

# 一种基于光储的索道吊箱智能监控系统

林瑶瑶<sup>1</sup>, 王新增<sup>1</sup>, 郑义<sup>1</sup>, 吴炫睿<sup>2</sup>, 刘小辉<sup>1</sup>

(1. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038; 2. 东北大学 机械工程与自动化学院, 辽宁 沈阳 110819)

**[摘要]** 针对当前脱挂式索道吊箱有线供电困难和智能化监控水平不高的问题, 研究了传统索道及索道吊箱的原理, 采用智能化控制思想实现更丰富的控制功能。进一步研究了太阳能光伏发电和锂电池储能技术, 给出了基于光伏储能的孤网模式吊箱供电系统实现方案; 通过给索道吊箱配置暖通设备改善吊箱的乘坐环境, 利用智能化采集监控设备和 4G 通信模块实现吊箱与中央控制室的远程通信和智能监控, 最后给出了索道吊箱智能化监控系统的硬件方案和算法实现, 提高了索道吊箱的整体性能。

**[关键词]** 索道吊箱; 光伏发电; 储能; 智能监控系统

**[中图分类号]** TP273

**[文献标志码]** B

**[文章编号]** 1003-8884(2021)03-0039-04

**DOI:** 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.03.009

## 0 概述

索道吊箱是索道运输乘客的主要载体<sup>[1]</sup>, 其是否具备更加丰富的功能和乘坐舒适度会直接影响乘客的旅行体验。然而由于索道技术的特殊性, 长距离有线给单线索道吊箱输送电能几乎是不可能的。没有充足的电能, 就无法安装电气监控设备, 丰富吊箱功能和提高吊箱舒适性更无从谈起, 因此为吊箱提供持续的电力供应成为当务之急。同时随着技术的发展, 智能监控、高速无线通信等技术越来越普及, 借助于这些技术, 索道吊箱的智能化水平能够得到很大提高<sup>[2]</sup>。

目前广泛使用的索道吊箱大致分为两种<sup>[3]</sup>, 一种是早期的索道吊箱, 其设计十分简陋, 基本没有电气设备, 只是一个由金属框架和钢化玻璃组成的封闭空间, 如果想要接受外部信息需要在支架上安装喇叭等扩音设备, 这样吊箱只有在经过支架的时候才能接收到索道中央控制室提供的部分信息, 同时也可能丢失很多信息。游客错失重要信息, 不利于索道的安全运行<sup>[4]</sup>。而且没有暖通设备, 夏天吊箱被置于暴晒之中, 吊箱内部温度非常高, 会降低游客

的舒适度; 另一种是安装简单电气设备。为了改善游客的旅行体验, 后期的索道吊箱会安装少量通信广播设备和储能设备, 让运营单位可以将必要信息完整的传播给广大游客。然而由于固定式索道的吊箱全生命周期都挂接在索道上, 休息时间也不会入车库, 因此无法为储能设备充电, 因此该方案不适合固定式索道, 只适用于比较先进的脱挂式索道。同时由于索道电池只有休息时间入库后才能进行充电, 因此吊箱储能设备的电量非常有限, 这就限制了吊箱内广播播放的时间以及其他电气设备的安装。吊箱内的广播只能做间歇性播放, 并要实时监控电池电量, 保证吊箱广播可以在紧急情况下使用<sup>[5]</sup>。

为提高索道吊箱的乘坐舒适度和智能化监控水平, 给出了一种既适合于固定式索道, 也适合于脱挂式索道, 基于光伏储能的索道吊箱智能监控系统。选用单面单晶硅光伏组件作为光伏发电板, 采用磷酸铁锂电池组作为储能设备主体, 以低功耗的暖通设备调节吊箱室内温度, 以智能 PLC 为主控器, 包括温度、湿度、光照强度等检测设备, 4G 无线通信系统、语音播放系统等共同组成吊箱智能监控系统。最后在一个索道吊箱上验证了所提方案的有效性。索道吊箱智能监控系统的整体结构框图, 如图 1 所示。

## 1 光伏储能系统

为索道吊箱提供连续可靠的电源是实现智能化

**[收稿日期]** 2021-02-03

**[作者简介]** 林瑶瑶(1982-), 男, 山西大同人, 工程师, 博士, 主要从事智能控制、运动控制的研究工作。

**[引用格式]** 林瑶瑶, 王新增, 郑义, 等. 一种基于光储的索道吊箱智能监控系统[J]. 有色设备, 2021, 35(3): 39-42.

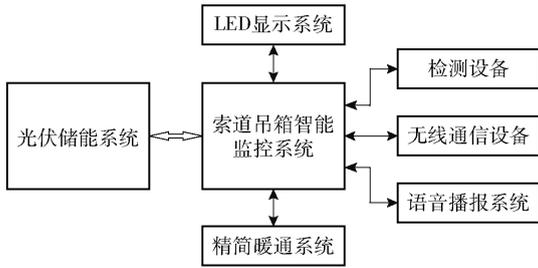


图1 索道吊箱智能监控系统的整体结构框图

监控的前提条件,太阳能光伏发电是当前已经广泛使用的清洁能源,是未来替代化石能源的发展方向之一。利用光伏发电和储能设备为吊箱内设备提供电源,是有效的电源解决方案之一。

索道吊箱的表面积较小,同时吊箱底面又无法利用,还要给游客留出一定面积的观景窗口,因此充分利用空间,精确布置太阳能发电板十分重要。

当前新建索道中使用最多的吊箱是8人座吊箱,基本为长方体,高2136mm、长边2075mm、宽2027mm。顶部面积约为4.2m<sup>2</sup>,2个侧面面积分别约为4.4m<sup>2</sup>和4.3m<sup>2</sup>,则吊箱侧面的总面积为17.4m<sup>2</sup>,实践中为满足游客的观景需求,侧面的利用率为70%,则侧面有效发电面积为12.2m<sup>2</sup>,白天光伏板的平均受光面积是侧面面积的75%,则侧面的有效平均发电面积是9.2m<sup>2</sup>,顶部加侧面的有效发电面积为13.35m<sup>2</sup>。1.6m×0.9m太阳能光伏发电板的发电功率是0.31kWp,则可以计算得吊箱光伏发电系统的总发电能力是2.87kWp。

索道吊箱如图2所示,吊箱顶部与钢索通过抱锁器进行连接。



图2 索道吊箱结构图

根据实际吊箱的条件,设计基于光伏储能的索

道吊箱供电系统由2.87kWp光伏发电系统、7.25kW储能变流器+5.75kW·h磷酸铁锂电池储能系统和整流稳压设备等其他一次、二次设备组成。

其中,光伏组件全部为单面单晶硅光伏组件,分别接入汇流箱,经稳压滤波电路处理后送入储能控制系统,将所发电存储到磷酸铁锂电池储能系统中。

储能装置采用预装式现场控制箱方式,将储能变流器、储能电池、能源管控系统、消防、风扇等集成在控制箱内,置于吊箱游客的座位底下。储能系统具备远程通讯接口。整个光储智能供电系统采用孤网运行模式。稳压储能设备在吊箱内部的结构如图3所示。

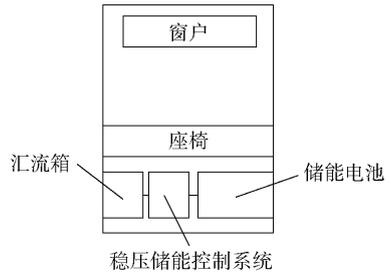


图3 稳压储能设备内部布置图

索道吊箱光储系统的运行模式是:

在夜间,将吊箱送到车库中,利用索道停运的时间可以为吊箱内的储能设备充电,储能电池充满电后会自动与电源脱开,第二天早晨当吊箱被逐个送到索道上,就开始正式工作。

在白天,索道正常运行过程中,太阳能光伏板发出的电能会存入储能设备中,智能控制系统会根据储能设备中的存储能力和现存电量来综合调配电能,当储能设备充满后就会停止发电。储能设备启动按离网模式启动,以孤网模式运行,当出现极端天气情况,例如连续三天阴雨天气,光伏发电量大幅下降,智能控制系统就会减少吊箱内用电设备的使用时间,综合监控光伏发电量和电池储量,优先保障最重要的用电需求。可以在夜间索道停运的时候,定期为光伏板做清洁以提高光伏发电系统的运行效能。

储能设备为外部电源提供36V、24V、12V三种直流电源输出接口,吊箱内的设备可以根据需要选择不同接口来使用。储能设备的稳压滤波电路采用DC-DC转换器实现降压。索道吊箱光储供电系统的结构框图,如图4所示。

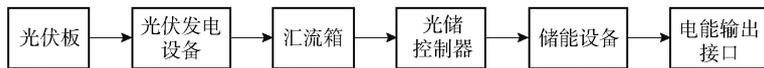


图4 索道吊箱光储供电系统的结构框图

## 2 智能监控系统

由于光伏发电的发电量有限,同时从成本和重量等方面综合考虑,储能设备也不宜安装太多,因此吊箱的电气设备要尽可能合理配置,而且都要选择低功耗的设备。

首先是广播通信部分。广播系统存储了一些景区和当地特产的广告信息,平时在运行中播放出来可以起到宣传作用。由于系统中加入了光伏发电模块,因此电能是源源不断的,这样就可以改变吊箱内广播的播放模式,甚至实现连续播放,可以提高宣传效果。而在紧急情况下,可以不间断发布中央控制室提供的消息,安抚吊箱内的游客,屏幕上也会播放相应的宣传片,是索道吊箱非常重要的设备。无线通信系统采用4G通信模块与中央控制室交换信息,采用扩音喇叭进行播放。平时的宣传资料则装在TF存储卡中循环播放,当然系统会设置为优先播放中央控制室的通告信息。当索道吊箱内的储能设备电量不足的时候就停止宣传材料的播放,剩余电量必须保证广播系统48h使用,以便中央控制室的紧急通知随时可以传达到吊箱内。

其次是低功耗的空调暖通系统,夏天索道运行最为繁忙,吊箱大部分时间是在白天使用,索道吊箱在空中悬挂,白天剧烈的阳光会直晒吊箱,吊箱内的温度会很高。如果给吊箱配置低功耗的空调系统,可以间歇性为吊箱降温,增加吊箱内游客的舒适度。冬天索道吊箱内温度会比较低,暖通系统会根据吊箱室内的温度,间歇性为吊箱供暖。空调系统会根据中央控制室提供的天气情况、吊箱内部的温湿度情况和储能设备的现存能量综合考虑,来调节吊箱内的温度。此功能属于辅助功能,只在索道能源充足的时候酌情进行启动。

第三是智能监控系统。只有掌握吊箱内的基本情况才能更好的实现智能监控,在吊箱内安装温湿度一体传感器SHT11,用以采集吊箱内的温度和湿度,并发送给控制系统,同时接受索道中央控制室的

远程监控。该传感器在常温下的测温精度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,湿度精度为 $\pm 3.0\% \text{ RH}$ ,采用串行通信方式传输数据。这完全可以满足吊箱监控对温湿度的要求。

有了检测部分和各执行机构,还要配置一个综合的智能监控系统协调调度各部分,汇总中央控制室和各子模块的信息,并将各种信息进行综合分析处理后做出决策。监控系统的核心为一台可编程控制器(PLC)加一个带有触摸功能的显示屏的解决方案。采用西门子PLC S7-200 smart控制,与显示屏采用以太网通信。在紧急情况下,显示屏上可以显示几个紧急救援人员的电话号码,在紧急情况下,游客可以给中央控制室的工作人员打电话沟通索道吊箱内的情况。

## 3 结论

所研制的智能吊箱对传统索道吊箱进行改造,充分利用吊箱表面积,增加了光伏发电系统,为索道吊箱增加电气设备提供了持续型能源保障。在此基础上系统增加了电能汇流和储存系统、广播系统、无线通信系统、触摸屏互动交互系统、智能控制系统、低功耗暖通系统等智能控制设备,搭建了更加智能化和人性化的索道吊箱系统。实现了吊箱内广播连续播放,可以播放更多景点信息、旅游地信息和待推广产品信息,增加了企业经济效益和社会效益,起到宣传当地、宣传当地产品和宣传景区的作用。同时对提高索道工程技术具有重要意义。

### [参考文献]

- [1] 刘辉,朱雄晏,罗武生. 新型脱挂抱索器机构设计与有限元分析[J]. 起重运输机械,2020(3):78-81.
- [2] 刘佳,张洋,李村,等. 新型脱挂索道车库检修平台[J]. 起重运输机械,2019(4):79-81.
- [3] 陈子龙,景文川,余容,等. 自动脱挂索货运索道小车研究[J]. 科学技术与工程,2016,16(26):207-210+216.
- [4] 刘明. 浅谈客运索道吊厢编号的制作[J]. 中国索道,2001(3):33-35.
- [5] 靳红,胡哲思,郑泓. 脱挂式索道的电气改造[J]. 起重运输机械,2004(1):55-57.

## An Intelligent Monitoring System of Cabin Cableway Based on the Photovoltaic Solar and Energy Storage Techniques

LIN Yao-yao, WANG Xin-zeng, ZHENG Yi, WU Xuan-rui, LIU Xiao-hui

**Abstract:** Aiming at the existent problems of the difficulties in wire power supply and the low level of intelligent control in cableway pod, the principle of traditional cableway and cableway pod was investigated, and the intelligent control idea is adopted to realize more abundant control functions. This paper studies further solar photovoltaic power generation and lithium battery energy storage technology, and the scheme for the realization of isolated grid mode gondola power supply system based on photovoltaic energy storage is presented; by equipping the ropeway gondola with HVAC equipment to improve the riding environment of the gondola, and use intelligence The collection and monitoring equipment and 4G communication module realize the remote communication and intelligent monitoring between the hoisting box and the central control room. Finally, the hardware scheme and algorithm realization of the ropeway hoisting box intelligent monitoring system are given, which improves the overall performance of the ropeway hoisting box.

**Key words:** Cableway Pod; photovoltaic power system; energy storage; photovoltaic power system ▲

.....  
(上接第 26 页)

## Study on Stabilization of Arsenic Sulfide Slag

DU Shi-mao, REN Hao, ZHANG De-zhou, WANG Ruo-xuan

**Abstract:** In this paper, through the study on the stabilization treatment of arsenic sulfide slag, ENFI-R8 and ENFI-Z8 stabilizing agents were used to investigate the stabilization effect of arsenic sulfide slag through the comparison of different addition amounts, and the best stabilizer and addition amount for the stabilization of arsenic sulfide slag were determined. The results show that: the treatment effect of arsenic sulfide slag with ENFI-R8 and ENFI-Z8 stabilizing agents is good, and the concentration of heavy metals can meet the disposal standard of Standard for pollution control on the security landfill site for hazardous wastes(GB18598—2019). Under the conditions of reaction time of 4 h and curing time of 24 h, ENFI-Z8 stabilizing agent is the best for arsenic sulfide slag treatment, and the amount of stabilizer is 40wt. %.

**Key words:** arsenic sulfide slag; stabilization treatment ▲