

建设 5kV 直流试验系统

项目可行性分析报告



苏州电器科学研究院股份有限公司

二〇一二年三月

目 录

一、项目背景与意义	3
1、项目背景	3
2、项目意义	5
二、项目简介与内容	7
1、项目简介	7
2、项目内容	7
3、设计目标	10
三、项目投资估算与资金筹措	10
1、投资估算	10
2、资金筹措	11
3、建设周期	11
四、项目技术、经济效益分析	11
1、技术可行性分析	11
2、经济效益分析	13
五、项目风险分析	14
1、政策法律风险	14
2、资产流动性降低风险	14
3、检测需求风险	15
4、管理风险	15
六、项目结论	16

关于建设 5kV 直流试验系统的

项目可行性分析报告

一、项目背景与意义

1、项目背景

1) 我国舰船工业发展前景

舰船工业是承担舰船及其他浮动工具的设计、建造、维修、试验及其配套设备生产的工业，是军民结合型工业，亦称船舶工业。1949 年新中国成立以后，毛泽东主席发出了“我们一定要建设一支强大的海军”的伟大号召，在党和政府的领导下，中国造船业从此走上了伟大振兴之路。经过 60 多年的发展，我国从年产只有几万吨船的能力发展到现在年产超 1000 万吨的造船能力，并出口到世界 90 多个国家和地区，成为世界第三造船大国。

特别是自 1989 年以来，我国舰船工业坚持军民结合的方针，着力新一代海军武器装备研制建设，一大批现代化舰艇先后装备部队，极大地提高了海军的作战能力。进入国际市场是我国船舶工业发展的另一策略，走“引进——出口——提高——再出口”之路，经过多年的艰辛努力，我国舰船工业在国际市场竞争中不断发展壮大，培育出了“中国江南”、“中国沪东”、“中国大连”等品牌船型，成为名副其实的造船大国。现在我国舰船工业已能制造出符合各大船级社的国际标准，在全球海域航行的各类舰船。胡锦涛总书记在视察船舶企业时指出：“我们不仅要努力成为世界造船大国，还应树雄心、立壮志，使我国成为世界造船强国。”这不仅为我国造船业指明了新的发展方

向，更为我国舰船工业的跨越式发展提供了新的动力，中国造船业也必将以崭新的面貌迎来更加辉煌灿烂的明天。

2) 城市轨道交通建设发展前景

城市轨道交通是城市公共交通的一个重要组成部分，包括地铁、轻轨、有轨电车和磁悬浮列车等。在我国，随着区域经济和城市群的发展，人们又把连接这些地区的城际铁路和铁路客运专线也称为轨道交通。进入 21 世纪以来，随着国家经济的飞速发展和城市化进程的加快，城市轨道交通也进入大发展时期。目前，北京、天津、上海、广州、佛山、深圳、南京、重庆、武汉、重庆、大连、长春、成都、沈阳均建有地铁或轻轨。正在建设轨道交通的城市还有苏州、无锡、杭州、宁波、昆明、长沙、青岛、郑州、合肥等。可以预见，特大城市与大城市的人口规模将持续增长，越来越多的城市将会进入特大城市与大城市的行列，因此，将会出现更多的城市快速轨道交通建设的交通走廊。为了消除金融风暴和经济衰退的负面影响，拉动内需和促进经济发展，国内许多城市加速了轨道交通建设的规划，轨道交通是未来的投资热点和城市经济稳定增长的新的增长点，其建设需求也将维持一个相当长的阶段。

3) 直流电器及直流系统在舰船、轨道交通中的应用

舰船电力推进系统和电气设备大多采用直流方式，系统电压从几百伏到数千伏。舰船上使用的电器包括船用成套开关设备、船用断路器、船用接触器、船用继电器等。

绝大多数轨道交通车辆都是用电力驱动的。轨道交通车辆的供电

方式主要有两种，即“第三轨供电方式”与“接触网供电方式”。使用600V、750V、825V、1000V、1500V或更高的直流电压作为动力电源。可以说轨道交通上的电源设备、电气设备绝大多数采用直流，也就是说直流电器和直流系统在轨道交通中普遍应用。

4) 舰船、轨道交通用电器的发展趋势

舰船、轨道交通供配电系统中使用的直流电器额定电流通常在数安至数千安范围内，额定电压一般最高至直流1500V，1850V。但近年来随着舰船工业和轨道交通建设的发展，这些供配电系统中的直流电压高的已经上升到5000V，最高甚至达到了10000V。因此，高电压大容量是舰船和轨道交通用电器的发展方向。

显然，今后应用在舰船、地铁、轻轨及其它直流供配电系统中的高电压等级电器设备将会越来越多。然而，为了确保船舶电气系统、轨道交通电力系统运行的安全性和可靠性，必须确保电器设备的安全可靠。这些电器产品的研发与生产离不开直流高压试验的支撑，如果没有真正的试验研究条件，所谓的研发将成为一句空话。所以，本公司经过认真调研和分析后决定在现有高低压电器试验的基础上，建设5kV直流试验系统，以彻底满足我国舰船、轨道交通及其它直流系统中用高电压电器设备的试验需要。

2、项目意义

1) 加快轨道交通建设的需要

轨道交通的可持续发展是城市交通和城市可持续发展的重要前提。“十二五”期间，我国城市轨道交通进入快速发展阶段，总投资

将超过 1500 亿元。此外，许多地方政府已将地铁、轻轨建设纳入城市发展规划。建设 5kV 直流试验系统，就是为轨道交通建设的直流供电系统及电器设备的技术研究提供支持。

2) 建设世界造船强国的需要

为响应胡总书记关于建设世界造船强国的号召，目前，全国船舶工业企业正在积极推进战略转移，实施建设世界造船强国的战略任务。电科院建设 5kV 直流试验系统，正是为了向舰船行业提供技术支撑。

3) 满足直流高压大容量电器检测的需要

随着船舶工业和城市轨道交通建设的快速发展，直流供电系统中电器设备正在向高电压、大容量方向发展，这些关键的电器设备包括直流电机、直流电源、直流断路器、直流开关设备等，都需要按供电系统要求，技术规范参数，进行设计、试验、生产和安装。因此，建设 5kV 直流试验系统，可以满足直流高电压大容量电器检测的需要。

4) 提升电科院电器综合检测能力的需要

5kV 直流试验系统建成后，电科院的电器检测范围不仅是在交流部分可涵盖低压、中压、高压、超高压、特高压的全部领域，而且在直流部分将使原来最高的 1850V 试验电压升高到 5000V，直流电器的综合试验能力达到 5000V/80kA，这将有助于企业新产品的研发，可以大大提升电科院的电器综合检测能力。

二、项目简介与内容

1、项目简介

目前，本公司直流试验能力为 440V/320kA, 1850V/120kA，主要可以进行直流断路器、直流低压成套开关设备等产品的全项目试验。随着我国经济建设的持续快速发展，城市轨道交通项目相继开工和筹划，舰船工业正伴随着国防建设的加强而得到迅速发展。与此同时，有关科研单位、制造企业也正抓紧研制能够满足地铁、轻轨、舰船使用的各类直流电器设备。建设本项目的目的主要是为这些科研院所、制造企业的研发及产品试验提供技术服务。

本项目就是建造 5 千伏级直流大容量试验室，主要建设 5 kV/80kA 直流试验电源系统，动热稳定试验系统，安全及性能试验系统。其中动热稳定试验系统，主要用于直流动热稳定试验过程的电压、电流、时间等参数的调节与测量控制。系统将由电科院自主研发设计制造，采用整流变压器、调压器、整流器、直流阻抗组成综合调节系统，以模拟直流电器产品在舰船、地铁、轻轨、煤矿、核电站电网系统等实际条件下的工况，对其能否承受短时巨大电动力和过热效应，能否保持正常工作能力及短路故障后的切断能力进行考核。同时在参数调节、数据采集和自动控制方面采用前后两级调节，其调节细度将达到国内领先水平。

2、项目内容

本项目研究主要包括以下几方面

1) 直流高压试验电源系统的研究与建设

5kV直流高压试验电源系统建设是整个项目的关键部分之一。直流供配电技术的试验研究以及直流电器设备的试验项目对试验电源提出了更高的要求。应对半波整流电路、桥式、全波、倍压、多相整流电路及串级电路等电源方式各自的技术经济特点进行分析比较。半波整流电路优点是接线简单，缺点是所用设备、元件的电压较高，体积、重量和占地面积大。桥式、全波、倍压等整流电路较半波整流电路纹波小，但在体积、重量的小型化方面，优越性不大明显。容量较大，要求纹波较小的直流电源可采用三相或多相交流电源经整流、滤波后而获得。在建设直流电源系统时，要充分考虑系统的安全性和可靠性，因为电力电子器件承受高电压的能力比较差，采取什么样的保护措施，以提高电力电子器件的安全和稳定性，并使之适用于直流高压大容量试验系统，这是本项目必须考虑的研究课题。

本项目采用多台整流变压器和调压器与多套整流装置组合，作为直流高压试验电源。采用可控硅直流电源装置，其容量应能满足直流额定电压5000V，额定电流6300A及以下的电器设备的动热稳定试验及安全性能试验。因此采用4台110MVA的整流变压器及调压器、4套整流装置，根据试验需要，通过组合运行方式，以满足试验要求。

2) 直流动热稳定试验系统研究与建设

直流开关电器的动热稳定试验是考核开关电器在实际运行中，当电路发生故障时能否耐受短路电流所产生的电动力效应和热效应的一种模拟性试验，它既不接通试验电流，也不分断试验电流。因此，动热稳定试验系统的关键是要模拟电器的实际工况条件，在一定时间

内，提供规定的电压、电流。

本项目采用多套电抗器和直流阻抗，以达到调节试验电流的目的。对于试验回路中的电流调节阻抗组合采用前后两级调节方式，一组粗调，一组细调，以保证在大电流情况下电流允差不超过 1.5%。对于电压调节，系统使用的多组电压变换装置，十分方便地进行变压器绕组的串并联，并且用一个变压器分接开关，调整输出电压，使输出电压范围广、调节细度精。

3) 测量控制系统研究与建设

测量和监控系统也是整个直流高压大容量试验系统的重要组成部分。要合理选用负载阻抗，力求灵活调节。要采用现场总线技术和 PLC 智能控制技术，保证测试系统准确、安全。整个测控系统应按如下要求设计和安装调试。

① 可靠性

从设计计算方法到其实施测控，能否在各种条件下可靠、有效地完成规定的功能要求。

② 简洁性

对测量和控制程序，应采用简洁、实用、操作性强且便于维护的软件。

③ 可测试性

在进行测量和控制系统的的设计时，应充分考虑各系统模块的可测试性。

④ 扩展性

系统在实际使用后，由于测试对象的多样性或遇到试验调试过程中某些特殊情况的发生，都不可避免导致测控系统的修改和完善。因此，本系统应具有良好的适应性和可扩充性。

3、设计目标

完成后的 5kV 直流试验系统主要满足地铁、轻轨、舰船、煤矿及核电等领域的直流电器设备及成套开关装置的试验需要，主要试验能力如下：

- 1) 可以满足 5000V 及以下直流电器产品的全项目试验；
- 2) 直流电器产品的工况试验能力达到 5000V/6300A；
- 3) 直流电器产品的短时耐受电流试验能力达到 5000V/80kA。

另外，本项目设计要为今后的实验室容量扩充预留空间，以便为下一步系统扩展到 10000V 做好准备。

三、项目投资估算与资金筹措

1、投资估算

本项目是电科院国家质检中心实验室扩建项目的一部分，所有基础设施及项目管理费用已在其他项目中考虑，本报告所指的项目投资为设备投资，预计新增设备总投资约为 1.5 亿元人民币。

5kV 直流试验系统设备清单

序号	设备系统名称	数量	金额（万元）
1	110MVA 整流变压器	4 台	3450
2	110MVA 调压器	4 台	3980
3	电抗器	4 套	960
4	整流器	4 套	4630
5	直流阻抗	4 套	950

6	5kV 直流试验控制系统	1 套	130
7	5kV 直流试验测量系统	1 套	750
8	其它		150
9	合计		15000

2、资金筹措

本项目设备总投资为 15000 万元人民币，资金来源为公司自筹资金 10000 万元，银行贷款 5000 万元。

3、建设周期

本项目建设工期计划 24 个月，不包括基础设施建设部分。拟分三个阶段进行，第一阶段为方案论证及设备选型阶段；第二阶段为设备采购阶段；第三阶段为施工、安装、调试、培训及模拟试验阶段。预计项目可在 2013 年底完成并投运。

四、项目技术、经济效益分析

1、技术可行性分析

本公司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 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”、“工业（电器）产品质量控制和技术评价实验室”、“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 4500 多台/套。建有高压电器实验室、低压电器实验室、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 270 类国际标准、国家标准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。在进行的高低电压电器试验中，涉及到相当多的直流试验和动热稳定试验项目，拥有一大批熟悉高低电压电器试验技术的专业人员。

需要指出的是，本项目涉及的直流大容量试验与交流大容量试验既有相同之处，也有不同之处。直流电器设备如断路器的检测和试验主要分三大部分，即绝缘试验、大容量试验和机械温升试验。相对而言，绝缘试验和机械温升试验问题不大，而大容量试验需要由大容量试验室来验证确定，因而大容量试验室的设备和试验技术尤为重要。舰船、轨道交通使用的直流电器与高压直流输电线路中的直流电器有

所不同，应按照产品标准，针对不同的产品采取适当的试验方法。直流大容量实验室是一个国家直流开关电器工业研究水平能力的集中体现。国外领先的公司如荷兰KEMA，美国EATON，意大利CESI等均建有自己的直流大容量试验室。

多年来，本公司一直注重电器大容量试验站的建设，先后建立起了低压大容量（包括直流）试验室，高压大容量试验室，其试验能力和技术水平处于国际领先水平。不断进行电器检测技术的研究与开发，注重技术创新和技术进步，聘请国内高校、科研院所的电器试验专家来领衔研发团队，通过与国内外同行和国际著名设备制造商的工程技术人员的学习交流，掌握了直流供配电技术要求、直流绝缘试验技术、直流大容量试验技术及直流产品的安全特性试验技术，并在大容量试验技术中获得了多项国家专利和科技奖项，为建设项目的顺利实施提供了可靠的技术保障。

由此可见，依据目前我院的基础条件和人员状况，采用先进整流装置和国际先进的大容量试验技术，建设 5kV 直流试验系统是可行的，在技术上不存在风险。

2、经济效益分析

城市化进程的加快和经济转型、拉动内需的需要，国内大中城市的轨道交通建设项目纷纷上马，且有很多新项目正在审批之中。《船舶工业“十二五”发展规划》已正式发布。《规划》要求，“十二五”期间海洋工程装备制造业销售收入达到2000亿元以上，船舶工业销售收入较2010年翻倍，即2015年船舶工业销售收入达到12,000亿元，出

口总额超过800亿美元。因此，应用于舰船、轨道交通、煤矿及核电领域的直流输配电电器的检测需求正在逐年递增，且60%左右的相关制造企业分布在华东地区及周边地区。本项目建成后，也将从很大程度上缓解目前国内直流高压大容量试验难以进行的局面。预计本项目建成后，年试验能力可以达到1000项次以上。如果按平均每项次试验费用8万元（其中动热稳定试验6万元、安全性能试验2万元），每年做800项试验，公司可增加年收入6400万元，这其中需要交纳税金及附加：358.4万元；年成本费用：2338.4万元，其中工资及福利费总额150万元；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1453.50万元；燃料动力费95万元；年其它费用包括管理、销售和财务等费用共计640万元。正常年利润总额3703.20万元，所得税555.48万元，年税后净利润3147.72万元。这样5年内可基本收回成本并开始盈利。因此，本项目具有一定的经济效益，并能使公司成为国内试验能力最强的高电压直流大容量试验室。

五、项目风险分析

1、政策法律风险

本项目符合国家产业政策和国家整体发展规划，不存在政策和法律上的风险。本项目经公司董事会审议通过后将进行立项审批。

2、资产流动性降低风险

本项目投入的固定资产金额较大，使公司总资产规模增加，固定资产占总资产的比例上升，可能导致企业的资产流动比率下降，偿债

能力降低，也会影响公司对外部环境变化的快速反应和调节能力，增加了公司的经营风险。由于固定资产变现能力的限制，可能会导致支付困难。但公司可以通过贷款等其它资金筹措方式来获得流动资金，将该风险控制的安全范围内。

3、检测需求风险

本公司主要从事各类高低压电器的技术检测服务，其市场需求具有一定的衍生性，受我国电气设备制造行业景气程度的影响较大。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，若未来宏观经济中长期增长态势发生逆转，导致国内城市化进程放缓，轨道交通用直流电器及船舶用直流电器的需求减弱，则将会给本项目带来检测需求的风险。因此，本公司专门成立了市场部，对检测市场需求进行战略分析，增强服务观念，巩固和发展高低压电器检测市场的客户，力争将风险降到最低。

4、管理风险

随着本项目的完工建设，公司的检测的能力和业务范围将进一步扩大，公司将面临着固定资产管理、内部质量控制、人力资源管理、财务管理和资金安排等一系列管理问题。若公司的组织管理体系和管理人员不能满足公司业务规模扩大后对运营管理的要求，则公司经营将受到不利影响。公司正在IEC/ISO17025实验室管理体系的基础上，按ISO9001质量管理体系要求，严格内部管理，以适应公司业务规模扩大的需要。

六、项目结论

本报告从项目背景及意义、现有试验条件及技术、项目建设内容及要求、技术可行性、经济效益及社会效益等诸多方面进行了分析。本项目的技术方案评价、财务经济评价，社会效益评价均较好，立项建设是必要的和可行的。

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。