



高职高专

职业院校土木工程专业“十二五”规划教材
国家中等职业教育改革发展示范学校建设教材

JIANZHU DIANGONG

建筑电工 ——识图与施工

主 编 ⊙ 李振昇 张悦禄



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

建筑电工 ——识图与施工

主编 李振昇 张悦禄

北京师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑电工——识图与施工/李振昇, 张悦禄主编. —北京: 北京师范大学出版社, 2014. 8

(职业院校土木工程专业“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-303-17848-3

I. ①建… II. ①李…②张… III. ①建筑工程-电工技术-识图-中等专业学校-教材 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 173812 号

营销中心电话 010-58802755 58800035
北师大出版社职业教育分社网 <http://zjfs.bnup.com>
电子信箱 zhijiao@bnupg.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com
北京新街口外大街 19 号
邮政编码: 100875

印刷: 北京中印联印务有限公司
经销: 全国新华书店
开本: 184 mm×260 mm
印张: 20
插页: 34
字数: 420 千字
版次: 2014 年 9 月第 1 版
印次: 2014 年 9 月第 1 次印刷
定价: 39.00 元

策划编辑: 庞海龙 责任编辑: 庞海龙
美术编辑: 高霞 装帧设计: 弓禾碧工作室
责任校对: 李菡 责任印制: 马洁

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010—58800697

北京读者服务部电话: 010—58808104

外埠邮购电话: 010—58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010—58800825

职业院校土木工程专业教学改革与 教材编写指导委员会

主 任 陈保平

副主任 任全春 张天福 赵虎林 姚贵平

秘书长 李建明

委 员 (按姓氏笔画)

马振宇 马银生 王旭泽 曲 强

吕州军 刘明亮 刘胜利 何宇鑫

张悦禄 陈仙贤 陈新专 庞海龙

赵 强 席志慧 谈铁军

内容简介

本书作为职业院校土木工程专业的教学用书，紧紧围绕《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46—2005)相关规定，对建筑施工人员必须掌握的安全技术知识和技能进行了讲解。全书共6章，主要介绍了常用仪表和工具的使用技术、基础理论知识；工程中常用低压控制设备、低压供配电线路、常用电器元件；施工现场的照明、架空电杆安装、拉线安装、导线架设和连接、杆上电气设备安装、电线导管敷设、电线穿管与线槽敷设、导线连接、电缆桥架安装、沟内和竖井内电缆敷设、建筑电气照明施工图的识读与施工；有线电视系统、电话及宽带施工图的识读与管线的预埋施工、火灾报警与自动灭火系统、安全防范系统；建筑施工接零接地保护系统，电动建筑机械和手持式电动工具，施工现场危险环境因素与雷电防护，线路敷设技术；配电室安装、施工现场配电箱与开关箱安装、施工现场的用电管理，常见事故隐患与事故案例等内容。

全书叙述详尽，内容精炼实用，文字通俗易懂，并辅以大量直观的图表，可满足职业院校土木工程专业学生和相关技术工人的需要。

前言

本书是作者在多年教学、工程实践工作的基础上，吸取了先进的教学经验和当前教学改革成果，根据最新的培养方案和课程教学大纲、《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46—2005)，同时参照有关国家职业技能标准和行业职业技能鉴定规范，以培养应用型人才为目标编写而成的。本书体现了“建筑电工”课程的基础与职业性，具有以下主要特点：

1. 突出知识的应用，加强技能训练，体现职教特色

本书在介绍电器设备必需的基本概念和基本理论的基础上，利用一套完整的民用建筑电气施工图样，学习建筑电气施工图的识图与施工技术，书中附有电气施工图常用图形符号表，所使用的图形符号采用最新国家标准。本书知识点覆盖面较宽，强弱电知识体系合一。

2. 突出简约性和新颖性

用尽可能少的篇幅介绍有关内容，教学内容由必学和选学构成。必学内容是施工现场临时用电中最重要、最基本的内容；选学内容(标题前打*号)可根据需要选择，主要是知识点的延伸和扩展，以便启发思维，开阔眼界，更好地把握理论知识在建筑工地和生活中的应用，有利于提高实践能力。

3. 突出实用性和趣味性

在教材知识点和技能点的选择安排上不单单考虑知识结构问题，还加强了施工现场临时用电存在的问题和解决办法，强化工程应用背景的实用性内容，注意提高学生与就业岗位对接的能力。本书表现形式直观生动、图文并茂，容易激发学生学习兴趣。本书各章内容设计了“技术与应用”、“电路评价”、“岗位知识积累”、“资料库”、“应用拓展”、“知识链接”等若干小栏目。“应用拓展”、“知识链接”可作为选讲和自学内容。“技术与应用”一方面巩固学生所学的理论知识，另一方面突出对学生实践操作能力的培养，并融入对规范操作、安全施工等职业意识。

本书编写过程中，得到了兰州城市建设学校的大力支持，特别是兰州城市建设学校校长、高级讲师赵虎林为本书的编写提出了具体的指导性意见；同时，在本书的编写过程中，参阅和借鉴了许多优秀教材、专著及有关文献资料，编者在此一并向原作者表示感谢。

鉴于我们水平有限，书中错误及不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 电气基本知识	1
第一节 常用电气材料	1
第二节 单相正弦交流电路	19
* 第三节 三相正弦交流电路	31
第二章 常用低压电器设备及低压供配电线路	40
第一节 常用低压控制电器	40
第二节 低压供配电线路及电力负荷的简单计算	79
第三节 低压配电线路导线截面的选择	100
第四节 电力变压器的选择	104
第三章 建筑电气照明	117
第一节 建筑电气照明的方式及种类	117
第二节 照明线路的敷设及照明设备的安装	128
第三节 建筑电气照明施工图	161
第四章 建筑实用弱电系统	185
第一节 有线电视系统	185
第二节 电话及宽带系统	193
第三节 建筑电气火灾自动报警及联动控制系统	204
第四节 安全防范系统	216
第五章 接地与建筑防雷	230
第一节 接地的基本概念	230
第二节 建筑防雷	253
第六章 安全用电及施工现场临时用电	272
第一节 安全用电	272
第二节 施工现场临时用电规范	279
第三节 施工现场临时用电组织设计编制指南	300
主要参考文献	309

第一章

电气基本知识

第一节 常用电气材料

一、常用工具

1. 钢丝钳

钢丝钳又称为钳子。电工常用的钢丝钳又称克丝钳，规格以全长表示，有 150mm、175mm、200mm 及 250mm 等多种规格。可根据内线或外线工种需要选购。

它是一种夹持和剪切工具，可供在低压带电作业的场所使用，其工作电压为 500V。钳子的刀口可用来剖切软电线的橡皮或塑料绝缘层，也可用来切剪电线、铁丝。剪 8 号镀锌铁丝时应用刀刃绕表面来回割几下，然后只需轻轻一扳，铁丝即断。侧口也可以用来切断电线、钢丝等较硬的金属线。

2. 螺钉旋具

螺钉旋具柄部以外的杆身长度表示公称尺寸，常用的规格为 50mm、100mm、150mm、200mm 四种。螺钉旋具的大小必须和转动的螺钉槽相吻合，过大、过小、过厚、过薄都不宜使用，以免损坏螺钉槽或旋具刀口。一般一字形螺钉旋具的厚度是螺钉槽宽度的 0.75~0.8 倍。对于不同直径的螺钉或不同场合的旋动，应采用不同的螺钉旋具握法。螺钉旋具不能替代凿子使用，也不要采用借助钳子的扭矩来扳转旋杆。

3. 剥线钳

剥线钳是由钳头和钳柄两个部分组成。钳头部分由压线口和刃口构成，四个切孔分

别适用铝、铜线径为 0.6mm、1.2mm、1.7mm、2.2mm 四种不同规格。剥线钳规格以钳全长表示，目前有 140(三切口)和 180(四切口)mm 两种。钳柄是绝缘的。

剥线方法通常分为热截法和刃截法两类。剥线钳是一种刃截法机械式剥线工具，它适宜于 6mm^2 以下的塑料线、橡胶绝缘电线、电缆心线的剥皮。

4. 低压验电器

低压验电器又称验电笔。常用的验电笔有钢笔式和螺钉旋具式两种。它是用来检验低压电线、电器和电气装置是否带电的辅助安全工具。

测量电压范围在 $60\sim 500\text{V}$ 之间，高于 500V 不能用普通验电笔来测量，否则容易造成人身触电。

验电笔主要由氖管、电阻、弹簧和笔杆组成，其主要作用如下所述。

判别交流和直流电。交流电通过验电笔时氖泡中两极会同时发亮，而直流电通过时氖泡里只有一个极发光。

判断直流电的正负极。把验电笔跨接在直流电的正、负极之间，氖泡发亮的一头是负极，不发亮的一头是正极。

判断交流电的同相和异相。两手各持一支验电笔，站在绝缘体上，将两支笔同时触及待测的两条导线，如果两支验电笔的氖泡均不太亮，则表明两条导线是同相；若发出很亮的光说明是异相。

测试直流电是否接地并判断是正极还是负极接地。在要求对地绝缘的直流装置中，人站在地上用验电笔接触直流电，如果氖泡发光，说明直流电存在接地现象；反之则不接地。当验电笔尖端一极发亮时，说明正极接地，若手握的一极发亮，则是负极接地。

用作零线监测器。把验电笔一头与零线相连，另一头与地线相连接，如果零线断路，氖泡即发亮；如果没有断路，则氖泡不发亮。

可作为家用电器指示灯。把验电笔中的氖泡与电阻取出，将两元件串联后，接在家用电器电源线的火线与零线之间。家用电器工作时，氖泡便可发光。

判断电器接地是否良好。把验电笔做成电器指示灯时，若氖泡光源闪烁，则表明某线头松动，接触不良或电压不稳定。

判断物体是否带有静电。手指验电笔接触在物体上，若氖泡发亮，说明该物体带有静电。

二、常用仪表

1. 数字万用表

图 1-1 是数字万用表实物图。与早期模拟式仪表相比，数字式仪表灵敏度高，准确度高，显示清晰，过载能力强，



图 1-1 数字万用表

便于携带,使用更简单。下面以 VC9801 型数字万用表为例,简单介绍其使用方法和注意事项。

1)使用前,认真阅读有关的使用说明书,熟悉电源开关、量程开关、插孔、特殊插口的作用。

2)将电源开关置于“ON”位置。

3)测量交直流电压。直流电压的测量,如测量电池、随身听电源等的电压。首先将黑表笔插进“COM”孔,红表笔插进“V/ Ω ”。把旋钮选到比估计值大的量程(注意:表盘上的数值均为最大量程,“V—”表示直流电压档,“V~”表示交流电压档,“A”是电流档),接着把表笔接电源或电池两端;保持接触稳定。数值可以直接从显示屏上读取,若显示“1.”,则表明量程太小,就要加大量程后再测量工业电器。如果在数值左边出现“—”,则表明表笔极性与实际电源极性相反,此时红表笔接的是负极。

交流电压的测量。表笔插孔与直流电压的测量一样,不过应该将旋钮打到交流档“V~”处所需的量程即可。交流电压无正负之分,测量方法跟前面相同。无论测交流电压还是直流电压,都要注意人身安全,不要随便用手触摸表笔的金属部分。

4)测量交直流电流。直流电流的测量。先将黑表笔插入“COM”孔。若测量大于 200mA 的电流,则要将红表笔插入“10A”插孔并将旋钮打到直流“10A”档;若测量小于 200mA 的电流,则将红表笔插入“200mA”插孔,将旋钮打到直流 200mA 以内的合适量程。调整好后,就可以测量了。将万用表串进电路中,保持稳定,即可读数。若显示“1.”,那么就要加大量程;如果在数值左边出现“—”,则表明电流从黑表笔流进万用表。

交流电流的测量。测量方法与直流电流的测量方法相同,不过档位应该打到交流档位,电流测量完毕后应将红笔插回“V/ Ω ”孔,若忘记这一步而直接测电压,你的表会被烧坏。

5)测量电阻。将量程开关拨至 Ω 的合适量程,红表笔插入“V/ Ω ”孔,黑表笔插入“COM”孔。如果被测电阻值超出所选择量程的最大值,万用表将显示“1.”,这时应选择更高的量程。测量电阻时,红表笔为正极,黑表笔为负极,这与指针式万用表正好相反。用表笔接在电阻两端金属部位,测量中可以用手接触电阻,但不要把手同时接触电阻两端,这样会影响测量精确度的——人体的电阻很大,读数时,要保持表笔和电阻有良好的接触;注意单位:在“200”档时单位是“ Ω ”,在“2k”到“200k”档时单位为“k Ω ”,“2M”以上的单位是“M Ω ”。因此,测量晶体管、电解电容器等有极性的元器件时,必须注意表笔的极性。



应用拓展

(1)如果无法预先估计被测电压或电流的大小,则应先拨至最高量程档测量一次,再视情况逐渐把量程减小到合适位置。测量完毕,应将量程开关拨到最高电压档,并关闭电源。

(2)满量程时,仪表仅在最高位显示数字“1.”,其他位均消失,这时应选择更高的量程。

(3)测量电压时,应将数字万用表与被测电路并联。测电流时应与被测电路串联,测直流量时不必考虑正、负极性。

(4)当误用交流电压档去测量直流电压,或者误用直流电压档去测量交流电压时,显

示屏将显示“000”，或低位上的数字出现跳动。

(5)禁止在测量高电压(220V 以上)或大电流(0.5A 以上)时换量程，以防止产生电弧，烧毁开关触点。

(6)当显示“BATT”或“LOW BAT”时，表示电池电压低于工作电压。

2. 兆欧表

兆欧表又称绝缘电阻摇表，是一种测量高电阻的仪表，经常用它测量电气设备或供电线路的绝缘电阻值。图 1-2 是兆欧表实物图。兆欧表是一种可携带式的仪表，其表盘刻度以兆欧(MΩ)为单位。

兆欧表的选用，主要是选择其电压及测量范围，高压电气设备需使用电压高的兆欧表。低压电气设备需使用电压低的兆欧表。一般选择原则：500V 以下的电气设备选用 500~1 000V 的兆欧表；瓷瓶、母线、刀闸应选用 2 500V 以上的兆欧表。

兆欧表测量范围的选择原则：要使测量范围适应被测绝缘电阻的数值免读数时产生较大的误差。如有些兆欧表的读数不是从零开始，而是从 1MΩ 或 2MΩ 开始。这种表就不适用于测定处在潮湿环境中的低压电气设备的绝缘电阻。因为这种设备的绝缘电阻有可能小于 1MΩ，使仪表得不到读数，容易误认为绝缘电阻为零，而得出错误结论。

电阻量程范围的选择。摇表的表盘刻度线上有两个小黑点，小黑点之间的区域为准确测量区域。所以在选表时应使被测设备的绝缘电阻值在准确测量区域内。

兆欧表在工作时，自身产生高电压，而测量对象又是电气设备，所以必须正确使用，否则就会造成人身或设备事故。

兆欧表使用要做好以下各种准备：

1)测量前必须将被测设备电源切断，并对地短路放电，绝不允许设备带电进行测量，以保证人身和设备的安全。

2)对可能感应出高压电的设备，必须消除这种可能性后，才能进行测量。

3)被测物表面要清洁，减少接触电阻，确保测量结果的正确性。

4)测量前要检查兆欧表是否处于正常工作状态，主要检查其“0”和“∞”两点。即摇动手柄，使电动机达到额定转速，兆欧表在短路时应指在“0”位置，开路时应指在“∞”位置。

5)兆欧表引线应用多股软线，而且应有良好的绝缘。

6)不能全部停电的双回路架空线路和母线，在被测回路的感应电压超过 12V 时，或当雷雨发生时的架空线路及与架空线路相连接的电气设备，禁止进行测量。

7)兆欧表使用时应放在平稳、牢固的地方，且远离大的外电流导体和外磁场。



图 1-2 兆欧表



应用拓展

1. 用兆欧表测量电阻

(1)兆欧表的选择。主要是根据不同的电气设备选择兆欧表的电压及其测量范围。对于额定电压在500V以下的电气设备,应选用电压等级为500V或1 000V的兆欧表;额定电压在500V以上的电气设备,应选用1 000~2 500V的兆欧表。

(2)测试前的准备。测量前将被测设备电源切断,并短路接地放电3~5min,特别是电容量大的,更应充分放电以消除残余静电荷引起的误差,保证正确的测量结果以及人身和设备的安全;被测物表面应擦干净,绝缘物表面的污染、潮湿,对绝缘的影响较大,而测量的目的是为了解电气设备内部的绝缘性能,一般都要求测量前用干净的布或棉纱擦净被测物,否则达不到检查的目的。

兆欧表在使用前应平稳放置在远离大电流导体和有外磁场的地方;测量前对兆欧表本身进行检查。开路检查,两根线不要绞在一起,将发电机摇动到额定转速,指针应指在“ ∞ ”位置。短路检查,将表笔短接,缓慢转动发电机手柄,看指针是否到“0”位置。若“0”位或“ ∞ ”位,说明兆欧表有故障,必须进行检修

(3)接线。一般兆欧表上有三个接线柱:“L”表示“线”或“火线”接线柱;“E”表示“地”接线柱;“G”表示“屏蔽”接线柱。一般情况下,用有足够绝缘强度的单相绝缘线将“L”和“E”分别接到被测物导体部分和被测物的外壳或其他导体部分(如测相间绝缘)。

在特殊情况下,如被测物表面受到污染不能擦干净、空气太潮湿、或者有外电磁场干扰等,就必须将“G”接线柱接到被测物的金属屏蔽保护环上;以消除表面漏电流或干扰对测量结果的影响。

(4)测量。摇动发电机使转速达到额定转速(120r/min)并保持稳定。一般采用1min以后的读数为准,当被测物电容量较大时,应延长时间,以指针稳定不变时为准。

(5)拆线。在兆欧表没停止转动和被测物没有放电以前,不能用手触及被测物和进行拆线工作,必须先将被测物对地短路放电,然后再停止兆欧表的转动,防止电容放电损坏兆欧表。

(6)测量电动机的绝缘电阻时,“E”端接电动机的外壳,“L”端接电动机的绕组。

2. 用兆欧表测量电缆的绝缘电阻

测量电力线路或照明线路的绝缘电阻时,“L”接被测线路上,“E”接地线。测量电缆的绝缘电阻时,为使测量结果精确,消除线心绝缘层表面漏电所引起的测量误差,还应将“G”接到电缆的绝缘纸上。

在测量时要注意以下几点:

(1)测量电气设备的绝缘电阻,必须先切断电源,遇到有电容性质的设备,例如电缆,线路必须先进行放电。

(2)使用兆欧表时,必须平放。

(3)在使用兆欧表之前要先转动几下,看看指针是否在最大处的位置,然后再将“L”和“E”两个接线柱短路,慢慢地转动兆欧表手柄,查看指针是否在“0”处。

(4) 兆欧表引线必须绝缘良好, 两根线不要绞在一起。

(5) 用兆欧表进行测量时, 要以转动 1min 后的读数为准。

(6) 在测量时, 应使兆欧表转数达到 120r/min。

(7) 兆欧表的量程往往达几千兆欧, 最小刻度在 $1\text{M}\Omega$ 左右, 因而不适合测量 $100\text{k}\Omega$ 以下的电阻。

3. 兆欧表使用注意事项

(1) 禁止在雷电时或高压设备附近测绝缘电阻, 只能在设备不带电, 也没有感应电的情况下测量。

(2) 摇测过程中, 被测设备上不能有人工作。

(3) 摇表线不能绞在一起, 要分开。

(4) 摇表未停止转动之前或被测设备未放电之前, 严禁用手触及。拆线时, 也不要触及引线的金属部分。

(5) 测量结束时, 对于大电容设备要放电。

(6) 要定期校验其准确度。

4. 使用兆欧表测量电器绝缘时的注意事项

(1) 兆欧表使用时必须平放。

(2) 兆欧表转速达 120r/min。

(3) 开路试验: 兆欧表转数达到 120r/min, 指针应在“ ∞ ”处。短路: 慢慢地转动兆欧表, 指针应在“0”处。

(4) 电动机的绕组间、相与相、相与外壳的绝缘电阻应 $\geq 0.5\text{M}\Omega$ 。移动电动工具 $\geq 2\text{M}\Omega$ 。

(5) 测量线路绝缘时: 相与相 $\geq 0.38\text{M}\Omega$ 、相与零 $\geq 0.22\text{M}\Omega$ 。

(6) 中、小型电动机一般选用 500~1000 型。

(7) 若测得某相电阻是 0 的话, 说明这相已短路。

(8) 若测得某相电阻是 $0.1\text{M}\Omega$ 或 $0.2\text{M}\Omega$ 的话, 说明这相绝缘电阻性能已降低。

(9) 电气设备的绝缘电阻应越大越好。

3. 接地电阻仪

接地电阻测量仪(接地摇表)是根据补偿法原理制成的, 主要用来测量电气设备外壳或建筑物避雷设备的接地电阻。它由一只高灵敏度的磁电系检流计、手摇交流发电机、电流互感器以及调节电位器等组成。考虑到被测接地电阻大小不同, 量程有 $0\sim 1/10/100\Omega$ 和 $0\sim 10/100/1\ 000\Omega$ 两种。它带有一根电位探测针和一根电流探测针(图 1-3)。

良好的接地是电气设备正常运行的重要保证。在电力系统中, 为了防止电力设备的绝缘层被击穿和因漏电使电力设备的外壳带电, 一般要把设备的外壳接地。此外, 为了防止雷电袭击, 高大建筑物的高压输电线等都需装设避雷装置



图 1-3 接地电阻仪

(包括避雷针、避雷线、避雷器等)，这些装置都要可靠接地，即要求接地电阻应尽可能的小。所谓“接地”是指把电气设备的某些部分或金属外壳用接地线与接地体连接起来，然后将接地体埋入地下。接地装置的接地电阻包括接地线电阻、接地体电阻、接地体与土壤之间的接触电阻和接地体与大地之间的散流电阻，其中大地散流电阻在接地电阻中起主要作用。接地电阻是检验接地装置质量的主要项目，必须按照技术要求规定的标准进行检验，不可任意降低标准值。如果接地电阻不符合要求，不但不能保证安全，反而会适得其反。因此，定期测量接地电阻是安全用电的重要保证。各类接地装置的接地电阻合格值见表 1-1。

表 1-1 各种情况下接地电阻值要求

种类	接地装置使用条件		接地电阻/ Ω	备注
1kV 及其以上的电力设备	大地流接地系统		0.5	一般应符合 $R \leq 2000/I$ ，当 $I > 4000\text{A}$ 时，可采用 $R \leq 0.5\Omega$
	小电流接地系统	高、低压电气设置共用的接地装置	4	$R \leq 120/I$
		仅用于高压电气的设备接地装置	10	$R \leq 250/I$
低压电力设备	中性点直接接地与非直接接地系统	并联运行电气设备的总量为 $100\text{kV} \cdot \text{A}$ 以上时	4	在采用保护接零的地低压电力网中，是指变压器的接地电阻，而用电设备只进行接零，不进行接地
		并联运行电气设备的总量不超 $100\text{kV} \cdot \text{A}$ 时	10	在电力设备接地装置的接地电阻允许达到 10Ω 的低压电力网中，每一重复接地装置的接地电阻不应超过 30Ω ，但重复接地不应小于 3 处
		配电线路中性线每一重复接地装置	10	

(1)接地电阻测量仪的测量方法

- 1)利用接地电阻测试仪的测量法；
- 2)电流表—电压表法；
- 3)电流表—电力表法；
- 4)电桥法；
- 5)三点法；
- 6)利用钳形接地电阻测试仪的测量法。

(2)接地电阻测量仪的使用方法

1)测前准备。首先断开电源，然后拆开接地干线的连接点。将接线处打磨光滑，去掉锈蚀。对仪表进行短路试验，E，P，C 端钮短路，摇动手柄，调整粗调旋钮和细调拨盘，使指针指 0。测量接地电阻，应选择在土壤导电率最低、土壤干燥的时期，如冬季最

冷的时候或夏季进行。

2) 接地电阻测量仪的接线。四端钮测量仪接线如图 1-4 所示。三端钮式测量仪接线如图 1-5 所示。接线具体方法：将两根探测针分别插入地中，电位探针 P 插在距被测接地装置 E 约 20m 处，电流探针 C 插在距被测接地装置 E 约 40m 处。三者成一直线且彼此相距 20m。再用导线将 E'、P'、C' 连接在仪器的相应端钮 E、P、C 上。两根探测针都需垂直插入地下 40mm 以上。

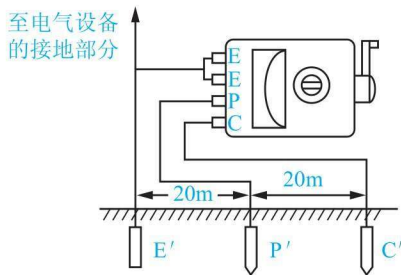


图 1-4 接地电阻测量仪接线示意

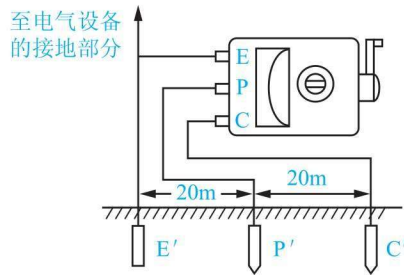


图 1-5 接地电阻测量仪接线示意

3) 正确使用。将接地电阻测量仪的粗调倍率旋钮置于最大倍数位置，一面缓慢转动发电机的手柄，一面调节粗调旋钮，使检流计的指针接近中心红线位置，当检流计接近平衡时，再加快发电机手柄的转速使之达到 120r/min；同时调节测量标度盘细调拨盘，使检流计指针直至居中，稳定地指在红线位置为止；这时，用测量标度盘(表头)的读数乘粗调倍率旋钮的定位倍数，即为接地装置的接地电阻值。例如，粗调倍率旋钮的定位倍数是 10，表头上的读数为 0.4，所测接地装置的接地电阻即为 $0.4 \times 10\Omega = 4\Omega$ ，如果测量标度盘的读数小于 1Ω ，则应将粗调倍率旋钮置于倍数较小的档，并重新测量和读数。

为了保证测得的接地电阻值准确可靠，应在测量完毕后移动两根探测针，更换另一个地方进行再次测量，一般每次所测得的接地电阻值不会完全相同，最后取几个测得值的平均数，确定为该接地装置的电阻值。

电气设备接地电阻的测量应该定期进行。接地电阻按要求在一年中任何时候都不能大于规定的数值，所测接地电阻小于规定值才算真正符合要求。



应用拓展

接地电阻测量仪的维护保养如下。

- (1) 该仪表一般不做开路试验。
- (2) 被测极与辅助接地极连接的导线不能与高压架空线、地下金属管线平行，以防干扰和影响测量的准确性。
- (3) 雷雨季节阴雨天气，不得测量避雷装置的接地电阻。
- (4) 不准带电测量接地电阻。

4. 钳形接地电阻测试仪

针对接地电阻测试仪的不足和缺点，对一些使用接地电阻测试仪无法测量的项目，

可采用钳形接地电阻测试仪进行测量。图 1-6 是钳形接地电阻测试仪实物图。这种测试仪的基本原理是测量回路电阻。仪表的钳口部分由电压线圈组成，电压线圈提供激励信号，并在回路上感应一个电势 E ，在电势 E 的作用下将在被测回路产生电流 I 。仪表对 E 及 I 进行测量，并通过欧姆定律即可得到被测电阻 R 。因此，钳形接地电阻测量仪只能测量回路电阻，这似乎是它的局限性，但只要能有效利用周围环境，就能用它测量绝大部分的接地系统。



图 1-6 钳形接地电阻仪

三、常用电线和电缆

1. 电线和电缆的区别

电缆与电线一般都由心线、绝缘包皮和保护外皮三个组成部分组成。电线由一根或几根柔软的导线组成，外面包以轻软的护层。图 1-7 是电线实物图。图 1-8 是常用绝缘电线实物图。电缆由一根或几根绝缘包导线组成，外面再包以金属或橡皮制的坚韧外层。



图 1-7 橡皮电线



图 1-8 常用电缆

电缆一般有 2 层以上的绝缘，多数是多心结构，绕在电缆盘上，长度一般大于 100m。电线一般是单层绝缘，单心，100m 一卷，无线盘。其实，“电线”和“电缆”并没有严格的界限。通常将心数少、产品直径小、结构简单的产品称为电线，没有绝缘的称为裸电线，其他的称为电缆；导体截面积较大的（大于 6mm^2 ）称为大电线，较小的（小于或等于 6mm^2 ）称为小电线，绝缘电线又称为布电线。电线的规格常用有三个标准：分别是美制（AWG）、英制（SWG）和我国标准（CWG）。

电线平方数是装修水电施工中的一个口头用语，常说的几平方电线是没加单位，电线的平方实际上标的是电线的横截面积，即电线圆形横截面的面积，单位为 mm^2 。

2. 电线、电缆的分类

(1) 电线、电缆的顺序组成

国内的电线、电缆一般由以下几部分按顺序组成（有的部分可以省略）。

1)类别,用途。用汉语拼音第一个字母表示,如K代表控制电缆;C代表船用电缆;Q代表汽车点火线;D代表电力电缆;Y代表移动橡套软电缆;H代表焊机电缆。

2)导体。用汉语拼音第一个字母表示:如T为铜,L为铝 LG为钢心铝绞线。

3)绝缘层。用材料字母代号,如V为PVC Y为聚乙烯。

4)护套。字母代号同绝缘层,即用材料字母代号,如V为PVC Y为聚乙烯。

5)特征代号。用汉语拼音第一个字母表示,如圆用R,软用R,扁用B。

6)外护套。用数字表示,如2代表聚氯乙烯护套。

7)派生代号。用数字或符号表示。如BV—90表示耐温90℃ BV线。

(2) 电线、电缆按应用分类

电线、电缆的应用主要分为三大类。

1)电力系统。电力系统采用的电线、电缆产品主要有架空裸电线、汇流排(母线)、电力电缆[塑料线、油纸力缆(基本被塑料电力电缆代替)、橡套线、架空绝缘电缆]、分支电缆(取代部分母线)、电磁线以及电力设备用电气装备电线电缆等。

2)信息传输系统。用于信息传输系统的电线电缆主要有市话电缆、电视电缆、电子线缆、射频电缆、光纤缆、数据电缆、电磁线、电力通信或其他复合电缆等。图1-9是通信电缆实物图。

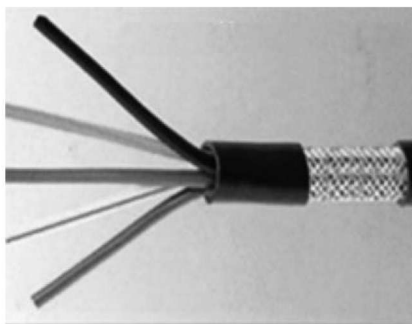


图 1-9 通信电缆

3)机械设备、仪器仪表系统。此部分除架空裸电线外,几乎其他所有产品均有应用,但主要是电力电缆、电磁线、数据电缆、仪器仪表线缆等。

3. 常用橡皮线特性

(1) 常用橡皮线特性

BX(BLX): 铜(铝)心橡皮绝缘线。

BXF(BLXF): 铜(铝)心氯丁橡皮绝缘线。

BXR: 铜心橡皮绝缘软线。

RXS: 铜心橡皮绝缘棉纱编织绞形软电线。

RX: 铜心橡皮绝缘棉纱编织圆形软电线。

BBX(BBLX): 铜(铝)心橡皮绝缘玻璃丝编织电线。

(2) 常用塑料线特性

BV(BLV): 铜(铝)心聚氯乙烯绝缘线。

BVV(BLVV): 铜(铝)心聚氯乙烯绝缘氯乙烯护套圆形电线。

BVVB(BLVVB): 铜(铝)心聚氯乙烯绝缘氯乙烯护套平形电线。

BVR: 铜(铝)心聚氯乙烯绝缘软线。

BV—105: 铜心耐热105℃聚氯乙烯绝缘软线。