

文章编号:1671-251X(2016)03-0021-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2016.03.005

张钰栋,张翠平,张瑞亮,等.进气流量对防爆柴油机动力及排放性能的影响[J].工矿自动化,2016,42(3):21-24.

进气流量对防爆柴油机动力及排放性能的影响

张钰栋, 张翠平, 张瑞亮, 孙秀全, 李强强, 孙丹丹

(太原理工大学 机械工程学院, 山西 太原 030024)

摘要:为了改善井下工人工作环境,减少井下柴油机 NO_x 、CO、HC等污染物的排放,根据防爆柴油机的工作环境及排放法规要求,针对某型防爆柴油机不同进气流量下的动力性和排放性进行了试验研究,确定了适当的防爆柴油机进气流量。试验结果表明,减小进气流量使防爆柴油机动力性有一定降低,也使得排放中的烟度略有增加,但却一定程度上降低了 NO_x 的排放。

关键词:防爆柴油机;进气流量;动力性;排放性能

中图分类号:TD684 文献标志码:A 网络出版时间:2016-03-07 15:14

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20160307.1514.005.html>

The effect of air intake flow on power and emission performances of explosion-proof diesel

ZHANG Yudong, ZHANG Cuiping, ZHANG Ruiliang, SUN Xiuquan,

LI Qiangqiang, SUN Dandan

(College of Mechanical Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: In order to improve working environment of underground coal miners and reduce emissions of pollutants such as NO_x , CO, HC, etc., power and emission performances of a certain type of explosion-proof diesel under different air intake flow were studied according to working environment of explosion-proof diesel and emission regulations, and the appropriate air intake flow of explosion-proof diesel was determined. The test results show that reducing air intake flow will reduce power performance of explosion-proof diesel, and increase smoke slightly, but it will also reduce the emissions of NO_x .

Key words: explosion-proof diesel; air intake flow; power performance; emission performance

0 引言

随着煤炭开采技术越来越成熟,井下无轨辅助运输系统得到迅速发展。但由于井下通风条件有限,且柴油机经过防爆改造后排放性能有所降低,对井下工人健康造成了危害,对井下安全生产造成了隐患。柴油机进气流量对柴油机燃烧和排放性能都有着十分明显的影响。因此,为了有效减少井下防爆柴油机尾气排放中的 NO_x 和CO等有害物质,改善井下工人工作环境,同时维持防爆柴油机的动力

性,本文通过试验讨论进气流量对防爆柴油机动力和排放性能的影响。

1 试验设备及条件

本文试验使用的是FDE4100QFB型防爆柴油机,主要参数见表1。根据MT 990—2006《矿用防爆柴油机通用技术条件》^[1]的要求,本次试验的条件如下:①排气温度达到 $(68 \pm 2)^\circ\text{C}$;②表面温度达到 $(148 \pm 2)^\circ\text{C}$;③冷却水温度达到 $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$;④废气处理箱水位低于最低设定水位;⑤机油压

收稿日期:2015-11-20;修回日期:2016-01-04;责任编辑:胡娴。

基金项目:山西省煤基重点科技攻关项目(MJ2014-14)。

作者简介:张钰栋(1990—),男,山西夏县人,硕士研究生,研究方向为防爆柴油机,E-mail:517285790@qq.com。通信作者:张翠平(1964—),女,山西万荣人,教授,硕士研究生导师,研究方向为现代发动机关键零部件的分析,E-mail:zhangcp64@163.com。

力降至 $(0.15\pm0.02)\text{MPa}$ 。

表 1 FDE4100FB 防爆柴油机主要参数

项目	参数
缸数×缸径×行程	4×100 mm×127 mm
活塞总排量	3.99 L
压缩比	16.5
额定转速	2 200 r/min
额定功率	45 kW
最大扭矩/转速	$(220\text{ N}\cdot\text{m})/(1\,400\sim1\,600\text{ r/min})$
表面温度	$\leqslant150\text{ }^{\circ}\text{C}$
排气温度	$\leqslant70\text{ }^{\circ}\text{C}$

试验设备及仪器见表 2。

表 2 试验所用设备及仪器

设备及仪器	型号
防爆柴油机	TDE4100QFB
电涡流测功机	DW320
发动机测控系统	ET2100
5 组分尾气排放仪	AVL DICOM 4000
不透光烟度计	AVLDISMOKE 480

2 试验方法

2.1 防爆柴油机性能测试

进气管管径为 67 mm,进气温度为恒定 18 ℃,进气压力实时测量,在保证其他条件不变的情况下,改变进气管进气面积,将进气口面积分别变为原来的 1/4,1/8,1/16。在这几种不同进气面积下,测量和计算进气流量,并确定在进气口面积不同的情况下对应的防爆柴油机动力性。

防爆柴油机中 11 工况点下的测量是衡量防爆柴油机动力和排放性能的重要指标之一,按照 MT 220—1990《煤矿用防爆柴油机械排气中 CO、氮氧化物检验规范》^[2],测量水洗箱前防爆柴油机 11 工况点下的尾气排放,对比不同进气流量下防爆柴油机的性能,结果见表 3。

2.2 进气流量计算

自然吸气式发动机四冲程进气流量公式为^[3]

$$Q_{\text{in}}=2V_{\text{st}}R\eta_v/i$$

式中: Q_{in} 为发动机每分钟进气流量; V_{st} 为发动机的总排量; R 为发动机每分钟最大转速; η_v 为发动机的容积效率; i 为发动机冲程。

根据测量和计算得到不同转速下的进气流量,见表 4。

表 3 防爆柴油机 11 工况点下的测量结果

工况点	转速/ ($\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$)	负荷/ ($\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$)	工况点	转速/ ($\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$)	负荷/ ($\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$)
1	800	0	7	1 500	220
2	1 000	0	8	2 200	220
3	1 000	110	9	2 200	165
4	1 000	220	10	2 200	110
5	1 500	0	11	2 200	0
6	1 500	165			

表 4 不同转速下的进气流量

转速/ ($\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$)	进气流量/ ($\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$)	转速/ ($\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$)	进气流量/ ($\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$)
1 000	1 695.75	1 800	3 052.35
1 200	2 034.90	2 000	3 391.50
1 400	2 374.05	2 200	3 730.65
1 600	2 713.20		

3 试验分析

3.1 外特性

测量防爆柴油机外特性下动力和排放性能随进气流量的改变而改变的情况,即保证发动机油门全开,调节不同进气流量,测量转速为 1 000,1 200,1 400,1 600,1 800,2 000,2 200 r/min 时发动机的输出转矩,结果如图 1 所示。

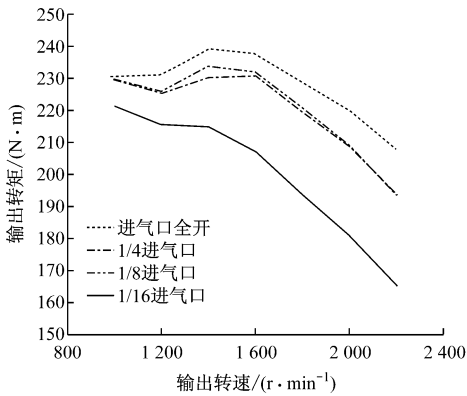


图 1 输出转矩随进气口大小变化曲线

从图 1 可以看出,进气口变小,使得防爆柴油机的输出转矩有降低的趋势。在 1/4 进气口和 1/8 进气口的输出转矩虽然都比进气口全开有所降低,但是转矩降低值不大;1/4 和 1/8 进气口之间对比,输出转矩没有明显变化,但是在使用 1/16 进气口时,防爆柴油机的输出转矩有明显降低。这是因为柴油机的进气流量通常是过量的,在进气口变小之初,进

气流量虽然有所减少,但还满足发动机燃烧要求,所以输出转矩减低并不明显。当进气口减小到一定量,使得进气流量小到一定程度时,进气流量不能满足燃烧需要,发动机输出转矩就会明显降低。

3.2 进气流量对各气体排放量的影响

3.2.1 NO_x 随进气流量的变化

防爆柴油机排放的 NO_x 体积分数随进气流量的改变如图 2 所示。从图 2 可以看出,当进气口变小时,排放物中 NO_x 体积分数有不同程度的波动。这是由于 NO_x 易在高温富氧条件下生成^[4],在 1/4 进气口时进气流量虽然有所降低,但是燃烧室温度略有增加,所以产生的 NO_x 并无明显变化。在 1/8 进气口时进气流量降低更多,燃烧室温度对 NO_x 的产生影响也不明显,所以 NO_x 体积分数有一定降低。而在 1/16 进气口时进气流量明显降低,直接影响柴油机燃烧,使得 NO_x 体积分数明显降低。

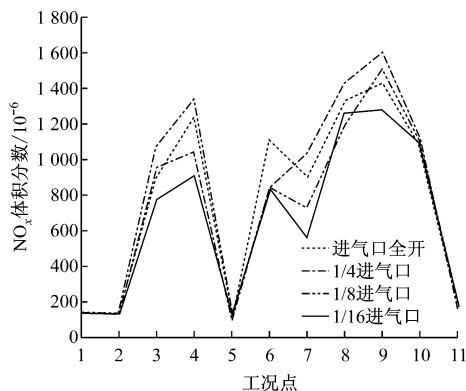


图 2 NO_x 体积分数随进气流量变化曲线

3.2.2 CO 随进气流量的变化

防爆柴油机排放的 CO 随进气流量的变化曲线如图 3 所示。从图 3 可看出,进气口减小使得 CO 排放有增加趋势,在负荷增加时,CO 体积分数随进气口减小有明显增加,但是在低负荷状态下,CO 的排放随进气口大小的变化并不明显。在大负荷下,1/16 进气口时 CO 排放有十分明显的增加,说明进

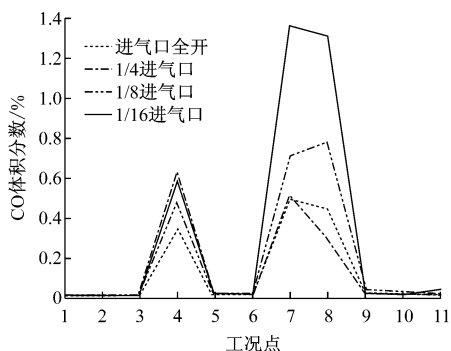


图 3 CO 体积分数随进气流量变化曲线

气流量的减少对柴油机 CO 排放有一定影响。

3.2.3 HC 随进气流量的变化

防爆柴油机排放的 HC 随进气流量的变化曲线如图 4 所示。从图 4 可以看出,进气口的改变对防爆柴油机的 HC 排放量的影响是十分复杂的。在 1/4 和 1/8 进气口的情况下,柴油机的 HC 排放量是波动的;在有负荷的情况下,虽然个别工况 HC 体积分数有所增加,但是大部分情况下 HC 排放量还是有所减少;在 1/16 进气口的情况下,HC 排放量的趋势是总体增加的,HC 排放量的波动十分明显,这是由于进气流量减小,混合物浓度过浓,造成燃料不能完全燃烧,导致 HC 排放量增加^[5]。

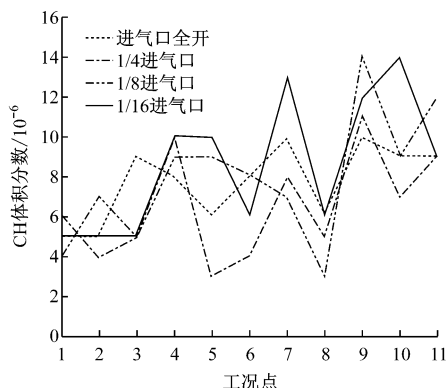


图 4 HC 体积分数随进气流量变化曲线

3.2.4 烟度随进气流量的变化

防爆柴油机烟度随进气流量的变化曲线如图 5 所示。从图 5 可看出,进气口改变对防爆柴油机烟度有一定影响,会在一定程度上增加烟度的排放量,但是影响并不大,产生的烟度百分比变化不明显。

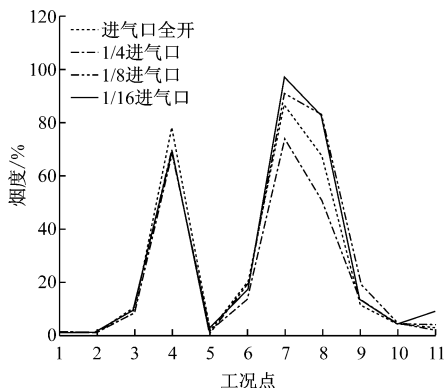


图 5 烟度随进气流量变化曲线

4 结语

通过试验讨论了进气流量对防爆柴油机动力及排放性能的影响。由试验数据可知,改变进气口的大小即改变防爆柴油机的进气流量对防爆柴油机动

力和排放性能有一定的影响:① 通常柴油机进气流量是过量的,在进气口减小到一定程度之前,进气流量对防爆柴油机动力和排放性能的影响都不明显。② 当进气口减小到一定程度时,进气流量对防爆柴油机有一定的影响,动力性略有降低,除 NO_x 排放量明显降低、HC 适量降低外,其余排放物都有一定的增加。将进气口面积减小到原进气口面积的 1/8~1/4 时,既满足动力性要求,又满足排放要求。③ 当进气口过量减小时,进气流量对防爆柴油机性能有明显的影响,防爆柴油机动力性明显降低,除了 NO_x 排放量降低外,其余气体排放量都大幅度升高,尤其是 CO 排放量增加十分明显。

在实际生产中,要保持防爆柴油机进气口的畅通,时常清洗,防止进气口堵塞,避免由于进气流量

过量减少而使防爆柴油机动力性过分降低,以至于因不能满足生产需求造成停机,引发事故。

参考文献:

[1] MT990—2006 矿用防爆柴油机通用技术条件[S].
[2] MT220—1990 煤矿用防爆柴油机械排气中一氧化碳、氮氧化物检验规范[S].
[3] 黄粉莲,纪威,周炜. 涡轮增压柴油机进气流量的计算与仿真[J]. 农业工程学报,2013(3):62-68.
[4] 许洪军,曹会智,刘伍权,等. 柴油机尾气氮氧化物的机外净化技术研究(一)[J]. 内燃机,2004(6):36-38.
[5] 张翠平,王铁. 内燃机排放与控制[M]. 北京:机械工业出版社,2012.