

输配电线路 带电作业技术基础

仝全利 主审
石 磊 主编

河南电力工业学校

二〇〇二年六月

输配电线路 带电作业技术基础

仝仝利 主审
石 磊 主编

河南电力工业学校

二〇〇二年六月

内容提要

本书是为从事输配电线路带电作业的技术工人达到三大规程的要求，进行自学、培训而编写的，是一本职业技术培训的专业教材。

全书共分为五章：概述；带电作业基本知识；带电作业常用材料、工具及其试验；带电作业安全技术以及输配电线路带电作业项目简介。

本书可作为上岗、转岗、晋级的技术培训教材，主要适用于从事输配电线路带电作业的技术工人、专业技术人员和培训教师的自学与参考。

前 言

根据《电力工人技术等级标准》与职业技术培训的要求，河南电力工业学校作为河南省电力公司生产人员培训中心承担了输配电线路带电作业培训的任务。为此，从1999年开始举办有关输配电线路带电作业的培训，并取得了一定的成效。

随着经济建设的发展，电力负荷随之高速增长，国家也投入了大量的资金进行“两网”改造，使我国的输配电网朝着“大容量、长距离、高负荷、密集布局、可靠性要求高”的方向发展。因此，为了减少“两网”改造和运行中的停电次数，带电作业已成为提高供电可靠率的有力措施。全国各电力公司都在大力提倡输配电线路的带电作业。为此，输配电线路的管理部门和从业人员也迫切地需要对一线的技术工人进行全面的职业技术培训，以达到提高他们的技术素质，满足工作需求，减少事故的发生。但是，通过近几年的培训工作的实践，我们发现没有一本特别适合于该领域的工人培训教材，为了进一步推动培训工作的发 展，通过我校教师近几年工作经验的积累和努力，编写了这本教材，作为今后一段时期培训班教学的主要内容。

本教材在编写上，主要突出“通俗、实用”的原则。从基本知识、常用绝缘材料和安全技术等方面阐述了三大规程的有关条文，并把最终的培训目的落脚于实际操作培训项目的内容上，突出了实用性。此外，把输电线路与配电线路的带电作业内容和特点从形式到本质上加以讲解与区分也是本书的特点，以便纠正一些工程实践中长期以来所存在的错误概念，以便读者更准确地了解带电作业的有关内容。教材中所涉及带电作业理论知识较为全面，因此，应根据不同的层次要求，教学中有所侧重。我们希望通过本教材的使用，能进一步推动输配电线路带电作业的培训，为我国电力工业的发展和经济建设发挥一定的作用。

全书共分五章：第一、五章由石磊同志编写，第二、四章由孟昊同志编写，第三章由陈德俊同志编写，全书由石磊同志进行了统稿与初审，仝全利同志负责本书的主审。此外，在编写过程中得到宋素琴同志的大力协助，在此深表感谢。

限于时间仓促和编者水平有限，书中不足之处在所难免，尚望使用本书的读者不吝指正。

编者

2002年6月

目 录

第一章 概述

- 一、带电作业的发展..... (1)
- 二、带电作业的任务..... (2)
- 三、对带电作业工作的要求..... (3)
- 思考与练习..... (5)

第二章 带电作业基本知识

- 第一节 带电作业中的高压电场..... (6)
- 第二节 过电压的基本知识..... (14)
- 第三节 带电作业安全距离..... (22)
- 第四节 静电感应及防护..... (25)
- 第五节 泄漏电流对带电作业的危害..... (27)
- 第六节 强电场的危害及其防护..... (28)
- 第七节 带电作业基本方法分类..... (40)
- 思考与练习..... (63)

第三章 带电作业常用材料、工具及其试验

- 第一节 带电作业常用材料..... (65)
- 第二节 带电作业常用工具..... (74)
- 第三节 带电作业工器具的试验及其保管..... (98)
- 思考与练习..... (105)

第四章 带电作业安全技术

- 第一节 对线路带电作业人员的要求..... (106)
- 第二节 带电作业的气象要求..... (106)
- 第三节 过电压的基本知识..... (107)
- 第四节 各种距离、长度和良好绝缘子片数的选择..... (108)
- 第五节 安全电流与场强..... (110)
- 第六节 安全距离不足的补救措施..... (111)
- 第七节 静电感应的防护..... (112)

第八节 有关其它安全问题的阐述····· (113)

思考与练习····· (117)

第五章 输配电线路带电作业项目简介

第一节 10kV配电线路带电作业····· (118)

第二节 35kV~66kV输电线路带电作业····· (129)

第三节 110kV~220kV输电线路带电作业····· (144)

第四节 330kV输电线路带电作业····· (163)

第五节 特殊项目的带电作业····· (169)

第六节 500kV输电线路带电作业····· (189)

第一章 概述

一、带电作业的发展

中国的带电作业已经有40多年的历史了。1954年，首先在鞍山兴起的带电作业技术，经过40多年的推广、普及、应用和提高，已在全国电力系统中得到了广泛的应用。带电作业技术对于保证电网安全、可靠运行，减少电能损失以及不间断向用户供电和提高电网经济效益等方面都发挥了极为重要的作用。

50年代初期，新中国刚刚成立，工农业生产迅速恢复和发展，各行各业都需要电力。鞍山是我国主要重工业基地，鞍山钢铁公司供应着我国大部分建设工程需要的钢材，必须日以继夜地连续生产。当时的电力工业基础薄弱，电力的发展难以满足社会需求。供电网架单薄，设备陈旧，经常需要停电检修和处理缺陷。停电就要影响厂矿生产，对此，电业职工心情十分焦急。责任感促使他们想方设法做到既能确保安全供电而又不必停电的检修办法。鞍山电业局的一批工人和技术人员率先开始了探索研究，经过不懈的努力，终于创造出的一套不停电检修设备的新技术。它的出现，立即在生产中显示了强大的生命力，随即在东北地区，并很快在全国推广应用。此后，全国各地涌现出许多热心于带电作业的有志之士，在各级领导的重视和支持下，深入探索和钻研，使这一技术不断发展、完善和提高，在生产中发挥了很好的作用。东北地区曾用带电作业方法加高1000余基铁塔塔头，有效地解决了升压线路间隙不足难题，有的220kV线路由于应用了带电作业技术，从而保证了其长期的安全、健康运行，连续多年没有因检修而停过1次电。华北地区除经常进行常规带电作业项目外，还创造了综合带电检修新方法，有效地促进了带电作业发展。最近几年，已有多条500kV超高压输电线路的瓷绝缘子用带电方法更换为合成绝缘子。西北地区首先将铝合金作为带电作业工具材料，为工器具轻便化创造出一条新路子，与此同时，他们又勇于开拓，将电子、红外、光纤等技术应用于带电作业，把带电作业技术推向了一个新的高度。华中、华南地区用带电作业的方法成功地将多条35kV和110kV线路全线带电改造升压运行，还积极开展导线带电爆炸压接的试验研究，取得了相当成效。华东地区用带电作业方法更换了许多杯塔，解决了骨干线路导线对地距离不足，又不能停电处理的矛盾，此外，他们还在带电作业中研究和应用液压技术，以及变电设备的带电测试等。西南地区除坚持开展常规带电作业项目外，还用带电作业方法更换导线耐张压接管、变电站母线、水泥杆下节

等难度较大的项目，有效地保证了电网运行安全，带来极大的经济效益。

40多年来，我国带电作业的发展突飞猛进。现在，它已成为供电设备测试、检修、改造的重要手段。各地区供电局和部分电厂甚至厂矿企业的供电部门，均有不同规模的带电作业专业队伍，可以在我国现有各个电压等级的线路上进行所有项目的带电作业。由于带电作业不需要停送电联系和操作，减少了许多中间环节，从根本上杜绝了这些环节中失误造成的事故。由此可见，带电作业技术为电力生产提高安全性，提高可靠性，从而提高经济效益，发挥了十分巨大的作用。

我国带电作业经历了从无到有、从小到大、自立更生、集中群众智慧不断发展壮大的历程，走的是一条从生产实际出发经过不断研究完善和提高而又应用于生产实际的具有中国特色的发展路子。我国带电作业发展速度之快、开展项目之多、推广范围之广、作业难度之大、方法之灵活、工具之多样，确实已跨进了世界的先进行列。这是我国电业职工几代人不懈努力的结果。

二、带电作业的任务

40多年来，我国的带电作业工作取得了很大成绩，为电力工业和国民经济的发展做出了巨大贡献。但也应当看到，我国带电作业在管理、规范化、系列化、标准化、作业范围和安全等多方面还存在着一些急待解决的问题，各地区的开展也是不平衡的，特别是目前相当一些单位片面认为供电网络日趋健全，停一回路检修不一定影响用户的供电，带电作业所创造的经济效益在本单位又无直接的体现，因而对带电作业工作的关注和支持不够，致使本单位的带电作业工作停滞不前，甚至回落。这种倾向应当引起我们的高度重视。应当看到，随着我国电力事业的发展，特别是超高压电网的出现和发展，随着用户对供电质量要求的不断提高，带电作业正面临着一个新的发展时期，并还需要在更广泛的领域中推广应用，并向更高的水平和阶段推进。

为了适应我国国民经济的发展和人民生活水平不断提高的需要，到2000年，全国电力装机要达到3亿kW，以基本满足国民经济年增长8%~9%的需要。同时，三峡电站的兴建，以三峡为中心的全国电网即将出现。随着我国装机容量和电网规模的不断扩大，特别是500kV电网结构的加强，又将对我们带电作业提出新的课题，新的要求，带电作业从管理到技术都要求有新的水平与之相适应。从目前看，我国的电网结构还比较薄弱，500kV线路大多是单回线，停电检修的方式安排十分困难，特别是重载线路，如葛洲坝电站送出线路和南方联营公司管辖的500kV网架更是如此，甚至不少地区220kV线路检修也因运行方式无法安排而欠了帐，给系统安全运行留下了隐患。一旦因个别设备缺陷而进行停电检修，即使

时间很短，给电网和国民经济带来的直接和间接的经济损失也都是十分可观的、因此，大有必要大力开展带电作业工作，以提高电网的经济效益和供电可靠性。

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，计算机和家用电器应用的日益普及，对供电可靠性要求越来越高、但是，在我国作为直接为用户服务的配电系统，由于它具有网络庞杂、覆盖面大的特点，目前大多系辐射式供电，城网改造近年进展缓慢，老旧设备居多，检修维护工作量很大，许多地区满足不了供电可靠性的基本要求。所以在配电系统中开展带电作业不仅具有明显的经济效益，而且也是减少对用户停电，提高供电可靠性，搞好电业部门为用户优质服务的重要内容。

因此，各供电部门要进一步提高对开展带电作业重要性的认识，并高度重视带电作业的直接和间接的经济价值；要对本单位带电作业工作给予充分的关心，认真解决存在的具体问题，诸如配备需要的作业工具和交通通信工具等；要把带电作业作为供电企业正常的生产活动，列入工作议程并常抓不懈；要从提高人员素质、严格规章制度、加强器具质量监督和管理入手，提高带电作业的安全和技术水平，推动带电作业在本单位的应用和发展。这是进一步繁荣和发展我国带电作业的关键所在。

三、对带电作业工作的要求

为了进一步发展和提高我国的带电作业水平。把我国带电作业推向规范化、系列化、科学化的新阶段，对今后带电作业工作提出以下要求：

1、要不断提高人员素质，严格规章制度，确保作业安全

首先要开展人员培训，提高人员素质。带电作业人员的技术素质如何与带电作业安全关系很大，但监护人是否称职与带电作业安全关系更大。这是根据以往事故统计分析后得出的结论。带电作业的监护人，既是完成任务的组织者，正确作业的指挥者，又是安全生产的监督者，责任十分重大，因此，除对带电作业人员必须按部颁《带电作业技术管理制度》规定进行培训考核，并纳入各单位正常培训计划外，同时更应组织专人对带电作业监护人进行专门培训和考核，使他们既具有一定的理论水平、丰富的实践经验和相当的组织才能，还具有正确处理异常现象和事故的能力，只有达到了这个要求，才算是一个合格的监护人。当然，达到这个水平是需要时间的，但我们必须朝这个方向去努力。有了大量合格的监护人员，我国带电作业的安全才会有坚实的基础。

其次是要认真执行“三大”规程。电力部已于1987年和1991年分别向全国颁发了《带电作业技术管理制度》和《电业安全工作规程》，1996年又向全国颁发了《带电作业操作导则》。

上述三个规程制度，是我国带电作业40多年经验教训的总结，是广大带电作业工人、技术人员智慧的结晶，是经专家讨论通过、上级批准后成为的行业标准，我们应认真执行。各网省局可结合本地区实际情况制订现场规程和制度。

2. 要严格带电作业工器具的质量监督

近几年在330kV和500kV线路上曾发生数起绝缘工具在作业中爆炸损坏事故。因此，要严格加强对工器具制造厂家的管理，确保工器具产品质量。带电作业工器具的制造要向定型化、标准化、系列化和定点生产的方向发展。建议要做好以下几方面的工作。

(1) 加快带电作业工器具标准的制订和修订工作。全国带电作业标准化委员会应根据轻重缓急原则，安排编制顺序，组织力量实施，加快标准的制订和修订工作，以指导工器具生产厂家的生产和检验。

(2) 带电作业工器具应逐步实现定点化生产、电力部带电作业工器具质检中心应加强对工器具的质量监督，开展生产许可证制度的工作，对确认不符合条件的生产厂家应立即限期改进或宣布淘汰，绝不能让质量不合格的产品流入电力系统。

(3) 各供电局自行设计、制作的带电作业工器具，必须在模拟设备上试验，并按规定经鉴定合格后，经单位技术领导批准才能用于现场。对购买生产厂家的工器具，应按产品说明书提供的使用范围、机械荷载和电气性能指标，经出厂试验合格后才能使用。如出现由于质量不良而损坏或引起作业事故者，除制造厂要负责以外，还要追究对此批产品进行质检、试验部门的责任。

(4) 各供电局还应加强工器具保管，按规程要求配备合格的工具房，并对工具定期进行预防性试验。

(5) 各网省局要组织带电作业工器具的定型化、完善化工作，促进工器具的标准化、系列化。对于目前已使用的各电压等级的带电作业工器具各网省局要抓紧核查定型完善，办理批准使用手续。

3. 深化改革，为促进带电作业的发展探索新路

目前各供电局均设有带电作业专业班，由于种种原因，专业班的带电作业任务不多。某省曾进行过调查。在1988~1992年内，全省带电作业工器具的使用率仅6%，带电作业人员用于带电作业的工作时间平均只占满额工作时间的7%，其余大部分时间都在供电局内进行停电作业或搞扩建、基建施工。这样，不仅不能提高其专业水平，还给带电作业安全留下隐患，这是目前带电班组管理模式的弊端。为此，有必要探索一条使带电作业走专业化管理的路子，特别是跨数省的500kV电网更可如此。以便集中力量及时处理设备缺陷，提高设备健康水平，确保电网安全。

4. 研究开发拓宽带电作业应用领域

进一步研究开发拓宽带电作业应用领域，要使输电、变电、配电各级电压设备的维护、检修、测试工作都有相应的带电作业方法和工器具，充分发挥带电作业在输、变、配整体设备上的经济效益。

5. 与科研部门广泛合作，共同攻关

带电作业高难度项目涉及的学科较多，因此，生产部门必须与大专院校、科研单位广泛开展合作、互相协调，集中力量，解决带电作业中的关键问题。当前急于解决的关键是高压强电场中带电作业绝缘工具的材质、结构、生产和现场检测等方面的问题。

今后，凡生产上急待解决的课题而各供电部门技术力量又受到限制的，应与大专院校科研单位携手合作，共同攻关。这是一条成功的历史经验。

6. 遵循市场经济规律

遵循市场经济规律，对带电作业所创造的经济效益要进行科学的计算，并与带电作业人员的工作挂起钩来，实行带电作业有偿服务。各地应根据具体情况以不同形式使带电作业人员在所创价值中得到相应回报。

7. 加强国际合作与交流

在科学技术日新月异的今天，我们应积极参加国际带电作业活动，及时了解国际带电作业的动态，学习国外先进经验。只有这样，我们才能不走或少走弯路，减少不必要的重复劳动，缩短与国外带电作业技术在某些方面的差距，也只有这样，我国带电作业才能永远屹立于世界之林。

思考与练习

1. 简述带电作业的任务和对带电作业工作的要求。

第二章 带电作业基本知识

第一节 带电作业中的高压电场

一、电场的基本概念

1. 电场的性质

自然界存在着正、负两种性质的电荷。电荷的周围存在着一种特殊形态的物质，人们称之为电场。电荷在相互作用时有斥力或吸力，同性电荷互相排斥，异性电荷互相吸引。一对同性电荷的电场与一对异性电荷的电场是截然不同的，它们的电场分布图形，如图2-1所示。

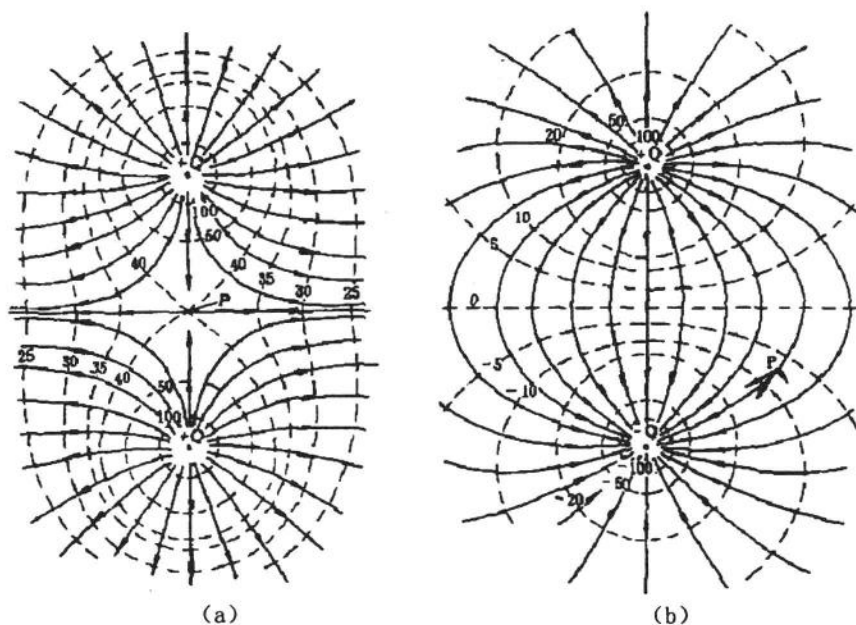


图2-1 一对电荷之间的电场分布图

(a) 一对同性电荷的电场；(b) 一对异性电荷的电场

相对于观察者为静止的、且其电量不随时间而变化的电场称为静电场，例如在直流电压下两电极之间的电场就是静电场。在工频电压下，两电极下的电量将随时间变化，因而两极板之间的电场也随时间而变化。但由于其变化的速度相对于电子运动速度而言是相当缓慢的，并且电极间的距离也远小于相应的电磁场波长，因此对于任何一个瞬间的工频电

场可以近似地按静电场考虑。

将一个静止电荷引入到电场中，该电荷就会受到电场力的作用。研究电场就是要确定电荷在电场中各点所受到电场作用力的大小与方向。在较强的电场中，电荷所受到的作用力也较大。电场的强弱常用电场强度（简称场强）来描述。电场强度是电荷在电场中所受到的作用力与该电荷所具有的电量之比。实际上，电场强度是一个矢量，具有方向性。

人眼不能直接观察到电场，下面用两个实验来证实电场的存在。

【实验1】用两根较长的平行导线，穿过一块绝缘板，两导线的首端加直流电压，末端开路，带电导线周围就形成一个静电场。在水平放置的绝缘板上撒一层薄薄的云母粉，并轻轻地敲击绝缘板。由于介质极化的缘故，云母粉在电场力的作用下沿着电力线顺序排列，形成如图2-2（a）照片所示的图形。

【实验2】同上布置，但导线的末端闭路，导线内流过电流，绝缘导线的周围产生一个磁场。在绝缘板上撒一层薄薄的铁屑粉，并轻轻敲击绝缘板，由于被磁化的缘故，铁屑粉在磁场力的作用下沿着磁力线顺序排列，形成如图2-2（b）照片所示的图形。

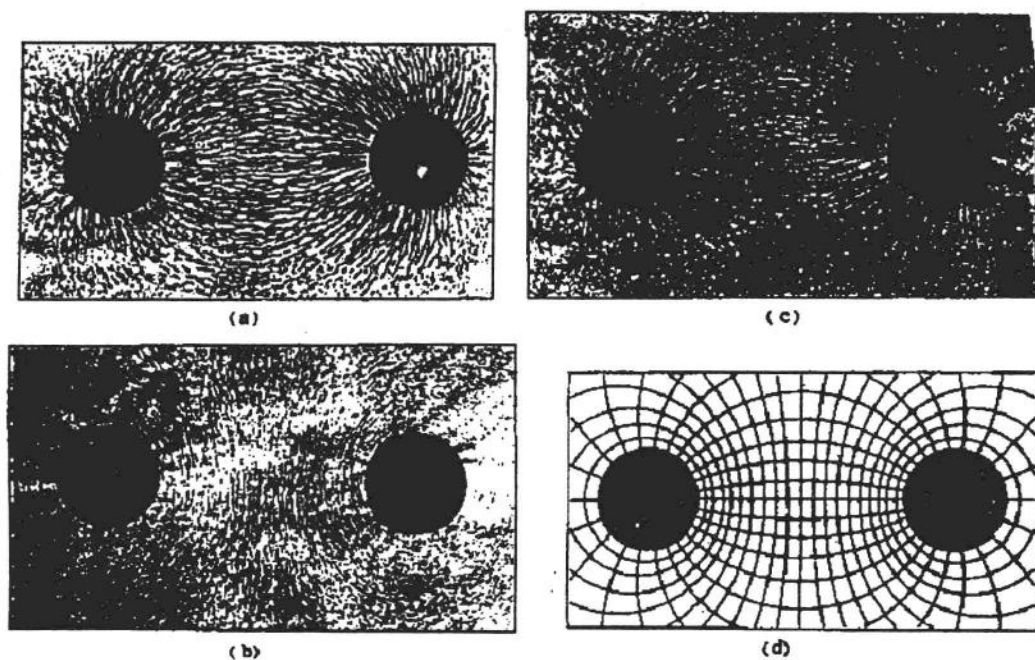


图2-2 电磁场力线的实验照片

(a) 云母粉在电场中的排列图形；(b) 铁屑份在磁场中的排列图形；

(c) 图形(a)与(b)的合成图形；(d) 经数学处理后人为的电场图形

由于电与磁之间有许多相似性，图2-2（b）的磁力线图形就相当于电场中的等位线图形，所以将图2-2（a）与图2-2（b）重叠就构成图2-2（c）的合成图形。如果用数学的

方法予以处理，就可以画出如图2-2(d)的电场图形。图2-2(d)是一对异性电极构成的电场图，两电极之间的连线是电力线，围绕电极的许多偏心圆是等位线。

但是应该注意，电力线和等位线并不是电场中实际存在的线，而是人们为了便于直观和形象化地表达电场而人为地设置的假想线。

有了电场图，可以进一步对电力线与等位线的特性进行分析。在任一电场中，电力线上任何一点，其切线的方向与该点电场强度方向是一致的，因此电力线从正电极出发，到负电极终止。电力线垂直于电极的表面，任何两条电力线都不会相交。在作电力线图时，使单位面积上的电力线与场强的大小成正比，电力线的疏密程度就表示了电场的强弱。连接电场中电位相同的点就可作出等位线。在绘制等位线时，如果取各相邻等位线之间的电位差都相等，等位线越密，电场就越强。图2-3给出了几种典型电极的电场图形。

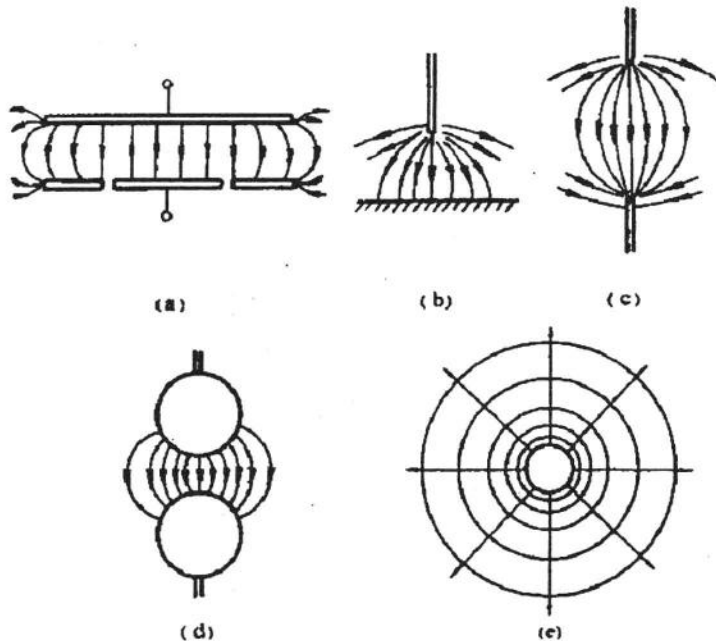


图2-3 几种典型电极的电场图

- (a) 平行板电极；(b) [棒-板] 电极的电场；(c) [棒-棒] 电极的电场；
(d) [球-球] 电极的电场；(e) 孤立圆球的电场

2. 静电场中的基本物理现象

(1) 简述

在强电工程中应用的材料有绝缘体与导体两大类。绝缘体通常又称为电介质或简称介质。

介质在静电场中，如果电场强度高到某一数值时就会发生局部放电、击穿或闪络等现

象。导体在静电场中，受到带电体的影响产生静电感应现象，并具有静电屏蔽效应。

(2) 电介质的局部放电、击穿与闪络

当强电场仅局限于很小的区域内时，介质只可能在该区域内发生局部击穿，通常称为局部放电。如果强电场存在于两电极之间的大部分区域并使介质全部丧失绝缘性能，则称之为介质击穿。如果这种击穿发生在固体介质与气体（或液体）介质的交界面，就称为闪络。

(3) 导体在电场中的静电感应

当导体接近一个带电体时，靠近带电体的一面会感应出与带电体极性相反的电荷，而背离的一面则感应出与带电体极性相同的电荷，这种现象称为静电感应。

在带电作业中，静电感应现象会对作业人员产生不利的影晌，特别是在超高压带电作业中，将会危及作业人员的人身安全。有关静电感应的进一步描述及人体防护，将在有关的章节中详细介绍。

(4) 导体在电场中的屏蔽效应

首先看一个小实验：如图2-4所示。

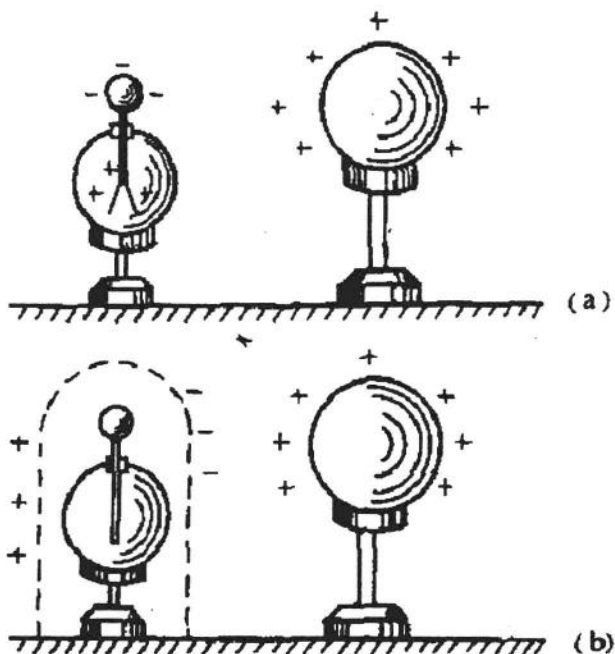


图2-4 静电屏蔽的实验

(a) 验电器上没有金属屏蔽罩；(b) 验电器上有金属屏蔽罩

图2-4 (a) 是验电器靠近带电体时，由于静电感应而使验电器中的金属小叶片张开。

图2-4 (b) 是当验电器被罩上金属罩后, 验电器不再受到静电感应, 金属小叶片不再张开。

此外, 著名电学家法拉第早年曾做过一个试验。他处于一个对地绝缘的金属网做成的笼子里, 让人对金属笼子施加高电压如图2-5所示。在高电压下, 金属笼子在空气中对外产生强烈的局部放电, 然而法拉第在金属笼子里安然无恙、这个金属笼子就是通常所称的“法拉第笼”。

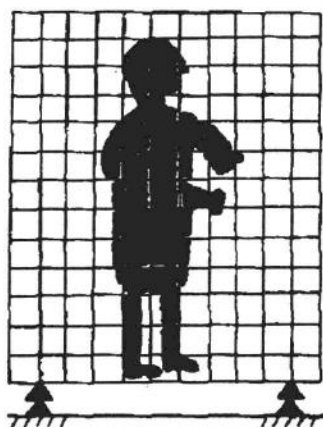


图2-5 法拉第笼试验

金属导体在电场中具有屏蔽效应是基于以下一个事实: 无论一个金属导体所处的外电场有多么强, 导体内部的电场强度始终为零。为了便于分析, 以图2-6的平板电极为例, 在平板电极的电场中放进一块方形金属导体, 导体表面也与平板电极平行。当平板电极施加电压后产生电场 E , 导体在电场中由于静电感应, 在靠正极板一侧感应负电荷, 靠负极板一侧感应正电荷。因此, 在导体内部由于感应电荷而产生内电场 E' , 其方向与外电场 E 的方向相反。内电场强度随着导体两侧表面感应电荷的积聚不断增长, 一直到与外电场强度相等为止。因此, 内外两个电场叠加的结果, 使导体内的总电场趋近于零。这就是金属导体的静电屏蔽原理。

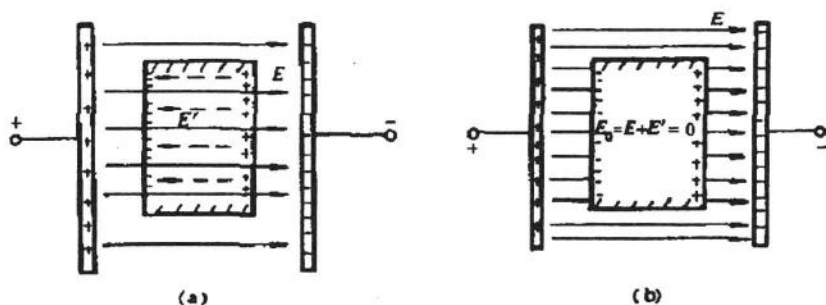


图2-6 平板电极中金属导体内的电场

(a) 金属导体的内电场; (b) 金属导体内的总电场

带电作业中，人在强电场中可以视为一个良导体，为了避免作业人员因静电感应现象而产生不适或麻电，需要采取穿屏蔽服的保护措施。屏蔽服的原理就是利用导体的屏蔽效应。实质上，屏蔽服就相当于一个具有人体外形的法拉第笼。

二、带电作业中的电场

1. 研究的意义

带电作业是一项特殊的工程技术，它直接涉及人的生命安全。由于带电作业的现场环境和带电设备布局的千变万化，带电作业的工具和作业方式多样性、人在作业过程中有较大的流动性等因素，使带电作业中的高压电场十分复杂且变化多端。此外，带电作业中的各种间隙，在不同作用电压下的放电特性也各不相同。因此，研究带电作业中的电场可掌握其电特性和间隙在各种电场形式下的放电规律，有利于确定带电作业安全间距和制订带电作业安全规程。

2. 带电作业中的电场

带电作业中所遇到的电场几乎都是不对称分布的极不均匀电场。作业人员在攀登杆塔或变电所构架，由地电位进入强电场的过程中，构成了各种各样的电场，其中主要的电极结构有：[导线—人与构架]、[导线—人与横担]、[引线与人—构架]、[导线与人—横担]、[导线与人—导线]等。

图2-7是作业人员检测绝缘子时，沿耐张串进入电场时与沿绝缘硬梯进入直线串电场时的情况。

3. 电场分布图形的求取

研究带电作业中的电场分布图形能帮助分析和改进作业方式，为保障作业人员的人身安全提供可靠依据，这在当前带电作业技术中是一个很有实用意义的新领域、本节中介绍适用于求取带电作业电场图形的方法、基本原理和测量实例。

(1) 求取方法

求取一个电极系统的电场分布图形有计算、实测和模拟测量三种方法。结构简单的电极系统，利用算法或实测法可以很容易地求得（但实测法准确度很低）。结构复杂且不规则的电极系统，算法就难以应用。由于带电作业电场的复杂性，可以用模拟测量法，在实验室中利用电解槽求得，此法简单易行，效果也较好。

(2) 电解槽模拟测量法的基本原理与测量方法

电解槽模拟测量法是一项成熟的方法，完全能应用于带电作业领域，其基本原理是利用静电场与电流场之间的相似性，通过测取电流场来获得静电场图形。

图2-8是利用电解槽模拟测量电位分布的原理图。图中的电极为一对平行的平板电极