

南海海底光缆废弃方式实例浅析

舒颢俊¹, 侯棚², 郑兆勇¹

(1. 国家海洋局南海规划与环境研究院 广州 510300; 2. 珠江水利科学研究院 广州 510611)

摘要:随着海底光缆技术的快速发展,我国废弃的旧海缆越来越多。文章介绍各种海缆的废弃原因和废弃方式,并以泰越港海缆和亚太网络 B17 段海缆为实例,从对海洋环境、海洋功能区和海洋开发活动 3 个方面的影响分析比较其废弃方式的利弊;随着保护海洋生态环境和提高海底空间资源利用率的要求不断提高,全线打捞回收废弃海缆的方案为最优方案。

关键词:海底光缆;海洋生态环境;海洋工程

中图分类号:P756 文献标志码:A 文章编号:1005—9857(2016)10—0092—05

Example Analysis on Abandoned Submarine Optical Fiber Cable in the South China Sea

SHU Xiejun¹, HOU Peng², ZHENG Zhaoyong¹

(1. South China Sea Institute of Planning and Environmental Research, SOA, Guangzhou 510300, China;
2. Scientific Research Institute of Pearl River Water Resources Commission, Guangzhou 510611, China)

Abstract: With the rapid development of submarine optical fiber cable technology, more and more submarine optical fiber cables have been abandoned. The paper introduced the abandoned reasons and ways of submarine optical fiber cables. Taking TVH and APCN B17 for example, the advantages and disadvantages of their abandoned ways were analyzed from the aspects of marine environment, marine functional zone and marine developing activities. As the improvement of marine environment protection and submarine space resource utilization requirements, it is the best way that the whole abandoned submarine optical fiber cable was salvaged.

Key words: Submarine Optical Fiber Cable, Marine ecological environment, Oceanographic engineering

海底光缆是国际和地区通信中主要的越洋传输手段,也是国内通信中海岛之间或海岛与陆地之间的重要传输手段。一套完整的海缆系统通常由海底光缆、传输终端设备、监测管理设备和其他辅

助设备组成,可连接若干个水下中继器以延长系统传输距离。

我国南海是海底光缆布设密集的海区,香港作为国际重要而繁忙的信息港,其东、中、西分别有深

收稿日期:2016-05-13;修订日期:2016-08-31
基金项目:国家海洋局南海分局海洋科学技术局长基金项目(1407).
作者简介:舒颢俊,博士,研究方向为水动力及环境影响,电子信箱:shuxj@scsb.gov.cn

水湾、将军澳、塘福等 3 个海缆登陆站;根据统计,以这 3 个海缆站为起(止)点的海底光缆超过 20 条,并且仍有继续增加的趋势。在南海北部海区存在着数量较多的早年铺设的海底光缆,由于超过使用年限或由新一代海底光缆取而代之等,已有很多停止使用而被废弃。从发展的眼光看,我国废弃海缆会越来越多,对废弃海缆处置的重视程度也应越来越高,选择合适的废弃方式日显重要。

1 海缆废弃原因

1.1 容量小、传输速率低

海底光缆作为一种高质量、低成本、大容量的传输手段日益受到青睐,其技术发展迅速,尤其是使用 EDFA(掺铒光纤放大器)作为中继器的光直接放大中继技术,使传输容量一举提高 7 倍,已开发每纤可传输 5 G 信号的海底光缆系统。目前海底光缆已从第一代发展到第三代、第四代,技术更加先进,并日益趋于大容量和超大容量,向波分复用(WDM)、密集波分复用(DWDM)系统和全光放大系统发展,使用的光纤波长也都在 $1.55\ \mu\text{m}$ 全波长范围。纵观全球海底光缆系统的建设与发展,尤其是随着国际互联网的普及和城域网、接入网的大量建设和扩容,以及人们对信息量的要求越来越大、各种业务量成倍增长,海底光缆网络系统必然会容量更大、距离更长,更加智能化、网络化^[1]。

与此同时,早期投入使用的海底光缆的通信性能已相当落后,传输速度和传输容量已远远比不上新一代海底光缆系统。为适应当前光纤通信市场发展形势,需要废弃旧海缆并敷设新海缆。

1.2 维护费用高

近年来随着海洋渔业和海洋运输业的迅速发展,所用船只的吨位不断增加,配备船锚也不断加重。船锚重量的增加加大船锚的入土深度,据官方统计,大于 1 t 的锚入土深度一般超过 2 m。早期海缆在近海埋设在 0.3~10 m 较浅的海底土层中,埋设深度已不能保障海缆的安全运营,而海缆一旦被破坏维修费用极其昂贵。

2 海缆废弃方式

世界上废弃海缆的数量越来越多,对海洋环境和海洋开发利用活动的影响也越来越大,因而世界

各国对废弃海缆的管理和优化方式的选择越来越重视。目前世界上海缆废弃的方式有多种,主要包括:原地弃置,即弃置海缆在原地不动;全线打捞回收,即将废弃海缆全部回收;局部打捞回收,即将废弃海缆局部回收,一般是将领海以内的废弃海缆全部打捞回收,领海以外的原地弃置;转作他用,即将废弃海缆用作教学和科研,使其发挥新作用。

大多数国家对废弃海缆的处理是视具体情况而定,即根据不同情况采用不同处理方法。1973 年建成的中日海底电缆于 1993 年废弃,由中国人民解放军海军负责完成中方的打捞回收;20 世纪 80 年代美国与日本之间的第一条电缆弃用但没有废弃,最终交由东京大学转作教学科研用途,是退役海缆再利用的成功案例^[1]。

3 南海海缆废弃实例

随着互联网和相关行业的快速发展,我国早期海缆日益加快淘汰步伐。南海目前已有香港—台湾 2 号、亚太光缆、泰越港海缆等以原地弃置方式废弃的海缆,亚太网络 B8 和 B17 段海缆在废弃后被局部打捞回收。本文以泰越港海缆和亚太网络 B17 段海缆作为实例,分析各自废弃方式的影响。

3.1 南海自然条件

泰越港海缆和亚太网络 B17 段海缆所在海区属南亚热带气候区,全年平均气温高,雨水充足,日照时间长,夏秋多热带气旋侵袭。海底光缆路由地层主要有震旦系、寒武系、奥陶系、泥盆系、侏罗系、白垩系、第三系和第四系。海底地貌有大陆架、峡谷、海盆、海岭、海槽、大陆坡等。

在我国南海尤其是近岸大陆架区域和大的河口区域,海相沉积是其主要特征。沙质是河口区域的主要海床沉积地貌类型,泥沙能输移到的区域也大多出现沙质底质,向外则细粒径的粉沙占优势。局部有些区域的海床表层会出现古侵蚀面,这些表层通常是由坚硬的黏土层(或称铁板沙)组成,剪切力高达 100 kPa,有些甚至达到 300 kPa。香港北边大陆架的表层沉积物表现为明显的分层趋势,在大陆架前缘通常为粉沙和淤泥质,在大陆架中部通常为粉沙和粗粒砂,而在近海岸带地区则主要是富含有机质的黏土和淤泥。

3.2 废弃海缆概况

3.2.1 泰越港海缆

泰越港海缆系统于 1995 年开通,整个海缆系统终端位于深水湾(香港)、拉差(泰国)和头顿(越南),是由阿尔卡特 S-560 和富士通 OS-560 组成的混合系统,其线路传输速率为 560 Mbit/s;用于越南、泰国和香港间数据通信,在香港的登陆站为深水湾,在越南和泰国的登陆站分别是头顿和拉差,海缆总长 3 373 km,包含 14 个中继器;位于我国近海部分基本为埋设段,埋设深度为 0.3~1.35 m。

泰越港海缆的结构主要包括光纤单元、抗压管、护层、铠装层和外披层。海缆在结构上要求坚固且有很好的机械强度,因此泰越港海缆中的抗压管采用不锈钢金属管;起绝缘保护作用的护套材料主要选用各种密度的聚乙烯;当海缆敷设在距离海岸较近处时,常要对其加铠装保护(图 1),为防止船锚拖拽和近海挖掘破坏,海缆系统近岸部分采用单层或双层铠装保护,在较深水域则不需要特别保护,铠装钢丝为 24 号镀锌钢丝、直径为 3.4 mm;无铠装海缆的外披层主要采用聚乙烯护套(图 2),铠装海缆的外披层则主要采用不同黏度的沥青分层浇灌而成^[2]。

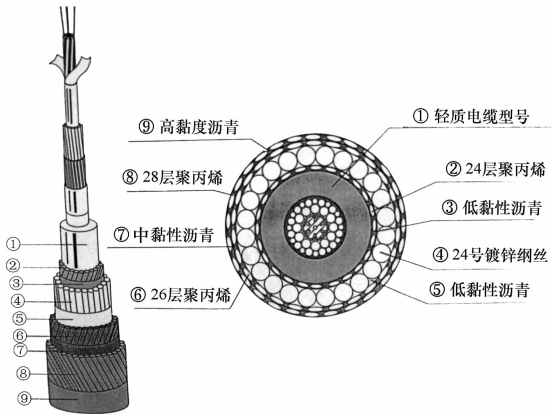


图 1 泰越港海缆系统铠装海缆结构

3.2.2 亚太网络 B17 段海缆

亚太网络 (ASIA PACIFIC CABLE NETWORK, APCN) 是太平洋地区的一个综合网络系统,用于亚太地区数据的海底传输。亚太网络共有 3 个主要系统, B17 段属 1 号系统;1 号海缆系统长达 4 100 km,在亚太地区拥有 4 个登陆点,包括中

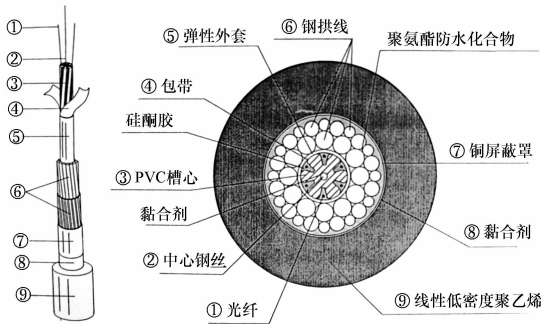


图 2 泰越港海缆系统无铠装海缆结构

国香港、日本、韩国和中国台湾。亚太网络 B17 段于 1997 年投入使用,其终端位于香港大屿山塘福,从香港向东延伸与 Unit 2 段连接, Unit 2 段将 B17 段与 B3 段和 B4 段连接成一个系统支路,用于连接日本、韩国、中国台湾和中国香港之间的数据通信和信号传输。

亚太网络海缆主要由 7 种类型组成,分别为双层铠装海缆(DA)(图 3)、轻型屏蔽海缆(LWS)、轻型深海海缆(LW)(图 4)、轻型单层铠装海缆(SAL)、重型单层铠装海缆(SAH)、中型单层铠装海缆(SAM)和重型海缆(HT)。双层铠装结构内圈和外圈的镀锌钢丝直径分别为 5 mm 和 7 mm,轻型单层铠装结构的镀锌钢丝直径为 2 mm,中型单层铠装结构的镀锌钢丝直径为 5 mm,重型单层铠装结构的镀锌钢丝直径为 7 mm^[3]。

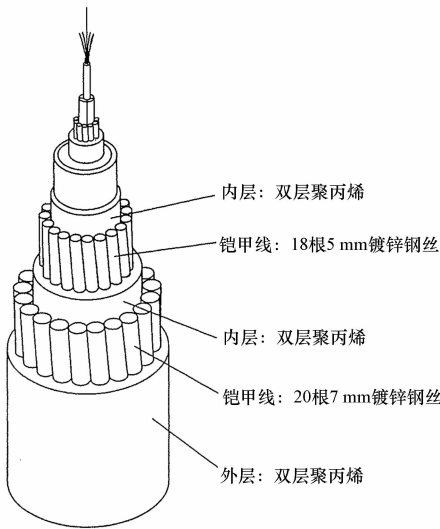


图 3 亚太网络双层铠装海缆(DA)结构

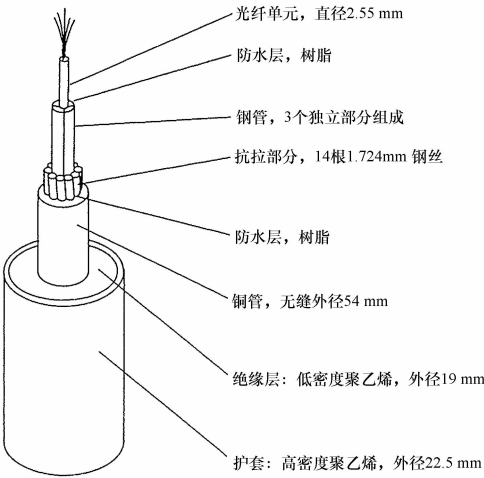


图 4 亚太网络轻型深海海缆(LW)结构

3.3 废弃方式及其影响

泰越港海缆的废弃时间早于亚太网络 B17 段海缆,采用原地弃置方式。随着管理要求的提高,亚太网络 B17 段海缆则采用局部打捞回收,位于我国内水和领海的部分除近岸打捞难度太大的之外全部打捞,领海之外的部分原地弃置。

3.3.1 泰越港海缆废弃的影响

3.3.1.1 对海洋环境的影响

泰越港海缆原地弃置不会改变路由区的海床自然属性,也不会改变现有的海底地貌,但对于海洋水动力条件以及渔业、矿产、旅游等自然资源具有一定影响。本海缆系统主要由光纤、单层或双层高强度钢绞线护层钢线、钢铠装层、沥青、聚乙烯、聚丙烯和尼龙等材质组成,稳定性好,具有耐水压、耐张力、防水性好、毒性小、韧度和强度高特性,能够抵抗因温度变化、海底磨损、腐蚀以及被鲨鱼和鲸等咬损造成的破坏,也能在相当程度上抵抗外力的钩挂与拖曳作用,在海水和海底沉积物中的理化性质稳定。但海缆原地弃置后在海水的长期作用下,聚乙烯、聚丙烯和沥青会慢慢腐蚀,产生大量硫化氢,使海缆路由附近的海底土富积硫化氢,而当硫化氢含量超过 100 mg/m^3 时将呈现强还原环境,对海洋环境造成不利影响。同时,钢铠装层和镀锌钢丝长期暴露将导致重金属溶出,影响海底土质环境和海水水质环境,造成附近海域重金属污染。

3.3.1.2 对海洋功能区的影响

由于海缆部分埋在海底底土中,海缆原地弃置对矿产资源利用区和海洋能利用区等不会产生影响。但海缆在原地弃置后由于长期被海水腐蚀将释放硫化氢和重金属等有毒有害物质,破坏海底土质环境和海水水质环境,对渔业资源利用和养护区、工程用海区、旅游区、海洋生态系统保护区和幼鱼幼虾保护区有影响;弃置海缆有可能缠绕船锚,对港口航运区的船舶航行安全产生威胁;弃置海缆释放的硫化氢可能造成附近海底呈现强还原环境,对海洋石油勘探开发等相关规划产生干扰。因此,海缆原地弃置会影响海洋功能区的利用和维护,不利于海洋功能区划和相关开发规划的实施。

3.3.1.3 对海洋开发活动的影响

泰越港海底光缆系统区水深 200 m 以浅区域的捕捞作业内容之一是拖网船作业,弃置海缆对拖网作业有阻网或破网的可能;在水深大于 200 m 的海域,由于海缆敷设在海底而网具正常作业时并不触及海底,弃置海缆不会影响开阔海域中层水域的正常捕捞作业。由于该海缆绝大部分为敷设、埋设部分的埋深大多也小于 1.0 m,而网箱养殖等养殖方式需对网箱采取锚定方式固定其位置,在布设时固定桩打入海底土中的深度通常大于 1.0 m,固定桩就有可能打到弃置海缆上,从而影响网箱安装进度和质量;捕捞作业时船锚刺入海底土的深度大于 1.0 m,一旦船锚与弃置海缆缠绕,海缆抗拉强度较大使锚难以脱身,如果不能拉断海缆就不得不弃锚,将造成不必要的损失和麻烦。因此,原地弃置海缆将对渔业生产活动产生不利影响,且由于原地弃置是永久性的,这种不利影响将长期存在。

泰越港海缆原地弃置不会对现有南海石油平台的正常生产造成任何影响。在今后珠江口边缘构造区和其他深海远景油气区勘探与开发中,如果工程不位于弃置海缆海域,弃置海缆也不会对其造成影响。当遇到储油构造和其他无法避让的情况时,弃置海缆会对石油平台座底的安装产生一定影响,导致石油平台施工工期的延长和工程成本的增加,如果忽略弃置海缆的存在甚至会导致安全事故。

南海地区海上交通非常繁忙,航线错综复杂,

但都为水上活动,弃置海缆对其不会造成影响。泰越港海缆近岸段部分因埋设入海床不会阻碍船舶航行,大于 200 m 水深区域的海缆因敷设在海底底床不会成为海上航行障碍物。

与泰越港海缆交越的国际海底光缆有 20 余条,当其他与之相交的海缆受损需抢修时,由于本海缆的弃置而可不用考虑其安全,不会影响现有其他海缆的正常运营。

泰越港海缆原地弃置后仍占据一定的海洋空间,为新建海缆的空间分配造成困难,尤其是海缆登陆点的资源是有限的,原地弃置将减小新建海缆登陆段路由的选择余地。此外,新建海缆在施工时必须先确定弃置海缆位置,当新建海缆路由与弃置海缆交越时还应找到交越点位置,割断弃置海缆并将其从交越点分别向两侧拉开 500 m,使海缆船和施工设备安全通过;其他新建海底管线需经过弃置海缆路由区时,弃置海缆也会给施工带来难度。

3.3.2 亚太网络 B17 段海缆废弃的影响

本海缆原地弃置部分的影响与泰越港海缆基本一致,不再重复分析,主要分析打捞部分的影响。

3.3.2.1 对海洋环境的影响

废弃海缆在打捞过程中会对海底泥沙和沉积物造成扰动,产生悬浮泥沙,对海洋水质和生物资源产生一定的不利影响。但打捞回收后废弃海缆完全从海底消失,可以完全消除因腐蚀释放硫化氢和溶出重金属从而破坏海底土质环境和海水水质环境的隐患,从长期看对于海洋环境保护是有利的。

3.3.2.2 对海洋功能区的影响

废弃海缆的打捞过程会对该海域渔业资源利用和养护区、海洋生态系统保护区、游艇停泊区和港口区等产生一定的影响。如,施工船在打捞作业时产生机械噪音污染;扰动海底泥沙和沉积物产生泥沙再悬浮,增加水体中悬浮物的浓度,影响周围海洋功能区尤其是休闲渔业区和幼鱼幼虾保护区的海水水质,会造成一定的渔业损失;施工船和已被打捞出海但暂未收集的海缆横跨海面,对出入游艇停泊区和港口区的通航船舶会造成一定的影响。但以上影响都是暂时的,海缆打捞回收后将不再占用海底空间、清除海底垃圾、消除原地弃置的隐患,

对这些海域的海洋功能区划完全没有影响,更有利于恢复海域的自然状态以及海洋功能区的利用与维护。

3.3.2.3 对海洋开发活动的影响

打捞回收海缆产生的海底沉积物的搅动和泥沙的再悬浮将使海洋生态环境和渔业资源受到一定破坏,但这种影响只局限于打捞作业点且是暂时的,施工作业结束即可消失。打捞回收废弃海缆能够彻底避免废弃海缆在海水长期腐蚀下释放硫化氢、重金属等污染物的情况发生,防止海底土质环境和海水水质环境被破坏,有利于海洋生态环境和渔业资源保护。

海缆打捞作业时可能会对路由附近海域油井的正常生产带来妨碍,可能影响与亚太网络 B17 段交越的海底管线,施工船作业时将增大海上船舶密度,海上航行船舶要给予避让,需采取必要措施保障船舶安全航行,尽可能减少对航运船舶构成的安全威胁。但上述不利影响可采取相应措施消除或减弱,且打捞回收废弃海缆后可以空出原海缆占用的海洋空间,新建海洋工程能重新利用该海域,不但提高海域利用率,而且完全避免因弃置海缆造成的新建海洋工程的施工困难和安全隐患。

4 结论

根据对泰越港海缆原地弃置和亚太网络 B17 段海缆局部打捞回收方案特点和利弊的分析可知,原地弃置海缆简便易行,在废弃海缆较少时这种方案是可以接受的;打捞回收海缆虽然在作业期间带来暂时的影响,但作业完成后将彻底消除隐患。局部打捞回收是权衡优缺点的折中方案,而随着保护海洋生态环境和提高海底空间资源利用率的要求逐渐提高,全线打捞回收废弃海缆是最优方案。

参考文献

- [1] 国家海洋局南海海洋工程勘察与环境研究院. 亚太光缆海缆系统 (APC Cable System) 中国段弃置影响评估报告 [R]. 2006.
- [2] 国家海洋局南海海洋工程勘察与环境研究院. 泰越港海底光缆废弃评估报告 [R]. 2009.
- [3] 国家海洋局南海海洋工程勘察与环境研究院. 亚太网络 B17 段海底光缆废弃评估报告 [R]. 2011.