

Roles of Man-Machine-Environment System Engineering Theory in Electrical Prospecting

Zimei Li^{1,2}, Haijun Liu², Jin Yang²

¹Changchun Institute of Technology, Changchun China

²China University of Geosciences, Beijing, China

Email: zmli320@163.com

Abstract: Based on the man-machine-environment system engineering theory, the paper focused on roles of man-machine-environment system engineering theory in electrical prospecting according to the characteristic of electrical prospecting. It concluded that the efficiency of electrical prospecting would be max when R_S is coupling with E_s .

Keywords: man-machine-environment; man-machine-environment system engineering theory; electrical Prospecting

人-机-环境系统工程理论在电法勘探中的应用

李子梅^{1,2}, 刘海军², 杨进²

¹长春工程学院, 长春, 中国, 130021

²中国地质大学(北京), 北京, 中国, 1000831

Email: zmli320@163.com

摘要: 本文以人-机-环境系统工程理论为基础, 并根据电法勘探的特点, 着重叙述了人-机-环境系统工程理论在电法勘探中的作用, 并给出了当 R_S 与 E_s 趋于一致最大时电法勘探总体效能最优。

关键词: 人-机-环境系统; 人-机-环境系统工程理论; 电法勘探

1 引言

1981年, 在著名科学家钱学森系统科学思想的启发和亲自指导下, 我国学者陈信、龙升照根据载人航天研究的实践, 并对国内外情况进行认真分析, 概括提出了一门综合性边缘技术科学人-机-环境系统工程(Man-Machine-Environment System Engineering Theory 简称为 MMESET)。人-机-环境系统工程是以运用系统科学理论和系统工程方法, 正确处理人、机、环境三大要素的关系, 深入研究人-机-环境系统最优组合的一门科学, 其研究对象为人-机-环境系统。系统中的“人”, 是指作为工作主体的人(如操作人员或决策人员);“机”, 是指人所控制的一切对象(如汽车、飞机、生产过程等)的总称;“环境”, 是指人、机共处的特定工作条件^[1]。

人-机-环境系统工程理论在电法勘探中有着非常重要的作用。这是因为, 影响电法勘探结果的三要素是, 人(勘探人员)、所用的仪器和勘探的对象、人与勘探对象等所处的环境。要提高电法勘探的效率很显然应该是人(从事电法勘探的人)、机(勘探仪器或手

段)和环境(勘探对象及对象所处的环境)三要素的有机结合。电法勘探中的人-机-环境系统工程结构如图 1。

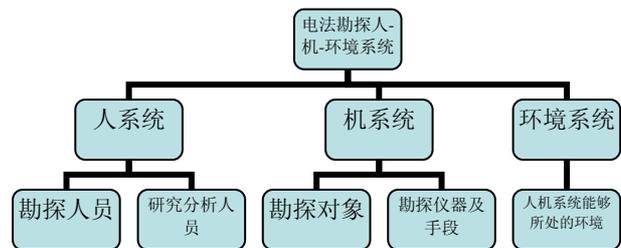


图 1. 电法勘探中的人-机-环境系统工程结构

2 人-机-环境系统工程理论在电法勘探中概况

电法勘探是根据岩石和矿石电学性质(如导电性、电化学活动性、电磁感应特性和介电性,即所谓“电性差异”)来找矿和研究地质构造的一种地球物理勘探方法。它是通过仪器观测人工的、天然的电场或交变电磁场, 分析、解释这些场的特点和规律达到找矿勘探的目的^[2]。

电法勘探根据不同的分类方法又分为很多类，如按供电类型可分为直流电法和交流电法，按工作场所划分为航空电法、地面电法、海洋电法、地下电法等，还有很多其他的分类这里就不多说了。在具体电法勘探应用中，人-机-环境系统工程理论的应用目前基本还是零，为什么这么说，有以下三个原因：

1. 在电法勘探中缺乏对人-机-环境系统工程理论重要性的认识，很多勘探人员认为只要勘探出矿藏就可以了，对系统工程缺乏系统分析和认识。

2. 传统的找矿方法制约了人-机-环境系统工程理论的发展。如今找矿多为深部找矿，传统的经验和方法已经不能满足生产的需要，使得找矿的难度加大。在用老方法势必会给工程带来很大的风险。这时人-机-环境系统工程理论在电法勘探中成为必要需求。

3. 在电法勘探中人、机、环境三要素往往相对孤立，很大程度上制约了生产力的发展。

3 人-机-环境系统工程理论在电法勘探中的应用

3.1 电法勘探中的人-机-环境

电法勘探工程流程如图 2 所示，可以看到在电法勘探中数据采集是非常重要的，它是数据处理和分析结论的基础。而数据的采集是由人和采集数据的仪器和勘探对象的环境共同决定的，也就是我们所谓的人-机-环境决定的，孤立任何一方都会导致错误的结论，给生产带来极大的损失。



图 2. 电法勘探工程流程

从图 2 可以看出电法勘探工程系统中人为主体的人-机-环境工作系统，根据系统工程理论，生产系统的总体效能是指在一定条件下，在一定时间内有效地完成规定生产任务的能力^[3]。它的数学模型为

$$R_S = P_h P_m P_e \quad (1)$$

式中 R_S 表示使用某种勘探的总体效能；

P_h 表示人的可靠度；

P_m 表示机的可靠度；

P_e 表示环境的可靠度；

由式 (1) 可知，勘探效能会受到人、机、环境三

要素可靠度的影响， R_S 总体效能与三因素可靠度成正比关系，但机的可靠度和环境的可靠度又都直接受人的因素的影响，为便于定量分析，假定 P_m 、 P_e 都是人的因素的隐函数，此时，式 (1) 可简化为

$$R_S = f[P_m(h), P_e(h)] \quad (2)$$

如果人的因素不达到优化，其它要素就不能有效地发挥作用，勘探效能就不可能得到提高。例如：如果人的可靠度只有 80%，机、环境的可靠度都受人的影响，可得出看到效率小于 80% 的结论。只有在提高人的可靠性，与机和环境相结合，才能获得高效电法勘探工程。

3.2 人-机-环境系统工程理论对电法勘探总体效能的影响

电法勘探工程包括计划、野外采集数据、分析处理数据、给出定性结论，如图 2 给出了简单的流程这三个模块系统都是由人、机、环境构成的，是为实现电法勘探目标服务的，缺一不可。在实际电法勘探工程中总体效能简单数学模型如下：

$$E_s = P_d P_c P_s \quad (3)$$

式中 E_s 表示工程的总体效能；

P_d 表示数据采集的可靠度（包括采集时人的可靠度，和仪器的精度）；

P_c 表示数据处理的可靠度（不同数据处理方法可靠度不同）；

P_s 表示结论的可靠度（不同专家对数据解释的不同）；

可以看出若要获得最大效能必须做到如下几点：

1. 选择适合的仪器和适合勘探对象的电法
2. 选择正确的方法进行数据处理
3. 请经验丰富的专家对数据结果进行分析
4. 提高 1, 2, 3 点的耦合度

表 1. 标准试验系统结果数据

人-机-环境	值(%)	电法勘探	值(%)
P_h	80%	P_d	80%
P_m	<80%	P_c	80%
P_e	<80%	P_s	80%
R_S	<80%	E_s	51.2%-80%

式(3)和式(1)在都给出了电法勘探中的总效能,如果我们把式(1)看作是集合,式(3)则是式(1)的实体。根据假设数据,从表1中我们不难看出以下的结论,最大可能的使 R_S 与 E_S 趋于一致最大时是电法勘探总体效能最优。

4 结束语

近年来,随着科技水平的不断进步,人-机-环境系统工程理论在很多领域受到越来越大的重视。今后应进一步开展与人-机-环境系统工程理论在电法勘探工程中建立理论模型,和实际工作模型进行对比的理论与实际工作,可大大提高电法勘探的效率。除此之外,人-机-环境系统工程理论也可用于其它勘探方法,加强展开相应的工作,使得人-机-环境系统工程理论发

挥最大的功效,为社会国家做出贡献。

References (参考文献)

- [1] Long Shengzhao. Systems engineering theory of man-machine-environment and its signification on productivity development. Long Shengzhao. Researching progress on systems engineering of man-machine-environment [M]. Beijing: Beijing Science and Technology press, 1993. P2-P11.
龙升照.人-机-环境系统工程理论及其在生产发展中的意义.见龙升照主编:人-机-环境系统工程研究进展(第一卷).北京:北京科学技术出版.1993.
- [2] Li Jingming. Geoelectricity and Electrical Prospecting. Beijing: geophysics press, 2005.
李金铭.地电场与电法勘探[M].北京:地质出版社,2005.
- [3] Zhang Haiyang. Human effect in man-machine-environment system efficiency and human error prevention[j]. *Journal of Shenyang University of Technology*, 2002, 24(1), P70-P73.
张海漾.人对人-机-环境系统效能的影响及其差错防范[J].沈阳工业大学学报,2002,24(1),70-73.