

信息化岩土勘察在架空输电线路工程中的应用研究

谭光杰

(中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司,四川成都 610021)

摘要:对架空输电线路工程而言,传统岩土勘察存在勘察质量高度依赖于外业工程师的业务水平、协同工作困难和外业工程师无法感知环境等3个几乎无法解决的难题。信息化岩土勘察通过数据集成、信息实时交流和塔位选择辅助判断等技术手段可以较好地解决传统岩土勘察存在的3个难题。

关键词:信息化岩土勘察;架空输电线路;数据集成;实时双向通信

Abstract: Traditional geotechnical investigation for overhead transmission line project has three problems: the geotechnical investigation quality is decided by the field engineers, the cooperative work is very difficult and the field engineers are unable to know the environment of the towel. In some ways, the information-based geotechnical investigation can solve these three problems by data integration, real-time information exchange and assistant decision.

Key words: information-based geotechnical investigation; overhead transmission line; data integration; real-time information exchange

中图分类号: TM726 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2017)05-0051-04

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2017.05.013

0 前言

线路工程岩土勘察就是选出“杆塔”场地,查明“杆塔”场地工程地质条件,评价岩土工程问题。选出“杆塔”场地的前提是选出路径方案,这是在工程可行性研究和初步设计阶段完成;选出“杆塔”场地在施工图阶段完成。

传统架空输电线路工程施工图勘察设计由电气、结构、测量、岩土等多专业组成的综合工程队在杆塔处“一次性”地完成勘察设计的外业部分。所谓的“一次性”是指在正常情况下,同一杆塔场地只做一次外业勘察设计。在勘察设计过程中,各专业技术主管组成的中间检查小组对勘察设计质量进行检查;由于同一线路工程有成百上千的塔位,中间检查只能采用外业工程师汇报所有塔位勘察设计情况和选择其中有代表性的杆塔场地实地检查相结合的方式。因此,传统的岩土勘察存在以下问题:

1) 外业勘察设计质量很大程度上依赖于外业工程师的个人业务能力。

2) 如果出现外业工程师自己无法解决或者需要技术主管协助的杆塔场地岩土勘察问题,只能通过电话与技术主管协同工作。但通过电话交流,外

业工程师无法准确告知技术主管自己所在的位置,也无法传递相对完整的杆塔场地等第一手勘察资料。没有准确位置和第一手勘察资料,技术主管就无法应用已有的区域地质图、公共地理信息等数据为外业工程师做出辅助判断,两者之间难以形成有效的协同工作。

3) 输电线路工程长达数百上千公里,穿越了多个地貌单元、构造区和地层岩性建造区,涉及了基本工程地质条件、地质灾害、矿产资源分布等海量数据,外业工程师不可能将海量数据“随身携带”。没有数据,外业工程师也就无法准确了解杆塔场地外部较大范围内的地层岩性、地质灾害分布等环境数据,会陷入所谓的“不识庐山真面目,只缘身在此山中”的局中人困境。

采用信息化岩土勘察,通过数据集成、信息实时交流和塔位选择辅助判断等可以有效解决传统勘察存在的问题,下面主要讨论信息化岩土勘察在施工图阶段的应用。

1 信息化岩土勘察系统构成与实现

1.1 系统构成

信息化岩土勘察是指以广义工程地质条件和勘

察成果为基本数据,建立以地理信息系统为核心的数据中心,实现远程通信终端与数据中心的实时数据共享。数据中心依托基本数据和地质分析理论为远程通信终端做出辅助决策,为前期勘察和后期持续利用勘察成果提供数据服务的勘察系统。广义工程地质条件是指地形地貌、地层岩性、地质构造、地下水等工程地质条件要素,以及可能改变工程地质条件要素的人类活动等因素。信息化岩土勘察系统的构成如图1所示。

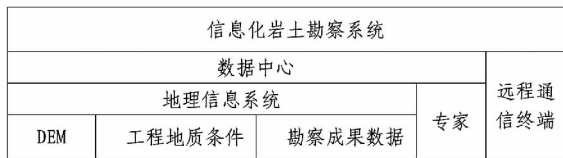


图1 信息化岩土勘察系统构成图

1.2 典型应用场景

信息化岩土勘察的典型应用场景是:外业工程师在工地(杆塔场地)用移动设备采集工程地质条件数据→结合建(构)物设计条件,分析工程地质条件数据,做出岩土工程评价→外业工程师如果自己评价有困难,则将工程地质条件数据通过文字、图像等形式回传给数据中心→数据中心依据掌握的工程区已有数据和专家经验做出辅助判断→辅助判断实时回传给外业工程师→外业工程师做出勘察评价→如果外业工程师仍然不能做出勘察评价,则启动现场协作勘察过程。

1.3 实现过程

1) 数据采集标准建立

根据长期获取的架空输电线路工程岩土勘察经验,建立了如图2所示的数据库采集模板。数据库采集模板的建立与优化是实现信息化岩土勘察的基础。

2) 数据中心建立

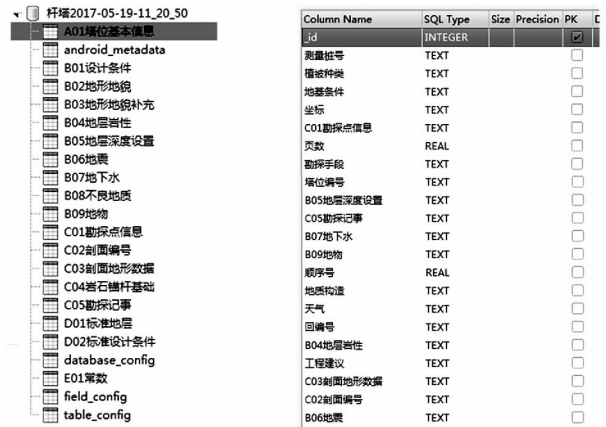


图2 杆塔岩土勘察数据采集数据库构成示意图

集成主要工作区域的区域地质图、地质灾害分布图、水文气象、工程勘察成果等多种数据或图件建构了数据中心。数据中心可以提供工程区矢量化工程地质条件等数据。技术主管和有经验的工程师作为数据中心专家。数据中心的建立可以扩大在特定区域的勘察优势;数据即优势,是信息时代的一大特征。

3) 勘察大纲编制

基于数据中心数据、工程前期数据和设计条件编制勘察大纲。依据公共地理信息系统、工程区影像图和各种地质基础数据,可以编写出针对性极强的勘察大纲。勘察大纲不仅可以写出工程主要存在什么样的岩土工程问题,而且知道这些问题会出现在什么地方。基于较准确位置编写勘察大纲属于广义的基于位置服务。图3为编写某工程勘察大纲时所用影像示意图。

4) 勘察过程现场控制

与信息化岩土勘察有关的勘察过程现场控制主要有两项工作:全过程外业工程师与技术主管的协同工作;外业工程师移动端数据采集。协同工作可以采用各种即时通讯软件完成。移动端数据采集界面如图4所示。移动端数据库采用的是sqlite3数据

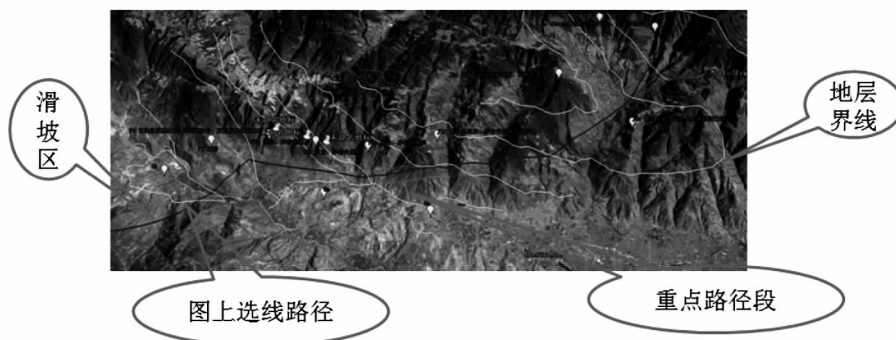


图3 工程区影像示意图



图4 移动端数据采集 APP 界面

库,数据结构采用主从表结构,图4左为主表,右为从表。主从表可以嵌套,嵌套层数没有限制。出于信息安全考虑,移动端 APP 是单机版,可以脱离互联网使用。

5) 勘察成果校审

勘察成果实现了数据集成、数据库化管理与自动成图。外业工程师采用图4所示界面采集的数据可以直接导入 PC 端生成最终勘察成果。勘察成果校审基于数据集成完成,数据集成校审应用如图5所示。

2 克服传统岩土勘察难题

勘察质量高度依赖于外业工程师的业务水平、协同工作困难和外业工程师无法感知环境等是传统线路工程岩土勘察存在的3个问题,可以通过信息化岩土勘察得到较好的解决。

1) 采用标准化的数据采集可以使信息高效、准确和全面的传递成为可能;外业工程师采用移动

APP 采集信息化勘察数据,并将数据实时传递给技术主管,两者可实现双向实时沟通和有效协同工作:勘察质量不再取决于外业工程师,而是取决于协同工作质量。

2) 基于信息化的勘测大纲编制与勘察成果校审能更好地实现勘察的全过程协同工作。

3) 数据中心集成了地层岩性、地质灾害等海量数据并提供给外业工程师;外业工程师通过查阅集成了工程区矢量化工程地质条件等数据的移动终端:因此可以准确地了解杆塔场地环境条件,有效地克服了传统岩土勘察中外业工程师无法感知环境的困难。

3 信息化岩土勘察面临的问题

任何基于互联网和数据集成的技术都存在信息安全问题,信息化岩土勘察也同样面临信息安全问题。解决信息安全可以从以下两方面着手。

1) 物理隔绝:处理涉密信息的设备与互联网物理隔绝。移动端完全采用单机版,不与互联网相连;数据中心的计算机也与互联网隔绝。

2) 信息分流:将信息分解成涉密信息和非涉密信息。涉密信息严格按保密规定处理与传送,非涉密信息可通过互联网实时传送。

信息安全是信息化岩土勘察必须面临与解决问题,除了上述两种手段之外,还可以考虑和专业安全生产商的合作。

4 结语

通过采用标准化的工程地质条件数据采集模板



图5 某工程勘察成果校审用示意图

现场采集数据、外业工程师与技术主管之间的双向实时互动等信息化岩土勘察手段,一定程度上可以解决勘察质量高度依赖于外业工程师的业务水平、协同工作困难和外业工程师无法感知环境等传统岩土勘察几乎无法解决的3个问题。信息化岩土勘察的实现面临着如何应对信息安全的严峻挑战,信息

安全如何实现是信息化岩土勘察能否真正实现的决定性因素。

作者简介:

谭光杰(1974),硕士、高级工程师、国家注册土木工程师(岩土),从事电力工程勘察设计工作。

(收稿日期:2017-06-27)

(上接第4页)

将上述10 000条样本按75%和25%的比例分为训练集和测试集,将训练集分别提供给传统BP网络(BPNN)、自适应BP神经网络和Group-Lasso模型进行训练,即可得到关于节点电压的估计模型,再运用测试集测试模型的外推能力。这里采用均方误差(mean squared error, MSE)作为适应度函数,其表达式如下:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y'_i - y_i)^2 \quad (12)$$

式中: N 表示样本总数; y'_i 为实际输出值; y_i 为期望输出值。3种方法对于系统各节点电压的拟合效果如表3所示。

从表3中不难看出,以该样本量为前提,对电压估计精度最高的是GA-BPNN算法,BPNN与Group-Lasso的估计精度较为接近。另从表3中也能明确看到基于自适应遗传算法优化的BP神经网络无论是对训练集的拟合精度还是对测试集的估计精度都优于传统BP网络,提高了一个数量级的精度,说明将遗传算法和神经网络相结合确实得到了取长补短的效果。

4 结 语

从数字建模方式出发,绕过电力元件模型的建立,借助统计学思想,提出采用Group-Lasso算法对节点电压进行在线预测,并将预测精度与传统BP神经网络和自适应BP神经网络相比较,通过IEEE 24标准算例验证表明,GA-BPNN的电压预测精度最高,Group-Lasso与BPNN的预测精度相当,说明Group-Lasso算法具有较好的电压拟合能力和外推能力,可为传统的电压预测提供辅助手段。

参考文献

[1] 鞠平,沈赋,陈谦.新背景下电力系统的建模思路[J].

南方电网技术 2016,10(3):32-34.

- [2] 王晨,童晓阳,王睿晗.有限相量测量单元下最小二乘估计的广域后备保护算法[J].电力系统自动化,2015,39(20):124-129.
- [3] 邵黎,谢开贵,王进,等.基于潮流估计和分块负荷削减的配电网可靠性评估算法[J].电网技术,2008,32(24):34-37.
- [4] 李卫东,宋家骅,武小梅.基于人工神经网络和灵敏度分析的快速电压估计[J].东北电力学院学报,1994,14(1):1-8.
- [5] 张继红,贺智勇,邢军.利用公共耦合点电压估计的微电网逆变器下垂控制策略[J].大电机技术,2015(1):57-61.
- [6] 陈伟根,滕黎,刘军,等.基于遗传优化支持向量机的变压器绕组热点温度预测模型[J].电工技术学报,2014,29(1):44-51.
- [7] 马晋强,杨以涵.遗传算法在电力系统无功优化中的应用[J].中国电机工程学报,1995,15(5):347-352.
- [8] 史坤鹏,范国英,赵伟,等.基于BP神经网络的电网安全性预警系统开发[J].南方电网技术,2013,7(6):141-144.
- [9] 厉吉文,潘贞存,李红梅,等.变电所电压和无功自动调节判据的研究[J].中国电力,1995(7):12-15.
- [10] 尤金,刘俊勇,邱高,等.基于自适应神经网络的电压快速估计[J].电力勘测设计,2017(1):44-49.
- [11] Fan Jianqing, Feng Yang, Song Rui. Nonparametric Independence Screening in Sparse Ultra-high-dimensional Additive Models[J]. Journal of the American Statistical Association, 2011, 106(494): 544-557.
- [12] Huang Jian, Horowitz J L, Wei Fengrong. Variable Selection in Nonparametric Additive Models[J]. Annals of Statistics, 2010, 38(4): 2282-2313.
- [13] Feng C L, Yuan Y H. IEEE Reliability Test System [J]. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, 1979, PAS-98(6): 2047-2054.

作者简介:

尤金(1990),硕士,研究方向为电力系统数据挖掘。

(收稿日期:2017-08-11)