

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2018.01.019

甘肃省 2016 年洪涝灾情评估

李莉¹, 孙栋元¹, 曾建军¹, 郑文燕¹, 张云亮¹, 张静淑²

(1. 甘肃省水利科学研究院, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省防汛抗旱指挥部办公室, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 以甘肃省及所辖市(州)为评估对象, 选取洪涝灾情评估的重要因子, 死亡人口、直接经济损失、受灾人口、农作物受灾面积、水利设施经济损失占直接经济损失比例、倒塌房屋等方面 6 个指标, 构建洪涝灾情评估体系, 采用洪涝灾情评估方法, 结合洪涝灾害等级划分标准, 对 2016 年甘肃省不同市(州)年度洪涝灾情进行评估, 评价结果表明: 2016 年甘肃省洪涝灾害等级为一般, 张掖市为较大, 兰州等 11 市(州)均为一般。灾情评估结果可为甘肃省制定长远防汛减灾规划提供依据。

关键词: 洪涝; 灾情; 评估; 甘肃省

中图分类号: TV8

文献标识码: A

文章编号: 1672—1144(2018)01—0108—05

Flood Disaster Assessment of Gansu Province in 2016

LI Li¹, SUN Dongyuan¹, ZENG Jianjun¹, ZHENG Wenyan¹, ZHANG Yunliang¹, ZHANG Jinshu²

(1. Gansu Research Institute for Water Conservancy, Lanzhou, Gansu 730000, China;

2. The Office of Flood Control and Drought Relief Headquarters in Gansu Province, Lanzhou, Gansu 730000, China)

Abstract: This paper took Gansu province as the evaluation area and selected 6 indicators which are the death toll, direct economic loss, the affected population, affected crops area, the proportion of economic loss of water conservancy facilities and the number of collapse housing as the evaluation index, a flood evaluation system was also developed. Using the method of flood disaster assessment and combining with the classification standards of flood disasters, the annual floods in different cities (prefectures) of Gansu province in 2016 were assessed. The results showed that the flood disaster of whole Gansu province was in general grade, while Zhangye city was in grate grade which has greater flood disaster. Lanzhou and other 11 cities were also in general grade as well. The results of the disaster assessment play very important role in the long-term planning of flood control and disaster reduction in the whole province.

Keywords: flood; damage; assesmaent; Gansu province

洪涝灾害是发生频率高、影响范围广、危害程度大的自然灾害之一^[1-5]。独特的地理位置和复杂的地形地貌使甘肃省极易受到季风和气旋的影响。降水时空分布不均, 下垫面情况复杂, 导致甘肃省洪涝灾害事件频发, 洪涝灾害也成为甘肃省主要的自然灾害之一^[6-7]。根据甘肃省气象局观测资料, 2016 年甘肃省降雨量偏少, 统计各气象站降雨量平均值为 380.7 mm, 比多年平均降雨量偏少 5%。各市(州)情况为: 定西市、甘南藏族自治州、平凉市、庆阳市和陇南市部分区域与多年平均值相比, 降雨量偏少 20%~40%; 武威市、兰州市和临夏回族自治州部分区域与多年平均值相比, 降雨量偏多 20%~

60%; 酒泉市和嘉峪关市与多年平均值相比, 降雨量偏多 80%~100%; 其余省内大部分市州接近常年值。2016 年, 甘肃省 19 条主要河流来水总量 118 亿 m³, 较多年平均 149 亿 m³ 偏枯 2 成。春季各主要河流来水总量较多年平均 38.7 亿 m³ 偏枯 2 成。夏季各主要河流来水总量较多年平均 116.0 亿 m³ 偏枯 3 成。2016 年汛期, 甘肃省内 12 个市(州)遭受暴雨及洪涝灾害, 造成 44.09 万人受灾, 死亡 3 人, 紧急转移 1.53 万人, 房屋倒塌 0.947 万间; 受灾农作物面积 25.5 × 10³ hm², 成灾面积 11.11 × 10³ hm², 绝收面积 2.67 × 10³ hm², 粮食减产 2.82 万 t, 经济作物损失 11 961.29 万元, 大牲畜死亡 0.23 万头; 损坏堤防

收稿日期: 2017-07-31

修稿日期: 2017-08-30

基金项目: 疏勒河流域中游绿洲生态需水过程与阈值研究(51369004); 气候与土地利用变化对石羊河流域水资源影响研究(51369003)

作者简介: 李莉(1967—), 女, 河南偃师人, 高级工程师, 主要从事水利经济研究。E-mail: gsskyl@163.com。

337处 114.28 km, 损坏护岸 180处, 损坏水闸 139座, 损坏机电井 79眼, 损坏机电泵站 22座, 直接经济损失 12.95 亿元。

甘肃省洪涝灾害发生频率高、影响范围广、危害程度大, 为了更有效地减灾防灾, 准确的开展洪涝灾害评估是首先需要解决的问题。以甘肃省及所辖市(州)为评估对象, 选取洪涝灾情评估的重要因子农作物受灾面积(A)、死亡人口(D)、水利设施经济损失占直接经济损失比例(F)、倒塌房屋(H)、直接经济损失(L)、受灾人口(P)等指标为评价指标^[1], 建立洪涝灾情评估体系, 基于指标评估方法对 2016 年甘肃省不同市(州)年度洪涝灾情进行评估, 以期甘肃省制定长远防汛减灾规划提供依据。

1 研究区概况

甘肃省位于我国西北部, 地处青藏、蒙新、黄土高原交汇处, 分属内陆河流域、黄河流域和长江流域。地处东经 $92^{\circ}13'E-108^{\circ}46'E$, 北纬 $32^{\circ}11'N-42^{\circ}57'N$ 。地貌复杂多样, 气候属于典型的大陆性温带季风气候^[8]。甘肃省行政区划 14 个市州, 其中包括 12 个省辖市、2 个自治州, 86 个县(市、区), 国土总面积 45.44 万 km^2 , 其中: 内陆河流域面积 27.00 万 km^2 ; 黄河流域面积 14.59 万 km^2 , 长江流域面积 3.85 万 km^2 (见图 1)。2016 年, 甘肃省常住人口为 2 609.95 万人, 生产总值为 7 152.04 亿元^[9-11]。

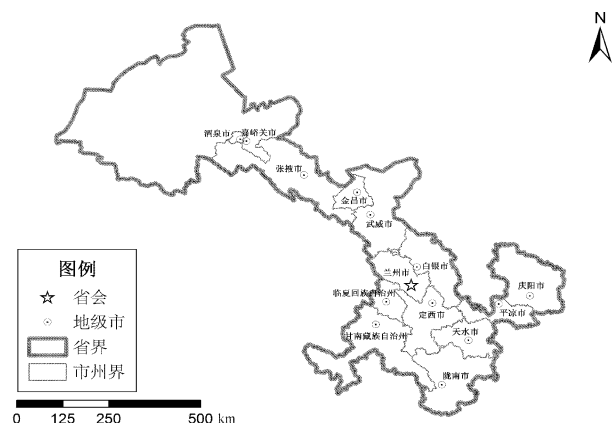


图1 甘肃省区位图

洪涝灾害主要特点:

(1) 2016 年主汛期, 局地暴雨强度历史罕见。其中, 在 6 月 22—23 日, 岷县麻子川乡上沟村、漩渦村等地出现 17 小时降雨量为 111 mm~220 mm 的大暴雨; 7 月 9 日至 11 日, 12 h 降雨量陇西通安驿 118.5 mm、庆城南庄乡 114.5 mm、漳县殪虎桥 95.6 mm, 30 分钟降雨量永靖县太极镇 27 mm; 8 月 13 日

至 14 日, 环县耿湾乡 4 h 降雨量 84.8 mm, 和政县买家集镇 12 h 降雨量 71 mm; 8 月 20 至 25 日, 陇西县云田镇 4 h 降雨量 100.4 mm, 武山县温泉镇 12 h 降雨量高达 159 mm, 最大 1 h 降雨量为 79 mm, 白银市的景泰县和酒泉市的敦煌市和瓜州县日降水量都出现历史最大值。

(2) 河西地区阴雨天气持续时间长, 局部地方降雨异常偏多。主汛期, 甘肃省降水区域差异明显, 河西偏多 2 成以上。8 月中下旬, 河西走廊阴雨天气持续 10 d~15 d, 酒泉市 8 月降水偏多 2 倍~4 倍, 其中敦煌和瓜州偏多 6 倍, 降水引发内陆河流域疏勒河及其支流党河、黑河支流讨赖河持续出现较大流量, 多次出现洪峰。

(3) 一些中小河流洪水频发, 阶段性防洪形势严峻。受强局地强降雨和持续阴雨影响, 7 月 11 日讨赖河嘉峪关站洪峰流量为 $240 \text{ m}^3/\text{s}$, 达到 5 年一遇。8 月 22 日疏勒河昌马站洪峰流量 $506 \text{ m}^3/\text{s}$, 接近 10 年一遇; 党河党城湾站洪峰流量 $174 \text{ m}^3/\text{s}$, 超过 10 年一遇, 昌马、双塔等水库防洪形势一度严峻。8 月 22 和 23 日, 大夏河夏河站和庄浪河红崖子水文站洪峰流量为 $180 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $482 \text{ m}^3/\text{s}$, 分别接近 20 年一遇和 30 年一遇。

2 洪涝灾情评估方法

2.1 评价指标体系的构建

以区域洪涝灾情作为评估对象实施评估时, 按照既定评估原则、评估目标和评估方法及模型的需要, 将区域洪涝灾情分为若干不同目标进行评估, 再进行区域洪涝灾情评估^[12]。影响区域洪涝灾情评估的因素众多, 为此需要建立一个科学、主导、完整、可操作并且符合区域特征的评估指标体系才能确保评估结果的准确性和有效性。为此评估首先要遵循一定的原则^[13]。

(1) 科学性原则: 从洪涝灾情评估的内涵和外延出发, 选用科学的方法建立评估体系。

(2) 主导型和完整性原则: 选取能够表达洪涝灾情评估特征和主要的因素。

(3) 可操作性原则: 保证评估指标数据获取的畅通性和准确性及方法的易操作性。

(4) 区域性原则: 区域性原则: 考虑所选区域的自然环境、水文气象、社会经济状况。

根据洪涝灾情评估的概念和内涵, 遵从科学性、主导型、完整性、可操作性和区域性以及对数据获得性上, 查阅统计年鉴、实地调查、统计分析, 选取洪涝

灾情评估的重要因子:农作物受灾面积 A , km^2 ;死亡人口 D , 人;、水利设施经济损失占直接经济损失比例 F , %;倒塌房屋 H , 间;直接经济损失 L , 元;受灾人口 P , 人等 6 个代表性指标(见表 1), 构建洪涝灾

情评估指标体系^[14-15]。文中各评价指标的数值通过甘肃水利年鉴、观测数据、实地调查和分析等直接或间接获取。

表 1 2016 年甘肃省年度洪涝灾害灾情指标

市(州)	死亡人口 /人	受灾人口 /万人	农作物受灾面积 /(10 ³ hm ²)	直接经济损失 /亿元	水利设施直接经济损失 /亿元	倒塌房屋 /万间
兰州市		3.097	2.034	0.959	0.098	0.003
酒泉市		1.431	5.323	0.928	0.343	0.006
张掖市		0.305	2.317	1.165	0.555	0.000
武威市		0.695	0.173	0.463	0.108	0.026
白银市		6.884	4.039	1.005	0.336	0.009
定西市	1	11.192	3.118	2.596	0.554	0.014
天水市	2	4.992	1.244	0.551	0.114	0.007
平凉市		1.011	0.530	0.464	0.162	0.000
庆阳市		2.922	2.579	1.118	0.111	0.024
陇南市		6.885	3.055	1.642	0.260	0.002
临夏州		3.840	0.361	0.774	0.119	0.011
甘南州		0.834	0.361	1.285	0.202	0.495
甘肃省	3	44.090	25.500	12.950	2.960	0.597

2.2 评价标准的确定

关于洪涝灾情评估评价标准的参照系,国内仍无统一标准可循。在查阅文献、收集资料以及结合水文气象部门统计资料,参考《洪涝灾情评估标准》^[14](SL 579—2012)基础上,将年度洪涝灾害等级分为四个评估等级^[16-17],即 V_1 (特别重大洪涝灾害年)、 V_2 (重大洪涝灾害年)、 V_3 (较大洪涝灾害年)和 V_4 (一般洪涝灾害年)^[18-20]。年度洪涝灾害等级划分见表 2。

表 2 洪涝灾情评估值与年度洪涝灾害等级划分

年度洪涝灾害等级	V_1	V_2	V_3	V_4
洪涝灾情评估值	≥ 80	60 ~ 80	40 ~ 60	≤ 40

2.3 洪涝灾情评估模型

灾情评估是在灾情调查的基础上,收集区域水文水资源相关指标的长期监测、观测和统计数据,建立评估方法和模型对将要区域洪涝灾害级别进行部门或整体性评价^[21]。洪涝灾情评估的重点包括三个方面,一是评价指标体系的建立,二是评价方法和模型的确定,三是洪涝灾情等级的划分。过去 30 余年间,随着洪涝灾情评估工作的不断深入,评估范围不断从大流域到小流域、从大区域到小区域、大范围到小范围的扩展,评估手段和技术的长足发展,使评估结果变得更加真实可靠^[22-24]。洪涝灾情评估采

用水利部行业标准《洪涝灾情评估标准》^[14](SL 579—2012)规定的指标评价法,对选用评价指标参数计算与评估,确定了灾害等级^[25-26]。年度洪涝灾情评估一般也可依据洪涝灾害数量直接认定,同时,也可采用年度灾情指标计算评估值,进而划分年度灾害等级,达到洪涝灾情评估。

年度洪涝灾害灾情评估计算公式为:

$$C = (D + L) \times 0.3 + (P + A + F + H) \times 0.1$$

(1)

式中: C 为洪涝灾情评估值; A 为农作物受灾面积, hm^2 ; D 为死亡人口, 人; F 为水利设施经济损失占直接经济损失比例, %; H 为倒塌房屋, 间; L 为直接经济损失, 元; P 为受灾人口, 人, 指标的参数取值^[1]。6 项指标的参数取值见表 3。

表 3 年度洪涝灾害灾情指标的参数取值与指标阈值关系

灾情指标具体数值 X	$> 1.5\bar{X}$	$\bar{X} \sim 1.5\bar{X}$	$0.5\bar{X} \sim \bar{X}$	$0 \sim 0.5\bar{X}$
指标参数取值	75 ~ 100	50 ~ 75	25 ~ 50	0 ~ 25

表 3 中 X 为评价年度评价指标的具体实际数据, 为年度洪涝灾情评估指标数据的平均值。

3 结果分析

3.1 指标参数计算

根据甘肃省 1990 年—2015 年洪涝灾情统计,甘

肃省平均每年由于洪涝灾害造成的死亡人数为 60 人,受灾人口为 312.29 万人,倒塌房屋为 1.19 万间,农作物受灾面积为 $208.20 \times 10^3 \text{ hm}^2$,直接经济作物损失为 24.29 亿元,水利设施直接经济损失为 3.61 亿元。2016 年,暴雨洪涝灾害造成 12 个市(州)、72 个县(市、区)44 万人受灾,因灾死亡 3 人,

倒塌房屋 0.6 万间,农作物受灾 25.50 hm^2 ;各指标数值与 1990 年—2015 年系列平均值比较,死亡人口比值为 0.05;受灾人口为比值为 0.14;农作物受灾面积比值为 0.12;直接经济损失是 0.53;水利设施直接经济损失比值为 0.82;倒塌房屋比值为 0.50。从上述比值看,水利设施受灾相对比较严重,详见表 4。

表 4 甘肃省年度洪涝灾害灾情指标及其参数取值

指标	死亡人口 <i>D</i> /人	受灾人口 <i>P</i> /万人	农作物受灾 面积 <i>A</i> / 10^3 hm^2	直接经济损失 <i>L</i> /亿元	水利设施直接 经济损失 <i>F</i> /亿元	倒塌房屋 <i>H</i> /万间
对应参数取值	2.50	7.00	6.00	26.50	41.00	25.00
2016 年度指标实际值	3.00	44.00	25.50	12.95	2.96	0.60
1990 年—2015 年指标平均值	60.00	312.29	208.20	24.29	3.61	1.19
实际值与平均值比	0.05	0.14	0.12	0.53	0.82	0.50

3.2 洪涝灾情评估计算

将表 4 的参数取值代入式(1),计算 2016 年甘肃

省年度洪涝灾害灾情评估值为 $C = 16.6$ 。采用上述方法计算 12 个市(州)洪涝灾情评估值,结果见表 5。

表 5 2016 年度 12 个市(州)洪涝灾害灾情评估值计算结果

市(州)	兰州	酒泉	张掖	武威	白银	定西	天水	平凉	庆阳	陇南	临夏	甘南
评估值 <i>C</i>	35.95	33.17	48.75	16.65	36.85	13.85	13.05	11.90	14.00	3.80	30.20	28.30

注:2016 年嘉峪关市和金昌市没有发生暴雨洪涝灾害,不做评估对象。

3.3 洪涝灾情等级确定

利用上节中 C 值计算结果及表 2 划分甘肃省 2016 年度洪涝灾害等级,评估值 $C = 16.6$ 小于 40,确定甘肃省 2016 年度洪涝灾情为一般洪涝灾害年。

根据 C 值计算结果及表 2 同理划定 12 市(州)度洪涝灾情等级,兰州市、酒泉市、武威市、白银市、定西市、天水市、平凉市、庆阳市、陇南市、临夏州和甘南州等 11 个市(州),2016 年度洪涝灾情评估值均小于 40,确定为一般洪涝灾害年。张掖市 2016 年度洪涝灾害评估值为 48.65,介于 40~60 之间,为较大洪涝灾害年。

张掖市 2016 年降水量较往年偏多,粮食作物受灾面积较往年大,直接经济损失和水利设施直接经济损失在甘肃省也最为严重,因此评估结果为较大洪涝灾害年反映了该市 2016 年实际洪涝灾情。

4 结 论

(1) 在灾情调查的基础上,遵从科学性、主导型、完整性和可操作性以及对数据获得性上查阅统计年鉴、实地调查、统计分析的原则,选取洪涝灾情评估的重要因子农作物受灾面积 A 、死亡人口 D 、水利设施经济损失占直接经济损失比例 F 、倒塌房屋 H 、直接经济损失 L 、受灾人口 P 等 6 个代表性指标

(表 1),构建洪涝灾情评估指标体系。

(2) 在洪涝灾情评估体系下,基于指标评估方法对 2016 年甘肃省不同市(州)年度洪涝灾情进行评估,评价结果为:2016 年甘肃省洪涝灾害灾情评估值为 16.6,小于 40,属一般洪涝灾害年;2016 年甘肃省各市(州)灾情评估值张掖市 48.75,属较大洪涝灾害年;其余 11 个评价对象(兰州市、酒泉市、武威市、白银市、定西市、天水市、平凉市、庆阳市、陇南市、临夏州和甘南州)均小于 40,属一般洪涝灾害年,评估结果与实际相符。

(3) 洪涝灾情评估研究已相当普遍,但是缺乏一个完整的评价体系和方法。首先,不同的洪涝灾情造成的损失和危害不同,所以如何因地制宜的建立评价科学的指标体系就显得极为重要;其次,选用最适合的评估方和模型对评价总结果也产生重要作用;最后,不断加强场次洪涝灾害灾情评估工作,为灾情评估积累更多基础资料。

参考文献:

[1] 万金红,陈必真.洪涝灾情评估研究综述[J].防灾科技学院学报,2015,17(4):56-60.

[2] Joshua Ntajal, Benjamin L. Lamptey, Ibrahim B. Mahamadou, Benjamin K. Nyarko. Flood disaster risk mapping in the Lower Mono River Basin in Togo, West Africa[J]. Interna-

- tional Journal of Disaster Risk Reduction, 2017,23:93-103.
- [3] Jiang W, Deng L, Chen L, et al. Risk assessment and validation of flood disaster based on fuzzy mathematics[J]. Progress in Natural Science, 2009,19(10):1419-1425.
- [4] 肖诗云,程若桐.波流耦合荷载作用下村镇建筑破坏机理研究[J].水利与建筑工程学报,2017,15(2):1-8,54.
- [5] 张晓霞.宁夏彭阳县旱灾成因分析及抗旱措施研究[J].水利与建筑工程学报,2011,9(5):160-164.
- [6] 温泉沛,霍治国,周月华,等.南方洪涝灾害综合风险评估[J].生态学杂志,2015,34(10):2900-2906.
- [7] 张葆蔚,万金红.2003—2012 年我国洪涝灾情评估与成因分析[J].中国水利,2013(11):35-37.
- [8] 曾建军,胡想全,李 莉,等.南水北调对甘肃省可持续发展影响分析[J].水利规划与设计,2015(11):15-17.
- [9] 王 燕.甘肃省干旱气候灾害对气候变化的响应[D].兰州:兰州交通大学,2009.
- [10] 赵传燕,南忠仁,程国栋,等.统计降尺度对西北地区未来气候变化预估[J].兰州大学学报(自然科学版),2008,44(5):12-18,25.
- [11] 丁文广,胡莉莉,王秀娟.甘肃省自然社会环境与贫困危机研究[J].环境与可持续发展,2008(3):17-19.
- [12] 司 磊.青岛市安全社区建设研究[D].青岛:中国海洋大学,2009.
- [13] 岳东霞,曾建军,邹明亮,等.基于 PSR 和熵权物元可拓模型的甘南高原生态环境风险评价研究[J].生态经济(中文版),2017,33(7):175-180.
- [14] 中华人民共和国水利部.洪涝灾情评估标准:SL 579—2012[S].北京:中国水利水电出版社,2012:3-5.
- [15] 赵阿兴,马宗晋.自然灾害损失评估指标体系的研究[J].自然灾害学报,1993,2(3):1-7.
- [16] 孙振凯,毛国敏,邹其嘉.自然灾害灾情划分指标研究[J].灾害学,1994,9(2):84-87.
- [17] 孙卫东,彭子成.灾度指数及其意义[J].灾害学,1995,10(2):16-19.
- [18] 许飞琼.灾级及其释义[J].灾害学,1997,12(1):16-18.
- [19] 魏庆朝,张庆珩.灾害损失及灾害等级的确定[J].灾害学,1996,11(1):1-5.
- [20] 张 奥.2015 年黑龙江省洪涝灾情评估[D].哈尔滨:黑龙江大学,2016.
- [21] 李 闯.自然灾害灾情调查及评估方法研究进展[C]//第 31 届中国气象学会年会 S10 第四届气象服务发展论坛—提高水文气象防灾减灾水平,推动气象服务社会化发展,北京:[出版者不详],2014:105-109.
- [22] 王 品,张 朝,陈 一,等.湖南省暴雨洪涝灾害及其农业灾情评估[J].北京师范大学学报(自然科学版),2015,51(1):75-79.
- [23] 段光耀,赵文吉,宫辉力.基于遥感数据的区域洪涝风险评估改进模型[J].自然灾害学报,2012,21(4):57-61.
- [24] 聂 娟,范一大,邓 磊,等.山洪灾害雷达遥感灾情评估技术研究与应用[J].自然灾害学报,2010,19(3):105-110.
- [25] 万金红,张葆蔚,刘建刚,等.1950—2013 年我国洪涝灾情时空特征分析[J].灾害学,2016,31(2):63-68.
- [26] 万金红,张葆蔚,谭徐明,等.洪涝灾情评估标准关键技术问题的探讨[J].灾害学,2012,27(4):55-59.

(上接第 17 页)

- [10] Savigny K W, Morgenstern N R. Geotechnical condition of slopes at a proposed pipeline crossing, Great Bear River valley, Northwest Territories [J]. Canadian Geotechnical Journal, 2011,23:490-503.
- [11] Hearn G, Wise D, Hart A, et al. Assessing the potential for future first-time slope failures to impact the oil and gas pipeline corridor through the Makarov Mountains, Sakhalin Island, Russia[J]. Quarterly Journal of Engineering Geology & Hydrogeology, 2012,45(1):79-88.
- [12] Grivas D A, Bhagvati C, Schultz B C, et al. Achieving reliable designs for pipelines traversing unstable slopes[C]//Pipeline Division of the American Society of Civil Engineers, Pipeline Crossings 1996. New York: ASCE, 2010:426-433.
- [13] Fredj A, Dinovitzer A. Pipeline response to slope movement and evaluation of pipeline strain demand[C]//International Pipeline Conference. Volume 4: Production Pipelines and Flowlines, Project Management, Facilities Integrity Management, Operations and Maintenance Pipelining in Northern and Offshore Environments, Strain-Based Design, Standards and Regulations. ASME, 2014: V004T11A018.
- [14] Kitano T, Fujita S, Ogura H, et al. Analyses of the failure of an embankment slope and its influence on the pipeline installed in that embankment slope[C]//Pipelines 2016: Out of Sight, Out of Mind, Not out of Risk. United States: ASCE, 2016:1454-1463.
- [15] Dawson E M, Roth W H, Drescher A. Slope stability analysis by strength reduction[J]. Geotechnique, 1999,49(6):835-840.
- [16] 朱彦鹏,任永忠,周 勇.张掖某深基坑在降水条件下支护结构的性能分析[J].地下空间与工程学报,2015,11(1):259-265.
- [17] 陈育民,徐鼎平.FLAC/FLAC^{3D}基础与工程实例[M].北京:中国水利水电出版社,2009.