

# 南水北调堤防加固工程施工电力杆塔风险辨识与管控

段振振 李 朵 晋伟博

中国南水北调集团中线有限公司河南分公司 河南 郑州 450000

**摘 要:** 本文以南水北调中线新郑段右岸堤防加固工程为例,对堤防加固工程施工中电力杆塔存在风险进行辨识和评价,并针对杆塔撞击倾倒导致断电危及南水北调工程运行安全的风险,结合南水北调工程特点,从管理、工程技术方面提出了管控措施,并指导应用于实践,确保了施工过程中南水北调工程供电安全。

**关键词:** 南水北调;堤防加固;电力杆塔;风险;安全防护

引言:南水北调工程是国家重大战略性基础设施,自全面通水以来,东中线一期工程已累计向北方调水超570亿立方米,惠及北京、天津等40多座大中城市280多个县市区1.50亿人,为京津冀协同发展、雄安新区建设等国家战略实施提供了有力水安全保障,已成为优化水资源配置、保障群众饮水安全、复苏河湖生态环境、畅通南北经济循环的生命线,事关战略全局、事关长远发展、事关人民福祉。南水北调工程运行安全、供水安全、水质安全牵动着领导和亿万人民群众的心,全面贯彻落实“以人民为中心”的发展理念,全力保障工程安全平稳运行和水质持续稳定达标是每个南水北调人的使命。

## 1 工程概况

以南水北调中线干线工程新郑段为例。

### 1.1 工程基本情况

新郑段防洪加固项目位于部庄北生产桥至耿坡沟渡槽右岸,全长10.28km,施工部位为原防护堤及外侧防护林带,主要施工内容为原防护堤加高培厚、新防护堤坡面及坡顶防护、挡水墙设置等,为方便运行期间开展应急处置工作,在防护堤顶修建3.26m宽混凝土应急通道,并在适当位置布置错车(或车辆掉头)平台。在本项目沿线分布35kV电力杆塔98基,均位于原防护堤内外侧或防护林带,杆塔均为混凝土杆。

### 1.2 确保南水北调中线电力杆塔安全的重要意义

南水北调中线35kV永久供电线路是南水北调中线工程唯一输电设施,分为架空和地理两种方式,均分布在渠道右岸,与高压配电室、低压配电室、变压器等,构成完善的供配电系统,另有金结液压、自动化、安防、网络等重要的设备设施,共同形成全方位的精密的运行调度体系,为精准调度、安全供水保驾护航。其中,35kV永久供电线路是最基础的用电保障,是纽带,一旦遭到破坏,影响范围广,涉及专业多,进而影响全线的统一调度及供水安全。新郑段防洪加固项目沿线35kV杆

塔均为混凝土杆,外力撞击极易受损。杆塔若被撞倒,影响范围自许昌市禹州段颍河倒虹吸节制闸至郑州航空港区段丈八沟倒虹吸节制闸,共75km,相关设备设施运行均受到影响,甚至会造成现场施工人员伤亡。且杆塔恢复、线路抢修要投入大量人力、物资、资力,所需时间大致7天,为沿线正常输水调度带来较大的安全隐患。因此,防洪加固项目施工中35kV杆塔的安全防护措施必须到位,确保35kV杆塔安全至关重要。

## 2 安全风险分析

新郑段防洪加固项目均位于挖方段右岸,部分杆塔位于原防护堤附近,多数杆塔分布于防护林带内,此次施工需首先将绿化带内树木挖除,再清基、填筑土方、边坡防护、浇筑混凝土压顶及路肩等,因施工范围内杆塔数量多,且施工作业面受限、机械设备数量多、往返频繁,加之存在夜间施工,发生机械撞击的可能性大,一旦发生机械撞击杆塔造成杆塔倾倒,继而发生人员触电伤亡或引发干渠供电系统供电中断,将影响南水北调工程运行安全。

### 2.1 风险辨识

经安全风险辨识,本项目堤防加固项目施工时电力杆塔存在的主要风险为机械撞击和触电。

### 2.2 风险评价

依据《安全风险分级管控管理标准(试行)》(Q/NSBDZX409.28—2019)<sup>[1]</sup>,采取风险矩阵分析法(简称LS)计算风险值,确定风险等级。

$$R = L \times S$$

R为风险值,事故发生的可能性与严重性的结合,R值越大,说明该系统危险性大、风险大。

L为事故发生的可能性,防洪加固施工过程中现场电力杆塔没有保护措施,依据事故发生的可能性(L)判定准则,L=4;

S为事故后果严重性,电力杆塔受损影响双洎河中心

开关站供电范围非计划性停电，一旦线路搭在围网上可能造成人员触电伤亡，依据事故后果严重性（S）判定准则， $S=4$ 。

风险值 $R=16$ ，依据安全风险等级判定准则（R）及控制措施，确定风险等级为较大风险，应采取管控措施降低风险。

### 3 风险管控

#### 3.1 管理措施

##### 3.1.1 建立健全安全责任体系，加强安全技术交底

新《安全生产法》明确了全员安全生产责任制，防洪加固项目建管、监理、施工单位，各方建立健全安全生产体系，把安全责任层层传递，层层压实，把责任落实到位，工作部署到位，安全防护措施落实到位。现场建管机构与施工单位、施工单位与施工班组、施工班组与作业工人进行专项安全技术交底。

##### 3.1.2 严把机械设备入场关

防洪加固项目施工过程中，大型机械是威胁电力杆塔安全隐患的主要设备，挖掘机、装载机、振动碾、平地机、路拌机、土方运输车辆等大量大型机械需要进场作业<sup>[2]</sup>。机械设备进场作业前，要求施工单位对所有机械设备进场报验，确保手续齐全、机械设备状况完好，并对机械设备进行定期检查，及时发现消除安全隐患，做到早发现、早消除，避免因机械设备故障造成电力杆塔受损。

##### 3.1.3 配备专职指挥人员全程指挥

为避免机械设备在作业过程中因误操作或机械盲区等因素造成电力杆塔受到碰撞，在电力杆塔附近施工时，配备专职指挥人员进行现场指挥，操作人员和指挥人员配备对讲设备，指挥人员时刻关注机械设备的操作情况，避免因误操作造成杆塔受损。

##### 3.1.4 充分发挥安全监控中心的视频监控作用

施工单位按照要求准确报备作业面信息及机械设备投入情况，并由现场组成员对作业面信息进行检查复核，安全监控中心紧盯现场电力杆塔附近的施工作业，全方位复核和监管，一旦发现无指挥人员、设备违规倒车等行为，第一时间报现场作业负责人，并跟踪整改。

##### 3.1.5 严格管控35kV架空线路下方施工

施工设施(含脚手架)与架空线的最小安全操作距离不得小于8米,且上、下脚手架的斜道不应设置在临近架空线路一侧。施工现场机动车临时车道路面与架空线路最低点距离不得小于7米。起重机、高空作业车和铲车等施工机械操作正常范围及起重机臂架、吊具、辅具、钢丝绳及吊物与架空线路安全距离不得小于4米。在架空线路附

近开挖作业时，必须采取加固措施，防止架空线路杆塔倾斜、悬倒<sup>[3]</sup>。当以上条件无法实现时，必须采取停电、迁移架空线路或改变施工位置等措施，未采取上述措施严禁作业。

#### 3.2 工程技术措施

##### 3.2.1 施工期安全警示

在每基电力杆塔上安装“当心触电”、“严禁碰撞”安全警示标识，并在杆塔上缠绕黄黑相间安全警示带，在杆塔四周安装易拆卸、亮度高、防尘防雨、爆闪功能强的太阳能警示灯。

##### 3.2.2 土袋临时防护

在杆塔上下游各100cm，左右各30cm码放4-6层土袋形成环形安全防护挡墙，对机械刮蹭或撞击杆塔起到防撞隔离和缓冲作用，并在安全防护挡墙外侧设置“注意安全”隔离护栏。随着防护堤的层层回填加高，防护土袋应逐渐加高，确保对杆塔时刻进行有效防护。土袋用材可就地取材，填装、拆除方便，安全防护效果显著，如图1。



图1 土袋临时防护

##### 3.2.3 挡土墙防护

当电力杆塔在防护堤边坡上时，采用挡土墙永久防护，即墙体中间长度2m，两端按45度角度渐变与1:1.5坡脚齿墙顺接。挡墙距离杆台不小于0.4m。利用混凝土挡墙稳固杆塔周边土体，对35kV杆塔进行安全防护，如图2、图3所示。

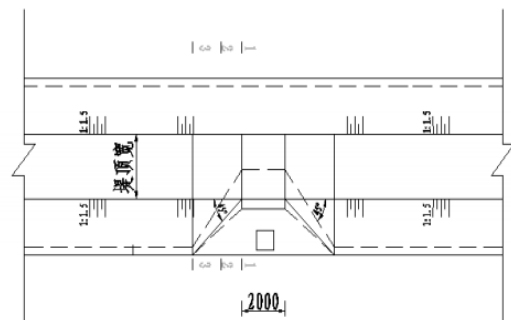


图2 混凝土挡土墙设计图

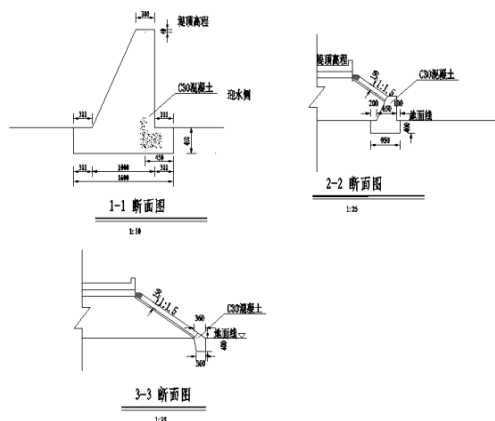


图3 混凝土挡土墙设计图

### 3.2.4 完工后安全警示

防护堤加固工程完工后，为防止应急期间机械车辆通行时撞击，在应急道路上的电力杆塔上喷涂黑黄相间警示漆，警示漆采用夜间反光材质，间隔颜色宽度为20cm，总高度不低于160cm，4黑4黄，最上面一层为黄色，机械车辆在行驶过程中驾驶员能够明显地注意到35kV杆塔的位置，起到安全警示和提示的作用<sup>[4]</sup>。

### 3.2.5 防撞隔离墩

防护堤加固完成后，为避免应急道路上杆塔被机械车辆撞击，有效防护杆塔安全，设置混凝土防撞隔离墩。混凝土防撞墩基础采用20cm厚10%水泥土基层，防撞墩内部杆塔接地措施引出地面后周边采用土方回填夯实，杆塔距防撞墩最小距离为20cm，底部设置四个直径为11cm排水孔防止雨天防撞墩内部积水，防撞墩高50cm，整体采用混凝土浇筑而成，混凝土强度为C30，防撞强度较高，具有永久性安全防护作用<sup>[5]</sup>。防撞墩外部露面喷涂黑黄相间安全色反光漆后颜色更加醒目，隔离警示效果明显，为杆塔提供有效的安全屏障，如图4所示。

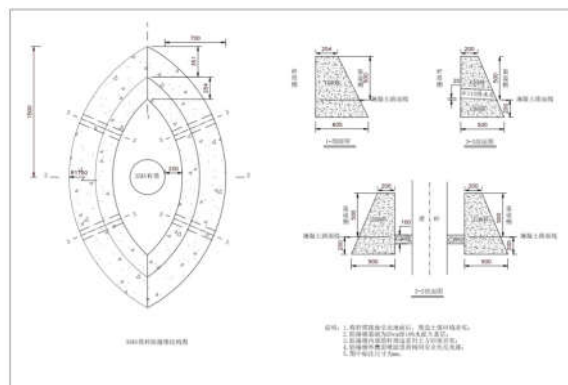


图4 防撞隔离墩设计图

## 4 结束语

综上所述，防洪加固施工项目的不同施工阶段和不同作业环境下，对堤防加固工程施工范围内的电力杆塔采取不同的防护措施，从管理层面解决人的不安全行为问题，从物理隔离防护方面解决物的不安全状态问题，从警示、灯光等方面解决环境的不安全因素问题，全方位消除隐患，保障电力杆塔安全，确保南水北调中线工程运行安全。

## 参考文献

- [1]《安全风险分级管控管理标准(试行)》(QNSBDZX 409.28—2019)
- [2]甘一泉.输电线路运行安全影响因素分析及防治措施[J].中外企业家.2016(24):10-15
- [3]吴晓杰,科学家.输电线路运行安全影响因素分析[J].2015(11):15-20
- [4]曾伟峰.输电线路运行安全管理[J].科技与企业.2014(07):8-12
- [5]马晓东,郝新新,朱少敏.架空线路电杆预制防撞墩[J].农村电气化.2014,(07):5-13.