



长途架空线路工程

叶 曾 駿 編 著

人民邮电出版社

內 容 提 要

本書結合邮电部新頒布的長途綫路建筑規範，对長途架空通信綫路的查勘、設計、施工作了比較全面而詳細的講述。在編寫方法上尽量避免高深的数学公式，力圖以深入淺出的方法來解釋長途架空綫路設計和建筑上的一些理論問題，以期讀者閱后能有一清晰的物理概念。在引用的規格數據上尽量結合邮电部新頒布的規範，以期对讀者有实用价值。

本書可作中技学校的主要參考書和从事長途架空綫路技術人員的自修讀物。

長 途 架 空 綫 路 工 程

編著者：	叶	曾	駿				
出版者：	人	民	郵	電	出	版	社
	北京東四區6條胡同13號						
印刷者：	人	民	郵	電	出	版	社
	南京太平路戶部街15號						
發行者：	新	華	書	店			

1957年9月南京第一版第一次印刷1—1,771冊

850×1138 1/32 210頁印張 $13\frac{4}{32}$ 印刷字數310千字定價(10)2.20元

★北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八號★

統一書號：15045·總645-有113

序 言

在我們的國家即將勝利地提前完成發展國民經濟的第一個五年計劃的時候，全國範圍內掀起了農業、手工業和資本主義工商業的規模壯闊的社會主義改造的高潮，而且已經取得了全面的決定性的勝利。這些巨大的根本的變化，將很快地改變我國經濟文化落後的面貌，正如我們偉大的領袖毛主席所指出的：“我們正在做我們的前人從來沒有做過的極其光榮偉大的事業”。

在第二個五年計劃期間，隨着工農業生產的發展，基本建設規模的擴大，內地和邊遠地區的開發和建設，就需要大大地增加我國通信能力，要求相應地進行全國郵電通信網的建設。

長途通信綫路設備是郵電通信建設投資最多的，因此如何更好地、更經濟地建設我國長途通信綫路，是我們長途綫路工作人員的一項重要任務。

不可否認，由於我國過去曾經長期受到帝國主義的侵略和封建勢力的壓迫，我們科學文化得不到應有的發展。解放後的幾年來，雖然在各方面都有了顯著的進步和取得了偉大的成就，但科學技術水平還是遠遠地落在世界先進水平的後面，需要我們迎頭趕上。以長途綫路來講，擺在我們面前的首要任務是對現有的通信綫路進行技術改造，並逐步採用電纜。因此如何充分利用已有的架空明綫設備，發揮它們的潛在力量來安裝高頻率的多路載波，並且把這種架空明綫擴建到更遠的邊疆上去，也是我們當前長途綫路技術改造的主要內容之一。

為了達到這一目的，我們必須對現有綫路設備的設計和建築方

法進行一系列的必要的改革。旧的电信规范將不再适合于这样的要求，而將以新的规范來代替。这个规范是邮电部吸收了苏联的先進經驗并結合我國的具体条件訂定的。这对我們多年來从事于長途綫路建設和維護的工程技術人員，以及綫務員來講，是一个新的課題。

在本書中，我們占用了較多的篇幅來闡述关于高頻多路載波的架空綫路在建筑上的要求，并且試圖以深入淺出的方法來解釋綫路設計和建筑上的一些理論問題，尽量避免繁复的数学公式。在敘述上采取了理論和实际相結合的办法，使讀者們能够建立起一个比較清晰的物理概念，以作學習和推行新的長途綫路建筑规范的参考。对于第三等綫路，即縣內電話綫路的建筑規格，本書虽然因为它不屬於長途綫路而沒有專門加以介紹，但在理論上是可以和長途綫路共通的。縣內電話綫路建筑中的理論問題，也可以从本書得到一部分解釋。

作者在寫這本書的時候，热烈地期望它能够对从事建設和維護長途綫路的初、中級技術工程人員和部分綫務員同志們，以及电信技术学校的学生們有一些帮助，但是由于作者本身在長途綫路方面的理論水平和工作經驗都很差，時間又比較匆促，錯誤的地方一定不少，希望讀者們随时指出，以便進一步修正。

本書在編寫期間，承蒙楊家本工程師、高宝樵工程師提出不少寶貴意見，作者謹致以衷心的感謝。

作 者

1957年3月

目 錄

序 言

第一章 長途架空綫路的等級类型和發展远景

- 第 一 節 長途架空綫路的作用和等級…………… (1)
- 第 二 節 划分綫路类型的气象条件和冰凌霜凌形成的原因 (4)
- 第 三 節 我國長途綫路建設的展望…………… (9)

第二章 怎样決定長途通信綫路的路由

- 第 四 節 選擇路由的基本条件…………… (12)
- 第 五 節 路由和城市的关系…………… (16)
- 第 六 節 跨越河流地点的選擇…………… (18)
- 第 七 節 在有强电流綫路及有綫广播綫平行接近时的查勘
方法…………… (22)
- 第 八 節 增音站和終端站附近路由的選擇…………… (26)
- 第 九 節 路綫的最后決定…………… (28)
- 第 十 節 必須重視联系和協議工作…………… (32)
- 第 十一 節 怎样收集資料…………… (35)

第三章 怎样決定电桿的具体位置

- 第 十二 節 測量是根据初測所定路綫進行的…………… (38)
- 第 十三 節 桿位的選擇…………… (40)
- 第 十四 節 測定一般桿位的方法…………… (43)
- 第 十五 節 角深的意义和測定角桿位置的方法…………… (47)
- 第 十六 節 拉綫位置的測定…………… (51)
- 第 十七 節 坡度变更和高度的測量…………… (54)
- 第 十八 節 飛綫两岸桿位高度差別以及飛綫桿檔長度的測量 (58)

第十九節 長途綫路測量的仪器化	(63)
-----------------	--------

第四章 桿路的一般建筑

第二十節 木桿的供应和運輸	(68)
第二十一節 为什么要規定七种桿面型式和怎样來選用这些型式	(72)
第二十二節 怎样決定电桿的高度	(79)
第二十三節 怎样決定中間桿的根徑和梢徑	(81)
第二十四節 电桿的接高	(87)
第二十五節 桿洞深度的決定和挖掘方法	(92)
第二十六節 木桿的防腐	(101)
第二十七節 用循环立桿法建立电桿	(106)
第二十八節 电桿的編号	(114)
第二十九節 立桿工作的机械化和新工具的运用	(118)

第五章 电桿的加固和複式电桿的結構

第三十節 对电桿受到不平衡力量的概念	(122)
第三十一節 怎样決定拉綫的大小程式	(125)
第三十二節 拉綫在电桿上裝設的位置和固連方法	(131)
第三十三節 拉綫地錨的埋設以及和拉綫上部的連接	(137)
第三十四節 撑木的应用範圍和裝設方法	(143)
第三十五節 用固根橫木和其他方法來加固及保护电桿	(148)
第三十六節 抗風桿和防凌桿的設置	(152)
第三十七節 几种特殊形式和專門用途的电桿	(157)

第六章 架空明綫的一般桿上裝置

第三十八節 一般桿上裝置的主要器材規格和应用範圍	(164)
第三十九節 綫担裝在桿上的面向和位置	(173)
第四十節 对裝配綫担的技术要求	(176)
第四十一節 有关裝設弯螺綫的規定	(181)
第四十二節 分綫及直角轉弯的桿上裝置	(184)

第七章 通信導綫的架設

第四十三節	对通信導綫的技术要求·····	(187)
第四十四節	几种常用導綫材料的物理性質和導綫的应用范围	(191)
第四十五節	導綫上的單位負荷·····	(194)
第四十六節	導綫的安裝垂度是怎样訂出來的·····	(197)
第四十七節	放綫方法和应该特別注意的事項·····	(204)
第四十八節	緊綫和調整垂度·····	(209)
第四十九節	接續導綫的方法和步驟·····	(217)
第五十節	怎样做交叉·····	(222)
第五十一節	不同情况繫縛綫条的方法和应用的材料·····	(227)

第八章 各种跨越裝置的設計和建筑

第五十二節	对跨越裝置的概念·····	(233)
第五十三節	長桿樁以及跨越铁路、电气铁路及电車饋电綫的 桿綫裝置·····	(236)
第五十四節	沿桥梁上挂設明綫·····	(242)
第五十五節	飛綫跨越裝置的特徵和高度的配置·····	(246)
第五十六節	飛綫跨越桿的接續及其結構型式·····	(251)
第五十七節	怎样裝配和建立飛綫跨越桿·····	(258)
第五十八節	飛綫終端桿的結構型式·····	(264)
第五十九節	怎样決定飛綫檔的安裝垂度·····	(267)
第六十節	飛綫終端桿和跨越桿的桿上裝置，設有空中交叉 的飛綫敷設方法·····	(271)

第九章 長途綫路的引入裝置以及使明綫和电纜阻抗配合的方法

第六十一節	用明綫引入裝置三路以下載波回路和音頻回路···	(278)
第六十二節	十二路載波回路引入增音站的特殊要求和防止串 音的设备·····	(281)

- 第六十三節 長途進局電纜的程式及其特性…………… (284)
- 第六十四節 使電纜波阻抗與明綫及機械波阻抗配合的辦法… (289)
- 第六十五節 電纜桿上的引入裝置…………… (291)

第十章 電話回路的串音影響和交叉的施行

- 第六十六節 各種回路間串音影響的概念…………… (296)
- 第六十七節 回路的位置和串音衰耗的關係…………… (300)
- 第六十八節 為什麼施行交叉能夠減小串音…………… (305)
- 第六十九節 交叉區、交叉間隔和代表交叉排列方式的符號… (308)
- 第七十節 互相防衛指數與交叉效果的關係以及吸收現象的產生…………… (314)
- 第七十一節 載波回路的遠端防衛度和遠端串音的來源…………… (320)
- 第七十二節 施行蘇式交叉時交叉區的劃分方法和交叉間隔長度偏差的限度…………… (324)
- 第七十三節 增音站兩側綫路相互間以及和其他綫路的平行隔距是怎樣決定的…………… (330)
- 第七十四節 分區桿交叉和分綫點位置問題…………… (335)
- 第七十五節 有綫廣播的干擾問題…………… (341)

第十一章 強電流綫路和雷電對通信綫路的危害和干擾影響及其防護方法

- 第七十六節 強電流綫路對通信綫路感應影響的基本概念…………… (346)
- 第七十七節 危害影響的計算和防護…………… (351)
- 第七十八節 減低強電流綫路干擾影響的方法…………… (359)
- 第七十九節 防止強電流綫路與通信綫路的直接接觸…………… (363)
- 第八十節 雷電襲擊和避雷綫的作用…………… (367)
- 第八十一節 保護電纜和機械的設備…………… (373)
- 第八十二節 怎樣安裝合乎需要的接地裝置…………… (378)

第十二章 怎样編制長途綫路的設計文件

第八十三節 設計階段和对設計的要求…………… (383)

第八十四節 設計任务書的內容是什么…………… (386)

第八十五節 怎样編制初步設計和工程概算…………… (388)

第八十六節 怎样編制技术設計和工程預算…………… (392)

第八十七節 施工圖的編制和定型圖紙的采用…………… (396)

附錄一 電信綫路电桿和導綫与沿綫道路及建筑物等的規

、定隔距…………… (399)

附錄二甲 土壤的分类…………… (401)

乙 長途桿綫施工中遇到的地質分类…………… (402)

附錄三 苏式交叉指数圖…………… (403)

附錄四 88式交叉指数圖…………… (408)

附錄五 T₁式交叉指数圖…………… (410)

附錄六 通信綫路和有綫广播綫路間的平行隔距…………… (410)

第一章 長途架空綫路的等級

类型和發展远景

第一節 長途架空綫路的作用和等級

組成長途有綫电气通信設備的，主要有兩大部分：一部分是机械設備；另一部分是綫路設備。机械設備的程式是根据通信的种类、用途、規模和性能要求而区分的。它們种类虽多，但有一点却是共同的，那就是它們都安裝在室內，它們只是安裝在使用通信的某一点上。而將这些通信据点連接起來組成一个通信网的，則是綫路設備。綫路設備也包括很多种。一般講來，可以分为明綫和電纜兩大类，它們的共同点是都安裝在室外。

明綫綫路的導綫，一条一条地分隔着架掛在电桿上。任何人可以看得到和数得清。電纜綫路的導綫則是用各种材料絕緣起來，扭絞成为一束，安放在鉛皮制成的外套里面，在表面看起來好象是一条粗粗的鉛綫。電纜的敷設方法比較多：有时將它用鋼絞綫吊掛在电桿上，有时將它直接埋在地下或是放設在預先做好的地下管道中，有时將它埋沉在水底。由于它里面的導綫是互相絕緣并与外面鉛皮絕緣，所以它可以敷設到任何需要敷設的地点，而不象架空明綫那样容易受到环境的限制和气候的影响，特别是由于它的導綫不象架空導綫那样必須条条分开，占的地位也很小，而通信容量却很大，所以非常适宜于城市的条件。所以除了市内電話少不了用它以外，長途架空明綫進入市内和穿越河流及其它障礙时也常須采用它。在通信容量發展到一定程度的長途干綫上，也以采用長途对称電纜或同軸電纜（也叫同心電纜）較為适宜和可靠。但電纜的建設

費用却比架空明綫貴得多，在通信容量不很大的城市間使用電纜是不太經濟的。到目前為止，架空明綫綫路仍有它不可動搖的地位，仍是世界各國長途通信比較普遍的設備，而這在現階段的中國，尤其有現實的意義。本書所要詳細介紹的就是長途架空明綫綫路的各項問題，并簡單提到架空明綫綫路中應用進局電纜和介入電纜的一般問題，關於長途電纜方面，不在本書詳細申述。

長途綫路是為了連接城市與城市間相互通信而架設的。因此，這條綫路是否重要，也就隨着它所溝通的城市是否重要而決定。按照我國現行規定，長途架空綫路分為三等：

一等綫路——首都至各省省會、自治區首府、中央直轄市，以及各省省會、自治區首府、中央直轄市相互間通信的綫路。此外還包括首都至各重要工礦城市、海港具有直達電路的綫路，及由首都通達國外的國際綫。簡稱長途干綫。

二等綫路——各省省會或自治區首府至各縣及各縣相互間通信的綫路，也就是省內綫。

三等綫路——縣內電話綫路（包括至農業機械站、集體農莊的綫路）。

在這些綫路里夾接的水底電纜、介入電纜和進局電纜的等級，與它所屬綫路的等級相同。

同時具備兩種等級的綫路則按較高的等級計算，例如某一條桿路上既架有省會到縣的回路，又架有省會到首都的回路，則應該作為一等綫路。相反的，如果某兩縣之間的綫路是中途開口引入區、鄉的，那末這條綫路的服務對象，主要是為了縣以下的通信，雖然也可以經由中間引入的區、鄉開放直達，但它只是三等綫路，這一類綫路是非常多的。

圖1—1是表示綫路劃分等級的簡單情況。

至于不从首都直接通达國外的國際綫路、國防綫路或附掛有國際、國防通信用的綫路以及遙控、聯絡綫等，都按照它的重要性和永久性來决定它們的等級。

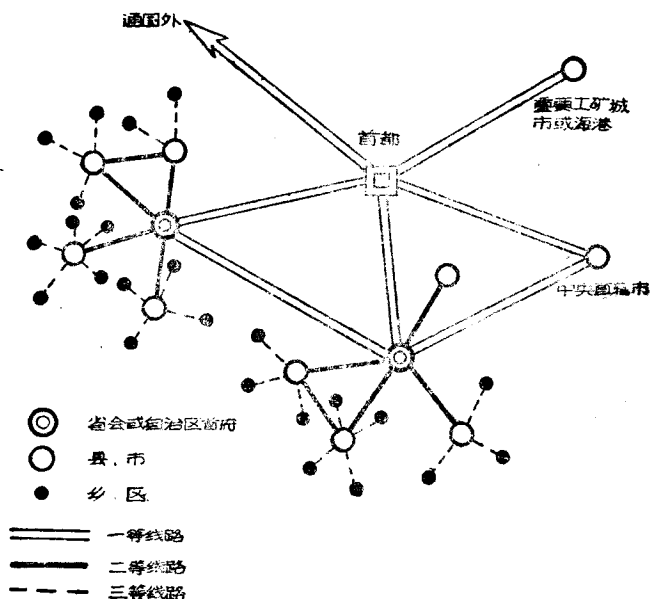


圖 1—1 長途綫路的等級

为了合理地使用建設資金，保証重要城市間的通信，我們对于第一、二等綫路在桿路建筑上要比第三等綫路的标准高得多。所以在建筑规范上，第一、二等綫路是一套，而第三等綫路則另有一套規定。所謂長途綫路是指第一等和第二等綫路而言的。

第一等和第二等綫路的建筑規格，一般講來是一致的。只在某些規定上，如与电力綫路交越角度等等稍有不同，但在維護上則是对第一等綫路更要加强些。

第二節 划分綫路类型的气象条件和冰凌霜凌形成的原因

在同一級綫路架設在不同的地区时，由于自然条件的不同，在建筑上还必须采用不同的規格，才能保証安全穩固和經濟合理。为了达到这个目的，我們假定了某些自然气候条件作为計算綫路强度的标准，根据强度的要求，把綫路建筑規格分为若干类型。計算的标准，世界各國并不完全相同。現在我國采用的标准是和苏联一致的，如表 1—1 所示。

綫路类型的計算标准

表 1-1

气象情况	輕便型	普通型	加强型	特强型
冰壁的等效厚度 (公厘)	5	10	15	20
霜凌厚度(公厘)	20	20		
風速(公尺/秒)				
導綫上无冰霜时	25	25	25	25
導綫上有冰霜时	15	15	15	15
溫度攝氏+40°及-40°时	0	0	0	0
空气溫度(攝氏度数)				
在结冰霜时	-5	-5	-5	-5
最高	+40	+40	+40	+40
最低	-40	-40	-40	-40

附註：在計算时，冰的比重取为0.9，霜的比重取为0.1。

我們把适合采用輕便型綫路的地区叫作輕負荷区，采用普通型綫路的地区叫作中負荷区，采用加强型綫路的地区叫作重負荷区，采用特强型綫路的地区叫作超重負荷区。

風对綫路影响的大小表現于風速的大小。風速大到一定程度时就要發生破坏作用。通常采用区分風速等級的方法是十二級風标制。十二級風标制的各級風标征象如表 1—2 所示。當我們看到那

一种征象出現时，就可以知道属于那一級風，它的速度大概是多少。

十二級風標制的各級風速和征象

表 1-2

風級	風 的 名 称	風 速 (公尺/秒)	發 生 的 征 象
0	无 風	0.5	烟垂直上升。水面非常平靜。
1	軟 風	0.6—1.7	烟略向上偏移。水面平靜。
2	輕 風	1.8—3.3	風剛可覺得。
3	微 風	3.4—5.2	樹叶微动。水有微波。
4	和 風	5.3—7.4	樹叶动。水波均匀，有时有白浪。
5	清 勁 風	7.5—9.8	樹干动。海面到处是白浪。
6	强 風	9.9—12.4	樹弯曲。水花自浪头溅出。
7	疾 風	12.5—15.2	樹弯曲得很利害。波浪起伏較大，大浪之間有 冒白沫的小浪，浪头被風吹破。
8	大 風	15.3—18.2	折斷細小樹枝。人不能頂風說話。逆風行走时 必須弯腰。海上起大浪。
9	烈 風	18.3—21.5	大樹也弯曲。海上浪濤非常大。
10	狂 風	21.6—25.1	折斷樹木。
11	暴 風	25.2—29.0	吹掉屋頂。
12	颶 風	29 以上	造成大破坏

按我國各地区的風速情况，最大風速一般是9級或10級，只有少数地区是在11級以上的。但由于太平洋中常發生特有的台風，它的中心風速达到每秒鐘五、六十公尺，远远地超过經常可能遇到的颶風速度。如果台風中心着陸，那將造成極其嚴重的破坏，就是台風的邊緣風速也很大。因此，在东南沿海以及台灣等常受台風威脅的地区，对綫路的建筑类型，應該根据具体情况加以充分的考慮。

導綫上冻结的現象，主要可以区分为两种，我們通常叫作冰凌（即气象部門称为雨淞的）和霜凌（即气象部門称为霧淞的）。这两种冻结的現象，除了使導綫上單位負荷增大以外，还会使綫路的傳輸受到很大的影响，使信号減低，雜音加大。

由于形成的过程和条件不同，冰凌和霜凌在形狀上是有顯著区別的。純粹的冰凌是个象玻璃似的透明体，和我們常見到的普通冰那样，这种冰凌的密度最大，它的比重达到0.9左右。霜凌是一种晶狀的，毛茸茸象雪一样的疏松凝固体，它的形态随着气流風向而不同，比重比冰凌小得多，一般是0.1，最疏松时甚至小到0.05，因此，它增加導綫的負荷也远比冰凌为小。我們在划分負荷区时，是把20公厘厚的霜層相当于5公厘厚的冰壁看待的。在某种气候情况下，也常出現冰層与霜層夾着的混合体。

这种導綫上冻结的現象，必須有下列这些气象情况凑合才能發生。

第一，在溫度方面必須在零度以下或零度左右。最适宜于結冰凌的溫度是攝氏 -1 度至 -5 度。溫度更低时就不会產生冰凌而只是凝結霜凌。

第二，要大气中的水份很多。霜凌是在有霧的嚴寒天气發生的，霧滴沾在導綫上而凝結成类似霜花的形狀。冰凌是下着过冷雨或是过冷毛毛雨（过冷雨是溫度低于零度的雨）时形成的。雨滴較小时，一沾上導綫立即冻结，冰只复盖着導綫的上表面，比重較小，也不大透明。雨滴較大时，水順着下流而在導綫的下面冻结为冰乳，導綫的上表面却没有厚冰。雨滴不大不小而溫度又恰好时，一部分在導綫上表面冻结，一部分又向下表面流潤，兩者成均衡状态而凝成以導綫为中心的冰圓柱体。这种形狀的冰凌，凝結量可能达到最大，計算它的体積也最方便，所以我們采取圓柱体作为計算标准，其他不規則形狀以等效厚度來折算。

根据实验以及实地觀測的結果証明：在同一气象条件下，導綫上結霜的数量随着導綫架挂或地势高度的增高而迅速地增加；在同样高度的情况下，又随着風速的加大而增加。这是由于距离地面愈

高，霧氣中的水分愈多，而風速加大則使導綫上通過的空氣加多，空氣中的霧滴附着在綫上也愈多的關係。冰凌形成的速度也同樣的隨着風速而增大。在結冰或結霜氣象下的風速，一般不會超過15呎/秒。

另一方面，風向對於導綫上結冰結霜的數量也很有關係。根據觀測的資料證明：風沿着綫路方向吹的時候，綫上凝結少；當轉變為向綫路垂直吹的時候，冰凌的凝聚量可能增多到10倍，霜凌可能增多到4倍。

在某些氣候條件和地形非常適宜於結冰凌的地區，冰凌厚度可以大到數十公厘甚至一二百公厘。但它凝結過程卻需要相當長的時間。在冰凌停止增長并過一些時候後（一小時、一晝夜、有時甚至幾天），冰壁才開始破壞而逐漸消失。一次大冰凌的出現，可能是較長時間連續累積起來的，也可能中間有停止結凌的情況，但中斷時間較短，冰壁一直存在着沒有消失而分幾次累積起來的。因此，蘇聯的先進經驗，遇到惡劣氣候時，在冰凌地區組織人力，每隔一定時間巡迴地打冰，是一個使綫上冰凌不能累積增長而避免嚴重災害的有效辦法。也因為如此，我們對於綫路類型可以考慮特強型（在重負荷區）以20公厘的冰凌厚度為標準。

必須指出，表1—1所列的數據只是在劃分各類型綫路時考慮它們應有強度所採取的假定數據（當然這些數據是比較接近實際情況的）。如果我們實際架設的地區所具有的氣象條件適合於某一類型時，則採用這一類型的建築規格最為經濟而可靠。如果某地區的氣候情況很特殊，不能用表內的條件概括時，那就應該根據實際勘測調查的資料，重新進行桿綫強度計算。計算的方法將在以後各章中分別介紹。

還必須指出，氣象情況應該以比較經常出現的為準。氣候有的

时候是很难捉摸的，例如某些地区往年一直不發生冰凌或是冰凌很輕的，有一年突然發生嚴重的冰凌，冰壁的等效厚度达到20公厘以上。倘使我們就以这偶發的一次作为气象条件的根据，必然会使綫路建筑增加大量投資。为了几十年一次偶發的情况增加大量投資，是不符合經濟合理原則的。因此，对于考慮气象条件，我國有这样的規定：

第一、二等綫路的气象条件，是根据在綫路路由所通过的地区中，十年內重复一次的对架空綫路最不利的外力及溫度的組合負荷情况來确定的。而在第三等綫路，則是根据五年內重复一次的最不利的組合負荷情况來确定。

但是，一条綫路的气象条件不可能各段都是相同的。我們在决定它应采用的类型时，究竟以某些气象条件特殊恶劣的地区作为依据呢？还是以一般地区的气象条件作为依据呢？还是分开段落來進行設計呢？

在这个問題上，我們可以作这样的考慮：

我們所采取的全綫路的建筑类型，應該是按照大部分地区的气象条件作为依据，对个别冰凌嚴重或風力特强的地段，如果它們組合負荷情况已超过所采取的綫路类型的标准（見表1—1）时，我們應該采取加强桿路和導綫的措施，如縮小桿距、加大电桿或導綫程式，增加抗風及防凌拉綫等等，使它們能够适应该段的特殊情况，以保証綫路的安全。

我們的國家在偉大的新民主主义革命勝利以后，就开始進行着逐年累積各种气象資料的工作；并且將根据这些資料加以分析研究，把全國按气象情况划分出各种的負荷区，以确定各綫路类型的使用地区。这样，將使綫路类型的采用上更有比較可靠的依据。