

扶风县 7·14 特大暴雨灾害致灾因素分析

郭俊理, 韩景卫

(宝鸡文理学院 陕西省灾害监测与机理模拟重点实验室, 陕西 宝鸡 721007)

摘要: 依据有关资料和灾后调查, 对扶风县 2004 年 7·14 特大暴雨风雨灾害的成灾背景、灾害过程和灾情进行了分析。认为扶风县的地形、地表结构有利于局地强对流天气的形成和发生; 前期持续性干旱为 7·14 暴雨灾害蓄积了能量; 7 月 13 日, 14 日西南暖湿气流、高空冷涡临境和冷锋过境是 7·14 灾害生成的直接原因; 塬区边坡动力增强和县城区位是县城成为暴风雨中心区的重要原因; 域区空间狭小、社会经济高度密集、排水不畅、重抗旱、轻防涝的防灾思想均是重要的致灾因素。要警惕小区域成大灾, 加强小区域灾害的研究和防抗救援工作。

关键词: 扶风县; 暴风雨灾害; 致灾因素

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)04-0087-04

中图分类号: P333.2

An Analysis on Factors of An Extra Rainstorm Causing Disaster in July 14 in Fufeng County

GUO Jun-li, HAN Jing-wei

(Shaanxi Key Laboratory of Disaster Monitoring and Mechanism Modeling, Baoji 712100, Shaanxi Province, China)

Abstract: According to related data and investigation after the disaster, we analyzed the background, process and situation of the disaster caused by extra rainstorm in July 14. It is concluded that landform and earth's surface structure in Fufeng county are useful to the formation and occurrence of strong convective weather in some areas, sustaining drought in the former period cumulated energy for the disaster, direct reasons causing the disaster are warm-moist air flow from southwest, cool whirlpool in high altitude and cold front passing Fufeng county in July 13 and 14, enhancement of dynamic of plateau form slope and the location of the county seat are important reasons causing county seat being center area of the rainstorm. The important factors causing the disaster also include that urban space is narrow and small, social economy is highly intensive in urban region, drainage system is jammed seriously and the thought preventing natural disaster pay more attention to fight droughts and look down upon flood disaster. Therefore, it should be on guard that catastrophe occurs in small region. The research and prevention of small region disaster should be intensified.

Keywords: Fufeng county; disaster caused by rainstorm; factors causing disaster

扶风县隶属陕西省宝鸡市, 位于关中平原西部, 由渭河平原、渭北塬区和北山地区 3 个自然地理单元构成。现辖 9 镇 3 乡 205 个行政村。总土地面积 751 km², 人口 4.5×10⁵ 人。

2004 年 7 月中旬, 在午夜约 1 个小时时段内, 扶风县局部地区出现了暴雨、大风、冰雹等灾害性天气过程, 因灾死亡 2 人, 直接经济损失 3.04×10⁷ 元, 远高于 1999—2003 年宝鸡全市年均暴雨灾害损失的 1.20×10⁷ 元。此次自然灾害是局地酿大灾的典型案列。依据扶风县政府及有关职能部门提供的资料和灾后实际调查, 对此次灾害的过程、灾情、致灾因子

等进行了综合性研究, 以期对该地区及相似区域的减灾工作提供借鉴。

1 灾害过程及灾情

1.1 灾害过程

2004 年 7 月 14 日 23 时 07 分至 15 日零时 10 分, 扶风县局部地区出现了罕见的局地强对流天气过程, 两股对流性云团自西北和东北 2 个方向汇聚于以县城为中心的县境中部地区, 发生了大风、冰雹、暴雨、雷暴等灾害性天气过程。时段降雨量达 119 mm, 12 h 降水量 123 mm, 日降水量 124.6 mm。强降雨出

现时伴有大风、强雷暴和冰雹, 风力 8 级, 瞬时最大风速 20 m/s, 持续约 15 min, 降雹时段 5 min, 最大雹径 10 mm。依据历史资料分析, 此次天气过程 1 h 降水强度、日最大降水量均为扶风县有气象记录以来的最大值, 为 60 a 一遇。成灾区以扶风县城为中心, 涉及午井、段家、太白、召公、法门、天度等 7 个乡镇, 主要分布于中部的渭北塬区。

1.2 灾情

根据灾后统计, 此次特大暴雨造成受灾人口 1.0×10^5 人余, 成灾人口 2.0×10^4 余人, 因灾死亡 2 人, 直接经济损失 3.04×10^7 元。(1) 县城基础设施损毁极为严重。县城主街道、西关道路、北环路等主要道路、街区等多处路面、给排水管道、排水沟被冲垮, 东关防洪堤, 护坡塌陷, 损坏各种路面 $6\,720\text{ m}^2$, 排水管道 3.2 km , 排水沟 6 km , 七星河公园绿地 $1.10 \times 10^4\text{ m}^2$, 河道堤岸 220 m , 污水检查井 10 座、小轿车 3 辆, 路面沉陷 120 处。东关积水达 1 m 多深, 街道淤泥堆积厚度达 $30 \sim 50\text{ cm}$, 直接经济损失 9.82×10^6 元。(2) 省、县公路干线遭到破坏。境内 209 省道、西宝北线、扶常路及县乡公路等多处出现道路冲毁、路基塌陷、高崖塌方、坝体滑坡、路面及水沟淤泥堵塞、公路标志设施毁坏、行道树折断等, 致使 6 处交通中断, 直接经济损失 3.63×10^6 元。(3) 电力通讯设施受损。刮倒电杆 750 根、吹断电力线路 763 处, 33.88 km , 全县 7 个乡镇、58 个行政村、310 个村民小组供电中断; 毁坏电信杆 205 根、通讯电路 500 多条, 500 多户通讯中断, 直接经济损失近 2.00×10^6 元。(4) 农业生产和群众财产损失较大。全县农作物受灾面积 $8\,000\text{ hm}^2$, 成灾 $4\,181\text{ hm}^2$, 绝收 437.4 hm^2 , 毁坏耕地 191.33 hm^2 ; 倒塌围墙 2 887 延米、房屋 370 户 580 间, 房屋裂缝 100 余处, 房屋、店铺进水 367 户 1 399 间, 直接经济损失 1.39×10^7 元。(5) 教学设施受损。扶风高中、城关初中、西关小学教学设施严重受损, 直接经济损失 1.00×10^6 元。(6) 地质灾害险情加剧。高崖护坡崩塌 12 处, 裂缝 10 处, 塌陷约 200 m^3 余。(7) 人员伤亡。县城主街道曾成为泄洪通道, 水深 $50 \sim 100\text{ cm}$, 致使 2 人死亡。

2 致灾因素分析

2.1 气象因子

依据扶风气象局气象资料分析, 此次特大暴雨前期, 自 6 月 19 日起扶风县一直呈现为持续性干旱高温天气。该时段降水量较常年平均值偏少 $40\% \sim 50\%$, 且降水不均, 多属局地对流性阵雨, 特别是 6 月 19 日—7 月 9 日为连续性干旱时段, 表现为持续高

温, 高温天气日数 14 d, 远远超过历年平均值。暴雨前的 7 月 13 日气压值为 $94\,100\text{ Pa}$, 大气相对湿度为 57% , 均已跌为历史同期的最低值。经长时间的累积, 各气象要素均已接近天气突变的临界值, 为此次灾害性天气的暴发累积了能量。

7 月 14 日前几天, 扶风县境内, 特别是中部黄土塬区和北山地区形成了多个局地性对流系统, 发生了小范围、短时间的大风、阵雨, 虽未形成灾害性天气过程, 但说明局地性对流系统已经建立。7 月 13—14 日, 扶风县境同时受到高空冷涡、西南暖湿气流及地面冷锋等 3 个大、中尺度天气系统的临境影响, 特别是 7 月 14 日傍晚至夜间冷锋过程成为此次特大暴雨的直接动因。据气象观测和灾后调查显示: 7 月 14 日傍晚, 扶风县境西北、东北 2 个方向的山塬交汇区形成了两股对流云团, 并自西北向东南、东北向西南 2 个方向快速移向中部台塬区, 两股云团在过境之地形成了大风、暴雨和冰雹等灾害性天气, 并最终在城关地区汇合, 形成了县城的特大雷雨、大风和冷雹等灾害性天气。

可见, 就气象因子而言, 前期持续性干旱和高温天气为此次灾害性天气积累了能量; 7 月 13—14 日的大、中尺度天气系统携引了灾害天气的发生, 冷锋过境是这次灾害天气过程发生的直接动因。

2.2 下垫面因素

2.2.1 地形因素 扶风县地势由西北向东南倾斜, 北高南低。境内自北而南由低山丘陵、山前洪积扇平原、黄土台塬和渭河平原等 4 个地貌类型构成, 南北是阶梯状跌落, 总落差 $1\,141.4\text{ m}$, 阶次排列的北山地区、渭北塬区和渭河阶地平原之间的相对落差各 500 m 。占全县总面积近 $2/3$ 的渭北塬区地形由西北向东南倾斜, 塬面被自西而东横穿的渭河和由北而南的七星河、美水河自然分割成 4 大块。塬区流水侵蚀发育, 河流曲折, 谷深塬高, 沟大坡陡, 河谷两岸冲沟密布, 塬面边缘呈锯齿状形态。受构造控制, 塬内分布有 9 处槽形和碟形洼地。这种阶梯状上升的地形格局、沟谷密布的起伏地形和塬内多处洼地的地表形态, 有利于大气对流和局部活动中心的形成, 是强对流天气发育的有利地形。

2.2.2 地表物质组成 土地利用详查和土壤调查资料显示, 扶风县境内除北山区的局部外, 绝大部分地区均有土壤覆盖。其中渭河平原、渭北台塬 2 个地貌类型区是在黄土母质基础上发育的壤土为主, 但边坡区土壤不发育; 北山区除山顶处是石灰岩为主的基岩出露外, 有石灰岩风化残积土和黄土分布, 总体上土壤不发育; 山前洪积扇区占全县总面积的 20.5% , 地

表组成物质为黄土状亚黏土与含钙质结核和卵石的亚黏土互层。

这种地表物质结构贮水性差,土壤水含量小,在大多数地区存在着土壤干层,不仅不利于植被生长,也使地表热容量减小,温、湿等气象要素在不同天气背景下变化剧烈,局地间气象要素性质差异明显,有助于强对流天气的形成。山前洪积扇区是最易于形成强对流的区段。

2.2.3 植被状况 据1988年土地详查结果,扶风县已开发利用土地占总面积的88.9%,自然植被分布很少。未开垦地区也以荒地和天然草地为主,占未利用土地面积的88.19%。全县各种林地的总和仅占土地总面积的8.3%。

极少的自然植被,特别是低森林覆盖率,既不利于涵养水源、保持水土和增加下垫面热容量,也不利于防风和抵御或减轻境外灾害性天气系统的影响。历史资料证明,自然植被大规模破坏后,暴风雨灾害会明显加剧。

2.3 人类活动

2.3.1 边坡动力效应近年有所强化 近年来由于农业产业结构的调整和秀美山川工程的实施,使边坡地区的土地利用和植被状况产生了较大的变化。

在农村产业结构调整过程中,畜牧业发展速度很快,特别是上世纪90年代末,畜牧业是该县农业中增长幅度最快的产业。仅1999年,畜牧业产值比上年增长26.6%,其中牛、羊各为26.5%和36%。牛、羊数量的剧增导致主要存在于边坡地区的自然植被破坏,特别是中部黄土塬区的沟谷边坡最为严重。虽然2000年实施秀美山川工程后,人为破坏自然植被的趋势得到了遏制(2001年畜牧业产值较上年下降了6.9%),但边坡的自然植被至今仍未恢复到1990年的水平。

山川秀美工程实施后,扶风县从2000年至今逐年实施边坡耕地的退耕还林还草工作,至2003年,已基本完成了15°坡耕地的退耕工作,同时开展了植树种草工作。但实际调查发现,这项工作的近期效应是导致夏季边坡植被覆盖度减小、水土流失加重、边坡大气动力效应趋于活跃和强化。(1)退耕后,虽然植树种草,但幼林苗木稀疏,远不及夏、秋季作物的盖度好;(2)扶风县属半干旱地区,北山和塬坡土壤层厚度薄、土质差,不利于人工林、草的生长,成活率低(最低不足10%),退耕后植树种草的效果差。边坡动力活跃和强化使以漳河、七星河、美水河3条河流为主的沟谷区域成为中部台塬区强对流天气的策源地和助推器。通过历史资料分析,扶风全县的大风、冰雹

和暴雨等强对流天气的主要分布区自1988年以后有从北部山区和南部渭河平原区逐渐向中部台塬区迁移的趋势。这与中部台塬区热容量趋于减少、边坡动力强化有一定关系。

边坡动力性增强,也使得强对流天气形成后有沿着沟谷向下游方向移动发展的趋势,此次7·14特大暴雨正是在漳河、七星河、美水河所夹的两塬与山前洪积扇区形成,沿漳河、七星河发展,汇合于七星河入漳河的县城地区。

2.3.2 灾前的农田灌溉 政府农村政策的贯彻,大大提高了农民从事种植业的积极性,耕地复种指数大幅度提升。2004年夏该县秋季作物复种面积达90%以上。扶风县有80%以上的耕地为水浇地,主要分属于冯家山、宝鸡峡和渭惠渠等3大引水灌区。

6月19日至灾前的持续性干旱,导致7月10日前后在全县范围内主要用漫灌的方法进行了农田浇灌。大范围漫灌的结果是:(1)为该区域提供了一定数量的水汽来源,与西南暖湿气流共同为此次强对流天气提供了充足的水汽;(2)漫灌后导致土壤板结,土壤下渗率降低,暴雨发生后,地表径流大大增加。可以说灾前大面积的漫灌是此次灾害天气发生和成灾的催化剂。

2.4 县城环境与城区系统

2.4.1 县城环境 扶风县城四周被黄土台塬包围,西北依高岗,东南低临水,居漳河阶地,七星河在城东注入渭水。地势形态自西北向东南倾斜,呈夹在漳河、七星河之间的扇形倾斜谷盆,是塬区和北山地区的汇水之地,受洪涝威胁严重。7·14特大暴雨发生之后,城西北方的八叉堡等村的农田汇水涌入城区,是县城洪涝灾害损失惨重的重要原因。在县城西、北部地区,沿七星河及其支流,阶梯状分布有13座中、小型水库,使县城潜在的洪水威胁十分严重。

2.4.2 城区空间 受渭河和七星河河谷及局地地形限制,县城空间狭小,在近年不断扩张的状况下,城区面积仍不足5 km²,且南、北、东三面均为落差20 m左右的陡崖边界,沿渭河北侧阶地东西延伸。城区人口密度愈5 000人/km²,城市中心区域人口密度超过10 000人/km²。城区人口、建筑、经济高度集中,许多建筑临崖而建,一旦成灾,损失严重。县城东关地处七星河汇入漳河的河谷和低阶地区段,是扶风县城的交通中心及经济中心区,特别是第三产业的中心区。该区面积不足0.5 km²,常住人口127 529人,固定资产1.60×10⁸元,年产值3.8×10⁸元,是县城受洪涝威胁最为严重的区域,每降暴雨或河流行洪,必会成灾,也是7·14灾情最为严重的地区。

2.4.3 城区排水系统 县城近 5 km^2 范围内共修筑排水系统 2.505 km , 除小南街 105 m 排水系统是 1990 年修筑外, 其余 4 个排水系统均系 1980 年以前修筑, 不仅规格低, 而且老化失修现象严重, 加之是雨污合流, 导致地下排水系统远远不能满足暴雨时段的行洪需求。地表未修筑人工排水系统, 主要依靠主街和城区道路行洪。改革开放后, 县城社会经济发展迅速, 城区建筑物快速增加。由于城区空间有限, 建筑物增长方式主要是内部高度密化, 导致城区除了东西向街道和南大街可排洪外, 在南、北两侧少有行洪口, 总体上地表排水不畅。一旦集水, 地表径流均汇集于这些少量的主街区和城内干道向东经东关泻入七星河。虽然县城地势自西北向东南降低, 街道行洪速度很快, 但人为地加强了洪水危害。7·14 特大暴雨主街水深愈 50 mm , 流速极快, 停靠街边的小轿车被洪水下冲 200 m 余至东关。因灾死亡的 2 人也是从西关沿主街道下冲数百米至七星河入 地段。街道洪水下泄对城区道路和基础设施破坏严重, 直接经济损失 9.32×10^6 元, 并使沿街店铺大量涌水损失惨重。

排水不畅是 7·14 暴雨灾害致使县城损失惨重的最重要因素。

2.5 防灾意识

扶风县属半干旱地区, 年均降水量 540 mm 。干旱是该县最严重的自然灾害, 当地有“十年九旱”之说, 气象资料显示 50 a 来年均干旱 2.9 次。而大风、暴雨、冰雹等灾害仅是局地性灾害, 1954—2004 年以来, 特大暴雨和暴雨灾害共发生 19 次。因而人们防洪意识淡漠, 防洪抗灾措施和设施不到位, 致使暴雨灾害虽少、且多局地灾害, 但历史上的灾害损失却最为严重。1980 年以来 5 次时段降水量超过 50 mm 的暴雨, 有 4 次造成了人员伤亡。

历史资料显示, 扶风暴雨灾害有增多的趋势, 1954—1980 年的 27 a 间共发生暴雨灾害 9 次, 1980—2004 年的 24 a 间发生 10 次, 其中 20 世纪 80 年代发生 3 次, 90 年代发生 4 次, 2000 年以来的 4 a 间发生 3 次。

可见, 增强群众的防灾意识, 是减少暴雨灾害损失的重要措施。

3 结 论

扶风县的地形、地表物质形态有利于夏季强对流天气的形成与发生, 局地暴雨灾害发生的可能性很大; 旱早为 $7^{\circ}14'$ 特大暴雨蓄积了强大的能量; 高空冷涡, 西南暖湿气流和冷锋过境是 $7^{\circ}14'$ 特大暴雨发生的直接原因; 近年边坡动力强化是 $7^{\circ}14'$ 强对流天气过程影响范围较大, 并汇合于县城形成特大暴雨的原因之一; 县城空间狭小、社会经济要素高度密集、城区排水不畅是县城灾害损失严重的重要原因; 防洪意识不强致使小区域酿成大灾害。

扶风县 $7^{\circ}14'$ 特大暴雨灾害再次警示人们, 小区域成大灾不容忽视, 要加强局地灾害的研究和防抗救援工作。

[参 考 文 献]

- [1] 关于 $7^{\circ}14'$ 暴风雨受灾救灾情况的报告[R]. 扶风县人民政府, 2004. 7. 17.
- [2] 扶风县 $7^{\circ}14'$ 特大暴雨天气成因、特点及灾害分析[M]. 扶风县气象局, 2004. 7. 30.
- [3] 陕西省扶风县志编撰委员会. 扶风县志[M]. 陕西人民出版社, 1993.
- [4] 扶风县水利局. 扶风县水利志[Z]. 西安: 陕西人民出版社, 1986.
- [5] 宝鸡市统计局. 宝鸡市统计年鉴[Z]. 1982—2003.

(上接第 56 页)

此方法同样可以应用于其它流域, 在该流域精准的 DEM 基础上, 附以配准后的 TM 影像, 就可以做出更为逼真的三维可视化洪水淹没景观; 对于有源淹没, 可将几方面限制条件套合在无源淹没上, 并改进程序设计来加以实现。

除此之外, 还可以结合相关软件进一步实现洪水淹没预测及实时动态监测, 给政府制定防洪、治洪措施提供理论依据和现时数据, 从而为进一步开展洪水治理工作开拓了更广阔的前景。

[参 考 文 献]

- [1] 郭利华, 龙毅. 洪水淹没分析[J]. 武汉: 中国测绘通报, 2002, 10(11): 15—19.
- [2] 祝国瑞, 王建华, 江文萍. 数字地图分析[M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1999. 128.
- [3] 刘仁义, 刘南. 基于 GIS 技术的淹没区确定方法以及虚拟现实表达[J]. 浙江大学学报, 2002, 34(5): 23—27.
- [5] 刘仁义, 刘南. 基于 GIS 的复杂地形洪水淹没区计算方法[J]. 地理学报, 2001, 18(1): 4—9.
- [6] 唐先海, 雷福州, 杨武学, 等. 三门峡水库对陕西库区的影响及其治理对策[J]. 泥沙研究, 2001, 13(2): 41—41.