

架空送电线路勘测

东北电力设计院勘测室編輯小組編著

中国工业出版社



本书是一本架空送电线路综合性勘测技术书籍，内容包括测量、水文、地质三部分。测量部分着重介绍复杂地区选线、特殊跨越和各项具体测量方法。考虑到有些地区水文资料不全，在水文部分内对于缺少水文资料时如何进行调查和估算作了叙述。地质方面则着重对不良地区的地质工作作了叙述。

本书是根据实际工作中的经验编写成的，内容以测量专业为重点。本书着重在工作方法和实际应用方面的介绍，而对理论探讨则叙述的较少。

本书可供电力建设勘测设计人员及工矿企业送电线路勘测设计人员参考。

架空送电线路勘测

东北电力设计院勘测室编辑小组编著

*

水利电力部办公厅图书编辑部编辑（北京阜外月坛南营房）

中国工业出版社出版（北京修门内路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{2}$ ·印张 $6 \frac{9}{16}$ ·插页4·字数171,000

1964年3月北京第一版·1964年3月北京第一次印刷

印数0001—5,265·定价(科六)1.10元

*

统一书号：15165·2839(水电-378)

序

架空送电线路勘测涉及到电气、测量、水文、地质等专业。实际勘测时，既要考虑设计施工要求，又要考虑长期的运行要求。它是一门综合性的科学技术。

本书就是按测量、水文、地质三个专业的次序编写的。由于编写的内容是着重于架空送电线路勘测对各专业的要求，所以各专业一般性的问题，除必要者外，尽量从略。测量在线路勘测中是主要的专业，有关线路勘测的总的问题都在测量部分中加以叙述。这一部分着重介绍复杂地区选线、特殊跨越和各项具体测量方法。由于改造旧线路在我国是一项较重要工作，而旧线路测量尚无专论，所以本书特专辟一章详细阐述。在水文部分中，考虑到有些地区水文资料不全，本书特别对于缺少水文资料时应如何进行调查和估算作了叙述。地质方面则着重对不良地区的地质工作作了叙述。为了便于实际应用，书内还叙述了勘测报告书的编写，并将各种有关实用参考资料列为附录。此外，为了使勘测人员对送电线路有所了解，以利勘测工作，特在绪论中简要地介绍了有关架空送电线路的一些基本知识。

本书仅适用于电压在 35~220 千伏的架空送电线路的勘测工作，对电压在 35 千伏以下的送电线路的勘测工作，则未涉及。

书中内容是根据编著者在架空送电线路勘测工作中的实际经验和体会写成的，但由于地区的限制以及经验的不足，只可供有关设计人员参考。此外，本书虽经一再修改才脱稿，但因知识有限，时间仓卒，错误之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编著者

一九六三年三月

目 录

序

緒論	1
第一章 初勘的測量工作	10
第一节 准备工作	10
第二节 路徑選擇的技术要求	15
第三节 測量的外业工作	31
第四节 初勘資料的整理	39
第二章 終勘的測量工作	41
第一节 工作內容及人員組織	41
第二节 定綫測量	43
第三节 設立标志	49
第四节 角度測量	53
第五节 距离測量	57
第六节 纵断面測量	72
第七节 边綫及横断面測量	79
第八节 交叉測量	80
第九节 联系測量	83
第十节 通訊干扰測量	91
第十一节 变电所进(出)綫測量	92
第十二节 內业資料的整理	93
第三章 旧綫測量	98
第一节 概述	98
第二节 各項測量工作	99
第三节 弛度測量	104
第四节 內业資料的整理	115
第四章 杆塔定位	116
第一节 原測量成果的檢查与驗收	116

第二节 杆塔位置的测定.....	117
第三节 施工基面测量.....	119
第五章 送电线路水文勘测.....	121
第一节 概述.....	121
第二节 洪水调查.....	121
第三节 其它水文调查.....	123
第四节 设计流量、水位和流速.....	126
第五节 送电线路在水库影响范围内通过时的水文勘测.....	138
第六节 气象勘测.....	138
第七节 报告书的编写.....	141
第六章 工程地质勘测.....	142
第一节 勘测任务和內容.....	142
第二节 簡易地区的勘测.....	146
第三节 山岳地区的勘测.....	147
第四节 跨越河流的勘测.....	152
第五节 不良地段的勘测.....	155
第六节 砂石材料調查.....	181
第七节 勘测資料的整理.....	183

附录

1. 綫路經過地区地形图.....	插頁
2. 影响范圍內通訊綫平面图.....	插頁
3. 变电所进(出)綫平面图.....	插頁
4. 拥挤地段平面图.....	插頁
5. 綫路纵断面图.....	插頁
6. 綫路纵断面分图.....	插頁
7. 綫路横断面分图.....	插頁
8. 交叉总表.....	187
9. 綫路交叉公路及铁路一覽表.....	188
10. 綫路交叉森林及綠化种植区一覽表.....	188
11. 綫路交叉資源一覽表.....	189
12. 綫路交叉地下构筑物一覽表.....	189
13. 轉角一覽表.....	190
14. 綫路交叉电力綫及通訊綫一覽表.....	190

15. 綫路接近建筑物調查表.....	191
16. 弛度成果表.....	192
17. 水文調查表.....	193
18. 皮尔逊第三型曲綫的离均系数 Φ 表 $0 < C_s < 3$	194
19. 皮尔逊第三型曲綫的离均系数 Φ 表 $C_s > 3$	196
20. 当 $C_s = 2C_v$ 时第三型頻率曲綫的 K_p 值表.....	197
21. 当 $C_s = 3C_v$ 时第三型頻率曲綫的 K_p 值表.....	198
22. 当 $C_s = 4C_v$ 时第三型頻率曲綫的 K_p 值表.....	199
23. 克里茨基与門凱里頻率曲綫的 K_p 值表.....	200
参考文献.....	203

緒 論

送電綫路的任務是把電能輸送到消耗電能最大的工業中心、各重要企業或大城市，以及轉供農村用電的各變電所。許多送電綫路是電力網聯絡各個發電廠並使之並列運行的橋梁，是電力網的重要組成部分。

我國在解放前1938年就有了220千伏送電綫路。但這些送電綫路，是當時帝國主義進行經濟掠奪的工具。

解放後，我國送電技術才走上了一個嶄新的階段。1954年，全部由我國自己勘測設計和施工的第一條長約400公里、電壓為220千伏的高壓架空送電綫路提前建成。在第一個和第二個五年計劃期間，大規模的送電綫路的建設工作在全國各地展開。同時，我國的送電技術也在迅速地提高。

送電綫路勘測是工程勘測中的一種專門勘測，它的主要特點是：綜合協作性強、業務牽涉面大、技術專業面廣、協議對象多、勘測條件艱苦、行政組織工作極其重要等。

由於選綫和杆塔布置的要求，勘測方面的測量、地質、水文氣象、化驗、物探等專業人員及設計方面的電氣、土建、通訊、施工組織等專業人員，都必須自始至終或不同程度的參加初、終勘及內外業工作。為了考慮施工方便及運行安全，施工、運行人員也要參加選綫。因此，綫路勘測工作要由十幾種專業共同配合進行。

為了判定一處大河跨越地點的沖刷程度，選擇一個好的跨河方案，往往需要水文、地質、土建、電氣等方面各從本專業的技術特點提出意見，並經全面的技術經濟比較後，才能最後確定。

與綫路有關的軍事、交通、航運、郵電、農林、水利、工礦企業、城市建築等部門都要分別取得協議，因此，勘測者不僅要精通本專業，而且還要了解其他各部門的特殊要求與國家政策。

例如綫路通过林区，有时需砍出一条通道，这就必須遵守有关的砍树規定和相应的国家制度。所以，勘测人員既要懂得有关的国家政策，在实际勘测中还要有全面观点，工作要細致，手續要齐全。

送电綫路的架空导綫上带有强大的电流，由电磁感应形成的无形影响带很寬，因此送电綫路勘测比公路甚至比鉄路勘测所牵涉的面还广，对接近或交叉的要求也更严格。从地基来說，塔基的选择裕度較大，似乎比鉄路、公路的步步前进来得簡單，然而綫路杆塔的受力情况比較复杂，局部的勘测要求比較深入，一般的測繪比例比較大。

一、送电綫路的一般常識

1. 送电綫路的分类与等級

送电綫路分架空綫路和电纜綫路两种。与电纜綫路相比，架空綫路造价較低，并且易于发现事故及檢修，所以长距离送电都采用架空綫路。只有在城市、工矿企业区架設架空綫路有困难时，才敷設电纜。本书仅討論架空綫路。

架空送电綫路的等級是根据綫路电压和电力用戶的等級而划分的(表0-1)。

表 0-1

架空电力綫路的等級	架空电力綫路規格	
	額定电压(千伏)	电力用戶的級別
I	110以上	所有等級
	35~110	一級和二級
II	35~110	三 級
	1~20	所有等級

电力用戶等級:

第一級 如停止供电时，能造成下列严重后果：危及生命，

給国民經济带来重大損失，损坏設備，使大量产品報廢，打乱复杂的生产过程，以及市政生活中要害部門发生混乱；

第二級 如停止供电时，将造成大量減产，工人及机械設備停止工作，工业企业内部运输停頓，以及城市中大量居民的正常活动受到影响；

第三級 凡不属于第一級及第二級的所有其他用电設備（如非系列生产的車間及輔助車間，小城鎮等）。

2. 送电綫路的主要設備

送电綫路主要由导綫、絕緣子和杆塔三部分組成，如图 0-1 所示。

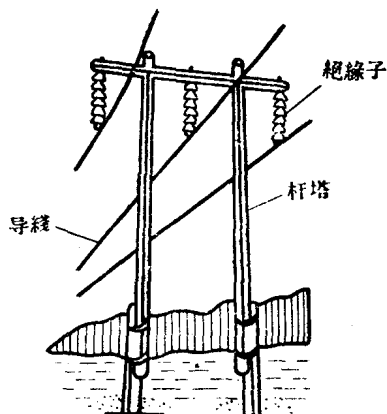


图 0-1

(1) 导綫 导綫担任輸送电能的任务。导綫除应有良好的导电率外，尚須有足够的机械强度和抵抗空气中化学杂质腐蝕的能力。

导綫分銅綫、鋁綫、鋼綫及鋼心鋁綫等。各种导綫的物理性能比較如表 0-2 所示。

表 0-2

材料特性	計量单位	銅 綫	鋁 綫	鋼心鋁綫	鋼 綫
比重(γ)	克/厘米 ³	8.9	2.7	3.75	7.8
20°C 时之电阻率(ρ)	微欧·厘米	1.79	2.95	3.69	13.3
20°C 时之电导率(λ)	千西門/厘米	560	340	271	75
暂时抗力(σ)	公斤/毫米 ²	39	16	31	54~63

从表 0-2 中可以看出，銅綫的电导率最好。銅的机械强度仅次于鋼綫，但鋼綫的电导率最小，所以鋼綫是最优的导綫材料。鋼綫所以在送电綫路方面沒有被广泛采用，是因为銅是有色金

属，产量较少，同时某些国民经济部门必须用铜，无法用其他材料来代替。

铜心铝线的电导率虽然较差，但机械强度较好，且价格低廉，故在35~220千伏送电线路中多采用铜心铝线。

(2) 绝缘子 绝缘子是将导线绝缘地联结在杆塔上的物件。一般有针式绝缘子和悬式绝缘子串两种，如图0-2、图0-3所示。

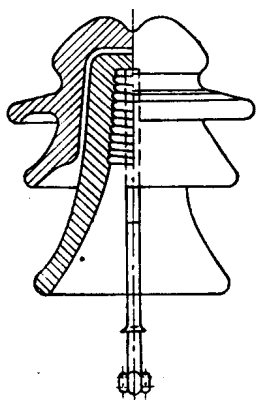


图 0-2

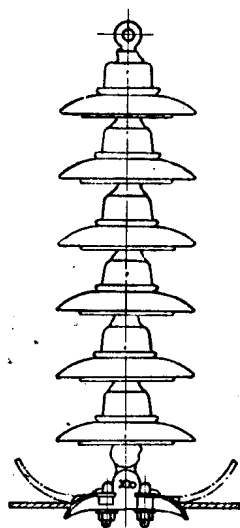


图 0-3

(3) 杆塔 杆塔担负支持导线的任务。

按结构材料分有：铁塔、木杆及钢筋混凝土杆。

按导线排列型式分有：水平、垂直、三角、上字型、伞型、倒伞型等。

按用途分有：

直线杆塔 在线路正常运行时，直线杆塔不承受顺着线路方向的拉力（因相邻两档中的导线拉力相同），只承受垂直荷重（导线、绝缘子及杆塔本身的重量）和水平荷重（风对导线及杆塔水平方向作用的力）。直线杆塔（图0-4）是在线路中应用最多的杆塔。

耐张杆塔 它是在许多连续直线杆塔两端放置的杆塔，结构坚固，能够在两根导线折断时承受沿导线方向的不平衡拉力。当

直線杆塔倒塌時，它能限制住線路的損壞範圍。通常每10公里的直線中至少要有一個耐張杆塔。其結構如圖0-5所示。

轉角杆塔 用於線路的轉角處，它必須承受由相鄰兩檔距導線拉力所產生合力的影響，其橫担是在合力的方向線上。

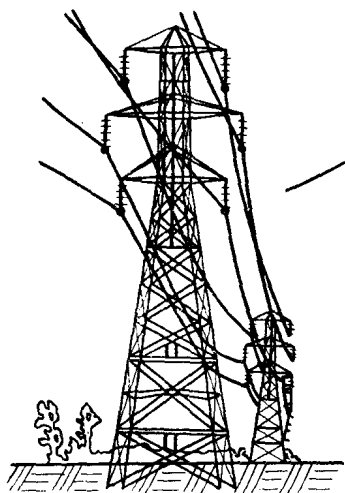


圖 0-4

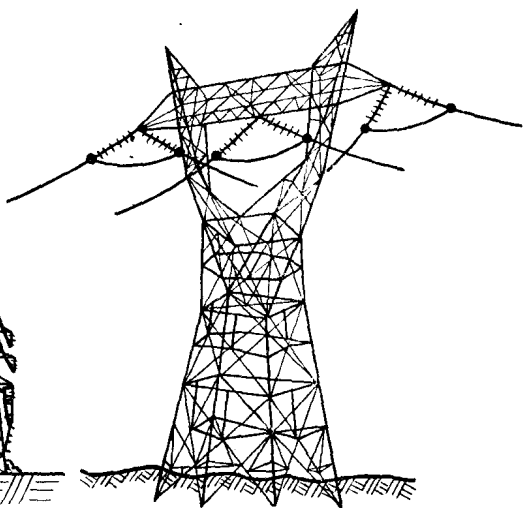


圖 0-5

終端杆塔 當線路進(出)變電所時，靠近變電架構的第一個杆塔稱為終端杆塔。為了保證不因線路倒塔事故而影響變電所的正常運行，故終端杆塔須能承受線路上導線單向的拉力。該種杆塔是線路中最堅固的杆塔。

换位杆塔 在長距離送電中，為了減少線路中的不平衡電流和對通訊線干擾的影響，線路的導線排列位置應進行换位。在换位地點應設立换位杆塔。

3. 送電線路的各種檔距 送電線路杆塔之間的距離稱為檔距。

(1) 標準檔距 它是經過技術經濟比較後，得出的最經濟的檔距。在設計中均以此檔距排定杆位。

(2) 水平檔距 它是兩相鄰杆塔檔距的平均值。計算杆塔的

水平荷重时，需用这种档距。图 0-6 中 A 塔的水平档距公式为：

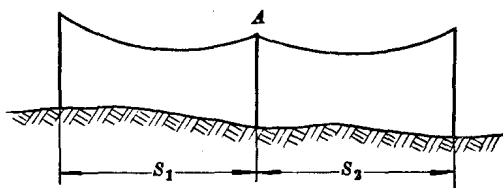


图 0-6

$$S_H = \frac{1}{2} (S_1 + S_2). \quad (0-1)$$

(3) 垂直档距 它是两相邻档距中导线最低点的水平距离。计算杆塔的垂直荷重时，需用这种档距。图 0-7 中 A 塔的垂直档距计算公式为：

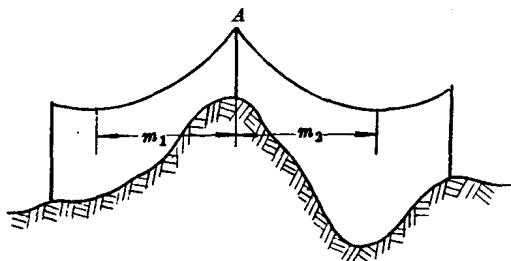


图 0-7

$$S_V = m_1 + m_2. \quad (0-2)$$

(4) 耐张段 两非直线塔间的线段称为耐张段。它除了累计线路长度外，还用于计算代表档距。图 0-8 中 A 塔至 B 塔间的耐

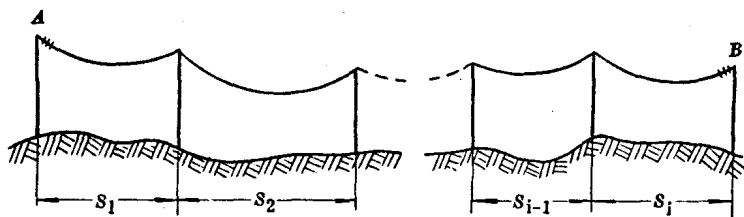


图 0-8

張段計算公式为：

$$S_z = \sum_{n=1}^i S_n. \quad (0-3)$$

(5) 代表档距 在一个耐張段中，导綫的应力是随着一个理想的档距而变化的，这个档距称为这个耐張段的代表档距。計算該耐張段的导綫应力时，需用这种档距。图 0-8 的代表档距的計算公式为：

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^i S_n^3}{\sum_{n=1}^i S_n}}. \quad (0-4)$$

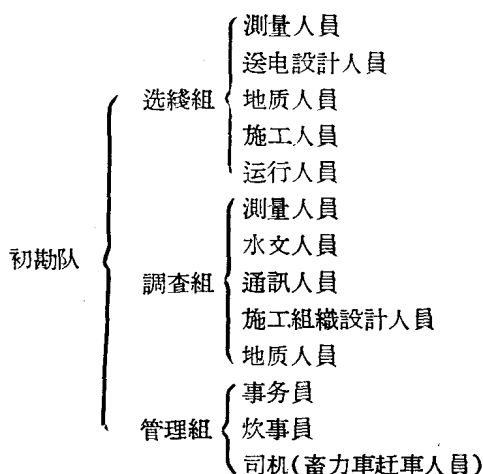
(6) 临界档距 导綫的最大应力可能产生在最大荷重，也可能产生在最低温度。当档距很小时則温度的影响很大，其最大应力将出现在最低温度。如档距很大，則荷重的影响較大，而最大应力将出现在最大荷重。若档距等于某一适当值时，則最大荷重的应力与最低温度时的应力恰好相等，此档距就称为临界档距。

(7) 最大允許档距 最大档距的极限值不仅取决于杆塔的設計条件，同时还受綫間距离的控制，即在一定的綫間距离条件下，档距达到某一数值，当导綫摆动时，在导綫的最低点能发生閃絡。故由綫間距离控制的最大档距称为最大的允許档距，它是定位中所采用的最大档距。

二、勘测程序及組織分工

新建送电綫路的勘测分为初勘和終勘两个阶段。初勘的任务是根据室内所选的路徑方案作实地調查，从而选取最合理的路徑方案，并为初步設計提供必要的勘测資料和数据。終勘的任务是根据初步設計所批准的路徑方案，作詳細勘测，为技术設計和繪制施工图阶段提供必須的勘测資料和数据。

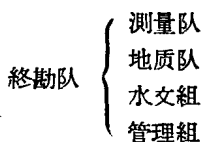
在勘测过程中，为了便于統一領導，密切协作配合，一般采用綜合队的形式进行工作，其組織系統如下：



选綫組 根据室内所选的路徑方案，經過实地选择，确定初勘的路徑位置。

調查組 負責沿綫洪水冲刷、交通道路、影响范围内通訊綫及不良地质地段的調查。

管理組 負責勘测人員食宿、运输、供应等事务。



各队組的人員組成和工作任务，分別在以后各章节中詳述。

綫路勘测工作，由于測量专业的工作量大，牽涉面广，故多由測量人員担任綜合队队长。

初、終勘外业工作完成后，均应編制附有图表資料的綜合勘测报告書。初勘报告書应包括下列五章：

第一章 总篇 内容包括参加勘测工作的单位及人員組織、进行工作的依据和目的、完成的工作量和工作日期、綫路名称、位置及經過地区的特点；

第二章 測量工作 内容包括已进行工作的簡述、各路徑方案說明；

第三章 地质工作 内容包括沿綫自然地理、地貌、地质构造、物理地质現象、各方案水文地质、工程地质条件、砂石材料等；

第四章 水文工作 内容包括水文調查、設計流量、水位、流量計算、气象資料情况等；

第五章 推荐采用方案的詳細說明 根据各专业勘测結果对所有方案进行綜合比較。从各方案的长度、轉角数、協議完成情况、沿綫地形地质、洪水淹沒范围、交通运输、交叉跨越数量、砍伐树木、拆迁建筑物数量、不良地质地段情况、特殊跨越特殊設計地点进行統一比較得出結論，提出推荐方案。

測量、地质、水文气象工作詳細內容見各专业有关章节。

終勘时报告書內容一般包括下列四章：

第一章 总篇

第二章 測量工作

(1) 工作地区簡單特性

(2) 工作叙述

第三章 地质工作

第四章 水文气象的补充工作

“总篇”应說明进行勘测机关的名称、工作依据、勘测目的、勘测工作的技术依据、初勘由何人何时完成、在終勘时对初勘路綫有何变动、勘测队的組成、实际完成工作量及工作日期等。

“測量工作”、“地质工作”、“水文气象的补充工作”見各有关章节。

第一章 初勘的測量工作

第一节 准备工作

初勘准备工作，是一项综合性的而且也是很复杂的调查研究工作，它包括搜集与线路有关的电力系统、地形、地质、水文气象、通讯等各种档案资料，签订沿线原则协议，对线路的特殊地段作重点踏勘及室内选线等工作。往往因准备工作作的不足，掌握资料不全，以致使室内选线质量不高，引起初勘外业工作的返工浪费，所以对准备工作必须认真对待。

一、室内选线

室内选线应在比例尺适宜的地形图上进行。地形图比例尺的选择是根据线路长短及沿线地区复杂情况而定。为了便于选线，一般采用比例尺为1:100000或1:50000的地形图。当线路通过较大的居民区或拥挤地段时，则应取得更大比例尺的地形图，如线路长度超过200公里时，应增加比例尺为1:200000的地形图。

室内选线应由勘测与线路设计人员共同进行。地形图上应绘出：路径起迄点、中间引下点、城市规划及厂矿的发展界线、军事设施影响范围、铁路、公路、水库及较大的河流最高洪水时的淹没范围、森林边界、不良地质地段的边界以及沿线主要的送电线路和通讯线路等。

室内选线时，先将起迄点标在图上，连成一直线（即航空直线）并量取其长度，以作为路径的最短准线。同时，在图上应绘出一切可能的方案，然后逐一的加以研究、比较，并逐渐淘汰。室内选线要考虑到电力系统的远景规划，在技术上可能、经济上合理的条件下，尽量选择施工、运行方便、路径最短、转角及交叉跨越最少的方案。

在室內选綫时，建議最好采用針綫法，即將地形圖放置在平整的圖板上，先于起迄点分別插上一根針，用細綫繩連成一直綫，然後將一切可能的路徑方案的每一個轉角点，全部插上針，再沿着每一方案轉角点用不同顏色的細綫繩連結起來，形成數条路徑方案。在比較過程中，對需要改綫的路徑，只要移動一下轉角点上的針即可。這種方法的主要优点是操作方便，觀看明显，因此几年来在实际工作中已被广泛采用。

室內选綫时，由于未能全面掌握影响綫路建設的資料，同时还沒有与有关单位进行路徑協議以及缺少对特殊地段的实地調查，所以选的方案只能作为初步的路徑方案。

二、路徑協議及搜集資料

路徑協議及搜集資料，是初勘准备工作中最重要的部分，此項工作完成的好坏，直接影响到綫路方案的能否成立。選擇路徑是以經濟、安全、施工和維護方便的条件为原則的，而室內所选的理想路徑，往往与有关部门的設施(如矿井、农业建設、机場、电台、水庫等)及其规划发生冲突；为了避让上述設施，势必增加路徑的长度与轉角，如果路徑增长，則直接增加工程投資，如不避让，則影响其他有关部门的发展及降低綫路运行安全，因此協議及搜集資料工作必須派有經驗的人員进行。路徑協議工作是由協議人員持一張繪有各路徑方案的綫路經過圖，到有关单位去征求意见，并繪出沿綫影响綫路走向的各种障碍物的位置及其影响范围。为了保証互不影响，原則上綫路应尽量避免各种障碍物，特别是軍事設施及国家重点工矿企业所属的主要建筑物。但是，如果避开上述障碍物会增加大量綫路投資时，則協議人員必須进一步了解協議对方的情况，并从国家整体利益出发，共同研究，然後做出方案比較。必要时双方应到現場进行实地踏勘，通过协商达成協議。協議形式可以在地形圖上簽注、写成會議記錄或互相交換函件。但無論何種形式，均應注明有关机关对拟建送電綫路走向的具体意見，并加蓋机关公章，記載協議日期等。