



农村小型水电丛书

輸 电 綫 路

魏树賢 邱孝宝編

水利电力出版社

內 容 提 要

本書是“农村小型水电叢書中的一本，內容介紹輸电綫路的一般知識，輸电綫路的導綫規格、結構和架設方法，并敘述配電制度以及綫路的維護檢修工作和安全技术。

本書可供农村輸电綫路的工人和技术人員閱讀。



农村小型水电叢書
輸 电 綫 路
魏樹賢 邱孝宝編

*

1601D456

水利电力出版社出版 (北京西郊科學路二風溝)

北京市書刊出版業營業許可證出字第100号

水利电力出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * 1 $\frac{1}{2}$ 印張 * 37千字

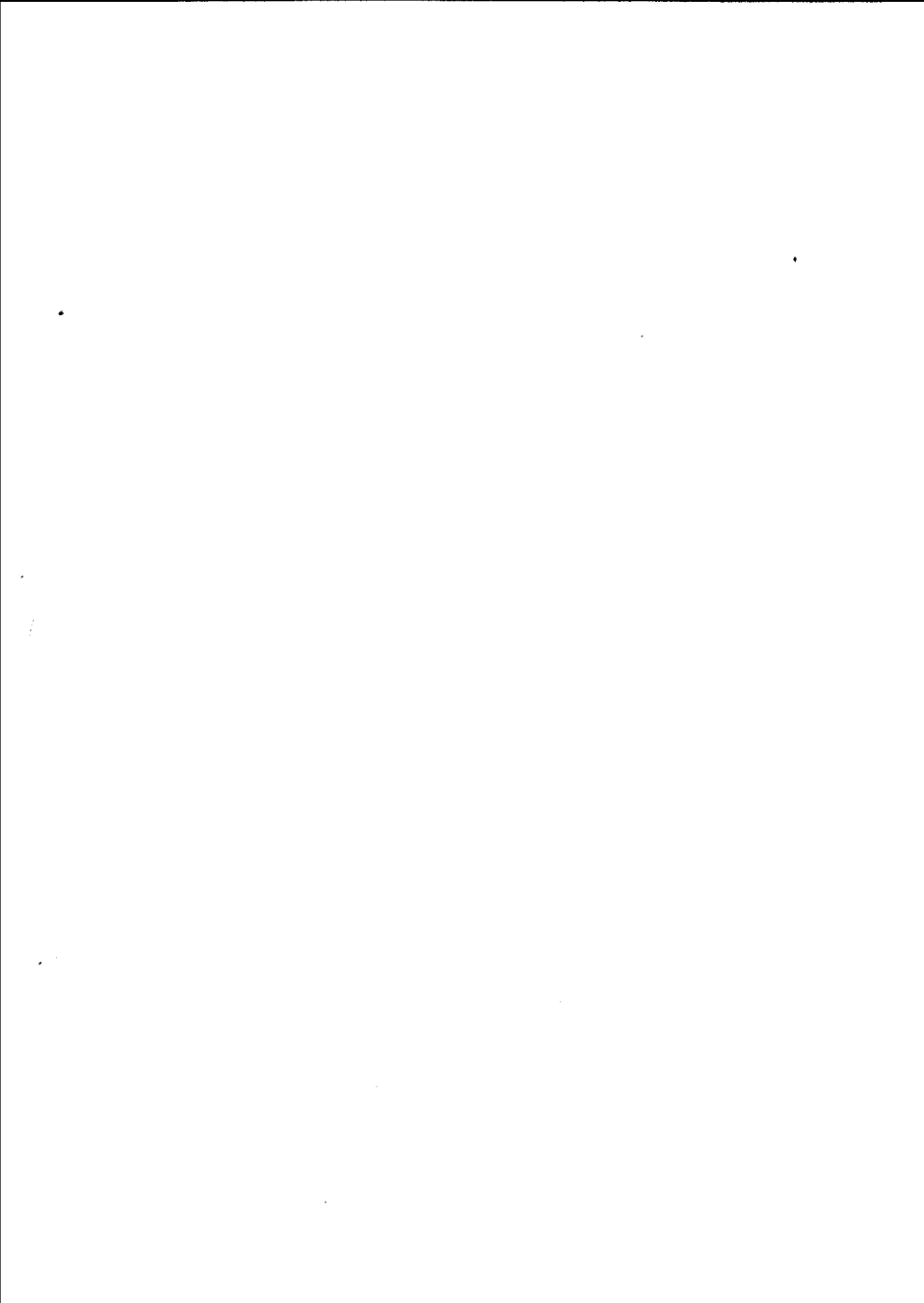
1958年11月北京第1版

1958年11月北京第1次印刷(0001—5,100册)

統一書号: T15143·310 定价(第8类)0.18元

目 录

第一章	輸电綫路的一般知識·····	3
第二章	輸电綫路的导綫·····	8
第三章	架空輸电綫路的結構·····	14
第四章	輸电綫路的安裝·····	25
第五章	電能的配電制度·····	38
第六章	輸电綫路的故障、維護檢修、安全技術·····	47



第一章 輸電綫路的一般知識

1-1 輸電綫路概述

輸電綫路（有时也称为電力網）是用来把電能从发电厂傳輸到用电的地方去的電綫。当电流流过綫路时，会使電綫发热而損耗掉一部分电功率或電能。这种电功率或電能的損失，一般不得超过輸送总功率或总電能的百分之十。由于发热所損耗的功率的大小，除与电流大小有关外，还和綫路的电阻大小有关。当采用低压送电时，輸送的功率愈大，則电流愈大。如果要在綫路上損失的功率不超过百分之十，則必須应用大断面的電綫（因为電綫的断面愈大，則電綫的电阻愈小，这样可以减少電能的損耗）。但是这样一来，就需要大量的导电金屬。当采用高压送电时，由于电压提高了，輸送的功率仍旧不变，送电电流也就减小了。显然，同样不使功率損失超过百分之十，这时綫路上就可采用小断面的電綫，大大地节省导电金屬。所以，在長距离輸电时，都采用高压送电。輸送距离愈远，輸电所需的电压就愈高。当長江三峡水电站建成后，如果向北京送电的話，很可能就將采用50万到60万伏特的高压。而我們照明的电灯电压才220伏特，在农村中抽水用的电动机只有380伏特。

1-2 電能的产生，輸送和分配过程

電能是由发电机产生的。在水电厂里，由于水从高处向低处流而产生了冲动力，水流冲动水輪机，使水輪机轉动，水輪机再帶动发电机，使发电机旋轉，因而就产生了電能。

发电机发出的电压，一般是不很高的，所以不可能把电能直接输送到较远的地方去。上面已经谈过，为了节省导电金属，输电时必须采用高压，这种高电压是利用变压器来获得的。电能由发电机产生后，输送给变压器，利用变压器将电压升高后，再把电能经过输电线路传输到较远的用电的地方去。

当电能利用高压传送到用电的村镇后，必须再把电能分配给各个用电的用户。从用电安全方面来看，电压愈低愈安全，所以高压是不允许使用的。为了用电的安全，在输电线的末端（或用电的用户之前），还必须利用变压器，把较高的电压变成较低的电压后，才能把电能分配给用电的用户。

图 1-1 表示发电、输电和配电的过程。为了容易看图及便于绘制，所以在电气接线图中用不同符号表示各种电气设备，

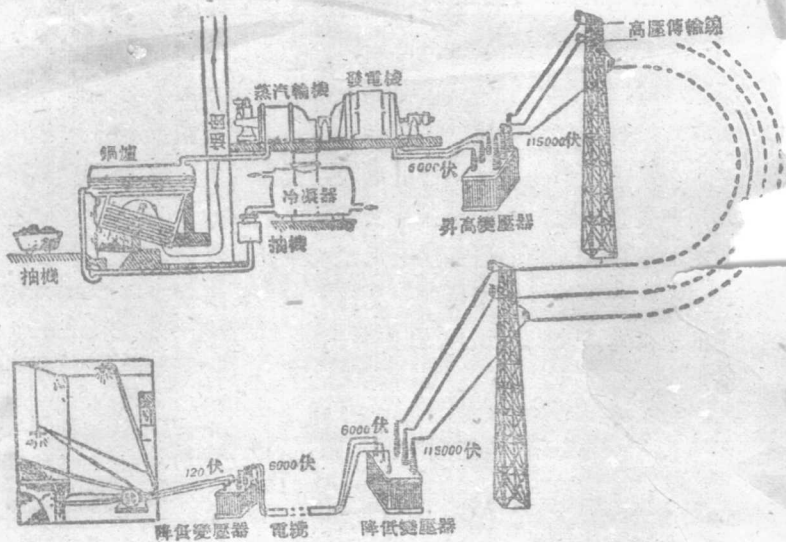


图 1-1 火力发电厂和电能传输线路示意图

以及用一条线来代替三条线。

图 1-2 即为图 1-1 的简化电路图。

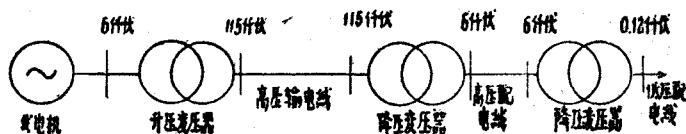


图 1-2 发电、输电和配电简化接线图

为了不使供电间断，最好用高压输电线把几个孤立的发电厂互相联接起来，这样便构成了电力系统。

图 1-3 所示为农村电力系统的原理接线图，而图 1-4 所示为孤立的农村发电厂输电线的原理接线图。

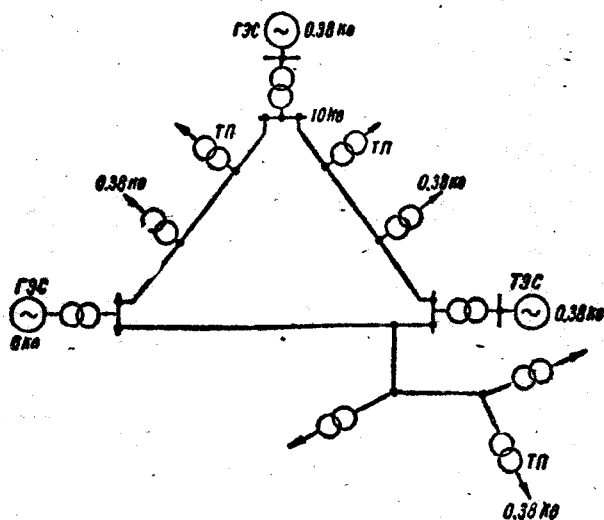


图 1-3 农村电力系统的原理接线图

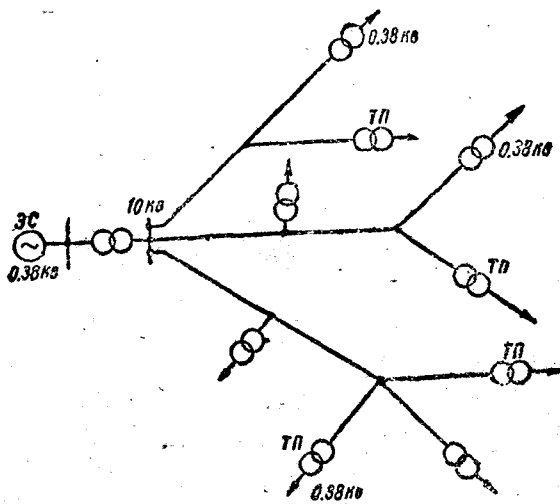


图1-4 孤立的农村发电厂的输电綫結綫图

1-3 农村输电綫的电压

各种电机及电器都是按照一定的电压来制造的，在額定的电压下能保証电气设备的正常运行，并且能得到最經濟的效果。

为了便于同一制造和使用电气设备，所以国家規定了十几个标准电压等級。低压交流中有127, 220及380伏特三种电压。高压交流中有3, 6, 10, 35, 60, 110, 154及220千伏八种电压。

在农村输电綫路中，低压电路采用220和380伏特的电压；高压电路則多采用6及10千伏特，如果要向20~30公里远处输电时，則需采用35千伏特的电压。

当电流經過綫路送到用电的地方后，使电压在綫路上損失

了一部分，結果在用电处所得到的电压將比上述标准电压降低了很多。为了使用电处的电压不致比标准电压值低得太多，所以电源的电压要比标准电压略高一些（約高出 5~10%），用来补偿在綫路上損失的一部分电压（并非全部損失电压）。例如低压电路电压約为 380 伏特，而发电机的电压則为 400 伏特，比 380 伏特高出 5%。

1-4 輸电距离的决定

高压輸电距离取决于輸电电压及輸送功率的大小，其数值可参照表 1-1 来近似地加以决定。当負荷（用电戶）沿輸电綫路分布时，輸送功率的距离可以增大。

表 1-1 在各种电压下輸送功率(三相單回路綫路)
及輸电距离的近似值

綫路电压(千伏)	綫路种类	所輸送功率(瓦)	輸送距离近似值(公里)
6	架空綫	2000以下	10~3
10	架空綫	3000以下	15~5
35	架空綫	2000~10000	50~20

低压綫路的供电距离不宜超过 800 公尺，否則將使低压綫路的导电金屬綫的消耗量过分加大。在 380/220 伏电压的綫路里，由降压变压器点起，最优越的用户供电距离平均为 500~800 公尺。距离电厂較远的降压变压器点的低压綫路，其供电距离應該較小。

当送电距离超过 600~800 公尺时，就应采用高压送电。

第二章 輸電綫路的導綫

2-1 輸電綫路導綫的材料

一般的綫路有屋內和屋外二種形式。屋外輸電綫是架設在房屋的外部，多半是架空綫（架空綫就是敷設在屋外的木杆，水泥杆或鐵塔上的輸電綫），屋內的綫路通常叫做配電綫，是敷設在房屋的內部，一般是用絕緣導綫（就是外面有一層不易導電的絕緣材料的導綫）敷設的。

農村輸電綫一般是用裸綫和絕緣導綫。

裸綫就是由沒有絕緣層的銅、鋁和鐵的導綫，它們只能架設在人們完全不會偶然碰到的地方。因為碰到了帶電的裸導綫，人就會受到電的傷害，也就是一般所說的人就會觸電。此外，當金屬物品碰到一根或幾根導綫時，輸電綫路就會發生故障而停電或部分停電。因此說，如果屋內綫路用裸綫來敷設的話，那就很可能發生許多不幸的人身觸電事故，或因輸電綫的故障而停電。

農村輸電綫的導綫一般是用那些金屬來做的呢？一般是用銅、鋁、鋁的合金和鐵作為導綫的材料。但一般的農村輸電綫中用的導綫，極大多數是用鐵做成的鐵綫（有時候稱為鋼綫）。

那末，對於輸電綫路的導綫材料有那些要求呢？

第一，要有足夠的機械強度，也就是說導綫在一般的受力情況下不會斷裂。

第二，要有良好的導電本領，也就是說要很容易導電。

第三，要有抵抗不良氣候作用及化學品的影響的本領。例如，導綫是常常處在風吹雨打、積冰和溫度的變化的影響下，並受到周圍空氣所含的化學品作用的影響。

2-2 导线的种类

导线的种类按照导线的材料可分为：

1. 铜线——用铜制成的导线。

铜是导电本领最好的导体之一，而且它有足够的机械强度（每平方公厘最高可以受到46公斤的力）。铜线还能抵抗不良气候的影响以及空气中所含有的大量的化学品的影响，因为铜线在空气中经过一个时期以后，它的表面上就自然的出现了一层氧化物，这个东西它就会防止导线以后不会再受破坏。

但是由于世界上和我国铜的储藏量不很多，而且较贵，因此为了节约铜，建议在农村输电线中不采用铜作为导线的材料，而把它用在国民经济中其他更需要的地方去。

2. 铝线——用金属铝制成的导线。

铝的导电本领要比铜来得差一些，但是铝的导电本领一般说来还是相当高的，仍旧可以作为合理的金属导电材料。

铝的机械强度比铜小一些（每平方公厘最高可以受13~17公斤的力），铝线对气候变化影响的抵抗性较强，而对化学作用方面的抵抗性较弱。

3. 铁线（又称钢线）——用铁制成的导线。

铁的导电本领是不好的，但是其机械强度则很强（它每平方公厘最高可以受到35公斤的力）。铁线的主要缺点是容易腐蚀，即容易生锈，但是可以在导线的表面镀一层锌以防止生锈。

在农村输电线中，一般输送出去的功率或电能不是很大的，因此建议可以尽量多采用铁线。因为铁的储藏量和产量是比较多，而且比较便宜，在农村中也容易找到它。

现在把各种裸导线的性能，用表格表示如下：

表 2-1 各種裸導線的性能比較

性 能	硬 銅 線	軟 銅 線	鋁 線	鉄(鋼)線
密 度 (克/立方厘米, 20°C)	8.89	8.89	2.7	7.86
電阻系數 (歐/平方公厘/米, 20°C)	0.01775~0.01792	0.01724~0.01756	0.03	0.13
機 械 強 度 (千克/平方公厘)	46	25~28	13~17	35
膨脹系數 (0~20°C每°C值)	0.0000166	0.000017	0.0000231	0.0000117
伸 長 率 (%)	0.5~3	15~30	20~35	7~12
導 電 率 (%)	96~97	97~99	61~65	8~17.5
抵抗化學作用方面	很好	很好	較弱	較弱
抵抗氣候影響方面	很好	很好	較強	一般

導線按照它的絕緣情況來分：

1. 裸線

裸線是沒有絕緣的銅線、鋁線、或鉄線，它只能敷設在人們完全不會偶然碰到的地方。

2. 絕緣導線

這種導線的外面包有一種絕緣層（不導電的東西），一般不架設在屋外面常常用作插頭、開關和馬達的引線。

按照導線的構造來分，有

1. 單根導線：

2. 多股導線——二根以上的導線絞合在一起。

2-3 導線的型號

根據我國目前製造的導線有很多種，現把導線的尺寸、型號列表如下：

1. 銅線

表 2-2

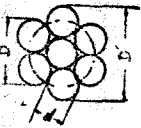
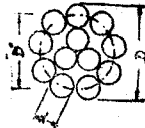
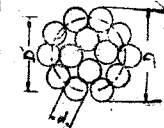
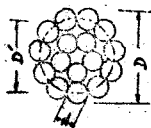
我国铜导线的单线规格

导线直径(公厘)	标准截面(平方公厘)	实际截面(平方公厘)
2.00	3.15	3.142
2.24	4.00	3.941
2.50	5.00	4.909
2.80	6.30	6.158
3.15	8.00	7.794
3.55	10.00	8.896
4.00	12.50	12.57
4.50	16.00	15.90
5.00	20.00	19.64
5.60	25.0	24.63
6.30	31.5	31.17
7.10	40.0	39.59
8.00	50.0	50.27
9.00	63.0	63.62
10.00	80.0	78.54
11.20	100.0	98.49

同心绞合线外径线数对照表列在下面:

表 2-3

同心绞合线外径线数对照表

构造	中心一根		中心三根		中心四根		中心五根	
								
绞线数层	导线总数	外层线数	导线总数	外层线数	导线总数	外层线数	导线总数	外层线数
0	1	—	3	—	4	—	5	—
1	7	6	12	9	14	10	16	11
2	19	12	27	15	30	6	33	17

2. 鋁綫

表 2-4

裸鋁單綫規格表

直徑 (公厘)	截面 (平方公厘)	重量 (公斤/公里)	電阻 (歐/公里, 20°C)	拉斷力 (公斤)	安全抗張力 (公斤)
12.0	113.10	305.6	0.2499	1485.0	891.0
10.0	78.54	212.2	0.3599	1086.0	651.6
9.0	63.62	171.9	0.4443	902.1	541.3
8.0	50.27	135.8	0.5622	730.9	438.5
7.0	38.48	104.0	0.7345	573.0	343.8
6.5	33.18	89.65	0.8518	499.7	299.8
6.0	28.27	76.39	0.9996	430.8	258.5
5.5	23.76	64.20	1.190	366.1	219.7
5.0	19.64	53.07	1.439	306.2	183.7
4.5	15.90	42.96	1.778	250.7	150.4
4.0	12.57	33.96	2.248	200.4	120.2
3.5	9.621	26.00	2.937	155.1	93.06
3.2	8.042	21.73	3.515	130.4	78.24
2.9	6.605	17.85	4.279	107.4	64.74
2.6	5.309	14.34	5.324	67.23	52.34
2.3	4.155	11.23	6.802	68.72	41.23
2.0	3.142	8.49	9.00	52.31	31.39

表 2-5

裸鋁絞綫規格表

股數	每股直徑 (公厘)	標稱截面 (平方公厘)	實際截面 (平方公厘)	重量 (公斤/公里)	電阻 (歐/公里, 20°C)	抗張力 (公斤)
19	2.9	120	125.5	343.2	0.2279	1948
7	4.5	110	111.3	304.3	0.2570	1696
19	2.6	100	100.9	275.7	0.2836	1589
7	4.0	90	87.99	240.6	0.3251	1294
19	2.3	80	78.95	215.9	0.3623	1261
7	2.5	70	67.35	184.2	0.4248	1016
19	2.0	60	59.70	163.2	0.4792	967.2
7	3.2	55	56.29	153.9	0.5082	861.2
19	1.8	50	48.35	132.2	0.5918	790.7
7	2.9	45	46.24	126.4	0.6186	717.6
7	2.6	38	37.16	101.6	0.7697	585.3
7	2.3	30	29.09	79.55	0.9834	464.6
7	2.0	22	21.99	60.14	1.3010	356.3

3. 鉄(鋼) 綫

表 2-6 單 股 鉄 (鋼) 綫

導綫直徑(公厘)	理論截面(公厘 ²)	導綫計算用重量(公斤/公里)
JK2.75	5.94	46.6
JK3.5	9.62	75.5
JK4	12.57	100
JK5	19.64	154
JK6	28.27	222

表 2-7 多 股 鉄 (鋼) 綫

導綫型号	股 数	導綫計算用直徑 (公厘)	導綫計算用重量 (公斤/公里)
ΠС-25 ΠМС-25	5	5.6	194
ΠС-35 ΠМС-35	7	7.8	296
ΠС-50 ΠМС-50	12	9.2	396
ΠС-70 ΠМС-70	19	11.5	632
ΠС-95 ΠМС-95	37	12.6	755

表2-6及表2-7为苏联鉄綫型号，我們可以相应直徑或截面的鍍鋅鉄絲来代替。

2-4 截面选择

农村輸电綫路導綫截面和輸电电压的选择，应分別根据送电容量和輸电距离参照下表来确定。

电 压	綫 号	按电压損耗不超过10%計算的送电极限距离(公里)				
		容 量 (瓦)				
		20	30	50	70	100
6 千 伏	JK-4	12.5	7.2	3.6	2.3	1.5
	JK-5	—	11.8	6.2	3.4	2.0
	JK-6	—	—	3.0	5.0	2.5
10 千 伏	JK-4	—	—	11.0	7.2	4.3
	JK-5	—	—	—	11.7	6.7
	JK-6	—	—	—	—	9.1

第三章 架空輸电綫路的結構

3-1 輸电綫路的絕緣子

架空輸电綫路絕緣子的主要用途，是保證綫路与杆塔（电綫杆）及其他支持結構間的絕緣。因此，絕緣子必須具有高度絕緣能力（电气强度）。又因为电綫架設在絕緣子上，所以它还应当能支持相当大的机械力。此外，絕緣子还应当不怕温度的激烈变化（夏季炎熱天气时突然冰雹）、雨雪影响和太阳曝晒等作用。陶瓷材料就能滿足上述一系列的要求，因此架空輸电綫路的絕緣子几乎都用陶瓷材料来制造。

將要进行安裝的絕緣子（或称絕緣瓷瓶）必須加以檢查和挑选，不能用有裂縫的、釉子上有斑点的和掉碰瓷瓶。

架空綫路上通常采用針式（立式）絕緣子（图 3-1）和悬式（挂式）絕緣子（图 3-2）两种。針式絕緣子适用于 35 千伏和 35 千伏以下的輸电綫路，悬式絕緣子适用于 35 千伏及 35 千伏以上的輸电綫路。

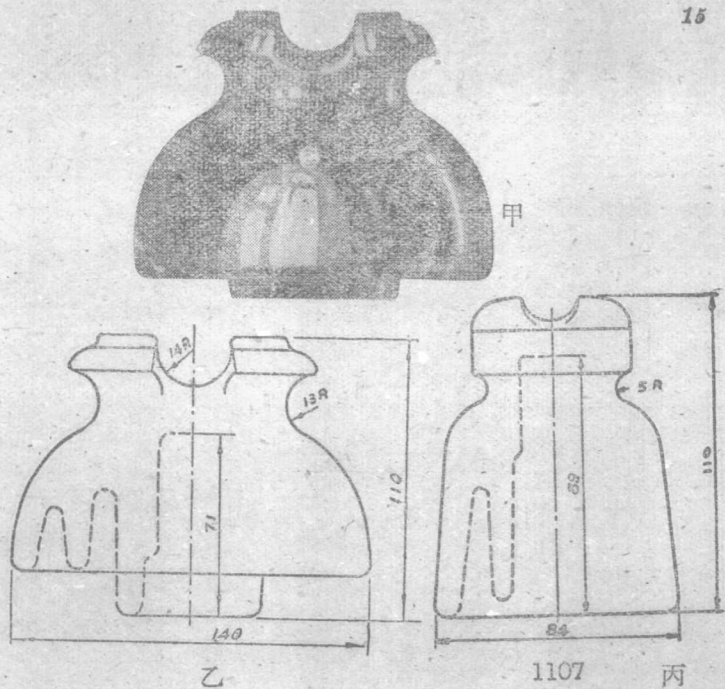


图 3-1 針式絕緣子
甲、乙—高压；丙—低压。

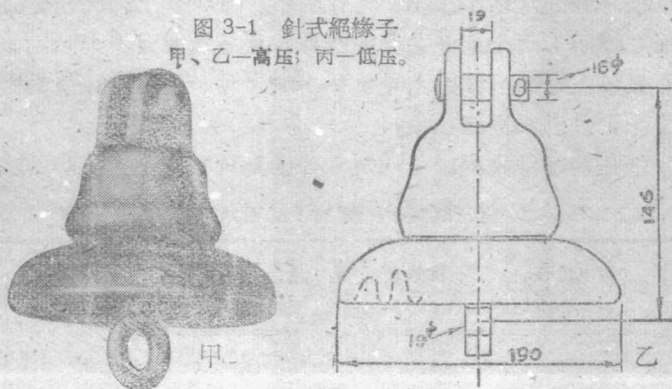


图 3-2 悬式絕緣子
甲、乙—高压。