



ShuBianDian  
GongCheng  
XuanZhi  
XuanXian

张晓东 编著

# 输变电工程 选址选线



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

# 输变电工程选址选线

张晓东 编著



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书分两篇，共九章。第一篇系统而详细地介绍了变电站站址成立的基本条件、选站址的基本步骤和方法，以及站址的技术方案比较方法；第二篇主要讲述输电线路的路径选择，内容包括架空线路路径选择的基本原则和方法以及主要参数的确定，陆地和水中电缆路径选择的基本要求与方法。

本书可供从事输变电规划、设计、施工、管理等工作的有关技术人员使用，也可供大专院校相关专业师生参考。

## 图书在版编目（C I P）数据

输变电工程选址选线 / 张晓东编著. — 北京：中国水利水电出版社，2012.7  
ISBN 978-7-5170-0012-9

I. ①输… II. ①张… III. ①输电—电力工程—选址  
②变电所—电力工程—选址③输电—电力工程—输电线路—线路选择④变电所—电力工程—输电线路—线路选择  
IV. ①TM7

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第169165号

|      |                                                                                                                               |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | 输变电工程选址选线                                                                                                                     |
| 作 者  | 张晓东 编著                                                                                                                        |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社<br>(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)<br>网址: www.waterpub.com.cn<br>E-mail: sales@waterpub.com.cn<br>电话: (010) 68367658 (发行部) |
| 经 售  | 北京科水图书销售中心 (零售)<br>电话: (010) 88383994、63202643、68545874<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                 |
| 排 版  | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                                               |
| 印 刷  | 三河市鑫金马印装有限公司                                                                                                                  |
| 规 格  | 184mm×260mm 16开本 13印张 308千字                                                                                                   |
| 版 次  | 2012年7月第1版 2012年7月第1次印刷                                                                                                       |
| 印 数  | 0001—2000册                                                                                                                    |
| 定 价  | 48.00元                                                                                                                        |

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

随着社会经济的发展，城镇化速度加快，变电站建设用地和线行用地受到越来越多的限制，给变电站的选址和输电线路选线带来了极大挑战。然而，输变电工程前期工作的广度和深度，各种问题考虑是否周全、仔细，不仅影响工程投资，还决定工程能否顺利建成投产，同时也是工程建成后能否发挥效益的关键。因此，对选址选线的技术要求及其深入研究就显得尤为重要。

为了更好地贯彻执行并落实《广东电网公司 220kV 输变电工程选址选线工作内容深度规定》，同时指导、培养新招聘的员工，2008 年开始，在惠州电力勘察设计院领导的支持下，本人开始收集资料，将高压输变电工程选址选线工作中可能遇到的各种问题及其解决方法系统地加以总结，经过多年的努力，编撰成本书。现在本书已成为惠州电力勘察设计院输变电工程选址选线不可或缺的辅助工具之一。

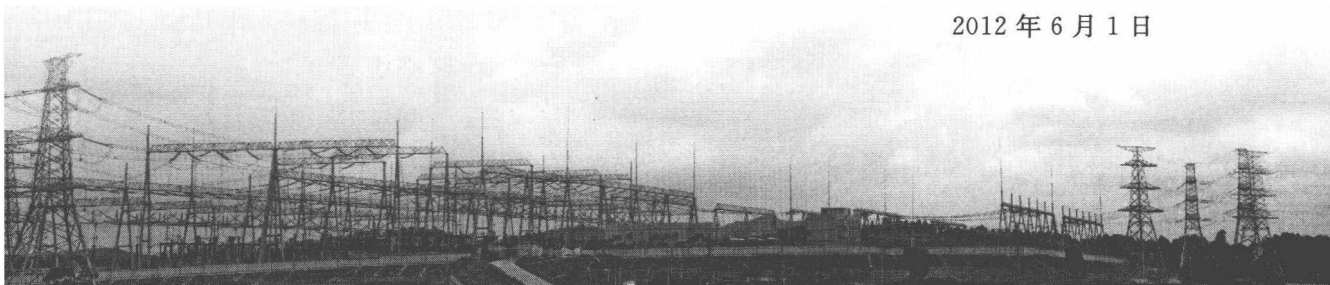
在院里安排、鼓励、资助下，本人把这些宝贵的经验拿出来与同行分享，节约大家再查找这些资料的时间、精力与物力，尽可能减少在选址选线中遗漏工作内容，从而更好地满足设计深度的要求。

本书承蒙曾兰高工、朱云达高工分别审查了选址与选线部分，并且对书稿审查部分提出了很多宝贵的意见；惠州电力勘察设计院李高标院长也在百忙中抽出时间对本书写作和出版给予具体指导。此外，陈永进博士、俞鹤林高工、贺细坤高工、柯维新高工、查元良高工、张腊根高工审查了本书部分章节，向光燕、巫剑光、张喜贺、赖惠君、伍伟健、周永江、陈爱国也为资料的收集和整理付出了艰辛劳动，在此一并致谢！

当今社会发展突飞猛进，科学技术日新月异，技术资料的时效性也越来越强。由于时间仓促，作者水平有限，书中难免会有考虑不周或错误的地方，希望读者批评指教！

张晓东

2012 年 6 月 1 日



# 目 录

## 前言

## 第一篇 站 址 选 择

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一章 概论               | 3  |
| 第一节 变电站在电网中的作用       | 3  |
| 第二节 变电站的类型           | 4  |
| 第三节 选站选线工作的重要性       | 7  |
| 第二章 选址选线原则和报告编制的基本要求 | 9  |
| 第一节 选址选线原则           | 9  |
| 第二节 选址选线报告编制的基本要求    | 9  |
| 第三章 站址选择的基本条件        | 10 |
| 第一节 站址基本概况           | 10 |
| 第二节 水文气象             | 10 |
| 第三节 站址地形地质条件         | 14 |
| 第四节 水源条件             | 18 |
| 第五节 防洪排水             | 30 |
| 第六节 拆迁补偿             | 31 |
| 第七节 土石方工程            | 33 |
| 第八节 交通运输             | 45 |
| 第九节 施工条件             | 53 |
| 第十节 进出线线路走廊          | 54 |
| 第十一节 避开污秽地段          | 56 |
| 第十二节 靠近负荷中心          | 59 |
| 第十三节 节约用地            | 61 |
| 第十四节 环境保护            | 68 |
| 第十五节 适应城乡规划          | 76 |
| 第十六节 考虑远景发展          | 79 |
| 第十七节 特殊要求            | 80 |
| 第十八节 扩建或改建补充的资料      | 88 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| <b>第四章 站址选择的步骤和方法</b>  | 89  |
| 第一节 选站工作阶段的划分          | 89  |
| 第二节 选址工作的组织            | 89  |
| 第三节 选站的工作程序            | 90  |
| <b>第五章 技术经济比较与方案选择</b> | 94  |
| 第一节 站址方案主要技术条件的比较      | 94  |
| 第二节 站址方案的基建投资和运行费用比较   | 95  |
| <b>第六章 站址选择报告书的内容</b>  | 97  |
| 第一节 规划选站和工程选站报告书的内容    | 97  |
| 第二节 环境影响章节的内容          | 100 |

## 第二篇 线路路径选择

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| <b>第七章 输电线路所经地区的气象条件</b> | 103 |
| 第一节 概述                   | 103 |
| 第二节 最大设计风速选取             | 104 |
| 第三节 架空线覆冰厚度的选取           | 119 |
| 第四节 气温的选取                | 121 |
| 第五节 设计用气象条件的组合及典型气象区     | 122 |
| <b>第八章 架空线路路径选择</b>      | 124 |
| 第一节 概述                   | 124 |
| 第二节 初勘选线                 | 124 |
| 第三节 终勘选线                 | 128 |
| <b>第九章 电缆线路的路径选择</b>     | 154 |
| 第一节 概述                   | 154 |
| 第二节 电缆路径方案的内容、一般要求、气象条件  | 154 |
| 第三节 电缆的敷设方式及其特点          | 155 |
| 第四节 电缆线路路基               | 158 |
| 第五节 水底电力电缆路径的选择          | 158 |
| <b>附录</b>                | 162 |
| 附录一 地形和地质资料              | 162 |
| 附录二 地震资料                 | 164 |
| 附录三 气象资料风玫瑰图             | 166 |
| 附录四 坐标换算                 | 167 |
| 附录五 高程换算                 | 168 |

|      |                                     |     |
|------|-------------------------------------|-----|
| 附录六  | 线行保护区要求 .....                       | 168 |
| 附录七  | 常用绿化树种表 .....                       | 169 |
| 附录八  | 我国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组 ..... | 185 |
| 参考文献 | .....                               | 199 |

# 第一篇 站址选择

---





# 第一章 概 论

电能是目前人们生活中应用最广泛、最方便、最清洁、最容易输送和控制的二次能源，也是对人们生活质量影响最大的一种能源，它不但对促进国民经济的发展和人民的物质文化生活水平的提高起着重要的作用，同时也是提高劳动生产率和改善劳动条件的巨大力量。随着电化教育和家电下乡，家用电器越来越普及，现在，使用家用电器的水平已成为衡量现代化生活水平的一个重要标志。

实践证明，电力工业的发展速度总是超过国民经济发展速度的。随着国民经济的快速发展，用电需求也在快速稳步增加。因此，不仅必须有计划地兴建大量发电厂以及与之配套的输电线路和变电站，使发、送、变、配电协调发展，形成完整的、强大的电网，从而为工农业发展和人民生活提供充足的电能。同时，为了适应国民经济发展的需要，必须提前设计年度，早选、多选、选好站址。

变电站和线路的建设，需要对变电站的选址和线路线行的选择适宜性作详细分析，不仅要技术上可行、经济上合理，同时也要考虑符合构建和谐社会的要求。

变电站站址选择一般分为规划选址和工程选址两个阶段。

规划选址一般在编制电网发展规划时进行，对规划中可能布局的点进行预先选择，以便在编制电网规划的过程中有充分的技术资料进行综合经济比较，从中规划出新的变电站的地点或范围。由于是规划阶段，故随着电网负荷的变化会发生相应的变化。

工程选址根据电力系统规划设计中所确定的地点或范围进行，是实施阶段对站址适宜性分析。工程选址工作不是一次完成（个别特殊情况除外）的。

## 第一节 变电站在电网中的作用

变电站是整个电力系统中不可分割的一部分，发电厂发出的电能经过厂区内的升压变压器升高电压后，通过电网的输电线路送到用电地区；在用电地区再经降压变电站把输电线路的高电压降低到用户所需的电压等级，然后分配给用户使用。其实，变电站的作用就是将电能在一个或几个电压等级的连接回路间进行分配，它是变换电压，交换、分配电能，控制电能流向和调整电压的场所。变电站主要设备由主变压器（联络变压器）、所用变压器、接地变压器、断路器、隔离开关、电压互感器、电流互感器、避雷器、母线以及各种控制设备、保护设备、测量仪表、通信设备等组成；此外，还有屋外构架、控制室等建、构筑物，以及其他辅助设施。为了保持电压质量，有些变电站还装设了电力系统所需要的电力电容器和电抗器。

以上论述可以看出变电站在电力系统起着汇集和分配电能中转站的作用，其位置非常重要，它能否安全运行对电网及其用户有着非常重要的影响。

目前,虽然随着一大批 500kV 超高压、甚至特高压的输电线路和变电站建设,整个电网中变压器的总容量比发电的总容量要多 2~3 倍,但是同其他发达国家相比,我国电网变压器的容量与发电容量之比是偏低的,变压器容量的不足造成了有电送不出的“卡脖子”现象,影响了国民经济的发展,因此,势必要加强变电站及其输电线路的建设。

## 第二节 变 电 站 的 类 型

为了使变电站站址选择工作能符合它的性质及满足在电网中的地位和作用,应对变电站的各种类型有所了解。

变电站的类型按其在电网中的地位和作用、电压高低、结构型式和设备进行以下划分。

### 一、按在电网中的地位和作用划分

#### 1. 升压变电站

升压变电站主要是将发电机电压 6kV、10kV 变换成 35kV 以上各级电压,利用高压输电线路将电力送到需要地点,向用户供电,这种升压变电站通常称为发电厂升压站。升压变电站一般在发电厂内建设,也可在适当远离发电厂的地点建设。

#### 2. 降压变电站

降压变电站可分为以下几种:

(1) 枢纽变电站。枢纽变电站在电网连接上处于枢纽地位,起汇集电源、分配功率等作用。枢纽变电站母线上汇集多个大电源和大容量联络线,并向中压侧输送大量电能,输送和穿越功率大,一般接线比较复杂,出线回路多,电压较高,而且往往有几个等级;变压器容量大,除满足变电站附近的部分用户用电外,还将电力转送到其他地区的二次变电站中供用户使用。枢纽变电站全站停电后,将使系统稳定破坏,电网瓦解,造成大面积停电。为此,站址在电网的地理位置要适中。

(2) 地区重要变电站。地区重要变电站位于地区网络的枢纽点上,接受枢纽变电站送来的电力。地区重要变电站高压侧以交换接受功率为主,向地区的中压侧和附近的低压侧供电,全站停电后,将使地区电网瓦解,影响整个地区供电。

(3) 一般变电站。一般变电站可以分为中间变电站、开关站、终端变电站、企业变电站以及二次变电站。

1) 中间变电站。中间变电站主要起功率交换作用,一般从 220kV 主要环状线路或主要干线上中间断开,再引入变电站。其接线较简单,出线回路数较少。站址位置以靠近线路中间断开处附近为宜。

2) 开关站。开关站主要是为电网稳定性要求而设的,是将长距离输电线路分段,以减少故障范围,提高电网运行稳定度,并可设置串联补偿装置等以提高供电能力和输电质量。一般在输电线路的中段或 1/3, 2/3 处设立开关站。

3) 终端变电站。终端变电站一般接线简单,站址位置接近负荷中心。

4) 企业变电站。企业变电站一般具有终端变电站的特点, 主要是大、中型工矿企业的专用变电站, 以受电为主。

5) 二次变电站。二次变电站主要向地方性局部地区供电, 也可能是向地方或大中型工矿企业的中心变电站供电, 其电压等级一般较低。

### 二、按电压高低划分

#### 1. 大型变电站

大型变电站电压为 330kV 及以上。一般站区占地较大, 建、构筑物较多, 自动化水平要求高。图 1-1 为某 500kV 变电站进出线图。

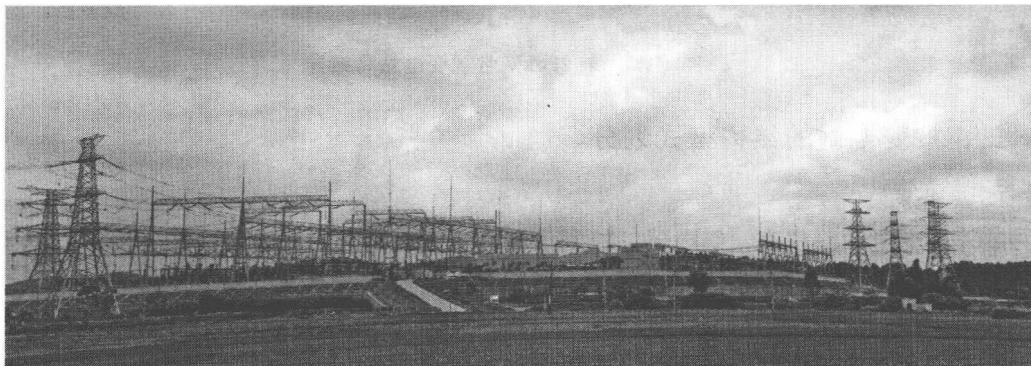


图 1-1 某 500kV 变电站进出线图

#### 2. 中型变电站

中型变电站电压为 220kV 和 110kV。图 1-2、图 1-3 为某 220kV 常规变电站。

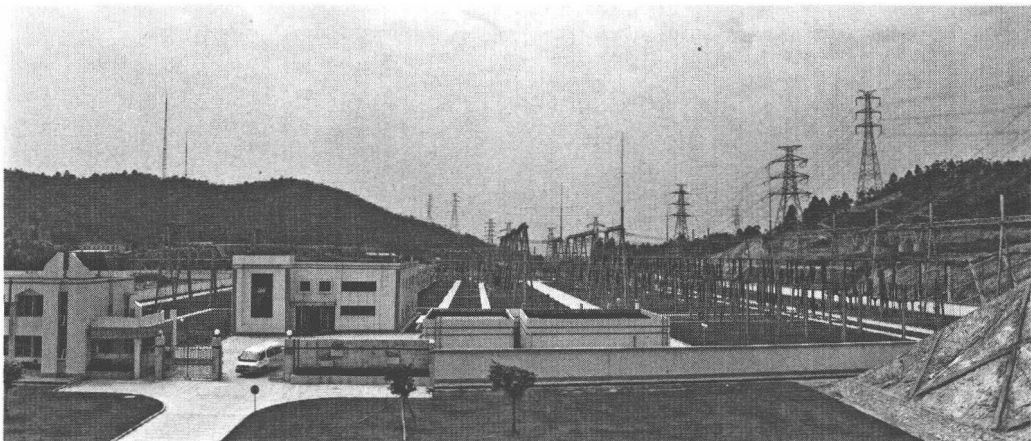


图 1-2 某 220kV 常规变电站

#### 3. 小型变电站

小型变电站电压为 110kV 及以下, 一般站区占地较小, 建、构筑物设施少且较简单。

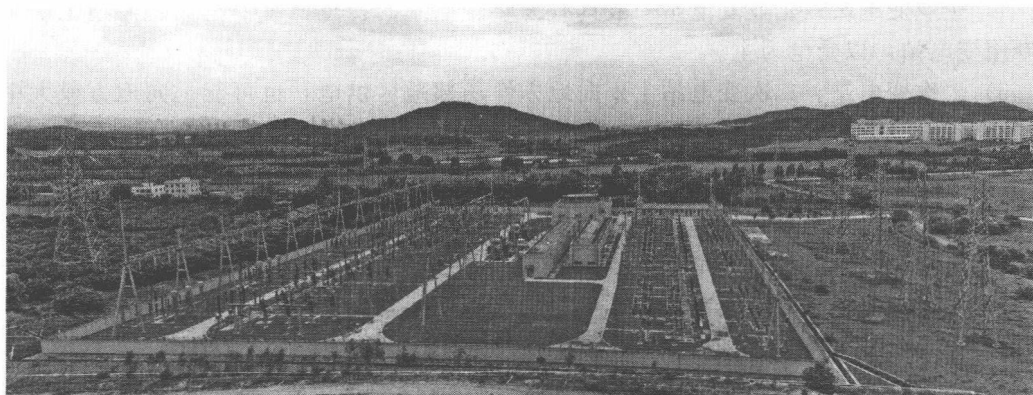


图 1-3 某 220kV 常规变电站鸟瞰

### 三、按变电站的结构型式划分

#### 1. 屋外式

屋外式变电站除仪表、继电器、控制设备、直流电源等二次设备放在屋内外，变压器和开关设备等主要大型设备均放在屋外。通常电压较高的变电站大多为屋外式。

#### 2. 屋内式

屋内式变电站一般除变压器外，主要设备均放在屋内。由于采用了多层立体式布置和户内式设备，减少占地面积。目前常规设备被组合设备所代替，除电压为  $6\sim 35\text{kV}$  外，其建设费用较高。这种变电站，一般都位于市内居民密集地区和对环境美观有要求的市区，或拥挤地带，或位于海岸、盐湖、化学工厂以及其他空气污秽地区。某 220kV 室内变电站鸟瞰图见图 1-4，某 110kV 城市室内变电站的鸟瞰见图 1-5。



图 1-4 某 220kV 室内变电站鸟瞰



图 1-5 某 110kV 城市室内变电站鸟瞰

#### 3. 地下式

地下式变电站又可分为“下地”和“入洞”两类，全部设备均设置在地下构筑物或洞室内，以适应城市建设或战备的要求。这种变电站，占地面积更小，但工程量大，造价较高，仅适用于有特殊要求的场所，但重点要解决好通风与防火问题。《广东电网规划设计技术原则》（修订）对规划有特殊要求的城市中心区变电站，规定可采用半地下建设型式，不宜采用全地下建设型式。

#### 四、按变电站设备划分

按设备划分可分为常规设备和组合设备两种。

#### 五、按控制方式划分

按控制方式一般可分为：有固定值班人员和完全自动化无人值班两种。

### 第三节 选站选线工作的重要性

由于经济发展的不平衡，目前我国还有很多地区电网的建设还不能适应当前本地区经济、社会发展的需求。尤其是近些年来我国经济持续快速的发展，用电需求也在快速地增加，电网基本建设速度需要加快，但是电力设计中的前期工作还不能很好地适应电力发展的需要，因此必须高度重视和加强电力设计中的前期工作。所谓前期工作是指：从长远电力规划开始，确定建设项目，准备施工，直到提出开工报告为止的各项内容。这项工作主要包括系统规划设计、选址选线、可行性研究、设计任务书、协作关系、勘测设计、设备招标、施工准备等开工前的各项工作。根据目前基本建设速度较快，建设周期较短的实

际，任何一个设计阶段的闪失都会带来灾难性后果，很可能前功尽弃，因此目前流行的也是客观现实的做法，就是将工程设计阶段的深度前置或前移，即要求将选址选线深度做到可研深度乃至初步设计深度。

选址选线工作的适应性深度如何，即站址是否可行、线路路径是否合理，直接决定以下四个问题：①工程投资；②在建设期间变电站和线路能否顺利建成；③建成后变电站线路电能能否送出、能送出多少，直接影响着工程投资效益；④影响构造和谐社会，一些通过不和谐的方法上马建成的工程，势必会影响到后来工程的运营和维护，影响工程投资后效益。

实践证明，凡是重视建设前期工作，把前期工作做到位、深度达到要求、站址选择得好，所需要的建设时间就比较短，就能很快投入运行，经济效益就好。反之，不按科学规律办事，不坚持按基本建设程序办事，领导个人意愿凌驾科学的方案之上（有些管理国有资产的工作人员把国有资产当做自己的资产，认为自己就是主人，想如何就如何，想怎么办就怎么办）肯定会给国家投资造成不必要的损失。如过去某市有数个 220kV 变电站投入运行后数年不能发挥正常效益，有些站建成后不能正常试送电，就用 10kV 电源给变压器充电，变压器一响数年无人问津，随着时间的推移线行、站址遗留问题的处理会越来越难，这些投资不能发挥正常的效益或慢慢被浪费掉。这些惨痛的教训是极其深刻的。

因此，站址的选择和确定，一定要深入细致地调查研究，把负荷、地质、交通运输、出线走廊、排水、给水、土石方量、环境保护、水土保持以及外部协作条件等原始情况了解清楚，不仅要搞好项目本身的微观经济效益，更应注重项目的宏观经济效益，通过多方案的比较和敏感性分析，筛选出最佳方案。

## 第二章 选址选线原则和报告编制的基本要求

### 第一节 选址选线原则

《广东电网公司 220kV 输变电工程选址选线和可行性研究工作内容深度规定》，站址和线路的选择应重点解决站址和线路走廊的可行性问题，避免出现技术上的颠覆性因素。

因此，应该着重解决的是所选择的站址可以用，如果所选的站址不可以用，如基本农田保护区，或自然保护区、富矿区、文物保护区、矿山采空区等，那么其他一切条件再好也没有用。只有站址可以用，才能再来谈经济性和合理性；线路走廊能不能走得通，是采用架空还是地下电缆。在经济发达地区土地资源很珍贵，或牵涉城市的美观要求，或受保护区的限制，当采用架空线路走廊受限时能用电缆走线也是不错的，当然采用埋地电缆肯定比架空导线造价要贵很多，看起来不经济，但是如果用架空线路，拆迁量巨大，也是不经济的，同时影响工程进度，容易引起社会矛盾，这种现象在输电线路施工经过的地方并不鲜见。还有些地方架空线路根本通不过，当然只能用电缆。因此，要根据站址线路走廊的实际情况和有关要求逐项落实，切忌敷衍了事。现实工作中，由于做事马虎，有很多教训是深刻的，如某 500kV 配套 220kV 线路工程，由于调整 220kV 网络构架比较复杂，线路改接、交叉很多，线行保护区内拆迁没有弄清楚，在初步设计阶段经过测量做成拆迁分册后，再算出拆迁费竟然高达近 1 亿元，而实际在可研阶段估算费用只不过两三千万元。出现这样问题不仅是前期工作颠覆，而且影响了工程进度。

### 第二节 选址选线报告编制的基本要求

《广东电网公司 220kV 输变电工程选址选线工作内容深度规定》要求选址选线阶段应重点论证本工程建设必要性，在系统中的地位、作用，推荐最终建设规模，选择可行的站址和线路走廊避免后续工作中出现颠覆性因素。

选址选线报告主要由电力系统、站址方案的建站条件、规划路径方案、工程设想、工程主要技术经济比较及结论等部分内容组成，并可根据工程项目具体情况做相应增减。

选址选线报告文件应包括说明书，相关图纸和现场的照片资料等；设计文件齐全，图纸清晰、正确；对站址和线路方案应有综合的技术经济分析比较，文字说明应条理清晰，逻辑性强。



## 第三章 站址选择的基本条件

选择变电站站址时,应遵循国家 10~20 年的长远规划和 5~10 年的系统规划设计,搞清所选变电点的负荷分布、近期和远期在系统中的地位和作用、系统连接方式、电源潮流、负荷对象及供电要求等,搞清站址所处的自然社会状况。应尽量避免占用基本农田保护区,要与地方政府规划相协调,对交通运输、地形、地质、水文、占地、水源、排水、拆迁赔偿、环境保护等方面进行比较。

变电站除了本体投资外,尚有输电线路的工程投资。因此,站址选择是否合理,不但对当前供电和未来网络的发展带来影响,而且严重影响到线路的工程造价以及整个输配电的电能损耗。这就要求我们能在保证其他条件相同的情况下,考虑输配电线路的造价和能量损耗两个方面来建立目标函数,采用非线性规划方法,来寻求满足造价和能耗最小的最佳站址。

### 第一节 站址基本概况

#### 一、地理位置

- (1) 站址方案所在位置的省、市、县、乡镇、村落名称,经纬度。
- (2) 交通情况:站址附近公路、铁路、水路的现状以及与站址位置关系,进站道路的引接公路的名称、路况及等级。
- (3) 矿产资源:站址区域内地下矿产资源及开采情况,对站址安全稳定的影响。
- (4) 历史文物:文化遗址、地下文物、古墓等。
- (5) 邻近设施:站址附近军事设施、通信电台、飞机场、导航台、易燃易爆、精密仪器、风景旅游区等与变电站的相互影响。

#### 二、地形地貌(附照片)

- (1) 地理状况:站址的自然地形、地貌、海拔、自然高差、植被、农作物种类及分布情况。
- (2) 站址方案土地使用状况:目前土地性质,与城镇规划的关系及可利用的公共服务设施。避免占用基本农田保护区,对站址涉及的农用地情况应作详细说明。

### 第二节 水文气象

#### 一、基本要求

根据 DL/T 5158—2011《电力工程气象勘测技术规程》要求,变电工程一般分可行