

HNAT 737 技术问题说明

| 提示单编号 | 撰写 | 校对 | 批准/日期 |
|--------------------|-----|----|-------------|
| TIP737-2022-38-001 | 王康业 | 赵斌 | 曾晶/2022.2.7 |

标题 737 飞机加纯净水后导致水箱指示异常

一、适用性

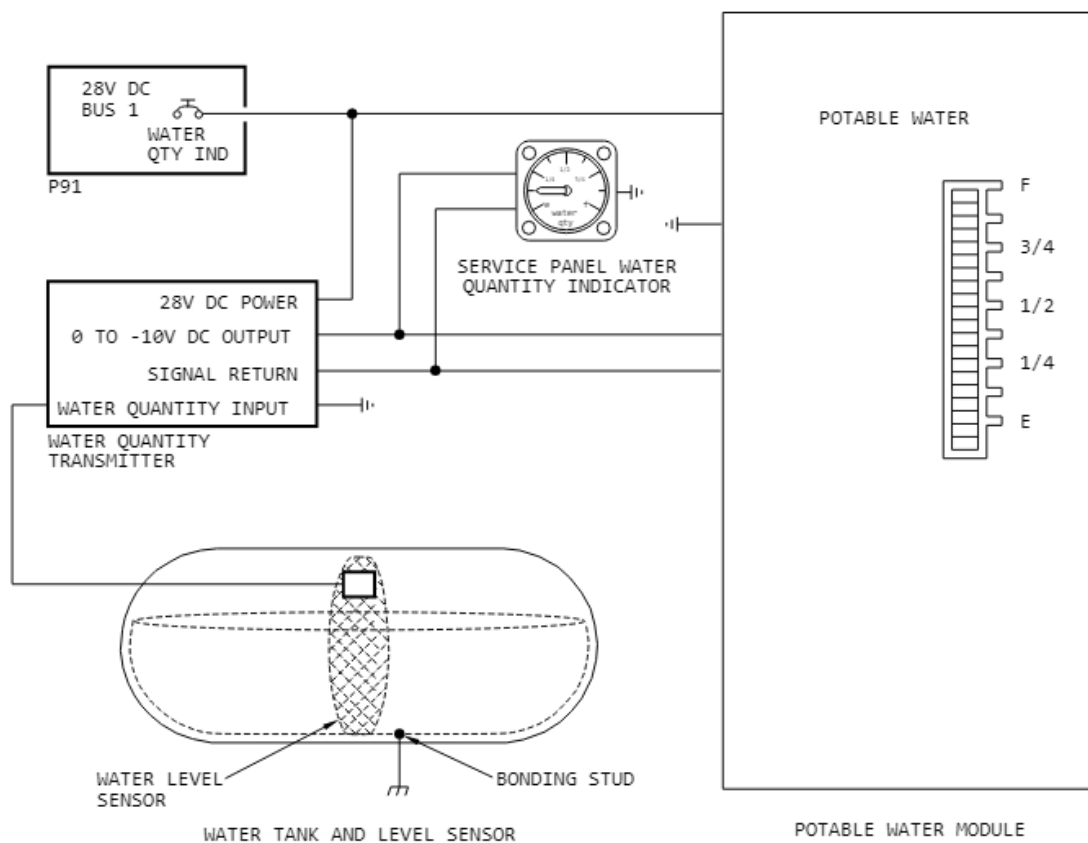
737

二、背景描述

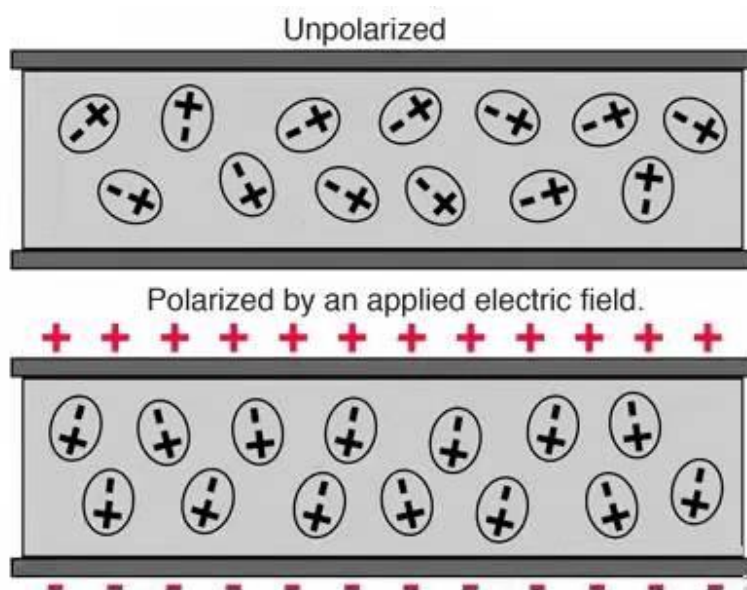
2022 年 1 月，某飞机广州过站机组反映饮用水箱加满后，ACP 面板指示水量只有 1/2。航后参考 FIM38-10 TASK 812，脱开后厨房乘务面板 J16 测量 PIN1-PIN2 只有 -6.4V DC，依据 AMM38-14-01-800-801 调节无效。参考 AMM38-14-01 更换转换器 (T408)，仍无法调节至满水状态下 -10VDC \pm 0.2VDC，最大数值仅为 -7VDC。测量水箱电容空位是 0，满位是 3900pf (水箱件号：0A011-0236-31，转换器件号：30136-0106)。测量 D192 插头的 PIN3 有 28V 直流电，D192 插头 PIN4 对地导通 0.2 Ω ，PIN5 对地导通 0.1 Ω ，转换器到 ACP 面板和勤务面板之间的线路，导通和绝缘均正常。参考 AMM38-11-01 更换饮用水箱后故障依旧，在往饮用水箱内加入消毒剂时水量指示恢复正常。完成水箱冲洗，机场加水车再次加水，故障依旧。使用自来水加入水箱，指示再次恢复正常。判断为机场加水车内的水过于纯净，导致水箱水量指示异常。

三、解释说明

水箱本身可看成是一个整体电容式的传感器，不同材料的水箱，其满位电容也不相同。其测量水位的原理是：随着水箱内水量的变化，水箱输出的电容值也跟着变化。该电容值经过转换器，将电容信号转换成电压信号后，点亮后 ACP 面板对应数量的指示灯，用于指示水量的变化。由于涉及到不同的材料 (现在使用的水箱一般都是玻璃纤维的)，因此在更换水箱时需注意要使用匹配的转换器。



根据物理知识，电容的本质就是电介质的极化。而水车加入水箱的水，我们就可以理解为电容极板之间的电介质。正常情况下，电介质内部有一定数量的正负电荷，但因没有外加电场时，整体上分布没有规律，故而显电中性。当电容极板上连接电源后，外电场使得电介质的电荷发生移动或转向，这种电介质在电场的作用下改变空间电场分布的现象，就叫极化。



电容增加的核心在于增加电荷的储存量，也就是增加介质的极化能力，从而让感应电荷尽可能多的

抵消极板上储存的电荷。所以，我们不难得出：电容的大小，除了与电容极板的形状、大小、相对位置有关外，还与极板间的电介质有关。若两极板之间为真空时，电容为 C_0 ，充满电介质的电容器时，电容为 C_X ，那么**相对电容率**： $\epsilon_r = C_X / C_0$

相对电容率在一些书中也称为：**介电常数**，不同电介质的介电常数也不一样，它表征的是电介质在电场中储存静电的相对能力。

通过上述原理回顾，不难理解：由于水量与电容成正比，自来水或矿泉水相对于纯净水中含有较多的钙、镁、氯离子，所以相对电容率较大。因此，同等体积下，装有自来水的水箱的输出电容值要大于装纯净水的水箱。即：使用纯净水加满水箱，水量指示是无法显示满位的，这是一种正常现象。

无独有偶，在 FIX 上也找到了 D 航分享类似案例，使用纯净水加满水箱，水位最大只能显示到 1/2。为此，专门发 SR 咨询了波音，答复如下：

The capacitance sensor system uses water in the tank as a part of the circuit. Pure water itself doesn't have any conductivity. Electrolytes in the water make it to a "conductive material". Normal tap water contains chlorine, and it works a conductive material.

Boeing can only speculate that the purified water used by HNA may not have sufficient conductive material to allow the capacitance mesh in the water tanks to accurately measure water levels. Furthermore tap water is used for the water tank functional test to calibrate the quantity indication system at the factory.

As a baseline test (validated by HNA), Boeing recommends HNA fill the potable water tank with "normal/unpurified" water or adding 10 mg salt in water of each tank which been affected as a method for troubleshooting faulty indication.

四、小结

在本案例中，水箱指示并没有故障，导致水量指示异常的原因是使用了纯净水加入水箱。此类虚假的故障指示通常显示在 1/2，不妨对比相邻机位飞机上的水箱指示来辅助判断。原理不难理解：根据电容的计算公式： $C = \epsilon_r * \epsilon_0 * S / (4 \pi kd)$ ，相对介电常数越大，输出电容值也越大。