

# 带绝缘控制的远程重合闸装置

## MT51SD 系列

用户手册

04/2025



## 目 录

<b>1 产品概述</b> .....	<b>1</b>
1.1 产品简介.....	1
1.2 主要功能.....	1
1.3 主要特性.....	1
<b>2 面板介绍</b> .....	<b>2</b>
<b>3 指示灯说明</b> .....	<b>2</b>
<b>4 接线说明</b> .....	<b>3</b>
4.1 上端子定义与功能.....	3
4.2 下端子定义与功能.....	4
<b>5 旋钮介绍</b> .....	<b>6</b>
5.1 旋钮 1 (AR): 重合闸模式选择.....	6
5.2 旋钮 2 (RC): 控制模式选择.....	6
5.3 RESET 按钮说明 (前面板黑色按钮).....	6
5.4 拨扭功能说明 (正面滑钮).....	7
<b>6 重合闸功能说明</b> .....	<b>7</b>
6.1 功能概述.....	7
6.2 典型流程图示意.....	7
6.3 重合闸模式列表.....	9
<b>7 控制逻辑优先级说明</b> .....	<b>11</b>
7.1 功能说明.....	11
7.2 控制信号来源分类.....	11
7.3 RC 模式下的行为区别.....	12
7.4 时序图.....	13

---

7.5 控制信号优先级策略：后到者覆盖机制 .....	13
<b>8 绝缘检测功能说明 .....</b>	<b>14</b>
8.1 功能概述 .....	14
8.2 检测触发时机 .....	14
8.3 检测执行流程 .....	14
8.4 绝缘检测逻辑示意图 .....	15
8.5 绝缘检测测试步骤说明 .....	15
8.6 实时检测机制 .....	16
8.7 故障恢复与保护策略 .....	16
8.8 可配置项（通过 RS485） .....	16
<b>9 自动重合闸失败处理与报警输出 .....</b>	<b>16</b>
9.1 功能概述 .....	16
9.2 常见失败触发条件 .....	17
9.3 END OF CYCLE（重合周期终止）定义 .....	17
9.4 故障解除与重启流程 .....	17

## 1 产品概述

### 1.1 产品简介

MT51SD 是一款具备绝缘检测功能的远程控制与自动重合闸附件,适用于 MATIS 系列断路器 (MCB、RCCB、RCBO)。该设备在重合闸或远程合闸操作前自动进行回路绝缘检测,确保用电安全。

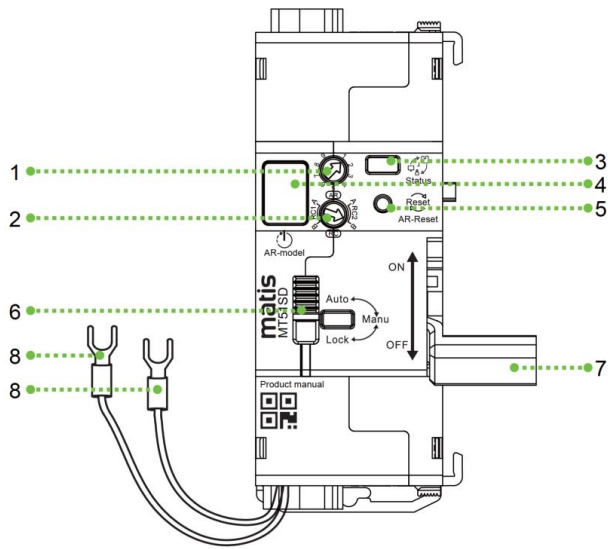
### 1.2 主要功能

- 对 MCB/RCCB/RCBO 等回路脱扣后进行绝缘检测,满足条件后执行合闸
- 多种重合闸逻辑模式,可编程设置
- 本地 IO 和 RS485 双重控制及状态反馈接口
- 适用于终端配电系统,提升供电连续性和系统智能化

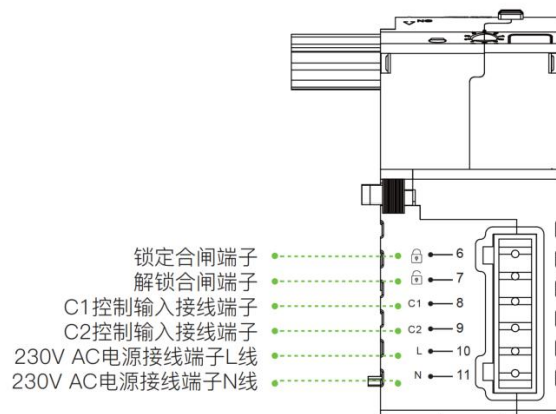
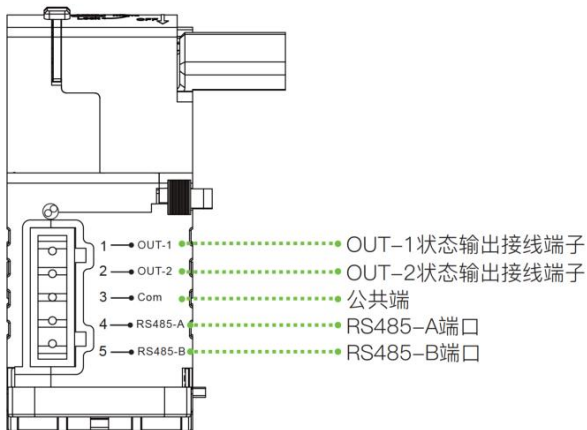
### 1.3 主要特性

参数名称	数值/描述
产品型号	MT51SD
额定工作电压 (Uc)	AC230V
频率	50/60Hz
分合闸动作时间	≤0.5s (不含复位时间)
冲击耐压	Uimp = 4kV
工频耐压	2kV
额定绝缘电压	Ui = 500V
防护等级	IP20 (独立) / IP40 (柜内)
机械寿命	≥10,000 次
工作温度范围	-25℃ ~ +70℃
空气湿度	≤95% @ +25℃ (无凝露)
功耗	待机 <1.5VA, 动作功耗 <20VA
安装方式	DIN 导轨安装

## 2 面板介绍



- 1) 重合闸程序 MRO-MR9/ERO-ER9 选择开关;
- 2) 远程控制工作模式选择开关;
- 3) 工作状态指示灯;
- 4) 显示重合次数面板;
- 5) 复位按钮
- 6) 自动手动控制拨扭选择开关&挂锁装置;
- 7) 远程控制设备分/合闸手柄
- 8) 绝缘监测 L/N 线






## 3 指示灯说明

优先级	颜色与模式	触发条件说明
1 (最高)	 红色长亮	- 处于分闸状态
		- 安全锁拉出后进入手动模式
		- 自动重合次数达到上限，进入逻辑自锁
2	 黄色慢闪 (周期 2s: 1s 亮 / 1s 灭)	- 电气闭锁输入有效时： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 禁用自动重合闸</li> <li>• 可选禁用 C1/C2 指令</li> <li>• 可选禁用 RS485 指令</li> </ul>
3	 绿色慢闪 (周期 2s: 1s 亮 / 1s 灭)	- 解锁电气闭锁信号输入后的前 3 秒
		- Reset 按键按下后的前 10 秒
4	 黄色长亮	- 绝缘检测未通过
5	 红色慢闪 (周期 2s: 1s 亮 / 1s 灭)	- 自动重合等待中
6 (最低)	 绿色长亮	- 自动重合功能启用中，且处于合闸状态
		(xR0 模式，未进入自锁)

## 4 接线说明

### 4.1 上端子定义与功能

#### 4.1.1 电气闭锁与解锁控制端子

序号	符号	功能说明
端子 1	 电气闭锁	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 在重合闸模式（MR0-MR9 / ER0-ER9）下，用于控制程序闭锁</li> <li>- 支持通过 RS485 Modbus 配置以下闭锁功能： <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> 远程闭锁自动重合闸（必选）</li> <li><input type="checkbox"/> 闭锁 C1/C2 分合闸指令（可选）</li> <li><input type="checkbox"/> 闭锁 RS485 控制指令（可选）</li> </ul> </li> </ul>
端子 2	 解锁	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 用于解除闭锁状态，输入信号需持续 <math>\geq 3</math> 秒</li> <li>- 解锁后可恢复远程控制或重合闸流程</li> <li>-  解锁前需断开端子 1 闭锁信号，否则无效</li> </ul>

“远程锁定自动重合闸”功能为必选项，在重合过程中如闭锁，将中断后续动作

#### 4.1.2 控制端子（旋钮 2 设为 RC1 或 RC2）

##### 4.1.2.1 模式一：RC1（远程控制优先）

序号	符号	功能说明
端子 3	C1 控制 1	- 本地持续控制信号 导通 → 合闸；断开 → 分闸
端子 4	C2 控制 2	- 本地脉冲控制信号 接收一次脉冲，控制器翻转一次

支持在重合闸失败后，可进行最后一次远程合闸尝试

##### 4.1.2.2 模式二：RC2（中央远程控制 + 本地强制）

序号	符号	功能说明
----	----	------

端子 3	C1 控制 1	- 本地 持续控制信号 导通 → 合闸；断开 → 分闸
端子 4	C2 控制 2	- 接收中央控制（RS485）命令 导通 → 允许远程合闸 断开 → 分闸或退出远程控制

☑支持在重合闸失败后，可进行最后一次远程合闸尝试

#### 4.1.3 电源接入端子

序号	符号	功能说明
端子 5	L	电源输入：AC220V 火线
端子 6	N	电源输入：AC220V 零线

#### 4.2 下端子定义与功能

所有输出为无源干接点，状态由寄存器配置确定：**默认寄存器值为 02；**

输出状态	含义说明
1	接点闭合（ON）
0	接点断开（OFF）

##### 4.2.1 方案 1：寄存器值 = 01（多状态复合输出）

COM (3)	OUT2 (2)	OUT1 (1)	状态功能说明
✓	1	0	ON：指令合闸 / 人工合闸
✓	0	1	OFF：指令分闸
✓	1	1	TRIPPED / IM FAULT / END OF CYCLE 故障脱扣（非指令） / 绝缘故障 / 重合失败
✓	0	0	🔒 电气闭锁

## 4.2.2 方案 2：寄存器值 = 02（分合闸状态 + 绝缘检测 + 重合失败）

输出端子	状态	状态功能说明
OUT1 (1)	1	ON: 合闸状态 (人工/指令)
	0	OFF: 分闸状态 / 故障脱扣 (非指令)
OUT2 (2)	1	IM FAULT / END OF CYCLE (绝缘故障 / 重合失败)
	0	正常状态
COM (3)	—	输出公共端

## 4.2.3 方案 3：寄存器值 = 03（分合闸状态 + 绝缘故障）

输出端子	状态	状态功能说明
OUT1 (1)	1	ON: 合闸状态
	0	OFF: 分闸 / 故障分闸 (非指令)
OUT2 (2)	1	IM FAULT (绝缘故障)
	0	正常状态
COM (3)	—	输出公共端

## 4.2.4 方案 4：寄存器值 = 04（绝缘故障 + 重合失败）

输出端子	状态	状态功能说明
OUT1 (1)	1	IM FAULT (绝缘故障)
	0	正常状态

OUT2 (2)	1	END OF CYCLE (重合失败)
	0	正常状态
COM (3)	—	输出公共端

## 5 旋钮介绍

### 5.1 旋钮 1 (AR): 重合闸模式选择

- 定义：用于选择设备的自动重合闸策略；
- 可通过 RS485 Modbus 选择重合闸列表类别；
- 可通过旋钮物理拨盘进行设定重合闸模式；
- 为匹配不同类型旁路断路器，MT51SD 提供 两类重合闸程序：

重合闸列表	适用类型	模式范围	说明
MRO~MR9	MCB / RCBO	MRO ~ MR9	适用于短路保护型断路器
ERO~ER9	RCCB / RCBO	ERO ~ ER9	适用于漏电保护型断路器

### 5.2 旋钮 2 (RC): 控制模式选择

- 定义：设置设备控制逻辑来源优先级
- 支持 两种控制模式：

模式代号	模式名称	功能描述
RC1	本地控制为主	支持本地持续信号与脉冲控制
RC2	中央控制优先	RS485 控制为主，保留本地强制控制能力

### 5.3 Reset 按钮说明 (前面板黑色按钮)

功能项	操作方式	功能描述
重置重合闸逻辑	按压 $\geq 3$ 秒	清除当前重合状态，重新计时逻辑
恢复出厂设置	按压 $\geq 10$ 秒	所有参数恢复为出厂默认配置

#### 5.4 拨扭功能说明（正面滑钮）


拨扭位置	模式名称	功能说明
Auto	自动模式	启用所有功能，包括：
		✓ 自动重合闸
		✓ 远程控制
		✓ 绝缘监测
Manu	手动模式	禁用远程控制与重合闸，仅保留绝缘监测功能
Lock	锁定模式	滑钮拨至最下方，并可通过 $\Phi 4\text{mm}$ 机械挂锁锁定
		此时设备进入完全锁定状态，无法通过电气或本地操作控制

## 6 重合闸功能说明

### 6.1 功能概述

MT51SD 的自动重合闸功能用于断路器非指令性跳闸（如故障分闸）后的自动闭合操作，确保供电连续性。

自动重合闸仅在符合以下条件时才会触发：

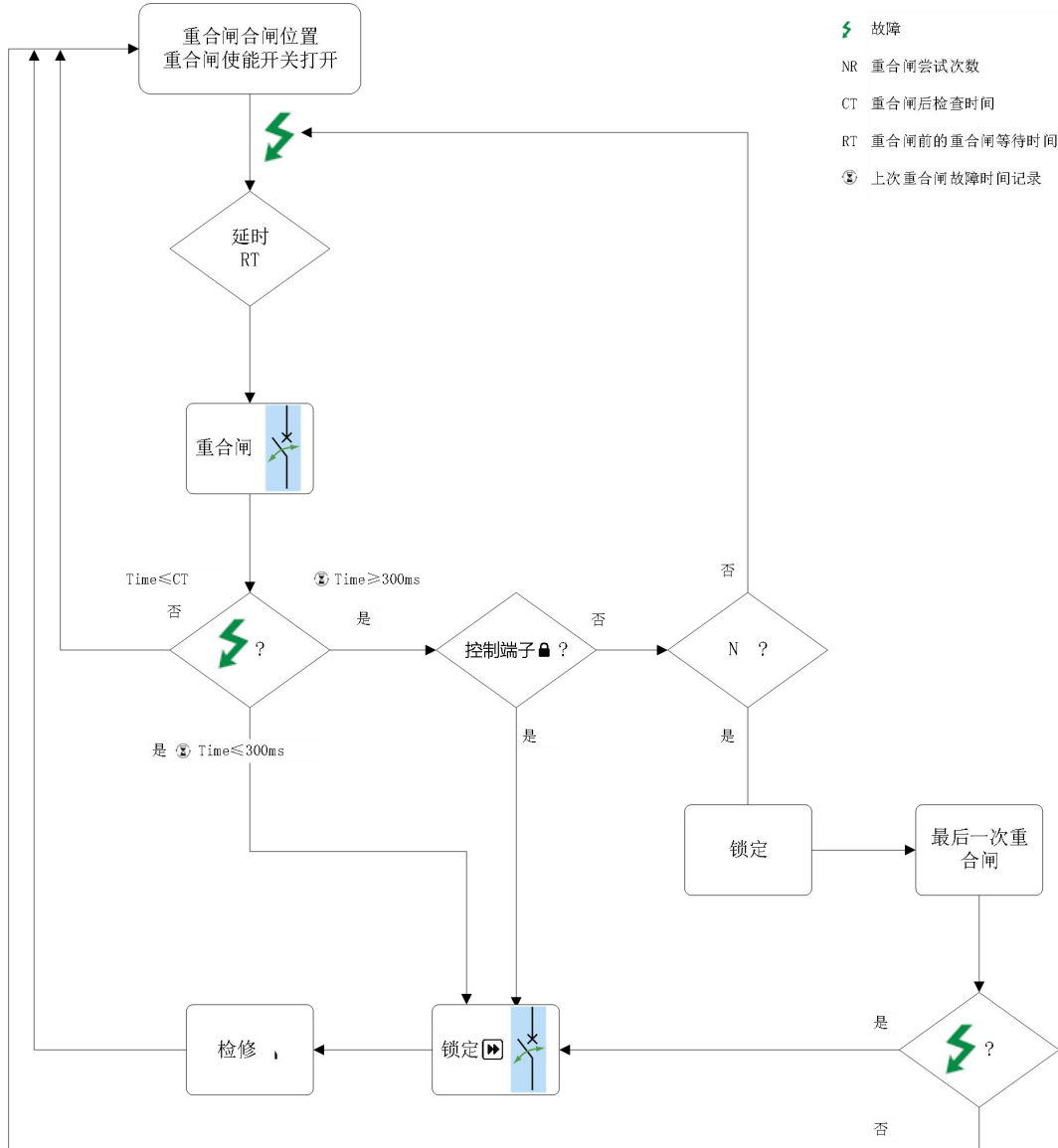
- 当前处于 Auto 模式
- 无电气闭锁状态（ 未触发）
- 绝缘检测合格
- 非手动分闸或远程命令分闸

### 6.2 典型流程图示意

1. 发生跳闸
2. 延时 RT 秒
3. 检测绝缘状态是否合格
4. 若合格 → 等待 CT 秒 → 执行合闸

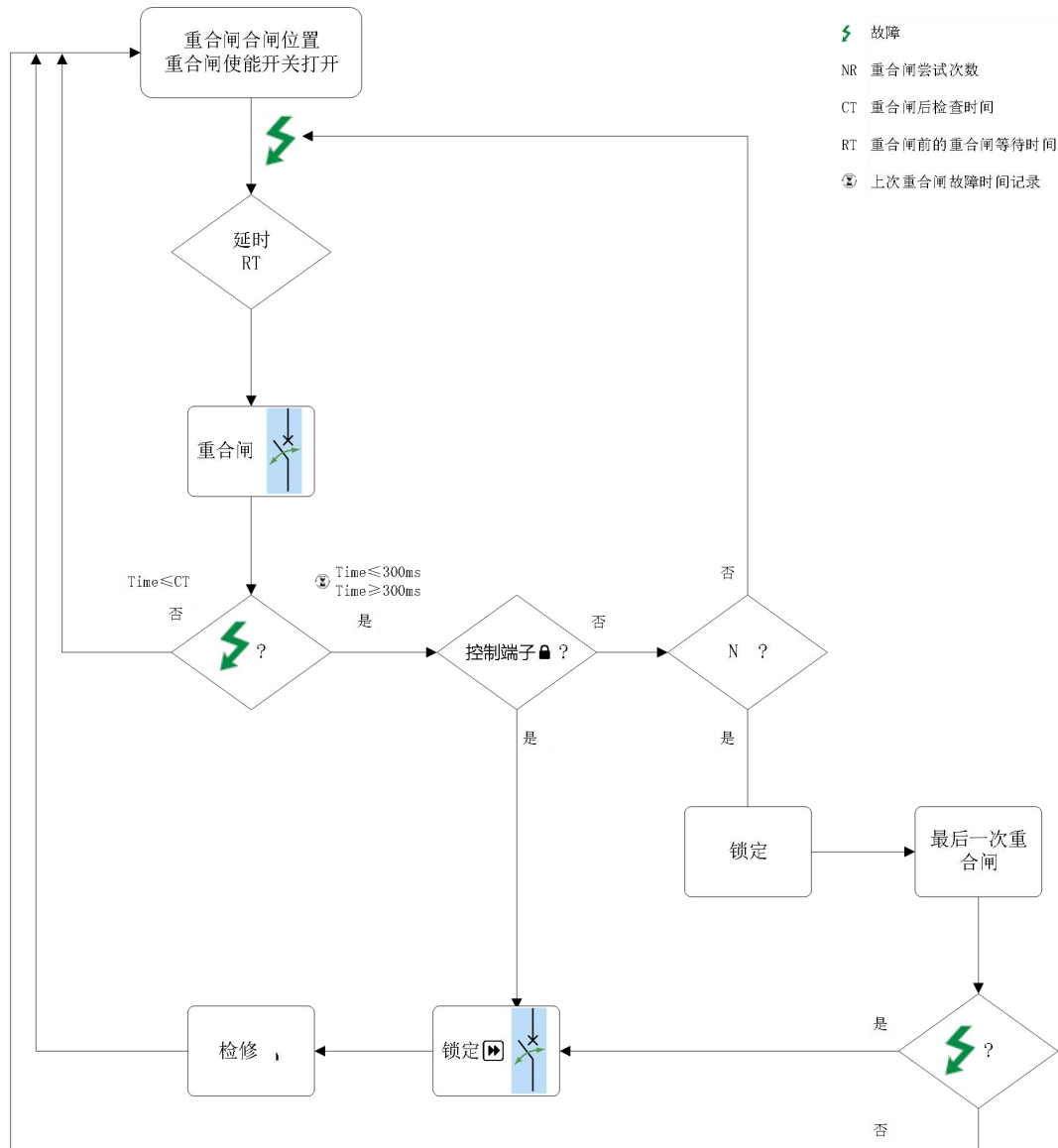
5. 合闸失败或再次跳闸 → 记录一次失败，继续第 2 步（最多 NR 次）
6. 达到设定失败次数后 → 进入“End of cycle”状态（自动退出重合）

6.2.1 适用于试用于（MCB 或 RCBO）



适用于试用于（MCB 或 RCBO）

6.2.2 适用于试用于（RCCB 或 RCBO）



适用于试用于（RCCB 或 RCBO）

6.3 重合闸模式列表

6.3.1 参数说明

参数简称	含义	描述
RT	重合闸等待时间	跳闸后首次检测绝缘之前的延迟（秒）
CT	合闸前延时	在绝缘合格后，合闸前的延迟时间（秒）
NR	最大重合次数	每次跳闸后允许重试的最大次数

6.3.2 表格 1: MRx 系列重合闸程序 (适用于 MCB / RCBO)

模式编号	重合尝试次数 (NR)	各次重合前延时 (RT)	检测时间间隔 (CT)	最后一次合闸机会触发条件
MR0	无	无	无	无自动重合闸功能
MR1	1	30s	15min	重合闸闭锁后允许
MR2	1	1min	30min	同上
MR3	2	1min,90s	15min	同上
MR4	2	90s,3min	30min	同上
MR5	2	2,4min	30min	同上
MR6	3	90s,3and6min	15min	同上
MR7	3	2,4and6min	30min	同上
MR8	3	2,4and8min	30min	同上
MR9	用户自定义	可编程设置	可编程设置	可编程设置

旋钮 1 设置重合闸模式; Modbus 配置重合闸列表的选择。

6.3.3 表格 2: ERx 系列重合闸程序 (适用于 RCCB / RCBO)

模式编号	重合尝试次数 (NR)	各次重合前延时 (RT)	检测时间间隔 (CT)	最后一次合闸机会触发条件
ER0	无	无	无	漏电禁止自动重合闸
ER1	3	2, 4 and 8min.	15 min.	重合闸闭锁后允许

ER2	6	2,4and8min.其余时间均采用 8 分钟 的设置.	15min	同上
ER3	6	10, 20, 30, 60, 130 and 600s.	15min	同上
ER4	7	30s, 1, 2, 3, 4, 8 and 16min.	15min	同上
ER5	7	2, 4, 8, 16 and 32min. 其余时 间均采用 32 分钟 的设置。	15min	同上
ER6	8	30s, 1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7min.	15min	同上
ER7	8	2, 4 and 6min. 其余时间均采 用 6 分钟 的设置。	15min	同上
ER8	10	90s 其余时间均采用 90 秒的设 置。	15min	同上
ER9	用户自定义	可编程设置	可编程设置	可编程设置

旋钮 1 设置重合闸模式； Modbus 配置重合闸列表的选择。

## 7 控制逻辑优先级说明

### 7.1 功能说明

MT51SD 同时支持本地控制、中央远程控制（RS485）和自动重合闸控制，为避免控制冲突，系统内部遵循明确的优先级判定机制。





### 7.2 控制信号来源分类

控制来源	描述
本地控制	来自 C1/C2 端子的持续或脉冲信号（依据 RC1 或 RC2 模式）

中央控制	来自 RS485 Modbus 指令
自动控制	来自内部重合闸逻辑（基于 MR/ER 模式）

### 7.3 RC 模式下的行为区别

#### 7.3.1 工作模式

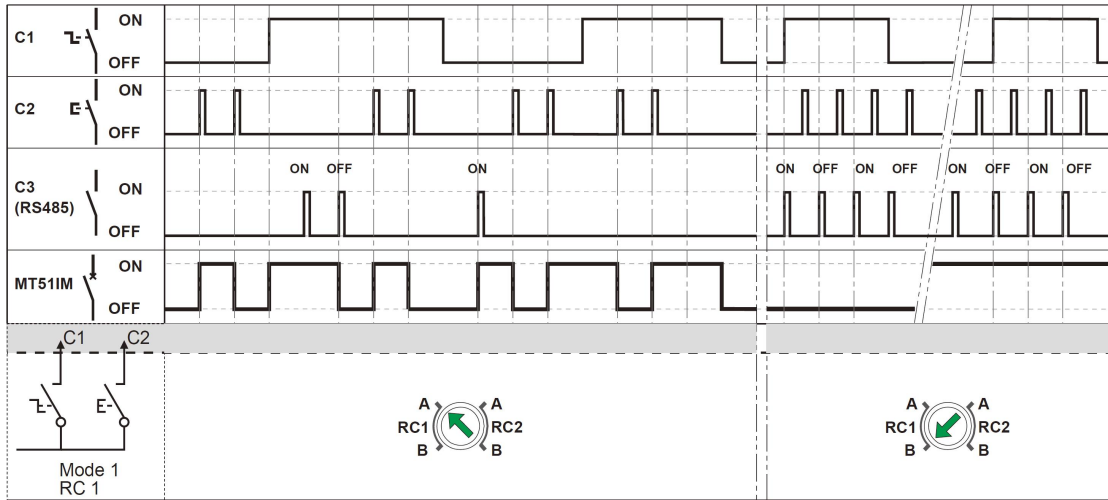
	远程控制模式设置为 RC1。 模式 A：跳闸后授权控制。
	远程控制模式设置为 RC1。 模式 B：跳闸后禁止控制。
	远程控制模式设置为 RC2。 模式 A：跳闸后授权控制。
	远程控制模式设置为 RC2。 模式 B：跳闸后禁止控制。

#### 7.3.2 控制模式

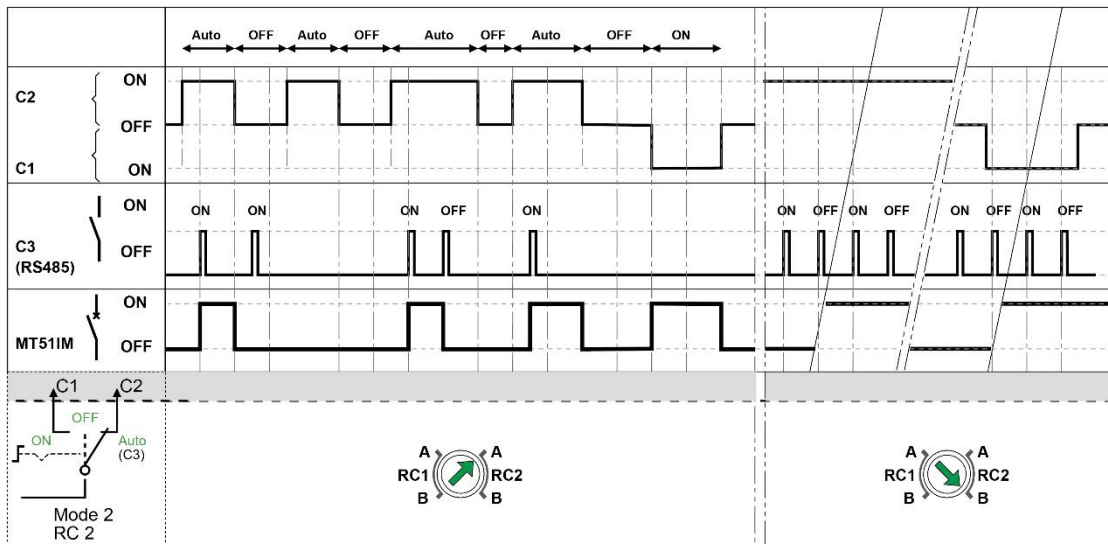
控制模式	控制逻辑特征
RC1 模式	本地控制为主：
	✓ C1 控制持续信号
	✓ C2 控制脉冲翻转
	✓ RS485 可控制
RC2 模式	中央控制为主 + 本地强制：
	✓ RS485 指令为主控信号
	✓ 本地信号存在时，优先响应（例如：手动覆盖远程）

## 7.4 时序图

### 7.4.1 RC1 模式



### 7.4.2 RC2 模式



## 7.5 控制信号优先级策略：后到者覆盖机制

在系统接收到多个控制信号(如本地控制与远程指令)几乎同时发生的情况下,MT51SD 遵循“后到者优先”策略:

- 系统会立即执行最先接收到的控制命令;
- 若在短时间内收到第二个控制信号,后到信号将覆盖前一控制动作,并优先执行;
- 该机制可防止因指令冲突导致设备进入错误状态。

### ◇ 特殊运行状态处理说明

状态	系统响应说明
自动重合闸进行中	若接收到 RS485 分闸指令或 C1/C2 本地断开信号 → 系统立即中止当前重合逻辑
拨扭处于 Lock 模式	所有电气控制（本地/远程/自动）全部失效，仅可通过机械解锁恢复控制权限

⚠ 建议 Lock 模式用于检修、系统维护期间，配合  $\Phi 4\text{mm}$  工业锁具实现电气+机械双重闭锁。

## 8 绝缘检测功能说明

### 8.1 功能概述

MT51SD 在每次执行自动重合闸或接收到合闸指令（本地/远程）前，会对回路进行绝缘状态检测，确保具备良好的绝缘条件，防止因线路泄漏、短路等隐患导致误合闸或安全事故。

### 8.2 检测触发时机

触发事件	是否执行绝缘检测
自动重合闸执行前	✓ 是
RS485 远程合闸指令前	✗ 否
C1 C2 端口控制指令合闸前	✗ 否
手动拨杆合闸	✗ 否
设备上电	✗ 否
分闸状态下无合闸请求	✗ 否

💡 若上次检测失败且未复位，系统将阻止任何合闸行为，直至用户复位或绝缘恢复。

绝缘检测功能可通过 Modbus 指令开启或关闭；

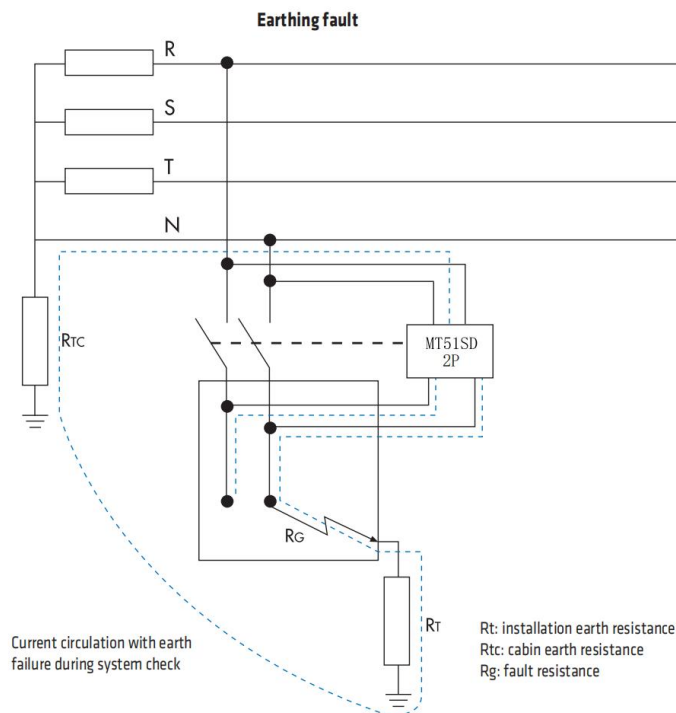
### 8.3 检测执行流程

1. 接收到合闸请求；

2. 启动绝缘检测模块，测量负载对地电阻；
3. 判断结果并执行相应策略：

检测结果	系统处理	输出反馈
合格	执行合闸逻辑（含延时）	无异常
不合格	阻止合闸，记录为一次失败	OUT2 输出 “IM Fault” 报警

#### 8.4 绝缘检测逻辑示意图



#### 8.5 绝缘检测测试步骤说明

##### 1、准备工作

- 检查设备是否完好无损；
- 按照端子接线说明接好所有端子；
- 准备测试电阻，电阻值（ $\leq 8\text{k}\Omega$  或  $\geq 16\text{k}\Omega$ ）；

##### 2、电气连接测试

- 将 MT51SD 的“绝缘检测 L/N 线”分别接入断路器下方出线端；
- 从断路器下方“L 相出线端”引出一根线与测试电阻（R<sub>G</sub>）串联至断路器上方的“N

相进线端”，绝缘检测判断逻辑如下：

当测试电阻( $R_g \leq 8k\Omega$ )时：禁止自动重合闸，设备指示灯**黄灯常亮**，系统输出 IM Fault 报警；

当测试电阻 ( $R_g \geq 16k\Omega$ ) 时：允许自动重合闸，设备指示灯**红灯慢闪**，进入自动重合闸延时或立即执行；

### 8.6 实时检测机制

条件	系统行为说明
$R_g \leq 8k\Omega$ 且持续 $\geq 5$ 秒	判定为 <b>永久性故障</b> ，立即报警并禁止自动重合闸
$R_g \geq 16k\Omega$	判定为 <b>绝缘良好</b> ，允许正常恢复重合逻辑流程

### 8.7 故障恢复与保护策略

条件	系统响应
故障状态在 15 分钟内解除	自动退出故障状态，恢复重合逻辑，并继续执行剩余合闸流程
故障状态持续 $\geq 15$ 分钟	进入“永久故障保护状态”，禁止所有远程与本地控制操作
人工故障解除方式	按下 RESET 键 $\geq 3$ 秒恢复正常状态

### 8.8 可配置项（通过 RS485）

功能项	描述
绝缘检测功能开关	可远程开启或关闭绝缘检测功能
故障状态读取	远程读取是否处于 IM Fault 状态

## 9 自动重合闸失败处理与报警输出

### 9.1 功能概述


在自动重合闸过程中，若连续重合尝试失败或触发异常条件（如绝缘检测失败、闭锁信号存在、遥控中断等），系统将进入失败保护状态，中止当前重合流程，并通过输出端子提供报警信号。

## 9.2 常见失败触发条件

触发事件	系统响应说明
最大重合次数 (NR) 已用尽	停止重合, 记录状态为 “End of Cycle”
绝缘检测失败 ( $R_g < \text{阈值}$ )	中止重合流程, 标记为绝缘故障
电气闭锁信号 (  ) 持续存在	禁止所有自动重合
外部远程控制主动分闸	中断自动重合逻辑

## 9.3 End of Cycle (重合周期终止) 定义

- End of Cycle 表示本轮重合逻辑已完成或失败终止, 进入静止状态;
- 系统不再主动执行合闸, 除非:
  - 远程下发合闸指令
  - 绝缘检测通过 + 故障状态解除 + 重合逻辑允许

 状态码 End of Cycle 可通过 OUT2 端子输出, 用于报警指示或上位机识别。

## 9.4 故障解除与重启流程

条件	系统行为说明
故障状态在设定时间内解除	系统可自动恢复, 按当前逻辑继续重合
故障持续超过设定时限 (如 15 分钟)	进入永久故障保护状态, 需人工复位
人工复位 (RESET 键 $\geq 3$ 秒)	清除故障状态, 重新启动检测与重合逻辑流程