

长途电信明线线路工程手册

.31

内 容 提 要

本书系《长途电信明线线路工程手册》的续编。《手册》与《续编》均为吉林省长途电信线务总站收集历年来在线路的设计与施工中常用的一些技术资料汇编而成。

本书与《手册》在内容上各有侧重。《手册》的内容,侧重于设计与施工方面的一些规定。《续编》的内容,主要是计算方法和实用举例。在《续编》的附录中,还收集了在长途电信线路设计、施工中经常需要查阅的国家有关部门的一些规定和办法。

本书可供从事长途电信线路工作的技术人员、工人查阅参考。

长途电信明线线路工程手册

续 编

吉林省长途电信线务总站 编

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街 27 号

北 京 印 刷 一 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

限 国 内 发 行

*

开本: 787 × 1092 1/32 1977年11月第一版

印张: 10 4/32 页数: 162 1977年11月北京第一次印刷

字数: 233 千字 印数: 1—17,000 册

统一书号: 15045·总2157-有561

定价: 0.81 元

前 言

在毛主席革命路线的指引下，我国的电信事业有了蓬勃发展。为了适应长途电信线路工程建设和维护工作的需要，在无产阶级文化大革命和批林批孔运动中，我站遵照毛主席关于“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进”的教导，组织了由工人、技术人员和干部参加的“三结合”编写小组，收集了有关长途电信架空明线线路设计、施工方面的各项规程、规范、设计资料、指南等技术资料，结合我省近几年在设计施工中实际应用的一些规定和计算数据整理汇编成《长途电信明线线路工程手册》，供从事电信线路工作人员在设计、施工和维护时查阅参考。本书为上述手册的续编，内容为长途电信线路工程设计中常用的计算公式及图表、曲线等。

在编写过程中，得到了邮电部设备维护局和基建局的大力支持和热情帮助，邮电部设计院抽出专人协助审查，在此表示衷心的感谢。

由于我们的水平有限，在资料的收集上，可能有所遗漏不全；我省的规定也必有不妥之处，殷切希望读者提出意见和批评，以便改进。

吉林省长途电信线务总站

一九七六年元月

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

目 录

第十章 杆线强度计算	(1)
第一节 杆线材料强度和安全系数	(1)
第二节 导线机械强度计算	(4)
第三节 电杆机械强度计算	(13)
第四节 中间杆以外的特殊杆强度计算	(42)
第十一章 电平图及线路杂音电压的计算	(54)
第一节 电路杂音源	(54)
第二节 线路杂音电平	(55)
第三节 线路杂音电压的计算	(56)
第四节 电路中容许的线路杂音标准	(62)
第五节 关于冬季站的配置	(65)
第六节 十二路载波无人增音站	(66)
第七节 杂音计算中常用的计算数据和图表	(67)
第十二章 电气参数的计算	(76)
第一节 直流电阻的计算	(76)
第二节 明线回路各项参数的计算	(77)
第三节 电缆回路各项参数的计算	(82)
第四节 加感电缆各项参数的计算	(88)
第十三章 交叉计算	(98)
第一节 电话回路间近端串音衰减及远端串音防卫 度的计算	(98)
第二节 有色金属载波电话回路衰减吸收峰的计算	(136)
第三节 交叉制式的设计原则及计算要点	(143)
第十四章 强电线路影响的计算	(177)
第一节 基本概念和定义	(177)

第二节	输电线路对通信线路的静电干扰影响	(181)
第三节	输电线路对通信线路的电磁危险影响	(194)
第四节	输电线路对通信线路的电磁干扰影响	(204)
第五节	在通信线路上装设大容量放电器的计算方法	(209)
第六节	输电线对通信线感应影响的计算举例	(214)
第七节	交流电气铁道接触网对通信线路的影响及 防护措施	(239)
第八节	直流电气铁道接触网对通信线路的影响及 防护措施	(260)

附录

附录 1	明线及电缆回路的电气参数	(268)
附录 2	国务院、中央军委批转通信兵部、电信总局关于 消除输电线路对通信的严重影响的报告	(301)
附录 3	防止和解决电力线路对通信信号线路危险和干扰 影响的原则协议及附录(摘录)	(302)
附录 4	架空电力线路与弱电流线路接近和交叉装置规程 (摘录)	(310)
附录 5	交通部、邮电部、电力工业部关于处理电线与行道 树互相妨碍的规定的联合通知	(315)
附录 6	国家计划委员会关于拆迁或改建原有建筑物投资 问题的规定	(317)
附录 7	国家计划委员会关于拆迁通信线路需要用材料的 供应问题	(317)

第十章 杆线强度计算

长途线路杆线设备经常受风、冰及低温度等各种气象条件的影 响，要求所采用的杆线设备必须具有足够的机械强度。因此，在工程设计时，要收集线路沿线的气象资料，以便按照轻、中、重、超重四种负荷区的划分，选定线路的建筑规格。但当气象条件超过规定的四种负荷区范围时，则不能选择规定的线路建筑程式，必须进行特殊设计。

第一节 杆线材料强度和安全系数

表 10.1 几种工程材料的安全系数范围

种	类	安全系数 K 的范围
新	设 电 杆	2.0~3.3
新	设 导 线	1.6~2.0
拉	线	1.8~2.6
铁	线	≤ 1.7

注： 1. 安全系数 $K = \frac{\text{材料极限强度}}{\text{容许应力}}$ 。
2. 有关飞线装置的安全系数范围见第五章。

在杆线设备机械强度计算中应用的各种材料安全系数如表 10.2~10.5。

表 10.5 松木电杆的力学性质

一般计算用最大抗弯强度 (公斤/平方厘米)	素 材 杆		防 腐 杆	
	容许抗弯应力 (公斤/平方厘米)	安全系数 K	容许抗弯应力 (公斤/平方厘米)	安全系数 K
400 ①	140 ②	2.86	180 ③	2.2

注：① 已考虑允许限度内的木材缺陷；
 ② 指新设的素材杆，考虑了腐烂因素；
 ③ 指较好的油杆，一般不会腐烂；
 ④ 其他木材乘下列系数：
 落叶松 1.2；
 杨木 0.8；
 枞树、杉树 0.9；
 橡木 1.3；
 银松 0.85；
 秦皮、见风干、合金欢 1.0；
 ⑤ 各种木材的力学性质见下表：

树 种	产 地	容重 (克/立方厘米)	顺纹抗压强度 (公斤/平方厘米)	顺纹抗拉强度 (公斤/平方厘米)	静 弯 (公斤/平方厘米)		顺纹剪力 (公斤/平方厘米)	
					极限强度	弹性模量 × 10 ⁸	径面	弦面
杉 木	湖南江华	0.376	405	772	683	102	41	50
	湖南会同	0.362	368	791	663	103	31	38
	四川青衣江	0.387	385	935	706	89	61	66
	安徽黄山	0.394	381	791	737	95	62	64
红 松	东北小兴安岭长白山	0.44	328	981	653	99	63	69
马 尾 松	湖南彬县会同	0.515	459	1049	902	118	74	68
长白落叶松	东北长白山	0.594	522	1226	993	126	88	71
兴安落叶松	东北小兴安岭	0.641	557	1299	1094	141	85	68
鱼 鳞 云 杉	东北伊春海林	0.451	424	1009	751	106	62	65
红 皮 云 杉	东北小兴安岭	0.417	361	967	699	110	62	62
云 南 铁 杉	四川青衣江、大渡河	0.487	423	798	719	89	90	80
泡 杉	四川大渡河	0.435	388	973	700	98	50	55

摘自林业科学研究院编“中国主要树种的木材物理力学性质”

第二节 导线机械强度计算

1. 风压计算

表 10.6 风压的计算公式

符号	说 明	公 式 适 用 范 围	计 算 公 式	公式编号
P	风压(公斤/平方米),即 风向和物体垂直时,风 对物体所施加的压力	一 般 导 线	$0.05808 V^2$	(10.1)
		飞 线	$0.07500 V^2$	(10.2)
		一般高度的 圆柱体电杆	$0.03388 V^2$	(10.3)
		圆 柱 体 的 飞 线 杆	$0.04375 V^2$	(10.4)

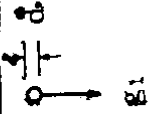
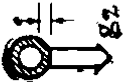
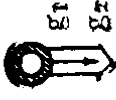
注：表中风压的计算公式原为：

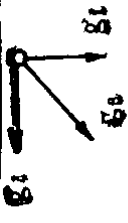
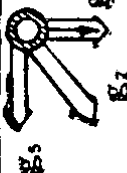
$$P=c\frac{(hV)^2}{16} \text{ 公斤/平方米}$$

式中： c——空气动力系数，对光滑圆导线取1.2，对圆柱体电杆取0.7；
V——气象台（站）标准高度 12 米的风速，米/秒；
h——高度系数，从标准高度 12 米的风速，折合成 6 米高（长途线路导线平均架挂高度）时，为0.88；对于飞线，因架挂得较高，则取 1。

2. 导线单位负载计算

表 10.7 导线单位负载的计算公式

符号	说 明	图 解	计 算 公 式	公 式 编 号
g_1	由于导线自重而引起的单位负载(公斤/米·毫米 ²)		$0.001 \gamma_1$	(10.5)
g_2	由于冰凌重量而引起的单位负载(公斤/米·毫米 ²)		$0.004 b(b+d)\gamma/d^2$ $0.00314 b(b+d_0)\gamma/s$	一般导线(10.6) 钢芯铝绞线(10.6a)
g_3	由于导线自重和冰重而引起的单位负载 (公斤/米·毫米 ²)		$g_1 + g_2$	(10.7)
g_4	一般导线, 无冰时, 由于风压作用而引起的单位负载 (公斤/米·毫米 ²)		$0.074 \times 10^{-8} V^2/d$	一般导线(10.8)
	飞线, 无冰时, 由于风压作用而引起的单位负载 (公斤/米·毫米 ²)		$0.05808 \times 10^{-8} V^2 d_0/s$	钢芯铝绞线(10.8a)
			$0.09554 \times 10^{-8} \frac{V^2}{d}$	(10.9)
g_5	一般导线, 有冰时, 由于风压作用而引起的单位负载 (公斤/米·毫米 ²)		$0.074 \times 10^{-8} V^2(d+2b)/d^2$	一般导线(10.10)
	飞线, 有冰时, 由于风压作用而引起的单位负载 (公斤/米·毫米 ²)		$0.05808 \times 10^{-8} V^2(d_0+2b)/s$	钢芯铝绞线(10.10a)
			$0.09554 \times 10^{-8} \frac{V^2(d+2b)}{d^2}$	(10.11)

符号	说 明	图	解	计 算 公 式	公 式 编 号
g_6	由于导线自重及风压而引起的单位负载 (公斤/米·毫米 ²)			$\sqrt{g_1^2 + g_2^2}$	(10.12)
g_7	由于导线自重、冰重、风压而引起的单位负载 (公斤/米·毫米 ²)			$\sqrt{g_4^2 + g_5^2}$	(10.13)

注：1. 表中计算公式原为：

$$g_1 = \frac{\gamma_1}{1000} \quad \text{公斤/米·毫米}^2 \qquad g_2 = \frac{\pi b(b+d)\gamma}{1000 S} \quad \text{公斤/米·毫米}^2$$

$$g_4 = \frac{c^2 \gamma_6 (hV)^2 d}{1000 S} \quad \text{公斤/米·毫米}^2 \qquad g_5 = \frac{c^2 \gamma_6 (hV)^2 (d+2b)}{1000 S} \quad \text{公斤/米·毫米}^2$$

式中： γ_1 ——导线材料的比重，铜线：8.9，铜包钢线：8.3，钢线(或钢绞线)：7.85，铝线(或铝合金线)：2.7，钢芯铝绞

线：3.43 (对钢芯铝绞线而言， $\gamma_1 = \frac{6k\gamma_4 + \gamma_F}{6k+1}$ ， $k=1.025$ ，是铝部的绞绞系数， γ_4 为铝的比重， γ_F 为钢的比重)；

γ ——冰的比重，纯冰：0.9，冰霜混合：以其厚度的1/2折合冰厚计算，霜：0.1；

d ——一般导线的直径；对钢芯铝绞线而言应为绞线的直径，为了区别起见，通常以 d_0 表示绞线的直径，七股钢芯铝绞线的 $d_0=3d$ ， d 为每股线的直径，毫米；

b ——冰层厚度，毫米；

S ——导线的截面积，一般导线 $S = \frac{\pi}{4} d^2$ ；七股钢芯铝绞线 $S = \frac{(6k+1)\pi d^2}{4}$ ，因铝部每股导线截面，由于绞

而加大呈椭圆状，短轴为 d ，长轴为 $kd=1.025d$ ， S 单位：毫米²；

V ——风速，米/秒；

h ——高度系数，一般取0.88，飞线取1；

注：2. 钢绞线的单位负载计算公式与钢芯铝绞线同，但应取钢线的比重。

3. 各种负荷区导线单位负载计算值

表 10.8 无冰地区常用导线的单位负载(10⁻⁵公斤/米·毫米²)

无 冰 地 区	线质和线径(毫米)	g_1	g_4	g_6
$b=0$ $V=25$ 米/秒	钢 线 4.0	7.85	11.6	14.0
	" 3.0	7.85	15.4	17.3
	铜 线 3.0	8.9	15.4	17.8
	" 2.9	8.9	16.0	18.3
	" 2.5	8.9	18.5	20.5
	铝 合 金 线 4.5	2.7	10.3	10.6
	" 3.5	2.7	13.2	13.5
	铜 包 钢 线 4.0	8.3	11.6	14.3
	" 3.0	8.3	15.4	17.5
	钢 芯 铝 绞 线 7/2.0	3.43	9.7	10.3
	" 7/1.8	3.43	10.8	11.4
	" 7/1.6	3.43	12.1	12.6
	" 7/1.4	3.43	13.9	14.3

表 10.9 有冰地区常用导线的单位负载(10⁻⁵公斤/米·毫米²)

负 荷 区 别	线质和线径(毫米)	g_1	g_2	g_3	g_5	g_7
轻 $b=5$ 毫米 $V=10$ 米/秒	钢 线 4.0	7.85	10.1	18.0	6.5	19.1
	" 3.0	7.85	16.0	23.9	10.7	26.1
	铜 线 3.0	8.9	16.0	24.9	10.7	27.1
	" 2.9	8.9	16.9	25.8	11.6	28.3
	" 2.5	8.9	21.6	30.5	14.8	33.9
	铝 合 金 线 4.5	2.7	8.4	11.1	5.3	12.3
	" 3.5	2.7	12.5	15.2	8.2	17.2

续表

负 荷 区 别	线质和线径(毫米)	ε_1	ε_2	ε_3	ε_4	ε_7
轻 $b=5$ 毫米 $V=10$ 米/秒	铜 包 钢 线 4.0	8.3	10.1	18.4	6.5	19.5
	" 3.0	8.3	16.0	24.3	10.7	26.5
	钢 芯 铝 绞 线 7/2.0	3.43	6.9	10.4	4.1	11.2
	" 7/1.8	3.43	8.1	11.5	4.9	12.5
	" 7/1.6	3.43	9.6	13.1	6.0	14.4
	" 7/1.4	3.43	11.8	15.2	7.5	17.0
中 $b=10$ 毫米 $V=10$ 米/秒	钢 线 4.0	7.85	31.5	39.4	11.1	40.9
	" 3.0	7.85	52.0	59.9	18.9	62.5
	铜 线 3.0	8.9	52.0	60.9	18.9	63.8
	" 2.9	8.9	55.2	64.1	20.2	67.0
	" 2.5	8.9	72.0	80.9	26.6	85.0
	铝 合 金 线 4.5	2.7	25.7	28.4	9.0	29.7
	" 3.5	2.7	39.7	42.4	14.2	44.8
	铜 包 钢 线 4.0	8.3	31.5	39.8	11.1	41.4
	" 3.0	8.3	52.0	60.3	18.9	63.3
	钢 芯 铝 绞 线 7/2.0	3.43	20.1	23.5	6.7	24.5
	" 7/1.8	3.43	23.9	27.3	8.1	28.5
	" 7/1.6	3.43	29.1	32.5	10.0	34.0
	" 7/1.4	3.43	36.4	39.8	12.8	41.8
重 $b=15$ 毫米 $V=10$ 米/秒	钢 线 4.0	7.85	64.1	72.0	15.7	73.7
	" 3.0	7.85	108.0	115.9	27.1	119.0
	铜 线 3.0	8.9	108.0	116.9	27.1	120.0
	" 2.9	8.9	114.9	123.8	29.0	127.0
	" 3.5	8.9	81.6	90.5	20.2	92.6
	铝 合 金 线 4.5	2.7	52.0	54.7	12.6	56.0
	" 3.5	2.7	81.6	84.3	20.2	86.7

续表

负 荷 区 别	线质和线径(毫米)	g_1	g_2	g_3	g_5	g_7
重 $b=15$ 毫米 $V=10$ 米/秒	铜 包 钢 线 4.0	8.3	64.1	72.4	15.7	74.1
	" 3.0	8.3	108.0	116.3	27.1	119.4
	钢 芯 铝 绞 线 7/2.0	3.43	39.5	42.9	9.4	43.9
	" 7/1.8	3.43	47.5	50.9	11.3	52.1
	" 7/1.6	3.43	58.3	61.7	14.0	63.3
	" 7/1.4	3.43	73.8	77.2	18.0	79.2
	钢 绞 线 7/1.4	7.85	73.8	81.7	18.0	83.7
超 重 $b=20$ 毫米 $V=10$ 米/秒	钢 线 4.0	7.85	108.0	115.9	20.3	117.6
	" 3.0	7.85	184.0	191.9	35.3	195.1
	铜 线 3.0	8.9	184.0	192.9	35.3	196.2
	" 2.9	8.9	196.1	205.0	37.7	208.0
	" 3.5	8.9	138.2	147.1	26.3	149.4
	铝 合 金 线 4.5	2.7	87.1	89.8	16.8	91.4
	" 3.5	2.7	138.1	140.8	26.3	143.3
	铜 包 钢 线 4.0	8.3	108.0	116.3	20.3	118.1
	" 3.0	8.3	184.0	192.3	35.3	195.5
	钢 芯 铝 绞 线 7/2.0	3.43	65.3	68.7	11.9	69.7
	" 7/1.8	3.43	78.9	82.3	14.5	83.6
	" 7/1.6	3.43	97.3	100.7	18.1	102.3
	" 7/1.4	3.43	124.0	127.4	23.3	129.5
	钢 绞 线 7/1.4	7.85	124.0	131.9	23.3	135.0

4. 导线应力及安装垂度计算

表 10.10 导线应力及垂度安装曲线的计算

公 式	说 明	计 算 公 式	公式编号
1. 有冰地区导线最大应力发生情况判别式			
(1) 导线的临界杆距 l_K (米) 与实际杆距 l (米) 比较有下列关系: $l_K > l$ 时, 最大应力发生在最低温度时; $l_K < l$ 时, 最大应力发生在最大外部负载时. (2) 只在冰凌区用此公式。		$l_K = o_{\max} \sqrt{\frac{24\alpha(t_{-5} - t_{\min})}{g_{\max}^2 - g_1^2}} \text{ 米}$ 式中: $o_{\max}$——导线的最大容许应力 (基础应力), 见表 10.2; $g_{\max}$——导线的最大单位负载, 即 g_7; α——导线的线性温度膨胀系数*; t_{-5}——-5°C; $t_{\min}$——最低温度。	(10.14)
2. 求导线的最大应力, 并检验安全系数			
在最大外部负载时, 求实际最大导线应力 o_7 的导线状态方程, 适合有冰凌地区 (当 $l_K < l$ 时, 用此公式计算 o_7)。		$o_7 = \frac{l^2 g_7^2}{24\beta o_7^2} = o_{-40} + \frac{l^2 g_1^2}{24\beta o_{-40}^2} - \frac{\alpha}{\beta} (t_{-5} - t_{-40})$ 式中: o_{-40}——-40°C 时的导线基础应力, 见表 10.2; t_{-40}——-40°C 时的温度; β——导线的弹性伸长系数*。	(10.15)

续表

公 式 说 明	计 算 公 式	公式编号
在最低温度时, 求实际最大导线应力 σ_6 的导线状态方程, 适合有冰凌地区(当 $l_k > l$ 时, 用此公式计算 σ_6)。	$\sigma_6 - \frac{l^2 g_6^2}{24 \beta \sigma_6^2} = \sigma_{-40} - \frac{l^2 g_1^2}{24 \beta \sigma_{-40}^2} - \frac{\alpha}{\beta} (t_{\min} - t_{-40})$ 式中: $t_{\min}$ ——最低温度, 即线路建筑区域内根据实际调查所得的最低温度(摄氏度)。	(10.15a)
在 -20°C , 最大风速 $V = 25$ 米/秒时, 求实际最大应力的导线状态方程, 即认为最低温度为 -20°C , 并有 25 米/秒 的最大风速, 适合无冰凌地区(这时 温差等于零)。	$\sigma_6 - \frac{l^2 g_6^2}{24 \beta \sigma_6^2} = \sigma_{-20} - \frac{l^2 g_1^2}{24 \beta \sigma_{-20}^2}$ 式中: σ_{-20} —— -20°C 时的导线基础应力, 亦即取 -40°C 时的基础应力, 见表 10.2。	(10.16)
检验安全系数	$\frac{\sigma_{\text{极}}}{\sigma_7} \text{ 或 } \frac{\sigma_{\text{极}}}{\sigma_8} \geq K$ 式中: $\sigma_{\text{极}}$ ——导线的极限强度 K ——安全系数, 见表 10.1	(10.17)

3. 不同温度下的导线应力及安装垂度曲线的计算

求各种温度下导线应力的方程, 一般在计算时, 有冰地区取 $t_x = -40^\circ\text{C}$ 、 0°C 、 $+40^\circ\text{C}$ 三点进行相应的 σ_{-40} 、 σ_0 、 σ_{+40} 的计算即可; 无冰地区取 $t_x = -30^\circ\text{C}$ 、 0°C 、 $+40^\circ\text{C}$ 或 -20°C 、 0°C 、 $+40^\circ\text{C}$ 或 -10°C 、 0°C 、 $+40^\circ\text{C}$ 三点进行相应的导线应力 σ_x 计算。	$\sigma_x - \frac{l^2 g_1^2}{24 \beta \sigma_x^2} = \sigma_{-40} - \frac{l^2 g_1^2}{24 \beta \sigma_{-40}^2} - \frac{\alpha}{\beta} (t_x - t_{-40})$ 式中: σ_x ——温度为 t_x 时的导线应力; t_x ——计算时, 根据负荷区情况所选取的温度(摄氏度), 见左面的说明。	(10.18)
---	--	---------