



北京高等教育精品教材

BEIJING GAODENG JIAOYU JINGPIN JIAOCAI

清华大学电气工程系列教材

高电压试验技术 (第4版)

High-voltage Testing Technology (Fourth Edition)

陈昌渔 王昌长 高胜友 编著

Chen Changyu Wang Changchang Gao Shengyou

谈克雄 主审

Tan Kexiong

清华大学出版社



北京高等教育精品教材
BEIJING GAODENG JIAOYU JINGPIN JIAOCAI

清华大学电气工程系列教材

高电压试验技术 (第4版)

High-voltage Testing Technology (Fourth Edition)

陈昌渔 王昌长 高胜友 编著

Chen Changyu Wang Changchang Gao Shengyou



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

高电压试验技术是高电压工程领域的重要组成部分,此外它还与脉冲功率技术、激光技术、高压加速器和高能物理等技术密切相关。在本书的编写中,作者尽量做到取材丰富,内容翔实。本书前8章讲述高电压试验设备及相应的测量装置,内容包括交流高压、直流高压、雷电冲击电压、操作冲击电压和冲击电流的测试。第9、10两章分别叙述介质损耗因数和介质内部局部放电的测量。第11章专门讨论高电压实验室设计中的一些技术问题。本书着重讲清试验设备和测量装置的工作原理,并提供设计和选择这些设备与装置的方法,同时还介绍了最新的国家标准和IEC的有关规定。

本书可作为高电压及绝缘技术专业研究生的选修课教材以及高校强电专业的参考教材,也适合电力系统和电工制造部门的工程技术人员和研究人员用作自学和培训教材。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

高电压试验技术/陈昌渔,王昌长,高胜友编著.—4版.—北京:清华大学出版社,2017

(清华大学电气工程系列教材)

ISBN 978-7-302-48979-5

I. ①高… II. ①陈… ②王… ③高… III. ①高电压试验设备—教材 IV. ①TM83

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第293295号

责任编辑:许 龙

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:18.5

字 数:447千字

版 次:1985年1月第1版 2017年12月第4版

印 次:2017年12月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:49.80元

产品编号:072556-01

编著者简介

陈昌渔 清华大学教授。1955年毕业于清华大学电机系。曾两届担任清华大学教材委员会委员和中国电工技术学会电工测试委员会委员。是在苏联专家指导下,国内第一位完成兆伏级冲击电压发生器的设计者。1989年访问荷兰 Eindhoven 理工大学,1994—1995年在美国南加州大学访问工作。与他人合作的科研项目获得省部级科技一等奖和三等奖各一次。曾五次获校级科技及教学奖。2000年主编《中国电力百科全书·电工基础卷》(第二版)。2003年合编教材《高电压工程》。

王昌长 清华大学教授。1954年毕业于清华大学电机系。长期从事高电压试验技术、电力设备在线监测、可靠性评估的教学和科研工作。主编《电力设备在线监测与故障诊断》教材,参编专著《电气设备状态监测与故障诊断技术》、《电绝缘诊断技术》和《数理统计在高电压技术中的应用》。两次访问美国南加州大学并参加合作研究。先后发表论文 50 余篇。所参加的科技项目“ZRF 型阻尼式两用电容分压器”获得国家教委科技成果二等奖,“500kV 直流分压器”获北京市科技进步三等奖。

高胜友 1990年考入清华大学电机系,工学博士,现任清华大学高电压实验室主任。主要从事高电压试验及电力设备的在线监测与故障诊断方面的教学与科研工作。获省部级科技进步奖四项。发表论文 50 余篇,合作编写教材《电力设备在线监测与故障诊断》和专著《输变电设备风险评价与检修策略优化》,参编《中国电力百科全书》(第三版)和《高电压绝缘技术》(第三版)。

主审者简介

谈克雄 清华大学教授,博士生导师。1958年毕业于西安交通大学电机系,随即至清华大学工作。1982—1984年、1990年分别在德国慕尼黑工业大学、布伦瑞克工业大学访问研究。长期从事高电压绝缘技术、高电压测试技术和故障诊断等方面的教学、科研工作。编著(译)有《高电压绝缘技术》等教材和专著,任《中国电力百科全书·电工基础卷》(第二版、第三版)副主编。获国家自然科学三等奖(1993)和四项省部级科技进步奖。1995年获国务院特殊津贴。

清华大学电气工程系列教材编委会

主 任 曾 嵘

编 委 梁曦东 孙宏斌 夏 清

肖 曦 于歆杰 袁建生

赵 伟 朱桂萍

序



“电气工程”一词源自英文的“Electrical Engineering”。在汉语中，“电工程”念起来不顺口，因而便有“电机工程”、“电气工程”、“电力工程”或“电工”这样的名称。20 世纪 60 年代以前多用“电机工程”这个词。现在国家学科目录上已经先后使用“电工”和“电气工程”作为一级学科名称。

大约在第二次世界大战之后出现了“电子工程”(Electronic Engineering)这个词。之后，随着科学技术的迅速发展，从原来的“电(机)工程”范畴里先后分划出“无线电电子学(电子工程)”“自动控制(自动化)”等专业，“电(机)工程”的含义变窄了。虽然“电(机、气)工程”的专业含义缩小到“电力工程”和“电工制造”的范围，但是科学技术的发展使得学科之间的交叉、融合更加密切，学科之间的界限更加模糊。“你中有我，我中有你”是当今学科或专业的重要特点。因此，虽然高等院校“电气工程”专业的教学主要定位于培养与电能的生产、输送、应用、测量、控制等相关科学和工程技术的专业人才，但是教学内容却应该有更宽广的范围。

清华大学电机系在 1932 年建系时，课程设置基本上仿效美国麻省理工学院电机工程学的模式。一年级学习工学院共同必修课，如普通物理、微积分、英文、国文、画法几何、工程画、经济学概论等课程；二年级学习电工原理、电磁测量、静动力学、机件学、热力学、金工实习、微分方程及化学等课程；从三年级开始专业分组，电力组除继续学习电工原理、电工实验、测量外，还学习交流电路、交流电机、电照学、工程材料、热力工程、电力传输、配电工程、发电所、电机设计与制造以及动力厂设计等选修课程。西南联大时期加强了数学课程，更新了电工原理教材，增加了电磁学、应用电子学等主干课程和电声学、运算微积分等选修课程。抗战胜利之后又增设了一批如电子学及其实验，开关设备、电工材料、高压工程、电工数学、对称分量、汞弧整流器等选修课程。

1952 年院系调整之后，开始了学习苏联教育模式的教学改革。电机系以莫斯科动力学院和列宁格勒工业大学为模式，按专业制定和修改教学计划及教学大纲。这段时期教学计划比较注重数学、物理、化学等基础课，注重电工基础、电机学、工业电子学、调节原理等技术基础课，同时还加强了实践环节，包括实验、实习和“真刀真枪”的毕业设计等。但是这个时

期存在专业划分过细,工科内容过重等问题。

改革开放之后,教学改革进入一个新的时期。为了适应科学技术的发展和人才市场从计划分配到自主择业转变的需要,清华大学电机系在 20 世纪 80 年代末把原来的电力系统及其自动化、高电压与绝缘技术、电机及其控制等专业合并成“宽口径”的“电气工程及其自动化”专业,并且开始了更深刻的课程体系的改革。首先,技术基础课的课程设置和内容得到大大的拓展。不但像电工基础、电子学、电机学这些传统的技术基础课的教学内容得到更新,课时有所压缩,而且像计算机系列课、控制理论、信号与系统等信息科学的基础课程以及电力电子技术系列课已经规定为本专业必修课程。此外,网络和通信基础、数字信号处理、现代电磁测量等也列入了选修课程。其次,专业课程设置分为专业基础课和专业课两类,初步完成了从“拼盘”到“重组”的改革,覆盖了比原先 3 个专业更宽广的领域。电力系统分析、高电压工程和电力传动与控制等成为专业基础课,另外,在专业课之外还有一组以扩大专业知识和介绍新技术、新进展为主的任选课程。

虽然在电气工程学科基础上新产生的一些研究方向先后形成独立的学科或专业,但是曾经作为第三次工业革命三大动力之一的电气工程,其内涵和外延都会随着科学技术和社会经济的发展而发展。大功率电力电子器件、高温超导线材、大规模互联电网、混沌动力学、生物电磁学等新事物的出现和发展等,正在为电气工程学科的发展开辟新的空间。教学计划既要有相对的稳定,又要与时俱进、不断有所改革。相比之下,教材的建设往往相对滞后。因此,清华大学电机系决定分批出版电气工程系列教材,这些教材既反映近 10 多年来广大教师积极进行教学改革已经取得的丰硕成果,也表明我们在教材建设上还要不断努力,为本专业和相关专业的教学提供优秀教材和教学参考书的决心。

这是一套关于电气工程学科的基本理论和应用技术的高等学校教材。主要读者对象为电气工程专业的本科生、研究生以及在本专业领域工作的科学工作者和工程技术人员。欢迎广大读者提出宝贵意见。

清华大学电气工程系列教材编委会

2003 年 8 月于清华园

前言



我国在 2009 年建成交流 1000 kV 特高压输电系统和直流 ± 800 kV 输电系统,标志着中国电力工业和高电压技术的迅猛发展。高电压技术的快速发展是超高电压和特高电压输电技术发展的重要基础。高电压技术的研究对象是各种形态的高电压和各种性能的电介质。尽管一百多年来高电压技术已有了很大的发展,但关于电介质击穿的一些机理还不是很清楚,许多实际问题需要依靠试验来解决。由于试验技术对高电压技术如此重要,以及它所使用的一些手段的特殊、内容的丰富和技术的复杂,使它成为高电压技术领域的一个重要分支。

本书内容包括高电压试验设备和测量技术两大方面,还涉及高电压试验室的建设。书中还介绍了有关高电压试验技术的新版中国国家标准和国际电工委员会 IEC 的推荐标准。对于某些产品试验的特殊要求,可查阅相关的试验规程。本书内容还涉及电力系统中预防性试验所用到的重要设备、仪器和试验方法,而对预防性试验的具体要求和结果分析,请参见《高电压绝缘技术》教材。

本书在编写过程中,一方面力求深入阐述高电压试验设备和测量装置的工作原理,另一方面也提供许多实际应用知识,如测试设备的设计和选择方法。学完本书后,应能掌握高电压试验技术的基本原理和一般的试验方法,还应能掌握组建高电压试验室的一些必要知识。书后的附录中提供了主要高电压设备、元件或有关材料的性能数据及计算程序,以便于查阅和应用。本书可以作为高校强电专业的参考教材,高电压与绝缘技术专业研究生的选修课教材,同时也可以作为电力系统或电气设备制造部门的工程技术人员的培训及自学教材。

本书第 1 版于 1982 年出版,被清华大学、西安交通大学等高校作为教材使用,并于 1986 年获得清华大学教材一等奖。

随着科学技术的快速发展、高电压试验技术的国家标准及有关 IEC 标准和行业标准的更新,有必要对本书内容进行较大幅度的修订。2003 年,修订后的本书第 2 版出版。在第 2 版中,更注意了内容上讲清物理概念,精简了一些数学推导过程;在冲击电压发生器电路计算中,引入了 4 阶回路的计算程序;结合编著者的科研成果,增补和更新了本书内容,例如在冲击电压的测量中新增了微分积分测量系统和加强了阻容分压器的理论分析;在精简

高电压示波器内容的同时,新增了数字存储示波器的内容;在对绝缘 $\tan\delta$ 的测量中,新增了在线监测和全数字测量;在绝缘的局部放电测量中,新增了局部放电的定位和其他检测方法,以及局部放电的现场测试等内容。此外还新增了练习题和思考题。

本书的第3版于2009年9月问世。第3版中进一步根据最新的IEC标准、国家标准及行业标准(DL/T992—2006),对内容进行了修改;删除了一些原参考苏联和日本著作所写的内容;根据清华大学肖达川教授的建议,在电路分析中改用卷积定理取代杜阿美尔积分,以便与电路课程更好地衔接;在第2章的交流分压器的理论分析中,改用拉普拉斯变换法,使它能与后面冲击分压器部分的理论分析相呼应;在冲击电流发生器的内容中,增加了非线性电路计算程序;书后增添了习题的答案。本书第3版还被评为“北京高等教育精品教材”。

在本书第4版中,全部采用最新颁布的高电压技术方面的IEC及国家标准的内容;在第5章冲击电压的产生中,增加了高压变压器进行操作冲击试验的内容,根据国家标准GB/T 16927.3—2010《高电压现场试验的定义及要求》,对用变压器进行高频振荡型操作冲击电压试验的电路进行了理论分析;在对绝缘的 $\tan\delta$ 测量中,新增了变频抗干扰法;对全书的插图和计算式中的符号,全部改用国家标准规定的符号。

在第4版的修订工作中,陈昌渔修订了第1、2、5~8和11章;王昌长与高胜友修订了第3、4章;高胜友修订了第9、10章及第5章的5.11.4节;陈昌渔与王昌长修订了附录A;谈克雄与陈昌渔修订了附录B、C、D、F;陈昌渔与王昌长校订了习题答案。全书经由谈克雄教授仔细主审,修改了一些原书中的文字、计算式、计算程序及插图中的差错或不合适的表达,他不仅做了全书的审阅工作,而且参与改写了书中多处的文字和插图的内容[如计算式(2-18)及附录F等],使得本书的质量有大幅度的提高。

本书所列的计算程序全部采用FORTRAN语言编写。谭浩强教授向笔者指出,FORTRAN语言仍然是用于科学计算的优秀高级语言,并不因出现其他语言而使之地位下降。

清华大学戚庆成、杨学昌教授对本书提出了修改意见,西安交通大学邱毓昌教授为本书书写了评语,我们对此深表感谢。

在本书第4版出版时,编著者对已故的张仁豫教授致以敬意!深深感谢和纪念他首先在清华大学讲授“高电压试验技术”课程以及他为编写教材所付出的劳动。

在我国处于超高电压和特高电压输电大力发展的大好形势下,希望本书的出版能为广大读者在技术上提供帮助。

限于编著者水平,本书内容中错误和不当之处在所难免,请读者给予指正。

编著者

2017年8月于清华园

目录

第1章 交流高电压试验装置	1
1.1 概述	1
1.2 高电压试验变压器的结构型式及主要参数	3
1.2.1 高电压试验变压器的结构型式	3
1.2.2 试验变压器的主要参数	4
1.3 串级高压试验变压器	6
1.3.1 串级变压器的基本原理	6
1.3.2 降低试验变压器短路电抗的内部结构措施	9
1.3.3 自耦式串级变压器的短路电抗计算	9
1.3.4 几种自耦式串级试验变压器的外形及结构	11
1.3.5 串级试验变压器的优缺点	13
1.4 高电压试验变压器的调压装置	13
1.4.1 自耦调压器	13
1.4.2 移圈式调压器	14
1.4.3 电动发电机组	15
1.5 试验变压器输出电压的升高及波形畸变	16
1.5.1 容性试品上的电压升高及引起的测量误差	16
1.5.2 试品击穿引起的恢复过电压及防止方法	17
1.5.3 试验变压器输出电压的波形失真及改善措施	20
1.6 交流高压串联谐振试验装置	21
1.7 用高压试验变压器产生操作冲击电压	24
1.7.1 电容器对变压器一次侧放电产生操作冲击电压	25
1.7.2 用闸流管使变压器一次侧瞬间接通工频电源产生操作冲击电压	26
思考题	27
习题	27

参考文献	28
第2章 交流高电压的测量	29
2.1 概述	29
2.2 测量球隙	31
2.3 静电电压表	34
2.4 高压交流分压器及充气标准电容器	38
2.4.1 交流分压器的测量误差分析	39
2.4.2 交流电容分压器的组成	43
2.4.3 电容分压器等效电容的测量	46
2.5 峰值电压表	46
2.5.1 利用电容电流整流测量峰值电压	47
2.5.2 利用电容器上的整流充电电压测量峰值电压	47
2.5.3 有源数字式峰值电压表	50
思考题	51
习题	51
参考文献	51
第3章 直流高电压试验装置	52
3.1 概述	52
3.2 高压硅堆	55
3.3 硅堆的电压分布和均压措施	57
3.4 倍压电路	59
3.5 直流高压串级发生器	62
3.6 小型化的直流高压串级发生器	70
思考题	73
习题	74
参考文献	74
第4章 直流高电压的测量	75
4.1 概述	75
4.2 测量间隙	76
4.2.1 棒-棒空气间隙	76
4.2.2 用棒间隙校核直流高电压测量装置	76
4.2.3 球-球空气间隙	77
4.3 静电电压表	77
4.4 电阻分压器	78
4.4.1 高欧姆电阻器	78
4.4.2 降低电阻分压器测量误差的措施	78

4.4.3 电阻分压器实例	80
4.4.4 交、直流两用阻容分压器	81
4.5 桥式电阻分压器	81
4.5.1 工作原理	81
4.5.2 电阻的短时稳定性	82
4.5.3 分压比的误差	83
4.5.4 桥式电阻分压器实例	83
4.6 测量系统的比对和校准	84
思考题	86
习题	86
参考文献	86
第5章 冲击电压的产生	88
5.1 冲击电压发生器的功用和冲击电压波形	88
5.2 冲击电压发生器的基本原理	91
5.3 发生器放电回路的数学分析	94
5.3.1 基本回路的分析	94
5.3.2 简化回路的近似计算分析	96
5.3.3 考虑回路电感的简化回路分析	97
5.3.4 发生器放电回路的程序计算	99
5.4 冲击电压发生器的充电回路	101
5.5 冲击电压发生器的同步	104
5.5.1 中间球隙过电压状态分析	104
5.5.2 改善发生器同步性能的措施	106
5.6 雷电冲击电压的波形振荡	109
5.6.1 阻尼条件分析	109
5.6.2 发生器电感和杂散电容的求取	111
5.7 冲击电压发生器的结构	113
5.8 冲击电压发生器设计计算举例	115
5.9 雷电冲击截波电压的产生	119
5.10 陡波前冲击电压的产生	121
5.11 操作冲击电压的产生	123
5.12 电力变压器的操作冲击电压试验	125
5.12.1 概述	125
5.12.2 变压器高压绕组端部对地等效电容的估算	125
5.12.3 电力变压器的非振荡型操作冲击电压试验	127
5.12.4 电力变压器的振荡型操作冲击电压试验	130
思考题	135
习题	135

参考文献	135
第6章 冲击高电压的测量	137
6.1 概述	137
6.2 用球隙测量冲击电压的特点	137
6.3 冲击高电压分压器	138
6.3.1 冲击高压分压系统的构成	138
6.3.2 冲击测量系统的转移特性	140
6.3.3 各类冲击电压分压器概述	145
6.3.4 电阻分压器	145
6.3.5 电容分压器	159
6.3.6 阻容串联分压器	162
6.3.7 微分积分测量系统	168
6.3.8 冲击测量系统的性能试验和校准	171
6.4 高压示波器	174
6.5 数字存储示波器	176
6.5.1 发展及应用	176
6.5.2 基本原理	176
6.5.3 主要技术指标	177
6.5.4 DSO 应用于高电压测试中的基本技术指标和注意事项	179
6.6 高电压测试的抗干扰措施	181
6.6.1 电磁干扰的主要来源和防止措施	181
6.6.2 抗干扰综合措施实例	182
6.6.3 冲击测量系统的干扰试验	182
6.7 光电测量系统	183
思考题	185
习题	185
参考文献	186
第7章 冲击电流发生器	188
7.1 概述	188
7.2 冲击电流发生器的基本原理	189
7.3 冲击电流发生器的结构	190
7.4 冲击电流峰值和波形的调节	193
7.4.1 线性阻抗元件的电路	193
7.4.2 含有非线性电阻元件的电路	194
7.5 冲击电流方波发生器	194
7.6 冲击电流发生器的恒流充电	195
7.6.1 采用恒流源充电的必要性	195

7.6.2	L - C 恒流源的基本原理	196
7.6.3	恒流充电装置的实例	198
思考题		199
习题		199
参考文献		199
第 8 章 冲击电流的测量		200
8.1	概述	200
8.2	分流器	200
8.2.1	对分流器的性能要求	200
8.2.2	分流器的几种结构形式	201
8.3	罗戈夫斯基线圈	204
8.3.1	罗戈夫斯基线圈测量电流的原理和特点	204
8.3.2	两种积分方式的罗戈夫斯基线圈	205
8.3.3	罗戈夫斯基线圈的结构	206
8.4	冲击电流测量系统的性能试验	207
8.4.1	IEC 标准和中国国家标准规定测量系统要进行的试验	207
8.4.2	阶跃响应及其试验	208
思考题		209
习题		209
参考文献		209
第 9 章 介质损耗因数和电容的测量		210
9.1	概述	210
9.2	西林电桥	211
9.2.1	基本原理和接线	211
9.2.2	杂散电容和电桥屏蔽	213
9.2.3	外界电磁场的干扰和消除	214
9.2.4	电桥的准确度和指零仪	216
9.3	电流比较仪式电桥	216
9.4	变频介质损耗因数测量仪	218
9.5	介质损耗因数的在线监测	220
思考题		220
习题		221
参考文献		221
第 10 章 局部放电测量		222
10.1	概述	222
10.2	局部放电的检测	224

10.2.1	脉冲电流法	224
10.2.2	检测阻抗	225
10.2.3	局部放电检测装置	226
10.2.4	局部放电仪的校准	227
10.2.5	局部放电起始电压和熄灭电压	228
10.3	局部放电检测时的干扰和抗干扰措施	228
10.4	局部放电的定位及其他检测方法	231
10.5	局部放电的现场测试和在线监测	233
	思考题	235
	习题	235
	参考文献	235
第 11 章	高电压实验室	236
11.1	高电压实验室的主要装置及其参数	236
11.2	高电压实验室的净空距离	238
11.3	高电压实验室的屏蔽	239
11.3.1	屏蔽的作用和原理	239
11.3.2	高电压实验室的屏蔽结构	242
11.4	高电压实验室的接地	245
11.4.1	接地的作用	245
11.4.2	接地装置的实施	246
11.4.3	接地系统的性能试验	246
11.5	高电压实验室的建筑	247
11.6	高电压实验室的基本安全规则	248
	思考题	249
	习题	249
	参考文献	249
	习题答案	250
附录 A	附表	253
表 A1	球隙放电标准	253
表 A2	大容量成套工频高压试验装置主要技术数据	257
表 A3	高压脉冲电容器和整流用电容器	258
表 A4	高压硅堆技术参数	259
表 A5	同轴电缆参数表	260
表 A6	电阻合金材料的性能和特点	261
表 A7	常用电阻合金线规格	262
表 A8	国产电源滤波器的主要性能	263
表 A9	各类设备的 1 min 工频耐受电压	263

表 A10	各类设备的雷电冲击耐受电压	264
表 A11	超高压及特高压设备的标准绝缘水平	264
表 A12	特高压变压器的试验电压值	265
表 A13	1000 kV 设备绝缘额定耐受电压	265
参考文献		265
附录 B	冲击电压发生器(3~5 阶电路)输出电压象函数的表达式	266
附录 C	冲击电压发生器的放电回路计算程序	268
附录 D	振荡型操作冲击电压发生回路的计算程序	271
附录 E	冲击电流发生器的放电回路计算程序	274
附录 F	冲击电流发生器(包含非线性电阻)放电回路的计算程序	276

第 1 章

交流高压试验装置

1.1 概 述

交流高压试验装置主要是指高压试验变压器。本章除介绍高压试验变压器外,还介绍了高压串联谐振试验装置。

电力系统中的电气设备,其绝缘不仅经常受到工作电压的作用,而且还会受到雷电过电压和内部过电压等的侵袭。高压试验变压器的作用在于产生工频高压,使之作用于被试电气设备的绝缘上,以考验其在长时工作电压及瞬时内过电压下是否能可靠工作。另外,它也是试验研究高压输电线路的气体绝缘间隙、电晕损耗、静电感应、长串绝缘子的闪络电压以及带电作业等项目必需的高压电源设备。近年来,由于超高压及特高压输电的发展,必须研究内绝缘或外绝缘在操作冲击电压作用下的击穿规律及击穿数值。利用高压试验变压器还可以产生“长波前”类型的操作冲击电压。因此工频试验变压器除了产生工频试验电压,以及作为直流高压和冲击高压装置的电源变压器的固有的功用外,还可以用来产生操作冲击试验电压。所以,工频试验变压器是高压实验室内不可缺少的主要装置之一。由于它的电压值需要满足能检验电气设备耐受内部过电压的要求,故试验变压器的工频输出电压将大大超过电力变压器的额定电压值,常达几百千伏甚至几千千伏。目前我国和世界上多数工业发达国家都具有 2250 kV 的试验变压器。

试验变压器在原理上与电力变压器并无区别,只是前者电压较高,变比较大。由于电压值高,所以要采用较厚的绝缘及较宽的间隙距离,试验变压器的漏磁通也因此较大,短路电抗值也较高,而电压高的串级试验变压器的总短路电抗值则更大。由于在大的电容负载下,试验变压器一、二次侧的电压关系与线圈匝数比有一些差异,因此试验变压器常常使用特殊的测量电压用的线圈。当变压器的额定电压升高时,它的体积和重量的增加趋势超过按额定电压的三次方(U^3)的上升速度。为了限制单台试验变压器的体积和重量,有必要在接线上和结构上采取一些特殊措施,例如目前所采用的串级装置等。这样,试验变压器在某些情况下,具有特殊形式。

试验变压器的运行条件与电力变压器是不同的,例如: