



# 印尼爪哇PALABUHANRATU (3 × 350 MW) 电厂项目港口平面布置

柯学

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032)

**摘要:** 介绍印尼爪哇PALABUHANRATU (3 × 350 MW) 电厂项目港口平面布置方案, 分析影响本工程港口平面布置的主要自然因素: 风浪、泥沙、潮流、潮汐、地质等, 探讨港口平面布置的几个关键技术问题。根据工程特点, 提出3个平面布置方案, 通过波浪物理模型、温排水数学模型和泥沙冲淤分析, 综合比较确定推荐方案。

**关键词:** 港口; 防波堤; 码头; 取、排水口

中图分类号: U 65

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)10-0079-04

## General layout of port for PLTU 2 JAWA BARAT PALABUHANRATU 3×350 MW power plant, Indonesia

KE Xue

(CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

**Abstract:** This paper introduces the general layout of the port for PLTU 2 JAWA BARAT PALABUHANRATU 3×350 MW in Indonesia, analyzes major natural factors affecting the general layout: wind, wave, sediment, current, tide and geology, etc., and discusses key technical issues about the general layout. According to the characteristics of the project, three types of the general layout scheme are proposed. The recommended scheme is based on the comprehensive comparison after studies of the wave physical model, cooling water draining model and sediment movement.

**Key words:** port; breakwater; jetty; water intake & outfall

### 1 工程概况

印尼爪哇PALABUHANRATU (3 × 350 MW) 电厂项目位于印度尼西亚国南部爪哇岛的西南海岸Palabuhan Ratu 湾内, 面对印度洋, 距离雅加达约140 km。电厂新建3台350 MW燃煤发电机组, 年需燃煤340万t, 需建设1.2万t驳船煤炭卸船泊位2个, 电厂建设期需统筹考虑电厂重件设备上岸要求。港口选址于Cimandiri河口北侧海岸, 港口自然水域完全开敞, 受外海长周期波浪影响较大, 近岸为砂质海岸, 水深较浅, 受沿岸输沙影响也较大。如何改善码头的作业泊稳条件, 保证可作

业天数, 减少泥沙淤积, 防止排水口温水在浪流作用下扩散被取水口吸入, 确定合理的港口平面布置非常关键。本文通过认真分析影响港口平面布置的主要自然因素, 结合电厂营运需求, 并通过物理或数学模型研究, 得出最佳的港口平面布置方案, 为在开敞海域建设电厂配套港口提供了宝贵经验。

### 2 影响港口平面布置的主要自然因素<sup>[1]</sup>

#### 2.1 港口地处外海开敞海域, 风浪条件较差

港口地处印尼爪哇岛西南部Pelabuhan Ratu 湾

收稿日期: 2013-08-10

作者简介: 柯学(1973—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事港口及航道工程设计工作。

底, W-SW向正对印度洋, 为完全开敞海域。

工程海域常风向为ESE向, 出现频率为27.26%; 强风向为N向, 实测最大风速为20.5 m/s; 平均风速分布以W-N向风较强, 平均风速均在4.8~5.3 m/s。

工程区主要受W-SW向外海浪的影响, 以涌浪为主; N-NW向风浪对本项目也有一定影响, 为湾内有效风区浪。常浪向为SW向, 频率占55.13%; 强浪向为WSW-SW向, 实测最大波高 $H_{\max}$ 为3.79 m,  $H_s$ 为2.41 m。推荐-9.0~-10.0 m等深线附近50 a一遇设计波浪要素为: W-SW向 $H_s=3.97$  m,  $T_s=13.4$  s。

## 2.2 港口地处河口附近, 沿岸输沙动力条件较强

港口南侧邻近Cimandiri河口, 河面宽度约40~60 m, 水深较浅, 旱季流量小, 河流输沙在河口沉积形成口门沙坝。雨季流量大, 水流急, 河口会形成明显的浑水带, 浑水与清水的分界线可达河口口门外约2 km, 河口处水体含沙量达 $0.443 \text{ kg/m}^3$ , -8 m等深线处水体含沙量为 $0.255 \text{ kg/m}^3$ , 河口径流输沙成为本海域主要的沙源。

同时, 近岸破碎波影响显著, 破碎带内波浪掀沙现象明显, 水体含沙量高达 $4.471 \text{ kg/m}^3$ , 在波、流动力综合作用下底沙运动活跃。

## 2.3 港口水域潮差小, 潮流弱

当地潮汐类型为混合型半日潮。最高高潮位: 1.07 m, 最低低潮位: -1.01 m, 平均高潮位: 0.43 m, 平均低潮位: -0.42 m; 设计高水位: 0.84 m, 设计低水位: -0.77 m, 极端高水位: 1.07 m, 极端低水位: -1.01 m, 海啸增水考虑2~3 m。

港口水域潮流较弱, 而且受洋流的影响季节性变化。湾内实测得最大流速仅为0.24 cm/s, 流向 $215^\circ$ 。

## 2.4 港口地处海岸坡度平缓, 地质浅层为砂质土, 可挖性好

港口地处海岸呈南北走向, 岸线略带弧形, 总体较为顺直, 海岸坡度较缓, 坡角为 $5^\circ \sim 10^\circ$ , 海岸距-5 m等深线约400 m, 距-8 m等深线约900 m。工程范围内从上到下主要发育以下地层: I 细

砂、II 粉砂、II<sub>1</sub> 淤泥质粉质黏土混砂、III 粉细砂、IV 粉细砂混砾石或卵石、V<sub>1</sub> 粉细砂、V<sub>2</sub> 粉细砂、VI 安山岩中等风化层, 浅层地质土实测标贯击数为5~12击, 可挖性较好。

## 3 港口平面布置方案的确定

### 3.1 港口平面布置原则

根据本工程的特点和需求, 港口平面布置总体应体现“布置合理、施工简单、操纵安全、维护方便、经济实用”的设计理念。

1) 充分利用本海域的自然条件和地形地质条件, 建设防波堤形成掩护条件较好并足够大的港池水域供船舶使用;

2) 防波堤的布置应考虑沿岸泥沙运动的影响, 减少港池水域的泥沙淤积;

3) 防波堤的布置应保证电厂取水条件, 防止排水口温水在浪流作用下扩散被取水口吸入;

4) 为了提高码头的抗震能力、减小码头对波浪的反射和方便施工, 电厂码头近岸布置, 尽可能采用高桩梁板结构;

5) 为防止排水口的温水直接进入港池, 防波堤按基本不越浪标准设计。

### 3.2 港口平面布置的几个关键技术分析

#### 3.2.1 口门朝向、位置与有效宽度

口门的朝向、位置与有效宽度直接影响港池水域的泊稳条件、泥沙淤积和船舶操纵安全。本工程口门的布置根据工程现状条件、水文测验数据、规范条文规定和模型试验结果综合确定。

##### 1) 口门朝向。

本工程区主要受W-SW向外海浪的影响, 常浪向为SW向, 强浪向为WSW-SW向, 口门朝向宜避开常浪向和强浪向。

港口南临Cimandiri河口, 河口受径流输沙影响明显。同时, 根据电厂以北已建两条平行抛石突堤工程的周边地形变化情况可知, 突堤已形成较明显的南淤北冲趋势, 表明了沿岸输沙对该区的影响。因此, 口门朝向不宜为SW-S向。

综上分析, 港口口门朝向确定为NW向, 北偏西 $55^\circ$ 。

## 2) 口门位置。

本工程区海域底质为粉细砂, 口门位置应设在强浪破碎区以外的海域。根据波浪物理模型试验结果和水文测验数据显示, 波浪大约在-5~-6 m等深线处开始破碎, 为防止和减少波浪破碎对航行安全及泥沙冲淤变化的不利影响, 口门应布置在-6 m等深线以外海域。

考虑到Cimandiri河口的浑水可扩散到河口外近2 km范围, 约-10 m等深线处。并且, 根据规范<sup>[2]</sup>计算, 进港航道和港池水域设计底高程为-8.0 m。因此, 港口口门位置确定布置在-8.0 m等深线处。

## 3) 口门有效宽度。

根据规范计算, 1.2万t驳船单向进港航道宽为121 m。本港口口门由南北两条防波堤形成, 口门的有效宽度 $B_0$ 应为设计船长的1.0~1.5倍, 即120~180 m。根据当地涌浪出现频率较高的特点, 为保证船舶通过航道进出口门时的安全, 口门有效宽度取150 m。

### 3.2.2 防波堤布置

本工程区均匀的土层分布和良好的地质条件, 可节省防波堤的投资, 为防波堤的平面布置提供有利条件。根据本工程的波浪和泥沙运动特点, 港口防波堤的布置应采用双防波堤、环抱式方案, 在进港航道和港池的南、北两侧各布置一条防波堤, 防波堤穿过波浪破碎带, 两条防波堤形成环抱式, 围成掩护条件较好的水域, 满足船舶安全进港和靠离泊作业需要。同时, 防波堤又能阻止沿岸泥沙运动, 减少进港航道和港池水域的泥沙淤积。并且, 在南防波堤自堤根至约-5 m等深线之间铺设不透水土工布, 有效阻止排水口的温水向港内扩散。防波堤按基本不越浪设计, 根据规范<sup>[3]</sup>计算, 堤顶高程5.5 m, 堤顶宽6 m。

### 3.2.3 码头布置

为满足电厂年卸煤340万t的要求, 在护岸海侧45.5 m处, 共设两个12万t驳船卸煤泊位, 码头采用高桩梁板结构, 可保证在强震下码头结构的安全, 减小码头对波浪的反射。并且, 可满足码头施工采用陆上施工的工艺要求。码头长300 m,

宽24 m。在码头南端布置引桥1座, 长31.5 m, 宽16.3 m (其中车道宽8 m)。码头南端100 m范围在电厂建设期兼顾重件作业。码头顶高程3.75 m, 前沿泥面设计高程-8.0 m。

### 3.2.4 取水口及排水口布置

根据电厂工艺设计要求, 电厂采用明渠取水和明渠排水工艺。为满足当地环保要求, 取水口及排水口均只能布置在海侧。为了防止排水口温水在浪流作用下扩散被取水口吸入, 将取水口布置在港池内, 位于码头的南侧, 将排水口布置在港池外, 位于南防波堤和河口之间。

### 3.3 港口平面布置方案

根据电厂使用需求, 以及对本工程区域气象、水文、地质等条件分析, 共设计了3个港口平面布置方案。

#### 1) 方案1。

在进港航道和港池的南北两侧各布置1条防波堤, 防波堤起始段垂直于陆域护岸, 在-5.0 m等深线处向NW向转角, 延伸至-8.0 m等深线处, 形成约36万 $m^2$ 的有掩护水域。南北防波堤根处间距620 m, 堤头处间距244 m。港池有效宽度507 m, 口门有效宽度150 m。防波堤总长2 059 m, 北侧防波堤堤长817 m, 南侧防波堤堤长1 242 m。码头近岸布置, 取水口布置于港池岸侧南端, 排水口布置于港池外靠南侧 (图1)。

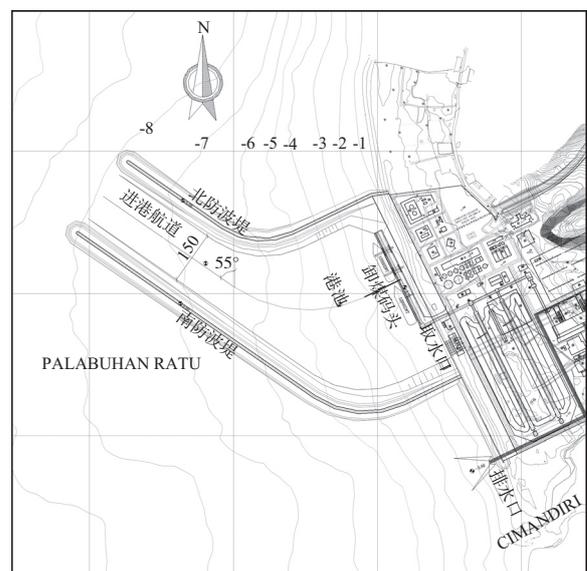


图1 港口平面布置方案1

2) 方案2。

在进港航道和港池的南北两侧各布置1条防波堤，南防波堤起始段垂直于陆域护岸，在-5.0 m等深线处向NW向转角，延伸至-8.0 m等深线处，北防波堤从堤根到口门为直线布置，形成约43万m<sup>2</sup>的有掩护水域。南北防波堤根处间距620 m，堤头处间距244 m。港池有效宽度507 m，口门有效宽度150 m。防波堤总长1 971 m，北侧防波堤堤长729 m，南侧防波堤堤长1 242 m。码头近岸布置，取水口布置于港池岸侧南端，排水口布置于港池外靠南侧（图2）。

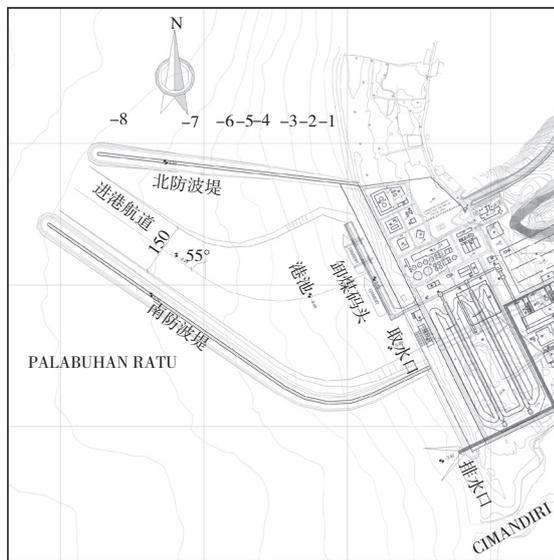


图2 港口平面布置方案2

3) 方案3。

在港口的南北两侧各布置一条防波堤，防波堤起始段垂直于陆域护岸，在-5.0 m等深线处向NW向转角，延伸至-8.0 m等深线处。防波堤总长2 277 m，北侧防波堤堤长817 m，南侧防波堤堤长1 460 m。码头近岸布置，取水口布置于港池岸侧

南端，排水口布置于港池外靠南侧。在取水口北侧和码头之间增设一条隔堤，堤顶高程为1.50 m，堤长1 197 m。隔堤与北侧防波堤之间为进港航道和港池，口门有效宽度150 m，水域面积约33万m<sup>2</sup>；隔堤与南侧防波堤共同形成取水明渠，取水明渠底宽50 m，水域面积约19万m<sup>2</sup>（图3）。

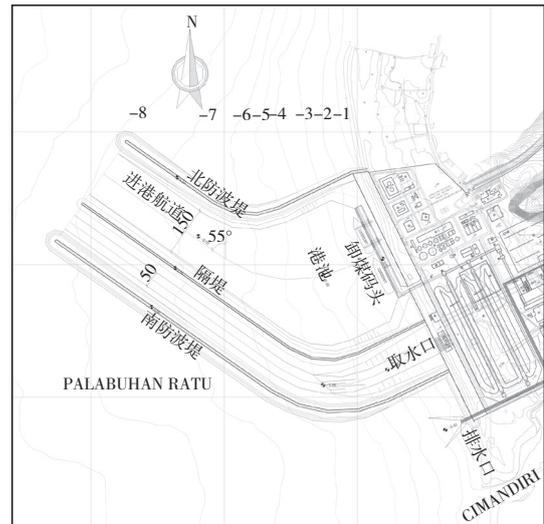


图3 港口平面布置方案3

通过整体波浪物理模型试验<sup>[4]</sup>、温排水数学模型试验<sup>[5]</sup>和工程泥沙冲淤分析<sup>[6]</sup>，对3个港口平面布置方案进行比选，各方案技术参数及优缺点见表1。

通过比较可以看出：方案1港内水域掩护条件好，泥沙淤积强度小，取水口水位变化和温升小。但是防波堤长度比方案2略长88 m；方案2防波堤长度最小，取水口水位变化和温升小。但是港内水域掩护条件一般，泥沙淤积强度最大；方案3港内水域掩护条件一般，泥沙淤积强度小，取水口水位变化和温升最大，防波堤长度最长。

综合比较，本电厂项目港口平面布置最终采用了方案1。

表1 各方案技术参数及优缺点

项目	泊位个数	泊位长度/m	防波堤总长度/m	隔堤长度/m	港内水域面积/万m <sup>2</sup>	明渠水域面积/万m <sup>2</sup>	港内水域掩护效果	港内平均回淤强度/(m·a <sup>-1</sup> )	取水口水位变化/m	取水口温升/℃
方案1	2	300	2 059	0	36	0	好	0.27	0.005	平均0.6, 最大0.7
方案2	2	300	1 971	0	43	0	一般	0.30	0.005	平均0.6, 最大0.7
方案3	2	300	2 277	1 197	33	19	一般	0.27	0.020	平均0.8, 最大1.2

(下转第101页)