

BIANDIANZHAN JIGAI GONGCHENG SHIGONG
FENGXIAN KONGZHI SHOUC

变电站技改工程施工

风险控制手册

本书编写组 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

TM63-62
8

BIANDIANZHAN JIGAI GONGCHENG SHIGONG
FENGXIAN KONGZHI SHOUCE

变电站技改工程施工 风险控制手册

本书编写组 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书旨在通过对技改工程各工序在人、机、料、法和环等主要影响因素的危害分析,辨识技改工程各工序施工危害因素,结合风险产生的后果、暴露和可能性,科学合理地评定各工序、各危害因素风险值和风险等级,并针对不同风险等级的危害因素提出有效风险管控措施,做到事前有效预控,事中监督到位,从而有效提高施工班组风险预控能力,将风险降低到可接受程度,全面提升施工作业现场安全管理水平。

本书适合于项目管理单位、监理单位和施工单位施工管理使用。

图书在版编目(CIP)数据

变电站技改工程施工风险控制手册/《变电站技改工程施工风险控制手册》编写组编. —北京:中国电力出版社,2015.7

ISBN 978-7-5123-7625-0

I. ①变… II. ①变… III. ①变电所-电力工程-工程施工-风险管理-技术手册 IV. ①TM63-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 084543 号

变电站技改工程施工风险控制手册

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>)

2015 年 7 月第一版

880 毫米×1230 毫米 横 16 开本 40.25 印张 1385 千字

北京市同江印刷厂印刷

2015 年 7 月北京第一次印刷

各地新华书店经售

印数 0001—3000 册

定价 108.00 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



编委会

主 编	方丽华	李端姣			
副 主 编	林韶文	赖绮瑄			
主要编写人员	蔡永智	陈海涵	李 钦	董芝春	吴毅江
	刘建初	杨劲松	黄源辉	周 丹	李 飞
	陈 岸	章 坚	苏建枝	张勇志	李垂有
	陈年蔚	周 桂	王 东	林国明	游维扬
	王长胜				

前言

安全是电网企业的生命线。中国南方电网有限责任公司在推进一体化管理中,全面落实安全风险管理体系是着力提升电网工程建设安全管理水平的主线,先后颁发了《电网建设施工作业指导书》和《电网建设施工安全基准风险指南》等施工安全风险管控文件,广东电网公司也从2008年起制订一系列规范性管理文件,建立了生产承包商管理规范。

按照安全风险管理体系持续改进、不断规范完善的要求,基于南方电网公司战略目标要求和技改工程风险管控实际需求,广东电网公司中山供电局结合近年来生产实践经验,组织编制了《变电站技改工程施工风险控制手册》,旨在通过对技改工程各工序在人、机、料、法和环等主要影响因素的危害分析,

辨识技改工程各工序施工危害因素,结合风险产生的后果、暴露和可能性,科学合理地评定各工序、各危害因素风险值和风险等级,并针对不同风险等级的危害因素提出有效风险管控措施,做到事前有效预控,事中监督到位,从而有效提高施工班组风险预控能力,将风险降低到可接受程度,全面提升施工作业现场安全管理水平。

《变电站技改工程施工风险控制手册》适合于项目管理单位、监理单位和施工单位施工管理使用,通过应用《变电站技改工程施工风险控制手册》,开展危害辨识、风险评估与控制,使风险管控有效落地,进一步提升安全生产管理的“软实力”。



目 录

前言	
一、电力变压器改造	1
二、消弧线圈改造	19
三、断路器改造	27
四、组合电器改造	43
五、软母线改造	60
六、硬母线改造	65
七、隔离开关改造	71
八、独立接地开关改造	84
九、电压互感器改造	102
十、电流互感器改造	127
十一、避雷设施改造	151
十二、穿墙套管改造	177
十三、绝缘子改造	185
十四、高压开关柜改造	193
十五、站用变压器改造	201
十六、动态无功补偿装置改造	209
十七、交、直流电源系统改造	217
十八、电容器(组)改造	230
十九、电抗器(组)改造	239
二十、110~500kV 线路保护改造	247
二十一、110~500kV 主变压器保护改造	281
二十二、母线保护改造	318
二十三、10~35kV 线路、电容器、接地变保护改造	355
二十四、故障录波及行波测距装置改造	367
二十五、继电保护故障及信息管理子站改造	379
二十六、变电站安全稳定控制装置改造	390
二十七、功角测量装置(PMU)改造	416
二十八、低频、低压减载装置改造	427
二十九、备自投装置改造	438
三十、公共屏改造(TV 并列)	459
三十一、GIS 局放在线监测装置改造	472
三十二、二次系统安全防护改造	480
三十三、变电站自动化设备改造	511
三十四、五防系统改造	545
三十五、接地选线装置改造	554
三十六、端子箱装置改造	565
三十七、电能质量在线监测装置改造	576
三十八、变压器在线监测改造	587
三十九、容性设备在线监测改造	595
四十、10~35kV 开关柜在线监测改造	601
四十一、变电站(GPS)时钟同步系统改造	608
四十二、建筑物改造工程	617
四十三、设备基础改造工程	630

电力变压器改造

1. 适用范围

本部分内容适用于运行中变电站 110~500kV 变压器改造施工风险管理控制和施工方案编制。

2. 引用标准

GB 50148—2010《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》

GB 50147—2010《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》

GB 50149—2010《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》

DL 5009.3—2013《电力建设安全工作规程 第3部分：变电站》

GB 26860—2011《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》

GB 50150—2006《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》

Q/CSG 114002—2011《电力设备预防性试验规程》

Q/CSG 10017.2—2007《南方电网 110kV~500kV 送变电工程质量检验及评定标准》

Q/CSG 11105.2—2008《南方电网工程施工工艺控制规范》

Q/CSG10001—2004《变电站安健环设施标准》

《中国南方电网公司十项重点反事故措施》

3. 施工工序流程图 (见图 1-1)

4. 施工工序主要内容

4.1 施工准备

4.1.1 作业内容与要求

(1) 技术及施工资料准备。编制施工方案, 评估施工风险, 办理开工报告、工作票等; 熟悉施工图纸、施工方案、作业流程; 设备、材料运至现场。

(2) 人员准备。项目负责人、技术负责人、安全员、施工人员、特种作业人员(高压试验人员、高空作业人员、吊车司机、司索人员、液压人员、动火人员)到位, 资格证件齐全。

(3) 施工机具准备。吊车、吊装工具、临时施工电源箱、专用液压千斤顶、专用液压泵、切割机、焊接机具、测量工具、高真空滤油机、储油罐、灭火器材、试验仪具等齐备。

(4) 个人防护用品准备。工作服、安全帽、安全带等个人防护用品准备齐全。

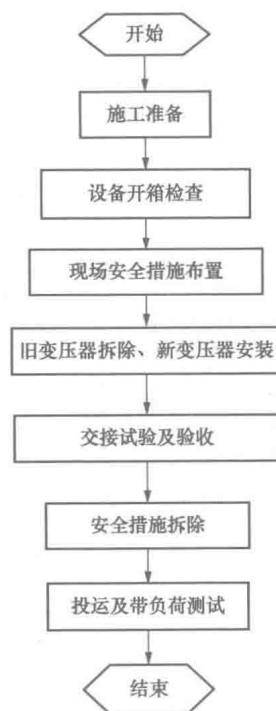


图 1-1 施工工序流程图

4.1.2 危害辨识

(1) 设备安全。未定期试验检查合格的吊车及吊装工具存在安全隐患容易导致吊装时设备损坏、人身伤害；不具备特种作业资质的人员进行吊装、主变压器搬运、电焊作业等导致误伤人员或设备损坏。

(2) 人身安全。未经检验合格的个人防护用品不能为施工人员提供足够的安全防护；未经检验合格的工器具、接地不良、缺少漏电保护等不符合要求的临时电源盘致施工人员发生触电伤害。

(3) 职业健康。不正确的方式搬运重物造成搬运人员腰背劳损。

4.2 设备开箱检查

4.2.1 作业内容与要求

(1) 会同监理、业主代表、设备厂家进行开箱检查，要求所有设备及附件外观应完好无损，出厂试验报告、合格证、图纸资料、技术说明书等技术文件（纸质和光盘）齐全。

(2) 变压器应重点进行以下检查：变压器的运输冲击记录仪检查，瓷件外观应光洁无裂纹、无破损，所有部件无损伤变形及锈蚀现象。

4.2.2 危害辨识

(1) 设备安全：撬棍伸入箱内过深等不正确的开箱方式致损坏设备。

(2) 人身安全：拆开的设备包装箱板存在朝天裸露的铁钉伤人，不正确使用撬棒、手锤、凿子等工器具容易误伤人。

4.3 现场安全措施布置

4.3.1 作业内容与要求

(1) 变电站运行人员执行停电、验电、接地、装设遮栏、挂标示牌等安全技术措施，满足施工任务的安全需求，并由施工负责人和工作许可人现场共同核对和确认。

(2) 现场工作负责人对作业人员进行安全技术交底。

4.3.2 危害辨识

人身安全：对施工人员交底不充分，施工人员对带电部位不清楚引发触电伤害；工作区域与带电设备的安全距离不足造成施工人员触电。

4.4 旧变压器拆除及新变压器安装

4.4.1 作业内容与要求

(1) 拆除旧变压器一、二次接线及旧变压器。

(2) 安装新变压器，恢复一、二次接线。

4.4.2 危害辨识

(1) 人身安全：吊车操作人员及指挥人员麻痹大意、操作不当等致人身伤害，高温焊渣引起周围易燃杂物燃烧致人身伤害。

(2) 设备安全：不完善的防潮、防碰撞措施致设备内部及附件受潮、损坏，吊车操作人员及指挥人员麻痹大意、操作不当等致设备损坏，高温焊渣引起周围易燃杂物燃烧致设备烧损。

(3) 职业健康：安全防护措施不当致弧光伤眼，安全防护措施不当致中毒。

(4) 环境污染：变压器绝缘油泄漏致污染环境。

4.5 交接试验、验收

4.5.1 作业内容与要求

按电气装置交接试验标准进行交接试验。具体试验项目如下：套管试验、有载调压切换装置的检查和试验、测量绕组连同套管的直流电阻、检查所有分接头的电压比、检查变压器的三相接线组别和单相变压器引出线的极性、绝缘油取样试验、绝缘电阻、吸收比或极化指数测量、测量绕组连同套管的介质损耗角正切值、测量绕组连同套管的直流泄漏电流、绕组变形试验、绕组连同套管的交流耐压试验、绕组连同套管的长时感应电压试验带局部放电试验、新变压器冲击试验、核对相序、带负荷测试。

4.5.2 危害辨识

(1) 人身安全。高压试验区域安全设施不完善导致人员误入试验区域引发触电，被试品未充分放电致残余电荷电伤。

(2) 设备安全。试验人员不当的试验参数设置导致试品损坏，试验人员错误的试验接线导致试品损坏。

4.6 安全措施拆除

4.6.1 作业内容与要求

(1) 施工人员拆除试验时的临时接线，恢复设备跳线、母排等。

(2) 变电站运行人员拆除接地线、遮栏、标示牌等安全技术措施。

4.6.2 危害辨识

设备安全。未完全拆除的试验接线遗留设备隐患引发设备损坏。

4.7 投运及带负荷测试

变压器套管 TA 二次回路带负荷测试时致 TA 二次回路开路，导致设备损坏。

4.7.1 作业内容与要求

验收合格后，拆除安全措施，按启动方案组织新设备投运。

4.7.2 危害辨识

设备安全。未完全拆除的安全措施或未恢复的临时接线引发设备损坏，主

5. 施工基准风险评估及管控措施

5.1 110kV 变压器改造

5.1.1 110kV 变压器改造施工基准风险评估及管控措施（见表 1-1）

表 1-1

110kV 变压器改造施工基准风险评估及管控措施

序号	施工工序	危害名称	风险来源	风险种类与范畴		风险等级分析				风险等级	施工风险控制措施	监理单位监督要点	项目管理单位监督要点
						后果	暴露	可能性	风险值				
1.1	施工准备	不合格的吊车及吊装工具	吊车及吊装工具过期、未定期试验致吊装时设备损坏、人身伤害	碰撞、坠落	人身安全	25	3	0.5	37.5	低风险	吊车与吊装工具应定期进行试验，使用前进行外观检查	审验吊车及吊装工具、个人防护用品、临时电源箱等的检验证件或记录以及施工人员进网作业证和特种作业人员的资格证件	确认吊车及吊装工具、个人防护用品、临时电源箱等经监理审验合格
				设备损坏	设备安全	5	2	1	10	可接受风险			
1.2	施工准备	不当的搬运方式	不正确的方式搬运重物造成搬运人员腰肌劳损	腰肌劳损	职业健康	15	1	3	45	低风险	搬运较大或较重器材多人抬运的物体，需有专人指挥，统一信号，步调一致		
1.3	施工准备	不具备特种作业资质的人员	不具备特种作业资质的人员进行吊装、主变压器搬运、电焊等作业容易误伤人员或导致设备损坏	打击	人身安全	25	3	0.5	37.5	低风险	开工前审查施工人员进网作业证和特种作业人员的资格证件		
				设备损坏	设备安全	25	1	0.5	12.5	可接受风险			
1.4	施工准备	不符合要求的个人防护用品	不合格的个人防护用品不能为施工人员提供足够的安全防护	打击、坠落	人身安全	5	2	0.5	5	可接受风险	个人防护用品应定期进行检验，使用前进行外观检查		
1.5	施工准备	未经检验合格的工器具	工器具过期、未定期进行检验等致人身伤害	触电	人身安全	5	2	0.5	5	可接受风险	工器具应定期进行检验，未经检验合格的工器具不得使用		
1.6	施工准备	不符合要求的临时电源箱	临时电源箱接地不良或漏电	触电	人身安全	5	6	0.5	15	可接受风险	临时电源箱应定期进行检验，未经检验合格不得使用		

续表

序号	施工 工序	危害名称	风险来源	风险种类与范畴		风险等级分析				风险等级	施工风险控制措施	监理单位监督要点	项目管理单位 监督要点
						后果	暴露	可能性	风险值				
2.1	设备开 箱检查	不正 确的 开 箱 方 式	撬棍伸入箱内过 深等不安全开箱方 式致损坏设备	设备破损	设备安全	5	1	1	5	可接受 风险	设备开箱由工作 负责人组织实施, 并派安全员监护	见证开箱过程, 确认到货设备完好	确认到货设 备完好
2.2	设备开 箱检查	朝 天 的 铁 钉	拆开的设备包装 箱板存在朝天裸露 的铁钉伤人	刺伤	人身安全	5	1	3	15	可接受 风险	开箱后所有的箱 板,及时打弯朝天 钉,专人清理回收, 堆放到指定位置		
2.3	设备开 箱检查	不正 确 使 用 工 器 具	不正确使用撬棒、 手锤、凿子等工器 具而误伤人	打击	人身安全	5	1	3	15	可接受 风险	由有经验的人员 指导、监督操作人 员使用撬棒、手锤、 凿子等工器具		
3.1	现场安 全措施 布置	与带 电 设 备 的 安 全 距 离 不 足	人员误碰带电设 备致触电	触电	人身安全	25	0.5	0.5	6.25	可接受 风险	与运行人员核对 遮栏、标示牌是否 正确完善,并设现 场专职监护,现场 安全技术交底	1. 现场检查安全 措施的布置是否符 合施工方案和现场 实际要求; 2. 检查“站班会” 和安全技术交底单 记录	审核施工方 案、停电申请 单和工作票, 确保安全措施 足够
3.2	现场安 全措施 布置	交 底 不 充 分	对施工人员交底 不充分,施工人员 对带电部位不清楚 引发触电伤害	触电	人身安全	15	3	0.5	22.5	低风险	工作负责人在施 工前组织好安全交 底,执行“站班会” 制度,落实“三交” 和“三查”措施。对 运行带电设备的危 险点应派专人监护		

续表

序号	施工 工序	危害名称	风险来源	风险种类与范畴		风险等级分析				风险等级	施工风险控制措施	监理单位监督要点	项目管理单位 监督要点
						后果	暴露	可能性	风险值				
4.1	旧变压器 拆除及新 变压器 安装	不正 确 的 吊 车 操 作 和 指 挥	操作和指挥人员 麻痹大意、精神状 态不佳等致设备损 坏、人身伤害	碰撞、 坠落	人身安全	25	3	0.5	37.5	低风险	操作和指挥人员 在起吊前充分勘察 现场	1. 审查吊车及吊 装工具、个人防 护 用品的检验证件或 记录； 2. 审查施工人员 进网作业证和特种 作业人员的资格证 件； 3. 检查以下安装 施工工艺：主变压 器本体及附件安装、 滤油机滤油、主变 压器充氮试漏检查	1. 到 站 检 查吊车与带电 设备安全距离 足够和隔离措 施到位； 2. 检查 动 火作业时消防 措施到位
				设备损坏	设备安全	5	2	0.5	5	可接受风险			
4.2	旧变压器 拆除及新 变压器 安装	不正 确 使 用 安 全 带	不按规定使用安 全带致人身伤害	坠落	人身安全	15	3	0.5	22.5	低风险	高处作业人员应 按规定使用安全带		
4.3	旧变压器 拆除及新 变压器 安装	不正 确 的 绑 扎	吊绳绑扎位置不 当致设备破损、人 身伤害	打击、 坠落	人身安全	15	3	0.5	22.5	低风险	工作负责人详细检 查吊绳绑扎的位置正 确、适当，防止起吊 时倾斜、翻倒		
				设备损坏	设备安全	5	3	0.5	7.5	可接受 风险			
4.4	旧变压器 拆除及新 变压器 安装	不 当 搬 运 主 变 压 器	不正确的方式搬 运主变压器造成设 备损坏、人身伤害	打击、 碰撞	人身安全	15	1	0.5	7.5	可接受 风险	搬运主变压器时 先检查搬运基础牢 固可靠，由有经验 的人员指导、监督 操作人员使用专用 液压工具		
				设备损坏	设备安全	25	1	0.5	12.5				
4.5	旧变压器 拆除及新 变压器 安装	泄 漏 的 绝 缘 油	绝缘瓷件破裂、 胶圈破损、未关闭 阀门、油管破损致 油泄漏	土壤污染、 工作环境 污染	环境污染	1	2	3	6	可接受 风险	防止碰撞绝缘瓷件 致破裂，不得在法 兰连接处使用破损胶 圈，由专人检查确认 所有阀门关闭，滤油 机油管设保护措施		
4.6	旧变压器 拆除及新 变压器 安装	高 温 的 焊 渣	高温焊渣引起周 围易燃杂物燃烧致 设备烧损、人身伤 害	灼烫	人身安全	5	3	0.5	7.5	可接受 风险	焊接前把周边的 易燃杂物清除干净， 现场配备灭火器		
				设备烧损	设备安全								
4.7	旧变压器 拆除及新 变压器 安装	耀 眼 的 弧 光、有 毒 的 气 体	安全防护措施不 当	视力受损、 中毒	职业健康	5	3	0.5	7.5	可接受 风险	焊接操作人员持 证上岗，个人防 护 用品齐全		

续表

序号	施工工序	危害名称	风险来源	风险种类与范畴		风险等级分析				风险等级	施工风险控制措施	监理单位监督要点	项目管理单位监督要点
						后果	暴露	可能性	风险值				
5.1	交接试验、验收	高压试验隔离措施不足	高压试验区域安全设施不完善致触电	触电	人身安全	50	1	0.5	25	低风险	试验区域按规定设置安全围栏和标示牌等安全措施,并安排专人进行监护	监督交接试验过程安全措施的执行,审核试验结果。关注以下项目:油色谱、绕组直流电阻、绝缘电阻及其吸收比或极化指数、绕组介电损耗因数、局部放电、绕组变形试验、油介质损耗因数、油击穿电压等	1. 检查交接试验过程安全措施、试验方法的执行,审核试验结果; 2. 检查高压试验安全距离、防止设备损坏等措施的落实
5.2	交接试验、验收	试验后的残余电荷	被试品未充分放电致残余电荷电伤	触电	人身安全	25	1	0.5	12.5	可接受风险	试验后,应及时对被试品充分放电,放电用的接地线必须可靠接地		
5.3	交接试验、验收	不当的试验参数设置	试验人员麻痹大意、精神状态不佳等致不当设置试验参数	设备损坏	设备安全	5	1	1	5	可接受风险	试验前根据试验设备及被试品的电压等级确定试验参数		
5.4	交接试验、验收	错误的接线方式	试验人员粗心、失误、精神状态不佳等致接线方式错误	设备烧损	设备安全	15	1	1	15	可接受风险	在试验前工作人员需熟悉说明书、图纸,按照要求接线,并由工作负责人核查接线正确性		
6.1	安全措施拆除和恢复	不足的安全距离	拆除地线时与带电设备安全距离不够导致人员触电伤害	触电	人身安全	15	1	0.5	7.5	可接受风险	拆除安全措施时设专人监护	监督安全措施的拆除	检查施工现场无遗留工具和物品
7.1	投运及带负荷测试	未完全拆除的安全措施或未恢复的临时接线	未完全拆除的临时地线或未恢复的安全措施引发设备损坏	设备损坏	设备安全	25	0.5	1	12.5	可接受风险	投运前,由运行人员检查核对	检查确认设备已完成验收,施工人员撤离现场,确认现场无遗留物。旁站监督投运过程,见证带负荷测试	1. 监督安全措施拆除和临时接线恢复的执行情况; 2. 投运前核对方式,检查保护运行状态; 3. 核对带负荷测试情况
7.2	投运及带负荷测试	不正确带负荷测试方法	不正确的测试方法导致测试数据错误,遗留设备隐患	设备缺陷	设备安全	25	1	1	25	低风险	带负荷测试时需依照经审核的测试表格进行,测试过程需由运行单位派人监督和测试结果经运行单位确认		
7.3	投运及带负荷测试	启动方式安排不合理	启动运行方式安排不合理使得设备越级跳闸	局部停电	电网安全	25	1	1	25	低风险	启动方案应充分考虑保护拒动的情况,方案必须按规定完成审批手续		

总体评级:经综合评估,110kV 变压器改造项目施工风险等级为低风险(Ⅳ级)。

5.1.2 110kV 变压器改造关键工序及管控措施（见表 1-2）

表 1-2

110kV 变压器改造关键工序及管控措施

序号	关键施工工序	主要危害名称	风险来源	风险等级	施工风险控制措施	监理单位监督要点 控制类型（检查方式）	项目管理单位监督要点
1	施工准备	不合格的吊车及吊装工具	未定期试验检查合格的吊车及吊装工具存在安全隐患容易导致吊装时设备损坏、人身伤害	低风险	吊车与吊装工具应定期进行试验，使用前进行外观检查	1. 审查吊车及吊装工具、个人防护用品、临时电源箱等的检验证件或记录 2. 审查施工人员进网作业证和特种作业人员的资格证件	确认吊车及吊装工具、个人防护用品、临时电源箱等经监理审验合格
		不具备特种作业资质的人员	不具备特种作业资质的人员进行吊装、电焊等作业容易误伤人员或导致设备损坏	低风险	开工前审查施工人员进网作业证和特种作业人员的资格证件		
2	现场安全措施布置	交底不充分	对施工人员交底不充分，施工人员对带电部位不清楚引发触电伤害	低风险	工作负责人在施工前组织好安全交底，执行“站班会”制度，落实“三交”和“三查”措施。对运行带电设备的危险点应派专人监护	1. 现场检查安全措施的布置是否符合施工方案和现场实际要求； 2. 检查“站班会”和安全技术交底单记录	审核施工方案、停电申请单和工作票，确保安全措施足够
3	旧变压器拆除及新变压器安装	不正确的吊车操作和指挥	操作和指挥人员麻痹粗心、精神状态不佳等致设备损坏、人身伤害	低风险	操作和指挥人员持证上岗，并在起吊前充分勘察现场	1. 审查吊车及吊装工具、个人防护用品的检验证件或记录； 2. 审查施工人员进网作业证和特种作业人员的资格证件	1. 到站检查吊装设备、机具使用与带电设备安全距离足够和隔离措施到位； 2. 检查高空作业时措施到位、个人防护用品使用正确
		不正确使用安全带	不按规定使用安全带致人身伤害	低风险	高处作业人员应按规定使用安全带		
		不正确的绑扎	吊绳绑扎位置不当致设备破损、人身伤害	低风险	工作负责人详细检查吊绳绑扎的位置正确、适当，防止起吊时倾斜、翻倒		
4	交接试验	高压试验隔离措施不足	高压试验区域安全设施不完善致触电	低风险	试验区域按规定设置安全围栏和标示牌等安全措施，并安排专人进行监护	交接试验过程安全措施的执行，结果审核。关注以下项目：油色谱、绕组直流电阻、绝缘电阻及其吸收比或极化指数、绕组介质损耗因数、局部放电、绕组变形试验、油介质损耗因数、油击穿电压等	1. 检查交接试验过程安全措施、试验方法的执行，审核试验结果； 2. 检查高压试验安全距离、防止设备损坏等措施的落实

续表

序号	关键施工工序	主要危害名称	风险来源	风险等级	施工风险控制措施	监理单位监督要点 控制类型（检查方式）	项目管理单位监督要点
5	投运及带负荷测试	不正确带负荷测试方法	不正确的测试方法导致测试数据错误，遗留设备隐患	低风险	带负荷测试时需依照经审核的测试表格进行，测试过程需由运行单位派人监督和测试结果经运行单位确认	检查确认设备已完成验收，施工人员撤离现场，确认现场无遗留物。旁站监督投运过程，见证带负荷测试	1. 监督安全措施拆除和临时接线恢复的执行情况； 2. 投运前核对方式，检查保护运行状态； 3. 核对带负荷测试情况
6	投运及带负荷测试	启动方式安排不合理	启动运行方式安排不合理使得设备越级跳闸	低风险	启动方案应充分考虑保护拒动的情况，方案必须按规定完成审批手续	投运后测试方法正确	1. 投运前核对方式，保护运行状态检查； 2. 投运后变压器带负荷情况

5.2 220kV 变压器改造

5.2.1 220kV 变压器改造施工基准风险评估及管控措施（见表 1-3）

表 1-3

220kV 变压器改造施工基准风险评估及管控措施

序号	施工工序	危害名称	风险来源	风险种类与范畴		风险等级分析				风险等级	施工风险控制措施	监理单位监督要点	项目管理单位 监督要点
						后果	暴露	可能性	风险值				
1.1	施工准备	不合格的吊车及吊装工具	吊车及吊装工具过期、未定期试验致吊装时设备损坏、人身伤害	碰撞、坠落	人身安全	25	3	0.5	37.5	低风险	吊车与吊装工具应定期进行试验，使用前进行外观检查	审验吊车及吊装工具、个人防护用品、临时电源箱等的检验证件或记录以及施工人员进网作业证和特种作业人员的资格证件	确认吊车及吊装工具、个人防护用品、临时电源箱等经监理审验合格
				设备损坏	设备安全	5	2	1	10	可接受风险			
1.2	施工准备	不当的搬运方式	不正确的方式搬运重物造成搬运人员腰肌劳损	腰肌劳损	职业健康	15	1	3	45	低风险	搬运较大或较重器材多人抬运的物体，需有专人指挥，统一信号，步调一致		
1.3	施工准备	不具备特种作业资质的人员	不具备特种作业资质的人员进行吊装、主变搬运、电焊等作业容易误伤人员或导致设备损坏	打击	人身安全	25	3	0.5	37.5	低风险	开工前审查施工人员进网作业证和特种作业人员的资格证件		
				设备损坏	设备安全	50	1	0.5	25	低风险			
1.4	施工准备	不符合要求的个人防护用品	不合格的个人防护用品不能为施工人员提供足够的安全防护	打击、坠落	人身安全	5	2	0.5	5	可接受风险	个人防护用品应定期进行检验，使用前进行外观检查		
1.5	施工准备	未经检验合格的工器具	工器具过期、未定期进行检验等致人身伤害	触电	人身安全	5	2	0.5	5	可接受风险	工器具应定期进行检验，未经检验合格的工器具不得使用		

续表

序号	施工工序	危害名称	风险来源	风险种类与范畴		风险等级分析				风险等级	施工风险控制措施	监理单位监督要点	项目管理单位 监督要点
						后果	暴露	可能性	风险值				
1.6	施工准备	不符合要求的临时电源箱	临时电源箱接地不良或漏电	触电	人身安全	5	6	0.5	15	可接受风险	临时电源箱应定期进行检验，未经检验合格不得使用	审验吊车及吊装工具、个人防护用品、临时电源箱等的检验证件或记录以及施工人员进网作业证和特种作业人员的资格证件	确认吊车及吊装工具、个人防护用品、临时电源箱等经监理审验合格
2.1	设备开箱检查	不正确的开箱方式	撬棍伸入箱内过深等不安全开箱方式致损坏设备	设备破损	设备安全	5	1	1	5	可接受风险	设备开箱由工作负责人组织实施，并派安全员监护	见证开箱过程，确认到货设备完好	确认到货设备完好
2.2	设备开箱检查	朝天的铁钉	拆开的设备包装箱板存在朝天裸露的铁钉伤人	刺伤	人身安全	5	1	3	15	可接受风险	开箱后所有的箱板，及时打弯朝天钉，专人清理回收，堆放到指定位置		
2.3	设备开箱检查	不正确使用工器具	不正确使用撬棒、手锤、凿子等工器具而误伤人	打击	人身安全	5	1	3	15	可接受风险	由有经验的人员指导、监督操作人员使用撬棒、手锤、凿子等工器具		
3.1	现场安全措施布置	与带电设备的安全距离不足	人员误碰带电设备致触电	触电	人身安全	50	1	0.5	25	低风险	与运行人员核对遮栏、标示牌是否正确完善，并设现场专职监护；现场安全技术交底	1. 现场检查安全措施的布置是否符合施工方案和现场实际要求； 2. 检查“站班会”和安全技术交底单记录	审核施工方案、停电申请单和工作票，确保安全措施足够
3.2	现场安全措施布置	交底不充分	对施工人员交底不充分，施工人员对带电部位不清楚引发触电伤害	触电	人身安全	50	3	0.5	75	中等风险	工作负责人在施工前组织好安全交底，执行“站班会”制度，落实“三交”和“三查”措施。对运行带电设备的危险点应派专人监护		

续表

序号	施工工序	危害名称	风险来源	风险种类与范畴		风险等级分析				风险等级	施工风险控制措施	监理单位监督要点	项目管理单位 监督要点
						后果	暴露	可能性	风险值				
4.1	旧变压器拆除及新变压器安装	不正确的吊车操作和指挥	错误的吊车指挥等致设备损坏、人身伤害	碰撞、坠落	人身安全	25	3	0.5	37.5	低风险	操作和指挥人员在起吊前充分勘察现场	1. 审查吊车及吊装工具、个人防护用品的检验证件或记录; 2. 审查施工人员进网作业证和特种作业人员的资格证件; 3. 检查以下安装施工工艺: 主变压器本体及附件安装、滤油机滤油、主变压器充氮试漏检查	1. 到站检查吊车与带电设备安全距离足够和隔离措施到位; 2. 检查动火作业时消防措施到位
				设备损坏	设备安全	15	2	0.5	15	低风险			
4.2	旧变压器拆除及新变压器安装	不正确使用安全带	不按规定使用安全带致人身伤害	坠落	人身安全	25	3	0.5	37.5	低风险	高处作业人员应按规定使用安全带		
4.3	旧变压器拆除及新变压器安装	不正确的绑扎	吊绳绑扎位置不当致设备破损、人身伤害	打击、坠落	人身安全	50	3	0.5	75	中等风险	工作负责人详细检查吊绳绑扎的位置正确、适当,防止起吊时倾斜、翻倒		
				设备损坏	设备安全	25	3	0.5	37.5	低风险			
4.4	旧变压器拆除及新变压器安装	不当搬运主变压器	不正确的方式搬运主变造成设备损坏、人身伤害	打击、碰撞	人身安全	50	3	0.5	75	中等风险	搬运主变压器时先检查搬运基础是否牢固可靠,由有经验的人员指导、监督操作人员使用专用液压工具		
				设备损坏	设备安全	25	3	0.5	37.5				
4.5	旧变压器拆除及新变压器安装	泄漏的绝缘油	绝缘瓷件破裂、胶圈破损、未关闭阀门、油管破损致油泄漏	土壤污染、工作环境污染	环境污染	5	2	3	30	低风险	防止碰撞绝缘瓷件致破裂,不得在法兰连接处使用破损胶圈,由专人检查确认所有阀门关闭,滤油机油管设保护措施		
4.6	旧变压器拆除及新变压器安装	高温的焊渣	高温焊渣引起周围易燃杂物燃烧致设备烧损、人身伤害	灼烫	人身安全	15	3	0.5	22.5	低风险	焊接前把周边的易燃杂物清理干净,现场配备灭火器		
				设备烧损	设备安全								
4.7	旧变压器拆除及新变压器安装	耀眼的弧光、有毒的气体	安全防护措施不当	视力受损、中毒	职业健康	15	3	0.5	22.5	低风险	焊接操作人员持证上岗,个人防护用品齐全		

续表

序号	施工工序	危害名称	风险来源	风险种类与范畴		风险等级分析				风险等级	施工风险控制措施	监理单位监督要点	项目管理单位 监督要点
						后果	暴露	可能性	风险值				
5.1	交接 试验、 验收	高压试 验隔离措 施不足	高压试验区域安 全设施不完善致触 电	触电	人身安全	50	2	1	100	中等风险	试验区域按规定设 置安全围栏和标示牌 等安全措施,并安排 专人进行监护	监督交接试验过 程安全措施的执行, 审核试验结果。关 注以下项目:油色 谱、绕组直流电阻、 绝缘电阻及其吸收 比或极化指数、绕 组介质损耗因数、 局部放电、绕组变 形试验、油介质损 耗因数、油击穿电 压等	1. 检查交 接试验过程安 全措施、试验 方法的执行, 审核试验结 果; 2. 检查高 压试验安全距 离、防止设备 损坏等措施的 落实
5.2	交接 试验、 验收	试验后 的残余电 荷	被试品未充分放 电致残余电荷电伤	触电	人身安全	25	1	1	25	低风险	试验后,应及时 对被试品充分放电, 放电用的接地线必 须可靠接地		
5.3	交接 试验、 验收	不当的 试验参数 设置	试验人员麻痹大 意、精神状态不佳 等致不当设置试验 参数	设备损坏	设备安全	15	1	1	15	低风险	试验前根据试验 设备及被试品的电 压等级确定试验参 数		
5.4	交接 试验、 验收	错误的 接线方式	试验人员粗心失 误、精神状态不佳 等致接线方式错误	设备烧损	设备安全	50	1	1	50	低风险	在试验前工作人 员需熟悉说明书、 图纸,按照要求接 线,并由工作负责 人核查接线正确性		
6.1	安全措 施拆除 和恢复	不足够 的安全距 离	拆除地线时与带电 设备安全距离不够导 致人员触电伤害	触电	人身安全	50	1	1	50	低风险	拆除安全措施时 设专人监护	监督安全措施的拆除	检查施工现 场无遗留工具 和物品
7.1	投运及 带负荷 测试	未完全 拆除的安 全措施或 未恢复的 临时接线	未完全拆除的临 时地线或未恢复的 安全措施引发设备 损坏	设备损坏	设备安全	50	0.5	1	25	低风险	投运前,由运行 人员检查核对	检查确认设备已 完成验收,施工人 员撤离现场,确认 现场无遗留物。旁 站监督投运过程, 见证带负荷测试	1. 监督安 全措施拆除和 临时接线恢复 的执行情况; 2. 投运前 核对方式,检 查保护运行状 态; 3. 核对带 负荷测试情况
7.2	投运及 带负荷 测试	不正确 带负荷测 试方法	不正确的测试方 法导致测试数据错 误,遗留设备隐患	设备缺陷	设备安全	25	1	3	75	中等风险	带负荷测试时需 依照经审核的测试 表格进行,测试过 程需由运行单位派 人监督和测试结果 经运行单位确认		
7.3	投运及 带负荷 测试	启动方 式安排不 合理	启动运行方式安 排不合理使得设备 越级跳闸	局部停电	电网安全	25	1	1	25	低风险	启动方案应充分 考虑保护拒动的情 况,方案必须按规 定完成审批手续		

总体评级:经综合评估,220kV 变压器改造项目施工风险等级为中等风险(Ⅲ级)。