

变压器绝缘油中微生物生长研究

王 杰¹ 刘 虹¹ 唐 平¹ 李 博²

(1. 国网四川省电力公司电力科学研究院, 四川 成都 610072;

2. 国网四川省电力公司供电服务中心, 四川 成都 610041)

摘 要:以变压器绝缘油为唯一碳源进行微生物生长增殖研究,从绝缘油中分离出 4 株厌氧微生物;在游离水存在条件下,35 ℃ 是 4 株厌氧微生物生长增殖的最佳适宜温度,高于 50 ℃ 时微生物生长受到抑制;无游离水的环境条件下微生物不能进行生长增殖。

关键词:微生物;变压器;绝缘油;生长

Abstract: The growth and proliferation of microorganisms are studied taking transformer insulation oil as the sole carbon source. It isolates 4 strains of anaerobic microorganisms from insulation oil. In the presence of free water, the 4 strains of anaerobic microorganism proliferate under 35 ℃ which is the optimum temperature and their growth is inhibited above 50 ℃, while microorganisms cannot grow and proliferate without free water.

Key words: microbe; transformer; insulation oil; growth

中图分类号: TM855 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2014)01-0092-03

0 引 言

变压器绝缘油是从石油中分馏精炼而成的矿物绝缘材料,主要由烷烃、环烷烃和芳香烃组成,其非极性结构分子具有良好的绝缘等性能,因此能够在变压器内起着绝缘、冷却和灭弧作用。变压器绝缘油在储存、运输以及使用过程中易受污染而使其电气性能下降,如介质损耗因数及介电常数增加、击穿电压降低等,这些性能的变化严重破坏了变压器的安全运行,给电力系统造成巨大的经济损失。

近年来有关微生物污染变压器绝缘油的研究报道很多,吉林大学姚丽丽^[1]等人用自制的 JOA 无机盐营养液培养出能够以变压器介质油为唯一碳源的微生物;韦强^[2]介绍了微生物对变压器油电气绝缘性能的影响;梅子青^[3]等人研究大型变压器油中放线菌代谢产物对绝缘油电气性能的影响。这些研究均未揭示出微生物在变压器运行环境条件下是否生长增殖。

下面将通过微生物在变压器运行环境条件下生长增殖研究,确定微生物在运行变压器环境下是否能够生长增殖以及生长环境条件,为研究变压器绝缘油介质损耗因数增高提供参考。

1 试验部分

1.1 试验材料及仪器

主要试剂:硫酸铵、硫酸镁、磷酸二氢钾、磷酸氢二钾、柠檬酸三钠、氢氧化钠(10%水溶液)、盐酸(6 mol/L 水溶液);琼脂粉。试剂均为分析纯。

主要仪器:

电子天平(FA1104 型),上海良平仪器仪表有限公司。

电热恒温培养箱(SC-50X 型),四川吉峰农业机电设备厂。

手提式压力蒸汽灭菌锅(YXQ.SG46.280-B),成都胜利医用设备厂。

单人净化工作台(SW-CJ-IO 型),苏州净化设备有限公司。

显微镜(XS-18 型),江南光电(集团)股份有限公司。

常规器具:烧杯、三角瓶、移液管、量筒、培养皿、滴管、载玻片及盖玻片、接种环。

1.2 试验方法

1.2.1 培养基制备

向 1 000 ml 蒸馏水中依次加入 2.0 g 硫酸铵、

0.2 g 硫酸镁、6.0 g 磷酸二氢钾、4.0 g 磷酸氢二钾、1.0 g 柠檬酸三钠,用氢氧化钠或盐酸调节 pH 值至 7.0~7.2 后加入 12 g 琼脂粉使其凝固。

1.2.2 厌氧培养法

在干燥器隔板下面放置一定量用纱布包好并用细线系住的焦性没食子酸,将接种后的培养物置于隔板上,用美蓝作氧气指示剂,从干燥器一侧加入氢氧化钠溶液,将焦性没食子酸没入氢氧化钠溶液,盖上干燥器盖密封干燥器,器内即形成无氧环境。

1.2.3 分离纯化方法

挑取一杯培养液于预先准备好的平板上进行划线,盖上皿盖,然后将平板倒置于 37 °C 培养箱中培养数天后,取出用显微镜观察菌落生长情况,挑取特征明显的菌落,再次在平板上进行划线分离培养。经过反复多次划线分离培养,直至从培养液中挑出特征具有单一、质地均匀的菌落。

1.2.4 微生物鉴定

在显微镜下观察细胞的形状、大小及排列情况;革兰氏染色反应等确认微生物是否为纯种;生化实验确定该菌可能所属的属、种。

2 试验结果与讨论

2.1 微生物在变压器绝缘油中的生长

以变压器油作为唯一碳源,采用人工接种的方法,温度为 37 °C 的条件下进行厌氧培养,10 天后对培养的微生物进行分离纯化后显微观察和生化实验鉴定微生物的种属。

2.1.1 微生物菌落形态

分离得到的 4 株厌氧菌经革兰氏染色过后在显微镜下观察其菌落形态及个体形态如图 1、图 2、图 3、图 4。

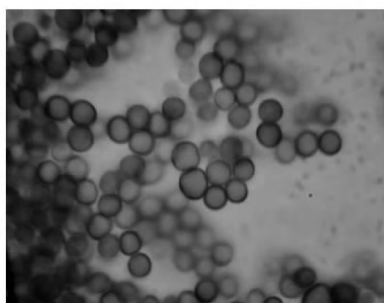


图 1 Y1 革兰氏染色

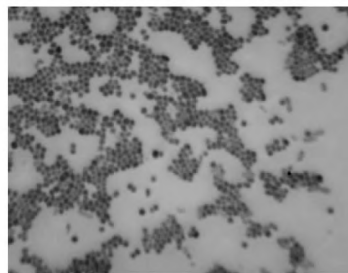


图 2 Y2 革兰氏染色



图 3 Y3 革兰氏染色

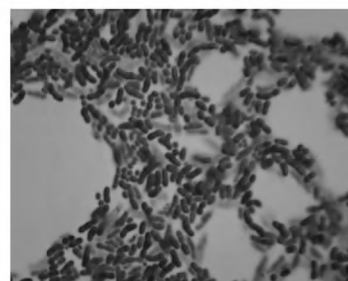


图 4 Y4 革兰氏染色

图中,Y1 菌落形态呈不规则假根状,边缘为裂叶状,个体形态圆球形;Y2 菌落呈圆形,湿润,菌体较小,为圆形;Y3 菌落呈圆形,表面有颗粒状产物,长杆状,呈链状排列;Y4 菌落呈圆形,较小,呈凸起状,短杆状,略弯。

2.1.2 生化实验鉴定

由表 1 生化实验结果,依据伯杰氏细菌鉴定手册第 14 部分判断,分离后得到的 4 株厌氧均属于消化球菌科。

Y1 号菌属于消化球菌科八叠球菌属;Y2 号菌可归为韦荣氏球菌科属 I 韦荣氏球菌属;Y3 号为革兰氏阳性、甲基红试验为阳性、可发酵葡萄糖。从这些特点可以确定其为芽孢杆菌属的蜡状芽孢杆菌种;Y4 号为革兰氏阴性、不能利用葡萄糖、不液化明胶,因此确定其为拟杆菌科的脱硫弧菌属。

2.2 微生物在绝缘油中生长影响因素研究

2.2.1 温度对微生物生长的影响

将 Y1、Y2、Y3、Y4 活化后,先接种到生理盐水

表 1 生化实验结果

编号	革兰氏染色	细胞形态	甲基红试验	明胶液化试验	石蕊牛奶试验	糖发酵试验	柠檬酸盐试验	过氧化氢酶试验
Y1	阳性	球菌	+	-	不凝固	-	+	-
Y2	阴性	球菌	-	-	不凝固	+	+	+
Y3	阳性	杆菌	+	-	不凝固	+	+	-
Y4	阴性	杆菌	-	-	不凝固	-	-	+

中稀释摇匀 梯度稀释后接种到无机盐固体培养基中,以变压器油为碳源分别在温度为 15 °C、20 °C、25 °C、30 °C、35 °C、40 °C、45 °C、50 °C、60 °C 温度条件下恒温培养 3 天后进行梯度稀释法计数,结果如图 5。

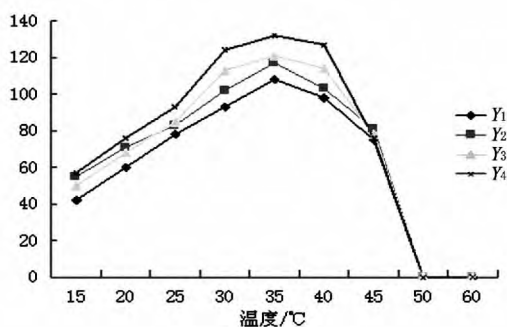


图 5 温度对绝缘油中微生物生长影响

图中显示:在低温环境下,厌氧菌的生长速度随温度增高而增加;温度在 25 °C 至 40 °C 之间,微生物最适宜生长;当温度高于 50 °C 后时,微生物蛋白质受温度影响变性而不能存活,无菌落形成。

2.2.2 水分对微生物生长的影响

表 2 绝缘油中的微量水分对微生物生长的影响

编号	培养前(1×1E8) /ml	培养后(1×1E8) /ml
Y1	35	36
Y2	53	50
Y3	42	41
Y4	60	58

挑取单菌落 Y1、Y2、Y3、Y4 分别接种在运行的变压器绝缘油中,绝缘油中的水分含量为 25 μg/L,温度为 37 °C 条件下厌氧培养 10 天后,观察菌数变化。

由表 2 可知,当绝缘油水分含量为 25 μg/L,37 °C 培养 4 株厌氧菌培养前后菌落数均无明显变化。因此,可判断当绝缘油中无游离水条件下,厌氧菌不能生长增殖。

3 结 论

(1) Y1、Y2、Y3、Y4 微生物能够以变压器绝缘油为唯一碳源厌氧生长增殖。

(2) 以变压器绝缘油为唯一碳源,35 °C 是厌氧微生物生长的最佳适宜温度;当温度达到 50 °C 以上时厌氧微生物生长受到抑制。

(3) 以变压器绝缘油为唯一碳源,在无游离水的环境下氧菌不能生长增殖。

参考文献

- [1] 姚丽丽,刘贤忠,梅子青,等.大型变压器介质油中放线菌的研究[J].吉林大学自然科学学报,2000(1):91-94.
- [2] 韦强,肖福明,胡秉海,等.绝缘油中的微生物浅析[J].变压器,2001,38(3):21-24.
- [3] 梅子青,姚丽丽,王海晶,等.变压器介质油中放线菌对油介损的影响[J].吉林大学自然科学学报,2002(4):200-203.

作者简介:

王 杰(1979), 硕士,工程师,从事电网绝缘化学研究与应用。

(收稿日期:2013-07-25)

倡导节能低碳 推动绿色发展