

# 闭锁逻辑解析在电脑钥匙软件设计中的应用

任金华

(南京南瑞继保电气有限公司,江苏南京 211102)

**摘要:**用电脑钥匙执行操作票是微机防误操作中最为核心和关键的部分,也是电脑钥匙软件设计的难点。通过对各种不同电气设备防误闭锁方法的研究梳理,解析出几个基本的闭锁和状态检测操作元素。以基本操作元素为基础,构建各种设备操作过程的逻辑描述表达式。采用结构程序设计的方法,按照表达式的逻辑要求进行软件设计,能够较好化简程序,满足五防电脑钥匙在操作票执行过程中对任何设备解闭锁操作方式的要求。

**关键词:**电脑钥匙;闭锁逻辑;防止误操作

**中图分类号:**TM344.1

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2014)01-0045-03

在电力系统微机五防装置中电脑钥匙是关键设备之一,起着承上启下作用,它接收来自五防后台的操作票,然后面对众多被闭锁的电气设备进行位置编码和状态识别以及解闭锁操作<sup>[1]</sup>。由于设备的形式多样,需要闭锁的方式也有很大差异,不同的设备在同一步操作票中要进行解锁、闭锁、检验状态等操作的过程也不相同。组合操作类型繁多,需求变化较大。如果每种操作过程都分别控制,工作将会相当复杂繁琐,过程不易控制。通过对操作过程进行解析,得出以若干基本操作类型为基础的操作过程逻辑表达式。用这些逻辑表达式组建相应的数据结构进行结构程序设计,简化了程序设计,提高了软件的效率和灵活性。

## 1 电气设备类型及操作过程归纳

### 1.1 电气设备的主要类型

#### 1.1.1 需要验电型

在对设备进行实际操作之前需要验电,确保设备不带电。类似的有网门、具有电动操作机构的地刀操作箱、线路地刀、接地桩等。验电实际又分4种类型:(1)有源验有电通过;(2)有源验无电通过;(3)无源(无外部电源由电脑钥匙提供电源)验有电通过;(4)无源验无电通过。验电可以识别设备是否带电。

#### 1.1.2 需要验状态型

(1)由电气锁内部检测出的设备电气节点分合状态;

(2)由设备的机械状态检测出来的分合位状态。

#### 1.1.3 允许一步操作票开多把锁操作的设备

(1)网门:设备在一个带电区间内,该区间有多个网门可以出入,这种情况下对 $N$ 个网门中任何一个都可以打开,可打开其中的一个或全部,没有先后顺序;

(2)需分相操作的隔离刀闸或接地刀闸:分相操

作时三相先后顺序可以不分;

(3)可电动或手动操作的刀闸:设备既可以电动操作也可以手动操作;可任取其中一种方式。

#### 1.1.4 允许遥控的设备

在自动化程度比较高的变电站以及数字化站很多设备是可以遥控的,当设备无法遥控操作时必须到现场进行手动或电动操作,因此在一步操作票执行时以及在执行的过程当中都有可能进行遥控操作,因此有必要给需要遥控操作设备类型进行归类,在条件具备的时候自动向主机发送当前的遥控操作步号,待主机操作完成收到操作成功的报文后电脑钥匙转入下步操作<sup>[2]</sup>。

## 1.2 设备操作过程

任何复杂的操作都是由几个基本的操作单元组合而成,基本操作元素归纳如下:

(1)由外部电源供电的有源验有电 $Y$ 和有源验无电 $\bar{Y}$ ;

(2)由电脑钥匙供电的无源验有电 $X$ 和无源验无电 $\bar{X}$ ;

(3)验设备机构分合位状态 $U$ ;

(4)开挂锁 $G$ ;

(5)开电气锁 $J$ (或者遥控)。

操作方式都可以用5个基本集合元素 $\{G, J, U, X, Y\}$ 来表达。令 $\rightarrow$ 表示操作流程,||: ||表示可重复的循环操作, {...+...+...}表示多个解闭锁节点的或操作,则根据操作闭锁逻辑<sup>[3]</sup>典型的操作方式如表1。

根据各自的逻辑表达式可知所有的操作项目都可以用这几个元素的组合序列构成。为了表达的方便:

$$R = \{ ||: (J + \{ X \rightarrow ||: (G_1 + G_2 + \dots + G_n + J) ||: \rightarrow U) ||: \} \} \quad (1)$$

操作过程解释为:(1)是否是遥控操作,如果是可以直接向后台发出遥控请求完成所有设备的操作;(2)如果是就地操作先验设备是否无电;否则不得操作;(3)确认无电后可以在 $n$ 把锁中任开一把并可重复直至 $n$ 把锁全部操作完成;(4)操作完成后验设备状态结束。

表 1 设备类型及其操作闭锁逻辑

类型	解闭锁流程	逻辑表达式
I	可遥控可开检测状态挂锁当钥匙与主机相连时自动发出请求主机遥控命令	$I=(G \rightarrow U)+J$
Z	开挂锁并检测状态	$G \rightarrow U$
P	先有源验有电再开挂锁并检测状态	$Y \rightarrow G \rightarrow U$
Q	先有源验无电再开挂锁并检测状态	$\bar{Y} \rightarrow G \rightarrow U$
V	先开一把操作箱的挂锁,再开电气锁不带状态检测	$V=G_1 \rightarrow G_2$
S	操作带操作箱电动刀闸:先开一把操作箱的挂锁,再开电气锁带状态检测	$S=G_1 \rightarrow G_2 \rightarrow (Y)$ (Y):合操作验有电,分操作验无电
s	负验电带操作箱电动刀闸:先开一把操作箱的挂锁,再开电气锁带状态检测	$s=G_1 \rightarrow G_2 \rightarrow (\bar{Y})$ ( $\bar{Y}$ ):合操作验无电,分操作验有电
M	验电网门:先验有电再逐一开锁网门打开网门	$M=Y \rightarrow W$
W	网门锁,允许重复操作	$W=  :G_1+G_2 \dots G_n: $
E	高压分相操作地刀带分合位状态检测的网门锁,先操作除分合锁外的锁并可遥控,操作结束后状态码有就验状态最大开锁数量 24 个	$E=J+(W \rightarrow U)$
J	可遥控锁号或开电气锁并检验状态,锁号=1 时可确认通过	
K	可遥控或开电气锁不检状态	
N	可遥控或就地手动操作开挂锁	$N=J+G$
B	带验电装置的网门先验无电再逐一开网门锁打开网门	$B=Y \rightarrow W$
U	防止走空行程查验分合位状态通过	
R	可遥控操作,手动进行分相操作前先看有源验无电	$R=J+(\bar{Y} \rightarrow E \rightarrow W)$
r	进行分相操作前无源验无电	$r=\bar{X} \rightarrow E \rightarrow W$
$\bar{Y}$	有源验无电通过	
Y	有源验有电通过	
H	带状态检测的电气锁有源正验电	$H=G \rightarrow (Y)$
h	带状态检测的电气锁无源正验电	$h=G \rightarrow (X)$ (X):合操作验有电,分操作验无电
G	开挂锁	
$\bar{X}$	无源验无电通过	
X	无源验有电通过	
p	先无源验有电再开挂锁并检测状态	$p=X \rightarrow G \rightarrow U$
q	先无源验无电再开挂锁并检测状态	$q=\bar{X} \rightarrow G \rightarrow U$

根据表达式可以将复杂的操作方式描述成简单的操作方式的流程组合,采用流程控制的方法完成执行过程。

## 2 数据结构与软件设计

### 2.1 操作票步骤的数据结构

根据前述的描述方法,在执行操作票的时候,软件

流程设计通过流程与逻辑表达方式的分解得以简化,当获取操作票步骤的内容后,得知下述内容:(1) 操作属性,提示性还是有具体操作项;(2) 设备状态变化,合 $\rightarrow$ 分、分 $\rightarrow$ 合等;(3) 设备操作类型一个字符;(4) 设备对应锁号 1~23 个。

操作步骤的结构为:

{操作步骤长度:WORD

操作属性:BYTE

操作类型:BYTE

状态属性:BYTE

主锁号:DWORD

合锁号:DWORD

分锁号:DWORD

操作内容描述:字符串 112 字节

或锁个数  $n+n*2$  个字节锁号 + 操作内容描述(长度=112-1-n\*2) ( $n \leq 20$ )}

锁的编码是采用的非接触式 ID 编码,当电脑钥匙读出锁号时获取一个双字的唯一编码。为了减少扩展锁号占用过多的操作步骤描述空间,将存放于操作票步骤中的锁号由双字四字节改成单字两字节,只用锁号的低两个字节,在同一批编码中低两个字节同号的概率为  $1/2^{16}$ ,在用扩展锁码执行操作的时候将读取的锁号用低两个字节与其进行匹配。操作票执行软件流程如图 1 所示。

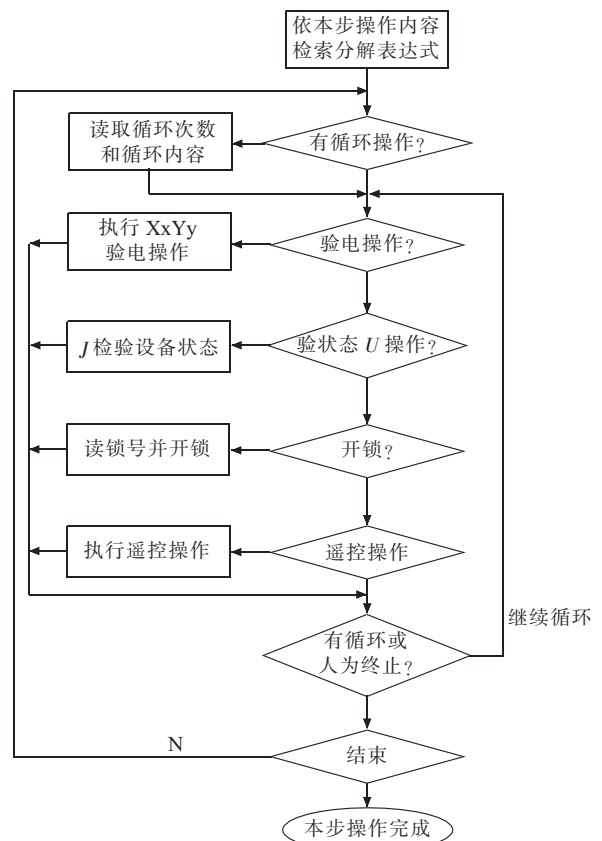


图 1 操作票执行软件流程

## 2.2 软件设计方法

通过前述方法的归纳总结,采用前述方法进行编程设计给电脑钥匙带来如下2个优点:

(1)不需要对每种操作类型分别进行操作过程的跟踪与控制,只要把表达式用基本类型的操作和相应数据结构描述集合起来就可以统筹解决各类操作过程的控制如图1所示;

(2)无需更改程序就能适应新的操作类型扩充。

把操作步骤的数据结构按照表1的类型和逻辑关系表达式构建各自的映射表作为顺序控制驱动时<sup>[4]</sup>,软件的编程思路更为清晰,并且具有通用性。以操作类型R为例,将构建出操作表项如表2所示。

表2 操作顺序控制

顺序	基本操作	操作属性	位置编码
1	遥控	允许	
2	验电	有(验无电)	主锁号
3	循环操作开锁	有( $0 < n \leq 20$ )	$G_1 \sim G_n$ (任意匹配)
4	状态检测	有/无(无检测码则不检状态)	合位码 分位码

根据表格顺序执行相应的操作,其中循环操作每执行一次均有提示,可根据实际需要随时退出循环。

## 3 结束语

尽管电气设备的型号种类很多,但是通过对设备类型的分解和逻辑化的操作过程解析,组建相应的数据结构,可以化繁为简,使得用电脑钥匙执行操作票的过程变成对基本操作单元的顺序逻辑组合和循环,从而提高了编程效率,保证了程序正确性。当变电站设备有其他的闭锁和操作方式时,该方法具有较好的扩展性,只需要增加相应的描述表达式即可完成,而软件无需变更。

### 参考文献:

- [1] 赵旭峰,朱学勇. 变电站防误装置的功能及应用[J]. 江苏电机工程,2010,29(4):59-61.
- [2] 余亚林,王俊峰. 微机五防装置防误基本规则及闭锁逻辑式优化[J]. 广西电力,2012(3):24-26.
- [3] 周健. 变电所微机防误闭锁逻辑分析和改进[J]. 现代装饰理论,2011(11):99.
- [4] 陈邦达. 从微机五防到顺序控制[J]. 湖北电力,2012,36(2):21-22.

### 作者简介:

任金华(1954),男,安徽天长人,研究员级高级工程师,从事电力系统计算机应用。

## Application of Lockout Logic Analysis in Computer Key Software Designing

REN Jinhua

(Nanjing NARI-Relays Electric Co. Ltd., Nanjing 211102, China)

**Abstract:** Using computer key to execute operation is the core of microprocessor-based anti-misoperation system, and is also the difficult part in designing the system. Through an investigation of anti-misoperation and lockout systems for various electrical devices, several basic operational operation units for lockout operation and state detection are pointed out. Based on the basic operational operation units, logic relationships between operational steps of various electrical devices, as well as corresponding expressions, are established. Module type based program designing method and logic relationships between operational steps of various electrical devices can simplify the process of software development, and satisfy the requirements of any electrical devices' operation.

**Key words:** computer key; block logic; misoperation

(上接第44页)

陈琦(1985),男,江苏盐城人,助理工程师,从事继电保护及辅助装置领域的研究与开发工作;

邹磊(1982),男,吉林长春人,工程师,从事继电保护及辅助装置领域的研究与开发工作。

## Application of Portable Protection for New Device Commission in Smart Power Grid

YAO Liang, CHEN Qi, ZOU Lei

(Guodian Nanjing Automation Co. Ltd., Nanjing 211100, China)

**Abstract:** For tackling the complexity and time-consuming of new device commission, a new portable protection which applies to both traditional substation and smart substation is developed. Comparing to old temporary protection, the developed protection is more reliable, more convenient and more economical. The application of the proposed protection in reality shows that it reduces the course of new device commission, decreases the risk of secondary equipment, improves working efficiency, and enhances the reliability of the power grid.

**Key words:** new device commission; smart substation; portable protection; aerial socket