

淮安四站及输水河道工程地质灾害分析评价

常虹¹, 邱祖林²

(1. 江苏省南水北调工程建设领导小组办公室, 江苏 南京 210029 2. 江苏省地质调查研究院, 江苏 南京 210018)

摘要 根据淮安四站及输水河道工程区地质环境背景和地质灾害现状, 确定工程区主要地质灾害为地面沉降、河岸坍塌、软土变形等, 并分析了不同类型地质灾害形成的原因。对工程建设引发或加剧的地质灾害以及工程本身可能遭受的地质灾害的危险性进行预测评估, 认为危险性均较小, 综合评价土地适宜性好。

关键词 南水北调东线工程 地质灾害 危险性评估 土地适宜性

中图分类号 P641.69

文献标识码 B

文章编号 1006-7647(2006)S1-0118-03

南水北调东线工程是我国南水北调工程的一个重要组成部分, 其一期工程是在江苏省江水北调工程的基础上拓展规模, 向北延伸。为尽快实现东线规划所确定的第一期工程供水目标, 需在江苏省境内新建泵站、扩挖疏浚部分河道。由于工程区地貌类型多样、地质构造条件复杂, 且部分地区为地质灾害危险区和易发区, 为保护地质环境, 避免工程建设引发或加剧地质灾害, 对工程地质灾害进行分析和评估显得尤为重要。本文试依据淮安四站及输水河道工程建设区地质环境背景和地质灾害分布发育特点, 分析该区地质灾害的危害性, 评价工程建设的土地适宜性, 并针对灾害特点提出防治对策和建议。

淮安四站及输水河道工程是南水北调东线一期工程的重要组成部分。工程位于淮安市楚州区、扬州市宝应县和白马湖农场, 由输水河道、泵站、跨河桥梁、配套及影响工程组成。其中, 输水河道南自里运河北运西闸起, 向北经新河至淮安二站西侧入苏北灌溉总渠, 全长 29.8 km, 设计流量 $100 \text{ m}^3/\text{s}$; 泵站设计流量为 $100 \text{ m}^3/\text{s}$, 安装 4 台套(备机 1 台套)立式全调节轴流泵^[1]。

1 地质环境条件

1.1 地形地貌

工程位于江苏中部运西河区浅洼平原区, 沿线均为堆积平原地貌, 微地貌属古泻湖堆积的水网平原。新河河道场区内地势平坦, 沿线地面高程一般在 5.5 ~ 6.5 m 之间, 北部近灌溉总渠附近为 7.0 m 左右, 淮安四站附近地面平均高程为 8.0 m。

1.2 地层岩性与地质构造

工程区地层属于扬子地层区下扬子地层分区, 基岩地层皆隐伏于第四系松散层之下。淮安四站处于苏北拗陷区, 第四系发育齐全, 总厚度一般在 60 ~ 120 m 之间, 西部较薄, 东部较厚, 沉积物主要来自淮河^[2]。

根据工程相关勘察资料, 其地表 20 m 以浅地基土体均为第四系全新统堆积物, 岩性以可塑 ~ 硬塑状粉质黏土、粉土、粉砂为主, 部分地段(运西河段和穿湖段)分布有流塑 ~ 软塑状淤泥、淤泥质粉质黏土, 表明区内工程地质条件一般^[3]。

区内地质构造较复杂, 淮安四站所在区域位处扬子准地台苏北拗陷区洪泽湖 ~ 盐城拗陷淮阴凸起, 新河河道工程由北向南依次经过洪泽湖 ~ 盐城拗陷淮阴凸起、建湖隆起和金湖 ~ 东台拗陷, 新第三纪以来新构造运动主要表现为缓慢的上下振荡运动, 区域地壳较稳定。

1.3 水文地质条件

工程区地下水类型主要为松散岩类孔隙水, 自上而下可分为孔隙潜水含水层(组)、第 I、第 II、第 III、第 IV 承压含水层(组)。潜水含水层(组)由第四系全新统河流冲积物组成, 单井涌水量小于 $100 \text{ m}^3/\text{d}$; 第 I 承压含水层(组)由晚更新世时期沉积砂层组成, 富水性较差; 第 II 承压含水层(组)岩性为泥质含砾中、粗砂, 砂层总厚度一般 10 ~ 40 m, 单井涌水量 $100 \sim 1000 \text{ m}^3/\text{d}$; 第 III 承压含水层(组)由下更新统泥质含砾中、粗砂组成, 单井涌水量 $1000 \text{ m}^3/\text{d}$; 第 IV 承压含水层(组)由上第三系河湖相松散沉积物组成, 厚度 35 ~ 50 m, 富水性较好, 为本区主要开采层。

工程区地表水系发育,河道纵横交错,为淮河水系,主要的河流和湖泊有里运河、中运河、苏北灌溉总渠、洪泽湖、白马湖等。淮安四站所经白马湖地区最高湖水位 8.16 m,最低湖水位 5.61 m。新河镇湖闸下最高水位 6.2 m,最低水位 3.75 m。

1.4 工程对地质环境的影响

工程沿线对地质环境有影响的人为工程活动主要表现为地下水开采。淮安市区地下水开采历史较早,主要开采第Ⅵ承压水,其次为第Ⅱ、第Ⅲ承压水,楚州区和宝应北部乡镇主要开采第Ⅱ、第Ⅲ承压水。

工程区地下水的开采经历了开发初期、发展期、超采期和控制压缩开采期等阶段。地下水开采造成区内地下水位逐步下降,目前已形成以淮安城区为中心的水位降落漏斗,由于水位的持续下降,城区已出现地面沉降迹象。拟建工程位于水位降落漏斗的边缘,目前地面沉降迹象不明显。

2 地质灾害危险性现状分析

工程区地质灾害不甚发育,据野外调查和以往相关资料分析,区内地质灾害类型主要为特殊类岩土灾害、地面沉降以及河岸坍塌^[4]。

2.1 特殊类岩土灾害

区内特殊类岩土主要为软土。软土层压缩性大、固结时间长、承载力低,工程施工过程中若受力不均极易产生地面形变或不均匀沉降,导致建筑物开裂、倾斜而酿成灾害。软土还具有触变和流变特性,原土体受到振动后,原有颗粒结构受到破坏,土体强度降低,并且土体变成稀释状态而产生流动,给工程施工带来影响。

工程地质勘察成果显示,新河输水河道分布有 2 个软土层,软土岩性为淤泥、淤泥质粉质黏土,流塑~软塑状态,具有饱水、强度低、压缩性高的特点。但现状条件下未发现工程建筑设施因软土变形而产生破坏,其灾害危险性小^[3]。

2.2 地面沉降

淮安地区地下水位下降漏斗的中心区——淮安清江棉纺织厂曾发现井管抬升、井台下沉等地面沉降迹象^[5]。根据相关地面沉降的研究资料,由于地面沉降具有滞后性,在今后一段时间内地面沉降将在淮安地区进一步发展^[6]。地面沉降灾害主要发生在淮安地区,淮安四站及新河河道工程均位于淮安地下水水位降落漏斗的边缘地区,其地下水埋深一般均小于 20 m,根据江苏省苏南地区地面沉降相关研究成果得知,现状条件下其产生的累计地面沉降量很小(小于 100 mm),沉降属轻微等级,工程危险性较小。

2.3 河岸坍塌

河岸稳定性受岸坡地层岩性结构、河流水动力条件及人为活动等多种因素的共同影响。目前工程区的河流均为自然岸堤,基本未进行护坡,由于目前河道水流缓慢、水位变化较小等原因,河岸坍塌地质灾害仅局部分布,其规模和危害均较小。

3 地质灾害危险性预测

地质灾害危险性预测主要是针对工程建设引发或加剧地质灾害以及工程本身遭受地质灾害的可能性、危险性和危害程度作出评价。

3.1 工程建设引发或加剧地质灾害的预测

工程建设引发的地质灾害主要指工程建设导致的新的地质灾害;工程建设加剧的地质灾害主要指已存在的灾害体及灾害现象受工程建设的影响,其稳定性降低、变形范围扩大而使灾害的程度加剧。根据淮安四站及河道工程建设特点,其引发或加剧地质灾害的可能性主要有以下几个方面。

3.1.1 河道工程

a. 淮安四站河道工程新河段主要是在现有河道的基础上拓宽开挖,如果施工不当,可能会引发或加剧河岸边坡滑塌等地质灾害,尤其是在分布有软土及松散砂性土的地段。运西河段和穿湖段软土较发育且埋藏较浅,在开挖过程中,软土均被揭露或揭穿,若开挖施工不当容易诱发边坡滑塌。处于河道底部以下的软土,开挖过程中受到扰动,岸坡应力平衡也遭到破坏,有可能诱发边坡产生弧形滑动。

b. 根据工程设计,新河河道工程采用半边成河方式,工程施工时所产生的弃土土方将在河一侧堆积(新河河段主要堆积在西侧,运西河主要堆积在南侧),呈条带状分布,这种方式加大了堆土区一侧的地面荷载,在有下伏软土层分布的地段有可能诱发、加剧地面形变,产生诸如滑坡等地质灾害,严重时影响部分地段河岸的稳定。

c. 桥梁的建设可能改变河道的水动力条件,增加对河岸的冲刷。河道两侧的配套工程如配套控制闸、排涝泵站、排涝和灌溉地涵等在进行基坑开挖时也可能引发软土边坡的坍塌灾害。

3.1.2 泵站工程

淮安四站主厂房采用堤身式,新建新河东闸,泵站建基面高程 - 3.15 m。根据泵站附近已有工程勘察资料,区内浅部地基土主要由 5 个工程地质层组成,其中①层、②层、③层岩性主要为粉质黏土、粉土等,埋深位于开挖深度范围内,易形成一些人工陡坎,可能引发基坑、河道边坡的滑塌等灾害;⑤层岩性为粉砂、粉土、细砂,为本区的第Ⅰ承压含水砂层,水位标高在 5.7 ~ 6.4 m 之间,其水头高于开挖深

度,因此基坑开挖时,不仅容易引起涌水、涌砂现象,也可能引发边坡失稳。

河道及泵站工程建设中可能产生或引发的边坡失稳、滑塌、基坑坍塌、涌水、涌砂等地质灾害,由于规模不大,对工程建设的危害程度较小。此外,拟建工程对深层孔隙地下水几乎无影响,工程建设本身不开采地下水,因此不会加剧、引发地面沉降灾害。

3.2 工程建设本身遭受地质灾害的预测

地质灾害的发生和发展对工程本身会带来一定的危险性。通过对已有资料的分析,拟建工程可能遭受的地质灾害主要为特殊类岩土灾害、地面沉降、河岸坍塌等。

3.2.1 特殊类岩土灾害

新河河道南段及运西河段淤泥质软土较发育,在上部荷载和振动条件下易产生地面形变,尤其是在两岸河堤堆填土较厚段容易引起不均匀沉降。由于水流的影响,有可能对河岸的稳固性产生影响,但由于其厚度不大(一般 $0.9 \sim 3.1\text{m}$),总体而言,对工程的影响不大,因此本工程遭受软土灾害的危险性小。

3.2.2 地面沉降

工程区主要开采第Ⅱ、第Ⅲ、第Ⅳ承压水,根据2001年和2002年江苏省地下水长期动态监测成果分析,目前淮安地区承压水主要开采层水位均处于相对稳定状态^[7]。从区域上分析,随着政府对地下水管理力度的加大,淮安地区、宝应地区深层地下水位将逐步回升,水位下降的趋势将有所改善,地下水水位发生较大幅度下降的可能性不大。就工程区而言,地下水开采不强烈,并未出现地下水超采现象,地下水水位埋藏较浅,另外,由于工程区位于地下水水位降落漏斗的边缘,即使有地面沉降灾害的发生,其沉降量和沉降速率也极小(沉降速率小于 10mm/a),因此,预测分析其危险性小^[8-9]。

3.2.3 河岸坍塌

本工程(主要为河道工程)的部分地段,岸坡有粉砂和粉土分布,粉砂和粉土遇水后不稳定,特别是当水流动速较大时,在水流的冲刷下粉土岸坡会产生坍塌和滑坡现象。但本工程输水流动速不大($0.51 \sim 0.66\text{m/s}$),水流较为平缓,水位变化也不大,只要设计合理、施工方式得当,一般情况下不会发生较大规模的河岸边坡失稳,因此预测分析工程遭受河岸坍塌地质灾害的危险性小。

综上所述,工程建设引发或加剧地质灾害以及工程本身遭受地质灾害的危险性均小。

3.3 土地适宜性评价

淮安四站及其输水河道工程虽位于特殊类岩土灾害以及地面沉降灾害易发区,但现状分析及预测评估认为工程区域地质灾害危险性小,工程建设的

土地适宜性好。

4 结 语

根据本工程的特点及区内可能存在的地质灾害问题,本着‘预防为主、因地制宜’的原则,提出以下建议:

a. 进一步加强泵站工程及河道工程沿线的工程地质勘察,查明软土等不良土体的分布,针对不同建(构)筑物选择合适的基础形式和持力层。

b. 建议对地基承载力要求较高的建(构)筑物(河道桥梁等)采用桩基础。

c. 在淤泥质软土分布河段,设计开挖边坡时应适当放缓。在砂性土分布河段,为避免河道边坡的渗透变形和冲刷也应考虑适当放缓边坡。合理确定河道两侧的堆土高度,施工时河堤填土要压实。

d. 淮安四站在基坑开挖时应注意地下水位的变化,做好基坑排水,以防涌水、涌砂从而引起基坑渗透变形和边坡坍塌。

e. 对软土分布河段、河道特殊地段(河道拐弯处、河流交汇处)应采取必要的护岸、护坡措施,避免发生河岸边坡失稳灾害。

f. 工程建成运行期间,应定期对地面和河堤形变进行监测,随时掌握地面形变动态,以便及时采取措施保护工程的安全。

参考文献:

- [1] 江苏省水利勘测设计研究院. 南水北调东线第一期工程长江~骆马湖段2003年度工程可行性研究报告[R]. 南京:江苏省水利厅,2004.
- [2] 宋意勤,胡唐伯. 淮河入海水道工程地质灾害评估[J]. 水利水电科技进展,2001,21(7):111.
- [3] 江苏省工程勘察研究院. 南水北调东线第一期工程长江~骆马湖段工程地质勘察报告[R]. 南京:江苏省水利厅,2004.
- [4] 中国地质灾害研究会. 第二届全国地质灾害与防治学术讨论会论文集[M]. 北京:地质出版社,1994.
- [5] 江苏省国土资源厅. 江苏省地质环境公报[R]. 南京:江苏省国土资源厅,2004.
- [6] 江苏省地质调查研究院. 1:50万江苏省地质灾害易发区划分报告[R]. 南京:江苏省国土资源厅,2001.
- [7] 江苏省地质调查研究院. 1:50万江苏省环境地质调查[R]. 南京:江苏省国土资源厅,2001.
- [8] 淮阴市水利局. 江苏省淮阴市地下水资源调查评价[R]. 淮安:淮安市水利局,1997.
- [9] 薛禹群. 地下水资源与江苏地面沉降研究[J]. 江苏地质,2001,25(4):37.

(收稿日期:2005-11-21 编辑:骆超)