江苏淤泥质海岸滩涂匡围龙口合龙的实践与探讨

徐向红

（江苏省沿海开发集团有限公司　南京　210003）

摘　　要：龙口合龙是滩涂匡围的一个关键工序。文章通过总结江苏条子泥一期匡围龙口合龙施工失败和成功经验，对低滩大面积匡围龙口的位置和宽度、龙口防护、合龙时机、合龙施工以及合龙后的保护等进行分析和探讨，对淤泥质海岸滩涂匡围龙口合龙施工具有指导意义。

关　键　词：条子泥；龙口合龙；龙口防护

1　工程概况

条子泥是江苏沿海辐射沙脊群中最靠近陆岸的大型沙洲，据 2008 年完成的江苏近海海洋综合调查与评价专项（江苏“908 专项”）调查成果，条子泥面积约为 528.82 km^2。条子泥正位于辐射沙洲的中心，长期以来处于淤积环境中，邻近岸滩不断淤高成陆，仅梁垛河闸－方塘河闸岸段自 1977 年以来的 32 年间共匡围高涂 180 km^2，一线海堤平均向海推进近 10 km。

条子泥匡围一期工程毗邻大陆岸滩，分布陆界范围北起梁垛河口外，南至新川港口外，西界为苏北中部沿海垦区外堤线，东至江家坞外缘，匡围面积 67 km^2。

龙口是指匡围滩涂海堤施工期间，在海堤施工段预留一定宽度口门作为龙口，让围区内水流通过龙口进出，减少和防止堤内外水位差造成已施工围堤的破坏。在龙口以外的围堤施工达到设计高度和标准后，选择合适的时机实施堵口合龙。龙口工程虽是临时工程，但却是围海工程中的关键环节，龙口的设计布置、防护、施工与匡围工程能否顺利实施密切相关，直接影响工程的进度、投资和安全。

现以条子泥一期匡围工程为例，对淤泥质海岸滩涂匡围龙口的合龙技术进行分析探讨。

2　龙口技术准备

2.1　龙口位置和宽度确定

龙口位置应布置在岸线顺直、地形平缓，地面高程略低于滩面平均高程的地段，以确保水流平顺进入龙口，同时避开滩面港汊，避免因口门水流流态紊乱及不畅造成龙口合龙难度加大。

条子泥一期匡围滩涂地形平坦，土质为粉砂土，可以就地取材，充填砂袋，价廉易取。龙口宽度主要根据水力计算确定，要考虑龙口合龙时口门水力条件、匡围面积、合龙工程量和施工条件等因素，龙口最大流速控制在不超过 3.0 m/s。该工程开工于 2012 年 11 月，计划合龙时间为 2013 年 1 月，该区域 2012 年 1 月低潮期最高潮位 1.81 m，最低潮位 1.2 m。由于条子泥总的区域呈南北狭长形，南北长 16 km，且南高北低，西高东低，结合围区未来的开发利用交通规划和当前施工临时交通需要，按每 3.5 km 左右做一道隔堤，分成 5 个区，每区按 10 km^2 左右设 1 个龙口，龙口处的滩面高程约为 0.8～1.5 m（废黄河高程，下同），宽度 300 m。

2.2　龙口布置及防护

龙口部位为易冲刷的粉砂土层，为减少龙口进占及合龙期间地基冲刷，降低合龙过程中龙口处水深及合龙难度，海堤进占之前需在龙口处采取护底保护措施。

考虑海堤设计堤脚宽度 70 m 左右，龙口护底进深设置 135 m，护底结构采用铺设一层 380 g/m^2（230 g/m^2 机织布＋150 g/m^2 无纺布）机织复合布砂肋软体排，排体外边线尺寸为：顺堤线 320 m，垂直堤轴线 135 m，砂

肋为 350 g/m² （200 g/m² 机织布＋150 g/m² 无纺布）编织复合布，直径 0.3 m，排布两头砂肋按照 0.5 m 等距离各加密 5 条，其余砂肋按照 1 m 等距离布置；加筋砂肋带宽 5 m，按照 1 m 等距离布置。

软体排上用 200 g/m² 高强编织布＋150 g/m² 无纺复合布充砂袋压护，等距离 20 m，压护袋宽 4～6 m，顺水流布置。

在龙口内两侧各设置 1 个砂库，砂库内备砂到 4.0 m，以满足合龙用砂及合龙后内侧充砂袋和堤心砂施工需要。

在口门形成后、堵口开始前以及堵口过程中截流堤停止进占时，应对口门两侧堤头进行保护，以防止龙口水流、漩涡及堤身渗流对堤头的破坏[1]。在龙口外侧设置 1 条长 50 m 的导流坝，与海堤夹角 75°，顶宽 3 m，顶高 4.2 m，两侧坡比 1∶2，以引导水流。

2.3 合龙时间选择

合龙时间的选择直接关系到合龙难度的大小，而且影响整个工程的进展。龙口合龙的时间在整个匡围工程开工时就应该统筹考虑，尽量使其安排在冬、春季进行，期间潮位在全年中较低，潮差较小，且施工工人处农闲时节。合龙实施时间主要取决于潮汐，应尽可能在同一小潮期，一般在 7 d 以内完成。本工程区域的潮汐属正规半日潮，每月有两个小潮期，一天有两涨两落，且日潮不等现象明显。农历初七到十三，二十二到二十九是较为良好的时间段。

2.4 合龙的保障措施

龙口合龙前其两侧海堤的内棱体及堤芯砂必须做足到位，一方面防止渗透破坏；另一方面也为龙口封堵储备部分备用砂。该区域附近没有块石资源，且由于海堤成型前交通运输不便，大量外购块石无法到达现场，因此，防冲保障材料只能以编织布、充砂袋为主。

龙口合龙期间所必需的施工材料要及时到场，并准备一定的富余量。砂袋加工要按各种尺寸要求以 2∶1 的比例备足，备用砂达到实际计算量的 2 倍以上；机械设备、高压线路及变压器（或发电机）、测量设备、水上作业用衣、施工人员及后勤保障等均需安排到位。

3 龙口合龙的实施

3.1 合龙施工工艺流程

江苏淤泥质海岸粉砂土抗冲流速小，龙口合龙宜采取平立堵结合方式（图 1）。首先在龙口处沿堤方向均匀布置吹砂袋，分层同时吹砂，逐步抬高口门底槛，龙口高度逐步变小，单宽流量在袋体抬高过程中逐步减小，在退潮水流减缓且龙口底部水深在 0.5 m 左右时，开始进行外海侧合龙砂袋的铺设、充灌，充砂袋由两端向中间立堵连续作业，一次充灌至 4.0 m，完成外侧袋装砂合龙。

外侧袋体合龙后，开始内侧充砂袋的充灌，内侧充砂袋充灌 2～3 层后，进行堤芯砂吹填，直至完成整个堤身填筑。

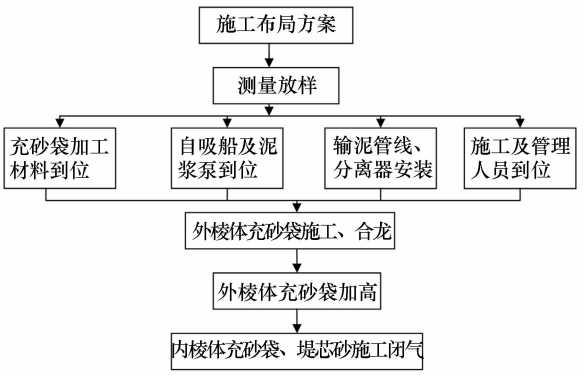

图 1 龙口合龙施工工艺流程

3.2 应急预案

龙口合龙受到潮位、风浪、天气等诸多因素的影响，具有较多不确定性。必须做好不成功的预案。若龙口第一次合龙失败，应迅速将现场准备的软体排及块石压载将龙口底部保护起来，防止底部刷深，同时积极准备砂源，为二次合龙准备。

龙口合龙过程中，若出现小管涌、冒浑水等渗漏现象，需铺设双层无纺布，用散砂堆压，直至截断渗流。若袋体顶部沉陷，立即在其上铺设一层砂袋并向砂袋内充灌砂，同时在其内侧加快吹填堤芯砂闭气强度，直至险情解除。

3.3 合龙后的保护措施

龙口合龙后，立即加高加宽外棱体断面，一鼓作气实施内棱体吹砂作业及吹填堤芯砂，

确保防渗闭气。加强龙口段各个部位的日夜巡查，发现管涌、沉陷等，及时采取措施，防止引发溃堤现象。

4　结束语

江苏大陆海岸线长 954 km，其中粉砂淤泥质海岸线长 884 km，约占海岸线总长的 93%，是江苏最主要的海岸类型。根据 2008 年江苏近海海洋综合调查与评价专项调查，全省沿海淤泥质海岸未围滩涂总面积 5 000 km^2，居全国首位。加快江苏沿海滩涂资源开发，已成为一项重大的国家战略决策，对缓解我国人多地少的矛盾、补充耕地资源不足、拓展长三角产业发展空间、促进江苏区域经济协调发展具有重要作用。实施滩涂围垦开发是《江苏沿海地区发展规划》提出的重大战略任务。为科学开发沿海滩涂，2010 年 9 月，江苏省人民政府公布了《江苏沿海滩涂围垦及开发利用规划纲要》(2010—2020 年)，规划 2020 年前匡围滩涂 1 800 km^2，其中辐射沙脊群核心区的条子泥、高泥、东沙三者总匡围面积为 667 km^2，占全部匡围面积的 37%。

条子泥一期匡围工程是江苏省辐射沙洲区域百万亩滩涂围垦的启动工程，该工程所处地理位置独特，位于东海前进波和南黄海旋转波交汇处，潮差最大可达 9 m，是江苏沿海滩涂匡围从高滩向中低潮滩发展的第一步，它的成功为后续围垦积累了丰富经验。

参考文献

[1]　陈吉余．中国围海工程[M]．北京：中国水利水电出版社，2000.