有腐蚀性、易燃性、毒性、反应性和感染性的危险特性。正常情况下，多晶硅电池板的寿命不低于 5 年，最长 25 年左右，报废周期较长，报废后直接交由厂家回收返厂。经估算，“十四五”期末 5000 万千瓦光伏发电装机规模年产生废旧光伏电池板约为 33 t。

生物质能发电项目一般工业固废主要是锅炉炉渣、炉灰、脱硫石膏、烟气脱硝催化剂，根据 6.2.2 污染物排放量章节估算，“十四五”期末生物质能发电 100 万千瓦以上装机规模一般固废产生量约为 40 万 t。

地热能开发利用项目运行期间会对泵站以及管道进行维护，产生少量的废旧零件。这部分废旧零件为金属或塑料零件，可出售给废品回收站。

水电（含抽蓄）项目运行过程中产生的一般固废量很少，忽略不计。

固体废物在临时堆放的过程中，若工程建设不够或不当，会因表面的干燥而引起扬尘，对周围的大气环境造成危害，临时存放点可能由于雨水的浸淋，其渗出和滤沥液会污染土地，进而流入周围的地表水体，同时也会影响到地下水，造成整个周围地区水环境的污染。运输过程中，如果密闭措施不好，以及交通运输的突发事故等

原因，可能会产生扬尘及散发异味、废物抛洒滴漏，对沿途的环境造成一定的影响。

### 6.8.2 危险废物

各项目运行过程中因设备维修保养等会产生废矿物油、废润滑油、含油废水等危险废物，风电、光伏发电等项目主变压器发生突发事故或检修时会产生废变压器油，风电项目会产生废旧铅蓄电池，生物质能发电和地热能开发项目中软水制备会产生废离子交换树脂等。根据估算，“十四五”期末全省可再生能源开发项目危险废物产生量约为 331t/a。

由于危险废物本身具有一定毒性和腐蚀性，因此在临时存放、运输过程以及最终的处置过程中，由于一些突发事故的不可预见性和不可控制性，可能对周围的生态环境造成一定的影响，特别是对企业的工作人员造成健康上的影响。

### 6.8.3 生活垃圾

各可再生能源项目运行期员工产生的生活垃圾分类收集，由环卫部门及时清运。

## 6.9 土壤环境影响分析与评价

### 6.9.1 土壤环境影响途径

土壤环境影响途径主要有大气沉降、地面漫流和垂直入渗三种途径。其中，大气沉降指由于生产活动排放气体产生间接造成土壤环境污染的途径；地面漫流指由于占地范围内原有污染物质的水平扩散造成污染范围水平扩大的影响途径；垂直入渗指由于占地范围内原有污染物质的入渗迁移造成污染范围垂向扩大的影响途径。评价对不同类型可再生能源开发利用项目可能的土壤环境影响途径进行识别，详见下表。

表 6.9-1 可再生能源开发利用项目土壤环境影响途径识别

可再生能源	大气沉降	地面漫流	垂直入渗
风电项目		√	√
光伏发电项目		√	√
水电（含抽蓄）项目		√	√
生物质能发电项目	√	√	√
地热能开发项目		√	√

生物质能发电项目焚烧烟气中主要污染物有烟尘、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>等，可能沉降至项目周边土壤表面，这些物质均不易累积，不易对土壤环境造成影响。但生活垃圾焚烧发电项目排放烟气中的二噁英、重金属进入环境空气后，可能通过自然沉降和降雨的淋洗进入厂区周围土壤，从而影响土壤的环境质量。

项目设置的工业固废贮存场、危险废物暂存间、污水处理设施及管线、生活垃圾收集与暂存设施、风电、光伏发电、水电项目事故油池、生物质能发电项目事故水池等，由于雨水浸淋作用或故障状态下，可能通过地面漫流途径对土壤环境造成影响。各污水池、事故油池及地下管线因年久失修或设备老化等原因产生跑、冒、滴、漏，可使污染物通过垂直入渗途径污染土壤环境。

### 6.9.2 土壤环境影响分析

#### (1) 风电、光伏发电项目

风电、光伏发电项目升压站设置事故油池，事故油池容积依据项目实际情况经计算得出。油浸式变压器，发生漏油事故时，变压器内的油从集油坑流入事故油池，经专业的回收装置（分离与过滤等系统）回收处理后回用。事故油池若容积太小或发生渗漏，会对土壤环境造成污染。另外，项目设置的危险废物暂存间、污水处理设施及管线、生活垃圾收集与暂存设施等若建设未达到相关标准要求，也可能使污染物进入土壤环境。

#### (2) 生物质能发电项目

① 项目营运期焚烧产生的烟气，主要污染物为烟尘、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>，生活垃圾焚烧发电项目特征污染物有二噁英、重金属等，可能沉降至项目周边土壤地面，对土壤环境造成影响。

② 项目营运期产生的废水，主要污染物为COD、SS、NH<sub>3</sub>-N、总磷，若污水池或事故池发生渗漏可能会使污染物渗透至土壤层，对土壤环境造成影响。

③ 项目产生的一般工业固废有锅炉炉渣、炉灰、脱硫石膏、烟气脱硝催化剂等，危险废物主要有废机油、废活性炭等，若不考虑设置废物堆放处或者没有适当的防漏措施，废物中的有害组分经过风化、雨水淋溶、地表径流的侵蚀，产生高温和有毒液体渗入土壤，杀死土壤中的微生物，破坏微生物与周围环境构成系统的平衡，导致土壤生态系统，影响植被的生长和农作物的减产。同时污染物经土壤渗入地下水，对地下水水质也造成污染。

#### (3) 水电（含抽蓄）、地热能开发项目

项目设置的危险废物暂存间、污水处理设施及管线、生活垃圾收集与暂存设施等若建设未达到相关标准要求，可能使污染物进入土壤环境。

## 6.10 环境风险分析与评价

### 6.10.1 环境风险识别

#### 6.10.1.1 物质危险性识别

经识别，可再生能源开发项目中风电、水电（含抽蓄）项目危险物质主要是变压器油、润滑油，光伏发电项目危险物质主要是变压器油，生物质能发电项目因点火需要需配备柴油，地热能开发项目无危险物质。

参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B，油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油；生物柴油等）的临界量为 2500t。因规划阶段暂不能确定具体项目选址、规模，仅有“十四五”期末可再生能源装机总容量指标，因此无法确定风险物质存储量是否超过临界量，是否存在重大风险源。本次评价收集了可再生能源开发项目环评中危险物质存储量数据，详见下表。

表 6.10-1 可再生能源开发项目危险物质识别

可再生能源	危险物质	临界量 (t)	存储量 (t)
风电	变压器油	2500	类比 200MW 项目，30
	润滑油		类比 200MW 项目，0.1
光伏发电	变压器油	2500	类比 100MW 项目，15
水电（含抽蓄）	变压器油、润滑油	2500	类比 1700MW 项目，216
生物质能发电	柴油	2500	类比 2×15MW 项目，13.5
地热能开发	无	—	—

#### （1）变压器油

变压器油是天然石油中经过蒸馏、精炼而获得的一种矿物油，是石油中的润滑油馏份经酸碱精制处理得到纯净稳定、粘度小、绝缘性好、冷却性好的液体天然碳氢化合物的混合物。俗称方棚油，浅黄色透明液体，相对密度 0.895。凝固点 <math>-45^{\circ}\text{C}</math>，比热容约为 0.5（卡/克·度）主要由三种烃类组成，主要成分为环烷烃（约占 80%），其它的为芳香烃和烷烃。在我国，变压器油有石蜡基油、环烷基油。

变压器油的主要作用：

① 绝缘作用：变压器油具有比空气高得多的绝缘强度。绝缘材料浸在油中，不仅可提高绝缘强度，而且还可免受潮气的侵蚀。

② 散热作用：变压器油的比热大，常用作冷却剂。变压器运行时产生的热量使靠近铁芯和绕组的油受热膨胀上升，通过油的上下对流，热量通过散热器散出，保证变压器正常运行。



③ 消弧作用：在油断路器和变压器的有载调压开关上，触头切换时会产生电弧。由于变压器油导热性能好，且在电弧的高温作用下能分触了大量气体，产生较大压力，从而提高了介质的灭弧性能，使电弧很快熄灭。

## (2) 润滑油

润滑油一般由基础油和添加剂两部分组成。基础油是润滑油的主要成分，决定着润滑油的基本性质，添加剂则可弥补和改善基础油性能方面的不足，赋予某些新的性能，是润滑油的重要组成部分。

润滑油基础油主要分矿物基础油、合成基础油以及生物基础油三大类。矿物基础油应用广泛，用量很大（约 95%以上），但有些应用场合则必须使用合成基础油和生物油基础油调配的产品。

矿物基础油的化学成分包括高沸点、高分子量烃类和非烃类混合物。其组成一般为烷烃（直链、支链、多支链）、环烷烃（单环、双环、多环）、芳烃（单环芳烃、多环芳烃）、环烷基芳烃以及含氧、含氮、含硫有机化合物和胶质、沥青质等非烃类化合物。生物基础油（植物油）正越来越受欢迎，它可以生物降解而迅速的降低环境污染。合成润滑油具有低温性能优异，润滑性能好和使用寿命长等特点，可适用于高负荷、高转速、高真空、高能辐射和强氧化介质等环境。

添加剂是近代高级润滑油的精髓，正确选用合理加入，可改善其物理化学性质，满足更高的要求。一般常用的添加剂有：粘度指数改进剂，倾点下降剂，抗氧化剂，清净分散剂，摩擦缓和剂，油性剂，极压添加剂，抗泡沫剂，金属钝化剂，乳化剂，防腐蚀剂，防锈剂，破乳化剂，抗氧抗腐剂等。

## (3) 柴油

柴油，是轻质石油产品，复杂烃类（碳原子数约 10~22）混合物，为柴油机燃料，主要由原油蒸馏、催化裂化、热裂化、加氢裂化、石油焦化等过程生产的柴油馏分调配而成，也可由页岩油加工和煤液化制取，分为轻柴油（沸点范围约 180~370℃）和重柴油（沸点范围约 350~410℃）两大类。

沸点范围和黏度介于煤油与润滑油之间的液态石油馏分。主要指标是十六烷值、黏度、凝固点等。对柴油质量要求是燃烧性能和流动性好。燃烧性能用十六烷值表示愈高愈好，大庆原油制成的柴油十六烷值可达 68。高速柴油机用的轻柴油十六烷值为 42~55，低速的在 35 以下。

### 6.10.1.2 危险物质向环境转移的途经识别

#### (1) 变压器油、润滑油

变压器事故漏油一般在主变出现事故时产生，若不能够得到及时、适当地处置，将对环境产生严重的影响。润滑油泄漏可能在风机维护时产生。水电项目地下厂房中水电机组运行用的透平油（润滑油的一种）可能因设备老化、年久失修而发生泄漏。变压器油、润滑油均可燃，可能影响环境的途径：①变压器油、润滑油发生泄漏，有害成分进入地下水，对地下水造成污染。②变压器油、润滑油泄露遇明火发生火灾，火灾发生后，变压器油不完全燃烧将产生 CO 等废气污染物，造成次生环境危害。

#### (2) 柴油

生物质能发电项目用来点火的柴油可能发生的环境风险有：柴油输送管线可能发生破裂、储罐遭受外力撞击造成罐体破裂损毁等造成柴油泄漏，污染周边土壤、地下水或者地表水；或泄漏后遇到明火，造成火灾或爆炸。可能影响环境的途径：①储罐发生火灾甚至爆炸，燃烧大量烟雾散发到空气中，污染环境。②泄漏的柴油或者火灾时的消防废水经过地表径流或者雨水管道进入地表水体，污染纳污水体的水质；通过地表下渗污染地下水水质。

### 6.10.2 环境敏感目标

#### (1) 大气环境风险敏感目标

参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），大气环境风险敏感目标一般为项目厂址周边 5km 范围内的居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等区域，具体敏感目标在项目环评阶段进行识别。

#### (2) 地表水环境敏感目标

参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），地表水环境敏感目标一般为项目周边地表水体，集中式地表水饮用水水源保护区，重要湿地，重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道等，具体敏感目标在项目环评阶段进行识别。

#### (3) 地下水环境敏感目标

参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），地下水环境敏感目标一般为项目周边集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）保护区及泉域重点保护区等，具体敏感目标在项目环评阶段进行识

别。

### 6.10.3 环境风险分析

#### 6.10.3.1 大气环境风险

油浸电力变压器内部不仅充满了大量可燃的变压器油，而且还有一定数量的纸张、纸板、棉纱、棉布、塑料、木材等可燃物作绝对衬套、垫块和支架等，这些材料遇到高温、电火花和电弧都会引起燃烧以至形成火灾和产生爆炸事故。变压器火灾主要原因如下：铁芯局部过热、绕组短路、套管故障、分接开关故障、接头故障、油箱故障、变压器油劣化、保护装置失灵、变压器过热等。柴油输送管线可能发生破裂、储罐遭受外力撞击造成罐体破裂损毁等造成柴油泄漏，泄漏后遇到明火，造成火灾或爆炸。

#### 6.10.3.2 水环境风险

##### (1) 变压器油的事故排放

风电、光伏发电、生物质能发电项目为了防止变压器油泄露至外环境，升压变电站内设有事故油池，可以满足变压器在事故并失控情况下泄露时不外溢到外环境。主变压器下设置排油坑，并通过事故排油管自流进入事故油池，事故油经收集后回收处理利用，不能回收的必须由具有危险废物处理相应资格的机构妥善处理。

水电站主厂房下游的主变洞内安装有主变压器，一般为主变本身自带绝缘油。根据以往国内变电所运行情况，在变压器严重超负荷等情况下发生过爆炸、火灾情况，从而产生漏油的情况。根据工程消防设计，每一台主变压器均布置在单独的变压器室内，主变室的墙体均采用防火隔墙，每个主变室的底部均设置贮油坑，在主变室的两端各设一个公共集油池，主变绝缘油一旦泄漏，漏油将进入集油池、贮油坑，不会进入下水库。

##### (2) 润滑油的事故排放

水电机组运行用的透平油（润滑油的一种）因设备老化、年久失修等原因发生跑、冒、滴、漏而产生的地面冲洗含油废水可能泄漏至水体。为防止透平油泄漏，透平油系统中间油罐室内常采用下沉式设计。运行期水轮机分年度会进行维护检修、定期更换零部件，因水轮机轴承老化导致漏油的可能性微乎其微，根据国内现有水电站运行管理情况，暂未有透平油系统大规模漏油情况出现。

风机、汽轮机润滑油系统主要向机组各轴承（包括发电机轴承）提供润滑油，确保汽轮机各轴承在机组正常运行、启停及升速等工况下正常工作。风机、汽轮机维护

时产生的润滑油泄漏完全可以通过加强操作过程管理和操作工人的培训来避免。

### (3) 柴油的事故排放

生物质能发电项目柴油输送管线可能发生破裂、储罐遭受外力撞击造成罐体破裂损毁等造成柴油泄漏，污染周边土壤、地下水或者地表水。

### (4) 污水处理设施的事故排放

各可再生能源开发项目一般会根据职工人数和污水量配备小型生活污水处理设施或化粪池等，生活垃圾焚烧发电项目因工艺需要还会设置工业废水处理设施。一旦污水处理设施发生故障或管线破裂，可能使污水未经处理进入外环境造成污染。生活垃圾焚烧发电项目设有事故水池，在紧急状态下可以作为事故应急池存储废水，待故障消除时，再经处理达标后排放，因此，在此情况下，不会出现未经处理废水直接排放的情况。

## 6.11 电磁辐射环境影响分析

输变电设施在运行时所产生的工频电场和工频磁场，我国输变电设施的频率为 50 赫兹（通常称为工频），和广播电视、通讯和微波的频率 105~109 赫兹相比，频率低得多，属于低压工频。临近输变电设施的居民区住宅，只要是在安全距离以外，受输变电设施的电磁辐射影响是微小的。

《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定了电磁环境中控制公众暴露的电场、磁场、电磁场（1Hz~300GHz）的场量限值，其中规定 100kV 以下电压等级的交流输变电设施为豁免管理范围。

《典型 110kV 变电站站界电磁环境现状分析》—《高压电器》（2011 年 07 期）中通过分析对比 4 种不同布置方式典型 110 kV 变电站站界电磁环境检测数据，得出目前 110 kV 变电站周围的工频电场强度和磁感应强度均远小于国家推荐的标准限值。

根据相关研究的实际测量，即使对于 500kV 的高压输电线，其单位面积的辐射功率相当于一般城市家庭中所接收到的无线电广播电磁波辐射功率强度的十分之一，因此，可以说输变电设施的所产生的电磁辐射对人体健康造成的影响是微小的。

## 6.12 碳排放评价

可再生能源发展是贯彻《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030 年前碳达峰行动方案》《山西能源革命综合改革

试点行动方案》《山西打造全国能源革命排头兵行动方案》等政策文件要求，推动能源清洁低碳转型，提高非化石能源消费比重的重要措施。可再生能源开发利用可替代大量化石能源消耗，减少温室气体排放。

根据《中国发电企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》，发电企业的全部排放包括化石燃料燃烧的二氧化碳排放、燃煤发电企业脱硫过程的二氧化碳排放、企业净购入使用电力产生的二氧化碳排放。对于生物质混合燃料燃烧发电的二氧化碳排放，仅统计混合燃料中化石燃料（如燃煤）的二氧化碳排放；对于垃圾焚烧发电引起的二氧化碳排放，仅统计发电中使用化石燃料（如燃煤）的二氧化碳排放。为切实达到替代化石能源消耗的目标，本次规划和规划环评仅研究单纯生物质能发电（含单纯生活垃圾焚烧发电）项目，因此不纳入温室气体排放量核算范围，可认为二氧化碳排放量为零。

根据本规划相关测算，到2025年山西省可再生能源利用量折合4100万吨标准煤，相当于减少二氧化碳排放量约10645 t。

## 7 资源环境承载力分析

### 7.1 大气环境承载力分析

#### 7.1.1 环境空气质量现状

2021年,山西省全省6项基本污染物年均值浓度依次是SO<sub>2</sub> 15μg/m<sup>3</sup>、NO<sub>2</sub> 31μg/m<sup>3</sup>、PM<sub>10</sub> 74μg/m<sup>3</sup>、PM<sub>2.5</sub> 39μg/m<sup>3</sup>、CO 1.5mg/m<sup>3</sup>、O<sub>3</sub>-8h 169μg/m<sup>3</sup>,其中PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub>超标,占标率依次为105.71%、111.43%和105.63%。区域为环境空气质量不达标区。

《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》《山西生态省建设规划纲要(2021-2030年)》中对2025年设区城市细颗粒物浓度约束性目标为完成国家下达指标。《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》中规定,到2025年,地级及以上城市细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)浓度比2020年下降10%,《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》中提出2025年愿景:细颗粒物浓度力争进入“3时代”(低于40mg/m<sup>3</sup>)。

#### 7.1.2 规划大气污染源分析

再生能源发展项目,除生物质能发电外,风电、光伏发电、水电(含抽蓄)、地热能开发在运行期项目本身基本不产生废气污染物。经报告书6.2.2污染物排放量章节测算,到2025年,山西省生物质能发电装机达到100万千瓦以上,SO<sub>2</sub>排放量约为758t,NO<sub>x</sub>排放量约为957t,颗粒物排放量约为602t。

#### 7.1.3 环境空气质量改善潜力分析

可再生能源,主要是生物质能发电项目在施工期和运行期严格落实以下大气污染防治措施,有助于区域环境空气质量改善。

严格项目布局管控,禁止在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区和永久基本农田等国家及地方法律法规、标准、政策明确禁止污染类项目选址的区域内建设生活垃圾焚烧发电项目;生活垃圾焚烧发电项目污染物排放满足《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB18485-2014)及修改单相关限值要求,农林生物质发电项目污染物排放满足山西省《锅炉大气污染物排放标准》(DB14/1929-2019)相关限值要求;落实六个“百分百”措施,防治施工期扬尘污染;优先采用新能源或清洁能源汽车及机械设备。

## 7.2 水环境承载力分析

### 7.2.1 水环境质量现状

2016~2020年这五年间，山西省地表水环境质量状况有了显著提升。其中水质优良（I~III类）类别比例从2016年的48.0%上升至2020年的65.3%，重度污染（劣V类）类别比例从2016年的28.0%下降至2020年的2.0%。总的地表水环境状况评价2016~2018年为中度污染，2019~2020年为轻度污染，到2020年，全省58个国家考核断面均退出劣V类。

### 7.2.2 规划水污染源分析

报告书6.2.2污染物排放量章节对可再生能源发展废水污染物产生量进行了估算。经计算，COD产生量119.25t，氨氮产生量11.21t，SS产生量83.38t，全盐量430.92t。其中光伏发电生产废水主要是清洗废水，垃圾、生物质能发电生产废水主要是循环冷却排水、锅炉排水、化水车间排水等。另外，还有各项目运行过程中产生的生活污水。

### 7.2.3 水环境质量改善潜力分析

可再生能源开发利用项目在施工期和运行期严格落实以下地表水污染防治措施，有助于区域水环境质量改善。

(1) 施工期生活污水设置隔油池、化粪池处理，化粪池委托专人定期清掏，依项目所在地实际情况，由当地农民运走沤肥或作其他妥善处置，保证不排入地表水体。对于设备清洗、物料清洗、进出车辆清洗废水等，施工现场设置废水沉淀池用于集中收集，经沉淀中和处理后回用不外排。尽量避免雨天施工。

(2) 结合全国主体功能区规划和生态功能区划，合理确定水电规划的梯级布局。在自然保护区、风景名胜区及其他具有特殊保护价值的地区，原则上禁止开发水电资源。合理确定生态流量，认真落实生态流量泄放措施。充分论证下泄水温变化对敏感目标的影响，如存在重大影响，应采取分层取水减缓措施。生活污水经化粪池、隔油池预处理后排入可依托的市政污水处理厂管网，如无可依托污水厂，依项目实际情况设置小型地理式污水处理设施，将生活污水处理后回用于道路清扫、绿化浇洒，不外排。

(3) 生物质能发电项目工业废水、生活垃圾渗滤液处理达标后回用至循环水池作为冷却水重复利用。渗滤液污水处理系统浓液作为石灰浆制备用水、炉渣冷却水、飞

灰固化用水以及回喷至焚烧炉，并设置足够容积的垃圾渗滤液事故收集池。

(4) 发电、光伏发电项目依据生活污水产生量的不同设置化粪池或一体化地埋式污水处理设备，处理后回用不外排。光伏面板清洗废水，收集处理后用于场区抑尘，雨季适当减少清洗次数。

(5) 地热能开发项目产生的软化水装置废水与生活污水一同经化粪池、隔油池预处理。

## 7.3 水资源承载力分析

### 7.3.1 需水量预测

经报告书 6.2.1 资源需求量章节测算，到 2025 年，山西省风电装机规模 3000 万千瓦，光伏发电装机规模 5000 万千瓦，通过类比省能源局获得的相关生产用水量和生活用水量指标数据，即风电生活用水量 5.47t/MW，光伏发电生产用水量 0.5t/MW，生活用水量 4.38t/MW，得出风电生活用水量 16.41 万 t/a，光伏发电生产用水量 2.5 万 t/a，生活用水量 5.73 万 t/a。生物质能发电装机规模 100 万千瓦，经类比发电量约为 63 亿 kw.h，参考《山西省用水定额 第 2 部分：工业用水定额》(DB14/T1049.2-2021) 中相关参数，选取 0.19m<sup>3</sup>/MWh，则垃圾、生物质能发电生产用水量 119.7 万 t/a。水电(含抽蓄)、地热能开发项目生活用水量较小，此处忽略不计。2025 年可再生能源发展用水量 160.51 万 t。

### 7.3.2 供水量预测

根据《2020 年山西省水资源公报》，山西省水资源开发利用情况如下。

#### (1) 水资源总量

2020 年全省水资源总量为 115.1506 亿 m<sup>3</sup>，较上年增加 18.3%。其中，地表水资源量为 72.2147 亿 m<sup>3</sup>，地下水资源量为 85.9170 亿 m<sup>3</sup>，二者重复计算量 42.9811 亿 m<sup>3</sup>。

#### (2) 供水量

2020 年全省实际供水量 72.7825 亿 m<sup>3</sup>，较上年减少 3.1889 亿 m<sup>3</sup>。地表水源供水量 39.5484 亿 m<sup>3</sup>，占总供水量的 54.3%，比上年减少 2.751 亿 m<sup>3</sup>；地下水源供水量 27.7426 亿 m<sup>3</sup>，占总供水量的 38.1%，比上年减少 1.4185 亿 m<sup>3</sup>；其它水源供水量 5.4915 亿 m<sup>3</sup>，占总供水量的 7.5%，比上年增加 0.9807 亿 m<sup>3</sup>。地表水源供水量中，蓄水、引



水、提水及跨流域调水工程所供水量分别占地表水源供水量的 31.4%、21.4%、44.9% 和 2.2%。

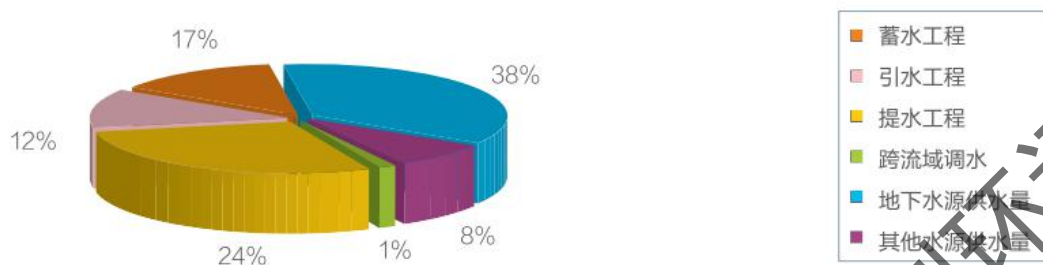


图 7.3-1 2020 年全省供水组成示意图

### (3) 用水量

用水量指分配给用户的包括输水损失在内的毛用水量，在数量上与供水量相一致。2020 年全省用水总量 72.7825 亿  $m^3$ ，其中农业用水量 41.0132 亿  $m^3$ ，占总用水量的 56.4%；工业用水量 12.3881 亿  $m^3$ ，占总用水量的 17.0%；生活用水量 14.5825 亿  $m^3$ ，占总用水量的 20.0%；人工生态环境补水量 4.7987 亿  $m^3$ ，占总用水量的 6.6%。



图 7.3-2 2020 年全省用水组成示意图

### (4) 耗水量

2020 年全省耗水总量 57.7220 亿  $m^3$ ，平均耗水率 79.3%。与上年相比，全省耗水总量减少 2.3197 亿  $m^3$ ，降低 3.9%。其中耕地灌溉耗水量 30.6732 亿  $m^3$ ，占全省耗水总量的 53.14%，平均耗水率 81.0%；工业耗水量 11.1135 亿  $m^3$ ，占全省耗水总量的 19.0%，其中循环式火（核）电耗水率 95.6%，非火（核）电工业耗水率 88.8%；居民生活耗水量 6.5442 亿  $m^3$ ，占全省耗水总量的 11.3%，其中城镇生活耗水率 35.4%，农村生活耗水率 100%；城镇公共耗水量 1.4473 亿  $m^3$ ，占耗水总量的 3%，其中建筑业耗水率 88.6%，服务业耗水率 38.0%；林牧渔畜耗水量和生态环境耗水量分别为 3.1451 亿  $m^3$  和 4.7987 亿  $m^3$ ，用水基本上全部被消耗，这两项耗水量占到耗水总量的 14%。

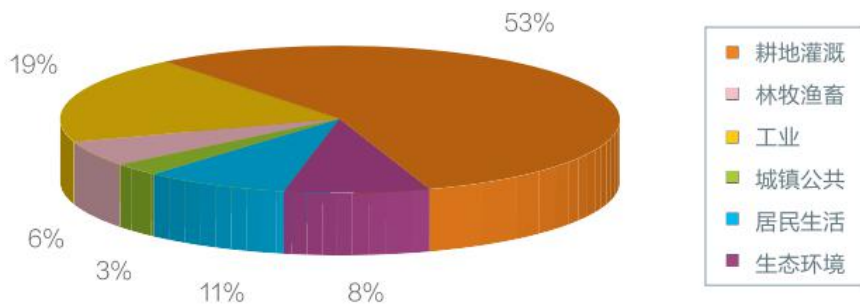


图 7.3-3 2020 年全省耗水组成示意图

### (5) 用水指标

2020 年全省人均用水量  $208.5\text{m}^3$ ，万元 GDP 用水量  $41.2\text{m}^3$ ；耕地灌溉亩均用水量  $170.9\text{m}^3$ ，城镇生活人均用水量  $136\text{L/d}$ ，农村生活人均用水量  $79.0\text{L/d}$ 。

### 7.3.3 水资源承载力分析

本次评价收集了 2016~2020 年山西省水资源公报，并对各年水资源总量、供水量和耗水量进行了统计，从图表可以看出，供水量和耗水量大体呈下降趋势，根据线性变化趋势对 2025 年供水量和耗水量进行预测，则供水量约为  $69.3535$  亿  $\text{m}^3$ ，耗水量约为  $56.2376$  亿  $\text{m}^3$ 。按照工业用水量占总用水量的比例  $17.0\%$  估算，可供工业用水量约为  $11.7901$  亿  $\text{m}^3$ 。2025 年用水量  $160.51$  万  $\text{m}^3$ ，约占可供工业用水量的  $0.14\%$ ，水资源可承载规划实施。

表 7.3-1 2016~2020 年山西省水资源统计 单位：亿  $\text{m}^3$ 

年份	水资源总量	供水量	耗水量
2016 年	134.1447	75.5257	58.9095
2017 年	130.2397	74.8954	58.5118
2018 年	121.9263	74.3002	58.3353
2019 年	97.2981	75.9714	60.0417
2020 年	115.1506	72.7825	57.7220
2025 年	—	69.3535	56.2376

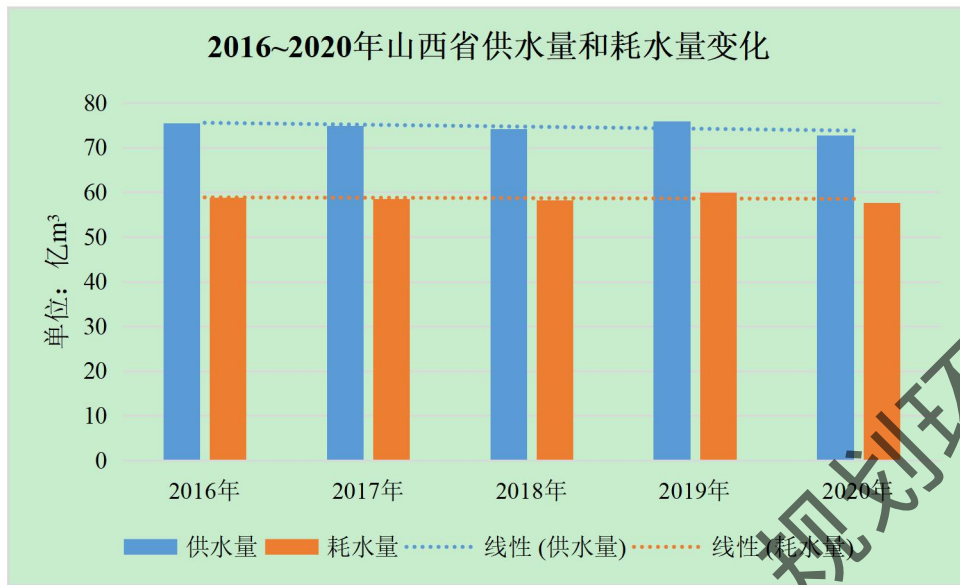


图 7.3-4 2016~2020 年山西省供水量和耗水量变化

## 7.4 土地资源承载力分析

### 7.4.1 土地资源需求量

报告书 6.2.1 资源需求量章节根据 2025 年可再生能源装机规模分别对风电、光伏发电、水电（含抽蓄）、生物质能发电永久用地占地规模进行了估算，地热能开发主要是换热站及供热管网用地，其面积较小，本次评价不做估算。其中，风电永久用地主要是升压站、风机箱变等占地面积，光伏发电永久用地主要是升压站占地面积（光伏板占地按照临时用地管理），水电（含抽蓄）永久用地主要是水库淹没影响区、枢纽工程建设区等，生物质能发电永久用地主要是厂区建设用地。经估算，2025 年可再生能源发展对土地资源的需求量约为 1633 公顷。

### 7.4.2 土地利用现状

根据《山西省第三次国土调查主要数据公报》（数据截止 2019 年 12 月 31 日），山西省 15.67 万平方公里范围内包括水田、水浇地、旱地在内的耕地有 386.95 万公顷；包括果园、茶园等在内的园地为 64.09 万公顷；包括乔木林地、竹林地、灌木林地等在内的林地有 609.57 万公顷；包括天然牧草地、人工牧草地等在内的草地为 310.51 万公顷；包括森林沼泽、灌丛沼泽、沼泽草地、内陆滩涂、沼泽地在内的湿地有 5.44 万公顷；包括城市用地、建制镇用地、村庄用地、采矿用地、风景名胜及特殊用地在内的城镇村及工矿用地为 101.76 万公顷；包括铁路用地、轨道交通用地、公路用地、农村道路、机场用地、港口码头用地、管道运输用地在内的交通运输用地有 26.98 万

公顷；包括河流水面、湖泊水面、水库水面、坑塘水面、沟渠、水工建筑用地在内的水域及水利设施用地为 17.31 万公顷。详见表 4.2-1。

### 7.4.3 土地资源承载力分析

2025 年可再生能源发展所需土地资源约占城镇村及工矿用地的 0.16%。可再生能源开发项目建设应本着节约和集约利用土地的原则，尽量使用未利用土地，并尽量避开省级以上政府部门依法批准的需要特殊保护的区域。报告书表 2.3-1 对可再生能源发展用地要求和环境准入方面的政策和规范性文件进行了梳理，主要内容有：

(1) 风电项目：风电场工程建设用地应尽量使用未利用土地，少占或不占耕地。不得布局在自然保护区、风景名胜区、自然遗产地等生态保护红线区域，以及国家公园、森林公园、地质公园、湿地公园、天然林保护区、人工林区、一二级公益林地、高山草甸和鸟类主要迁徙通道等区域。节约集约使用林地，禁止占用天然乔木林（竹林）地、年降雨量 400 毫米以下区域的有林地、一级国家级公益林地和二级国家级公益林中的有林地。

(2) 光伏发电项目：光伏电站工程项目应尽量利用未利用地，不占或少占农用地。各类自然保护区、森林公园（含同类型国家公园）、濒危物种栖息地、天然林保护工程区以及东北内蒙古重点国有林区，为禁止建设区域。其他生态区位重要、生态脆弱、地形破碎区域，为限制建设区域。禁止以任何方式占用永久基本农田。

(3) 生物质能（含生活垃圾焚烧发电）：城市建成区、环境质量不能达到要求且无有效削减措施的或者可能造成敏感区环境保护目标不能达到相应标准要求的区域，不得新建农林生物质直接燃烧和气化发电项目。

禁止在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区和永久基本农田等国家及地方法律法规、标准、政策明确禁止污染类项目选址的区域内建设生活垃圾焚烧发电项目，不得在城市建成区及规划的城市文教卫生、生活居住区及其附近选址布局生活垃圾焚烧发电设施。

(4) 水电项目：对部分生态脆弱地区和重要生态功能区，要根据功能定位，实行限制开发；在自然保护区、风景名胜区及其他具有特殊保护价值的地区，原则上禁止开发水电资源。

(5) 地热能开发项目：在地下水饮用水水源地及其保护区范围内，禁止以保护的目标含水层作为热泵水源。在地下水禁限采区、深层（承压）含水层以及地热水无

法有效回灌的地区或对应含水层，禁止以地下水作为热泵水源。

具体项目选址须严格落实国家、山西省及各地市相关土地利用和环境准入要求。

### 7.5 能源承载力分析

可再生能源在自然界可以循环再生，取之不尽用之不竭，是清洁、绿色、低碳的能源。规划在充分调查山西省各地区资源优势的基础上，坚持因地制宜，多元发展。“十四五”期间，在晋北、晋西地区重点推动风电和光伏发电基地化、规模化开发，在晋东南地区优化推动风电和光伏发电就地就近开发，重点建设晋北风光火储一体化外送基地、忻朔多能互补综合能源基地、晋西沿黄百里风光基地、晋东“新能源+”融合发展基地、晋南源网荷储一体化示范基地。稳步推动生物质能多元化开发，积极推动地热能规模化开发。稳妥推进天镇地热能热电联产示范项目建设。积极推进浑源、垣曲抽水蓄能电站按期投产。

可再生能源开发利用可替代大量化石能源消耗，有效促进区域煤炭消费总量负增长。到 2025 年，全省可再生能源装机规模达 8300 万千瓦以上，可再生能源电力总量消纳责任权重达到 28.7%。根据《山西省可再生能源发展“十四五”规划》相关估算，到 2025 年，全省可再生能源年利用量折合 4100 万吨标准煤。

## 8 规划方案综合论证和优化调整建议

### 8.1 规划方案综合论证

规划方案的综合论证包括环境合理性论证和环境效益论证。前者从规划实施对资源、生态、环境综合影响的角度，论证规划内容的合理性；后者从规划实施对区域经济、社会与环境发挥的作用，以及协调当前利益与长远利益之间关系的角度，论证规划方案的合理性。

#### 8.1.1 规划方案环境合理性论证

##### 8.1.1.1 规划目标与发展定位环境合理性

###### (1) 发展目标

本规划是根据国家《关于在山西开展能源革命综合改革试点的意见》《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030年前碳达峰行动方案》、国家《关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》《山西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》等要求进行编制，指导山西省“十四五”期间可再生能源发展的专项规划。

发展目标：到2025年，全省可再生能源发电装机达到8300万千瓦以上。其中：风电3000万千瓦左右、光伏5000万千瓦左右、水电（含抽蓄）224万千瓦以上、生物质能发电100万千瓦以上，新型储能装机达到600万千瓦左右，地热能供暖面积2000万平方米左右。实现新能源和清洁能源装机容量占比达到50%的目标。到2030年，全省新能源和清洁能源装机容量占比达到60%以上。

###### (2) 环境合理性

本节基于区域环境保护目标以及“三线一单”要求，结合规划协调性分析结论，论证规划目标与发展定位的环境合理性。

山西省环境保护目标众多，现有自然保护区46处，风景名胜区49处，世界文化自然遗产3处，森林公园83处，地质公园19处，沙漠公园12处，湿地公园61处，重要湿地10处，水产种质资源保护区3处，地级以上水源地27处，县级水源地123处，19大岩溶泉域重点保护区，国家级重点文物531处，省级重点文物779处。

可再生能源发展具体项目选址应尽可能避让优先保护单元，落实重点管控单元和一般管控单元管控要求，将山西省和11市“三线一单”成果作为可再生能源发展产

业布局、资源开发、重大项目选址的重要依据。

可再生能源发展有助于推进我省能源革命和构建清洁低碳、安全高效能源体系，落实碳达峰、碳中和目标任务。“十四五”期间可再生能源发展目标是在“十三五”发展基础上，充分分析所面临的机遇和挑战提出的预期性目标。规划目标和发展定位具备环境合理性。为促进我省可再生能源发展和生态环境保护相协调，具体项目选址应严格落实可再生能源用地意见、环境准入等相关文件要求。

#### 8.1.1.2 规划规模和建设时序的环境合理性

##### (1) 规划规模和建设时序

规划规模：到 2025 年，全省可再生能源发电装机达到 8300 万千瓦以上。其中：风电 3000 万千瓦左右、光伏 5000 万千瓦左右、水电（含抽蓄）224 万千瓦以上、生物质能发电 100 万千瓦以上，新型储能装机达到 600 万千瓦左右，地热能供暖面积 2000 万平方米左右。实现新能源和清洁能源装机容量占比达到 50% 的目标。

建设时序：本规划期限为 5 年，不区分近远期，上述可再生能源发展规模均为“十四五”期间预期性发展目标。

##### (2) 环境合理性

本节基于环境影响预测与评价和资源与环境承载力评估结论，结合资源利用上线和环境质量底线等要求，论证规划规模和建设时序的环境合理性。

本次评价收集了 2016~2020 年山西省水资源公报，供水量和耗水量大体呈下降趋势，根据线性变化趋势对 2025 年供水量和耗水量进行预测，则供水量约为 69.3535 亿  $m^3$ ，耗水量约为 56.2376 亿  $m^3$ 。按照工业用水量占总用水量的比例 17.0% 估算，可供工业用水量约为 11.7901 亿  $m^3$ 。2025 年用水量 160.51 万  $m^3$ ，约占可供工业用水量的 0.14%，水资源可承载规划实施。

2025 年可再生能源发展所需土地资源约占城镇村及工矿用地的 0.16%。可再生能源开发项目建设应本着节约和集约利用土地的原则，尽量使用未利用土地。

水资源和土地资源可承载，且可再生能源开发利用项目大都属于环境友好型，因此，规划规模和建设时序具备环境合理性。

#### 8.1.1.3 规划布局的环境合理性

##### (1) 规划布局

“十四五”期间，在晋北、晋西地区重点推动风电和光伏发电基地化、规模化开

发，在晋东南地区优化推动风电和光伏发电就地就近开发，稳步推动生物质能多元化开发，积极推动地热能规模化开发。风电和光伏发电基地化规模化开发，重点建设晋北风光火储一体化外送基地、忻朔多能互补综合能源基地、晋西沿黄百里风光基地、晋东“新能源+”融合发展基地、晋南源网荷储一体化示范基地。稳妥推进天镇地热能热电联产示范项目建设。积极推进浑源、垣曲抽水蓄能电站按期投产。

## (2) 环境合理性

本节基于规划布局与生态保护红线、重点生态功能区、其他环境敏感区的空间位置关系和对以上区域的影响预测结果，结合环境风险评价的结论，论证规划布局的环境合理性。

山西省可再生能源发展“十四五”规划在“十三五”发展现状基础上，充分分析“十四五”可再生能源发展面临的机遇和挑战，对“十四五”期间可再生能源发展提出预期性目标。规划阶段尚不能对具体项目位置、规模等进一步细化。项目选址应尽可能避让优先保护单元，落实重点管控单元和一般管控单元管控要求，满足《关于加强风力发电建设项目生态环境保护监管的通知》《关于光伏电站建设使用林地有关问题的通知》《生活垃圾焚烧发电建设项目环境准入条件（试行）》《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》《关于因地制宜做好可再生能源供暖工作的通知》等文件关于用地和环境准入的要求。

### 8.1.1.4 规划用地结构、能源结构、产业结构的环境合理性

#### (1) 规划用地结构、能源结构、产业结构

用地结构：规划阶段尚不能对具体项目位置、规模等进一步细化。根据规划，风电和光伏发电项目结合采煤沉陷区治理，依托采煤沉陷区、盐碱地、荒山荒坡等区域重点建设；推动工业园区、经济开发区等负荷中心周边地区风电分布式开发，工业园区、经济开发区、公共建筑等屋顶光伏开发利用；生物质能、地热能开发主要依托地区资源禀赋布局；水电（含抽蓄）则选择地形条件、工程地质、水文泥沙等建设条件合适地区布局。

能源结构：风电、光伏发电、水电（含抽蓄）、地热能开发等项目本身运行过程中主要能源需求为电力，可由区域供电设施或项目自身提供；生物质能燃料为农林生物质或生活垃圾，项目运行所需电力可由自身提供。

产业结构：山西省可再生能源——风电、光伏发电、水电（含抽蓄）、生物质能、



地热能开发及存储消纳的专项规划。

## (2) 环境合理性

本节基于环境影响预测与评价和资源与环境承载力评估结论，结合区域环境管理和循环经济发展要求，以及规划重点产业的环境准入条件和清洁生产水平，论证规划用地结构、能源结构、产业结构的环境合理性。

可再生能源发展可替代大量化石能源消耗、减少温室气体和污染物排放，推动我省传统能源绿色转型，构建清洁低碳安全高效的能源体系，有助于加快建立健全我省绿色低碳循环发展经济体系。规划从我省不同区域资源禀赋角度对可再生能源发展进行了布局，规划用地结构、能源结构、产业结构具备环境合理性。为确保具体项目选址具备环境合理性，还应满足《关于加强风力发电建设项目生态环境保护监管的通知》《关于光伏电站建设使用林地有关问题的通知》《生活垃圾焚烧发电建设项目环境准入条件（试行）》《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》《关于因地制宜做好可再生能源供暖工作的通知》等文件关于用地和环境准入的要求。

### 8.1.1.5 规划环境目标的可达性

本节基于规划实施环境影响预测与评价结果，结合生态环境保护措施的经济技术可行性、有效性，论证环境目标的可行性。

#### (1) 环境空气目标可达性

严格项目布局管控，禁止在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区和永久基本农田等国家及地方法律法规、标准、政策明确禁止污染类项目选址的区域内建设生活垃圾焚烧发电项目；生活垃圾焚烧发电项目污染物排放满足《生活垃圾焚烧污染控制标准》限值要求，农林生物质发电项目污染物排放满足山西省《锅炉大气污染物排放标准》限值要求；落实六个“百分百”措施，防治施工期扬尘污染；优先采用新能源或清洁能源汽车及机械设备。采取以上措施，规划环境空气目标具备可达性。

#### (2) 地表水环境目标可达性

水电项目合理确定生态流量，落实生态流量泄放措施，采取分层取水等低温水减缓措施；生物质能发电项目设置工业废水处理系统，提高工业用水重复利用率，并配备足够容积的垃圾渗滤液事故收集池；设置化粪池或生活污水一体化处理设施对生活污水进行处理，满足标准后优先回用于绿化或降尘。采取以上措施，规划地表水环境目标具备可达性。

(3) 地下水环境目标可达性

严格避让泉域重点保护区和集中式水源地保护区；在地下水饮用水水源地及其保护区范围内，禁止以保护的目标含水层作为热泵水源；在地下水禁限采区、深层（承压）含水层以及地热水无法有效回灌的地区或对应含水层，禁止以地下水作为热泵水源；按要求设置污水处理设施、危废暂存间、变压器事故油池等，从源头控制污染物进入地下水环境的途径；分重点防渗区和一般防渗区设置分区防控；制定地下水环境影响跟踪监测计划和地下水污染应急响应预案。采取以上措施，规划地下水环境目标具备可达性。

(4) 声环境目标可达性

选用低噪声机械设备，加强施工设备的维护和保养，对振动大的机械设备使用减振基座或减振垫。优化施工布置，高噪声设备尽量远离居民点布置。在保证施工进度的前提下，合理安排施工时间。施工区主要固定机械设备配备隔声罩。主要道路沿线村庄布设声屏障，并为道路两侧首排居民安装隔声窗。采取以上措施，规划声环境目标具备可达性。

(5) 土壤环境目标可达性

生活垃圾焚烧发电项目达到《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）相关标准限值要求，农林生物质发电项目满足山西省《锅炉大气污染物排放标准》（DB14/1929-2019）相关要求。对工业固废贮存场、危险废物暂存间、污水处理设施及管线、生活垃圾收集与暂存设施、事故油池等采取相应措施，防止和降低污染物跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低程度。污水处理设施、管沟、事故油池、事故水池应实施重点防渗。采取以上措施，规划土壤环境目标具备可达性。

(6) 生态环境目标可达性

尽量使用未利用土地，少占或不占耕地，节约集约使用林地。禁止在国家和山西省政府部门依法批准的需要特殊保护的区域内建设可再生能源项目。把剥离的表层熟土回填至周围的植被恢复区内，用作施工区植被恢复。在“适地适树、适地适草”的原则下，树种、草种应以选择当地优良的乡土树种草种为主，保证绿化栽植的成活率。严格控制征地范围，合理安排施工顺序和时间，减少对野生动物的干扰。发电项目选址应尽可能避让候鸟迁徙路线和候鸟迁徙重要地点；水电项目运行期保证下泄生态流量，减少对水生生物的影响程度。采取以上措施，规划生态环境环境目标具备可达性。

### 8.1.2 规划方案环境效益分析

本次评价从维护生态功能、改善环境质量、提高资源利用效率、减少温室气体排放、保障人居安全、优化区域空间格局和产业结构几方面论证规划的环境效益。

#### (1) 维护生态功能

可再生能源开发有助于推进我省能源革命和构建清洁低碳、安全高效能源体系，落实碳达峰、碳中和目标任务。相较于传统化石能源消耗，可减少大量污染物排放，属于生态环境友好型产业。具体项目选址应尽可能避让优先保护单元，落实重点管控单元和一般管控单元管控要求，将山西省和 11 市“三线一单”成果作为可再生能源发展产业布局、重大项目选址的重要依据。

#### (2) 改善环境质量

到 2021 年，山西省全省 6 项基本污染物中  $PM_{10}$ 、 $PM_{2.5}$ 、 $O_3$  超标，占标率依次为 105.71%、111.43% 和 105.63%，区域为环境空气质量不达标区。2020 年山西省总的地表水环境状况评价为轻度污染，全省 58 个国家考核断面均退出劣 V 类。2020 年达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准的水井有 203 眼，占比 78.1%。可再生能源中风电、光伏发电、水电、地热能开发产生污染物量很小，且多是员工生活产生的餐饮油烟、生活污水、生活垃圾等，项目本身产生的污染物很少。相比较而言，生物质能发电，尤其是生活垃圾焚烧发电项目属于可再生能源开发中污染物产生量较大的类别。经测算，2025 年全省可再生能源年利用量折合 4100 万吨标准煤，相当于减少  $CO_2$  排放量约 10645 万吨，减少  $SO_2$  排放量约 307 万吨，减少  $NO_x$  排放量约 154 万吨，减少烟尘排放量约 2784 万吨。从源头上减少污染物产生，促进区域环境质量改善。

#### (3) 提高资源利用效率

经测算，2025 年全省可再生能源年利用量折合 4100 万吨标准煤，相当于年节约用水约 2729 万吨。具体项目应设置化粪池或生活污水一体化处理设施对生活污水进行处理，满足标准后优先回用于绿化或降尘；生物质能发电项目设置工业废水处理系统，提高工业用水重复利用率，并配备足够容积的垃圾渗滤液事故收集池。

规划风电和光伏发电项目结合采煤沉陷区治理，依托采煤沉陷区、盐碱地、荒山荒坡等区域重点建设；推动工业园区、经济开发区、公共建筑等屋顶光伏开发利用，以上措施有利于节约和集约利用土地。具体项目还应满足相关土地利用和环境准入要

求。综上，规划实施有利于提高区域资源利用效率。

#### (4) 减少温室气体排放

可再生能源开发利用可替代大量化石能源消耗，大大减少温室气体和污染物排放。2025 年全省可再生能源年利用量折合 4100 万吨标准煤，相当于减少 CO<sub>2</sub> 排放量约 10645 万吨。可再生能源开发利用是我省落实碳达峰、碳中和目标任务的重要举措，是我省深入开展能源革命综合改革试点、打造全国能源革命排头兵的重点任务。

#### (5) 保障人居安全

生活垃圾焚烧发电设施严格落实环境准入条件，不得在城市建成区及规划的城市文教卫生、生活居住区及其附近选址布局。项目与常住居民居住场所、农用地、地表水体以及其他敏感对象之间合理的位置关系，厂界外设置不小于 300 米的环境防护距离。其他可再生能源开发利用基本不会产生有毒有害污染物，利于保障人居安全。

#### (6) 优化区域空间格局和产业结构

规划在晋北、晋西地区重点推动风电和光伏发电基地化、规模化开发，在晋东南地区优化推动风电和光伏发电就地就近开发，重点建设晋北风光火储一体化外送基地、忻朔多能互补综合能源基地、晋西沿黄百里风光基地、晋东“新能源+”融合发展基地、晋南源网荷储一体化示范基地。稳步推动生物质能多元化开发，积极推动地热能规模化开发。积极推进浑源、垣曲抽水蓄能电站按期投产。可再生能源发展可推动我省清洁低碳安全高效的能源体系和生产体系的构建，有利于优化区域空间格局和产业结构。

## 8.2 规划优化调整建议

基于规划方案的环境合理性和环境效益论证结果，提出以下规划优化调整建议：

(1) 严格项目布局管控。可再生能源开发利用项目选址应严格避让各类法定的禁止开发区域，合理避让限制开发区域，符合自然保护区、风景名胜区、森林公园、永久基本农田、饮用水水源保护区、泉域、公益林、文物保护等法律法规要求。

(2) 节约集约利用土地。可再生能源开发利用项目应尽量使用未利用土地，少占或不占耕地，节约集约使用林地，禁止以任何方式占用永久基本农田。

(3) 严格落实环保设施“三同时”制度。可再生能源开发利用项目各项环保设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，确保可再生能源发展与生态环境保护相协调。

## 9 环境影响减缓对策措施与协同降碳建议

### 9.1 生态影响减缓措施

#### 9.1.1 风电项目生态影响减缓措施

(1) 尽量使用未利用土地，少占或不占耕地，节约集约使用林地。风力发电项目不得布局在自然保护区、风景名胜区、自然遗产地等生态保护红线区域，以及国家公园、森林公园、地质公园、湿地公园、天然林保护区、人工林区、一二级公益林地、高山草甸和鸟类主要迁徙通道等区域。

(2) 植被恢复措施。在“适地适树、适地适草”的原则下，树种、草种应以选择当地优良的乡土树种草种为主，保证绿化栽植的成活率。把剥离的表层熟土回填至周围的植被恢复区内，用作施工区植被恢复。对风机及箱变、升压站等永久占地范围内未被硬化区域及临时吊装场地采取灌草结合的方式予以植被恢复；对临时占地进行深翻等土地整治处理，以便植被恢复和复耕。

(3) 动物保护措施。项目选址应尽可能避让候鸟迁徙路线和候鸟迁徙重要地点；对项目运行期鸟类迁徙进行严密监测，在迁徙季节观测鸟类迁徙情况，特别在3~4月和9~10月观察迁徙鸟类的密度和种类，如发现出现高密度、飞行高度较低的迁徙群体，或如遇大雾或强逆风气象条件，应停止运行风机，以减少鸟的撞机伤亡；设置赶鸟器，减少鸟类撞风机概率，发现异常鸟撞事件后要及时报告给鸟类监测部门。

(4) 光影控制措施。结合风机光影影响范围计算结果，科学合理规划风机限时停转方案。经采取停转措施后，在冬至日前后一段时期内，不会再对附近敏感点产生光影闪烁的影响。其余时段由于太阳高度角的抬升，风机不会对敏感点产生光影响。

#### 9.1.2 光伏发电项目生态影响减缓措施

(1) 尽量利用未利用地，不占或少占农用地。各类自然保护区、森林公园（含同类型国家公园）、濒危物种栖息地、天然林保护工程区以及东北内蒙古重点国有林区，为禁止建设区域。其他生态区位重要、生态脆弱、地形破碎区域，为限制建设区域。光伏电站的电池组件阵列禁止使用有林地、疏林地、未成林造林地、采伐迹地、火烧迹地，以及年降雨量400毫米以下区域覆盖度高于30%的灌木林地和年降雨量400毫米以上区域覆盖度高于50%的灌木林地。

(2) 合理布置光伏矩阵，在光伏板架之间留出必要的孔隙，以满足板下植被生长

所需阳光照射。

(3) 合理安排施工顺序和时间，减少对野生动物的干扰；提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。施工结束后尽快进行植被恢复，保证野生动物栖息繁殖场所。

(4) 采取对太阳能电池表面进行绒面处理或涂覆防反射涂层技术，减少光伏面板光污染。

### 9.1.3 水电项目生态影响减缓措施

(1) 合理确定水电规划的梯级布局。对环境承载能力较强的地区，可进行重点开发；对条件复杂、环境敏感的河流或河段，要考虑现阶段减缓不利环境影响的技术和能力，慎重开发；对部分生态脆弱地区和重要生态功能区，要根据功能定位，实行限制开发；在自然保护区、风景名胜区及其他具有特殊保护价值的地区，原则上禁止开发水电资源。应高度重视流域重要生态环境敏感保护对象的保护，避让自然保护区、珍稀物种集中分布地等生态敏感区域，减小流域生物多样性和重要生态功能的损失。

(2) 从优化工程布置和施工方案出发采取避让措施，尽量减少工程扰动范围和面积。施工结束后，对临时占地耕地及草地区应进行场地清理、土地整治后采取复垦或者抚育的方式恢复生境。对工程施工及水库淹没影响的珍稀保护植物采取移栽或就地保护措施。

(3) 减少对野生动物的影响。严格控制征地范围，及时对临时占地进行恢复，对永久占地进行绿化；选用低噪音设备，禁止正午和晨昏进行高噪声活动，做好施工爆破方式、数量、时间的计划。尽量减少施工泥沙排入下游水体，减少对水生生物的影响程度，运行期保证下泄生态流量。

### 9.1.4 生物质能发电项目生态影响减缓措施

(1) 城市建成区、环境质量不能达到要求且无有效削减措施的或者可能造成敏感区环境保护目标不能达到相应标准要求区域，不得新建农林生物质直接燃烧和气化发电项目。

(2) 禁止在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区和永久基本农田等国家及地方法律法规、标准、政策明确禁止污染类项目选址的区域内建设生活垃圾焚烧发电项目。不得在城市建成区及规划的城市文教卫生、生活居住区及其附近选址布局生活垃圾焚烧发电设施。

(3) 把剥离的表层熟土回填至周围的植被恢复区内，用作施工区植被恢复。

(4) 合理安排施工顺序和时间，减少对野生动物的干扰；提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。施工结束后尽快进行植被恢复，保证野生动物栖息繁殖场所。

### 9.1.5 地热能开发项目生态影响减缓措施

(1) 在地下水饮用水水源地及其保护区范围内，禁止以保护的目标含水层作为热泵水源。在地下水禁限采区、深层（承压）含水层以及地热水无法有效回灌的地区或对应含水层，禁止以地下水作为热泵水源。

建议尽快发布专项规划，划定浅层地热能项目地下水适宜开采区、限制开采区和禁止开采区，指导各地积极推进浅层地热能利用、稳妥推进中深层地热能供暖、探索建设地热能高质量发展示范区和地热能发电示范项目，引导市场主体联合推进地热能规模化开发。

(2) 对地下热水资源进行勘查评估与管理。坚持“以灌定采、以热定采、采灌均衡、水热均衡”，以地热田为单元，优化地热资源开发利用结构，缓解开采层位和开采区位过于集中现象，推进综合循环利用，提高地热资源开发利用水平和效益。制定相应法律法规，把地热资源作为矿产资源进行严格管理，科学规划、合理开采，实现地热资源可持续利用，减少开采活动负面环境影响。

(3) 加强地下热水动态和地面沉降监测。建立完善的地下热水动态监测网络系统对地热井的流量、水位、水温及水质进行监测，并对往期数据监测数据进行对比分析，及时了解地热资源动态变化情况。

(4) 因地制宜采取“取热不耗水、完全同层回灌”或“密封式、井下换热”措施。采用抽取地下水进行地热能利用的，原则上均应采用回灌技术，抽灌井分别安装水表并实现水量实时在线监测，定期对回灌水进行取样送检并记录在案。如因自然条件无法实施回灌的项目，应重点解决好地下水的二次污染问题，水质处理达标后才可排放或利用。地热尾水经过处理达到农田灌溉用水或城市生活用水标准的，相关部门应按照国家有关政策优先采用。

## 9.2 大气环境影响减缓措施

(1) 严格项目布局管控。禁止在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区和永久基本农田等国家及地方法律法规、标准、政策明确禁止污染类项目选址的区域内

建设生活垃圾焚烧发电项目。此外，以下区域一般不得新建生活垃圾焚烧发电类项目：城市建成区；环境质量不能达到要求且无有效削减措施的区域；可能造成敏感区环境保护目标不能达到相应标准要求区域。城市建成区、环境质量不能达到要求且无有效削减措施的或者可能造成敏感区环境保护目标不能达到相应标准要求的区域，不得新建农林生物质直接燃烧和气化发电项目。

(2) 为有效防止施工期扬尘污染，可再生能源开发建设项目在施工过程中应落实《中华人民共和国大气污染防治法》、山西省及各地市大气污染防治条例、大气污染防治攻坚战等文件要求，做到六个“百分百”：即工地周边 100%围挡、物料堆放 100%覆盖、100%土方湿法开挖、路面 100%硬化、出入车辆 100%清洗、渣土车 100%密闭运输。

(3) 施工工地优先采用新能源或清洁能源汽车及机械设备。优先采用新能源汽车和达到国六排放标准的天然气等清洁能源汽车，依法使用排放合格的机械设备，鼓励优先使用新能源或清洁能源非道路移动机械。燃油汽车和机械优先选用符合国家和地方标准的清洁油品。

(4) 生活垃圾焚烧发电大气环境影响减缓措施。燃烧设备须达到《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）及修改单中表 1 规定的“焚烧炉技术性能指标”；焚烧炉烟囱高度满足表 3 要求；采取有效污染控制措施，确保烟气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、Hg、HCl、颗粒物和二噁英类等污染物达到《生活垃圾焚烧污染控制标准》及修改单（GB18485-2014）表 4 中污染物排放限值要求。垃圾卸料、垃圾输送系统及垃圾贮存池等采用密闭设计，垃圾贮存池和垃圾输送系统采用负压运行方式，垃圾渗滤液处理构筑物须加盖密封处理。在非正常工况下，须采取有效的除臭措施。

(5) 农林生物质燃烧大气环境影响减缓措施。生物质焚烧锅炉应以农林生物质为燃料，不得违规掺烧煤、矸石或其他矿物燃料。锅炉房烟囱高度满足山西省《锅炉大气污染物排放标准》（DB14/1929-2019）中表 5 中烟囱最低允许高度要求。配套先进的环保设备和污染控制设施，使锅炉烟气排放达到山西省《锅炉大气污染物排放标准》（DB14/1929-2019）中表 2 “燃生物质锅炉大气污染物排放浓度限值”要求。

(6) 生物天然气、沼气发电大气环境影响减缓措施。农林生物质、畜禽粪便等在厌氧发酵产生生物天然气、沼气的过程中会产生  $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  等恶臭气体。为减少恶臭气体影响，原料调配室及调配池等采用密闭式，并采用负压运行方式，将抽取的恶臭



气体及收集到的无组织恶臭气体通过生物除臭塔进行除臭。利用生物天然气、沼气作为锅炉燃料的，其烟气污染物排放还应满足山西省《锅炉大气污染物排放标准》（DB14/1929-2019）要求。

### 9.3 地表水环境影响减缓措施

#### 9.3.1 施工期环境影响减缓措施

施工期生活污水设置隔油池、化粪池处理，化粪池委托专人定期清掏，依项目所在地实际情况，由当地农民运走沤肥或作其他妥善处置，保证不排入地表水体。对于设备清洗、物料清洗、进出车辆清洗废水等，施工现场设置废水沉淀池用于集中收集，经沉淀中和处理后回用不外排。尽量避免雨天施工。

#### 9.3.2 水电项目环境影响减缓措施

(1) 要结合全国主体功能区规划和生态功能区划，合理确定水电规划的梯级布局。对环境承载能力较强的地区，可进行重点开发；对条件复杂、环境敏感的河流或河段，要考虑现阶段减缓不利环境影响的技术和能力，慎重开发；对部分生态脆弱地区和重要生态功能区，要根据功能定位，实行限制开发；在自然保护区、风景名胜区及其他具有特殊保护价值的地区，原则上禁止开发水电资源。

(2) 合理确定生态流量，认真落实生态流量泄放措施。应根据电站坝址下游河道水生生态、水环境、景观等生态用水需求，结合水力学、水文学等方法，按生态流量设计技术规范及有关导则规定，编制生态流量泄放方案。方案中应明确电站最小下泄生态流量和下泄生态流量过程。此外，还需确定蓄水期及运行期生态流量泄放设施及保障措施。在国家和地方重点保护、珍稀濒危或开发区域河段特有水生生物栖息地的鱼类产卵季节，经论证确有需要，应进一步加大下泄生态流量；当天然来流量小于规定下泄最小生态流量时，电站下泄生态流量按坝址处天然实际来流量进行下放。生态流量泄放应优先考虑专用泄放设施，与主体工程同步开展设计、施工和运行，确保设施安全可靠、运行灵活。

(3) 充分论证水库下泄低温水影响，落实下泄低温水减缓措施。对具有多年调节、年调节的水库和水温分层现象明显的季调节性能水库，若坝下河段存在对水温变化敏感的重要生态保护目标时，工程应采取分层取水减缓措施；对具有季调节性能以下的水库，应根据水库水温垂向分布和下游水温变化敏感目标，充分论证下泄水温变化对

敏感目标的影响，如存在重大影响，应采取分层取水减缓措施。

(4) 生活污水经化粪池、隔油池预处理，满足《污水排入城镇下水道水质标准》(GBT31962-2015)后排入可依托的市政污水处理厂管网，如无可依托污水厂，依项目实际情况设置小型地理式污水处理设施，将生活污水处理后回用于道路清扫、绿化浇洒，不外排。厂房机组检修和地面冲洗废水经沉淀池沉淀后回用。

### 9.3.3 生物质能发电项目环境影响减缓措施

(1) 锅炉补给水处理系统排水、循环冷却系统排水、化水站排水及输送系统冲洗排水等进入工业废水处理系统，处理达到《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923-2005)中“敞开式循环冷却水系统补充水”标准后再回用至循环水池作为冷却水重复利用。

(2) 生活垃圾渗滤液进入厂区垃圾渗滤液污水处理系统，处理出水达到《城市污水再生利用 工业用水水质》中“敞开式循环冷却水系统补充水”标准后再回用至循环水池作为冷却水重复利用。渗滤液污水处理系统浓液作为石灰浆制备用水、炉渣冷却水、飞灰固化用水以及回喷至焚烧炉。应设置足够容积的垃圾渗滤液事故收集池。

(3) 员工生活污水经一体化地理式污水处理设备处理，水质达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2002)中相应标准后，用于道路清扫、绿化浇洒。

### 9.3.4 风电、光伏发电项目环境影响减缓措施

依据生活污水产生量的不同设置化粪池或一体化地理式污水处理设备，处理后回用不外排。光伏面板清洗废水，收集处理后用于场区抑尘，雨季适当减少清洗次数。

### 9.3.5 地热能开发项目环境影响减缓措施

地热能资源的开发应坚持“资源落实、永续利用”的原则，应根据地热能资源的规模和特点合理稳定开采，实现地热能的永续利用。采用抽取地下水进行地热能利用的，原则上均应采用回灌技术，抽灌井分别安装水表并实现水量实时在线监测，定期对回灌水进行取样送检并记录在案。如因自然条件无法实施回灌的项目，应重点解决好地下水的二次污染问题，水质处理达标后才可排放或利用。地热尾水经过处理达到农田灌溉用水或城市生活用水标准的，相关部门应按照国家有关政策优先采用。

地热能开发项目产生的软化水装置废水排放量较小但含盐量较高，与生活污水一同经化粪池、隔油池预处理，满足《污水排入城镇下水道水质标准》(GBT31962-2015)

后排入可依托的市政污水处理厂管网，如无依托污水厂，依项目实际情况设置小型埋地式污水处理设施，将生活污水处理后回用于道路清扫、绿化浇洒，不外排。

#### 9.4 地下水环境影响减缓措施

可再生能源项目选址布局应避免饮用水水源保护区和泉域重点保护区，满足《中华人民共和国水污染防治法》、《山西省水污染防治条例》、《山西省泉域水资源保护条例》等法律法规相关规定。

##### 9.4.1 风电、光伏发电项目环境影响减缓措施

(1) 按要求设置污水处理设施（依据实际情况选择化粪池、一体化污水处理设施等）、危废暂存间、变压器事故油池，从源头控制污染物进入地下水环境的途径。危废暂存间设置应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及2013年修改单要求。事故油池容积根据变压器型号和油量计算得出并满足《火力发电厂与变电站设计防火规范》（GB50229-2019）相关要求。

(2) 分重点防渗区和一般防渗区设置分区防控。重点防渗区污染地下水环境的物料泄露后不易被及时发现和处理的区域，主要包括污水处理设施（含污水管沟）、危废暂存间、变压器事故油池等区域，防渗系数不小于 $10^{-7}\text{cm/s}$ 。一般防渗区指裸露于地面的功能单元，污染地下水环境的物料泄露后，容易被及时发现和处理的区域，包括库房、厂区地坪等区域。

##### 9.4.2 水电项目环境影响减缓措施

水电项目地下水环境保护措施主要针对地下洞室开挖施工的影响，其保护措施如下：

(1) 施工方案应贯彻“以堵为主、限量排放、有效利用”的原则。

(2) 防水施工，超前预报，尽量减少对地下饮用水取水点的影响。

(3) 严格管理施工期和运行期的污水收集、处理、回用系统，做到废污水优先回用或综合利用，杜绝废污水未经处理直接排放，避免对地下水水质造成影响。加强废污水处理系统的风险管理及风险防范措施。

##### 9.4.3 生物质能发电项目影响减缓措施

生物质能发电项目地下水污染防治措施应按照“源头控制、分区防控、污染监控、应急响应”，重点突出饮用水水质安全的原则确定。

(1) 源头控制措施：对废水、固体废物全部进行安全处置，优先进行综合利用，避免在项目区大量堆存；对工艺管道、公用设备、污水储存及处理构筑物采取控制措施，防止污染物的跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低程度。

(2) 分区防控措施：分重点防渗区和一般防渗区设置分区防控。重点防渗区主要包括污水处理设施（含污水管沟）、危废暂存间、事故水池等区域，防渗系数不小于 $10^{-7}\text{cm/s}$ 。一般防渗区包括库房、厂区地坪等区域。

(3) 建立地下水环境监测管理体系，包括制定地下水环境影响跟踪监测计划，建立地下水环境影响跟踪监测制度、配备先进的检测仪器和设备、科学、合理设置地下水污染监控井，及时发现污染、及时控制。

(4) 应急响应：制定地下水污染应急响应预案，明确污染状况下应采取的控制污染源，切断污染途径等措施。

#### 9.4.4 地热能开发项目影响减缓措施

地热能开发项目地下水环境影响减缓措施主要是：

##### (1) 浅层地温能开发利用减缓措施

① 在地下水饮用水水源地及其保护区范围内，禁止以保护的目标含水层作为热泵水源。在地下水禁限采区、深层（承压）含水层以及地热水无法有效回灌的地区或对应含水层，禁止以地下水作为热泵水源。

② 对浅层地温能的开发利用进行合理布局，建立健全的浅层地温能开发利用管理体系。禁止在地下水严重超采区、地面沉降区使用地下水源热泵。

③ 避免多层取水，建议采用同层回灌。

④ 地下水源热泵系统应尽量 100%完全回灌。无法达到 100%回灌时，需要保证 95%以上的回灌率的。回灌自然条件比较差的地区，应限制地下水源热泵的开发利用。

⑤ 地下水源热泵采用密闭系统，并确保系统的密封性。

⑥ 建议管理部门对地下水源热泵的应用进行严格控制和管理。在地下水源热泵项目审批过程中严格把关，实行严格的水资源管理，加强地下水资源的保护。加快山西省地热资源动态监测体系的建立。

##### (2) 中深层（水热型）地热能开发利用减缓措施

① 禁止在地下水严重超采区、地面沉降区开发利用中深层地热水。

② 对中深层地热能进行开发利用前，应探明地热水资源储量、评估开采利用限

量、给出具体的开发利用方案、提出地热水保护措施。

③ 对中深层地热能开发利用进行合理布局，统一管理。禁止对中深层地热水无节制、无计划地滥采，其开采量必须在允许开采量以内。

④ 对中深层地热能资源的开发采用地热梯级利用系统。经过地热梯级利用系统的地热尾水也应充分利用。

⑤ 禁止地热尾水未经处理直接排放或未达到排放标准进行排放。当地热尾水温度较高时，必须在排放前进行降温处理。

⑥ 建议增强中深层地热水开发利用项目的地下水监管措施，建立地下水环境监测体系。

## 9.5 声环境影响减缓措施

### 9.5.1 风电项目噪声影响减缓措施

#### (1) 风机组噪声影响减缓措施

① 项目设计时应合理布局场区内风机点位，设置合理的噪声防护距离，该防护距离内不宜新建对噪声敏感建筑物如学校、医院和村庄居民点等。

② 风机采购时应注意风机的选型，选用低噪声风电机组并采取减震措施。

③ 提高风机机组的加工工艺和安装精度，使齿轮和轴承保持良好的润滑条件，避免或减少冲击力、周期力和摩擦力等。

④ 加强风机日常维护，定期检查风机机械系统，发生故障时应立即停机检查。

#### (2) 升压站主变噪声影响减缓措施

① 合理布局升压站。

② 主变压器选用低噪声设备，距离主变 2m 处的设备声源不高于 60dB(A)，加强维护管理，确保设备在正常状态下运行。

③ 升压站四周设置实体围墙，加强站区植树绿化。利用变电所及所区围墙和周围树木的阻挡作用，衰减降低噪声。

④ 变配电设备的低频噪声容易引起人群的烦躁，因此应做好变配电房中的变压器隔振处理，对室内壁进行吸声处理，可降低低频噪声烦恼度。

### 9.5.2 光伏发电项目噪声影响减缓措施

光伏发电工程具有极强的周期性，仅白天运行，选用低噪声类型设备，设置外壳

隔声；设备底部基础安装减振垫；加强对逆变器和变压器的定期检查维护使其处于正常稳定的运行状态。设备噪声经基础减震、隔声及距离衰减后，可大大降低逆变器、变压器噪声，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）相关标准限值。

### 9.5.3 水电项目噪声影响减缓措施

选用低噪声机械设备，加强施工设备的维护和保养，对振动大的机械设备使用减振基座或减振垫。优化施工布置，高噪声设备尽量远离居民点布置。在保证施工进度的前提下，合理安排施工时间。施工区主要固定机械设备配备隔声罩。主要道路沿线村庄布设声屏障，并为道路两侧首排居民安装隔声窗。

### 9.5.4 生物质能发电项目噪声影响减缓措施

汽轮发电机等在主厂房室内布置，外壳装设隔音罩，汽轮发电机组主设备做好防振基础；风机采用室内布置，在送风机吸风口安装消声器。控制主厂房的开窗面积、减少噪音外逸；空压机、循环水泵等高噪声设备采用室内布置，并要求在空压机外壳安装隔声罩；在锅炉的对空排汽管道、安全阀排汽管道上设置小孔排汽消声器，一般可降噪 15~30dB(A)。

### 9.5.5 地热能开发项目噪声影响减缓措施

施工期井场与管线施工现场机械应尽量远离居民区等声环境敏感区。优先选用低噪声机械设备或自带隔声、消声的机械设备；同时做好施工机械的维护和保养，有效降低机械设备运转噪声。高噪声设备如钻机、发电机、泥浆泵、空压机附近，应设可移动的简易隔声屏障。

运行期在取水井上方砌筑井口并加盖井盖，使厂界四周可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）相关限值要求。

## 9.6 固废处置处理措施

### 9.6.1 工业固体废物影响减缓措施

可再生能源开发项目产生的一般工业固废主要是锅炉炉渣、炉灰、脱硫石膏、烟气脱硝催化剂、废光伏电池板等，以外售综合利用和厂家回收为主；危险废物主要是废变压器油、废铅酸电池、废润滑油、废矿物油等，贮存在危废暂存间，定期交由有

资质的单位进行妥善处置。风电、光伏发电项目设置变压器事故油池。危险废物经营单位可参照山西省生态环境厅最新发布名录，根据危险废物类别和运输可行性进行选择。以下是山西省生态环境厅于 2022 年 2 月公布的山西省危险废物经营单位名录。

一般工业固废贮存场选址要求需遵循《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）要求，危险废物暂存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单要求，危险废物委托处置转移执行《危险废物转移管理办法》（生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号，2022 年 1 月 1 日起施行）。

### 9.6.2 生活垃圾影响减缓措施

各项目运行期员工生活垃圾应进行分类收集，依托项目当地环卫部门及时清运。必要时设置垃圾中转站，中转站应为密闭建筑，防止大风天气造成垃圾飞扬，同时要对地面做好硬化和防渗处理，垃圾渗滤液经收集汇入垃圾渗滤液收集池，由罐车定期运至污水处理站处理。垃圾中转站等地面作一般防渗，一般防渗区防渗层的防渗性能应等效于 1.5m 厚渗透系数为  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$  的黏土层的防渗性能。

## 9.7 土壤环境影响减缓措施

### 9.7.1 大气沉降途径土壤环境影响减缓措施

(1) 生活垃圾焚烧发电项目燃烧设备须达到《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）及修改单中表 1 规定的“焚烧炉技术性能指标”；焚烧炉烟囱高度满足表 3 要求；采取有效污染控制措施，确保烟气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、Hg、HCl、颗粒物和二噁英类等污染物达到《生活垃圾焚烧污染控制标准》及修改单（GB18485-2014）表 4 中污染物排放限值要求。垃圾卸料、垃圾输送系统及垃圾贮存池等采用密闭设计，垃圾贮存池和垃圾输送系统采用负压运行方式，垃圾渗滤液处理构筑物须加盖密封处理。在非正常工况下，须采取有效的除臭措施。

(2) 农林生物质发电项目生物质焚烧锅炉应以农林生物质为燃料，不得违规掺烧煤、矸石或其他矿物燃料。锅炉房烟囱高度满足山西省《锅炉大气污染物排放标准》（DB14/1929-2019）中表 5 中烟囱最低允许高度要求。配套先进的环保设备和污染控制设施，使锅炉烟气排放达到山西省《锅炉大气污染物排放标准》（DB14/1929-2019）中表 2 “燃生物质锅炉大气污染物排放浓度限值”要求。

### 9.7.2 地面漫流和垂直入渗途径土壤环境影响减缓措施

(1) 对工业固废贮存场、危险废物暂存间、污水处理设施及管线、生活垃圾收集与暂存设施、事故油池等采取相应措施，防止和降低污染物跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低程度。

① 严格把关工程质量。设备采购中严格把好质量关；定期检查各设备、管线及连接部位是否存在漏损隐患；规范安全生产的各项制度，把生产事故隐患降低至最低；防治地面污染源对土壤造成影响。

② 定期检查防渗效果。定期排查油库防渗设施，排查破损和运行故障，杜绝跑冒滴漏现象；如出现库底破损后要及时修复。

③ 所有排水管道、污水池体、事故油池等必需采取防渗漏措施，杜绝各类废水下渗的通道；另外，应严格用水和废水的管理，强调节约用水，防止污水跑、冒、滴、漏，确保污水处理系统的衔接；同时拟建项目必须严格控制用水量，节约用水，污水处理达标后优先回用。

(2) 项目污水处理设施、管沟、事故油池、事故水池应实施重点防渗，防渗系数不小于  $10^{-7}$  cm/s，保护地下水环境和水源地安全。

根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及 2013 年修改单，危废暂存间基础必须防渗，防渗层为至少 1 m 厚粘土层(渗透系数  $\leq 10^{-7}$  cm/s)，或 2 mm 厚高密度聚乙烯，或至少 2 mm 厚的其他人工材料，渗透系数  $\leq 10^{-10}$  cm/s。

## 9.8 环境风险防范措施

### 9.8.1 变压器油事故防范措施

(1) 根据项目主变压器内油量进行科学计算，合理设置事故油池容积，足够容纳主变压器事故状态下变压器油暂存，保证不会外溢。变压器事故状态下需排油时，经主变下部的排油管排至事故油池，含油废水交由有资质的单位进行处理。

(2) 按照《火力发电厂与变电站设计防火规范》(GB50299-2019) 的规定，在主变压器道路四周设室外消火栓，并在主变附近放置磷酸铵盐推车式干粉灭火器及设置消防砂池作为主变消防设施。

### 9.8.2 润滑油事故防范措施

(1) 水电机组透平油事故防范措施



① 透平油系统内采用下沉式设计，避免漏油溢出。地面采取防渗措施，避免溢油渗入地下水系统。厂房内发生的事故漏油纳入事故油池，事故油池位于地下主变洞中央，事故油池含油废水经油水分离后回收利用，对少量不能回收利用的含油废水和废渣交由有危废处置资质的单位进行妥善处置。

② 在厂区内设置危险废物暂存间，暂存间设置挡油坎，地面进行防渗处理，设置专门的容器分类存放电站产生的危险废物，并按危险废物管理要求设置标识，危险废物交由有资质的单位进行处置。根据油品监测数据，周期轮换更新透平油（润滑油），废透平油交由有资质的单位进行处置。

③ 透平油库门口布置醒目的管理规定，预防事故发生。

④ 为防止水轮机组运行时发生透平油泄漏的情况，运行期应制定严格的水轮机组检修制度，确保水轮机组透平油系统各零件的密封性。

#### (2) 润滑油事故防范措施

风机、汽轮机润滑油系统主要向机组各轴承（包括发电机轴承）提供润滑油，确保汽轮机各轴承在机组正常运行、启停及升速等工况下正常工作。风机、汽轮机维护时产生的润滑油泄漏完全可以通过加强操作过程管理和操作工人的培训来避免。

### 9.8.3 柴油事故防范措施

加强柴油暂存及使用系统设施的维护，防止管道、阀门泄漏；对暂存区域设置事故危险及收集池，以确保收集泄漏的柴油。

### 9.8.4 污水处理设施事故防范措施

污水处理设施管道破裂、泵设备损坏或失效、人为操作失误等，均会导致废水污染物未经处理直接进入地表水体而引起的污染风险事故。

(1) 项目运行期应定期和不定期巡查污水收集系统的污水管线，注意避免污水管线堵塞和破裂，如果出现事故要及时向当地生态环境行政主管部门报告，避免污染水体。

(2) 加强污水处理站日常管理，定期检查及维护设备，提高设备完好率和运行效率，尽量避免出现事故后才停机维修的情况。污水处理站的运行过程要每日检查污水处理站的运行情况，并做好详细记录，以供换班人员查阅了解。

(3) 设置污水暂存池（事故水池），进行严格防渗，并且在排水系统的排放口与

外部水体之间设置切断设施，在污水处理系统故障及管道泄漏时可以将全部废水收集入事故水池暂时贮存，待事故处理完毕，再将事故水池内的废水排入污水处理站进行处理，采取以上措施后，在污水处理系统故障及管道泄漏时，未经处理的废水不会排入外环境，不会对周围水体造成影响。

(4) 污水处理站内需具备备用电源，主要机械、易损设备如水泵、风机等采用一用一备制，污水处理站设计须保有足够的安全容量，安装自控温拌热线保证污水处理站在最冷月也能维持一定的温度。

(5) 事故状态下水体污染的应急措施。结合应急预案，制定项目污水处理站事故状态下减少和消除污染物对流域水体环境造成污染的应急预案，当发生事故，对水体构成严重威胁时，应立即启动相应级别的应急预案，并第一时间向当地生态环境部门和政府报告，采取相应措施，将影响减到最小。

#### 9.8.5 建立健全风险管理制度

(1) 制定安全责任制、各项安全管理制度、操作规程、安全技术规程和各种设备维修保养和设备管理制度，加强现场管理，狠抓劳动纪律，同时经常对职工进行思想教育、工艺操作、设备操作训练，使职工能熟练掌握所在岗位和所在环境中的各个要素，了解一些常见的扑火、中毒的自救能力，互相救助的一些常识。

(2) 建立巡回检查制度，这个检查不是浮于形式，而是实实在在的检查，查隐患，发现问题及时上报并且责令负责部门限期整改到位，复查合格，记录在案。

(3) 加强对职工的劳动保护用品的使用和发放，为职工配备所需用的防护和急救用品。对可能发生的安全事故，制订应急计划，使各部门在事故发生后能有步骤、有秩序地采取各项应急措施，并与当地安全防火部门和紧急救援中心的应急预案衔接，统一采取救援行动。

(4) 事故发生后，应根据具体情况采取应急措施，切断泄漏源、火源，控制事故扩大。

(5) 发生重大事故，应立即上报相关部门，启动社会救援系统，就近地区调拨到专业救援队伍协助处理。

(6) 事故发生后应立即通知当地安全、生态环境、消防、医院等部门，协同事故救援与监控。

### 9.8.6 环境风险应急预案

按照“企业自救、属地为主、分级响应、区域联动”的原则，制定可再生能源开发项目突发环境事件应急预案，根据事故影响程度和范围，需投入的应急人力、物力和财力逐级启动应急预案。

突发环境事件应急救援预案，应由项目管理和操作人员针对项目特点及其企业的具体情况编写，为了能在事故发生的初期阶段采取紧急措施，控制事态，把事故损失降低到最小。

应急救援预案应包括以下主要内容：

(1) 基本情况。主要包括项目地址、从业人数、隶属关系、主要产品、产量等内容，周边区域的单位、社区、重要基础设施、道路等情况。

(2) 危险目标及其危险特性。对周围的影响根据各项目的特点，确定危险目标，明确其危险特性及对周边的影响。

(3) 危险目标周围可利用的安全、消防、个体防护的设备、器材及其分布。

(4) 应急救援组织机构、组成人员和职责划分。

① 应急救援组织机构设置。依据事故危害程度的级别设置分级应急救援组织机构。

② 组成人员。主要负责人及有关管理人员；现场指挥人员。

③ 主要职责。组织制订事故应急救援预案；负责人员、资源配置、应急队伍的调动；确定现场指挥人员；协调事故现场有关工作；批准本预案的启动与终止；事故状态下各级人员的职责；危险化学品事故信息上报工作；接受政府的指令和调动；组织应急预案的演练；负责保护事故现场及相关数据。

(5) 报警、通讯联络方式。24小时有效的内部、外部通讯联络手段；项目的应急联系方式。

(6) 事故发生后应采取的处理措施。根据项目特点、风险类型及其应急预案等，确定采取的紧急处理措施；根据安全运输卡提供的应急措施及与生产厂家、托运方联系后获得的信息而采取的应急措施。

(7) 人员紧急疏散、撤离。依据对可能发生危险化学品事故场所、设施及周围情况的分析结果，确定以下内容，并在项目应急预案中明确：事故现场人员清点，撤离的方式、方法；非事故现场人员紧急疏散的方式、方法；抢救人员在撤离前、撤离

后的报告；周边区域的单位、社区人员疏散的方式、方法。

(8) 危险区的隔离。依据可能发生的事故类别、危害程度级别，确定以下内容：危险区的设定；事故现场隔离区的划定方式、方法；事故现场隔离方法；事故现场周边区域的道路隔离或交通疏导办法。

(9) 检测、抢险、救援及控制措施。

(10) 受伤人员现场救护、救治与医院救治依据事故分类、分级，附近疾病控制与医疗救治机构的设置和处理能力，制订具有可操作性的处置方案。

(11) 现场保护与现场洗消。事故现场的保护措施；明确事故现场洗消工作的负责人和专业队伍。

(12) 应急救援保障。

① 内部保障。确定应急队伍，包括抢修、现场救护、医疗、治安、消防、交通管理、通讯、供应、运输、后勤等人员；项目消防设施配置图、工艺流程图、现场平面布置图和周围地区图、气象资料、危险化学品安全技术说明书、互救信息等存放地点、保管人；项目应急通信系统；项目应急电源、照明；项目应急救援装备、物资、药品等；危险化学品运输车辆的安全、消防设备、器材及人员防护装备；保障制度目录。

② 外部救援。依据对外部应急救援能力的分析结果，确定以下内容：请求政府协调应急救援力量；应急救援信息咨询；专家信息。单位互助的方式。

(13) 事故应急救援终止程序。确定事故应急救援工作结束；通知相关单位、部门、周边社区及人员事故危险已解除。

(14) 应急培训计划。依据对项目从业人员能力的评估和社区或周边人员素质的分析结果，定期对相关人员进行培训，主要包括：应急救援人员的培训；社区或周边人员应急响应知识的宣传。

(15) 演练计划。依据现有资源的评估结果，确定以下内容：演练准备；演练范围与频次；演练组织。

(16) 附件。组织机构名单；值班联系电话；组织应急救援有关人员联系电话；危险化学品生产单位应急咨询服务电话；外部救援单位联系电话；政府有关部门联系电话；项目平面布置图；项目消防设施配置图；周边区域道路交通示意图和疏散路线、交通管制示意图；周边区域的单位、社区、重要基础设施分布图及有关联系方式，供

水、供电单位的联系方式；

(17) 保障制度。

## 9.9 电磁辐射减缓措施

(1) 输电线路在设计过程中，通过选择合理的导线间距和布置方式，减小导线等效半径，优化相序排列等方式对输电线路工频电磁场进行控制，经过居民区的线路应在设计规范标准基础上应适当提高导线架设高度。

(2) 要定期监测运行中的输电线路，如发现有电磁辐射超标情况，应积极采取有效措施进行整改。

(3) 改变导线相序排列，对于多回路输电线路，尽量采用逆序排列方式，充分利用三相电的特性，使其各相产生的电磁场相互抵消，以降低工频电场强度和工频磁感应强度。

(4) 提高导线对地高度可明显降低线下的工频电磁场强度，随着导线对地高度的抬高，工频电磁场强度相应减小，开始时减小显著，以后减小程度逐渐缓慢。

工程周围区域应严格落实控制工频电场、工频磁场的各项生态环境保护措施，且应设置警示和防护指示标志。确保工程周围区域工频电场强度、工频磁感应强度符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）要求。

## 9.10 碳排放管控措施

根据《中国发电企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》中核算方法，可再生能源发电项目不纳入温室气体排放量核算范围，可认为二氧化碳排放量为零。因此，评价不涉及碳排放管控措施。

规划实施中应按照《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030年前碳达峰行动方案》《山西能源革命综合改革试点行动方案》《山西打造全国能源革命排头兵行动方案》相关政策文件要求，全面推进风电、太阳能发电大规模开发和高质量发展，坚持集中式与分布式并举，加快建设风电和光伏发电基地；因地制宜开发水能；因地制宜发展生物质能发电、生物质能清洁供暖和生物天然气；探索深化地热能开发利用；进一步完善可再生能源电力消纳保障机制。发挥好可再生能源开发利用在替代化石能源消耗，提高非化石能源消费比例中的重要作用。

## 10 环境影响跟踪评价与规划所含建设项目环评要求

### 10.1 环境影响跟踪评价

#### 10.1.1 评价时段

考虑可再生能源发展的环境影响特征，建议在规划期中或期末开展一次跟踪评价，或下一期可再生能源发展规划环境影响评价工作合并，由规划编制部门委托相关文件编制工作。

#### 10.1.2 主要评价内容

规划环境影响跟踪评价的主要目的是以改善区域环境质量和保障区域生态安全为目标，规划编制机关结合区域生态环境质量变化情况、国家和地方最新的生态环境管理要求和公众对规划实施产生的生态环境影响的意见，对已经和正在产生的环境影响进行监测、调查和评价，分析规划实施的实际环境影响，评估规划采取的预防或者减轻不良生态环境影响的对策和措施的有效性，研判规划实施是否对生态环境产生了重大影响，对规划已实施部分造成的生态环境问题提出解决方案，对规划后续实施内容提出优化调整建议或减轻不良生态环境影响的对策和措施。根据《规划环境影响跟踪评价技术指南（试行）》，跟踪评价包括以下内容：

##### 10.1.2.1 规划实施及开发强度对比

###### （1）规划实施情况

说明规划实施背景，对比规划并结合图表说明规划已实施的主要内容，包括空间范围、布局、结构与规模等，说明其变化情况、变化原因，并明确规划是否实施完毕。

###### （2）开发强度对比

分析规划已实施部分的资源能源利用效率及其变化情况。以产业发展为重点的规划，对比规划及规划环评推荐情景，重点说明规划实施过程中主要污染物排放情况，包括污染源分布、污染物种类、排放强度及其变化情况。说明规划的生态环境风险防范措施和应急响应体系实施及其变化情况。

###### （3）环境管理要求落实情况

对规划环评及审查意见提出的规划优化调整建议的采纳和执行情况、规划实施区域内具体建设项目落实生态环境准入要求的情况。对比开展跟踪评价时国家和地方最新的生态环境管理要求，即“三线一单”管控要求，分析规划与其的符合性。说明规

划包含的建设项目（包括已建、在建和拟建）环境影响评价、竣工环保验收、排污许可证等制度执行情况。

#### 10.1.2.2 区域生态环境演变趋势

区域生态环境演变趋势分生态环境质量变化趋势分析和资源环境承载力变化分析，其中生态环境质量变化趋势分析又包括环境质量变化趋势分析、生态系统结构与功能变化趋势分析。

#### 10.1.2.3 公众意见调查

征求相关部门及专家意见，全面了解区域主要环境问题和制约因素。收集规划实施至开展跟踪评价期间，公众对规划产生的环境影响的投诉意见，并分析原因。

#### 10.1.2.4 生态环境影响对比评估及对策措施有效性分析

##### （1）规划已实施部分环境影响对比评估

以规划实施进度、区域或生态环境质量变化趋势以及资源环境承载力变化分析为基础，对比评估规划实际产生的生态环境影响范围、程度和规划环评预测结论，若差异较大，需深入分析原因。

##### （2）环保措施有效性分析及整改建议

① 如规划已实施部分未按规划、规划环评及审查意见要求，落实预防或减轻不良生态环境影响的对策和措施，或对策和措施不合理，导致区域生态环境质量不能达到要求或生态环境功能降低，则应针对规划已实施部分造成的生态环境影响提出明确的整改措施要求。

② 如因国家或地方提升生态环境管理要求，区域社会经济发生变化，导致生态环境质量突破底线、生态环境功能降低，则需对规划已实施部分采取的预防或减轻不良生态环境影响的对策和措施提出改进建议。

③ 若规划未按规划方案实施，导致规划、规划环评及审查意见提出的要求无法落实，则需重新提出预防或减轻不良环境影响的对策和措施。

#### 10.1.2.5 生态环境管理优化建议

##### （1）规划后续实施开发强度预测

在叠加规划实施区域在建项目的基础上，分情景估算规划后续实施对支撑性资源能源的需求量和主要污染物的产生量、排放量。

##### （2）生态环境影响减缓对策措施和规划优化调整建议

根据规划已实施情况、区域资源环境演变趋势、生态环境影响对比评估、生态环境影响减缓对策和措施有效性分析等内容，结合国家和地方最新生态环境管理要求，提出规划优化调整或修订的建议。

#### 10.1.2.6 跟踪评价结论

评价结论是对跟踪评价工作成果的归纳和总结，应明确、简洁、清晰。

#### 10.1.3 跟踪评价方法

##### (1) 侧重现场监测与环境调查

对规划环境影响评价区域的环境质量状况进行监测，以确定区域环境质量的实际变化量情况，将规划对环境所造成的实际影响与本次规划环境影响评价预测影响进行比较，找出其变化的原因。在此基础上，对本次规划环境影响评价效果进行跟踪评价，从而调整、完善规划中的不确定性的因素，确保规划环境目标实现。

##### (2) 从系统分析的角度进行评价

由于规划区环境、经济、社会是一个复合生态系统，经济发展中有许多不确定因素，进行跟踪评价，对经济与环境之间的相互影响进行损益分析，对规划区实际造成的环境污染和环境破坏与所带来的实际经济效益进行比较、分析，掌握经济发展与环境之间的关系，保证决策的正确性。

##### (3) 从生态环境的角度进行评价

生态环境具有整体性、区域性的特点，规划实施对规划区生态环境的改变，陆生及水生生态系统的影响、生物多样性的影响等具有长期的生态效应。从生态环境的角度进行跟踪评价，掌握生态环境的承载力，以及生态系统可维持的规划区企业发展规模信息，可以及时总结规划区发展的经验，吸取发展中的教训，实现环境与生态系统的良性循环以及人与自然协调、社会和经济的可持续发展。

### 10.2 规划包含建设项目环评的要求

#### 10.2.1 建设项目环评应重视的内容

##### (1) 与山西省及各地市“三线一单”成果的符合性

具体可再生能源建设项目环评应重视与山西省生态保护红线划定成果、“三线一单”生态环境分区管控意见、山西省及各地市生态环境准入要求（包括选址或选线、规模、资源利用效率、污染物排放管控、环境风险防控和生态保护要求等）的符合性



分析。

### (2) 建设项目环境影响减缓措施

应针对建设项目所属可再生能源类别及其环境影响特征，提出相应的污染防治措施建设要求。光伏发电项目重点关注生态环境影响减缓措施，风电项目重点关注声环境影响和生态环境影响减缓措施，水电（含抽蓄）项目重点关注对水文情势的影响及工程永久用地的影响，生物质能风电项目重点关注大气环境影响和水环境影响减缓措施，地热能开发项目重点关注对地下水的环境影响减缓措施。

### (3) 建设项目对环境敏感目标的影响

山西省环境敏感目标众多，现有自然保护区 46 处，风景名胜区 49 处，世界文化自然遗产 3 处，森林公园 83 处，地质公园 19 处，沙漠公园 12 处，湿地公园 61 处，重要湿地 10 处，水产种质资源保护区 3 处，地级以上水源地 27 处，县级水源地 123 处，19 大岩溶泉域重点保护区，国家级重点文物 531 处，省级重点文物 779 处。具体建设项目应根据选址、项目特征等重视对各类环境敏感目标的影响分析、预测与评价。

## 10.2.2 建设项目环评可简化的内容

已经进行环境影响评价的规划包含具体建设项目的，规划的环境影响评价结论应当作为建设项目环境影响评价的重要依据，建设项目环境影响评价的内容可以根据规划环境影响评价的分析论证情况予以简化。

(1) 符合可再生能源发展“十四五”规划环评结论及审查意见的建设项目政策规划符合性分析、选址的环境合理性和可行性论证可以适当简化。

(2) 当规划环评资源、环境现状调查与评价结果仍具有时效性时，规划所包含的建设项目环评文件中现状调查与评价内容可适当简化。

## 11 环境管理与环境准入

### 11.1 环境管理

环境管理是规划实施管理的一部分，是规划环境保护工作有效实施的重要环节。山西省可再生能源发展环境管理目的在于保证规划各项环境保护措施的顺利实施，使规划实施过程中产生的不利环境影响得到减免，达到规划的环境保护目标，以实现规划实施与生态环境保护、经济发展相协调。

山西省可再生能源发展规划实施中，规划编制机关应落实各项环境管理职能。贯彻执行国家、山西省及各地市环境保护的方针、政策和法律法规，实行严格的项目审批制度和“三同时”制度，健全污染治理设施管理制度等，有效减缓规划实施对区域生态环境可能造成的不良环境影响。

### 11.2 环境准入

#### 11.2.1 生态环境管控分区

根据《山西省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（晋政发〔2020〕26号），山西省生态环境分区管控体系分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元。见图 3.2-6。

优先保护单元：主要包括生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区、泉域重点保护区，以及生态功能重要和生态环境敏感脆弱的区域等。主要分布在太行山、吕梁山等生态屏障带，以及沿黄水土流失生态脆弱区域。

重点管控单元：主要包括城市建成区、省级以上经济技术开发区和产业园区、大气环境布局敏感区和弱扩散区，以及开发强度高、污染物排放量大、环境问题相对集中的区域等。主要分布在“一主三副六市域中心”等城镇化以及工业化区域。

一般管控单元：指优先保护单元和重点管控单元之外的其他区域。

山西省环境敏感目标众多，现有自然保护区 46 处，风景名胜区 49 处，世界文化自然遗产 3 处，森林公园 83 处，地质公园 19 处，沙漠公园 12 处，湿地公园 61 处，重要湿地 10 处，水产种质资源保护区 3 处，地级以上水源地 27 处，县级水源地 123 处，19 大岩溶泉域重点保护区，国家级重点文物 531 处，省级重点文物 779 处。

规划阶段尚不能确定具体项目选址、规模等内容，可再生能源开发利用项目选址应尽量避免优先保护单元，落实山西省及所处地市重点管控单元或一般管控单元的管

理要求。

## 11.2.2 环境质量底线

### 11.2.2.1 大气环境质量底线

2021年,山西省全省6项基本污染物年均值浓度依次是SO<sub>2</sub> 15μg/m<sup>3</sup>、NO<sub>2</sub> 31μg/m<sup>3</sup>、PM<sub>10</sub> 74μg/m<sup>3</sup>、PM<sub>2.5</sub> 39μg/m<sup>3</sup>、CO 1.5mg/m<sup>3</sup>, O<sub>3</sub>-8h 169μg/m<sup>3</sup>, 其中PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub>超标,占标率依次为105.71%、111.43%和105.63%。区域为环境空气质量不达标区。

《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》《山西生态省建设规划纲要(2021-2030年)》中对2025年设区城市细颗粒物浓度约束性目标为完成国家下达指标。《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》中规定,到2025年,地级及以上城市细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)浓度比2020年下降10%,《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》中提出2025年愿景:细颗粒物浓度力争进入“3时代”(低于40mg/m<sup>3</sup>)。结合《山西省城市环境空气质量达标规划编制技术指南(试行)》确定大气环境质量底线,详见下表。

表 11.2-1 大气环境质量底线 单位: μg/m<sup>3</sup>

项目	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO(mg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> -8h
2020年现状值	83	44	19	35	1.9	169
2021年现状值	74	39	15	31	1.5	169
2025年目标值	71	完成国家 下达指标	持续改善	持续改善	持续改善	稳定达标并 持续改善
二级标准	70	35	60	40	4	160

### 11.2.2.2 水环境质量底线

2016~2020年这五年间,山西省地表水环境质量状况有了显著提升。其中水质优良(I~III类)类别比例从2016年的48.0%上升至2020年的65.3%,重度污染(劣V类)类别比例从2016年的28.0%下降至2020年的2.0%。总的地表水环境状况评价2016~2018年为中度污染,2019~2020年为轻度污染,到2020年,全省58个国家考核断面均退出劣V类。根据《山西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《山西省“十四五”两山七河一流域生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》,2025年地表水达到或好于III类水体比例完成国家下达指标。

### 11.2.2.3 土壤环境质量底线

根据《山西省土壤污染防治工作方案》，到 2030 年，山西省受污染耕地安全利用率达到 95%以上，污染地块安全利用率达到 95%以上（具体以国家下达指标为准）。

### 11.2.3 资源利用上线

#### 11.2.3.1 水资源利用上线

《山西省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的实施意见》（晋政发〔2014〕13 号）中提出了 2020 年和 2030 年山西省全省用水总量目标：到 2020 年全省用水总量控制在 93 亿  $m^3$  以内；到 2030 年全省用水总量控制在 99 亿  $m^3$  以内。本次评价采取内插法估算 2025 年全省用水总量，约为 96 亿  $m^3$  以内。

根据《2020 年山西省水资源公报》，2020 年全省水资源总量为 115.1506 亿  $m^3$ ，较上年增加 18.3%。其中，地表水资源量为 72.2147 亿  $m^3$ ，地下水资源量为 85.9170 亿  $m^3$ ，二者重复计算量 42.9811 亿  $m^3$ 。2020 年全省实际供水量 72.7825 亿  $m^3$ ，用水总量 72.7825 亿  $m^3$ ，耗水总量 57.7220 亿  $m^3$ 。结合 2016~2020 年变化趋势进行估算，到 2025 年全省供水量约为 69.3535 亿  $m^3$ ，用水总量约为 69.3535 亿  $m^3$ ，耗水总量约为 56.2376 亿  $m^3$ 。

#### 11.2.3.2 土地资源利用上线

根据《山西省第三次国土调查主要数据公报》（数据截止 2019 年 12 月 31 日），山西省包括水田、水浇地、旱地在内的耕地有 386.95 万公顷；包括果园、茶园等在内的园地为 64.09 万公顷；包括乔木林地、竹林地、灌木林地等在内的林地有 609.57 万公顷；包括天然牧草地、人工牧草地等在内的草地为 310.51 万公顷；包括森林沼泽、灌丛沼泽、沼泽草地、内陆滩涂、沼泽地在内的湿地有 5.44 万公顷；包括城市用地、建制镇用地、村庄用地、采矿用地、风景名胜及特殊用地在内的城镇村及工矿用地为 101.76 万公顷；包括铁路用地、轨道交通用地、公路用地、农村道路、机场用地、港口码头用地、管道运输用地在内的交通运输用地有 26.98 万公顷；包括河流水面、湖泊水面、水库水面、坑塘水面、沟渠、水工建筑用地在内的水域及水利设施用地为 17.31 万公顷。

#### 11.2.3.3 能源利用上线

可再生能源发展“十四五”规划是能源发展“十四五”规划的重要组成部分，可再生能源在自然界可以循环再生，取之不尽用之不竭，是清洁、绿色、低碳的能源。本规划旨在促进可再生能源大规模、高比例、市场化、高质量发展，有效支持清洁低

碳、安全高效的能源体系建设。到“十四五”末，山西省新能源和清洁能源装机容量占比达到 50%，发电量占比达到 30%的总体目标。

《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（中发〔2021〕36号）、《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23号）提出 2025 年目标：非化石能源消费比重达到 20%左右，单位国内生产总值能源消耗比 2020 年下降 13.5%，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2020 年下降 18%，为实现碳达峰奠定坚实基础。

#### 11.2.4 生态环境准入清单

为进一步控制可再生能源发展对生态环境的影响、提高资源能源利用效率、保障区域人群健康，本次评价依据《生态环境准入清单编制要点（试行）》（环办环评〔2019〕6号），并对接山西省“三线一单”生态环境分区管控要求，从空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控和资源开发利用四个维度提出可再生能源发展的生态环境准入清单。

## 12 公众参与

### 12.1 开展公众参与目的

规划实施必然会对周围自然环境和社会环境带来有利或不利的影响，从而直接或间接影响周围地区公众的工作、生活、学习和娱乐。规划所在区域相关部门、社会团体及群众也会对规划实施及其产生的环境影响问题持不同的观点和意见。因此，公众参与具有重要的参考价值，也是规划环境影响评价的重要组成部分，它可使决策者在规划编制时充分兼顾公众的利益和要求，避免片面性，减少盲目性，使规划设计更完善、更合理。

### 12.2 开展公众参与的依据

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《规划环境影响评价条例》《环境影响评价公众参与办法》中的相关规定和要求，进行公众参与。

### 12.3 公众参与的方式

根据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部 部令第4号）要求，采用环境影响评价信息公示、召开公众座谈会和专家论证会等方式，以了解规划区内及周边公众和团体对规划实施的看法和意见。

信息公示主要通过网站、报纸、张贴公示，使广大群众充分了解山西省可再生能源发展“十四五”规划环评的基本情况和作品内容，并接受环保相关的反馈意见和建议。

### 12.4 信息公示结果

#### 12.4.1 一次公示

一次公示采取网络公示形式，2021年10月28日~2021年11月19日，山西省能源局在其官方网站上进行了山西省可再生能源发展“十四五”规划环境影响评价公众参与第一次公示，公示时间为10个工作日。公示内容包括规划概况、规划组织单位及环评机构名称和联系方式、规划环评工作流程和主要工作内容、征求公众意见的主要事项、范围等。公示期间未收到反馈意见。

公示链接：[http://nyj.shanxi.gov.cn/gzdt/tzgggs/202110/t20211028\\_2916047.html](http://nyj.shanxi.gov.cn/gzdt/tzgggs/202110/t20211028_2916047.html)。



# 山西省能源局

首页
领导信息
机构职能
法律法规
工作动态
信息公开
行政审批
互动专栏

您的位置: [首页](#) >> [工作动态](#) >> [通知公告公示](#) 字体: [大][中][小]

## 山西省可再生能源发展“十四五”规划环境影响评价公众参与第一次公示

来源: 新能源和可再生能源处 发布日期: 2021-10-28 12:47

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《规划环境影响评价条例》的有关规定,山西省能源局组织开展山西省可再生能源发展“十四五”规划环境影响评价,参照《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部部令4号),环境影响评价相关信息公示如下。

**(一) 山西省可再生能源发展“十四五”规划概况**

为深入贯彻习近平总书记关于能源安全新战略的重要论述,以“碳达峰、碳中和”为能源发展目标,推动山西省新能源和可再生能源高质量发展,落实国家《关于在山西开展能源革命综合改革试点的意见》和省委省政府《山西能源革命综合改革试点行动方案》,立足我省能源结构特点,对全省风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、核能等新能源和可再生能源进行统筹规划,坚持集中式和分布式并举,对我省“十四五”新能源和可再生能源进行规划,提出规划总量、整体布局、开发时序等主要目标,研究提出相关政策性建议,引导企业加快技术创新、商业模式创新,降低土地等非技术成本,以实现山西新能源的高质量发展。

**(二) 规划组织单位名称和联系方式**

组织单位: 山西省能源局  
 联系人: 王鹏  
 联系电话: 0351-4117220  
 联系邮箱: njxnyc@126.com  
 通信地址: 太原市迎泽区并州北路67号山西省能源局新能源和可再生能源处

**(三) 承担规划环评工作的环评机构名称及联系方式**

环评单位: 山西晋环科源环境资源科技有限公司  
 联系人: 张工  
 联系电话: 0351-3965707转8007  
 联系邮箱: 36810002@qq.com  
 通信地址: 山西省太原市万柏林区漪汾桥西望景路浙江大厦7层

**(四) 工作程序和主要工作内容**

**工作程序:** 接受委托后环评单位成立课题组,开展区域现状调研及必要的生态环境现状调查和资料收集工作,进行环境影响预测与分析,提出规划优化调整建议 and 环境影响减缓措施。完成报告书编制后,提交山西省能源局,报送山西省生态环境厅组织审查。

**主要内容:** 开展区域现状调查和资料收集工作,进行现状调查与评价、规划分析、环境影响预测与评价,提出规划优化调整建议、环境影响减缓对策和措施、环境影响跟踪评价计划,组织公众参与,最后形成评价结论。

**(五) 征求公众意见的主要事项**

- (1) 对规划范围内存在的生态环境问题的意见。
- (2) 对规划产生的环境影响和环境保护措施的意见或建议。
- (3) 对规划环境影响评价工作的意见或建议。

**(六) 征求公众意见的范围**

与山西省可再生能源发展“十四五”规划相关的公民、法人、部门、团体等。

**(七) 公众意见表**

见附件。

**(八) 公众提出意见的方式和途径**

公众可通过信函、电子邮件等方式将填写好的公参意见表反馈给山西省能源局。

**(九) 公众提出意见的起止时间**

本次公示时间为10个工作日,即2021年10月28日~2021年11月10日。

附件: [规划环境影响评价公众意见表.docx](#)

山西省能源局  
 2021年10月28日

图 12.4-1 公众参与第一次公示网络截图

### 12.4.2 二次公示

在规划环境影响报告书形成征求意见稿后进行公众参与第二次公示,二次公示采取网络公示、报纸公示两种形式。

## 13 结论

### 总结论

可再生能源开发利用过程中，应严格遵守国家和山西省主体功能区划、国土空间规划、生态功能区划，严格避让各类禁止开发区域，坚持“点上开发、面上保护”原则，符合自然保护区、风景名胜区、森林公园、永久基本农田、饮用水水源保护区、泉域、公益林、文物保护等法律法规要求。重视项目施工期扬尘治理、污水处理、植被恢复、生态恢复措施，落实环保设施“三同时”制度，最大程度减轻项目建设运行对生态环境产生的不良环境影响，确保可再生能源发展与生态环境保护相协调。综上，《山西省可再生能源发展“十四五”规划》有助于推动我省能源绿色低碳转型，实现碳中和碳达峰目标，规划基本符合国家和山西省相关政策和规划要求，在落实各项环保措施和规划环评提出的优化调整建议的前提下，从环保角度可行。