

## Lean Management of Defect in Power Transmission Inspection Equipment

Tianxiang HU

State Grid Deyang Yuhua Power Supply Company, Deyang, Sichuan 618000, China

### Abstract

In the process of rapid development of modern social economy, the number of power grid projects has increased year by year, mainly to provide an effective power basis for people's daily life and work. People pay more and more attention to the utility of substation professional management. When the substation inspection equipment produces defects, it will reduce the quality of electricity consumption, which will have a certain degree of impact on people's daily life. The defect management of the substation inspection equipment can clearly analyze the state of the substation equipment, improve its evaluation level, and ensure the safe operation of the equipment.

### Key Words

Substation Transportation Inspection Equipment, Equipment Defect, Lean Management

DOI:10.18686/dljsyj.v1i2.363

## 变电运检设备缺陷精益管理

胡添翔

国网德阳市荦华供电公司, 四川德阳, 618000

### 摘要

在现代化社会经济迅猛发展的过程中, 电网工程项目数量逐年上涨, 主要是为人们的日常生活与工作提供有效的电力基础。人们越来越重视变电专业管理的效用, 在变电运检设备产生缺陷时, 会降低用电质量, 对于人们的日常生活会产生一定程度的影响。变电运检设备的缺陷精益管理能够对变电设备的状态进行明确的分析, 提高其评价水平, 进而保证设备的安全运行。

### 关键词

变电运检设备; 设备缺陷; 精益管理

### 1. 范围

随着电网发展和设备更新的速度不断加快, 供电公司变电运维管理存在着人员少、工作量大、危险点多、安全风险大等问题, 导致变电运行、维护质量下降。针对上述问题, 荦华供电公司运检部、安质部成立精益改善小组, 以期提高工作效率, 保证及时发现设备缺陷及隐患, 文明生产, 并通过本次项目的研究和实施, 使班组成员具有精益思想, 形成改善机制, 持续改善。

本项目由国网德阳市荦华供电公司(以下简称“荦华公司”)牵头, 由荦华公司运维检修部负责具体实施, 项目涉及荦华公司运检、调控等部门。

本项目涉及到巡视准备、巡视、现场维护、分析总

结等流程环节。

### 2. 背景

#### 2.1 运检业务管理粗放

在运检合一管理过程中, 运维业务与检修业务融合度不高, 缺乏规范的管理制度。

#### 2.2 变电运检缺陷改善较差

变电设备缺陷处理效率较低, 造成设备故障停运时间长。

设备安全隐患大, 设备完好率水平较低。

#### 2.3 人员不能有效处理设备缺陷

变电检修工作面临检修人员短缺, 工作量大等问题;

变电运维班面临人员结构老龄化, 影响工作效率。

## 2.4 变电检修质量较差

设备日常巡视检测质量不高, 导致不能及时发现及判定缺陷造成停电。

## 3.思路目标

### 3.1 总体思路

项目采取精益六西格玛设计路径 DMAIC (即定义、测量、分析、改进、控制), 通过定义阶段, 收集客户的各类需求和期望并将其转化为关键质量特性, 确定了项目的关键指标和项目目标; 在测量阶段, 制定了数据收集计划, 分析影响项目关键指标潜在因子; 在分析阶段, 寻找影响关键指标的根本原因, 明确关键因子; 在改进阶段, 制定了项目的改进计划及措施并通过试运行

逐步推广的全面实施; 在控制阶段, 固化改善成果, 制定项目风险应对措施。通过以上几个步骤, 实现了变电运维管理的有效管控, 达成公司变电运维巡管理精益转型的目的。

## 3.2 项目目标

本项目目标为设备缺陷消除及时率  $Y1 = \frac{\sum \text{规定时间内成功消除的缺陷个数}}{\text{总发现的缺陷总数}}$ 。定义项目目标设备缺陷消除及时率 61.4% 上升到 80%, 卓越目标 95%。

## 4.提升指标

通过本项目的精益改善, 设备缺陷消除率提升至 80%, 长期目标 95%, 如图 1。

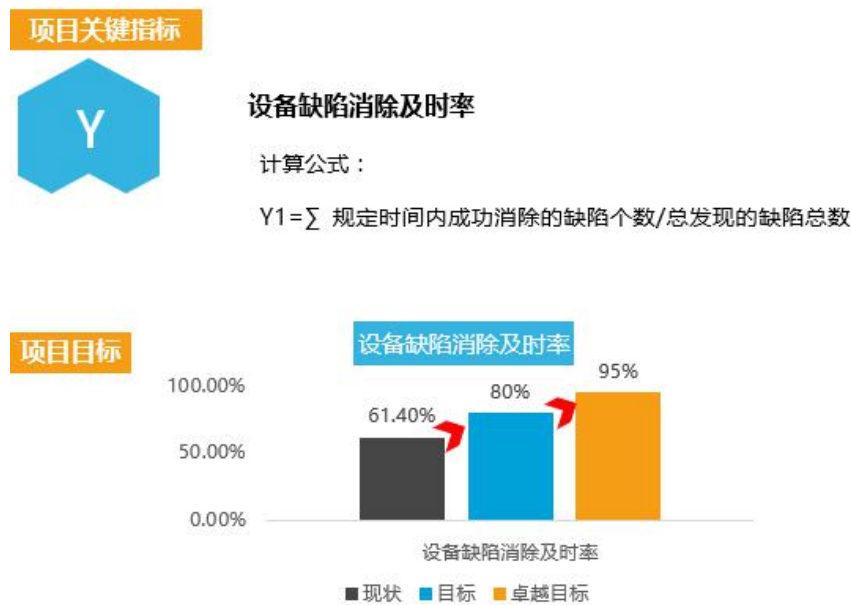


图 1 项目关键指标

## 5.工作机制

项目由国网德阳市荦华供电公司牵头、荦华公司运检部负责实施。具体的职责如图 2 所示。

项目严格按照精益化管理信息系统时间节点推进, 形成阶段成果, 重要问题讨论及各阶段完成情况通过定期或不定期汇报会等形式进行交流, 涉及重大项目决策

事项向项目发起人汇报。

采用精益绿带与专业技术骨干带领项目团队推进的模式, 结合精益理念和工具学习, 确保精益知行合一。项目开展过程中团队成员明确分工, 全程参与, 确保项

目切实落地, 精确分析、挖掘改善点, 并通过实践落地、提炼成果, 确保精益成果实现和巩固。

## 6.过程与经验

项目严格按照精益六西格玛的定义、测量、分析、改进和控制五个阶段实施。

### 6.1 定义阶段

#### 6.1.1 问题陈述

1、**巡视质量不高**: 设备日常巡视检测质量不高, 导致不能及时发现及判定缺陷造成停电;

- 2、缺陷处理效率低：巡视内容不到位；
- 3、缺陷不能及时消除：值班人员责任心不够，经验技术不足，发现问题的几率不一致
- 4、人员配备不足在：巡视的全面性，准确性，有

效性无法监管

- 5、缺陷不能一次有效处理：工器具不齐全不能及时消除，时间安排不能及时处理完成成。



图 2 项目团队



图 3 问题汇总

### 6.1.2 VOB/VOC 转化 CTQ

项目组通过高层访谈、专家座谈、资料收集、头脑风暴等方法，收集客户和企业对变电运维管理问题和期望，准确把握客户之声（以下简称为 VOC）和企业之声（以下简称为 VOB），并将其转化为关键质量特性。

如下表所示。

### 6.1.3 确定项目关键指标

根据客户需求的 CTQs 比较矩阵项目组完成比较打分。如图 4:

表 3 VOB/VOC 汇总表

	VOC/VOB	关键驱动	关键质量特性TQs
VOC (用电客户)	停电时间长	变电设备故障及时排除	设备故障停运时间↓
	停电频繁	提高变电设备质量	设备完好性↑
	系统录入和整理时间长	缩短资料整理时间	资料整理效率↑
	巡视标准化执行不足	提高巡视标准化执行力	巡视到位率↑
VOB (运检部)	变电设备经常出故障	缩短设备故障停运时间	设备故障停运时间↓
	缺陷发现能力不足	提高缺陷发现能力	缺陷发现数↑
	设备巡视不到位	提高巡视标准化执行力	巡视到位率↑
	现场维护时间长	缩短设备维护时间	维护效率↑
VOB (领导层)	现场巡视时间长	缩短现场巡视时间	巡视效率↑
	变电设备经常出故障停运，影响企业经营效益	提升运维工作质量	缺陷消除及时率↓



图 4 CTQ 比较矩阵

得到项目关键指标 Y: 设备缺陷消除及时率。并确定项目的现状指标, 目标和卓越目标。在初步了解客户需求, 分解项目风险的基础上, 绘制项目边界界定 (SIPOC),

明晰变电运维巡视管理项

#### 6.1.4 界定项目边界

目的范围。SIPOC 如图 5 所示。

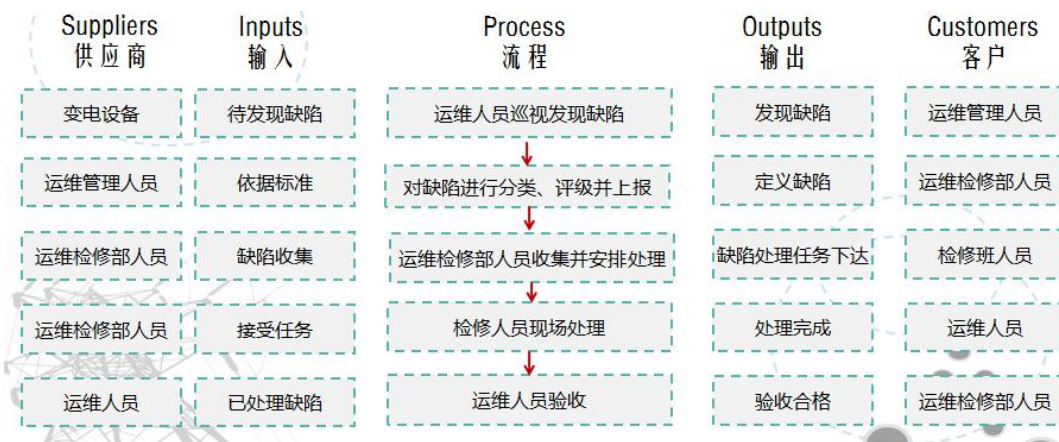


图 5 SIPOC 图

#### 6.1.5 制定项目进度计划

基于项目范围的确定, 制定了项目进度及实施计划, 项目计划按照定义、测量、分析、改进和控制五个阶段

为主, 制定详细的任务及时间计划, 从项目启动到项目 结束, 加强过程管控。如表 4 所示。

表 4 项目进度计划表

项目阶段	起始时间	完成时间	持续时间	2017												
				3	4	5	6	7	8	9	10	11				
项目立项	2017/03/01	2017/03/15	半月	■												
项目启动	2017/03/15	2017/03/15	1天	■												
定义阶段	2017/03/15	2017/04/15	1月	■	■											
定义阶段验收	2017/04/15	2017/04/15	1天		■											
测量阶段	2017/04/15	2017/05/31	1.5月		■	■	■									
测量阶段验收	2017/05/31	2017/05/31	1天				■									
中期汇报	2017/05/31	2017/06/15	半月				■									
分析阶段	2017/06/01	2017/06/30	1月				■	■								
分析阶段验收	2017/06/30	2017/06/30	1天					■								
改进阶段	2017/07/01	2017/08/31	2月					■	■	■						
改进阶段验收	2017/08/31	2017/08/31	1天						■							
控制阶段	2017/09/01	2017/09/30	1月							■	■					
控制阶段验收	2017/09/30	2017/09/30	1天								■					
项目终期汇报	2017/10/01	2017/11/30	2月									■	■			

### 6.1.6 测算预期收益并形成项目章程

通过项目实施改进后, 预计可以为企业带来如下收益:

- 直接收益:
- 提高工作效率, 节省了人工成本;

- 减少了变电故障停运时间, 增加了售电量;
- 降低了工作现场的违章次数, 增加了工作安全性。
- 间接收益:
- 及时满足设备投用需求;
- 减少停电时间和停电次数, 提高了客户满意度, 降低了停电类投诉。
- 完成了项目立项, 形成了项目章程, 如表 5 所示。

表 5 风险分析

项目名称		变电站运维管理精益化			
立项时间	2017/3/1 <th>项目编号</th> <td>-</td>			项目编号	-
业务影响		项目发起单位	国网四川省德阳供电公司什部分公司		
项目描述		项目发起人	周宁		
级别	项目专业类型	项目关键流程		项目专业类型	
县级	变电检修	业务领域	设备变电检修	检修	
		业务流程	设备故障精益流程		
项目目标		项目财务收益 (年度估算)		项目间接收益	
提高设备消缺率, 减少停电时间和停电次数提高客户满意度。	现状	目标			
项目计划		阶段成果		类型	
阶段	计划开始时间	计划结束时间			
定义阶段	2017/03/15	2017/04/15	日特图、VOC、帕累托图、形态矩阵、CTQC分解、CTQ优选、SIPOC		必选/可选
测量阶段	2017/04/16	2017/07/31	数据搜集计划、测量系统分析、过程能力分析、统计分析		必选
分析阶段	2017/07/01	2017/07/31	鱼骨图、因果矩阵、帕累托分析		必选
设计阶段	2017/8/01	2017/09/30	头脑风暴、试点计划、FMEA		必选
验证阶段	2017/8/01	2017/09/30	控制计划、成本分析、项目章程		必选
项目团队		资源支持		技术支持	
角色	姓名	职务			
项目负责人	周宁	国网四川什部分供电公司负责人公司总工			
项目发起人	廖明建	国网四川什部分供电公司负责人公司安监部主任			
项目联络人	胡家福	国网四川什部分供电公司变电检修班班组长	需要德阳公司运检部、什部分公司检修工作的协调配合, 共同促进项目改进方案的落实。		外部德阳公司和市公司需带带带的专业支持, 业务部门的专业知识支持。
项目成员	邓国宇	国网四川什部分供电公司变电检修班中工			
项目成员	程涛	国网四川什部分供电公司变电检修班班组长			
项目成员	李季	国网四川什部分供电公司变电检修班中工			

## 6.2 测量阶段

明确数据收集对象。如下图所示。

### 6.2.1 绘制项目流程图

通过项目团队的仔细研讨, 绘制了变电运维巡视流程图。按照讨论的实际情况区分各部门、县公司职责,

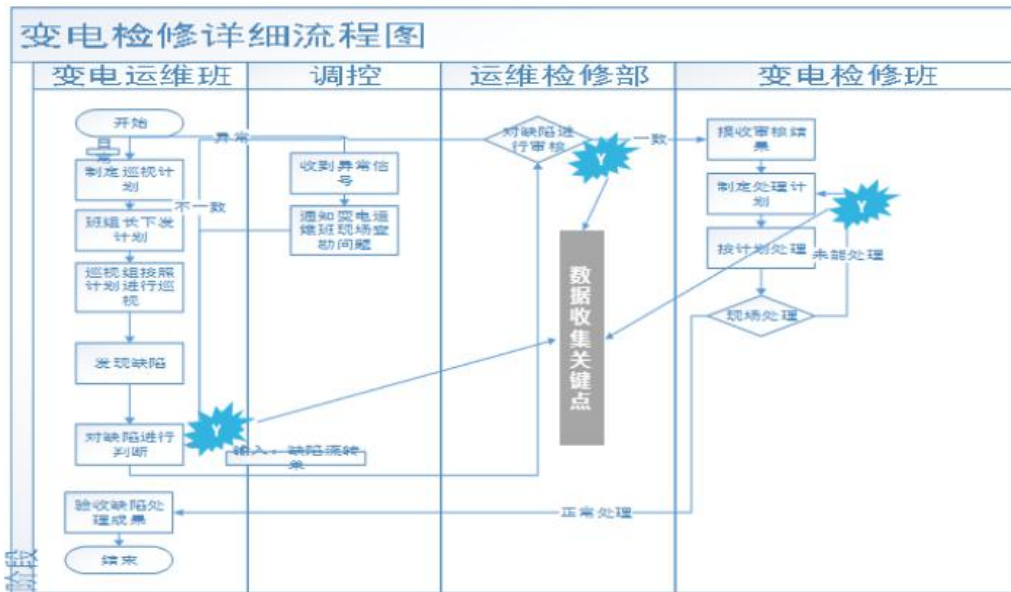


图 6 项目详细流程图

### 6.2.2 数据收集计划

以项目定义阶段确定的项目关键指标为对象，结合项目流程图确定的数据收集关键环节，制定了相应的数据收集计划，如表 5 所示。

通过收集 2016 年 1 月至 2017 年 3 月份各变电站缺陷记录数据，再利用柱状图、正态性分析、帕累托图等

统计分析工具，找出可能的因子。

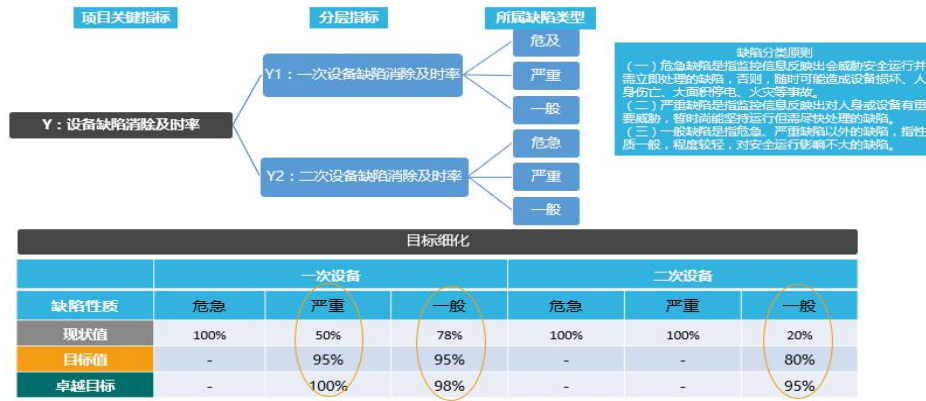
### 6.2.3 数据分层

通过缺陷分类原则，我们将 Y 设备缺陷消除及时率分为：Y1 一次设备缺陷消除及时率和 Y2 二次设备缺陷消除及时率；两类缺陷所属类型分别是危急/严重/一般。

表 6 数据收集计划

业绩表现衡量	运作定义	资料来源	样本大小	谁收集	何时收集	怎样收集
Y：设备缺陷消除及时率	$\Sigma$ 及时消除的缺陷个数/发现的缺陷总数	班组巡视记录表系统记录	136	胡添翔	2017年6月	历史资料查询和系统查询
Y1：一次设备缺陷消除及时率	$\Sigma$ 及时消除的一次设备缺陷/发现的一次缺陷总数	班组维护记录表	77	胡添翔	2017年6月	历史资料查询和系统查询
Y2：二次设备缺陷消除及时率	$\Sigma$ 及时消除的二次设备缺陷/发现的二次缺陷总数	班组巡视记录表	59	胡添翔	2017年6月	历史资料查询和系统查询
怎样使用资料			怎样显示资料			
1.统计2015年1月至2017年4月期间的设备缺陷情况做汇总分析			图形汇总分析、Pareto图			
2.统计2015年1月至2017年4月期间内的一次设备缺陷做汇总分析			图形汇总分析、Pareto图			
3.统计2015年1月至2017年4月期间的二次设备缺陷处理率做汇总分析			图形汇总分析、Pareto图			

表 7 数据收集计划



### 6.2.4 数据描述性分析与过程能力分析

统计 2016 年 1 月至 2017 年 3 月份期间内的一次二次设备的及时处理率数据, 情况如下:

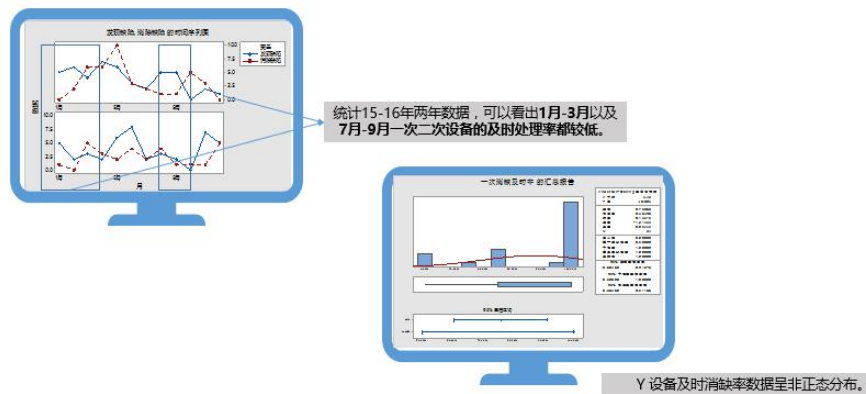


图 7 数据描述性分析

从上图可以看出, 数据为非正态分布, 波动较大。各月不同缺陷处理率呈上升趋势, 需注意。

$Z=-0.21$ , 过程能力不足, 迫切需要改善。

通过对缺陷数据进行过程能力进行分析, 二项过程能力图显示: Y1 一次设备缺陷消除及时率(严重),  $Z=0$ , 过程能力不足, Y1 一次设备缺陷消除及时率(一般)过程能力差,  $Z=0.31$  过程能力, 迫切需要改善。

### 6.2.5 数据分析

Y1: 一次设备缺陷发现率呈二次上升趋势, 但是缺陷消除率呈下降趋势。

Y2: 二次设备缺陷消除及时率(一般)过程能力差,

Y2: 二次设备缺陷发现率上涨幅度较为平稳趋势, 但是二次缺陷消除率略微上升。

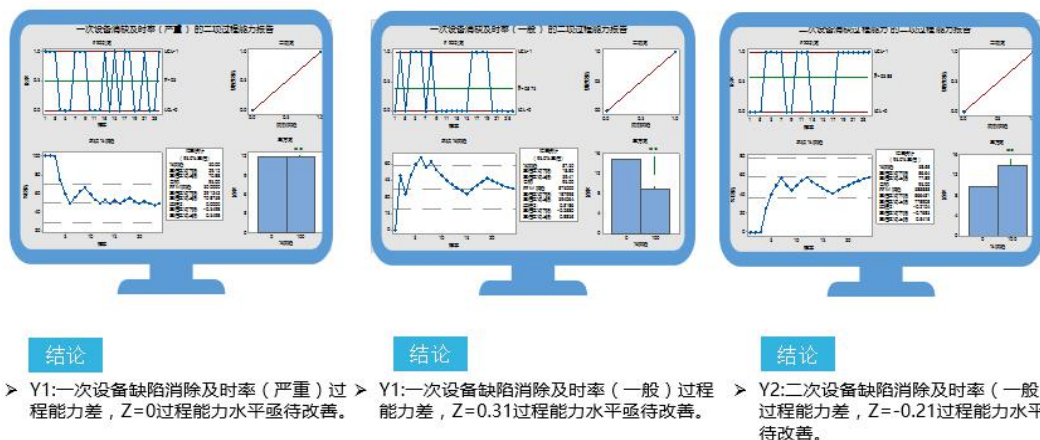


图 9 过程能力分析

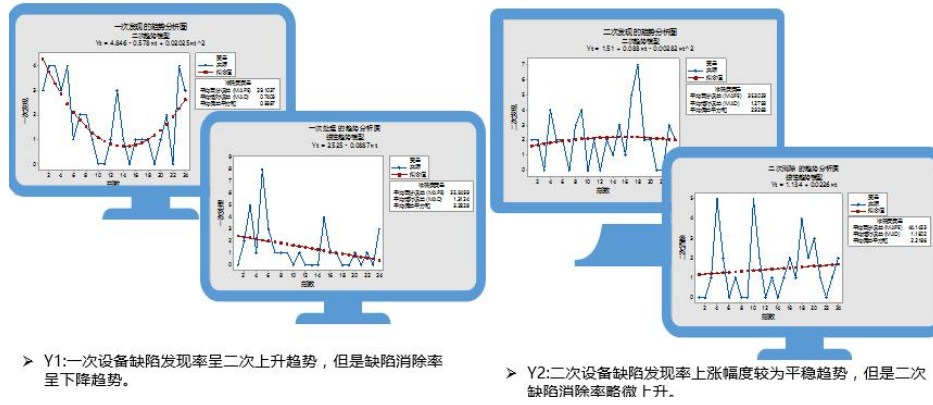


图 10 数据分析

### 6.2.6 测量阶段结论

Y11: 一次设备缺陷消除及时率 (严重) / Y12 (一般) 过程能力差, 过程能力水平亟待改善。Y1: 一次设备缺

陷发现率呈二次上升趋势, 但是缺陷消除率呈下降趋势。Y21: 二次设备缺陷消除及时率 (一般) 过程能力差,  $Z = -0.21$  过程能力水平亟待改善

Y2: 二次设备缺陷发现率上涨幅度较为平稳趋势, 但是二次缺陷消除率略微上升。

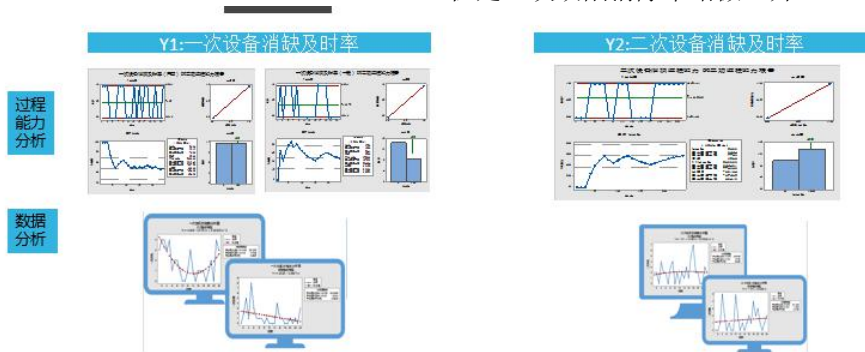
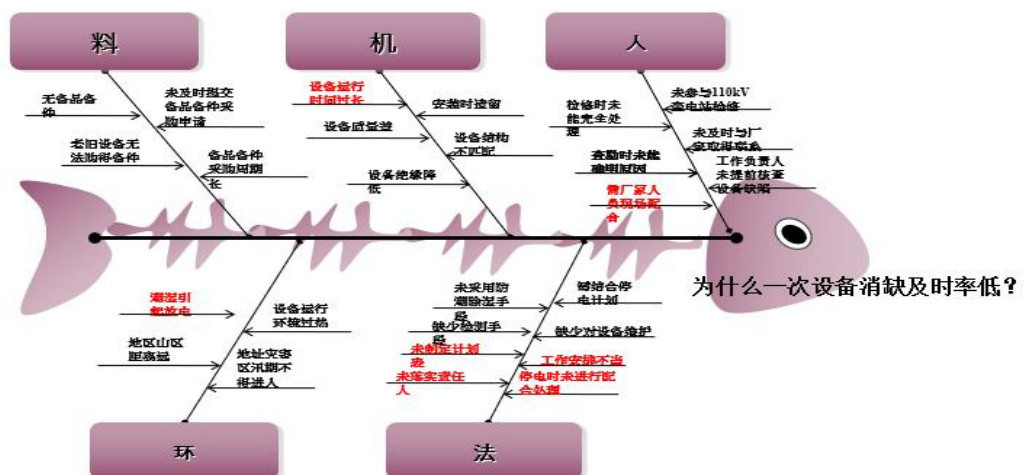


图 11 测量阶段结论

### 6.3 分析阶段

#### 6.3.1 鱼骨图分析

项目组通过开展头脑风暴, 分析影响变电运维 Y1 一次设备消缺及时率, Y2 二次设备消缺及时率的原因。



如下图所示。



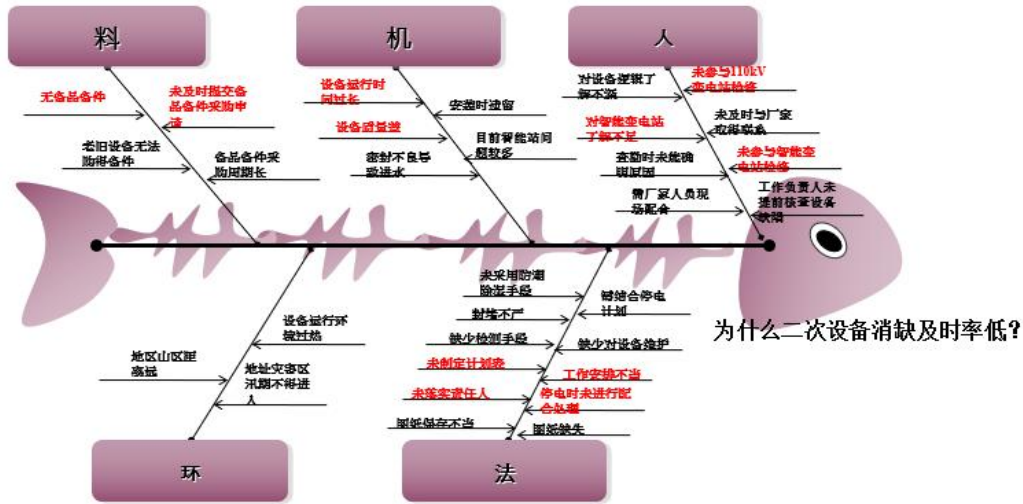


图 12 鱼骨图分析

### 6.3.2 因果矩阵分析

针对问题产生的根本原因及其所在的流程步骤/输入, 运用因果矩阵分析工具与项目关键质量因素(CTQ)进行关联影响分析, 通过打分排序, 筛选出影响关键质量因素的主要原因。如下图所示。

入, 运用因果矩阵分析工具与项目关键质量因素(CTQ)进行关联影响分析, 通过打分排序, 筛选出影响关键质量因素的主要原因。如下图所示。

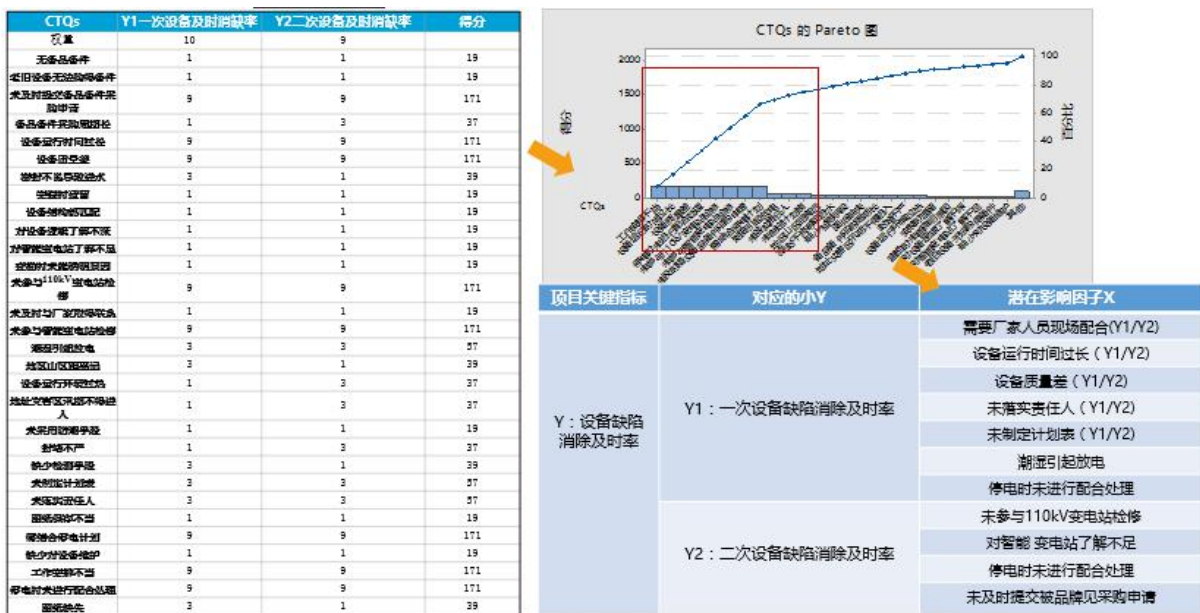


图 13 因果矩阵与帕累托分析

从上图中可以看出, Y1 一次设备缺陷消除及时率: 影响关键质量因素的主要原因有需要厂家人员现场配合; 设备运行时间过长; 设备质量差; 未落实责任人; 未制定计划表; 潮湿引起放电; 停电时未进行配合处理。这 7 个潜在因子, 累计占 80%。

Y2 二次设备缺陷消除及时率: 未参与 110kV 变电站检修; 对智能变电站了解不足; 停电时未进行配合处理; 未及时发现被品牌见采购申请。这 4 个潜在因子, 累计占 80%

### 6.3.4 假设检验

通过因果矩阵, 筛选出潜在关键因子进行假设验证分析, 并锁定关键因子。锁定的关键因子, Y1 一次设备缺陷消除及时率: X12 设备运行时间过长、X13 设备质量差、X14 未落实责任人、X15 未制定计划表、X16 潮湿引起放电。

Y2 二次设备缺陷消除及时率, X21 未参与 110kV 变电站检修、X22 对智能变电站了解不足、X23 停电时未进行配合处理、X24 未及时发现被品牌见采购申请



图 14 假设检验

### 6.3.4 关键因子总结

根据分析阶段的工具：鱼骨图，因果矩阵，假设检

验等，得出以下几个为关键因子：



图 15 关键因子

改善阶段应该重点关注以上关键因子，并根据关键因子在制定有效的措施。

### 6.4 改进阶段

#### 6.4.1 制定改进计划

在改进阶段，项目组根据分析阶段的结果，针对关键因子分别制定了相应的改进措施。如下表所示。

表 7 改进方案制定

项目关键指标	对应的小Y	关键影响因素	改进方案制定
Y: 设备缺陷消除及时率	Y1: 一次设备缺陷消除及时率	X12设备运行时间过长 (Y1/Y2)	1.多手段进行状态评价
		X13设备质量差 (Y1/Y2)	1.列入大修技改项目 2.实行“三级验收”
		X14未落实责任人 (Y1/Y2)	1.月召开的月度例会，要求各检修班组提交下月缺陷处理计划并落实责任人
		X15未制定计划表 (Y1/Y2)	1. 对于户外端子箱做好端子的封堵，增加加热器、温湿度控制器等设备来抑制潮湿
		X16潮湿引起放电	2. 针对易潮湿地区开关柜，我们首先加强开关柜局部放电测试，然后在开关室和开关柜内增加除湿机
	Y2: 二次设备缺陷消除及时率	X21未参与110kV变电站检修	1. 由公司运维检修部牵头，与德阳检修公司联系，加强人员参与110kV变电站及智能变电站检修公司，并成为常态化
		X22对智能变电站了解不足	1. 加强智能站理论学习，通过邀请厂家，对公司运维检修人员进行智能变电站理论培训
		X23停电时未进行配合处理	1. 运维检修部要求检修班组每次勘察时，将“是否存在遗留缺陷”作为勘察内容，要求事前清楚，从而制定检修方案。 2.对未事前查勘设备遗留缺陷且停电时未进行处理的施工班组进行考核。
		X24未及时提交被品牌见采购申请	1. 运维检修部要求检修班组人员落实专人管理备品备件，提前采购，避免出现无备品备件的情况。

#### 6.4.2 改善方案说明

##### (1) X12 设备运行时间过长

1.针对运行时间过长的设备，变电运维及检修班组及时开展设备带电检测，主要有避雷器带电测试，变压器铁芯接地电流测试以及开关柜局部放电测试。通过以上手段进行状态评价，及时了解设备健康状态，提前对可能发生故障的设备进行处理。



图 16 带电检测

(2) 山区潮湿的空气将会导致户外端子箱潮湿, 引发接线端子短路; 对于开关柜也将引起设备放电。针对这两种情况, 我们采取了以下手段:

1、对于户外端子箱, 我们做好端子的封堵, 增加加热器、温湿度控制器等设备来抑制潮湿。

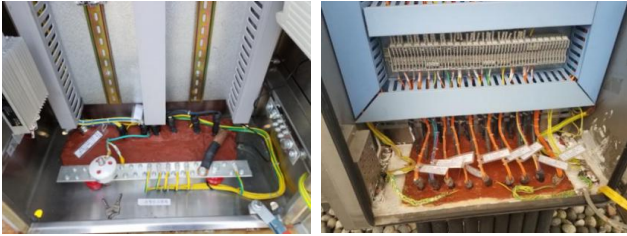


图 17 封堵加热器

2、针对易潮湿地区开关柜, 我们首先加强开关柜局部放电测试, 然后在开关室和开关柜内增加除湿机。



图 18 除湿机

(3) X13 设备质量差

对于老旧且质量过差的设备, 我们结合实际情况, 将部分变电站部分设备列入大修技改项目, 将其进行更换。在更换的过程中实行“三级验收”, 将合格的设备带入变电站进行安装, 从根本上解决了设备质量差的问题。



图 19 大修技改更换设备

(4) X14 未落实责任人、X15 未制定计划表  
由公司运维检修部牵头, 利用每月召开的月度例会, 要求各检修班组提交下月缺陷处理计划并落实责任人。缺陷处理逾期的话将对责任人进行考核。

- 责任人列表 -

序号	缺陷名称	缺陷描述	缺陷等级	责任人	处理计划	处理时间
1	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
2	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
3	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
4	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
5	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
6	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
7	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
8	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
9	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
10	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
11	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
12	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
13	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
14	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
15	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
16	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
17	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
18	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
19	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX
20	XX 变电站 XX 设备	XX 缺陷描述	一般	XX	XX	XX

图 20 责任人列表

(5) X21 未参与 110kV 变电站检修

由公司运维检修部牵头, 与德阳检修公司联系, 加强人员参与 110kV 变电站及智能变电站检修公司, 并成为常态化



图 21 加强人员参与 110kV 变电站及智能变电站检修

(6) X22 对智能变电站了解不足

加强智能站理论学习。通过邀请厂家, 对公司运维检修人员进行智能变电站理论的培训



图 22 培训现场图片

(7) X23 停电时未进行配合处理

针对这一情况，运维检修部要求检修班组每次勘察时，将“是否存在遗留缺陷”作为勘察内容，要求事前清楚，从而制定检修方案。并对未事前查勘设备遗留缺陷且停电时未进行处理的施工班组进行考核。

查 勘 报 告

时间： 年 月 日	
变电站	编号及名称
工作任务	
停电范围（包括应拉开的开关、刀闸，应合的接地刀闸）	
外观检查情况	
是否存在遗留缺陷	
查阅检修记录了解运行情况	
查阅上次大修及历次预试报告	
危险点	

图 23 查勘报告模板

6.4.3 关键 X 失效模式（FMEA）分析

(8) X24 未及时提交备品备件采购申请

运维检修部要求检修班组人员落实专人管理备品备件，提前采购，避免出现无备品备件的情况。

班组“五大员”名单

<b>班组安全员</b>	是班组长在安全生产管理工作上的助手，负责监督检查现场安全措施是否正确完备、个人安全劳动防护措施是否得当，积极与违章现象做斗争，杜绝各类违章现象；遵守劳动纪律，不违章指挥、不强令作业人员冒险作业。
胡添翔	
<b>班组技术培训师</b>	负责班组人员技能水平培训，定期制定培训计划，并按计划进行。联系各个培训基地，适时安排人员到培训中心进行技能培训，或邀请老师到现场进行授课。
邓星宇	
<b>班组政治宣传员</b>	负责班组整治学习，以及班组日常宣传工作。同时组织开展工会及文体活动。
黄蒙蒙	
<b>班组考勤核算员</b>	负责班组日常考勤，以及协助班组长完成班员月度、季度、年度绩效打分。
张欣	
<b>班组材料保管员</b>	负责班组库房材料保管，并组织人员定期对库房进行清理。定期检查工具是否合格，同时结合库存量，对班组日常备品备件进行提报。
周厚发	

图 24 专人管理备品备件

Y1 一次设备缺陷消除及时率和 Y2 二次设备缺陷消除及时率涉及主要失效模式的流程，并找到预防措施。鉴于在实施已有方案的具体过程中可能出现未知风险，对此进行失效模式分析（FMEA），以加强项目的风险防御能力，同时对提高巡视管理的能力起到促进作用

表 8FMEA

	主要过程要求	失效模式	原因	后果	影响程度			RPN	预防措施 (对策)
					发生频率	严重性	可测性		
Y1: 一次设备缺陷消除及时率	多手段进行状态评价	评价时间过长	未严格制定评价节点, 人员评价准备	缺陷处理时间长	5	3	5	75	运维检修业务现场人员培训
	列入大修技改项目	大修等待耗时过长	大修不连续时完成	缺陷处理时间长	6	2	2	24	按国网公司标准补充工器具配置
	实行“三级验收”	三级验收流程不明确	人员安排分工不具体	派工耗时长	5	3	3	45	明确流程验收节点和时间
Y2: 二次设备缺陷消除及时率	邀请厂家, 对公司运维检修人员进行智能变电站理论的培训	厂家人员参与程度, 时间不合适	培训时间排期不固定	消缺不及时	5	2	3	30	提前沟通协调, 纳入供应商评级
	要求检修班组人员落实专人管理备品备件, 提前采购	备品备件采购不及时	采购人员责任心不够	缺陷发现不及时	5	3	3	45	引进先进的监控系统

6.4.7 SPC

Y1:一次设备缺陷消除及时率, 制定改进方案后试运行 3 个月后控制线收紧, 均值明显提升, 达到目标水平。

平。

Y2:二次设备缺陷消除及时率, 制定改进方案后试运行 3 个月后控制线收紧, 均值明显提升, 达到目标水平。

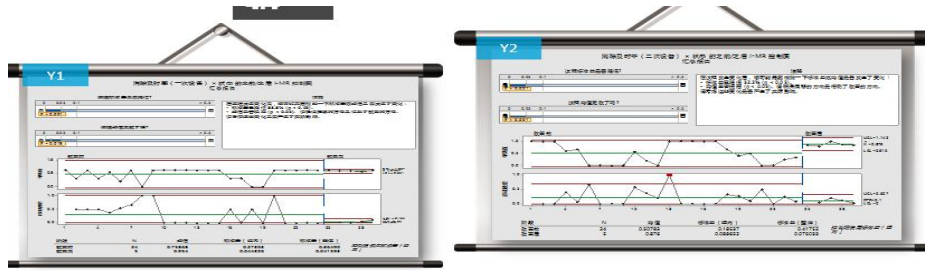


图 25 SPC 改进前后对比

6.4.7 全面实施计划

在试运行取得良好效果的基础上, 蓝华公司制定了全面实施计划, 将改进方案推广至下属所有变电检修班组, 如下图所示。

表 9 全面实施计划

序号	改善指标	方案名称	实施范围	负责人	开始年月	统计时间	方案实施监督人	方案实施效果确认人	改进前	改进后	目标	备注
1	Y1:一次设备缺陷消除及时率	1.多手段进行状态评价	各地供电公司集体企业	胡彦翔	2017.9	2017.12	张凌	赵坤	0	待验证	10%	
2		1.列入大修技改项目 2.实行“三级验收”										
3		1.月召开的月度例会, 要求各检修班组提交下月缺陷处理计划并落实责任人 1. 对于户外端子箱做好端子的封堵, 增加加热器、温湿度控制器等设备来抑制潮湿 2. 针对潮湿地区开关柜, 我们首先加强开关柜局部放电测试, 然后在开关室和开关柜内增加除湿机										
4		1. 由公司运维检修部牵头, 与德阳检修公司联系, 加强人员参与 110kV 变电站及智能变电站检修公司, 并成为常态化										
5	Y2: 二次设备缺陷消除及时率	1. 加强智能站理论学习。通过邀请厂家, 对公司运维检修人员进行智能变电站理论的培训	各地供电公司集体企业	胡彦翔	2017.9	2017.12	张凌	赵坤	0	待验证	10%	
6		1. 运维检修部要求检修班组每次勘察时, 将“是否存在遗留缺陷”作为勘察内容, 要求事前清楚, 从而制定检修方案。 2. 对未事前主动设备遗留缺陷且停电时未进行处理的施工班组进行考核。										
7		1. 运维检修部要求检修班组人员落实专人管理备品备件, 提前采购, 避免出现无备品备件的情况。										

### 6.5 控制

#### 6.5.1 过程能力分析

Y1:一次设备缺陷消除及时率(严重)过程能力较改善前 Z=0, 过程能力水平提升 Z=1.81。Y1:一次设备缺陷

消除及时率(一般)过程能力差, Z=1.80 过程能力水平显著提升。Y2:二次设备缺陷消除及时率(一般)过程能力差, Z=1.91 过程能力水平亟待改善。

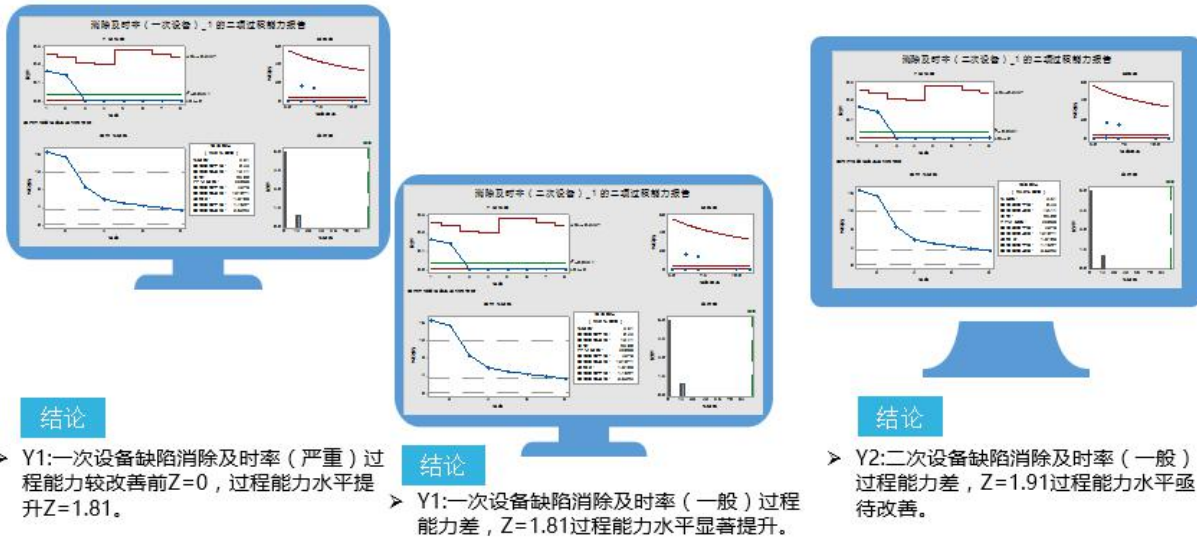


图 26 改进后过程能力分析

#### 6.5.2 项目控制计划

针对方案执行过程中可能出现的问题, 制定如下图所示的控制计划, 控制方案的有效执行。

表 10 控制计划

项目		项目输出		客户	客户需求				
变电运维检修精益管理		Y1:一次设备缺陷消除及时率 Y2:二次设备缺陷消除及时率		国网德阳供电公司	指标完成				
关键因子				其他信息					
序号	关键因子	描述	关键点	控制项	量值	频率	责任	应急计划	包埋: 包埋、程序、标识等
1	X12设备运行时间过长 (Y1/Y2)	1.多手段进行状态评价	Y1:一次设备缺陷消除及时率	运行时长/时间序列图		2017.9	胡泽翔	——	NA
2	X13设备质量差 (Y1/Y2)	1.列入大修技改项目 2.实行“三票验收”		质量问题分析表				月度绩效评价	NA
3	X14未落实责任人 (Y1/Y2)	1.月召开的月度例会, 要求各检修班组长提交下月缺陷处理计划并落实责任人		月度例会会议纪要				月度绩效评价	NA
4	X15未制定计划表 (Y1/Y2)	1.月召开的月度例会, 要求各检修班组长提交下月缺陷处理计划并落实责任人		责任人处理意见				月度绩效评价	NA
5	X16潮湿引起放电	1. 对户外端子箱做好防水的封堵, 增加加热器、温湿度控制装置等设备来防潮除湿 2. 针对潮湿地区开关柜, 我们首先加装开关柜除湿加热器, 然后在开关室和开关柜内增加除湿机		湿度湿度检测表				技术改善	NA
6	X21未参与110kV变电站检修	1. 加强智能站理论学习, 通过邀请厂家, 对公司运维检修人员进行智能变电站理论的培训	Y2:二次设备缺陷消除及时率	学习培训考核结果		2017.9	胡泽翔	月度绩效评价	NA
7	X22对智能变电站了解不足			1.检修方案 2.考核结果				月度绩效评价	NA
8	X23停电时未进行配合处理	1. 运维检修部要求检修班组每次检修时, 将“是否存有遗留缺陷”作为思考内容, 要求事项清楚, 从而制定检修方案 2.对未事前管理设备遗留缺陷且停电时未进行处理的施工班组进行考核。		1.检修方案 2.考核结果				月度绩效评价	NA
9	X24未及时发现被品牌见采购申请	1. 运维检修部要求检修班组长落实专人管理备品备件, 跟踪采购, 避免出现无备品备件的情况		1.备品备件采购记录				月度绩效评价	NA
版本								编制人	批准人
V1.0	2017.9.28							胡泽翔	

#### 6.5.5 项目收益

直接收益:  
提高工作效率, 节省了人工成本;  
减少了变电故障停运时间, 增加了售电量;  
间接收益:

降低了工作现场的违章次数, 增加了工作安全性  
间接收益:  
及时满足设备投用需求;  
减少停电时间和停电次数, 提高了客户满意度, 降低了停电类投诉。

## 7.成果提炼

(1) 达成项目目标,精益改善取得良好的效果,推动变电运维巡视管理精益转型

通过项目实施,Y1一次设备消缺及时率由75%上升到95%,达成了项目目标。

Y2二次设备消缺及时率由51%上升到88%,达成预期目标。

通过精益改善项目合计可实现收益:34.7万/月,精益改善取得了良好的效果,迈出了公司精益转型的步伐,为公司变电运检缺陷管理的全面精益转型奠定了良好的基础,积累了丰富的精益管理经验。

### (2) 收益情况

直接收益:

提高工作效率,节省了人工成本;

减少了变电故障停运时间,增加了售电量;

降低了工作现场的违章次数,增加了工作安全性

间接收益:

及时满足设备投用需求;

减少停电时间和停电次数,提高了客户满意度,降低了停电类投诉<sup>[1]</sup>。

### (3) 开关柜增加除湿装置

针对易潮湿地区开关柜,我们首先加强开关柜局部放电测试,然后在开关室和开关柜内增加除湿机<sup>[2]</sup>。

### (4) 端子箱增加封堵

对于户外端子箱,我们做好端子的封堵,增加加热器、温湿度控制器等设备来抑制潮湿。

### (5) 制定月缺陷处理计划并落实责任人

由荃华公司运维检修部牵头,利用每月召开的月度例会,要求各检修班组提交下月缺陷处理计划并落实责任人。缺陷处理逾期的话将对责任人进行考核<sup>[3]</sup>。

## 8.工作亮点

### 8.1 厂家共同参与,优化培训方案,丰富培训形式

通过制定专项技能培训方案,设置培训课程,课程设置方面更加注重专业培训,以理论知识与案例培训为主进行,同时开展现场教学,以学员为主体,邀请厂家共同参与。

就某个具体的变电站巡视项目现场曾经发生过的人物或事件,进行讲授、分析、研讨,达到特定教学目的。采用传帮带方式开展教学,“传帮带”就是一种能力复制行之有效的办法,将“传帮带”内容总结成一套详细的员工辅导规范(业务操作规范),避免理论与实践脱节。

### 8.2 基于状态评价,及时开展设备带电检测测

设备的健康状态直接影响到设备的故障发生和电网的稳定运行:荃华公司运行班组针对运行时间过长的设备,变电运维及检修班组及时开展设备带电检测,主要有避雷器带电测试,变压器铁芯接地电流测试以及开关柜局部放电测试。通过以上手段进行状态评价,及时了解设备健康状态,提前对可能发生故障的设备进行处理。

## 参考文献

- [1] 常先连,汤建华. 变电运检精益化管理实践[J]. 中国电力企业管理,2016(14):40-41.
- [2] 胡辉华. 对县级变电运检管理提升的思考[J]. 通讯世界,2017(15):205-206.
- [3] 李永勤,张卓然,赵鑫怡. 基于新形势下“变电运维通用管理制度”探索与实践[J]. 辽宁经济职业技术学院. 辽宁经济管理干部学院学报,2018(05):24-27.