

石油脱水中的一些物理问题*

黄 骝 华 有 年

(北京工业大学物理教研组)

在我们祖国辽阔富饶的土地下，蕴藏着丰富的石油资源；可是在解放前，我国却戴着贫油的帽子。帝国主义的洋专家们硬说我国没有石油。连点个油灯也要向外国买所谓“洋油”。曾几何时，现在外国却向我国买石油了。我国的石油工人摘掉了贫油的帽子，让沉睡了几万年、被压在地层深处的“工业血液”，象咆哮的河流，激浪翻滚，汹涌澎湃，冲破地层，温顺地沿着石油工人铺设的大动脉，流向祖国的心脏，输送到遥远的边疆。石油工业战线上的辉煌战果，是一曲响彻云霄的毛泽东思想胜利的凯歌。

石油从地下开采出来都含有一些水分，少则5—6%，多则60—70%。这些水分是以极细微的颗粒状态分散在石油中，虽然水的比重比石油大，按说水应当沉在底部，油应当浮在上面，其实不然。在开采出来的原油中根本看不到水的影子，放置半天也看不到水沉降下来，可是一化验，发现其中含水还不少。那是因为原油中的水与原油组成乳状液，就象牛奶中的水和脂肪、蛋白质都以极细微的状态混合在一起，所以很难看出牛奶中哪一部分是水，哪一部分是脂肪、蛋白质，虽然水的比重比脂肪大，但一杯牛奶放置半天也看不见水沉降下来，所以要把石油中的水清除出去还不是那么容易的。

在石油的运输、贮存、炼制过程中都需要把其中的水除掉。如果不把水分除掉，那在运输过程中就要浪费大量人力物力。水的存在会使一些盐类水解而腐蚀管道和容器。在石油运输过程中为了防止结蜡需要加温，而水的比热约为原油的一倍，所以升高同样的温度，水所吸收的热量约为同量原油的一倍。在炼制过程中要加高温，而水的汽化热是536卡，所以汽化一吨水要消耗0.1吨燃料油。水变成水蒸汽体积要膨胀，一定重量的水蒸汽，其体积是同重量原油的15倍，因而占据了很大的空间，使精炼塔的炼油量大大降低。水和油在加热炉里加热到300多度，进入蒸馏塔时急速汽化，体积突然膨胀，将比原来体积增加1700多倍，容易造成冲塔事故，不但产量、质量无法保证，还往往容易使塔内压力剧增，引起爆炸事故。由于原油含水有这么坏处，所以要求原油在运输和炼制时含水量低于1%。

我国石油工人，在批林批孔运动中，用国产的可控

硅自动控制高压电脱水装置和高效破乳剂，在一定温度下对原油进行热化学脱水，使原油含水量降到0.2%以下，这是毛泽东思想的又一伟大胜利。下面我们介绍在石油脱水过程中和物理学有关的几个问题。

一、石油脱水的原理和过程

水在原油中是以乳化状态存在的，石油脱水的过程就是破乳的过程。为了实现破乳过程，首先得把石油乳化过程作一些分析。

1. 石油乳化过程

我们先做一个小实验。在一个玻璃杯中先倒入1/3的花生油（菜籽油、豆油也行），再倒入1/3的水，就可以看到水沉在下面，油浮在上面，如图1(a)所示，油水界面是很清楚的。如果要把油水分开，是不难做到的。但若拿一双筷子将玻璃杯中的油和水进行剧烈搅拌，不到十分钟就可以看到水不再是清的，油也不再透明了，渐渐出现乳白色，油和水的界面消失了，出现了一杯和牛奶相似的乳白色液体，分不出哪里是油，哪里是水，如图1(b)所示。要把这种乳状液中的油和水分开就比较困难了。这种油水混合出现乳状液的过程

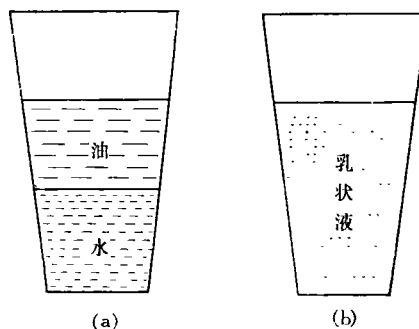


图1 油水混合
(a) 未搅拌时界面清楚；
(b) 搅拌后成乳状液

* 1975年1月8日收到。

程叫乳化过程。

为什么油水经过搅拌后水就不再沉到下面呢？因为搅拌把油和水都搅成细微的颗粒，在每个水颗粒的表面都附着油分子，形成油包水型的团粒结构。它们的比重比水小，所以不易下沉。若在油颗粒的表面附着水分子而形成水包油型的团粒结构，它们的比重比油大，因而不易上浮。由于这两团粒结构的存在，因此就不清明显的油水界面。

由于油和水都分成细微的颗粒，油水界面增加，界面曲率增大而方向各不相同，所以入射光就不能很好地透射，而在油水细微颗粒的界面上经过多次反射和折射，形成漫反射和无规折射，使各种波长的光迭加在一起而呈乳白色。

从受力的角度分析，石油里的水颗粒受到向下的力是重力，受到向上的力有油的浮力（等于与水粒同体积的油的重量），还有附着力、油水之间有相对运动趋势时的摩擦阻力、电场力的作用力。油和水摩擦要各带异种电荷，下部水增多上部油增多后形成的反向电场，将阻碍水的继续沉降。电场力对水颗粒而言是向上的。当水颗粒分得很细时，其总重量不变，而其总的表面积却增大很多。计算得出，边长为1厘米的立方体，分成边长为1微米的立方体时，总重量不变而表面积增大了一万倍，同时所带电荷增加。受到向下的重力不变，而向上的浮力、附着力、摩擦阻力及电场力的合力却增大了，因而达到受力平衡，水就不会沉降。

从分子运动论的角度进行分析，当水颗粒变得很细时，就会作布朗运动。这是由于受到各向分子作用力不均衡而出现的无规运动。这种无规运动超过向下的定向运动时，也会使得水粒沉降不下来。

原油中的油和水也是由于搅拌而形成乳状液，水以极细微的颗粒状态存在于原油中，因而沉降不下来。但是谁来搅拌呢？地层中的压力很大，当地层中的原油和水一起流向井底，油水混合物由井底沿油管向地面运动过程中，随着压力的降低，天然气不断从油中析出而使体积膨胀，这样就增加了油水的搅拌促使乳化液生成。当油、气、水混合物通过油嘴时，压力骤然降低，流速剧增，产生剧烈搅拌而生成乳状液。同时，在原油的集输过程中也会导致乳状液的生成。

2. 石油乳化的稳定性

因为石油中的水以细微颗粒状态（乳化状态）存在，所以沉降不下来；要使水滴沉降必须使它聚结成大大颗粒才行。从能量的角度进行分析，细小的水颗粒总要聚结成大大颗粒的。因为要使水变成细微颗粒使总的表面积增加，就需要对它做功，使之具有表面能；分得越细，表面积越大；具有的表面自由能就越大，就越不稳定。根据物理学的基本法则，物体总要趋于能量最

低状态。高分散度的状态是不稳定态，细小的水滴总要聚结成大大颗粒。但为什么石油中的水不会自动聚结沉降呢？因为有东西妨碍它们的聚结，原油中的沥青、胶质、环烷酸等天然物质附在油水颗粒界面上，形成稳定的乳化薄膜，妨碍了水滴互相合并，使乳状液稳定。

从静电的角度分析，当油水搅拌、碰撞、摩擦形成乳状液时，要使油和水分别带电。石油在集输过程中也是要带电的，所以输油车的外壳总要用一金属链条接地。原油中的细小水滴由于摩擦而带上同种电荷，油滴则带上另一种电荷。根据静电作用的基本规律，同性电荷互相排斥，所以小水滴和小水滴之间存在静电库仑力互相排斥，总也不能聚结成大大颗粒而沉降，因此石油含水乳状液是稳定的（当然这里还有乳化膜的保护作用，表面活性物质降低了表面能的缘故。温度、粘滞度对稳定性也有一定影响，这里就不细述）。

3. 石油的破乳过程

上面我们分析了石油的乳化过程和稳定性。“马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。”¹⁾我们要针对其乳化过程反其道而行之，实现破乳脱水。关键问题就是使带电的细微水粒电中和而成为不带电，使表面乳化膜破坏，这样就能使小水粒聚结沉降。用什么办法使小水粒不带电并破坏乳化膜呢？化学的办法是加破乳剂。大量实验证明，很多电解质只要达到一定浓度就能使乳状液聚结。而电解质中起聚结作用的只是与乳状液中分散粒子所带电荷相反的那种离子，而且离子价数越高，起的作用越大。这是一种电交换过程。此外，还有用不生成稳定乳化膜的表面活性物质来取代原有的稳定乳化膜；用化学试剂来破坏原有乳化膜；或加入相反类型的乳化剂来改变原有的乳化状态等各种方法，这里就不一一介绍。

从物理的角度来看问题，认为只要使水颗粒的电荷除掉，使之发生电荷交换而达到电中和就可以使水粒聚结靠重力沉降。为了提高脱水效率，常在电脱水过程中加入少量破乳剂（一般在万分之一左右），并适当加温降低原油的粘滞度，使水滴运动的阻力减小，速度增大，水滴和水滴之间的碰撞加强，使之容易聚结沉降。升高温度还可降低乳化剂的吸附性，降低了乳化膜的坚固程度，也就降低了乳状液的稳定度，这也有助于破乳脱水。所以在脱水过程中常将原油加热到一定温度。温度过高要耗费很多燃料，温度过低则效率降低。一般控制在58℃—62℃效果较好，目前采用的多

1) 毛泽东，《实践论》，《毛泽东选集》，人民出版社，(1969)，268。

是这种热、电、化学三结合的脱水方式。

电中和是这样进行的：原油在低电压下几乎是不导电的。要加上高电压，产生强电场，使之发生电荷交换以达到电中和的目的。高压电脱水器的结构如图 2 所示。高含水原油从进油管通过喇叭喷口进入脱水器中逐渐升高，经过多层电极构成的电场破乳脱水，脱后的净化油从出油口输出。

我们采用可控硅自动控制高压硅整流器产生几万伏直流高压，加在脱水器的两个电极上。脱水器的极板由平行金属网制成，加上高压 U 后就形成强电场。在两层极板之间，可近似看作平行板匀强电场。其电场强度 $E = \frac{U}{l}$ 。在边缘部分则是非均匀电场，其电场分布示意图如图 3 所示。

在极板距离固定的情况下，所加电压越高电场强度越强，脱水效率也越高。对于一定的电压，极板距离越大，电场强度越弱，极板距离越近，电场强度越强。

在强电场作用下，带电的水粒将向异号电极移动，其运动速度和加速度与受到电场力的大小有关，根据

$$F = q \cdot E,$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{q}{m} \cdot E,$$

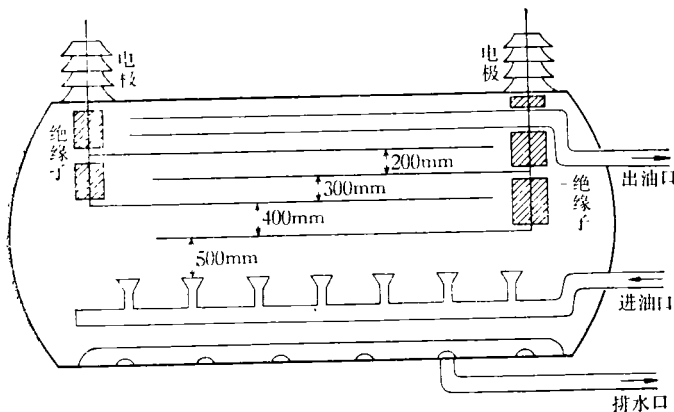


图 2 高压电脱水器的结构

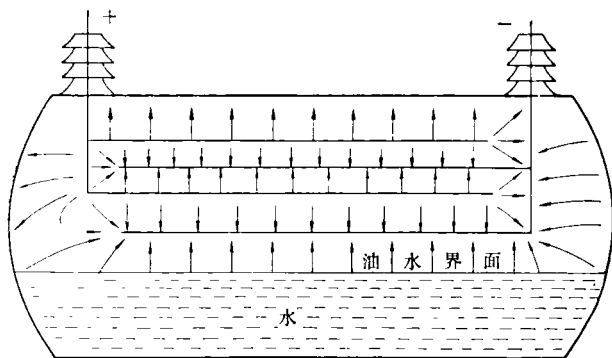


图 3 脱水器极板间电场分布

可知带电水粒运动的加速度与所带电量及电场强度成正比，与其质量成反比，荷质比 $\frac{q}{m}$ 不同的水滴，运动加

速度不同。在向极板运动的过程中，将逐渐达到电中和并互相碰撞，聚结成大水滴而在重力作用下沉降。

对一些呈电中性的水滴，在强电场作用下也要极化形成偶极子，取向排列，正负相衔彼此联接，构成水链而聚成大水滴。在电场的非均匀部分还要受力运动，最后聚成大水滴沉降。

我们可以通过调节电压和调整极板距离来控制电场强度，以达到提高脱水效率的目的。在直流高压电源不能提供很高电压的情况下，往往将极板距离靠近，电极层数加多，有时还将电极做成比较奇特的形状以产生强电场。在直流高压电源能提供高电压的情况下，极板距离可以加大，电极层数可以减少，以使得到大的输入功率。对脱水器来说，输入功率 $P = IU$ ，对于同样的脱水电流，极板拉得越开，电场范围越大，所加电压越高，功率 P 就越大，效率就越高。

在脱水器中，含水油从下部进入，净化油从上部输出，所以越靠上部要求含水量越少，就要求脱水电场越强。因此往往使下层极板间距较大，上层极板间距较小。如图 2 所示采用 500mm，400mm，300mm，200mm 的不同间距，这样加上同样电压后，下部电场较弱，上部电场较强，所以整个脱水器内电场强度是非均匀分布的，越往上电场强度越强，脱水效率越高，油就净化得越好。

二、石油脱水过程中的自动保护问题

1. 初投产时电场的建立

一个脱水站刚刚投产时，所用的油都是从地下刚开采出来的高含水油，其电阻率是比较低的，在加上高电压时将出现大电流，有时电流能大到数百安培，这是正常工作时所不允许的。对于 50 kVA 的脱水变压器，在 380V 供电，40kV 输出情况下，一次电流不得超过 130 安培，二次电流不得超过 1.25 安培。当电流超过额定值时，过流继电器就要跳闸。因此电场很难建立起来。过去都把初投产看成是一个比较棘手的问题，常把处理一满罐（约 80 立方米）新的高含水油称为“初投产”。过去进行初投产必须先注入净化油，使脱水器内电阻率足够高，才能把电场加上，然后逐渐输入高含水

油,让电场平稳地建立起来。如果没有净化油,那就费劲了,就得多加破乳剂,提高油温,把380V双层送电改为220V单层送电,送一下,停一下,直到油中的水逐渐脱净,电阻率逐渐升高,高压电场逐渐加上为止。有时要等一天一夜才能建立电场,弄不好电流过大还会烧毁变压器。

这次我们和大港油田滨海站的工人师傅、工程技术人员一起,采用北京605厂生产的KGGJ-1A/40kV型可控硅自动控制高压硅整流设备供电,它能自动地由低到高逐渐增加电压;具有自动跟踪电场电压的装置,能随着原油含水量的逐渐降低、电阻率逐渐增高而使电场逐渐增强,最后达到建立几万伏高压电场为止。我们做了多次试验,每次只要5—7分钟就能把电场建立起来。初投产时建立电场的电压-时间关系曲线如图4所示。

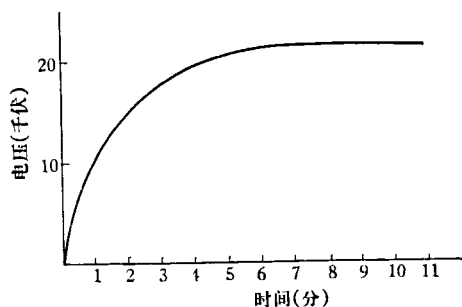


图4 初投产时建立电场的电压-时间曲线

采用这种新工艺,不仅缩短了初投产的时间,而且还大大提高了脱水效率。只要十分钟就可以把一满罐(约80立方米)含水量在30%以上的高含水油,变成含水量在0.4%以下符合出口标准的净化油。在正常平稳操作情况下,原油脱水后的含水量都在0.2%以下。初投产时的脱水效率曲线如图5所示。工人师傅高兴地说:“以后初投产再也难不住我们了”。

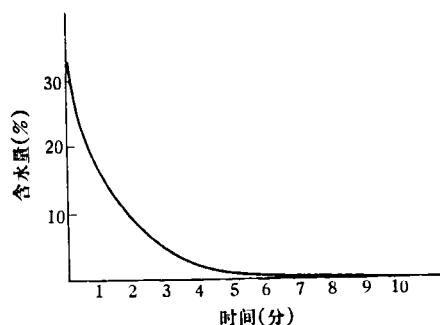


图5 初投产时的脱水效率曲线

2. 水淹电极的保护

在脱水过程中原油里的水不断沉降下来,以每小

时流进80方原油计,若原油含水量为30%,则每小时有24方水沉降下来,这是一个相当可观的数量。如果不将这些水及时排出,脱水器内油水界面就要逐渐升高,最后逐渐淹没电极。水淹电极时,高压电场通过水层对地短路,将流过极大的短路电流,会烧毁变压器破坏电场,是一严重事故。

这次我们和工人师傅一起采用了自动保护装置,在水位升高即将淹没电极,电流逐渐增大即将造成短路事故时,就利用这逐渐增大的电流作为控制信号,通过自动控制电路迫使电压下降。这样电流就不会继续增大,控制得好电流将维持不变。我们经过多次试验,看到在水淹电极过程中不再是电流升高,而是电流恒定,电压自动下降,这样就起到了保护作用。试验证明恒流通道是稳定的,短路保护是灵敏的,我们还根据工人师傅的要求加上水淹电极事故报警和预报警装置,不仅可以在发生水淹电极事故时报警,而且可以在即将水淹电极时发出预报。预报的提前量还可以根据需要选定,这样就可以事先作好准备,采取措施。

后来我们又和工人师傅一起采取了一些保护措施,保证在水淹电极情况下短路电流也不超过额定值,这样即便水淹电极也不会造成严重事故。工人师傅说:“这下操作起来就放心了”。

3. 恢复电场的试探保护

水淹电极后要破坏原有的稳定电场,必须加大排水量把水放出去使水位下降重新建立电场。但什么时候才能使电场恢复呢?过去就靠操作工一次又一次试探建立电场,工作量大,效率低,浪费时间。

这次我们和工人师傅一起利用电阻电容定时充放电的原理,搞一个自动试探建立电场的装置,每隔20秒自动试探建立电场一次。若条件不成熟,则自动降压,过20秒再自动试探一次,直至高压电场建立为止。这样工人师傅就不必守在脱水器旁,大大提高了工效。

此外还有开路过压保护装置、电场放电保护装置和电眼显示,还有保证机器不受电冲击的软启动和软停车装置。为了适应迥路大电感的实际情况,采用了脉冲列触发可控硅的线路,以保证有足够宽的脉冲和足够大的功率,并保证了输出自始至终的对称性。这些问题这里就不一一细述。

三、脱水器内油水界面的测定和自动控制

脱水器内油水界面的测定和控制是整个石油脱水过程中很重要的一环。界面控制低了,容易把石油放出造成浪费和污染,界面控制高了,容易造成水淹电极事故。所以水位控制平稳是很重要的一环。但要控制油水界面首先得知道界面在哪里,可是脱水器是密封

的金属罐内部压力很大,很难直接观测,过去多采用试探电极的方法来探测油水界面,就是在脱水器内不同高度安装几个试探电极。当油水界面达到这一高度时,电流就从试探电极通过水层对地构成通路,外部仪表就有指示,就能知道界面的实际高度。但这种方法存在着一定问题,就是试探电极中有电流通过,易被电解腐蚀。即使用不锈钢、石墨甚至用白金做电极,使之不易电解腐蚀,也不能避免沉积水碱和蒙上垢污而妨碍导电,而且还要受到高压电场的干扰。天长日久,试探电极上垢污越积越多,导电性能越来越差,报出信号也越来越不准确,最后甚至产生误报和误动作,工人师傅对此万分着急。

我们通过和工人师傅共同劳动,一起操作,仔细观察石油脱水的每一个环节,发现当油水界面逐渐升高将要淹到电极时,两个电极流过的电流不对称。下电极流过的电流大;上电极流过的电流小,这将使设备处在不对称运行状态,这是一件坏事,我们希望消除它。

我们分析这电流的不对称是由于负载不对称引起的。变压器的两个高压线圈是对称的。这时的负载电阻有三个:一是两个极板之间油层的等值电阻用 R 表示;二是上极板对地之间油层等值电阻用 R_E 表示;三是下极板对地之间油层等值电阻用 R_F 表示。如图 6 所示。这里有三个回路:

1. 由 $A \rightarrow D_1 \rightarrow C$ 点 \rightarrow 上极板 $\rightarrow R \rightarrow$ 下极板 $\rightarrow D_2$ 点 $\rightarrow D_3 \rightarrow B \rightarrow A$;
2. 由 $A \rightarrow D_1 \rightarrow C$ 点 \rightarrow 上极板 $\rightarrow R_E \rightarrow$ 水层 \rightarrow 地 \rightarrow

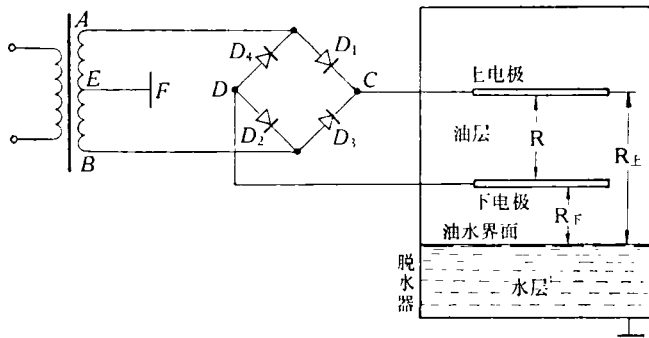


图 6 负载电阻

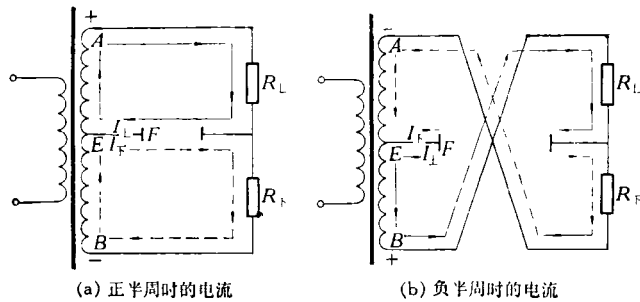


图 7

$F \rightarrow E \rightarrow A$;

3. 由地 \rightarrow 水层 $\rightarrow R_F \rightarrow$ 下极板 $\rightarrow D$ 点 $\rightarrow D_1 \rightarrow B$ 点 $\rightarrow E \rightarrow F \rightarrow$ 地。

第一个回路不产生电流不对称问题,因此不予考虑。只要着重分析第二、第三两个回路。

将图 6 的等效电路画出如图 7 所示。

当油水界面很低时, R_E 和 R_F 阻值差不多,基本上都由电极对外壳(地)的油层厚度决定。这时通过上电极的电流 I_E 和通过下电极的电流 I_F 差不多。当油水界面逐渐增高时, R_F 逐渐减小 I_F 逐渐增大,而 R_E 却改变不大,所以 I_E 改变不大,这时由 E 流向 F 的电流 I_F 和由 F 流向 E 的电流 I_E 就不相等,即

$$I_F = \frac{U}{R_F}, \quad I_E = \frac{U}{R_E}.$$

变压器两个高压线圈电压相等 $U_1 = U_2 = \frac{U}{2}$,

$$R_F < R_E, \quad \therefore I_F > I_E.$$

在电源电压正半周和负半周时都是如此,分别如图 7 (a) 和 (b) 所示。

对我们有用的是 I_E 与 I_F 的差值,称之为差流。即从 $E \rightarrow F$ 的总电流 ΔI 为

$$\begin{aligned} \Delta I &= I_F - I_E = \frac{U}{2R_F} - \frac{U}{2R_E} \\ &= \frac{U}{2} \left(\frac{1}{R_F} - \frac{1}{R_E} \right). \end{aligned}$$

在工作电压恒定的情况下,差流 ΔI 只与极板对地之间油层的电阻有关,而这油层电阻又与油水界面高度有关。水位越高,下极板对地等值电阻 R_F 越小,差流越大。水位越低, R_F 越接近于 R_E ,差流越小。所以差流的大小就直接反映了水位的高低,即油水界面的高度。即便是油水界面很不清楚,油水混合层很厚时,也可从差流的大小反映出等效平均界面的高度。

理论的和实际的测量都证明差流和油水界面高度的关系是双曲线函数关系。这样就可以由差流来确定油水界面的高度,只要将一电流表串在 EF 之间,就可以从电流表的指示知道油水界面的高度。

在实际应用时还不能这样取出差流信号,这里有个安全生产问题,因为当 F 点接地时, E 点对地电位极低,确保安全。若 F 点对地开路,水位上升时 E 点电位可能升得很高,那就会出危险。若将电流表串在 EF 之间,万一电流表线圈或接线断了,就会出人身事故。所以我们是将一个 100Ω 电阻串联在 EF 之间(这 100Ω 电阻是由 10 个 $1k\Omega$ 电阻并联组成,且多点接地)。然后由 E 点引出电压信号作为油水界面高

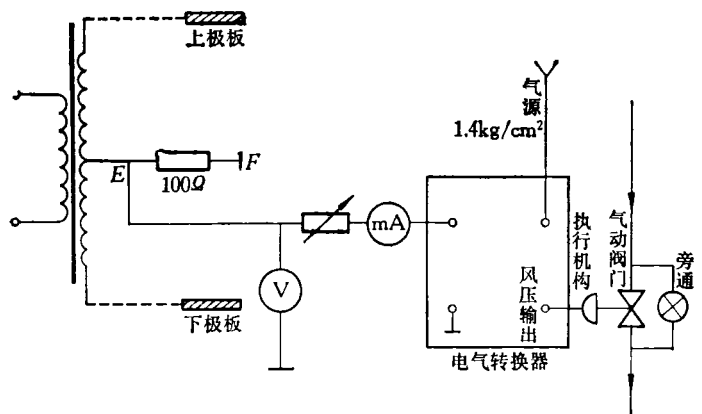


图 8

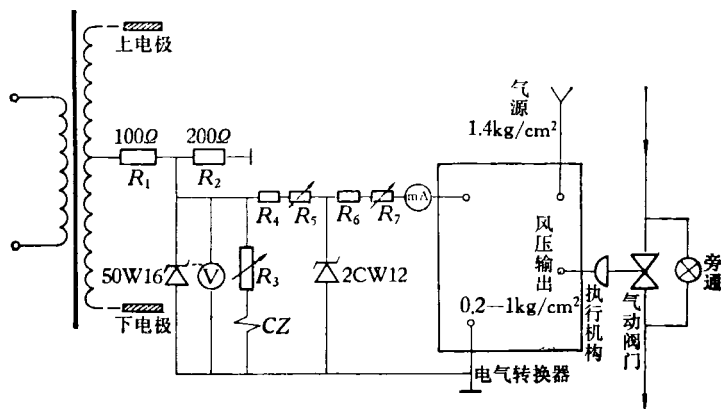


图 9

度的指示。因为差流越大，电阻上压降也越大，所以电压信号就反映油水界面的高度。

“认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。认识的能动作用，不但表现于从感性的认识到理性的认识之能动的飞跃，更重要的还须表现于从理性的认识到革命的实践这一个飞跃。”¹⁾ 我们既已从差流信号电压测出油水界面的高度，进一步就要用它来控制油水界面的高度，使之实现石油脱水自动化，完成由理性认识再回到实践这第二个飞跃。

最简单的方法是在 EF 之间串入一个继电器，当油水界面升高时，差流增大，大到一定程度，继电器动作，带动排水阀门的电磁阀或电动阀，使油水界面下降。当油水界面降低时，差流减小，继电器不动作，排水阀门关紧，水位就不会继续降低。这样油水界面就不会太高也不会太低，而被控制在一定高度范围之内。

这种方法应用起来也不太安全，同时控制只是两位的，不能使油水界面连续控制得非常稳定。所以仍将取样电阻接在 EF 之间，由 E 点取出差流信号电压，用它带动电气转换器。只要提供 $0-10\text{mA}$ 电流，就能输出 $0.2-1$ 公斤/厘米² 的气压去推动气动阀门的风开阀，如图 8 所示。

当水位升高时差流增大，电气转换器输入电流增大，输出风压增大，风开阀逐渐打开，使排水量增大，从而使水位逐渐降低。当水位降低时，差流减小，电气转换器输入电流减小，输出风压减小，风开阀逐渐关紧，使排水量减小，从而使水位逐渐升高。这样就可以实现连续自动调节。再加入比例积分调节器，就可以使自动调节更加平稳，油水界面控制得更加精确，使石油脱水自动化更臻完善。

当然，不用气动阀门而用电动调节阀也能实现连续自动控制。只要将 E 点取出的差流信号电压直接推动或经放大后推动电动阀即可。

为了防止水淹电极时 E 点对地产生高电压而损坏仪表，在实际线路中加上稳压管进行保护，并装上预报警装置，如图 9 所示。

图中 50W16 稳压管保证水位自动控制装置在 16V 以下工作，不会产生过压损坏。 R_1 是 50W16 的限流电阻， R_2 是差流信号电压取样电阻（理解为差流分流电阻也行），继电器 CZ 调整在水淹电极前差流信号电压大到一定程度时动作，其常开触点带动讯响器进行灯光和音响报警。预报

水淹电极事故即将发生的提前时间，可调节 R_3 来决定。电压表经过重新刻度可作为油水界面高度指示表。电流表经过重新刻度可以表示放水阀门打开的程度。 R_4, R_5 为稳压管 2CW12 的限流电阻，也是电气转换器的保护电阻。 2CW12 保护电气转换器，使输入电流不超过 12mA ， R_6, R_7 用来控制电气转换器的电流，使在 $0-12\text{mA}$ 范围内变化，调节 R_8 可以控制油水界面在不同高度。气源供给 1.4 公斤/厘米² 的气压，输出风压随输入信号电流而在 $0.2-1$ 公斤/厘米² 范围内变化，通过执行机构控制气动阀门实现自动调节。

通过和大港油田的工人师傅和工程技术人员共同战斗，我们感到只有深入第一线才能取得第一手资料，才能获得真知。有些事情看起来是坏事，通过大家共同努力却能变坏事为好事。帝修反的封锁、禁运、刁难只能促使我们奋发图强；工作中的阻力也能变为动力；电流不均衡这一坏事也能作为指示和控制油水界面的好事。只要按《矛盾论》和《实践论》的观点指导工作，就无往而不胜。

1) 毛泽东，《实践论》，《毛泽东选集》，人民出版社，(1969)，269。