

重力活塞取样过程中某些问题的分析及其对策

宋欢龄

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

目前,国内外采用的重力活塞取样器,吊装完成后的状态如图1所示。如果从失衡定高杆挂钩到取样钻头的长度为 L_1 ,失衡定高杆的长度为 L_2 ,假定铅球触底后失衡定高杆倾斜 60° 重力活塞取样器主体脱钩,要求取样管自由下落高程 $h=3\text{m}$,利用达到速度的冲击能取样,铅球链条的长度应为 L_3 。

$$L_3 = L_1 + \frac{\sqrt{3}}{2}L_2 + h$$

从钢绳夹板至芯管顶部的钢绳长度为 L_4 ,吊装完的钢绳预留长度为 L_5 。

$$L_5 = h + L_4$$

由于我们都忽视了钢绳的弹性伸长,接受了上述的设计思想,然而每次取样在取样管的上部都有一段水柱,其长度随着水深的增加而增大的现象是无法解释的,深水取样时发生的中途脱钩和取样器在上部脱钩的危险冲击力及在深水投放时的缓冲也无法解释。

1 取样管上部水柱产生的原因和对策

钢绳手册中给出了钢绳在额定载荷时的弹性伸长为 $3\sim 7\%$,在取样器主体脱钩瞬间,钢绳的载荷降为原载荷的 $1/10$,将立刻弹性回缩。为了简化讨论,假定钢绳夹板处钢绳回缩的平均速度为 V_u ,取样管自由下落的平均速度为 V_d ,预留钢绳 L_5 被自由下落伸直部分 h_u 为:

$$h_u = h \frac{V_d}{V_u + V_d}$$

当预留钢绳伸直时取样管钻头离海底高度为 h_u

$$h_u = h \frac{V_u}{V_u + V_d}$$

随着取样管的下落,取样活塞被钢绳上拉,伴随着钢绳的弹性伸缩抽吸海水,直至取样钻头到底后开始取样,由于过程是短暂的,没有考虑向下投放速度的影响。

笔者建议采用图2给出的力定位活塞,适当地选择

力定位销的材料和直径,可能在铅头到底时切断销实现高取样率。

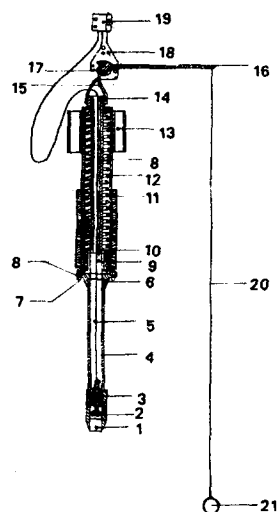


图1 安全重力活塞取样器

1. 取样钻头; 2. 逆止股; 3. 取样活塞; 4. 取样管; 5. 钢绳;
6. 联接盘; 7. 取接螺钉; 8. 缓冲器外壳; 9. 弹簧座套;
10. 芯管; 11. 铅块; 12. 缓冲弹簧; 13. 导向翼; 14. 联接环;
15. 吊环; 16. 失衡定高杆; 17. 安全销; 18. 支持板;
19. 钢绳夹板; 20. 链条; 21. 铅球

2 深水投放中途脱钩的分析及其对策

由于钢绳的弹性伸长,投放中的钢绳构成一个起始周期为 0.1s 左右并连续增大周期的谐振系统,载体船受海况影响,其摇晃运动周期一般为几秒到一分钟。取样器在船上投放处的上下起伏运动周期与投放中取样器的谐振周期接近时,取样器将产生上下谐振运动,该运动通过上拐点时,链条和铅球将向上运动,构成铅球触底的等效状态,取样器因此脱钩并误进行了取样程

序。最浅的中途脱钩记录发生在冲绳海域 1 000m 水深的站位,脱钩深度 350m。根据船的摇晃周期推算出最易发生运动谐振的深度为 300~2 000m,快速投放通过该深度及使用自动定深安全销是有效的解决办法,自动定深安全销原理如图 3。

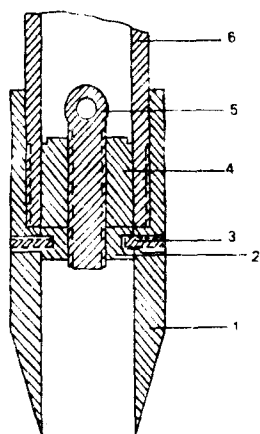


图 2 力定位活塞

1. 钻头;2. 切销盘;3. 力定位销;4. 活塞体;5. 活塞螺栓;
6. 取样管

3 重力活塞取样器的安全投放

装吊完成的重力活塞取样器如果拔去安全销,在以 2m/s 以上的速度下投中,因各种原因刹住,或勾碰失衡定高杆等原因,均可引起取样器主体脱钩自由下落程序,入水前后发生这种情况是非常危险的,为便于讨论假定取样器总质量为 1 000kg,由于自由下落达到 8m/s 的速度,该速度 V 的冲击力为:

$$F = \frac{mv}{t}$$

立刻停止以速度 v 下降的物体 $t=0$,该冲击力为无穷大。

以 $t=0.1s$ 计, $F=80\ 000N$ 加上重力 9 800N,约有

89 800N 的冲击力。钢缆将被瞬间拉断,100t 级的小船会被立刻倾翻。

在较浅的水域取样时,如果水底的沉积物松软,沉积层又较深厚,曾发生取样完成后剩余冲击能拉断钢缆的记录。如在我国南黄海,北部湾,渤海湾等海区。使用图 3 给出的自动安全销和图 1 给出的安全重力活塞取样器可以避免以上事故的发生。

实践证明,使用油压马达绞车,当冲击力过载时,绞车会因此空转,从而避免了钢缆过载的后果。

4 简单易行的监测记录方法

本文的内容是分析了投放中从钢缆传输上来的声信息的结果,如果把微法无线拾音器靠装在投放钢缆上方的滑轮旁边,收录机可以收录到非常清晰的水下工作声信息,及时发现上下运动谐振、脱钩、自由下落、取样等声信息,及时加以操作和控制,避免自动脱钩后无意义的深水投放,运行中的录音记录也是极有价值的档案资料。

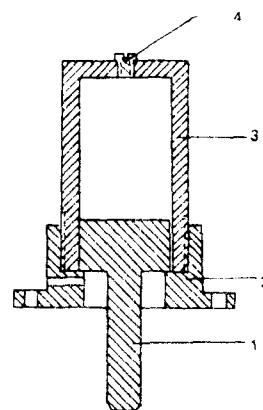


图 3 自动安全销

1. 活塞销;2. 固定架座;3. 气缸;4. 气门