

石油工业出版社

炼油厂油品储运

(初级本)

李国富 解学义 编

石油大学(北京)



绪 论

石油，一般指原油而言，汽、煤、柴、润、石蜡、沥青等则称做石油产品或直接称呼其具体品种和牌号。

原油是流动或半流动性的粘稠液体，呈暗褐、深黑或淡黄等颜色，可闪烁绿色或蓝色荧光；比重范围较广，在0.65~1.06之间；带有浓烈刺激性的瓦斯味和硫磺味；凝固点一般在十几度到三十几度，凝固点和含蜡量有较大关系，特殊原油凝固点低到零下几十度。

石油是由碳氢化合物组成的复杂的混合物。石油中含碳83~87%，含氢11~14%，含氮、硫、氧1~4%，还含有一些微量非金属元素（氯、碘、磷、硅等）和一些微量金属元素（钾、钠、铁、钴等）。从化学族组成方面讲，石油中含有各种烃类和非烃类化合物。非烃类化合物在石油中含量不多（约占10~20%），主要是氮、硫、氧和碳氢元素形成的有机化合物，它们对油品性质和加工方法影响很大，对油品有害，需要用精制方法将它们除掉，如果搞好综合利用，除掉的东西可以变废为宝。

石油和石油产品在国民经济、国防建设和人民生活中占有重要地位，被称做“工业的血液”。石油产品是当代重要的动力资源，特别是在交通运输上尤为重要。石油可生产出优质的润滑材料，它又是化学工业的主要原料之一。石油和我们日常生活有着极为密切的关系，而且日益扩展到衣、食、住、行各个领域。

石油和石油产品主要具有以下几个特性：

(1) 易燃性 石油及其产品都可燃烧，而轻质成分又极易燃烧，其燃烧性能的大小用闪点、燃点、自燃点来衡量。轻质油比重质油闪点低，而自燃点却高。闪点越低，标志着起火爆炸的危险性越大。

(2) 易爆性 石油蒸气和空气的比例达到一定的浓度范围时，遇火即行爆炸，这个浓度范围的最高值和最低值称做“爆炸极限”。油品燃烧和瓦斯的积聚同样都孕育着爆炸，因为燃烧过程中，油气浓度逐渐下降，会从“上限”一端进入爆炸极限的范围内，引起爆炸。

(3) 易挥发性 液体石油很容易变成气体，尤其是轻质油、挥发更为强烈。由于温度升高、油面压力降低、油面面积加大、油面上方空气流动速度加大等原因，挥发速度也随之加快。油品的易挥发性不但能造成油品的损失，而且会降低油品质量，增加火灾、爆炸的危险性。

(4) 易产生静电性 石油本身是良好的绝缘体，在与管壁摩擦或与容器撞击过程中，在油品表面或接地不好的管线和容器上会积聚大量电荷，产生静电。静电电位积聚到4伏特，若得以放电，产生火花，就足以引起汽油燃烧或爆炸，实际操作中静电电位千倍、万倍地超过4伏特，只是没有放电机会而已。为了提高某些油品的导电率，还要特意加入“抗静电剂”。

(5) 易发生毒害性 石油产品，特别是加入某些添加剂的石油产品，对人体有一定的毒害性和刺激性。油品毒性可通过呼吸道、消化道和皮肤浸入人体，造成伤害。

石油经过炼制加工可生产十几类石油产品，大致可分为：溶剂油、燃料油、润滑油、润滑脂、电器用油、液压

油、真空油脂、防锈油脂、工艺用油、石蜡、沥青、石油焦、石油化工产品、石油添加剂等。

做为油品工人，石油储运工作者，要概括地了解石油的组成，生成和开采知识，以及油品的炼制过程和方法，要清楚油品的特性、要明确石油产品质量指标的重要性和意义、清楚常用质量指标的定义和用途以及每种产品用什么指标做为主要衡量标准。最主要的是首先明确储运工作者的任务和本职工作的重要意义。油品储运工作是石油工业和其他各行各业联系的“桥梁”，是连接炼厂内各装置的“纽带”，炼厂油品储运主要包括原油、各装置原料油的储备和供应，各种中间产品的输转，成品油的加剂、调合，成品油的储存和出厂，各种化学药剂、添加剂的保管，炼厂自用燃料油、燃料气的输转供应，有的还包括油品的酸、碱洗涤、电化学精制等。

储运工作者的基本任务有如下几点：

(1) 充分发挥储存容器和运输工具的效能。要做到多储、快运、快装、快卸，加速车船周转，保证市场需求，充分发挥储罐和运输工具的作用、提高效率。在炼厂内部要保证原料油供应，半成品输转和成品的及时加剂、调合、交库、出厂。

(2) 保证储运过程中油品质量不会降低。石油产品的质量如果不符合技术指标，不仅会降低使用效能，造成浪费，而且还会损坏机器设备、造成更大损失。因此，要严格执行质量管理的各项规定，做到不混油、不污染、不变质，永远记住“没有质量就没有数量”，保证供给合格油品。

(3) 努力降低损耗。油品在储运过程中的损耗是不可避免的，但储运人员应该积极采取一切有效的降耗措施，把

油品损耗降到最低限度，做到不跑、不冒、不漏、点滴回收，维护好储罐，进行小改小革，尽量减少蒸发损耗。

(4) 合理组织输转。油品输转过程要做到合理、迅速、经济、安全，不反向，不迂回，不对流，减少中间环节，采用合理运输方式。

(5) 做好技术管理。要建立各种报表、台帐，使油品来龙去脉、数量、质量记载清楚，有据可查；各种设备要建立技术档案，掌握技术状况，做到“科学管理，正确使用，及时维修”，使设备经常处于良好状态，确保正常运行；建立各种规章制度和操作规程，把岗位责任制放在首位。

(6) 开展技术革新、采用科学方法。在主要环节上采用新技术，改造老设备，创造新工艺，加强全面质量管理，逐步实现机械化、自动化，改变储运工作的落后局面，减轻体力劳动，提高工作效率。

(7) 确保安全。安全对于储运工作极为重要。不出事则好，出事小不了。火灾爆炸、跑损串油都是储运安全的大敌，要采取预防为主方针，对那些人为的，自然的灾害要做到有备无患，确保安全。

这本“炼厂油品储运”初级本，可供炼厂油品工人、初级技术人员阅读，或作为技术培训课本。本书共分六章，包括油罐，管路等储运设备，油品调合、收发装卸等储运操作，油品蒸发损耗、降耗措施和炼厂气储运管理等。书中不足之处或错误请大家在学习不断补充和修改，逐渐使这本小册子丰富和完善起来。

目 录

绪论	(I)
第一章 油罐	(1)
第一节 油罐的分类	(1)
第二节 地上钢质圆柱形油罐的结构	(2)
第三节 地上钢质圆柱形油罐的附件	(14)
第四节 油品的加热	(29)
第五节 油罐操作	(37)
第六节 油品计量	(40)
第七节 油罐清扫	(80)
第二章 管路	(82)
第一节 管线的分类及规格	(82)
第二节 管件	(88)
第三节 管线的敷设形式及安装	(115)
第四节 管线的伴热和保温	(123)
第五节 管路的操作	(129)
第三章 油品调合	(135)
第一节 调合的目的	(135)
第二节 油品调合指标的计算	(136)
第三节 调合方法	(141)
第四节 常用油品添加剂	(147)
第五节 汽油、航空煤油的加剂调合	(156)
第六节 润滑油的调合	(158)

第四章 油品的收发作业	(170)
第一节 原油槽车接卸	(170)
第二节 铁路装油设施	(176)
第三节 铁路油槽车装油操作	(184)
第四节 油槽车的计量	(185)
第五节 铁路油槽车的清洗	(193)
第六节 装车的安全设施	(198)
第七节 铁路油槽车的卸车	(200)
第八节 铁路槽车装车自动化及前景	(202)
第九节 汽车油槽车的装卸	(208)
第十节 油品的水运	(210)
第十一节 整装油料的运输	(214)
第五章 油品的蒸发损耗	(222)
第一节 油品蒸发损耗的危害	(222)
第二节 蒸发损耗的发生过程	(222)
第三节 地面油罐的蒸发损耗	(226)
第四节 槽车装油过程中的大呼吸损耗	(233)
第五节 降低油品蒸发损耗的技术措施	(238)
第六章 炼厂气的管理	(248)
第一节 炼厂气的来源和用途	(248)
第二节 炼厂气的储存和运输	(255)
第三节 火炬设施	(272)

第一章 油 罐

油罐是炼油厂中最重要的构筑物。从原油进厂到成品出厂都离不开油罐。目前，根据生产的需要，单个油罐的容积已从几立方米发展到几万立方米。对油罐的一般要求是：严密性好，不会发生油品及其蒸气的渗漏；建筑材料经久耐用，耐火而且与油品不发生化学反应；结构简单，便于备料和施工；在一定体积下应使油罐的表面积尽可能小，以节省材料；罐材的强度应得到充分利用；具有齐全和性能良好的附属设备，以保证油罐的正常使用等。

第一节 油罐的分类

油罐的种类很多，从材料上可分为金属油罐和非金属油罐两大类。按油罐的位置可分为地上罐、地下罐和半地下罐。

金属油罐，根据形状的不同又可分为立式圆柱形、卧式圆柱形和特殊形（如球形、水滴形等）三种。立式圆柱形油罐，根据罐顶的结构又可分为桁架顶罐、无力矩顶罐、拱顶罐、浮顶罐等。目前在炼油厂应用最广泛的是拱顶罐和浮顶罐。立式圆柱形金属罐一般用来储存数量较大的原油、轻质油和润滑油。卧式油罐用来储存小量油品和氨、酸、碱等。高压卧式罐和球形罐可储存石油液化气。

非金属油罐一般用来储存原油和重油。根据其建筑材料，非金属罐又分为砖砌油罐、石砌油罐和钢筋混凝土油罐等，以砖砌油罐和钢筋混凝土油罐使用较为普遍。如果用非

金属油罐储存轻质油时，则应采取相应的防渗措施。

地下罐也称隐蔽罐，它是将油罐全部埋于地下，上面覆土伪装，作成梯田形或山丘状，覆土层的厚度为 30~100 厘米。这种油罐自身防护能力较强，隐蔽效果好。

半地下油罐是将罐的下半部埋于土中，上半部露出地面。非金属油罐一般采用这种形式。

地上罐是将油罐设置在地面上。目前炼油厂大多数油罐是地上罐，它投资省，建设快，操作方便。

第二节 地上钢质圆柱形油罐的结构

金属油罐是炼油厂中应用最广泛的储油容器，它具有安全可靠、耐用、不渗漏、施工方便，适宜储存各种油品等优点。它的缺点是耗用大量钢材。

金属油罐是用钢板焊接而成的薄壳容器。最常用的形式为立式圆柱形和卧式圆柱形。

立式圆柱形油罐虽然种类很多，但主要是罐顶结构不同，油罐的基础、罐底、罐身的做法是基本相同的。

一、基础

适于建造油罐的罐址，其土壤的休止角要不小于 30° ，地质情况均匀，土耐压在 12吨/米^2 以上，地下水位低于基槽底面 30 厘米。地质条件不均匀的地方应避免用作罐基，如必须在这些地方建造油罐时，应对地基作特殊处理。

油罐基础的一般做法是最下层为素土，往上是灰土层、砂垫层和沥青防腐层。

素土层就是把开挖好的基槽底面上的素土夯实而成。灰土层是用 3:7 的石灰和土掺合后铺上夯实，以增强罐基的稳定性。砂垫层是采用比较干净的（含泥量不大于 5%）粗

砂或中砂铺成中心高、四周低的锥形，厚度为20~30厘米。由于砂的毛细管作用小，地下水通过砂垫层上升高度一般不超过15厘米，因此砂垫层可以起防止罐底潮湿，减轻罐底腐蚀的作用。砂粒之间的粘结力小，具有弹性，当地基有不均匀沉陷时，能将罐传来的压力重新均匀地分布在地基土壤上，以限制油罐不均匀沉陷的进一步发展。砂垫层上面再做8厘米厚的沥青砂层。沥青砂层是用中砂或细砂（杂质含量不超过4%）和沥青（常用30乙号石油沥青）加热搅拌而成。每立方米干砂大约加150公斤沥青。沥青砂垫层起防止底板腐蚀作用。沥青砂垫层随着砂垫层铺成中心高的圆锥形，圆锥的高度取为基础半径的1.5%。因为油罐的沉陷从理论上中心要比周边大，这样，发生沉陷后油罐底便趋于水平。

油罐装油后基础将产生下沉，视地基土壤孔隙比不同，油罐的沉陷各不相同，有的可达数十厘米。砂基础的沉陷较快，一般油罐建成后试水阶段就可以使沉陷达到稳定，日后油罐使用时就不会再有显著的沉陷。

二、底板

立式圆柱形油罐的底板只起力的传递作用，液体和罐本身的重量均经底板直接作用在基础上。由于底板的外表面与基础接触，容易受潮；底板内表面又经常接触油料中的水分和杂质，容易腐蚀，再考虑到底板不易检查和修理，所以底板一般采用4~6毫米厚的钢板。罐底四周与身板连接处应力比较复杂，底板外缘的边板用厚的钢板，一般边板的厚度和最下圈身板的厚度相同，至少也不小于下圈身板厚度的30%。

三、罐身

罐身的壁板是主要受力构件。在液体压力的作用下，它

承受环向拉力。液体压力随液面高度增加而增大，所以下部壁板所受环向拉力大于上部。罐壁厚度由计算来决定，上面薄下面厚。罐壁的竖直缝都采用对接，环向焊缝则根据圈板相互排列的方法可以是搭接，也可以是对接。圈板上下之间的排列有交互式、套筒式、对接式和混合式四种。

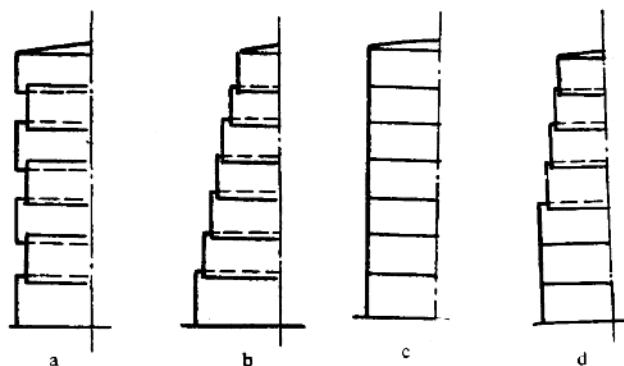


图 1-1 立式圆柱形钢油罐身板配置图

a—交互式； b—套筒式；

c—对接式； d—混合式

交互式过去用于铆接油罐，由于安装不方便，现在已很少应用。套筒式是把上层圈板伸入到下层圈板的里面，身板环向焊缝采用搭接焊，罐圈直径越向上越小。套筒式因为施工方便，易于保证强度，应用最为广泛。对接式是上下圈板之间的环向焊缝采用对接焊，使整个油罐的上下直径相同。对接方式安装和焊接都不方便，应用较少，但浮顶罐必须采用这种方式，以利于浮船上下运动。混合式是最下面的2至3圈采用对接式，上面各圈均采用套筒式。混合式用于大容积

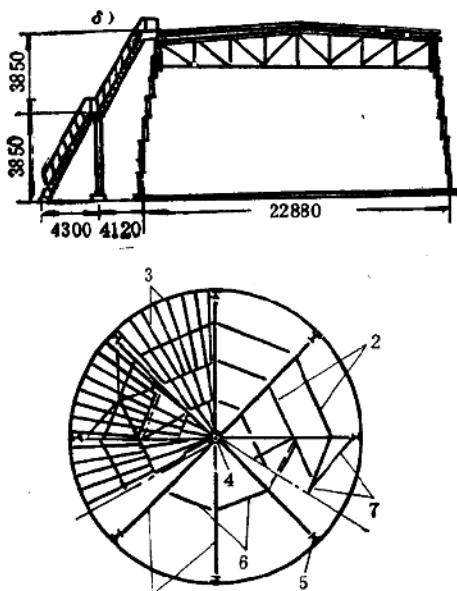
油罐，因为它下面几圈钢板很厚，用搭接的方式不易保证质量。

对接焊缝在钢板厚度等于或大于6毫米时，为保证焊缝质量应开坡口。搭接焊缝钢板的搭接宽度应为6~8倍的钢板厚度，常取35至36毫米。

四、罐顶

各种立式圆柱形油罐主要区别在于罐顶结构的不同。目前我国应用最广泛的是拱顶油罐。轻质油罐逐渐向浮顶油罐发展，以前比较常用的是桁架顶和无力矩顶油罐。

1. 桁架顶油罐



桁架下视平面图

图 1-2 500米³立式圆柱形桁架顶油罐

我国解放初期建造的油罐大部分是锥顶桁架罐，其结构形式如图1-2。

罐顶上的荷重经椽子、檩条传给桁架，再由桁架经罐壁而传到基础上。罐的容积较小时可只用檩条、人字梁。桁架罐顶板很薄，只有2.5毫米厚，顶板自由放置在承重构件上，相互间并不焊接，此时，油罐只能承受20毫米水柱的内压和25毫米水柱的真空。为了降低油品损耗，提高油罐承受内压的能力，可将顶板和椽子、檩条和桁架焊在一起，并将桁架下弦杆相应的改换，这时油罐所能承受的内压可提高到200毫米水柱。为了防止因增大罐内压力使底板四周从基础上拉起，可在罐壁四周最下圈挂一些混凝土块或专门的锚栓，以平衡由于提高内压而产生的向上的拉力。

桁架顶油罐顶部结构比较复杂，要用十几种规格的型钢，

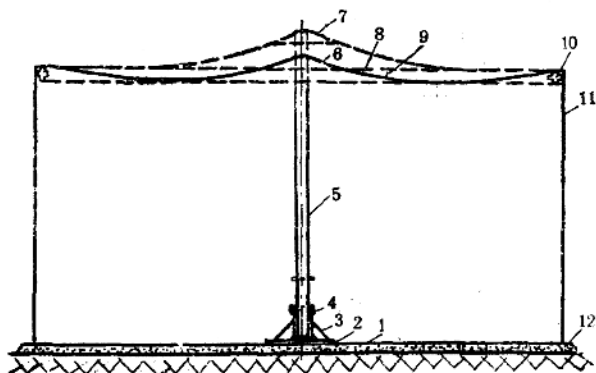


图 1-3 无力矩顶油罐

- 1—油罐底板；2—垫板；3—肋板；4—套管；
5—中心柱；6、7—伞形罩；8、9—无力矩顶板；
10—加强圈；11—罐壁；12—罐底

给备料和施工带来很大的不便。目前这种油罐已很少建造。

2. 无力矩顶油罐

1958年以后，我国曾建造了一大批立式圆柱形无力矩油罐。这种罐的结构如图1-3, 1-4, 1-5所示。

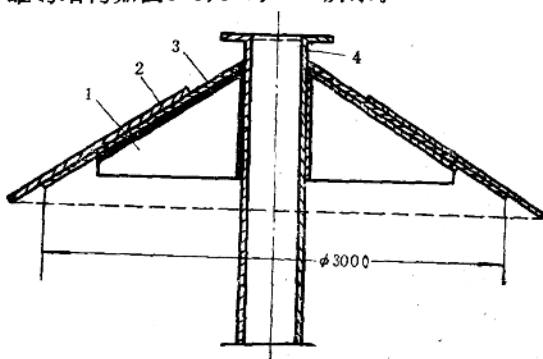


图 1-4 中心柱顶端伞形罩

1—肋板；2—罐顶钢板；3—伞形罩钢板；4—中心柱

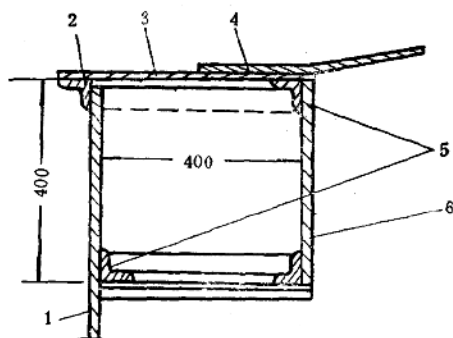


图 1-5 罐壁上部边缘托架

1—罐壁上圈板；2—罐壁上圈包边角钢；3—托架铺板；
4—罐顶钢板；5—托架角钢；6—扁钢

油罐有中心柱，柱的顶端有伞形罩（用筋板将其与中心柱焊在一起）。罐顶和罐壁通过边缘托架（钢固圈）相接，边缘托架由角钢、扁钢和钢板组成，顶板焊接在伞形罩和边缘托架之间。顶板呈悬链曲线形自由下垂，只受拉力，没有弯矩。有时为了施工方便，边缘托架也可以简化成一个角钢环（小油罐）。中心柱可以自由地在导向筒内上下滑动，而导向筒则焊在底板上。当罐内压力较低时，中心柱落到罐底，支承顶板；当罐内压力增高到一定值时，罐顶连带中心柱一起上升一段距离，以增大气体空间体积，减少呼气量，降低油品蒸发损耗。

无力矩顶油罐的结构比较简单，施工方便，所用钢材规格少，备料方便，节省钢材，和同容积的桁架油罐相比，可节省钢材10%左右。这种油罐也有其缺点，顶板很薄，又能上下运动，顶的坡度又比较大，工作人员到罐上操作不安全。顶板弯曲处存水不易排出，该处易腐蚀，再加上罐顶的运动，因而易造成折裂，就显得更不安全。因此为了安全和增加刚度起见，常将顶板加厚到4毫米，甚至将中心柱固定，不让顶板运动。这样实际上就失去了无力矩顶油罐节省钢材和降低损耗的优点。

由于存在上述缺点，现在已经很少建造这种油罐了。

3. 拱顶油罐

拱顶油罐，我国1963年开始建造，1965年以后得到广泛推广。目前炼油厂储存柴油、润滑油一般都使用这种油罐。拱顶本身是承重结构，罐内没有桁架和支柱，结构简单，钢材用量较少，承压能力较高。拱顶油罐有两种结构形式（见图1-6）。第一种形式拱顶截面是圆弧拱，拱顶实际上是一个球缺，这种拱顶罐又称为球顶罐。第二种形式的拱

顶截面由三个圆弧组成，中间是一个大圆弧，两侧是小圆弧。这种拱顶油罐又称为准球顶罐。

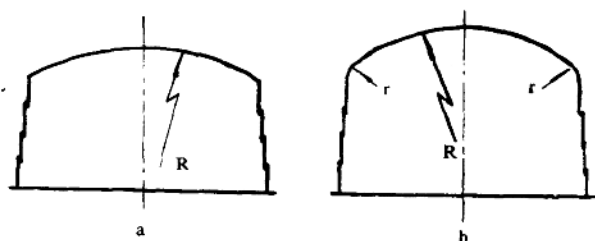


图 1-6 拱顶油罐的两种结构形式

a—球顶罐；b—准球顶罐

球顶罐的拱顶和罐壁联接处必须做加强环，以承受拱脚处的水平力。为了防止在拱脚处产生很大的应力而破坏油罐，这种单圆弧球顶罐的装油高度只能达到加强环处，拱顶内不能装油。为了安全起见，油罐装油时都留有一定的安全空高。

球顶罐的罐顶是由许多弯曲成圆弧形的板条辐射形排列相互搭接在一起，顶部中央留有一个直径为2米左右的安装孔，安装孔最后用一块中心圆板封死，中心板和顶板相焊接时用一角钢环加固。

顶板采用4毫米厚的钢板，有时也采用4.5毫米或5毫米厚的钢板。当油罐直径达到15米（容积达到2000米³）时，为增强罐顶刚度，顶板需在环向和径向做加强肋，肋是用50×10的扁钢焊在顶板下面而成，肋的间距为1~1.3米，径向肋可以是一条长肋和一条短肋间隔排列。罐顶板条在径向弯成设计要求的圆弧形，环向没有弧度。所以罐顶在环向并不是严格的圆形，而是接近于圆形的多边形。

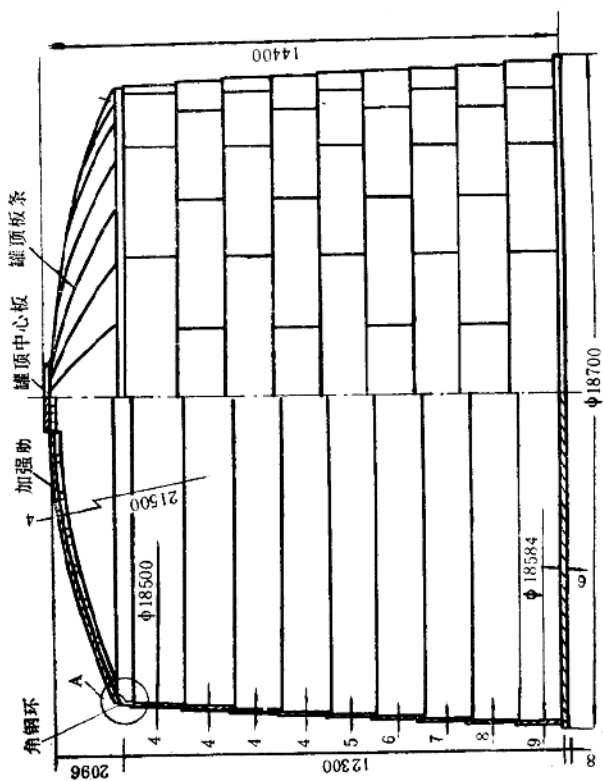


图 1-7 3000米³立式圆柱形球顶罐