

QW 型潜污泵电机烧毁故障原因 分析与处理

张 慧 季国宾 郭 骏 梁 强 魏晓丰
(中海油田能源发展装备技术有限公司)

摘要：对于石油石化行业来说，潜污泵是工业处理流程中的重要设备。潜污泵由于其结构简单、性能优良而广泛应用在油气终端污水处理作业中。然而在现实的工程应用中，潜污泵可能会出现各种问题。本文通过对潜污泵烧毁事故故障的原因进行分析，并针对渤海地区某油气终端处理厂潜污泵烧毁的事故进行分析并查找故障原因，对事故提出了解决措施，以期能够提升潜污泵在油气处理终端现场的应用可靠性。

关键词：潜污泵；事故分析；故障

0 引言

潜污泵在石油石化行业具体用途多种多样。首先，它常用于处理含有固体颗粒和污染物的废水。石油石化行业产生的废水中常含有油脂、悬浮物、化学物质等污染物，潜污泵可以将这些废水抽出，并通过过滤、分离等工艺处理，净化后再排放或回收利用。其次，对于在油气终端的工作人员来说，其生活污水的排污也在很大程度上依赖潜污泵的正常运行，由此可见潜污泵在石油石化行业各个流程中的应用是非常广泛的^[1]。然而潜污泵在实际使用时，可能由于恶劣的使用环境造成故障频发：首先，潜污泵通常被应用于污水处理厂、工业废水处理等场所，这些地方污水污染严重，气味难闻，环境恶劣；其次，潜污泵需要长时间在水中工作，水中含有大量污染物和颗粒物，对泵体和机械部件造成腐蚀和磨损。此外，由于潜污泵通常安装在较深的井中，工作环境狭窄、湿度高，给维护和维修带来困难。综上所述，潜污泵的工

作环境恶劣，对设备的耐久性和操作人员的工作条件提出了较高的要求，因此有必要针对潜污泵的故障现象、故障原因进行分析总结，以提升潜污泵的运行可靠性。本文通过以渤海地区某油气终端处理厂潜污泵烧毁的某起事故原因进行讨论，并提出解决措施。

1 事故概况

位于渤海地区某油气终端处理厂的泵房中放置了两台潜污泵，两台泵由同一电源供电并由时间继电器控制，轮换投入使用，电机参数如下表所示。在该泵正常运行半年后，处理厂值班人员进入泵房巡查电机运行情况，发现其中一台电机已跳闸。值班人员遂试图合闸发现合不上，随即开始对潜污泵进行拆除检查，经调查发现电机定子部分被烧毁，水泵整体情况如图 1 所示，被烧毁的定子如图 2 所示。另一台电机以及母排和线缆均完好。经现场人员进一步查看，发现故障电机的继电保护装置未受到损坏。

表 潜污泵参数

参数	数值
型号	50BWQB15-28-3
电机功率 (kW)	3
电压 (V)	380
相数	3
扬程 (m)	280



图 1 被拆解后的故障潜污泵

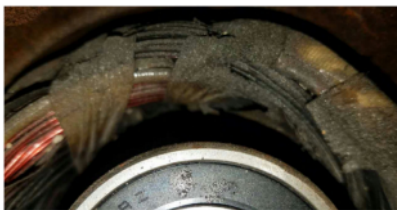


图 2 被烧毁的定子线圈情况

2 潜污泵常见烧毁故障原因与分析

2.1 潜污泵未按照规范安装造成电机烧毁

其中原因之一在于潜污泵在安装过程中，由于安装人员在下放水泵时未严格遵循安装步骤，将泵体手环拉下，而是采用通过电缆的方式将潜污泵放进水中，这就有可能引起电缆线密封的损坏，使电机泵体进水，最终导致电机烧毁事故^[2]；另外，在安装过程中，由于电缆线断路、继电器接触不良等情况导致电机缺相运行，使得电流增大，造成潜污泵定子绕组的温度升高，绕组烧毁；其次，潜污泵的安装位置选择不当，例如选择了水位过高或者存在大量固体颗粒物的位置，会导致泵体过度负荷运行，电机无法正常降温，进而导致电机烧毁。其次，如果潜污泵的进水管设计不合理，比如直接与污水管道相连或者存在过多转弯，会导致泵体吸入大量固体颗粒物，造

成泵体堵塞，电机运行不畅，最终导致电机过热而烧毁。因此，在安装过程中，要严格检查，坚决避免缺相运行的情况。

2.2 潜污泵流体中的杂质较多引起电机堵转

潜污泵主要的作业对象为含杂质的污水，当污水中的杂质或者纤维过多导致电机叶轮堵住或卡死，瞬间电流（即堵转电流）可达额定电流的7倍以上，在短时间内就可造成线圈过热，进而导致潜污泵烧毁事故。同样的，当抽水管径的选择过小的时候，污水中的杂质可能会将抽水口堵住，同样造成电机堵转，并造成烧毁事故^[3]。因此当潜污泵发生堵转时，应及时将泵进行拆检处理，或者检查抽水口的管口情况并清除杂物以使得电机叶轮恢复正常工作状态。同时对于烧毁的定子绕组进行拆除并修复。

2.3 潜污泵过载使用引起电机烧毁

电机在过电流运行的情况下会导致温升增加，此时容易造成电机烧损事故。例如在实际使用过程中，泵扬程的选择不合理，过高或过低，都可能导致潜污泵的过载。泵扬程的选择应参考计算如下：

$$H = h + h_j + h_f$$

式中， h 为静扬程； h_j 为局部水头损失； h_f 为沿程水头损失。因此，为了避免潜污泵的过载使用，应选择合适扬程的泵，并且在运行过程中要随时观察潜污泵的电流情况，若出现电流过大的情况应将潜污泵进行停机检查^[4]。另外，潜污泵长时间运行在脱水工况也可能导致电机的烧毁，原因是在脱水时会使得电机散热不良，因此要避免长时间脱水运行的情况。

2.4 电源电能质量不合格引起电机烧毁

电网供电不稳定，电压波动过大，特别是电压过低，会导致潜污泵电机无法正常运行。由于潜污泵通常处于电网的用电末端，因此容易出现运行电压过低的情况。当供电电压低于额定电压的10%时，电机无法得到足够的电能供应，无法达到额定转速，导致电

机负荷过重，发热增加，可能最终导致电机烧毁。相反，电压过高引起电机过热也会烧坏绕组，电压过高可能会导致电机绝缘击穿，使得电流通过绝缘材料，短路电机内部的线圈，从而引起电机损坏^[5]。因此，潜污泵在作业时，电源电压值必须控制在±10%的额定电压之内，若超出此电压范围，操作人员应将潜污泵停止运行，避免出现烧毁事故。

2.5 人员的不合理操作导致电机烧毁

在潜污泵运行使用过程中，由于操作人员对潜污泵不合理地频繁开启与关停，使得电机烧毁。在电机启动的过程中，最高启动电流可能达到额定电流的8倍，因此若长时间的频繁启动，可能导致定子绕组内的电流过高。具体来说，频繁开启潜污泵时，启动电流会瞬间增大，这会导致电机受到较大的负荷。而频繁关停潜污泵时，停止电流冲击会使电机突然失去了冷却和润滑，从而引起电机过热。除了电机烧毁的风险，频繁地开启和关停还可能对其他部件和设备造成损坏，例如启动器、接触器等。由于电机的散热是通过污水的流动带走的，而在启停的过程中，电机并未真正抽走污水，因此对于电机来说，其散热性能也受到影响，易出现电机烧毁的情况。

2.6 继电保护装置失灵或定值的不合理导致其失去应有的保护功能

继电保护是保护电网中设备的最重要的一道屏障。当发现设备在不正常的状态下工作，继电保护装置可通过切断电源的方式防止设备损坏故障的发生及缩小事故范围。当继电保护失灵的时候是无法起到相应的保护作用的，因此对于电机的继电保护应该定期做校验，确保继电保护装置功能的有效性。

其次，对于继电保护装置来说，定值的合理性也决定装置是否能够实现其保护性能^[6]。例如对于电机的过流保护来说，定值设定得过高可能会导致保护在事故发生时没有及时动作。而相反，定值设定的过

低可能会造成保护的误动作，影响电机在正常运行时的工作状态。

3 原因分析及解决措施

3.1 所抽的介质浓度过大导致进水口被堵死

通过对潜污泵进一步的拆解情况来看，进水口明显被大量污泥堵住。现场情况如图3所示。经检查发现，潜污泵所排污水的液体过于浓稠，导致进水口被堵，由此造成叶轮的堵转。长期堵塞进水口会导致泵的运行不顺畅，增加泵的磨损和故障的风险，从而减少泵的寿命。对于潜污泵来说，转子机械力矩的减小会导致定子电流的增大，使电机处于过载状态。由于进水受阻，泵在工作时需要承受更大的负荷，使泵的电机负荷加大，可能会导致电机过热，甚至烧毁。



图3 故障潜污泵的进水口检查情况

由于潜污泵主要的作业对象为含杂质的污水，而非过于浓稠的污泥，为避免这种情况，对于运行人员来说，首先应注意加强对潜污泵运行工作的巡查，随时观测潜污泵的电运行值，发现过流运行情况能够及时切断电机电源，避免对电机的损坏。其次，对潜污泵工作的环境要密切关注，当发现被抽介质浓度过大的情况，应及时处理，对介质进行稀释，并对进水口进行清理疏通。此外，还可以通过在潜污泵的进水口处加装反堵塞装置，如旋转刀片或刷子装置等，可以防止污泥和杂物过多堵塞进水口。以及定期清理进水口中的污泥和杂物，保持进水通畅。可以根据实际

情况，制定清理计划，定期检查和清理进水口。

3.2 缺相运行导致电机烧毁

根据电机现场解剖情况可以看出，电机有两相线圈被烧毁，另一相线圈完好，且现场保护未动作。因此判断电机是由缺相引起的过载烧毁的，如图4所示。电动机缺相运行使得电流增大，造成潜污泵定子绕组的温度升高，绕组烧毁。



图4 被烧毁的定子线圈

导致电机缺相运行的原因可能有以下几种^[7-8]：

- 1) 潜污泵的熔断器接触不良或受机械损伤，使电机断相。
- 2) 潜污泵的熔断器中熔丝的规格选择不合理，造成电机断相。
- 3) 潜污泵的供电电源进线断相或者三相开关（隔离开关、胶盖开关等）某一相断。
- 4) 潜污泵控制回路中的接触器、继电器长期使用可能导致其接触不良；或者控制回路元件在运行过程中误动作造成电机断相。
- 5) 潜污泵绕组连线间虚焊，或者引出线断造成一相断路。
- 6) 在潜污泵运行过程中，由于环境因素（例如过于潮湿或者温度过高等）造成定子的绝缘部分出现问题，导致潜污泵定子绕组的短路，也可能会造成电机断相。

4 结束语

在当前的污水处理工程中，潜污泵发挥着非常重要的作用。然而在实际运行过程中，由于其通常处于恶劣的作业环境，因此定子烧毁的现象时有发生。本文系统地总结了潜污泵定子烧毁的原因，并针对渤海地区某油气终端处理厂一起潜污泵烧毁的事故原因进行讨论，提出解决措施，吸取教训，确保污水处理工作的有序进行，保障处理厂工作人员日常工作需求。

参考文献

- [1] 李世华，伍玉燕. 污水处理工程 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2007.
- [2] 李海. 潜污泵连体电机电源进线电缆密封不严故障分析及处理 [J]. 电工技术，2020（19）：125-126.
- [3] 潘晓辰. 潜污泵故障及其解决探讨 [J]. 百科论坛电子杂志，2019（24）：645.
- [4] 王均. 潜污泵故障分析与处理措施研究 [J]. 中国设备工程，2022（12）：94-96.
- [5] 梁彬，秦琪，范志卿. 含油污水输送泵不上量故障分析与处理 [J]. 机电工程技术，2022（5）51：283-286.
- [6] 黄建，马悦，王子瑒. 简析泵站机电设备运行存在的主要故障及其解决策略 [J]. 中文科技期刊数据库（全文版）工程技术，2021（7）：75.
- [7] 吴海春. 某轮 WCB 型生活污水处理装置故障分析与排除 [J]. 现代工业经济和信息化，2022，12（11）：262-263，282.
- [8] 傅晓东，陈红卫，张惠萍，等. 潜水轴流泵运行故障分析与排除研究 [J]. 水泵技术，2022（1）：40-43.

（收稿日期：2023-12-11）