

某高速公路施工期节能减排绩效评价研究

王万鹏

山东华安检测技术有限公司, 山东 济南

收稿日期: 2022年9月21日; 录用日期: 2022年10月21日; 发布日期: 2022年10月31日

摘要

在高速公路建设过程中, 为降低交通运输业对生态环境的破坏与污染, 实施节能减排技术具有十分重要的现实意义。本文以某高速为例, 从建设期的沥青拌和楼油改气、弃渣利用、表土收集利用、高性能混凝土、旋挖钻孔五个方面进行了节能减排绩效评价研究, 为此类研究积累了一定基础。

关键词

高速公路, 施工期, 节能减排, 绩效评价

Study on the Performance Evaluation of Energy Saving and Emission Reduction during the Construction Period of a Expressway

Wanpeng Wang

Shandong Hua'an Testing Technology Co., Ltd., Jinan Shandong

Received: Sep. 21st, 2022; accepted: Oct. 21st, 2022; published: Oct. 31st, 2022

Abstract

In the process of expressway construction, in order to reduce the damage and pollution of the transportation industry to the ecological environment, the implementation of energy-saving and emission reduction technology has very important practical significance. Taking a high-speed as

an example, this paper conducts energy-saving and emission reduction performance evaluation research from five aspects of asphalt mixing plant oil to gas, waste slag utilization, topsoil collection and utilization, high-performance concrete and rotary drilling during the construction period, which has accumulated a certain foundation for such research.

Keywords

Expressway, Construction Period, Energy-Saving and Emission-Reduction, Performance Appraisal

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

由于过度消耗化石燃料所导致的全球变暖，已引起世界范围的广泛关注，而全球变暖又给社会经济的发展带来严重的损失。高速公路是国民经济和社会发展的基础性、先导性产业和服务性行业，也是重点终端用能特别是石油消费的大户。因此高速公路建设行业的节能降耗，对于中国资源的可持续利用、人与自然的和谐发展是非常重要的。节能减排项目绩效评价的终极目标是发展低碳经济实现社会的可持续发展，具体包括促进能耗降低、资源循环利用、减少废弃物排放，优化产业结构。为了响应交通运输体系节能减排工作，交通部大力推广绿色低碳高速公路的发展。某高速是以“BOT + EPC”模式建设的高速公路项目，将政府主导的节能减排高效转化为企业自愿自觉的行动，建设管理模式更具生命力，将引领未来绿色公路发展的新方向[1]。项目穿越多处敏感水体及地下水水源涵养区，生态环境敏感。项目从建设之初引入以前高速建设积累的节能环保技术与经验，并继续开展科技攻关，为绿色公路建设保驾护航。本文着眼于该高速的施工期进行节能减排绩效评价。

2. 沥青拌和楼油改气

传统沥青拌和楼经过技术改造后，采用天然气取代燃料油、柴油等作为燃料，可节约燃料成本，降低废气排放，减少燃烧装置损坏，也不会对除尘布袋产生污染，具有很高的经济价值和社会效益[2]。本项目共4处沥青拌合站，全部采用了沥青拌合楼油改气技术，沥青混合料拌合量为137.80万吨。

根据《交通运输节能减排项目节能减排量或投资额核算技术细则(2016年度)》，使用天然气的施工机械与采用其它燃料的施工机械能耗量之比按固定当量比(取值 $1.2 \text{ m}^3/\text{kg}$)进行核算，即 1.2 m^3 天然气相当于 1 kg 柴油(按燃料热当量取值)。该高速共消耗天然气 12923837.55 m^3 ，相当于替代 10769.86 吨柴油。柴油折标系数取值为 $1.02 \text{ kgoe}/\text{kg}$ ，将项目的替代柴油量折算为替代燃料量 10985.26 toe 。

沥青拌合楼“油改气”替代柴油 CO_2 排放量为：

$$\begin{aligned} \text{CO}_2\text{排放量} &= \text{替代柴油量} \times \text{柴油CO}_2\text{排放系数} \\ &= 10769.86 \times 3.1605 = 34038.14 \text{ t} \end{aligned}$$

沥青拌合楼“油改气”液化天然气 CO_2 排放量为：

$$\begin{aligned} \text{CO}_2\text{排放量} &= \text{总气耗量} \times \text{液化天然气CO}_2\text{排放系数} \\ &= 12923837.55 \div 1.4 \times 10^{-3} \times 3.0614 = 28260.74 \text{ t} \end{aligned}$$

沥青拌合楼“油改气”减少 CO_2 排放量为：

$$\text{减少二氧化碳排放} = 34038.14 - 28260.74 \text{ t} = 5777.40 \text{ t}$$

3. 弃渣利用

在山区公路施工过程中，隧道开挖、场地平整产生大量的弃渣，建筑物征拆也会产生一定的建筑垃圾，直接废弃将造成一系列环境问题[3]，而公路修筑时需要大量的路基填料、石料等。本项目对隧道弃渣、场地平整弃渣和建筑垃圾进行综合利用，共利用弃渣总量为318.12万方。如果上述弃渣未利用，使用24吨的自卸汽车运至弃渣场，每趟运输10立方米，平均运输距离5千米，平均油耗为0.3升/千米，则318.12万立方米弃渣运输共消耗柴油47.72万升，按质量计为410.16吨，折合597.64吨标煤，CO₂排放量为1212.38吨。

本项目石材外购运距约为20千米，同样使用24吨的自卸汽车运至弃渣场，每趟运输10立方米，平均油耗为0.3升/千米，则外购318.12万立方米石料运输共消耗柴油190.87万升，按质量计为1641.35吨，折合2391.61吨标煤，CO₂排放量为4851.62吨。就近建设石料加工厂，既减少了弃渣运输距离，也减少了外购石料的运输数量，具有较好的节能减排效益。综合利用的弃渣平均运距2千米，同样使用24吨的自卸汽车运至弃渣场，每趟运输10立方米，平均油耗为0.3升/千米，则综合利用318.12万立方米弃渣运输共消耗柴油19.09万升，按质量计为163.94吨，折238.88吨标煤，CO₂排放量为484.59吨。

综上，综合利用318.12万立方米弃渣共减少柴油消耗219.50万升，按质量计1887.57吨，折合2750.37吨标煤，减少5579.41吨CO₂排放。

4. 表土收集利用

全线对表土进行了收集利用工作，其中收集表土量为415833.9 m³，利用表土量为363410.9 m³。本项目外购表土运距约为20千米，使用24吨的自卸汽车运至弃渣场，每趟运输10立方米，平均油耗为0.3升/千米，则外购36.34万立方米土壤运输共消耗柴油21.80万升，按质量计为187.48吨，折合标准煤273.17 tce，CO₂排放量为592.51吨。表土堆存利用平均运输距离约为2千米，同样使用24吨的自卸汽车运至弃渣场，每趟运输10立方米，平均油耗为0.3升/千米，则剥离利用36.34万立方米表层土运输共消耗柴油2.18万升，按质量计为18.76吨，折合标准煤27.34 tce，CO₂排放量为59.31吨。综上所述，该高速公路收集利用36.34万立方米表层土后，其运输成本共减少柴油消耗206.24吨，折合245.83吨标准煤，减少CO₂排放533.2吨。

5. 高性能混凝土

本项工程在全线的桥梁桩基、承台、系梁等低标号混凝土中掺加粉煤灰，通过优化配合比设计，在不影响混凝土强度等性能前提下，将粉煤灰掺入水泥混凝土中，替代一定比例的水泥，在保证工程质量的基础上节省工程造价。掺加一定比例的粉煤灰后，水泥混凝土构件的和易性、耐磨性及耐久性都会有所提高，水泥混凝土构造物的养护维修频率将会有所下降，可节约养护费用[4]。

全线粉煤灰可替代水泥用量5.17万吨。生产1吨水泥耗能约为0.105吨标煤，则本项目可减少水泥生产能耗5428.5吨标煤，减少CO₂排放11012.26吨。

6. 旋挖钻孔

旋挖钻机是一种新型的钻孔设备，具有功效高、能耗低，施工过程中泥浆排放少等特点，在施工中得到广泛的运用[5]。考虑不同路段的土层结构，对沿线部分适宜的基桩采用旋挖钻孔，桩基总深度约39689.97 m。

本项目使用旋挖钻孔技术打入39689.97米，旋挖钻每米消耗柴油6升/米，总共用油量： $6 \times 39689.97 = 238139.82$ 升，转换成标准煤为346.99 tce，泥浆的排放量 $0.825 \times 0.825 \times 3.14 \times 39689.97 = 84823.92$ 立

方米。

按照项目钻孔 39689.97 米，冲击钻时间 $H_{冲} = 3.0$ 小时/米，冲击钻实测平均每小时消耗 32 度电，使用冲击钻时需循环泥浆，泥浆泵功率平均每小时消耗 22 度电。则采用冲击钻用电总量为 $39689.97 \times 3 \times (32 + 22) = 6429775.14$ kWh，转换成标煤为 2121.83 tce；泥浆排放量为 $0.825 \times 0.825 \times 3.14 \times 39689.97 \times 1.5 = 127235.88$ 立方米。

本项目采用旋挖钻技术，总节能量为 1774.84 吨标煤，减少泥浆排放量 42411.96 立方米。

7. 结论

针对项目沿线环境敏感、旅游资源丰富、重载交通比例大、采用 BOT + EPC 建模式等特点，树立全寿命周期理念，将绿色公路要求贯彻到该高速公路设计、施工、运营、养护和管理的全方位、全过程，通过工程设计优化、专项技术推广应用、管理创新等举措，实现节能减排、生态和谐、智慧高效、畅通优美的建设目标。本文从高速公路建设期沥青拌和楼油改气、弃渣利用、表土收集利用、高性能混凝土、旋挖钻孔五个方面进行了节能减排绩效评价研究，为此类研究积累了一定基础。另外，公路施工中的能耗包括公路施工机械能耗和排放、公路建材生产及使用能耗和排放等，为此，可以通过使用节能机械，加强设备管理与维护，发展节能型生产方式，促进道路建筑材料等再生资源的利用等途径来实现节能。

参考文献

- [1] 赵迺琳. “双碳”目标下中国矿山的发展与建设模式[J]. 中国矿山工程, 2022, 51(3): 83-89.
- [2] 沥青拌和设备“油改气”技术[J]. 交通节能与环保, 2014(6): 28-31.
- [3] 刘志敏. 建筑施工现场废弃物管理模型研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2017.
- [4] 陈树哲. 论粉煤灰对水泥混凝土流动性和易性及强度的影响[J]. 低碳世界, 2013(12): 140.
- [5] 石平. 旋挖钻机在灌注桩施工中的应用[J]. 工程建设与设计, 2019(10): 42-43.