

太阳能光伏发电系统在高速公路领域的应用探讨

李明霞

（山西交科公路勘察设计院，山西 太原 030032）

摘 要：通过分析太阳能光伏发电系统在高速公路领域的应用情况，以及我国高速公路网的现状及规划情况，提出了太阳能光伏 发电系统适合在我国高速公路领域广泛应用的观点，有利于推进绿色公路的发展建设。

关键词：太阳能光伏发电系统；高速公路；清洁能源；绿色公路

中图分类号：TM615 文献标志码：A 文章编号：2095-2945（2020）31-0177-03

Abstract: Based on the analysis of the application of solar photovoltaic system in the field of expressway, as well as the present situation and planning of expressway network in our country, this paper puts forward the viewpoint that solar photovoltaic power gen- eration system is suitable for wide application in the field of expressway in our country, and therefore it is helpful to promote the development and construction of green highway.

Keywords: solar photovoltaic power generation system; highway; clean energy; green highway

引言

随着我国高速公路的迅猛发展，交通运输部近期提出 了绿色公路的标准要求。我国的高速公路工程建设正在发 生着很大的变化，特别是高速公路服务设施提档升极后， 使得高速公路服务设施不断扩建与改造，致使其日常的用 电量逐渐增多。为解决高速公路领域日益增加的用电需求 和有效提高土地资源的利用率的问题，在高速公路领域推 广应用太阳能光伏发电系统， 是一种既具有保障能源供 给、改善生态环境的长远战略意义，同时又具有节约自然 资源、降低能耗成本的现实经济意义的方法 。本文将结合 太阳能光伏发电系统在高速公路领域中的应用实例来进 行研究探讨。

1 太阳能光伏发电系统原理

太阳能光伏发电是利用“光生伏特效应”，将接收到太 阳辐射的光能，转换为电能 。光伏发电系统分为独立式发 电系统和并网式发电系统两种方式。

1.1 独立式发电系统

独立式发电系统是指不与电力系统的供电网络相连。 该系统由光伏方阵（太阳能电池串并联封装而成）、控制 器、蓄电池组和直流/交流逆变器等构成，如图 1 所示。

该系统由光伏组件产生的直流电，可以直接供给直流 负荷使用或经过逆变器转成交流电供给交流负荷，还可以

用蓄电池等储能装置将电能存放起来，根据需要随时释放 出来使用。

1.2 并网式发电系统

并网方式根据装机模式可分集中式和分布式两种 。目 前我国高速公路领域采用的是分布式并网发电系统。根据 高速公路沿线服务设施的具体分布情况，设计布置不同规 格和不同朝向的光伏阵列，然后将相同朝向、相同规格的 光伏阵列分别通过单能逆变器汇流，再经多台逆变器集中 后形成分布式并网发电方式 。具体实施方案（如图 2）。

该系统所发电能除供给系统内负荷外，多余电能还可 以上汇到公共电网；若电能不足时，也可以通过公共电网 给负荷提供电能，供电灵活可靠，同时减少了对蓄电池的 投资和维护费用，是一种经济适用的方式。

经过以上分析可知，和传统供电模式相比，太阳能光 伏发电技术从设计理念到运行模式等各方面都进行了创 新。太阳能光伏发电系统采用的新理念、新技术、新材料更 贴近国家对绿色节能的要求。

2 太阳能光伏发电系统在国内外高速公路的应用现状

快速发展的光伏发电系统，已被广泛地应用于高速公 路领域。下面就列举几个光伏发电系统在高速公路的应用 实例：

2.1 意大利的太阳能光速公路



图 1 独立式光伏发电系统

作者简介：李明霞（1970-），女，本科，高级工程师，注册电气工程师，研究方向：电气自动化。

- 177-



图 2 分布式并网发电方案

2011 年 1 月 1 日世界上第一条使用太阳能电池高速 公路对外开放 。该高速公路为连接意大利卡塔尼亚-锡拉 库萨 A18 高速公路（西西里岛 600km 西西里岛高速公路网 络中新增的一段 30km 的高速公路），是世界上第一条完全 由太阳能电池作为主要动力的电气化高速公路（如图 3 所 示）。每年的发电量密度预计大约为 1200 万 kW·h，能够完 全满足整段高速公路的用电力需求。



图 3 意大利卡塔尼亚-锡拉库萨

A18 高速公路光伏发电系统

2.2 茶条岭隧道光伏发电系统

2014 年 1 月，陕西高速集团在十天高速汉中东段茶条 岭隧道基础上建设的 110KWp 分布式光伏发电系统工程 并网项目顺利地完工 ，建成之后的效果图设计如图 4 所 示 。该光伏发电系统并网工程全部建成并网后，年平均发 电量最高并网能力可达 5.04 万 kW·h ，其所发的电力主要



图 4 茶条岭隧道光伏发电系统

- 178-

是应用于茶条岭隧道内的风机及日光灯照明。

2.3 榆社东高速收费站光伏发电系统

2018 年 5 月 10 日 ，山西省榆社至和顺高速公路榆社 东高速收费站分布式光伏发电系统成功试运行（见图 5）。 该项目是山西省高速公路在该领域零的突破。该系统所发 电量主要用于该站的办公区和场区用电，该项目预计年可 节约标准煤 5.4 万吨。



图 5 榆社东高速收费站光伏发电系统

以上案例可见 ， 随着太阳能光伏发电技术的日趋完 善，太阳能光伏发电系统越来越适用在高速公路领域，主 要可以应用在以下方面：（1）紧急救援电话系统；（2）道路 检测系统；（3）监控系统；（4）交通标志及警示设施；（5）主 线、匝道、收费广场、立交隧道的照明；（6）公路广告牌；（7） 电子指示牌服务区等的供电系统。

3 太阳能光伏发电在高速公路领域的应用前景

3.1 从我国的太阳能资源方面分析

根据《太阳能资源评估方法》（QXT 89-2008）确定的 标准，我国是太阳能资源相当丰富的国家之一，年总辐射 量在 3000~7500MJ/m2 之间，年日照时数在 870~3570h 之 间。丰富的太阳能资源有利于我们推广应用太阳能光伏发 电系统。

3.2 从我国交通运输行业的发展战略层面分析

交通运输部提出了绿色公路的标准，要求高速公路发

（下转 181 页）

机智能监控及健康管理研究方面也能取得更丰硕的成果。

发动机的智能监控和健康管理是一个非常复杂的系 统问题，本文通过通读大量文献，总结了国内外航空发动 机智能监控及健康管理研究现状和应用，同时对遇到的问 题和关键技术做了详细的阐述，也分析了我国在此方面研 究领域存在的差距，旨在为新时代我国航空发动机的研发 和制造提供重要理论依据和工程应用价值。

参考文献：

[1]陈嘉.CFM56 型号飞机发动机维护项目的成本控制研究[D].东 华大学，2016.

[2]Brown E N ， Chidambaram B ， Aaseng G B. Applying health management technology to the NASA exploration system-of-sys- tems[R].AIAA 2005-6624.

[3]Schweikhard K A，Richards w l，Theisen J.Flight demonstration of X -33 vehicle health management system components on the F/A-18 systems research aircraft [R]. NASA/TM-2001-209037.

[4]聂炜.对某型飞机及其发动机的可靠性分析[D].西安电子科技大 学，2013.

[5]Holtz C，Smith G，Friend R.Mondernizing systems through data integration;a vision for EHM in the United States Air Force [R]. AIAA 2004-4049.

[6]Tumer ， I. and Baiwa ， A.A Survey of Aircraft Engine Health Monitoring Systems [J].35th Joint Propulsion Conference.1999 -6; AIAA-99-2528.

[7]李帅.轨道交通车站关键设备智能监控和健康维护系统的研究 [D]. 东华大学，2011.

[8]陈必东.微型涡轮发动机远程台架试车系统开发[D].南京航空航 天大学，2017.

[9]许春生.远程实时监控技术在飞机维修中的应用研究[J].中国民 航大学学报，2003，21（1）：6-9.

[10] 孙旭 . 故障预测和健康管理（PHM）系统[J].舰船科学技术， 2011，33（9）：133-136.

[11]高荣.浅述新兴的电子系统故障预测与健康管理[J].科技资讯， 2014，12（18）：138-138.

[12]孔学东，陆裕东，恩云飞. 电子产品 PHM 及其关键技术[J].中国 质量，2010（3）：15-18.

[13]宁亚锋，安芳利.航空电子系统故障预测与健康管理技术探究 [J].科技资讯，2017（34）：107-107.

[14]吕克洪，等. 电子设备故障预测与健康管理技术发展新动态[J]. 航空学报，2019，40（11）：18-29.

[15] 刘金琨，尔联洁 . 多智能体技术应用综述[J].控制与决策， 2001，16（2）：133-140.

[16]姜彩虹，孙志岩，王曦.航空发动机预测健康管理系统设计的关 键技术[J].航空动力学报，2009，24（11）：2589-2594.

[17]张冬冬，黄金泉，鲁峰.航空发动机健康管理系统的快速原型设 计[J].航空发动机，2014（4）：89-94.

[18]费成巍，艾延廷.航空发动机健康管理系统设计技术[J].航空发 动机，2009，35（5）：24-29.

[19]王施，王荣桥，陈志英，等.航空发动机健康管理综述[J].燃气涡 轮试验与研究，2009，22（1）：51-58.

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

（上接 178 页）

展领域进一步优化能源结构和节能降耗，新能源的应用势 在必行；智慧交通的发展，增加大量的设备智能设备和自 动化控制设备，以及高速服务区的档次提升等对用电量需 求会有明显的增加；而太阳能光伏发电系统的特性决定了 其更加适合应用于在高速公路领域的应用。

3.3 从我国高速公路网现状及规划层面分析

目前我国高速公路网络已形成规模，用电需求基本趋 于稳定，服务设施和交通工程周围有大量的闲置屋顶和土 地资源，因此参考国内外已有的经验和做法，可在我国高 速公路领域大力建设太阳能光伏发电系统，由此来推动我 国创建环保节约型公路的建设发展。

根据我国高速公路网规划，今后相当长的一段时期 内，公路建设将重心转向山岭重丘区，项目沿线多为经济 不发达的地区，社会供电资源匮乏，电源质量较差，而将电 力长途输送到用电量需求的地方，电能损耗较大，需要增 加输电线路投资，因此应用太阳能光伏发电系统可以很好 地实现利用当地自然资源来满足高速公路设施用电需求。

4 太阳能光伏发电系统在高速公路领域应用需要注 意解决的技术问题

分析总结国内外太阳能光伏发电系统在高速公路领域 应用的情况得出，太阳能光伏发电系统要更好地在高速公

路领域推广应用，我们应注意解决好以下技术问题：（1）不 同朝向电池板发电的均衡匹配问题；（2）并网接入安全可靠 性及多电源切换性；（3）建筑屋顶承重与太阳能电池板安装 稳定需要兼顾；（4）现有斜屋顶面安装太阳能电池要解决的 固定和防水问题；（5）不同建筑物之间太阳能电池阵列之间 串并联连接的成本。

5 结束语

综上所述，太阳能光伏发电是一种具有环境效益和经 济效益的很好的清洁能源，太阳能光伏发电系统在高速公 路领域的广泛应用，切合“交通+能源”“高速+光伏”的清洁 低碳路域经济发展思路，必将对绿色公路的建设起很大的 推进作用。

参考文献：

[1]董有尔，蒙宇，申甜甜，等. 太阳能光伏发电系统应用研究[J].山 西大学学报（自然科学版），2013，36（1）：40-48.

[2]唐明涛，陈志强，王志刚，等.分布式光伏发电在高速公路交通设 施中的应用[J].太阳能，2016（9）：28-31.

[3]雷仕欢.分布式太阳能光伏发电在高速公路服务区中的应用[J]. 低碳世界，2017（8）：17-18.

[4]意大利建成世界第一条太阳能公路[N].山西法制报，2011-01- 12.

- 181-