

# 油田放空火炬对迁徙鸟类的影响分析

杨洁 冯莉 朱巧丽

中勘冶金勘察设计院有限责任公司

DOI:10.12238/eep.v7i3.1976

**[摘要]** 在油田开发初期,因油气集输管网等地面生产设施不完善,油气无法实现密闭集输,在套管气产生量较低或不具备回收可行性时,常采用火炬燃烧放空为处理方式。采用放空火炬燃烧放空方式大大减少了套管气直接排放所带来的污染影响,但放空火炬燃烧产生的热辐射则可能对鸟类造成生命威胁,尤其是迁徙鸟类。本文以西北某地油田为例,研究了西北某地鸟类迁徙通道的分布情况,通过计算放空火炬的热辐射高度,进而确定热辐射影响范围,对照鸟类迁徙飞行高度分析火炬对西北某地鸟类迁徙通道的影响,并提出相应的保护措施。

**[关键词]** 套管气; 放空火炬; 鸟类迁徙通道

**中图分类号:** S791.255 **文献标识码:** A

## Analysis of the Influence of the Torch in the Oil Field on Migration Birds

Jie Yang Li Feng Qiaoli Zhu

Zhongkan Metallurgical Investigation Design & Institute Co., Ltd

**[Abstract]** In the early stage of oilfield development, due to incomplete surface production facilities such as oil and gas gathering and transportation pipelines, oil and gas cannot be transported in a closed manner. When the production of casing gas is low or there is no feasibility for recovery, flare combustion and venting are often used as treatment methods. The use of a venting torch combustion method greatly reduces the pollution impact caused by the direct discharge of casing gas, but the thermal radiation generated by the venting torch combustion may pose a threat to the lives of birds, especially migratory birds. This article takes a certain oil field in the northwest as an example to study the distribution of bird migration channels in the northwest. By calculating the thermal radiation height of the venting torch, the range of thermal radiation impact is determined. The impact of the torch on the bird migration channel in the northwest is analyzed by comparing the bird migration flight height, and corresponding protective measures are proposed.

**[Key words]** casing gas; Release the torch; Bird migration channels

### 引言

在石油开采过程中,当井底压力降低到泡点压力时,天然气便从原油中分离出来,形成套管气<sup>[1]</sup>。井位密集的成熟油田区块基本已经实现了套管气与采出液的密闭混输,在处理站内集中分离和回收利用,但对于开发初期的新区块,由于井位零散、套管气产量低、产率不稳定、压力小等各种原因,无法实现有效的回收利用,仍以火炬燃烧放空为主要处理方式。根据世界银行全球天然气减排合作协会(GGFR)2019年6月12日发布的数据,全球2018年放空套管气燃烧量同比增长3%,达到1450×108m<sup>3</sup>,相当于中美洲和南美洲的年度天然气总消费量,燃烧量排名前五的国家为俄罗斯、伊拉克、伊朗、美国和阿尔及利亚,中国排17位。研究区域作为中国石油开采的主产区之一,火炬燃烧放空也是其开发初期采取的主要套管气处理方式。

### 1 火炬热辐射的危害

火炬燃烧是一个高温氧化过程,常用于处理工业生产中排放的可燃组分(烃类为主),因此适合处理套管气。火炬燃烧不同于一般意义上的环保处理设施,其燃烧排放产生的污染形态不是单一的,而是多种形态的混合体,燃烧时烟尘、噪声、振动、气味、光污染和热辐射均同时出现,其中以热辐射对鸟类影响较大。热辐射是指因热引起的电磁波辐射,它是由物体内部微观粒子在运动状态改变时所激发出来的能量,可分为红外线、可见光和紫外线等。其中红外线对生物体的热效应显著,因其较强的穿透力,轻则引起鸟类呼吸道损伤、皮毛烧伤,重则危害鸟类生命安全。

由于火炬燃烧产生大量的热辐射,有可能对飞临附近的鸟类造成伤害。为此,《石油天然气开采行业污染防治技术政策》

(环境保护部, 公告 (2012年) 第18号) 要求, “在开发过程中, 伴生气应回收利用, 减少温室气体排放, 不具备回收利用条件的, 应充分燃烧, 伴生气回收利用率应达到80%以上; 站场放空天然气应充分燃烧。燃烧放空设施应避开鸟类迁徙通道。”

## 2 西北某地鸟类迁徙通道的分布

西北某地各类陆栖脊椎动物近700种, 占中国这一类动物物种数的32%, 其中鸟类有400余种, 隶属于19个目50个科, 其中迁徙性鸟类315种<sup>[2]</sup>。迁徙鸟类每年往返于繁殖地和越冬地之间, 进行长达上万里的长途迁徙, 在这个过程中, 其体能消耗是非常巨大的, 常常达到自身所积蓄能量的数倍。因此, 在迁徙途中鸟类需要在一系列停歇地补充体力, 从而完成长距离迁徙。在迁徙期间, 鸟类面临着多方面的压力, 如食物资源的波动、捕食压力、种内和种间的竞争等, 因此迁徙通道的安全就显得尤为重要。而油田放空火炬对迁徙鸟类而言就是一项安全隐患。

根据研究, 全世界共有8条候鸟主要迁徙路线, 分别是: ①跨越整个大西洋连接西欧、北美东部及西非狭长地带的“东大西洋迁徙线”; ②连接东欧和西非的地中海迁徙线, 跨越印度洋; ③连接东非和西亚的“东非西亚迁徙线”; ④南北走向贯穿整个亚洲大陆架的“中亚迁徙线”; ⑤横跨印度洋和大西洋、连接东亚和澳洲大陆的“东亚-澳大利亚迁徙线”; ⑥贯穿南、北美洲西部地区的“密西西比美洲迁徙线”; ⑦“太平洋美洲迁徙线”; ⑧贯穿南、北美洲东部地区的“大西洋美洲迁徙线”。这8条候鸟迁徙路线存在着复杂的重叠交汇区, 有3条路线覆盖了我国的全部领域, 分别是“东非西亚迁徙线”、“中亚迁徙线”和“东亚-澳大利亚迁徙线”, 其中“东非西亚迁徙线”和“中亚迁徙线”都覆盖或途径西北某地<sup>[3]</sup>。图1显示, 在这些迁徙通道上, 均有大型油气田的分布。

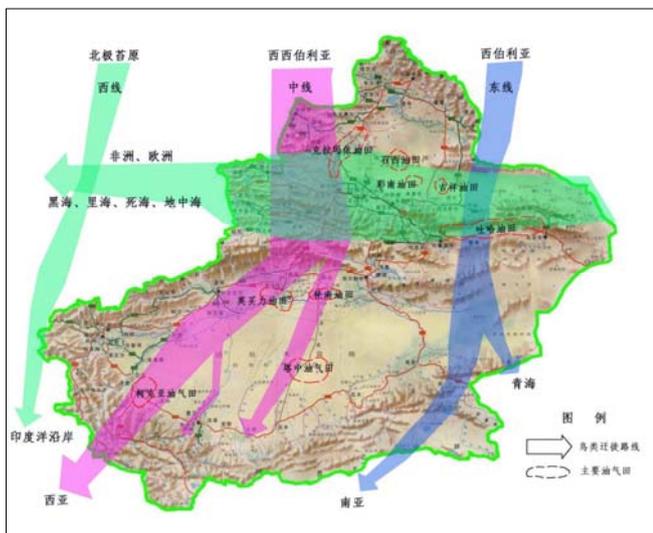


图1 西北某地主要鸟类迁徙通道和主要油气田分布示意图

中途停歇地是迁徙鸟类在繁殖地和非繁殖地之间的联系枢纽, 对于迁徙鸟类完成其完整的生活史过程具有重要作用。从鸟类的迁徙对策、中途停歇地的选择、鸟类在中途停歇地的停留时间、体重变化和种群特征以及中途停歇地的环境状况等方面,

回顾了中途停歇生态学在近年来的研究进展, 并提出了迁徙对策理论的实验研究, 小型鸟类在中途停歇地的停歇时间及体重变化的准确确定等目前有待解决的问题。

## 3 鸟类的迁飞高度

鸟类迁飞高度一般低于1000m, 小型鸣禽的迁徙高度不超过300m, 大型鸟可达3000~6300m, 个别种类可以飞越9000m, 鸟类夜间迁徙的高度往往低于白天, 候鸟迁徙的高度亦与天气有关, 天晴时, 鸟飞行较高; 在有云雾或强劲的逆风时, 则降至低空飞行, 如图2所示, 大多数鸟类飞行高度在几百米以上, 低飞高度也在200m以上。

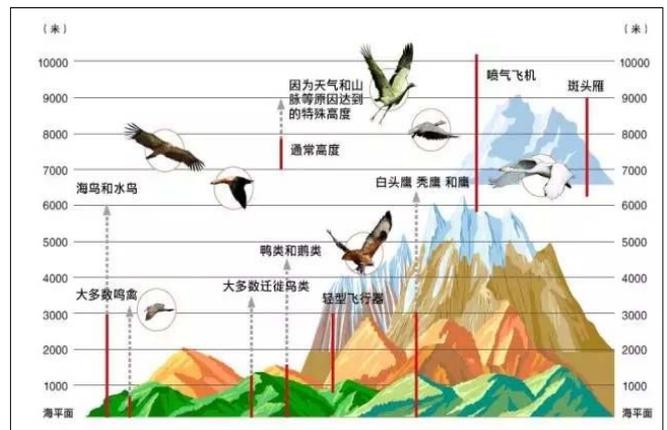


图2 各类候鸟迁飞高度示意图

## 4 放空火炬影响高度

### 4.1 放空火炬热辐射危害

放空火炬作业时, 天然气射流点火燃烧时属于扩散喷射火焰, 是一种非预混燃烧现象<sup>[4]</sup>, 其对环境的威胁主要来自火焰燃烧时与周围大气、环境之间发生的热量传递。火焰热量传递的方式分为热传导、热对流和热辐射三种方式, 其中热辐射占比最大。热辐射对目标损伤的判定准则有3种: 热辐射剂量准则、热辐射强度准则、热剂量-热强度准则<sup>[5]</sup>, 本文选取热辐射强度准则, 根据美国石油协会在API规范安全热辐射推荐值(见表1), 以工作人员穿着防护服可持续工作的许可热辐射阈值 ( $1.58\text{kW}/\text{m}^2$ ) 作为鸟类的安全热辐射强度, 放空火炬热辐射对鸟类的影响高度即为放空火炬作业时竖直方向上安全辐射强度处的离地高度。

表1 推荐安全热辐射值

许可热辐射阈值 ( $\text{kW}/\text{m}^2$ )	情况
9.46	在非常紧急的情况下, 必须进入热辐射强度大于 6.31 的环境下工作。工作人员必须穿着防护服, 可配备防护罩。 警告: 工作人员只穿防护服, 只能工作数秒
6.31	在紧急情况下, 在此热辐射环境中工作 30 秒左右。工作人员须穿着防护服
4.73	在紧急情况下, 在此热辐射环境工作两到三分钟。工作人员须穿着防护服
1.58	穿着防护服, 可持续工作

### 4.2 热辐射实例计算

以克拉玛依油田套管气放空火炬为例, 研究放空火炬作业时其垂直方向的热辐射分布规律, 计算模型选择PHAST软件中

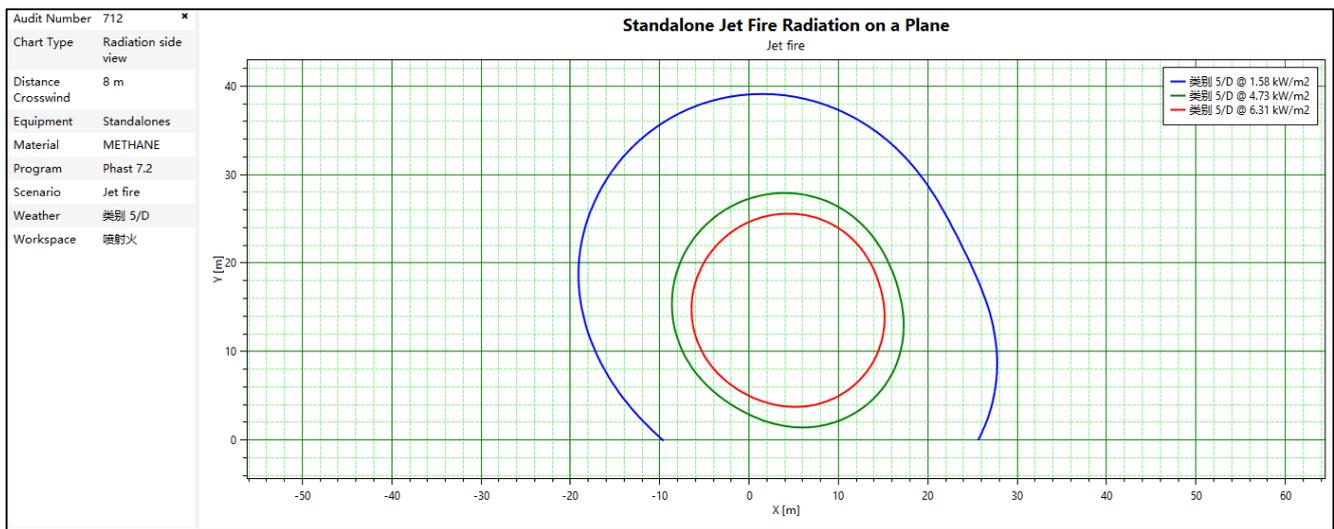


图3 火炬下风向8m处热辐射空间分布情况

“喷射火”模型中的API模型,该模型适用于火炬点燃后热辐射的计算分析<sup>[6]</sup>。计算设计相关参数及取值见表2。

表2 计算参数及取值

名称	数值
物质	天然气,以甲烷计
火炬高度	8m
火焰模型	API
喷射方向	竖直向上
喷射速度	44m/s
质量流速	1kg/s
喷射温度	20℃
大气稳定度	D
风速	取克拉玛依市平均风速,为2.5m/s
地表温度	取克拉玛依市平均温度,9℃
太阳辐射	1kW/m <sup>2</sup>

采用API模型计算结果见图3。计算结果表明,离地约39m高度处放空火炬的热辐射强度降至1.58kW/m<sup>2</sup>,对鸟类的危害较小。

### 5 结语

通过API模型计算,结果表明,西北某地各油气田虽然处在主要鸟类迁徙通道上,但套管气放空热辐射损害高度一般在39m左右,远低于鸟类迁徙高度,基本不会对迁徙鸟类造成影响。当然,不排除火炬设置在临近水域、湿地等鸟类觅食场所时,会对低空觅食的鸟类造成损害,但目前国内外尚未见到相关报道。此

外,随着研究区域油气勘探的深入,油气田正在从目前主要分布在准噶尔盆地、吐哈盆地、塔里木盆地内部的现状,向天山中低山山地发展延伸,由于海拔的升高,火炬会更靠近鸟类迁徙高度,因此,未来各油气开发企业应该将保护鸟类迁徙列入山地油气开采的环保课题,开展进一步的研究和讨论。

### 【参考文献】

- [1]顾锦龙.油井套管气综合回收治理技术应用及效果[J].环境研究与监测,2016,32(2):46-50.
- [2]马鸣.新疆鸟类名录[M].北京:科学出版社,2001:1-73.
- [3]Parmley E J,Bastien N,Booth T F,et al.Wild bird influenza survey[J].Emerg Infect Dis,2005,2008,14:84-87.
- [4]周力行.燃烧理论和化学流体力学[M].北京:科学出版社,1986.
- [5]宇德明,冯长根,曾庆轩,等.热辐射的破坏准则和池火灾的破坏半径[J].中国安全科学学报,1996,(02):8-13.
- [6]石天雄.PHAST软件预测火炬的气体扩散和热辐射[J].安全、健康和环境,2010,10(07):35-38.

### 作者简介:

杨洁(1990—),女,汉族,河南省周口市人,硕士研究生,工程师,从事环境影响评价、清洁生产审核、竣工环境保护验收。