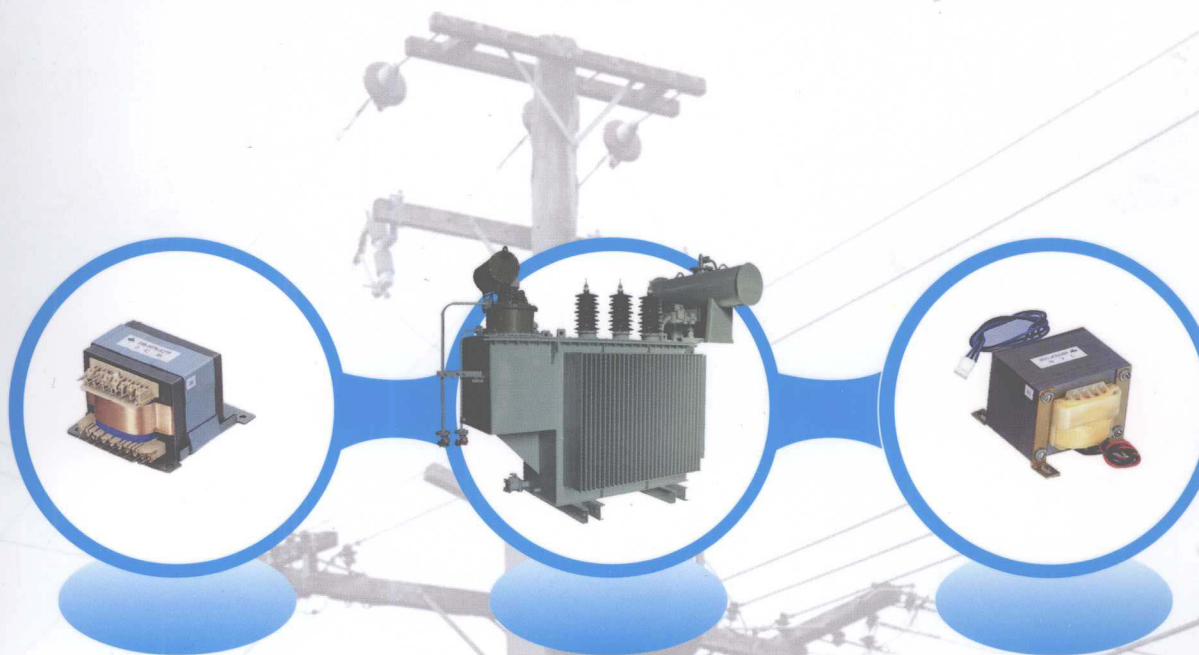


TUJIE BIANYAQI
XIULI CAOZUO JINENG

图解变压器 修理操作技能

赵家礼 主编

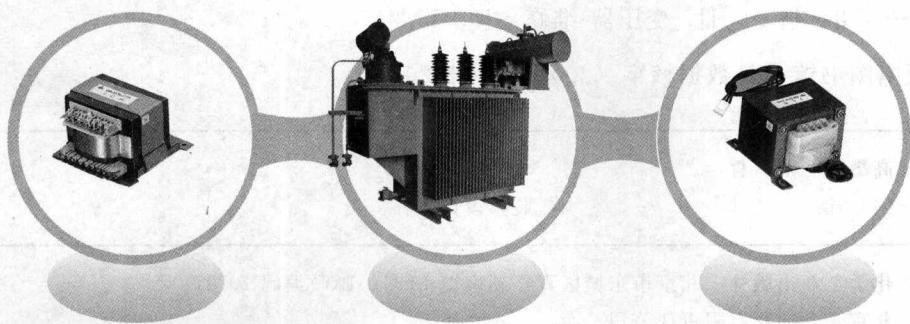


化学工业出版社

TUJIE BIANYAQI
XIULI CAOZUO JINENG

图解变压器 修理操作技能

赵家礼 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图解变压器维修

赵家礼 主编

图书在版编目 (CIP) 数据

图解变压器修理操作技能/赵家礼主编. —北京: 化学工业出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-122-00911-1

I. 图… II. 赵… III. 变压器-维修 IV. TM407

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 116203 号

责任编辑: 高墨荣 刘 哲

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 17 字数 408 千字 2007 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

图书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

前 言

变压器是电力系统中关键设备之一，它承担着电压变换、电能分配和传输的任务，在电网中起着至关重要的作用。因此，变压器的正常运行是电力系统安全、可靠、优质、经济运行的重要保证，必须最大限度地防止和减少变压器故障和事故的发生。

在“科技是第一生产力”已经成为共识的今天，企业要想跟上时代的步伐，就必须不断提高科技含量，提高技术创新能力。而这种激烈的科技竞争对工人的素质也提出了更高的要求，这是市场经济的要求，也是企业继续生存和发展的必要措施之一。为满足企业技术工人岗位培训的需要，不断提高技术工人变压器检修的操作技能，增强技术工人的市场竞争力。我们组织编写了本书。

本书作者结合自己 40 多年变压器检修的实践经验，介绍了变压器检修的基础知识及变压器检修的各种操作技能。具体内容包括变压器结构、用途及工作原理；变压器选用、安装及运行维护；变压器故障及检修技能；变压器保护装置故障及检修方法；变压器散热装置及油箱故障检修方法；变压器分接开关及套管故障检修方法；变压器油劣化及渗漏油处理方法；变压器铁芯故障检修方法；变压器绕组故障检修方法；特种小型变压器重绕修理以及变压器的试验方法和标准等。

本书特点是图文并茂，以图辅文，文字叙述简明扼要，内容紧密联系实际，全书采用最新国家标准。

参加本书编写的人员还有高级工程师赵捷、何青、梁孟杰、刘福振、孙树文等。

由于作者水平有限，书中不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2007. 7

目 录

第一章 变压器修理基础知识	1
第一节 变压器用途、结构、铭牌数据意义	1
一、变压器用途	1
二、变压器的基本结构	1
三、变压器各部件的作用	2
四、变压器铭牌数据的意义	2
第二节 变压器的工作原理及分类	6
一、变压器工作原理	6
二、变压器分类	8
第二章 变压器选用、保护、安装及运行维护	9
第一节 中小型变压器的选择、保护和安装	9
一、选用原则	9
二、中小型变压器高低压侧的熔体保护选择	9
三、柱上小型变压器防雷保护	11
四、中小型变压器安装要求	11
五、变压器投入运行前的拉、合闸冲击试验目的和方法	15
第二节 变压器的维护和异常事故处理	15
一、变压器的正常使用条件	15
二、变电站运行人员监视责任	15
三、日常巡回检查次数和内容	15
四、变压器正常运行的条件	16
五、定期检查变压器的内容	18
六、对变压器进行特殊检查的内容	18
七、变压器正常过载允许持续时间	18
八、确定变压器事故过载的允许运行时间	18
九、变压器出现要立即停运的事故	20
十、要及时汇报和记录的异常情况	20

十一、运行人员发现油温超过允许限度时处理方法	20
十二、断路器跳闸,运行人员进行检查和处理的内容	20
十三、气体继电器动作时,运行人员应做的处理工作	21
十四、变压器着火时运行人员的处理工作	21
第三节 变压器并联运行	22
一、变压器并联运行的必要性	22
二、变压器并联运行的条件	22
三、并联运行前的电压表检查法	23
四、变压器电压比的测量	24
第四节 绕组连接方式及连接组标号的构成	27
一、绕组绕向和绕组端头的标志	27
二、电流、磁通与绕组绕向的关系	28
三、绕组的极性	29
四、绕组连接方式及特点	30
五、绕组连接组标号的构成及我国电力变压器常用的三种连接组标号	31
六、绕组连接组画法	32
七、使不同连接组标号改变方法	33
第三章 变压器故障检修技能	36
第一节 变压器检修目的、周期及项目	36
一、变压器检修目的	36
二、变压器检修周期及项目	36
第二节 变压器吊芯检查	38
一、吊芯时注意事项	38
二、不同容量变压器拆卸要点	39
三、绕组检查	39
四、引线 and 支架检查及处理	41
五、铁芯紧固零部件的绝缘检查	41
六、检查铁芯故障点	42
第三节 变压器现场干燥	42
一、变压器受潮途径及干燥的目的	42
二、变压器必须进行干燥处理的条件	43
三、变压器可不经干燥处理的条件	43
四、干燥的基本条件	43
五、几种现场干燥变压器的方法	44

50	六、器身干燥后的修整和鉴定	51
50	第四节 变压器安装	52
50	一、安装变压器前的技术准备工作	52
50	二、安装变压器程序和主要内容	53
60	三、吊出器身的检查内容	53
55	四、变压器安装前的附件检查内容	54
55	第五节 各零部件的安装方法	56
55	一、套管安装方法	56
55	二、储油柜安装方法	56
55	三、无励磁分接开关的安装方法	57
65	四、有载分接开关的安装方法	57
65	五、冷却装置的安装方法	58
15	第四章 保护装置故障及检修	59
60	第一节 安全气道用途、规格及安装要求	59
60	一、安全气道用途	59
55	二、安全气道规格	59
55	三、安全气道安装要求	59
55	四、安全气道与储油柜连接的必要性	60
60	第二节 采用压力释放阀代替安全气道作油箱保护的优越性	60
60	一、采用压力释放阀的优越性	60
60	二、压力释放阀的型号含义	61
60	三、压力释放阀的选用	61
60	第三节 安全气道故障检修	62
60	一、常见故障	62
60	二、检修方法	62
60	三、检修质量要求	63
60	第四节 气体继电器用途、结构、类型及工作原理、安装要求	63
60	一、用途及结构	63
60	二、类型	63
60	三、工作原理	63
60	四、安装气体继电器的要求	65
60	第五节 运行人员判断气体继电器动作原因	65
60	第六节 气体继电器检修和检修质量要求	66
60	一、检修步骤	66

12	二、检修质量要求	67
52	第七节 储油柜的用途、类型及常见故障检修及质量要求	67
52	一、储油柜的主要用途	67
52	二、国内油浸式变压器所带的储油柜三种基本类型	67
52	三、储油柜常见故障检修及质量要求	69
40	第八节 吸湿器检修	71
05	一、吸湿器的用途及种类	71
05	二、吸湿器的检修和安装方法	72
07	第九节 净油器的检修方法	72
72	一、净油器结构和安装尺寸	72
72	二、净油器净化油质的原理	73
82	三、净油器检修方法	73
	第十节 油位计的用途、种类及检修	74
02	一、UZB 型和 UZF 型铁磁式油位计在使用上的区别	75
02	二、普通油位计检查方法	76
02	三、磁力油位计检修方法	76
02	第十一节 温度计的检修	77
02	一、用途和类型	77
02	二、信号温度计工作原理及其工作参数	77
02	三、检修温度计的要求	78
02	 变压器油质管理	
	第五章 变压器散热器、油箱等故障检修	79
12	第一节 变压器冷却装置的作用及其种类	79
52	一、冷却装置的作用	79
52	二、冷却装置的种类	79
52	第二节 清洗和检修散热器	82
52	第三节 常见冷却器的结构和工作原理	83
52	一、冷却器的结构	83
52	二、冷却器工作原理	83
52	第四节 冷却器的检修和安装	84
52	一、冷却器的检修	84
52	二、安装冷却器前的检查	84
52	三、冷却器的安装要求	84
52	第五节 变压器油箱用途、结构类型和特点	85
52	一、油箱的用途	85

201 二、油箱结构和特点	85
第六节 变压器油箱检修技术要求	88
701 第七节 油箱、箱盖常见故障及检修方法	89
701 一、油箱和箱盖常见故障及检修方法	89
701 二、清理变压器油箱方法	90
701 三、变压器油箱上各种油门的检修	90
701 四、箱盖与油箱的装配技术要求	90
701 五、油箱检修的质量要求	90
201	
第六章 变压器分接开关及套管的检修技能	92
001 第一节 常见无励磁分接开关的类型及故障检修	92
201 一、结构类型	92
001 二、变压器采用调压装置的目的及其种类	96
011 三、无励磁分接开关的调压电路及适用情况	96
011 四、分接开关型号的含义	97
011 五、分接开关挡位调节的操作方法	97
011 六、无励磁分接开关原理连接图	98
011 七、对无励磁分接开关的性能要求	98
111 八、无励磁分接开关常见故障的检修方法	98
311 九、无励磁分接开关的检修标准	100
311 十、单相无励磁分接开关的装配要求	100
311 第二节 变压器套管类型、安装及检修	100
411 一、变压器套管作用和类型	100
411 二、变压器套管型号的含义	101
311 三、1kV 级的复合瓷绝缘导杆式套管 (BF-1/300~3000) 的结构及安装	101
311 四、10kV、20kV 级单体瓷绝缘导杆式套管 (BD-10、20/400~3000、BDW-20/800~3000) 结构及安装	101
311 五、35kV、40kV 级有附加绝缘导杆式套管 (BJ-35、40/400~3000, BJJ-40/400~1200 及 BJW-35/400~3000) 结构及安装	102
711 六、10kV、20kV 级单体瓷绝缘穿缆式套管结构及安装	102
811 七、35kV、40kV 级有附加绝缘穿缆式套管结构及安装	102
811 八、套管外观检查内容	103
031 九、电容式套管的芯子结构特点	104
031 十、35kV 及以下连通式充油套管检修方法	104
031 十一、在现场对充油套管整体清洗方法	104

十二、对套管检修质量要求	105
第七章 变压器油劣化、渗漏处理法	107
第一节 变压器油的作用、代号含义、性能及技术质量标准	107
一、变压器油的作用	107
二、变压器油代号含义	107
三、变压器油的主要性能	107
四、变压器油质量标准	107
第二节 取变压器油样的要求和方法	109
一、取油样的要求	109
二、取油样方法	109
第三节 变压器油的电气强度试验	109
一、试验设备	109
二、准备工作	110
三、试验方法	110
第四节 变压器油简化试验和全分析试验及油劣化的判定	110
一、变压器油简化试验	110
二、变压器油全分析试验	110
三、变压器油劣化的判定	111
第五节 变压器油劣化原因及劣化处理方法	112
一、变压器油劣化原因	112
二、劣化油的处理方法	112
第六节 混合变压器油要考虑的技术问题和混油试验标准	114
一、考虑的技术问题	114
二、混油试验标准	115
第七节 测定油介质损耗因数 $\tan\delta$ 的目的和方法	115
第八节 变压器渗漏油及消除方法	116
一、变压器渗漏油原因	116
二、箱沿密封件密封不良造成渗漏油及消除办法	116
三、密封件材质不良或安装工艺不当造成渗漏油及解决办法	117
四、焊接处渗漏油原因及消除办法	118
五、螺栓或管子螺纹处渗漏油原因及消除方法	118
六、采用厌氧胶对变压器各零部件密封方法	120
七、密封阀杆和填料函处及铸铁件渗漏油解决办法	120
八、法兰连接处渗漏油原因及消除办法	120

九、散热器渗漏油的原因及消除办法	120
十、隔膜式储油柜法兰渗漏油原因及消除办法	120
第八章 变压器铁芯故障及修理	121
第一节 变压器铁芯作用、结构及分类	121
一、铁芯作用	121
二、铁芯基本结构形式及分类	121
三、三相油浸式变压器铁芯的组成	121
第二节 变压器用硅钢片的种类	123
第三节 卷绕铁芯应用范围及卷制操作技能	125
一、卷制铁芯应用范围及特点	125
二、卷制铁芯所用材料、结构形式及工艺程序	126
三、卷制铁芯的质量检查和故障排除法	127
四、铁芯退火及质量检查	128
五、卷制铁芯浸渍粘合	129
六、卷制铁芯的切开及精度要求	130
七、卷铁芯的绑扎和夹紧	130
第四节 铁芯叠装形式及叠装接缝形式	130
一、硅钢片的种类和牌号含义	130
二、铁芯叠装形式	131
三、铁芯叠装的接缝形式	131
第五节 铁芯夹紧结构	135
一、铁轭夹紧结构	135
二、钢带或环氧玻璃粘带的配制	135
三、上、下夹件配制	135
四、铁芯柱的绑扎	136
五、拉螺杆、拉板及垫脚结构	137
六、压钉压紧线圈结构	139
七、磁屏蔽	139
第六节 铁芯接地目的及接地方式	140
一、铁芯接地目的	140
二、铁芯接地方式	140
第七节 变压器铁芯常见故障及修理	141
一、铁芯多点接地故障原因	141
二、铁芯多点接地检查法	142

081	三、铁芯多点接地故障的排除·····	143
130	四、铁芯过热及处理方法·····	143
	五、铁芯松动、噪声的修理方法·····	144
131	六、铁芯片短路故障的修理方法·····	145
131	第八节 旧硅钢片修理复用·····	147
131	一、铁芯解体及硅钢片拆除·····	147
131	二、铁芯叠片绝缘漆膜的清除·····	150
131	三、硅钢片涂漆的目的·····	150
131	四、压辊涂漆烘干设备·····	152
131	五、铁芯局部的修理·····	152
131	六、用普通剪床下料的技术要求·····	153
131	七、铁芯叠装的操作技能·····	153
131	·····	三
	第九章 绕组故障及修理 ·····	159
131	第一节 油浸式变压器绝缘分类和绝缘结构·····	159
130	一、油浸式变压器绝缘分类·····	159
130	二、40kV 级及以下的主绝缘结构·····	159
130	三、40kV 级及以下的纵绝缘结构·····	163
130	四、35kV 级及以下变压器的引线绝缘结构·····	164
131	五、引线、套管、分接开关等带电体到其他部位的绝缘距离·····	166
131	第二节 变压器线圈形式和要求·····	168
131	一、变压器线圈形式·····	168
131	二、对变压器绕组技术要求·····	169
131	第三节 常见的线圈绕制特点和应用范围·····	169
131	一、圆筒式线圈·····	169
131	二、螺旋式线圈·····	170
131	三、连续式线圈·····	170
131	四、交叠式线圈·····	170
131	五、纠结式线圈·····	171
131	第四节 变压器用绝缘件配制操作技能·····	171
131	一、绝缘件配制加工制作要求·····	171
131	二、撑条和燕尾垫块配制技能·····	173
131	三、铁轭绝缘配制技能·····	173
131	四、斜绝缘端圈配制技能·····	174
131	五、绝缘纸板层压件热压操作技能·····	174

六、酚醛纸筒配制技能	176
七、木零件加工技能	177
第五节 线圈绕制操作技能	177
一、圆筒式线圈绕制操作	177
二、螺旋式线圈绕制操作	181
三、连续式线圈绕制操作	182
四、整体绕制圆筒式线圈操作	185
五、绕制白坯线圈的质量检查要求	185
六、线圈整形、压紧处理	185
第六节 线圈浸漆干燥处理	189
一、设备、工具和材料准备	189
二、工艺装备	189
三、工艺过程	190
第十章 特殊用途干式变压器及小型变压器重绕修理	191
第一节 自耦变压器	191
一、自耦变压器结构	191
二、单相自耦变压器电路	191
三、三相自耦变压器电路	192
四、自耦变压器的特点	192
第二节 交流弧焊变压器	193
一、弧焊电源的技术特性	193
二、常用弧焊变压器类别	193
三、弧焊变压器技术数据	194
第三节 电流互感器	196
一、基本结构和工作原理	196
二、作用	196
三、型号含义	197
四、分类和规格	197
五、使用注意事项	197
第四节 电压互感器	198
一、基本结构和工作原理	198
二、作用	199
三、型号含义	199
四、分类和规格	199

五、使用注意事项	200
第五节 小型单相干式变压器计算	200
一、小型壳式变压器计算	200
二、小型单相芯式变压器计算	207
三、变压器技术数据	211
第六节 小型干式变压器重绕修理	217
一、故障变压器解体	217
二、绕线模和绝缘框架的制作	217
三、绕制线圈	218
四、组装	220
第十一章 变压器试验	221
第一节 绝缘电阻、吸收比和极化指数的测量	221
一、测量目的	221
二、测量前准备工作	222
三、测量步骤	222
四、操作注意事项	223
五、测试标准和温度换算	223
六、测试变压器绕组的部位和顺序	224
七、影响测量变压器绕组绝缘电阻的因素	224
第二节 铁芯与铁轭夹件、铁轭螺杆的绝缘电阻测试	225
一、测试目的	225
二、测试部位	225
三、测试要求	225
四、测试时的注意事项	225
第三节 绕组直流电阻的测量	226
一、测量目的	226
二、测量方法	226
三、测量原理	227
四、操作注意事项	228
五、测量结果的判断	228
六、直流电阻的换算方法	229
第四节 电压比测试	230
一、测试目的	230
二、变压器电压比的允许偏差	230

三、试验方法	230
四、计算	230
第五节 变压器泄漏电流的测试	233
一、试验目的	233
二、接线方法	234
三、操作方法	235
四、试验注意事项	235
五、泄漏电流温度换算	235
第六节 介质损耗因数 $\tan\delta$ 的测试	236
一、测试目的	236
二、测量接线图及测量部位和顺序	236
三、 $\tan\delta$ 测量方法	237
四、试验标准及换算	237
五、试验注意事项	238
六、试验结果分析	238
七、变压器油介质损耗因数 $\tan\delta$ 的测定	238
第七节 变压器绕组连接组标号测试	239
一、变压器连接组标号	239
二、变压器连接组标号的三个因素	240
三、连接组标号的试验方法	240
四、各种连接组别和计算公式	242
第八节 外施工频交流耐压试验	244
一、试验目的	244
二、耐压试验接线	244
三、试验电压标准	245
四、试验操作及注意事项	246
五、试验中异常现象的判断	246
六、试验合格条件	247
第九节 变压器空载试验	247
一、试验目的	247
二、空载试验测量接线图	247
三、试验方法	248
四、试验时注意事项	249
五、空载试验数据整理	250
第十节 变压器短路试验	250

一、短路试验目的	251
二、试验线路和仪表选择	251
三、短路试验步骤	251
四、额定条件下短路试验数据计算	252
五、短路试验操作注意事项	253

变压器修理基础知识

第一节 变压器用途、结构、铭牌数据意义

一、变压器用途

变压器是利用电磁感应原理进行电能变换的一种电磁转换装置。将一次侧的交流电压、电流或信号通过电磁感应传递给二次侧，使二次侧的电压、电流或信号的数值与一次侧不同或相同，从而达到电能传递的目的。在传递时，电源频率不变。

在电力系统中，由于绝缘水平的限制，发电机发出的电压一般只有 10.5kV，为了将发出的电能向远方传输，减少线路上的电能损耗，需要把电压升高，减小电流，这时就需要升压变压器（见图 1-1），输电距离越远，输送的功率越高，则要求电压升得越高，目前我国输送电压最高达 500kV。为了把电能输送到用电区，满足用户低电压的要求，又需要降压，这时需要降压变压器来完成，降低的电压一般为 6kV、10kV，以及 380V、220V 等。所以变压器广泛用于生产、电力输送、电力分配以及需用电能的各个用电系统中。另外，还可作为特殊电源用于电子电路方面。

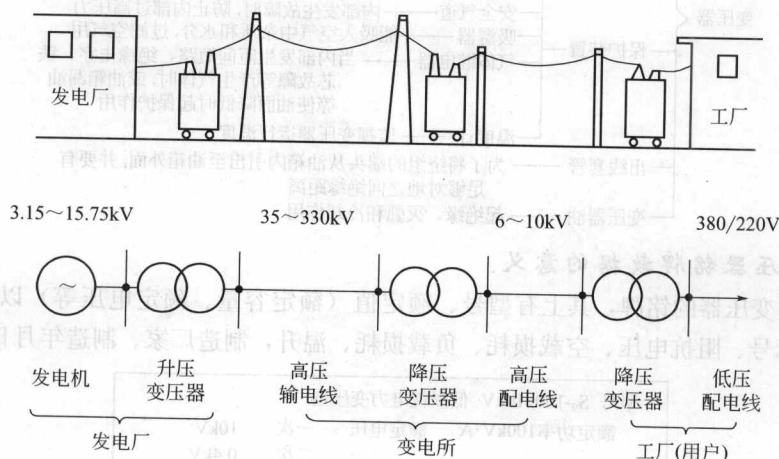


图 1-1 输配电系统示意图

二、变压器的基本结构

按变压器的用途不同，变压器有许多结构形式，常见的有干式变压器和油浸式变压器两种，图 1-2 是干式变压器外形图，图 1-3 是油浸式变压器外形图。