



*Supplement of*

## **Emissions factors for gaseous and particulate pollutants from offshore diesel engine vessels in China**

**F. Zhang et al.**

*Correspondence to:* Y. Chen (yjchentj@tongji.edu.cn) and C. Tian (cgtian@yic.ac.cn)

The copyright of individual parts of the supplement might differ from the CC-BY 3.0 licence.

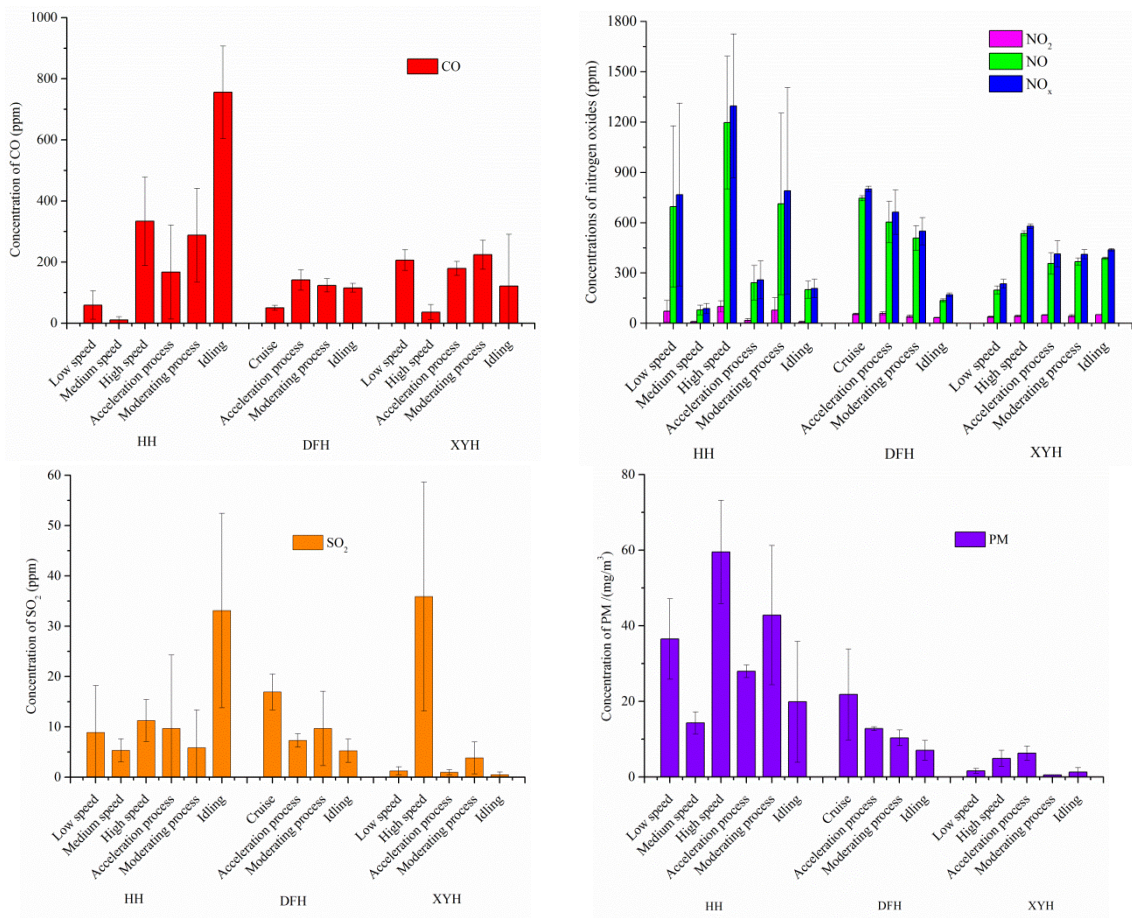


Figure S1. Concentrations of main gaseous matters and PM in shipping emissions

Table S1. Fuel-based EFs for the gaseous pollutants for different operating modes

(g·kg<sup>-1</sup> fuel)

Vessel ID	Operating mode	CO <sub>2</sub>	CO	NO	NO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	TVOC	SO <sub>2</sub>
HH	Low speed	3023±2236	6.08±4.77	76.4±52.8	12.0±11.2	0.81±0.47	89.2±64.3	50.7±83.7	
	Medium speed	3106±1753	15.3±15.6	121.6±43.9	20.2±6.01	0.77±1.69	142.6±51.6	20.6±19.4	
	High speed	3069±1342	12.7±5.50	48.6±16.1	6.23±2.08	1.82±0.34	56.6±18.6	29.9±23.6	
	Acceleration process	2940±1133	45.2±41.7	69.7±30.0	7.87±4.59	4.87±2.83	82.5±37.4	62.0±2.83	1.60
	Moderating process	3049±2005	26.0±13.8	68.7±52.3	11.5±11.2	2.65±1.54	82.8±65.0	30.8±24.6	
	Idling	2948±514	122±24.5	34.7±8.86	1.95±1.43	2.45±2.84	39.1±13.1	14.1±8.04	
DFH	Cruise	3160±141	1.88±0.30	29.9±0.59	3.37±0.30	0.01±0.01	33.3±0.90	1.24±0.07	
	Acceleration process	3157±197	5.91±1.38	27.0±5.55	4.06±0.62	0.37±0.38	31.5±6.55	-	0.92
	Moderating process	3157±180	5.81±1.02	25.5±3.67	3.15±0.61	0.45±0.39	29.1±4.68	-	
	Idling	3121±303	28.2±3.59	35.5±2.65	13.5±0.72	1.84±0.65	50.8±4.02	-	
XYH	Low speed	3102±409	32.2±5.26	32.9±4.04	9.67±0.84	0.65±0.42	43.3±5.31	9.15±0.00	
	High speed	3162±75.7	1.40±0.97	22.4±0.63	2.76±0.29	0.28±0.12	25.4±1.04	4.41±0.00	
	Acceleration process	3150±732	17.0±2.15	36.2±6.49	7.70±0.22	0.15±0.06	44.1±6.77	-	2.60
	Moderating process	3148±166	18.7±3.93	32.8±1.94	5.93±1.04	0.05±0.07	38.8±3.04	-	
	Idling	3162±72.4	9.97±3.80	34.0±0.56	6.86±0.19	0.05±0.02	40.9±0.76	-	

-, Unavailable data for TVOC

Table S2. Fuel-based EFs for PM and its chemical compositions

Vessel ID	HH						DFH			XYH						
	Operating mode	Low speed	Medium speed	High speed	Acceleration process	Moderating process	Idling	Cruise	Acceleration process	Moderating process	Idling	Low speed	High speed	Acceleration process	Moderating process	Idling
PM																
(g·kg <sup>-1</sup> fuel)	1.29±0.52	4.62±3.09	1.00±0.49	1.86±0.29	0.97±0.30	2.08±1.09	0.65±0.36	0.43±0.02	0.39±0.08	1.33±0.49	0.19±0.08	0.15±0.07	0.47±0.14	0.04±0.00	0.09±0.08	
OC																
(g·kg <sup>-1</sup> fuel)	0.30±0.40	0.82±0.31	0.12±0.06	0.14±0.02	0.11±0.02	0.51±0.34	0.18±0.20	0.09±0.03	0.14±0.02	0.56±0.14	0.17±0.14	0.05±0.02	0.15±0.07	0.05±0.02	0.04±0.00	
EC																
(g·kg <sup>-1</sup> fuel)	0.47±0.20	0.72±0.60	0.58±0.25	0.10±0.34	0.15±0.00	1.70±1.69	0.22±0.16	0.34±0.12	0.19±0.03	0.42±0.03	0.04±0.02	0.09±0.03	0.22±0.12	0.02±0.02	0.03±0.00	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>																
(mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	13.4±2.72	ND	3.40±1.99	ND	10.5±4.66	3.22±2.12	17.8±26.8	2.11±0.81	0.64±0.54	55.7±67.2	2.27±0.51	0.35±0.45	2.95±3.89	0.83±0.13	8.38±0.00	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>																
(mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	101±118	52.2±20.0	82.0±35.2	11.5±8.19	43.4±35.0	24.9±9.62	61.9±5.58	28.2±4.72	30.6±5.49	8.87±0.00	1.81±2.08	21.6±5.47	27.1±5.78	12.4±0.00	2.45±0.00	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>																
(mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	16.0±8.01	86.9±16.5	7.76±1.45	29.2±0.03	20.9±9.41	15.9±6.07	5.27±4.52	1.48±1.07	3.11±0.78	2.51±1.62	2.85±0.20	3.71±0.92	3.01±1.72	4.03±1.75	4.97±0.00	
Ca <sup>2+</sup>																
(mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	4.25±1.10	23.7±10.3	6.43±1.57	12.1±6.77	15.9±0.00	17.3±0.46	4.11±0.48	4.61±2.33	1.58±0.90	3.48±0.00	1.30±0.58	1.62±1.31	0.65±0.35	1.07±0.50	2.89±0.00	
Cl <sup>-</sup>																
(mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	2.84±1.38	15.7±0.00	2.74±3.13	10.0±1.81	10.7±0.61	4.81±2.86	2.47±0.04	0.04±0.00	7.21±0.00	10.7±2.43	ND	0.04±0.00	ND	ND	ND	
Na <sup>+</sup>																
(mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	2.51±2.55	3.95±3.15	2.69±2.23	0.94±2.93	3.55±0.40	3.37±0.17	1.12±1.06	0.79±0.33	7.00±0.00	7.50±9.48	1.32±0.58	1.94±0.34	1.78±0.25	2.28±1.04	3.30±0.00	
V																
(mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	0.23±0.07	0.76±0.04	ND	ND	0.51±0.03	ND	ND	0.03±0.00	ND	1.17±0.06	1.30±0.58	1.62±1.31	0.65±0.35	1.07±0.50	2.89±0.14	
Cr																
(mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	0.08±0.06	0.71±0.04	ND	0.19±0.13	0.13±0.01	0.08±0.00	0.24±0.33	0.01±0.02	ND	0.17±0.01	0.07±0.00	0.08±0.07	0.31±0.35	0.17±0.00	ND	
Fe																
(mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	0.11±0.11	0.92±0.56	0.02±0.02	0.04±0.00	0.04±0.00	0.12±0.06	0.20±0.28	0.02±0.01	0.01±0.00	0.13±0.01	0.03±0.01	0.03±0.00	0.02±0.02	0.05±0.03	ND	
Ni																
(mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	0.07±0.00	1.44±1.17	0.01±0.00	0.15±0.01	0.24±0.01	ND	0.03±0.02	0.03±0.02	ND	0.10±0.01	0.04±0.03	0.01±0.01	0.04±0.00	0.02±0.02	0.06±0.00	
As																
(mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	0.36±0.02	7.34±0.37	0.39±0.06	0.37±0.20	0.48±0.02	0.88±0.04	0.21±0.30	0.06±0.08	0.13±0.01	0.24±0.01	0.00±0.00	0.01±0.01	0.02±0.00	0.00±0.00	ND	
Cd																
(mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	0.22±0.01	3.91±0.20	0.14±0.01	1.35±0.82	3.46±0.17	0.14±0.17	0.31±0.19	0.05±0.00	0.03±0.01	3.18±0.16	0.00±0.00	0.03±0.00	0.04±0.04	0.32±0.28	0.54±0.03	

Tb (mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	1.20±0.17	0.47±0.02	0.48±0.07	6.78±1.18	2.32±0.12	3.51±3.61	0.36±0.04	0.48±0.02	0.80±0.04	1.54±0.08	0.12±0.10	0.30±0.18	0.05±0.36	0.76±0.61	1.30±0.07
Er (mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	0.89±0.90	26.9±20.9	0.72±0.84	1.81±4.56	1.25±0.06	1.77±1.95	0.34±0.02	0.26±0.30	0.28±0.01	3.51±0.18	0.24±0.07	0.23±0.21	0.28±0.12	0.81±0.61	0.62±0.03
Yb (mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	0.45±0.59	16.7±0.84	1.69±0.08	ND	0.04±0.00	2.73±1.91	ND	0.19±0.23	0.42±0.13	2.77±0.14	0.35±0.21	0.16±0.14	0.32±0.29	0.44±0.28	2.26±0.11
Lu (mg·kg <sup>-1</sup> fuel)	1.32±0.94	11.8±0.59	0.28±0.01	2.53±0.13	0.25±0.01	0.83±0.82	0.32±0.02	0.18±0.05	0.89±0.40	2.68±0.13	1.11±1.09	0.34±0.51	0.34±0.13	0.49±0.44	ND

ND, Not Detected