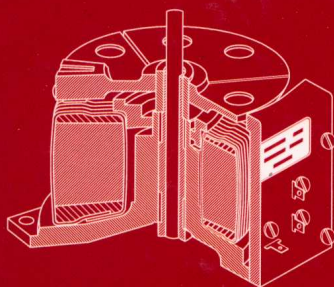


中小型变压器 使用与维护手册

孙克军 主 编
刘宝坤 高进发 副主编

ZHONGXIAOXING BIANYAQI
SHIYONG YU WEIHU SHOUC



化学工业出版社

中小型变压器 使用与维护手册

刘宝坤 孙克军 主 编
高进发 副主编

ZHONGXIAOXING BIANYAQI
SHIYONG YU WEIHU SHOUC

浙江工业大学
图书馆藏书



浙江工业大学图书馆



71927722



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

中小型变压器使用与维护手册/孙克军主编. —北京:
化学工业出版社, 2012.11
ISBN 978-7-122-15431-6

I. ①中… II. ①孙… III. ①变压器-维修-技术手
册 IV. ①TM407-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 232759 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 宋 夏

文字编辑: 徐卿华
装帧设计: 王晓宇

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: 三河市万龙印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 28½ 字数 561 千字 2013 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 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: 88.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编 孙克军

副主编 刘宝坤 高进发

参 编 王 佳 韩 宁 赵小鹏 王晓晨

方松平 宋军方 闫和平 孙丽君

赫苏敏 王忠杰 王素芝 闫彩红

严晓斌 杜 华 燕轻轻 田常葛

前言 Foreword

随着我国电力事业的飞速发展,变压器在工业、农业、国防、交通运输、城乡家庭等各个领域均得到了日益广泛的应用。为了满足广大从事变压器使用与维修人员的需要,我们组织编写了这本《中小型变压器使用与维护手册》。

本书在编写过程中,从当前中小型变压器使用与维护的实际情况出发,面向生产实际,搜集、查阅了大量与变压器使用与维护等有关的技术资料。本书内容包括变压器基础知识、油浸式电力变压器、干式电力变压器、非晶合金电力变压器、箱式变电站、整流变压器、电炉变压器、高压试验变压器、电压互感器、电流互感器、调压器、弧焊变压器、其他特殊变压器、小型电源变压器、变压器试验等。分别介绍了各种变压器的基本结构、工作原理、使用与维护、常见故障及其排除方法和变压器试验。还介绍了弧焊变压器、控制变压器使用与维护中的简易计算实例与制作方法等。

本书着重于基本原理、基本方法、基本概念的分析和应用,重点阐述物理概念,尽量联系变压器使用与维护的生产实践,力求做到重点突出,以帮助读者提高解决实际问题的能力,而且在编写体例上尽可能适合自学的形式。本书密切结合生产实际,图文并茂,深入浅出,通俗易懂,书中列举了大量实例,具有实用性强,易于迅速掌握和运用的特点。

本书由孙克军主编,刘宝坤、高进发副主编。第1章由王佳、韩宁编写,第2章由刘宝坤、高进发编写,第3章由孙克军编写,第4章由严晓斌编写,第5章由王素芝编写,第6章由孙丽君编写,第7章由王忠杰编写,第8章由赫苏敏编写,第9章由宋军方编写,第10章由闫和平编写,第11章由闫彩红编写,第12章由杜华编写,第13章由方松平编写,第14章由赵小鹏、王晓晨编写,第15章由燕轻轻、田常葛编写。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中缺点和不足在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

Contents

第 1 章 变压器基础知识

1 /

1.1 变压器的用途	1
1.2 变压器的分类	2
1.2.1 按用途分类	2
1.2.2 按冷却介质和冷却方式分类	2
1.2.3 按绕组个数分类	3
1.2.4 按调压方式分类	3
1.2.5 按相数分类	3
1.2.6 按铁芯形式分类	3
1.3 变压器的基本结构与工作原理	3
1.3.1 变压器的基本结构	3
1.3.2 变压器的工作原理	4
1.4 变压器的型号与额定值	5
1.4.1 变压器的型号	5
1.4.2 变压器的额定值	5
1.5 变压器的基本分析方法	7
1.5.1 变压器的空载运行	7
1.5.2 变压器的负载运行	13
1.6 变压器参数的测定	21
1.6.1 空载试验	22
1.6.2 短路试验	23
1.6.3 短路电压	25
1.7 变压器的标幺值	26
1.7.1 标幺值的定义	26
1.7.2 基准值的选取与标幺值的计算	26
1.7.3 采用标幺值的优点	27
1.8 变压器的运行特性	29
1.8.1 变压器的外特性	29
1.8.2 电压变化率	30

1.8.3	变压器的效率特性	31
1.9	三相变压器	34
1.9.1	三相变压器的磁路系统	34
1.9.2	三相变压器的连接法	35
1.9.3	单相变压器的连接组	37
1.9.4	三相变压器的连接组	38
1.9.5	变压器的 Vv 连接	41
1.9.6	变压器绕组极性的测定	43
1.10	变压器的并联运行	44
1.10.1	变比不等的变压器的并联运行	45
1.10.2	连接组号不同时变压器的并联运行	46
1.10.3	短路阻抗不等时变压器的并联运行	47
1.11	变压器的选择	48
1.11.1	变压器容量的选择	48
1.11.2	变压器台数的选择	50
1.11.3	变压器技术参数的选择	50
1.11.4	变压器连接组标号的选择	53
1.11.5	变压器冷却方式的选择	56
1.11.6	熔体的选择	57
1.12	自耦变压器	57
1.12.1	自耦变压器的结构	57
1.12.2	自耦变压器的工作原理	58
1.12.3	自耦变压器的特点	60

第 2 章 油浸式电力变压器

61

2.1	电力变压器的用途与分类	61
2.2	油浸式电力变压器的结构	62
2.3	油浸式电力变压器各部件的用途与特点	63
2.3.1	变压器铁芯的结构与特点	63
2.3.2	变压器绕组的形式与特点	66
2.3.3	变压器绝缘的类型与作用	67
2.3.4	变压器油箱	68
2.3.5	储油柜	70
2.3.6	压力释放阀	73
2.3.7	安全气道	73

2.3.8	吸湿器	74
2.3.9	温度计	75
2.3.10	油位计	75
2.3.11	气体继电器	76
2.3.12	变压器套管的作用与类型	77
2.3.13	变压器分接开关的作用与类型	80
2.3.14	变压器油的作用与主要性能	80
2.4	油浸式电力变压器的主要技术数据	81
2.4.1	油浸式电力变压器额定电压组合	81
2.4.2	电力变压器调压方式和范围	81
2.4.3	10kV 级 S7 系列电力变压器技术数据	82
2.4.4	10kV 级 SL7 系列电力变压器技术数据	83
2.4.5	10kV 级 S9 系列电力变压器技术数据	84
2.4.6	35kV 级 S7 系列电力变压器技术数据	84
2.4.7	35kV 级 SL7 系列电力变压器技术数据	86
2.4.8	35kV 级 SF7、SFL7 系列电力变压器技术数据	87
2.4.9	35kV 级 S9 系列电力变压器技术数据	87
2.4.10	10kV 级 SZ7、SZL7、SZ9 系列电力变压器技术数据	88
2.4.11	35kV 级 SZ7、SZL7、SZ9 系列电力变压器技术数据	88
2.4.12	35kV 级 S11 系列双绕组无励磁调压配电变压器技术数据	91
2.4.13	D11 系列单相油浸式电力变压器技术数据	91
2.5	电力变压器容量的选择	92
2.6	油浸式电力变压器的安装	92
2.6.1	变压器的搬运	92
2.6.2	水平牵引卸车的操作方法	93
2.6.3	斜面牵引卸车的操作方法	93
2.6.4	变压器安装作业条件	94
2.6.5	变压器安装前的准备	95
2.6.6	变压器安装前器身检查的内容及要求	95
2.6.7	器身检查的安全注意事项	96
2.6.8	变压器安装前套管的检查	96
2.6.9	变压器安装前其他部件检查的内容及要求	96
2.6.10	套管的安装	97
2.6.11	无励磁分接开关的安装	97
2.6.12	有载调压分接开关的安装	98
2.6.13	储油柜的安装	98

2.6.14	油位计的安装	99
2.6.15	吸湿器的安装	99
2.6.16	气体继电器的安装	99
2.6.17	温度计的安装	100
2.6.18	安全气道的安装	101
2.6.19	冷却装置的安装注意事项	101
2.6.20	散热器的安装方法	102
2.6.21	变压器注油时的注意事项	103
2.6.22	大型变压器真空注油的过程与要求	103
2.6.23	变压器连线	104
2.6.24	室内变压器的安装	104
2.6.25	室外变压器的安装	107
2.7	油浸式电力变压器的使用与维护	110
2.7.1	变压器投入运行前的检查	110
2.7.2	变压器的试运行	111
2.7.3	变压器运行中的监视与检查	112
2.7.4	变压器的特殊巡视检查	113
2.7.5	变压器重大故障的紧急处理	113
2.7.6	变压器过载运行的种类及有关要求	114
2.7.7	变压器并列运行应满足的条件	116
2.7.8	变压器并列运行的注意事项	116
2.7.9	切换分接开关的注意事项	117
2.7.10	变压器过负载的处理方法	117
2.7.11	变压器自动跳闸的处理方法	118
2.7.12	变压器运行中常见的异常现象及其处理方法	118
2.8	油浸式电力变压器的检修	120
2.8.1	变压器小修的周期与项目	120
2.8.2	变压器大修的周期与项目	121
2.8.3	变压器绕组的检修	121
2.8.4	引线及绝缘支架的检修	122
2.8.5	变压器铁芯的检修	122
2.8.6	油箱与散热器的检修	123
2.8.7	绝缘套管的检修	123
2.8.8	无励磁分接开关的检修	123
2.8.9	油柜、安全气道和吸湿器的检修	124
2.8.10	挡板式气体继电器的检修	125

2.8.11	变压器的干燥处理	127
2.8.12	变压器绝缘电阻的测量	127
2.8.13	变压器检修后的组装与注油	129
2.8.14	变压器油的简易鉴别方法	130
2.8.15	变压器油的过滤方法	131
2.8.16	补充变压器油的注意事项	132
2.9	油浸式变压器的常见故障及其处理方法	132

第3章 干式电力变压器

135 /

3.1	干式变压器的特征与型号	135
3.1.1	干式变压器的特征	135
3.1.2	干式变压器的型号	135
3.2	干式变压器的分类	136
3.3	干式变压器的特点	138
3.3.1	浸渍式干式变压器的特点	138
3.3.2	封闭式干式变压器的特点	138
3.3.3	带填料的厚绝缘浇注干式变压器的特点	138
3.3.4	不带填料的薄绝缘浇注干式变压器的特点	139
3.3.5	树脂绕包式干式变压器的特点	139
3.3.6	其他类型干式变压器的特点	140
3.4	干式变压器的基本结构	140
3.4.1	铁芯	140
3.4.2	绕组的结构形式	141
3.4.3	浸渍式线圈	141
3.4.4	环氧树脂厚绝缘浇注式线圈	142
3.4.5	环氧树脂薄绝缘浇注式线圈	143
3.4.6	绕包式线圈	143
3.4.7	风冷系统	144
3.4.8	温度监控装置	144
3.4.9	保护外壳	145
3.5	干式变压器的常用技术数据	145
3.5.1	SG3 系列三相干式变压器技术数据	145
3.5.2	SG7、SG8 系列三相干式变压器技术数据	147
3.5.3	SGZ3 系列三相干式有载调压变压器技术数据	147
3.5.4	DG3 系列单相干式变压器技术数据	147

3.5.5	SC 系列环氧树脂干式变压器技术数据	148
3.5.6	SCL1 系列环氧树脂干式变压器技术数据	148
3.5.7	SCL2 系列环氧树脂干式变压器技术数据	150
3.5.8	SCZL 系列环氧树脂干式有载调压变压器技术数据	151
3.5.9	SC (B) 9 型 20kV 级三相树脂绝缘干式变压器技术数据	151
3.5.10	SC (B) 9 型 35kV 级三相树脂绝缘干式变压器技术数据	152
3.5.11	小型 DG 系列单相干式变压器技术数据	152
3.5.12	小型 SG 系列三相干式变压器技术数据	153
3.6	干式变压器的安装	154
3.6.1	干式变压器的安装环境	154
3.6.2	干式变压器的安装要求	154
3.6.3	干式变压器安装后的检查验收	155
3.7	干式变压器的使用	156
3.7.1	干式变压器的启动	156
3.7.2	干式变压器的运行环境及有关要求	156
3.7.3	干式变压器的运行方式	157
3.7.4	干式变压器运行中的巡视检查	158
3.7.5	干式变压器不正常运行时的处理方法	158
3.8	干式变压器的维护	159
3.8.1	干式变压器维护的方法步骤	159
3.8.2	干式变压器分接开关的维护	160
3.9	干式变压器的常见故障及其排除方法	161

第 4 章 非晶合金电力变压器

163 /

4.1	概述	163
4.1.1	非晶合金材料的特性	163
4.1.2	非晶合金铁芯变压器的特点	163
4.2	非晶合金变压器的型号含义	164
4.3	非晶合金变压器的结构	165
4.3.1	单相卷铁芯	165
4.3.2	三相卷铁芯	165
4.3.3	叠环式卷铁芯	166
4.3.4	单环式卷铁芯	166
4.3.5	对接气隙分布式卷铁芯	166
4.3.6	搭接式卷铁芯	166

4.3.7 叠片式铁芯	167
4.4 非晶合金变压器的技术数据	167
4.4.1 单相油浸式非晶合金变压器的技术数据	167
4.4.2 三相油浸式非晶合金变压器的技术数据	168
4.4.3 三相干式非晶合金变压器的技术数据	168
4.5 非晶合金变压器的使用	169
4.5.1 非晶合金变压器安装前的检查	170
4.5.2 非晶合金变压器的安装	170
4.5.3 非晶合金变压器投入运行前的检测	171
4.5.4 非晶合金变压器的运行	171
4.6 非晶合金变压器的维护	172

第 5 章 箱式变电站

176 /

5.1 概述	176
5.2 箱式变电站	177
5.2.1 箱式变电站的特点	177
5.2.2 箱式变电站的适用范围和使用条件	177
5.2.3 箱式变电站的结构	178
5.3 箱式变电站的技术数据	180
5.3.1 ZB (W)、ZBN 型组合变电站技术数据	180
5.3.2 XB 型箱式变电站技术数据	181
5.3.3 YB 型移动变电站技术数据	181
5.3.4 YBM (P) 29-12/0.4 紧凑型预装式变电站技术数据	182
5.4 箱式变电站的安装、使用与维护	184
5.4.1 箱式变电站的验收	184
5.4.2 箱式变电站的安装	184
5.4.3 箱式变电站的使用与维护	185
5.4.4 箱式变电站的维护	186

第 6 章 整流变压器

187 /

6.1 整流变压器的用途与特点	187
6.1.1 整流变压器的用途	187
6.1.2 整流变压器的特点	187
6.2 整流变压器的类型	190

6.3	整流变压器的主要技术参数	191
6.3.1	整流变压器的连接方式	191
6.3.2	整流变压器的计算	191
6.4	整流变压器的结构特征	193
6.4.1	线圈形式和排列	193
6.4.2	引线布置	193
6.4.3	装置种类和冷却方式	193
6.4.4	调压方式	194
6.5	平衡电抗器	195
6.5.1	平衡电抗器的工作原理	195
6.5.2	平衡电抗器的结构特征	195
6.6	整流变压器的技术数据	196
6.6.1	ZH 系列电解电化学用整流变压器技术数据	196
6.6.2	ZSG 系列干式整流变压器技术数据	198
6.6.3	ZC 系列充电用整流变压器技术数据	198
6.6.4	ZD 系列电镀用整流变压器技术数据	198
6.6.5	ZL 系列励磁用整流变压器技术数据	199
6.6.6	牵引用硅整流变压器技术数据	199
6.6.7	矿用整流变压器技术数据	200

第 7 章 电炉变压器

201 /

7.1	电炉变压器的用途与特点	201
7.1.1	电炉变压器的用途	201
7.1.2	电炉变压器的类型	202
7.1.3	电炉变压器的特点	203
7.2	电炉变压器的工作原理与基本结构	204
7.2.1	电炉变压器的工作原理	204
7.2.2	电炉变压器的基本结构	204
7.3	电炉变压器调压和变阻抗的方法	205
7.3.1	电炉变压器的调压方法	205
7.3.2	电炉变压器变阻抗的方法	207
7.4	电炉变压器的技术数据	207
7.4.1	有载调压电弧炉变压器的技术数据	207
7.4.2	无励磁调压电弧炉变压器的技术数据	208
7.4.3	无励磁调压黄磷炉变压器的技术数据	208

7.4.4	无励磁调压电石炉变压器的技术数据	209
7.4.5	电渣炉变压器的技术数据	209
7.4.6	单相盐浴炉变压器的技术数据	209
7.4.7	三相盐浴炉变压器的技术数据	213
7.5	电炉变压器典型的连接图	215
7.6	电炉变压器的使用与维护	216
7.6.1	电炉变压器使用注意事项	216
7.6.2	电炉变压器的合理运行	217
7.6.3	电炉变压器的监视和检查	218
7.6.4	电炉变压器的维护	218

第 8 章 试验变压器

220 /

8.1	试验变压器的用途与特点	220
8.1.1	试验变压器的用途	220
8.1.2	试验变压器的特点	220
8.2	试验变压器的分类	221
8.3	试验变压器的结构	222
8.3.1	单套管式试验变压器	222
8.3.2	双套管式试验变压器	222
8.3.3	绝缘筒式试验变压器	224
8.4	试验变压器的技术数据	224
8.4.1	试验变压器的系列参数	224
8.4.2	试验变压器的技术数据	225
8.5	试验变压器的使用	226
8.5.1	试验变压器的接线	226
8.5.2	耐压试验实例	226

第 9 章 电压互感器

228 /

9.1	电压互感器的用途与特点	228
9.1.1	电压互感器的用途	228
9.1.2	电压互感器特点	228
9.2	电压互感器的分类及型号	229
9.2.1	电压互感器的分类	229
9.2.2	电压互感器的型号	230

9.3 电压互感器的主要技术参数	230
9.4 电压互感器的结构与特点	231
9.4.1 电压互感器的基本结构	231
9.4.2 浇注式电压互感器的结构特点	232
9.4.3 油浸式电压互感器结构	233
9.4.4 SF ₆ 气体绝缘电压互感器结构	236
9.4.5 电容式电压互感器的结构特点与工作原理	236
9.5 电压互感器的选用	237
9.5.1 电压互感器的选择	237
9.5.2 电压互感器的接线方式	239
9.6 电压互感器的运行与维护	241
9.6.1 电压互感器的运行要求	241
9.6.2 电压互感器的巡视检查	242
9.6.3 电压互感器的异常运行的处理	242
9.6.4 电压互感器使用注意事项	243
9.6.5 电容式电压互感器使用注意事项	243
9.7 电压互感器的故障处理	244
9.8 电压互感器的技术数据	245

第 10 章 电流互感器

253 /

10.1 电流互感器的用途与特点	253
10.1.1 电流互感器的用途	253
10.1.2 电流互感器的特点	253
10.2 电流互感器的分类及型号	254
10.2.1 电流互感器的分类	254
10.2.2 电流互感器的型号	255
10.3 电流互感器的技术参数	255
10.4 电流互感器的结构与特点	257
10.4.1 电流互感器的基本结构	257
10.4.2 一般干式和浇注绝缘电流互感器的结构	258
10.4.3 油浸式电流互感器和金属膨胀器	258
10.4.4 SF ₆ 气体绝缘电流互感器结构	258
10.5 电流互感器的选用	259
10.5.1 电流互感器的选择	259
10.5.2 电流互感器的接线方式	262

10.5.3	电流互感器接线注意事项	264
10.6	电流互感器的运行与维护	265
10.6.1	电流互感器的运行要求	265
10.6.2	电流互感器的巡视检查	266
10.6.3	电流互感器的异常运行的处理	267
10.6.4	电流互感器的维护	267
10.7	电流互感器的故障处理	268
10.8	电流互感器的技术数据	268

第 11 章 调压器

275 /

11.1	调压器的用途与特点	275
11.2	调压器的种类和型号	276
11.2.1	调压器的种类	276
11.2.2	调压器的型号	276
11.3	调压器的技术参数	276
11.4	调压器的结构与工作原理	277
11.4.1	接触调压器	277
11.4.2	感应调压器	278
11.4.3	移圈调压器	280
11.4.4	磁性调压器	280
11.4.5	其他调压器	281
11.5	接触调压器的使用与维护	282
11.5.1	接触调压器的使用	282
11.5.2	接触调压器的维护	282
11.6	感应调压器的使用与维护	283
11.6.1	感应调压器的使用	283
11.6.2	感应调压器的维护	283
11.7	调压器的技术数据	284
11.7.1	接触调压器的技术数据	284
11.7.2	感应调压器的技术数据	286
11.7.3	自动调压器的技术数据	290

第 12 章 弧焊变压器

295 /

12.1	弧焊变压器的用途与特点	295
------	-------------------	-----

12.1.1	弧焊变压器的用途	295
12.1.2	弧焊变压器的特点	295
12.2	弧焊变压器的技术术语	296
12.2.1	结构组成的一般术语	296
12.2.2	技术性能和参数的一般术语	297
12.3	电弧对弧焊电源的要求	297
12.3.1	弧焊变压器的外特性	297
12.3.2	电弧对弧焊电源外特性的要求	298
12.3.3	电弧对弧焊电源空载电压的要求	298
12.3.4	电弧对弧焊电源调节的要求	299
12.4	弧焊变压器的工作原理与焊接电流的调节	299
12.4.1	弧焊变压器的工作原理	299
12.4.2	弧焊变压器焊接电流的调节	300
12.5	弧焊变压器的结构特点	300
12.5.1	动铁芯式弧焊变压器	300
12.5.2	串联电抗器式弧焊变压器	301
12.5.3	动线圈式弧焊变压器	302
12.5.4	变换抽头式弧焊变压器	302
12.6	弧焊变压器的使用与维护	303
12.6.1	弧焊变压器的使用	303
12.6.2	弧焊变压器的维护	304
12.7	弧焊变压器的常见故障及处理方法	304
12.8	弧焊变压器的技术数据	305
12.9	弧焊变压器的简易计算实例	311
12.9.1	弧焊变压器简易计算的方法步骤	311
12.9.2	弧焊变压器简易计算实例	312

第 13 章 其他特殊变压器

314 /

13.1	全密封变压器	314
13.1.1	全密封变压器的性能	314
13.1.2	全密封变压器的特点	314
13.1.3	全密封变压器的特殊技术措施	315
13.1.4	全密封变压器的技术数据	316
13.2	气体绝缘变压器	320
13.2.1	气体绝缘变压器的用途	320