

牵引蓄电池保护控制方法、系统及轨道交通车辆

技术领域

本发明涉及一种牵引蓄电池保护控制方法、系统及轨道交通车辆。

背景技术

5 在目前的配备牵引蓄电池的机车或者工程车中（牵引蓄电池动力电气连接见图1），牵引蓄电池在工作的时候会受到最大电流和最低电压的基础限制。而牵引蓄电池本身具有不同电流放电倍率放电，当放电电流增大，牵引蓄电池的电压将会被拉低。而在控制牵引蓄电池的时候，往往会因为电压被拉低，进入电压保护阶段，出现分断主断而被动的停止使用牵引蓄电池，以达到保护牵引蓄电池的目的，防止牵引蓄电池过放。在实际
10 工作中，经常会遇到牵引蓄电池还有容量，却因为在运行过程中，突然增大功率，导致电流猛然增大，电压突然降低，低于保护阈值而进入牵引蓄电池保护状态，机车停止运行的情况，降低了机车运行效率。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是，针对现有技术不足，提供一种牵引蓄电池保护控制方法，在保护牵引蓄电池不过放的前提下，充分使用牵引蓄电池进行放电，提高牵引
15 蓄电池的利用率，有效提升牵引蓄电池机车或工程车的续航能力。

本发明的目的之二是提供一种利用上述牵引蓄电池的轨道交通车辆。

为解决上述技术问题，本发明所采用的技术方案是：一种牵引蓄电池保护控制方法，包括以下步骤：

20 当牵引蓄电池电压低于保护电压且牵引蓄电池放电电流不为0时，降低机车牵引功率；当牵引蓄电池电压低于保护电压且牵引蓄电池放电电流为0时，机车停止工作。

本发明中，当牵引蓄电池电压达到或低于保护电压时，机车主动降低牵引功率，通过牺牲部分整车牵引功率的方式，来达到降低放电电流的目的，此时会出现部分大功率牵引限制，但仍会有电流放出，直到最后放电电流为零时，牵引蓄电池才停止工作。
25 因此，本发明充分使用牵引蓄电池进行放电，提高了牵引蓄电池的利用率，有效提升了牵引蓄电池机车或工程车的续航能力，实现了牵引蓄电池能源利用的最大化，减少了不必要的能源消耗，车辆的经济性将显著提高。

所述保护电压计算公式为： $V=V_1+V_2$ ；其中， V_1 为牵引蓄电池截止放电电压； V_2 为安全裕量电压。

30 本发明设定了安全裕量电压，可以尽量减小充放电过程对蓄电池的损害。

本发明中，通过降低牵引电流，从而降低牵引功率，该过程容易实现，成本低，可靠性高。

本发明中，安全裕量电压设置为 10V，防止电压在临界值波动，尽可能的保护牵引蓄电池不过放。安全裕量电压还可以根据牵引蓄电池单体电压范围，和串联的节数决定。

5 例如有些蓄电池单体电压为 2V，有些电池单体电压为 24V；有些蓄电池串联 400 节，有些情况蓄电池串联 100 节。单体电压为 2V，串环节数为 400 节，安全裕量电压可以设置为 $0.02 \times 400 = 8V$ ；单体电压为 24V，串环节数为 100 节，安全裕量电压可以设置为 $0.24 \times 100 = 24V$ 。可以取安全裕量电压 = 单体电压 $\times 0.01 \times$ 串环节数。安全裕量电压也可以根据实际应用情况进行调整。

10 所述牵引功率的降低幅值与牵引蓄电池放电电流大小之间的对应关系为：

若机车牵引功率为整车牵引功率的一半，则当持续牵引过程中牵引蓄电池电压下降至保护电压以下时，主动降低机车牵引功率为 45% 整车牵引功率，直至牵引蓄电池电压恢复到保护电压以上；

若机车牵引功率从 0 瞬间提升至 100%，则当机车牵引功率上升，且牵引蓄电池电压低于保护电压时，锁定机车牵引功率为 M% 整车牵引功率；若牵引蓄电池电压仍低于保护电压，则降低机车牵引功率至 N% 整车牵引功率；若牵引蓄电池电压仍低于保护电压，则降低机车牵引功率至 K% 整车牵引功率；依此类推，直至牵引蓄电池电压大于保护电压；其中， $M\% > N\% > K\%$ 。

本发明中，机车牵引功率是指机车实际需要发挥的功率；整车牵引功能是指额定功率或者正常时允许的最大功率。可以设定机车牵引功率每次降低幅度为 5%，其降低幅度可以在 1%-5% 之间再进行细分（ $M-N=N-K=1 \sim 5$ ），进一步提高牵引蓄电池的利用率，因此可以进一步提升牵引蓄电池机车或工程车的续航能力。

本发明中，M 可以设定为 80。

25 本发明还提供了一种牵引蓄电池保护控制系统，其包括计算机设备；所述计算机设备被配置或编程为用于执行本发明方法的步骤。

作为一个发明构思，本发明还提供了一种轨道交通车辆牵引控制系统，该牵引控制系统被配置或编程为用于执行本发明方法的步骤。

作为一个发明构思，本发明还提供了一种轨道交通车辆，其采用本发明所述的控制系统。

30 与现有技术相比，本发明所具有的有益效果为：

1、本发明在保护牵引蓄电池不过放的情况下，充分使用牵引蓄电池进行放电，提高了牵引蓄电池的利用率，有效提升了牵引蓄电池机车或工程车的续航能力，实现了牵引蓄电池能源利用的最大化，减少了不必要的能源消耗，车辆的经济性将显著提高。

2、本发明还可降低牵引蓄电池选型容量，达到了降低成本的目的，且在铅酸等蓄
5 电池上的效果尤为明显（例如在同样的线路上，如果未采用本发明的方案，需要用 480Ah 的牵引铅酸蓄电池，才能达到线路续航的基本要求。但采用了本发明的方案后，可采用 400Ah 的牵引铅酸蓄电池就能完成基本功能。选型容量降低，可有效降低成本）。

附图说明

图 1 为牵引蓄电池动力电气连线示意图；

10 图 2 为本发明机车主动功率保护控制方法流程图。

具体实施方式

本发明实施例 1 方法的主要实现过程包括：实时监控牵引蓄电池的电压值，当牵引蓄电池电压达到或低于保护电压时，机车主动降低牵引功率，通过牺牲部分整车牵引功率的方式，来达到降低放电电流的目的，此时会出现部分大功率牵引限制，但仍会有
15 放电电流放出。直到最后放电电流为零时，牵引蓄电池才停止工作。

本发明实施例设定每次降低机车牵引功率的幅度为 5%，其降低幅度可以在 1%-5% 之间再进行细分。

如果机车牵引功率为整车牵引功率的 50%，牵引蓄电池的电压正好在牵引蓄电池保护电压附近（例如，牵引蓄电池放电的过程中，随着放电的深入，牵引蓄电池的电压会
20 逐步降低，因此，可能会存在当机车牵引功率为 50%整车牵引功率时，牵引蓄电池电压在保护电压附近），且持续牵引。此时，随着牵引持续，牵引蓄电池电压将逐渐下降至保护电压以下，此时将通过主动降低机车牵引功率为整车牵引功率的 45%，以使得牵引蓄电池电压恢复到保护电压以上（即牵引蓄电池电压大于保护电压）。

如果机车牵引功率从 0 瞬间提升至 100%，随着机车牵引功率的上升，牵引蓄电池
25 电压低于保护电压。此时锁定机车牵引功率，例如锁定机车牵引功率为整车牵引功率的 80%，如果牵引蓄电池电压仍低于保护电压，则降低机车牵引功率至整车牵引功率的 75%。如果牵引蓄电池电压仍低于保护电压，则再机车牵引功率至整车牵引功率的 70%，直到牵引蓄电池电压在保护电压以上。

如图 2 所示，本发明的方法包括以下步骤：

30 1) 通过计算得出牵引蓄电池保护电压：保护电压计算公式为： $V=V_1+V_2$ ；其中，

V_1 为牵引蓄电池截止放电电压； V_2 为安全裕量电压（例如可以设定为 10V）。

2) 实时监控牵引蓄电池电压，当牵引蓄电池电压低于保护电压且牵引蓄电池放电电流不为 0 时，主动降低或限制机车牵引功率，动态降低牵引蓄电池放电电流，使得牵引蓄电池电压一直大于保护电压。当牵引蓄电池电压高于保护电压，且未限制或降低机车牵引功率发挥时，则为牵引蓄电池正常放电工作；当牵引蓄电池电压高于保护电压（由于牵引蓄电池放电电流主动降低后会抬升牵引蓄电池的电压，从而使牵引蓄电池电压高于保护电压），但机车牵引功率受到限制时，则为牵引蓄电池降功率放电工作。当出现了牵引蓄电池放电电流为 0 时，停止机车工作。

假设正常机车牵引需要牵引蓄电池释放功率为 400kW，牵引蓄电池截止电压为 580V，安全裕量为 20V，则牵引蓄电池保护电压为 600V；

初始时，假设牵引蓄电池静态电压为 900V，而最大功率放电时牵引蓄电池电压拉低至 850V，此时满足机车牵引功率放电需求，不需要限制机车牵引功率。

逐步放电后，假设牵引蓄电池静态电压降低至 620V，此时小电流放电为 610V，那么机车可以以小功率正常放电；当突然增加机车牵引功率时，期望放电电流将变大，此时，在放电电流增大的过程中，牵引蓄电池电压如果低于 600V，则限制放电电流增加（例如，设定机车牵引功率降低 5%，其牵引电流减少 8%，牵引蓄电池电压可能恢复了 3%），以保证牵引蓄电池电压不低于保护电压。此时机车处于降功率工作的状态。

限制放电电流为一个动态自动均衡的过程。目标值为保护电压，限制放电电流不仅仅是限制电流增加，当牵引蓄电池电压低于保护电压时，随着放电的进一步深入，甚至会逐步降低放电电流。

当牵引蓄电池最大放电电流为 0 后，机车停止工作。

本发明实施例 2 提供了一种牵引蓄电池保护控制系统，其包括计算机设备；该计算机设备被配置或编程为用于执行本发明实施例 1 方法的步骤。

本发明实施例 2 中的计算机设备，包括处理器和存储器，存储器中存储有用于执行本发明实施例 1 方法的步骤的程序。

本发明实施例 3 提供了一种轨道交通车辆牵引控制系统，该牵引控制系统设置于车辆内，并被配置或编程为用于执行本发明实施例 1 方法的步骤。

本发明实施例 4 的轨道交通车辆，既可以使用实施例 2 中的控制系统，也可以使用实施例 3 中的控制系统。

权利要求

- 1、一种牵引蓄电池保护控制方法，其特征在于，包括以下步骤：
当牵引蓄电池电压低于保护电压且牵引蓄电池放电电流不为0时，降低机车牵引功率；当牵引蓄电池电压低于保护电压且牵引蓄电池放电电流为0时，机车停止工作。
- 2、根据权利要求1所述的牵引蓄电池保护控制方法，其特征在于，所述保护电压计算公式为： $V=V_1+V_2$ ；其中， V_1 为牵引蓄电池截止放电电压； V_2 为安全裕量电压。
- 3、根据权利要求1所述的牵引蓄电池保护控制方法，其特征在于，通过降低牵引电流来降低牵引功率。
- 4、根据权利要求2所述的牵引蓄电池保护控制方法，其特征在于，所述安全裕量电压=单体蓄电池电压*0.01*蓄电池串联节数；优选地，所述安全裕量电压设置为10V。
- 5、根据权利要求1~4之一所述的牵引蓄电池保护控制方法，其特征在于，所述机车牵引功率的降低幅值与牵引蓄电池放电电流大小之间的对应关系为：
若机车牵引功率为整车牵引功率的一半，则当持续牵引过程中牵引蓄电池电压下降至保护电压以下时，主动降低机车牵引功率为45%整车牵引功率，直至牵引蓄电池电压恢复到保护电压以上；
若机车牵引功率从0瞬间提升至100%，则当机车牵引功率上升，且牵引蓄电池电压低于保护电压时，锁定机车牵引功率为M%整车牵引功率；若牵引蓄电池电压仍低于保护电压，则降低机车牵引功率至N%整车牵引功率；若牵引蓄电池电压仍低于保护电压，则降低机车牵引功率至K%整车牵引功率；依此类推，直至牵引蓄电池电压大于保护电压；其中， $M\%>N\%>K\%$ 。
- 6、根据权利要求5所述的牵引蓄电池保护控制方法，其特征在于， $M=80$ 。
- 7、根据权利要求5所述的牵引蓄电池保护控制方法，其特征在于， $M-N=N-K=1\sim 5$ 。
- 8、一种牵引蓄电池保护控制系统，其特征在于，包括计算机设备；所述计算机设备被配置或编程为用于执行权利要求1~7之一所述方法的步骤。
- 9、一种轨道交通车辆牵引控制系统，其特征在于，该牵引控制系统被配置或编程为用于执行权利要求1~7之一所述方法的步骤。

- 10、 一种轨道交通车辆，其特征在于，其采用权利要求 8 或 9 所述的控制系统。