



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111497630 A
(43)申请公布日 2020.08.07

(21)申请号 202010362349.5

(22)申请日 2020.04.30

(71)申请人 中车株洲电力机车有限公司
地址 412001 湖南省株洲市石峰区田心高科园

(72)发明人 索建国 邢涛 胡润文 许良中
马晓宁 刘洋 秦立禹 左继雄
黄子候 孙晓涛

(74)专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责任公司 43113
代理人 卢宏 王娟

(51)Int.Cl.
B60L 8/00(2006.01)
B60L 50/61(2019.01)

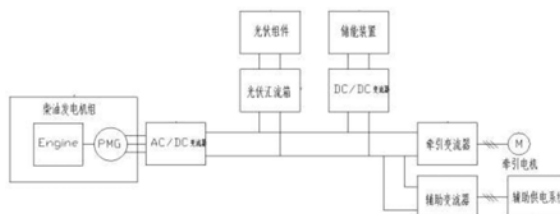
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

轨道交通车辆混合供电系统及其控制方法、轨道交通车辆

(57)摘要

本发明公开了一种轨道交通车辆混合供电系统及其控制方法、轨道交通车辆,供电系统包括柴油发电机组;所述柴油发电机组与AC/DC变流器连接;所述AC/DC变流器通过直流母线与牵引逆变器连接;其特征在于,光伏组件、储能装置并联接入所述AC/DC变流器与所述牵引逆变器之间的直流母线上。本发明解决了柴油发电机组、光伏发电系统、锂电池储能系统运行条件下的能量匹配问题,降低了燃油消耗、尾气排放和噪音,增加了能量利用率。



1. 一种轨道交通车辆混合供电系统,包括柴油发电机组;所述柴油发电机组与AC/DC变流器连接;所述AC/DC变流器通过直流母线与牵引逆变器连接;其特征在于,光伏组件、储能装置并联接入所述AC/DC变流器与所述牵引逆变器之间的直流母线上。

2. 根据权利要求1所述的轨道交通车辆混合供电系统,其特征在于,所述光伏组件通过控制器并接入所述AC/DC变流器与所述牵引逆变器之间。

3. 根据权利要求1所述的轨道交通车辆混合供电系统,其特征在于,所述储能装置通过DC/DC变流器接入所述AC/DC变流器与所述牵引逆变器之间。

4. 根据权利要求1所述的轨道交通车辆混合供电系统,其特征在于,所述AC/DC变流器还与辅助变流器连接。

5. 一种权利要求1~4之一所述供电系统的控制方法,其特征在于,包括:当车辆功率需求不足时,光伏组件将太阳能转化为直流电源,直接为车辆提供电能;当车辆无功率需求时,所述光伏组件转化后的能量存储至储能装置,在车辆功率需求不足或者光线不充足时,所述储能装置释放电能,为车辆供电。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,在车辆工作模式下,所述光线不充足的判定方法包括:当所述光伏组件发电功率大于或等于预设值时,判定为光线充足;当所述发电功率小于预设值时,判定为光线不充足。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,当光线充足时:

若车辆功率需求大于0,则,当车辆需求功率不大于光伏组件的额定发电功率时,光伏组件以额定功率发电,一部分用于车辆需求,剩下的一部分提供给储能装置存储;

当车辆需求功率大于光伏组件的额定发电功率时,则继续判断车辆需求功率是否大于光伏组件与储能装置的额定功率之和,若大于,且储能装置存储的能量小于最小储能值时,车辆需求功率由光伏组件以额定功率与柴油发电机组以额定功率共同提供,多余的功率提供给所述储能装置充电;若大于,且储能装置存储的能量不小于最小储能值时,车辆需求功率由光伏组件以额定功率提供,不足功率由柴油发电机组提供;

当车辆需求功率不大于光伏组件与储能装置的额定功率之和时,则继续判断储能装置存储能量是否小于最小储能值,若是,则车辆需求功率由光伏组件以额定功率与柴油发电机组以额定功率共同提供,多余的功率提供给储能装置充电;若储能装置存储能量不小于最小储能值,则车辆需求功率由光伏组件以额定功率和储能装置以额定功率提供;

当车辆需求功率不大于0,且车辆速度为0时,光伏组件以额定功率给储能装置充电;当车辆需求功率不大于0,且车辆速度不为0时,储能装置回收车辆制动能量。

8. 根据权利要求5~7之一所述的方法,其特征在于,当光线不充足时,车辆功率需求由柴油发电机组与储能装置提供,光伏组件用于为储能装置发电。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,当车辆功率需求大于0时,判断车辆需求功率是否小于柴油发电机组额定功率,若否,则柴油发电机组以额定功率运行,不足功率由储能装置补充提供;若车辆需求功率小于柴油发电机组额定功率,则继续判断车辆需求功率是否大于柴油发电机组最小功率,若是,且储能装置存储能量大于储能装置最大储能值,则车辆需求功率由柴油发电机组提供;若否,则柴油发电机组以额定功率运行,一部分提供车辆需求功率,另一部分提供给储能装置充电;当车辆需求功率小于柴油发电机组额定功率且不大于柴油发电机组最小功率,则继续判断储能装置存储能量是否小于最小存储值,若

是,则柴油发电机组以额定功率运行,一部分提供车辆需求功率,另一部分提供给储能装置充电;若否,则柴油发电机组不工作,由储能装置提供车辆需求功率;

当车辆需求功率不大于0,且车辆速度为0时,光伏组件以小功率给储能装置充电;当车辆速度不为0时储能装置回收车辆制动能量;所述小功率指光伏组件在光线不充足时的实时发电功率。

10.一种轨道交通车辆,其特征在于,采用权利要求1~4之一所述的混合供电系统。

轨道交通车辆混合供电系统及其控制方法、轨道交通车辆

技术领域

[0001] 本发明涉及轨道交通领域,特别是一种轨道交通车辆混合供电系统及其控制方法、轨道交通车辆。

背景技术

[0002] 目前轨道交通受限于区域经济发展、自然条件限制等诸多因素,非电气化铁路仍将长期存在并且占据较大比例,内燃牵引永远是不可或缺的重要补充,无论是在新建和维护成本方面,还是在运用环境条件方面,以及灾害抢救、战备运输等诸多领域均有着无可替代的优越性。但是对于内燃牵引车辆,大功率柴油机的排放、重量、体积以及噪音一直是困扰内燃车辆的瓶颈问题。因此如何在保证车辆需求功率的同时,减小柴油发电机组重量、体积以及燃油消耗,是解决该问题的关键。

[0003] 太阳能是典型的可再生能源,永不枯竭,且太阳能无污染,无噪音,同时太阳能为完全清洁的能源,不排放任何污染气体和有害物质。现有太阳能如果独立应用于轨道交通车辆,一方面由于太阳能本身发电功率较小,不能满足轨道交通车辆在各种工况下的功率需求;另一方面,太阳能受限于光照的影响,当光照不足时,其发电功率也较小,同样具有局限性。如何既利用太阳能的可再生能源,同时又满足车辆在各种工况下的功率需求,是需要解决的问题。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是,针对现有技术不足,提供一种轨道交通车辆混合供电系统及其控制方法、轨道交通车辆,减少柴油发电机组的燃油消耗,减小柴油发电机组功率、体积、重量,减少污染气体排放,增加能量利用率。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:一种轨道交通车辆混合供电系统,包括柴油发电机组;所述柴油发电机组与AC/DC变流器连接;所述AC/DC变流器通过直流母线与牵引逆变器连接;光伏组件、储能装置并联接入所述AC/DC变流器与所述牵引逆变器之间的直流母线上。

[0006] 将光伏组件与柴油发电机组结合使用,解决了太阳能作为独立动力源时功率较小以及受限于光照影响,具有局限性的问题,可以满足车辆在各种工况下的功率需求。

[0007] 所述光伏组件通过控制器并接入所述AC/DC变流器与所述牵引逆变器之间。控制器设置于光伏汇流箱内,控制器将光伏组件发出来的直流电转换成中间直流母线电压。

[0008] 所述储能装置通过DC/DC变流器接入所述AC/DC变流器与所述牵引逆变器之间,DC/DC变流器将储能装置输出的电能转换为直流,供给直流母线。

[0009] 所述AC/DC变流器还与辅助变流器连接,为辅助变流器供电。

[0010] 本发明还提供了一种上述供电系统的控制方法,包括:当车辆功率需求不足时,光伏组件将太阳能转化为直流电源,直接为车辆提供电能;当车辆无功率需求时,所述光伏组件转化后的能量存储至储能装置,在车辆功率需求不足或者光线不充足时,所述储能装置

释放电能,为车辆供电。

[0011] 在车辆工作模式下,所述光线不充足的判定方法包括:当所述光伏组件发电功率大于或等于预设值时,判定为光线充足;当所述发电功率小于预设值时,判定为光线不充足。

[0012] 当光线充足时:

若车辆功率需求大于0,则,当车辆需求功率不大于光伏组件的额定发电功率时,光伏组件以额定功率发电,一部分用于车辆需求,剩下的一部分提供给储能装置存储;

当车辆需求功率大于光伏组件的额定发电功率时,则继续判断车辆需求功率是否大于光伏组件与储能装置的额定功率之和,若大于,且储能装置存储的能量小于最小储能值时,车辆需求功率由光伏组件以额定功率与柴油发电机组以额定功率共同提供,多余的功率提供给所述储能装置充电;若大于,且储能装置存储的能量不小于最小储能值时,车辆需求功率由光伏组件以额定功率提供,不足功率由柴油发电机组提供;

当车辆需求功率不大于光伏组件与储能装置的额定功率之和时,则继续判断储能装置存储能量是否小于最小储能值,若是,则车辆需求功率由光伏组件以额定功率与柴油发电机组以额定功率共同提供,多余的功率提供给储能装置充电;若储能装置存储能量不小于最小储能值,则车辆需求功率由光伏组件以额定功率和储能装置以额定功率提供;

当车辆需求功率不大于0,且车辆速度为0时,光伏组件以额定功率给储能装置充电;当车辆需求功率不大于0,且车辆速度不为0时,储能装置回收车辆制动能量。

[0013] 当光线不充足时,车辆功率需求由柴油发电机组与储能装置提供,光伏组件用于为储能装置发电。

[0014] 当车辆功率需求大于0时,判断车辆需求功率是否小于柴油发电机组额定功率,若否,则柴油发电机组以额定功率运行,不足功率由储能装置补充提供;若车辆需求功率小于柴油发电机组额定功率,则继续判断车辆需求功率是否大于柴油发电机组最小功率,若是,且储能装置存储能量大于储能装置最大储能值,则车辆需求功率由柴油发电机组提供;若否,则柴油发电机组以额定功率运行,一部分提供车辆需求功率,另一部分提供给储能装置充电;当车辆需求功率小于柴油发电机组额定功率且不大于柴油发电机组最小功率,则继续判断储能装置存储能量是否小于最小存储值,若是,则柴油发电机组以额定功率运行,一部分提供车辆需求功率,另一部分提供给储能装置充电;若否,则柴油发电机组不工作,由储能装置提供车辆需求功率;

当车辆需求功率不大于0,且车辆速度为0时,光伏组件以小功率给储能装置充电;当车辆速度不为0时储能装置回收车辆制动能量;光线不充足时,光伏太阳能仍可以发电,只是发电功率远小于光伏系统额定发电功率,小功率是指光伏发电系统在光线不充足时的实时发电功率。

[0015] 作为一个发明构思,本发明还提供了一种轨道交通车辆,其采用上述混合供电系统。

[0016] 本发明的轨道交通车辆将光伏组件与柴油发电机组结合使用,减小了车辆柴油发电机组燃油消耗,节能环保。

[0017] 与现有技术相比,本发明所具有的有益效果为:

1) 该混合供电系统采用太阳能光伏发电系统提供电能,减小了车辆柴油发电机组燃油

消耗,具有绿色环保的特点;

2) 该混合供电系统采用锂电池储能装置,能将太阳能发电存储起来,在车辆功率不足时释放;

3) 该混合供电系统解决了柴油发电机组、光伏发电系统、锂电池储能系统运行条件下的能量匹配问题,降低了燃油消耗、尾气排放和噪音,增加了能量利用率;

4) 采用锂电池储能装置有效解决了车辆制动能量回收的问题,具有很好的实用价值;

5) 采用太阳能光伏发电系统配合锂电池储能系统解决了纯内燃动力车辆柴油发电机组体积过大、重量较重的问题。

附图说明

[0018] 图1为本发明混合动力系统示意图;

图2为本发明方法原理图。

具体实施方式

[0019] 本发明的混合动力系统是由太阳能光伏发电系统、锂电池储能系统配合柴油发电机组进行混合驱动。如图1所示,该混合动力系统,包括柴油发电机组、AC/DC变流器、光伏组件、光伏汇流箱、储能装置、DC/DC变流器、牵引变流器、牵引电机、辅助变流器、辅助供电系统。

[0020] 其中柴油发电机组作为动力源,输出三相交流电。AC/DC变流器作用是将柴油发电机组输出的三相交流电转换成中间直流母线电压,用于控制从柴油发电机组到直流母线的能量输出,其功率容量与柴油发电机组相适应,同时满足快速的动态响应特性。

[0021] 光伏组件是太阳能发电系统核心部件,其作用是将太阳能转化为电能。光伏汇流箱作用是通过控制器,将光伏组件发出来的直流电转换成中间直流母线电压。白天光照充足时,光伏组件将太阳能转化的电能转换到中间直流母线电压,并提供给车辆,或将剩余的电能存储至锂电池储能装置。

[0022] 储能装置由锂电池串并联组成,DC/DC模块的作用是将光伏组件发出的电能存储至储能装置,同时还可以将储能装置存储的电能释放到直流母线,实现储能装置与直流母线之间电能的转换。

[0023] 牵引变流器将直流母线电压转换为牵引电机输入电压,驱动车辆运行。

[0024] 辅助逆变器将直流母线电压转换为辅助系统输入电压,供给车辆辅助系统设备供电。

[0025] 车辆的控制方式是基于整车的功率需求来进行控制的。

[0026] 该混合系统控制方式主要功能包括以下几个方面:

1) 柴油发电机组尽可能保持在最佳功率范围,低于柴油发电机组最小功率效率明显较低;

2) 尽可能的利用光伏组件发电的能量,减少柴油发电机燃油消耗;

3) 锂电池储能装置存储的能量保持在最小储能和最大储能的区间,可以减少锂电池深度充放电,提高锂电池储能装置的寿命。

[0027] 基于以上几点,该混合供电系统采用以下控制方法。

[0028] 根据功率指令(包括来自司机控制器手柄的加速信号或者制动信号)、其它运行信号(包括转速信号、电信号等)、辅助设备开关信号,整车控制系统将控制牵引变流器功率输出、辅助变流器的功率输出以及柴油发电机组、光伏组件分别与锂电池储能装置之间的能量传输。控制策略图如图2。图2中, P :车辆需求功率; $P_{1-rated}$:柴油发电机组额定功率; P_1 :柴油发电机组提供的功率; P_{1-min} :柴油发电机组的最小功率; $P_{2-rated}$:太阳能(光伏组件)提供的额定功率; P_2 :太阳能提供的发电功率; $P_{3-charging}$:锂电池的充电功率; $P_{3-rated}$:锂电池的额定功率; P_3 :锂电池提供的功率; E :锂电池的能量等级(即锂电池存储的能量); E_{min} :锂电池的最低储存能量; E_{max} :锂电池的最高储存能量; $P_{recycling}$:车辆制动回收能量。

[0029] 1) 光伏组件发电功率判定

在车辆工作模式下,首先车辆控制系统通过光伏汇流箱控制器判断光线是否充足,光伏组件发电功率大于等于预设值时,判定为光线充足;小于预设值时,判定为光线不充足。即,当光伏组件光照强度大于等于光伏组件额定功率输出对应的光照强度时,判定光照充足;当光伏组件光照强度小于光伏组件额定功率输出对应的光照强度时,判定光照不充足。

[0030] 2) 在光线充足时

①在车辆功率需求大于0时的工作模式

当车辆牵引或辅助系统工作时,车辆功率需求大于0.当车辆需求功率不大于光伏组件的额定发电功率时,光伏组件以额定功率发电,一部分用于车辆需求,剩下的一部分提供给锂电池储能装置存储。

[0031] 当车辆需求功率大于光伏组件的额定发电功率时,则继续判断车辆需求功率是否大于光伏组件与锂电池储能装置的额定功率之和。若大于,且锂电池储能装置此时存储的能量小于最小储能值时(锂电池存储的能量有个最佳范围,锂电池存储能量小于最小储能值时为“过放”,锂电池存储能量大于最大储能值时,为“过充”,长期“过放”或“过充”均会影响锂电池寿命。),车辆需求功率由光伏组件以额定功率与柴油发电机组额定功率共同提供,多余的功率提供给锂电池储能装置充电;若大于,且锂电池储能装置此时存储的能量不小于最小储能值时,车辆需求功率由光伏组件额定功率提供,不足功率由柴油发电机组提供。

[0032] 当车辆需求功率不大于光伏组件与锂电池储能装置的额定功率之和。则继续判断锂电池储能装置存储能量是否小于最小储能值,若是,则车辆需求功率由光伏组件以额定功率与柴油发电机组额定功率共同提供,多余的功率提供给锂电池储能装置充电。若锂电池储能装置存储能量不小于最小储能值,则车辆需求功率由光伏组件额定功率和锂电池储能装置额定功率提供。

[0033] ②当车辆需求功率不大于0,即车辆处理停止或制动模式。通过速度信号判定,当速度为0时,光伏组件以额定功率给锂电池储能装置充电。

[0034] 当车辆速度不为0时,车辆处理制动模式,此时锂电池储能装置回收车辆制动能量。

[0035] 3) 光线不充足时

当光线不充足时,由于光伏组件发电功率较小或基本不发电,因此车辆功率需求主要由柴油发电机组与锂电池储能装置提供,光伏组件主要用于储能装置发电。

[0036] ①在车辆功率需求大于0时的工作模式

当车辆牵引或辅助系统工作时,车辆功率需求大于0.判断车辆需求功率是否小于柴油发电机组额定功率,若否,则柴油发电机组以额定功率运行,不足功率由锂电池储能装置补充提供;若车辆需求功率小于柴油发电机组额定功率,则继续判断车辆需求功率是否大于柴油发电机组最小功率,若是,且锂电池储能装置存储能量大于锂电池最大储能值,则车辆需求功率由柴油发电机组提供。若否,则柴油发电机组以额定功率运行,一部分提供车辆需求功率,另一部分提供给锂电池储能装置充电。

[0037] 当车辆需求功率小于柴油发电机组额定功率且不大于柴油发电机组最小功率,则继续判断锂电池储能装置存储能量是否小于最小存储值,若是,则柴油发电机组以额定功率运行,一部分提供车辆需求功率,另一部分提供给锂电池储能装置充电。若否,则柴油发电机组不工作,由锂电池储能装置提供车辆需求功率。

[0038] ②当车辆需求功率不大于0,即车辆处理停止或制动模式。通过速度信号判定,当速度为0时,光伏组件以小功率给锂电池储能装置充电。

[0039] 当车辆速度不为0时,车辆处理制动模式,此时锂电池储能装置回收车辆制动能量。

[0040] 本发明利用太阳能为车辆提供能量将极大的减少车辆的燃油消耗,同时在保证车辆功率需求的情况下,减小柴油发电机组的功率,从而减小柴油发电机组体积、重量以及污染气体的排放。

[0041] 本发明中太阳能光伏发电系统在白天光照充足的情况下,通过收集太阳光转化为直流电源传输到混合动力系统的直流母线,在车辆功率需求不足的时候通过直流母线提供电能给车辆;在车辆无功率需求时,可以将能量存储至锂电池储能系统(也可以是超级电容、飞轮),等车辆在有功率需求的时候或在夜间光照不充足时释放电能,从而满足车辆功率需求。

[0042] 本发明同时还提供了该混合动力系统的控制方法,解决了柴油发电机组、太阳能光伏发电系统、锂电池储能系统的动力匹配问题,减少了柴油发电机组的燃油消耗,减小了柴油发电机组功率、体积、重量,减少了污染气体排放,提高了车辆在急加速和低速行驶时的效率,增加了能量利用率。

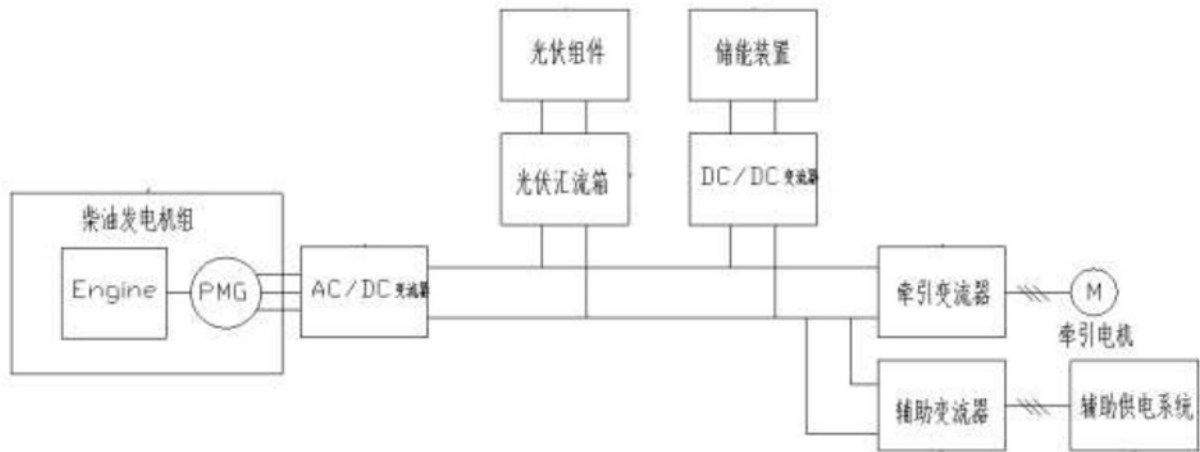


图1

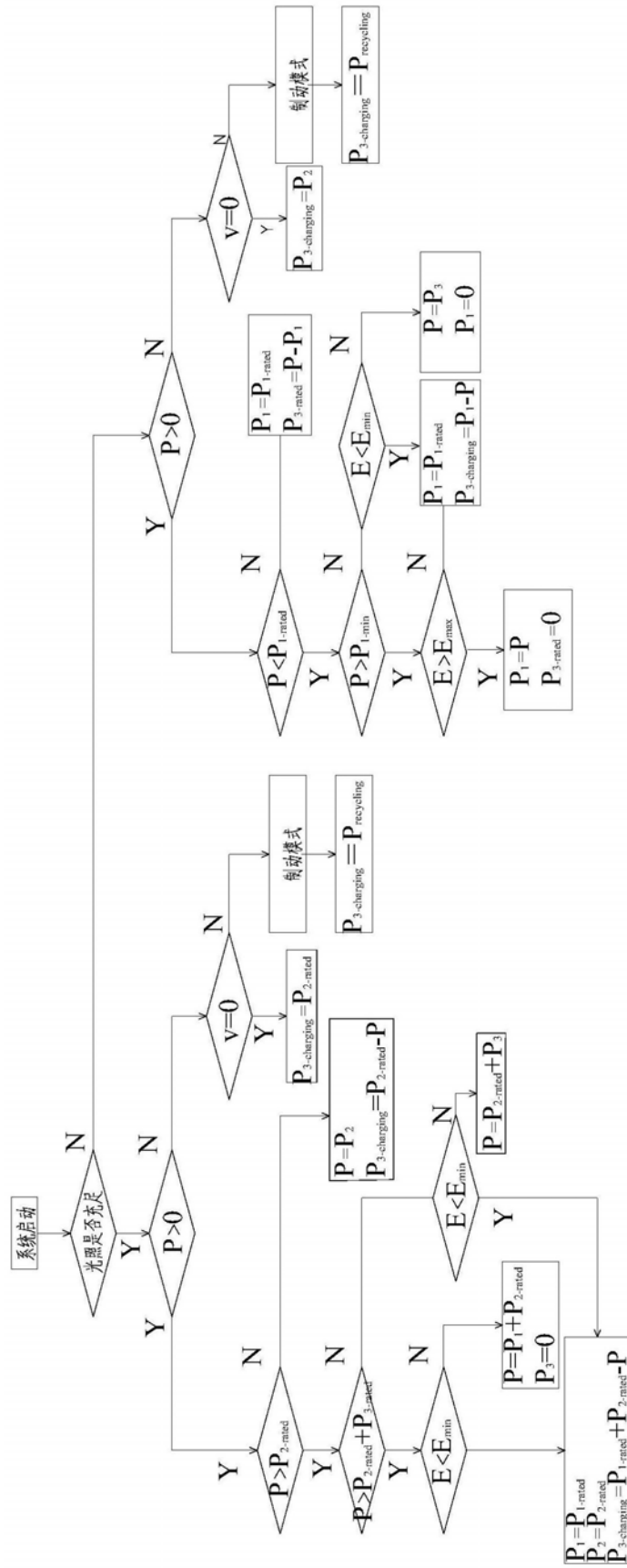


图2