

基本館藏

19312

城市低壓電網的 架空線路

蘇聯 布·麥·沙累切夫著



燃料工業出版社

8

064

城市低壓電網的架空線路

蘇聯 布·麥·沙累切夫著

章長東 樓樹城 張士年 顧雅南 王爵麟 陳其康譯

林 啓 榮校訂

燃料工業出版社

內 容 提 要

本書是低壓電網架空線路的機械部分的設計、安裝與運行的參考讀物。

本書是以電工方面的工程技術人員，以及與低壓線路有關的設計、安裝和運行機構的中級與初級的技術人員為對象而編著的。

參加本書編著工作的有：工程師格·斯·杜特茨，他編寫了第五章，技術員勒·波·西羅柯娃，她完成了計算及裝圖工作。

* * *

城市低壓電網的架空線路

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ГОРОДСКИХ СЕТЕЙ
НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

根據俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國公用事業部出版社
(ИЗДАТЕЛЬСТВО МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА РСФСР) 1953年莫斯科俄文第一版翻譯

蘇聯 Б. М. САРЫЧЕВ 著

章長東 樓朝城 張圭年 顧耀南 王爵麟 陳其康譯

林 啓 榮校訂

燃料工業出版社出版

地址：北京東長安街西側工業部

北京市書刊出版業營業許可證出字第012號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：陳惟清 校對：戴佩瑛

書號395 * 電173 * 850 × 1092 1/32 開本 * 7 1/2 印張 * 134千字 * 定價 一元一角二分
一九五五年三月北京第一版第一次印刷(1—5,000冊)

目 錄

第一篇 線 路 設 計

第一章 導線和它在電桿上的裝置	3
絕緣子、彎脚和直脚	3
關於導線的一般概念	8
計算導線時所應遵守的基本條件	11
導線計算資料表	12
第二章 電桿	29
電桿材料	29
按用途區分的電桿型式	33
電桿計算與構造的一般概念	35
電桿和接腿的繫縛	37
裝置彎脚的中間桿	39
裝置橫担的中間桿	48
十字桿	56
轉角用單柱中間桿及單柱終點桿	56
裝置撐木的單柱桿	63
裝置板線的單柱桿	69
A 形電桿	91
電桿的比較資料	110
特殊型式的電桿	111
第三章 個別的結構問題	113
中性線與絕緣子彎脚的接地	113
電桿機械性損害的防護	115
開關箱	115
利用低壓線路的電桿架設路燈線	116
低壓線路與高壓線路的共同架設	117
交叉	117
接戶的支線	120

第四章 線路設計的範圍及程序	121
設計階段	121
設計原始資料	121
氣候地區等級的確定	122
綽路行線規程	125
電桿佈置	127
材料規範表	130
設計書內容	131

第二篇 線路的建造、架設與運行

第五章 線路的建造與架設	133
建造與架設的材料	133
電桿防腐	136
電桿裝配	139
電桿基礎結構	140
土方工程	141
立桿	143
導線的敷設	144
線路建造以及架設時的安全技術	153
線路投入運行	156
第六章 線路的運行	156
運行工作的種類	156
個別工作執行情況的描述	157
在運行線路上進行架設及修理工作的安全技術	163
附錄 I 不裝置埋木的可撓性電桿底脚傾覆時的抵抗 工作力矩, 噸-公尺	165
附錄 II 裝有兩根埋木的可撓性電桿的穩定工作力矩, 噸-公尺	166

第一篇 線 路 設 計

第一章 導線和它在電桿上的裝置

絕緣子、彎腳和直腳

在低壓架空網絡中，採用 $T\Phi$ 型和 AHK 型的瓷絕緣子，低壓線路的導線就架設在這種絕緣子上。絕緣子用彎腳或直腳裝置在電桿上。

圖 1 表示 $T\Phi$ 型的絕緣子，它的尺寸和機械數據列在表 1 中；圖 2 表示 AHK 型的絕緣子，它的尺寸和機械數據列在表 2 中。

用在低壓線路的彎腳和直腳的主要數據列在圖 3、圖 4 及表 3、表 4 中。

列在表 3 中的 $KH-16$ 、 $KH-18$ 和 $KH-20$ 型彎腳的數據，是符合於蘇聯國家標準 3046-45 的規定的。

$KH-25$ 和 $KH-28$ 型的特種彎腳，使用於導線拉力很大的電桿上。用彎腳代替直腳，可以簡化電桿的結構（參閱第二章）。

彎腳強度的計算如下：

強度的計算在於確定材料中的應力，並與容許應力相比較，所確定的應力係在水平或垂直負荷的作用下而產生的。

在彎腳最弱截面處的應力 σ ，按下式確定：

當水平力 T 作用在彎腳平面上時：

$$\sigma = \frac{T \cdot (H - 0.5D - a)}{W} + \frac{T'}{\omega},$$

式中 W ——直徑為 D 的彎腳截面的阻抗力矩^①；

ω ——彎腳截面的面積。

① 阻抗力矩亦譯作斷面係數。——譯者

ТФ 型絕緣子的主要數據
(根據蘇聯國家標準 2336-49)

表 1

絕緣子型號	尺 寸 公 厘									最小斷裂負荷	重 量
	D	H	b	a	d ₁	d ₂	l	r ₁	r ₂	公 斤	公 斤
ТФ-3	61	86	34	12	18	20	1.5	4	4	600	0.31
ТФ-2	75	108	37	15	20	22	2.5	4	5	800	0.65

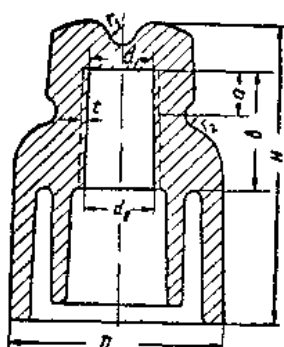


圖 1 ТФ 型絕緣子

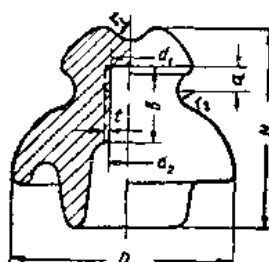


圖 2 АИК 型絕緣子

АИК 型絕緣子的主要數據
(根據「阿爾姆賽契」托辣斯的資料)

表 2

絕緣子型號	尺 寸 公 厘									最小斷裂負荷	重 量
	D	H	b	a	d ₁	d ₂	l	r ₁	r ₂	公 斤	公 斤
АИК-2	80	78	31	9	19	22	2	7	7	1200	0.38
АИК-1	93	98	37	12	19	23	2	9	9	1500	0.68

彎脚的主要數據

表 3

彎脚型號	尺 寸 公 厘										
	d_1	d_2	D	H	i	h	h_1	c	r	L	l
KH-16	16	16	16	110	—	—	25	60	24	170	70
KH-18	16	18	18	150	—	60	32	76	30	210	80
KH-20	16	20	20	150	—	60	32	76	30	210	80
KH-25	16	20	25	150	10	50	32	80	38	210	80
KH-28	16	20	28	150	10	50	32	80	38	210	80

續表3

彎脚型號	尺 寸 公 厘			最小斷裂負荷 公 斤		重量 公斤	附 註
	S	t	d	水平方向	垂直方向		
KH-15	6	2	18	160	165	0.50	根據蘇聯國家標準 5046-45
KH-18	6	3	20	160	220	0.85	同 上
KH-20	6	3	22	220	270	1.05	同 上
KH-25	6	3	27	440	480	1.65	特種彎脚
KH-28	6	3	30	625	685	2.05	特種彎脚

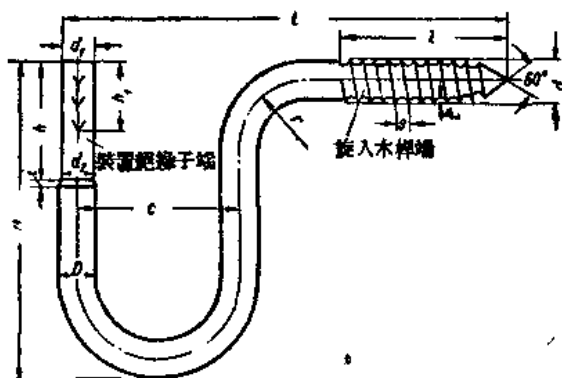


圖 5 KH 型彎脚

在垂直力 Q 的作用下:

$$\sigma = \frac{Q(c+r)}{W}.$$

彎脚係用斷裂應力爲 $\sigma_{pa3p} = 3750$ 公斤/平方公分 的鋼料製成。將該斷裂應力值代入確定彎脚應力的公式中，以求得 T' 及 Q' 值：

$$T_{\text{разр}} = \frac{3750}{\frac{H - 0,5D - a}{W} + \frac{1}{m}};$$

$$Q_{\text{pass}} = \frac{3750 \text{ W}}{c + v}.$$

圖 4 和表 4 中所示的 ШН-17 型和 ШН-18 型直腳，係符合於全蘇標準 5093。當導線上的拉力很大而為 ТФ 型絕緣子和 ШН-18 型直腳的強度所不能勝任時，可為 АИК-2 型的絕緣子製造 ШН-24 型的特種直腳（參閱第二章）。

表 4 所示直腳上的斷裂負荷，係根據直腳在金屬橫担上的工作情況計算的。這時，假定直腳裝牢在金屬橫担上，直腳的尾部係處於不受負荷的狀態下。因此，計算所用的截面就在直腳肩胛上部的水平面上，其直徑為 d_3 。

當直腳安裝在因乾燥而逐漸收縮的木橫担上時，不能在計算中假定直腳裝牢在木橫担上。這時，離開橫担頂面某一距離處的直腳尾部將為計算所用的截面。當直

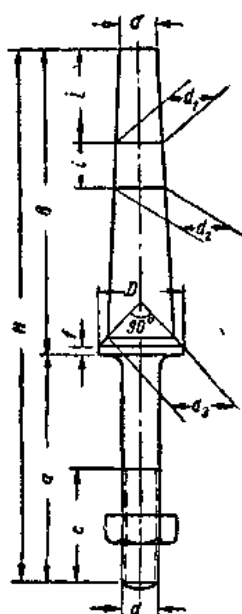


圖 4 LHM型直聯

脚緊塞在橫担插孔中時，木頭也產生作用力，因而使直脚的計算很難肯定。但對直脚在木橫担上工作的情況，仍可應用表 4 中所列的數據。

直脚的主要數據

表 4

直脚型號	尺 寸 公 厘										
	d	d_1	d_2	d_3	d_4	D	b	c	l	i	f
IIIH-17	16	17	—	22	$\frac{5}{8}$ "	30	125	55	40	—	3
IIIH-18	16	18	—	30	$\frac{3}{4}$ "	38	130	55	40	—	4
IIIH-24	17	20	27	35	1"	48	130	85	44	20	5

續表 4

直脚型號	尺 寸 公 厘				斷裂 負荷 公斤	重 量 公 斤		附 註
	a		H			金屬橫 担用的	木質橫 担用的	
	金屬橫 担用的	木質橫 担用的	金屬橫 担用的	木質橫 担用的				
IIIH-17	60	200	185	325	325	0.42	0.65	根據蘇聯標準 5093
IIIH-18	100	200	230	530	700	0.83	1.05	同上
IIIH-24	155	230	230	360	1100	1.45	1.80	特種直脚

必需強調地說，直脚插孔的直徑應與直脚的直徑相同。

計算時，絕緣子、彎脚和直脚上的容許負荷應小於極限斷裂負荷。計入標準安全係數後的容許負荷值，列在表 5 中。

絕緣子、彎脚和直脚的容許負荷

表 5

型 號	斷 裂 負 荷 公 斤			
	水平方向的數值，當安 全係數為		垂直方向的數值，當安 全係數為	
	3.75	2.5	3.75	2.5

絕 緣 子

ТФ-3	160	240	—	—
ТФ-2	215	320	—	—
АМК-2	320	480	—	—

彎 脚

КН-16	43	64	44	66
КН-18	43	64	59	88
КН-20	59	88	72	108
КН-25	117	175	128	192
КН-28	167	250	182	275

直 脚

ШН-17	87	130	—	—
ШН-18	187	230	—	—
ШН-24	295	440	—	—

КН-16 與 КН-18 型彎脚的尺寸和 ШН-17 與 ШН-18 型直脚的尺寸可以裝置 ТФ-3、ТФ-2 和 АМК-2 等各型的絕緣子。在 КН-20、КН-25 和 КН-28 型的彎脚上以及在 ШН-24 型的直脚上，可以裝置 ТФ-2 和 АМК-2 型的絕緣子。

關於導線的一般概念

低壓線路上一般採用裸導線。

絕緣導線僅允許採用在臨時線路和引入用戶的交線上。所用的導線主要係由鋁、鋼或銅製成，而且近來銅線僅許採用不超過 16 平方公厘的小截面。並且，我們還可以採用青銅導線，以及由兩種金屬製成的或由鋁合金製成的導線。

按照結構，導線有單股線和絞線（即多股線）的分別。前一種通常按直徑區分，而後一種則按截面面積區分。

低壓網絡中有採用絞線的，也有採用單股線的。絞線的截面不能小於某一定值，而單股線的採用則受最小和最大直徑的限制。

導線截面或直徑的最低限值決定於導線所需的可靠性，而單股線截面或直徑的最高限值則除此以外還決定於安裝的條件。

材料不同的導線的容許截面或直徑列在表 6 中。

導線的容許截面或直徑

表 6

導 線 材 料	最 小 值	最 大 值
	單 股 線 及 絞 線	單 股 線
銅	6mm^2	16mm^2
鋼	$\varnothing 2.75\text{mm}$	$\varnothing 6\text{mm}$
青銅及由兩種金屬製成的導線	$\varnothing 2.5\text{mm}$	$\varnothing 4.5\text{mm}$
鋁及其合金	16mm^2	25mm^2

鋁製單股線和實用上所遇到的架空線一樣，雖係規程所允許，但因有脆性，故應避免採用。

架設在線路上的導線，必需這樣計算，即當在最惡劣的氣候條件下，導線中的機械安全係數仍不小於其規定值。對於線路所通過地區的不同情況，規程中所規定的導線的安全係數列在表 7 中。

用安全係數為 2.5 或 2 所架設的導線中的拉力，習慣上稱為正常拉力，而在安全係數為 3 或 3.75 的導線中的拉力，則稱為減弱拉力。

在使用鋁、鋼或銅導線的線路上，通常所採用的斷裂強度與容許應力(安全係數如表 7 所載時)列在表 8 中。

鋁線與銅線係按蘇聯國家標準 839-41 製造；ПС 型的鋼絞線

導線強度的最低安全係數

表 7

線 路 通 過 地 區 的 情 況	最低安全係數	
	單股線	絞 線
非居民區及交叉點： 非公用的寬軌與狹軌鐵道，結冰的河流與運河，所有不通航與不浮運的河流，以及在居民區境界以外的運河，II 級公路，臨時性鐵索道及 III 級電訊線路	2.5	3
居民區及交叉點： 公用的標準軌與窄軌鐵道，電氣化運輸鐵道，通航的及不結冰的河流與運河，所有居民區內的河流與運河，I 級公路，永久性的鐵索道，電壓在 1000 伏以下的線路，I 級及 II 級電訊線路，橋樑，特殊用途的管道，堤壩	3.75	5

導線的斷裂強度與容許應力

表 8

導 線 的 材 料 與 型 號	斷 裂 強 度 公斤/平方公厘	容許應力 公斤/平方公厘	
		當 $K=2$ 或 1.5 時 (正常拉力)	當 $K=2$ 或 3.75 時 (減弱拉力)
A-16 至 A-35 型的鋁絞線	16	8	5.33
A-50 型及以上的鋁絞線	15	7.5	5.0
直徑為 3 至 6 公厘的單股鋼線	37	14.8	9.9
所有 ПС 型的鋼絞線	65	30	20
M-6 至 M-10 型的單股銅線	39	15.6	10.4
M-16 型及以上的銅絞線	39	19.5	13

係按蘇聯國家標準 5800-51 製造；而單股鋼線則係按蘇聯國家標準 1668-46 製造。

表 8 所載的斷裂強度係每股線的斷裂強度，導線即由這種股線絞成。整根導線的強度較小，但在實用上，計算時所採用的導線強度仍根據股線的強度。

對於 ПС 型的鋼絞線，採用了 20 和 30 公斤/平方公厘的容許應力，安全係數略大於 3 和 2，其理由如下：

1. 蘇聯國家標準 5800-51 開始引用 ПС 型的導線係在 1951 年。目前在線路上仍有不少數量根據 全蘇標準 8173 重工業人民委員會 1001 製造的 Ж 形導線，這種導線的斷裂強度為 60 公斤/平方公厘，所以容許應力應不超過 30 和 20 公斤/平方公厘。

2. 由於結構的關係，在低壓網絡中，甚至於採用 20 公斤/平方公厘或更高的 30 公斤/平方公厘的應力，一般說來也是不必要的，所以增加 ПС 型導線的應力到 65/2 和 65/3 公斤/平方公厘沒有什麼實用上的意義。

計算導線時所應遵守的基本條件

低壓線路上的導線計算應考慮到下列條件：

1. 架設在電桿上的任一導線，其最大應力均不應超過表 8 中所列的數值。

2. 所有架設在同一電桿上的導線，應有相同的弧垂。當導線使用同樣材料時，此項條件可以確切地做到。當導線材料不同時（在低壓線路中常有這種情況），可能祇在某一溫度時才有相同的弧垂。材料不同的導線的弧垂，隨溫度的變化而變化。這時，導線需要有一定的配置方法，或者按照線路運行時所能容許的情況，提出導線不需調整的最低條件。

3. 導線的最大拉力應使導線可以架設在具有彎腳或直腳的 500 伏電壓的標準絕緣子上。

4. 對於通過居民區的線路，最好採用 30—40 公尺的桿距，桿距的選用係根據最便於接戶的條件。

從上述的先決條件，選取導線的弧垂：當 $t = +40^{\circ}\text{C}$ 時，在

I級和II級氣候地區中，採用1公尺；而在III級和IV級氣候地區中，則採用1.5公尺。上述的弧垂值還考慮到：當導線的間距等於規程中所規定的標準值時，導線在擺動下的工作可靠。

按照所有導線的弧垂在 40°C 時相等的條件，將導線架設在電桿上。根據這一條件，在III級和IV級氣候地區中，各種型號的導線，相互間可以有任意的佈置；在I級和II級氣候地區中，這種計算方法祇能採用於下述的情況：即假定所有架設在電桿上的導線材料相同，或者鋁線的位置高於銅線，而銅線又高於鋼線。在這種情況下，總能保證在桿距內上下導線間的垂直距離不小於電桿上的導線間距。

通常架設在電桿上的導線，祇使用兩種材料——鋁與鋼或銅與鋼。同時，鋼線（中性線及路燈線）係裝置在有色金屬線的下面。所以上述導線計算的方法（根據 $t=+40^{\circ}\text{C}$ 時弧垂相等的條件），適用於所有線路設計與運行的一般情況。

對於那些特殊的情況，即當在I級和II級氣候地區中，架設在電桿上的導線使用三種材料。並在有可能任意佈置時，則必需按照不須調整的最低條件的方法來架設導線。

導線計算資料表

根據 $t=+40^{\circ}\text{C}$ 時弧垂相等的條件進行導線的計算，所得的結果列在表9至表23中。

編製表格時曾考慮到以下各點：

1. 根據導線計算的基本條件，對於I級氣候地區內的居民區，選擇48公尺的桿距（表9）。但是考慮到這種桿距未必是實際上所採用的，又補充計算了桿距為41公尺的情況（表10）。就線路通過居民區的條件，以及使裝置導線的結構簡化來說，41公尺的桿距已經够大了。

2. 與上述情況相仿，表17與表18中列出對I級氣候地區內的非居民區的計算結果。桿距 $l=55$ 公尺祇能用在電桿上無重載型號的導線時。當有重載型號的導線時，應該假定桿距 $l=50$ 公

尺進行計算。

3. 對Ⅲ級氣候地區內的居民區，按照基本條件，所得到的桿距數值為 29 公尺（表12），這比考慮結構時所希望得到的桿距略小。如果在電桿上架設的導線不是 A-16、M-6 及 $\times\phi 3$ 型，則桿距可增大至 35 公尺（表13）。

4. 對於Ⅳ級氣候地區內的居民區，正常計算所得的桿距為 23 公尺（表14）。如果在電桿上架設的導線不是 A-16、M-6 及 $\times\phi 3$ 型，則桿距可以增大至 29 公尺，如果架設的導線不是 A-16、A-25、M-6、M-10、 $\times\phi 3$ 及 $\times\phi 4$ 型，則桿距更可增大至 34 公尺（表15及表16）。

5. 同樣的說明適用於對Ⅲ級氣候地區內的非居民區的表20及表 21，以及對Ⅳ級氣候地區內的非居民區的表 22 及表 23。

如果將規程中所規定的安全係數略為縮小，則表 12、表 15 及表 22 中所使用的 29 公尺的實際桿距可以增大到 30 公尺。

這樣，可以得出結論，即僅在居民區條件下的同一Ⅳ級氣候地區內，不可能在正常桿距中使用 M-6 及 A-16 型的導線而不顯著減小規程中所規定的安全係數。

表 9 至表 23 中所採用的符號如下：

σ_{+40} —— $t = +40^{\circ}\text{C}$ 時導線中的應力；

σ_{M} ——導線中的最大應力；

T_{M} ——導線的最大拉力；

l_{kp} ——臨界桿距；

σ_s ——在積冰而無風時導線中的應力；

f_s ——在積冰而無風時的導線弧垂；

P_0 ——無冰時在導線桿距內的風力負荷；

P_i ——積冰時在導線桿距內的風力負荷；

Q_0 ——無冰時在導線桿距內的重量負荷；

Q_i ——積冰時在導線桿距內的重量負荷。

氣溫不同時，在上述線路敷設條件下的導線弧垂值以圖 5 至圖19中的曲線表示。這些曲線應在導線架設（放線）時使用。

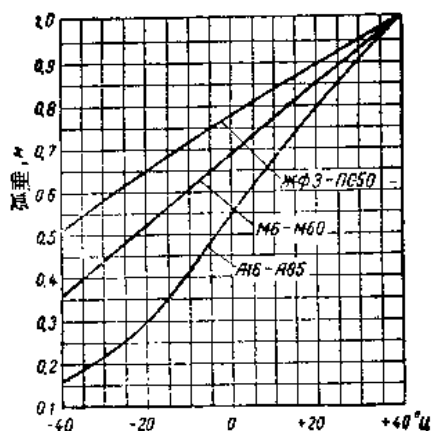


圖 5 放線曲線^①。居民區。I級氣候地區； $l=48$ 公尺； $f_{+40}=1$ 公尺。

表 9

導線 型號	σ_{+40} 公斤/平 方公厘	σ_M 公斤/平 方公厘	T_M 公斤	l_{kp} 公尺	σ_3 公斤/平 方公厘	f_3 公尺	P_c 公斤	P_t 公斤	Q_c 公斤	Q_t 公斤
A-16	0.80	5.24	83	57	4.37	0.77	10	5	2	9
A-25	0.80	5.24	128	72	3.74	0.72	12	5	3	11
A-35	0.80	5.24	180	84	3.35	0.68	14	5	5	13
A-50	0.80	5.24	259	101	3.02	0.65	17	6	7	16
A-70	0.80	5.24	361	118	2.78	0.62	20	6	9	20
A-95	0.80	5.24	505	140	2.53	0.60	24	7	13	25
M-5	2.61	9.77	58	40	9.03	0.87	5	4	3	8
M-10	2.61	7.90	79	45	7.47	0.81	7	4	4	10
M-16	2.61	7.20	115	52	6.68	0.78	10	5	7	14
M-25	2.61	7.20	175	64	6.02	0.75	12	5	11	18
M-35	2.61	7.20	243	76	5.60	0.73	14	5	15	24
M-50	2.61	7.20	355	90	5.27	0.72	17	6	22	31
ЖЗЗ	2.26	8.52	60	34	7.81	0.83	6	4	3	8
ЖЗ4	2.26	6.56	83	37	6.18	0.84	8	4	5	11
ЖЗ5	2.26	5.53	109	40	5.30	0.82	9	4	7	14
ПС-25	2.26	5.12	136	42	4.95	0.81	11	5	9	17
ПС-35	2.26	4.68	174	44	4.53	0.79	15	5	14	23
ПС-50	2.26	4.45	220	45	4.33	0.79	18	6	19	29

① 放線曲線即指架設導線時所用的曲線。——譯者