



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108336727 A

(43)申请公布日 2018.07.27

(21)申请号 201810061912.8

(22)申请日 2018.01.23

(71)申请人 西南交通大学

地址 610000 四川省成都市金牛区二环路
北一段111号

(72)发明人 戴朝华 邓文丽 陈维荣 时方力
韩春白雪 薛聪聪 郭爱 李奇
张雪霞

(74)专利代理机构 成都帝鹏知识产权代理事务
所(普通合伙) 51265

代理人 黎照西

(51)Int. Cl.

H02J 3/00(2006.01)

H02J 3/46(2006.01)

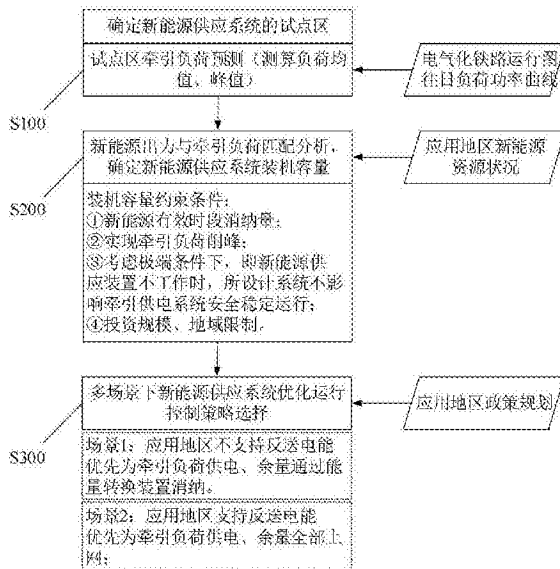
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统
及控制方法

(57)摘要

本发明公开一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统
及控制方法,包括步骤:确定新能源供应系统的应用地区,依
据应用地区电气化铁路运行图和往日正常工况下牵引负荷
功率曲线进行负荷预测,获取牵引负荷数据;依据应用地区
新能源资源状况,获取新能源日出力曲线与牵引负荷曲线;
通过进行匹配分析,以确定新能源供应系统在满足约束条
件下的最优装机容量;结合应用地区规划情况,进行多场景
下新能源供应系统优化运行控制策略选择。本发明有利于
新能源就近消纳及铁路系统的绿色发展,能够有效回收再
生制动部分的能量,既避免了相关电能质量问题还可带来
额外的经济收入;通过对牵引负荷进行削峰可减少牵引侧
的基本电费。



1. 一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统的控制方法,其特征在于,包括步骤:

S100,确定新能源供应系统的应用地区,依据应用地区电气化铁路运行图和往日正常工况下牵引负荷功率曲线进行负荷预测,获取牵引负荷数据,所述牵引负荷数据包括牵引负荷均值和牵引负荷峰值;

S200,依据应用地区新能源相应资源状况,取典型日新能源日出力曲线与牵引负荷曲线进行匹配分析,结合约束条件,确定新能源供应系统的最优装机容量;

S300,结合应用地区规划情况,进行多场景下新能源供应系统优化运行控制策略选择,确定最优运行方案。

2. 根据权利要求1所述的一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统的控制方法,其特征在于,所述步骤S200中所述约束条件包括:新能源有效出力时段牵引负荷所消纳电量;实现牵引负荷削峰目的,设定基准值不小于负荷均值,则高于基准值的负荷曲线为峰,新能源装机容量与储能装机容量之和应不小于基准值与负荷峰曲线所围面积;考虑极端条件下,即新能源供应装置不工作时,新能源供应系统不影响牵引供电系统安全稳定运行;综合考察影响因素包括投资规模和地域限制因素。

3. 根据权利要求1所述的一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统的控制方法,其特征在于,步骤S300中多场景包括场景1和场景2;场景1为应用地区不支持反送电能,新能源供应系统优先为牵引负荷(8)供电,余量采用能量转换装置(56)消纳;场景2为应用地区支持从牵引变电站反送电能,余量部分全部上三相电网(1)。

4. 根据权利要求3所述的一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统的控制方法,其特征在于,所述场景1下的控制策略为:

S301,实时检测牵引供电系统、新能源发电装置(50)和储能装置(55)的运行状态,所述运行状态包括牵引负荷实时功率、新能源发电装置实时输出功率、储能装置荷电状态SOC和储能装置充放电功率;

S302,依据实时检测结果,判断供电臂(6)上是否有牵引负荷(8):

若否,则新能源发电装置(50)优先为储能装置(55)供电,待储能装置(55)充满后多余电能通过能量转换装置(56)消纳;

若是,根据牵引负荷(8)的工况进行调整;

S303,判断是否执行完毕;若否,则跳至步骤S301继续执行命令;若是则,退出进行下一步。

5. 根据权利要求4所述的一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统的控制方法,其特征在于,所述根据牵引负荷(8)的工况进行调整:I.若处于制动工况,判断储能装置荷电状态,如未充满,则新能源发电装置(50)与机车制动所产生的电能同时为储能装置(55)充电,充满后若仍有多余电能则通过能量转换装置(56)实时消纳处理;II.若处于牵引工况,判断新能源发电装置输出功率是否大于牵引功率:a.若是,则仅由新能源发电装置(50)为牵引负荷(8)供电,再判断储能装置荷电状态,若未充满则多余电能为储能装置(55)充电,充电完成后若仍有多余电能则通过能量转换装置(56)消纳处理;b.若否,则由新能源发电装置(50)和储能装置(55)同时为牵引负荷(8)供电,缺额部分由三相电网(1)承担。

6. 根据权利要求5所述的一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统的控制方法,其特征在于,所述场景2下的控制策略为:在场景1的控制策略下,将多余电能选择通过三相-

单相PWM变换器(3)反送回三相电网(1),实现能量的进行双向流动:I.多余电能通过能量转换装置(56)消纳处理,II.通过三相-单相PWM变换器将多余电能反送回三相电网(1)。

7.一种基于权利要求1-6所述的控制方法的用于贯通式牵引供电的新能源供应系统,其特征在于,所述用于贯通式牵引供电的新能源供应系统,包括贯通式的牵引供电系统、三相降压变压器(2)、全变换三相整流-直流-单相逆变变换器(3)、单相升压变压器(4)和新能源发电系统(5);

所述三相降压变压器(2)的一次侧连接至三相电网(1)从三相电网(1)取电,所述全变换三相整流-直流-单相逆变变换器(3)的输入端与三相降压变压器(2)二次侧相连,所述全变换三相整流-直流-单相逆变变换器(3)的输出端与单相升压变压器(4)的输入端相连,单相升压变压器(4)输出端跨接于牵引供电系统中供电臂(6)与钢轨(7)之间,所述新能源发电系统(5)并行接于单相升压变压器(4)的输出端。

8.根据权利要求7所述的一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统,其特征在于,在所述在三相降压变压器(2)的一次侧和新能源发电系统(5)的输出端分别设置有双向多功能四象限电度表(9)。

9.根据权利要求7或8所述的一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统,其特征在于,所述新能源发电系统(5)包括新能源发电装置(50)、整流装置(51)、直流支撑电容(52)、三相-单相PWM变流器(53)、升压变压器(54)、储能装置(55)、能量转换装置(56)和协调控制单元(57),所述新能源发电装置(50)输出端与整流装置(51)输入端相连,所述储能装置(55)连接能量转换装置(56)的输入端,能量转换装置(56)直流输出端与整流装置(51)输出端共同连接于公用直流支撑电容(52),所述支撑电容经三相-单相PWM变流器(53)与升压变压器(54)相连;所述协调控制单元(57)通过控制总线与新能源发电装置(50)、整流装置(51)、三相-单相PWM变流器(53)和能量转换装置(56)控制侧相连。

10.根据权利要求9所述的一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统,其特征在于,所述能量转换装置(56)为电转气P2G转换装置、电转热P2H转换装置或交互式的非电能源转换装置。

一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于电气化铁路技术领域,特别是涉及一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统及控制方法。

背景技术

[0002] 随着电力电子技术的高速发展,贯通式牵引供电系统受到了广泛的关注,利用三相-单相交直交变换器替代传统牵引变压器,各牵引变电站间相互支撑,可有效解决现有牵引供电系统存在的电能质量及过分相等问题,能够实现能量的双向流动,同时可友好接纳其它新型能源。又因铁路系统作为电力系统的大工业用户,其年用电量可达400亿千瓦时,其中50%以上主要消耗在牵引供电系统,因此,将新能源接入贯通式牵引供电系统不仅有利于新能源的就近消纳,同时可促进铁路系统的绿色发展。

[0003] 考虑到目前我国铁路主要实行两部制电价,基本电费与牵引负荷峰值间接相关,通过对接入的新能源进行协调控制,还可达到负荷削峰进而为牵引侧带来经济效益的目的。另一方面,交直交型电力机车在制动过程中会产生大量的再生制动电能,这部分反馈电能目前的处理方式主要是供同一供电臂下其它机车使用,而未消耗完的电能将直接反送回电网作为垃圾电处理,这样并不会为牵引侧带来额外的经济收益,同时还会引起一系列电能质量问题。因此可考虑增加储能装置,起到回收利用再生制动电能的作用。

[0004] 现已有相关研究针对新能源接入铁路系统进行了初步探索,现有研究主要集中于光伏接入传统牵引供电系统的接入形式及其控制策略进行讨论,分析过程中未考虑利用新能源及储能装置对牵引负荷削峰及回收利用再生制动电能,同时尚未见新能源接入贯通式牵引供电系统的相关研究。

发明内容

[0005] 为了解决上述问题,本发明提出了一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统及控制方法,适用于贯通式牵引供电系统,在实现并网的同时不影响原有牵引供电系统的正常运行;有利于新能源就近消纳及铁路系统的绿色发展,能够有效回收再生制动部分的能量,既避免了相关电能质量问题还可带来额外的经济收入;通过对牵引负荷进行削峰可减少牵引侧的基本电费。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统的控制方法,包括步骤:

[0007] S100,确定新能源供应系统的应用地区,依据应用地区电气化铁路运行图和往日正常工况下牵引负荷功率曲线进行负荷预测,获取牵引负荷数据,所述牵引负荷数据包括牵引负荷均值和牵引负荷峰值;

[0008] S200,依据应用地区新能源相应资源状况,取典型日新能源日出力曲线与牵引负荷曲线进行匹配分析,结合约束条件,确定新能源供应系统的最优装机容量;

[0009] S300,结合应用地区规划情况,进行多场景下新能源供应系统优化运行控制策略

选择,确定最优运行方案。

[0010] 进一步的是,所述步骤S200中所述约束条件包括:新能源有效出力时段牵引负荷所消纳电量;实现牵引负荷削峰目的,设定基准值不小于负荷均值,则高于基准值的负荷曲线为峰,新能源装机容量与储能装机容量之和应不小于基准值与负荷峰曲线所围面积;考虑极端条件下,即新能源供应装置不工作时,新能源供应系统不影响牵引供电系统安全稳定运行;综合考察影响因素包括投资规模和地域限制因素。

[0011] 进一步的是,步骤S300中多场景包括场景1和场景2;场景1为应用地区不支持反送电能,新能源供应系统优先为牵引负荷供电,余量采用能量转换装置消纳;场景2为应用地区支持从牵引变电站反送电能,余量部分全部上三相电网。

[0012] 通过考虑应用地区规划,采用多场景下新能源供应系统的优化运行控制策略,依据应用地区是否支持反送电能,提出不同的余量消纳方式,有利于提高能源的综合利用效率。

[0013] 进一步的是,所述场景1下的控制策略为:

[0014] S301,实时检测牵引供电系统、新能源发电装置和储能装置的运行状态,所述运行状态包括牵引负荷实时功率、新能源发电装置实时输出功率、储能装置荷电状态SOC和储能装置充放电功率;

[0015] S302,依据实时检测结果,判断供电臂上是否有牵引负荷:

[0016] 若否,则新能源发电装置优先为储能装置供电,待储能装置充满后多余电能通过能量转换装置消纳;

[0017] 若是,根据牵引负荷的工况进行调整;

[0018] S303,判断是否执行完毕;若否,则跳至步骤S301继续执行命令;若是则,退出进行下一步。

[0019] 进一步的是,所述根据牵引负荷的工况进行调整:I.若处于制动工况,判断储能装置荷电状态,如未充满,则新能源发电装置与机车制动所产生的电能同时为储能装置充电,充满后若仍有多余电能则通过能量转换装置实时消纳处理;II.若处于牵引工况,判断新能源发电装置输出功率是否大于牵引功率:a.若是,则仅由新能源发电装置为牵引负荷供电,再判断储能装置荷电状态,若未充满则多余电能为储能装置充电,充电完成后若仍有多余电能则通过能量转换装置消纳处理;b.若否,则由新能源发电装置和储能装置同时为牵引负荷供电,缺额部分由三相电网承担。

[0020] 进一步的是,所述场景2下的控制策略为:在场景1的控制策略下,将多余电能选择通过三相-单相PWM变换器反送回三相电网,实现能量的双向流动:I.多余电能通过能量转换装置消纳处理,II.通过三相-单相PWM变换器将多余电能反送回三相电网。

[0021] 另一方面,本发明还提供了一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统,包括贯通式的牵引供电系统、三相降压变压器、全变换三相整流-直流-单相逆变变换器、单相升压变压器和新能源发电系统;

[0022] 所述三相降压变压器的一次侧连接至三相电网从三相电网取电,所述全变换三相整流-直流-单相逆变变换器的输入端与三相降压变压器二次侧相连,所述全变换三相整流-直流-单相逆变变换器的输出端与单相升压变压器的输入端相连,单相升压变压器输出端跨接于牵引供电系统中供电臂与钢轨之间,所述新能源发电系统并行接于单相升压变

器的输出端。

[0023] 进一步的是,在所述在三相降压变压器的一次侧和新能源发电系统的输出端分别设置有双向多功能四象限电度表,用于计量新能源发电装置总的发电量、向三相电网的反送电量和向牵引负荷提供的电能。

[0024] 进一步的是,所述新能源发电系统包括新能源发电装置、整流装置、直流支撑电容、三相-单相PWM变流器、升压变压器、储能装置、能量转换装置和协调控制单元,所述新能源发电装置输出端与整流装置输入端相连,所述储能装置连接能量转换装置的输入端,能量转换装置直流输出端与整流装置输出端共同连接于公用直流支撑电容,所述支撑电容经三相-单相PWM变流器与升压变压器相连;所述协调控制单元通过控制总线与新能源发电装置、整流装置、三相-单相PWM变流器和能量转换装置控制侧相连,实时监测并调控各部分运行状态及动态输出。

[0025] 所述新能源发电装置其能源包括但不限于风、光、生物化学能、水能、燃气燃油等分布式电源形式,也包括其它的多源互补能源形式;所述储能装置包括蓄电池储能、超导储能、超级电容储能、飞轮储能等各种储能及其混合储能形式。

[0026] 进一步的是,所述能量转换装置为电转气P2G转换装置、电转热P2H转换装置或交互式的非电能源转换装置。

[0027] 采用本技术方案的有益效果:

[0028] 本发明对牵引侧来说:在实现铁路系统绿色发展的同时,能够有效回收再生制动部分的能量,避免由再生制动工况引入的电能质量问题;能够对牵引负荷进行削峰,降低全变换三相整流-直流-单相逆变变换器的容量及最大需量,从而减少牵引侧的基本电费,缓解站内设备升级改造压力;

[0029] 本发明对新能源供应侧来说:有利于可再生能源的就近消纳,同时回收的制动电能能够带来额外的经济收入;

[0030] 本发明通过考虑应用地区政策规划,设计了多场景下新能源供应系统的优化运行控制策略,依据应用地区是否支持反送电能,提出不同的余量消纳方式,有利于提高能源的综合利用效率;

[0031] 本发明系统通过控制储能装置回收利用再生制动电能,不仅避免了相关电能质量问题还可带来额外的经济收入;通过新能源发电装置与储能协调控制,在促进新能源消纳的同时,可对牵引负荷削峰进而减少牵引侧的基本电费,缓解站内设备升级改造压力。

附图说明

[0032] 图1为本发明的一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统控制方法的流程示意图;

[0033] 图2为本发明实施例场景1下的控制策略流程示意图;

[0034] 图3为本发明中一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统的结构示意图;

[0035] 图4为本发明新能源发电系统的结构示意图;

[0036] 其中,1是三相电网,2是三相降压变压器,3是全变换三相整流-直流-单相逆变变换器,4是单相升压变压器,5是新能源发电系统,6是供电臂,7是钢轨,8是牵引负荷,9是双向多功能四象限电度表;50是新能源发电装置,51是整流装置,52是直流支撑电容,53是三

相-单相PWM变流器,54是升压变压器,55是储能装置,56是能量转换装置,57是协调控制单元。

具体实施方式

[0037] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图对本发明作进一步阐述。

[0038] 在本实施例中,参见图1所示,本发明提出了一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统的控制方法,包括步骤:

[0039] S100,确定新能源供应系统的应用地区,依据应用地区电气化铁路运行图和往日正常工况下牵引负荷功率曲线进行负荷预测,获取牵引负荷数据,所述牵引负荷数据包括牵引负荷均值和牵引负荷峰值;

[0040] S200,依据应用地区新能源相应资源状况,取典型日新能源日出力曲线与牵引负荷曲线进行匹配分析,结合约束条件,确定新能源供应系统的最优装机容量;

[0041] S300,结合应用地区规划情况,进行多场景下新能源供应系统优化运行控制策略选择,确定最优运行方案。

[0042] 其中,所述步骤S200中所述约束条件包括:新能源有效出力时段牵引负荷所消纳电量;实现牵引负荷削峰目的,设定基准值不小于负荷均值,则高于基准值的负荷曲线为峰,新能源装机容量与储能装机容量之和应不小于基准值与负荷峰曲线所围面积;考虑极端条件下,即新能源供应装置不工作时,新能源供应系统不影响牵引供电系统安全稳定运行;综合考察影响因素包括投资规模和地域限制因素。

[0043] 作为上述实施例的优化方案,步骤S300中多场景包括场景1和场景2;场景1为应用地区不支持反送电能,新能源供应系统优先为牵引负荷8供电,余量采用能量转换装置56消纳;场景2为应用地区支持从牵引变电站反送电能,余量部分全部上三相电网1。

[0044] 通过考虑应用地区规划,采用多场景下新能源供应系统的优化运行控制策略,依据应用地区是否支持反送电能,提出不同的余量消纳方式,有利于提高能源的综合利用效率。

[0045] 其中,如图2所示,所述场景1下的控制策略为:

[0046] S301,实时检测牵引供电系统、新能源发电装置50和储能装置55的运行状态,所述运行状态包括牵引负荷实时功率、新能源发电装置实时输出功率、储能装置荷电状态SOC和储能装置充放电功率;

[0047] S302,依据实时检测结果,判断供电臂6上是否有牵引负荷8;

[0048] 若否,则新能源发电装置50优先为储能装置55供电,待储能装置55充满后多余电能通过能量转换装置56消纳;

[0049] 若是,根据牵引负荷8的工况进行调整;

[0050] S303,判断是否执行完毕;若否,则跳至步骤S301继续执行命令;若是则,退出进行下一步。

[0051] 所述根据牵引负荷8的工况进行调整:I.若处于制动工况,判断储能装置荷电状态,如未充满,则新能源发电装置50与机车制动所产生的电能同时为储能装置55充电,充满后若仍有多余电能则通过能量转换装置56实时消纳处理;II.若处于牵引工况,判断新能源

发电装置输出功率是否大于牵引功率:a.若是,则仅由新能源发电装置50为牵引负荷8供电,再判断储能装置荷电状态,若未充满则多余电能为储能装置55充电,充电完成后若仍有多余电能则通过能量转换装置56消纳处理;b.若否,则由新能源发电装置50和储能装置55同时为牵引负荷8供电,缺额部分由三相电网1承担。

[0052] 其中,所述场景2下的控制策略为:在场景1的控制策略下,将多余电能选择通过三相-单相PWM变换器3反送回三相电网1,实现能量的双向流动:I.多余电能通过能量转换装置56消纳处理,II.通过三相-单相PWM变换器将多余电能反送回三相电网1。

[0053] 为配合本发明方法的实现,基于相同的发明构思,如图3所示,本发明还提供了一种用于贯通式牵引供电的新能源供应系统,包括贯通式的牵引供电系统、三相降压变压器2、全变换三相整流-直流-单相逆变变换器3、单相升压变压器4和新能源发电系统5;

[0054] 所述三相降压变压器2的一次侧连接至三相电网1从三相电网1取电,所述全变换三相整流-直流-单相逆变变换器3的输入端与三相降压变压器2二次侧相连,所述全变换三相整流-直流-单相逆变变换器3的输出端与单相升压变压器4的输入端相连,单相升压变压器4输出端跨接于牵引供电系统中供电臂6与钢轨7之间,所述新能源发电系统5并行接于单相升压变压器4的输出端。

[0055] 作为上述实施例的优化方案,在所述在三相降压变压器2的一次侧和新能源发电系统5的输出端分别设置有双向多功能四象限电度表9,用于计量新能源发电装置50总的发电量、向三相电网1的反送电量和向牵引负荷8提供的电能。

[0056] 作为上述实施例的优化方案,如图4所示,所述新能源发电系统5包括新能源发电装置50、整流装置51、直流支撑电容52、三相-单相PWM变流器53、升压变压器54、储能装置55、能量转换装置56和协调控制单元57,所述新能源发电装置50输出端与整流装置51输入端相连,所述储能装置55连接能量转换装置56的输入端,能量转换装置56直流输出端与整流装置51输出端共同连接于公用直流支撑电容52,所述支撑电容经三相-单相PWM变流器53与升压变压器54相连;所述协调控制单元57通过控制总线与新能源发电装置50、整流装置51、三相-单相PWM变流器53和能量转换装置56控制侧相连,实时监测并调控各部分运行状态及动态输出。

[0057] 所述新能源发电装置50其能源包括但不限于风、光、生物化学能、水能、燃气燃油等分布式电源形式,也包括其它的多源互补能源形式;所述储能装置55包括蓄电池储能、超导储能、超级电容储能、飞轮储能等各种储能及其混合储能形式。

[0058] 其中,所述能量转换装置56为电转气P2G转换装置、电转热P2H转换装置或交互式的非电能源转换装置。

[0059] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

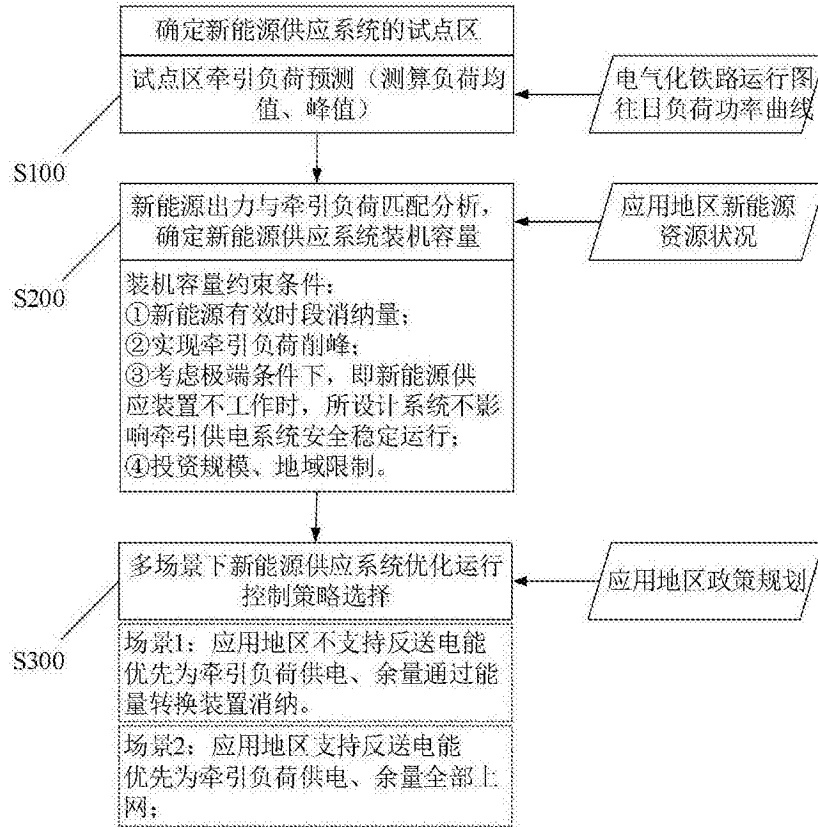


图1

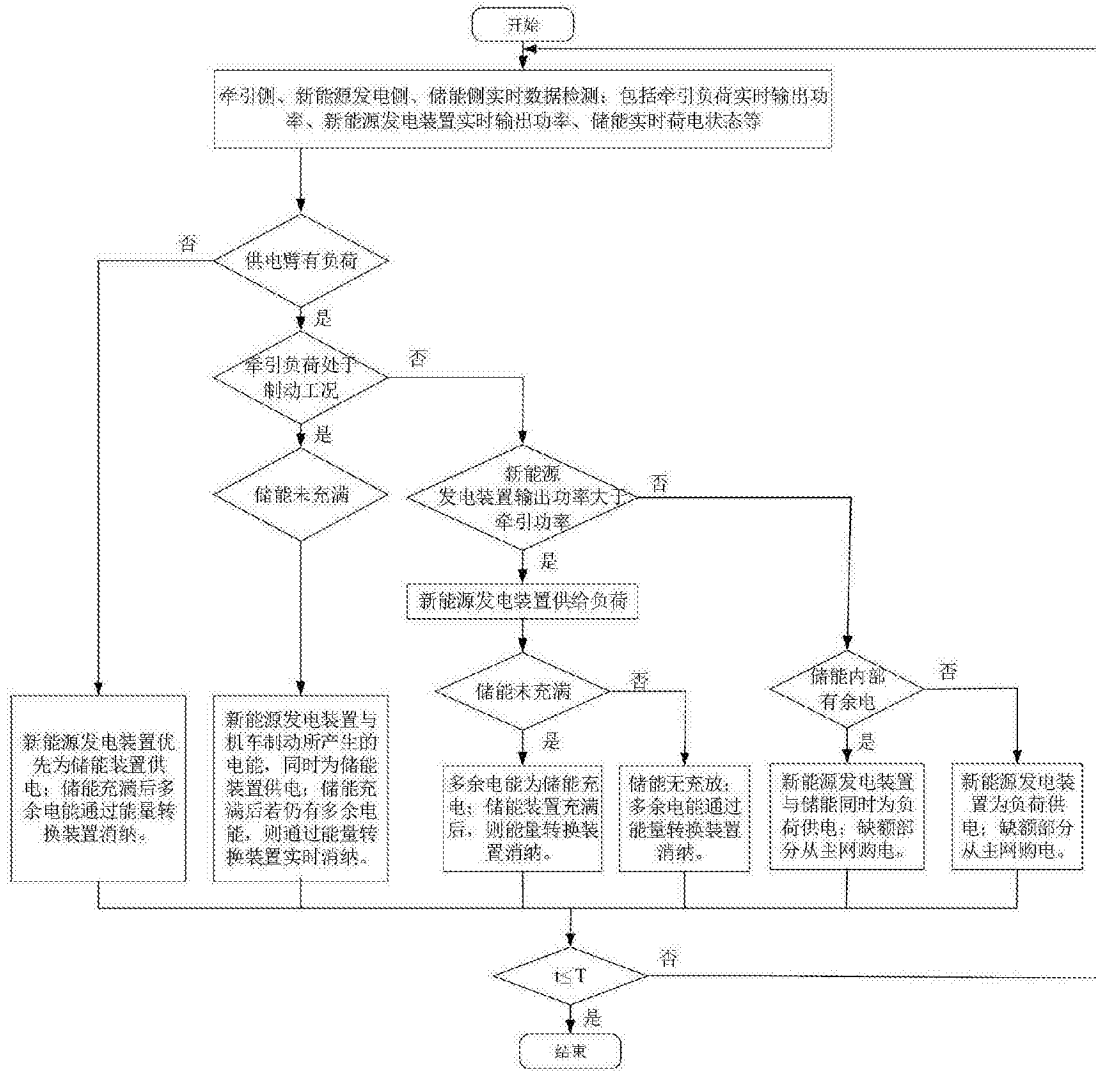


图2

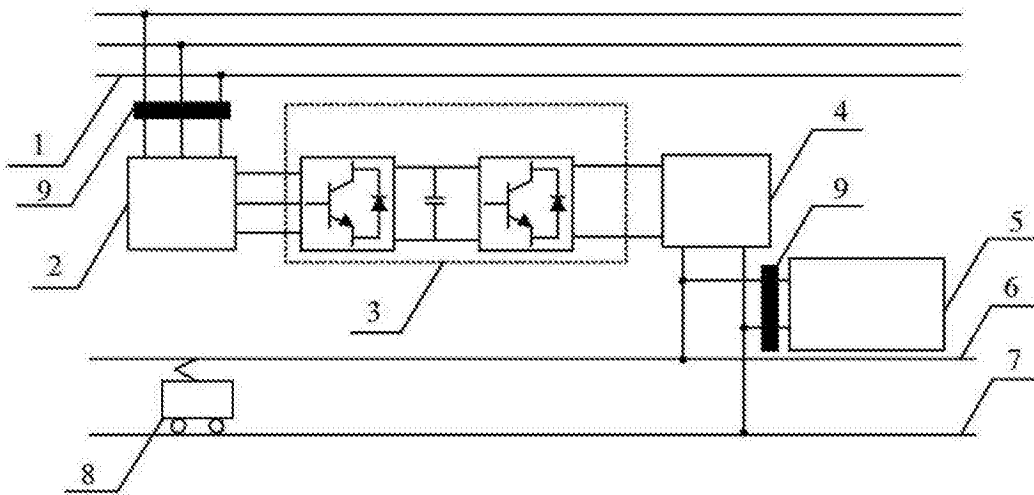


图3

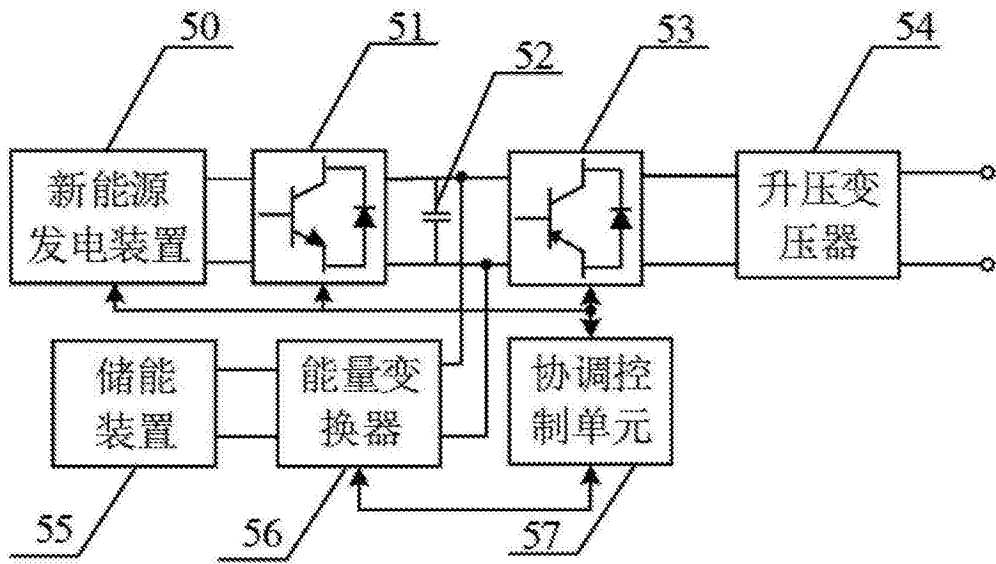


图4