

输电线路工程信息化管理方法研究

王志力

天津瑞鑫电力工程有限公司, 天津 300480

[摘要]通过分析输电线路工程的特点,将输电线路工程每个生命周期中的危险因素定位到“人、机、物、法、环”几个维度,形成一套可发展成流程化、大数据化、信息化方向的软件产品,指导衍变成输电线路工程安全危险管理的方法,希望以此全面、有效辨识安全危险因素、并对危险因素采取行之有效的风险分级管控措施,有效提升输电线路工程的安全性,减少安全生产建设事故发生的概率。

[关键词]输电线路;信息化;安全管理

DOI: 10.33142/ec.v5i12.7286

中图分类号: TM75

文献标识码: A

Research on Information Management Method of Transmission Line Project

WANG Zhili

Tianjin Ruixin Electric Power Engineering Co., Ltd., Tianjin, 300480, China

Abstract: By analyzing the characteristics of the transmission line project, the risk factors in each life cycle of the transmission line project are positioned to the dimensions of "human, machine, material, law, and environment", forming a set of software products that can be developed into a process, big data, and information oriented direction, guiding the evolution into a method of transmission line project safety risk management, hoping to comprehensively and effectively identify safety risk factors effective risk grading management and control measures shall be taken for the risk factors to effectively improve the safety of the transmission line project and reduce the probability of safety production and construction accidents.

Keywords: transmission line; promotion of information technology; security management

输电线路在整个供电系统中有着非常重要的作用,而且随着社会的不断发展对电力能源的需求也在不断提高,所以加强对输送电能的输电线路进行建设显得特别重要。但是在输电线路的建设过程中,由于受到各种因素的影响,各种问题和危险也在不断的发生,所以有必要加强对整个输电线路工程的安全危险辨识,并结合当前先进的数字化信息技术更好的掌握危险源并对其采取相关措施进行处理。

1 输电线路工程

据统计,2021年电力行业发生人身伤亡事故36起,死亡人数45人,比去年同期多增加1起,增幅比例约3%;死亡的人数增加了5人,增幅比例约13%。从工程建设和运行角度看,其中电力生产运行方面,发生23起人身伤亡事故,事故致死24人;电力工程建设方面,发生13起人身伤亡事故,致死21人,事故发生的起数同比增加7起,占事故总起数的36%;死亡人数同比增加13人,占死亡总人数的47%。[1]

2021年事故起数和死亡人数较2020年均有所增加,特别是电力建设事故起数和死亡人数同比增幅较大,暴露出部分电力企业只顾工期进度而忽视安全质量,对外包工程全过程的安全监督力度不够,对高风险作业管理存在真空,风险防控和隐患排查工作未能形成长效机制并有效落地,作业人员意识和能力不足导致现场“三违”现象屡禁不止。

在输电线路工程建设实际施工过程中,影响到输电线路安全施工的因素有很多,通过分析总结出输电线路的组成和工程特点如下。

1.1 输电线路工程的组成

输电线路工程涉及到工地运输,具体可分为土石方工程、基础工程、杆塔工程、架空线路工程、杆塔组立及杆上设备工程(含避雷器线、绝缘子、铁构件金具及接地装置等部件)^[2]。工地运输根据线路运输物料的种类有人力运输、拖拉机运输、汽车运输、船舶运输和索道运输等几种;土石方工程包括线路复测和分坑,电杆坑、塔坑和拉线坑人工挖方及回填,机械挖方及回填等;基础工程包括预制基础、钢筋加工及制作、现浇基础、岩石锚杆基础、灌注桩基础、预制桩基础、钢管桩基础、基础护壁及混凝土基础防护等;杆塔工程包括混凝土杆组立、机械钻孔立混凝土杆、撑杆制作及安装、钢管杆组立、铁塔组立、10KV以下横担安装、拉线制作及安装和杆塔刷漆等;架线工程含导线、避雷线一般架设、张力架设、跨越架设等;施工方式分为架空和埋地两种,埋地又会涉及到电缆线路工程、沟槽、管沟和拉管等几部分。

1.2 输电线路工程特点

输电线路工程属于线性工程的一种,其建设过程是一项高危险性工程,包含的点位多、线路长、涉及到的面广,而且各点工程规模较小,施工地点比较分散,使得施工过

程中不得不频繁的变换位置，流动性较大。

生命周期较长，从有建设意向到建成使用前，可分为规划可研、初设、施工图设计、招投标和施工等好几个阶段，直至验收通过后做完结算才算输电线路工程建设完工。输电线路工程地域跨度和规模整体一般都较大，很容易受到地质和气象等外界环境因素的影响，选址过程时还需要应对不同外界环境，比如高山、河流、高速公路、铁路等交叉跨越。输电线路工程涉及到的投资预算大、协作方多、工程周期一般比较长。

输电线路工程全寿命周期过程中每个阶段都有可能面临人员的变更和流动，每个周期关联性和牵制性比较强，受制于上一周期的影响，也有可能带来外业环境的变化，本该春季施工的变成汛期或冰冻时节施工。

输电线路工程的特点概括起来可描述成为工程复杂度高、人员和环境流动性大、线路工程总体路由地貌多变、工程与其他线性工程或构筑物交叉多、非标准化作业和未知因素引起的不确定性多，再加上安全观念淡薄，是一项高风险工程。^[3]

2 输电线路工程信息化管理结构

将安全危险因素按工程项目生命周期分类采集，集成到软件系统中，通过系统软件将采集到的危险因素进行进一步的触发分析，确定危险发生的可能性，并赋予专家打分分值，依然采用专家评分的方式对危险发生后的后果可承受程度进行打分，结合危险因素发生的可能性和危险发生的后果，确定工程项目的最终危险等级。最终通过软件管理的方式将输电线路工程建设过程辨识到的危险因素进行管控，从而达到降低项目总体危险发生的概率。

在全面有效的分析了输电线路工程建设过程中的所有风险因素之后，进行有效的风险评估，不失为安全风险因素管理方法中一套行之有效的解决方案。风险评估可按如下流程进行：

- (1) 确定评价对象；
- (2) 辨识风险因素；
- (3) 数据收集；
- (4) 风险可能性分析；
- (5) 风险后果分析；
- (6) 风险等级确定；
- (7) 提出风险消减措施建议。

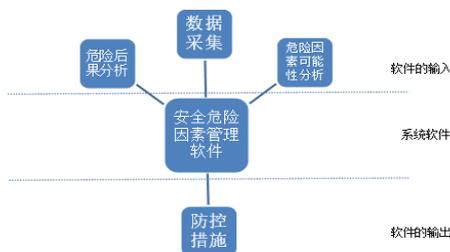


图1 安全危险因素管理软件框架

2.1 数据采集

软件的数据采集模块，按照工程项目的全寿命周期模式，分为规划可研阶段的数据采集、设计阶段的数据采集、招投标阶段的数据采集和施工阶段的数据采集。每一阶段的数据采集，按照各个阶段的安全危险因素分类，模块可提供采集数据的通用模板的下载功能，数据模板可以生成类似工单样式，根据具体项目的不同特点，可对数据模板进行增加或删除功能项的编辑，确定之后再回传到数据采集模块。

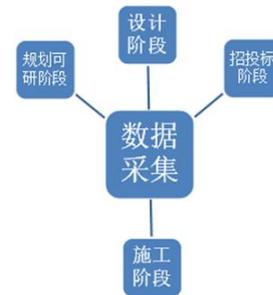


图2 数据采集模块架构

2.2 危险因素可能性分析

根据工程项目全寿命周期的特点，危险因素可能性分析可从规划科研阶段、设计阶段、招投标阶段和施工阶段4个方面进行评判，每个阶段将风险因素识别范围定位人、机、物、法、环五类。

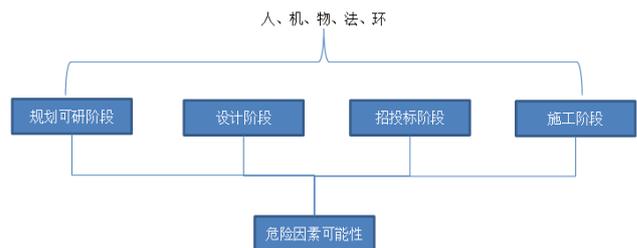


图3 危险因素可能性分析组织框架

采用通用模板对输电线路工程项目进行危险因素可能性评分，通用模板中包括影响工程项目危险可能性的所有因素，将这些因素组织为层状结构，并且提供各因素的缺省权重。通用模板包括规划科研阶段的危险、设计阶段的危险、招投标阶段的危险和施工阶段的危险四个部分。每个部分包括若干评分项，按照上述评分原则得到规划可研阶段危险评分项的得分 S1、设计阶段的危险评分项的得分 S2、招投标阶段危险评分项的得分 S3、施工阶段的危险评分项的得分 S4，并按式(1)计算危险因素可能性得分 S：

$$S=100-(0.25S31+0.25S32+0.25S33+0.25S34)^{[4]} \quad (1)$$

式中：S31——规划可研阶段危险评分项的得分；

S32——设计阶段的危险评分项的得分；

S33——招投标阶段危险评分项的得分；

S34——施工阶段的危险评分项的得分。

2.3 危险后果分析

根据输电线路工程的特点,输电线路工程危险因素导致的危险后果从人的伤亡角度、财产损失的角度、环境影响的角度和社会影响的角度几个方面考虑。每个方面赋予一定的缺省权重分值,几个部分的累加权重作为危险后果的得分。

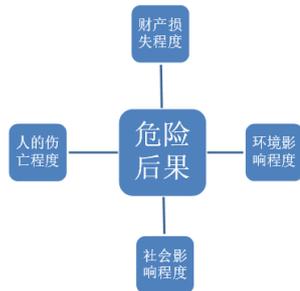


图4 危险后果模块组织框架

2.4 危险等级及防控措施

若危险因素的等级可分为低、中等、较高和高四个等级的话,假定风险值=危险因素可能性得分*危险后果得分,可以考虑将低、中等、较高和高四个风险等级分布到一定的风险值范围中。具体风险值边界是多少,由于本文研究的时间有限,暂时不能提供具体数值,有待进一步研究。

通过软件将输电线路全寿命周期中的危险因素进行分类和管理,可以得出到底是全寿命周期过程中的哪一个阶段在人、机、物、法和环的哪个环节出现了较高的危险,从而可以进一步的有的放矢的指定防控措施。体系文件层次性、逻辑性一般比较强,其内容范围可以涉及到工程建设方方面面。主要风险概括起来可以说是写的不是正在做的,正在做的不能写到体系里面去。

软件通过设计模块与模块之间的逻辑关系,将工程建设中的体系制度转变成软件的逻辑管理条件,让体系文件在软件中以流的形式无形的存在。

3 输电线路工程信息化管理应用

3.1 对人员的管理应用

在输电线路工程项目的施工过程中,采取以人员+机械的方式进行。主要以机械化为主,但施工安全管理的主观因素在于施工人员,因此,主抓施工作业人员的安全意识和施工现场的安全情况,在输电线路工程建设过程中加强监督,针对已辨识的风险因素及时做好管控措施,做好排查工作。

施工作业人员必须提高自身的安全意识,安全管理人员定期通过安全监察督促作业人员提高安全意识。对于安全管理和安全制度,要及时检查和落实。在实际作业中,作业人员必须遵守相关规定,不违章、不违法。监理人员及时发现工作中的不安全因素,及时纠正,完善安全管理。人员方面的风险可能性发生的比较大,后果常常也比较严

重,但通过有效的风险防范,可以很大程度上的避免。

安全危险因素软件中在数据采集模块中,专门设置对人这一重大风险因素的属性和危险行为进行采集和分类管理。

3.2 对机械的管理应用

输电线路工程建设涉及到运输、挖掘、吊装等工序,常常用到大中型机械设备,安全风险管控中,要严格落实大中型施工机械进场报审制度,对大中型机械的年检和作业人员的资质施行审查。机械方面的风险发生的可能性也比较大,后果常常也比较严重,但通过有效的风险防范,可以很大程度上的避免。

软件对机械的建模存档,主要考虑机械的基本属性和主要风险描述。

3.3 对物料的管理应用

输电线路工程中涉及到的物,主要为施工材料。施工材料中又可分为主材和辅材,主材一般为建设单位作为甲供材提供,建设单位对于甲供材的供货单位有严格的审查和准入制度,质量上一般较为可靠;辅材一般为施工单位提供,为了节约成本,控制造价,常常出现以次充好的现象。在对物的管理过程中,一是要严格落实材料进场报审制度,二是要严格审查物供应单位的资质和物的质量认证上。物方面风险发生的可能性也比较大,后果常常也比较严重,但通过有效的风险防范,可以很大程度上的避免。

软件中对物建立逻辑元数据表,能追溯物的特点、属性及来源和去向。

3.4 对方法的管理应用

为了有效减少安全风险因素带来的影响,方法上需要人、机、物、法、环等方面制定一套完整的体系文件。从输电线路工程建设全寿命周期中涉及到的人的行为、作业流程、再到设备安全检查、环境管理等每一项工作、每个环节都做出细致、明确的规定,从而达到安全教育、检查等目标。并对体系进行宣贯,组织全体人员学习体系文件内容,并定期进行内审和外审,对体系进行改进。体系文件层次性、逻辑性一般比较强,其内容范围可以涉及到工程建设方方面面。主要风险概括起来可以说是写的不是正在做的,正在做的不能写到体系里面去。

软件通过设计模块与模块之间的逻辑关系,将工程建设中的体系制度转变成软件的逻辑管理条件,让体系文件在软件中以流的形式无形的存在。

3.5 对环境的管理应用

输电线路工程规划在户外,不乏荒郊野岭或泥潭高陡险峻等地形地貌方面的风险,不时还要遭受蚊虫或毒物的伤害,再有就是如雷雨风险、冰冻风险等多变的气象条件,线路长不可避免的会遇到与铁路、公路和其他线路的交叉跨越,地下未知的隐蔽工程更是随时有可能在施工的过程中引发爆雷,因此输电线路工程户外作业所处的环境成为

了影响施工人员生命安全的因素之一。

为了有效的规避未知和多变的环境带来的风险因素,工程项目部门应当在开展施工作业之前对施工环境进行充分了解,深入调研或地探,并制定相应的安全技术措施。例如部分输电线路工程必须穿越大山、大河、冻土等险峻的地理环境,在进行此类工程施工之前,对于架设电网等基础设施采取相应的安全技术措施。若输电线路工程施工现场处于山脊间,需要凿岩、爆破,需提前做好防护处理,在特殊时节与特定区域,还需落实防台风、防地震、防滑坡等防范措施。多从规划部门了解已批复工程的路由规划和实际竣工路由的情况,有效规避未知的隐蔽工程带来的潜在风险。环境方面的风险因素未知性大、即使充分的采取了措施,仍有可能突发风险,风险因素被触发后,后果一般也比较严重。

软件中设计水、土、大气等环境资源的元数据表。将输电线路工程途径的环境信息用软件模拟出来。

4 结束语

综上所述,输电线路工程是一个复杂且时刻可能会出现生命安全风险的工程。风险因素存在于施工前、施工中等多个生命周期内。输电线路的安全风险危险辨识是一项艰巨而复杂的任务,要注意结合输电线路工程全生命周期的特点,从人、机、物、法、环等多维度去进行辨别。在实际工作中,全面准确的辨识出每一个风险因素,才有可能为后续的管理工作提供可靠的指导。

在输电线路工程中,管理可以渗透到工程建设的每个环节。从工程项目有意向建设开始,管理工作即已经开始。贯彻落实危险分级管控,隐患排查治理的“双重预防机制”,管理方法应结合输电线路工程安全危险辨识的结果,通过全面的体系建设,含括工程建设全生命周期的每个阶段,

对人的行为、物的状态和环境的不稳定性进行预见和约束。管理方法还应结合落实、监督执行。监督执行是必不可少的手段。在输电线路项目的施工建设中,应该建立专门的体系文件执行情况检查部门,参与到项目的建设重点建设环节,开展重点监督检查。通过进行全过程的监督管理,及时纠正和预防安全风险,从而降低安全风险的发生概率,保证输电线路工程建设的整体工作质量。确保工程建设所有参与方将相关建设标准落到了实处。管理方法做到行事有依据、执行有监督、功过有奖惩,形成一套良性的、可持续的方法,管理方法朝着流程化,信息化、软件化发展。

【参考文献】

- [1]曹凯,汪洵.风险分级管控和隐患排查的双重预防机制分析[J].电力安全技术,2021,23(6):7-9.
 - [2]李家伦.输电线路工程安全危险辨识与管理方法研究[J].大科技,2019,12(35):73-74.
 - [3]张明.电力工程输电线路施工内容[J].大众用电,2021,36(8):36-37.
 - [4]保绍昆.输电线路工程安全危险辨识与管理[J].科技创新导报,2021,23(6):7-9.
 - [5]于艳强,李明,李阳,等.城市轨道交通可研现状分析和编制趋势[J].都市轨道交通,2015,28(6):112.
 - [6]彭晓殷.工程项目设计阶段的风险研究[J].魅力中国,2021,23(6):7-9.
 - [7]郭飞.安全生产管理与事故致因理论[J].建筑工人,2018,39(12):30-33.
- 作者简介:王志力(1984-),男,天津滨海新区人,汉族,大学本科学历,助理工程师,研究方向为输配电线路新建改造运维管理工作。