

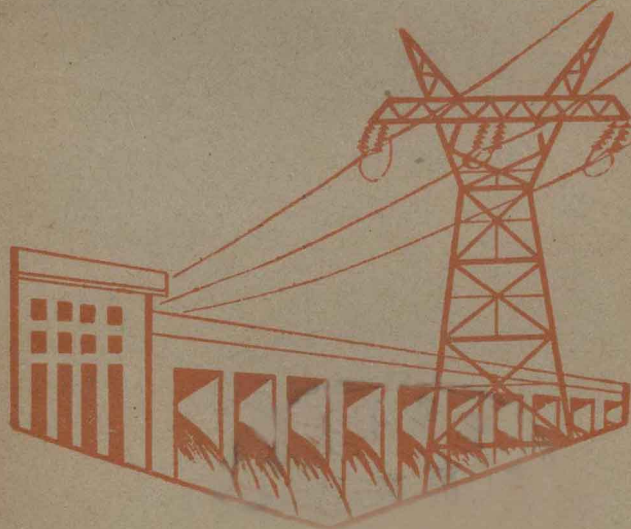
技工学校交流讲义

輸配电安装工艺学

下 册

北京电力工人技术学校編

学校内部使用



中国工业出版社

技工学校交流讲义

輸配电安装工艺学

下 册

北京电力工人技术学校編

中国工业出版社

本书共分上下两册。下册着重叙述架空配电线路的设备及其安装，常用照明设备的安装与维修及小型电动机安装与维修的基本方法、质量标准及安全措施。最后介绍了内燃机及起重机的基本知识。

本书适用于初中及高小毕业入学程度的技工学校学生，但也可供现场工人培训和具有初中文化程度线路工人自修的参考。

輸 配 电 安 装 工 艺 学

下 册

北京电力工人技术学校編

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯（北京阜外月坛南营房）

中国工业出版社出版（北京修德园路西10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 850×1168 毫米·印張 $7\frac{5}{16}$ ·字数193,000

1963年2月北京第一版·1963年2月北京第一次印刷

印数0001—1,290·定价(8-3)0.84元

*

統一书号：K15165·1444(水电-265)

目 录

第一章 配电线路及其设备的安装	1
第一节 架空配电线路的安装	1
第二节 配电电缆线路的安装	37
第三节 路灯线路	62
第四节 配电变压器安装	64
第五节 配电线路开关设备的安装	80
第六节 配电防雷设备的安装	91
第二章 常用照明设备的安装	102
第一节 照明线路安装的一般常识	102
第二节 最基本的电灯线路安装	124
第三节 日光灯安装	133
第四节 简单住宅灯路的設計	137
第五节 故障检修常识	142
第三章 小型电动机的安装与维护	152
第一节 电动机的种类和构造	152
第二节 感应电动机的起动方法	154
第三节 小型电动机的安装	156
第四节 小型电动机的运行和维护	170
第四章 内燃机及起重机的基本知識	177
第一节 汽油发动机	177
第二节 汽油发动机的辅助系統	192
第三节 内燃机的起动装置和起动方法	212
第四节 汽油机的主要故障和消除方法	215
第五节 运行式旋轉起重机	221

第一章 配电线路及其设备的安装

第一节 架空配电线路的安装

一、架空配电线路的概述

1. 配电线路：凡 10 千伏及以下的从发电厂或变电站不再经其它发电厂或变电站直接供给用户用电的线路。

2. 配电线路的电压等级：高压配电线路的电压在新建城市以 10 千伏为主，现有城市有 3.3 及 6.6 千伏两种等级，目前正在简化升压为 6.6 千伏线路，条件成熟的城市正在由 6.6 千伏向 10 千伏电压等级过渡。

低压配电线路的电压在新建城市以 380/220 伏三相四线制动力与照明混合线路为主，现有城市的 110、220 及 380 伏等级别也在大搞“简化、升压和环形供电”系统改革中，统一改为 380/220 伏三相四线制动力与照明混合线路。

3. 配电线路的导线：屋外高压架空配电线路的导线一般以裸导线为主，屋外低压架空配电线路的导线以及屋内低压配线的导线一般都采用绝缘线。配电线路的导线材料常用的有铜、铝和铁三种。当前我国提倡节约用铜，而且铝的储藏量亦多，价格便宜，应尽量采用铝线；除非沿海地带由于化学气体多，铝线容易被侵蚀，才用铜线。农村用电不多，要求经济，在铝线来源不足的情况下，可以采用铁线。在苏联已经取得很多经验；但是铁线容易生锈，故一般常用镀锌铁线。配电线路的导线结构分为单股线 and 多股绞线两种，其最小允许截面和架空电力线路的等级及导线材料有关，按“高压架空电力线路设计技术规程”所规定的导线最小允许截面如表 1-1 所示（配电线路按高压架空电力线路设计技术规程所规定的列为 II 级架空电力线路）。

在农村中，配电线导线最小直径和截面可参照表 1-2。

农村线路导线截面的选择可参照表 1-3。

表 1-1 导綫最小允許截面

导 綫		最小允許截面(平方毫米)
构 造	材 料	
单 股 的	銅	10
	鋁及鋁合金 鋼、鉄	不許使用 ϕ 3.5 毫米
多 股 的	銅	10
	鋁及鋁合金	16
	鋼、鉄	10

表 1-2 导綫最小直径和面积

	单 股 綫		多 股 綫	
	1 千伏以下	1~10 千伏	1 千伏以下	1~10 千伏
銅 綫	6 平方毫米 或 2.7 毫米	10 平方毫米 或 3.5 毫米	6 平方毫米 或 2.7 毫米	10 平方毫米 或 3.5 毫米
鉄 綫	3.5 毫米 或 10 平方毫米	3.5 毫米 或 10 平方毫米	10 平方毫米 或 3.5 毫米	10 平方毫米 或 3.5 毫米
鋁 綫			16 平方毫米 或 7 根 1.7 毫米	16 平方毫米 或 7 根 1.7 毫米

表 1-3

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 (瓩)				
		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	—	—	8.0	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

4. 絕緣子和附件：配電綫路上常用的絕緣子，大概有兩種形狀：

- (1) 針式絕緣子，如圖 1-1 a、b；
- (2) 蝴蝶形絕緣子（亦叫茶台式絕緣子），如圖 1-1 b；
- (3) 懸式絕緣子，如圖 1-1 r。

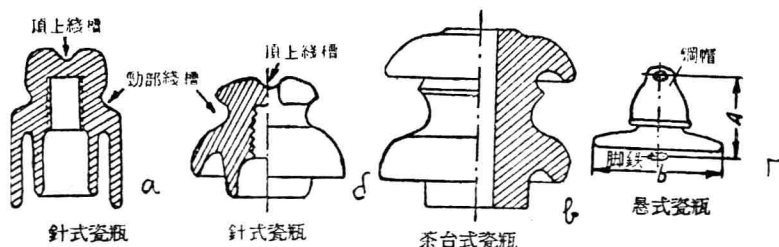


圖 1-1 絕緣子

針式絕緣子（亦叫針式瓷瓶）a 一般應用在 380/220 伏低壓綫路上，通常是白色瓷質；針式絕緣子 b 主要應用在 3.3 ~ 6.6 千伏高壓綫路上，通常是褐色的，但用於 10 千伏高壓綫路上，一般是白色瓷質的帶有多層瓷裙的針式絕緣子；蝴蝶形絕緣子是應用在分斷或受力大的地方，低壓綫路上用的是白色瓷質的；高壓綫路上用的是褐色瓷質的，一般 3.3 千伏綫路上用一個，6.6 千伏綫路上用兩個串聯安裝，但在 10 千伏高壓綫路上，一般均用懸式絕緣子代替蝴蝶形絕緣子。

針式絕緣子是用在配電綫路的直綫杆塔上的，它固定在鐵針上或鐵鉤上，鐵針或鐵鉤又分別固定在橫担和電柱上。圖 1-2 示出鐵針、高壓鐵鉤及低壓鐵鉤的圖形。低壓針式絕緣子固定在鐵鉤上可以使杆型簡單而且節省了木橫担。高壓針式絕緣子在檔距及導綫截面不大時也應固定在鐵鉤上，而檔距及導綫截面較大時，則固定在鐵針上。

5. 配電綫路的電杆：配電綫路的電杆按材料分類：有鋼筋混凝土杆和木杆兩種，個別地區也有鐵結構的，但是為數很少。鋼筋混凝土電柱因為大量節省木材和型鋼，而且維護簡單，結實

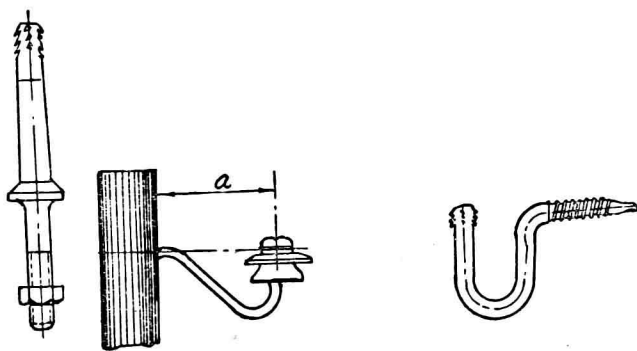


图 1-2 鉄針、鉄鈎构造图

耐久，因此近几年来得到广泛应用。木杆价格便宜，修理更换容易，运输也方便。但木材容易腐烂，尤其是埋在土中的部分，所以木杆要经常维护检查，每年杆根刷油、更换腐朽电杆及接腿等工作量很大，而且消耗木材很多，但由于它的价格便宜，运输和施工方便，因此目前还有采用的，尤其是农村线路。

木杆经过防腐处理后，可以延长使用年限。木杆的防腐处理最好是在防腐工厂里进行，或者可用一些简单的方法：在埋杆时，把木杆需要埋入地下的部分涂以煤焦蒸油或瀝青；把电杆根部（长约 1.5 米）先在火里均匀的烧一下，直到木杆表面烧焦后拿出，涂上瀝青油便可应用。

电杆的高度一般可用下列公式计算：

$$H = h + f_{\text{最大}} + b$$

式中 h ——导线对地的最小距离，米；

$f_{\text{最大}}$ ——导线的最大弛度，米；

b ——绝缘子线槽到杆顶的距离，米。

如果上下有二层水平排列的导线， h 是下面一层导线对地距离，计算电杆高度时，应该加二层导线间的垂直距离。如果用曲脚绝缘子，则 h 是最低一条导线的对地距离，计算电杆高度时应加上导线间的垂直距离才得 H 。

配电线路上应用的木杆，如果用短杆接腿不仅可以解决长木

材缺乏的問題，而且又經濟，又便于采用鋼筋混凝土接腿，減少維護工作。短的接腿杆可以預先在工厂經過防腐處理，這樣就比在立杆時塗一層防腐油要耐久得多，而且接腿木料腐朽時，可隨時用短的木材來更換，不必要更換全部電杆。

配電線路的電杆根據其用途可分為：直線杆（又叫中間杆），承力杆（耐張型或錨式），轉角杆，跨越杆，分線杆和終端杆等。各種杆型的用途和上冊輸電線路概述相同，這裡應當指出的是：配電線路中間電杆在發生斷線事故時，導線可以在電杆上針式絕緣子的綁線處滑動，因而減小了單方向拉力對電柱的沖擊作用，所以電柱結構最簡單。拉線的電杆在配電線路上也可在個別地點用撐木來代替拉線。各種杆型的構造參考圖 1-3。

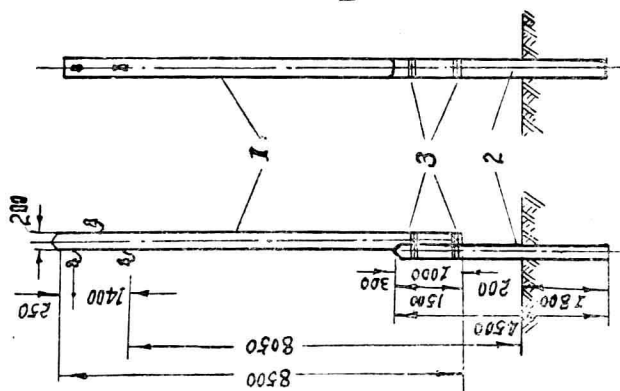
6. 導線排列及對地距離：修建架空配電線路時，也應當遵守一定的線路尺寸和線間距離。這些尺寸數據都和電壓的高低及氣候條件有關係。

為了運行的安全，導線之間應有足夠的距離，電壓越高則線間距離越大。檔距越大及氣候條件越壞時，線間距離也應該越大。

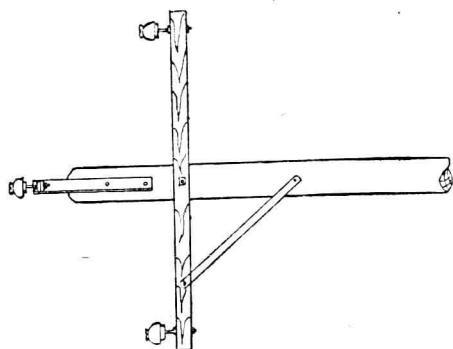
配電線路的檔距一般為 30~50 米，最大也不過是 100 米，導線在電杆上可以使用任意的排列方式。一般約有三種：水平排列、三角排列、垂直排列。

根據“高壓架空電力線路設計技術規程”的規定及運行經驗，一般檔距在 50 米以下的 10 千伏及以下的線路上，不論導線在杆塔上布置的形式如何，線間距離可以採用 600 毫米，目前也有在低壓線路上採用 300~400 毫米。農村線路的檔距可以大於 50 米，而且農村線路特點之一，就是它的延伸度很廣，又很少有較高的建築物為之遮蔽。這樣一來，就造成了農村線路上常常遭到雷電的損害。為了提高耐雷性，除採用木橫担外，還應加大導線的線間距離。一般 6.6~10 千伏的線路至少在 1000 毫米以上，對於鋁導線應較銅線、鐵線及鋼芯鋁線適當增加線間距離 20% 左右。

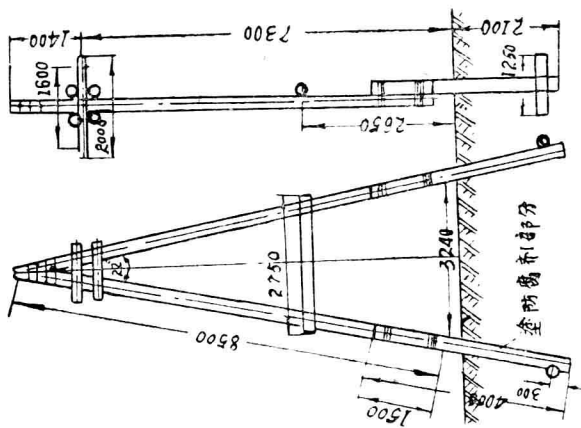
配電線路的線體排列各地也不一致，例如北京地區是由靠近



直線杆(a)



直線杆(b)



承力杆(B)

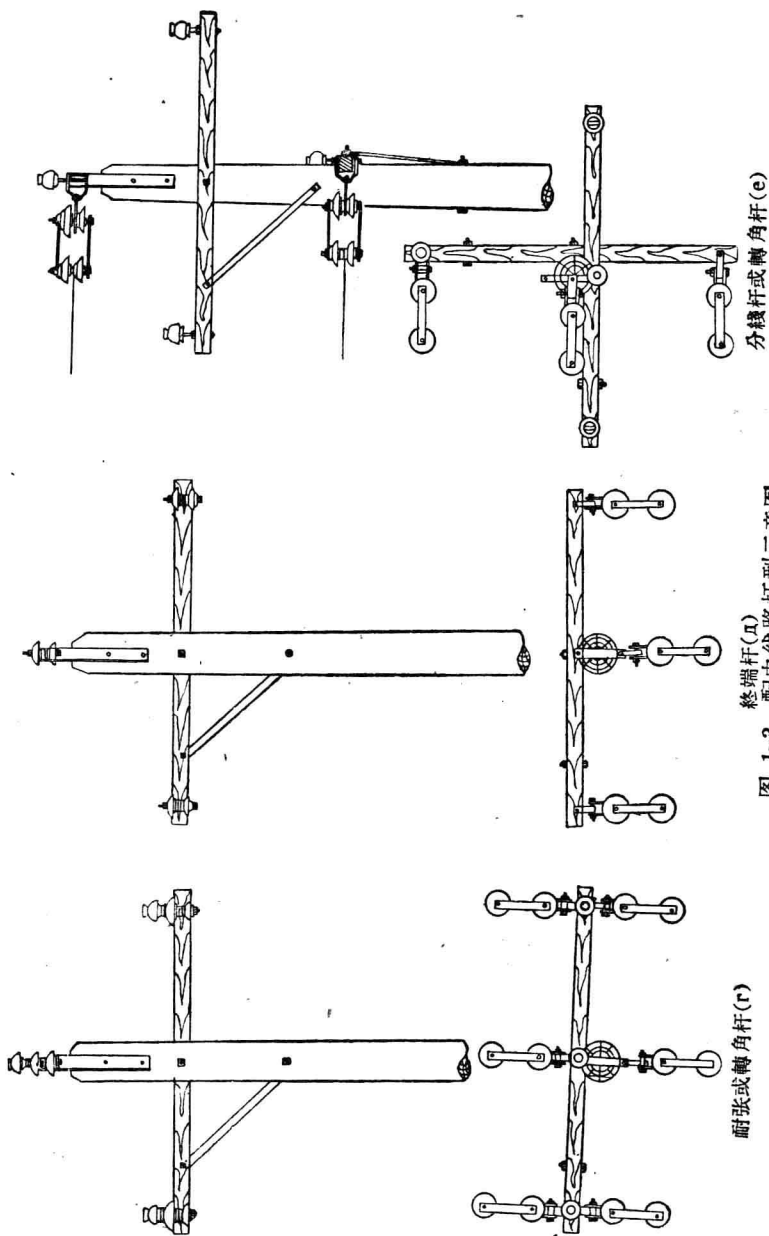


图 1-3 配电线路杆型示意图

建筑物一侧算起，依次为地线、A、B、C相序。东北地区的水平排列高压线一般以A相靠近建筑物侧，顺次将A、B、C相序向外排列，路灯线和地线排在下方横担上，如图1-4所示。

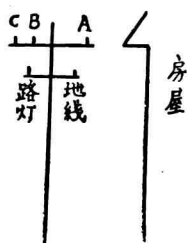


图 1-4 线体排列

同一电杆上如有几层高压线与低压线时，高压线与高压线间的垂直线间距离一般在6.6千伏线路上采用770毫米（适合支持铁板安装尺寸）；高压线与低压线间的垂直线间距离一般为1.5米。同杆架设几层高低压线时，应使重要用户的高压线架设在最上部，其次按昼夜间高压线、夜间高压线、低压电力线及低压照明线顺序由上而下架设之。

为了安全起见，配电线路导线弛度最低点到地面应有足够的高度，否则电线下面行驶车辆时就会发生事故。对地距离取决于电压的高低及其通过地区的条件，其值列于表1-4内。

7. “四合一”

表 1-4 配电线路的对地限距

环形供电：“四合一”环形供电是配电系统的简化、升压和环形供电的一项具有重大意义的技术革新，目前已

地 区 条 件	线 路 电 压	
	1千伏以下	1~10 千伏
居民区	6 米	6.5 米
非居民区,常有人来往的地带	5 米	5.5 米
人迹不到的地带	4 米	4.5 米

在黑龙江省供电系统中取得很大成就的基础上，在全国各城市配电系统中得到广泛的推行和发展。“四合一”环形供电方式（即照明与动力合一，公用与民用合一，大厂与小厂合一，厂内供电与公用电路合一），进一步发挥了供用电设备的潜力；改变了过去历史上一门一户的供电方式。

配电系统简化、升压、环形供电的效果是很大的：

(1) 由于实现升压，提高了配电线路容量，减少了电力损失，达到了多供电，少损电。

(2) 由于提高了电压，供电质量得到了改善，綫路过負荷的問題获得了解决，从而保証机器达到正常轉数，提高了生产效率。

(3) 通过升高电压，簡化設備，簡化系統，实现环形供电，减少了許多繁杂迂回的綫路，拆除大量电气設備和器材，这不仅为国家节约了大量电气設備和器材，而且对支援农业电气化提供了物质条件。

(4) 由于升高了电压，簡化了系統，統一了电压等級，实行配电系統的环形供电，提高了供用电的安全可靠性，保証了工业生产不間断地用电，从而有力地促进企业的正常生产。

(5) 进一步促进了电力供用之間的协作，促使企业加强了对电气設備的管理，改变了过去供电部門只管供电而不具体帮助解决用电安全上存在的困难，用电部門只顾生产不重視电气設備安全的全面观点，加强了共产主义的大协作，这对于保証安全供电和用电部門不間断的生产用电都有着重大意义。

“四合一”的环形供电方式是在配电系統的簡化、升压和环形供电的技术革新的基础上，进一步得到推广发展为用戶供电合作化，大規模改进城市配电系統，成为較完整的城市配电系統閉式环形供电。下面簡單的叙述一下关于配电系統的簡化、升压和环形供电的基本知識。

配电系統的簡化、升压

过去厂矿企业的用电和配电系統都存在很多不合理的現象，如很多旧型企业，由于过去設計不合理，技术条件差，且受到厂房条件的限制，在配电方式上严重的存在着分散的情况，动力和照明分开，厂里和各車間之間供电也是独立的，厂与厂及厂与居民之間的供电也是分离的，地区与地区之間也是独立的开式網絡供电，因此配电系統显得杂乱，而且供电不可靠，有的綫路已經过負荷，有的綫路負荷很輕。当某一独立分支綫上的用戶全部停电，沒有备用电源，影响了正常可靠的供电。

由于在管理制度上不严，任意的根据負荷需要，安装电气設

备,造成了旧线路超负荷,电压损失增加很大,电压普遍偏低,一些电动机常因电压低,造成温度升高,致使电动机容量偏大,系统功率因数降低。再次由于配电变压器采用单独供电方式,设备容量小,因而大容量设备常在启动时因电压降过大而不能启动,给生产带来困难。

在旧的厂矿企业中供电电压等级极不统一,有的厂供电电压就有六、七种,不仅在维护和管理上造成困难,同时还浪费了很多有色金属,线路损失也增加很多,限制了线路输送容量。除工厂内供电杂乱外,从整个变电系统的接线图来看,也存在着很多

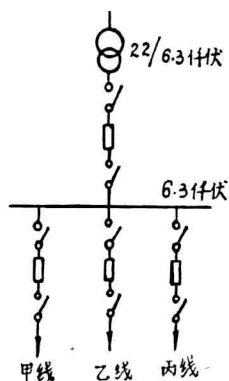


图 1-5 配电点主接线图

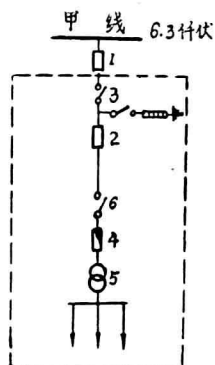


图 1-6 甲线接线图

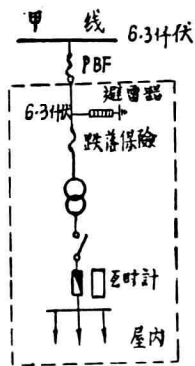


图 1-7 简化后甲线接线图



图 1-8 北京地区柱上变压器接线图

不合理現象。我們以一个配電点改革前的情况來說明這個問題。圖 1-5 是該配電点的主接綫圖，其中甲綫的具体接綫方式如圖 1-6 所示。从甲綫引出，先經過一个負荷开关 1（此种油开关只能切斷負荷电流，不能切斷短路电流，而且不能自动合閘或跳閘，都需要手动切除或投入），一个隔离开关 3，然后再經一个油开关 2（此种油开关可以斷开短路电流），最后經一熔断器 4 到变压器 5，經变压器由 6.3 千伏降到 380 伏再配出。若 6.3 千伏側进綫为電纜，則为了測量電纜絕緣还要多設一組隔离开关 6。如图 1-6 所示的接綫最大缺点就是所用的开关、电气設備多，但运行可靠性并未因此而提高。主要是油开关 1 运行最不可靠，經常遭受雷击而影响供电，在运行中隔离开关 3 容易造成誤操作，产生三相弧光短路而油开关 1 不能自动切斷短路电流，以致引起整个甲綫所帶的回路都停止运行。

根据簡化网络的原則將圖 1-6 接綫改为圖 1-7 接綫那就很简单了。在这种接綫圖中拆除戶外柱上油开关 1，而以帶熔断器的刀閘 *PBF* 代替，消除了柱上油开关遭受雷击而引起停电事故，而且当变电所內发生故障时，也可以起保护作用。圖 1-8 是目前北京地区柱上变压器的典型接綫圖。

簡化、升压后的高压配电网目前以 6.6 千伏綫路为主（即将原有 3.3 千伏綫路升压为 6.6 千伏綫路），有条件的城市逐步过渡到 10 千伏綫路，因为用 10 千伏配電具有以下优点：

- (1) 电能損耗少；
- (2) 城市逐渐扩大与规划，电能輸送距离延伸，用較高电压配電能满足用電质量；
- (3) 3.3、6.6、10 千伏設備的构造差不多，10 千伏設備的造价不太高；
- (4) 簡化从电源到負荷間的变电次数和变压器容量及台数，例如可用 10 千伏发电机电压以電纜直接供电，和采用 110/10 千伏降压变电站深入引进方式供电；
- (5) 使地区用 20~35 千伏电压供电的范围尽量縮小，可采用

110/10千伏分配性輸电系統。簡化、升压后的低压配电网是将过去低压配电网系统中的动力綫、照明綫、路灯綫分別供电的方式，改为动力照明混合供电，推行 380/220 伏三相四綫制，动力用380伏，照明用 220 伏。将过去动力用 220 伏及照明用 110 伏的设备进行改修和更換，取得用电设备电压等級的統一。

配电网系統的閉式環形供电

配电网系統環形供电所带来的优越性，为現代企业大生产的发展創造了条件，特別是新型的厂矿。新型企业一般都是以車間为单位設有专用綫和专用变压器，因此綫路較多，但不能相互供电或相互备用，不能充分利用綫路和变压器。但經過网络的簡化，将綫路及变压器进行了合理的調整。高压和低压网络联成環形，几条配电綫也能互相接成環形，当部分綫路或变压器进行检修时或者发生事故时，也能保証正常供电，大大提高供电可靠性。不仅在事故或者检修情况下，将高压或者低压网络联成環形，而且可以在正常运行情况下将低压网络环起来（即閉式运行），这样，負荷得到調剂，同时配合了熔断器来进行保护，运行更加方便，并增加了供电可靠性。

環形供电有两种不同的运行方式，一种是开式运行(图 1-9)，一种是閉式运行(图 1-10)。开式运行的環形网在任何时候，网络

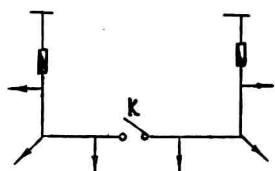


图 1-9 开式运行的環形网

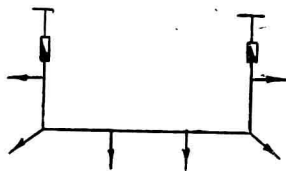


图 1-10 閉式运行的環形网

中的任一个負荷都只能从一个方向供电，它和一般的开式网络不同之点就在于它有备用电源，当一个电源因故障而切除后，只要将分裂点开关 K 合上，故障电源所带的負荷就全部轉給健全电源，为此在正常运行时变压器和綫路都应该有一定的备用容量。

这一要求和閉式网络相同。閉式运行的电网在正常时能从两个或更多的方向对負荷供电，与开式网络相比，閉式网络的优越性主要表现在以下几方面：

(1) 能降低网络中的功率損耗和能量損耗，网络中的功率損耗与其中通过的最大負荷电流平方成正比，所以負荷分配越均匀，損耗就越小。

(2) 改善电能质量，开式网络中某一負荷的突然变动由一个变压器或一条綫路負担，电压波动大，网络閉合运行后，負荷的突然变动是由几个变压器和几条綫路共同負担，电压波动就较小，从而大大改善电能质量，滿足用戶的用电要求。

(3) 减少备用容量提高设备利用率，网络閉式运行，配电网中变压器的总容量增加，則备用的设备容量就可减少或完全取消，使设备利用得更合理。过去有些工厂为了解决电动机起动問題，設置了比实际負荷大得很多的变压器，造成了设备利用率低的現象。网络閉式运行后，大大挖掘了设备的潛力，同时也彻底解决了电动机起动过負荷造成变压器經常跳閘的問題。

(4) 供电可靠性高，当一个电源发生故障时，該电源所帶的負荷，可由另一个电源供給，不致造成供电間断。环形閉式网大致有以下几种供电方案，如图 1-11, 1-12, 1-13, 1-14 所示。

二、架空配电綫路的架設

1. 路径及杆位的选择：在設計配电綫路机械部分时，沿綫路断面布置电杆是一个較重要的步驟。从布置电杆的結果，得出所需要的电杆数量和类型。在布置电杆的前一步是綫路路綫的勘测，也就是綫路路径的选择。首先将設計的綫路路綫在城市平面图上初步确定，并尽量使綫路接近直綫——两点之間的最短距离。实际上保持綫路成一直綫是不可能的，因为有许多自然和人为的障碍物，尤其是城市配电綫路的設置，必須配合城市规划及与弱电流綫路的相对位置，而且还要随着馬路街道的曲折轉向改变配电綫路径，因此除了在城市平面图上确定路径外，还必须通过現場实地調查和实测，确定最經濟最合理的方案。