



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111257688 A

(43)申请公布日 2020.06.09

(21)申请号 202010086080.2

(22)申请日 2020.02.11

(71)申请人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市二环路北一段
111号

(72)发明人 易东 李群湛 郭锴 解绍锋

马庆安 张丽 王辉 王帅

(74)专利代理机构 成都点睛专利代理事务所

(普通合伙) 51232

代理人 葛启函

(51)Int.Cl.

G01R 31/08(2006.01)

G01R 31/54(2020.01)

G01R 27/02(2006.01)

B60M 1/28(2006.01)

权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种电气化铁路接触网电气性能评估方法

(57)摘要

本发明公开了一种电气化铁路接触网电气性能评估方法,属于电气化铁路供电技术领域。供电臂分为区段1和区段2;上行接触线T1自阻抗为 Z_{T1} ,下行接触线T2自阻抗为 Z_{T2} ,复线直供接触网的互阻抗为 Z_{TT} ;当列车在区段1供电臂的首端时,同步测量区段1上行接触线T1的首端电压和末端电压,上行接触线T1的电流,下行接触线T2的首端电压和末端电压,下行接触线T2电流;当列车在区段1供电臂的末端时,同步测量区段1上行接触线T1的首端电压、末端电压、上行接触线T1的电流、下行接触线T2的首端电压、末端电压、下行接触线T2的电流。利用虚拟阻抗与虚拟阻抗理论值的差异可以对接触网区段电气性能变化趋势进行记录和评判。

1. 一种电气化铁路接触网电气性能评估方法,包括电气化铁路复线直供接触网的上行接触线T1,下行接触线T2,钢轨R,接触网供电臂首端的上行接触线T1、下行接触线T2并联,供电臂末端的上行接触线T1、下行接触线T2并联,供电臂分为区段1和区段2;上行接触线T1自阻抗为 Z_{T1} ,下行接触线T2自阻抗为 Z_{T2} ,复线直供接触网的互阻抗为 Z_{TT} ;当列车在区段1供电臂的首端时,同步测量区段1上行接触线T1的首端电压 $\dot{U}_{T11(s)}$ 、末端电压 $\dot{U}_{T12(s)}$ 、上行接触线T1的电流 $\dot{I}_{T1(s)}$ 、下行接触线T2的首端电压 $\dot{U}_{T21(s)}$ 、末端电压 $\dot{U}_{T22(s)}$ 、下行接触线T2电流 $\dot{I}_{T2(s)}$;当列车在区段1供电臂的末端时,同步测量区段1上行接触线T1的首端电压 $\dot{U}_{T11(e)}$ 、末端电压 $\dot{U}_{T12(e)}$ 、上行接触线T1的电流 $\dot{I}_{T1(e)}$ 、下行接触线T2的首端电压 $\dot{U}_{T21(e)}$ 、末端电压 $\dot{U}_{T22(e)}$ 、下行接触线T2的电流 $\dot{I}_{T2(e)}$,其特征在于:

(1) 在列车上行时,每次驶入区段1和驶出区段1,且同时区段1的下行无列车,用公式(1)计算接触线T1的虚拟阻抗 $Z_{T(xn)}$,用公式(2)计算接触线T2的虚拟阻抗 $Z_{F(xn)}$;

$$Z_{T1(xn)} = \frac{\dot{I}_{T2(e)}(-\dot{U}_{T21(s)} + \dot{U}_{T22(s)}) - \dot{I}_{T2(s)}(-\dot{U}_{T21(e)} + \dot{U}_{T22(e)})}{\dot{I}_{T1(s)}\dot{I}_{T2(e)} - \dot{I}_{T1(e)}\dot{I}_{T2(s)}} \quad (1)$$

$$Z_{T2(xn)} = \frac{\dot{I}_{T1(e)}(-\dot{U}_{T21(s)} + \dot{U}_{T22(s)}) - \dot{I}_{T1(s)}(-\dot{U}_{T21(e)} + \dot{U}_{T22(e)})}{\dot{I}_{T2(s)}\dot{I}_{T1(e)} - \dot{I}_{T2(e)}\dot{I}_{T1(s)}} \quad (2)$$

接触线T1的虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$ 的理论值 $Z_{T1(11)}$ 由公式(3)得到,接触线T2的虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 的理论值 $Z_{T2(11)}$ 由公式(4)得到,

$$Z_{T1(11)} = D(Z_T - Z_{TT}) \quad (3)$$

$$Z_{T2(11)} = D(Z_T - Z_{TT}) \quad (4)$$

式中:长度D的单位为km,各种阻抗Z单位均为 Ω/km ;各供电臂的首端电压 $\dot{U}_{T11(s)}$ 、 $\dot{U}_{T11(e)}$ 、 $\dot{U}_{T21(s)}$ 、 $\dot{U}_{T21(e)}$ 和末端电压 $\dot{U}_{T12(s)}$ 、 $\dot{U}_{T12(e)}$ 、 $\dot{U}_{T22(s)}$ 、 $\dot{U}_{T22(e)}$ 的单位均为V,各电流 $\dot{I}_{T1(s)}$ 、 $\dot{I}_{T1(e)}$ 和 $\dot{I}_{T2(s)}$ 、 $\dot{I}_{T2(e)}$ 的单位均为A;

(2) 区段1接触线T1的虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$ 与其理论值 $Z_{T1(11)}$ 基本相等时,区段1接触线T1电气性能无变化;区段1接触线T1的虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$ 大于其理论值 $Z_{T1(11)}$ 时,判断区段1接触线T1存在断股,断线,磨损加剧或承力索断线情况;

(3) 区段1接触线T2的虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 与其理论值 $Z_{T2(11)}$ 基本相等时,区段1接触线T2电气性能无变化;区段1接触线T2的虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 大于其理论值 $Z_{T2(11)}$ 时,判断区段1接触线T2存在断股,断线,磨损加剧或承力索断线情况;

(4) 区段1接触线T1的虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$ 小于其理论值 $Z_{T1(11)}$ 且区段1接触线T2的虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 小于其理论值 $Z_{T2(11)}$ 时,则判断是上行接触线T1,下行接触线T2线间距离变近;

将区段1接触线T1的虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$,接触线T2的虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 记录下来,形成历史数据库,生成变化趋势,当其变化量超过设定值时,对该区段进行检修和维修。

2. 一种电气化铁路接触网电气性能评估方法,其特征在于:当同一电气化铁路或供电臂分为多个区段时,每个区段的接触线的虚拟阻抗与理论值误差应基本接近,差别较大的

区段判断存在施工质量问题。

一种电气化铁路接触网电气性能评估方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电气化铁路牵引供电技术领域。

背景技术

[0002] 我国高速铁路无一例外地采用电力牵引。随着高速铁路里程的增加,牵引供电系统的安全、良好运行不能不受到高度重视。

[0003] 牵引网没有备用,且暴露于大自然中,加之弓网高速接触,容易导致故障的发生,引起断电,影响正常运行。牵引供电系统结构复杂、工作条件恶劣。沿铁路线路架设的接触网零件众多,地理分布广泛,工作于露天环境,需承受机车受电弓的高速冲击,且无备用,这些特点都导致了牵引供电系统的故障较易发生。

[0004] 目前铁路供电系统普遍采取故障后处理方式,故障恢复速度慢,容易造成巨大的经济损失和不良的社会影响。牵引供电系统目前的管理模式存在以下问题:

[0005] (1) 故障发生后才进行处理。对牵引供电系统日常的运行状态认识不清,只有等故障发生后才进行处理,是一种消极被动的处理方式,故障后抢修模式给现场抢修人员带来巨大工作压力,容易导致人身伤害事故的发生,同时难以满足铁路对接触网状态高精度的要求。

[0006] (2) 故障之后的查找和恢复速度慢。现有的故障诊断方法精度不高,故障后的查找和处理工作量大,列车停运时间长。

[0007] (3) 缺乏有效的故障预防措施。对牵引供电系统未来可能发生的情况估计不足,缺乏有效的干预措施。

[0008] 设备或系统故障的发生,是众多因素随时间累计的结果,其产生、发展必然经历一个时间过程,有时看似偶然的故障,也存在着内在的规律性,即使是突发性故障也存在孕育、发展的时期。若能对牵引供电系统的运行状态进行准确评估,掌握系统的实时工作状态,并从中总结系统状态演化发展的规律,根据规律就能提前识别出设备或系统的异常,提早对其进行检修或更换,将能减小牵引供电系统事故发生的概率,避免故障的发生。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种电气化铁路接触网电气性能评估方法,它能有效地解决在线计算接触网区段虚拟阻抗并与其理论计算值进行实时比较的技术问题。

[0010] 本发明解决其技术问题,所采用的技术方案为:一种电气化铁路接触网电气性能评估方法,包括电气化铁路复线直供接触网的上行接触线T1,下行接触线T2,钢轨R,接触网供电臂首端的上行接触线T1、下行接触线T2并联,供电臂末端的上行接触线T1、下行接触线T2并联,供电臂分为区段1和区段2;上行接触线T1自阻抗为 Z_{T1} ,下行接触线T2自阻抗为 Z_{T2} ,复线直供接触网的互阻抗为 Z_{TT} ;当列车在区段1供电臂的首端时,同步测量区段1上行接触线T1的首端电压 $\dot{U}_{T11(s)}$ 、末端电压 $\dot{U}_{T12(s)}$ 、上行接触线T1的电流 $\dot{I}_{T1(s)}$ 、下行接触线T2的首端电压 $\dot{U}_{T21(s)}$ 、末端电压 $\dot{U}_{T22(s)}$ 、下行接触线T2电流 $\dot{I}_{T2(s)}$;当列车在区段1供电臂的末端时,同步测

量区段1上行接触线T1的首端电压 $\dot{U}_{T11(s)}$ 、末端电压 $\dot{U}_{T12(e)}$ 、上行接触线T1的电流 $\dot{I}_{T1(s)}$ 、下行接触线T2的首端电压 $\dot{U}_{T21(s)}$ 、末端电压 $\dot{U}_{T22(e)}$ 、下行接触线T2的电流 $\dot{I}_{T2(s)}$ ；

[0011] (1) 在列车上行时,每次驶入区段1和驶出区段1,且同时区段1的下行无列车,用公式(1)计算接触线T1的虚拟阻抗 $Z_{T(xn)}$,用公式(2)计算接触线T2的虚拟阻抗 $Z_{F(xn)}$ ；

$$[0012] \quad Z_{T1(xn)} = \frac{\dot{I}_{T2(e)} \left(-\dot{U}_{T21(s)} + \dot{U}_{T22(s)} \right) - \dot{I}_{T2(s)} \left(-\dot{U}_{T21(e)} + \dot{U}_{T22(e)} \right)}{\dot{I}_{T1(s)} \dot{I}_{T2(e)} - \dot{I}_{T1(e)} \dot{I}_{T2(s)}} \quad (1)$$

$$[0013] \quad Z_{T2(xn)} = \frac{\dot{I}_{T1(e)} \left(-\dot{U}_{T21(s)} + \dot{U}_{T22(s)} \right) - \dot{I}_{T1(s)} \left(-\dot{U}_{T21(e)} + \dot{U}_{T22(e)} \right)}{\dot{I}_{T2(s)} \dot{I}_{T1(e)} - \dot{I}_{T2(e)} \dot{I}_{T1(s)}} \quad (2)$$

[0014] 接触线T1的虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$ 的理论值 $Z_{T1(11)}$ 由公式(3)得到,接触线T2的虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 的理论值 $Z_{T2(11)}$ 由公式(4)得到,

$$[0015] \quad Z_{T1(11)} = D(Z_T - Z_{TT}) \quad (3)$$

$$[0016] \quad Z_{T2(11)} = D(Z_T - Z_{TT}) \quad (4)$$

[0017] 式中:长度D的单位为km,各种阻抗Z单位均为 Ω ·km/km;各供电臂的首端电压 $\dot{U}_{T11(s)}$ 、 $\dot{U}_{T11(e)}$ 、 $\dot{U}_{T21(s)}$ 、 $\dot{U}_{T21(e)}$ 和末端电压 $\dot{U}_{T12(s)}$ 、 $\dot{U}_{T12(e)}$ 、 $\dot{U}_{T21(s)}$ 、 $\dot{U}_{T21(e)}$ 的单位均为V,各电流 $\dot{I}_{T1(s)}$ 、 $\dot{I}_{T1(e)}$ 、 $\dot{I}_{T2(s)}$ 、 $\dot{I}_{T2(e)}$ 的单位均为A;

[0018] (2) 区段1接触线T1的虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$ 与其理论值 $Z_{T1(11)}$ 基本相等时,区段1接触线T1电气性能无变化;区段1接触线T1的虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$ 大于其理论值 $Z_{T1(11)}$ 时,判断区段1接触线T1存在断股,断线,磨损加剧或承力索断线情况;

[0019] (3) 区段1接触线T2的虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 与其理论值 $Z_{T2(11)}$ 基本相等时,区段1接触线T2电气性能无变化;区段1接触线T2的虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 大于其理论值 $Z_{T2(11)}$ 时,判断区段1接触线T2存在断股,断线,磨损加剧或承力索断线情况;

[0020] (4) 区段1接触线T1的虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$ 小于其理论值 $Z_{T1(11)}$ 且区段1接触线T2的虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 小于其理论值 $Z_{T2(11)}$ 时,则判断是上行接触线T1,下行接触线T2线间距离变近;

[0021] 将区段1接触线T1的虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$,接触线T2的虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 记录下来,形成历史数据库,生成变化趋势,当其变化量超过设定值时,对该区段进行检修和维修。

[0022] 当同一电气化铁路或供电臂分为多个区段时,每个区段的接触线的虚拟阻抗与理论值误差应基本接近,差别较大的区段判断存在施工质量问题。

[0023] 本发明的工作原理是:一种分区所上下行并联直接供电方式电气化铁路接触网电气性能评估方法,电气化铁路复线直供上行接触线T1,下行接触线T2,钢轨R,供电臂首端T1、T2并联,末端T1、T2并联,供电臂分为区段1和区段2;上行接触线T1自阻抗为 Z_{T1} ,下行接触线T2自阻抗为 Z_{T2} ,上下行接触网互阻抗为 Z_{TT} ;当车在区段1首端时,同步测量区段1上行接触线T1首端电压 $\dot{U}_{T11(s)}$ 和末端电压 $\dot{U}_{T12(s)}$,上行接触线T1电流 $\dot{I}_{T1(s)}$,下行接触线T2首端电压 $\dot{U}_{T21(s)}$ 和末端电压 $\dot{U}_{T22(s)}$,下行接触线T2电流 $\dot{I}_{T2(s)}$;当车在区段1末端时,同步测量区段1上行接触线T1首端电压 $\dot{U}_{T11(e)}$ 和末端电压 $\dot{U}_{T12(e)}$,上行接触线T1电流 $\dot{I}_{T1(e)}$,下行接触线T2首端电

压 $\dot{U}_{T21(e)}$ 和末端电压 $\dot{U}_{T22(e)}$,下行接触线T2电流 $\dot{I}_{T2(e)}$,在列车上行每次驶入区段1和驶出区段1,且同时区段1下行无车,用公式(1)计算接触线T1虚拟阻抗 $Z_{T(xn)}$,用公式(2)计算接触线T2虚拟阻抗 $Z_{F(xn)}$ 。接触线T1虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$ 的理论值 $Z_{T1(11)}$ 由公式(3)得到,接触线T2虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 的理论值 $Z_{T2(11)}$ 由公式(4)得到。利用虚拟阻抗与相应的虚拟阻抗理论值的差异可以对接触网区段电气性能变化趋势进行记录和评判,当其变化量超过设定值时,对该区段进行检修和维修,减少事故的发生。

[0024] 与现有技术相比,本发明技术的有益效果是:

[0025] 一、利用列车进入和离开区段两端电压、电流进行接触网虚拟阻抗计算,对接触网断股、断线等进行识别。

[0026] 二、利用虚拟阻抗与相应的虚拟阻抗理论值的差异可以对接触网区段电气性能变化趋势进行记录和评判,当其变化量超过设定值时,对该区段进行检修和维修,减少事故的发生。

[0027] 三、通用性好,易于实施。

附图说明

[0028] 图1是本发明的流程图。

[0029] 图2是本发明列车在区段1首端的示意图。

[0030] 图3是本发明列车在区段1末端的示意图。

具体实施方式

[0031] 如图1所示,本发明实施例提供了一种分区所电气化铁路接触网电气性能评估方法,在列车每次驶入区段1和驶出区段1后用公式计算上行接触线T1虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$,下行接触线T2虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 。区段1接触线T1虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$ 与其理论值 $Z_{T1(11)}$ 基本相等时,区段1接触线T1电气性能无变化;区段1接触线T1虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$ 大于其理论值 $Z_{T1(11)}$ 时,区段1接触线T1可能存在断股,断线,磨损加剧或承力索断线等情况。区段1接触线T2虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 与其理论值 $Z_{T2(11)}$ 基本相等时,区段1接触线T2电气性能无变化;区段1接触线T2虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 大于其理论值 $Z_{T2(11)}$ 时,区段1接触线T2可能存在断股,断线,磨损加剧或承力索断线等情况。区段1接触线T1虚拟阻抗 $Z_{T1(xn)}$ 小于其理论值 $Z_{T1(11)}$ 且区段1接触线T2虚拟阻抗 $Z_{T2(xn)}$ 小于其理论值 $Z_{T2(11)}$ 时,则可能是上行接触线T1,下行接触线T2线间距离变近。

[0032] 如图2所示,电气化铁路复线直供上行接触线T1,下行接触线T2,钢轨R,供电臂首端T1、T2并联,末端T1、T2并联,供电臂分为区段1和区段2;上行接触线T1自阻抗为 Z_{T1} ,下行接触线T2自阻抗为 Z_{T2} ,上下行接触网互阻抗为 Z_{TT} ;当车在区段1首端时,同步测量区段1上行接触线T1首端电压 $\dot{U}_{T11(s)}$ 和末端电压 $\dot{U}_{T12(s)}$,上行接触线T1电流 $\dot{I}_{T1(s)}$,下行接触线T2首端电压 $\dot{U}_{T21(s)}$ 和末端电压 $\dot{U}_{T22(s)}$,下行接触线T2电流 $\dot{I}_{T2(s)}$;当车在区段1末端时,同步测量区段1上行接触线T1首端电压 $\dot{U}_{T11(e)}$ 和末端电压 $\dot{U}_{T12(e)}$,上行接触线T1电流 $\dot{I}_{T1(e)}$,下行接触线T2首端电压 $\dot{U}_{T21(e)}$ 和末端电压 $\dot{U}_{T22(e)}$,下行接触线T2电流 $\dot{I}_{T2(e)}$,在列车上行每次驶入区段1和驶出区段1,且同时区段1下行无车,用公式计算接触线T1虚拟阻抗 $Z_{T(xn)}$,接触线T2虚拟阻抗

$Z_{F(xn)}$ 。利用虚拟阻抗与相应的虚拟阻抗理论值的差异可以对接触网区段电气性能变化趋势进行记录和评判,当其变化量超过设定值时,对该区段进行检修和维修,减少事故的发生。

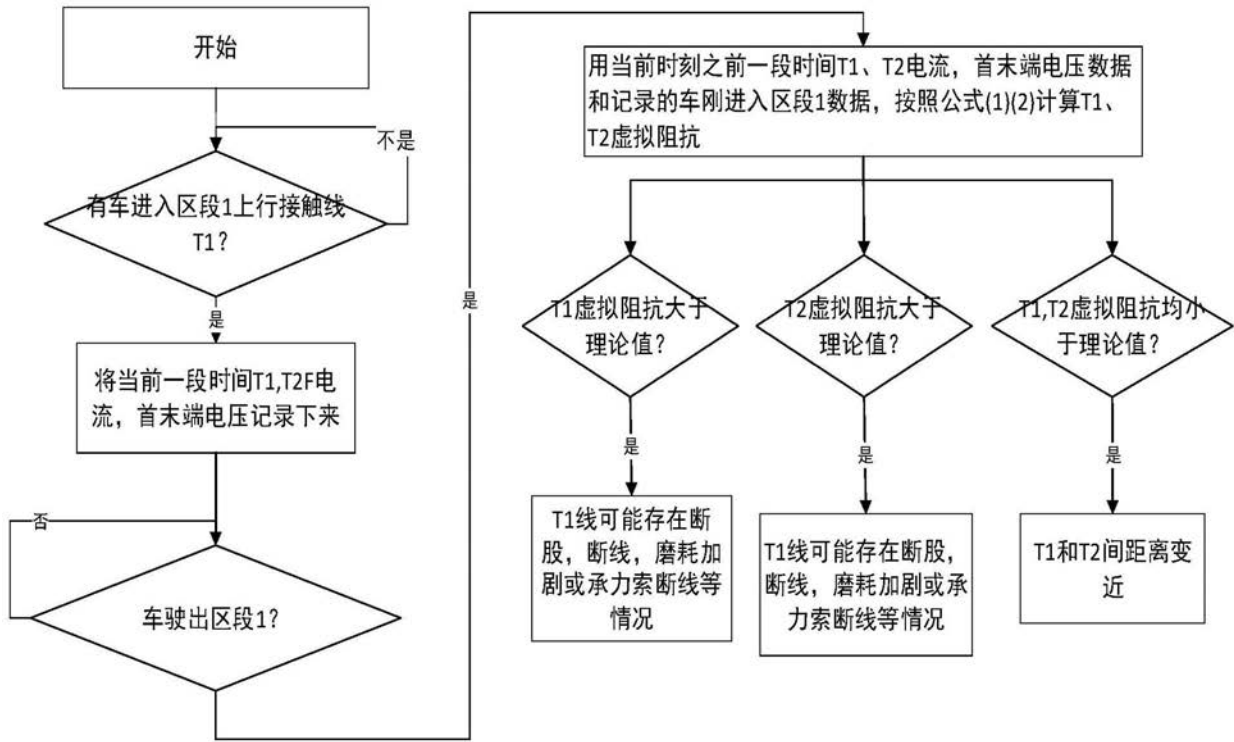


图1

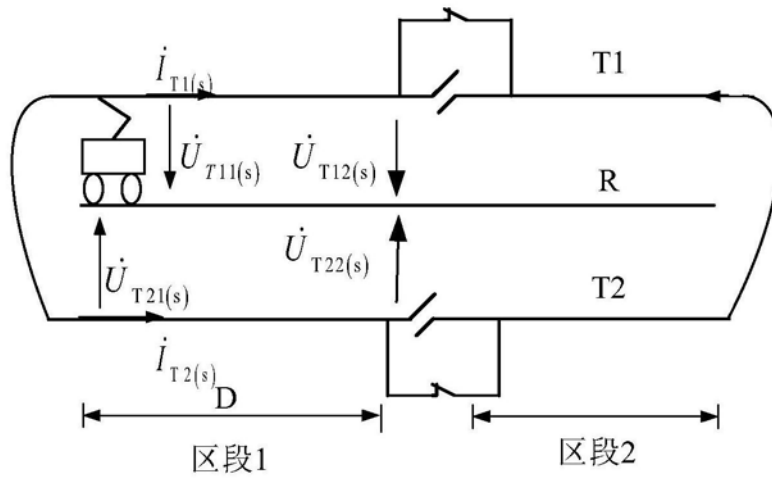


图2

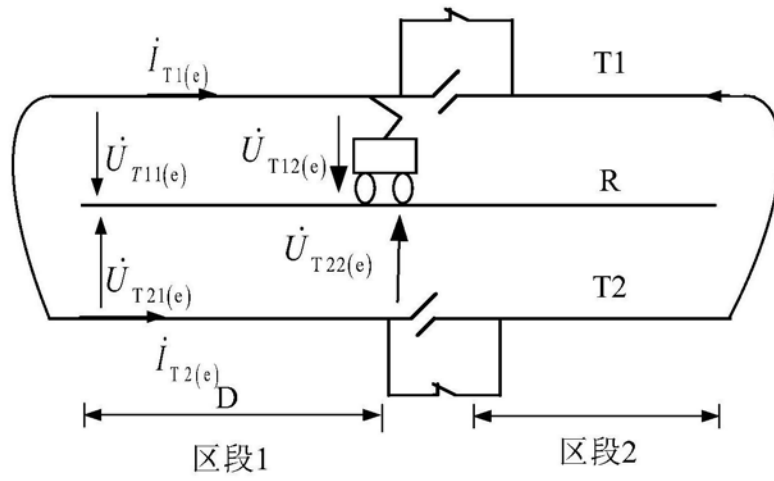


图3