

基于太阳能光伏发电及直流照明技术的直流微电网研究

王金鹏

河北雄安轨道快线有限责任公司

[摘要] 太阳能光伏发电作为一种重要的可再生能源形式, 凭借其稳定可靠且环保无污染的特点, 近些年得到大力推广。随着分布式、可再生能源发电逐渐成为重要发电方式, 电力生产格局也在发生巨大变化。与此同时, 伴随着直流形式的分布式电源迅速发展, 直流用电负荷比例的不断增高, 采用直流方式系统供电、负载及监控装置构成的直流微电网将成为未来供用电领域的一种重要模式。基于以上情况, 本文结合轨道交通行业特点, 提出了一种应用于轨道交通高架车站或车辆段场景的基于太阳能光伏发电及直流照明技术的直流微电网系统方案, 为探索绿色城市轨道交通提供了一种新的技术方向。

[关键词] 太阳能; 光伏发电; 直流照明; 微电网

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.2755

一、基于太阳能光伏发电及直流照明技术的直流微电网架构

微电网作为大电网结构的一种补充, 在安全、方便、灵活、定制方面具有独到之处, 而分布式太阳能光伏作为微电网的重要能源, 具有绿色环保节能, 成熟安全可靠的特点。同时直流照明技术具有节能、高效、长寿命的特点。

基于以上技术的发展, 本文提出了一种基于太阳能光伏发电及直流照明技术的直流微电网技术方案。该方案主要通过高架车站或车辆段建筑屋顶设置太阳能光伏发电系统, 与微电网控制系统、直流照明灯具等共同组成直流微电网, 对车站或车辆段场内的直流照明灯具等直流设备进行供电、保护及控制, 是一个能够基本实现内部照明电力电量平衡的小型新能源智能微电网系统。在微电网内部, 电源和负荷能够基本匹配, 并能够实现自我控制、保护和管理。其可以孤立运行, 也可以与外部电网并网运行。由于微电网的概念是将发电系统即电源与负荷置于同一个区域内, 因此, 特别适合光伏发电等新能源分布式电源^[1]。

本方案就是通过光伏发电接入组成智能微网系统, 同时结合直流集中供电技术实现交流母线与直流母线的能量互通, 再配以智能监控单元, 实现智能监控和能源的有效调度利用。智能微电网系统集成协同度高, 能量流以直流母线为核心, 简洁、高效; 信息流涵盖全局状态量, 便于能量优化调度和管理。

以下分别从直流微电网控制系统、太阳能光伏发电系统、直流照明系统等方面详细介绍直流微电网结构与特点。

二、直流微电网控制系统

本方案设置微电网管理系统, 以中文、图形化的界面对光伏系统、各类模块、灯具的场景模式、工作状态、报警、故障等信息进行显示, 并可进行运行参数设定、修改控制区域和模式。

微电网管理系统应具备如下功能:

- (1) 综合监视: 光伏、照明与负荷的监视功能。
- (2) 光伏监视: 包括光伏发电量情况汇总、光伏发电实时功率曲线等。
- (3) 照明监视: 包括灯具状态和负荷电参数监控。
- (4) 负荷监视: 微电网内总负荷功率曲线、重要负荷的功率曲线、用电量、以及各类负荷的实时电功率、用电量。

三、太阳能光伏发电系统

太阳能光伏发电是根据光生伏特效应原理, 利用太阳能光电将太阳光能直接转化为电能的一种发电方式。

(一) 光伏系统元器件组成

光伏系统主要由光伏电池、直流柜、斩波器(含控制系统)等元器件组成^[2]。

1. 光伏电池。光伏发电系统中最重要元器件是电池, 它是收集太阳能量的基本单位, 大量的电池通过串并联组合构成光伏组件。

2. 斩波器及控制系统。由于太阳能光伏系统产生的电能均为直流电, 为了能向直流照明系统提供电能, 需要将直流电转换为直流照明电器所需电压, 因此需要使用DC-DC斩波器。控制系统通过采集直流柜监测到的电流、电压等参数, 对斩波器参数进行调节, 保证输出的电能质量。

3. 直流柜。直流柜由直流断路器或熔断器、避雷器、电压传感器、电流传感器等元器件组成, 具有过载、短路、防雷等保护功能和对电压、电流等的监测功能。

(二) 光伏发电并网运行方式

基于供电可靠性的要求, 发电系统应采用低压并网运行方式。白天车站或车辆段场负荷优先使用光伏发电的电能, 电能不足时由电网补给; 在夜间或阴雨天光伏系统不发电时, 负荷由电网供电。光伏发电系统采用接入车站或车辆段场低压侧母线给动力照明负荷供电。同时, 单独划出光伏电池区域直接供给直流照明母线。

四、直流照明系统

目前直流照明技术已能够采用直流电直接给灯具进行供电, 从而省去末端转化的过程。同时, 直流LED照明系统还具有以下优势:

(一) 从安全的角度来看, 人体对直流电流的耐受极限值远高于交流电流, 电击防护安全性直流电优于交流电。

(二) 从能量利用的角度来看。直流系统中不存在无功电流分量, 在提供同样有功功率情况下, 直流系统电流幅值及相应损耗较交流系统更小。

(三) 从控制的角度来看, 直流供电控制的灵活性更好, 在智能化技术应用方面具有更明显的优势。没有无功问题, 使电压分布与线路的电感、电容参数无关; 没有相位问题, 连接于直流微网上的设备无需考虑相位, 设备切换更容易, 电压稳定性高, 从而更有利于电压控制。

(四) 从系统可靠性的角度来看, 直流系统结构简单, 省略了许多变换环节, 因此供电可靠性更高, 有利于接入储能装置, 更适于敏感负荷供电。

(五) 从节能环保的角度来看。直流电流不会产生交变的电磁场, 因此电磁辐射小, 更加节能环保, 更适合应用于电磁环境要求严格的场合。

(六) 从光环境质量的角度来看, 通过对直流电集中进行处理, 能够更好地避免灯具的频闪, 从而营造更为舒适健康的光环境。

(七) 从人本照明的角度来看, 直流LED照明调光方便, 照度、色温均可根据环境灵活调节, 提高人员舒适度, 符合绿色照明、以人为本的发展理念。

(八) LED灯具体积小, 可定制化生产, 安装方便、灵活, 对环境的匹配性、适应性更强。

因此, LED灯具采用直流供电具有广泛的应用前景。

五、结语

结合太阳能光伏发电及直流照明技术的直流微电网系统, 具有电能变换环节少、传输效率高、电能质量高、节能环保、易于实现智能控制等特点, 是轨道交通工程电气节能领域新的研究方向和发展趋势。本方案提出的由太阳能光伏发电系统、直流照明系统、直流微电网控制系统组成的直流微电网系统, 该技术在各大城市轨道交通建设过程中进行应用, 将对节能减排、建设绿色城市轨道交通起到积极的推动作用。

参考文献

- [1] 徐伟. 太阳能光伏发电微电网技术分析[J]. 科技创新导报, 2020(32): 4-6.
- [2] 王凯. 太阳能光伏发电微电网技术探究[J]. 低碳世界, 2018(12): 72-73.
- [3] 陈超华. 光伏发电系统在城市轨道交通的设计与应用[J]. 低碳世界, 2021(12): 120-121.