

文章编号: 1007-2993(2022)06-0465-04

# 《工程勘察通用规范》实施后的架空线路勘察

郝 兵 李从昀 刘世岩 刘莹光

(北京电力经济技术研究院有限公司, 北京 100055)

**【摘要】**《工程勘察通用规范》是全文强制性工程建设国家标准。该规范对钻孔数量、钻孔深度以及取样、测试及室内试验都提出了要求。由于行业和历史原因, 电力工程勘察具有鲜明的行业特点。通过条文对比分析, 电力架空线路工程在勘察方法、钻孔布置、取样、测试、室内试验和成果内容方面与《工程勘察通用规范》的规定有一定差别。未来岩土工程勘察工作实施过程中需要作出一些适当的调整以满足《工程勘察通用规范》的要求, 行业标准和团体标准的修编也应提出更明确的要求。

**【关键词】** 架空线路; 工程勘察; 通用规范; 勘探孔; 室内试验

**【中图分类号】** TM 757.1; P 642

**【文献标识码】** A

doi: 10.3969/j.issn.1007-2993.2022.06.008

## Investigation of Overhead Transmission Lines after the Implementation of "General Code for Engineering Investigation"

Hao Bing Li Congyun Liu Shiyan Liu Yingguang

(Beijing Electric Power Economic Research Institute Co., Ltd., Beijing 100055, China)

**【Abstract】** General Code for Engineering Investigation is the basic code for engineering construction and the mandatory provisions of the full text. The number and depth of exploratory hole, as well as the requirements for sampling, testing and laboratory testing are specified. Due to industry and historical reasons, electric power engineering investigation has distinct industry characteristics. Through comparative analysis, there are certain differences between the overhead transmission line and the provisions of the general code in investigation method, holes layout, sampling, testing, laboratory test and the content of results. The implementation of geotechnical engineering investigation need to make some appropriate adjustments to meet the requirements of General Code for Engineering Investigation. The revision of industry and group codes should also provide clearer requirements accordingly.

**【Key words】** overhead transmission line; investigation; general code; exploratory hole; laboratory test

### 0 引言

为解决我国工程规范体系不够合理、标准化协调推进机制不完善等问题, 国务院于 2015 年 3 月下发《深化标准化工作改革方案的通知》<sup>[1]</sup>, 住房和城乡建设部于 2016 年印发《关于深化工程建设标准化工作改革的意见》(建标 [2016]166 号)<sup>[2]</sup>, 开启了工程建设标准化改革的序幕。

架空输电线路岩土工程勘察具有鲜明的区域性和行业特征。我国电力行业勘察规范是工程建设标准体系的重要组成部分, 但又独具特点。由于历史和行业原因, 我国电力勘察规范尚有一些规定与国家标准不相协调。住建部于 2021 年 10 月 13 日颁布《工程勘察通用规范》<sup>[3]</sup>(简称“《通用规范》”), 2022 年 4 月 1 日生效。该规范为全文强制性工程建设规范,

作为基本规范, 效力上相当于技术法规, 建设工程勘察必须遵守该规范。

架空线路工程勘察的主要特点包括: (1) 线路长度大, 通常为数公里到数十公里, 我国已经建成的几条特高压输电线路长达上千公里; (2) 塔位呈点状分布, 作为受力结构的铁塔每隔 200 ~ 300 m 设置, 有些塔的跨度更大, 因此勘察工作重点关注塔位处的岩土工程问题, 塔与塔之间的岩土工程问题对线路工程建设和运营安全几乎没有影响(大型地质灾害除外); (3) 高压塔基础的下压承载力往往不是主控因素, 而是上拔荷载较大, 基于以上受力特点, 架空线路工程勘察与普通建筑物勘察重点不同; (4) 线路穿越的地貌单元多, 常常包括山地丘陵、平原河谷、戈壁沙漠等, 由于环境条件复杂, 山区工程占架空线路长度的

**作者简介:** 郝 兵, 男, 1980 年生, 汉族, 吉林梅河口人, 硕士, 正高级工程师, 注册土木工程师(岩土), 从事工程勘察设计工作。E-mail: 81132636@qq.com

比例很大,从工程的投入产出比考虑,山区架空线路勘察一般采用工程地质调查与测绘,钻探、物探及取样工作较少采用。

国内现行的架空输电线路勘察规范<sup>[4-6]</sup>对于可行性研究和初步设计阶段一般无勘探点及取样要求,在施工图阶段仅对平原河谷区及戈壁沙漠段的塔位提出了相对具体但比较宽泛的要求,对于其他地貌单元段未作明确规定,并且主要采用工程地质调查和测绘的手段进行。近年来国内特高压工程对岩土工程勘察工作要求较高,将钻探工作列为勘察必须的手段,谭光杰<sup>[7]</sup>分析了特高压工程岩土工程勘察的具体要求和现实困难并提出了解决思路。付江缺等<sup>[8]</sup>总结了海外架空线路勘测工作的作业模式和特点。欧盟、英国、美国及国际电工协会的勘察标准<sup>[9-13]</sup>对各类工程勘察也只做了原则性的规定,并未对实物工作量做具体要求。McAllister 和 Kwiatkowski<sup>[14]</sup>介绍了英格兰地区架空线路的勘察方法,针对第四系土层和基岩,采用钻孔、原位测试和室内试验的方法完成了勘察。Johnson<sup>[15]</sup>介绍了架空线路勘察的要求一般是由电力公司、管理部门和设计单位共同制定的,这些要求往往差异较大。Heim 等<sup>[16]</sup>介绍了架空线路勘察采用的工程地质钻探、原位测试和室内试验数据的分析统计方法和可靠性分析。

由于变电站及城市电缆工程在我国许多地方已经纳入建设工程的管理范围,一般需要同时符合建设行业的各类标准。而架空线路工程由于其行业和施工特点,多数地区尚未纳入建设工程管理范围,主要执行电力行业的相关规范,一些规定与《通用规范》有一定差异,本文从勘察单位执行《通用规范》的视角,梳理和分析执行过程中应注意的工程勘察钻孔布设及深度、取样测试、室内试验等方面的内容深度变化情况,以期为架空线路工程勘察高质量发展提供解决思路。

## 1 钻孔布设及深度

《通用规范》3.2.2 条规定,详勘阶段勘探点布置应符合表 1 的规定。

对于平原河谷段的架空线路工程,目前规范规定根据场地复杂程度,一般间隔 1~3 座基塔布一个勘探孔,并不是每基塔都进行钻探,这本身是否符合通用规范尚需讨论。间隔钻探意味着每公里可能只有一个钻孔,这对于河流相地层来说可能会有较大变化,有时地貌单元上已经发生了变化,这种控制精度很难把整条线路的场地进行准确的地貌单元划分。即使花了大量的精力进行地质调查后,进行了详细划

分,每个地貌单元的绝对钻孔数量也并不多,很难满足数据统计的需求。

表 1 《通用规范》勘探孔深度要求<sup>[9]</sup>

要求内容	目前是否满足规范要求		
	山区丘陵	平原河谷	戈壁沙漠
1. 勘探点在平面上应能控制建(构)筑物的地基范围	是	是	是
2. 重大设备基础应布置勘探点	不适用	不适用	不适用
3. 堤坝工程坝肩部分应布置勘探点	不适用	不适用	不适用
4. 控制性勘探孔不应少于勘探孔总数的1/3	否	是	否
5. 独栋高层建筑勘探孔不应少于4个,控制性勘探孔不应少于2个;对高层建筑群每栋建筑物至少应有1个控制性勘探点	不适用	不适用	不适用

《通用规范》3.2.3 条规定,控制性勘探孔深度应满足场地和地基稳定性分析、变形计算的要求;一般性勘探孔深度应满足承载力评价的要求。

《通用规范》3.2.5 规定,桩基础的勘探孔深度应符合表 2 的规定。

表 2 《通用规范》桩基础勘探孔深度要求<sup>[9]</sup>

要求内容	目前是否满足规范要求		
	山区丘陵	平原河谷	戈壁沙漠
1. 一般性勘探孔深度应进入预计桩端平面以下岩土层不小于 $3d$ ( $d$ 为桩身设计桩径),且不应小于3 m;对桩身直径大于或等于800 mm的桩,不应小于5 m	否	是	否
2. 控制性勘探孔深度应满足下卧层验算要求;对需验算沉降的桩基,应满足地基变形计算深度要求	否	是	否
3. 对嵌岩桩,控制性勘探孔深度应进入预计桩端平面以下岩土层不小于 $3d$ ,一般性勘探孔深度应进入预计桩端平面以下岩土层不小于 $1d$ ,且应穿过溶洞、破碎带到达稳定岩层	否	是	否

上述条款关于勘探的规定,虽然未直接明确所有架空线路塔位必须进行钻探,但从规定的钻孔布置以及深度规定上来看,钻探工作是必要的,《通用规范》也尚未区分山区丘陵和平原河谷不同地貌单元的具体要求,这极容易在以后的规范执行中产生分歧。目前山区丘陵段的架空线路以工程地质调查和测绘为主要勘察手段,极少进行工程地质钻探,如果按照均需要进行钻探工作考虑,达到上述勘察要求的难度

比较大。

## 2 取样测试

《通用规范》3.2.8条规定,采取岩土试样和原位测试应满足分析评价要求,并应符合表3的规定。

表3 《通用规范》取样测试要求<sup>[1]</sup>

要求内容	目前是否满足规范要求		
	山区丘陵	平原河谷	戈壁沙漠
1. 采取土试样和原位测试的勘探孔数量,应根据地层结构、地基土的均匀性和工程特点确定,且不应少于勘探孔总数的1/2	否	是	否
2. 每个场地每一主要土层的不扰动试样或原位测试数据不应少于6件(组),当采用连续记录的静力触探或动力触探时,每个场地不应少于3个勘探孔	否	否	否
3. 湿陷性黄土场地应布置探井采取不扰动土试样	否	否	否
4. 评价场地类别的剪切波速孔测试深度不应小于20 m或覆盖层深度	否	否	否
5. 采用标准贯入试验锤击数进行液化判别时,每个场地标贯试验勘探孔数量不应少于3个	否	否	否

目前位于山区丘陵的电力架空线路的勘察方法,除了近年来岩石锚杆基础需要进行地质钻探外,其余一般线路主要仍以工程地质调查和测绘为主,极少进行地质钻探,因此无法进行原位测试和取样,显然不能满足《通用规范》的一般要求。平原河谷区工程一般会进行地质钻探,但按照工作习惯,也主要进行标准贯入试验、重型动力触探和静力触探,一般不进行室内试验,与《通用规范》的要求内容差距较大。近年来特高压工程对取样和测试提出了较高的要求,例如要求逐基钻探、逐腿勘探,并采取试样进行室内试验工作。但低电压等级的架空线路工程仍然以传统的勘察技术要求为主。

## 3 原位测试和室内试验

《通用规范》5.0.1条规定,原位测试和室内试验的项目、方法和依据的技术标准应根据勘察目的、场地地质情况、任务书或项目合同确定。非标准的试验应有试验设计。同一试验项目有多种试验方法时,试验报告中应注明试验方法。

上述条款虽对室内试验仅进行了原则性的规定,但即便如此,目前山区架空线路的勘测一般不采取试样、不进行室内试验,尚未达到上述条款要求。

## 4 不良地质作用勘察等特殊情况

《通用规范》对于不良地质作用勘察、特殊性岩

土勘察、地下水勘察作了基本规定,对于勘探与取样、原位测试和室内试验方法和操作都有相应的规定,应作为工程勘察工作的最基本遵循原则。通过对比以上规定可以看出,架空线路勘察的作业可以满足规定。

## 5 结论

通过对比《通用规范》和现行架空线路勘察相关规范的条款,得出如下结论:

(1)现行电力行业规范中,山区丘陵地区架空线路工程勘察主要以工程地质调查和测绘为主,与《通用规范》规定的勘探孔的布设要求不能协调一致;平原河谷区架空线路工程勘察基本可以满足《通用规范》要求。

(2)现行电力行业规范关于架空线路勘察的取样和测试以及室内试验等都未提出明确要求,而《通用规范》关于取样和测试的数量要求更为具体,目前架空线路在勘察深度上很难达到规定的要求,特别是位于山区丘陵和戈壁荒漠区的架空线路工程。

(3)现行电力行业规范和《通用规范》在原位测试和室内试验方面未有明确的要求,整体上可以协调一致。

(4)《通用规范》的实施,一定程度上会重塑行业、团体及企业规范体系,各类规范的修编应以通用规范为基础,提出更加明确的勘察技术要求。

随着《通用规范》的发布和实施,架空线路工程勘察在执行过程中需要改进传统勘察工作方法,投入更大的勘察工作量,创新勘察方法,以达到更高的质量要求。

## 参 考 文 献

- [1] 国发[2015]13号 国务院关于印发深化标准化工作改革方案的通知 [EB/OL]. (2015-03-26). [http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-03/26/content\\_9557.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-03/26/content_9557.htm).
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建标[2016]166号 关于深化工程建设标准化工作改革的意见 [EB/OL]. (2016-08-09). [http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201608/t20160817\\_228556.html](http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201608/t20160817_228556.html).
- [3] GB 55017—2021 工程勘察通用规范[S]. 北京:中国建筑出版传媒有限公司, 2021.
- [4] GB 50741—2012 1000 kV架空输电线路勘测规范[S]. 北京:中国计划出版社, 2013.
- [5] GB/T 50848—2018 330 kV~750 kV架空输电线路勘测标准[S]. 北京:中国计划出版社, 2019.
- [6] DL/T 5076—2008 220 kV及以下架空送电线路勘测技术规程[S]. 北京:中国电力出版社, 2008.

- [7] 谭光杰. 山地区特高压线路工程岩土勘察困境与破解思路[J]. 电力勘测设计, 2018, (S1): 35-38.
- [8] 付江缺, 程正逢, 石克勤, 等. 海外输变电勘测设计作业模式思考[J]. 电力勘测设计, 2017, (4): 1-6, 26.
- [9] EUROPEAN STANDARD NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM. Geotechnical Design - Part 1: General Rules(BS EN 1997-1: 2004)[S].
- [10] EUROPEAN STANDARD NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM. Geotechnical Design - Part 2: Ground Investigation and Testing (BS EN 1997-2: 2007)[S].
- [11] THE BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Code of Practice for Ground Investigations (BS 5930: 2015+A1: 2020)[S].
- [12] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Guide to Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes (D 420 – 98)[S].
- [13] IEEE POWER ENGINEERING SOCIETY. IEEE Guide for Transmission Structure Foundation Design and Testing (D 420 – 98)[S].
- [14] MCALLISTER G R, KWIATKOWSKI T M. Geotechnical investigations for above-ground electric transmission structures in New England[C]// Providence, RI, USA: 2011 IEEE PES 12th International Conference on Transmission and Distribution Construction, Operation and Live-Line Maintenance (ESMO), 2011.
- [15] JOHNSON K. Geotechnical investigations for a transmission line are more than drilled borings[C]. Electrical Transmission & Substation Structures. ASCE, 2014.
- [16] HEIM Z, KANDARIS P, HOUSTON S. Simplified reliability-based geotechnical investigation and design of transmission lines[C]. Geo-frontiers Congress. 2015.

收稿日期: 2021-11-03