

ENCYCLOPEDIA OF
TRANSFORMER
TECHNIQUE

变压器技术大全

— 1964 ~ 1993 变压器 精选
(上卷)

变压器杂志编辑委员会 编

辽宁科学技术出版社

ISBN 7-5381-2321-0
TM · 115 定 价：180 元

变压器技术大全

—1964~1993 变压器 精选

(上卷)

变压器杂志编辑委员会 编

主 编:于海年

副主编:朱英浩

郑时伊

辽宁科学技术出版社

内 容 提 要

本书内容广泛、充实,覆盖面涉及到变压器类产品设计、制造、使用、维护等所有技术领域,如变压器的绝缘与冷却;变压器阻抗、损耗与机械力;电力变压器、特种变压器、互感器、电抗器、调压器的结构与设计;变压器组件的结构与设计;变压器类产品的材料、工艺和设备;变压器类产品的试验和试验设备;变压器类产品的运行和维护等等。本书汇总有各个不同时期的技术参数,精选有多种主要产品的计算实例,是一本变压器专业综合性的技术工具书。

本书是变压器、互感器、电抗器、调压器、变压器组件制造厂设计、科研、工艺人员和发电厂、变电所、农电站从事变压器维护检修人员的得力助手和良师益友,也是大中专院校相关专业师生课程设计的指南。

图书在版编目(CIP)数据

变压器技术大全——1964~1993 变压器精选/变压器杂志
编辑委员会编. — 沈阳:辽宁科学技术出版社,1996.5

ISBN 7-5381-2321-0

I. 变… II. 变… III. 变压器—手册 IV. TM4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 03536 号

辽宁科学技术出版社出版发行

(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)

《变压器》杂志编辑委员会编

中国科学院沈阳分院印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张:110 字数:2800 千字

1996 年 5 月第 1 版 1996 年 5 月第 1 次印刷

责任编辑:枫 岚

版式设计:王 戈

封面设计:于 杰

责任校对:陈冠荣

印数:1-2000 册

全两册定价:180 元

前 言

弹指一挥间,30年过去。1964年1月,为借鉴国外先进经验,迅速提高我国变压器技术水平,经中共中央宣传部批准,我们编辑了《国外变压器》,并由中国科学技术文献委员会出版。1967年《国外变压器》改名为《变压器报导》,1971年又改名为《变压器》。在出版《变压器》的同时,1975年和1976年还编辑出版了《变压器译丛》;1979年和1980年还编辑出版了《国外变压器》。到1993年12月止,已公开出版发行了296期,约2200万字。

《变压器》发行30年来,发表了很多有价值的学术论文,广泛介绍了产品试验研究、设计、工艺制造的成果,交流了变压器运行维护的经验,刊登了大量国外专业文献,宣传报导了行业活动,普及了变压器的基础知识。30年中我国变压器行业发展很快,《变压器》杂志如实记载了30年我国变压器技术发展史,为变压器行业的振兴和腾飞发挥了不可磨灭的作用。30年来《变压器》杂志始终受到广大读者的青睐和好评,已成为全国变压器行业和电力部门广大技术人员、大专院校有关专业师生极其宝贵的精神食粮,成为我国电工、电力行业中一家极有影响的国内外发行的技术刊物,已被评为电工技术类核心期刊,并被在国际上享有盛誉的Ei题录数据库收录。

由于一些期刊出版时间已很久远,读者要参阅查找有较大困难,因此经《变压器》杂志编辑委员会决定,《变压器》杂志编辑部受命将30年来《变压器》刊登过的,有较高学术水平的,且对今后变压器技术工作有较大借鉴的文章精选出来,重新编辑加工,编辑出版这本《变压器技术大全——1964—1993变压器精选》。

《变压器技术大全》按内容分为:一、变压器类产品专题综述;二、变压器的绝缘与冷却;三、变压器阻抗、损耗与机械力;四、电力变压器的结构与设
计;五、特种变压器的结构与设
计;六、互感器的结构与设
计;七、电抗器的结

构与设计;八、调压器的结构与设计;九、变压器组件结构与设计;十、变压器类产品的材料、工艺和设备;十一、变压器类产品的试验和试验设备;十二、变压器类产品的运行和维护等 12 个大部分。有两个附录:附录 I 为第一至第五届《变压器》杂志编辑委员会名单、主编和副主编名单、编委会主任和部分副主任简介;附录 II 为《变压器》杂志 1964—1993 年总目录。

《变压器技术大全》编辑单位为《变压器》杂志编辑委员会,主编为于海年,副主编为朱英浩、郑时伊。《变压器》杂志编辑部和沈阳变压器研究所信息室、综合室的部分同志参加了本书的编辑加工和出版工作,部分原文作者在本书出版时对原文作了修订,在此一并表示感谢。

由于本书原文的时间跨度长达 30 年,因此书中的名词术语、计量单位、符号等虽经编辑修改,但仍有可能出现不统一之处,恳请读者谅解。

《变压器》杂志编辑委员会

1996 年 2 月

《变压器技术大全》收录文章的作者名单

于海年	王文端	王文铮	王振武	邢如砺	朱英浩	刘玉仙
刘连庆	李中藩	李连义	沈祖俊	陈叔涛	严璋	郑景清
贺以燕	高兴耀	龚新民	路长柏			
丁绍旭	丁道齐	才永全	马德生	王丁元	王乃庆	王大伟
王永彬	王世忠	王世阁	王圣	王秀春	王述伦	王明谦
王宝珊	王金环	王佩龙	王冠军	王振国	王根生	王跃
王雪刚	王淑娟	王意	王端曾	方士公	尹克宁	文远芳
韦佩长	毛祖德	石允初	石作云	叶万水	白长洲	白继明
冯文宏	卢仁松	左辰	申积良	司徒群	刘申明	刘在勤
刘传彝	刘宗权	刘洪根	刘焕柳	刘鲁	刘裕华	朱方
朱仙福	朱旭东	朱敏复	安作平	孙国仁	孙爱民	孙新中
孙殿臣	关内明	许开平	许石龙	邬建辉	邬家义	阮瑞琪
汤继东	吉锋	何大海	何志	应百川	连良玉	沈国华
沈国崇	沈钧昌	邱毓昌	张子学	张凤举	张凤祥	张凤喜
张永和	张古银	张芝熊	张仲礼	张军	张尚武	张宜倜
张茂鲁	张建军	张洪	张景洲	张嘉祥	张德明	陈万瑞
陈长庚	陈正铨	陈乐平	陈华山	陈华仙	陈秀美	陈志忠
陈育才	陈俊武	陈闾琪	陈淑芳	陈辉	陈琦	陈嘉良
陈鹤声	李万发	李文平	李文海	李永健	李全铭	李兆兆
李光范	李庆福	李远东	李春台	李素英	李祥远	李振泉
吴华贤	吴华衍	吴茂林	吴雨辰	杜佐华	杜秉魁	杨云锦
杨方衡	杨连第	杨志铨	杨俊海	杨柏俊	杨海宴	杨燕
沙宏玮	邵宗良	肖国熙	肖耀荣	贡锦华	陆惠恩	汪嘉永
罗元亮	罗玉才	罗兴赤	罗补灯	罗运柏	周有庆	周康宁
周鉴秋	季大成	林正平	林霄	苑役新	金延铭	金玮
房金兰	庞培敏	孟祥楷	孟繁韬	欧阳南尼	郝万吉	赵文俊

赵可人	赵民杰	赵旺初	赵育文	赵修民	赵悦贵	赵德喜
招誉颐	胡红光	胡亨华	胡惠然	姚志松	姚奎之	姚 铨
侯自存	姜宏志	洪邦明	钟洪壁	闻炳贤	顾元章	顾楚翹
耿义春	翁永华	谈文华	徐云清	徐 波	徐国梁	钱启录
钱稚熊	聂光前	夏定波	夏国煜	郭爱华	郭桂际	栗槐林
高素霞	章传敏	崔大澍	崔立君	曹北山	曹丽华	黄兆棠
黄志孝	黄留欣	黄缉熙	黄镜明	梁明生	梁毓锦	隆 重
蒋大悲	蒋光祖	蒋守诚	鲁如蓉	鲁殿国	程志光	彭芳矩
景秀梅	韩忠民	韩 贵	韩恩山	曾树凡	谢恒坤	蓝之达
雷秋芳	谭玉峰	裴 阳	熊观银	颜如康	潘炳宇	潘晓东
薛家麒	霍崇业	霍新宏	魏铁军	魏雪亮	魏骥云	戴霞初

《变压器技术大全》收录文章的译者名单

王 弘	王霁宗	方可行	邓隐北	伍企舜	吕志芳	伞清荣
李宝结	何永泉	应百川	杜恩田	陈印淇	陈鹤声	张万和
张成邦	张宜倜	张喜德	张耀曾	孟繁韬	林正平	范思纯
赵乃石	顾方加	黄一心	崔立君	曹耀武	蓝之达	戴树堃

总 目 录

前言

《变压器技术大全》收录文章的作、译者名单

一、变压器类产品专题综述	1.1 - 1.113
二、变压器的绝缘与冷却	2.1 - 2.263
三、变压器阻抗、损耗与机械力	3.1 - 3.117
四、电力变压器的结构与设计	4.1 - 4.247
五、特种变压器的结构与设计	5.1 - 5.212
六、互感器的结构与设计	6.1 - 6.148
七、电抗器的结构与设计	7.1 - 7.85
八、调压器的结构与设计	8.1 - 8.67
九、变压器组件结构与设计	9.1 - 9.77
十、变压器类产品的材料、工艺和设备	10.1 - 10.97
十一、变压器类产品的试验和试验设备	11.1 - 11.130
十二、变压器类产品的运行和维护	12.1 - 12.108

附录

国外配电变压器发展综述	1.1
中小型变压器国内外现状和发展趋势	1.6
干式变压器的动态及发展趋势	1.11
采用 IEC 电力变压器标准的一些问题	1.17
干式电力变压器与电力变压器标准的区别	1.22
变压器产品在外贸投标中的标准	1.24
节能时代大容量变压器的诸问题	1.27
从日本特许看变压器的技术动向	1.34
变压器的噪声	1.37
降低变压器噪声的方法	1.49
变压器发明一百周年	1.53
国外变压器干燥技术的发展概况	1.58
局部放电测量及其发展	1.65
变压器专用设备国内外现状及其发展趋势	1.74
国外变压器制造行业中新材料的研制和应用	1.78
国外矿用隔爆型移动变电站简析	1.84
国外超导变压器综述	1.88
SF ₆ 气体绝缘变压器	1.94
硅油变压器	1.98
国外互感器发展概况	1.102
关于互感器采用 IEC 标准的一些问题	1.107
国外接触调压器概述	1.112

变压器主绝缘的各种型式	2.1	配电变压器雷害事故和防雷性能分析 ..	2.140
高压电力变压器绝缘	2.9	MOV 对变压器共振过电压的抑制作 用	2.155
高电压大容量变压器的绝缘技术	2.22	35 kV 变压器连续式线圈改进的研究 ..	2.158
影响变压器主绝缘介电性能的因素	2.28	变压器主绝缘计算中等值油距的折算 问题	2.160
大型电力变压器纵绝缘强度的分析	2.35	关于变压器线圈间薄纸筒小油隙的油 —隔板绝缘的计算原理	2.164
未来的几种变压器绝缘体系	2.42	纠结式线圈的研究和应用	2.168
高压整流变压器油—隔板绝缘结构 的工作特性	2.48	变压器主绝缘设计及有关问题	2.175
水分对油中沿面放电的影响	2.51	500kV 变压器主绝缘的确定	2.184
全波冲击试验时线圈轴向电场对高压 变压器主绝缘场强的影响	2.56	500kV 变压器纵绝缘结构分析	2.190
变压器中油纸绝缘的基本特性	2.60	220kV 级变压器主纵绝缘结构简介	2.195
电力变压器段间绝缘的电气强度	2.65	110kV 级变压器的绝缘数据	2.201
变压器线圈的端部绝缘和油道的电气 强度	2.70	35kV 电压级变压器的主纵绝缘结构 ..	2.212
对大型高压变压器导线绝缘的要求	2.74	自屏蔽线圈绝缘结构	2.222
雷击时变压器遭受波的研究	2.78	油浸变压器的局部放电	2.225
外绝缘 15 次冲击耐压试验法与 3 次 法的比较	2.87	SF ₆ 气膜组合绝缘的局部放电特性	2.228
高压变压器纠结式线饼内波过程的研 究	2.91	强迫油冷心式变压器中油流引起的静 电化和局部放电	2.231
研究起始电位分布的新方法	2.96	用导向油循环方法提高变压器冷却的 效果	2.240
交流电压与雷电冲击电压叠加时对冲 击电压分布的影响	2.100	变压器饼式线圈强迫冷却时的油流特 性	2.244
浅谈变压器线圈电容参数的确定	2.103	空气自冷式变压器温升的计算程序	2.248
10 ~ 35 kV 电力变压器线圈端部电场 的计算	2.107	非连续运行时变压器的温升	2.253
浅谈变压器的绝缘配合问题	2.112	强油导向冷却变压器线圈平均温升计 算方法的探讨	2.257
变压器中性点绝缘水平的分析	2.121	自冷式 SF ₆ 气体绝缘变压器线圈温升 的工程计算	2.260
变压器线圈的内部保护	2.126		

小容量高电压变压器阻抗的计算	3.1
带串联变压器调压方式的原理及阻抗计算	3.4
工频串接试验变压器的短路试验及漏抗计算	3.7
变压器有外延三角形接法时的短路阻抗	3.9
环形铁心线圈漏抗的计算	3.11
交错式线圈阻抗电压的计算	3.14
移相双器身整流变压器电抗电压简便计算方法	3.18
矩形铁心变压器线圈的电抗计算	3.21
关于 Y_0 接线变压器的中点电流问题	3.23
变压器夹件内损耗的计算	3.25
冷轧硅钢片铁心电力变压器空载损耗和空载电流的计算	3.28
变压器的杂散损耗	3.34
大型变压器油箱磁屏蔽计算	3.42
整流变压器线圈的涡流损耗	3.48
计算线圈中附加损耗的一些问题	3.51
变压器辐向漏磁通及其附加损耗的计算	3.58
单螺旋式线圈的环流损耗与涡流损耗的关系	3.64
配电变压器的空载损耗	3.67
变压器线圈的涡流损耗	3.74
铁心柱叠片拼接对变压器空载性能的影响	3.77
变压器线圈各种换位方式及环流损耗的研究	3.79
变压器线圈短路强度计算综述	3.84
列车式变压器油箱机械强度的试验研究	3.101
大型电力变压器油箱的真空强度	3.105
交错式线圈机械力的计算	3.113
全密封变压器波纹油箱的计算	3.116

1973 年中小型电力变压器联合典型设计的电磁计算原则	4.1	器的可行性分析	4.173
110kV 级及以下油浸式电力变压器结构设计要点	4.12	生产壳式电力变压器的探讨	4.177
100kVA 变压器计算实例	4.48	日本超高压气体绝缘电力变压器	4.182
有载调压变压器的主纵绝缘	4.66	H 级绝缘有载调压干式电力变压器	4.186
110、220kV 变压器全国统一设计设计任务书(草案)简介	4.88	补偿电容器在电力变压器中的应用	4.189
高压变压器端部绝缘设计方法的探讨	4.98	大型变压器铁心的接地问题	4.192
大型电力变压器油箱设计中的几个问题	4.109	变压器铁心接缝区搭接面积的选择	4.193
钟罩式油箱壁、孔展开公式	4.121	中小型电力变压器全斜铁心接缝形式探讨	4.195
关于高电压变压器接地电屏的几个问题	4.124	变压器 5/7 斜接缝铁心	4.198
500kV 自耦变压器有载调压方式	4.127	一种三级接缝的变压器铁心	4.202
中频大功率自耦变压器设计	4.134	一种简易阶梯接缝铁心型式	4.204
中小型高损耗电力变压器的改造计算	4.137	内屏蔽连续式线圈的分析	4.207
自耦调压变压器中补偿线圈过电流计算	4.151	变压器的三螺旋式线圈	4.214
应用漏磁链法推导各种型式变压器线圈电抗计算公式的方法	4.154	三螺旋线圈及其换位	4.216
采用粗细调压方式的自耦调压变压器的工作原理及工程计算要点	4.162	使用组合导线应注意的问题	4.219
低噪声变压器的设计	4.168	交叉换位螺旋式线圈的初步分析	4.221
关于组合式的三相电力变压器	4.170	日本 500kV 变压器线圈结构分析	4.227
由旧系列电力变压器改造成节能变压器的可行性分析	4.173	椭圆形线圈的配电变压器	4.230
		端部出线的 220kV 电力变压器	4.232
		电力变压器引线结构的改进	4.235
		关于小型变压器调压分接头等级的合理值问题	4.239
		调容量变压器的调容型式	4.243
		微电脑应用于绘制变压器图	4.245

试验变压器的设计	5.1	讨	5.116
YDJ-25/150 高压工频试验变压器的 改型设计	5.8	110kV直降式变压器的设计要点和故 障诊断技术	5.120
1500kV工频串联谐振试验装置	5.10	三相五柱式整流变压器和平衡电抗器 计算	5.130
500kV试验变压器防止局部放电措施 ..	5.15	换流变压器	5.139
2250kV、4A 工频串级试验设备	5.20	KSG 系列矿用一般型干式变压器的 设计	5.146
三倍频变压器	5.22	防爆变压器	5.148
5000kVA10kV级电弧炼钢炉变压器 计算实例	5.26	电脱盐防爆变压器	5.152
带电容补偿的电炉变压器的计算特点 ..	5.56	矿用变压器的热计算	5.155
交叠式线圈导线的选择	5.61	便携式水冷电焊机	5.159
炼钢电弧炉短网的结构设计	5.63	自制 WT ₁ -300 型电焊机介绍	5.164
电炉变压器的二次电压及开关阶跃电 压的计算	5.65	斜铁式磁分路交流电弧焊变压器的设 计	5.170
电弧炉用变压器	5.67	T 形接线变压器的运行方式	5.173
整流变压器(供电解铝用)的调压问题 ..	5.74	牵引变压器综论	5.180
外延三角形接线变压器的探讨	5.77	电气化铁路站用牵引变压器的过载能 力问题	5.192
整流变压器设计概论	5.84	脉冲变压器的设计	5.196
大型有载调压整流变压器的最佳形式 ..	5.97	铁氧体中频淬火变压器的研制	5.203
扩大整流变压器调压范围的几种接线 原理分析	5.108	JQFP-7700/25 型组合式电力机车变 压器	5.206
36相 54级自耦有载调压带移相整流 变压器组	5.112		
单相 12相整流变压器铁心结构的探			

国外配电变压器发展综述

沈阳变压器研究所 应百川

近年来,国外变压器制造业在努力研制特高压、大容量变压器的同时,致力于发展新型配电变压器,努力提高其技术性能,已取得了比较显著的进展。本文在汇集国外有关技术资料的基础上,试图对国外配电变压器生产发展现状、产品结构、技术水平和发展趋势作一粗浅的概述,以期对国内变压器制造厂有点滴启发。

一、基本情况

70年代以来,随着城市用电量、用电密度的急剧上升和燃料价格的大幅度上涨,用户对配电变压器提出了更加严格的要求,要求现代化的配电变压器运行安全可靠,损耗和噪声水平低,外形尺寸小,维护方便,而且在电压突然升高,负载急剧下降时有更高的稳定性。

以日本为例,据统计,1975年日本用电密度为 $6000\text{MWh}/\text{km}^2$,而在东京地区高达 $11000\text{MWh}/\text{km}^2$ 。由于受场所的限制和城市美化的需要,国外大中城市大力发展地下电缆配电线路。到70年代末,美国城市地下电缆配电线路已约占总线路的70%。因而,各国在继续发展普通油浸配电变压器的同时,大力发展了占地面积小、安全防火的小型成套变电站和地下配电变压器。

为此,各国研制成功了全自保护变压器,半埋入式、全埋入式地下配电变压器,以及树脂浇注干式变压器、电缆出线配电变压器、有载调压配电变压器和高楼住宅用的配电变压器等。为更加安全可靠,在一些国家的配电变压器上安装了可自动控制变压器负荷的光信号指示器、带信号触头的压力升高继电器等。

在能源供应日益紧张而昂贵的今天,各国变压器制造业都在积极研制低损耗配电变压器。日本日立制造厂最近已研制成功了把空载损耗减少一半的低损耗变压器。日本、美国和欧洲各国近年来生产的配电变压器的损耗都大大低于我国生产的变压器损耗。以 100kVA 配电变压器为例,我国产品比国外同类先进产品负载损耗高20%~66%,空载损耗高60%~157%。

目前,国际配电变压器市场竞争非常激烈。各国变压器制造厂都努力提高产品性能和生产效率,缩短生产周期,降低生产成本。一些厂家配电变压器从投料到试验,全面实现了自动化流水线生产。组部件传递采用悬挂式和辊道式传送带,整个生产过程由电子计算机加以控制。如日本高岳制造厂由于拥有器身、油箱自动化生产线,生产效率大大提高,可年产小型变压器6万台,产量达2200万kVA。比利时鲍威尔变压器厂生产实现流水作业,配电变压器两星期内就可交货,标准型式产品三天内交货。

其次,各厂都积极引进新技术,对产品更新换代,以提高竞争能力。英国配电变压器制造业过去一直沿用传统的设计和方法来制造配电变压器,因而在竞争中落在欧洲同行的后面。近年来,他们奋起直追,投入大量资金,大力引进外国先进技术,迅速发展全密封变压器、成套变电站、树脂浇注变压器、新的合成液体变压器等,竞争能力大大提高。

下面,对各国配电变压器的油箱、铁心和线圈结构,冷却介质,全自保护变压器,以及发展趋势等作一概述。

二、油箱结构

近年来,对油浸配电变压器,在原有的带储油柜的油箱结构基础上,发展起了不带储油柜的密封式油箱结构。一种是带氮气垫的结构,一种是全充油结构。前者靠放置在箱盖和油面间的氮气垫(20℃时,其体积约占油体积的15%)来补偿油体积的变化,后者靠弹性的箱壁来补偿油体积的变化。这两种结构都可使油箱的高度下降(图1)。

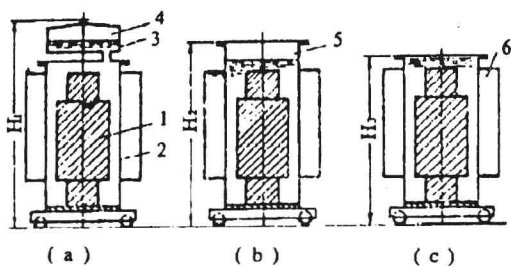


图1 三种油箱结构的对比

- a—带储油柜的油箱结构;b—带氮气垫的油箱结构;
c—带弹性箱壁的油箱结构。
1—器身;2—箱壁;3—储油柜;4—充有空气的空间;
5—气垫(密封的);6—带弹性的箱壁。

除瑞士BBC公司和日本几个厂家还继续生产带氮气垫的配电变压器以外,多数厂家都已采用了带弹性箱壁的矩形油箱结构,即全充油、全密封的所谓波纹油箱结构。这种油箱的箱壁是在专门的箱壁成形机或生产线上用特制的冷轧钢板弯制成的。所压制出的这些肋片除了起散热作用外,还具有足够的弹性,可补偿温度升高时油体积的膨胀。

为提高密封性能,变压器箱盖一般不用螺栓连接,而是直接焊到油箱上,全部焊死,从而减少渗漏,提高油箱的强度,保证整个变压器的密封性。

通过对小容量配电变压器计算和测试可以看出(表1),与允许的体膨胀最大值相比,波纹油箱具有足够的裕度。

据测定,当运行温度在40~90℃之间时,其内过压力最高为20kPa。为减少这种

表1 油箱体积膨胀能力与体积变化对照表

变压器容量 (kVA)	油箱里油 体积 (dm ³)	从40℃升到 95℃时体积 (dm ³)	肋片深 度 (mm)	肋片体膨 胀能力 (dm ³)
160	180	8.5	150	9
250	265	12	200	20
315	333	15	255	27
500	473	21.5	300	43
800	800	36	300	80
1250	1065	48	300	96

内过压,须在真空下注满油温为40℃的变压器油。这就在制造时先加上了80~120kPa内压力,从而使得在大部分运行范围里油箱壁的压力很小。同时,这样做还可避免周围空气进入器身。

采用了这种器身之后,不仅体积和重量都有一定减少,而且再也不会再有氧气或潮气侵入油箱,免除了空气对油老化的影响,因而可取消吸湿器,放宽对冷却介质的要求,从而免除了运行中对油的监护。

需要指出的是,由于这种油箱采用全密封形式,因而对器身要求非常严格,所有螺钉、螺帽都要仔细锁紧,不允许有任何松动。

在油箱材料上,为适应地下配电变压器的特殊要求,一些配电变压器的油箱采用抗腐蚀的玻璃纤维增强塑料。最近,还有的厂家研制了用铝合金制作油箱的变压器。

三、铁心结构

近年来,铁心结构改进不大,基本上仍是心式和壳式两大类。大多数厂家均采用心式结构,而少数厂家采用壳式结构。这是由各厂工艺设备条件的生产传统所决定的。

从目前来看,卷铁心仍有很大发展前途,而渐开线铁心由于其空载损耗和噪声较大等问题比较难以解决,目前看来发展前途不大。连这种铁心的创始厂之一的法国CEM公司也早在十年前就已停止生产这种铁心了。

为提高铁心性能,一些国家生产的配电变

压器均采用全斜接缝,其中柱为“两头尖”形状。铁心片均经过退火处理。为避免重复拆装上铁轭而增加损耗和工时,在叠装时均不叠上铁轭,叠板时用阶梯形卡具定位。铁心片一般也不涂漆,不绑扎,而刷快干环氧树脂漆。

为提高生产效率,铁心截面的发展趋势可能是矩形的,但这种必须要与矩形线圈相配合。对圆形线圈,铁心片仍应分级,一般直径200mm分7级,340mm分10级。

改进铁心性能的主要途径是选用新型铁心材料。日本制造的配电变压器已开始采用高导磁的晶粒取向硅钢片。这种硅钢片厚度仅0.27mm。与以前产品相比,磁密从1.82T提高到1.92T,铁损降低18%,噪声下降5dB,其表面涂有玻璃质薄膜,不需退火涂漆。

美国最近已研制出一种新型铁心材料—Metglas合金。用这种材料制造配电变压器铁心,空载损耗可降低60%以上。表2示出了第一台用Metglas合金制成的15kVA配电变压器和同容量普通变压器性能的对比数据。

表2 Metglas变压器和普通变压器性能对比

项 目	普通变压器	Metglas 变压器
空载损耗(W)	112 (100%)	14 (12.5%)
励磁电流(A)	2.5 (100%)	0.12 (4.6%)
负载损耗(W)	210 (100%)	166 (79%)
总 损 耗(W)	322 (100%)	180 (56%)
节约用电(W)	0	142
电力公司增加的收益(美元)	0	62.2
工作温度(℃)	100	70

四、线圈结构

在线圈结构上,已比较广泛地采用箔式线圈。这种线圈早在60年代就开始应用。十多年来,这种线圈在技术上和经济上的好处已得到了公认。其特点是结构紧凑,填充系数高。可通过线圈两端之间几乎线性的冲击电压分布而得到较好的冲击特性。由于总体结构上的轴向不对称度大大减少,短路力约下降10%,从而减少了对绝缘系统的应力,简化了线圈轴向

支撑结构。尤其是这种线圈特别适合于机械化生产。使用瑞士麦卡尔公司制造的箔式线圈卷制机,一名工人一小时可卷小于630kVA的线圈3个。

这种结构的线圈不仅用在树脂浇注变压器中,而且在油浸变压器也得到了广泛应用。一些国家的产品,低压线圈用金属箔,而高压线圈用漆包线,高压线圈直接紧密地绕在相应的低压线圈外(即所谓成套式线圈)。这两个线圈间的必要的绝缘距离是靠成形撑条或瓦楞纸板来保证的(图2)。高压线圈,500kVA及以上的一般采用连续式,小于500kVA的采用筒式或分段式。比利时鲍威尔变压器厂的配电变压器,当线圈直径小于150mm时用铜箔,大于250mm时用铝箔。其高压线圈多采用分段式,10kV的用4段,22kV的用8段。苏联新设计的35kV级以下中小型油浸式变压器系列,低压线圈用铝箔,高压线圈用漆包线,层间绝缘用氟化薄膜。与老系列相比,短路损耗降低10%,总重降低30%。

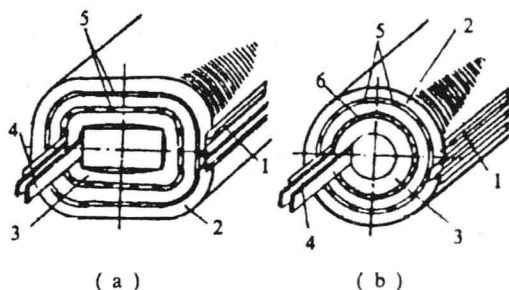


图2 线圈结构示意图

a—矩形线圈;b—圆形线圈。

1—高压引线;2—高压层式线圈;3—低压箔式线圈;

4—低压引线;5—撑条;6—瓦楞纸油道撑条。

由于目前绕线技术有可能做到用简单的绕线模来绕制矩形线圈,因而各国也研制发展了矩形成套式线圈,从而可采用不分级的矩形铁心。这种线圈的辐向强度比一般的圆形线圈高,它靠一种专门的压铁加以支撑。而轴向力本来就比较小的。按这种结构,线圈可以