

应用磁力仪探测海底电缆方法的探讨*

DISCUSSION OF THE SURVEY METHOD OF THE SEA BED CABLES USING MEGNETOMETER

钟献盛 裴彦良

(国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266061)

关键词 磁力异常, 海底电缆

我国沿海大中城市的近海海域, 由于经济建设和对外开放的需要, 已敷设了很多通讯电缆和电力电缆(下面统称海底电缆)。这些海底电缆有的敷设时间很早, 已经失去使用价值, 有的目前虽尚在使用中, 但经过了岁月的变迁, 这些海底电缆在海域中的坐标有了变化, 有的是否仍存在于该区海域中还不能完全肯定。此外, 过去敷设海底电缆时的定位设备还存在很大误差, 因而其目前真正的位置有待确定。为了适应沿海城市的经济发展, 必须敷设新的海底电缆(如通讯光缆等), 新敷设海底电缆的路线经过的海域存在着早期已敷设过的海底电缆, 为了探明其与准备敷设的海底电缆路由线交汇的情况, 作者使用了从加拿大进口的“Seaspy”海洋质子磁力仪进行探测(仪器使用极化时间为 0.5 s 这一档)。

另外, 正在使用的海底电缆在海域中一旦遇到被商船锚钩坏或渔船的网具损坏时需及时抢修, 也同样必须迅速探明被损坏海底电缆的准确坐标, 该方法对上述工作也具较好的效果。

1 探测方法的探讨

1.1 探测原理

海底电缆的外层是用钢丝铠装的, 钢虽是强磁性物质, 但它的体积很小, 因而产生的磁力异常值较弱。从一个物体在空中产生磁场的原理可知, 物体在空中产生磁场是球状分布的; 也就是说, 在空中某点的磁场强度正比于靠近该物体的体积和物体的性质, 而与距该物体的距离的 3 次方成反比。由于海底电缆的直径很小, 它产生的磁力异常值很弱, 故要探测到海底电缆的磁力异常最关键的一条是磁力仪的“鱼”(即磁力仪的探头)要尽量靠近它, 即解决磁力仪的“鱼”与海底电缆的距离问题。

采用图 1 的方法, 在离“鱼”10 m 处加一重物——

铅锤(8~12 kg), 系铅锤的尼龙绳为 6 m, 要求在探测过程中, 船尽量放慢速度航行, 铅锤斜拖于海底。“鱼”由于空腔中有空气不会沉底, 设想“鱼”能保持在离海底 4~5 m 处, 这样灵敏度较高、噪声较低。在鱼跨过海底电缆时, 能较理想地探测出海底电缆产生的磁力异常曲线。

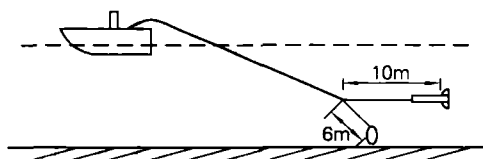


图 1 “鱼”沉于海底示意

1.2 “鱼”离海底高度的确定

磁力仪的“鱼”在探测海底电缆的过程中, 必须知道“鱼”离海底的高度值。作者使用的“Seaspy”海洋质子磁力仪本身带有压力传感器, 它能显示“鱼”离水面的深度, 但是此压力传感器所显示的数值不准确, 出入很大。通过对压力传感器的显示数值作校正试验, 找到它的校正系数为“1/5”, 即压力传感器的显示数值乘以“1/5”为“鱼”的真正离水面的深度。这样就可以确定“鱼”离海底的真正高度。

1.3 “鱼”离海底的高度

可以通过下式计算“鱼”离海底高度:

$$d = H - D/5$$

式中: d 为“鱼”离海底的高度

H 为海的深度(测深仪测得)

* C2C 香港段海底光缆路由调查资助项目。

收稿日期: 2001-02-10; 修回日期: 2001-03-23

D 为压力传感器显示数值(在计算机上读得)

1.4 对工作船航行的要求

在探测海底电缆的过程中,为了实现“鱼”离海底高度处在较理想的深度范围内(在“鱼”跨过已敷设的海底电缆的已知位置附近时),要求工作船的航行速度必须严格地与之配合,工作船的航行速度在 2 kn 左右为宜,而且工作船航行的速度要根据压力传感器的读数换算到“鱼”离海底的高度值随时进行调整,以确保“鱼”在到达海底电缆的已知坐标附近时能在离海底较理想的高度。如果船速过高,“鱼”沉不下去,离海底电缆太远,磁力仪测不到海底电缆的磁力异常值(或磁力异常值很小),不能确定出海底电缆的真正位置。反之,由于船速太低,“鱼”拖海底,杂乱的海底噪声和海底存在的废弃铁磁物质被测出来,呈现出杂乱的干扰磁力异常,没法分辨出真正的海底电缆的位置。所以探测时要求工作船很好地与之配合,才能做好此探测工作。

1.5 仪器的电缆长度

磁力仪电缆放的长度是根据工作船只的长度和探测海域的海水的深度确定的,这次在进行 C2C 光缆香港段探测时使用“中国海监 18”船,海深在 35~100 m 间。为了保证“鱼”能沉下海底,磁力仪电缆放的长度为 200, 250, 300 m 3 种。

2 数值处理方法

由于 GPS 定位仪是以天线为定位基准,磁力仪的电缆放出的长度离船尾 200~250 m,“鱼”到达的时间总是迟后于定位天线。磁力仪的软件又不能和 GPS 联机,测量时采用调磁力仪的时钟与 GPS 时钟同步的方法。通过“鱼”的位置与定位仪 GPS 的关系、电缆长度、压力传感器的读数和测深仪的读数可以把航迹图的 marker 关系计算到“鱼”处,先找出海底电缆交汇点出现磁力异常处的时间,然后再在航迹图上找出“鱼”处相同时间的坐标,此时“鱼”在航迹图上所处的坐标即为磁力异常的坐标,也即是海底电缆所处位置的坐标。测量光缆路由线与海底电缆交汇点共穿测 3 次,也即有 3 次磁力异常出现。由 3 处磁力异常出现的时间找出 3 组坐标值再点到航迹图上,连接 3 组坐标的连线就是被测海底电缆的走向。

3 探测结果与分析

这次探测与 C2C 光缆香港段路由线交汇处已存在的海底电缆,约有 70% 处的海底电缆在仪器的“鱼”通过时有明显的磁力异常显示,磁力异常值在 10 nT~数百 nT 之间,显示的磁力异常图形很正规,如图 2 所示。

有磁力异常显示的地方要求工作船配合好,船速在 1.5~2.0 kn 之间,而且要在逆流的方向,因为此时磁力仪的“鱼”能很好地沉到海底较低的位置,估计多数在 4~8 m 之间。当然也有 30% 处没有磁力异常显示,其主要原因是海区浪大流急,船速又太高,船速多数都在 2.5 kn 以上,“鱼”难以沉下去。从仪器的压力传感器的显示数值上看,“鱼”都处在离海底 15 m 以上的高度,故仪器的“鱼”感应不到海底电缆的磁力异常。

经过海上的实际操作,作者认为要做好此探测工作尚存在一些问题:

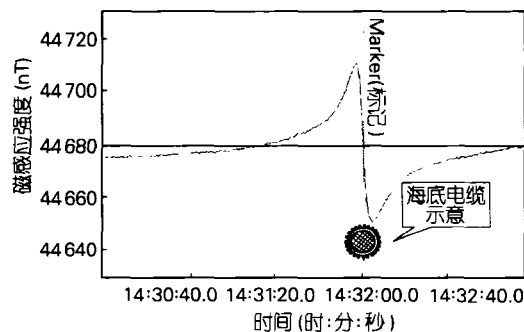


图 2 测得的海底电缆所在位置的磁力异常曲线

(1) 如果工作船的吨位太大,要在慢速下航行,否则,使磁力仪的“鱼”沉到离海底 4~8 m 左右的地方难度较大,不容易配合好。

(2) 若海区的风浪太大,浪高流急,要保证 1.5~2.0 kn 的航速也很难做到。

(3) 所测海域的水深在 100 m 以上时,要求磁力仪的电缆放得很长、所加的重物也很重,这样要掌握“鱼”在很合适的深度则难以办到。

4 结束语

应用从加拿大进口的“Seaspy”海洋质子磁力仪探测 C2C 光缆路由线经过的海域,寻找已存在的海底电缆,大多数海底电缆有磁力异常显示,这种探测工作首次在国内取得成功,效果很好。此仪器的优点是它的“鱼”自身带有压力传感器,探测海底电缆时随时通过压力传感器的显示数值知道“鱼”离海底的高度,从而可以与工作船密切配合调整船速,以求达到好的效果。

此方法不但可以探测海域存在的海底电缆,也可以应用于寻找固定海域中的输油气管线或沉船等。

参考文献(略)

(本文编辑:李本川)