

非晶合金 铁心配电变压器 应用技术

盛万兴 王金丽 编著

FEIJINGHEJIN
TIXINPEIDIANBIANYAQI
YINGYONGJISHU



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

非晶合金 铁心配电变压器 应用技术

· 盘城兴 · 王金丽 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是关于非晶合金铁心配电变压器应用的一本专著。基于非晶合金铁心配电变压器技术发展与应用状况,剖析了其制造与应用技术,提出了以效率、有功损耗率、年综合损耗、年运行费用、多投资回收期以及总费用等进行综合技术经济性分析的理论计算方法,给出了试点应用工程建设模式方案,以实际应用案例为依托,综合评估了非晶合金铁心配电变压器在系统运行中的实际节能效果;结合理论分析与实践,总结给出了非晶合金铁心配电变压器具体选型与运行管理办法。

本书集中了非晶合金铁心配电变压器应用研究的优秀成果,对科学合理评价和选用非晶合金铁心配电变压器具有重要的引导和示范作用,全面服务于创建节约型社会,落实科学发展观,对促进城乡电网节能降耗具有重要的现实意义。

本书可作为国内供用电企业、科研部门中从事配电网规划、工程技术、科研等方面的工作者以及大学生、研究生等参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

非晶合金铁心配电变压器应用技术/盛万兴,王金丽
编著. —北京:中国电力出版社, 2009
ISBN 978-7-5083-9573-9

I. 非… II. ①盛…②王… III. 非晶态合金-铁
心-配电变压器 IV. TM421

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 191729 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 11 月第一版 2009 年 11 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 11.5 印张 200 千字

印数 0001 - 3000 册 定价 25.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

2005年国务院发出了《关于做好建设节约型社会近期重点工作的通知》，2006年《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》中提出：“全面落实科学发展观，加快经济增长方式转变，建设资源节约型、环境友好型社会，实现可持续发展。”并要求：“强化能源节约和高效利用的政策导向，加大节能力度。通过优化产业结构特别是降低高耗能产业比重，实现结构节能；通过开发推广节能技术，实现技术节能。”《国务院关于加强节能工作的决定》要求：“充分认识加强节能工作的重要性和紧迫性，用科学发展观统领节能工作，到‘十一五’期末，万元国内生产总值（按2005年价格计算）能耗下降到0.98吨标准煤，比十五期末降低20%左右，平均年节能率为4.4%。”《国家电网公司农网“十一五”科技发展规划纲要》明确要求：继续加强农网建设，调整网络布局，优化网络结构，提高电网供电能力、提高农网整体装备技术水平、提高供电质量和供电可靠性；加强“四新”技术和产品的研究开发与推广应用。一次设备建设中，大力推广节能型、环保型配电变压器，提高农网节能降损水平。积极推广应用节能、降损、环保技术，淘汰高耗能变压器。中压综合线损率降到9%以下，低压线损率降到11%及以下，10kV母线功率因数达到0.95以上的目标。

我国自1998年开始大规模城乡电网建设与改造以来，大力推广应用S9型节能配电变压器，停止生产S7型配电变压器并淘汰电网中“64”、“73”系列高耗能变压器，对降低电网线损起到了积极作用。据统计，线损率从1996年的8.52%下降到2003年的7.71%，但与国际先进国家相比仍高出1~2个百分点。降低配电变压器的损耗，提高供配电系统的效率，是目前世界各国关注的问题。在整个供电系统中，配电变压器所占比重最大，改进其性能，降低损耗指标，对电力系统节能、提高系统可靠性具有重要的意义。随着新材料、新结构、新工艺的应用，包括配电变压器在内的新

型节能配电设备层出不穷，性能水平不断提升，量大面广的配电变压器仍具有很大的节能空间。

非晶合金铁心配电变压器作为一种新型节能配电设备，因其具有突出的低空载损耗特性，备受生产厂家与用户所关注，在应用中对其综合技术经济性却颇有争议。国家电网公司积极响应国家的节能降损政策，在系统内不断推广应用节能设备，为了更好地引导和规范用户对非晶合金铁心配电变压器产品的应用，国家电网公司委托以中国电力科学研究院为主的多家公司开展《非晶合金铁心配电变压器在新农村建设中的应用研究》项目的研究，系统地分析非晶合金铁心配电变压器的综合性能和在实际运行中的节能效果，为用户合理选用该类产品提供科学依据。本书即为该项目的研究成果之一。

本书共分六章。

第一章为绪论，简要介绍了非晶合金铁心配电变压器的发展状况、主要分类以及应用现状与前景。

第二章为非晶合金铁心配电变压器制造及应用技术，重点介绍了非晶合金带材情况、非晶合金铁心配电变压器的制造工艺与特性，分析了非晶合金铁心配电变压器在国内应用的必要性、过电压与过负荷对非晶合金铁心配电变压器的影响以及目前推广应用非晶合金铁心配电变压器的主要制约因素。

第三章为非晶合金铁心配电变压器技术经济分析，对非晶合金铁心配电变压器与 S11 型配电变压器（包括常规类型和有载调容型）进行了技术比较，分析了非晶合金铁心配电变压器的价格与主要性能，基于当前调研价格对非晶合金铁心配电变压器的综合经济性进行了深入研究，给出了影响非晶合金铁心配电变压器技术经济性分析的主要因素。

第四章为非晶合金铁心配电变压器应用案例，介绍了非晶合金铁心配电变压器应用建设情况，以试点应用工程为依托，重点分析了非晶合金铁心配电变压器实际节能效果和规模应用效益，给出了非晶合金铁心配电变压器噪声水平测试方法和实测数据，结合试点应用非晶合金铁心配电变压器实际采购价格情况与常规 S11 型配电变压器进行了投资分析比较。

第五章为非晶合金铁心配电变压器选型，介绍了配电变压器应用现状和过电压与过负荷情况，给出了科学选用非晶合金铁心配电变压器的方法

与依据，总结提出了容量配置及无功补偿方案。

第六章为非晶合金铁心配电变压器运行管理，从新非晶合金铁心配电变压器安装与投运、运行检测、设备与人员管理等方面，给出了有效的管理与解决方法。

另外，为方便用户选用非晶合金铁心配电变压器，将《非晶合金铁心配电变压器在新农村建设中的应用研究》项目研究成果“SH15型非晶合金铁心配电变压器与S11型配电变压器相比规定回收年限内允许差价”和“SH15型非晶合金铁心配电变压器为S11型配电变压器不同价格倍数时的多投资静态回收年限和计及资金时间价值的多投资回收年限”，作为资料性附录收入本书，以供查阅。

《非晶合金铁心配电变压器在新农村建设中的应用研究》项目成果形成过程中得到了国家电网公司科技部和农电工作部、河北省电力公司、山东省电力集团公司、陕西省电力公司、安徽省电力公司、辽宁省电力公司各级领导的高度重视和大力支持，在项目试点工程实施过程中，得到了安新县供电公司、安国市供电公司、临朐县供电公司、勉县供电公司、肥西供电公司、芜湖县供电公司、舒城县供电公司、沈北新区农电局、于洪区农电局的全力配合与协作，在项目的测试研究过程中，也得到了河北省涿州市供电公司和华北电网有限公司承德宽诚供电公司的大力支持与配合，在此表示最诚挚的感谢！

在成书过程中，作者查阅和吸收了相关科研院所、制造厂家、供电公司 and 个人的论文与成果，在此对所引用资料的作者表示最诚挚的谢意！

本书由中国电力科学研究院出版基金资助。

本书承蒙中国电力出版社给予的大力支持，在此致以衷心的感谢！

限于作者水平，书中不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2009年8月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 非晶合金铁心配电变压器发展状况.....	1
第二节 非晶合金铁心配电变压器主要分类.....	8
第三节 非晶合金铁心配电变压器应用现状	10
第二章 非晶合金铁心配电变压器制造及应用技术	14
第一节 非晶合金带材	14
第二节 非晶合金铁心配电变压器制造工艺	18
第三节 非晶合金铁心配电变压器的特性分析	22
第四节 非晶合金铁心配电变压器在国内应用的必要性	27
第五节 过电压与过负荷对非晶合金铁心配电变压器的影响	30
第六节 推广应用非晶合金铁心配电变压器的制约因素	32
第三章 非晶合金铁心配电变压器技术经济分析	35
第一节 与 S11 型配电变压器技术比较	35
第二节 非晶合金铁心配电变压器价格分析	42
第三节 非晶合金铁心配电变压器性能分析	43
第四节 非晶合金铁心配电变压器综合经济性分析	56
第五节 影响技术经济分析的主要因素	84
第四章 非晶合金铁心配电变压器应用案例	86
第一节 非晶合金铁心配电变压器应用工程建设	86
第二节 非晶合金铁心配电变压器实际节能效果	88
第三节 非晶合金铁心配电变压器规模应用效益	100
第四节 非晶合金铁心配电变压器噪声水平测试	105
第五节 与 S11 型配电变压器投资比较	113

第五章 非晶合金铁心配电变压器选型	115
第一节 配电变压器应用现状	115
第二节 配电变压器过电压与过负荷情况	116
第三节 如何选用非晶合金铁心配电变压器	131
第四节 非晶合金铁心配电变压器容量配置	136
第五节 非晶合金铁心配电变压器无功补偿容量配置	142
第六章 非晶合金铁心配电变压器运行管理	150
第一节 新装非晶合金铁心配电变压器安装与投运	150
第二节 非晶合金铁心配电变压器运行检测	152
第三节 设备及人员管理措施	157
附录A(资料性) SH15 型非晶合金铁心配电变压器与 S11 型配电变压器	
相比规定回收年限内允许差价	160
附录B(资料性) SH15 型非晶合金铁心配电变压器为 S11 型配电变压器	
不同价格倍数时的多投资静态回收年限和	
计及资金时间价值的多投资回收年限	168
参考文献	175

绪 论

第一节 非晶合金铁心配电变压器发展状况

一、配电变压器及其能效评价

电力系统共包括发电、输电、变配电、用电四大环节，电能由发电厂到电力终端用户要经过多级变压器。变压器是利用电磁原理进行电能变换和传输的器件，它的核心部件是铁心和绕组，铁心构成变压器的磁路部分，绕组构成变压器的电路部分。变压器自身存在阻抗，因此在电能变换和传输过程中也消耗能量。变压器损耗包括负载损耗和空载损耗。负载损耗主要是由变压器绕组的线圈电阻引起的，当交流电流流过线圈电阻时，其中一部分电能将转换成热能而损耗，负载损耗的大小与流过绕组电流的平方成正比，也称为可变损耗。变压器的空载损耗包括磁滞损耗和涡流损耗两部分，变压器只要带电运行，空载损耗就一直存在，它的数值大小与变压器的运行电压、铁心材料和设计密切相关。电力系统中一般认为系统电压基本稳定，对于一台制造完成的变压器，其空载损耗也基本是固定不变的，因此，变压器的空载损耗也称为固定损耗。

配电变压器是由较高电压降至最末级配电电压，直接做配电用的电力变压器。配电变压器在配电系统中将高配电电压等级的功率转换成低配电电压等级的功率，以供各种低压电气设备用电。配电变压器基本处于电力系统的末端，是供电环节中最重要也是最普遍的一次设备，其容量较小，一般在 2500kVA 及以下。尽管配电变压器单台容量远小于高电压等级的变压器，但其分布广、数量多、总容量大。我国幅员辽阔，且属于农业大国，农村电网中的季节性负荷居多、全年轻载或空载运行时间长。据相关统计表明，农村电网中的配电变压器损耗占农村电网损耗的 60%~70%，配电变压器运行效率低。通过采用新技术、新设备、新工艺、新材料改造，并在配电网中推广应用节能型配电变压器将具有较好的节能效果。非晶合金铁心配电变压器是一种新型节能配电变

压器,与传统硅钢配电变压器相比,具有突出的低空载损耗特性。

DL/T 985—2006《配电变压器能效技术经济评价导则》规定了变压器经济使用期一般为20年。变压器经济使用期是指变压器用户对所选用配电变压器经济运行年限的预期,主要用于对变压器的技术经济评价分析计算。而GB 20052—2006《三相配电变压器能效限定值及节能评价值》中则规定了三相配电变压器30~1600kVA容量等级的能效限定值、目标能效限定值以及节能评价值。在GB 20052—2006中规定的三相油浸式配电变压器的能效限定值,基本为GB/T 6451—2008《油浸式电力变压器技术参数和要求》中新S9型且联结组别为Yyn0的空载损耗和负载损耗值(即标准基础值),GB 20052—2006中规定的三相配电变压器的目标能效限定值则为GB/T 6451—2008规定的S11型且联结组别为Yyn0的空载损耗和负载损耗值。配电变压器的节能评价要求以目标能效限定值为基准,空载损耗和负载损耗允许偏差在7.5%以内,总损耗允许偏差在5%以内。另外,GB 20052—2006中还明确规定,配电变压器目标能效限定值应在本标准实施之日(即2006年7月1日)起的4年后开始实施,也就是从2010年7月1日起,我国电力系统中的配电变压器均应符合该标准中规定的目标能效限定值。

目前技术较成熟的油浸式非晶合金铁心配电变压器各容量等级的空载损耗值仅为S9型配电变压器的1/4左右。随着非晶合金材料的完全国产化和非晶合金铁心配电变压器制造技术的逐步完善、生产工艺水平的不断提高以及生产成本的下降,非晶合金铁心配电变压器在我国配电网中将具有较好的应用潜力。

二、非晶合金铁心配电变压器

非晶合金铁心配电变压器是一种采用非晶合金材料制作铁心的配电变压器,而传统配电变压器一般均采用各种类型的硅钢片制作铁心材料。用来制造非晶合金铁心配电变压器的铁基非晶合金是一种厚度极薄的非晶导磁材料,其磁滞损耗和涡流损耗都明显低于晶粒取向的硅钢片。

1. 产品型号及意义

非晶合金铁心配电变压器的产品型号是根据JB/T 3837《变压器类产品型号编制方法》而编制的,油浸式非晶合金铁心配电变压器产品型号及含义如图1-1所示。干式非晶合金铁心配电变压器产品型号及含义如图1-2所示。

2. 非晶合金铁心配电变压器能耗水平

按照机械行业标准JB/T 3837以及电力变压器损耗水平代号的确定方法,以9型为基础,空载损耗每降低10%,损耗水平提高一级,即10型配电变压

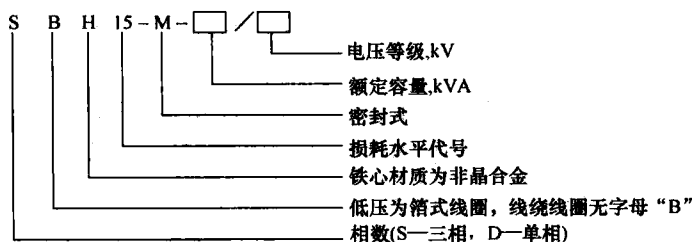


图 1-1 油浸式非晶合金铁心配电变压器产品型号及含义

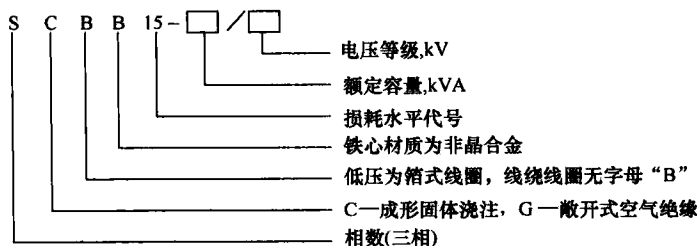


图 1-2 干式非晶合金铁心配电变压器产品型号及含义

器的空载损耗比 9 型的空载损耗降低 10%，11 型比 9 型的空载损耗降低 20%，然后依次类推。非晶合金铁心配电变压器作为一种采用新材料和新技术的新型节能配电变压器产品，在相应标准出台之前，各变压器生产厂家依据经验各自规定了自己产品的型号，在配电网中主要采用三相油浸式非晶合金铁心配电变压器，该类产品前后出现过多种型号，主要有 SH11、SH15、SH16、SBH11 等，其中技术较为成熟和使用较多的 SH11、SH15、SBH11，基本技术参数均符合 JB/T 10318—2002《油浸式非晶合金铁心配电变压器 技术参数和要求》。依据电力变压器损耗水平代号的确定方法和各容量等级的空载损耗值，此类非晶合金铁心配电变压器应归属于 15 型产品。目前非晶合金铁心配电变压器基本统一为 SH15 型。少数实力较为雄厚的生产厂家也研发出了 SH16 型非晶合金铁心配电变压器，且制定了相应的企业标准，其空载损耗和空载电流略低于 JB/T 10318—2002 中的规定值，目前该类产品总体性能还不十分稳定，在电力系统中使用较少。

3. 非晶合金铁心配电变压器技术性能参数

到目前为止，10kV 电压等级的非晶合金铁心配电变压器是主流产品，部分地区或特殊场合也存在少量的 20kV 和 35kV 电压等级的非晶合金铁心配电变压器产品。20kV 电压等级的非晶合金铁心配电变压器产品主要在我国江苏省的 20kV 配电区域有所应用，而 35kV 电压等级的主要是应用于风电场中，

且应用数量相对较少。因此,这里只列举 10kV 电压等级非晶合金铁心配电变压器相关产品的技术性能参数。

(1) 单相油浸式非晶合金铁心配电变压器。单相油浸式非晶合金铁心配电变压器的额定容量、电压组合、联结组标号、空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗如表 1-1 所示。

表 1-1 5~160kVA 单相油浸式非晶合金铁心配电变压器性能参数

额定容量 (kVA)	电 压 组 合			联结组 标号	空载损耗 (W)	负载损耗 (W)	空载电流 (%)	短路阻抗 (%)
	高压 (kV)	高压分接 范围(%)	低压 (kV)					
5	6 6.3 6.6 10 10.5 11	±5 ±2×2.5	2×(0.22 ~0.24) 或 0.22~ 0.24	Ii0、 Ii6	15	130	2.4	3.5
10					18	235	2.2	
16					22	330	2.0	
20					25	385	1.8	
30					30	560	1.6	
40					35	700	1.4	
50					40	855	1.2	
63					50	1020	1.0	
80					60	1260	0.9	
100					70	1485	0.8	
125					85	1755	0.7	
160					100	2130	0.7	

注 1. 其他容量的产品性能参数由制造厂与用户协商确定。

2. 低压为 2×(0.22~0.24)kV 组合的变压器,当低压为 0.22~0.24kV 时,容量减半(并联使用时除外)。

3. 对短路阻抗值有其他要求时,由用户与制造厂协商。

(2) 三相油浸式非晶合金铁心配电变压器。三相油浸式非晶合金铁心配电变压器的额定容量、电压组合、联结组标号、空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗如表 1-2 所示。

表 1-2 30~2500kVA 三相油浸式非晶合金铁心配电变压器性能参数

额定容量 (kVA)	电 压 组 合			联结组 标号	空载损耗 (W)	负载损耗 (W)	空载电流 (%)	短路阻抗 (%)
	高压 (kV)	高压分接 范围(%)	低压 (kV)					
30	6	±5 ±2×2.5	0.4	Dyn11	33	600	1.7	4.0
50	6.3				43	870	1.3	
63	6.6				50	1040	1.2	
80	10				60	1250	1.1	

续表

额定容量 (kVA)	电 压 组 合			联结组 标号	空载损耗 (W)	负载损耗 (W)	空载电流 (%)	短路阻抗 (%)
	高压 (kV)	高压分接 范围(%)	低压 (kV)					
100	6 6.3 6.6 10 10.5 11	± 5 $\pm 2 \times 2.5$	0.4	Dyn11	75	1500	1.0	4.0
125					85	1800	0.9	
160					100	2200	0.7	
200					120	2600	0.7	
250					140	3050	0.7	
315					170	3650	0.5	
400					200	4300	0.5	4.5
500					240	5150	0.5	
630					320	6200	0.3	
800					380	7500	0.3	
1000					450	10300	0.3	
1250					530	12000	0.2	
1600					630	14500	0.2	5
2000					750	17400	0.2	
2500					900	20200	0.2	
2000					750	19140	0.2	
2500					900	22220	0.2	

注 当铁心为三相三柱时, 根据需要也可采用 Yyn0 联结组。

(3) 三相干式非晶合金铁心配电变压器。三相干式非晶合金铁心配电变压器的额定容量、电压组合、联结组标号、空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗如表 1-3 所示。

表 1-3 30~2500kVA 三相干式非晶合金铁心配电变压器性能参数

额定 容量 (kVA)	电压组合			联结组 标号	空载损 耗(W)	负载损耗(W)			空载 电流 (%)	短路阻抗 (%)
	高压 (kV)	高压分接 范围(%)	低压 (kV)			100℃ (B级)	120℃ (F级)	145℃ (H级)		
30	6 6.3 6.6 10 10.5 160 200	± 5 $\pm 2 \times 2.5$	0.4	Dyn11	70	670	710	760	1.6	4.0
50					90	940	1000	1070	1.4	
80					120	1290	1380	1480	1.3	
100					130	1480	1570	1690	1.2	
125					150	1740	1850	1980	1.1	
160					170	2000	2130	2280	1.1	
200					200	2370	2530	2710	1.0	

续表

额定容量 (kVA)	电压组合			联结组 标号	空载损 耗(W)	负载损耗(W)			空载 电流 (%)	短路阻抗 (%)
	高压 (kV)	高压分接 范围(%)	低压 (kV)			100℃ (B级)	120℃ (F级)	145℃ (H级)		
250	6 6.3 6.6 10 10.5 11	± 5 $\pm 2 \times 2.5$	0.4	Dyn11	230	2590	2760	2960	1.0	4.0
315					280	3270	3470	3730	0.9	
400					310	3750	3990	4280	0.8	
500					360	4590	4880	5230	0.8	
630					420	5530	5880	6290	0.7	
630					410	5610	5960	6400	0.7	6.0
800					480	6550	6960	7460	0.7	
1000					550	7650	8130	8760	0.6	
1250					650	9100	9690	10370	0.6	
1600					760	11050	11730	12580	0.6	
2000					1000	13600	14450	15560	0.5	8.0
2500					1200	16150	17170	18450	0.5	
1600					760	12280	12960	13900	0.6	
2000					1000	15020	15960	17110	0.5	
2500					1200	17760	18890	20290	0.5	

注 表中所列的负载损耗为括号内参考温度下的值。

三、非晶合金铁心配电变压器发展历程

1. 国外发展历程

非晶合金铁心配电变压器技术最早是由美国首先发展起来的，其主要发展历程如下：

1960年，美国加利福尼亚大学在金和硅的合金中发现一种导磁的非晶合金；

1974年，美国联信公司研制出铁基非晶合金，同年，美国通用电气公司发现非晶合金具有低单位损耗特性；

1978年，美国研制出10kVA非晶合金铁心配电变压器；

1982年，美国通用电气公司、美国电力研究所和帝国电力研究公司联合研制的非晶合金铁心配电变压器投入运行；

1986年，美国通用电气公司开始商业化批量生产非晶合金铁心配电变压器；

1989年，美国联信公司开始商业化批量生产非晶合金铁心配电变压器铁心；



1991 年, 美国国内非晶合金铁心配电变压器销售量超过 4 万台, 9 家以上的企业生产非晶合金铁心配电变压器, 主要有美国联信公司、美国通用电气公司和美国西屋电气公司等。

目前非晶合金铁心配电变压器技术已在世界上的许多国家都得到应用和发展, 在日本、印度、欧盟、加拿大、菲律宾等国家或地区都有非晶合金铁心配电变压器制造厂, 欧洲的非晶合金铁心配电变压器制造厂, 有瑞士 ABB 公司、英国 CET-阿尔斯通公司、西班牙 Bilbao-ABB Trofodld SA 公司等, 东欧国家近年来也有生产和应用非晶合金铁心配电变压器的相关报导。日本由于资源有限, 非常重视节能型配电变压器的生产和应用, 日本生产非晶合金铁心配电变压器的厂家有代恒变压器厂、日立公司、东芝公司、高岳制作所、爱知电机公司等。

2. 国内发展历程

我国非晶合金铁心配电变压器技术应用与发展相对较晚, 最初只是将非晶合金材料应用于电子行业, 20 世纪 80 年代才开始非晶合金铁心配电变压器的研制工作, 近年来发展相对较为迅速, 主要发展历程如下:

1985 年, 上海变压器厂引进国外非晶合金铁心, 装配完成一台额定容量为 30kVA 的非晶合金铁心配电变压器, 同年, 上海钢铁研究所研制出额定容量为 100kVA 的三相叠片式非晶合金铁心配电变压器;

1986 年, 宁波变压器厂采用国产非晶合金铁心试制完成一台额定容量为 3kVA 的单相非晶合金铁心配电变压器;

1991~1995 年, 上海冶金设备总厂采用上海钢铁研究所总院生产的铁基非晶合金带材, 试制完成多台额定容量分别为 20、30、50kVA 和 100kVA 的三相卷绕式非晶合金铁心配电变压器;

1995 年, 上海变压器厂、天津变压器总厂、北京变压器二厂、保定变压器厂、辽阳变压器厂和佛山变压器厂 6 家生产厂, 试制完成额定容量为 160、200、315kVA 和 500kVA 4 种规格的样机 6 台;

1996 年, 上海变压器厂等 6 家变压器厂开展联合设计, 试制成功并生产 500kVA 以下的非晶合金铁心配电变压器;

1997 年, 单相油浸式、单相干式和三相干式非晶合金铁心配电变压器研制技术取得突破性进展;

1998 年, 上海置信电气股份有限公司率先从美国通用电气公司 (General Electric, GE) 引进了非晶合金铁心配电变压器生产技术, 并拥有生产非晶合金铁心的工艺设备, 正式开始了非晶合金铁心配电变压器规模化生产时代;

1999年,广州思翔电磁技术有限公司提供设计图纸和文件资料,西安非晶科技有限公司试制完成4台额定容量为100kVA的三相油浸式非晶合金铁心配电变压器样机,并通过型式试验与投产鉴定。同年,山东省达驰电气股份有限公司与清华大学合作,研制成功额定容量为630kVA的非晶合金铁心配电变压器,并通过国家变压器质量监督检验中心检验。

近年来,由于受到国际能源紧张形势和国内政策导向的影响,非晶合金铁心配电变压器技术发展迅速,非晶合金铁心配电变压器的节能优势也逐步被生产制造厂和用户认识并接受。我国生产非晶合金铁心配电变压器的制造厂约有50多家,如特变电工股份有限公司、杭州钱江电气集团股份有限公司、保定天威保变电气股份有限公司、顺特电气有限公司等有实力的变压器生产厂家也纷纷介入非晶合金铁心配电变压器领域。目前国产非晶合金带材产量较小,大多仍采用美国和日本进口的非晶合金带材,各制造厂的生产规模、生产条件和制造工艺水平等存在较大差别。由于非晶合金铁心设计、加工制造工艺要求较高,相关参数均需要精确计算,铁心的尺寸直接影响其磁性能优势的发挥,所以只有采用专业的集中规模生产模式才能保证质量,各制造厂一般根据用户需求进行订购,利用成型铁心装配非晶合金铁心配电变压器。

第二节 非晶合金铁心配电变压器主要分类

按照非晶合金铁心配电变压器的结构组成、功能特点以及适用领域,目前非晶合金铁心配电变压器可分为多种形式,主要有三相油浸式非晶合金铁心配电变压器、单相油浸式非晶合金铁心配电变压器、地下式非晶合金铁心配电变压器、地下式非晶合金铁心路灯变压器、共箱组合式非晶合金铁心配电变压器、分箱组合式非晶合金铁心配电变压器以及三相干式非晶合金铁心配电变压器等。

一、三相油浸式非晶合金铁心配电变压器

三相油浸式非晶合金铁心配电变压器与S9型配电变压器相比,负载损耗水平相当,空载损耗约为S9型配电变压器的1/4。三相油浸式非晶合金铁心配电变压器比较适用于负载率偏低、日负荷或季节性负荷变化明显、轻载或空载时间较长的农村电网或负荷波动大的工业区、商业区等配电台区以及难以进行日常维护的地区,节能效果会比较显著。如果在配电网整条10kV馈线上全部或大部分采用三相油浸式非晶合金铁心配电变压器,会有效降低线路损耗,提高功率因数和供电电压质量。



二、单相油浸式非晶合金铁心配电变压器

非晶合金铁心配电变压器的行业标准 JB/T 10318—2002 中已包括了单相油浸式非晶合金铁心配电变压器, 系列容量为 5~160kVA。国内对单相油浸式非晶合金铁心配电变压器生产使用较少, 只在我国部分地区有所应用, 但在国外单相油浸式非晶合金铁心配电变压器使用较多。随着农村电网中单三相混合供电模式的研究与推广应用, 单相油浸式非晶合金铁心配电变压器在国内也将具有一定的市场前景。单相油浸式非晶合金铁心配电变压器可深入负荷中心, 有效降低低压网损和提高供电电压质量。

三、地下式非晶合金铁心配电变压器

地下式非晶合金铁心配电变压器是指具有全密封、免维护、防水和耐腐蚀结构且可以安装于地下运行的非晶合金铁心配电变压器。地下式非晶合金铁心配电变压器安装于地下, 可配合城网架空线入地等工程需要, 短期内可浸泡在水中工作, 较适用于高档住宅区配电系统和公路、桥梁、隧道、轨道交通等照明系统, 以及需要配电变压器入地和其他防护要求较高的地区安装使用。配电变压器和高压电缆均为地下安装敷设, 可消除视觉和噪声污染, 并免除了变电用房建设, 节约土地资源、有利于美化环境。采用中压线路输电至负荷中心, 还可以有效减少线路损耗, 提高供电质量。

四、地下式非晶合金铁心路灯变压器

路灯变压器一般仅在夜间负载运行 10h 左右, 其余时间均处于空载运行。中压输电系统地下式非晶合金铁心路灯变压器的应用, 可有效解决高速公路、市政照明在长距离小负荷输送电能的技术难题, 也可作为隧道、大型桥梁供电优化方案选择。配电变压器地下安装, 高压电缆地下敷设, 有利于环境绿化和城市整体景观。路灯变压器应采用环网供电或双电源供电方式, 以提高供电可靠性、缩短故障处理时间。

五、共箱组合式非晶合金铁心配电变压器

根据机械行业标准 JB/T 10217—2000《组合式变压器》的规定, 共箱组合式非晶合金铁心配电变压器是指将非晶合金铁心配电变压器器身和高压开关、熔断器等电器元件共同装在一个油箱内的变压器, 也称美式箱式变压器。共箱组合式非晶合金铁心配电变压器可深入负荷中心, 较适用于电能不足和负荷波动较大的地区, 也适用于沿海和高污染地区; 可用于环网, 也可用于配电终端。共箱组合式非晶合金铁心配电变压器的缺点是高压负荷开关看不到明显断开点, 无接地开关, 如果负荷开关在油中频繁分合额定电流, 油中电弧会污染变压器的油质, 增加维护工作量。