

固定顶油罐加装组合式浮盖的施工

孔 昭 瑞
(江汉石油学院)

关于固定顶油罐的改造问题，有关部门曾提出过在固定顶油罐中加装钢质浮盘的办法。几家炼油厂的改装经验证明，这种办法是可行的。不过，此办法也存在不足之处，如成本高、工期长、钢材用得多、施工难度大、安全性差等，以致影响了改造进度。为此，笔者曾提出过在固定顶油罐中加装组合式塑料浮盖的办法*。去年我们从国外引进了两套供 5000 立方米固定顶油罐装用的组合式铝合金浮盖。现将第一套浮盖的部分施工简介如下：这种称作“VACONODECK”的浮盖，是由瑞士设在西德的一家铝制品公司提供的。除密封及联接外，其余均用铝合金材料制作。其结构为：所有部件都预制成一定尺寸及形状的装配件，施工时通过人孔纳入清洗干净的油罐中，然后在罐内进行组装。

据该公司介绍，加装这种浮盖后，蒸发损耗能减少 95%；浮盖的安装工作量为 300 工时（不包括油罐清洗等准备工作），加装所需全部投资，10 个月即可收回。

一、浮盖结构

该浮盖采用了单盘浮筒式结构，如图 1 所示。各部件间均用螺栓联接。其中，圈板、槽型梁及浮筒构成了浮盖的骨架。盖板搭接着铺于圈板及槽型梁顶面上，并藉盖板压条与圈板及槽型梁联接在一起。可调支腿是供安装或检修时支撑浮盖用的，同时兼起限定浮盖最低操作位置的作用。它可沿其导向套管上下滑动：浮盖上升时，藉助于装在支腿上部的螺栓销，带动支腿一起上升；浮盖下降时，靠装于支腿下部的螺栓销来限制浮盖的最低操作位置。在安装过程中或检修时，则利用装于导向套管上端的紧固螺钉，把支腿紧定到需要的高度，以利检修人员在浮盖下进行操作。导向套管靠其底座法兰固装在圈板上，或浮筒之间。这些法兰还兼作圈板或浮筒之间的连接板。由图 1b 可以看出，可调支腿中的一部分沿圈板内侧作环状布置，另一部分则分别装于浮筒之间。泡沫挡板是阻挡泡沫用的。由图 1a 可以看出，万一油罐着火，消防泡沫将被集中在环状密封带上，从而使泡沫能够发挥更有效的灭火作用。

引进的浮盖，外径 22246 毫米，是由盖板、密封带、20 块圈板、102 根槽型梁、48 根浮筒和 40 套可调支腿等部件组成。所有部件都是预制成型后运来的。部件上的联接螺栓孔也大部分是预先钻好的。厚度仅有 0.5 毫米的盖板材料，是被卷成直径约 400 毫米的圆筒状运来的，其展开长度为 15000 毫米。全部零、部件都是从底层圈板上的人孔中运入罐内的。

* 《江汉石油学院学报》，1982 年第一期，P43。

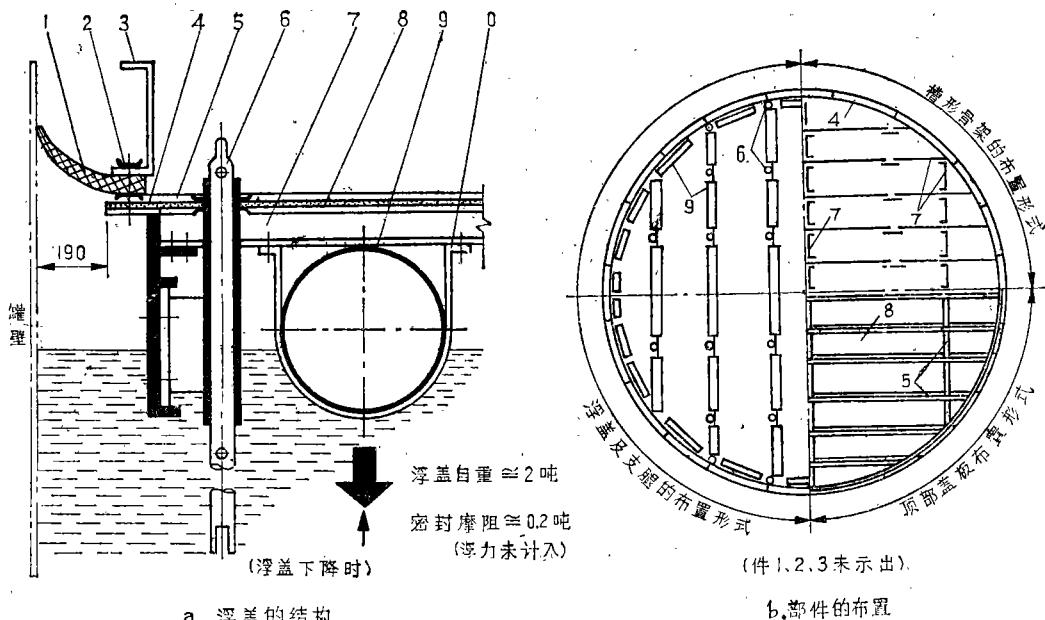


图 1

1—唇形密封；2—密封压条；3—泡沫挡板；4—圈板；5—盖板压条；
6—可调支腿及其导向套管；7—槽型梁；8—盖板；9—浮筒；10—浮筒卡环

二、浮盖的密封与升降

1. 密 封

从图 1a 可以看出，这种浮盖采用了结构简单的单层唇形密封。密封带的截面形状如图 2 所示。安装时斜边朝下，以减轻其前端的自然下垂。浮盖上升时，密封带的前端下弯，与油罐内壁贴紧（见图 3）；下降时，密封带前端上曲，如图 1a。由图中还可以看到，对于圈与圈间搭接的油罐，其内壁与浮盖外沿间的平均环向间隙为 190 毫米，此时密封带在罐壁上的贴合宽度约 50 毫米。

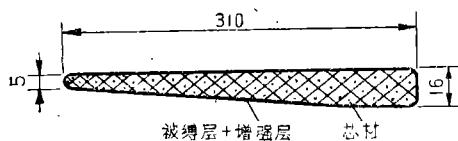


图 2

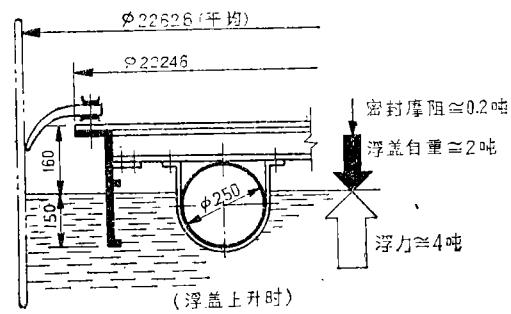


图 3

这种单层唇形密封，用作局部沉没式浮盖的主密封，一般说来，其防耗效果是不太理想

的。从图 1a 中看出，在浮盖盖板与液面之间，以及密封带与液面之间，均存在着油气层。当密封带处于图中所示位置时，油气很容易从罐壁与密封带间漏出。所以，这种浮盖的防耗效果不一定像制造厂家介绍的那样——能够减耗95%。据估计，他们之所以采用这种密封，除了因为它结构简单、便于安装及维修之外，更主要的是考虑到这种密封与罐壁间的摩擦阻力较小，与自身重量较轻、浮筒体积较小的浮盖配用时，能保证浮盖升降灵活；同时它也适用于内壁直径变化较大的搭接油罐。此外，对几何尺寸误差较大的旧油罐，尤为合适。这种浮盖是专为改造旧的固定顶油罐而设计的，所以就必须考虑到上述的因素。

2. 升 降

从图 3 可以看出，浮盖是靠油液作用于浮筒上的浮力而上升的。按其设计要求，浮筒的最大沉没深度为 150 毫米。已知浮筒外径为 250 毫米，总长为 164.7 米。当罐内储存轻质石油产品时，其最大浮力约为 4 吨。浮盖的自重约为 2 吨。据其资料计算，密封带的总摩擦阻力约为 0.2 吨。当浮盖上升时，还保有 1.8 吨的浮力裕量。留这么大的浮力裕量，估计是为了克服罐壁变形而产生的附加阻力，以及克服密封带通过圈板搭接处时所产生的附加阻力。

因浮盖的自重为 2 吨，由图 1a 可以看出，浮盖下降时的最大重力裕量也是 1.8 吨。

浮盖上升时，其最高位置是利用开在罐壁上的通风-溢流口来控制的（见图 4）。具体要求是，浮盖上构件的最高点与罐顶桁架底面最低点间的距离，至少应为 100 毫米（如果浮盖上装有泡沫挡板时，此距离可酌减）。浮盖的最低位置是靠可调支腿上的螺栓销控制的。据资料介绍，浮盖底面至少应离开进出油管的顶面 100 毫米（见图 5）。

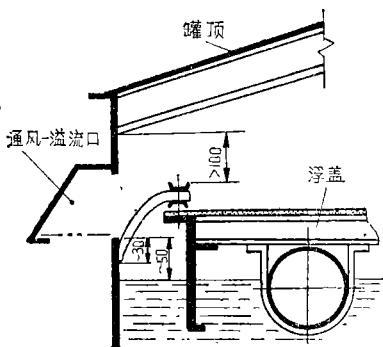


图 4

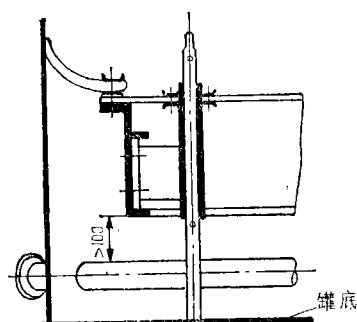


图 5

三、材料简介

1. 铝制件

除密封带及联接螺栓外，浮盖的全部部件及附属配件，均采用含有镁、硅及微量锰、铜的铝制型材、无缝管或板材制成。它们具有较高的强度和较好的弹性，定型性也好。因盖板材料系厚度仅为 0.5 毫米的铝板，为了增强其防腐性能，所以两面均覆有厚度约几个微米的锌覆盖层。浮筒是无缝铝管和厚铝焊接而成的密封筒，在出厂前均经过试漏。附属配件及联接件采用不同规格的铝板、型材及铝管制作，经铆、焊或冲压而成的。

2. 密封带

芯材为发泡软质聚四氟乙烯，为了增加耐磨性，并防止芯材吸油，外面敷以聚四氟乙烯带。从密封带的破损处还可以看到，为了增强其抗疲劳性能及回弹力，在被敷层中夹有一层强力尼龙丝网。密封带是做成长带子提供给用户的。安装时在施工现场用厂家提供的粘接剂粘接成环形。

四、主要配件

图 6 是这次改装的 5000 立方米拱顶轻油储罐加装浮盖后的示意图。该公司可以根据不同的需要提供其他一些配件，如人孔-真空阀组合件、人孔-呼吸阀组合件、中心柱导向装置、液位计浮子及导向架、浮盖排液管等。在上述这些配件中，有的与我们常用的油罐配件基本相同，有的则大同小异。但也有一些却设计得相当别致，可供我们借鉴。下面按其特点简介。

1. 通风-溢流口

系由施工单位用钢板在现场自制，并依次焊在罐壁最高一层圈板的规定位置处。其结构型式及开孔位置大致如图 4 所示，与我国内浮顶油罐上用的同类配件无甚区别。它除了与通风帽配合起对流通风作用、避免油气在浮盖上积存之外，还兼起安全作用：万一操作不慎或自控仪表失灵，油液可从此口溢出，浮盖不致继续上升，以免浮盖碰撞罐顶造成事故。应该指出，这种浮盖是不宜装限位器的。

2. 防转钢丝

它由垂直地张紧于罐顶与罐底之间的两条不锈钢缆绳、及装于浮盖上的尼龙导向管组成，对浮盖起导向及防止旋转的作用。因缆绳下端有伸缩补偿器，所以，在通过罐壁变形较大的部位时，浮盖仍能平稳地升降。

3. 通风帽

由施工单位用钢板在现场自制，置于罐顶中部原来装呼吸阀的连接短管上。其结构形式与我国内浮顶罐上的同类配件相同。

4. 导静电装置

是两根导电性能良好的裸绞线，一端接在罐顶人孔上，另一端则分两处压在浮盖的盖板压条上。

5. 泄压-真空阀

从图 6 上可以看出，它是由一个带有长导杆的圆形阀盘和一个装有导向短管及液封筒的

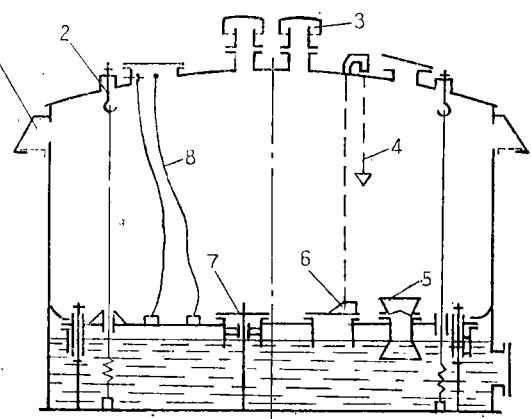


图 6

1—通风-溢流口；2—防转钢丝；3—通风帽；
4—浮盖位置指示计；5—量油漏斗；6—浮盖
人孔；7—泄压-真空阀；8—导静电装置

阀座组成。这种配件的第一作用是，当浮盖降到最低操作位置时，长导杆的下端触及罐底，阀盘被顶起，使浮盖下面的油气层与大气连通。这样，即使继续向外排油，也不至于在浮盖下面的油气层中形成负压，从而避免了浮盖盖板“吸瘪”的事故。另一个作用是，当浮盖处于正常操作位置时，如果浮盖下面油气层的蒸汽压力超过了液封筒内液柱的重力，油气可通过此阀排出一部分，使油气层的压力下降，以免盖板被撑破。不过，从图 6 看出，浮盖人孔也可起到后一种作用。

6. 浮盖人孔

它除了作为检修时进出浮盖的通道外，如上所述，它也可以起到安全泄压作用。因此，今后再加装这类浮盖时，可用人孔-真空阀组合件来取代泄压-真空阀及浮盖人孔，从而使浮盖上能够减少一套配件。

7. 人孔-真空阀

这是一种设计得较为别致的配件，其结构形式如图 7 所示。它主要由人孔盖、液封筒及长顶杆等零、部件组成。当浮盖处于正常操作位置时，顶杆落下，人孔盖封住带液封筒的人孔口。此时它就相当于一个浮盖人孔，可以兼起安全泄压作用。但当浮盖降至最低操作位置时，长顶杆下端触及罐底，人孔盖被顶开，于是就成了一个真空阀。由此可见，这一个配件便兼有浮盖人孔与泄压-真空阀的功能。

8. 量油漏斗

这是安装在盖板上的正、反两个漏斗（参见图 6）。在两个漏斗的连接法兰间，夹上了两层相互错位并在中心部位开有六瓣形切口的软塑料片（见图 8），做成小密封，以备通过量油尺或取样器之用。在安装时，漏斗中心必须与罐顶上原量油孔中心对正。

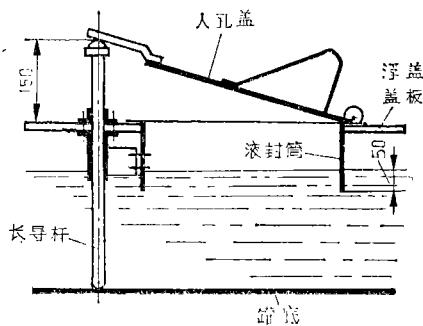


图 7

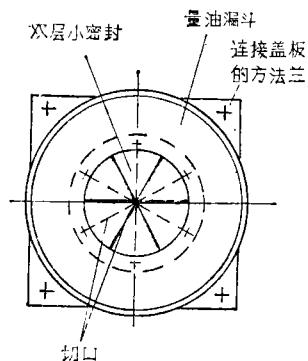


图 8

9. 浮盖位置指示计

是利用罐上原有的浮子液面计改装。即取掉浮子，把传感钢丝绳改接在浮盖顶上。

10. 中心柱导向装置

它是专为带有中心柱的油罐（如无力矩顶罐）提供的。其结构如图 9 所示，由导向滚轮、支架、液封筒及小密封等组成，使浮盖可沿中心柱垂直升降。如果油罐上装有导向量油管，则二者配合还可兼起防止浮盖旋转的作用。

11. 人孔-呼吸阀

这也是一种设计得较为别致的配件，其结构如图 10 所示，由人孔盖及液封筒组成。人孔盖是一个两侧板朝一边倾斜的无盖箱体，在这两块倾斜侧板上均开有矩形孔，并分别装上真空阀板及压力阀板。液封筒也是矩形的，在两块短侧板的液封面上边也各开了一个矩形孔，并装上了真空阀板。在油罐运行时，它可以起到呼吸阀的作用，以保障浮盖的安全。但在检修时，只要将人孔盖取下，液封筒便成为人孔了。在内浮顶油罐上装设这种配件，从安全性方面来讲，要比人孔真空阀组件更好一些。

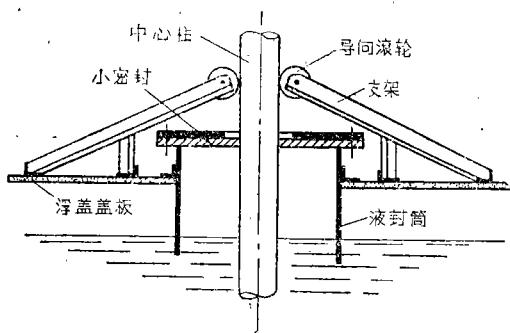
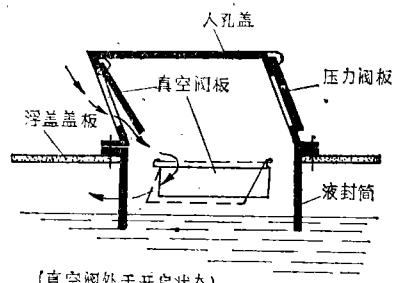


图 9



(真空阀处于开启状态)

图 10

12. 液位计浮子及导向管

浮子是液位计的探测元件。通过它，液面计可随时显示油液在罐内的储存高度。它与浮盖位置指示计配合，还兼起事故报警作用。该公司提供的浮子及导向管结构如图 11 所示。从图中看出，与国内同类配件相比，在结构上并无太大的区别。

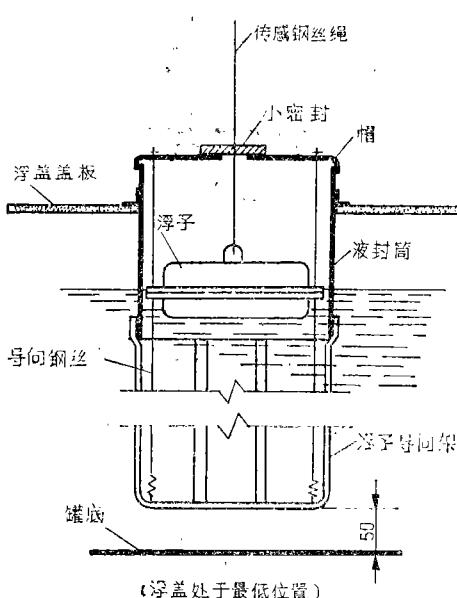


图 11

13. 浮盖排液管

是一些如图 12 所示的短管，均匀装在浮盖盖板上，供排除积存于浮盖上的油液及凝结水之用。

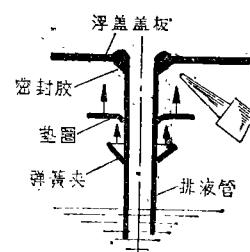


图 12

五、安装及试运

1. 准备工作

加装浮盖之前，首先要搞好施工现场的

安全防火工作。然后将罐内存油排净，拆除不再需要的配件，清除罐内的污垢，彻底清洗，仔细地进行除锈。同时检查腐蚀情况，并进行必要的修补。继之，在罐壁及罐顶上分别开通风-溢流孔及防转钢丝通过孔，并焊上通风溢流口及防转钢丝的张紧零件。如有必要，还应在内壁上涂刷防腐涂层。最后对罐壁的几何变形和罐底的不均匀沉降情况进行测量，并作出标记。

2. 安装浮盖

首先将圈板运入罐内，在罐底上按编号顺序排成一圈，并用连接板（即支腿导向套管的底座法兰）联接起来。然后在每块圈板的上沿离两端各约 800 毫米处，分别钻上 1 个螺栓孔，并按图 13 所示各装上 1 块密封压条，作定位板。再根据浮盖安装高度处（此罐定为 1800 毫米）圈板实测的几何尺寸，调整各压条的悬臂尺寸 l ，使圈板的几何形状成为比较规则的圆形。装上沿圈板内侧安装的那一部分支腿，把圈板升至安装高度。然后以 1 根支腿为基准，逐次调节其他支腿，使圈板处于水平位置。随后是安装槽型梁、浮筒及装于浮筒间的支腿（这些支腿也需要找平），使浮盖的骨架部分形成一个整体。上述工作完毕后，再认真地检查一遍。如安装无误，几何尺寸也符合要求，便可以铺盖板，并安装配件及密封带、泡沫挡板等。为了使接缝处具有足够的严密性，铺板前在每块盖板底面上，均沿周边涂刷一圈能够导静电的涂料；所有安装在浮盖上的配件，也在与浮盖联接前，沿法兰边涂刷一道底漆及一道密封胶。密封带的接头形状如图 14 所示。施工时先把切口处粘接起来，压紧，待固化后再装上压板及铆钉。至此，浮盖的安装工作全部结束，松开支腿上的紧定螺栓，使浮盖落至最低操作位置，以备充水试运。

这次浮盖的全部安装工作共进行了五天。

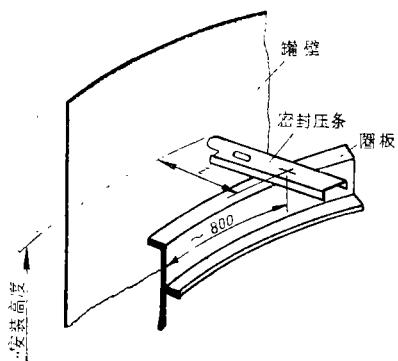


图 13

3. 充水试运

试运用水是靠水位差自流进罐的，估计开始时的进水压力约 2 公斤力/厘米²。在充水过程中，浮盖一直平稳地均匀上升，没有出现过“卡盘”现象。即使罐壁内凸达 150 毫米的部位，也顺利地通过了。不过，在个别外凸过大的地方，曾发现过密封带不能与罐壁贴紧的现象，出现了面积很小的局部缝隙。

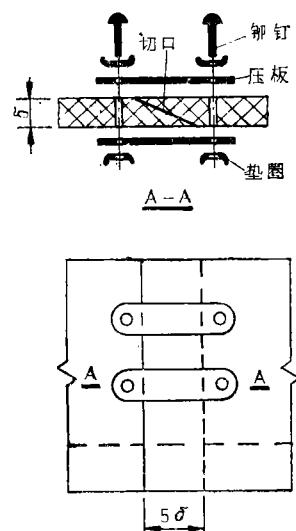


图 14

六、看法与建议

综上所述，我们可以看到这种浮盖既有优点，也有其不足之处。

1. 施工条件好

因它是组合式的，而且所有零部件及配件均可通过人孔运入罐内。所以，安装这种浮盖，所需的准备时间短，安装技术简单、施工条件好、进度快，施工的安全性也好——对于装置密集的炼油厂来说，则尤为可取。

2. 成本低

这个浮盖的到岸价约2万美元，计入国内运费及施工费用之后，约需人民币5万元。今后如改为国内制作，其成本可能会更低一些。但是，如果在相同容量的油罐中加装钢质浮盘，则需花费7、8万元。所以，在经济上也是比较合算的。

3. 适于加装在早期建造的油罐中

这种浮盖的结构及其密封形式决定了它易于在几何尺寸变化较大的旧油罐中升降，故适于加装在我国早期建造的一些固定顶油罐中。

4. 易于推广

因为它是组合式的，所有部件及配件又都是预制的，所以，现场的安装工作量很小（只需5天），而且安装技术也很简单。因此，只要国内有厂家定点生产这些预制件，固定顶油罐的改造工作便很易全面铺开，并于短期内完成。

除上述之外，这种浮盖还具有耐腐蚀及占用罐内有效容积小等一些其他的优点。

它的不足之处是，防耗效果可能不如国内设计的钢质浮盘。这是由两种原因造成的：第一，如前所述这种密封形式密封性能不太好；第二，因为这种浮盘采用了盖板在上、浮筒在下的局部沉没式结构，所以在盖板下面存在着一个容积较大的空间，从而为油液蒸发创造了条件。

总之，这种浮盖并不是完美无缺的，而且其中个别材料国内也不一定能够立即供应，所以我们没有必要完全仿制。不过，上述优点中却有一些是值得我们借鉴的。例如，由制造厂提供全部预制件，现场工作仅限于在罐内组装。这一点就是这种浮盖的生命力所在之处。他们一个厂能在世界各地销售几千座这种浮盖，其主要原因大概也在于此。因此在改造固定顶轻油储罐的问题上，我们也应该吸取这个经验，朝预制化、组合式的方向发展。至于浮盖的结构、材料以及密封形式等，则可以根据我们自己的设想和材料供应情况予以改变，使之更能适合我们的现实情况，并有利于加速这类油罐的改造进程。

对于储存易凝原油的固定顶油罐来说，加装这种浮盖后尽管未能解决罐壁结蜡的问题，但是，从罐壁上流下来的原油和剥落下来的蜡片，却可能通过分布在浮盖上的排液管重新流回到油层中去。因此，这种浮盖说不定会把内浮顶油罐不宜储存易凝原油的问题解决了。对此，不妨做个实验。好在这种浮盖是既易于装上去，也易于拆出来。即使实验失败，也不至于造成多大的损失。