

输变电工程水土保持技术

孙中峰 张雷 乔锋 宋康 著



科学出版社

输变电工程水土保持技术

孙中峰 张 雷 乔 锋 宋 康 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书针对输变电工程水土流失特点、基本规律和影响水土流失的关键工序,提出了水土保持关键技术,建立了防治措施体系,编制了输变电工程水土保持工程图集,对输变电工程施工过程水土流失防治具有重要作用,为完善输变电工程水土保持措施设计及技术审查提供了重要依据,同时,为输变电工程标准化设计奠定了基础。

本书可读性强,具有理论与实践相结合的特点,可作为水行政管理人员对输变电工程项目过程监督的参考书;同时适合水土保持方向技术人员阅读;也可作为相关专业学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

输变电工程水土保持技术 / 孙中峰等著. —北京:科学出版社,2014.7
ISBN 978-7-03-041418-2

I. ①输… II. ①孙… III. ①输电-电气工程-水土保持-研究
②变电所-电气工程-水土保持-研究 IV. ①S157

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 165865 号

责任编辑:孙伯元 / 责任校对:韩 杨

责任印制:肖 兴 / 封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 7 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2014 年 7 月第一次印刷 印张:16 1/2

字数:332 000

定价:68.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

能源是经济社会发展的重要物质基础,能源安全是国家安全的重要组成部分,能源资源分布与生产力发展不平衡是我国的基本国情。我国煤炭资源保有储量的76%分布在山西、内蒙古、陕西、新疆等北部地区;80%的水能资源分布在四川、云南、西藏等西南部地区;陆地风能主要集中在东北、华北北部、西北等“三北”地区;而2/3以上的能源需求集中在中东部地区,客观上决定了我国能源发展必须走更大范围资源优化配置的道路;决定了我国电力发展必须走远距离、大规模输电的道路。我国电网投资比重长期偏低,建国以来电网投资在电力工业投资中所占比重仅为33.6%,远低于国际50%以上的水平。我国能源以煤为主,煤炭用于发电的比例仅为55%,远低于发达国家80%以上的水平。近年来,国家电网公司推动高等级电网的实施,建设由1000kV交流和 ± 800 kV、 ± 1000 kV直流构成的特高压电网,形成电力的高速公路,促进大煤电、大水电、大核电、大型可再生能源基地的集约化开发,在全国范围内优化配置电力资源,促进国家能源战略的实施,更好地满足经济社会发展的需要。

输变电建设受工程沿地形地貌及线性活动方式的影响,其主体、配套工程建设区,涉及破坏范围少则几公顷或几十公顷,多则几平方公里,甚至几十平方公里。由于项目组成、施工工艺和运行方式多样,且地表裸露、土方堆置松散、人类机械活动频繁,造成水力侵蚀、风力侵蚀、重力侵蚀等侵蚀形式时空交错分布,往往在建设初期呈现突发性,并且具有侵蚀历时短、强度大的特点。由于输变电项目施工建设在短时间内进行挖、填、弃、平等施工活动,地表土壤原来的覆盖物遭受严重破坏,同时,施工建设活动的进行和继续,改变了土壤的理化性质,土壤颗粒的紧密结构遭到破坏,不能很好的抵抗外来营力的侵蚀,水土流失急剧增加。所产生的水土流失强度往往会高出自然侵蚀强度的3~8倍。

目前,输变电工程的水土流失规律研究及防治措施体系研究仍处于探索研究阶段,本书对山西省220kV及以上输变电工程水土流失现状进行研究,总结项目建设水土流失的规律。同时根据水土流失特点针对性地建设防治措施体系,使输变电工程建设最大程度减少水土流失量,真正使输变电路线变成绿色通道,为山西省甚至华北地区输变电建设过程中从施工工艺、施工方法及占地、防治措施等方面全

部作到有章可循,为输变电工程水土保持防治的进一步展开提供理论基础和技术支撑,对山西省乃至华北地区开发建设项目的水土流失防治措施具有一定的指导意义。

本书主要编写人员分工如下:第1章由孙中峰、杨军、朱清科编写;第2章由杨文姬、张雷、宋康、杨军、刘卉芳编写;第3章由乔锋、林田苗、李晶、李婧、刘卉芳编写;第4章由孙中峰、朱清科、王明刚、胡志远、张凯编写;第5章由乔锋、宋康、郭星、刘卉芳、张宇星、花圣卓编写;第6章由王愿昌、杨文姬、张雷、杨军、李晶、茹智萍编写;第7章由杨军、朱清科、乔锋、杨文姬、宋康、张雷编写。本书最终统稿、修改人员为孙中峰、张雷、宋康、乔锋。

由于经验和水平有限,书中难免有不足之处,敬请读者指正。

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 研究目的和意义	1
1.2 国内外研究水平综述	3
第 2 章 山西省水土流失特点	6
2.1 水土流失现状	6
2.2 水土流失的影响因素	7
2.2.1 自然因素	7
2.2.2 社会因素	13
2.2.3 生产建设项目	14
2.3 水土流失的危害	15
2.3.1 破坏土地资源,减少耕地面积	15
2.3.2 剥蚀表层土壤,加剧肥力减退	15
2.3.3 恶化生态环境,旱涝灾害频繁	16
2.3.4 淤积水库河道,影响水资源开发	17
2.3.5 加重区域贫困,制约经济发展	18
2.4 水土流失的分区	18
2.4.1 晋西黄土丘陵沟壑区	18
2.4.2 晋西南黄土残塬沟壑区	20
2.4.3 晋西北黄土丘陵缓坡风沙区	21
2.4.4 土石山区	21
2.4.5 黄土丘陵阶地区	22
2.4.6 冲积平原区	22
2.5 水土保持措施	23
2.5.1 工程措施	24
2.5.2 生物措施	25
2.5.3 农业措施	26

2.5.4 综合治理	27
第3章 输变电工程施工工艺分析	29
3.1 施工前期准备	29
3.1.1 道路施工	29
3.1.2 施工场地平整	30
3.1.3 给排水、通电和通信工程	31
3.2 变电站工程施工	31
3.2.1 变电站土建工程	32
3.2.2 电气安装工程	39
3.3 输电线路工程施工	39
3.3.1 土建基础施工	41
3.3.2 排水设施施工	43
3.3.3 杆塔组立	43
3.3.4 架线	44
3.3.5 拆除塔基以及场地平整和基坑回填	45
3.3.6 影响水土保持的工艺分析	46
3.4 案例分析	46
第4章 输变电工程产生水土流失特征分析	54
4.1 山西省输变电工程水土流失现状	55
4.2 山西省输变电工程水土流失影响因素分析	56
4.2.1 自然因素	57
4.2.2 人为因素	59
4.3 工程主要水土流失形式	60
4.3.1 溅蚀	60
4.3.2 片蚀	61
4.3.3 细沟侵蚀	61
4.3.4 浅沟侵蚀	61
4.3.5 崩塌	61
4.3.6 滑塌、滑坡	62
4.4 工程土壤流失源的确定	62
4.4.1 点式工程土壤流失源特征	63
4.4.2 线性工程土壤源流失特征	65

4.5 输变电工程占地面积分析	66
4.5.1 永久工程占地	66
4.5.2 施工临时占地	68
4.6 输变电工程土石方量分析	74
4.6.1 变电站区土石方量分析	74
4.6.2 塔基区土石方量分析	75
4.7 山西省输变电工程施工与运行过程水土流失特点分析	78
4.7.1 输变电工程水土流失特征	78
4.7.2 输变电工程施工期水土流失特征	79
4.7.3 输变电工程水土流失产生重点部位分析	80
4.8 山西省输变电工程征地、拆迁安置过程分析	81
4.8.1 工程征地、拆迁与安置的特点	81
4.8.2 输变电工程征地、拆迁与安置的影响对象	81
4.9 山西省输变电工程水土流失防治措施布局	82
4.10 水土流失预测分析	84
4.10.1 土壤流失预测时段与流失区划分	84
4.10.2 土壤流失预测	84
第5章 输变电工程水土保持关键技术分析与评价	86
5.1 输变电工程施工运行过程与水土保持相关技术体系划分	86
5.1.1 土石山区输变电工程水土保持防护体系配置	86
5.1.2 冲积平原地区输变电工程水土保持防护体系配置	95
5.1.3 黄土高原区输变电工程水土保持防护体系配置	98
5.1.4 黄土丘陵缓坡风沙区输变电工程水土保持防护体系配置	99
5.2 输变电工程水土保持关键技术	99
5.2.1 山西省输变电选址选线中水土保持制约性因素	99
5.2.2 坡面防护技术体系	109
5.2.3 径流调节技术体系	115
5.2.4 表土剥离技术体系	119
5.2.5 土地整治技术体系	128
5.2.6 植被建设技术体系	131
5.2.7 临时措施技术体系	135
5.3 输变电工程低扰动水土保持技术	137

5.3.1	低扰动塔基设计	137
5.3.2	不落地放线技术	142
5.3.3	低扰动运输方式与措施设计	143
5.3.4	效益评价	147
第6章	山西省输变电工程的水土保持监理	152
6.1	水土保持与主体工程的关系	152
6.2	水土保持监理现状及运行模式	153
6.2.1	开发建设项目水土保持现存问题分析	153
6.2.2	改进对策	155
6.3	输变电工程水土保持监理的任务范围及特点	156
6.3.1	水土保持监理的任务和范围	156
6.3.2	水土保持监理的特点	161
6.4	水土保持监理规划	163
6.4.1	监理工作时段和范围	163
6.4.2	监理工作任务	163
6.4.3	监理机构、人员配备及职责	164
6.4.4	监理人员进场、退场情况	167
6.4.5	水土保持监理设施	167
6.4.6	水土保持监理内部管理	167
6.5	监理效果	168
6.5.1	进度控制监理工作成效及综合评价	168
6.5.2	质量控制监理工作成效及综合评价	168
6.6	水土保持竣工验收及交工情况	171
6.6.1	水土保持监理竣工资料编制组织	171
6.6.2	水土保持竣工资料完成情况	171
第7章	输变电工程水土保持监测	172
7.1	水土保持监测工作开展现状	172
7.1.1	水土保持监测目前的规模状况	172
7.1.2	水土保持监测目的	173
7.1.3	水土保持监测原则	174
7.1.4	水土保持监测指标与监测内容	175
7.1.5	水土保持监测方法与监测点布置	177

7.1.6 水土保持监测结果	180
7.1.7 水土保持监测基本规定	181
7.2 输变电工程水土保持监测工作实用技术分析	182
7.2.1 输变电水土保持监测分区与监测点布局设计	182
7.2.2 输变电水土保持监测内容与指标	184
7.2.3 输变电水土保持监测方法	185
7.2.4 输变电水土保持措施效益	186
7.2.5 水土保持监测阶段及其报告编写	191
参考文献	193
附录 A 变电站区水土保持工程措施	197
附录 B 输电线路区水土保持工程措施	233
附录 C 山西省输变电路水土保持工程常用植物	249

第 1 章 绪 论

1.1 研究目的和意义

1. 国家电网公司输变电工程水土保持重大防治措施体系研究实际水平和今后的发展方向

能源是经济社会发展的重要物质基础,能源安全是国家安全的重要组成部分。国家电网公司在落实国家能源战略、保障国家能源安全中承担着重要责任、发挥着重要的作用。能源资源分布与生产力发展不平衡是我国的基本国情。我国煤炭资源保有储量的 76% 分布在山西、内蒙古、陕西、新疆等北部地区;80% 的水能资源分布在四川、云南、西藏等西南部地区;陆地风能主要集中在东北、华北北部、西北等“三北”地区;而 2/3 以上的能源需求集中在中东部地区,客观上决定了我国能源发展必须走更大范围资源优化配置的道路,同时决定了我国电力发展必须走远距离、大规模输电的道路。长期以来,我国电力发展以就地平衡为主,由此形成了大规模、远距离输煤的能源配置格局,导致煤电运紧张局面反复出现,东部地区环境压力日益突出,经济社会发展受到严重制约。随着经济社会的快速发展和工业化、城镇化进程的加快,能源需求不断增长,构筑稳定、经济、清洁、安全的能源供应体系面临重大而现实的挑战。一是能源资源配置效率急需提高。输电与输煤是我国能源输送的主要方式。与输煤相比,输电在效率、环保、经济性等方面具有优势。但目前,输电在我国能源配置格局中的比重明显偏低,电网优化配置资源的作用没有得到充分发挥。二是电力结构性矛盾急需改善。一方面,电网发展滞后,与电源发展不协调。我国电网投资比重长期偏低,建国以来电网投资在电力工业投资中所占比重仅为 33.6%,远低于国际 50% 以上的水平。另一方面,能源消费结构不合理。我国能源以煤为主,煤炭用于发电的比例仅为 55%,远低于发达国家 80% 以上的水平。

根据全面建设小康社会的需要,预计到 2020 年,我国电力装机容量将达到 16 亿千瓦左右。为解决电网滞后问题,缓解煤电运输紧张,同时适应大型煤电、水电、核电、风电、太阳能等基地的开发建设,实现电力工业协调发展,2009 ~

2012年,国家电网公司每年的电网投资规模在2500亿元以上,约计建设110(66)kV及以上线路27万km、变电容量15亿kVA,110kV以下线路170万km、变电容量1.6亿kVA。

输变电建设受工程沿地形地貌及线性活动方式的影响,其主体、配套工程建设区涉及破坏范围少则几公顷、数十公顷,多则达几平方公里,甚至数十平方公里。由于项目组成、施工工艺和运行方式多样,且地表裸露、土方堆置松散、人类机械活动频繁,造成水力侵蚀、风力侵蚀、重力侵蚀等侵蚀形式时空交错分布,往往在建设初期呈现突发性,并且具有侵蚀历时短、强度大的特点。由于输变电项目施工建设在短时间内进行挖、填、弃、平等施工活动,地表土壤原来的覆盖物遭受严重破坏。同时,施工建设活动的进行和继续,改变了土壤的理化性质,使得土壤颗粒的紧密结构遭到破坏,不能很好的抵抗外来营力的侵蚀,水土流失急剧增加。其所产生的水土流失强度往往会高出自然侵蚀强度的3~8倍。

目前,输变电工程水土流失危害有以下几个方面:

- (1)土地资源逐年减少,减缓农业发展。
- (2)降低土地质量。
- (3)淤塞水库、毁坏农田。
- (4)破坏生态环境。
- (5)降低岩土稳定性,引发地质灾害。
- (6)对水资源及水环境的影响。

2011年3月1日,修订后的《中华人民共和国水土保持法》正式施行,新水保法中明确规定:生产建设单位未编制水土保持方案或者水土保持方案未经水行政主管部门批准的,生产项目不得开工建设;生产建设项目竣工验收,应当验收水土保持设施,水土保持设施未经验收或者验收不合格的项目不得投产使用。随着国家法规的趋严、趋细,山西省水利主管部门对电网建设项目水土保持方面的监管力度也明显加强。

目前,山西省电力公司电网建设项目水土保持支持性文件取得工作尚未全面展开,除500kV及以上工程外,220kV及以下电压等级工程的水土保持方案均未安排开展专题评估。由于电力专业设计单位普遍缺乏水土保持专业的技术力量,电网工程的可研设计文件中对水土保持方案和相关费用计列方面的内容都不够合理充分。从近期500kV项目水保手续办理情况以及建设管理单位反馈的水保验收情况来看,山西省电力公司220kV、110kV基建项目开工建设面临的水土保持方面的政策风险已日益增加,输变电工程水土保持重大防治措施体系研究迫在眉睫。

2. 项目成果对该现状和技术发展的作用

目前,输变电工程的水土流失规律研究及防治措施体系研究仍处于探索阶段,本书对山西省 220kV 及以上输变电工程水土流失现状进行研究,总结项目建设水土流失的规律,同时针对水土流失特点针对性地建设防治措施体系,使输变电工程建设最大程度减少水土流失量,真正使输变电路线变成绿色通道,通过研究,为山西省甚至华北地区输变电建设过程中从施工工艺、施工方法及占地、防治措施等方面全部作到有章可循,为输变电工程水土保持防治的进一步展开提供理论基础和技术支撑,对山西省乃至华北地区开发建设项目的的水土流失防治措施具有一定的指导意义。

3. 分析成果应用和推广的途径

本书的研究成果包括输变电工程水土流失规律,输变电工程施工工艺、方法等的优化效果,不同立地条件、不同基础形式、不同塔型配比的防治措施体系及标准图集,通过这些成果可以在山西省乃至华北地区任何立地条件进行输变电工程可行性研究、初步设计水土保持章节编写及费用计列、项目前期水土保持专业方案编制、水土保持监测、水土保持监理、水土保持设施竣工验收、水土保持施工等都可以遵循本研究成果,为输变电工程水土保持方案编制、水土保持监测、水土保持监理及水土保持竣工验收进行指导与示范。

1.2 国内外研究水平综述

1. 建设项目水土保持研究

在我国,对开发建设项目的的水土保持研究可以追溯到 20 世纪 40 年代初,针对西北公路修建沿线的水土流失问题,交通部西北公路工程局和农林部天水水土保持实验区(今黄河水利委员会天水水土保持科学试验站)首次在联合拟定《合作保土护路计划(草案)》的基础上,在天水附近公路沿线开展了以筑坝、修建谷坊、植树种草护路,防止冲刷和减少崩塌等试验工作。新中国成立以后,针对西北铁路沿线的滑坡、泥石流等水土流失,西北农林部组织天水陇南人民农林试验场(今黄河水利委员会天水水土保持科学试验站)、西北铁路干线工程局塌方泥石流研究组等率先在对宝天铁路段沿线的水土流失情况进行勘察的基础上,提出《宝天铁路线区

水土保持初步勘察报告》,认为“铁路沿线的水土保持,须将降雨集流面积的水土保持与铁路工程相结合,才能生效”,并选择典型泥石流沟谷进行平整山坡、修建谷坊、水土流失植物防护等试验研究。20世纪80年代中期开始,针对黄河水沙变化的研究,水利部成立了第一期黄河水沙变化研究基金(简称“水沙基金”)、第一期水保科研基金(简称“水保基金”)、国家自然科学基金(简称“自然基金”)、等科研项目课题,同时关注到因基本建设引起的水土流失问题,分别研究了修路、建房、开矿等开发建设项目增沙情况。特别是自然基金重大研究项目“黄河流域环境变化与水沙运动规律研究”明确认为破坏生态环境平衡是加速侵蚀的主要因素,并对煤田开采增加入黄泥沙进行了估算,将煤田开发占地面积、弃土弃渣数量和土石移动后土壤可蚀性作为测算煤田开发对侵蚀产沙影响的三大指标。水沙基金、水保基金、自然基金等三大基金有关开发建设项目引起的水土流失问题的研究,逐步引起学术界的广泛关注。这些研究成果促进了我国政府对开发建设项目认为水土流失问题的高度重视,为政府决策提供了基本依据。

20世纪90年代以来,随着《中华人民共和国水土保持法》的实施,水利部高度重视我国开发建设项目水土保持方案的建设和落实,针对开发建设项目水土保持方案编制的实际需求,集合大量的开发建设项目调查,逐步建立了开发建设项目水土保持方案的技术体系。有力地推动了对开发建设项目水土流失问题的研究。先后有大量著作、论文研究了开发建设项目中的水土保持问题,这些研究成果丰富了水土保持理论的内涵,在一定程度上填补了开发建设项目流失研究的空白。值得关注的是,2005年由水利部、中国科学院、中国工程院共同组织全国水土保持生态建设及其他相关领域跨行业、跨学科的著名专家、学者开展的“中国水土流失与生态安全综合科学考察”,专门设立“开发建设项目考察”分项目,全面调查开发建设项目的数量、危害,开展典型事例剖析研究,分类调查开发建设项目造成水土流失的情况,深入分析其原因,取得了大量有价值的资料和成果,为下一步的研究工作奠定了基础,明确了研究方向。

近几年陆续开展开发建设项目水土保持软科学的研究,如开发建设项目准入制度研究等的开展,都为开发建设项目的规律性研究奠定了基础。

目前存在的主要问题,一是基础性的试验研究工作仍相当薄弱,开发建设项目水土流失定位观测和动态观测数据十分缺乏,显然利用已有的资料确定开发建设项目水土流失的量化指标是十分困难的。二是在预测方面因缺乏基础数据的收集和系统的综合性因素试验研究,尚未建立起大家认可的和比较满意的预测方法体系和预报方程。三是理论研究滞后,在开发建设项目水土流失类型、形态、方式等

方面,还缺乏统一的认识,对开发建设项目水土流失机理研究尚有不足。今后应着力加强开发建设项目引起的水土流失基本规律的基础研究,加强可行实用性预报方法的攻关以及防治的理论体系的建立和技术体系的完善。

2. 输变电工程水土流失研究概况

随着我国国民经济的发展,用电量持续增长,超高压、特高压输变电工程陆续上马。输变电工程所产生的水土流失日益受到重视。不少输变电工程设计单位先后根据当地所建输变电工程总结项目建设中的水土流失成因及特点,有针对性地提出了相应的防治措施。并出版了大量的具有参考价值的专著和论文。另外一些输变电工程设计单位还从线路走廊受到限制的角度设计了紧凑型、同塔双回或多回的新型输变电路。这在客观上减少了线路区树木砍伐量和拆迁量,保护了环境,减少了水土流失。

3. 国外研究情况

国外针对开发建设项目工程所造成的水土流失的特征研究及开发建设项目水土保持措施体系研究并未涉及,它们主要针对的是自然因素下水土流失的监测及模型预测。

4. 国内其他单位对本项目的研究

我国区域范围内开发建设项目水土流失问题的研究工作起始于20世纪90年代。近些年来通过水土保持立法、制定相关技术规范等措施,逐步完成了水土流失监测、执法体系建设,落实了水土保持相关工作与主体工程“三同时”原则。目前在输变电项目水土流失问题研究工作中遵循的基本原则包括宏观观测和微观观测相结合,连续定位观测、周期性病榻和临时性观测相结合,常规方法和现代先进技术相结合,充分利用现有水土保持观测资料和相关技术对开发建设项目区的地表扰动防护等情况进行研究。目前水利部水土保持监测中心、中南电力院等做出了输变电工程水土保持技术规范,针对输变电工程施工特点等对建设过程中的水土保持工作做出相应在的规定,但是全部是定性的描述,没有量化,同时对防治措施涉及很少,没有做到有的放矢。

我国对开发建设项目,特别是输变电工程的水土流失问题的研究工作刚刚起步,应该结合工程建设,开展针对性的、系统性的研究工作,总结出符合我国实际情况、适合各个类型区的工程建设水土流失增加系数,改变目前方法简单、粗放、定量不够的局面,提高现场施工方法、工艺及措施体系。

第2章 山西省水土流失特点

山西省位于黄河中游东岸,华北平原西面的黄土高原上。省境四周山环水绕,东以太行山与河北省为邻;西、南隔黄河与陕西省、河南省相望;北以外长城为界与内蒙古自治区毗连。全省南北间距较长,约680km,东西宽380km,总面积为15.6万 km^2 ,占全国陆地总面积的1.6%。山西省是典型的被黄土广泛覆盖的山地高原,地势东北高西南低,高原内部起伏不平,河谷纵横,地貌类型复杂多样,有山地、丘陵、台地、平原,山多川少,东有太行山,西有吕梁山,北有恒山、五台山,南有中条山,中有太岳山,山地、丘陵面积为12.5万 km^2 ,占全省总面积的80.1%,平川、河谷面积仅3.1万 km^2 。山西河流源于东西高原山地,向西向南流的属黄河水系,向东流的属海河水系。山西省地处大陆东岸中纬度的内陆,属于温带大陆性季风气候。气候总体特征冬季漫长,寒冷干燥;夏季南长北短,雨水集中;春季气候多变,风沙较多;秋季短暂,天气温和。全省日照充足,热量资源较丰富,但灾害性天气较多,十年九旱,南北气候差异显著,昼夜温差较大。

2.1 水土流失现状

山西省地处黄土高原东部的黄河中游,是全国水土流失最为严重、生态环境最为脆弱的省份之一。受特殊地理条件影响,水土流失面积占全省总土地面积的69%,高达10.8万 km^2 。其中黄河流域水土流失面积占省内黄河流域总土地面积的69.4%,高达6.76万 km^2 ;海河流域水土流失面积占省内海河流域总土地面积的68.9%,高达4.04万 km^2 。全省多年平均年输沙量为4.56亿t,年均输沙模数3000 t/km^2 ,最严重的地区高达2万 t/km^2 。省内黄河流域每年有3亿~4亿t泥沙流入黄河,占黄河年均输沙量的22.9%,是黄河泥沙的主要来源地。省内海河流域年均输沙量0.9亿t,年均输沙模数1500~2000 t/km^2 ,最严重的地区高达8000 t/km^2 以上。全省有15%的沙化土地面积,25%的土地面临风沙危害,是京津地区风沙的三大通道之一。最新遥感调查显示,山西省水土流失面积中水蚀面积9.3万 km^2 ,居全国第7位。据有关部门统计,全省水土流失面积占全省总面积的60.8%,每年平均流失泥沙4.56亿t,相当于每年侵蚀地表2.2mm。从全省来说,水土流失以吕梁山以

西的黄土丘陵地带最为严重,每年每平方千米要流失表土 5000 ~ 10000t。水土流失严重制约着山西经济的发展。其具体表现如下。①减少耕地,由于大量的表土流失,原来的较为平整的地面越来越破碎,沟壑越来越大,越来越深。在黄土丘陵区目前沟壑面积已占该地区总面积的 40% ~ 50%,沟多则地少。②导致肥力减退,水土流失使养分大量散失,导致土壤肥力降低,使得农作物减产。根据有关部门测定,在 $1^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 的坡耕地,每年每亩平均流失雨水 13m^3 ,冲走表土 45t,在每吨表土中含氮 0.5kg,含磷 1.5kg。每年每亩流失的氮,相当于 11kg 硫酸化肥的含氮量。③旱涝灾害频繁,山西省属于温带大陆性季风气候,降水分配不均,多降暴雨,尤其是夏季的暴雨使相当一部分雨水不能有效地含蓄而白白流失,旱涝灾害发生频率相当高。

2.2 水土流失的影响因素

2.2.1 自然因素

1. 降雨

降雨是水土流失的主要动力之一,又是地面径流和土壤下渗水的来源,降水量大小、水滴能量、季节分布、降雨分配及强度,对水土流失都产生直接影响。山西属温带大陆性季风气候,降水分布主要是受季风环流控制。夏秋季多东南风,雨量充沛;冬春季多西北风,降雨稀少。降水分布极不均匀,大体呈由东南向西北递减之势。全省年降水量介于 400 ~ 650mm 之间,中条山、太岳山、五台山及关帝山等局部地区年降水量可达 700mm 左右,晋东南、晋中东山迎风坡年降水量可达 600mm 左右,太原、忻州、吕梁、临汾、运城及黄河沿岸年降水量在 450 ~ 500mm 之间,大同盆地年降水量在 400mm 左右。

山西降水年季分布极不均匀,集中于 6 ~ 8 月份,6 ~ 8 月份的降水日数占年降水日数的 50% ~ 60%,降水量一般占全年降水量的 50% ~ 65%,甚至更多。越向北降雨集中程度越高,且多以暴雨形式出现,通常会超过土壤渗透能力,暴雨来临时及易产生地面径流。暴雨雨滴大,动能也大,会产生较大的溅蚀作用,常造成巨大的土壤侵蚀。日降水量超过 50mm 的暴雨日,90% 以上发生在仲夏至初秋间。据离石市气象站 1964 ~ 1980 年实测资料,四季降水量占年降水量的比率如下:春季 12.8%,夏季 58.8%,秋季 25.6%,冬季 2.8%,80% 以上的降水分布在夏秋两季,土壤年侵蚀量的 80% 是因暴雨引起的。降水分配上的高度集中,是造成严重水土