

# 过压保护器在延长海上油田电潜泵检泵周期的应用

## Application of Overpressure Protector in Prolonging the Pump Inspection Cycle of Offshore Oilfield

李治

Zhi Li

中国海洋石油(中国)有限公司湛江分公司  
中国·广东 湛江 524000

China National Offshore Oil (China) Corporation,  
Ltd. Zhanjiang Branch,  
Zhanjiang, Guangdong, 524000, China

**【摘要】**某海上采油平台自投产以来,电潜泵电缆击穿所导致的躺井事件时有发生,严重制约了产量任务的完成。电潜泵躺井不仅影响产量任务的完成,还产生了巨大的修井费用。文章通过研究影响电潜泵寿命的原因,并找到解决问题的方法。通过过压保护器实验确定实用性和适用性,有效地提高了电潜泵检泵周期,实现了提质增效,具有广泛的推广意义。

**【Abstract】**Since an offshore oil production platform was put into operation, the accident of lying well caused by the breakdown of electric submersible pump cable occurred from time to time, which seriously restricted the completion of the production task. Electric submersible pump lying well not only affects the completion of the production task, but also produces a huge cost of workover. In this paper, the causes affecting the service life of electric submersible pump are studied and the solution is found. The practicability and applicability are determined by the experiment of overvoltage protector, which can effectively improve the period of pump inspection and improve the quality and efficiency of electric submersible pump.

**【关键词】**提质增效;检泵周期;过压保护器;电潜泵井;谐波

**【Keywords】**improvement of quality and efficiency; inspection period of electric submersible pump; overpressure protector; electric submersible wells; harmonic

**【DOI】**10.36012/etr.v2i1.978

## 1 区域概括

某海上采油平台于2013年7月建成投产。该采油平台共有8口油井,其中4口电潜泵井、2口自喷井,日产液量2100方,日产油量1510方,含水27%,日产气量70254方,是油田群产量贡献最大的平台。

据统计,该采油平台自投产以来多次出现电潜泵电缆被击穿,从而导致油井故障率高、电潜泵检泵周期短的问题。同时,文章还对油田群的其他平台油井故障进行了统计,有67%油井故障原因均为电缆击穿所致。油井高故障率不仅影响油田产量,也带来了巨大的修井作业费用。

## 2 电泵稳定运行的难点

### 2.1 问题的提出

该采油平台自投产以来多次出现电潜泵电缆被击穿,从而导致油井故障率高,电潜泵的检泵周期短。据分析,主要原因是油田群的电网不稳定。油田群的电网是FPSO集中发电,然后经过中转输送给平台使用<sup>[1]</sup>。然而,直流输电故障启停、大功率设备的启停都对电网造成一定的冲击,谐波严重,影响电网的稳定性,抑制变压器输出产生的谐波与电潜泵和电缆组成的LC回路的谐振引起的谐波叠加而产生的过电压,最终引起电潜泵电缆的击穿。为此,平台思考方案,对平台的

电潜泵井加装过压保护器,释放过电压,保护电潜泵和电缆。

## 2.2 问题解决方式

①分析电潜泵井电缆击穿的故障的根本原因;②提出利用过电压保护器的方法,并研究过电压保护器的实用性和适用性。

## 2.3 电潜泵油井故障分析研究

该采油平台自投产以来,出现4次电泵故障躺井,其中1次为电潜泵故障,3次为电缆击穿故障,占比75%。同时,对油田群的其他采油平台油井故障问题进行了统计,2008年1月至2017年10月期间,进行了58次修井,就有67%的故障来源于电缆击穿。文昌19-1C平台电泵故障统计如表1所示。

表1 文昌19-1C平台电泵故障统计表

| 井号           | 下泵日期       | 躺井日期       | 故障原因       | 检泵周期 | 平均检泵周期 |
|--------------|------------|------------|------------|------|--------|
| Wen19-1-C1H  | 2013-07-01 | 2014-06-04 | 电机故障       | 338  | 338    |
| Wen19-1-C2H1 | 2013-06-28 | 2015-02-04 | 封隔器电缆穿越被击穿 | 586  | 586    |
| Wen19-1-C3   | 2013-07-14 | 2015-02-09 | 封隔器下端电缆被击穿 | 575  | 489    |
| Wen19-1-C3   | 2015-03-26 | 2015-11-01 | 封隔器下端电缆被击穿 | 223  |        |

通过电网质量监测仪监测低压母排的电电压,发现每天有一两次一相电压大幅度降低,其余两相大幅度升高,持续5分钟左右的情况。经过对母排进行绝缘检测后,没有发现运行中的设备绝缘低的情况,也没有发现在波动产生时平台有设备启动的情况。根据电网质量检测仪检测发现,在没有大功率设备启停的前提下,电泵电缆有两相电压出现了异常高点,而这个高点电压是导致电潜泵电缆出现过电压击穿的主要原因。

## 3 过压保护器的研究应用

### 3.1 过电压保护器的研究

电潜泵相当于一个电感,长电缆相当于一个电容,它们组成了一个LC回路,会存在一个谐振频率;当电网电压波动,导致变压器的输出产生谐波,谐波频率正好等于或接近电潜泵和电缆组成的LC回路的谐振频率时,会引起谐波电压叠加,产生一个很高的过电压,从而导致电缆击穿或电潜泵绝缘损坏<sup>[1]</sup>。谐波电压产生了叠加,对电潜泵和电缆产生了损坏,解决问题的出发点就是抑制过电压,释放过电压。

经研究发现,以往平台的工频井控制柜里已安装过电压保护器,但它设计的主要目的是对工频过电压进行保护。所谓工频过电压,往往产生在操作过程中,如开关开断时电弧未过零,就被开断时会有过电压,回路开断时由于回路波阻抗不同

而产生电压反射波叠加的操作过电压等,这些过电压都是工频过电压,也就是其电压波形的频率还是维持50Hz没变<sup>[1]</sup>。而变频井现有的电路接线方式为变频器→变压器→电潜泵。变频井因为有变频器,启停都经过变频,冲击没那么大,变频器本身也有滤波的功能,但没有考虑到电网波动大、谐波严重时,仍有谐波电压叠加,产生很高过电压的情况。

因此,为解决变压器输出产生的谐波与电潜泵和电缆组成的LC回路的谐振引起的谐波叠加而产生的过电压,实现对电潜泵的保护,防止电缆被高压击穿,文章提出了增加过压保护器的方法。

保护器本身体积小,安装方式简单。保护器其中一种型号为TBP-A-3.8F/85(150),为国家统一标准型号(系统额定电压3kV,保护器额定电压3.8kV)。有4根接线,其中3根直接与电潜泵高压侧3相并联,剩下的一根接地,主要用来限制相间和相对地操作过电压。现有的电路接线方式为变频器→变压器→电潜泵,结合保护器的体积大小和工作环境要求,可以将保护器安装在变压器中,不需要进行大的改造,因此十分适合海上平台的安装和适用。

### 3.2 过电压保护器的应用效果

通过对平台电潜泵的电缆击穿故障分析研究后,平台方确定采用过压保护器来解决这个问题,并对现场的3口井进行了现场应用试验。

为从限制过电压方面对电潜泵进行保护,决定对电潜泵控制柜的高压侧增加电压过压保护,防止电缆被高压击穿。过电压保护器本身不会对电潜泵的正常运行产生任何影响,只有当有过电压产生,达到它的保护值时,保护器对地或相间放电,限制电压在5kV以下,避免电缆击穿(电缆耐压等级6kV)。

## 4 结论与认识

①过电压保护器可通过限制电压过幅波动来对电潜泵进行保护;②由于电缆有耐压限制,在选择电压保护器时要根据各油田电泵具体情况来进行选择;③国产电压保护器市场价格为3000元左右,现场实践,其效果明显,可有效保障电泵平稳运行,为油田节省大量不必要的井下作业费用。

### 参考文献

- [1]廖生明.相间过压保护器故障分析与防范[J].电力安全技术,2006(7):12-13.
- [2]杨钊.电潜泵并非故障停机躺井原因分析及应对策略[J].石油化工,2017(2):212.
- [3]鹿波,朱斌,肖月杰,等.电泵并非故障停机简析[J].油气田地面工程,2005(8):46.