

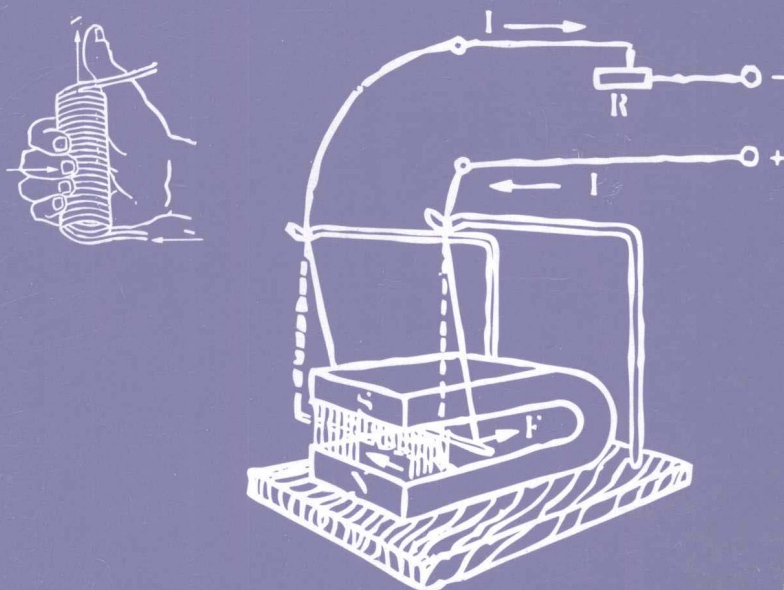
经吉林省中小学教
材审定委员会审定

吉林省普通初中绿色证书教育暨初级职业技术教育教材

电工技术

(下册)

吉林省教育系统科教兴农专家组 组编



吉林出版集团有限责任公司
吉林科学技术出版社

吉林省普通初中绿色证书教育暨初级职业技术教育教材

电工技术 (下册)

吉林省教育系统科教兴农专家组 组编

吉林省中小学教材审定委员会 审定

吉林出版集团有限责任公司

吉林科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电工技术. 下/牛永先编

—长春: 吉林出版集团有限责任公司, 2008. 4

新农村建设丛书

ISBN 978-7-80762-106-5

I. 电... II. 牛... III. 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 055082 号

电工技术 (下册)

编著 牛永先

责任编辑 司荣科 祖航

封面设计 姜凡 姜旬恂

印刷 长春市东文印刷厂

经销 新华书店

开本 850mm×1168mm

32 开本

印张 5.75

字数 140 千

版次 2008 年 8 月第 1 版

2008 年 8 月第 1 次印刷

吉林出版集团有限责任公司 出版、发行

吉林科学技术出版社

书号 ISBN 978-7-80762-106-5

地址 长春市人民大街 4646 号

邮编 130021

电话 0431-85618720

传真 0431-85618721

电子邮箱 xnc 408@163.com

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 请与承印厂联系

吉林省普通初中绿色证书教育暨初级 职业技术教育教材编审委员会

主 任	周玉泉			
副主任	姜英范	李宝树	王占学	
委 员	刘洪章	宋洪章	文连奎	战高峰
	姜玉杰	孙晓红	张永江	夏艳洁
	孙继国	王佩学	张再昌	李治世
	王 健			

电工技术（下册）

编 著 牛永先

主 审 张万义

目 录

第十一章 变压器	1
一、变压器种类	1
二、常见变压器外形	1
三、变压器结构	1
四、变压器工作原理	3
五、变压器效率	4
六、三相变压器	5
七、自耦变压器	5
八、电流互感器	6
九、电焊变压器	7
十、铁芯电磁线圈	7
十一、变压器的主要参数	8
十二、变压器的极性	8
十三、变压器变通应用	9
第十二章 电动机	11
第一节 直流电动机	11
一、直流电动机工作原理	11
二、直流电动机结构	12
三、直流电动机工作方式种类	14
第二节 交流电动机	16
一、三相异步电动机结构	16
二、定子的旋转磁场	18
三、转子转动原理	21

四、旋转磁场转速 n_0 和转子转速 n 的关系	22
五、三相异步电动机定子的连接	22
六、三相异步电动机启动	22
七、定子端子标志	23
八、三相异步电动机的型号	24
第三节 单相异步电动机	24
一、电容分相异步电动机的基本结构	25
二、单相异步电动机工作原理	25
第四节 常用工业电器	28
一、开关电器	28
二、熔断器	31
三、交流接触器	32
四、继电器	35
五、电磁铁	38
第五节 控制电路	40
一、启动电路	40
二、正反转控制电路	43
三、行程控制电路	45
四、制动控制电路	47
五、两电动机互锁控制	50
第十三章 工业电气识图	52
第一节 图形符号及文字符号	52
第二节 图例	56
一、电气控制线路图	56
二、C6163 型普通车床电气控制线路	63
三、J535 刨床电路图	66
四、CA6140 型卧式车床电路图	67
五、CW6140 车床电气原理图	69
六、CW6140 车床电气接线图	71

第十四章 变压器维护与检修	73
第一节 变压器维护	73
一、电力变压器的日常管理	73
二、电力变压器的检修	74
第二节 小型变压器的修理	76
一、小型变压器故障现象及成因	76
二、小型变压器修理条件准备	78
三、小型变压器拆卸的数据采集	83
四、怎样拆卸变压器	84
五、小型变压器简化设计	84
六、变压器制作	90
第十五章 电动机维护与检修	95
第一节 电动机维护	95
一、新安装电动机试运行	95
二、电动机运行注意事项及监护	96
三、电动机的日常维护	96
第二节 电动维修	97
一、维修的基础知识	97
二、电动机修理主要工具及设备	102
三、电动机拆卸	103
四、三相异步电动机故障现象及原因	105
五、三相异步电动机定子故障检修	106
六、转子故障检修	109
第三节 三相异步电动机定子重绕	112
一、工具及器材准备	112
二、拆机前数据采集	113
三、定子绕组拆除	114
四、线圈绕制	115
五、嵌线	116

六、接线	117
七、定型及包扎	118
八、浸漆	118
九、重新组装	119
第十六章 汽车电源	120
第一节 发电机与整流器	120
一、交流发电机	120
二、交流发电机一般结构	121
第二节 电压调节器	126
一、电压调节器功能	126
二、电压调节器种类	126
三、电压调节器工作原理	126
四、电子式电压调节器	126
五、电磁式电压调节器	129
第三节 蓄电池	131
一、汽车蓄电池功能	132
二、蓄电池种类	132
三、铅酸蓄电池构造	132
四、蓄电池工作原理	135
五、充电方法	136
六、充电电流波形对蓄电池寿命影响	140
第十七章 起动机	141
一、起动机功能	141
二、电起动系统一般组成	141
第十八章 点火系	147
一、点火线圈	147
二、断电器	148
三、点火提前角调节装置	149
四、分电器	151

五、火花塞	152
六、点火系全电路	153
七、电子点火装置	153
第十九章 汽车电路识图	157
一、汽车电路图纸种类及功能	157
二、汽车电路图特点	158
三、分析电路图的简要方法	158
四、图例	158

第十一章 变 压 器

一、变压器种类

变压器种类：①电力变压器②普通小功率变压器（1kV 以下）③阻抗变换器④调压变压器。电力变压器是将高压动力变成低压动力的大型变压器；普通小功率变压器，供电气设备驱动，满足电子电路对不同电压要求；阻抗变换器，用于线路或设备输出输入阻抗变换与匹配；调压变压器，多用实验室进行连续调压应用。除此之外，在电子电路及通信传输电路中，还常用一种小型脉冲变压器、高频变压器，主要进行于高频振荡及阻抗匹配。

二、常见变压器外形

图 11-1 为常见油浸电力变压器，由于浸油绝缘、散热，又叫湿式变压器。变压器内芯用树脂固封叫干式变压器（见第六章）

三、变压器的结构

变压器由铁芯、线圈绕组及结构件等组成。

1. 变压器铁芯

变压器铁芯由矽钢片冲制成形后叠制或卷制。也有部分变压器采用铁氧体磁芯，这类变压器主要应用电子线路中阻抗变换或振荡。

图 11-1 为油浸式电力变压器。

图 11-2 为自耦变压器。

图 11-3a 芯式变压器。

图 11-3b 为壳式变压器。

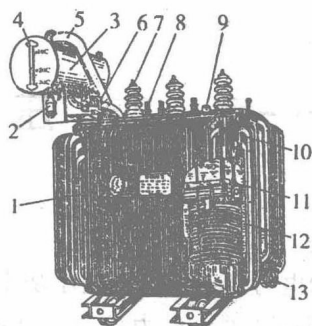


图 11-1 油浸式电力变压器

1. 温度计 2. 吸湿器 3. 储油柜 4. 油表 5. 安全气道 6. 气体继电器
高压套管 低压套管 9. 分接开关 10. 油箱 11. 铁芯 12. 线圈 13. 放油阀门

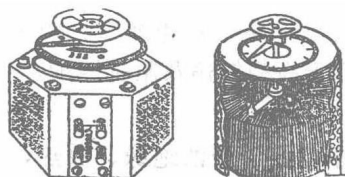


图 11-2 自耦变压器

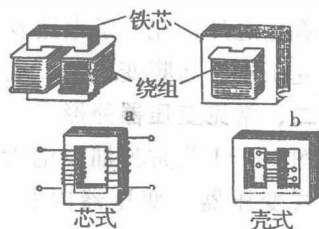


图 11-3 芯式、壳式变压器

(1) 铁芯芯片形状

铁芯芯片由 0.35~0.5mm 厚专用矽钢片冲制成形。有山字形、日字形、F 字形、卷成 C 形和圆环形，还有剪裁成条形、拼成口字形、山字形。口字形多采用二组对称线圈也叫芯式结构，而日字形、山字形，只绕一支线圈也叫壳式变压器。变压器芯片如图 11-4。

(2) 绕组

绕组即变压器线圈（包），通常变压器绕组在 2 个以上。电压输入绕组叫初级，输出绕组叫次级，也叫一次、二次线圈。很多变压器具有高低不同输出电压多个绕组。绕组分层绕制，进行绝缘工艺处理。图 11-5 为一般绕组结构图。

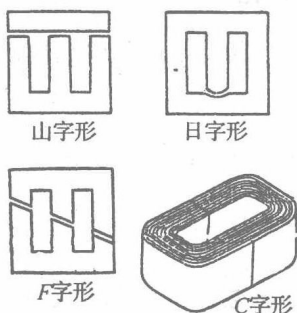


图 11-4 变压器的芯片形式

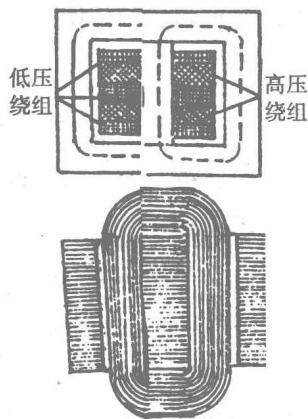


图 11-5 一般绕组结构图

(3) 容器及安装结构件

①密封容器，主要用于大型油浸变压器，容器具有散热结构及接续端子，油面指示，安装结构、吊运结构等。

②小型变压器一般用盒罐式容器，或夹板式安装结构。通过引线端子，或直接用软线输入输出。

四、变压器工作原理

变压器工作基于电磁感应原理，如图 11-6 所示。图中铁芯两侧分别设有初级绕组 N_1 和次级绕组 N_2 。 N_1 和 N_2 又分别代表初级匝数， ϕ 为铁芯中磁通量。当初级通入交流电 u_1 时，初级线圈将有 i_1 存在，交变电流在铁芯中产生环铁芯闭合磁通 ϕ 。由于交变磁通穿过次级线圈 N_2 ，通过互感作用在线圈两端产生次级电压 u_2 ，当接通 R_2 时，负载电阻上将产生电流 i_2 。不接负载时初级电流 i_1 叫激磁电流。激磁电流越低，说明变压器损耗小，一般在 3%（额定值）以下。

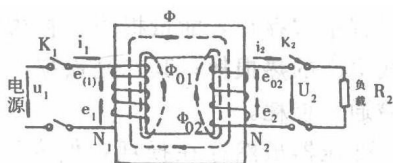


图 11-6 变压器工作原理图

原理分析和实验证明，初级和次级电压和匝数关系。

电压关系：

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{N_1}{N_2} = n (\text{匝数比})$$

可见改变初次级匝数比可以改变电压比、获得不同的输出电压。

电流关系：

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{n} \quad i_1 N_1 = i_2 N_2$$

$$i_1 N_1 = i_2 N_2$$

可以理解为初级安倍匝数等于次级安倍匝数。电流和匝数比成反比。阻抗关系：

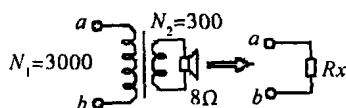
$$R_1 = n^2 R_2 \text{ 或 } n = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

即次级负载电阻 R_2 折合到初级电路的等效阻值 R_1 关系。例如一个 n 等于 10 的输出变压器接 8Ω 扬声器则等效电阻为 800Ω （见图 11-7）

$$n = N_1 / N_2 = 3000 / 300 = 10$$

$$R_x = n^2 R = 10^2 \times 8 = 800\Omega$$

即通过变压器将 8Ω 扬声



器阻抗提升为 800Ω ，此时，可

图 11-7

于晶体管功率放大电路匹配，获得最大效率输出。

五、变压器效率

变压器效率即变压器传送功率的效率。任何变压器在电压变换过程中都存在着能量损失。损失来自两方面：变压器铜损，即导线电阻的热损耗；其二是铁损，即涡流和漏磁（不在铁芯内部的磁通）损耗。

变压器虽然存在损耗，但变压器的转换效率还是相当高的， 1kVA 以上达 98% ， 1kVA 以下的变压器在 95% 以上。目前的低损耗变压器效率更高一些。变压器的损耗和变压器材料质量和变

压器工艺及设计有关。

变压器的工作效率还和应用环境温度、散热条件和负载大小有关。最大效率约在半额负载时，常温环境下应用。

六、三相变压器

1. 工作原理

电力电以三相制传输，因此电力变压器均采用三相变压器。三相变压器如同使用 3 个单相变压器，只不过把它们绕组合在一个三芯柱日字铁芯上。工作原理完全与单相变压器相同。

原理示意图如图 11-8

变压器高压输入端，通常始端标 A、B、C 字标，末端标 X、Y、Z 字标。变压器次级低压端始端为 a、b、c，末端标 x、y、z。

2. 工作连接方式

变压器在实际应用中，有 3 种连接方式如图 11-9 所示。

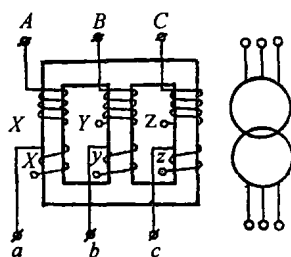


图 11-8 三相变压器原理图

绕组联接图		符 号
高 压	低 压	
		Y/Y_0
		Y/Δ
		Y_0/Δ

图 11-9 三相变压器的标准接线图

具体应用，根据用电负载以及变压器出厂推荐用法而定，通常 Y/Y_0 ，接线应用最为普遍。

七、自耦变压器

是初级和次级连在一起，次级是初级一部分的特殊结构的变

压器，常用的调压变压器。为典型的自耦变压器。图 11—10 为调压变压器外形及结构原理图。

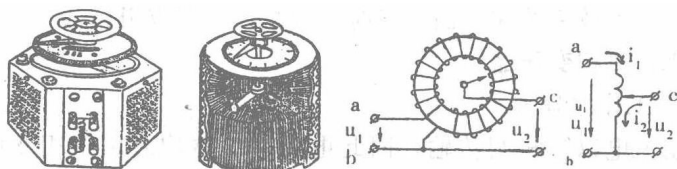


图 11—10 自耦变压器

从图中可见， u_1 和 u_2 有共同端子 b ，而 c 端为调压可动电极，改变 c 端电极位置， u_2 随 c 的位置改变而改变。由于自耦变压器初次级不加隔离，在使用中必须将 N （零）线接于公共端，如果接错极易触电。道理如图 11—11， a 为正确接法，如果误触活动端部。受电击电位远低于 220V，误触电压仅 20V。

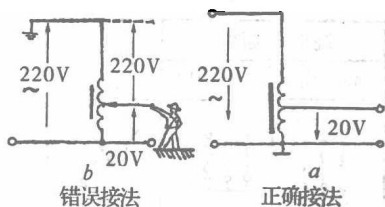


图 11—11 自耦变压器接线法

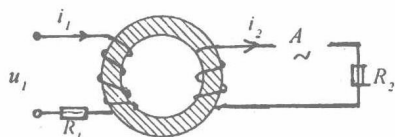


图 11—12 电流互感器结构

b 为错误接法，误触电位接近 200V—240V。

八、电流互感器

电流互感器也是基于电磁感应原理的电工重要器件。它可以按比例地把实际的大电流变换成适于一般电工仪表可计量的小电流范围。

1. 工作原理

(1) 结构

在环形铁芯两侧各绕一独立线圈 N_1 、 N_2 ，一般只有 3~4 圈， N 通过大电流，用粗导线或扁铜导线绕制，或不绕制直接贯穿铁芯。如图 11—12 所示。

(2) 初次极电流关系

这种结构由于 N_1 、 N_2 匝数极少、电磁转换能力极低， N_2 圈中感应电流 i_2 远小于 i_1 ，其关系为： $i_1 = k i_2$ 。 k 为倍率数，通常为 10、100 等

(3) 与变压器不同点

变压器是传递能量的电压转换器件，传递功率效率接近百分之百；与电源并联应用，直接作为下一级电源。

电源互感器是电流分流设备，只起到“取样”作用，几乎不耗功率。电流互感器应用时，串联在被测电路中。变压器的计算公式也不适用于电流互感器。

(4) 常用型号

$LML_1-0.5$ 、 $LMKJ_1-0.5$ 、 $LM_2-0.5$ 。

九、电焊机变压器

1. 电焊变压器原理如图 11-13 示意图

常用交流弧焊机是一种降压、大电流输出的特殊结构变压器。其特殊结构能确保在输出端近于短路条件下，维持较恒定的大电流输出而不烧毁变压器。

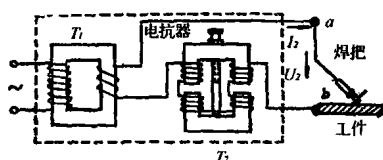


图 11-13 电焊变压器原理图

电焊变压器，在原理上由两部分组成：其一为降压变压器 T_1 ；其二为可变电抗器 T_2 。

电抗器起阻流作用，改变电抗器空隙大小，则改变电抗器电感量，从而达到控制焊接电流大小作用。电焊生产厂家不同，结构有很大变化，也有将降压变压器与电抗合成一体的，应用也很普遍，原理完全相同。

十、铁芯电磁线圈

铁芯电磁线圈是重要机电器件，主要有电抗器、电磁阀体、扼流圈、大电感元件、振流器等。它们虽不属变压器，但与变压