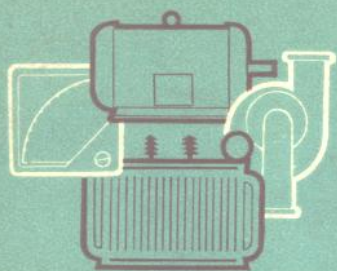


农村电工手册

第六分册 架空电力线路



水利电力出版社

农村电工手册 第六分册 架空电力线路

75.1072/204

水利出版社

15.1073
201-1
26

农村电工手册

第六分册 架空电力线路

《农村电工手册》编写组



农村电工手册

第六分册 架空电力线路

《农村电工手册》编写组

★

水利电力出版社出版

(北京朝阳门外大街6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

★

1974年1月北京第一版

1974年1月北京第一次印刷

印数 00001—330,300册 每册 0.25 元

书号 15143·3069

毛主席语录

以农业为基础、工业为主导

农业的根本出路在于机械化。

备战、备荒、为人民

要把一个落后的农业的中国改变成为一个先进的工业化的中国，我们面前的工作是很艰苦的，我们的经验是很不够的。因此，必须善于学习。

出版者的话

在伟大领袖毛主席的革命路线指引下，随着全国各项建设事业的迅速发展，近年来农村电力事业突飞猛进。

为了适应农村电力事业发展的新形势，满足广大工农兵的需要，我们请山西省电业局、北京供电局、北京市建筑设计院、江苏农学院机电排灌系、西北农学院水利系、浙江省台州地区水电局、浙江省仙居县水电局等单位及有关同志编写了《农村电工手册》一书。在编写过程中，我们又分别请浙江省水电局、一机部机械院农机所、北京供电局通县供电所、河北省石家庄地区、浙江省嘉兴地区、上海市郊区、北京电力学校、江苏省扬州电力学校等有关单位进行了座谈、讨论、审核，并作了补充修改。对这些单位和有关同志的大力支持，我们表示衷心的感谢。

本手册主要是为广大从事农村机电工作人员参考而编写的，为便于查阅，力求内容简明扼要、文字通俗易懂，并尽可能多地编入些图表和例题。但是由于时间仓促，可能存在一些缺点和错误，欢迎广大读者批评指正，以便再版时修订。

30888

目 录

出版者的话

第一节 基本知识	1
第二节 电气计算	7
一、导线电阻和感抗的计算	7
二、线路的电压损失及其计算	15
三、线路功率损失及电能损失的计算	23
第三节 新建线路的设计	32
一、确定线路的路径, 选定杆位	33
二、选择导线	36
三、确定杆型和杆高	40
第四节 架设施工	42
一、准备工作	42
二、起重和运输	43
三、挖 坑	48
四、电杆组装	49
五、立 杆	77
六、放线、紧线和导线的连接	80
七、导线在绝缘子上的固定	96
八、拉 线	100
九、线路建成后的质量检查	105
第五节 运 行	105
一、影响线路安全经济供电的因素	105

二、线路的巡视检查·····	107
三、线路的测量试验·····	112
四、线路故障的分析和处理·····	113
五、建立健全技术资料·····	113
第六节 两线一地制供电线路·····	114
一、两线一地制供电的原理、特点和注意事项·····	114
二、两线一地制供电网络的电气计算·····	116
三、对两线一地制供电接地装置的要求·····	117
四、两线一地制电力线对通讯线路的影响·····	118
五、两线一地制线路运行工作的特殊要求·····	119

第一节 基本知识

1. 架空电力线路在农村电网中的作用 发电厂、变电站、用电点，是电力生产和使用的基本环节，电力线路把三者连接起来，形成了完整的电力系统。电力线路有架空电力线路和电缆两种。就农村来讲，主要的是架空电力线路。

2. 架空电力线路的输送方式 从发电厂把电能输送到变电站的高压架空电力线，叫做输电线，电压一般在35千伏及以上；从变电站把电能送到配电变压器去的架空电力线，叫做高压配电线，电压一般为3、6或10千伏；从配电变压器把电能送到用电点去的低电压电力线，叫做低压配电线，低压配电线的电压大都为380/220伏。三相380伏用于动力，单相220伏用于照明。

不同电压等级的线路，送电能力有大小，输送距离的远近也不同。其大概范围，可参考表6-1。

表 6-1 各级电压电力线路输送容量及距离的大概范围

线 路 电 压 (千伏)	输 送 功 率 (千瓦)	输 送 距 离 (公里)
0.22	50以下	0.15以下
0.38	100以下	0.6以下
3	100~1000	1~3
6	100~1200	4~15
10	200~2000	6~20
35	1000~10000	20~70

3. 架空电力线路的主要构成部分

(1) 电杆 农村常用的电杆从材料上分, 有钢筋混凝土电杆 (以下简称混凝土电杆) 和木电杆。混凝土电杆寿命长、维修易、强度高, 但价格较贵; 木电杆施工方便、价格便宜、强度也够, 但易腐朽、寿命短。选用电杆时, 要因地制宜。采用混凝土电杆, 以节约木材, 已是我国建设高压电力线路的主要方向。从电杆所起的作用分, 有直线杆、轻承力杆、转角杆、耐张杆 (断连杆)、终端杆 (死头杆) 等。在10千伏以下的线路上又有分支杆 (分歧杆)、十字杆等。任务不同, 因此电杆的杆顶结构及加强装置都有区别, 参见表6-2。

表 6-2 各种类型电杆的区别

杆 型	用 途	杆 顶 结 构	有无拉线
直 线 杆	支持导线、绝缘子、金具等的重量, 承受侧面的风力。占全部电杆数的80%以上	单担, 针式绝缘子、或悬式绝缘子、或陶瓷担	无拉线
有拉线的直线杆	除一般直线杆用途外, 尚有用于: (1) 防止大范围歪杆; (2) 用于不太重要的交叉跨越处	同直线杆, 悬式绝缘子用固定式线夹	有侧面拉线, 或顺档拉线
轻承力杆	能承受部分导线断线的拉力, 用在跨越和交叉处 (10千伏及以下线路, 不考虑断线)	横担要加强, 采用双绝缘子或双陶瓷担固定	有拉线

续表 6-2

杆 型	用 途	杆 顶 结 构	有无拉线
轉 角 杆	用在线路轉角处, 承受两侧导线的合力	轉角在 30° 以下, 可采用双担双針式絕緣子; 45° 以上的采用悬式絕緣子耐张线夹; 6 千伏以下可采用蝶式絕緣子	有导线反向拉线及反合力方向的拉线
耐 张 杆	能承受一側导线的拉力, 用于: (1)限制断线事故影响范围; (2)用于架线时紧线	双担、悬式絕緣子、耐张线夹或蝶式絕緣子	有四面拉线
終 端 杆	承受全部导线的拉力, 用于线路的首端或終端	同耐张杆	有导线反向拉线
分支杆及 十字杆	用于10千伏及以下由干线向外分支线处。向一側分支的为丁字型; 向两侧分支的为十字型	上下层分别由两种杆型构成, 如丁字型上层不限, 下层为終端等	根据需要加拉线

在农村电力线路上, 一般可使用单杆; 在高电压大跨越时, 可采用双杆。大跨越轉角杆也可使用三组杆, 即三根电杆分别支撑三相导线, 可加大线间距离。

(2) 导线 导线是用来传导电流的金属线, 它不仅要有良好的导电性能, 而且要有较高的机械强度和不怕腐蚀等特点。导线种类很多, 但使用最多的是铝绞线, 在大档距时可采用钢芯铝绞线。在小负荷、远山区供电时, 可采用钢绞线。单股铁线或钢线, 可靠性差, 不宜用于有人活动的村镇

附近；又因其电阻大，不宜用于低压线路。不应将多股导线劈开使用，否则使其各股吃力不匀，机械强度降低。架空导线一般不采用绝缘线。

(3) 绝缘子 常用的有针式绝缘子、悬式绝缘子、蝶式绝缘子、陶瓷横担和拉紧式绝缘子等。

35千伏及以下的农村架空电力线路直线杆，均可采用相应电压等级的针式绝缘子。耐张或终端杆绝缘子的片数见表6-3所示。

表 6-3 各级电压耐张杆绝缘子个数

35千伏	铁担	相当于X-4.5电气强度的		4片	直线杆的应比耐张杆的少1片	
	木担	相当于X-4.5电气强度的		3片		
10千伏	X-4.5C		2片		用于LJ-70及以下	
	X-4.5C	1片	加蝶式(E-10)	1个		
6千伏	X-4.5C		1片	加蝶式(E-6)	1个	用于LJ-70及以下
	蝶式		2个			
380伏以下	低压蝶式(ED)			1个		

4. 常用名词解释

(1) 架空线路的档距 两相邻电杆间的水平长度叫档距。不同电压等级线路在一般情况下的档距，参考表6-4。

表 6-4 不同电压等级线路的档距

电 压 等 级	档 距 (米)
35千伏	150以上
6~10千伏	80~120
380伏	50~60

(2) 导线的弧垂(也叫垂度或弛度) 指在平坦地面上, 即在相邻两电杆上的悬挂点高度相同时, 导线最低点与悬挂点间连线的垂直距离, 如图 6-1 甲所示; 如导线在相邻两电杆上的悬挂点高度不同时, 弧垂要分为两个, 并且等于导线的两个悬挂点至导线最低点的两个垂直距离, 如图 6-1 乙所示。

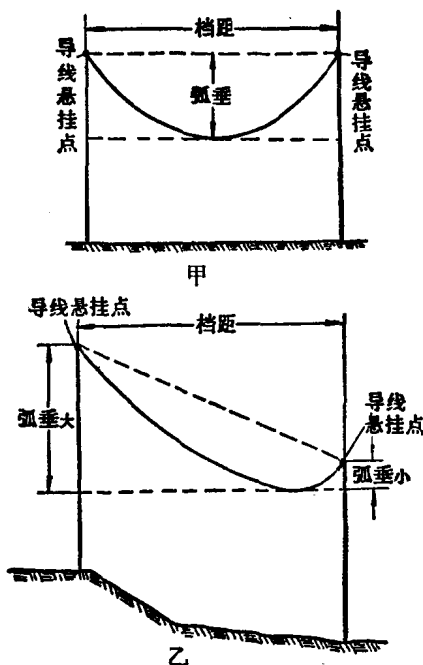


图 6-1 导线弧垂示意

弧垂 (f) 和导线内部所受拉力 (F) 的关系如下式:

$$f = \frac{K}{F} \quad (6-1)$$

式中 K ——由档距、导线、冰、风等因素决定的常数;

F ——导线中所受的拉力。

由式 6-1 可知弧垂和导线所受拉力成反比。因此，我们可以从导线弧垂的大小，判断导线内拉力的大小。

(3) 最大负荷利用小时数 农村中有水利、照明、农机、化肥、水泥等各类用电负荷，无论那一种负荷，使用电力的多少都是随时间而变化的。最大负荷利用小时数就是表示这种变化的程度。

$$\text{最大负荷利用小时数} = \frac{\text{年用电量(千瓦} \cdot \text{小时)}}{\text{年最大负荷(千瓦)}} \quad (6-2)$$

一般农村综合用电最大负荷利用小时数，大约为1500~2000小时。小型工业越发展，最大负荷利用小时数就会越大。排灌用水泵最大负荷利用小时数只约有几百。

5. 对架空线路供电的基本要求

(1) 安全供电 要保证对用户可靠地、不间断地供电，就要求保证线路架设的质量，加强运行维修工作，防止发生事故。线路供电的安全程度，一般以每年每一百公里线路平均发生事故次数（叫做事故频率）来衡量。

(2) 电压质量 电压的好坏直接影响着用电设备的安全和经济运行。电压过低不仅使电动机的出力和效率降低，而且常常造成电机过热烧毁。一般规定农村电网供电电压不应高于额定电压的7.5%，不应低于额定电压的10%，特殊情况可放宽到15%。

(3) 经济供电 送电过程中，在架空线路上必然有电能损失，叫做线路损失。线路损失在全部输送电能中所占的百分数叫损失率（简称为线损率），它是衡量供电经济性的国家指标。应在原有基础上不断采取措施降低线损，提高供电的经济性。

第二节 电 气 计 算

一、导线电阻和感抗的计算

1. 电阻的计算 (见表6-5所示)

表 6-5 电 阻 的 计 算 方 法

导线种类	导线每公里电阻(r_0 , 欧/公里)的计算		导线长度为 l 公里的电阻 (R , 欧)的计算
	计 算 法	查 表 法	
铜 导 线	$r_0 = \frac{18.8}{S}$	查表6-8	$R = r_0 l$
铝 导 线	$r_0 = \frac{31.5}{S}$	查表6-7	$R = r_0 l$
钢线或铁线	式中 S —导线截面, 毫米 ² 。 因电阻随电流而变, 只能用查表法计算	查表6-9	$R = r_0 l$

注: 表中的计算法和查表法所得结果基本相同。

2. 感抗的计算 (见表6-6所示)

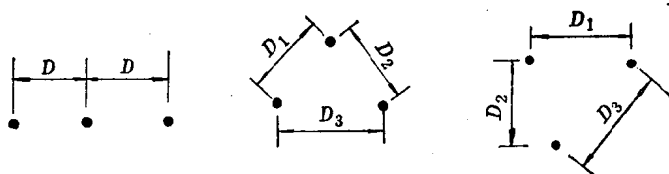


图 6-2 导线的排列

表 6-6

感 抗 的 计 算 方 法

导线种类	每公里导线感抗(x_0 , 欧/公里)的计算		导线长度为 l 公里的感 抗(X , 欧) 的 计 算
	计 算 法	查 表 法	
铜及铝导线	$x_0 = 0.144 \lg \frac{2D_{\pi}}{d} + 0.157$ 式中 d — 导线的外径, 毫米; D_{π} — 三根导线间的几何均 距, 毫米。 如三根导线间距离分别为 D_1、 D_2、D_3 则 $D_{\pi} = \sqrt[3]{D_1 D_2 D_3}$ 如为正三角排列(如图6-2), 则 $D_{\pi} = D_1 = D_2 = D_3$ 如为水平排列, 则 $D_{\pi} = \sqrt[3]{DD_2 D} = 1.26D$	查表6-7 6-8	$X = x_0 l$
铜芯铝绞线	因有铜芯, 计算较困难	查表6-7	$X = x_0 l$
铜、铁导线	$x_0 = x'_0 + x''_0$ 式中 x'_0 — 铜、铁导线的外感 抗, 欧/公里; $x'_0 = 0.144 \lg \frac{2D_{\pi}}{d} \text{ 欧/公里;}$ x''_0 — 铜、铁导线的内感 抗(因电流大小而不 同, 需查表), 欧/公里	x'_0 查表6-10 x''_0 查表6-11	$X = (x'_0 + x''_0) l$

表 6-7 铝绞线及钢芯铝绞线每公里的电阻(r_0)和感抗(x_0)值

截面(毫米 ²)	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
	1.98	1.28	0.92	0.64	0.46	0.34	0.27	0.21	0.17	0.132
电阻 r_0 (欧/公里)										
感 抗 值 x_0 (欧/公里)										
铝 绞 线 (LJ)										
计算直径 几何均距 (毫米) (米)	5.1	6.4	7.5	9.0	10.7	12.4	14.0			
0.6	0.358	0.345	0.336	0.325	0.315	0.303	0.297			
0.8	0.377	0.363	0.352	0.341	0.331	0.319	0.313			
1.0	0.391	0.377	0.366	0.355	0.345	0.334	0.327			
1.25	0.405	0.391	0.380	0.369	0.359	0.347	0.341			
1.5		0.402	0.391	0.380	0.370	0.358	0.352			
2.0		0.421	0.410	0.389	0.388	0.377	0.371			

续表 6-7

截面(毫米 ²)	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
电阻 r_0 (欧/公里)	1.98	1.28	0.92	0.64	0.46	0.34	0.27	0.21	0.17	0.132
感 抗 值 x_0 (欧/公里)										
铜 芯 铝 绞 线 (LGJ)										
计算直径 几何均距(毫米) (米)			8.4	9.6①	11.4①	13.7	15.2	17.0	19.0	21.6
2.0			0.403	0.392	0.382	0.371	0.365	0.358		
2.5			0.417	0.406	0.396	0.385	0.379	0.372	0.365	0.357
3.0			0.429	0.418	0.408	0.397	0.391	0.384	0.377	0.369
3.5			0.438	0.427	0.417	0.406	0.400	0.398	0.386	0.378
4.0			0.446	0.435	0.425	0.414	0.408	0.401	0.394	0.386
4.5					0.433	0.422	0.416	0.409	0.402	0.394
5.0					0.440	0.429	0.423	0.416	0.409	0.401
5.5					0.446	0.435	0.429	0.422	0.415	0.407
6.0										0.413

① 按单股铜芯计算。