

## 浅谈采空区架空送电线路岩土工程勘测

裴辉明

新疆电力设计院 (乌鲁木齐 830002)

**【摘要】** 在电力工程建设当中,经常会遇到泥石流、冲沟、滑坡、采空区等不良地质作用所造成的不良影响,电力线路在通过煤矿地带就会遇到采空区的问题。本文就对采空区的初步了解和如何在采空区进行线路岩土工程勘测谈点认识。

**【关键词】** 采空区;架空送电线路;岩土工程勘测

新疆煤炭资源丰富,随着经济建设的需求,南北疆电网建设的不断发展,越来越多的输电线路途径煤矿开采区。近年来,全国各地采空区塌陷引发的地质灾害不断,特别是在煤矿开采区,由于煤炭资源的大量超开采,造成采

空区范围不断扩大,在采空区因地面坍塌、裂缝或变形等因素,造成部分送电线路杆塔基础不同程度破坏,严重威胁着线路的安全和运行。为确保电力线路的安全运行,设计合理、降低工程造价,做好采空区架空送电线路岩土工程勘测工作显得极其重要。下面将从采空区的分类、破坏形式、采空区建筑场地的划分和采空区架空线路岩土工程勘测几个方面谈起。

### 1 采空区的分类

从煤炭开采程度及其对地表变形的影响程度来看,一般将其分为老采空区、现采空区和未来采空区三种类型。

老采空区:就是指已停止开采的采空区,或者是开采

失,如手机信号干扰等,数据传送最低标准为每传送 500 个数据包丢失一个。

3.2.4 数据安全性—VPN 专网能够保证数据在通信网络中传输的安全性,不会受到恶意攻击而产生丢包现象,或者数据被恶意篡改,从而导致数据传输不能顺利进行。

3.2.5 网络资源冗余性—通信网络必须保证能够满足向电力公司各监控点提供足够的带宽进行数据传送,避免因为各种意外情况而使业务数据无法正常传输,如节假日用户数量增多,上网用户增多等。

3.2.6 网络可扩展性—由于电力公司业务的不增长,监控点数目的不断增多,通信系统需能够适应这些业务方面的不断扩展。

### 3.3 系统功能

#### 3.3.1 出现异常用电情况主动上报

采用具有实时在线通信特性的 GPRS 作为通信网的电力负荷管理系统。故障信息能够实时主动上报,主动上报的信息包括:电流回路一次侧和二次侧电流超差、表计失压、失流、接线错误、参数被非法修改。从而及时发现用户的异常用电行为。为电力部门及时处理异常用电行为提供技术手段,最大限度的减少线路上由于窃电带来的损失。

#### 3.3.2 负荷控制及错峰用电功能

系统可下发控制参数及用电计划,达到负荷控制及错峰用电之功能。

#### 3.3.3 线损分析

基于完整、准确的基础数据,进行线损计算,为决策、分析提供依据。用于线损计算的数据,主要是冻结电量。目

前可以计算线路及台区线损。

#### 3.3.4 负荷曲线

默认情况下,终端按每小时一点保存并自动上送客户的有功功率、无功功率、电压、电流、正向有功总电量、反向有功总电量、1-4 象无功总电量等 7 类数据。取样时间间隔可以设定,可选值:5 分钟、15 分钟、30 分钟、1 小时、1 天。按每小时 1 个数据点计算,终端可保存 36 天的负荷曲线。

除自动上送外,也可以对保存在终端中的数据进行自动/手动补召。手式召测指定的数据后,可根据需要存盘。

主站能将接收的数据以表格和图形方式进行显示。并能按日、月、年进行汇总。下面三条曲线,分别是日示度曲线,日电流曲线,日功率曲线。

#### 3.3.5 电压合格率统计

(1) 终端实时召测电压值,对当前的电压合格率进行实时计算。

(2) 在用户指定时间内进行数据转存,并对电压合格率重新计算。

(3) 统计数据保留 12 个月。

#### 3.3.6 远程抄表

能抄收表计提供的各项示度数据,包括正向有功、正向无功、反向有功、反向无功、瞬时电压、瞬时电流等。

支持自动定时抄表和手动即时抄表两种方式。定时抄表的时间由用户设定。用户也可在任何时间从主站手动启动即时抄表。

当自动定时抄表失败时,系统能够按用户设定的策略自动补抄,如补失败则提供失败名单。

已达到充分采动(充分采动:即地表移动盆地已形成平底),盆地内的各种变形已经稳定的采空区;

现采空区:是指目前正在开采的采空区;

未来采空区:是指计划、规划开采而目前还未进行开采的采空区。

## 2 采空区地表破坏形式及其对线路的影响

采空区的地表破坏形式,实际上是按照它的变形程度来划分的,一般主要有塌陷、裂缝和连续变形三种主要形式。

影响地表变形的因素很多,而每个煤矿的地表破坏形式是由其开采方法、回采率、煤层厚度、埋深、岩层性质、地质构造、地下水等因素综合影响的结果,但开采方法是主要影响因素。如果开采区的采深与采厚的比值小于30或者该区域分布有较大的断裂构造时,地表的移动和变形没有规律性,地面会出现较大的裂缝或塌陷坑,开采区本身的稳定性差,同时对线路的塔基稳定性影响也就最大。

当采取浅部开采方式,垮落带或破裂带可直通地表时,会使地表产生塌陷,地表多表现为塌陷坑,岩土层垂直、水平错距较大,容易使杆塔产生不均匀沉降甚至倾倒。地表裂缝(除浅部开采外)一般不直接通采区,其规模不大,是地表岩土层拉伸变形超限的结果,一般它对线路杆塔稳定性影响不大。

地表连续变形一般不易被人们感官所察觉,对线路杆塔稳定性基本无影响。

## 3 采空区建筑场地的划分

采空区场地建筑适宜性评价主要是根据其开采状况、地表移动盆地特征和变形的大小,以及人们对采空塌陷规律的认识,将其划分出不宜建筑的场地、相对稳定场地和可以建筑的场地。

### 3.1 下列地段不宜作为建筑场地:

- (1) 在开采过程中可能出现非连续变形的地段;
- (2) 处于地表移动活跃阶段的地段;
- (3) 特厚矿层和倾角大于55度的厚矿层露头地段;
- (4) 由于地表移动和变形引起边坡失稳和山崖崩塌的地段;

- (5) 地表倾斜大于10mm/m,地表曲率大于0.6mm/m<sup>2</sup>或地表水平变形大于6mm/m的地段;

### 3.2 如下列地段作为建筑场地时,应评价其适宜性

- (1) 采空区采深采厚比小于30的地段;
- (2) 采深小,上覆岩层极坚硬,并采用非正规开采方法的地段;
- (3) 地表倾斜为3~10mm/m,地表曲率为0.2~0.6mm/m<sup>2</sup>或地表水平变形为2~6mm/m的地段;

### 3.3 下列地段为相对稳定区,可以作为建筑场地

- (1) 已充分开采的老采空区,无重复开采可能的地表移动盆地的中间区;

- (2) 预计的地表变形值小于下列数值的地段:地表倾斜为3mm/m,地表曲率为0.2mm/m<sup>2</sup>,地表水平变形为2~6mm/m。

## 4 采空区架空线路岩土工程勘测

架空送电线路勘测阶段划分,与设计阶段相适应,一般分为初步设计勘测和施工图设计勘测两个阶段。近几年,许多重点建设项目或应业主要求的工程,增加了可研阶段(或选线阶段)。由于不同勘测阶段的勘测任务、目的不同,因此各勘测阶段研究的深度内容也不相同。采空区线路的勘察主要以搜集资料、调查访问为主,其目的主要是通过勘测查明沿线采空区的分布范围,上覆岩层的稳定性,对线路的影响,评价采空区设立杆塔位的适宜性。

### 4.1 采空区应重点查明的内容

上面我们对采空区的分类、地表破坏形式、建筑场地的划分有了一定认识,所以在进行采空区线路的勘察时,应重点查明以下内容:

- (1) 矿层的分布、层数、厚度、埋深特征和上覆岩层的岩性、构造等;
- (2) 矿层开采的范围、深度、厚度、时间、方法和顶板管理,采空区的塌落、密实程度、空隙和积水等;
- (3) 地表变形特征和分布,包括地表陷坑、台阶、裂缝的位置、形状、大小、深度、延伸方向及其与地质构造、开采边界、工作面推进方向等的关系;
- (4) 地表移动盆地的特征、划分中间区、内边缘区和外边缘区,确定地表移动和变形的特征值;
- (5) 采空区附近的抽水和排水情况及其对采空区稳定的影响;

- (6) 搜集建筑物变形和防治措施的经验。

### 4.2 可研、初设阶段采空区架空线路岩土工程勘测

可研、初步设计阶段的勘测任务,应着重了解采空区地表塌陷、裂缝等变形情况,调查采空区的分布范围,建议和推荐该段线路路径通行方案。

勘测任务书下达后,地质人员在室内选线时应与线路结构、电器专业人员积极配合,以“线中有位,以位定线”为原则,首先避开采空区(包括未来采空区)方案,避开可能塌陷或滑坡等不宜建筑场地。当线路无法避开或虽能避开却会造成工程造价大幅上升,必须经过采空区时,应根据线路规划路径图,搜集研究该采空区的资料,尽量选择通过采空区距离最短或煤矿分布稀疏地段通过。

采空区收资主要是收集现状井田、煤矿分布图,煤层埋深和厚度、产状,各煤矿的开采方法以及开采远景规划等;着重了解老采空区分布范围、埋深、充填和密实情况,调查了解地表变形情况和上覆岩层的稳定性。对于现采空区和未来采空区,在研究老采空区地表变形规律的基础上,通过计算,预测地表移动和变形的特征值,最后依照《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)有关规定,初步划分线路杆塔不宜建筑场地,相对稳定场地和可以建筑场地。在野外踏勘定线时,应对收集到的煤矿采空区资料与实地现状情况作进一步调查核实,对方案进行优选,确保把线路杆塔位放在稳定地段,提出本阶段的结论建议。对确须通过稳定性差或未完全稳定采空区的杆塔,应提出地基基础处理意见,和下阶段勘测重点及注意事项。对老采空区、现采空区及小窑采空区,当工程地质调查不能查明采空区的特征时,应进行适量的物探和钻探工作。

# 克-庙 110kV 线路岩石锚杆基础的原体试验及应用

乔 铭

栾凯旋 齐军 滕世勇

新疆电力设计院(乌鲁木齐 830001)

新疆塔城电力有限责任公司(塔城 834300)

【摘 要】介绍了山区架设高压输电线路施工中,杆塔拉线基础和杆塔基础应用岩石锚杆施工工艺,充分发挥了原

状岩体的力学性能,具有较好的抗拔力,可大大降低基础材料和施工费用的消耗,明显缩短施工工期,是值得推广

## 4.3 施設阶段采空区架空线路岩土工程勘测

施設阶段采空区岩土工程勘测任务,主要是根据初设审批后确定的路径方案在现场的具体落实,为杆塔基础设计与地基处理提供详细的工程地质资料。

在现场勘测时,应逐基对杆塔位进行地质鉴定,分析研究其稳定性,进行逐基定位,做到逐基塔位心中有数。在线路路径、杆塔位的选择及其适宜性的确定上,勘测人员应注意以下几点:

一是要注意上下相结合。

在野外定位时,要把线路沿线工程地质条件与地下采空引起的稳定性结合起来。在采空区立杆塔位时,杆塔位应选在:①地形地势开阔平坦地段;②地质构造简单,采空区顶板岩体厚度大,坚硬完整,地表无变形地段;③矿层薄,采空厚度小,矿层埋深较深的地段;④矿区的无矿带和有矿按规定预留带以及判定为安全地段的“安全岛”等,如主副巷道、通风井等处。这些地段一般地表变形小,可以为上部杆塔提供良好的支撑,是立塔的良好区段。不宜选择在采空后可能发生山体滑移、滑坡处或易产生其他地质灾害处,把杆塔确实定在时间和空间上都相对稳定的地段。

当缺乏判定经验时,也可参照矿层深厚比(埋深与矿层厚度之比)来确定。依据现有工程建设经验,当采深采厚比大于某一数值时,地表实际变形量很小,可以进行建设,尤其是架空输电线路塔基,对变形要求不是很严格,可以进行架空输电线路的建设。依据电力工程勘测守则:

当深厚比小于 40 时,不宜通过任何电压等级的线路,应评价其适宜性;

当深厚比为 40~100 时,可通过 35KV 以下的送电线路;

当深厚比为 100~200 时,可通过 110KV 及 220KV 的送电线路;

当深厚比大于 200 时,可通过各类电压等级的送电线路;

二是要岩土工程勘测与杆塔结构设计相结合

在定位阶段,当地面杆塔岩土工程稳定性与地下采空稳定性不能同时满足时,为了保证塔基的稳定,防止地表和建筑物变形,应会同结构专业,采取一定的措施和处理方法,一般有以下几种。

①为了避免临空面的出现,减少开方量,建议采用高低腿基础形式,基础应该尽量浅埋;

②对于已查明和判断其塌陷基本稳定的小型裂缝、塌陷,可采取回填或压力灌浆法,进行浅层地基加固处理;

③对于塔基下部正在开采的预计对塔基稳定有影响的矿洞、巷道可进行锚喷、顶板支护等;

④对预测可能产生严重差异沉降的塔位,在四个塔腿基础下设置一块整体混凝土筏基(大板式基础),也可采用桩基础等深基础形式,以弥补以上方法不足之处。

⑤加强基础刚度和上部结构强度,在结构薄弱处更应加强。

三是勘测设计、施工、监理及运行检测相结合

工程质量的好坏,跟参与工程的各个部门、人员息息相关,哪个环节出现问题都会直接影响工程质量和整体造价。因此,采空区地段架空送电线路的勘测设计、施工、监理及运行检测单位应有机结合,勘测设计要做到精心设计,施工单位要做到优质施工,监理应认真到位,只有这样才能保证工程能够保质保量安全投运。

采空区尤其是现采空区、未来采空区及小窑采空区,由于开采的无序性和无法监测性,超界、超挖等造成的地表延伸破坏,都会影响杆塔的稳定。建议运行管理单位,应主动与煤矿部门联系,及时了解开采情况;同时应加强对采空区地段的日常巡查和监测,及时维修因地面变形而毁坏的护坡、塔基土、挡排水沟等,防止因此形成更大的隐患和破坏。对于出现和发现危害塔基础稳定的问题,应及时反馈到勘测设计单位进行处理。

## 5 结束语

采空区架空线路岩土工程勘测是个非常重要和复杂的过程,地质人员不仅要有一定的专业能力,还要有极高的责任心,为设计方案的优化确定、线路工程的安全运行,为业主降低工程费用,应做到客观真实,质量为本。

## 参考资料

- 1 岩土工程勘察规范. GB 50021—2001
- 2 电力工程高压送电线路设计手册,第二版. 2002 年
- 3 电力工程勘测守则-地质篇. 山西高校联合出版社. 1994 年
- 4 林宗元. 简明岩土工程勘察设计手册. 中国建筑工业出版社. 2003