

建筑施工现场临时用电

主编 成 军

中国建筑工程出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工现场临时用电/主编:成军. —北京:中国建筑工业出版社, 2002

ISBN 7-112-05338-2

I. 建... II. 成... III. 建筑工程—工程施工—用电管理 IV. TU731.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 074104 号

建筑施工现场临时用电

主编 成 军

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 7¼ 字数: 192 千字

2002 年 10 月第一版 2002 年 10 月第一次印刷

印数: 1—5,000 册 定价: 12.00 元

ISBN 7-112-05338-2

TU·4677 (10952)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

随着现代建筑业的迅猛发展,建筑施工现场临时用电的范围日益广泛,规模不断扩大。而临时用电设计、施工不规范造成的安全问题、使用问题以及经济问题日趋突出,造成临时用电安全隐患严重,安全事故频发。据统计,施工现场触电事故已上升到“五大伤害”中的第二位,占到 16.6%。因此为了确保建筑施工现场临时用电安全可靠,经济合理和使用方便,由江苏省建管局组织有丰富实践经验的专家教授和电气技术人员编写了《建筑施工现场临时用电》这本书。

本书以现行建筑法规为指针,以相应的技术标准为依据,针对建筑施工现场临时用电的特点,以科学用电和安全用电为重点,全面阐述了建筑施工现场临时用电的施工、安全、管理等内容。全书力求将供电的可靠性、设施的安全性、经济的合理性、施工的方便性有机结合起来。

全书共分 5 章,主要有电气安全、施工及验收、现场管理、通病及防治和常用仪器仪表等。

在编写本书过程中,除了贯彻最新的技术标准、规范、规程,在行文上力求通俗易懂,易于自学,同时还考虑到建筑管理部门举办电工专业培训的需要,编入了相关的内容。本书可供建筑施工企业管理人员、电气技术人员、安全员、现场电工等学习,也可供土建类建筑安装类专业的师生参考,并可作为电工培训和安全培训教材。

本书由成军同志任主编,王赫主审,戴广成、范兴健、黄明生、徐铁翱、郭志刚、邱少波、郎晓龙等同志参加了编写,在编写过程中,得到了江苏省建设厅、江苏省建管局的领导和许多同志的大力支持和帮助指导,在此一并表示感谢。由于时间仓促,编者水平有限,难免有错误和不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2002年9月8日

目 录

第 1 章 临时用电的电气安全	1
1.1 绝缘、间距和屏护	1
1.2 临时用电的基本保护系统	5
1.3 漏电保护器	26
1.4 安全电压	34
1.5 手持电动工具与电动建筑施工机械	36
1.6 电气照明	41
1.7 电气防火	46
1.8 触电与急救	49
第 2 章 临时用电的施工与验收	60
2.1 施工现场变配电所、发电设备的安装	60
2.2 配电线路的安装	64
2.3 配电电器的安装	95
2.4 防雷与接地装置的安装	103
2.5 临时用电工程的验收	112
第 3 章 临时用电的现场管理	122
3.1 用电人员的基本要求和职责	122
3.2 临时用电规章制度	125
3.3 施工用电档案	128
第 4 章 临时用电的通病与防治	144
4.1 施工用电管理	144
4.2 临时用电施工组织设计	146
4.3 配电室	148
4.4 自备电源	150

4.5	配电线路	151
4.6	配电箱及开关箱	156
4.7	电器装置	158
4.8	接地与接零保护	160
4.9	防雷接地	162
4.10	外电防护	163
4.11	现场照明	164
4.12	建筑机械	166
第5章	临时用电常用仪器仪表	177
5.1	基本知识	177
5.2	电流表	180
5.3	电压表	183
5.4	电度表	187
5.5	接地电阻测试仪	192
5.6	兆欧表	197
5.7	万用表	201
5.8	钳形电流表	206
附录		209
附表1	全国主要城镇雷暴日数	209
附表2	电工仪表产品型号类组表	214
附表3	电工测量指示仪表和附件符号	216
附表4	三相电度表型号	217
附表5	常见兆欧表型号	218
附表6	常用万用表型号	219
附表7	常用钳形电流表的技术规格	220
主要参考文献		221

第1章 临时用电的电气安全

建筑施工现场使用的机械设备中,绝大部分都是以电作为能源的,随着机械化施工水平的提高,使用电动机械、接触电气设备的人增多,但是其中极大部分不是电气专业人员,他们对安全用电的知识和技能水平又相对偏低。为了在建筑施工现场做到安全用电,就必须使每一施工人员掌握电的一些基本规律和基本特性,对安全用电的知识有个全面的了解,这样才能在安装和使用电气设备过程中,防止发生人身伤亡、电气火灾和设备事故。

建筑施工现场安全用电应以预防为主,防止触电事故的发生。触电事故可分为直接接触电和间接接触电。直接接触电是指直接接触或过分接近正常运行的带电体而发生的触电;间接接触电是指触及正常时不带电而发生故障时带电的金属导体而发生的触电。

防止直接接触电的安全技术措施有:绝缘、屏护、间距、漏电保护装置、安全电压等。

防止间接接触电的安全技术措施有:保护接地、保护接零、双重绝缘、电气隔离、等电位环境、不导电环境、漏电保护装置、安全电压等。

1.1 绝缘、间距和屏护

绝缘、间距、屏护等均是属于防止直接接触电的安全技术措施。就是防止人体接触在正常情况下带电部分所发生的直接接触电事故。

1.1.1 绝缘

绝缘是采用绝缘物将带电体封闭起来,各种电气线路和用电

设备都是主要有导电部分和绝缘部分组成。良好的绝缘是保证设备和线路正常运行的必要条件,也是防止发生触电事故的最基本最重要措施之一。

设备或线路的绝缘必须与所使用的电压相符合,必须与周围环境和运行条件相适应。

电工绝缘材料的电阻率一般在 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上。瓷、玻璃、云母、橡胶、木材、胶木、塑料、布、纸、矿物油等都是常用的绝缘材料。

衡量绝缘材料性能好坏的最基本指标是绝缘电阻。足够的绝缘电阻可以将电气设备的泄漏电流限制在很小的范围内,保证设备的正常运行,防止由漏电引起的触电事故和电气火灾。

测量线路或设备的绝缘电阻必须使用兆欧表(摇表),不能用万用表来测试。

建筑施工现场用电设备主要是依靠绝缘来实现直接接触的触电保护。绝缘电阻是否合乎要求,直接关系到用电设备能否正常安全运行。因此对建筑施工现场的线路和设备均应定期进行绝缘电阻的测试。

现场绝缘电阻的测量一般采用 500V 摇表即可,各绝缘电阻值应符合下述要求:

- (1) 现场新装的低压线路和大修后的用电设备绝缘电阻应不小于 $0.5 \text{ M}\Omega$ 。运行中的线路,要求可降至不小于每伏 1000Ω ;
- (2) 三相鼠笼异步电动机绝缘电阻不得小于 $0.5 \text{ M}\Omega$;
- (3) 三相绕线式异步电动机的定子绝缘电阻值热态应大于 $0.5 \text{ M}\Omega$ 、冷态应大于 $2 \text{ M}\Omega$; 转子绝缘电阻值热态应大于 $0.15 \text{ M}\Omega$ 、冷态应大于 $0.8 \text{ M}\Omega$;
- (4) 手持电动工具带电零件与外壳之间绝缘电阻值,对于 I 类手持电动工具应大于 $2 \text{ M}\Omega$ 、II 类手持电动工具应大于 $7 \text{ M}\Omega$ 、III 类手持电动工具应大于 $1 \text{ M}\Omega$;
- (5) 变压器一、二次绕组之间及对铁芯的绝缘电阻值,均应大于 $2 \text{ M}\Omega$ 。

绝缘物在强电场的作用下,遭到急剧的破坏,丧失绝缘性能,

这就是击穿现象。上述击穿称电击穿。固体绝缘遭受击穿后其绝缘性能不能恢复。

固体绝缘物除了电击穿外,还有热击穿和电化学击穿。热击穿是绝缘物在外加电压的作用下,产生的泄漏电流使绝缘物发热,如热量不能及时散发,温度将会升高。由于绝缘物具有负的温度系数,当绝缘物的温度上升其绝缘电阻值同时减少,由于绝缘电阻值的减少,随之泄漏电流进一步增大,温度也进一步上升,如此恶性循环,最终导致绝缘物发生溶化和烧穿。电化学击穿是由于游离、化学反应等因素的综合作用所导致的击穿。上述热击穿和电化学击穿的击穿电压都不太高,但是电压作用时间都比较长。

绝缘物除因击穿遭受破坏外,腐蚀性气体、蒸气、粉尘、机械损伤也都会使绝缘物的绝缘性能下降甚至完全丧失。

应当注意的是,许多绝缘性能良好的材料,受潮后其绝缘性能明显下降,有的甚至绝缘性完全破坏。

建筑施工现场预防发生触电和电气火灾事故,现场供电线路和用电设备的绝缘是否完好达到指标是先决条件,为此应做到以下几个方面:

(1) 现场供电线路的架设应符合《施工现场临时用电安全技术规范》的要求,并应测试线路的绝缘电阻;

(2) 对于长期未使用的设备,在使用前必须进行绝缘性能的测试;

(3) 移动用电设备(如:磨石子机、潜水泵、打夯机、平板振动机、软管振动机等)在现场第一次使用前,必须进行绝缘性能的测试;

(4) 手持式电动工具除了在第一次使用前必须进行绝缘性能测试外,以后应每隔一段时期进行定期测试;

(5) 安全隔离变压器(如行灯变压器)在使用前都必须进行绝缘性能的测试等。

1.1.2 间距

为了防止人体触及或接近带电体造成触电事故,为了避免车

辆或其他器具碰撞或过分接近带电体造成事故,以及为了防止火灾、防止过电压放电和各种短路事故,为了操作方便,在带电体与地面之间、带电体与带电体之间、带电体与其他设施和设备之间均应保持一定的安全间距。安全间距的大小取决于电压的高低、设备的类型、安装的方式等因素。

建筑施工现场临时用电线路和电气设备与周围物体保持一定的安全间距,是防止发生触电和电气火灾事故的技术措施之一。

安全间距在建筑施工现场主要有以下几方面:

(1) 在建工程脚手架最外侧与外电架空线路的边线之间的最小安全操作距离如下:

外电线路电压在 1kV 以下时为 4m。

外电线路电压在 1~10kV 时为 6m。

外电线路电压在 35~100kV 时为 8m。

外电线路电压在 154~220kV 时为 10m。

外电线路电压在 330~500kV 时为 15m。

注:外电架空线路是指建筑施工现场临时供电线路以外的所有架空线路。对地电压小于 250V(指有效值)为低压;对地电压大于或等于 250V(指有效值)为高压。

(2) 建筑施工现场的机动车道与外电架空线路交叉时,架空线路与路面的最小垂直距离应不小于如下:

外电线路电压在 1kV 以下时为 6m。

外电线路电压在 1~10kV 时为 7m。

外电线路电压在 35kV 时为 7m。

(3) 建筑施工现场各种垂直起重设备的任何部位(含最长起吊物件)及其被吊物外侧与 10kV 以下的架空线路边线水平距离应不小于 2m。

(4) 建筑施工现场临时供电架空线路与邻近线路或设施的距离应符合表 1-1 的规定。

(5) 橡套电缆架空敷设时,应沿墙或电杆支架设置,但沿墙敷设时最大弧垂距地不得小于 2.5m,室内距楼面最大弧垂不得小于

架空线路与邻近线路或设施的距离(m) 表 1-1

项目	邻近线路或设施类别						
最小净空 距离(m)	过引线、接下线与邻线	架空线与拉线电杆外缘			树梢摆动最大时		
	0.13	0.05			0.5		
最小垂直 距离(m)	同杆架设 下方的广播 线路通讯线路	最大弧垂与地面			最大弧垂 与暂设 工程顶端	与邻近线路交叉	
		施工现场	机动车道	铁路轨道		1kV 以下	1~10kV
	1.0	4.0	6.0	7.5	2.5	1.2	2.5
最小水平 距离(m)	电杆至路基边缘		电杆至铁路轨道边缘		边线与建筑物凸出部分		
	1.0		杆高 + 3.0		1.0		

1.8m,固定点应采用绝缘子固定。

(6) 室内配线必须采用绝缘导线,距地最小距离不得小于2.5m。

1.1.3 屏护

屏护是采用屏障、遮栏、围网、护罩、护盖、箱匣等把带电体与外界隔离、防止发生触电事故。

建筑施工现场当架空线与建筑物、机械设备之间的安全距离不能达到时,必须要增设遮栏、围栏或保护网等,同时应悬挂醒目的警告标志牌。

建筑施工现场所用开关电器的护罩、护盖等必须完整齐全,如胶盖闸刀开关的胶盖、开关的护盖、铁壳开关的铁壳盖等。导线进出开关电器孔的橡皮护卷必须齐全,不得破损。低压电器的灭弧装置,如灭弧罩等,应完好无缺安装正确,以防电弧伤人。

1.2 临时用电的基本保护系统

建筑施工现场的电气设备,由于使用条件恶劣、经常转移,加上手持电动工具大量使用,因而各种用电设备的绝缘易遭受损伤或老化,将会导致用电设备的金属外壳意外带电(即漏电),称为意

外带电体。如果人体触及意外带电体时,同样会发生触电事故。这种人体与意外带电体接触所发生的触电事故称为间接触电事故。而在建筑施工现场,往往由于周围的环境、条件等影响,发生的间接触电事故比直接接触电事故来得多。所以,除了采取防止直接接触电的安全技术措施外,还必须采取保护接地或保护接零、漏电保护装置、安全电压、双重绝缘等基本技术措施来防止发生间接触电事故。

1.2.1 接地

所谓接地,就是将电气设备的某一可导电部分与大地之间用导体作电气连接。通常是用接地体与土层相接触实现的。将金属导体或导体系统埋入地下土层中,就构成一个接地体。在建筑施工现场,接地体除采用专门埋设外,也可以利用兼作接地体的已有各种金属构件、金属井管、钢筋混凝土建(构)筑物的基础、非燃性物质用的金属管道和设备等,这种接地体称为自然接地体。用作连接电气设备和接地体的导体,称为接地线。接地装置包括接地体和接地线。

建筑施工现场的电气工程中,主要有以下四种接地:工作接地、保护接地、重复接地和防雷接地。

1. 工作接地

将电力变压器低压侧中性点直接接地称为工作接地。工作接地在减轻故障接地的危险、稳定系统的电位等方面起着重要的作用。

(1) 减轻一相接地的危险性:

如果低压三相供电网中,变压器低压中性点不接地,当发生一相接地时(如图 1-1),接地的电流不大,设备仍能正常运转,此故障能够长时间存在。当用电设备采用接零保护时,如人体触及设备外壳时,接地故障电流将通过人体和设备到零线构成回路,将十分危险,极易发生触电事故。特别要指出的是,由该变压器供电的所有接零设备全部处于危险状态。同时,没有接地的两相对地电压显著升高,也大大地增加了触电危险性。如果变压器低压侧中

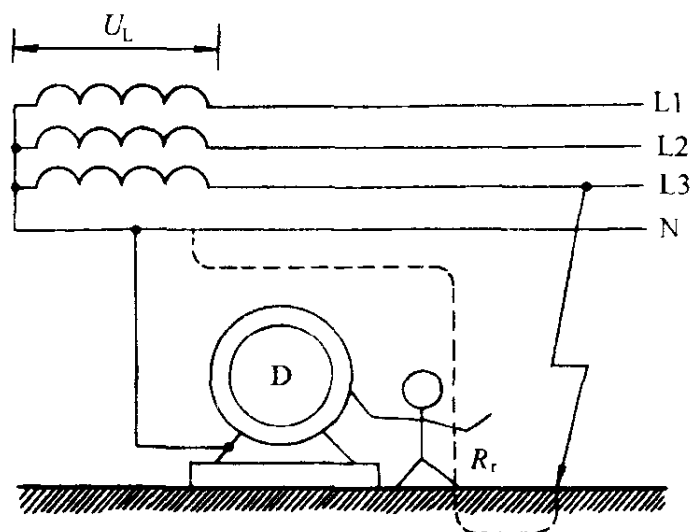


图 1-1 变压器中性点不接地的低压系统中一相接地

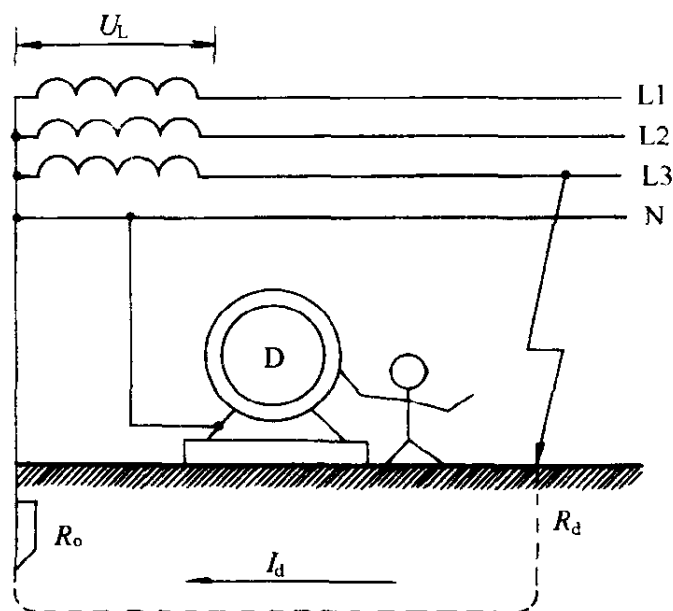


图 1-2 变压器中性点接地的低压系统中一相接地时对人的危害

性点采用直接接地——即工作接地如图(1-2),则上述危险可以减轻。

(2) 稳定系统的电位:

采用工作接地能稳定系统的电位,将系统对地电压限制在某一范围以内,同时也能减轻高压窜入低压的危险。

工作接地的接地电阻应 $\leq 4\Omega$ 。

2. 防雷接地

防雷装置(如避雷针、避雷器、避雷线等)的接地,称为防雷接地。防雷接地主要是在遭受雷击时,使雷电流通过防雷装置泄流入大地。

施工现场所有防雷装置的冲击接地电阻值应 $\leq 30\Omega$ 。

3. 保护接地

保护接地是一种技术上的安全措施,应用范围很广。所谓保护接地,就是把在故障情况下可能呈现危险的的对地电压的金属部件同大地紧密地连接起来,把故障设备的意外带电体对地电压限制在一定的安全范围以内。

(1) 工作原理:

如图 1-3 所示,在不接地的低压系统中,如果一相碰壳时,由于供电线路与大地之间存在电容、绝缘电阻,当人体触及带电外壳时,接地电流 I_d 通过人体和电网对地绝缘阻抗形成回路,造成触电。如各相对地绝缘阻抗相等,运用电工学的方法,可以求出漏电设备对地电压:

$$U_d = \frac{3U_L R_r}{|3R_r + Z|} \quad (1-1)$$

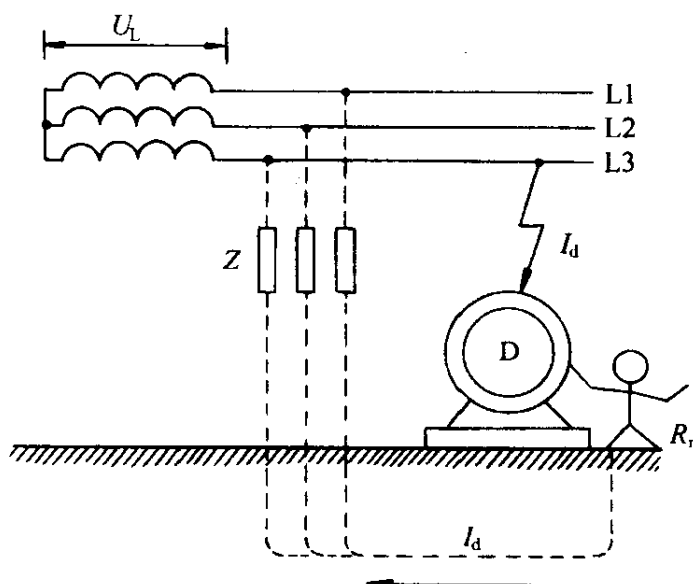


图 1-3 变压器中性点不接地的低压系统中
设备外壳带电对人体的危害

式中 U_L ——电网的相电压；
 U_d ——漏电设备对地电压；
 R_r ——人体电阻；
 Z ——电网每相对地绝缘阻抗。

从上式可以看出线路的对地绝缘电阻越小、对地电容越大，则电网对地绝缘阻抗越小，漏电设备的对地电压则越大，反之则对地电压越小。

当电网对地绝缘正常时，漏电设备对地电压很低；但是当电网绝缘性能显著下降，或电网分布很广时，则漏电设备对地电压极可能上升到危险程度，人如触及极易发生电击事故，因而必须采取如图 1-4 所示的保护接地措施。

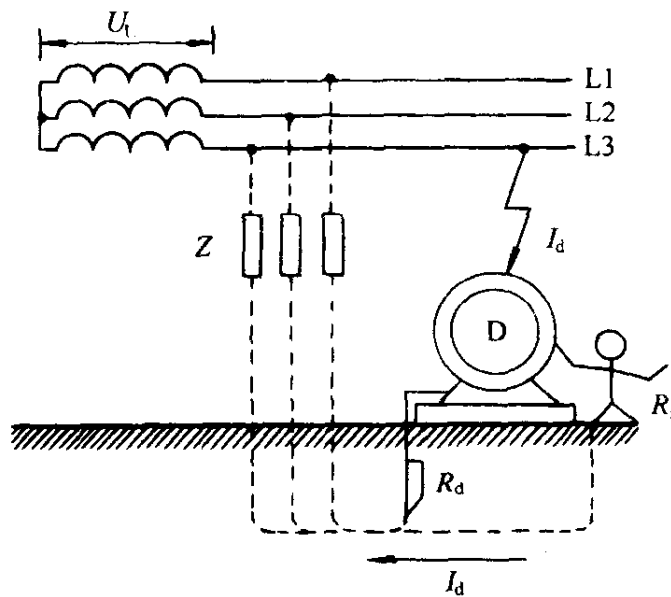


图 1-4 变压器中性点不接地系统中设备
 外壳接地故障时对人的危害

采用保护接地后，由于接地电阻 R_d 大大小于人体电阻 R_r ，因而漏电设备的对地电压大小，主要取决于接地电阻 R_d 的大小。漏电设备对地电压近似为：

$$U_d = \frac{3U_L R_d}{|3R_d + Z|} \quad (1-2)$$

式中 U_L ——电网的相电压；
 U_d ——漏电设备对地电压；

R_d ——接地电阻；

Z ——电网每相对地绝缘阻抗。

又因为 $R_d \leq Z$, 所以漏电设备的对地电压大大降低。只要适当控制 R_d 的大小, 即可以将漏电设备的对地电压限制在安全范围以内。

例如, 对于长度为 1km 的 380V 电缆电网, 如人体电阻为 1500Ω , 当人体触及漏电设备时, 人体承受的电压约为 127V, 通过人体的电流约为 84.5mA, 这对人是很危险的。如果在这种情况下, 采用保护接地, 接地电阻 $R_d = 4\Omega$, 则人体承受的电压降低为 0.415V, 通过人体的电流降低为 0.277mA, 对人无危害, 显然是较为安全的。

在不接地(对地绝缘)的电网中, 单相接地电流的大小主要取决于电网的特征, 如电压的高低、电网的范围大小以及敷设的方式等。一般情况下, 由线路对地分布电容决定的电抗都比较大, 而线路的绝缘电阻达到兆欧级, 在计算时可看作是无限大。因此, 单相接地电流一般都很小, 这就有可能采用保护接地把漏电设备对地电压限制在安全电压以下。

接地电阻值的大小取决于允许对地电压的大小, 在 1000V 及以下不接地低压系统中, 单相接地电流很小, 一般不超过数安培。为限制设备漏电时外壳对地电压不超过安全范围, 一般要求保护接地的接地电阻 $R_d \leq 4\Omega$ 。接地电阻应实测合格后才能使用。接地线与接地装置、设备外壳必须做电气连接。接地线宜采用多股铜导线, 截面不得小于 2.5mm^2 。

但是在变压器低压侧中性点接地的电网中, 采用保护接地后上述的情况并不成立, 当设备漏电时, 其外壳仍将对地存在危险电压, 对人构成危害, 特别要引起重视。

在 380/220V 三相四线制变压器中心点直接接地的低压供电系统中, 采用保护接地, 如图 1-5 所示。当设备只采用保护接地措施, 如某相发生故障造成外壳带电, 人体触及故障设备时, 人体电阻 R_r 与保护接地装置接地电阻 R_d 处于并联状态。

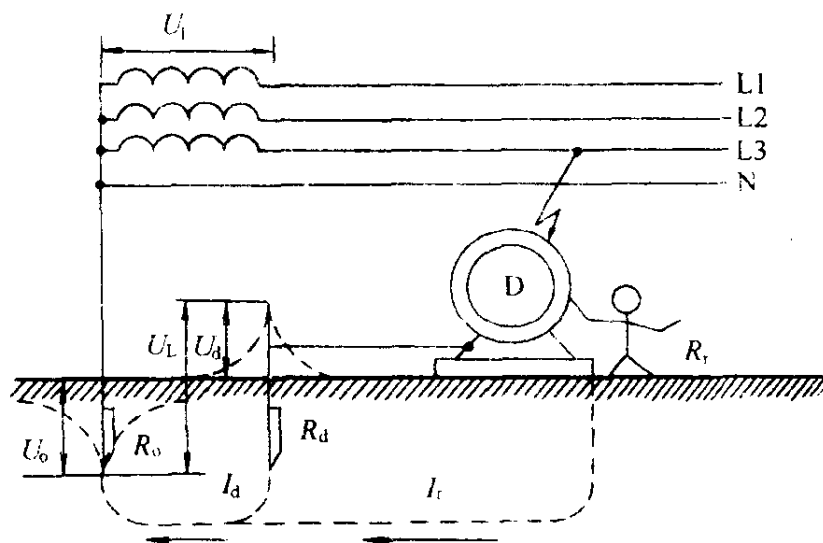


图 1-5 变压器中性点接地低压系统中设备外壳接地故障时对人的危害

其简化电路图如图 1-6 所示。图中： U_L 为低压电网相电压； U_d 为漏电设备对地电压； R_o 、 R_d 、 R_r 分别为变压器低压侧中性点接地电阻、保护接地装置接地电阻和人体电阻； I_d 为接地故障电流； I_r 为通过人体电流。此时人体承受的电压 U_r 即为保护接地装置接地电阻上的电压降。

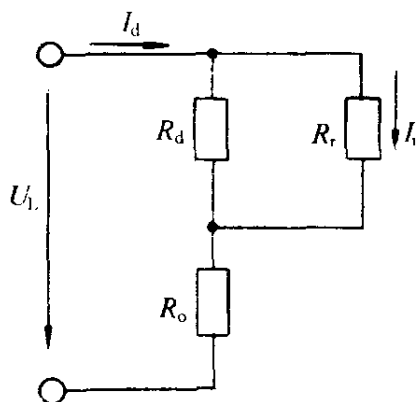


图 1-6 简化电路图

$$U_r = U_d = \frac{R_d R_r}{R_o R_d + R_o R_r + R_d R_r} U_L \quad (1-3)$$

在一般状态下，人体电阻 R_r 大于保护接地装置接地电阻 R_d 和变压器低压侧中性点接地电阻 R_o 几个数量级，因此上式可简化为：

$$U_r \approx \frac{R_d}{R_o + R_d} U_L \quad (1-4)$$

建筑施工现场三相电力变压器二次侧相电压均为 220V，而规范规定变压器低压侧中性点接地电阻值、保护接地装置接地电阻值均不得大于 4Ω 。如均按 4Ω 算，则可得：