

北部湾某沿海电厂温排水口周边海域温升生态环境评价

罗斌

广东中加检测技术股份有限公司

摘要: 为了摸清沿海电厂温排水温升对海洋生态环境的影响范围, 本文采用多季度实地现场测量的方式, 对北部湾某沿海电厂温排水口进行温升监测研究。结果表明, 电厂的温排水的排水方式具有有效降低温排水水温优点, 水温从温排水口往外呈明显的递减趋势, 在水文动力条件下, 经过扩散稀释和外界的热交换的传热效应后, 温排水水体的温度将迅速下降, 而海域水体环境的水温则有不同程度的升高, 排海后对周边海域的温升影响范围有限, 对生态环境影响很小, 且其负影响的只集中在排水口的附近的小范围内。

关键词: 电厂; 温排水; 温升; 生态环境

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.22.073

引言

随着我国经济的快速发展, 工业体系的完善, 人口的增加, 社会对能源的需求也是与日俱增。其中电力能源就包括火力、水力、风力、核能和太阳能等发电方式。目前火力发电仍是我国主要电力能源, 据国家统计局数据, 2022年1~7月, 全国总发电量47725.6亿千瓦时, 其中火力发电占全国发电的比重超68%。截至2022年3月止, 我国建成的核电站11座, 总装机容量5559万千瓦, 2022年1~6月, 我国核电站累计发电量为1989.99亿千瓦时, 占全国发电比重的5.02%。

不管是火力发电还是核能发电, 发电过程中需要大量的水源作为冷却水, 供给冷却塔和冷凝器进行机组的冷却, 为防止冷凝器附着生物形成绝热层和堵塞冷却系统^[1], 为满足水源补给充分, 电厂基本修建在水源丰富的江河下游河口或者沿海地区, 采用海水直流进行机组冷却。而沿海电厂对周边海域生态环境的主要污染因子是温排水, 温排水对生态环境的直接影响因素是温升^[2]。本文以北部湾某沿海电厂为例, 采用实地采样和现场测量的方式, 对其排放的冷却温排水对周边海域的温升影响范围进行分析评价。

一、电厂工程概况

(一) 电厂简介

北部湾某沿海电厂一期工程2×1000MW超临界燃煤机组, 机组冷却水采用海水直流冷却。一期工程分别于2019年和2020年投入运行。项目位于广东省湛江市雷州市沿海城市, 面向北部湾。

(二) 循环冷却水取排水方式及规模

本文章电厂冷却方式为海水直流冷却, 采用单元制直流供水系统, 冷却水采用“南取北排”的取排水方式, 取水口位于电厂西南面, 排水口位于电厂西北侧海域, 取水渠长约2300m, 排水渠长约1800m, 排水明渠渠底标高为-3.5m, 电厂冷却水量夏季为68.12m³/s, 冬季冷却水量为51.1m³/s。

循环冷却水系统供水流程: 敞开式取水口、引水明

渠、进水前池、循环泵房、压力供水管、凝汽器、压力排水管、排水箱涵、排水明渠、排水口、西北角海域。

二、监测断面站位设置

本文章电厂温排水口周边海域温升监测断面站位以温排水口为放射中心, 扇形辐射面设置5条垂线, 每条线上由起点向终点2km内依次设置50m, 70m, 100m, 150m, 250m, 400m, 550m, 750m, 1000m, 1300m, 1600m, 2000m共12个站位。具体断面分布详见图1。

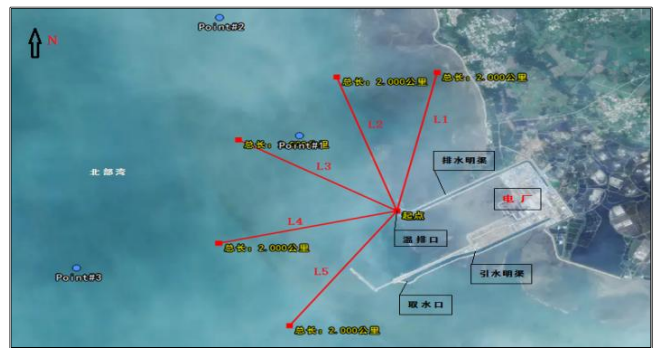


图1 监测断面站位示意图

三、温升监测结果及分析

从电厂投产开始对其温排水口周边海域进行四个季度的表层水温^[3]测定, 测定结果具体数值见表1, 各季度水温变化曲线详见图2。并对温排水口附近海域的海水水温背景值进行测定, 结果为春季平均水温涨潮21.9℃, 落潮21.8℃; 夏季平均水温涨潮30.3℃, 落潮30.2℃; 秋季平均水温涨潮26.5℃, 落潮27.1℃; 冬季平均水温涨潮21.1℃, 落潮21.2℃。温排水口断面上水温均值相较海域背景值的温升值详见表2。

从四个季度的监测结果可看出, 水温从温排水口往外呈明显的递减趋势。四个季度中温排水口水温最高为夏季此次监测结果显示最大值为夏季涨潮期的36.4℃; 且涨落潮期水温>35℃的区域也仅在夏季出现, 局限于排水口周边的100 m距离以内。从水温递减趋势可看出夏季水温递减至海域平均背景水温距离最短, 冬季递减距离最长, 且温排水口水温值夏季>秋季>春季>冬季, 这与季节气候和气温有着密切的关系; 从温升值大小可看出, 春季>冬季>秋季>夏季, 与海域背景水温有着一定联系。基于水文动力的原因, 从监测结果可看出各个季度的涨潮期温升值大于落潮期的温升值, 表明涨潮期潮水方向不利于热量团的有效扩散, 反之落潮期有助于热量团的扩散。

以温排水口扇形辐射面计算温升面积, 结果如表3所示。四个季度温排水口周边区域均有不同程度的温升, 温升面积最大出现在春季和冬季: $\Delta T > 4^\circ\text{C}$ 的温升面积最大为春季涨潮期的0.083km², 次之为冬季涨潮期的0.019km²; $\Delta T > 3^\circ\text{C}$ 的温升面积最大为春季涨潮期的

0.473km²，次之为冬季涨潮期的0.034km²； $\Delta T > 0^{\circ}\text{C}$ 的温升面积最大为冬季落潮期的2.784km²，最小为秋季涨潮期的0.369km²。另外， $\Delta T > 4^{\circ}\text{C}$ 的温升面积很小，集中在温排水口百米内的区间，越往外的海域温升值越小，直至递减至海域背景水温。

四、温升对生态环境的影响分析

电厂冷却温排水排入周边海域后，在水文动力条件下，经过扩散稀释和外界的热交换的传热效应后，温排水水体的温度将迅速下降，而海域水体环境的水温则有不同程度的升高。当水体温度的温升范围超过海洋生物的生长适宜温度时，将会导致海洋生物不同程度的影响，如水体水温上升的温升区间在海洋生物生长的适宜温度内，则不会对其造成明显的影响。

研究表明，当水体适度增温时（ $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$ ）时，群落中的种类增加，其中浮游植物的种类数平均增加50%，浮游动物的种类数平均增加76%。在春季，温场弱增温区生物量最高，是自然水温区的1.3倍；冬季温度场弱增温区的浮游动物生物量是自然水温区生物量的2.4倍。当水体强增温时（ $\Delta T \geq 3^{\circ}\text{C}$ ），水生生物群落中种类出现减少。尤其在夏季自然水温较高时，在增温（ $\Delta T > 4^{\circ}\text{C}$ ）区内，水温超过35 $^{\circ}\text{C}$ 时，浮游动物的种类和数量都会减少，降低了群落的物种多样性，还会改变群落中的物种组成，有些种类的个体数量明显减少，而

个别耐热种类开始增加，成为明显的优势种^[4]。

温升对其他海洋生物影响的研究：当温升 $\Delta T > 3^{\circ}\text{C}$ 时，对某些鱼类有较明显的影响^[5]，当温升 $\Delta T < 3^{\circ}\text{C}$ 时，对鱼类则表现出有利的影响，一定范围内种群数量会随水温升高而提高，温升对鱼类的影响基于海域背景水温值的大小，且与厂址所处的气候条件有一定的关系；当水体适度温升（ $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$ ）时底栖动物种类数可增加40%，其效果在水温较低的春冬季尤为明显，当温升 $\Delta T > 3^{\circ}\text{C}$ 时，一些耐热喜温种群会成为优势种，相对喜低温种群会减少^[6]。

本文的监测结果表明：温升在 $\Delta T > 4^{\circ}\text{C}$ 的区间只集中在温排水口的百米的区间内，越往外温升越小；水温 $> 35^{\circ}\text{C}$ 的情况也只出现在夏季，且也集中在温排水口的小区域范围内；温升面积大小与季节和水文动力有着密切的关系。从生态监测数据可知在春季和秋季背景水温较低的情况下，取水口附近海域监测的水温较其他站位低，其浮游植物密度也较低，而水温较高的站位浮游植物密度较高，所以温升在适宜的范围内是有助于浮游植物的生长。

从文章结果可得出北部湾某沿海电厂温排水对周边海域浮游植物的负影响范围很小，在水温较低的水温背景下还有助于浮游植物的生长，对于浮游动物影响不明显。

表1 温排水口四季度水温变化数值

季节	潮期	特征值	水温（ $^{\circ}\text{C}$ ）											
			50m	70m	100m	150m	250m	400m	550m	750m	1000m	1300m	1600m	2000m
春季	涨潮	最大值	30.2	27.9	27.9	27.8	26.9	26.9	25.9	24.7	21.9	22.4	21.9	22.2
		最小值	25.6	25.7	25.7	25.6	24.5	22.8	24.8	21.8	21.2	21.4	21.0	21.4
		平均值	27.9	27.0	26.9	26.4	25.8	25.3	25.4	23.0	21.7	22.0	21.5	21.8
	落潮	最大值	27.6	27.0	26.9	26.6	24.7	25.9	24.9	24.6	22.5	22.3	23.1	22.4
		最小值	25.4	25.7	23.4	22.8	22.7	22.0	21.7	21.7	21.8	21.3	21.3	21.4
		平均值	26.7	26.5	25.6	24.7	23.6	23.7	23.2	23.0	22.2	21.8	22.0	21.7
夏季	涨潮	最大值	36.4	35.6	34.4	33.5	32.2	31.9	31.4	31.1	30.5	30.9	30.8	30.8
		最小值	31.9	31.9	31.9	31.6	31.3	30.6	30.4	29.5	29.3	29.5	29.4	29.4
		平均值	33.3	33.2	32.8	32.3	31.8	31.0	30.7	30.4	30.2	30.3	30.3	30.3
	落潮	最大值	35.9	35.3	34.0	33.1	31.9	31.5	31.0	30.9	31.1	30.9	30.9	30.9
		最小值	31.5	31.3	31.1	30.9	29.8	29.7	29.5	29.5	29.5	29.6	29.7	29.6
		平均值	33.0	32.4	32.0	31.7	31.1	30.7	30.4	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2
秋季	涨潮	最大值	30.7	30.5	29.8	29.6	29.5	28.0	27.0	26.4	26.6	26.4	26.3	26.4
		最小值	30.4	29.9	29.5	29.1	28.4	27.2	26.3	26.2	26.1	26.2	26.3	26.3
		平均值	30.6	30.2	29.6	29.4	28.6	27.5	26.5	26.3	26.4	26.3	26.3	26.4
	落潮	最大值	30.6	30.5	29.8	29.3	29.2	28.6	28.6	28.0	27.8	27.8	27.8	27.8
		最小值	28.6	28.8	28.2	28.4	27.7	27.2	27.1	26.2	26.1	26.2	26.3	26.3
		平均值	30.0	29.6	29.1	28.9	28.4	27.8	27.7	27.3	27.1	27.1	27.1	27.1
冬季	涨潮	最大值	27.9	26.3	26.2	25.5	24.5	23.3	22.3	22.2	21.2	21.2	21.1	21.3
		最小值	25.5	25.2	25.1	22.0	22.0	22.0	21.9	21.1	21.0	21.0	21.0	20.9
		平均值	26.9	25.9	25.7	24.2	23.3	22.6	22.1	21.8	21.1	21.1	21.0	21.1
	落潮	最大值	27.9	26.8	26.4	25.6	24.9	23.3	23.0	22.5	22.8	22.4	21.2	21.0
		最小值	25.6	25.4	23.7	21.0	21.0	21.2	21.3	21.6	21.0	21.0	21.0	20.9
		平均值	26.5	26.0	25.3	23.7	22.7	22.2	22.1	21.9	21.8	21.5	21.1	20.9

表2 温排水口四季度温升值

季节	潮期	温升值 ΔT ($^{\circ}\text{C}$)											
		50m	70m	100m	150m	250m	400m	550m	750m	1000m	1300m	1600m	2000m
春季	涨潮	6.0	5.1	5.0	4.5	3.9	3.4	3.5	1.1	-0.2	0.1	-0.4	-0.1
	落潮	4.9	4.7	3.8	2.9	1.8	1.9	1.4	1.2	0.4	0.0	0.2	-0.1
夏季	涨潮	3.0	2.9	2.5	2.0	1.5	0.7	0.4	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0
	落潮	2.8	2.2	1.8	1.5	0.9	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
秋季	涨潮	4.1	3.7	3.1	2.9	2.1	1.0	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1
	落潮	2.9	2.5	2.0	1.8	1.3	0.7	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
冬季	涨潮	5.8	4.8	4.6	3.1	2.2	1.5	1.0	0.7	0.0	0.0	-0.1	0.0
	落潮	5.3	4.8	4.1	2.5	1.5	1.0	0.9	0.7	0.6	0.3	-0.1	-0.3

表3 温排水口四季度各区间温升面积

季节	潮期	区间温升面积 (km^2)					背景水温 $^{\circ}\text{C}$
		$>4^{\circ}\text{C}$	$>3^{\circ}\text{C}$	$>2^{\circ}\text{C}$	$>1^{\circ}\text{C}$	$>0^{\circ}\text{C}$	
春季	涨潮	0.083	0.473	0.598	0.712	1.194	21.9
	落潮	0.011	0.028	0.215	0.850	1.975	21.8
夏季	涨潮	0	0.006	0.028	0.152	1.005	30.3
	落潮	0	0	0.010	0.083	0.553	30.2
秋季	涨潮	0.003	0.028	0.083	0.215	0.369	26.5
	落潮	0	0	0.013	0.139	1.005	27.1
冬季	涨潮	0.019	0.034	0.114	0.381	1.222	21.1
	落潮	0.013	0.024	0.053	0.215	2.784	21.2

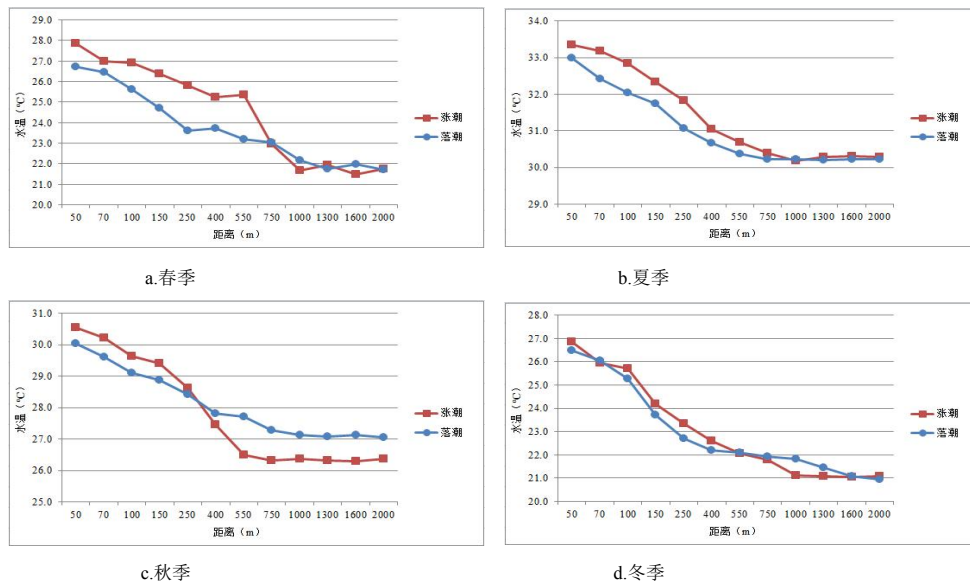


图2 温排水口四季度水温变化曲线

五、结论

- (1) 北部湾某沿海电厂长距离的明渠排水方式对降低温排水水温起到重要作用。在长距离的明渠排水过程中有助于温排水提前与外界进行热交换，使其到达排放口时水温有一定程度的降低，对海域温升影响减小。
- (2) 电厂温排水口周边海域温升递减趋势均与季节性水温和水文动力有着密切的关系。
- (3) 电厂温排水对生态环境影响很小，且其影响的只集中在排水口的附近的小范围内。

参考文献

[1] 吴琼, 陈韦丽. 电厂温排水中余氯扩散规律及其对海洋环境的影响研究[J]. 环境科技, 2012, 25 (1): 18-21.
 [2] 何琴燕, 任敏, 蔡燕红, 等. 滨海电厂温排水对

生态环境影响研究进展[J]. 海洋开发与管理, 2012, (9): 94-97.
 [3] 原国家环境保护局. 水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法 (GB 13195-91) [S]. 中国环境科学出版社, 2010.
 [4] 金腊华, 黄报远, 刘慧璇, 等. 湛江电厂对周围水域生态的影响分析[J]. 生态科学, 2003, 22 (2): 165-167.
 [5] 曹宇峰, 曾松福, 林春梅. 浅谈我国电厂温排水对海洋环境的影响状况[J]. 海洋开发与管理, 2013, (2): 72-75.
 [6] 郑琳, 张爱君, 曲亮, 等. 青岛滨海电厂温排水对海洋生态环境影响研究现状[J]. 海洋开发与管理, 2012, (9): 94-97.