

# 邵阳职业技术学院

## 毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目：           电梯门锁安全电路设计          

学生姓名：                   姚麒                  

学    号：                   201810300193                  

系    部：                   电梯工程学院                  

专    业：                   电梯工程技术                  

班    级：                   电梯 1181 班                  

指导老师：                   王福佳                  

二 0 二 一 年 六 月 一 日

# 目 录

一、 设计要思路.....	3
(一) 设计目的.....	3
(二) 设计的要求.....	3
二、 门回路检测电路设计.....	4
(一) 门回路安全模块.....	4
(二) 门区开关检测原理.....	4
(三) 单轿门电梯检测电路.....	5
三、 门回路检测电路缺陷分析与改进.....	6
(一) 存在缺陷的门回路设计.....	7
(二) 双轿门电梯检测电路.....	7
(三) 短接线的缺陷与改进.....	8
(四) 双轿门门回路的设计.....	11
四、 对门回路检测功能的理解与建议.....	12
五、 成果.....	13
参考文献.....	14
致 谢.....	15

# 电梯门锁安全电路设计

## [摘要]

电梯层门是电梯中一种防坠落和剪切的保护装置，门锁安全电路对保障电梯运行的安全性非常重要。常见的电梯 门锁安全电路中，门锁继电器在多种情况下都可能产生误动作，存在事故隐患。本设计的门锁安全电路采用冗余设计，用 PLC 控制方式控制门锁电路，通过软件判断门锁安全电路是否正常，当出现非正常情况时，让电梯中止正常运行转入检修运行状态，从而消除事故隐患，提高电梯运行的安全性，防止因门锁回路故障、操作人员疏忽大意而引起的事故。

[关键词] 门锁安全电路 电梯 PLC

# 一、设计思路

## (一) 设计目的

随着中国城市化的发展，在用电梯的数量急剧增加，电梯的安全成为人们关注的焦点。电梯事故 时有耳闻，其中相当数量与电梯的门系统有关，尤其是电梯门锁电气开关故障所引发的事故。电梯层门作为一种防坠落和剪切的保护装置，在电梯的安全运行中有着十分重大的作用。因此设计一种能检测门锁的安全电路很有必要。

电梯门系统直接关系乘客的安全，门锁回路的短接存在严重的安全风险，因此型规和检规第 2 号修改单均增加了针对电梯门回路的故障检测，当检测到门锁回路存在短接故障时电梯停止运行。目前绝大部分电梯门回路检测功能的设计只能做到整个层门锁回路或(和)整个轿门锁回路的短接故障检测，并不能检测门锁回路上单独某个电气安全装置的短接故障，同时某些门回路检测的电路设计本身存在极大缺陷和隐患。

## (二) 设计的要求

TSGT7007-2016《电梯型式试验规则》第 V6.2.8.7 项：“当轿厢停在开锁区域内，轿门开启、层门锁释放时，应当检查轿门关闭位置的电气安全装置和验证层门锁紧装置锁紧位置的电气安全装置及其回路的正确动作。如果检测到这些装置失效，应当防止电梯的正常运行。”

TSGT7001-2009《电梯监督检验和定期检验规则—曳引与强制驱动电梯》(第 2 号修改单版)第 2.8 项第(7)款：“应当具有门回路检测功能，当轿厢在开锁区域内、轿门开启并且层门门锁释放时，监测检查轿门关闭位置的电气安全装置、检查层门门锁锁紧位置的电气安全装置和轿门监控信号的正确动作；如果监测到上述装置的故障，能够防止电梯的正常运行。”

关于门回路检测功能的实现和检验争议比较大，主要集中在以下两点：

(1) 门回路检测是针对门锁回路上任意一个电气安全装置的故障检测还是整个层门锁回路或(和)整个轿门锁回路的故障检测；

(2) 当门回路检测模块在检测过程中需要旁路门锁回路时，需不需要符合安全电路的设计要求（采用可编程电子安全相关系统(PESRAL) 时达到特定安全完整性等级。

## 二、门回路检测电路设计

### (一) 门回路安全模块

目前比较常见的门回路检测方案是利用电梯平层再平层、轿厢意外移动保护(UCMP)检测子系统所采用的含有电子元件的安全电路输出“旁路门锁”功能，电梯到站开门时，通过层门锁回路、轿门锁回路上的检测点，主板采集电压信号反馈，逻辑判断门锁回路有无短接故障。

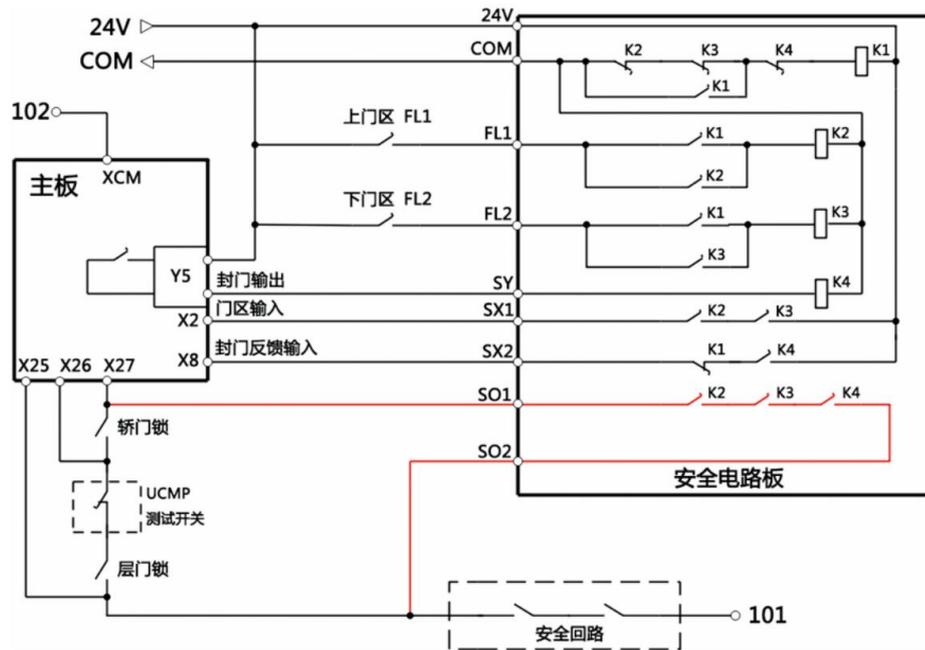


图 1 安全电路模块

图 1 是某公司单轿门电梯门回路检测电路，其中 K1、K2、K3、K3、K4 是安全继电器，FL1、FL2 是上、下门区感应开关，SO1~SO2 为安全电路输出端。

### (二) 门区开关检测原理

图 2 为井道中上门区感应开关 FL1、下门区感应开关 FL2 与隔磁板(遮光板)的安装位置对应图。

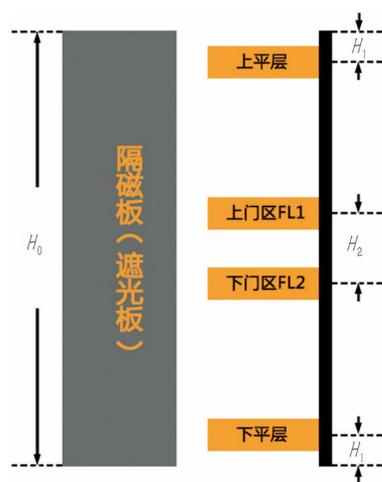


图 2 门区开关井道位置示意图

该电路输出“旁路门锁”的原理是：

- (1) 电梯未进入门区时，继电器 K1 工作，其相应触点动作；
- (2) 运行检测到上门区信号 FL1 有效时，继电器 K2 工作，其相应触点动作；
- (3) 检测到下门区信号 FL2 有效时，继电器 K3 工作，其相应触点动作；

(4) 当继电器 K2、K3 同时工作时，主板接收到门区信号输入 X2(SX1)，控制封门继电器 Y5 封门输出，继电器 K4 工作，其相应触点动作；

(5) 由于继电器 K4 工作，其常闭触点断开，继电器 K1 将不工作，此时主板检测到封门反馈输入信号 X8(SX2)；

(6) 此时 K2、K3、K4 常开触点闭合，接通 S01~S02，对门锁回路进行旁路。该电路中门区传感器 FL1、FL2 与安全电路板组成完整的含有电子元件的安全电路，其中 FL1、FL2 感应开关的导通是该安全电路 S01~S02 导通的前提，一旦脱离门区，S01~S02 将断开，不再对门锁回路进行旁路，门锁旁路的断开无须主板的控制。

当门回路检测过程需要旁路门锁时，必须保证旁路输出能够安全可靠地断开，不然电梯门锁回路旁路运行将存在严重安全隐患，检测模块采用的含有电子元件的安全电路经过型式试验认证，能够安全可靠地输出和断开门锁回路的旁路状态，保证电梯的安全运行。

### (三) 单轿门电梯检测电路

图 3 为该方案门回路检测部分电路图(省略其他模块和接线，下图皆如此)。1DS~nDS 是层门锁回路，GS 是轿门锁回路，S01~S02 为安全电路输出端，X25 是安全回路检测点，X26 是层门锁回路检测点，X27 是轿门锁回路检测点。X25、X26、X27 有电压信号为 1，没有电压信号为 0。

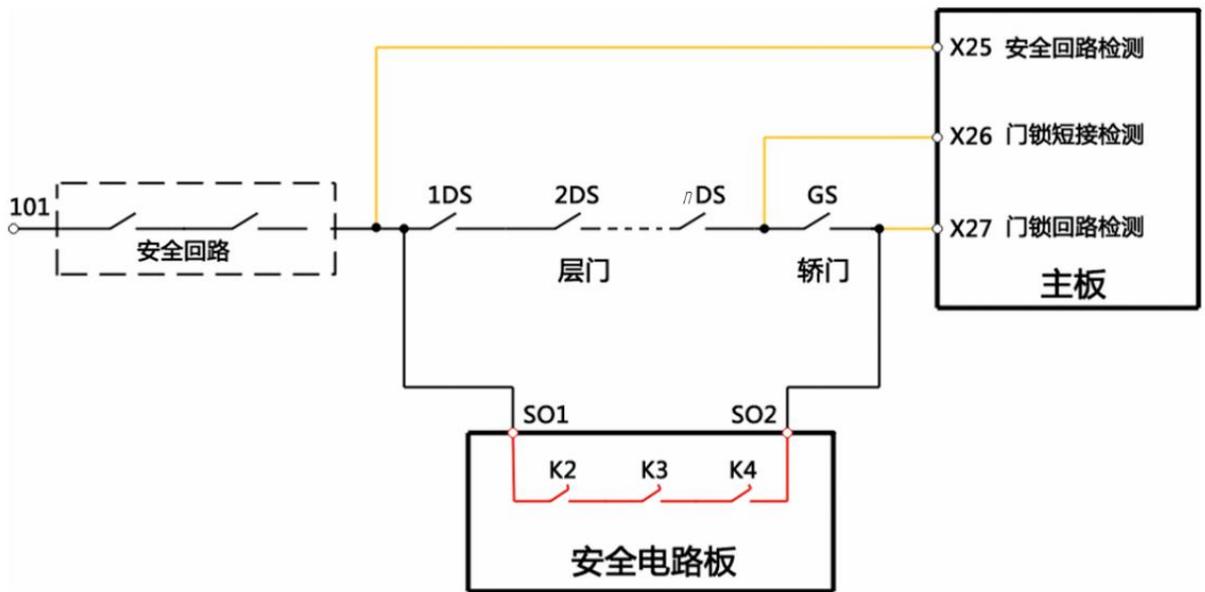


图3 单轿门电梯检测电路图

电梯到站开门时，进行门回路检测的前提是 X25=1，通过逻辑对比 X26、X27 检测点电压信号，判断层门和轿门锁回路是否存在短接故障。

电梯到站开门时，通过 X27 检测点反馈信号就能检测出层门和轿门门锁回路同时被短接故障。

安全电路介入前仅靠 X26、X27 两个检测点的反馈信号，只能检测到层门锁回路短接故障，无法检测轿门锁回路短接故障，此时 X26=1，X27=0。安全电路对门锁回路进行旁路时，S01~S02 导通，如果轿门锁回路被短接，此时 X26=1，X27=1。

表1 单轿门电梯检测点状态及故障判定

X25=1 时，各检测点状态	X26	X27
层门、轿门打开，无短接故障	0	0
层门、轿门打开，层门锁回路短接时	1	0
层门、轿门打开，轿门锁回路短接，S01~ S02 导通时	1	1
故障判定：当 X26 信号为 1 时，存在短接故障		

表1为检测点信号状态及故障判定。这种门回路检测方案，对于单轿门电梯，能够在到站开门时，检测出层门或(和)轿门回路短接故障，但无法具体检测门锁回路上单独某一个电气安全装置的短接故障。

### 三、门回路检测电路缺陷分析与改进

## （一）存在缺陷的门回路设计

如图 4 所示是一种存在缺陷的门回路检测电路。检测原理与上面探讨过的单轿门电梯原理类似，区别在于该检测方案旁路门锁回路不是靠安全电路，仅靠安全继电器 K 控制其常开触点闭合实现对门锁回路的旁路。电梯到站开门时，当层门锁回路存在短接，通过 X26 电压信号就能检测出；当主板输出信号控制封门继电器 Y，接通安全继电器 K，其常开触点闭合，对门锁回路进行旁路，通过 X26 检测点电压信号可以判断轿门锁回路是否存在短接，同时常闭触点断开电气安全回路，电梯无法运行。该电路设计使得继电器 K 常开触点粘连，或者在非平层区域主板输出信号错误控制继电器 K 工作，电梯将停止运行，从而保障安全。

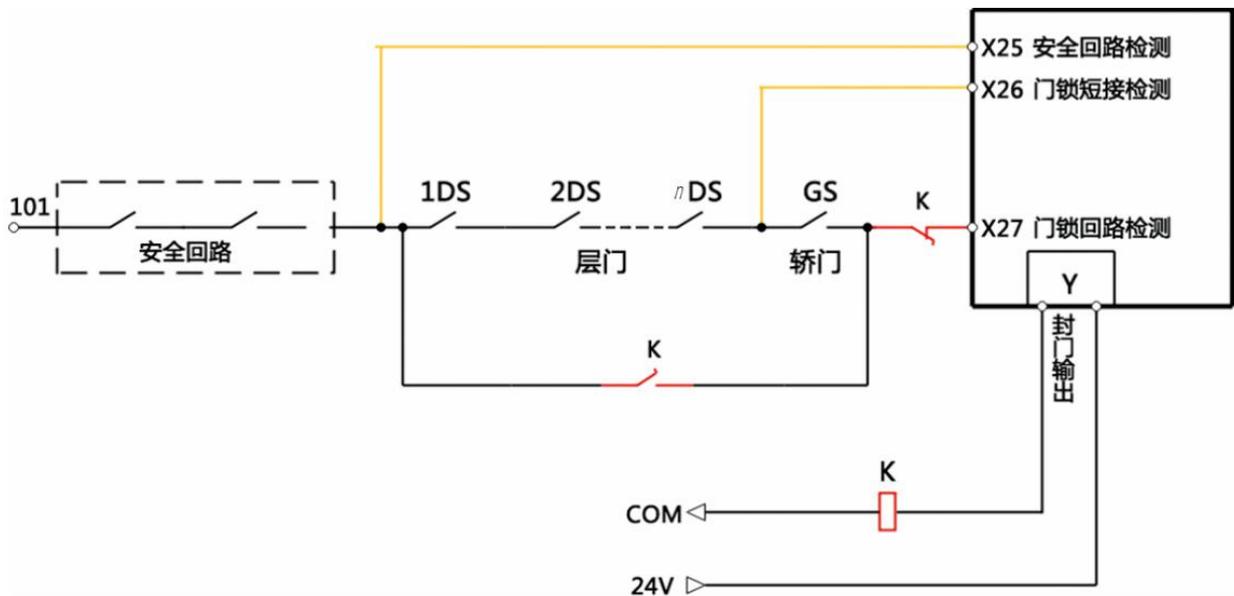


图 4 一种存在缺陷的门回路检测电路

但是，该方案旁路门锁回路的电路设计，是单通道且缺少监控的。当继电器 K 损坏无法工作、常闭触点粘连或者主板输出信号无法控制封门继电器 Y 工作时，主控制系统也无法得到反馈，这时候电梯到站开门时，如果轿门锁回路存在短接就无法检测出故障。这种门回路检测方案存在一定的安全风险。

## （二）双轿门电梯检测电路

图 5 为双轿门电梯检测电路图。GS 是前轿门门锁回路，1~nDS 是前层门门锁回路，1~nRDS 是后层门门锁回路，RGS 是后轿门门锁回路，增加了一个 X28 检测点。同样采用安全电路旁路门锁回路，到站开门且 X25=1 时，通过逻辑判断 X26、X27、X28 检测点电压信号，判定门回路是否存在短接故障。

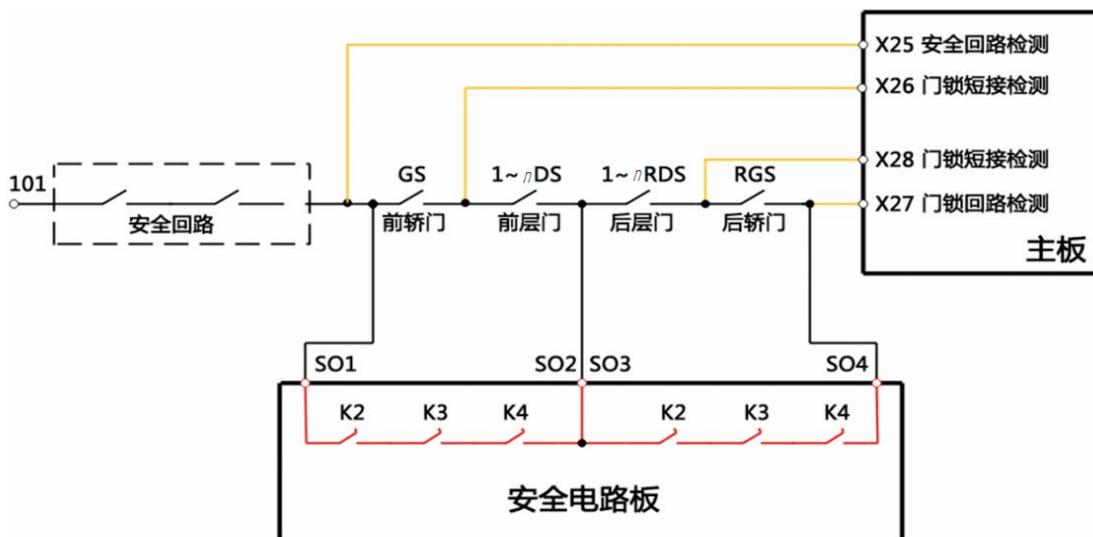


图 5 双轿门电梯检测电路图

表 2 为双轿门电梯检测点信号状态。这种门回路检测方案，对于双轿门电梯，在到站开门时，能检测出前轿门、前层门、后层门、后轿门门锁回路短接故障，也能检测整个门锁回路短接故障。

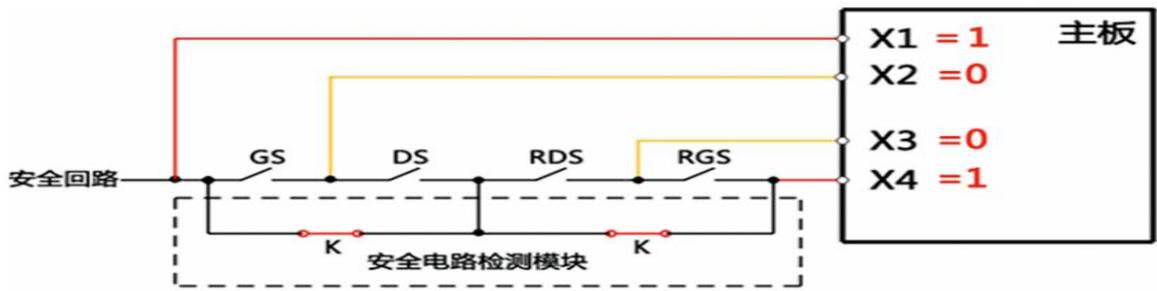
表 2 双轿门电梯检测点状态及故障判定

X25=1 时，各检测点状态	X26	X27	X28
前后层门、轿门打开，无短接故障	0	0	0
前后层门、轿门打开，前轿门锁回路短接时	1	0	0
前后层门、轿门打开，前层门锁回路短接时，S01 ~ S02 和 S03 ~ S04 接通	1	1	0
前后层门、轿门打开，后层门锁回路短接时，S01 ~ S02 和 S03 ~ S04 接通	0	1	0
前后层门、轿门打开，后轿门锁回路短接时，S01 ~ S02 和 S03 ~ S04 接通	0	1	1
故障判定：当 X26、X28 信号有 1 时，存在短接故障			

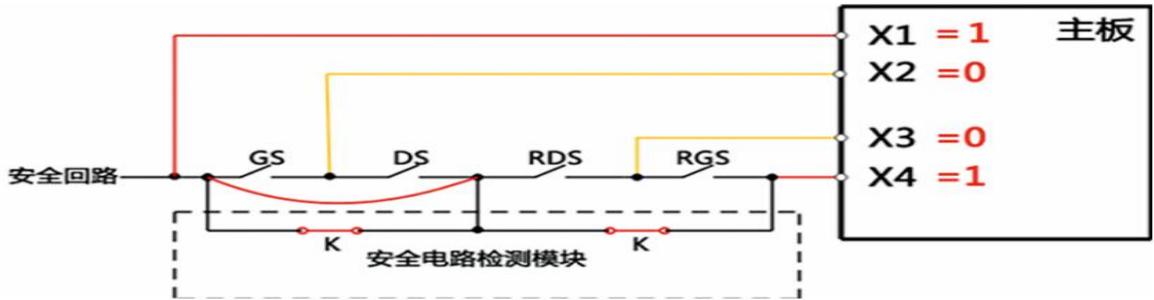
但对于“前轿门+前层门”、“前层门+后层门”、“后层门+后轿门”门锁回路短接故障，这种电路设计就存在比较大的缺陷。由于这种方案实现的是整个层门门锁回路或(和)整个轿门门锁回路短接故障检测，这种情况多数发生在控制柜内通过接线端子短接门锁回路。现场检验中模拟门锁回路人为短接的时候，发现这 3 种情况如果只采用一根短接线在控制柜中短接，电梯到站开门时无法检测出门锁短接故障。

### (三)短接线的缺陷与改进

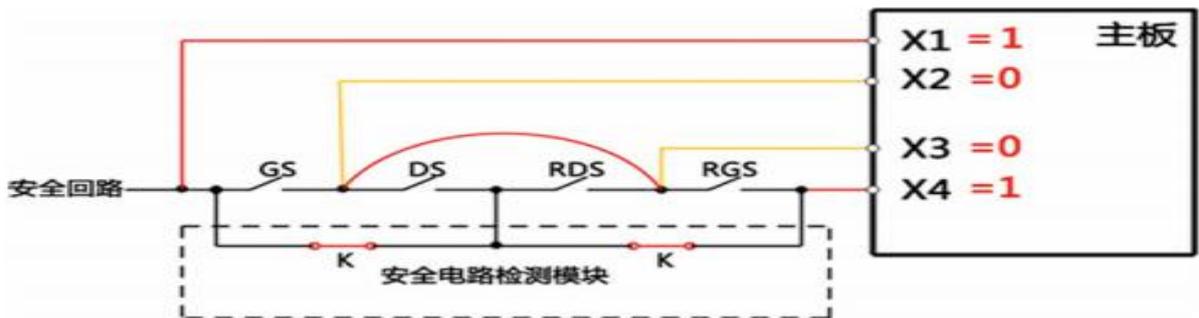
#### 1. 一根短接的缺陷



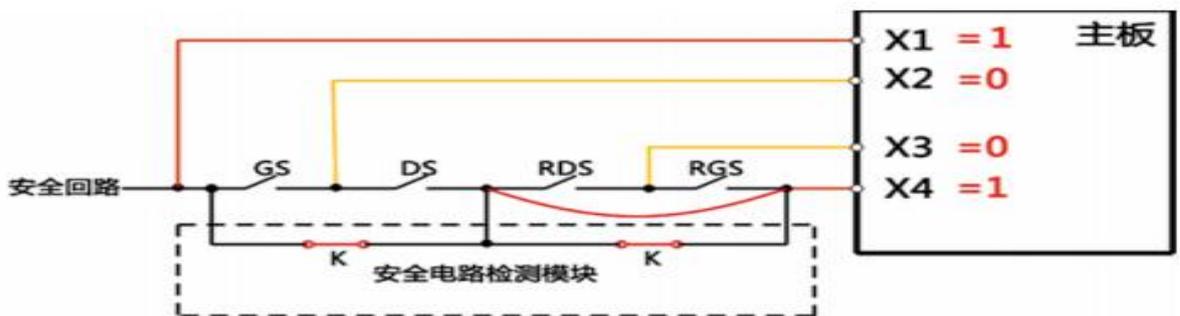
a) 无短接



b) 短接“前轿门 + 前层门”



c) 短接“前层门 + 后层门”



d) 短接“后层门 + 后轿门”

图 6 采用一根短接线的信号状态

图 6 为采用一根短接线，在控制柜接线端子分别短接“前轿门+前层门”、“前层门+后层门”、“后层门+后轿门”门锁回路。当电梯到站前后门同时打开，X1=1 和安全电路旁路门锁回路时，X2 和 X3 检测点会一直无电压信号，此时门回路检测无法判断存在短接

故障，相当于门回路检测功能失效。

## 2. 短接线的改进

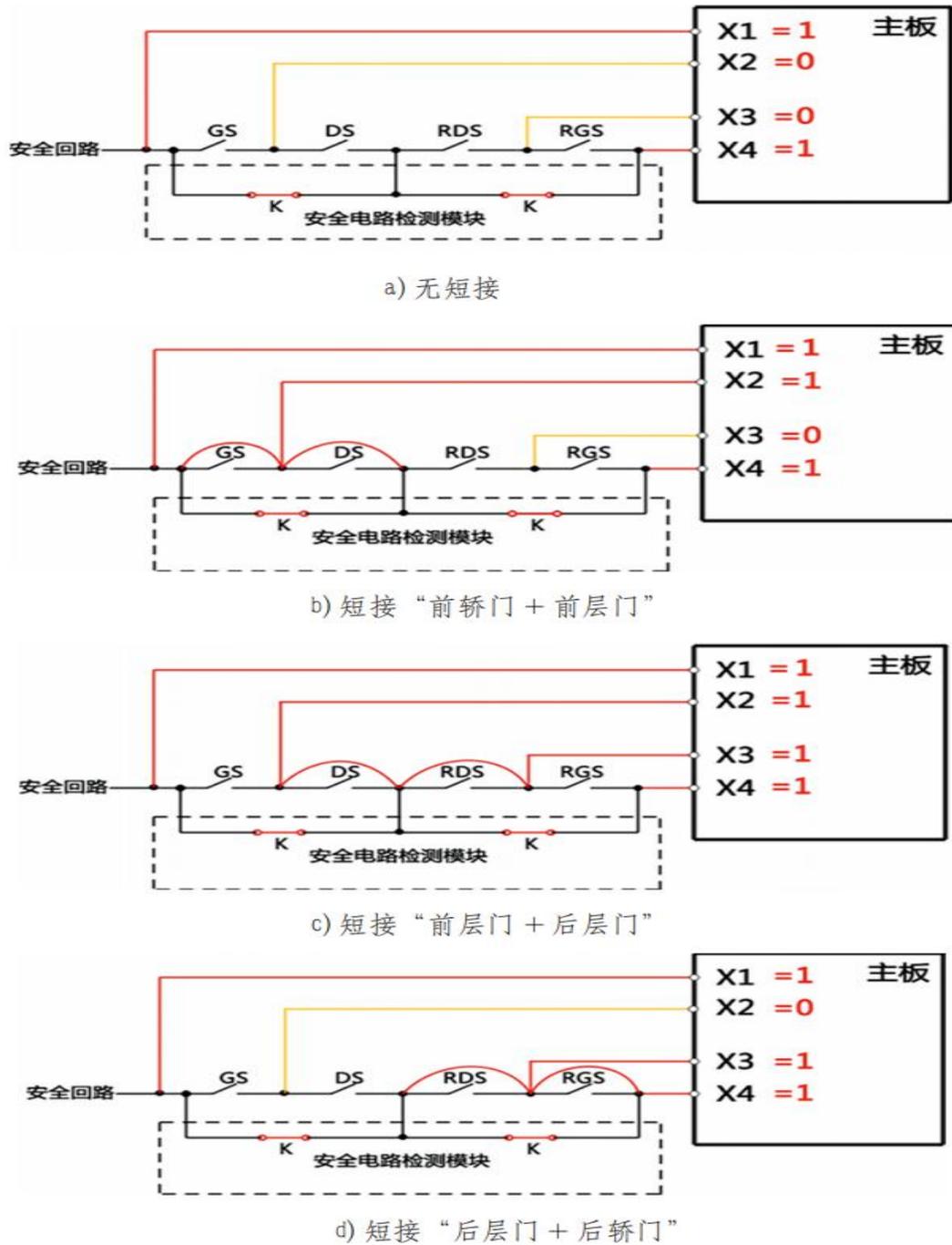


图 7 采用两根短接线的信号状态

图 7 为采用两根短接线，在控制柜接线端子分别短接“前轿门+前层门”、“前层门+后层门”、“后层门+后轿门”门锁回路。当电梯前后门同时打开，X1=1 和安全电路旁路门锁回路时，只要 X2、X3 存在 1，就能判断存在门锁短接故障。

如果在控制柜内通过接线端子短接“前轿门+前层门”、“前层门+后层门”、“后层门+后轿门”门锁回路，这种电路设计仅采用一根短接线就能实现，发生的几率也就更高。

对于双轿门电梯而言，这 3 种人为短接情况是存在发生的可能性的，所以这种检测电路设计存在一定的缺陷，可能导致门锁回路存在短接故障却无法检测出来，电梯在这种情况下继续运行将存在严重安全隐患。

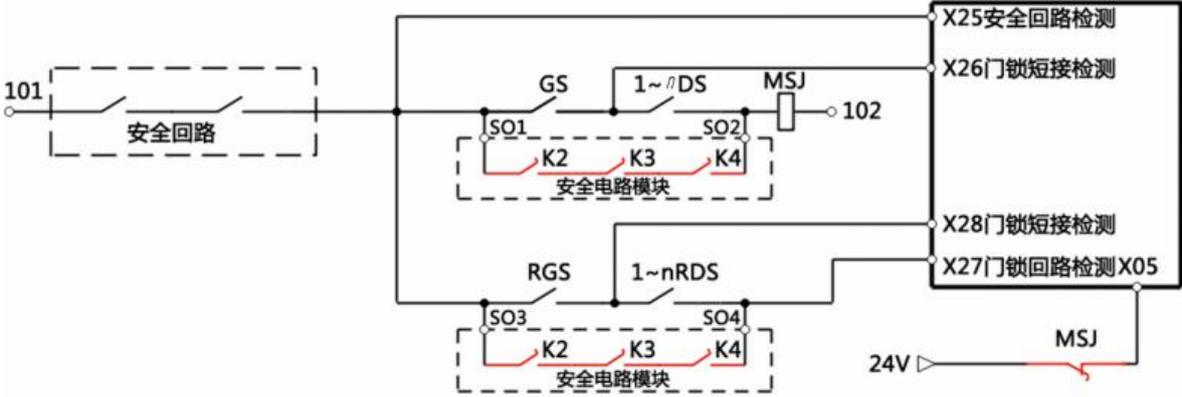


图 8 双轿门电梯门回路检测电路改进方案

图 8 是在上面双轿门电梯的门回路检测电路基础上改进得来。MSJ 是门锁接触器，常开触点接入运行和抱闸控制回路，常闭触点接入 X05 检测点。受限于主控板的硬件设计，由于强电检测端子不足，需要将接触器 MSJ 常闭触点接入 X05 开关量输入端进行转换检测。

具体检测原理与单轿门电梯类似，避免了到站开门时无法检测出“前轿门+前层门”、“后层门+后轿门”门锁回路存在短接故障的情况。同时该电路短接其他门锁回路组合时需要进行分段短接，同样可检测得出。

**(四) 双轿门门回路的设计**

图 9 是另一种利用扩展板实现双轿门门回路检测的方案。MSJ 是门锁接触器，常开触点接入运行和抱闸控制回路，S1~S2 和 S3~S4 是检测板 A 的输出端，B 是降压电路板，C 是拓展板，X20、X21、X22 是主控板上的高压检测点，X31、X32 是拓展板上低压检测点。前层门、前轿门存在短接，到站开门时，可由 X31、X32 检测点电压信号检测出；后层门、后轿门存在短接，到站开门且 S1~S2 和 S3~S4 导通时，可由 X21、X22 检测点电压信号检测出；“前层门+后层门”、“前轿门+后轿门”存在短接，到站开门时，可由 X21、X22 检测点电压信号检测出。

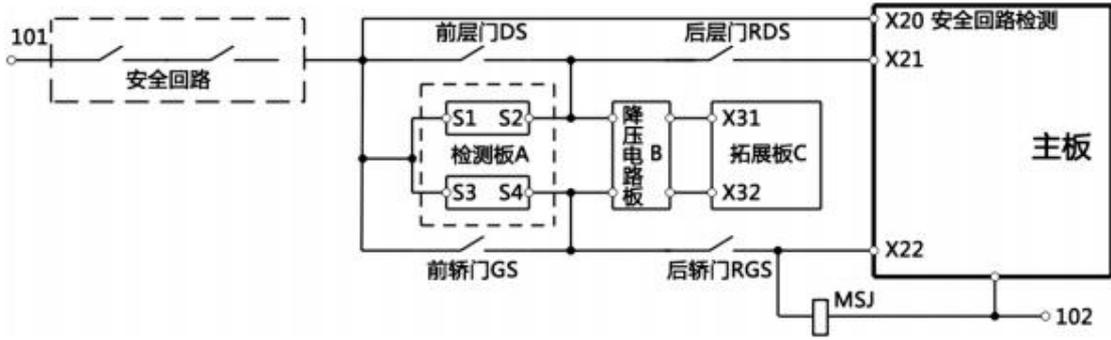


图 9 采用拓展板实现双轿门门回路检测

图 9 中检测板 A 中 S1~S2 和 S3~S4 导通方式与安全电路类似，该检测板的功能是电梯到站开门时旁路前层门、前轿门门锁回路。由于不是采用平层再平层、UCMP 检测子系统的含有电子元件的安全电路，标准和型规目录并没有将这种情况纳入型式试验范围，但检测板 A 的作用与平层电路板是类似的，存在类似的风险，照理来说同样需要进行型式试验验证其安全可靠。因此，笔者认为当门回路检测电路模块如果与平层再平层、UCMP 检测子系统使用的含有电子元件的安全电路作用类似时，理应符合安全电路的设计要求（采用 PESSRAL 时达到特定安全完整性等级）。

#### 四、对门回路检测功能的理解与建议

无论是型规还是检规第 2 号修改单，字面意思都是检查“轿门关闭位置的电气安全装置”、“层门门锁锁紧位置的电气安全装置”、“及其回路的正确动作”。从目前各种门回路检测电路来看，大部分电路设计仅能检查整个层门或(和)轿门门锁回路的短接故障，并不能针对单独“层门门锁锁紧位置的电气安全装置”进行短接故障检测。

层门锁紧需要经历先闭合再锁紧的机械动作，验证层门锁紧的安全触点同样作为验证层门闭合的安全触点，通常层门锁紧位置的安全触点随机械锁勾在垂直方向动作。检验中发现新楼盘特别是处于装修期间的楼盘以及一些工厂，由于使用状况恶劣导致层门故障率居高不下，其中层门锁紧装置频繁损坏和锁紧位置安全触点不能导通是主要原因。一些安装或维保人员为了降低故障率，就会在层门上人为短接层门锁紧位置的安全触点继续运行，导致电梯丧失了验证层门锁紧的功能，造成层门在没有锁紧的情况下也能运行，极易发生剪切或坠落事故，存在极大的安全风险。因此，门回路检测的电路设计中，不仅要能检查整个层门门锁回路的正确动作，也要能单独检查“层门门锁锁紧位置的电气安全装置”的正确动作。

图 12 是一种在图 3 单轿门电梯检测电路基础上增加了检测层门锁紧位置电气安全装

置功能的电路图。A 接线端不用引出至控制柜，通过 X2 检测点电压信号能够检测层门锁紧位置的电气安全装置的短接故障，通过 X3 电压信号能检测整个层门锁回路的短接故障，无法单独检测层门闭合电气安全装置的短接故障。从实际应用的角度来看，要求门回路检测功能实现检测门锁回路上任意一个安全触点的短接故障是不现实的，不仅增加布线难度和成本，同时绝大多数主控板硬件层面也不支持。因此在实现了层门锁或(和)轿门锁回路故障检测的基础上增加单独对层门锁紧位置的电气安全装置的故障检测，是现阶段最优选择，不仅技术和成本上易于实现，而且对电梯的安全运行起到了极大的保护作用。

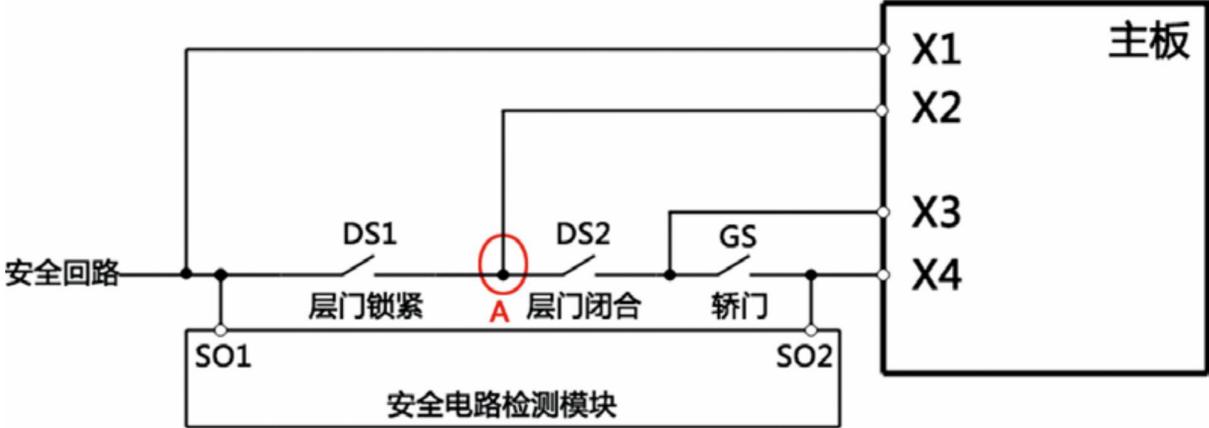


图 12 检测层门锁紧位置电气安全装置

### 五、成果

电梯门锁安全系统，在电梯的安全运行中起着极其重要的作用。作为电梯设计、生产及安装改造的人员和企业，应该本着以人为本、人文关怀的基本思想，将人的生命放在第一位。在电梯的设计或改造时，应充分考虑人员的安全，适当增加安全装置和控制，使得在用电梯，即使是由于使用人员或安装、维护人员的粗心或疏忽，也不会造成重大的伤亡事故。如图 4 与图 5 所示的设计，维保人员如果短接安全系统，无论怎样接线，系统都会转入检修运行状态，电梯无法进入正常运行状态。这样一方面要求维保人员必须去除短接的线，另一方面也可以将可能发生的事故尽量减少，提高电梯出现故障时的安全性。

## 参考文献

- [1] 黄海华. 提高电梯门回路和安全回路安全性能的探讨[J]. 中国科技信息. 2013(12):2-3.
- [2] 荚佳, 李杰锋. 电梯门回路检测装置的设计及其要求[J]. 中国电梯. 2018(05):1-3.
- [3] 黄维达. 浅谈电梯门回路检测功能[J]. 科技风. 2019(22):1-2.
- [4] 诸志坚. 基于电梯门锁回路检测电路的设计[J]. 中国新技术新产品. 2014(04):2-4.
- [5] 王超. 电梯门回路检测原理、安全及检验的探讨[J]. 中国特种设备安全. 2020(08):3-4.
- [6] 李建军. 科技风. 关于电梯门回路检测原理及检验方法研究[J]. 2020(12):2-5.
- [7] 沈书林. 电梯门回路检测几个争议问题的探讨[J]. 中国电梯. 2020(19):5-7.
- [8] 刘建平, 陈丹. 电梯门旁路装置和门回路检测功能分析[J]. 科技风. 2020(01):2.
- [9] 孔伟. 电梯门回路检测功能的检验与分析[J]. 中国电梯. 2020(01):4.
- [10] 谭对平. 关于电梯门回路检测原理及检验方法[J]. 科技创新导报. 2019(13):5.

## 致 谢

在毕业设计期间，一直得到指导老师王福佳老师的悉心指导，对我在毕业设计写作过程中出现的问题不厌其烦的进行解答。整个学习和设计过程中，我深切的体会到了王老师严谨的治学精神、渊博的知识、敏锐的思维、对工作的热情态度和朴素高尚的人格修养，相信这些将使我终生受益。

在此设计完成之际，谨向我敬爱的老师表示最诚挚的敬意。也由衷地感谢电梯 1181 班各位同学为我的设计提供的无私帮助，而且他们孜孜不倦的学习精神永远是我学习的榜样。同时，也向电梯工程学院所有帮助支持过我的老师、同学和朋友致以衷心的感谢。