

苏州电器科学研究院股份有限公司

1000MVA 电力变压器突发短路及温升试验系统项目

可行性分析报告

项目名称：1000MVA电力变压器突发短路及温升试验系统项目

承担单位：苏州电器科学研究院股份有限公司

地址：苏州市吴中区越溪前珠路5号

电 话：0512-68252194

传 真：0512-68081686

二〇一一年七月

目 录

一、项目背景与必要性	1
二、项目简介与内容	2
1、项目简介	2
2、项目内容	3
3、设计目标	3
三、项目投资估算与资金筹措	4
1、投资估算	4
2、资金筹措	4
3、建设周期	4
四、项目技术可行性分析、经济效益分析、社会效益及风险分析	5
1、技术可行性分析	5
2、经济效益分析	6
3. 社会效益分析	7
4. 风险分析.....	7
五、项目结论.....	8

一、项目背景与必要性

据电力部门统计，电网中因变压器短路故障而出现的变压器损坏事故占整个变压器损坏事故的 70%，而且也成为电力变压器事故的首要原因，严重影响了电力系统的安全运行。在这些事故中，由许多变压器的低压绕组严重变形，而且在多台 110kV、220 kV、500 kV 等高电压等级的变压器上出现。经专家分析，变压器的短路损坏与运行时间无关，主要取决于运行环境和变压器本身的短路承受能力。运行环境恶劣是造成变压器短路损坏的外因，变压器的抗短路能力不够时内因。

变压器短路损坏事故常见的部位有：铁心轭部上下的部分绕组线段、主绕组中调压分接对应的区域、换位导线的换位和单螺旋绕组的标准换位、螺旋绕组的引出头和引线间等。据调查，变压器的轭部轴向失稳和轭部对应分接区为事故多发部位，这些部位由于工艺分散性较大，很难通过计算考核论证，在制造过程中也缺少有效手段来控制，需要通过短路承受能力试验（俗称突发短路试验）来考核论证。当然，变压器不可能每台都进行短路试验，但可以通过抽样方式对某批次或某阶段的产品进行抗短路冲击能力验证。

事实上，由于试验条件的限制，有些短路试验无法进行，比如 220kV 及以上大容量变压器的短路试验在国内很少有单位能做，目前中国变压器最大试验短路容量仅 360MVA。而 550kV 以上的大容量变压器短路试验在国内还无法进行。因此，这些产品的短路强度计算及工艺质量无法得到真正有效地考核，给电力运行带来了严重的安全隐患。显然有必要在国内建设电力变压器试验站，重点解决突发短路试验能力的问题，以解决高电压等级、大容量产品短路承受能力试验条件不足的问题。特别是要在华东地区建设类似的检测机构，因为整个华东地区是我国经济建设最发达，电力设备和变压器制造企业最集中的地方，迅速建立适合市场需要的变压器试验站，是缓解当前企业试验难做的有效途径之一，并能为企业的新产品研发和产品认证检测提供试验保障。

从 2008 年起，电科院在苏州市吴中区投入巨资，新建了高压电器实验室，建设了 $2 \times 3500\text{MVA}$ 冲击发电机电源试验系统，并正在完善建设 $5 \times 3500\text{MVA}$ 冲击

发电机电源试验系统。已于 2010 年完成并实现了 330kV/360MVA 电力变压器突发短路试验及温升试验能力。然而，这与我国快速发展的电力需求仍然存在差距，不能满足当前和今后企业的增长需求。对此，电科院广大科技人员，充分利用自身电器检测技术的核心竞争优势以及前期电力变压器试验的成功经验，对大容量变压器突发短路试验进行了有益探索，目前正着手考虑建设 1000MVA 大容量变压器短路承受能力试验系统，同时解决大容量电力变压器的温升试验能力问题，以更好地为广大电力变压器制造企业和电力事业的发展提供技术检测服务。

二、项目简介与内容

1、项目简介

变压器突发短路试验及温升试验是电力变压器最主要的安全性能测试项目。项目主要包括发电机、变压器、选相合闸开关、电抗器、补偿电容器、测量控制系统等，该项目主要用于容量 1000MVA 及以下的产品进行短路试验和温升试验。

大容量电力变压器的温升试验按照 GB 1094.2-1996 和 GB 1094.11-2007，国际上按照 IEC 76-2 和 IEC 60076-11，试验方法可参考普通电力变压器的温升试验，这里不再叙述。变压器的短路试验按照 GB 1094.5-2008 进行，国际上按照 IEC 60076-5 进行。对于 I 类三相变压器，短路试验通常使用三相电源，II、III 类变压器可使用单相电源。短路方式可以使施加电压前预先短路，也可以使施加电压后通过开关短路。为了使被试相绕组达到规定的短路电流峰值，合闸时应使用同步开关来控制，并用波形记录仪记录短路电流及电压的波形。对于单相变压器，进行三次试验，其中一次为 100%最大非对称电流，其他两次应补低于 75%最大非对称电流，三次试验应分别在最大、额定、最小分接位置进行。对于三相变压器，采用三相电源时，每相的试验次数均为三次，其中一次应为 100%最大非对称电流，三次试验应分别在每相的最大、额定、最小分接位置进行。当试验相在电压过零时合闸，电流达到 100%最大非对称电流时，其他两相的电流峰值不低于 75%最大非对称电流，则认为三相在该分接均通过了试验。当采用单相电源时，每相试验次数为三次，三相共九次。三相应在不同分接位置上进行，即一相在最大分接位置试验三次，另两相分别在额定、最小分接位置各试验三次。

2、项目内容

本项目研究主要包括以下几方面

1) 强电流试验系统研究

主要设计和制造冲击电源试验系统，这其中包括变压器、冲击发电机、变压器试验机组、高压分压器等，确保系统能够产生规定的短路试验电流。重点研究冲击发电机、试验变压器、负载阻抗、补偿电容器、变压器试验机组的技术选型和集成优化。

2) 测量控制系统研究

关键是解决好数据采集和控制精度问题。为提高数据采集速度和灵敏度，应采用光纤传输信号。另外，为了提高系统的自动化程度，减少维护麻烦并解决试验时电磁场干扰问题，数据采集系统整体采用现场总线技术。

3) 短路试验技术研究

500kV 及以上电力变压器的短路试验在国内是空白，本项目建成后，将极大地提高我国变压器的短路试验能力，但同时肯定会遇上很多新的试验技术问题。如短路试验后电抗测量的时间间隔，变压器在短路状态下的振动分析等等，这些在标准中未明确规定，需要我们分析探索。

4) 大型变压器起吊装置的安装与调试

大型变压器在运输和器身检查时，均需要起吊装置，因此本项目应考虑超大容量变压器的体积与重量，来选择和安装大型的变压器起吊设备。

3、设计目标

1) 实现最大 1000MVA 及以下的电力变压器突发短路试验。

2) 对于 I 类变压器，进行三相突发短路试验。

3) 对于 II 类变压器，进行 1.5 相或三相突发短路试验。

4) 对于 III 类变压器，进行 1.5 相或单相突发短路试验。

5) 一并实现 1000MVA 及以下变压器类产品的例行试验、型式试验包括温升试验、特殊试验的能力。

三、项目投资估算与资金筹措

1、投资估算

本项目中房屋和水、电、气部分预计费用为 9000 万元，涉及的设备费用为 24500 万元人民币，其中冲击电源系统为 8500 万元，变压器系统为 11000 万元，测控系统为 1000 万元，其他费用为 4000 万左右，总投资 33500 万元。

1000MVA 电力变压器突发短路试验及温升试验系统项目投资清单

序号	设备系统、项目名称	数量	投资估算（万元）
1	冲击电源系统	2	8500
2	1200MVA 试验变压器	8	11000
3	测控系统	1	1000
4	阻抗系统	2	2000
5	补偿电容器	3	1000
6	阻抗调节和开关合闸系统	2	1000
7	基础设施	1	9000
合计			33500

2、资金筹措

本项目工程总投资 33500 万元，资金来源为公司发行上市超募资金中的 25000 万元和公司自筹资金 8500 万元。

3、建设周期

本项目建设工期计划 30 个月，拟分二个阶段进行，第一阶段设计阶段，包括编制可研报告及评估、论证、批复，准备设计资料，现场测量勘察、初步设计及审批、施工图设计。此阶段计划时间 12 个月。第二个阶段为施工阶段，包括基础设施、设备采购、安装及调试、人员培训、模拟试验等，此阶段计划时间

18 个月。

预计项目可在 2012 年年底完成并投运。

四、项目技术可行性分析、经济效益分析、社会效益及风险分析

1、技术可行性分析

电科院实验室是经国家认可委（CNAS）审查认可，国家认监委（CNCA）资质认定和中国机械工业联合会机构认可的具有独立法人地位的科研检测机构；是国家质检总局批准的生产许可证检测单位，是国家认监委（CNCA）批准的 CCC 认证指定检测机构；是中国质量认证中心（CQC）、电能（北京）产品认证中心（PCCC）、美国 UL、荷兰 KEMA 和欧洲合格评定 CEM 的签约实验室。“机械工业高低压电器及机床电器产品质量监督检测中心”、“机械工业汽车电子电气产品质量监督检测中心”、“机械工业电器检测（苏州）重点实验室”、“机械工业第二十六计量测试中心站（苏州）”、“江苏省质量技术监督小容量电器产品质量检验站”、“江苏省电磁兼容专业测试中心”、“江苏省苏州太阳能和风能发电设备检测公共技术服务中心”、“苏州电器产品质量监督检验技术服务平台”、“苏州大学教学实习基地”、“河北工业大学电器可靠性试验研究基地”、“北京工业大学教学实习基地”“苏州科技学院教学实习基地”、“苏州大学电子信息学科工程硕士培养基地”等均设在院内，为开展产品检测、新技术开发、人员培训、检测装备研制提供了坚实的基础。

现有实验面积 85000m²，试验设备 3500 多台/套。建有高压电器实验室、低压电器实验室、电力变压器实验室、汽车电器实验室、船舶电器实验室、核电电器实验室、机床电器及其他电器实验室、太阳能光伏及风能发电设备实验室、电磁兼容（EMC）实验室、电子电气产品中有毒有害物质（RoHS）检测实验室和仪器仪表检定/校准实验室。检测范围主要包括经 CNAS 认可的近 200 个国家产品标准和试验方法所覆盖的产品检验项目，还包括 45 个检定规程和校准规范覆盖的仪器仪表的检定/校准工作。在进行的变压器试验中，已经涉及到短路试验项目，拥有一大批熟悉电器大电流试验的专业技术人员。

需要指出的是，本项目涉及的突发短路试验系统与现有的大电流试验系统既

有相同之处，也有不同之处。所谓不同，将要建设的试验系统电压等级高，试验容量大。借鉴国内外已有的短路试验技术，结合现有的突发短路试验经验，聘请国内权威的设计部门及专家一同参与本项目的建设，由国内著名的短路试验试验技术专家领衔组成专业研发团队。我院已掌握关键设备系统冲击电源的调节和突发提供的技术，确保试验系统的可靠与安全。

由此可见，依据目前我院的基础条件和人员状况，在现已运行的 360MVA 电力变压器突发短路试验及温升试验系统基础上，和已经获得名称为“一种高电压大电流试验回路中的隔离开关”的专利技术支持下，将与大容量试验配套的冲击电源、选相合闸开关、电抗器、电容器及测控系统有机集成而形成大容量的变压器试验系统，结合院内技术试验人员能力及丰富的操作经验，建设本项目没有技术障碍。因此，建设国内最大的 1000MVA 电力变压器突发短路试验及温升试验系统是可行的，在技术上不存在风险。

2、经济效益分析

电力是国民经济的基础产业，也是衡量一个国家经济发展程度和人民生活水平的重要标志之一。近年来，我国的电力事业发展迅猛，极大地促进了输变电设备的需求增长。有 60%左右的电力变压器制造企业分布在华东地区及周边地区，这些企业对第三方的检测需求也在日益提升，本项目建成后，也将从很大程度上缓解目前试验供不应求的局面。考虑到本试验系统建成后，不仅可以为变压器短路试验服务，还可以为其他电器如高压开关设备的短路试验服务。预计本项目建成后，变压器短路试验和温升试验的年试验能力为 1200 项次以上。如果按平均每项试验费 12 万元，其中短路试验平均 10.2 万(三相短路:5.8 万元,单相短路 4.4 万元),温升试验平均 1.8 万元,公司可增加年收入 14400 万元。交纳税金及附加: 806.4 万元。正常年总成本费用为 4502.5 万元。其中工资及福利费总额 300 万元;固定资产折旧采用平均年限法,建筑物按 30 年进行折旧,留残值 5%;设备按 10 年进行折旧,留残值 5%;待摊投资按 10 年进行折旧。项目建成后年折旧费约 2612.5 万元;燃料动力费 150 万元;年其它费用包括管理和销售等费用共计 1440 万元。正常年利润总额 9091.1 万元,所得税 2272.78 万元,年税后净利润 6818.32 万元。这样五年内可以收回投入的成本并盈利。因此,本项目具

有一定的经济效益，并填补了我国大容量变压器突发短路试验的空白，而其社会效益也是显而易见的。

3. 社会效益分析

本项目实施适应了电器产业的市场需求和企业发展要求，有助于促进电器设备行业的不断发展。项目实施后将促进当地居民就业，可提高当地居民的收入水平。本项目所在地—苏州所处长江三角洲地区，是一个极其富有而又充满市场机遇的地区，加上上海将成为亚洲最大的金融中心之一。本项目的建设有利于促进当地基础设施建设，对于加快电力电网建设具有重要的推动作用，引领各行各业的不发展。因此本项目建设将加快当地的经济发，改善经济发展模式，优化经济发展结构，促进区域经济的可持续发展。

4. 风险分析

（1）新增固定资产折旧造成未来盈利下滑的风险

为实现建设“中国第一、世界知名”的现代化综合电器检测基地战略发展目标，近年来公司加大了对试验设备的投资力度，建设了一批具有国际领先水平的高低压试验系统，相应的，公司固定资产、在建工程和工程物资呈现较快增长。未来随着各建设项目的陆续投产，本公司将有多项试验能力和技术指标达到国内第一甚至世界领先的水平。本项目建成后，公司的试验能力将大大增强，以上建设项目将带来公司检测业务收入的持续快速增长，未来新增折旧能够被快速增长的检测业务收入所消化。但如果未来公司在本项目的收入出现下滑，项目未能产生预期投资收益，则公司资产规模大幅增加所带来的新增折旧将会对公司盈利水平造成较大影响。

（2）检测市场容量萎缩风险

电力行业景气程度主要受到国家长期宏观经济预期及发展水平的影响。若国家宏观经济中长期增长态势在未来发生逆转，导致国内电力行业投资规模及

电器设备制造业市场需求大幅下降，则将会给该项目带来市场容量萎缩的风险。

（3）落后于检测对象技术发展的风险

电器制造业具有产品更新速度快、技术含量高的特点，电器检测机构必须在理解并掌握电器产品核心技术的前提之下，才能有效开展对电器产品质量性能的技术检测和鉴定。特别是在当前我国电器制造业产业升级和产品更新换代的背景下，电器产品研发成果的数量不断增加，产品更新的速度不断加快。如果不能及时把握电器制造业技术发展的趋势、充分掌握电器新产品的技术特性，不能适应电器制造业发展的技术需要，且当电器检测要求容量继续提升，本公司将失去为客户提供技术检测服务的基础，并将对本公司的未来发展形成不利影响。

五、项目结论

本报告从项目背景、必要性、现有试验条件、未来发展目标、实验室构建方案等诸方面进行了分析。本项目的财务经济评价，社会效益评价均较好，立项建设是必要和可行的。

上述分析表明，本建设项目必要性充分、市场风险较小，经济技术可行。