



国家电网
STATE GRID

电网设备及材料 质量管控重点措施

国家电网公司物资部 组编

DIANWANGSHEBEI JI CAILIAO
ZHILIANG GUANKONG ZHONGDIAN CUOSHI



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网
STATE GRID

电网设备及材料 质量管控重点措施

国家电网公司物资部 组编

DIANWANGSHEBEI JI CAILIAO
ZHILIANG GUANKONG ZHONGDIAN CUOSHI



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为保证招标采购物资质量，切实加强电网设备及材料质量的过程管控，国家电网公司物资部组织编制了《电网设备及材料质量管控重点措施》。

本书共计 22 章，涉及变压器、断路器等一次设备和铁塔、导线等材料共 22 类，从招标采购、产品设计选型、原材料及组部件选用、加工制造、试验检验、产品监造及抽检、存储管理、运输质量控制、验收及安装调试、运行产品质量管理及信息反馈十个方面，详细规定了设备及材料的管控重点措施。

本书可作为从事电网设备及材料设计、制造、存储、运输、安装调试以及监造、抽检等专业技术人员的参考资料。

图书在版编目（CIP）数据

电网设备及材料质量管控重点措施/国家电网公司物资部组编. —北京：中国电力出版社，2012.9

ISBN 978-7-5123-3479-3

I. ①电… II. ①国… III. ①电网-电力设备-质量控制
②电网-输配电线路-电工材料-质量控制 IV. ①TM727

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 213921 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 10 月第一版 2012 年 12 月北京第五次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.75 印张 184 千字

印数 12001—15000 册 定价 49.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
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

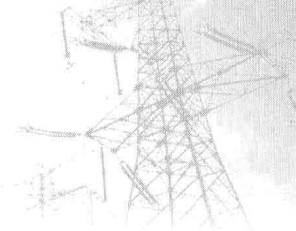
《电网设备及材料质量管控重点措施》

编 委 会

主 任	陈晓林					
副主任	方 红	马士林	袁风光	卓洪树	陈玉芬	汪 刚
委 员	陈学先	商 皓	谢金涛	董庆陆	韩文德	司为国
	李鸿雁	王培龙	黄常元	李振凯	熊汉武	陈丽芬
	孙 萌	王 坚	高克利	武英利	赵健康	王 磊
	郑 港	侯太明	刘爱明	黎 鸣	孙敬国	欧阳治力
	郭向军	及 明	陆 爽	张玉荣	郑孙潮	武顺良

编 写 工 作 组

组 长	卓洪树					
副组长	陈学先	孙 萌	武兰民			
成 员	张书琦	樊 炜	赵海纲	李志新	潘 斌	包乐庆
	张晓鹏	宋 杲	乐 欢	吕隆明	刘永胜	刘 旺
	殷 伟	姚 刚	乔国华	赵滨滨	胡永焕	宋 华
	王 任	王金虎	张志仁	李金忠	冯 英	李 艳
	刘雪丽	赵志刚	欧阳本红	冷跃春	李 继	



序

电网安全是电网企业永恒的主题，保证电网安全，必须有高质量的电网设备，不断加强电网设备质量管控是确保高质量电网设备的基础性工作，是建设“世界一流电网、国际一流企业”的重要保障。国家电网公司高度重视物资质量监督工作，建立了统一的物资质量监督技术标准和管理标准，物资质量监督工作也取得了显著成效。

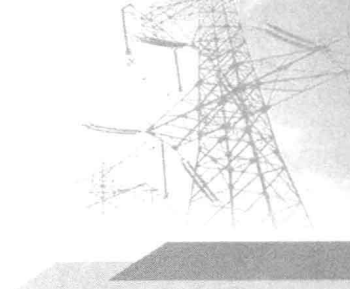
为了更好地指导国家电网公司系统物资质量监督工作，不断提高电网物资质量管控水平，公司组织经验丰富的专家，结合历年来电网设备及材料发生的故障和隐患情况，分析了具体原因，编制了《电网设备及材料质量管控重点措施》，系统介绍了变压器、电抗器等 22 类重要电网物资的质量管控重点措施，通篇贯穿全生命周期质量管理理念，制订了各类物资从产品设计、生产制造、发货运输、到货验收、安装调试、运行维护、退役报废到招标采购、仓储管理等环节的质量管控重点措施，措施针对性强、重点突出。

《电网设备及材料质量管控重点措施》是国家电网公司加强物资质量监督的又一重要成果，是提高电网物资质量管控水平的培训教材，既为公司系统各相关专业搭建了技术交流的平台，又为从事物资质量监督人员提供了作业指导书，同时也为电网重要物资供应商加强产品质量管控提供了第一手资料。本书内容提炼精简，紧贴实际，公司系统要认真做好宣贯和培训工作，确保《电网设备及材料质量管控重点措施》的全面推广和应用。希望本书的出版，能为深入推进国家电网公司建设“世界一流电网、国际一流企业”作出贡献！

借此，对所有参与该书编制的各位专家和同志们表示衷心的感谢！

郑宝森

2012 年 9 月



前 言

电网设备及材料是输送电力能源的载体，只有高质量的设备及材料才能保证电网安全可靠供电，才能切实履行国家电网公司“服务党和国家工作大局，服务电力客户、服务发电企业、服务经济社会发展”的职责。国家电网公司始终高度重视电网设备及材料质量管控，不断加强设备质量管理。

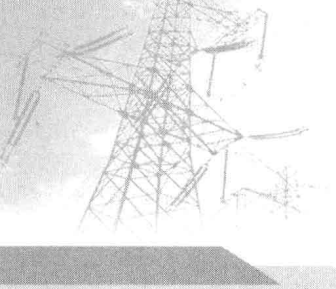
国家电网公司物资部为保证招标采购设备材料质量，切实加强电网设备及材料质量的过程管控，针对以往电网设备及材料在产品的设计、生产制造、发货运输、交货验收、安装调试、运行维护、退役报废等环节出现过的各类质量问题，进行深入解剖分析，有针对性地制定了质量控制措施，结合十八项反措，编制了国家电网公司《电网设备及材料质量管控重点措施》。

本措施由国家电网公司物资部组织编写并负责解释。编写的过程中，充分吸收了各省市电力公司运维单位、科研单位、相关设备制造厂、检测机构技术人员的意见。编制过程中得到了公司运维检修部、交流建设部等部门的大力支持和帮助。全书共计 22 章，涉及变压器、断路器等交流设备和铁塔、导线等材料共 22 类。从招标采购、产品设计选型、原材料及组部件选用、加工制造、试验检验、产品监造及抽检、存储管理、运输质量控制、验收及安装调试和运行产品质量管理及信息反馈等十个方面，详细地讲明了设备及材料的质量管控重点措施，针对性提出各环节的管理要求及技术要求，为有效提高电网设备及材料的使用寿命提供了技术指导。

本书可作为从事电网设备及材料招标采购、设计、生产制造、运输、安装调试以及监造、抽检等专业技术人员的参考资料。由于时间仓促，书中疏漏之处在所难免，望广大读者批评指正。

编 者

2012 年 8 月



目 录

序
前言

1	变压器质量管控重点措施	1
2	电抗器质量管控重点措施	7
3	组合电器质量管控重点措施	12
4	断路器质量管控重点措施	20
5	隔离开关质量管控重点措施	28
6	电流互感器质量管控重点措施	34
7	电压互感器质量管控重点措施	42
8	金属氧化物避雷器质量管控重点措施	49
9	电容器质量管控重点措施	55
10	开关柜产品质量管控重点措施	61
11	消弧线圈质量管控重点措施	70
12	环网柜质量管控重点措施	76
13	配电变压器（含箱式变电站中的变压器）质量管控重点措施	83
14	电缆分支箱质量管控重点措施	91
15	柱上开关质量管控重点措施	96
16	电力电缆及附件质量管控重点措施	102
17	架空绝缘电缆质量管控重点措施	110
18	铁塔质量管控重点措施	119
19	导、地线质量管控重点措施	127
20	金具质量管控重点措施	135
21	绝缘子质量管控重点措施	142
22	环形混凝土电杆质量管控重点措施	151

1

变压器质量管控重点措施

1.1 招标采购

1.1.1 应要求变压器制造厂提供变压器型式试验报告、关键组部件（套管、分接开关等）型式试验报告和重要原材料（电磁线、硅钢片、绝缘材料、变压器油等）检验报告。

1.1.2 应要求变压器制造厂提供变压器本体非电量装置（如气体继电器、油位计、压力释放阀等）检验报告。

1.1.3 规范套管、分接开关、冷却装置等组部件技术要求。在投标文件中，制造厂应明确主要组部件、原材料的供应商及产地信息，对套管、分接开关应注明型号。

1.1.4 应明确组部件免费服务年限及服务内容，对易损件应标明其使用周期，对分接开关应注明操作次数。

1.1.5 制造厂承诺接受用户对其变压器短路承受能力、温升试验等特殊试验以及结果抽检不合格，制造厂应承担试验等相关费用。

1.1.6 不断优化完善招评标规则，通过网上公示等方式，加强采购方与供货方的沟通互动，将招标原则、规则及有关履约的要求切实传递给投标人，促使投标人理解、适应有关规则，不断提升自身的管理能力和技术水平，实现双方和谐共赢。

1.1.7 推行应用国家电网公司统一的采购标准，严格技术规范参数，确保主要设备使用寿命达到 40 年以上。

1.1.8 加强设备材料成本价格研究，掌握成本价格及变化规律，引导规范供应商竞争行为，构建公平、有序的市场环境，确保采购到的设备质量优良、价格合理。

1.1.9 加强供应商资质业绩的核实，强化核实工作的规范化和标准化，建立“入网审核、定期复核、随机抽查”的机制，动态掌握供应商产能、装备、技术、服务等。

1.1.10 加强对投标人技术能力水平的评审，加强对投标产品组部件、原材料和生产工艺保障的评审，杜绝投标人随意更换组部件、原材料供货厂家，发生投标和履约“两张皮”。

1.1.11 在招标采购中，要将评标、授标与供应商履约情况、抽检结果、设备故障等加强联动。建立完善供应商产品质量黑名单制度，引导供应商诚信投标，严惩虚假

投标、以旧代新、以次充好等。

1.1.12 加强生产工期的控制。采购方制定需求计划时，要为供应商留有合理工期，同时供应商要根据自身产能适量投标，杜绝为赶工期而发生减少工序、压缩工艺时间等，确保不留质量隐患。

1.1.13 加强合同签约履约的管理。要在合同专用条款中明确双方违约、有关质量问题、抽检发现的问题等条款，便于问题的处理。结算物资费用时，要有现场验收方、抽检单位等的签字确认单。

1.1.14 供、需双方要建立产品质量信息库，供应商要加强与用户的联系和问询，及时处理有关设备缺陷，各项目单位要对供应商设备质量、供应情况及供应商服务等记录档案，并定期进行评价，加强与招标采购工作的联动。

1.1.15 坚持“谁用谁有发言权”，加强业主单位对供应商运行、履约等的评价，将其作为招标商务分的重要部分，促使供应商加强对使用单位的服务及质量跟踪。

1.2 产品设计选型

1.2.1 240MVA 及以下容量变压器应选用通过突发短路试验验证合格的同类结构产品；500kV 变压器和 240MVA 以上容量变压器，制造厂应提供同类产品突发短路试验报告或抗短路能力计算报告，计算报告应有相关理论和模型试验的技术支持。

1.2.2 变压器设计应保证足够的绝缘、温升等裕度，最大限度减少由于厂内试验环境与现场试验和运行环境差异，而导致产品可靠性降低的情况发生。

1.2.3 制造厂应采取提高产品抗短路能力的措施，并能提供同型号设备的第三方短路承受能力校验报告，在设计、原材料选用和制造工艺方面保障产品的抗短路能力，应能满足 GB 1094.5《电力变压器 第 5 部分：承受短路的能力》的要求。

1.2.4 成熟产品应保持结构的相对稳定。应对制造厂采用新材料、新技术、新工艺，首次采用新型重要组部件，以及更改重要结构设计和工艺路线的情况进行严格把关，应对制造厂技术论证结果进行审核。

1.2.5 经审查合格的新产品、新技术、新工艺、新材料要稳步推动和采用，尤其是批量化生产应用，应先试点、后推广。试点的过程中要加强产品的跟踪监测，积累应用数据。

1.3 原材料及组部件选用

1.3.1 制造厂应严格按合同要求选用原材料、组部件，重要部位应避免不同厂家、

不同批次绝缘件的混用。

1.3.2 制作 240MVA 以上容量变压器器身时应大量使用铝箔或金属皱纹纸屏蔽出头尖角，采用成型角环增加绝缘可靠性。

1.3.3 使用目前比较可靠的绝缘材料作为 240MVA 以上容量变压器器身的主要绝缘材料，采用绝缘性能好的层压纸板制品代替传统的层压木制品；使用好的层压木螺栓代替传统的胶木或尼龙螺栓作为固定引线的紧固件等。

1.3.4 制造厂应从组织管理、人员配备、检测设备配置等方面加强原材料、组部件质量管理，健全、完善相应企业标准，确保执行到位。

1.3.5 制造厂应严格选择原材料、组部件供应商，定期检查、考核，建立准入及退出机制，必要时实施驻厂监造。对原材料、组部件引起设备重大质量问题的供应商进行通报，对家族性缺陷进行预警。

1.3.6 制造厂应加强关键原材料、组部件的入厂检验，包括：

1.3.6.1 对不同规格的电磁线应进行抽检，检验项目至少应包括漆包线耐受电压、电阻率、屈服强度等，以确保电磁线的电气性能和机械性能，降低由于电磁线质量导致匝间短路故障的概率。

1.3.6.2 加强对 330kV 及以上电压等级变压器重要部位使用的绝缘成型件、纸板进行 X 光检测抽查，抽查比例不少于 20%，并保存相关记录。

1.3.6.3 未随同产品进行出厂试验的套管应进行高电压下的介损测量和局放试验，或到套管厂进行现场试验见证。对于大批量采购的套管加强抽检。

1.3.6.4 应进行硅钢片平整度、单位铁损测量。

1.3.6.5 应进行有载分接开关连同绕组的动作特性测试和分接开关入厂后全性能检测；应采取内窥镜抽查等手段对片式散热器的清洁度进行检查，并在现场装配前进行热油冲洗。对提供非电量保护信号的组部件（如压力释放阀、气体继电器、压力突变继电器）进行严格检验，避免由于组部件问题引起非电量保护误动、拒动，尤其是气体继电器真空耐受能力要与真空注油工艺相匹配。

1.3.7 供应商首次采用新型的主要组部件，或更改部分结构设计前，应进行充分的技术论证，获得项目单位认可，并告知监造单位。

1.4 加工制造

1.4.1 制造厂应按已通过短路承受能力试验的同型号产品的设计进行制造，保证结构、原材料和工艺的稳定性。



1.4.2 制造厂在原材料、组部件检验完成后，要保证储存、转运的质量控制。长时间存放的原材料、组部件在使用前应再次进行检验。

1.4.3 对于制造过程中的临时改动调整，应严格按照厂内流程进行审批、记录等进行控制，避免改动的随意性。

1.4.4 应保证产品合理的制造周期。一般从签订协议之日起至具备发运条件，750kV 单台产品生产周期不少于 8 个月，500kV 单台产品生产周期不少于 7 个月，330kV 产品生产周期不少于 6 个月，220kV 产品生产周期不少于 5 个月。对于新产品和采用进口关键组部件、原材料的变压器，由制造厂与项目单位协商所需制造周期。

1.4.5 制造厂在生产过程中应严格执行工艺文件，做好全过程记录，保证产品生产操作的可追溯性。严格控制生产现场降尘量及生产过程中的清洁度。对于干燥过程中的温度、时间、出水率、真空度，热油循环过程中的油颗粒度等参数均需明确要求。对于采用组合导线的线圈应在线圈干燥之后，带压力状态下进行导线股间绝缘检测。对于采用组合导线的纠结式线圈应严格保证线圈绕制预紧力，保证线圈的抗短路能力。制造厂应在等电位线连接工序完成后进行检查，确认连接可靠。

1.4.6 制造厂应对导线焊接操作的工人进行技能培训，并定期考核，合格后颁发资格证书。若操作工逾 3 个月未进行焊接操作，必须重新进行验证方可上岗操作。

1.5 试验检验

1.5.1 制造厂应配备齐全的试验设备和仪器仪表，严格按照协议要求制订详细的试验方案，经厂内审查、监造单位认可并上报用户确认后实施。

1.5.2 项目单位应认真审核出厂试验方案，并安排专业人员对出厂试验进行见证。

1.5.3 制造厂应加强温升试验规范性操作，合理设置测温点。

1.5.4 制造厂应在全部出厂试验完成后对变压器进行二次吊检。

1.6 产品监造及抽检

1.6.1 加强监造专业力量，监造总监须经验丰富，监造人员应具有较强业务技能，确保按照监造大纲的要求高水平完成监造任务。

1.6.2 监造人员应以生产现场巡视、监督为工作重心。

1.6.3 监造人员应对厂家的试验设备和仪器仪表进行检查，对试验方案进行审核，全程见证所有出厂试验，记录原始试验数据并核算分析。有条件时与同批次产品试验结果进行比对、分析。

1.6.4 监造人员应加强对关键组部件入厂检验现场见证，制造厂须将入厂检验及相关质量证明文件在其使用前提交监造人员并办理签收手续。电磁线和硅钢片在使用前需要监造人员确认。

1.6.5 加强产品的抽检，包括生产过程及成品的质量抽检。对突出的质量问题，要组织专业力量专项实施。

1.6.6 强化关键点见证和专家巡检。对关键工序、出厂试验等进行见证。

1.7 存储管理

变压器本体储存时间 3 个月以上时需充油储存，6 个月以上需安装储油柜充油储存，并定期监测油的介损及微含水量。在变压器厂内和安装现场应注意变压器配件的管理和储存，明确保管责任主体及有关措施。

1.8 运输质量控制

1.8.1 制造厂要加强对运输单位提供的运输方案的审核，应重点对车速、转弯半径、冲撞加速度限值、运输过程中的气体压力监测作出要求，特别是对不同的路况要采取针对性措施。

1.8.2 每台 500kV 及以上电压等级本体至少应安装两台不同厂家、不同原理的冲撞记录仪，要注意冲撞记录仪的安装位置及安装措施，确保记录仪结果的真实性。

1.9 验收及安装调试

1.9.1 对制造厂在验收及安装调试环节的要求应写入技术协议中。

1.9.2 变压器到货后，制造厂提供委托相关检测单位对冲撞记录仪检验合格的证明材料；项目单位应和制造厂共同检测本体气压，测量露点，检查冲撞记录仪记录数值，应做好配件的核查和交接。

1.9.3 制造厂应提供足够的密封垫圈，所有在现场安装过程中，打开的手孔、检查孔等部位的密封垫圈均要进行更换。

1.9.4 制造厂要明确所采购组部件的技术条件和安装调试方式，特别是对首次采用的新型组部件，应对派往现场的操作人员进行有针对性的培训，使其熟练掌握关键组部件的安装技术。

1.9.5 产品的交接试验方案应经项目单位和制造厂共同协商确认后方可实施。在调试过程中，制造厂应全程见证，并进行必要的技术指导。

1.9.6 采用真空注油，保证油枕和胶囊之间没有残存气体。密切关注呼吸器（净油器）管路的通畅，防止油枕和胶囊内聚集压力。

1.9.7 在大风沙、严寒地区使用变压器时，建议对二次仪器仪表采用防风沙、防冻措施，确保设备的安全运行。

1.10 运行产品质量管理及信息反馈

1.10.1 应加强对生产运行过程中产品质量的监督和记录，建立设备质量档案。设备运行质量记录信息包括设备运行过程中的质量状况、设备检修及更换备件情况、设备异常和故障情况等。

1.10.2 及时向供应商通报家族性缺陷。

1.10.3 应对供应商的技术支持及服务质量进行评价。

附：变压器产品常见质量问题（包括但不限于此）

- （1）抗短路能力不足。
- （2）采用劣质电磁线、硅钢片等，造成损耗高。
- （3）运输中未采取有效措施，发生碰撞、器身移位等问题。
- （4）分接开关质量差、结构不合理、压力不够、接触不可靠、相间距离不够。
- （5）制造时，绕组内层浸漆不透、干燥不彻底，绕组引线接头焊接不良、绝缘不完整导致匝间、层间短路。
- （6）夹件、螺栓、垫块等部件松动、断裂。
- （7）油箱焊接不良，造成渗漏油。
- （8）变压器绝缘材料材质存在问题，导致试验时夹件、围屏放电故障。

编写单位：中国电力科学研究院。

编写人员：武兰民、张书琦、汤浩、刘雪丽。

审核人员：李金忠、刘锐、赵志刚、孙建涛。

2

电抗器质量管控重点措施

2.1 招标采购

2.1.1 应要求电抗器制造厂提供电抗器型式试验报告、关键组部件（套管等）型式试验报告和重要原材料（电磁线、硅钢片、绝缘材料、变压器油等）检验报告。

2.1.2 应要求变压器制造厂提供变压器本体非电量装置（如气体继电器、油位计、压力释放阀等）检验报告。

2.1.3 在投标文件中，应明确主要原材料和主要组部件（套管、散热器、电流互感器、气体继电器、压力释放阀、测温装置等）的型式、型号、产地及技术参数等。

2.1.4 应明确干式空心电抗器的使用环境温度范围及抗地震强度。

2.1.5 在技术协议中应明确组部件免费服务年限及服务内容，对易损件应标明其使用周期。

2.1.6 不断优化完善招评标规则，通过网上公示等方式，加强采购方与供货方的沟通互动，将招标原则、规则及有关履约的要求切实传递给投标人，促使投标人理解、适应有关规则，不断提升自身的管理能力和技术水平，实现双方和谐共赢。

2.1.7 推行应用国家电网公司统一的采购标准，严格技术规范参数，确保主要设备使用寿命达到 40 年以上。

2.1.8 加强设备材料成本价格研究，掌握成本价格及变化规律，引导规范供应商竞争行为，构建公平、有序的市场环境，确保采购到的设备质量优良、价格合理。

2.1.9 加强供应商资质业绩的核实，强化核实工作的规范化和标准化，建立“入网审核、定期复核、随机抽查”的机制，动态掌握供应商产能、装备、技术、服务等。

2.1.10 加强对投标人技术能力水平的评审，加强对投标产品组部件、原材料和生产工艺保障的评审，杜绝投标人随意更换组部件、原材料供货厂家，发生投标和履约“两张皮”。

2.1.11 在招标采购中，要将评标、授标与供应商履约情况、抽检结果、设备故障等加强联动。建立完善供应商产品质量黑名单制度，引导供应商诚信投标，严惩虚假

投标、以旧代新、以次充好等。

2.1.12 加强生产工期的控制。采购方制定需求计划时，要为供应商留有合理工期，同时供应商要根据自身产能适量投标，杜绝为赶工期而发生减少工序、压缩工艺时间等，确保不留质量隐患。

2.1.13 加强合同签约履约的管理。要在合同专用条款中明确双方违约、有关质量问题、抽检发现的问题等条款，便于问题的处理。结算物资费用时，要有现场验收方、抽检单位等的签字确认单。

2.1.14 供、需双方要建立产品质量信息库，供应商要加强与用户的联系和问询，及时处理有关设备缺陷，各项目单位要对供应商设备质量、供应情况及供应商服务等记录档案，并定期进行评价，加强与招标采购工作的联动。

2.1.15 坚持“谁用谁有发言权”，加强业主单位对供应商运行、履约等的评价，将其作为招标商务分的重要部分，促使供应商加强对使用单位的服务及质量跟踪。

2.2 产品设计选型

2.2.1 应选择具有良好运行业绩和成熟制造经验的生产厂家的产品。

2.2.2 500kV 及以上电压等级电抗器应进行抗震计算。

2.3 原材料及组部件选用

2.3.1 应要求供应商建立健全原材料、组部件分供商评估机制并严格执行。对分供商定期考核，必要时实施驻厂监造。对批量或家族性的缺陷，应及时向项目单位进行预警。

2.3.2 应要求供应商从组织管理、人员配备、检测设备配置等方面加强原材料、组部件进厂质量管理，健全、完善相应企业标准和相关措施，确保执行到位。

2.3.3 应要求供应商加强关键原材料、组部件的入厂检验。包括：

2.3.3.1 加强电磁线的抽检。检验项目包括漆包线耐受电压、屈服强度等。

2.3.3.2 加强 500kV 及以上电压等级电抗器重要部位使用的绝缘成型件、纸板的 X 光检测抽查，抽查比例不少于 20%。

2.3.3.3 应进行硅钢片平整度、单位铁损测量。

2.3.3.4 加强对套管的质量管控。对于批量采购的套管应加强产品质量抽检或到套管厂进行现场试验见证。供货的套管应随同产品一起进行试验。

2.3.4 应加强原材料、组部件储存、转运期间的质量控制。供应商需明确原材料、

组部件的储存期限，对超过储存期限的在使用前应再次进行检验。

2.3.5 供应商采用新材料、新技术、新工艺和首次采用新型的主要组部件，或更改部分结构设计前，应进行充分的技术论证，并获得项目单位认可。

2.4 加工制造

2.4.1 要求供应商在生产过程中应严格执行工艺文件，做好全过程记录，保证产品生产操作的可追溯性。

2.4.1.1 严格按照工艺标准控制生产现场降尘量及生产过程中的洁净度。

2.4.1.2 认真记录干燥过程中的温度、时间、出水率、真空度和热油循环过程中的油颗粒度等参数。

2.4.1.3 对于采用组合导线的线圈在干燥之后，带压力状态下进行导线匝间和股间绝缘检测。

2.4.1.4 对于干式空心电抗器，每层线圈绕制完成后应进行绕组的层间或股间绝缘试验，并采取有效措施防止层间撑条在运行中松动脱落。

2.4.1.5 在等电位线连接工序完成后进行检查，确认连接可靠。

2.4.2 导线焊接操作的工人应进行技能培训，并定期考核。若操作工逾 3 个月未进行焊接操作时，必须重新进行验证方可上岗操作。

2.4.3 供应商应保证产品合理的制造周期。由签订协议之日起至具备发运条件，应预留一定生产时间。对于新产品和采用进口关键组部件、原材料的电抗器，由供应商与项目单位协商所需制造周期。

2.5 试验检验

2.5.1 供应商应严格按照技术协议要求制订详细的试验方案，经厂内审查、监造单位认可并报项目单位确认后实施。

2.5.2 对于并联电抗器，中性点电抗器出厂试验中应增加短时感应耐压试验项目。

2.5.3 供应商应在全部出厂试验完成后对产品再次进行器身检查。

2.6 产品监造及抽检

2.6.1 加强对监造单位的管理。督促监造单位严格按照有关标准实施监造。

2.6.2 加强产品质量的抽检，包括产品原材料、半成品检验及成品的抽检。对突出的质量问题，要组织专业力量开展专项抽检。

2.6.3 加强关键点见证和专家巡检。组织专业人员对关键工序、出厂试验进行见证，对监造组反映的产品制造中的突出问题，组织相关专家赴厂进行巡查，帮助供应商开展质量诊断分析，共同解决有关问题。

2.7 存储管理

2.7.1 在产品充气储存期间，供应商应定期记录气体压力。

2.7.2 电抗器本体储存时间 3 个月以上时需充油储存，6 个月以上需安装储油柜充油储存，并定期监测油的介质损耗及微量水分。在厂内和安装现场应注意电抗器配件的管理和储存，明确保管责任主体及有关措施。

2.8 运输质量控制

2.8.1 加强对运输单位提供的运输方案的审核。应重点对车速、转弯半径、冲撞加速度限值、运输过程中的气体压力监测作出要求，特别是对不同的路况要采取针对性措施。

2.8.2 每台 500kV 及以上电压等级变压器本体至少应安装两台不同厂家、不同原理的冲撞记录仪，并合理确定安装位置，确保冲撞记录仪在运输全程（设备装车—设备上基础）处于正常工作状态、记录结果真实可信。

2.9 验收及安装调试

2.9.1 对制造厂在验收及安装调试环节的要求应写入技术协议中。

2.9.2 项目单位应加强对产品交接验收的管控。电抗器到货后，制造厂提供委托相关检测单位对冲撞记录仪检验合格的证明材料；组织相关单位对到货产品按照技术协议进行验收，做好产品及组部件的核查和交接；本体的气体压力、冲撞记录仪的数值应由项目单位和供应商共同检查。

2.9.3 制造厂应提供足够的密封垫圈，所有在现场安装过程中，打开的手孔、检查孔等部位的密封垫圈均要进行更换。

2.9.4 供应商应提供现场安装调试技术服务。派足够数量的熟悉设备及安装工艺的专业人员到现场指导安装。对首次采用的新型组部件，应对派往现场的专业人员进行针对性的培训。同时应加强对现场施工人员的培训和技术交底。

2.9.5 供应商应加强现场安装指导和关键点的质量控制。

2.9.5.1 供应商应编制产品《安装作业指导书》及安装记录卡等工艺控制文件。