

矿 企 业

通信线与高压输电线 同杆架设参考资料

本手册中引用的标准、规范仅作“参考资料”使用，如需采用，必须以现行有效版本的标准、规范为准。

院总工程师办公室 1997.10

一机部第一设计院
邮电部设计院
煤炭部煤矿设计院
三机部第四设计院

合编

1969. 1.

~~1969.10~~
10

最 高 指 示

抓革命，促生产，促工作，促战备。

我国有七亿人口，工人阶级是领导阶级。要充分发挥工人阶级在文化大革命中和一切工作中的领导作用。工人阶级也应当在斗争中不断提高自己的政治觉悟。

要使全体干部和全体人民经常想到我国是一个社会主义的大国，但又是一个经济落后的穷国，这是一个很大的矛盾。要使我国富强起来，需要几十年艰苦奋斗的时间，其中包括执行厉行节约、反对浪费这样一个勤俭建国的方针。

目 录

一、概述	1
二、关于同杆架设调查情况的介绍	3
1. 通信明线与高压线同杆架设	3
2. 通信电缆与高压线同杆架设	6
三、高压输电线对添架通信线的危险影响及干扰影响的计算	8
1. 静电场危险影响及其计算	8
2. 磁场干扰影响及其计算	11
四、添架通信明线电磁感应的消除、防护措施及安装资料	14
1. 在正常运行状态静电感应电位的消除	14
2. 在故障时危险影响的消除	14
3. 绝缘台	15
4. 音响冲击的防护	15
5. 消除杂音的措施	15
6. 添架通信线与输电线的安装距离	16
7. 安装资料	17
五、添架通信电缆的防护措施及安装资料	22
1. 防护措施	22
2. 线路负荷区的划分	22
3. 杆距及电缆负载的分类	23
4. 钢绞线的规格及正付吊线的安全系数	23
5. 施工方法及注意事项	24

6. 电缆吊线选用表	25
7. 各种负荷区、各种电缆负载及各种杆距时吊 线在放设电缆前 的 原始垂度、最大垂度、最 大张力及正付吊线在电杆上的终结距离表	30
8. 吊线两端悬挂点高度不同时应考虑的问题	39
9. 通信电缆在电力杆上的挂设位置	41
六、几点有关技术上的参考意见	52
1. 电缆及吊线的绝缘接续	52
2. 添架线与高压线的垂直距离	53
3. 强力电话机	53
4. 广播线的防护	54
七、设计要点	55
1. 设计时应备有的技术资料	55
2. 设计时应考虑的主要问题及对外联系协作 单位	55
3. 添架线适用范围	55
4. 保安设备的选用	56
5. 设计内容及步骤	56
八、同杆架设存在的问题和我们的看法	57
1. 同杆架设存在的问题	57
2. 关于同杆架设的几点看法	57
附录: 1. 添架通信线暂行规程	60
2. 添架通信专用保安设备有关技术初步总 结(摘要)	74
3. 添架通信线保护装置样品鉴定书	85

一、概 述

毛主席教导我们说：“社会的财富是工人、农民和劳动知识分子自己创造的。只要这些人掌握了自己的命运，又有一条马克思列宁主义的路线，不是回避问题，而是用积极的态度去解决问题，任何人间的困难总是可以解决的。”本资料中所介绍的“添架电话专用保安设备”，就是由工人和工人出身的技术人员创造出来的新产品。这项产品的创造成功，打破了苏修“规程”，解决了三线建设中急需解决的问题，可为国家节省大量的建设资金，具有重要的政治意义和经济意义。

“添架电话线”，就是与高压输电线同杆架设的电话明线，简称“添架线”。添架线过去在国内外都早已采用了。但因为当时缺乏可靠的保安设施，存在着严重的不安全局面，随时威胁着人身和设备的安全。那些资产阶级的臭“权威”对此感到束手无策，那些苏修“专家”们也只好在他们的所谓“国家规程”里写上了“通讯线不得与输电线同杆架设”这一条，并妄图用以扼杀工人的创造精神。

然而，苏修的“规程”并没有束缚住中国工人的手脚。在毛主席关于“自力更生”、“勤俭建国”的光辉思想的照耀下，我国的工人踢开了苏修“规程”，摆脱了那些资产阶级假“权威”的限制和刁难，坚持对添架电话进行了探索和研究，其中，沈阳、丹东等地的电业工人联合进行了大量的工作，作了多次专门性试验，终于在1964年定型了第一套“添架电话专用保安装置”。据了解，还有广东、四川、上海等地，也分别制造了类似的保安设备，并已投入运行。

自从党中央毛主席提出“**备战、备荒、为人民**”的战略方针以来，基本建设必须贯彻分散、靠山、隐蔽的原则。新建的工矿企业多设立在内地山区。这些企业一般距城市较远，而高压输电线又直接深入厂矿区。由于山区地形复杂，勘测路由、施工安装及器材运输都很困难。为了节约国家建设资金（每一百公里约 20 万元），加快建设速度，减少杆路，利于隐蔽，以适应备战原则的需要，所以，通讯线与高压线同杆架设，在当前就成了一个迫切需要解决的问题。

我们编写这份资料，拟为添架电话（明线和电缆）的设计、施工和维护运行提供一些参考，使这项技术更广泛地为社会主义建设服务。这里必须说明的是：这份材料很粗浅。由于我们水平的限制，其中有好些问题都没有说透，甚至有些问题至今尚未从理论上加以解决，对某些问题的处理意见也未必完全妥当。尽管如此，鉴于当前建设形势的迫切需要，我们还是先把它印出来，供同志们参考。对于其中的错误和不妥之处，请及时提供我们，以便修改。

二、关于同杆架设调查情况介绍

毛主席教导我们说：“你对那个问题不能解决吗？那么，你就去调查那个问题的现状和它的历史吧！你完完全全调查明白了，你对那个问题就有了解决的办法了。一切结论产生于调查情况的末尾，而不是在它的先头。”我们按照主席的教导，对同杆架设作了一些调查。但是由于我们思想水平低，分析提高不够，工作做得很不全面。下面仅将我们了解到的一些同杆架设的运行情况介绍出来，供大家参考和讨论。

1. 通信明线与高压线同杆架设：

通信明线与高压输电线同杆架设，俗称添架线。添架线多适用于中小型工厂的电话中继线以及 35KV 变电站与 110/35KV 变电站之间的调度通信线。因为当电话中继线对数很少，仅 2—3 对时，用电缆或单独立杆投资均较高，采用添架线方式较为合理。添架电话线，国内已有很多运行单位，而且使用时间较长，运转比较可靠，实践证明此种方法是切实可行的。

(1) 东北地区：

添架线电话，应用较广，经验较成熟的是东北地区。现在运行中的有：丹东、大连、营口、通化、哈尔滨、延边、内蒙、白城子、合江等地，与 10KV、22KV、35KV 输电线同杆架设的电话明线共二千八百多公里，已运行了十多年。在运行过程中逐步积累经验，并作了多次专门性试验，终于在 1964 年初定型了 TB663-3 型和 TB663-5 型两种添架电话专用保安装置，现在东北地区的添架电话，几乎全部采用了此种保安设备。运行单位认为：此保安设备适用于 35KV、22KV 和 10KV 添架电话线路，能消除添架电话受高压线的静电感应电压。当高

压输电线(35KV 或 22KV) 发生断线事故时, 能确保人身和设备的安全。并能经得起雷击等天然事故的打击, 确保安全。据丹东供电局介绍: 在运行中遇到过雷击。当通信线遭受雷击时, 保安设备的熔丝烧断, 低压放电器击穿, 其余部件完好, 从未造成任何事故。

以上介绍的两种型号的保安设备, 现由丹东新风无线电修造厂制造, 其性能、原理及试验概况等详见: 附录 2、附录 3。

(2) 北京西北郊, 由城子到大台有 35KV 高压线长 18 公里, 同杆架设电话明线一对。电话线与高压线在杆上的垂直距离一般为 2—3 米, 个别杆不到 2 米。终端装有 3000V 高压放电器、500V 低压放电器、隔离变压器和熔丝等保护设施。导线为 4.0 毫米直径铁线, 杆距在 200—300 米之间时, 采用 5.0 毫米直径铁线。每隔 400—500 米交叉一次, 该线路已运行十一年, 在运行期间, 通信线和高压线都发生过断线, 据运行工人介绍: 当高压线断线

搭落到通信线上时, 保安设备之熔丝烧断, 没有其他现象, 也未造成任何事故。电话的音质音量都很好, 杂音不大, 与一般

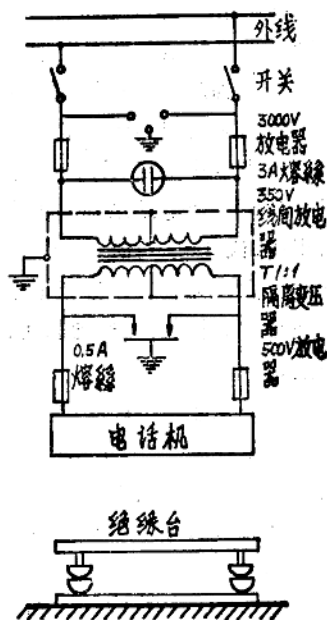


图 2-1

电话差不多,有雷电时杂音增大,但仍能保证正常通话。使用工人认为:这种电话在安全和通话质量上都是好的。

图 2—1 为该保安设备原理图。

(3) 广东省中山县供电公司在 35KV 高压线上同杆架设电话明线。长度为 8 公里。通信线为 2.6 毫米直径的镀锌铁线,通信线与高压线在电杆上的垂直距离为 2.5~3 米,杆距为 100 米左右。保护装置电路图如 2—2 图所示。

图中, L 、 C 、 T 、 A 的绝缘应能承受工频 2KV 1 分钟, C_1 、 C_2 与 T 的初级组成第二工频滤波器。 L 为铁芯电感, C 视 L 的大小按谐振公式计算。该线路在 64 年 10 月 15 日(晴)作了试验,测得:

① PQ 两端开路时, P 线对地 1.1KV, Q 线对地 1.1KV, PQ 之间 6V。

② 接入保安器后, P 线对地 6.8V, Q 线对地 6.3V, QP 之间 1V。

③ 在通信线输入端加 1KV 时,话机端为 10V; 5KV 时为 20V; 10KV 时为 120V。10KV 一接入,话机铃就响,保险丝熔断, A 放电,模拟电源跳闸,若正在讲话,则可以听到一声能忍受的巨响。

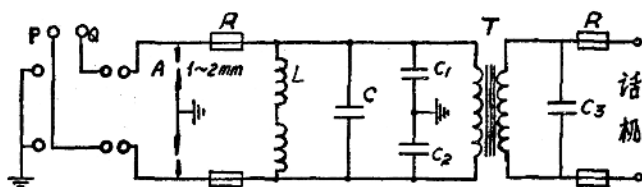


图 2-2

此方法为广东省中山县供电公司的先进经验。他们认为:既能保证人身安全,又能满足通讯要求。

应注意线路交叉换位均匀,否则仍有交流杂音产生。

(4) 重庆黑色冶金设计院为四川灌县设计电话明线与 10KV 高压线同杆架设,线路长 4 公里,电话线与高压线的垂直距离在电杆上为 1.5 米。只装了接地电容器和真空避雷器作保护。在未装电容器时,电话机两端感应电压为 70~80 伏,装了电容器后,感应电压为 1.25 伏,而话音并未减弱。电路图如图 2—3

根据以上调查的情况,我们认为:添架电话明线保安装置,以东北丹东新风无线电修造厂生产的



图 2-3

TB663-3 型和 TB663-5 型两种专用保安设备较为可靠,较为完备,并且该厂能够对外提供相当数量的产品,故推荐大家采用这种设备。设备单价为每个端机 330 元,用户可直接与厂家联系定货。

2. 通信电缆与高压线同杆架设:

通信电缆与高压线同杆架设,无论在工厂厂内或厂外中继线应用的机会都较多。电缆铅皮接地可以消除高压线的静电感应电位,由于铅皮的屏蔽作用,及电缆芯线的扭绞结构故可以保证芯线基本上不受高压线的影响。因此,电缆与高压线同杆架设,应用的也较为普遍,现已有不少城市的市内电话电缆都是与 10KV 和 35KV 高压线同杆架设的。下面只举两个例子。

(1) 上海沪西区,通信电缆与 35KV 高压线同杆架设,长 3~4 公里,已运行十几年。无干扰现象。电缆铅皮接地是与 35KV 高压避雷线接在一起的。电缆与高压线的垂直距

离在电杆上为 1.5 米以上。

上海其他地区也有电话电缆与 10KV 高压线同杆架设，运行情况基本与上相同，未出现过事故，话音正常，也不影响彼此检修与维护。

(2) 北京市很多地方都是电话电缆与 10KV 高压线以及电车线同杆架设。运行了已近十年，未发生过高压线断线事故。但发生过低压线断线搭落到电缆上，将铅皮烧一个小孔。过去还有过电车滑杆脱扣搭落到电缆上引起铅皮烧坏的情况。后来将电车滑线极性调整后，此问题就解决了。

北京市同杆距离最长的达 10 公里以上。运行单位认为：电缆、皮线与 10KV 高压线基本上都可同杆架设，不影响通话，用户话机未装保安设备。维护人员在维护过程中，没有什么特殊措施，和维护一般杆路一样，雨天照常上杆。运行情况良好，没有交流感应，与单独架设的电缆没有什么两样。电缆铅皮只在入局时接地，分线设备保安装置接地，此外可以不作额外接地，因为多作接地不经济，但多作接地对消除静电感应电位有好处。

关于电缆与高压输电线同杆架设的情况很多，到处都可以看到，这里不多介绍。

以上介绍的这些同杆架设的情况，有些是我们直接调查的，也有的是由其他单位调查报告中摘录的。由于调查时记录可能有出入，理解也不一定全面，所以不一定完全符合实际情况，仅供大家参考。在上述几个例子中，虽然防护措施有的看来不甚严密，有待于今后进一步改进提高，但是他们好就好在敢破洋框框，敢破苏修“规程”，按照毛主席的教导，闯出了一条多快好省的道路来。这些生动的事实充分说明了通信线与高压线同杆架设是切实可行的。

三、高压输电线对添架通信线的危险影响及干扰影响的计算

通信线与高压输电线同杆架设时，由于高压输电线的不平衡电场及磁场(因输电线对通信线位置不对称引起的)的感应作用，在通信线上必然会产生外加的电压和电流。若这种感应的电压和电流大到足以损坏通信设备及危害人身安全时，这种电磁感应影响就称为危险影响；这种感应的电压和电流在电话回路中引起的杂音干扰现象，就称为干扰影响。根据理论分析及试验情况证明：中性点绝缘的三相输电线路(35 KV 及以下输电线路一般都是中性点绝缘的)之不平衡静电场能对添架通信线产生危险影响，不平衡磁场对添架通信线产生干扰影响。下面分别对电场危险影响和磁场干扰影响进行粗略的分析和计算。

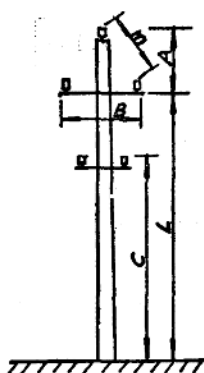
1. 静电场危险影响及其计算：

将高压输电线视为一个带电体，那么，在它的周围就必然产生一个静电场。三相平衡输电线路在其几何中心位置上，所产生的静电场是互相抵消的，但由于添架通信线的架设位置，不在三相输电线的几何中心位置上，故添架通信线是处于三相输电线的电场之内的，因此，在通信线上就会产生一个静电感应电位。这个感应电位的高低，是由该点的电场强度决定的。它与输电线的电压成正比，与通信线到输电线的距离成反比，与同杆架设的长度无关。当高压输电线一相接地时，另外两相的电压将升高 $\sqrt{3}$ 倍，则添架通信线的静电感应电位将大大增加，据测试，可达千伏以上，同时产生音响冲击，危

害通信设备及人员的安全。若某一相高压线断线搭落在添架通信线上,则通信线上就会呈现与输电线路同样高的电压,危险情况就会更加严重。现就正常运行状态及故障状态的静电感应电压计算如下:

(1) 输电线路在正常运行情况下,添架通信线上静电感应电位的计算:

如图所示:已知:



输电线的线电压 $U_x = 10\text{KV}$

输电线的相电压 $U_\phi = 5800\text{V}$

输电线的导线截面 $S = 120\text{mm}^2$

输电线的导线半径 $r = 0.0062(\text{m})$

并设: $A = 0.8\text{m}$ $B = 1.7\text{m}$

$C = 1.17\text{m}$ $L = 8\text{m}$

$M = 6.5\text{m}$

添架通信线A、B上感应的静电感应电位 U_A 及 U_B 按下式计算:

$$U_A = \frac{U_\phi \left[\alpha_{A_1} - \frac{1}{2}(\alpha_{A_1} + \alpha_{A_2}) - j \frac{\sqrt{3}}{2}(\alpha_{A_1} - \alpha_{A_2}) \right]}{\bar{\alpha}_{11} - \bar{\alpha}_{12}} \quad (1)$$

$$U_B = \frac{U_\phi \left[\alpha_{B_1} - \frac{1}{2}(\alpha_{B_1} + \alpha_{B_2}) - j \frac{\sqrt{3}}{2}(\alpha_{B_1} - \alpha_{B_2}) \right]}{\bar{\alpha}_{11} - \bar{\alpha}_{12}} \quad (2)$$

式中: $\bar{\alpha}_{11} = \ln \frac{2L}{r} = \ln \frac{2 \times 8}{0.0062} = \ln 2580 = 7.85$

$$\begin{aligned} \bar{\alpha}_{12} &= \ln \frac{\sqrt{(2L+A)^2 + (B/2)^2}}{C} \\ &= \ln \frac{\sqrt{(2 \times 8 + 0.8)^2 + (0.85)^2}}{1.17} = 2.66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{A_1} &= \alpha_A = \ln \frac{\sqrt{(L+M)^2 + (B/2)^2}}{\sqrt{(L-M)^2 + (B/2)^2}} \\ &= \ln \frac{\sqrt{(8+6.5)^2 + 0.85^2}}{\sqrt{(8-6.5)^2 + 0.85^2}} = 2.13 \\ \alpha_{A_2} &= \ln \frac{L+M+A}{L-M+A} = \ln \frac{8+6.5+0.8}{8-6.5+0.8} = 1.89\end{aligned}$$

将上列数值代入(1)式得:

$$\begin{aligned}U_A &= \frac{5800 \left[2.13 - \frac{1}{2}(1.89+2.13) - j \frac{\sqrt{3}}{2}(1.89-2.13) \right]}{7.85-2.66} \\ &= \frac{5800}{5.19} [0.12 + j0.2] = 1120 [0.12 + j0.2]\end{aligned}$$

取其绝对值得

$$U_A = 1120 \sqrt{(0.12)^2 + (0.2)^2} = 262(\text{伏})$$

同理可求出 U_B 之值。

(2) 输电线一相接地故障时, 添架通信线上静电感应电位的计算:

$$U'_A = \frac{\sqrt{3} U_x \alpha_{A_1}}{\bar{\alpha}_{11} + 2\bar{\alpha}_{12}} \quad (3)$$

将上列数值代入(3)式得:

$$U'_A = \frac{\sqrt{3} \times 10000 \times 2.13}{7.9 + 2 \times 2.66} = 2830(\text{伏})$$

根据以上计算, 输电线在正常运行和一相接地故障情况下, 静电感应电位都是较高的, 足以破坏通信设备并危及人身安全, 必须加装保安装置。

(3) 输电线一相接地故障时, 添架通信线上产生的音响冲击的计算:

$$A = \frac{1}{2} C_{AA} U'^2_A L_P \quad (4)$$

式中: A : 音响冲击能量(焦)

U'_A : 输电线一相接地时通信线上的感应电压值(伏)

L_P : 添架通信线长度(公里)

C_{AA} : 添架通信线单位长度内对地电容,其近似值为:

$$C_{AA} = \frac{18 \times 10^{-9}}{n+2} (\text{法/公里}).$$

其中 n 为通信线接地次数。若在通信线两端各加一个 TB663-3 型或 TB663-5 型保安器,则 $n=2$ 。

将上列数值代入(4)式得:

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2} \frac{18 \times 10^{-9}}{2+2} (2830)^2 \times 10 = 18 \times 10^{-2} (\text{焦}) \\ &= 180 \text{ 毫焦} \end{aligned}$$

(4) 输电线一相断线并搭落在添架通信线上时,产生的音响冲击的计算:

$$\begin{aligned} A' &= \frac{1}{2} C_{AA} U_z^2 L_P \\ &= \frac{1}{2} \frac{18 \times 10^{-9}}{2+2} \times (10000)^2 \times 10 = 2.25 (\text{焦}) \\ &= 2250 \text{ 毫焦} \end{aligned}$$

根据以上计算,音响冲击大大超过了规定值 20 毫焦,因此,需要加装音响冲击防护装置。

2. 磁场干扰影响及其计算:

中性点绝缘的对称制三相输电线路,在正常供电情况下,各相电流基本上是平衡的。故不平衡的磁场很小。对添架通信线无多大影响。即使是在一相发生接地故障时,不平衡电流也不大,一般在 10 安培以内。所以,在一相接地时,磁场感应影响也是很小的。但通信线路所受到的干扰影响,不仅与产生干扰的电流的幅度有关,还与电流的频率有关。因为人

耳及受话器对 800~3000 赫的频率有较高的灵敏度，所以输电线路磁场感应的高次谐波电压与高次谐波电流对添架通信线产生干扰影响，影响通话质量。这种干扰影响，主要是由于添架通信线对输电线位置不对称而产生的杂音电势 U_{AB_1} 及由两通信线对地不对称而产生的杂音电势 U_{AB_2} ，这两部分构成。令通信回路内的杂音电势为 U_{AB} 则：

$$U_{AB} = \sqrt{(U_{AB_1})^2 + (U_{AB_2})^2} \quad (5)$$

$$U_{AB_1} = 90 \times 10^{-3} K_1 Z_a F U_x \frac{L'_s}{n+2} \text{ (毫伏)} \quad (6)$$

式中： $K_1 = 0.2$ (对于三相平衡输电线路)

$Z_a = 600\Omega$ 话机在 800 赫时的阻抗值。

$F = 0.007$ 输电线路电压波的电话波形因数。

$U_x = 10000$ 伏输电线路的额定线电压

$L'_s = 400 \sim 800$ 米最大交叉间隔。

$n = 2$ 添架通信线接地次数。

将上列数值代入(6)式得：

$$\begin{aligned} U_{AB_1} &= 90 \times 10^{-3} \times 0.2 \times 600 \times 0.007 \times 10^4 \times \frac{0.4}{2+2} \\ &= 18 \times 10^{-3} \times 4.2 \times \frac{4 \times 10^3}{4} \\ &= 75.6 \text{ 毫伏} \end{aligned}$$

$$\text{又：} \quad U_{AB_2} = 16 \times 10^{-3} K_2 \eta Z_a F U_x \frac{L_P}{n+2} \quad (7)$$

式中： $K_2 = 0.7$ (对于三相平衡输电线路)

$\eta = 0.008$ 双线电话回路对于干扰的敏感系数。

$Z_a = 600\Omega$

$U_x = 10000$ 伏

$F = 0.007$

$L_P = 10KM$

$$n=2$$

将上列数值代入(7)式得:

$$\begin{aligned} U_{AB_1} &= 16 \times 10^{-3} \times 0.7 \times 0.008 \times 600 \times \\ &\quad \times 0.007 \times 10000 \times \frac{10}{2+2} \\ &= 5.6 \times 4 \times 0.42 \\ &= 9.4 \text{ 毫伏} \end{aligned}$$

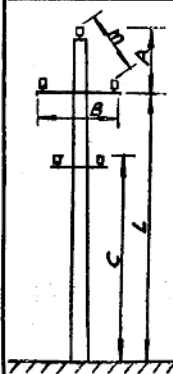
将 U_{AB_1} 及 U_{AB_2} 之值代入(5)式得:

$$U_{AB} = \sqrt{(75.6)^2 + (9.4)^2} = 76 \text{ 毫伏}$$

由计算结果可知: 添架通信线上的干扰电势, 主要由添架线与输电线位置不对称引起的, 而添架线对地不平衡引起的却较小。因此, 当计算出的总杂音电势超过规定值 200 毫伏时, 可以改变交叉指数, 减小交叉间隔如: 由 800 米变为 400 米或由 400 米变为 200 米, 这样就可以减少干扰电压。

另外, 必须注意, 力求使交叉间隔均匀, 各交叉间隔之间的误差越小, 对消除杂音电势越好。

静电危险影响及磁场干扰影响数值计算表

杆面结构型式	输电线 路线电 压 U_x (KV)	杆面结构各参数值 (米)					静 电 危 险 影 响					磁场 干扰 影响 U_{AB} (毫 伏)
		A	B	C	L	M	正 常 运 行	一相接 地	一相断 线搭 在添 架线 上			
							U_A (伏)	U'_A (伏)	A (毫 焦)	U_x (伏)	A' (毫 焦)	
	10	0.8	1.7	1.88	8	6.5	256	2830	180	10000	2250	76
	35	2.25	2.53	3.34	10	7	1160	8650	1680	35000	27500	268