

变电所附近地下构筑物对接地电阻测量的影响

何金良, 余绍峰, 曾嵘, 张波

(清华大学电机工程与应用电子技术系, 北京 100084)

Influence of Neighboring Underground Metal Object on Measurement of Substation Grounding Resistance

HE Jin-liang, YU Shao-feng, ZENG Rong, ZHANG Bo

(Department Electrical Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

摘要: 分析了变电所附近地下金属物体对接地电阻测量结果的影响。如果在测量路径下存在地下金属构筑物, 则会导致在视在接地电阻曲线上出现平坦段。该平坦段可能会被误认为对应于真实接地电阻的补偿点位置, 导致测量结果出现巨大误差。接地网附近与之不相连的地下金属构筑物对接地电阻的影响很小。如果要利用地下构筑物来降低主接地网的接地电阻, 最有效的办法就是将二者连起来。

关键词: 变电所; 接地电阻; 测量; 地下构筑物

中图分类号: TM862 **文献标识码:** A

Abstract: The influence of underground metal object on the measured results of grounding resistance is analyzed. If there is a underground metal object in the measuring route, it would lead to a flat region on the apparent grounding resistance curve. This flat region would be misidentified as the compensation point of potential electrode corresponding to the actual grounding resistance of substation, and bring huge error. The neighboring underground metal object has small influence on the value of substation's grounding resistance. If we wish to utilize this underground metal object to decrease the grounding resistance of substation, the effective method is to connect this metal object with the grounding system.

Key words: substation; grounding resistance; measurement; underground metal object

1 引言

在很多情况下, 变电所地网附近存在其它建筑物的接地网, 或有很长的金属管道与变电所相连。这些地下构筑物到底对变电所接地电阻测量以及对接地电阻值有多大的影响? 这里主要对该问题进行分析 and 讨论。

2 变电所附近的接地网对接地电阻测量的影响分析

在城市, 接地网周围可能存在一些地下金属构筑物, 这些地下构筑物将会对接地电阻测量产生影响。

如图1所示, 假设在测量路线上存在有地下构筑物, 接地网面积为 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$, 假设地下构筑物为1个小型地网, 面积为 $50\text{ m} \times 50\text{ m}$, 地网与地下构筑物之间的距离为 d , 地网的埋深为 1 m 。图2所示为图1中无地下构筑物、地下构筑物与地网之间的距离为 50 m 和 200 m 时, 模拟计算得到的视在接地电阻曲线(采用电位降法^[1,2]测量)。

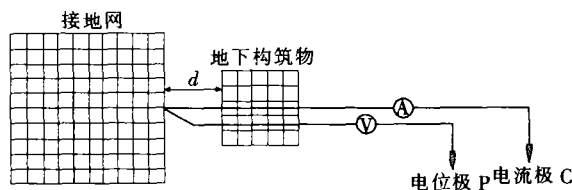


图1 在测量路线上存在地下构筑物时接地电阻测量分析图

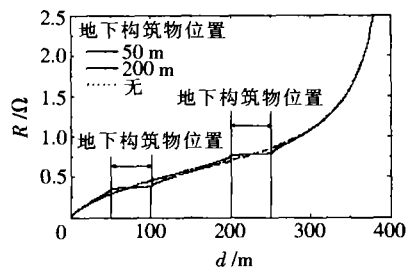


图2 在测量路线上存在地下构筑物时模拟计算得到的视在接地电阻曲线

采用电位降法测量接地电阻的基本原理是电位极 P 在地网 G 和电流极 C 之间, 测量当电位极处在 G, C 之间各点对应的视在接地电阻, 作出视在接地电阻随电位极位置改变时的变化曲线, 曲线平坦段对应的接地电阻即为地网的接地电阻。

可以看出, 如果存在地下构筑物, 则对应的视在接地电阻曲线部分出现非常平坦的部分, 该平坦段

与整个曲线的连接不是光滑的,有明显的 discontinuity。视在接地电阻曲线在与构筑物及附近有一个过渡段,而曲线的其余部分与没有地下构筑物时的视在接地电阻曲线基本重合。

如果在测量时将该平坦段视为视在接地电阻曲线对应真实接地电阻的平坦段,则会导致测量结果的巨大误差。如果地下构筑物靠近地网,则该平坦段靠近地网,导致测量得到的接地电阻偏小;如果地下构筑物靠近电流极,则该平坦段靠近电流极,导致测量得到的接地电阻偏大。

因此在实际测量时,如果发现视在接地电阻曲线有非常平坦的部分,则应改变方向进行测量。如果不能改变方向,且该平坦段不影响真实接地电阻对应的补偿点的判别,则该地下构筑物对测量结果没有影响;如果地下构筑物影响到真实接地电阻对应的转折点的判别,则可以加长电流极引线,让该平坦段错开补偿点位置。

3 变电所附近地网对其接地电阻的影响分析

图3所示为主地网及其附近的地下构筑物示意图,主地网尺寸为 $200\text{m}\times 200\text{m}$,地下构筑物尺寸为 $100\text{m}\times 50\text{m}$ 。土壤有3种结构:①均匀土壤,土壤电阻率为 $200\ \Omega\cdot\text{m}$;②双层土壤:上层电阻率为 $100\ \Omega\cdot\text{m}$,厚度 10m ,下层电阻率 $500\ \Omega\cdot\text{m}$;③双层土壤:上层电阻率为 $500\ \Omega\cdot\text{m}$,厚度 10m ,下层电阻率 $100\ \Omega\cdot\text{m}$ 。

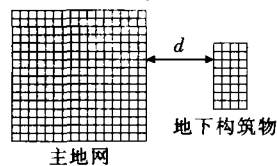
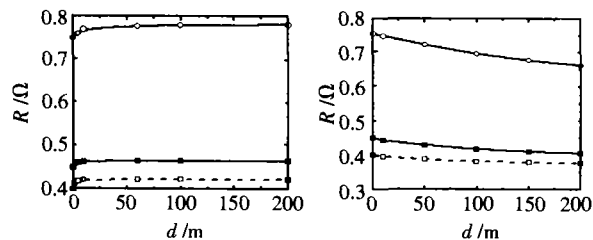


图3 主地网及其附近的地下构筑物

改变二者之间的距离,可得到地下构筑物对主地网接地电阻的影响,见图4(a)。可以看出,二者之间的距离为 10m 时,地下构筑物对主地网的影响很小,基本上没有影响。

如果将图3所示的主接地网和附近的地下金属构筑物连起来,则二者之间的距离对接地电阻的影响见图4(b)。可以看出,二者连起来后会明显降低主接地网的接地电阻,二者之间的距离越远,接地电阻降低的效果越明显,因为距离越远,二者之间的屏蔽效应越弱。



(a)与主地网不连 (b)与主地网相连

—●— 均匀土壤 - - - □ - - 上高低非均匀土壤 - · - · △ - · - 上低下高非均匀土壤

图4 主地网与其附近的地下构筑物间的距离对主地网接地电阻的影响

4 变电所附近地网对其接地电阻影响的测量结果

对某高电压实验室接地系统的接地电阻进行了现场测量。待测量的地网的结构见图5,地网面积 $23\text{m}\times 15\text{m}$,距离地网 30m 远处敷设有地下垂直接地极,与地网经地上连接钢带相连;另外在 30m 远处有 110kV 变电所,接地网面积为 $50\text{m}\times 50\text{m}$ 。

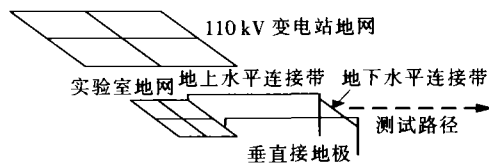


图5 待测地网结构图

用变频接地电阻测量仪对地网接地电阻进行了测量。现场测量使用的电流极引线长 80m ,电位极引线与电流极引线同方向直线布置;电位极从距接地网 79m 处逐渐向接地网靠近,相邻两个测量点间的距离约 5m 。测得每个点上的视在电阻值,绘出随电位极长度变化的视在电阻曲线,见图6,测量得到该高压实验室的接地电阻为 $0.159\ \Omega$ 。

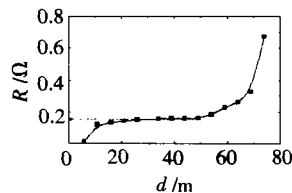


图6 测得的视在电阻曲线

采用 Wenner 四极法对土壤电阻率进行了测量,通过数值分析得到了土壤的分层结构,然后用接地系统电气参数分析软件计算得到高压实验室的接地电阻为 $0.161\ \Omega$,与测量得到的结果非常接近,而没有考虑附近的变电所接地网时的接地电阻为 $0.15\ \Omega$ 。可以看出,由于两地网没有相连,变电所接地网面积虽然远大于实验室地网面积,但对高压实验室的接地电阻影响不大。

5 结论

如果在测量路径下存在有地下金属构筑物,则会导致在视在接地电阻曲线上出现平坦段。该平坦段可能会误认为对应真实接地电阻的补偿点位置,导致测量结果出现巨大误差。避开地下构筑物对测量结果影响的办法是加长电流极引线,让该平坦段错开补偿点位置。

参考文献:

[1] ANSI/IEEE Std. 81-1983. Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System[S].
 [2] GBT17949.1-1999. 接地系统的土壤电阻率,接地阻抗和地表电位测量导则[S].

作者简介:何金良(1966-),男,湖南长沙人,博士,教授,博士生导师,主要从事电力系统过电压、接地技术及电磁环境技术等方面的研究工作。