



以质量为生命，以创造为动力

# 基于实时数据的网络版配网微机五防系统

保定钰鑫电气科技有限公司

## 目录

基于实时数据的网络版配网微机五防系统 .....	2
一、防误闭锁装置的发展与配网“五防”的现状 .....	2
二、现有微机“五防”系统应用于配网的局限性 .....	2
三、配网防误装置升级的迫切性 .....	3
四、网络版配网微机“五防”系统原理及其先进性 .....	3
五、系统图形界面与功能 .....	4
六、网络版配网微机“五防”系统功能与特色 .....	4
七、其它功能与特色 .....	5
图一 珠海优特制作的金店站 151 间隔逻辑规则 .....	7
图二 新技术数据库结构与隔离开关表结构拷屏 .....	7
图三 新一次系统图 .....	8
图四 开关柜结构图 .....	8
图六 Tinker Board 主板与电脑钥匙对比图 .....	10

# 基于实时数据的网络版配网微机五防系统

“五防”系统又称防误闭锁装置，在电力系统安全管理上有着特别重要的地位。三十多年前，防误闭锁装置本无主网、配网之分。

## 一、防误闭锁装置的发展与配网“五防”的现状

三十多年前，中国的电网规模还很小，年用电量只有现在的 8%，采用 220kV 作为主网架，设备规模也不足现在的 10%。“五防”装置基本是机械程序锁+机械联锁，主网变电站和配网开闭所均适用，技术上无差别，而且由于开闭所都是室内开关柜，在锁具覆盖面、可靠性上还高于室外设备为主的变电站，变电站误操作的情况一定程度上比配网更加严峻。

1990 年代，随着计算机技术的普及，变电站出现了微机“五防”系统，而且依靠其被操作设备全覆盖、操作简便的特点，至今已经走入所有 35kV 及以上变电站，全面淘汰了曾经辉煌的机械五防装置。三十年间，变电站数增加了数倍，设备数量更增加了十多倍，但是变电站误操作明显得到遏制，并且这一成绩还是在运维人员数量不断减少的情况下取得的：设备增加 10 倍，人数减少 1/2，人均维护设备数量就增加 20 倍，工作人员对设备的熟悉程度明显降低，可以说微机“五防”系统对安全运行的贡献居功至伟。

与主网变电站微机“五防”更新换代相比，配网设备防误装置技术上还止步于三十年前的机械程序锁，也有人尝试采用微机“五防”系统，但没有成功。

## 二、现有微机“五防”系统应用于配网的局限性

现有微机“五防”系统由知识库、逻辑库、推理机三部分组成，作为技术核心的逻辑库是由专门技术人员根据各站实际接线按预设语言编写的逻辑规则，“一站一库、每台设备两行”，而且变电站改扩建都要修改逻辑库。

10kV 开关柜内设备接线方式最简单，没有双母线、旁路母线、主变等复杂接线，机械五防的逻辑表达能力已够用。现有微机五防除了增设母线接地联锁一个功能以外，检修钥匙（现有微机五防没有检修逻辑，如果生成检修作业流程，需要在模拟盘上进行解锁操作）、线路联锁、线路对端联锁这些配电日常作业必要的功能也不具备。因此，现有的微机“五防”技术在配网并没有突出的优势。

相反，现有微机“五防”技术进入配网在下面三个问题上无响应手段：

1、配网设备点多、线长、面广。把开闭所当作变电站，则线路、柱上开关、变台设备不受管理；而且每站两把钥匙，就要配置几百、上千把电脑钥匙。反过来，把整个配网当作一座站，设备总量是变电站的几百、上千倍，逻辑库巨大，差错难免。

2、随着城市建设，配网用户每天都有变化，接线方式一日一变，现有逻辑库本来就没有查错、纠错手段，天天修改，又没法检查，恐怕不到一个月就错误百出了。

3、编号重复问题。一座变电站内设备编号不重复不是问题，但在一座城市里电力设备编号重复是难免的，这样，逻辑规则里加上站名做区分则逻辑库加倍变大；采用锁码确保唯一性，则逻辑库失去可读性。

就这样，配网防误技术停顿了三十年，比主网微机“五防”差了一代。

### 三、配网防误装置升级的迫切性

近年中国电网用电量每年以 5% 以上的增幅上涨，中国的城市化进程还在进一步发展中，在未来相当长的时间内城市配网的规模还会保持扩大趋势。相反，从事维护工作的人员数量还会继续减少，这个剪刀差势必导致配网现场工作人员与主网运维人员一样对设备的熟悉程度降低，客观上，全国范围内电力误操作在农、配网设备上发生的频次要高。

打个比方，为了准确掌握道路走向，道路实施路况，导航 APP 基本是每部智能手机的标配。配网现场工作人员和管理人员也迫切需要这样一个管理工具，让他们在电力设备的“海洋”里自信地工作。

### 四、网络版配网微机“五防”系统原理及其先进性

我们提供的配网微机防误系统解决方案与现有微机“五防”系统没有亲属关系，来源于二十多年前的一个技术创新，其本意是对变电站微机“五防”装置进行升级，解决带逻辑的检修钥匙、逻辑库无法校验两个智能化课题。

创新方案采用了全新的技术路线，系统由带设备位置信息的知识库、内置通用算法的智能推理机两部分组成，取消了人工编辑的逻辑库。专人在图形界面下录入设备之间以“回路”为媒介的电气位置关系，生成知识库，工作量大幅度减少；五防逻辑置入推理机，推理机有广泛的通用性，而且不仅输出计算结果，还能输出否定的原因，故称为智能推理机。

智能推理机是新技术的核心，其核心算法是：

(1) 回路电压量计算：各种运行方式下，各回路设备是否带有电压的计算，用以实现防止带电封地线，以及防止在工作设备范围内出现带电设备。

(2) 设备电流量计算：各种运行方式下，断路器、隔离开关、手车、跌落保险这类开关设备端口是否带有电流的计算，用以防止带负荷拉合刀闸。

智能推理机消灭了繁琐的逻辑库，为把全市作为一座集成站提供了技术上的可能。

核心算法的实现既达到了创新的目的，还留出了很多接口，经过近几年的努力，我们从现场工作需要出发，挖掘软件潜能、扩展硬件接口，增加了许多功能。

## 五、系统图形界面与功能

图一 珠海优特制作的金店站 151 间隔逻辑规则

图二 新技术数据库结构与隔离开关表结构拷屏

图三 新一次系统图

图四 开关柜结构图

图五 模拟网络图

图六 Tinker Board 主板与电脑钥匙对比图

## 六、网络版配网微机“五防”系统功能与特色

### 1、知识库快速准确编辑，满足“一日一改”进度需要

(1) 电网设备按间隔快速导入算法：实现所画即所得，即刻生成知识库，使人工录入工作效率提高了几十倍，同时大幅度提高准确性。

(2) 开关柜型图元快速导入算法：按照实际电气结构预设现有各种开关柜设备柜型的图元，快速导入并确保设备与一次系统图的匹配，使开关柜内设备联动显示在专用开关柜界面，并且录入工作极其简约。

(3) 设备界面合成功能：设备在单一变电站、开闭所、线路界面内编辑，设备集合规模小，与其它设备集合无干扰，查错方便。

### 2、最大程度地满足现场安全需要

(4) 管理对象与管理手段“双网络”。所谓管理对象网络化，就是将一个城市配网作为一个紧密联结的整体管理。所谓管理手段网络化，就是现场每一把电脑钥匙都是通过网络通信形成兄弟般的合作关系，既相互闭锁，又相互合作。

(5) 上文所称配网整体，暨包括现有技术管理范围内的变电站、开闭所内设备，还将现有技术管理不到的线路地线、柱上开关、变台设备也一样纳入了管理范围。

(6) 检修设备与运行设备、边界设备计算，区分工作票执行过程中检修设备范围、运行设备范围和边界设备。边界设备上挂“禁止合闸有人工作”牌，不能合闸操作；检修范围内设备可以自由拉合(实现了传统微机五防不具备的“检修钥匙”功能)；运行范围内设备则按照操作逻辑规则拉合。

### 3、为管理者、使用者提供功能齐全的管理手段

(7) 自查错：利用设备之间的信息互联自动对生成的知识库进行校验。把人工录入的图纸内容整理出来，并利用设备与回路的关联信息由软件进行比对，发现不对应部分，提醒查找可能存在的差错。

(8) 保护接地后，可以把同一回路所有元素显示为黑色，精确到刀闸、手车、跌落保险断口，与没有接地的设备区分开，可作为一个简单、直观的验收、查错手段。另一方面还可以检查设备连接信息正确性，而且因为其算法与防止带电封地线、防带地线合闸送电逻辑推理过程相同，因此还可以检验算法正确性。

(9) 生成“逻辑库”功能：可以生成符合现有五防逻辑格式的逻辑库，并提供半人工比对功能。

现实工作中，对电网设备的改动都是在早上停电后、下午送电前的检修工作形成的。这样，软件对早上停电前的逻辑库与准备送电的最新逻辑库进行对比，显示出差别，人工分析其差别是否全部指向当日的检修工作，可以判断最新逻辑库的正确性。

(10) 在检修设备与运行设备、边界设备计算的基础上，加上对工作票面工作范围、安全措施文本正确性计算分析能力，就是智能工作票系统。

(11) 与一次系统图同步、位置信息同源的开关柜型图。

(12) 前文多图合成技术，使管理者对数据库的可靠性更有信心。

#### **4、给使用者提供最佳的使用体验**

(13) 按回路显示设备运行状态。按指定颜色标注同一电压等级的设备，如某回路保护接地，则该回路内设备显示为黑色，该功能可以明显区分检修设备这一图面关键信息。

(14) 一把钥匙管全网，并不是全网只配一把钥匙，系指配置的若干把电脑钥匙不管网内哪台设备都能通过网络给出同一的闭锁指令，并把操作结果反馈给工作站。

(15) 电脑钥匙设有两种扫码方式：正常采用电编码，还在锁码上设条形码(128码)作为应急之用，避免因锁具电编码年久识别不良时影响操作进程。

(16) 万能钥匙的使用基本只限于锁具、系统损坏时的情况。

(17) 电脑钥匙使用过程中语音读出设备名称、编号。

(18) 电脑钥匙使用时，对许可操作、或者禁止操作结果的判断理由给出文字提示。

## **七、其它功能与特色**

### **1、兼容性**

(1) 新的解决方案可用于主网变电站作为微机五防装置，实际上该系统是先编制主网五防

功能，然后把开闭所当作一座变电站，再通过合成功能制作配网系统图的。

(2)可以按需要生成符合各五防厂家逻辑规则的逻辑库，以及国网公司 PMS2.0 系统操作票逻辑库。

(3)可以为站端(SCADA)、调度端、配网拉修(抢修)现场、检修现场、一次系统图管理需求者提供同数据源、由计算机和现场运维人员实际工作验证过的图纸，从一次系统图到开关柜柜型图，保证图纸的一致性。

## 2、安全性与运算速度

(1)新的解决方案取消了逻辑库，将逻辑运算植入智能推理机成为通用的可执行程序，采用数据库技术管理维护知识库的信息内容，更符合现代计算机软件架构，结构更简约，减少了不必要的匹配错位。

(2)采用成熟的数据库技术管理知识库，使得知识库易扩容、易维护，数据安全性、可靠性、完整性更有保障。

(3)编码器功能。把不同设备跨接的回路、连接的设备名称转化为唯一设备序号，可以有效提高逻辑运算速度，逻辑运算多层遍历时不会出现全库数据查询、处理的多层嵌套。

## 3、扩展性

(1)新的解决方案预留二次设备接口，并在计算过程中预留二次设备必需人工输入的模糊逻辑中间值，如母线充电保护的“断路器有电流”，主变掉母联压板的主变“回路有工作”，电容器失压保护的“母线有电压”等等，这些模糊逻辑在新的解决方案中均可以非常简洁地表达出来并得到识别。

(2)新的解决方案还可连接现场设备遥测、遥控信息，可接受控制系统收集的现场电压值、电流值、有压指示、设备位置数据，并对模拟状态进行修正、校验，进一步提高整个方案的技术水平和实用化水平。

这样一套多位一体的全新微机五防系统，其技术水平已经可以说比现有主网微机五防系统先进一代了。

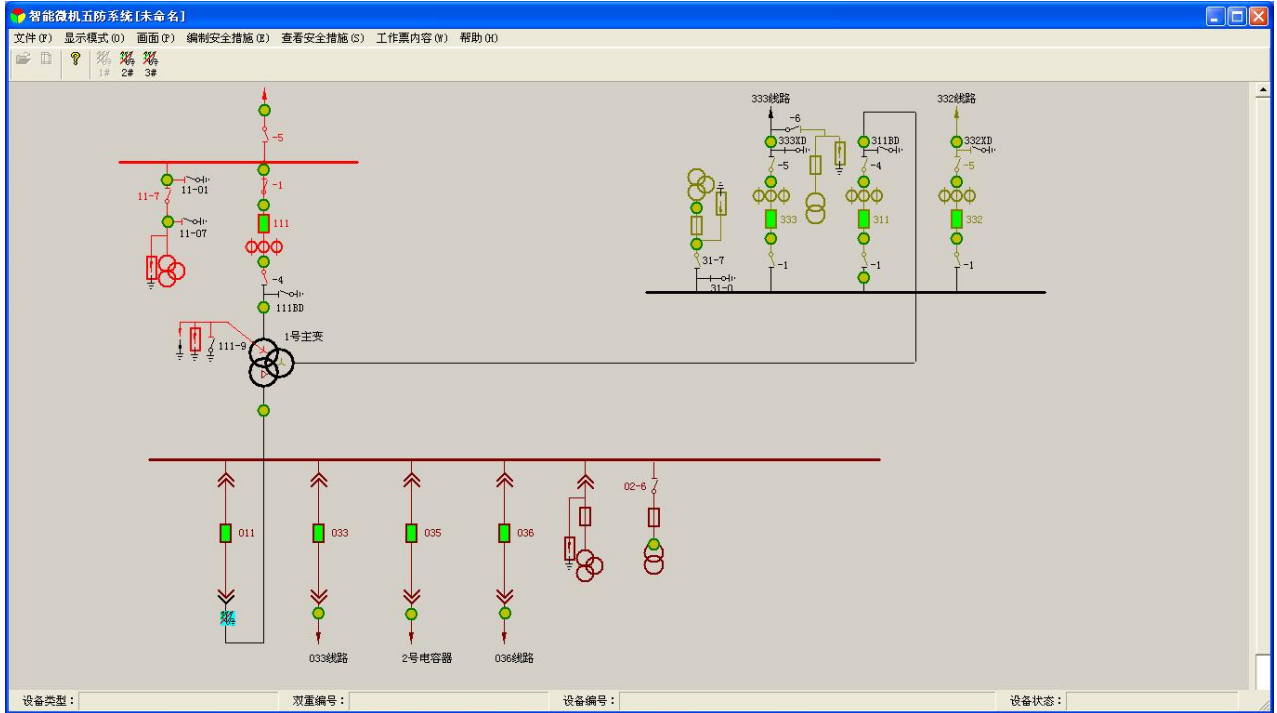
151 H:(151-1=1+151-2=1),151-5=1+151-1=0,151-2=0,151-5=0 !
151 L: !
151-1H:11A-7MD=0,11A-7MDX=0,152-D1=0,155-D1=0,151-D1=0,151-1KD=0,151-5KD=0,151-D2=0,151-D3=0,151-D4=0,153-D1
151-1 L:151-2=1,101=1,101-1=1,101-2=1+151=0,151-2=0,151-5=0 !
151-1KD H:151-1=0,151-2=0,151-5=0 !
151-1KD L: !
151-2H:151-1KD=0,151-5KD=0,151-D2=0,151-D3=0,151-D4=0,101-2MD=0,101-2D1=0,12-7MD=0,12-D1=0,(151-1=1,101=1,101-
151-2 L:151-1=1,101=1,101-1=1,101-2=1+151=0,151-1=0,151-5=0 !
151-5 H:151-5KD=0,151-5XD=0,151-1KD=0,151-D2=0,151-D3=0,151-D4=0,151-D5=0,(151-1=1+151-2=1),151=0 !
151-5 L:151=0 !
151-5KD H:151-1=0,151-2=0,151-5=0 !
151-5XD H:151-5=0 !
151-5XD L: !
151-D1 H:155-1=0,101-1=0,112-1=0,111-1=0,152-1=0,151-1=0,153-1=0,11A-7=0,102-1A=0 !
151-D1 L: !
151-D2 H:151-1=0,151-2=0,151-5=0 !
151-D2 L: !
151-D3 H:151-1=0,151-2=0,151-5=0 !
151-D3 L: !
151-D4 H:151-1=0,151-2=0,151-5=0 !
151-D4 L: !
151-D5 H:151-5=0 !
151-D5 L: !

图一 珠海优特制作的金店站 151 间隔逻辑规则

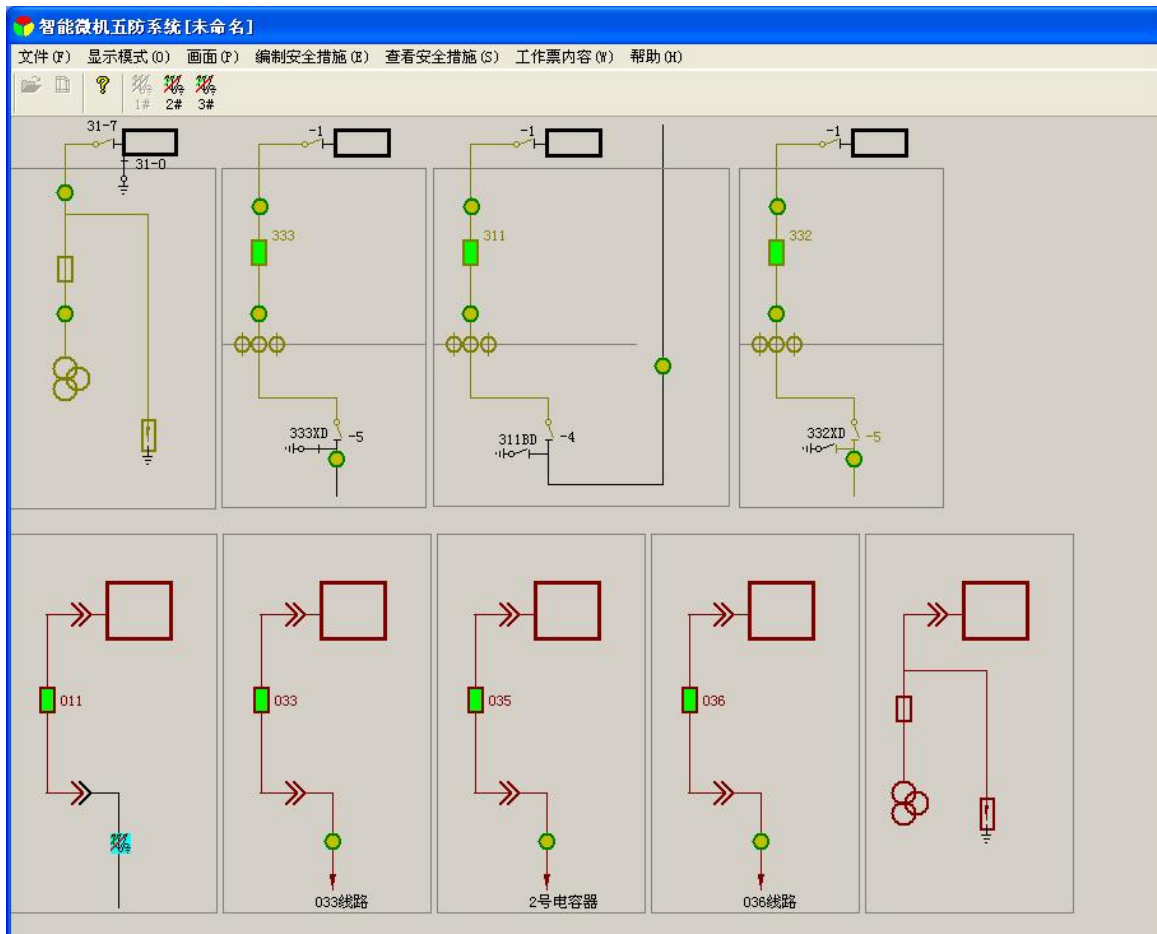
The screenshot shows the Microsoft Access database structure for the Jin Dian Station. It displays a table with columns for ID, Da\_No, Da\_Lock, Da\_Rum, Da\_Runs, Da\_Jnum, Da\_Fxyx00, Da\_Fxyx01, Da\_Fxyx11, Da\_Jkxy00, Da\_Jkxy01, Da\_Jkxy10, Da\_Jkxy11, Da\_Fy1u0, Da\_Fy1u1, and Da\_Jg. The table contains 32 rows of data, each representing a specific component or switch configuration. Two callouts highlight the '数据库结构' (Database Structure) and '隔离开关表结构' (Isolation Switch Table Structure).

ID	Da_No	Da_Lock	Da_Rum	Da_Runs	Da_Jnum	Da_Fxyx00	Da_Fxyx01	Da_Fxyx11	Da_Jkxy00	Da_Jkxy01	Da_Jkxy10	Da_Jkxy11	Da_Fy1u0	Da_Fy1u1	Da_Jg
1	11	0	162-5	金店1母1线	-5	63	114	23	16	0	30	0	-32	162开关	162开关
2	10	0	162-1	金店1母1线	-1	76	211	23	16	-12	-12	0	62	162开关	110kV1B母线 162开关
3	10	0	162-2	金店1母1线	-2	50	211	26	16	12	-12	0	45	162开关	110kV2母线 162开关
4	11	0	256-2	范奎线	-2	150	1070	25	17	13	12	0	-49	256开关	220kV2母线 256开关
5	10	0	256-5	范奎线	-5	153	1157	26	14	0	-30	0	32	256开关	256线路 256开关
6	11	0	256-1	范奎线	-1	176	1070	23	14	-12	12	0	-68	256开关	220kV1母线 256开关
7	11	0	374-3	金野2线	-3	63	635	25	17	0	18	0	-38	374开关	35kV3母线 374开关
8	10	0	374-5	金野2线	-5	63	752	26	14	0	-30	0	32	374开关	374线路 374开关
9	11	0	377-5	11号电容器	-5	143	460	25	17	0	18	0	-38	377开关	11号电容器 377开关
10	10	0	377-3	11号电容器	-3	143	574	26	14	0	-26	0	38	377开关	35kV3母线 377开关
11	10	0	302-3	2母联	-3	427	573	25	15	44	-129	0	40	302开关	35kV2母线 302开关
12	10	0	302-2	2母联	-2	472	573	26	13	0	-26	0	39	302开关	35kV2母线 302开关
13	10	0	101-2	1母联	-2	1080	208	25	15	0	-21	0	48	101开关	110kV2母线 101开关
14	11	0	101-1	1母联	-1	1080	110	24	17	0	25	-35	-53	101开关	110kV1A母线 101开关
15	11	0	201-2	母联	-2	630	1073	25	15	0	21	0	-54	201开关	220kV2母线 201开关
16	10	0	201-1	母联	-1	630	1171	24	17	0	-25	49	53	201开关	220kV1母线 201开关
17	11	0	102-1B	2母联	-1B	797	303	25	15	0	37	0	44	102开关	110kV1B母线 102开关
18	11	0	102-1A	2母联	-1A	862	303	26	13	0	37	0	-48	102开关	110kV1A母线 102开关
19	11	0	161-5	金超2线	-5	163	114	23	16	0	30	0	-32	161开关	161线路 161开关
20	10	0	161-1	金超2线	-1	176	211	23	15	-12	-12	0	62	161开关	110kV1B母线 161开关
21	10	0	161-2	金超2线	-2	150	211	26	16	12	-12	0	45	161开关	110kV2母线 161开关
22	11	0	160-5	金龙2线	-5	363	114	23	16	0	30	0	-32	160开关	160线路 160开关
23	10	0	160-1	金龙2线	-1	376	211	23	15	-12	-12	0	62	160开关	110kV1B母线 160开关
24	10	0	160-2	金龙2线	-2	350	211	26	16	12	-12	0	45	160开关	110kV2母线 160开关
25	11	0	159-5	金良线	-5	463	114	23	16	0	30	0	-32	159开关	159线路 159开关
26	10	0	159-1	金良线	-1	476	211	23	15	-12	-12	0	62	159开关	110kV1B母线 159开关
27	10	0	159-2	金良线	-2	450	211	26	16	12	-12	0	45	159开关	110kV2母线 159开关
28	11	0	158-5	金内2线	-5	563	114	23	16	0	30	0	-32	158开关	158线路 158开关
29	10	0	158-1	金内2线	-1	576	211	23	15	-12	-12	0	62	158开关	110kV1B母线 158开关
30	10	0	158-2	金内2线	-2	550	211	26	16	12	-12	0	45	158开关	110kV2母线 158开关
31	11	0	157-5	金内1线	-5	763	114	23	16	0	30	0	-32	157开关	157线路 157开关
32	10	0	157-1	金内1线	-1	776	211	23	15	-12	-12	0	62	157开关	110kV1B母线 157开关
33	10	0	157-2	金内1线	-2	750	211	26	16	12	-12	0	45	157开关	110kV2母线 157开关
34	11	0	155-5	金远线	-5	963	114	23	16	0	30	0	-32	155开关	155线路 155开关
35	10	0	155-1	金远线	-1	976	211	23	15	-12	-12	0	62	155开关	110kV1A母线 155开关
36	10	0	155-2	金远线	-2	950	211	26	16	12	-12	0	45	155开关	110kV2母线 155开关
37	11	0	153-5	金野线	-5	1563	114	23	16	0	30	0	-32	153开关	153线路 153开关

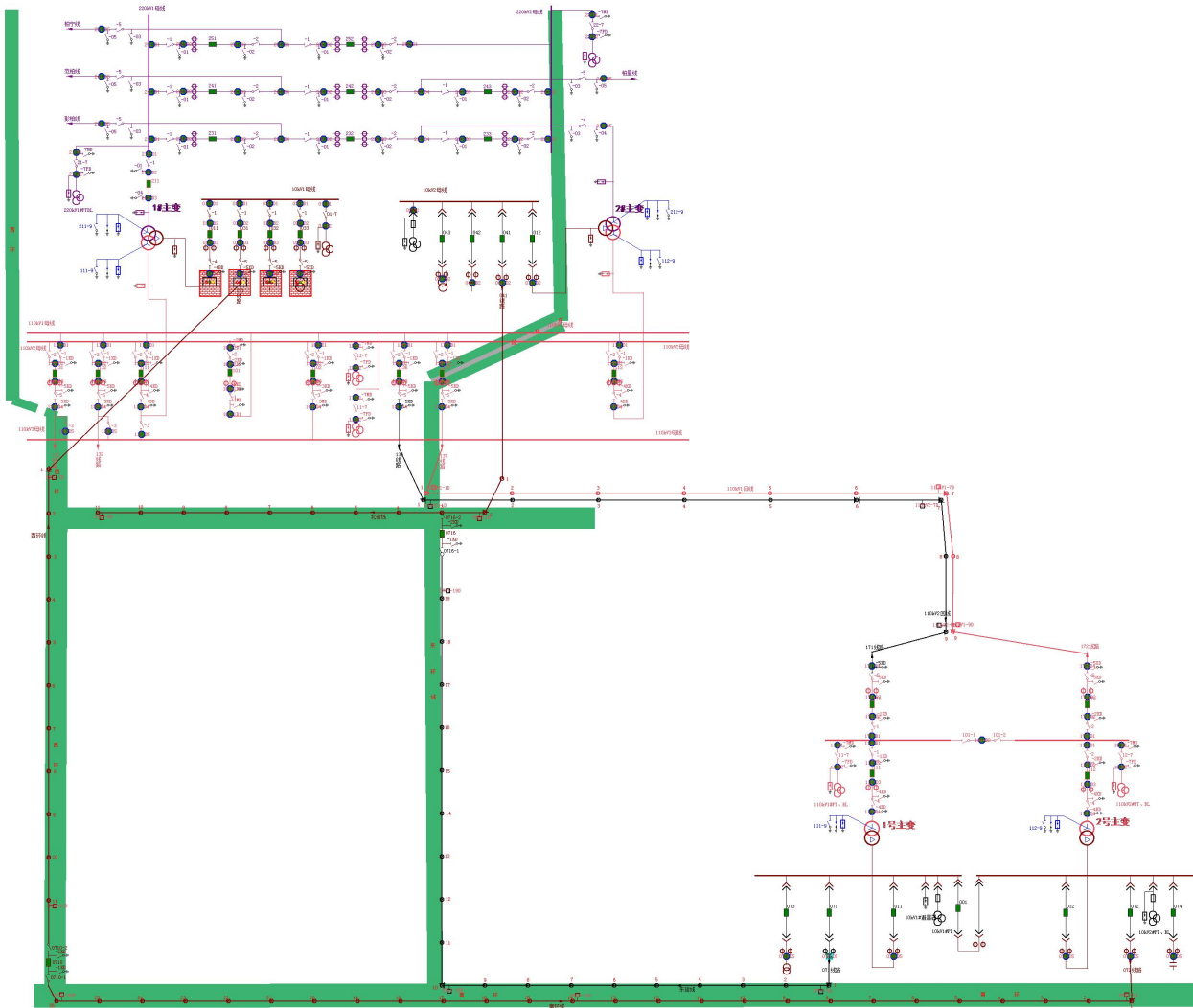
图二 新技术数据库结构与隔离开关表结构拷屏



图三 新一次系统图



图四 开关柜结构图



图五 模拟网络图



图六 Tinker Board 主板与电脑钥匙对比图