

變壓電機與變壓器

著者 吳 德 輝 著
出版者 吳 德 輝 著

人 民 出 版 社

架 空 电 信 綫 路 理 論

苏联 **И. В. 柯普捷夫** 著
北京邮电学院电信理論教研組 譯

人 民 郵 電 出 版 社

И. В. КОПТЕВ
ТЕОРИЯ
ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ
СВЯЗЬИЗДАТ 1956

內 容 提 要

本書講述架空電信綫路的基本理論，內容主要有：機械強度計算；回路電氣特性計算；電力綫對電信綫路的干擾；串音和交叉等四部分，適用於高等學校電信系科學生及電信綫路工程技術人員學習之用。

本書由北京郵電學院電信理論教研組陳慶凱、陳枝洪、區惟煦、曾德汲、高啟綱、王明鑑、李國瑞等同志譯出。

架空電信綫路理論

著 者：蘇聯 И. В. 柯 普 捷 夫
譯 者：北京郵電學院電信理論教研組
出版者：人 民 郵 電 出 版 社

北京東四六條13號

(北京市書刊出版業營業登記證出字第〇四八號)

印刷者：北 京 市 印 刷 一 廠
發行者：新 華 書 店

開本 850×1168 1/32	1958年1月北京第一版
印張9張 頁數154	1958年1月北京第一次印刷
印刷字數259,000字	統一書號15045·01/78—布147
印數1—2,100冊	定價(紙)1.4元

序 言

在各种气候条件和具有外部干扰的场合下，架空明綫綫路，电綫綫路和波导管都可能在很長的距离上高质量地輸送电话、电报和电视节目。

根据苏共第二十次代表大会的指示而拟制的 1956 年到 1960 年發展苏联国民經济的第六个五年計划中規定：在先进的現代技术和尽量發掘邮电潛力的基础上，进一步發展和改造邮电設備。同时敷設电綫綫路的数量大約較第五个五年計划期間大一倍。

本書是“有綫通信綫路”課程第一部份的教学参考書。其內容符合于 1955 年苏联邮电部学校管理总局所批准的教学大綱。

本書是作者在莫斯科通信工程学院授課綱要的扩充。書中闡述的問題是計算架空通信綫路机械強度的理論、电磁波在架空明綫和电綫回路上的傳播、电力綫路对架空通信回路干扰的理論以及架空通信回路間的相互干扰的理論等。

書中对电桿机械強度的計算是以木桿作为例子的，但是，用这种計算方法来計算鋼筋水泥电桿的阻力矩也是正确的，在架空通信綫路上很快就会广泛地采用鋼筋水泥电桿。

書中也詳細地闡述了鋼心鋁綫回路电气参数的理論及其机械強度的計算方法。

电磁波在各种回路上傳播的理論以及电气回路間相互干扰的理論，都是根据 Д. К. 馬克斯威尔(1831—1879 年)方程式来討論的。

因为無論是各对称电綫回路間或是各同軸电綫回路間的相互干扰的理論，都是电气回路間干扰通論的一部分，所以本書也推导了电綫回路的电感应系数的公式。根据一个电綫制造長度上的串音衰減的已知值，导出在一个增音段上电綫回路間串音衰減期望值的計算公式。这些公式是根据架空明綫回路間的干扰理論而得出的。之后，用計算对称回路参数的簡化方程式，求出同軸回路的参数以及

在確定同軸綫對間的干擾電壓時所需的表面電阻。在闡述電力綫路對通信回路干擾的理論時，導出輸電綫路在正常和有故障的工作情況下，其三相回路與電信回路間的电感應系數。

交流滑接回路對電纜回路的干擾問題，按照教學大綱是屬於本課程的第二部分，所以在这里不擬討論。由於同樣的原因，書中也未刊載有關電磁能沿波導管傳播的一章。

在編寫本書時考慮到，在建築和修理通信架空綫路時綫路工作中的一些生產問題和與其有關的定額以及編造架空通信綫路設計的一些其他的資料等，在“架空通信綫路的設計、建築及安裝規則”（郵電出版社1952年版）一書中都已詳細地提出，故于此從略。

功勳科學家和技术工作者、科学技术博士 П. А. 阿茲布金教授，Я. Г. 努傑里門教授，П. Я. 希尼別羅夫，И. П. 培什金和 Б. И. 雅欣松講師，А. И. 雅果符列夫，В. В. 索柯羅夫，М. А. 克利莫夫和 Г. А. 沙維茨基科学技术碩士以及庫茲明工程師等都看過了手稿，並且還提出一系列的有益的意見。作者特別感謝提出許多寶貴的主張的巴甫勒、安德列維齊、阿茲布金老師。

對本書的一切意見，請寄到郵電出版社（Москва-центр，Чистопрудный бульвар, 2）。

И. В. 柯普捷夫教授

目 录

序 言

第一章 綫路材料的特性和架空通信綫路机械强度的計算	1
§ 1. 綫路材料	3
§ 2. 通信綫路的电杆的型式	13
§ 3. 导綫上由風压和水重所引起的負載	20
§ 4. 悬挂点高度相同的均匀导綫的計算	24
§ 5. 計算通信导綫强度的程序	36
§ 6. 悬挂点高度不等的均匀导綫的計算	40
§ 7. 跨越大河流的絞綫的計算	50
§ 8. 悬挂电纜的吊綫的計算方法	58
§ 9. 复合导綫的計算	63
§ 10. 有風时导綫的摆动	75
§ 11. 計算通信綫路电杆强度的方法	79
§ 12. 安裝隔电子所用鉄件的应力	105
§ 13. 飞綫杆的計算	108
第二章 通信回路的电气計算	134
§ 14. 架空通信回路参数的計算	134
§ 15. 同軸回路的一次参数的計算	148
§ 16. 对称电纜回路的电阻的計算	152
第三章 輸电綫路对通信回路的干扰影响	154
§ 17. 强电流綫路概述	154
§ 18. 中性点絕緣的三相輸电綫路对通信回路的干扰影响	158
§ 19. 中性点絕緣的三相輸电綫路發生故障时電話回路中的 干扰	172
§ 20. 中性点絕緣的三相輸电綫路正常运行时電話回路中的 干扰	178
§ 21. 由中性点絕緣的輸电綫路的干扰影响, 在电报机中所产 生的干扰电流和在受話器中所引起的音响冲击	180

§ 22. 計算中性点絕緣的輸電綫路所产生的电干扰影响的簡化 公式	182
§ 23. 在輸電綫路电干扰影响下, 通信导綫的电位沿綫路的变化	183
§ 24. 三相輸電綫路对通信回路的磁干扰影响	188
§ 25. 在輸電綫路磁干扰影响下, 通信导綫电位的确定和保护 放电器沿通信綫路的配置	192
§ 26. 輸電綫路对架空通信回路的电磁干扰影响	202
§ 27. 电气铁道触綫網对架空通信回路的干扰影响	211
§ 28. 通信綫路与通信机械对雷电电流破坏的防护	216
§ 29. 接地电極	220
§ 30. 通信设备的保护电路圖、保护用放电器及保險絲	224
§ 31. 电报傳輸对磁暴的防护	225
第四章 电话回路間的互相干扰、电话回路交叉	227
§ 32. 电话回路間互相干扰的理論	227
§ 33. 电綫回路間的电感应系数	237
§ 34. 电话回路导綫的交叉	242
§ 35. 电话回路間經由第三回路干扰的理論	267
§ 36. 增音段上回路交叉圖的組成	285
§ 37. 导綫引入邮电局所	291
附录 1	295
附录 2	295
附录 3	296
附录 4	297
附录 5	299
参考書刊	

第一章 綫路材料的特性和架空

通信綫路机械强度的計算

§ 1. 綫路材料

a) 綫路导綫

通信綫路上所用的导綫應該具有較大的机械强度，較長的使用年限（一般，与其抗蚀性有关），和較低的电阻系数。此外，还希望当沿綫路傳輸的电流的頻率增高时，导綫电阻增加得不多。而硬拉銅綫就能滿足这些要求。

硬拉銅綫的抗張强度極限（最大强度）为 39 公斤/平方公厘；除了銀以外，銅的电阻系数在所有金屬中最小的。在空气中，导綫上复盖着一層氧化銅的薄膜，在氧化銅薄膜的下面，銅綫几乎不再發生腐蝕。

当銅綫表面損伤以及退火以后，其强度將減退。

由于銅綫有相当大的电阻系数和变化極為显著的阻 抗 頻 率 关系，故这种通信导綫只能用来傳輸頻率在一定頻帶（40 千赫以下）內的电流。

在銅綫的表面上包一層鋅或在用来制造导綫的鋼中添加一些銅都可以使銅綫的使用年限加長。导綫中的含銅量为 0.2—0.4%。含銅鋼的电阻系数虽然不大，但比鋼的电阻系数要大些^①。銅的附加量在 0.4% 以下时，并不影响鋼的机械强度。在沿海地区以及在工業中心的大气里，含銅量为 0.2—0.4% 的含銅鋼能很好地抵抗腐蝕。强度極限为 120—140 公斤/平方公厘的高强度的鋼綫（特殊鋼），可以用来做成（3×2.2 公厘）^②、（7×1.4 公厘）、（7×2

① 含銅量为 0.2—0.4% 的鋼綫，称为含銅鋼綫；当含銅量少于 0.2% 时，称为一般的鋼綫。

② 括号内第一个数字（3）表示綫綫中导綫的数目，第二个数字表示其直径（2.2 公厘）。

公厘)型絞綫,供跨越河流和跨越电气化鐵道之用,也可用来做成直徑为 2.75 公厘的导綫。为了同样的目的,可在銅綫回路上采用 ПАС-10 和 ПАС-25 型的青銅絞綫(青銅的天綫导綫,截面为 10 和 25 平方公厘, $d_0=4.6$ 公厘和 7.4 公厘),其强度極限为 70—75 公斤/平方公厘。

除了銅綫和鋼綫以外,在通信綫路上还采用双金屬綫(具有銅外皮的鋼綫)。按重量計,双金屬綫約含有 50% 的特殊鋼和 50% 的銅。双金屬綫的机械强度高于銅綫和鋼綫,而高频电流(約 150 千赫)在双金屬回路中的衰減則与在銅綫回路上的衰減一样;音频电流在双金屬回路中的衰減要比在銅綫回路上的衰減大得多。

双金屬綫用于高频通信在經濟上是有利的。銅層厚度 $b=0.4$ 公厘,直徑为 4 公厘的双金屬綫每公里的耗銅量为

$$G = \frac{\pi(4^2 - 3.2^2)8.9 \times 10^5}{4 \times 100 \times 10^3} = 40.24 \text{ 公斤.}$$

在 4 公厘鋼綫上复加厚度 $b=0.2$ 公厘的銅層所制成的双金屬綫,足以用来作为复用到 150 千赫的回路,在理論上銅的每公里的消耗量为

$$G = \frac{\pi(4.4^2 - 4^2)8.9}{4} = 23.47 \text{ 公斤.}$$

表 1 鋼綫和硬拉銅綫的物理性質

名 称	測 量 單 位	导 綫	
		鋼 綫	銅 綫
比重	克/立方公分	7.85	8.89
綫性膨脹温度系数 α		12×10^{-6}	17×10^{-6}
彈性模数 E	公斤/平方公厘	20000	13000
强度極限 σ_{ny}	公斤/平方公厘	37	39
屈服点 σ_{nm}	公斤/平方公厘	27	27
彈性伸長系数 β	平方公厘/公斤	50×10^{-6}	77×10^{-6}
直流电阻(在 $t=+20^\circ$ 时)	欧·平方公厘/公里	138—146	17.5
直流电阻的温度变化系数		0.00455	0.00390

当外徑为 4 公厘时, $G=21.4$ 公斤。而同样外徑的 4 公厘銅綫每公里却需銅 113 公斤。

悬挂在通信綫路上的导綫应按照規定标准作拉伸、弯曲、卷繞和扭絞的試驗。对于鍍鋅銅綫应檢查其鍍鋅的質量: 鋅層厚度和其对鋼的附着强度。

我們采用專門的机器和机床来进行导綫的拉伸、扭絞、弯曲和卷繞試驗。

銅綫和硬拉銅綫的物理性質載于表 1。对綫路上的鋼綫, 双金

表 2 鋼綫的技术要求

导綫直徑 (公厘)	直徑的允許偏差 (公厘)	强度極限不小于 (公斤/平方公厘)	导綫应經受弯曲 180° 的次数	
			不少于(次)	錯口的彎圓半徑为(公厘)
5.0	±0.08	37	7	10
4.0	±0.08	37	8	10
3.0	±0.06	37	11	10
2.5	±0.06	37	5	5
2.0	±0.06	65	8	5
1.5	±0.06	65	10	5

表 3 双金屬綫的技术要求

导綫直徑 (公厘)	直徑的 允許偏差 (公厘)	銅外皮 的厚度 (公厘)	强度極限 不 小 于 (公斤/平 方公厘)	导綫应經受弯曲 180° 的次数, 不 少于 (次)	导綫应經受在与 本身直徑相等的 圓柱上卷繞并 不直的回数	20公分長的导綫 試样应經受扭絞 360° 的次数, 不 少于 (次)
4.0	-0.03	0.4	75	8	一 回	7
3.0	-0.06	0.3	75	8	一 回	7
2.0	-0.06	0.15	75	12	兩 回	7
1.5	-0.06	0.15	75	12	兩 回	7
1.2	-0.06	0.15	75	12	兩 回	7

屬綫和銅綫所提出的技術要求^① 分別載于表 2，表 3 和表 4。

表 4 硬拉銅綫的技術要求

導綫直徑 (公厘)	直徑的允許偏差 (公厘)	強度極限不小於 (公斤/平方公厘)	導綫應經受彎曲 180° 的次數	
			不少於 (次)	鉗口的彎圓半徑為 (公厘)
4.0	± 0.04	37	4—5	10
3.5	± 0.04	39	5	10
3.0	± 0.04	39	5	10
2.5	± 0.03	39	5	10

6) 通信綫路電桿所用的木材

我們一般採用橡樹、落葉松、松樹、樅樹、柏樹、銀松等來做通信綫路的電桿。橡樹（建築用的）具有緊密的淺色白木質及發暗的黃褐色的樹心；它的年輪寬可以看得很清楚。橡木堅固而耐久，但價值很貴因此很少採用。落葉松具有緊密的淺色白木質，和比松樹更為暗黑的樹心。從年輪上可以看出，早期（春材）及較為晚期（夏材）的部份在顏色上有顯著的不同。落葉松也是貴重的木材，多半在它生長的地區才用來做通信綫路的電桿。

在通信綫路上採用最多的是松樹。它具有寬松的淺色白木質及微紅褐色的樹心。它的抗彎強度極限為 500—600 公斤/平方公分。易于用各種防腐劑來浸制。

樅樹的心部在顏色上是不明顯的；年輪互相間也不如松樹來得清楚。樅樹是不易浸制的。

除了上列數種木材外，還可以採用白楊、楊樹、楓樹、槐樹、柳樹等木材來作縣內通信綫路用的電桿。

① 鋼綫的國定全蘇標準—1668—46。

銅綫的國定全蘇標準—2112—46。

雙金屬綫的國定全蘇標準—3822—47。

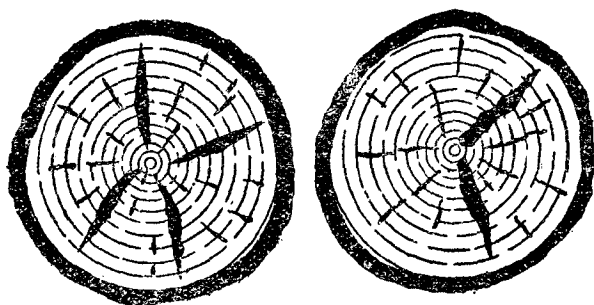


圖 1 桿子的心裂

木材（新伐下的）的平均比重等于0.85--0.95。木材干燥后在长度方面的縮短并不大，但横截面的改变却比較大。因此，当木材很快地干燥时就会在木材表面形成裂縫。

木材的缺点是在机械方面的缺陷和易遭菌类的腐蝕。

在机械方面的缺陷分为：1) 弯曲，2) 心裂，（內裂）即未达到外年輪的裂縫，其长度可达1—2公尺（圖1），3) 冻裂——向木材表面逐渐扩大的徑向裂縫（圖2）。

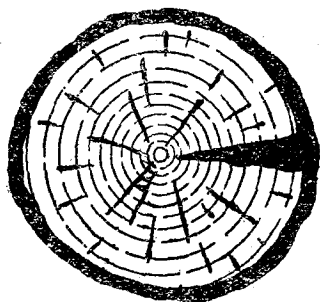


圖 2 桿子的外裂（冻裂）

最常見的腐爛是青痣和紅色腐爛。

木材梢部的直徑（梢徑）是以兩個相互垂直直徑总和的半数来度量的，并且准确到0.5公分。圓木长度的测量要准确到10公分。松木的每公尺徑差等于0.8公分（椴树大于0.8公分，落叶松为0.6公分）。

通信綫路上的电桿一般采用第二类和第三类木材。

关于針叶类木材强度的数据列于表5。

針叶类木材的彈性模数为110000 公斤/平方公分。

表 5 針叶类木材強度的数据①

应 力 种 类	应力(公斤/平方公分)
抗拉应力 σ_{nu}	700
抗压应力 σ_{nu}	350
抗弯应力 σ_{nu}	300
与纖維方向垂直的抗拉应力 σ_{nu}	230
与纖維方向垂直的抗压应力 σ_{nu}	50

沒有經過防腐处理的电桿其使用年限是很短的。它們很快地受到腐蝕，即被寄生在木材上以木材做食料的菌类所损坏。在我們綫路的木桿上最常遇到的是將木材变成紅銹褐色的一种菌类。最适宜于它們繁殖的温度是 $+5^{\circ}\text{C}$ 到 $+40^{\circ}\text{C}$ 但是菌类在 -40°C 时，仍能保持生存的能力。

在南部地区的通信綫路上，未經防腐处理的木桿的平均使用年限为4年，苏联中部省份为6年而北部則为10年。

通信綫路上的电桿一般是用預先防腐处理过的木材制成，或者在立桿时采取防腐措施。木材的防腐方法有兩種——工厂法和包紮法(立桿时將木材进行防腐处理)。

防腐时，浸注的只是白木質部份，因为它的細胞是傳导水分的。树心不受浸注；因为它的細胞被各种沉淀物所填塞（正是由于这个原因，它不需要浸注）。

杀死木材菌类最好的浸注材料是克魯苏油(干溜煤炭的产物)、氟化鈉和«烏拉石»粉。烏拉石粉含有77% 氟化鈉，8% 矽氟化鈉及15% 二硝基苯酚。氟化鈉和烏拉石粉用于包紮防腐法中。

用包紮法来防腐木桿时，將烏拉石溶在水中，此溶液的成份按重量来計算，其中粉約佔60%，水約佔40%。制成的葯剂用毛刷塗

① 关于各类木材强度的詳細数据載于国定全苏标准 4631—49. 通信綫路用的木材的国定全苏标准为 4371—48.

于木桿上（或塗于瀝青紙上），然后就用瀝青紙（包帶）来包裹木桿。每一个包帶消耗烏拉石的定額是 0.25—0.30 公斤。包帶用大头釘及直徑为 1—1.5 公厘的金屬綫固定在木桿上（圖 3）。如果在土壤中，整个电桿埋藏深度上都發生腐朽时，則要用兩道包帶（圖 4）。有时包帶是在車間制成的。这时，烏拉石利用一种特殊膠（每一包帶要用 100—150 克）黏在包帶上。

防腐处理时，防腐劑浸入木材，將包帶所保护的那部份木材的白木質染成黃色。木桿浸注的深度可以用專門的鑽孔器鑽取木材樣品的方法来进行檢查。用包紮法防腐过的电桿使用年 限 为 10—12 年^①。

最好的木桿防腐方法是工厂法，它可以使木桿的使用年限增加到 25 年。在用工厂法进行木桿防腐时，用 50% 克魯苏油 和 50% 重油合成的混合物做防腐劑。这时，每一立方公尺的木材大約要用

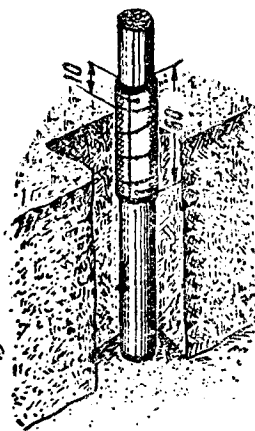


圖 3 具有單包帶的木桿

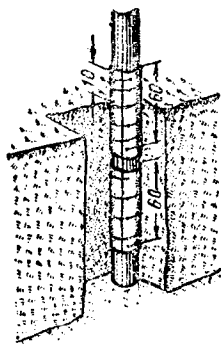


圖 4 具有雙包帶的木桿

① 在 1927—1931 年間，И. В. 柯魯捷夫在納科洛夫的幫助下用烏拉石粉进行了这种木桿浸制工作。見“在伏尔加河中流地区的木桿浸注”“電訊技术”雜誌，1930 年第二期。

掉 80 公斤的浸注物（防腐劑）。浸制是在一個直徑為 2 公尺、長度為 22—24 公尺、密封的大圓筒中進行。木桿和裝載它的狹軌小車一道安置在浸制的圓筒中。

浸注木桿的工廠應具有：防腐劑加热的設備（鍋爐裝置），能將浸制圓筒中的壓力加大到 8 個大氣壓和抽成 600 公厘汞柱真空的壓縮器，和把防腐劑輸送到圓筒中的唧筒。

用工廠法浸注木桿的順序和每一個循環過程所需要的時間如下：

- 1) 裝入木材…………… 4分鐘
- 2) 上緊圓筒的蓋…………… 6分鐘
- 3) 將圓筒中的壓力提高到 4 個大氣壓…………… 10分鐘
- 4) 保持 4 個大氣壓的壓力…………… 10分鐘
- 5) 在 4 個大氣壓的壓力下，用防腐劑灌滿圓筒…………… 4分鐘
- 6) 將壓力提高到 8 個大氣壓…………… 10分鐘
- 7) 保持 8 個大氣壓的壓力…………… 40分鐘
- 8) 放出剩余的克魯蘇油和重油…………… 4分鐘
- 9) 達到 600 公厘汞柱真空…………… 10分鐘
- 10) 保持真空…………… 10分鐘
- 11) 鬆開圓筒的蓋…………… 4分鐘
- 12) 卸出木材…………… 4分鐘

總計 116 分鐘

松木的整個白木質層都要浸透；樅木的浸注深度為 5—10 公厘。浸制劑的溫度為攝氏 90 度。用克魯蘇油和重油混合物質浸制過的木桿呈黑色。應該注意到克魯蘇油能毀壞鞋子和衣服，以及燒傷皮膚，因此在浸制木桿時，或者在浸注電桿的綫路上工作時都必須保證安全。

在冬季，木材裝入圓筒中以後，要在 1.5 大氣壓的壓力下干燥 40 分鐘。

用來浸制的木材濕度最好是小於 20%。為了確定木材的濕度，可以用專門的鑽孔器從木材中鑽取樣品，然後將樣品放在一個專門

的燒杯中以 105°C 的溫度來干燥它，直到它的重量不再變化為止。

濕度的百分率等於

$$\frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100,$$

式中 P_1 ——所取出的樣品的重量，

P_2 ——樣品干燥後的重量。

近年來在通信綫路上廣泛地採用鋼筋水泥的電桿和接腿。通信綫路上用的鋼筋水泥桿的構造遠在 1925 年^①就已經進行了研究了。

但是，那時鋼筋水泥桿在通信綫路上沒有得到應有的發展。現在正在研究通信綫路用的、更為合理的鋼筋水泥桿的結構（在最小截面的情況下，而有最大的抵抗力矩）。

在某些通信明綫綫路上，採用工廠法^②生產出來的空心鋼筋水泥桿。應用加壓力的鋼筋水泥可以使鋼筋水泥結構的強度大大地提高。製造加壓力的鋼筋水泥結構（梁）時，要把鋼筋（柱）拉緊。力圖回到原來位置的柱壓緊着硬化的水泥。

最近這幾年，由於鋼筋水泥的電桿和接腿在技術經濟上，比木桿和木接腿有着許多優點，所以它們在通信綫路上得到廣泛的應用。

Б) 隔電子

懸掛通信導綫用的隔電子應當具有很高的電阻與很大的機械強度。對隔電子來說，瓷是最好材料，因此在通信綫路上多採用瓷制隔電子。同樣也採用玻璃隔電子。製造玻璃隔電子時應當使用特制的玻璃，因為用普通玻璃制成的隔電子具有極不穩定的電阻：天氣干燥時電阻很大，而天氣潮濕時卻很小。

低頻時隔電子的漏洩電流是從導綫沿着隔電子的外表面和內表面而流向直腳去的，漏洩電流的大小和這個途徑的長度成反比。因此通信綫路上用的隔電子做成雙層。

① “通信技術與生活”雜誌，1925 年第七期。

② И. К. 卡昌, Д. А. 馬爾欽柯, А. П. 阿尼西莫夫。“离心力法製造的鋼筋水泥電桿，在通信架空綫路建築上的應用。”載于“郵電通報”雜誌 1954 年第十期。

在瓷隔电子上的通信回路，其电导率依空气湿度而急剧地变化；在潮湿天气（下雨、下雾）时，导綫的絕緣电阻减少到每公里一兆欧。对于高频电流来说，隔电子的电导率还决定于其介質損耗。

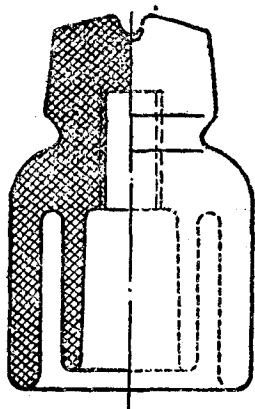


圖 5 TΦ 型隔电子

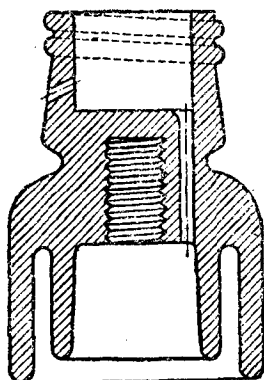


圖 6 引入用隔电子

通信綫路上采用TΦ-2, TΦ-3, TΦ-4型的瓷隔电子（圖5），而从有色金属回路引入邮电局时则采用專門的引入隔电子（圖6）。

TΦ-2型隔电子的电阻不低于50,000兆欧，TΦ-3型隔电子则不低于40,000兆欧，而TΦ-4型隔电子则不低于20,000兆欧。

TΦ-2型隔电子头部的抗剪强度不小于800公斤，TΦ-3型不小于600公斤，而TΦ-4型则不小于300公斤。

隔电子的热稳定性用以下方法确定：在水中把隔电子加热至摄氏70度，然后浸进温度不超过摄氏20度的水中，这时隔电子不应产生裂縫（裂紋）。隔电子的电阻是用电压为100—200伏的直流测量的。测量时将隔电子头部向下浸于水池中。其内部亦注以水并使其水面低于隔电子裙的边緣2公分。在水池中浸8小时以上，然后进行隔电子的电阻测量。同时，室内空气的湿度在摄氏16度至20度的温度下应不大于65%。

现在生产下列型式的玻璃隔电子：TC-2, TC-3, TC-4。这些隔