

# 变电运行技术问答

上册 高压设备部分

北京电业管理局《变电运行技术问答》汇编小组

电力工业出版社

## 内 容 提 要

本书是以问答的形式对变电站的高压设备和二次设备在运行中出现的问题，进行简要的解答。

上册是变电站高压设备部分，包括变压器、电压互感器、电流互感器、消弧线圈、塞流线圈、电抗器、电力电容器、耦合电容器、高压开关、隔离刀闸、瓷瓶、母线、电力电缆、过电压保护、调相机和两线一地制等共十六个部分。

下册是变电站二次设备部分，包括直流系统、中央信号、仪表、二次线、继电保护、晶体管保护、220千伏线路保护等共七个部分。

本书可作为变电站运行人员的技术学习资料。也可供变电站检修、安装、继电保护工作人员，发电厂、工厂、农村电工学习参考。

## 变电运行技术问答

上册 高压设备部分

北京电业管理局《变电运行技术问答》汇编小组

(根据水利电力出版社原型重印)

\*

电力工业出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 32开本 8.125印张 172千字

1976年11月北京第一版

1980年6月第一版 1982年10月北京第二次印刷

印数316541—377590册 定价0.57元

书号15036·4083

# 目 录

## 前 言

第一章 变压器	1
1 变压器的作用和基本原理是什么?	1
2 变压器的构造各部件的功用是什么?	4
3 变压器的额定容量、额定电压、额定电流、容量比、变比、短路电压、铜损、铁损、空载电流都代表什么意思? 怎样换算?	6
4 什么叫变压器的接线组别?	8
5 变压器的铭牌型号字母都代表什么意思?	11
6 扇形温度计构造原理? 三个指针起什么作用? 乙醚管为什么不许踩压?	12
7 热虹吸(硅胶罐)在变压器运行中起什么作用? 运行维护有什么要求?	14
8 变压器的充油套管及充氮油盅的简单构造是什么? 运行中有什么要求?	15
9 瓦斯继电器的动作原理是什么? 常用瓦斯继电器有几种型式? 各有什么特点?	16
10 主变压器新投入或大修后投入运行前应验收哪些项目? 为什么在正式运行前要做冲击试验? 冲击几次?	17
11 主变压器新装或大修后为什么要测定变压器大盖和油枕连接管的坡度? 标准是什么?	19
12 主变压器新装或大修后投入运行为什么有时瓦斯继电器动作频繁? 遇到此类问题怎样判断和处理?	19
13 两台变压器并列运行条件是什么? 否则会引起什么后果?	19
14 n台变压器并列运行的经济负荷怎么计算?	20

- 15 变压器在什么情况下进行核相？不核相并列可能有什么后果？ .....22
- 16 主变停、送电操作顺序有哪些规定？为什么？ .....22
- 17 无载调压的变压器倒分头时为什么要测量直流电阻？怎样测法？怎样判断分接开关接触是否良好？注意哪些安全事项？ .....22
- 18 三卷变压器倒一次分头与倒二次分头的作用和区别是什么？ .....24
- 19 有载调压变压器与无载调压变压器有什么不同？各有什么优缺点？ .....24
- 20 有载调压变压器闸箱大修后应重点验收什么项目？运行中为什么要重点检查闸箱油面和动作记录？ .....25
- 21 新投入或大修后的变压器运行巡视哪些部位？注意哪些事项？ .....26
- 22 主变正常与特殊巡视项目是什么？ .....26
- 23 变压器过负荷有哪些规定？怎样计算百分数？ .....27
- 24 变压器温度计所指示的温度是变压器什么部位的温度？运行中有哪些规定？温度与温升有什么区别？ .....30
- 25 怎样判断变压器的温度变化是正常还是异常？在长时间高温情况下运行对变压器有什么危害？ .....30
- 26 油面是否正常怎样判断？出现假油面是什么原因？怎样处理？ .....31
- 27 在什么情况下容易出现缺油？对变压器有什么影响？临时可采取哪些有效措施？ .....32
- 28 怎样判断主变音响是否正常？发生异音可能是什么原因？ .....32
- 29 起动机扇都有哪些规定？为什么还要装警报装置？ .....33
- 30 瓦斯继电器动作后怎样处理？在现场怎样按气体现象来判断故障性质？ .....33
- 31 主变空载运行时为什么有时接地检漏器动作？当送出一

	路时就恢复正常，为什么？	34
32	三卷变压器停一侧其它两侧能否继续运行？ 应注意什么？	34
33	变压器在运行中补充油应注意哪些事项？	35
34	摇测变压器的绝缘电阻有哪些注意事项？	35
35	变压器定期试验周期、项目、标准是怎么规定的？怎样 分析绝缘状况？	35
<b>第二章</b>	<b>电压互感器</b>	37
1	10千伏电压互感器铭牌有几个数据？为什么10千伏电压 互感器容量有120伏安，200伏安，480伏安，960伏安， 几个数是什么意思？	37
2	10千伏电压互感器铭牌规定接地运行时不许超过两个小 时，如超过两小时有什么影响？	37
3	电压互感器的两套低压线圈各有什么用途？	38
4	装设电压互感器时，保险的容量怎样选择？	38
5	电压互感器一、二次保险的保护范围是怎么规定的？	39
6	为什么110千伏电压互感器一次不装保险？	39
7	为什么控制盘的表用电压互感器电源都装有保险？保护 盘的电压互感器电源都不装保险？	40
8	110千伏电压互感器一相二次保险为什么要并联一个电 容器？电容器容量如何确定？	40
9	什么叫线电压、线电流？什么叫相电压、相电流？	42
10	为什么非直接接地系统一相接地时，接地相电压降低， 其它两相电压升高？	44
11	系统一相接地时，电压表计指示现象如何？电压互感器 开口三角两端的电压是多少？	45
12	电压互感器高或低压侧一相保险熔断电压表怎样指示？	46
13	为什么要检查110千伏电压互感器的开口三角抽取电 压？为什么有电压？	47

14	10千伏电压互感器开口三角处为什么要并电阻? 有什么作用? 数值多少? .....	48
15	110千伏电压互感器电源是怎样进行切换的? 切换后应注意什么? .....	48
16	双母线母差保护电压互感器控制手把在运行中有哪些注意事项? 手把拧错位置可能造成什么后果? .....	51
17	双母线的两组电压互感器二次能否并列? 有什么注意事项? .....	51
18	110千伏电压互感器二次为什么要经过电压互感器一次侧刀闸的辅助接点? 当双母线电压互感器的其中一组刀闸检修或电压互感器二次回路有工作时应注意什么? .....	51
19	变电站使用的电压互感器一般接有哪些保护? 停用电压互感器时应注意什么? .....	52
20	电压互感器断线有哪些现象? 怎样处理? .....	52
21	电压互感器二次为什么不许短路? .....	53
22	电压互感器二次为什么必须接地? .....	53
23	电压互感器巡视检查的项目有哪些? .....	53
<b>第三章 电流互感器</b> .....		54
1	电流互感器的构造是什么? .....	54
2	电流互感器的工作原理是什么? .....	56
3	油浸电流互感器和套管电流互感器的优缺点是什么? .....	58
4	一个瓷头的注油电流互感器怎样区别进出线? 中间用什么绝缘? .....	58
5	一台多油开关有几个电流互感器? 编号是怎样排列的? .....	58
6	电流互感器的容量为什么有标伏安(VA), 有标欧姆( $\Omega$ )的, 它们的关系是什么? 电流互感器为什么有等级要求? 保护、仪表各用什么等级的? .....	59
7	什么叫加极性? 什么叫减极性? .....	61
8	两个同相套管电流互感器串联或并联后的容量、变	

	比如何? 在什么情况下接成串联和并联? .....	61
9	电流互感器为什么不许开路? 开路以后有什么现象? 怎样处理? .....	62
10	测电流互感器大极性和小极性有什么区别? 怎样确定电流互感器极性的正确性? .....	63
11	电流互感器为什么不许长时间过负荷? 过负荷运行有什么影响? .....	63
12	什么是电流互感器的10%误差曲线? 有什么用途? .....	63
13	电流互感器二次接线有几种方式? .....	65
14	更换电流互感器应注意哪些问题? .....	65
15	短路电流互感器为什么不许用保险丝? .....	66
16	采用和电流的电流互感器时, 如有一台电流互感器有工作应注意什么? .....	66
17	对Y/ $\Delta$ -11接线组别的变压器的差动保护电流互感器接线有什么要求? 为什么两侧电流互感器二次只许一侧接地? .....	66
18	三卷变压器如中压或低压侧有停电工作, 对该变压器差动保护用的电流互感器如何考虑? 应注意什么? .....	68
19	变压器差动保护用的电流互感器应接在开关的母线侧呢? 还是接在开关的变压器侧? 为什么? .....	68
20	电流互感器二次为什么要接地? .....	69
21	保护和仪表共用一套电流互感器时, 当表计回路有工作如何短接? 注意什么? .....	69
22	电流互感器与电压互感器二次为什么不许互相连接? 否则会造成什么后果? .....	69
23	电流互感器的正常巡视检查项目是什么? .....	69
24	电流互感器可能出现哪些异常? 如何判断处理? .....	69
<b>第四章 消弧线圈</b> .....		71
1	消弧线圈的构造及作用是什么? .....	71
2	消弧线圈的铭牌型号表示什么? .....	73

3	消弧线圈有哪几种补偿方式? .....	73
4	消弧线圈在什么时候倒分头? 倒分头的操作注意事项是什么? .....	74
5	通过消弧线圈的刀闸并、解两台变压器中性点有什么影响? .....	75
6	在什么系统上装设消弧线圈? .....	76
7	消弧线圈运行有什么规定? .....	77
8	正常巡视检查消弧线圈有哪些内容? .....	78
<b>第五章 塞流线圈(阻波器) .....</b>		<b>79</b>
1	塞流线圈的作用是什么? .....	79
2	塞流线圈的构造有几部分? .....	79
3	塞流线圈正常巡视注意什么? .....	79
<b>第六章 电抗器 .....</b>		<b>81</b>
1	电抗器的功用是什么? .....	81
2	电抗器的旁路开关与配电开关相互间如何配合? .....	83
3	电抗器的铭牌数据代表什么? .....	83
4	正常巡视检查电抗器有哪些项目? .....	84
<b>第七章 电力电容器 .....</b>		<b>85</b>
1	国产电力电容器型号的含意是什么? 字母表示什么意思? .....	85
2	无功功率是什么意思? .....	86
3	电力电容器的功用是什么? .....	87
4	并联电容补偿及串联电容补偿的作用原理是什么? .....	88
5	每个电容器的电容量( $\mu\text{F}$ )与电容器的容量(kVAR)有什么关系? .....	91
6	电容器外部回路有几种接线? 每种接线有什么不同? .....	92
7	采用零序电流平衡保护的电容器组为什么每相容量要相等? .....	93
8	三相制中每相电容电流怎样计算? 一台电容器电流如何计算? .....	96



9	并联电容器的安装容量根据什么来选择? .....	97
10	以氯化联苯为浸渍介质的电容器, 工作时应注意 什么? .....	98
11	YL型或YLW型电容器内的氯化联苯在多少度时发生 凝固? 凝固后有什么严重后果? 如何防止凝固? .....	99
12	测电容器绝缘用多大摇表合适? 怎么摇测? .....	100
13	当全站无电后, 为什么必须将电容器油开关拉开? .....	101
14	电容器投入或退出运行有哪些规定? 新装电容器投入 运行前应做哪些检查? .....	101
15	电容器开关掉闸如何处理? 查不出故障怎么办? .....	102
16	处理故障电容器时要注意哪些安全事项? .....	102
17	正常巡视时对电容器检查哪些内容? .....	103
<b>第八章 耦合电容器</b> .....		104
1	耦合电容器的功用及主要结构是什么? .....	104
2	国产耦合电容器铭牌数据的含意是什么? .....	106
3	为什么耦合电容器要安装接地刀闸? 操作时注意 什么? .....	106
4	怎样画出电压抽取回路接线图? .....	106
5	耦合电容器为什么要安装放电灯泡? .....	107
6	电压抽取是多少伏? 有什么作用? .....	108
7	发现抽取二次放电灯泡亮如何处理? 是什么原因? .....	109
8	正常巡视耦合电容器注意什么? .....	110
<b>第九章 高压开关</b> .....		111
1	高压开关在电力系统中的作用是什么? .....	111
2	高压开关的主要结构和主要类型有哪些? .....	111
3	油在高压油开关中的作用是什么? .....	112
4	高压开关铭牌数据代表什么意义? .....	112
5	高压开关操作机构新旧型号对照和符号代表意义是 什么? .....	113
6	简单说明交流电弧的产生和熄灭过程? .....	113

7	油开关的简单灭弧原理和灭弧方式是什么? .....	118
8	SN3-10型开关工作触头和消弧触头的作用是什么? .....	121
9	SN3-10型开关为什么加装相间绝缘板? .....	121
10	高压开关掉、合闸缓冲器的作用和一般构造原理是 什么? .....	121
11	高压油开关为什么更换铜钨触头? 对运行有什么好 处? .....	122
12	什么叫开关自由脱扣? 作用是什么? 怎样检查? .....	122
13	各主要类型开关的简单结构是什么? .....	123
14	各种电磁机构掉合闸线圈数据是多少? .....	133
15	油开关电动合闸时应注意什么? .....	133
16	CD2(IIIC-10)操作机构在什么情况下可以手动合闸? 应 该注意什么? .....	133
17	如何根据开关的合闸电流来选择合闸保险? .....	133
18	为什么开关不允许在带电的情况下用“千斤”慢合 闸? .....	135
19	为什么要试验低电压合、掉闸? 标准是什么? .....	135
20	为什么开关掉闸辅助接点要先投入, 后切开? .....	136
21	更换接触器HC(KII)线圈和掉闸线圈时应注意什么? .....	136
22	在什么情况下开关要退出重合闸和延长重合闸的动作 时间? 为什么? .....	137
23	为什么要掌握开关的试验相位? 如何确定? .....	138
24	开关的故障跳闸次数和检修周期的关系如何考虑? .....	138
25	多油开关桶内进水有何危害? 怎样检查? .....	139
26	高压开关的试验类别、项目、标准和周期是什么? .....	140
27	怎样分析油开关的绝缘状况? .....	142
28	油开关油面过高或过低对运行有什么影响? 标准是 什么? .....	143
29	开关误掉闸有哪些原因? 如何判断和处理? .....	143
30	CD2(IIIC-10)型操作机构反事故措施内容是什么? .....	144

31	DW1-35 型油开关反事故措施内容是什么? .....	145
32	开关合闸失灵有哪些原因? 怎么查找? .....	145
33	开关掉闸失灵有哪些原因? 怎么查找? .....	146
34	接触器 HC (KH) 保持有何现象? 怎样处理? .....	147
35	有哪些开关装电热装置? 运行有什么规定? .....	148
36	拆接开关套管引线应注意什么? .....	148
37	SN <sub>2</sub> -10 型开关合闸后发现支持瓷瓶断裂怎么处理? .....	148
38	开关大修后怎样进行验收? 重点验收项目是哪些? .....	148
39	开关检修时为什么必须把二次回路电源断开? 应断开的 电源包括哪些? .....	149
40	CY 及 CY3 液压机构的基本原理是什么? .....	150
41	开关在运行中液压降到零如何处理? .....	153
42	液压机构中的压力表反映什么压力? 根据压力怎样判断 机构故障? .....	154
<b>第十章 隔离刀闸 ( 隔离开关 )</b> .....		155
1	国产刀闸有几种型式? 型号字母都表示什么? .....	155
2	刀闸的用途是什么? 用刀闸可以进行哪些操作? .....	156
3	操作刀闸的注意事项是什么? .....	157
4	操作中发生带负荷错拉、错合刀闸时怎么办? .....	158
5	停电时先拉线路侧刀闸, 送电时先合母线侧刀闸, 为什 么? .....	158
6	运行中的刀闸, 可能出现什么异常现象? 怎样处理? .....	159
<b>第十一章 瓷 瓶</b> .....		161
1	变电站使用的支柱瓷瓶有几种型式? 额定电压和试验电 压是多少? .....	161
2	悬式瓷瓶有几种型式? 试验电压多少? .....	162
3	为什么瓷瓶表面做成波纹形? .....	163
4	瓷瓶在什么情况下容易损坏? .....	163
5	如何正确判断瓷瓶的裂纹? .....	163
6	怎样带电测量刀闸瓷瓶及悬式瓷瓶的绝缘? .....	163

7	带电水冲洗瓷瓶怎样进行, 应注意什么? .....	164
8	正常巡视检查瓷瓶的项目有哪些? .....	165
9	ZPCE-35瓷瓶上部铁帽子为什么要钻一个豁口? .....	166
<b>第十二章 母 线</b> .....		167
1	各种矩型母线的额定电流是多少? .....	167
2	各种多股绞线的安全电流是多少? .....	170
3	矩型母线平装与竖装时额定电流为什么不同? .....	170
4	矩型母线一般多长就要装伸缩接头? 伸缩接头起什么作用? .....	171
5	铜线与铝线连接处为什么锈蚀很快? 怎么防止? .....	171
6	为什么室内母线都采用矩型的? 而室外母线多采用多股绞线? .....	172
7	用来支持母线的瓷瓶上的夹板螺丝为什么一个是铜的, 一个是铁的? 在什么情况下采取这类措施? .....	173
8	现在使用的测温蜡片多少度开始熔化? .....	173
9	运行中导线接头的允许温度是多少? .....	173
10	判断导线接头发热的方法有几种? .....	173
11	导线接头的接触电阻有何要求? .....	174
12	变电站软母线的弛度有什么标准? 导线弛度过大或过小对运行有什么危害? .....	174
13	为什么有的多股铝绞线带钢芯, 有的不带钢芯? .....	175
14	当一条导线容量不能满足, 需要用两条并上使用, 额定电流是否是两条导线安全电流的相加? .....	175
15	导线的电晕是怎样产生的? .....	176
16	检查巡视导线和接头的项目有哪些? .....	176
<b>第十三章 电力电缆</b> .....		177
1	铜芯电缆和铝芯电缆的优缺点是什么? .....	177
2	常用的电缆型号及正常允许的最大安全电流值是多少? .....	177
3	电力电缆的温度和电流是什么关系? .....	179

4	并排电缆的条数与间距的大小不同对电缆允许负荷有什么影响？	180
5	10千伏的电力电缆最高温度不许超过多少？为什么？	181
6	为什么有的电缆头容易漏油，对运行有什么影响？	182
7	纸绝缘的电缆是否允许过负荷运行？允许的时间多长？	183
8	全线敷设电缆的配电线路为什么一般不装重合闸？掉闸后为什么不能试送？	184
9	10千伏“两线一地”运行的电缆头为什么损坏率高？采取哪些防止措施？	184
10	正常时对电力电缆的巡视检查项目是什么？	185
11	电缆线路停电后用验电笔验电为什么短时间还有电？是否不经放电就可以用手接触？	186
12	干包式电缆头三叉口处为什么要装屏蔽？	186
13	杂散电流对电缆铅皮有什么影响？	186
<b>第十四章 过电压保护</b>		187
1	变电站装有哪些防雷设备？	187
2	什么叫内部过电压？什么叫大气过电压？对设备有什么危害？	187
3	电力系统中有哪几种类型的内部过电压？过电压倍数一般是多少？如何防止？	188
4	阀型避雷器的构造和各部件的功用是什么？	189
5	变压器中性点在什么情况下装设避雷器，电压等级有什么要求？	190
6	安装阀型避雷器时，和被保护设备的距离有什么要求？	192
7	变电站接地网接地电阻应是多少？避雷针的接地电阻应是多少？	194
8	110千伏阀型避雷器上部均压环起什么作用？	194
9	线路侧带电可能经常断开的开关在防雷上有什么要求？	194

10	避雷器、避雷针用什么方法记录放电？	195
11	什么叫反击？对设备有什么危害？怎样避免？	195
12	地线网能否与避雷针联在一起？有什么要求？	196
13	避雷器的型号及其代表意思是什么？	196
14	防雷设备的巡视检查内容有哪些？	197
15	当发现阀型避雷器瓷套裂纹和爆炸时如何处理？	197
16	中性点不直接接地系统35千伏的避雷器最大允许电压为41 千伏，而中性点直接接地系统的110千伏避雷器最大允许 电压为100千伏，为什么？	198
17	避雷器预防性试验做哪些项目？标准如何？	198
18	怎样计算避雷针的保护范围？	200
19	三卷变压器低压侧经常开路不带任何负荷时，在过电压 保护上有什么要求？	204
20	为什么35千伏线路不采用全线架空地线？	204
<b>第十五章 两线一地制</b>		<b>205</b>
1	两线一地制的适用范围，如何考虑？	205
2	两线一地运行时，对设备绝缘弱点有何危害？为什 么？	206
3	两线一地制系统主变接地相如何选择？	206
4	两线一地制的接地装置有什么要求？	207
5	两线一地制变电站接地网的接地电阻有什么要求？	207
6	什么叫接触电压、跨步电压？其允许值各为多少？	208
7	为什么改两线一地制后，线路末端发生故障有时保护不 动作？如何提高保护的灵敏度？	209
8	两线一地的变电站，为什么会造成铅皮电缆烧伤和金属 接地部分（水管、暖气管等）带电？应采取什么补救 措施？	209
9	两线一地变电站在安全方面应该注意什么？	210
10	两线一地制对弱电线路为什么有影响？如何避免？	210
<b>第十六章 调相机</b>		<b>212</b>

1	调相机的型号及型号代表符号的含义是什么? .....	212
2	调相机在电力系统中的作用是什么? 与移相电容器比较各有何特点? .....	212
3	目前电网上运行的调相机有几种? .....	214
4	调相机的工作原理是什么? .....	214
5	调相机的基本结构是什么? .....	216
6	对调相机水系统有哪些要求? .....	218
7	对调相机油系统有哪些要求? .....	220
8	对轴瓦用油有哪些要求? .....	220
9	调相机励磁回路的接线与它的作用是什么? .....	222
10	调相机强行励磁的作用与原理是什么? 对装有强行励磁的主励磁机有什么要求? .....	223
11	调相机应装什么保护, 都起什么作用? .....	224
12	自动调节励磁装置有几种, 其作用是什么? .....	225
13	调相机启动方式有几种? 启动前应注意什么事项? .....	227
14	调相机在运行中出力与运行电压有什么关系? 出力与冷却温度有什么关系? .....	229
15	调相机励磁回路有哪些故障? 如何处理? .....	230
16	调相机静子接地有什么危害? 如何处理? .....	232
17	调相机在运行中监视哪些参数? 有哪些规定? .....	233
18	调相机装有哪些热工仪表? 装设地点及作用如何? .....	235
19	调相机的巡视检查项目有哪些? .....	236
20	双水内冷调相机启动时发生窜轴现象怎样处理? .....	237
21	同轴励磁机与备用励磁机倒换负荷应注意什么? .....	237
22	对内冷水质有哪些要求? .....	237
23	双水内冷电机运行初期导电率上升较快的原因有哪些? .....	238
24	内冷水温度的一般规定及运行中注意事项是什么? .....	238
25	双水内冷调相机定、转子线圈在运行中为什么不允许断水? .....	239

26	转子进水压力调整的注意事项是什么? .....	239
27	运行中内冷水导电率突增原因是什么? 如何处理? .....	239
28	定子线圈的流胶原因是什么? 如何处理? .....	240
29	双水内冷电机渗、漏水如何判断和处理? .....	240
30	调相机的预防性试验及标准是什么? .....	243
31	调相机主机部分在检修前后应作哪些主要测量项目? 标准是什么? .....	243



# 第一章 变 压 器

## 1. 变压器的作用和基本原理是什么？

电力变压器是发电厂和变电站的主要设备之一。变压器的用途是多方面的，不但需要升高电压把电能送到用电地区，还要把电压降低为各级使用电压，以满足用电的需要。总之升压与降压都必需由变压器来完成。在电力系统传送电能的过程中，必然会产生电压和功率两部分损耗，在输送同一功率时电压损耗与电压成反比，功率损耗与电压的平方成反比。利用变压器提高电压，减少了送电损失。

变压器是一种按电磁感应原理工作的电气设备。一个单相变压器的两个互相绝缘着的线圈，绕在一个铁芯上，如图1-1所示。

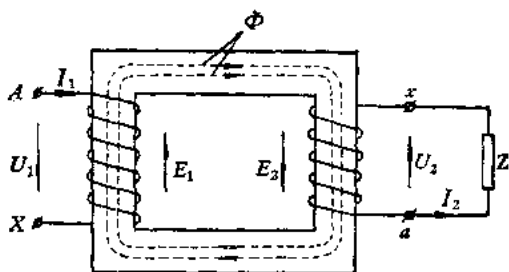


图 1-1 变压器的原理图

副边开路，原边施加交流电压  $U_1$ ，则原线圈中流过电流  $I_1$ ，在铁芯中产生磁通  $\Phi$ 。磁通  $\Phi$  穿过副边线圈在铁芯中