

doi:10.3963/j.issn.1001-487X.2020.02.018

深海急流域薄盘礁的炸礁施工技术

李辰发,何勇芳,应海剑,王磊
(大昌建设集团有限公司,舟山 316021)

摘要: 在涡流、深急流复杂海域条件下,采用漂浮式炸礁船对薄盘礁进行炸礁施工非常困难。根据深急流深海域薄盘礁的特点,分析了现阶段炸礁通用技术及薄盘礁施工技术难点,采用漂浮式炸礁船候潮作业,增大船舶锚机吨位和六锚系统进行船舶定位方法的优势及爆破技术措施等内容,提出了在类似环境下采用漂浮式炸礁船的一种炸礁施工技术,实践证明所设计的方案及相应施工技术合理有效,对类似工程的设计与施工具有借鉴意义。

关键词: 深急流;炸礁技术;六锚定位;辅助作业船

中图分类号: TD872 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-487X(2020)02-0103-03

Reef Blasting Construction Technology of Thin Plate Reef in Deep Sea Rapids

LI Chen-fa, HE Yong-fang, YING Hai-jian, WANG Lei
(Darch Construction Group Co Ltd, Zhoushan 316021, China)

Abstract: Under the condition of complex sea area of eddy current and deep jet, it is very difficult to use floating reef exploding ship to blow up thin reef. According to the characteristics of thin reef in deep jet sea area, the general technology of reef blasting and the technical difficulties of thin reef construction at the present stage are analyzed, and the floating reef exploding ship is adopted to wait for tide. In this paper, the advantages of ship positioning method by increasing the tonnage of ship anchor and six anchor system and blasting technical measures are put forward, which is a kind of reef blasting construction technology of floating reef blasting ship in similar environment. The practice shows that the designed scheme and the corresponding construction technology are reasonable and effective, which can be used for reference to the design and construction of similar projects.

Key words: deep rapids; reef blasting technology; six anchor positioning; auxiliary ship

1 工程概况

岱山鱼山港进港主航道段有两处礁石(秀山大桥东侧1#礁石网仓礁,长白岛附近的2#礁石)需要清理,礁石现状见表1。按照远期规划航道设计要

求:底标高低于-17.5 m,炸礁边坡1:1。1#礁石岩性部分为6级软岩石(约占42%),部分为8级中等硬度岩石(约占58%)。

表1 礁石现状一览表
Table 1 List of reef status

礁石	位置	礁顶水深/m	平均厚度/m	礁盘面积/万 m ²	淤泥覆盖情况
1#	网仓礁	-10.0	1.0	0.69	无覆盖层
2#	无名礁	-12.1	2.5	0.30	无覆盖层

该工程特点:(1)施工区域位于龟山航门的中

收稿日期:2020-01-25

作者简介:李辰发(1973-),男,采矿、爆破高级工程师、学士,主要从事矿山、爆破工程的设计与施工技术管理,(E-mail)41769833@qq.com。

通讯作者:何勇芳(1987-),男,矿建工程师、学士,主要从事矿山、爆破工程的设计与施工技术管理,(E-mail)381948696@qq.com。

心线南侧,平潮期短,现场实际观测最大流速在4.6 m/s以上。

(2)该两处礁盘在2007年已经进行过爆破,本次对航道进行加深相当于水下二次爆破,钻孔难度非常大,成孔率非常低。

(3)由于该区域的潮水较大,而炸礁船钻孔作业要求最大流速一般小于1.5 m/s,根据秀山潮水的特点,在小潮讯时可供施工的平潮时间只有约0.5 h,加平潮前、后约1 h,即小潮讯期间每潮可工作总时间约2 h,大潮讯期间每潮工作1 h。

(4)施工区待炸礁盘岩层很薄,大部分在1~2 m之间,有些甚至比1 m还小。

2 现阶段炸礁通用技术

现在海域炸礁的通用技术是采用漂浮式炸礁船施工,炸礁船采用锚泊定位中的四锚定位,船上四个角配置四门锚具,船上配空压机、钻机若干套。具体工艺流程是根据爆破区域选定四个锚点下锚,采用TPK-GPS船舶定位系统调整锚绳长度、定位船只后,再由船舶和船机的相对位置定位炮孔^[1]。钻孔前先下180 mm套管,钻杆沿套管将150 mm冲击器推送至孔底后钻孔。按设计孔深成孔后,将加固捆绑的直径120 mm的条形药包送入炮孔、压入孔底,覆盖砂子后,提升套管,整理起爆导爆管至船舷固定。沿起爆雷管加敷尼龙绳一根,与导爆管之间采用胶布固定,以使导爆管能承受一定的水流拉力而不致拉断。

全部钻孔、装药完成后,整理起爆雷管脚线,端头处尼龙绳和导爆管分开。尼龙绳用于拽拉,起爆导爆管归集后,采用雷管起爆。撤离炸礁船至安全区,警戒后起爆。

缺点是当水流过大时,锚机容易跑位,同时水流冲刷套管引起钻孔偏位,过大的水流还会将整理好捆绑在船舷侧的导爆管拉断,甚至把爆破药包从孔底拉起。见图1、图2。

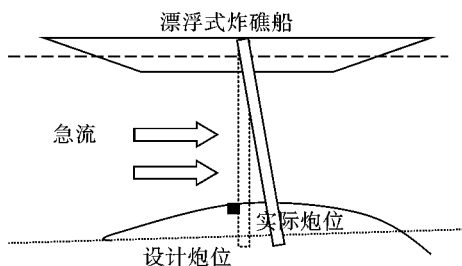


图1 急流下钻孔的作业状态图

Fig. 1 Working state diagram of drilling under torrent

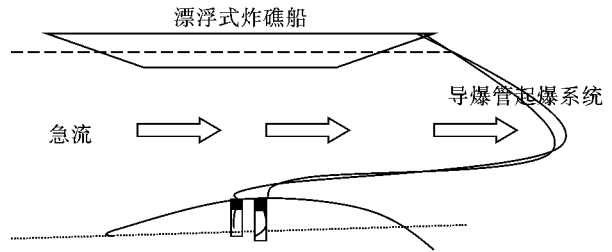


图2 整理起爆系统时的作业状态图

Fig. 2 Operation state diagram when sorting out the initiation system

3 深急流复杂条件下薄盘礁的技术难点与施工中采取的对策

3.1 技术难点

(1)平潮期短,最大流速大,平均流速大;受施工地点为半日潮、往复流、涡流,作业船受潮流影响大,炸礁船定位落锚后,在涡流时作用下容易走锚,造成钻孔偏差。

(2)炸礁船固定后,套管、钻杆是悬臂梁结构,急流时,潮水对钻杆冲刷,钻杆弹性弯曲会造成炮孔偏位,见图1。

(3)薄盘礁钻孔深度小,装药长度和堵塞长度均短,急流时容易整体拉起。

(4)起爆器材在激流时容易拉断,见图2。

(5)产生盲炮极难处理,二次处理成本大。

(6)采用自升式炸礁平台船,可在较大的潮流条件下施工^[2]。但在15 m水深条件下,自升式炸礁船的最大潮流为2.8 m/s,仍具有局限性,该类船机少,调用该类船只需较长时间等候^[3]。

3.2 采取的对策

(1)采用漂浮式炸礁船候潮作业,增大船舶锚机吨位。

(2)采用六锚定位系统进行锚泊定位^[4],见图3。

(3)在预定潮流流速下完成钻孔,不在漂浮式炸礁船整理起爆系统,安排另外船只整理,避免起爆系统受潮流冲刷力,见图4。

(4)加密炮孔,加大超深,确保堵塞长度。

(5)加大堵塞材料密度,采用铁砂堵塞炮孔。

(6)采用 $\phi 4$ mm的钢丝绳作为起爆线路的加固^[1]。

4 深急流海域薄盘礁的炸礁施工技术

4.1 采用六锚系统进行锚泊定位

掌握潮流即时速度,候潮施工,避开最大流速段;涡流作用下,炸礁船容易走锚,造成钻孔偏差;改

良锚体结构,增加锚点,增大炸礁船的抗流性。

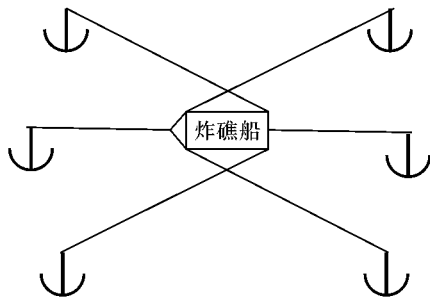


图 3 六锚定位示意图

Fig. 3 Six anchor positioning schematic diagram

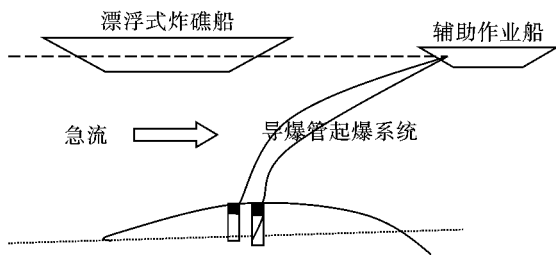


图 4 钻孔装药与连接起爆分离的作业状态图

Fig. 4 Operation state diagram of drilling charge and connection initiation separation

加大锚机吨位,每个锚机吨位改为 3 t;改四锚定位为六锚定位。采用这个措施后,每个潮位可增加有效作业时间 1 h。

4.2 调整套管直径、壁厚

(1) 钻孔钻头为悬臂结构,受潮流影响,下端摆动大,影响钻孔精度,采用长套管、长钻杆,减少接头。

(2) 更改套管壁厚^[5],将 160 mm 钻头改为 138 mm 钻头,套管壁厚由 8 mm 改为 12 mm。减小潮流冲刷力,增大套管抗弯能力,减小由于水流大引起的钻孔偏差。

4.3 调整爆破参数

(1) 保证最小钻孔深度和堵塞长度,改用密度大的铁砂堵塞,以增加堵塞材料的波阻抗,提高炸药能量的利用率;相邻爆区边界炮孔超深增加,布置加密孔。

(2) 边界区域炮孔加深加密,使用较小的孔网参数,减小孔排距,增大炸药单耗。

(3) 药卷直径 $\phi = 110$ mm,药卷长度 550 mm,每节药卷重量 6 kg。

详细爆破参数见表 2。

4.4 药包的加工及装药结构

药包的加工在铺有木板的房间内进行,每条药包长度控制在 8 m 以内。加工方法如下:用 PVC 管把药柱夹好、绑紧,安装 2 个导爆管雷管,最后用胶

带把导爆管与炮绳绑扎在一起,雷管分别放置在总装药长度的 1/4 和 3/4 处。装药时将药包慢慢地放入套管内并拉紧炮绳,用竹竿将药包慢慢送入孔内。装药过程中需利用钢丝绳对主爆网路进行保护^[1],装好药后,检查药包的顶标高应在设计标高以下(误差范围 0 ~ 20 cm),用瓜子石回填。

表 2 爆破参数表

Table 2 Blasting parameter list

爆破参数	量值
孔径 D/mm	138
炮孔间距 a/m	2.2 ~ 2.6
炮孔排距 b/m	2.2 ~ 2.6
炮孔倾角 $\alpha/(\text{°})$	90
孔深 L/m	3.0 ~ 5.0
超深 h/m	3.0
设计炸药单耗 $q/(\text{kg}/\text{m}^3)$	2.0 ~ 2.5
单孔装药量 Q/kg	24 ~ 48
堵塞长度 $L_{\text{堵}}/\text{m}$	0.8 ~ 1.2

4.5 起爆网路及安全措施

为了避免爆破地震造成的危害,起爆网路设计采取如下措施:

微差爆破减震:微差爆破与齐发爆破相比,平均降震率为 50%。微差段数越多降震效果越好,实践表明,段间间隔时间大于 100 ms 时降震效果比较明显。

本次爆破网路采用导爆管雷管并串联网路,以确保微差网路的实现,见图 5。

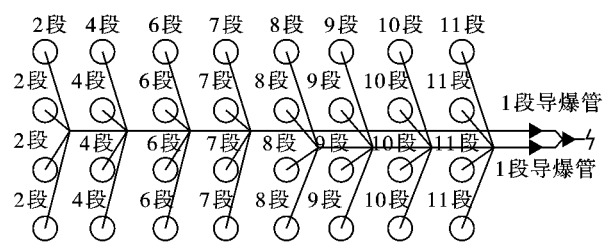


图 5 爆破网路

Fig. 5 Blasting network

针对在连接起爆网路时潮流对起爆系统的拉拽作用,改为在顺流下游方向用辅助船连接起爆网路,起爆点选择在爆区的下游侧,有效减小潮流阻力^[6-8]。

4.6 施工组织及后勤保障

(1) 做好施工进度计划和详细的爆破分区;对每个炮孔进行编号,详细标注坐标、钻孔长度、装药长度、堵塞长度等参数。