

全国供电技术会议文件

9

农村供电网

江苏省电业管理局著

水利电力出版社

PDG

內 容 提 要

本書介紹了江苏省常州电气公司20年来在农村供电網建設和运行方面的經驗。具体地講解了他們以35千伏直接配电和35/10千伏降壓相結合的綫路在农村中应用的优越性；介紹了“兩綫-地”制在农村电網中推行的合理性；同时也談到了設計要点和电气设备的選擇等問題。

本書对从事农村电气化的工作人員頗有参考价值。

全国供电技术會議文件

- | | |
|---------------|------------------|
| 1. 全国供电技术會議文件 | 6. 提高供电網的运行水平 |
| 2. 綫路升压 | 7. 送电綫路串联电容补偿 |
| 3. 提高开关遮断容量 | 8. “兩綫-地”制电力網的試驗 |
| 4. 提高变压器出力 | 9. 农村供电網 |
| 5. 供电網的基建設計 | |

全国供电技术會議文件

9

农村供电網

江苏省电业管理局著

*

1836D524

水利电力出版社出版（北京西郊科學路二里溝）

北京市書刊出版業營業許可證出字第106号

水利电力出版社印刷厂排印 新华書店发行

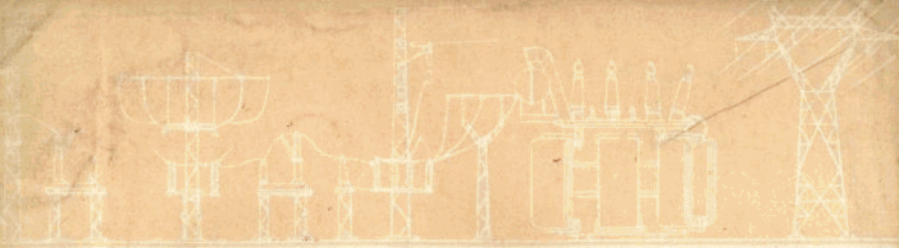
*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 开本 * $\frac{1}{32}$ 印張 * 16千字

1958年12月北京第1版

1958年12月北京第1次印刷(0001—3,600册)

統一書号：15143·1442 定价(第9类)0.11元



全国供电技术会议文件

9

农村供电网

江苏省电业管理局著

水利电力出版社

PDG

目 录

前 言

第一章 农村电网中的35千伏配电站	4
第1节 35千伏直接配电的好处	4
第2节 35千伏配电站的装置	5
第3节 运行經驗	8
第二章 农村电网中的“兩綫一地”制綫路	9
第1节 設計要点	11
第2节 运行經驗	15
附录 跨步电压試驗記錄	20

前 言

江苏省常州电气公司的农村供电工作，已有二十多年的历史；先是电灯照明，逐步发展到电力灌溉；发展速度最快的是在解放以后，特别是在农业合作化高潮以后。现在该公司供电范围内共有农村高压线路300余公里。

我们认为在农村线路中最大的问题是线路电压和供电方式的选择问题。我们现有的电压和供电方式是35千伏降压为10千伏、6千伏，还有35千伏、10千伏、6千伏降压为380伏。当采用以10千伏及6千伏降低为380伏的供电方式时，每遇灌溉季节，低压侧的电压在终端往往低于300伏，而且这些线路不能再增加容量，地区用电的增长又需另行布局。武北线在1956年建成后，以35千伏直接配电和35/10千伏降压相结合的线路，我们叫它为“挂灯笼”的办法；此后，不仅电压正常，而且还大可发展。因此我们认为在农村采用后一种的线路电压和供电方式，是较为合理的；如图1所示。此外“两线一地”制的线路在农村线路中也是值得推广的。

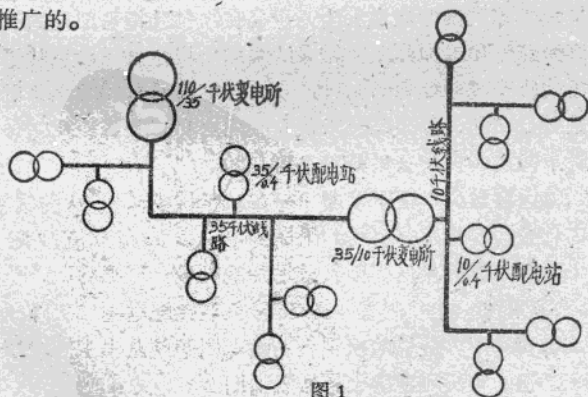


图 1

第一章 农村电网中的35千伏配电站

35千伏直接配电在我国还不多，茲就此問題作扼要地介紹如下。

第1节 35千伏直接配电的好处

一、建設投資少 由于实行了35千伏直接配电，就可减少一次降压变电所的投資，同时由于导綫截面减少而又可节约大量的金屬导綫。虽然絕緣子、金具、保护设备等价值較大，但比較起来仍是合算的。

二、运行經驗 由于减少了一次降压，也就减少了变电所的电能損耗；另外导綫电流减小了，綫路上的电能損失也就减少。

三、电压質量可靠 农村綫路的一个特点是輸送距离長，因之遇到最大的一个問題是电压損失很大，質量不能保証。我們有一条自戚墅堰至武南的綫路，电压是6.6千伏，每到灌溉季节这条綫路的終端电压往往5千伏也不到，虽然采取了一些措施，但是电动机燒毀等情况仍經常发生，于是在今年就把它部分的改成35千伏直接配电和二次降压相結合的綫路，現在电压已正常了。所以35千伏綫路輸电較远的农村，从保証电压这个問題上来看，是有其重要意义的，如果是35千伏直接配电和二次降压相結合的綫路，那末輸送50~60公里是完全可以的。

四、輸送容量大，便于发展 一条10千伏或6.6千伏的綫路，輸送距离和輸送容量是容易受到限制的，采用35千伏直接配电后，这个問題在农村用电需要大量增加的时候，可用增加“挂灯笼”的办法来解决，如我們有一条35千伏直接配电与二次降压的綫路在武北600平方公里的面积上的供电問題就基本上解决了。这条綫路已建的和规划中的大体布置如图2。

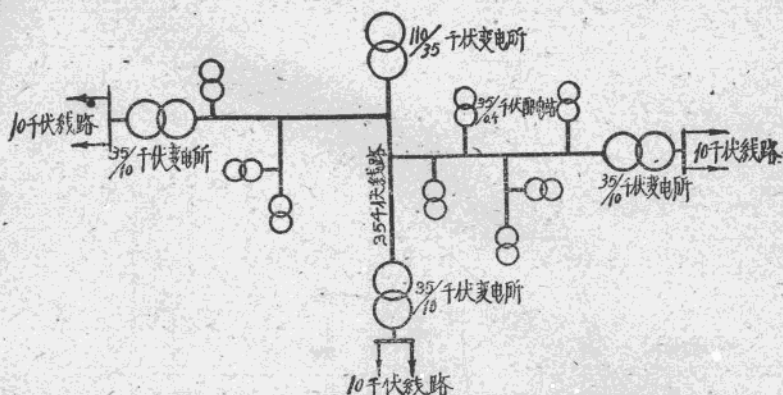


图 2

第 2 节 35 千伏配电站的装置

35 千伏的配电站的装置与一般不同，也较为复杂。配电站的开关设备可用 PTH-35 型隔离开关，一次侧的保护采用 PBF-35 型熔断器，低压侧亦应有熔丝保护，其接线情况如图 3。

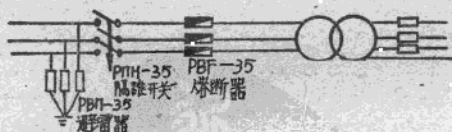


图 3 配电站接线图

由于 35 千伏的设备笨重，故配电站应采用 AII 型的木塔，为了提高绝缘水平，所有支架都应采用木质，同

时由于这个台架上引线多了，在装置时应使这些引线间以及引线与杆塔和支架间达到规定距离，又为了减少杆塔负载和增加引线的距离，同时为了减少建设费用，变压器可设置于地面，如图 4。

根据图 4 所示，配电变压器的电源由 PBF-35 的熔断器上引入，低压线通过一个支架通入用户。变压器的基础为了现场施工便利，可把新土夯实后，挖一个 20 公分深，一公尺半见方的坑，

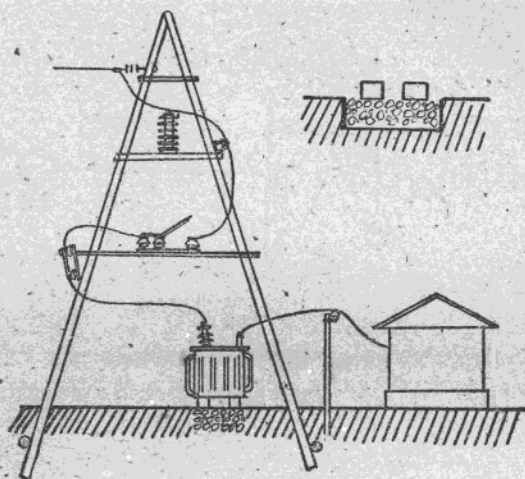


图4 配电站装置图

在这坑里填满碎石，在碎石上放置二个事先做好的预制水泥块，在 320 千伏安及 320 千伏安以下的变压器，预制块的大小可如图 5。

这样装置在变压器的外圍，必須設有圍护物，这种圍护物用鉛絲网或竹籬都可，在圍护物上設一个門以便利維護人員的出入和变压器的搬运。

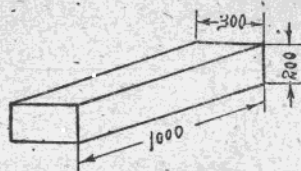


图5 预制水泥块尺寸图

在設計定位时应注意到配电站和用户的距离不要过远，最好是与用户一同定位，以避免低压引綫过長或綫路曲折过多的問題。

35 千伏綫路应尽量减少支接，因为多一个支接就需要耗用很多材料，同时在杆塔上跨接的引綫往往很难达到規定距离。所以如果用户是在离綫路不远的地方，那末就在綫路經過地帶的下面設立配电站，这样还可使 35 千伏的綫路在供給城鎮和居民区时不

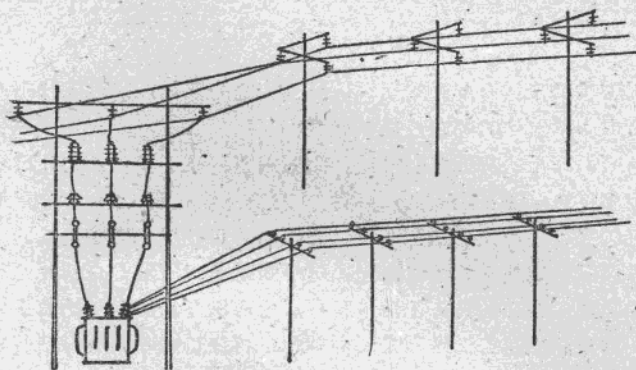


图 6

进入这个地区而以低压线路通向用户。如图 6。

另外,在农村中的排灌站,往往在同一地点的河两岸各设排灌站,遇到这种情况,为了减少35千伏的保护设备和开关设备,可以设一个配电站,以低压线路跨越河道,供给河对面的另一个排灌站,这种距离一般是不长的,其布置情况如图 7 所示。此外,我们的线路是采用悬式绝缘子,为了进一步节约投资,可采用针式碍子,如在负荷较小的支线上,采用镀锌钢(铁)线,这样还可更加节约。

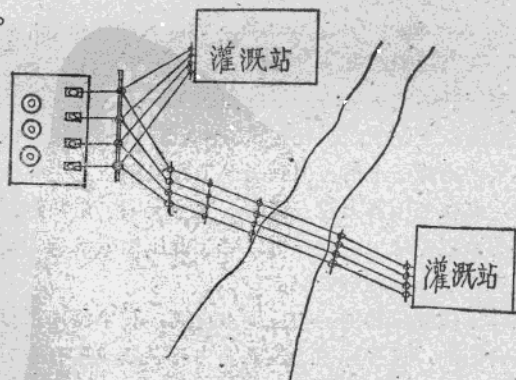


图 7

第3节 运行經驗

对于35千伏直配站的运行，沒有完整的經驗，只能就我們几年来遇到和发生的問題，提供研究：

一、35千伏的配电变压器，我国制造得还不多，我們在1956年上半年向上海益中瓷电厂訂購14台变压器，在1956~1957年二年的运行中，先后损坏5台，变压器的损坏部分都是綫圈的层間和綫圈与軛鉄間的絕緣击穿，这个問題在1957年6月初經過在益中瓷电厂召开的并有上海电机厂，上海供电局等参加的質量分析會議上討論認為：綫圈是圓桶型的，再加烘燥不彻底是这些事故的主要原因，后来益中厂进行了改进，并在以后制造中改为分段型綫圈，此后再也沒有发生任何事故。

二、35千伏配电变压器的保护設備，我們是采用熔断器，我們采用的熔断器中有兩種，一种是沈阳高压开关厂制造的PBF型，一种是上海信通开关厂制造的(現已不制造)。运行經驗証明，信通厂制造的动作时限和消弧性能都較差，容易造成越級掉閘，PBF型的性能是合乎要求的。

三、PJH型的隔离开关和PBF型熔断器的支持磚子的裂紋情况較多。三年中这种絕緣子已损坏达12.2%之多，所以应备一些HIT-35型的支枝絕緣子，这种絕緣子撫順和南京电瓷厂均有制造，这样可在发现缺陷后及时調換。

四、变压器的低压引綫。不宜由变压器的套管接点上直接連接到用戶的牆壁支架上，应在变压器附近設一个支架，使低压綫固定在支架的絕緣子上后再引到牆壁上的支架上，另外如果低压引綫很短，可在变压器上設一支架，这个支架可用角鋼制成拴紧在变压器的盖板螺絲上，这样可以防止低压綫受到风力影响动荡而引起套管接点上的螺絲松脫。

五、35千伏变压器油的絕緣要求較高，在小修中往往发现油的絕緣不合标准，这种原因一般是油中有雜質或含有水分，这种情况最好能在現場处理，一般可以通过過濾解决。

10千伏及以下的变压器在运行中进行滤油工作，各地已有采用；关于35千伏配电变压器在运行中滤油，我們今年也大胆地进行了試驗，結果是成功的，我們今年有9台变压器是这样做的。

运行中滤油的好处很多：

1. 可以减少变压器油的周轉量。
2. 不停电，不影响用戶生产。我們的变压器大部分 都是 供給农田灌溉用电的，在今年抗旱紧张的情况下是一刻也不能停电的。由于在运行中滤油，这个问题就解决了。
3. 滤油机的电源就是利用变压器本身的电源，无需其他的电源设备。

4. 不必把变压器調到修理場，减少了远在乡区和交通困难所发生的很大的搬运用。

对于35千伏变压器不停电滤油应该采取以下的几个措施：

1. 在工作現場用繩子設临时遮欄，使工作人員不通向35千伏側，在工作时由專人严加监护。
2. 在变压器盖上的通气凡而上接出一段約半公尺的鉄管，使滤油机的油管接在这管子的另一端，这样可以使装油管时离帶电部分远一些，从而防止滤油机油管倒向帶电部分。
3. 开启滤油机时应尽量避免空气进入变压器內，滤油中使油压不要过大。

第二章 农村电网中的“兩綫-地”制綫路

在我国生产大跃进的形势下，电力將更多更普遍地用到工农业生产 and 人民的生活中去，特别是广大农村，迫切需要大量的电力供应，因此，农村电气化如何多快好省地发展，是一个十分重要的問題。“兩綫-地”制的綫路是十分适合于农村供电的，因为农村土地广阔，需要架設的綫路比城市長，而“兩綫-地”制綫路最大的优越性是省材料，投資少，这在經濟上具有重大意义；另

外，由于农村的居民密度小，电讯线也不很密，这就有利于“两线一地”制线路的架设。

“两线一地”制的线路电源，二相是通过架空线路输送，一相是利用大地作为送电导体，如图8。

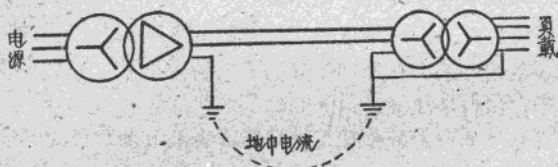


图8

建设“两线一地”制线路与“三线”制比较，导线耗用量减少三分之一。由于电杆顶部导线减少了一根，导线的支持物也就减少了，因此杆顶负载减轻，这样就可缩短电杆或放大档距，从而电杆的耗用量也可减少20%左右。其他绝缘子、金具等也可减少三分之一以上；线路建设的投资一般可以减少28%左右，而且线路损失可减少25~30%。另外运行经验也证明了它的可靠性。所以“两线一地”制的线路在农村中可以广泛地采用。

利用大地作为导线，还可在两个或者更多的不同电压下来实现，如图9。

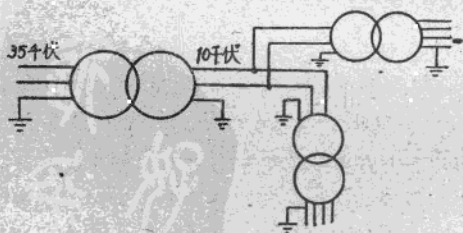


图9

同样，如果在三相与单相混合的线路上，其单相支线仅需架设一根导线，另一相也可利用大地作为导体，如图10。

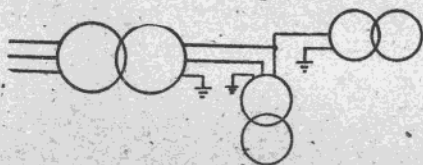


图 10

“兩綫-地”制的綫路电压，最好是6~66千伏，如果高于66千伏，則不适于农村电网，而且66千伏以上的

綫路，一般中性点直接接地，不可能采用“兩綫-地”制。电压过低則送电容量受到限制。

現在將設計要点和运行經驗分別介紹于后。

第1节 設計要点

一、綫路部分設計

1. 綫路路径选择

(1) 搜集資料应特別詳細，全面完整地搜集有关乡村通訊网，有綫广播网，居民点以及其他邮电、鉄道和軍事等部門的通訊及信号綫路的总体規化資料。

(2) 选綫时应特別注意綫路路径与通訊、信号及有綫广播綫路的接近、平行及交叉等可能引起的干扰及危險影响，以及綫路路径接近或穿越居民点可能引起的安全問題。

(3) 其他搜集資料、选綫、勘测等工作与“三綫”制相同。

2. 电气部分設計

(1) 运行方式的电压降計算及三相电压不平衡問題。

a. 运行方式的电压降計算，可采用与“三綫”制相同的方法，根据运行情况，初步証实誤差不大。詳細电压降計算可参考苏联农村电气化手册第三部分第四章，1949年莫斯科原文版（Справочник по электрификации сельского хозяйства）。

6. 在“兩綫-地”制网络中，三相电压是不平衡的，网络的綫路損耗亦比同容量的“三綫”制网络的綫路損耗小些。根据苏联資料約小25~30%。这是由于一相是利用大地作导体，大地正如一根大截面的金屬导体，它的阻抗要比其他二相为小。

6. 三相电压不平衡問題，根据苏联“动力工作者”杂志 1955 年第 7 期中“农村电网中利用大地作为一相导綫”文章中所介紹（以下凡引用“动力工作者”即指該杂志的这篇文章），在“兩綫-地”制网络中，三相負荷平衡，而綫路終端电压降不超过 10%，其三相电压不平衡不会超过百分之一到二。在运行中这是沒有問題的。一般三相电压不平衡較大，是由于大量的單相負荷分配不平衡所形成的。根据苏联“电气裝置安裝規程”所介紹，在农村网络中三相負荷不平衡率，可以容許不超过 20%。注意在网络中如有綁綫式轉子的发电机，則应按照法規中关于发电机运行方面所規定的进行設計。

(2) 通訊干扰及危害性电压影响計算，可采取下列措施及計算方法。

a. 根据苏联 B. C. 康达赫羌著“变压器运行”中关于“兩綫-地”制运行介紹，通訊綫路和長度約 10 公里而負荷电流在 100 安培以下的“兩綫-地”制綫路平行架設时，二者之間距离在 500 公尺以上，便不会产生危害性电压影响。如二者之間距离在 800 公尺以上，則通訊綫路中的杂音还是在規程所容許的范围以內的。

6. 測出沿綫的大地导电率 (σ) 及求出土壤电阻率 (ρ) 和計算出綫路容量的負荷电流，根据苏联“动力工作者”杂志 1955 年第 7 期所介紹的簡易曲綫图，查出架空綫路的長度和与通訊綫路之間的距离。

6. 关于对通訊干扰及危險影响的計算方法，可參閱苏联“农村电气化手冊”第三部分第五章和水利出版社編輯的“农村小型水电站”参考資料第七章。

为了避免对通訊綫路的干扰和危險影响，在“兩綫-地”制架空綫路接近平行或交叉通訊、信号或有綫广播綫路区域及接近或穿越居民点区域时，可將架空綫路改为按照“三綫”制供电方式設計，在此区域外仍按“兩綫-地”制設計（見图 11）。

(3) 导綫截面选择，按照水力电力部所規定的电流經濟密度选择导綫，与“三綫”制相同。接地一相导綫的引下綫截面选择，

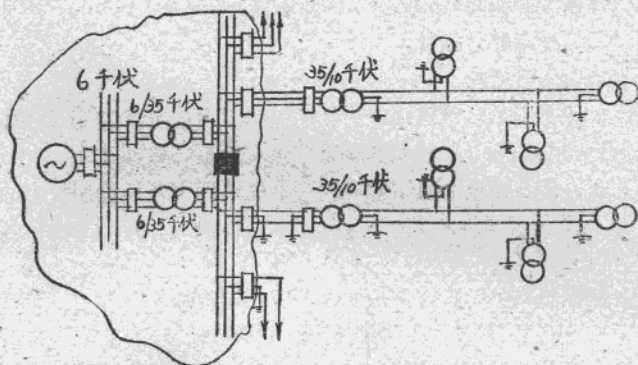


图 11

則应按照綫路最大工作电流条件进行选择，但不得小于 25 平方公厘。

(4) 絕緣配合及过电压保护設計与“三綫”制相同。

(5) 接地裝置設計，接地电阻值应参照苏联“电气裝置 安裝規程”中所規定的在采用“兩綫-地”制作为正常运行情况，其接地体的最大对地电压不得超过 50 伏 ($R \leq \frac{50}{I}$)。其他接地材料，裝置

方式等設計与“三綫”制設計相同。

3. 机械部分設計

(1) 杆型选择与“三綫”制相同，一般采用單杆水平排列，如采用曲脚針式磁瓶时，可把导綫分上下二层排列，不用橫担(見图 12)。

(2) 杆塔机械强度計算与“三綫”制計算相同。

(3) 杆塔基础設計与

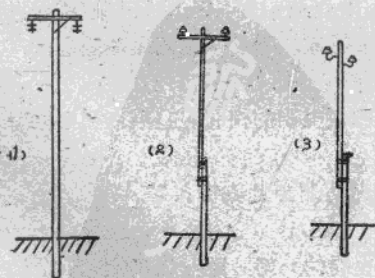


图 12

(1) 35 千伏悬式磁瓶杆型；(2) 0.4~35 千伏針式磁瓶杆型；(3) 0.4~10 千伏弯脚磁瓶杆型。

“三綫”制設計相同。

二、变电部分設計

1. 变压器选择

(1) 变压器容量选择方法与“三綫”制中变压器容量选择相同。但在“兩綫-地”制中变压器容量一般不宜超过 3200 千伏安，超过此容量则接地电阻不容易达到电气装置安裝規程所规定的要求（即 $R \leq \frac{50}{I}$ ），如大地导电率非常良好，接地电阻能达到規程所规定的要求，变压器容量是可以不受此限制的。

(2) 采用“兩綫-地”制运行时，变压器实际容量等于其額定容量，并不减少。

(3) 变压器中性点絕緣应不低于相間电压，我国所制造的中性点不接地的主变压器及高压側中性点不接地，低压側中性点接地的配电变压器都能适用。

2. 电气设备选择

(1) 短路电流計算方法与“三綫”制計算方法相同。

(2) 各种电气设备选择方法与“三綫”制选择方法相同。

3. 过电压保护装置

(1) 过电压保护装置设计与“三綫”制設計相同。

(2) 閘型避雷器应采用 PBII-型避雷器，因 PBC-型避雷器有并联电阻，在正常运行情况下，并联电阻所承受的是綫間电压，設備容易损坏。

(3) 管型避雷器与“三綫”制所采用的相同，也可以用保护間隙裝置代用。

4. 繼电保护装置设计与“三綫”制設計方法相同。

5. 接地裝置

(1) 接大地的一相可采用中間的一相。因为这样作有两个好处：1) 裝置便利不会弄錯相位；2) 美观。

(2) 接地一相导綫截面选择，按照变压器最大工作电流，并以兩相短路电流，热稳定进行校驗，但不得小于 25 平方公厘。

(3) 接地一相導線的材料應採用扁鋼，因接地相導線有工作電流通過。接地應特別牢固可靠。

(4) 接地一相導線的接地裝置，可以與接地網或其他接地裝置相連接，但避雷針接地裝置除外。

(5) 接地裝置(例如避雷器、進出線和母線架構等接地裝置)的設計與“三線”制設計方法相同。

6. 變電站的地址選擇、結線選擇、屋外設備及屋內設備布置及總布置等與“三線”制設計方法相同。

第2節 運行經驗

“兩線一地”制的線路，我們在过去一直沒有搞過，雖然蘇聯的運行經驗已經告訴了我們，但我們自己沒有經驗，所以在開始運行時，還是有很多顧慮的：是不是有可能容易發生事故，對人身安全方面有無問題，對附近的一段電訊線影響如何？電壓損失及電流平衡情況如何？會不會造成運行上的困難？現在經過三年來的運行，已明確地回答了上述的問題，現將情況簡述如下：

一、事故和不正常現象 運行三年來，發生過事故一次，其他不正常現象三次。

一次事故的情況是在一個變電站附近遭受雷擊，保護變壓器的10千伏側熔絲斷落。

三次不正常的現象是：1) 一只磚子上扎絲斷脫，致使導線脫離磚子而下垂；2) 是一個灌溉站的電度表等都受雷擊壞，其他未受影響；3) 部分高壓保險器的銅皮彈簧片因生鏽而斷落。從以上情況來看，一次事故與三次不正常現象，是與“兩線一地”制無關的，因此可以得出結論，在設備的運行上與“三線”制是沒有任何區別的，不需要採取其他任何特殊的反事故措施。

二、對人身的安全問題 在正常運行情況下，我們從來沒有發生過危害人身安全的任何異常情況。至於在事故情況下，究竟如何，尚未實際遇到，因而沒有實際經驗。但是我們認為，對於人身安全的問題，主要決定於跨步電壓與接觸電壓，去年在該線