

# 自动生成操作票的防误验收新方法研究及应用

朱筱蓉，赵 磊，王 宁

（苏州供电公司，江苏 苏州 215000）

**摘 要：**目前，变电站设备五防验收均由人工完成，无验收操作票，凭经验和图纸进行，容易发生错验收、漏验收和重复验收。针对该问题，本文提出一种新的防误验收方法，可根据设备类型和接线方式自动生成验收操作票，运行人员按票上步骤进行验收，保证验收工作正确、全面、高效。根据该思路，苏州供电公司自主研发了一套防误验收控制系统。实践证明，与传统验收方法相比，该系统具有明显优势。

**关键词：**防误；验收；验收操作票；变电站

## 0 引言

近年来，为保证电网安全运行、防止误操作发生，各种“五防”系统被广泛应用，成为变电站中必不可少的技术保障。因此，在变电站新建和改扩建工程设备验收时，对“五防”系统的验收工作是十分重要的。目前，我国尚未出台相关的验收标准<sup>[1]</sup>，当前的防误验收工作流程和验收方法也没有统一规范，存在一定安全风险<sup>[2]</sup>。因此，非常有必要寻找一种新的变电站防误系统验收方法和手段，以进一步规范验收操作流程，明确验收操作内容，优化验收操作步骤，实现设备健康投运<sup>[3]</sup>。

## 1 传统防误验收方法

在变电站新建和改扩建工程的验收工作中，防误验收的传统方法一般只依靠验收人的经验，根据设备的闭锁逻辑图纸进行验收。没有统一、规范的操作步骤和验收次序，可能会出现以下问题：

1) 漏验收。防误操作验收需要按照“五防”原则<sup>[4]</sup>，认真审核设备的闭锁条件是否满足，包括正常操作检验和错误操作检验。所有闭锁逻辑的正、反两方面都必须检验到位，缺一不可。如果仅凭经验和记忆进行验收，对于复杂的闭锁，例如主变、电容器单元等，就很可能出现遗漏。

2) 重复验收。传统的无票验收，没有固定的流程和顺序，容易出现重复验收的情况，验收操作效率较低。

3) 错验收。传统的防误验收方法，很大程度上依赖验收人自身的工作经验和技术水平。验收质量的高低，根据不同人员的水平而变化。有出现错验收的可能，存在一定风险和隐患。

## 2 防误验收新方法

针对传统防误验收方法的缺陷和不足，本文尝试寻找一种新的变电站防误验收方法，让其可以自动生成验收操作票。这样，运行人员按票上步骤进行验收，可以避免出现漏验收、重复验收、错验收，保证验收质量，提高验收效率。根据该思路，具体做法如下：

### 2.1 汇总整理闭锁逻辑

对苏州市区 110kV 及以下变电站的各类接线方式及其闭锁逻辑进行分类整理，归纳出主变、线路、母联、电容器、站变五大类设备，共 33 种典型的接线方式及相应的五防闭锁逻辑。例如，图 1 为典型的单母线非开关柜出线的接线方式，其闭锁逻辑如图 2 所示。

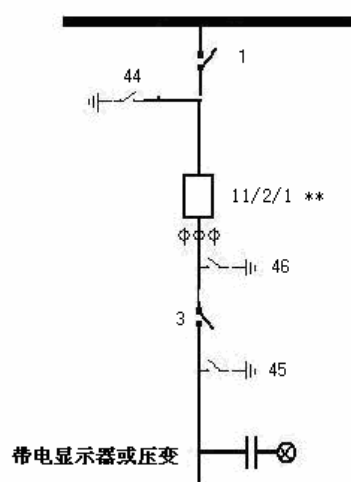


图 1 单母线非开关柜出线接线方式

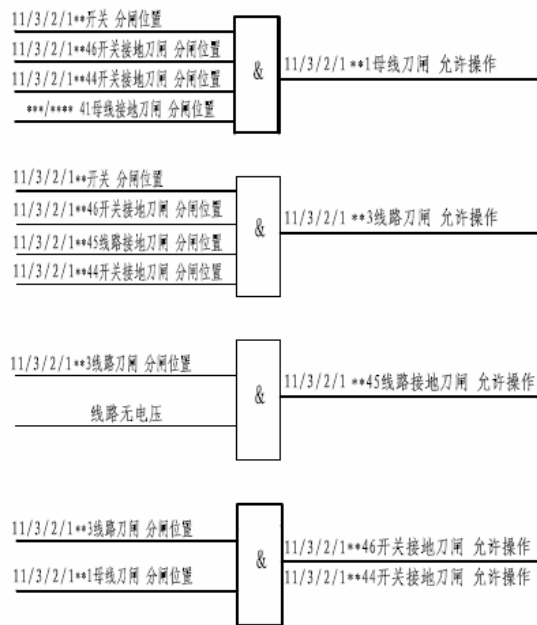


图 2 单母线非开关柜出线的闭锁逻辑

2.2 绘制规范闭锁逻辑表

根据接线图和五防闭锁逻辑图，按照规范的格式绘制出每种接线的防误闭锁逻辑表。规范表格是普通的二维格式，首行和首列元件是该单元中所涉及到的开关、刀闸、网门、接地电磁锁等具有闭锁功能的设备元件，表格的内容是元件之间的闭锁关系。初始状态是所有设备均拉开或接点断开。当首列中某个元件合上或接点导通时，该行表格表示对应列首元件的操作状态：---表示不需要验收；√表示应该可以操作；×表示应该禁止操作。例如，1177 线路是典型的单母线非开关柜的出线，根据图 1 和图 2，可以得到其防误闭锁逻辑表如表 1 所示。

表 1 单母线接线的闭锁逻辑表

序号	元件	1177	11771	11773	117744	117746	117745
1	1177	---	×	×	√	√	√
2	11771	√	---	√	×	×	√
3	11773	√	√	---	×	×	×
4	117744	√	×	×	---	---	---
5	117746	√	×	×	---	---	---
6	117745	√	√	×	---	---	---
7	线路带电	---	---	---	---	---	×

表 1 中，竖列元件合上或接点导通时，横列元件：---表示不需要验收；√表示应可以操作；×表示应禁止操作。表 1 中第一行表示，当 1177 开关合上时，11771 母线刀闸和 11773 线路刀闸应该禁止操作，117744 开关接地刀闸、117746 开关接地刀闸、

117745 线路接地刀闸应该可以操作。

为避免错误闭锁（把不需要闭锁的设备进行操作闭锁），逻辑闭锁表应全面、完备地表述设备之间的闭锁关系。即在选择填写“---（不需要验收）”或“√（可以操作）”时，应考虑到错误闭锁发生的可能，同时兼顾验收工作的实际情况，避免操作票过于冗长。

2.3 编写程序建立系统

根据五防闭锁逻辑表，利用矩阵进行编程，从而实现验收操作票的自动生成。默认验收前的初始状态是所有的开关和刀闸均为分位、手车在试验位置、网门和开关柜后仓门关闭、带电显示器显示无电、3U0 无压。要验收某一设备时，先操作该设备，使该设备处于合位（网门处于打开状态）。然后在闭锁逻辑表中找到该设备对应的行，对表中的首行设备逐一进行操作，验证其闭锁的正确性。对于可以操作的设备进行一次合、拉操作；对于禁止操作的设备，操作后检查其未合上（网门未打开）。首行设备全部验证完毕后，再恢复该设备的初始位置。将以上过程用操作票的典型语句逐一罗列出来，就形成了验收操作票。对单一设备进行验收开票时，可验收部分逻辑。对本间隔内所有设备同时进行验收开票，则所有设备的正向、反向逻辑均可得到全面验收。

3 新系统的实际应用

按照上章所述的思路，苏州供电公司自主开发了一套变电站防误验收控制系统，并在苏州地区新建的 110kV 邵昂变的防误验收过程中运用了该系统。实践证明，与传统的验收方法相比，变电站防误验收控制系统有着明显优势。

以 110kV 邵昂变的主变防误验收为例。110kV 邵昂变共有 1 台主变，采用线变组的接线方式，如图 3 所示。变电站防误验收控制系统的界面如图 4 所示。

首先，在系统中选择与实际接线一致的接线方式，并在编辑模块输入线路和主变的调度编号及名称，在元件选择窗口处选择所需验收的元件并建卡即可。如验收 11011 #1 主变线路刀闸，单独选择该元件后点击“建卡”，系统自动生成验收操作票如下，同时导出的验收操作票如图 5 所示。

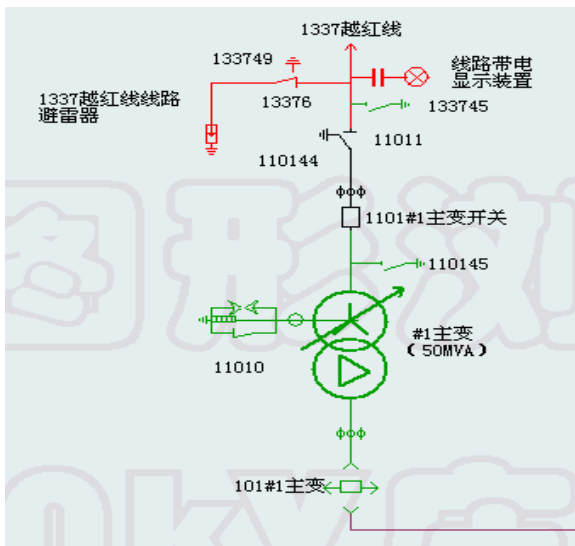


图3 110kV 邵昂变接线方式

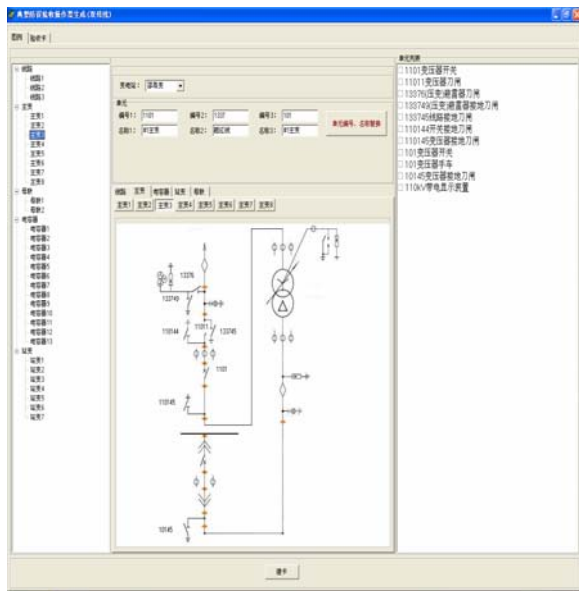


图4 防误验收控制系统

合上 11011 #1 主变线路刀闸  
合上 1101 #1 主变开关  
拉开 1101 #1 主变开关  
合上 13376 越红线线路压变避雷器刀闸  
拉开 13376 越红线线路压变避雷器刀闸  
合上 133749 越红线线路压变避雷器接地刀闸  
拉开 133749 越红线线路压变避雷器接地刀闸  
合上 133745 越红线线路接地刀闸  
检查 133745 越红线线路接地刀闸未合上  
合上 110144 #1 主变开关接地刀闸  
检查 110144 #1 主变开关接地刀闸未合上  
合上 110145 #1 主变变压器接地刀闸  
检查 110145 #1 主变变压器接地刀闸未合上

合上 101 #1 主变开关  
拉开 101 #1 主变开关  
将 101 #1 主变开关手车由试验位置摇至工作位置  
将 101 #1 主变开关手车由工作位置摇至试验位置  
合上 10145 #1 主变变压器接地刀闸  
检查 10145 #1 主变变压器接地刀闸未合上  
拉开 11011 #1 主变线路刀闸

苏州供电公司本部

### 验收操作票

预发时间	No.	字	号
预发 调度员,	接受人,		
发令 调度员,	接受人,		
操作任务, 11011#1 主变线路刀闸五防验收			
正令时间:	日	时	分
操作开始时间:	日	时	分
操作结束时间:	日	时	分
验收操作票			
顺序	操作项目		
1	合上11011#1主变线路刀闸		
2	合上1101#1主变开关		
3	拉开1101#1主变开关		
4	合上13376越红线线路压变避雷器刀闸		
5	拉开13376越红线线路压变避雷器刀闸		
6	合上133749越红线线路压变避雷器接地刀闸		
7	拉开133749越红线线路压变避雷器接地刀闸		
8	合上133745越红线线路接地刀闸		
9	检查133745越红线线路接地刀闸未合上		
10	合上110144#1主变开关接地刀闸		
11	检查110144#1主变开关接地刀闸未合上		
12	合上110145#1主变变压器接地刀闸		
13	检查110145#1主变变压器接地刀闸未合上		
14	合上101#1主变开关		

图5 导出的验收操作票

根据 110kV 邵昂变现场实际情况审核操作票时,将 10145 #1 主变变压器接地刀闸的操作项目替换成检查#1 主变 110kV 侧和 10kV 侧接地电磁锁不得电。

对该主变间隔内所有设备同时进行验收开票,即勾选图 4 右侧元件列表中所有设备后建卡,则可得该主变单元全部的验收操作票,所有设备的正向、反向逻辑均可得到全面验收。

利用变电站防误验收控制系统,生成验收操作票几乎是瞬时的。再根据设备的实际情况,经过认真审核即可开始防误验收工作,极大得缩短了时间。同时,按票逐项验收,不仅省时、省力,而且可以避免错误闭锁和漏闭锁,保证验收工作正确、全面。总之,变电站防误验收控制系统使得运行人员的工作效率得到大幅提高,验收工作可靠性也得到加强。

## 4 结论

自动生成防误验收操作票的变电站防误验收控制系统填补了五防无票验收的空白,提出了按票验收的新思路。且系统开票比传统验收方法可极大缩

短时间, 提高效率, 避免错验收、漏验收和重复验收。同时, 该系统总结并建立了完备的防误逻辑库, 可在运行人员和新进员工进行相关培训时作为辅助工具使用。

参考文献:

[1] 黄东方,孙亚辉. 500kV 变电站综合自动化的防误技术与验收策略[J]. 电力与电工, 2009,29(4): 42-48.  
[2] 余南华,黄曙,李先波. 变电站五防控制规则自动生成技术思路[J]. 电力系统自动化, 2010,34(17): 62-67 .  
[3] 白东亚,朱利锋,王小林. 220kV 综合自动化变电站防误逻辑

验收探讨[J]. 浙江电力, 2011,30(6): 19-23.

[4] 李贵军,陈萍. 变电站微机防误操作系统的研究与开发[J]. 华北电力技术, 1998(7): 1-4.

作者简介:

朱筱蓉 (1981-), 女, 江苏苏州人, 工程师, 从事变电运行工作;  
赵 磊 (1986-), 男, 江苏张家港人, 助理工程师, 从事变电运行工作;  
王 宁 (1983-), 男, 江苏张家港人, 助理工程师, 从事变电运行工作。