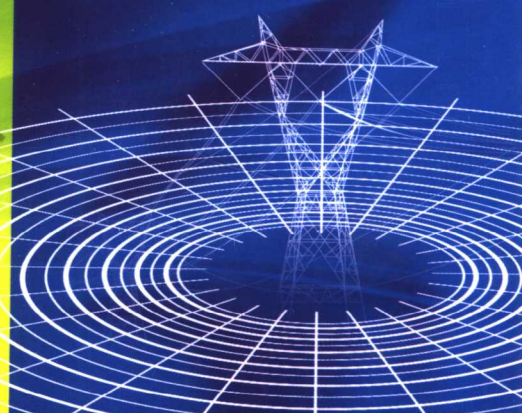


# 接地技术话 安全

王常余 著



——接地安全与触电事故分析



中国电力出版社  
www.cepp.com.cn

# 接地技术 话安全

——接地安全与触电事故分析

王常余 著



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 内 容 提 要

现代文明离不开电，电给人们带来文明的同时，也带来了危险，用电安全是人人关心的大事，但触电事故仍然频频发生，因此普及安全用电知识极为重要。

安全用电的重要措施是接地，本书借用主人公达旦的经历，以 24 个小故事引出生活和工作中遇到的接地问题及其引起的触电事故，并指出错误之处和正确做法。书中的小故事取材于生活中的新闻，用通俗的语言讲述理论，注重原因分析和触电防止。

本书采用小说体裁，有情节、有点评，生动通俗，贴近生活。读者读完本书，可增加安全用电常识。

本书适合广大电工、电气技术入门人员阅读，也适合对电感兴趣的普通百姓。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

接地技术话安全：接地安全与触电事故分析/王常余著. —北京：中国电力出版社，2008

ISBN 978-7-5083-5272-5

I. 接… II. 王… III. 漏电保护—通俗读物 IV. TM92-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 032080 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

·\*

2008 年 1 月第一版 2008 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 4 印张 119 千字

印数 0001—4000 册 定价 10.00 元

### 敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



## 前言

我在大学读书时，从近代物理中知道了爱因斯坦的相对论，什么狭义相对论、广义相对论，似懂非懂，虽然考试应付过去了，但还是没有真正明白。

走上工作岗位后，正是文革期间，书店里充满革命书籍，文化知识类书籍极少。

到了1978年，大量的优秀科技书出版了。有一次我在北京出差时，买到了乔治·盖莫夫的《物理世界奇遇记》，这是用科幻小说体裁撰写的科学普及读物，书中讲述了一个大银行的小职员汤普金斯先生，在梦中的奇遇和一个教授的若干篇演讲，介绍了现代物理学的主要领域——相对论、量子论、统计物理学、原子和原子核结构理论等。

这本书把非常难懂、又十分枯燥的现代物理学中的精华，讲得似小说一般有趣，因此非常吸引人。

此书我至今已读了三、四遍，因为此书虽然是用通俗的语言来讲述，但读起来还是有点玄妙难懂，我曾想用更通俗的语言改写，但不敢动笔，因为我是现代物理学的门外汉。

1996年在《电世界》杂志社的组织下，我与国内的七位接地专家共同著了一本《实用接地技术》。此书出版后受到读者的好评，但大多数读者感到理论多了点，不够通俗。

在上海科学技术出版社的鼓动下，我花了一年的时间，写了一本《接地技术220问》，于2001年10月出版。由于采用问答形式，又结合工程实践，因此一出版，就列入科技畅销书之列，至2004年4月已3次印刷，并获得第十五届华东地区科技出版社优秀科技图书二等奖。

虽然《接地技术220问》受到读者的欢迎，但我仍感到不满足，希望可以以一种更新颖，更平易近人的形式来讲述接地安全技术，受到盖莫夫的《物理世界奇遇记》的启发，决定用小说形式写接地问题，所以本书应运而生。

汪达旦是本书虚拟的人物，初中文化程度，上山下乡时到农村插队，三年插队中，一直当电工，拉个灯、接根马达线，十分内行，聪明加上勤劳，受到众人的称赞，插队回城后在工厂当电工，由于有了三年农村的电工经历，做普通的电工还是得心应手的，但用电安全涉及到接地技术，这是一门理论性很强的科学，达旦的理论基础是薄弱的，因此也出了一些洋相。

科学面前不要怕出洋相，生性聪明的他，不断从实践中学习，他的水平也就逐步提高，渐渐入了接地之门。

达旦牢记列宁的名言：学习、学习、再学习。到本书结尾时，他具有的接地知识可列入行家之列了。

达旦同时更明白了学无止境的道理，谦虚使人进步！

本书记录他的二三事，读者可从他的学习中获得安全用电知识和接地理论知识。

写作本书的目的，是希望把生活和工作中的安全用电问题、电气技术中理论性较强的接地问题，用小说体裁写作，提高读者的阅读兴趣。

阅读本书只需要初中文化即可，希望读者看完本书后，透过达旦的经历对安全用电的认识提高一大步，我也就心满意足了。我相信在阅读本书后，你能够通过进一步的学习成为接地技术的门内汉。

本书内容虽然来源于生活，但进行了加工，因此即使与某人某事雷同，也切莫对号入座。

王常余

2007年7月

# 目 录

←contents

## 前言

1 塑料外壳也导电 .....	1
2 接地极要打入地中 .....	5
3 麻电的自来水管 .....	9
4 独居老妇死于洗衣时 .....	12
5 老母清晨死于放水时 .....	18
6 妻子死于淋浴时 .....	23
7 祸根是带电的接地线 .....	26
8 电热水器漏电怎么处理 .....	36
9 漫谈水龙头触电种种 .....	42
10 局部等电位联结 .....	48
11 防电墙电热水器 .....	51
12 跨步电压 .....	58
13 触电与谋杀 .....	62
14 遭到电击的瓜农 .....	65
15 水箱触电事件 .....	71
16 浴客浴场触电事件 .....	76
17 触电与赔偿 .....	82
18 带电的游泳池 .....	87
19 恼人的静电 .....	91
20 家用断路器跳闸 .....	96
21 单相插座接线 .....	100
22 候车亭旁的杀手 .....	106
23 焊机电击案 .....	109
24 空调漏电致人死亡案 .....	118
后记 .....	122

## 塑料外壳也导电

汪达旦工作非常勤奋，人如其名，由于工作需要，常常通宵达旦工作，但熟悉他的人，喜欢叫他“大胆”——达旦的谐音，他也喜欢朋友们叫他大胆，他说：当一名电工必须大胆。

大胆应建立在心细的基础上，达旦的性格中，大胆的比例超过心细，这也符合男女之别，女人通常是细心超过大胆。

达旦从插队农村回城后，顶替父亲进了工厂，当上了电工。

有一天，是星期天，天气特别好，达旦的邻居朱怡用洗衣机洗被套，洗好后正要晒出去时，她母亲发现被套端部——头颈接触处没有洗干净，于是朱怡把被套端部手洗后，再放入洗衣机中漂洗，此时发生了怪事，洗衣机一起动，电源开关就跳闸。

朱怡关断洗衣机开关后，隔着窗口喊达旦：“达旦，我家断电了，请你帮忙查一查！”

达旦昨晚麻将打到半夜，起床不久，刚吃好早饭，听到朱怡叫他，立即走到朱怡家，一看总开关是漏电开关，已跳闸，于是合上漏电开关，闭合走廊开关，灯亮了。

“朱怡，是开关跳闸，我给你合上了。有问题再叫我。”

“谢谢你！”朱怡一面说，一面起动洗衣机，发现无法起动的，拉卫生间灯开关，灯不亮。

## 点评：1.1 大胆和细心

通常男电工大胆，女电工细心，电工操作时大胆和细心两者皆不可少。

## 点评：1.2 不要轻易合上电源

旧式住宅的电源总开关，大多数采用瓷底胶盖开关，熔丝（保险丝）装在开关内，发生短路或过载时，熔丝烧断，更换后可继续工作。新式住宅采用断路器或带漏电保护的断路器（俗称漏电开关）作为总开关，总开关处无须加熔丝，其分路若是照明分路，可用单相断路器或单根熔丝作分路过载或短路保护，若分路是插座电源，则应采用双极带漏电保护的断路器作为分路开关。由于断路器不需要熔丝，故合闸操作十分方便，但发生跳闸时，切忌轻易合闸，



跳闸表明有故障，冒充合上电源是错误的。

达旦到朱怡家，应首先请朱怡讲跳闸前后的情况，要问清楚跳闸发生的时间，发生跳闸是在朱怡启动洗衣机时，因此洗衣机是最大的怀疑对象，所以达旦应先把洗衣机电源插头拔下后再合闸。轻易合上电源是不安全的。

点评：1.3 逐一排除法是查找故障原因的一个好方法

如果不清楚跳闸是在什么情况下发生的，即不知是哪一分路发生故障的情况下，可采用达旦的方法，把朱怡家的电气设备开关全部关断（或关断所有的分路电源）后，再合总漏电开关，如果合不上（即漏电断路器合上就跳闸），则有两种可能：①朱怡家的电气线路发生了漏电故障（这一情况达旦以后也会碰到）；②漏电开关本身的故障。

达旦把漏电开关合上后，未跳闸，表明线路和开关都不是造成跳闸的原因。

注：走廊灯开关用“闭合”，卫生间灯开关用“拉”，是符合安全要求的，因为走廊是干燥场所，可采用单极墙壁开关，带有浴缸的卫生间是潮湿场所，应采用拉线开关或防雨开关，如采用单极墙壁开关，则此开关应装在卫生间外面靠门的墙上。

“达旦，开关又跳闸了。”聪明的朱怡学会用电气术语把刚要走出门口的达旦又叫回来了。

达旦的缺点是不够细心，开关跳闸是有原因的，跳闸的原因必须找到，并设法消除，才能解决问题。

“我估计是洗衣机的问题。”达旦在往回走的同时说道。

“洗衣机在我刚才用时是好的。”朱怡感到不理解。

达旦并没有回答她，而是把朱怡家的电灯开关全部关断，洗衣机插头也拔下，然后再次合上漏电开关。把电灯一只只打开，开关没有跳闸。

于是达旦插上洗衣机的电源插头。

“朱怡，你再开洗衣机，看是不是会跳闸。”达旦吩咐朱怡。

“我怕！发生爆炸怎么办？”

“胆小鬼！不会爆炸的。”达旦一面说，一面启动洗衣机，开关又跳闸了。

达旦把洗衣机的插头拔下，对朱怡说：“你们家的条件不行，装了漏电开关无法检查，来，咱们俩把洗衣机抬到我家检查。我家不装漏电开关的，不会跳闸。”

朱怡和达旦把洗衣机抬到达旦家里，达旦插上电源，启动洗衣机，电动机转动了。





“你的洗衣机没有问题。”达旦一面说，一面把手背靠在洗衣机外壳上，突然一阵麻电感从手背传上来，他本能地手臂一弯，手臂脱离了洗衣机。“有电！”达旦叫道，把朱怡吓了一跳。

达旦此时不再大胆了，他回身走进房间，拿了测电笔对洗衣机外壳进行测量，电笔发出红光，明确说明洗衣机外壳带电。

“噢！塑料外壳的洗衣机为什么会带电？”达旦感到奇怪。

朱怡在安装公司担任科技部文秘工作，虽然不懂电，但平时通过同事们的对话，她也多少知道一点电的知识。“喔！我知道了，我被被套洗好后，拔掉了洗衣机电源线，用湿布擦了洗衣机外壳，水是导电的，因此洗衣机的塑料外壳带电了。”朱怡接着达旦的话说明了缘由。

此时达旦心细了，“在有漏电的情况下，潮湿的塑料外壳也会导电，但电从何处来的要找到。”达旦对朱怡说。达旦通过仔细检查发现电源线的连接头有电，原因是绝缘包布受潮了，而此接头又和洗衣机的潮湿外壳相碰，导致洗衣机外壳带电。

朱怡的同事中不乏真正的电气专家，因此她星期一上班后，就向科技部许部长（电气高级工程师）请教。

许部长听完她的介绍后对她作了科学的解释，其中和前面点评相同的解说，这里不作重复，他还作了以下点评：

(1) 这次发生的塑料外壳带电，不是导线直接碰壳引起的，因此它的漏电电流很小，可

达旦把开关逐一合上，最后起动洗衣机，开关跳闸，表明故障原因是洗衣机。

点评：1.4 通电试验不是一个好方法

通电试验有爆炸的可能，只要线路或电气设备发生短路，电源合闸就会发生短路点爆炸，当然家庭中的短路爆炸威力是不大的，但对不懂电的人，怕短路爆炸是很正常的。

达旦轻易合上洗衣机电源是错误的，正确的做法是：拔下洗衣机的电源插头，用万用表测量洗衣机电源插头的相线、中性线（零线）和洗衣机接地线之间的绝缘电阻，测量相线、中性线之间的电阻（电动机的线圈电阻）。工厂测量绝缘电阻，应用绝缘电阻表（俗称兆欧表）测量，但作为家庭，通常只有万用表，因此这里用万用表。

相线和接地线之间是测量绝缘电阻，中性线和接地线之间也是测量绝缘电阻，其阻值通常在  $0.5M\Omega$  以上，应用



万用表  $R \times 10k$  挡测量；相线和中性线之间不是绝缘电阻，是洗衣机电动机绕组的电阻，其阻值很小，应用万用表  $R \times 1k$  挡测量。检测方法见图 1-1。

只有在线路绝缘合格的情况下，才可进行通电试验。

#### 点评：1.5 不装漏电开关是不安全的

俗话说：裁缝衣服掉纽扣，电工家里线最乱。达旦认为自己懂电，不必装漏电开关，这是错误的。加装漏电开关可防止由于家用电器和线路漏电引起的触电事故，以及防止用电过程中的单相触电事故。家用电器因为人手可触及，因此必须装漏电开关。

#### 点评：1.6 塑料外壳也会导电

在潮湿的环境中，不仅塑料会导电，墙壁也会导电，达旦用手背触摸洗衣机外壳是正确的，若用手心碰，手不容易摆脱电源。

认为塑料外壳不会带电，不进行带电检查就用手去触摸，使达旦出了洋相。电工操作中有一句名言永远不会过时：“即使无电，也要当作有电操作。”

能不大于 50mA，只有漏电开关才能发现，同时自动及时切断电源，这就是装漏电开关的好处。

(2) 上海曾经发生过一起电气高级女工程师触电死亡的事故，也是洗衣机外壳带电引起的。

(3) 保持家用电气设备干燥是很重要的，对女同志特别要提醒此点。

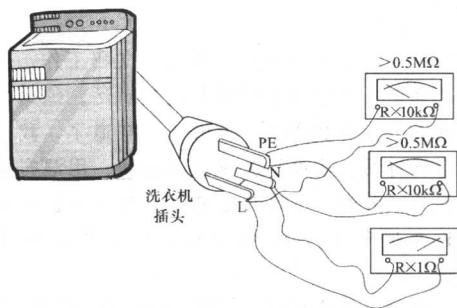


图 1-1 洗衣机绝缘检测法

## 接地极要打入地中

达旦待人很好，也喜欢吹吹小牛皮，尤其是喝了一点上海老酒后特别喜欢吹牛皮。

这一天中午休息时，达旦边吸烟，边聊天，话题由洗衣机降价谈到了朱怡家的洗衣机。

“现在考考你们，洗衣机会不会发生触电事故？”达旦问大家。

外号叫阿慧（上海话，呆子、傻瓜的意思）的朱山抢着回答：“洗衣机是电气设备，当然有可能发生漏电，它的外壳是金属做的，人碰到就有可能发生触电。”

“阿慧一点也不慧，回答正确。再问你一个问题，如果是塑料外壳的洗衣机，会不会发生触电？”达旦追问阿慧。

“塑料外壳的洗衣机不会发生触电，因为塑料是不导电的。”阿慧又很快作出回答。

“错！答错了！塑料外壳的洗衣机也有可能发生触电。”达旦的话，出乎大家的意料。

不仅仅阿慧不相信，其他人也不相信。“你骗阿慧可以，骗我们，你是骗不了的！”

“你们不相信？我的邻居朱怡家的洗衣机就是塑料外壳的，差点触电出人命事故，是我替她找出原因修好的。”达旦于是把星期天发生的事添油加醋地介绍了一番。

“喔，懂了，塑料是不导电的，但水是导

**点评：2.1 什么人聪明**

生活中，有些自以为聪明的人，实际上并不聪明，勇于谈自己的看法，并不断纠正错误的人，才是最聪明的人。这段对话，说明阿慧有时也很聪明，而达旦虽然是属于聪明之人，有些举动却并不聪明。

许多认为懂电、不应当触电、也不怕触电的人，往往容易触电。

**点评：2.2 懂电的家庭更要装漏电开关**

有人把电称为电老虎，电老虎比真老虎还要翻脸不认人，你只要违反用电规程，就有触电的可能，电气设备只要绝缘损坏，就有可能发生漏电。不少懂电的人，都是在不知已发生漏电的情况下，误碰漏电设备而发生电击死亡事故。只有在已知此设备存在漏电的情况下，懂



电的人才有可能避免触电。由于设备发生漏电往往无预兆，因此每户家庭都应该安装漏电开关。

曾有这样一种观点：电气设备必须有接地线，漏电开关才能工作。

这个观点是错误的，只要受漏电开关控制的设备发生漏电，且达到额定漏电动作电流（家用漏电开关通常为30mA），漏电开关就会动作跳闸。设备如果固定在绝缘体上，即使外壳带漏电开关也不会跳闸，若穿了电工绝缘鞋的人，此时触摸外壳带电的电气设备，漏电开关也不会跳闸，只有在电气设备外壳上带的电，通过人体或其他途径发生漏电，且达到30mA时，漏电开关才会动作。

电气设备外壳带电和电气设备漏电是两个概念。电气设备外壳是否带电？最简便的测试工具是电笔，因此电笔是电工必须随身携带的工具。

点评：2.3 接地极必须打入地中

电的，塑料外壳表面有水时，就会发生导电。”阿慧并不笨，他很快找到了答案。

“阿慧，你讲得对。”达旦对阿慧的回答很满意。

“师傅，你的邻居朱怡，由于装了漏电开关，才避免了触电，你家里为什么不装漏电开关？”阿慧是好学的人，听达旦讲漏电故事，听得很仔细，听出达旦家没有装漏电开关。

“这你还不明白，朱怡不懂电，装一只漏电开关保险，我是懂电的，也不怕触电，我知道朱怡的洗衣机有电，为什么敢用手去碰？因为我懂电。告诉你，用手去碰洗衣机外壳时，必须用手背，不能用手心，知道是什么原因吗？”达旦用一副教训人的面孔对阿慧说。

“不知道，为什么必须用手背？”阿慧追问道。

“这要用到巴甫洛夫的条件反射理论，当你用手心去触摸带电体时，手受到刺激，手就会握紧，此时手就有可能握紧带电体，人就无法摆脱带电体，如果用手背碰，手受到刺激，手臂立即会弯曲，自然弹开，这就是条件反射理论，记住！”达旦洋洋得意地说完了这席话。

“我不是电专家，家里还没有装漏电开关，洗衣机又是金属外壳的，怎么办？”阿慧又提出问题。

“很简单，接地，只要用导线把洗衣机外壳和自来水管一接就可以了，注意不能接在塑料自来水管上。”达旦自以为讲得很清楚了。

阿慧有时的确慧，他家里有一根1m长的金属自来水管，是他替邻居装自来水管时剩下

的，于是他把这管子靠墙放在洗衣机的旁边，用一根电线把管子和洗衣机外壳相连（作者按：是作者亲身碰到的一例），他认为洗衣机的接地完成了。

隔了两天，达旦想起接地之事，就问阿慧：“洗衣机接地，接好了没有？”

“接好了。那天听你一讲，回到家里，我正好有一根1m长的自来水管，就把它在洗衣机的墙边一放，当夜就接好了。”阿慧得意地回答达旦。

“当夜就完成了？你用什么工具把自来水管打到地中的？”达旦追问阿慧。

“你只讲接自来水管，你什么时候讲过要把自来水管打入地中？”阿慧责问达旦。

“你真是猪头山，我叫你接自来水总管，可以放出自来水的自来水管，不是叫你接在空的管子上。”

“我家的自来水管是塑料管，你不是说不能接在塑料自来水管上嘛，我接在金属自来水管上有什么错？”

“你真笨，接自来水管的目的是接地，自来水总管是埋在地下的，洗衣机外壳和家中的自来水管相接，就会通过埋地的自来水总管和地相连，一旦洗衣机外壳发生漏电，漏电电流通过和外壳相连的自来水管流到自来水总管上，再通过埋地的自来水总管，流到大地中。你接的自来水管，没有和自来水总管相连，一旦洗衣机发生漏电，漏电电流就无法流到大地中去。听明白了没有？和你讲理论真吃力。”

“喔，听明白了，把自来水管打入地中的目的，是使自来水管和地接通，在这种情况下，

这不是凭空捏造的笑话，确有其事。其实达旦对阿慧还是没有讲彻底：接地极的长度有什么要求？打入深度有什么要求？打入位置有什么要求？接地电阻有什么要求？这些问题都没讲到。

电气设备的保护接地，其接地电阻值，通常要求 $4\Omega$ 。可用一根长2.5m的25mm×25mm镀锌角铁或 $\phi 60$ mm的镀锌厚壁管作为接地极打入地中，打入深度为 $(0.6m + \text{接地极长度})$ ，即接地极尾部离地深度不少于0.6m。接地极不应设置在门口，可设置在花坛等平时无人走动的地方。接地极和接地线的连接应进行电焊连接或化学熔焊连接。电焊连接后应在焊接处涂水柏油，避免焊接点过早锈蚀。化学熔焊后，熔点不必作防腐处理，因为焊接点是铜分子，不易锈蚀。接地极的施工要求见图2-1。

接地电阻测量不能用万用表，应用专门的接地电阻测试仪。

如果一根接地极施工

后，测出的接地电阻大于 $4\Omega$ ，那么应该打2根或更多的接地极，接地极的间距应大于5m。

对上海、广州等采取TT接地制式的城市，电气设备的保护接地，不能和电源的工作接地相连，否则会带来不安全。

对于别墅等高级住宅，应采用铜铸钢接地极，这种接地极，是在钢棒基体表面电铸一定厚度的电解铜，达到接地电阻小，耐腐蚀的目的，且可打入地下30m深，确保接地电阻达到充分安全的目的。

用于电气安全的保护接地，不能和避雷引下线相连，应和防雷接地分开，对采用联合接地体的高层建筑，防雷接地线和保护接地线应从不同的位置接入联合接地体中。

达旦最为严重的认识错误是：他提出把电气设备的外壳，接到和各家连通的自来水管上，这是不安全的，达旦此时还没有认识到，以下发生的一连串死亡事故，才使他认识到这种做法的可怕性。

连接打入地中的自来水管，就是达到了接地的目的。我回去就照办了！阿慧自觉得弄清楚了接地的问题，不由得高兴起来。”

“讲得对，接地是一个理论性很强的技术，我让你阿慧都听懂了，我的水平如何？”达旦洋洋得意起来。

“你是我们厂里的接地专家。你的水平大家都知道的，今后我有什么问题，要向你请教，你一定要告诉我。”阿慧也会说拍马屁的话。

“这点你放心，对你阿慧，我是不会保留的。”

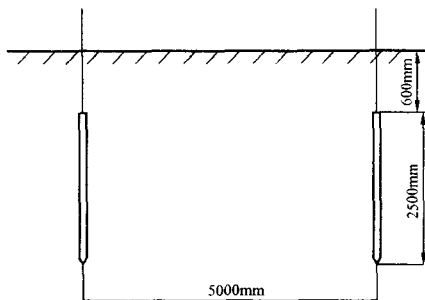


图 2-1 接地极的施工要求

## 麻电的自来水管

达旦是个电视迷，上海新闻综合频道6点半的新闻节目，只要他在家里，是每晚必看的。这一天他在新闻综合频道中看到记者的报道：某石库门（相当于北京的四合院）房子内的几家住户的自来水管，手碰到会麻电，因此只能手握干毛巾，打开水龙头。其中一个用户还发现：把螺丝刀的金属部分一端靠在煤气管上，另一端去接近自来水管，结果在螺丝刀和自来水管的微小间隙中会出现蓝色的火花。

“肯定煤气管和自来水管之间存在电位差，肯定自来水管带电。”达旦对他妻子说。

“那么如何检查带电原因？”妻子进一步问达旦。“当自来水管出现带电故障后，采取分路切断电源的方法，就可找到故障点。先从麻电程度最大的一家开始（表明此家离故障点最近），分路切断电源，如果切断某一分路电源后，用电笔测试自来水管无电，则表明故障出在此分路。

如果所有分路都切断后，故障电压仍未消失，则表明故障出现在另一家，采取相同的方法，逐路切断电源，直至找到故障分路。

故障分路找到后，逐步切断此分路上的电气设备，当切断某一电气设备后故障电压消失，则表明此电气设备漏电，用绝缘电阻表测量此电气设备的绝缘情况，就可作出最后的

点评：用自来水管代替接地极的做法是错误的。

用公用自来水管代替接地极的做法，在老式居民楼中经常可见到，这种做法在有关接地技术的书籍中，从未提出过，但却有不少居民这样做了，这是错误的做法。

为什么不能利用自来水管作为接地极？因为一旦某个接自来水管的电气设备外壳带电（专业书中称为出现故障电压）后，故障电压就会沿着自来水管蔓延到其他家庭。

电气设备出现外壳带电（专业书中称为碰壳故障）时，熔丝是否会断，断路器是否会跳闸，取决于碰壳程度和接地电阻的大小，碰壳越严重、接地电阻越小，漏电流就越大，当漏电流达到熔丝熔断电流或断路器的跳闸电流时，熔丝就发生熔断，



断路器发生跳闸，电源被切断，于是故障电压解除。

只有在直接碰壳和接地符合设计要求的情况下，才有可能及时切断电源。

采用漏电开关后，即使电气设备外壳未接地，漏电流只有30mA，漏电开关也会在0.1s时间内切断电源。

在随即发生的三起电击死亡事故见之于报纸后，达旦才真正认识到这种做法是极不安全的。他的大胆也逐渐开始转为谨慎了。



判断。

如果此分路的所有电气设备全部切除后，故障电压仍未消失，则表明是线路绝缘故障，在断电的情况下，测量此分路导线的绝缘就可断定故障的原因。”

“你讲得有道理，那你打一个电话给电视台，去帮他们找到原因，解除故障。”妻子对达旦提出建议。

“上海电气专家太多了，我如果打电话到电视台，又找不到原因，不是出洋相了。”达旦没有采纳妻子的意见。

每个人都怕出洋相，达旦同样如此，但是出了洋相也不怕，只要吸取教训，避免重犯。

阿慧也是一个电视新闻迷，他也看到了自来水管麻电的新闻，他希望看到麻电的原因，但新闻没有追踪报道。

阿慧虽然思维速度比较慢，但也不是笨人，而且好问。有一天中午休息时谈到新闻综合频道中麻电的自来水管时，阿慧问达旦：“自来水管麻电，是不是说明自来水管带电？”

“对，自来水管肯定带电。”达旦作了明确的回答。

“那么，把洗衣机的外壳和此自来水管相连，洗衣机外壳会不会带电？”阿慧追问达旦。

“当然也会带电。”达旦预感到阿慧会提到一个难以回答的问题，他曾向阿慧提议用导线把洗衣机外壳和自来水管相互连接。

不出所料，阿慧又问：“你建议我把洗衣机外壳和自来水管相连有没有危险？”

“在自来水管带电的情况下，洗衣机外壳和自来水管相连是有危险的。你连接的自来水





管是单独设置的，和外界没有联系，接地技术上称为：独立接地极，因此是安全的。”

达旦一面回答，一面思考：电气设备外壳接自来水管的做法看来是不安全的。

