

有机热载体炉安全技术监察规程

第一章 总则

第1条 为了提高有机热载体炉设计、制造、使用等方面安全技术管理水平，保证有机热载体炉安全运行，根据《锅炉压力容器安全监察暂行条例》的要求，制定本规程。

第2条 本规程适用于固定式的有机热载体气相炉（以下简称气相炉）和有机热载体液相炉（以下简称液相炉）。

本规程也适用于以电加热的有机热载体炉，但电器加热部分除外。

第3条 本规程规定了有机热载体炉的特殊要求。有机热载体炉的设计、制造、安装、使用、检验、修理、改造等环节应符合《锅炉压力容器安全监察暂行条例》和本规程的规定。此外，气相炉还应符合《蒸汽锅炉安全技术监察规程》有关要求；液相炉还应符合《热水锅炉安全技术监察规程》有关要求。

各级劳动行政主管部门负责监督本规程的执行。

第4条 生产有机热载体炉的单位，须持有有机热载体炉专用制造许可证。

第二章 结构与技术要求

第5条 有机热载体炉的强度应按照《水管锅炉受压元件强度计算》标准、《锅壳式锅炉受压元件强度计算》标准进行计算，其设计计算压力应为工作压力加0.3MPa，且不低于0.59MPa。

第6条 受压元件焊接与探伤应符合下列要求：

1、管子与锅筒、集箱、管道应采用焊接连接。

2、锅筒筒体的纵缝、环缝和封头拼接必须采用埋弧自动焊，当受工装限制时锅筒最后一道环缝的内侧允许采用手工电弧焊。

3、有机热载体炉的受热面管的对接焊缝应采用气体保护焊。

4、锅筒的纵环焊缝、封头的拼接缝应进行100%的射线探伤或100%超声波探伤加至少25%的射线探伤；受热面管的对接焊缝应进行射线探伤抽查，其数量为：辐射段不低于接头数的10%，对流段不低于5%。抽查不合格时，应以双倍数量进行复查。

5、批量生产的气相炉的锅筒每10台做一块（不足10台也做一块）纵缝焊接检查试板；液相炉的锅筒及管子、管道对接接头可免做焊接检查试板。

有机热载体炉的焊接工艺评定按《蒸汽锅炉安全技术监察规程》的规定执行。

第7条 受压元件必须采用法兰连接时，应采用公称压力（PN）不小于1.6Mpa的榫槽式法兰或平焊钢法兰，其垫片应采用金属网缠绕石墨垫片或膨胀石墨复合垫片。

第8条 有机热载体炉的受压元件以及管道附件不得采用铸铁或有色金属制造。

第9条 为了防止液相炉中有机热载体过热分解与积碳，必须保证受热面管中有机热载体的流速，辐射受热面不低于2m/s，对流受热面不低于1.5m/s。对于卧式外燃液相炉的锅筒，应采取可靠措施，以防止锅筒过热和有机热载体过早老化。

第10条 带锅筒的气相炉宜采用水管式锅炉结构，其下降管截面之和与上升管截面之和的比值、引出管截面之和的比值均不低于40%，否则应进行流体动力计算。

第11条 有机热载体的供货单位应提供有机热载体可靠的物理数据和化学性能资料，如最高使用温度、粘度、闪点、残酸、酸值等。

第12条 有机热载体炉设计和运行时，有机热载体炉出口处有机热载体的温度不得超过有机热载体最高使用温度。

第13条 有机热载体炉及回流管线结构应保证有机热载体自由流动以及有利于有机热载体从锅炉中排出。

第14条 在锅筒和管网最低处应装设排污装置，排污管应接到安全地点。

第15条 整装出厂的有机热载体炉，在制造厂应按1.5倍工作压力进行水压试验。对于气相炉还应按工作压力或系统循环压力进行气密性试验，以检查有机热载体炉非焊接部位如法兰连接处、人孔、手

孔、检查孔等部位密封情况。

水压试验后应将水分排净，气密试验以氮气为宜。

第三章 安全附件与仪表

第 16 条 安全阀应符合下列要求：

1、每台气相炉至少应安装两只不带手柄的全启式弹簧式安全阀。安全阀与筒体连接的短管上串联一爆破片。

无论是采用注入式或抽吸式强制循环的液相炉，液相炉本体上可不装安全阀。

2、气相炉安全阀和爆破片爆破时的排放能力，应不小于气相炉额定蒸发量。

3、气相炉安全阀开启时排出的有机热载体汽化物应通过导管进入用水冷却的面式冷凝器，再接入单独的有机热载体储存罐，以便脱水净化。

4、安全阀至少每年一次从气相炉上拆下进行检验，检验定压后应进行铅封。检验结果应存入有机热载体炉技术档案。5、爆破片与锅筒或集箱连接的短管上应安装一只截止阀，在气相炉运行时截止阀必须处于全开位置。

第 17 条 压力表应符合下列要求：

1、气相炉的锅筒和出口集箱、液相炉进出口管道上应装压力表。

2、压力表至少每年校验一次，校验后应进行铅封。

3、压力表与锅筒、集箱、管道采用存液弯管连接，存液弯管存液上方应安装截止阀或针形阀。

第 18 条 液面计应符合下列要求：

1、气相炉的锅筒上应安装两只彼此独立的液面计；液相炉的膨胀器应安装一只液面计。

2、有机热载体炉上不允许采用玻璃管式液面计，应采用板式液面计。

3、液面计的放液管必须接到储存罐上，放液管上应装有放液旋塞。有机热载体炉运行时，放液旋塞必须处于关闭状态。

第 19 条 有机热载体炉出口的气相或液相有机热载体输送管道上，在截止阀前靠近有机热载体炉的地方应安装温度显示和记录仪表；有机热载体炉功率不超过 2.8MW 时可只装温度显示仪表。在液相炉回路的入口处应装温度显示仪表。

第 20 条 自动控制和自动保护装置应符合下列要求：

1、液相炉有机热载体的出口处，应装有超温报警和差压报警装置，气相炉有机热载体的出口处应装有超压报警装置。

2、采用液体或气体燃料的有机热载体炉，应有下列装置：

(1) 根据有机热载体炉出口有机热载体温度和蒸发量变化而自动调节燃烧器燃烧负荷的装置。

(2) 热功率 $\geq 2.8\text{MW}$ 时，必须装有点火程序控制器。

(3) 炉膛熄火保护装置。

3、有机热载体炉应装有自动调节保护装置，并在下列情况时应能自动停炉。

(1) 液位下降到低于极限位置时；

(2) 有机热载体炉出口热载体温度超过允许值时；

(3) 有机热载体炉出口热载体压力超过允许值时；

(4) 循环泵停止运转时。

第四章 辅助装置和阀门

第 21 条 膨胀器应符合下列要求：

1、液相炉和管网系统应装有接收受热膨胀有机热载体的膨胀器。膨胀器可以是封闭式的或敞口式的。

2、膨胀器的调节容积应不小于液相炉和管网系统中有机热载体在工作温度下因受热膨胀而增加的容积的 1.3 倍。

3、封闭式的膨胀器上应装压力表和安全泄放装置。泄放物应通过泄放管导入储存罐。

膨胀器上应装有溢流管，溢流管应接到储存罐上。溢流管的直径与膨胀管直径一样，且溢流管上不

准安装阀门。

4、膨胀器一般不得安装在有机热载体炉的正上方，以防因膨胀而喷出的有机热载体引起火灾。膨胀器的底部与有机热载体炉顶部的垂直距离应不小于 1.5m。

5、锅炉管网系统与膨胀器连接的膨胀管应符合下列要求。

(1) 膨胀管需要转弯时，其弯曲角度不宜小于 120°；

(2) 膨胀管上不得安装阀门，且不得有缩颈部分；

(3) 膨胀管的直径不小于下列数值：

额定热功率 (MW) 0.7 1.4 2.8 5.6 11.2 22.4 33.6

公称直径 DN (mm) 32 40 50 70 80 100 150

6、膨胀器和膨胀管不得采取保温措施，膨胀器内的有机热载体的温度不应超过 70℃。

第 22 条 有机热载体储存罐应尽可能放在加热系统最低位置，以便放净锅炉中的有机热载体，储存罐与有机热载体炉之间应用隔墙隔开。储存罐应符合下列要求：

1、储存罐的容积应不小于有机热载体炉中有机热载体总量的 1.2 倍。

2、储存罐应装一只液面计，储存罐上部应装有排气管，排气管应接到安全地点，其直径应比膨胀管（按本规程第 21 条规定的系列）大一档次。

第 23 条 有机热载体炉的热载体进出口管道上均应安装截止阀，当泵与锅炉之间距离不超过 5m 时，在锅炉进口处可不装截止阀。阀门连接处应选用不泄漏型的密封材料，不准采用石棉制品。

第 24 条 有机热载体炉及管网最高处应有必要数量的排气阀，以便有机热载体炉在运行中定期排放形成的气体产物。排气阀应符合下列要求：

1、排气阀的开关位置应便于操作。

2、排气阀的排气管应与固定容器相连，液相炉的排气管可直接与大气相通。固定容器、排气管口与明火热源的距离应不小于 5m。

第 25 条 单机运行的气相炉，每台炉一般应安装两台供给泵，一台为工作泵，一台为备用泵。对于冷凝液可以自动回流的气相炉，可不装供给泵。

液相炉的循环系统至少安装两台电动循环泵，一台为工作泵，一台为备用泵。循环泵的流量与扬程的选取应保证有机热载体在有机热载体炉中必要的流速。

停电频繁的地区，锅炉房内应有备用电源或采取其他措施，以保证泵的正常运转。

在循环泵的入口处应装过滤器，且应定期清理过滤器。

第五章 使用 管理

第 26 条 有机热载体炉的操作人员，应经过有机热载体炉方面知识的培训，并经当地锅炉安全监察机构考核发证。

第 27 条 有机热载体炉使用单位，必须制订有机热载体炉使用操作规程。操作规程应包括有机热载体炉启动，运行、停炉、紧急停炉等操作方法和注意事项。操作人员必须按操作规程进行操作。

第 28 条 有机热载体炉范围内的管道应采取保温措施，但法兰连接处不宜采用包覆措施。

第 29 条 有机热载体炉在点火升压过程中，应多次打开锅炉上的排气阀，以排净空气、水及有机热载体混合蒸汽。对于气相炉，当有机热载体的温度与压力符合对应关系后，应停止排气，进入正常运行。

第 30 条 有机热载体必须经过脱水后方可使用。不同的有机热载体不宜混合使用。需要混合使用时，混用前应由有机热载体生产单位提供混用条件和要求。

第 31 条 使用中的有机热载体每年应对其残碳、酸值、粘度、闪点进行分析，当有两项分析不合格或热载体分解成份的含量超过 10%时，应更换热载体或对热载体进行再生。

第 32 条 有机热载体炉受热面应定期进行检查和清洗，应将检查和清洗情况存入锅技术档案。

第 33 条 有机热载体炉安装或重大修理后，在投入运行前应由使用单位和安装或修理单位进行 1.5 倍工作压力的液压试验；对于气相炉应按第 15 条进行气密性试验。合格后才能投入运行。液压试验与气密试验时，当地锅炉安全监察机构应派人参加。

第 34 条 锅炉房应有有效的防火和灭火措施。

第六章 附 则

第 35 条 有机热载体炉有关规则、规定低于本规程要求的，应以本规程为准。

第 36 条 本规程由劳动部负责解释。

第 37 条 本规程自一九九四年五月一日开始实施。

有机热载体炉安全技术监察规程有关条款说明

有机热载体炉安全技术监察规程 有关条款说明

编者按：现将本规程的主要起草人刘福仁同志对本规程讲解大纲附在本规程之后，供对规程理解、执行参考。

第一 适用范围

本规程的适用范围是固定式有机热载体的气相炉和液相炉，气相炉主要是以联苯混合物（联苯 26.%，联苯醚 73.5%的，常压下沸点为 258℃，凝固点为 12.3℃，最高允许使用温度为 370℃）为介质。气相炉内的热载体是靠气相炉的压力向外输送，气相炉的压力是因有机热载体汽化而形成的。因此，有机热载体气相炉是承压的。

液相炉中的有机热载体是靠循环泵的压头将有机热载体打入热网系统供生产工艺的需要。因此，液相炉及系统的压力大小取决于循环泵的压头。我国现有的液相炉循环泵安装位置有两种情况，一是安装在液相炉有机热载体的入口称为注入式；另一种是安装在液相炉有机热载体的出口，称为抽吸式。无论哪一种情况，管网系统都是承压的，但对于有机热载体炉本身来说，前一种安装位置液相炉是承压的，而后一种安装位置液相炉是不承压的。一九八二年国务院颁发的《锅炉压力容器安全监察暂行条例》规定，安全监察范围是承压锅炉，但对于抽吸式的液相炉，虽然液相炉本身不承压，仍然属于受监察的设备。第一，有机热载体液相炉在运行中的危险性不在于发生爆炸，而在于有机热载体的泄漏，导致火灾事故。近几年来，我国已发生多起此类事故，造成了国家财产损失和人员伤亡。仅浙江省某市从一九八六年以来就发生过 13 起之多此类事故。随着有机热载体液相炉使用数量的增加，这种泄漏火灾事故呈上升趋势。因此，将抽吸式的液相炉置于国家安全监察之内是安全必要的。第二，国外的一些国家也有类似的规定。如原西德标准 DIN4754 明确规定，有机热载体炉因直接受有机热载体的作用，不论其是否属于压力容器劳动保护规范（VBG）的范围，都按压力容器一样进行设计和制造。所以，所有的有机热载体气相炉和液相炉，也无论抽吸式的液相炉还是注入式的液相炉均应执行本规程的规定。

有机热载体炉除采用煤、油和气体燃料外，用电加热有机热载体炉也在增多。这种有机热载体炉与燃煤、油、气体燃料的有机热载体炉在结构特性、制造方法、使用要求、安全附件等方面完全一样，仅仅在加热部分有所不同。在常州审定会上，专家们建议规程应适用于电加热的有机热载体炉。为此本规程规定，本规程也适用于以电加热的有机热载体炉，但电加热部分除外。关于筑路工程中加热沥青用的有机热载体炉是否应执行本规程的问题。筑路工程中所用的液相炉一般是放在汽车上的，液相炉在运行时是固定的，一项工程结束后需将液相炉用汽车运到另外地方，液相炉在搬运过程中是处在停炉状态。因此筑路工程中所用的有机热载体炉可视为固定式有机热载体炉，其设计、制造、使用等应按本规程执行。

第二 规程的内容和格式安排

有机热载体分为两大类，一类是矿物型有机热载体，如目前我国生产、使用的 YD 型和 HD 型等导热油；另一种是合成型的有机热载体，如联苯混合物等。有机热载体与水在物理性质和化学性质有较大的差别，如有机热载体有毒、易燃、而且渗透性极强，一旦泄漏易引起火灾事故。因此，根据有机热载体特性，本规程规定了与以水为介质锅炉不同的特殊要求。虽然有机热载体与水物理、化学性质有较大的差别，但在锅炉的结构特性，制造方法、安装要求基本是一样的。因此，有机热载体炉的设计、制造、安装、使用等环节的安全监察除应符合《锅炉压力容器安全监察暂行条例》和本规程外，还应符合蒸汽锅炉规程或热水锅炉规程的有关规定。本规程的内容和这种格式的安排，既可以达到减少事故发生几率的目的，又可以尽快颁发此规程，以解决有机热载体炉的设计、制造、安装、使用等环节无法可依的矛盾，整顿设计、制造混乱局面，提高制造质量和运行管理水平。在征求意见过程中，有的单位建议，将有机热载体炉的规程按照蒸汽锅炉和热水锅炉规程的格式进行编写，形成一本独立的规程。我们认为这种编写格式有一定的优点，如使用方便，但重复性大，编写时间长，影响目前实际工作的急需。

第三 有机热载体炉生产资格

本规程规定，持有有机热载体炉专用制造许可证的单位才能制造有机热载体炉。

按照《锅炉压力容器安全监察暂行条例》实施细则的规定，我国对以水为介质锅炉生产单位的级别分为六档：A、B、C、D、E1、E2 级。对于蒸汽锅炉是按照蒸汽压力和蒸发量进行划分的；对于热水锅

炉是按出口水温和热功率进行划分的。有机热载体炉均无法按此划档分类。劳动部虽多次指出，有机热载体炉属锅炉范畴，其设计、制造、使用等环节应按锅炉有关规定执行，但这一规定可操作性太差。近几年来，随着我国经济的发展，有机热载体炉的使用范围越来越宽，使用的数量也越来越多，随之而来的生产这种锅炉的厂家也迅速发展，而且也很混乱。按照劳锅局字（1993）21号文件的要求，10个省市已向劳动部备案的生产有机热载体炉厂家61家。这些厂家情况也比较复杂，有些厂家具有锅炉制造许可证，有些厂家具有压力容器制造许可证，有些厂家既无锅炉制造许可证，也无压力容器制造许可证。有锅炉证或压力容器证的厂家的级别也不一样。考虑到我国生产有机热载体炉的现状。本规程规定，生产有机热载体炉的单位须持有有机热载体专用制造许可证。为了简化程序，减轻企业负担，已经从事有机热载体炉生产的厂家，凡是持有E1级以上锅炉制造许可证的厂家，或持有二类压力容器制造许可证的厂家不再重新审查，但要办理手续领取专用制造许可证，方可继续生产这种产品。对于仅有E2级锅炉证或一类压力容器证，或既无锅炉证也无压力容器证的厂家，要按E1级锅炉厂应具备的条件，办理手续，重新审查合格后发给专用制造许可证。

第四 有机热载体炉的强度计算

所有气相炉均是承压的，而液相炉则分为承压（注入式）与不承压（抽吸式）两种型式。有机热载体炉主要问题是防止泄漏，以免发生火灾。因此，本规程规定有机热载体炉的元件不论受压与否，均应按我国现行锅炉强度计算标准进行计算。原西德标准DIN4754也明确规定，无论是否属于压力容器规范管辖范围。其设计、制造均应按压力容器对待，设计压力不得低于10巴（10.2kg.f/cm²）。

有机热载体炉元件按我国现行锅炉强度计算标准进行计算。我国现行锅炉强度计算标准包括：《水管锅炉受压元件强度计算》和《锅壳式锅受压元件强度计算》，有机热载体炉元件强度计算时，除设计压力外，其计算公式，参量的选取、系数的确定都按相应标准进行。新修定的锅壳式锅炉计算标准规定，有机热载体炉进行强度计算时，其元件计算壁温应根据有机热载体的放热系数按水管锅炉计算标准中的公式进行计算，以便确定施用应力。在审定会上，一些专家认为，经实际测量证明，壁温的温度附加值远远小于锅壳锅炉强度计算标准中给出值，可以直接采用标准中给的附加值，不必重新计算放热系数，我们认为此建议是可行的。

第五 有机热载体炉的焊接

1. 管子与锅筒、集箱、管道的连接方式，应采用焊接而不准采用其他方式，如胀接或螺纹连接。胀接或螺纹连接，由于结构上存在缝隙，其密封性不如焊接好。这一要求是由于有机热载体的易渗漏、易燃烧特性所决定的。在征求意见稿中，曾对烛接接头的结构型做出了规定，即开坡口以利于焊透。这一规定来源于标准HB2104《QX系列有机热载体加热炉》。在审定会上，该标准起草单位提出，该标准这一规定因在执行中有困难，已经做了修改。因此，本规程定稿时也删去这一规定。

2. 锅筒的纵环焊缝、封头拼接缝必须采用埋弧自动焊。在《蒸汽锅炉安全技术监察规程》和《热水锅炉安全技术监察规程》中对主焊缝的焊接，也仅要求开坡口全焊透，并未明确焊接方法。焊接方法对于焊接质量至关重要。我们在调研中发现，一些有机热载体炉生产单位对锅筒的主焊缝仍采用手工电弧焊。这种焊接方法难以保证焊接质量，而且焊缝外观形状、几何尺寸也较差，另一方面，九十年代的我国仍然采用这种落后的焊接方法与时代不相匹配。为了提高我国锅炉制造水平，有机热载体炉（E1级及以上锅炉）的锅筒的主焊缝必须采用埋弧自动焊，当受到工装设备的限制时，最后一道环缝的内侧允许采用手工电弧焊，外侧仍要采用埋弧自动焊。这一要求从目前我国技术水平是完全可以做得到的。

3. 受热面管的对接焊缝应采用气体保护焊或气体保护焊打底。这一要求比以水为介质锅炉的要求严。调研过程中，一些生产有机热载体炉的厂家，实际上已经采取了这种焊接方法。在征求意见中，许多单位认为这一要求既有可能，也有必要。实践证明，采用气体保护焊的对接受热面管，基本杜绝了接头渗漏现象。

第六 焊接接头探伤与检验

关于焊接接头的探伤要求是在听取有关单位意见基础上，参照国外有关规范的规定而做出的。本规程没有按气相炉和液相炉探伤分别提出要求，而是根据不同受压元件提出了不同要求。

1. 锅筒的纵环焊缝、封头拼接缝为100%射线或100%超声波加至少25%射线探伤，基本与现行的蒸汽锅炉和热水锅炉规程要求一致，仅增加了允许采用100%超声波加至少25%射线探伤的规定，与80版蒸汽锅炉规程要求一样。这样规定主要考虑100%超声波加25%射线探伤，完全可以查出焊缝中存在的缺陷，达到安全要求，又可以降低生产成本。25%射线探伤必须包括纵缝和环缝交叉接头部分。

2. 对于受热面管的对接接头的探伤，是按受热情况不同分别提出要求。受热不同是指受辐射热和对流热。在征求意见稿中，分别规定为25%和10%探伤抽查。反馈回来的意见中，有些单位认为要求低了，建议改为100%和50%为宜；有的单位认为这一要求还可以低一些。经分析研究，我们采纳了后一种

意见,辐射段不低于 10%射线探伤抽查;对流段不低于 5%射线探伤抽查。主要考虑受热面管的对接焊缝规定要采用气体保护焊,质量可以得到保证。另外,本规程还对探伤方法和抽查率的计算做出了规定,使本规程更具有可操作性。

3. 除气相炉的锅筒应进行机械性能试验外,液相炉的锅筒以及所有有机热载体炉的受热面管、管道的对接接头均不要求进行机械性能试验。因此,本规程仅对气相炉的锅筒批量生产时每十台做一块检查试板。其他情况均不要求做检验试板。主要考虑液相炉使用压力比较低,同时本规程不但对焊接方法做了明确的规定,还对焊接工艺评定提出了要求,可以保证焊缝的质量和性能。

4. 有机热载体炉在焊接与检验上,与蒸汽锅炉或热水锅炉规程相比,有的要求高了,有的要求放宽了。为了保证焊接接头的质量和机械性能,产品施焊前必须进行焊接工艺评定。焊接工艺评定的范围、方法、检验项目、合格标准按《蒸汽锅炉安全技术监察规程》的规定执行。

第七 法兰连接

受压元件之间的连接应尽量采用焊接,以防止泄露。必须采用法兰连接时,本规程对法兰的型式、参数和密封做出了规定。法兰连接处的密封至关重要。为了保证法兰连接处的严密性,应采用榫槽式法兰或平焊钢法兰,而且公称压力(PN)不低于 1.6MPa。对法兰公称压力的要求实际上是对法兰使用温度的要求。公称压力 PN1.6 的法兰,其使用温度为 300℃,基本可以满足要求。如果有有机热载体温度超过 300℃时,应选用公称压力高一档的法兰。目前,我国液相炉使用的有机热载体多为 YD 型和 HD 型导热油。这两种有机热载体渗透性极强。防止泄漏是一个极为重要问题,除对法兰型式和参数提出要求外,还对密封填料做了规定。一般石棉制品垫片防漏效果很差。本规程第 23 条明确规定,有机热载体炉所非焊接连接处的密封填料不准采用石棉制品。因此,法兰垫片要求用金属网缠绕石墨垫片或膨胀石墨复合垫片。前苏联 89 年锅炉规程、西德 DIN4754 以及国内有关规范也有类似的规定。

第八 有机热载体炉采用的材料

本规程明确规定,有机热载体炉受压元件及管道附件不准采用铸铁和有色金属制造。铸铁是属于脆性材料,而脆性材料不能用于受压元件,有色金属与有机热载体接触时,有色金属中的分子会自行向有机热载体中扩散,加速有机热载体的老化变质,不但缩短有机热载体使用寿命,也易造成受热面过热,影响有机热载体炉运行安全。另外,联苯对有色金属有腐蚀作用。所以,国内外有关规范均明确规定有机热载体炉的受压元件不准采用铸铁和有色金属制造。

第九 液相炉中有机热载体的流速

有机热载体在管内流动时会形成一个边界层。边界层的厚度直接影响边界层的介质温度。边界层越厚,边界层温度比有机热载体主流温度高的多,将使边界层超温,导致有机热载体分解、聚合成胶质,形成残碳沉积于管壁,进一步影响传热。如此恶性循环,不但造成管壁过热,而且也会加速有机热载体老化、失效。边界层的厚薄与流体在管内流动状态有关。流体力学理论认为,雷诺数 $R \leq 2230$ 时,流体在管内呈层流状态;当雷诺数 $R \geq 4000$ 时,流体在管内呈湍流状态。只有形成湍流状态,才能获得较薄的边界层。实践证明,当管内有机热载体的流速达到 1.5-3.0m/s 时,就可以得到较薄的边界层,达到强化传热,降低边界层温度。

不同的受热面的热负荷强度不同,管内有机热载体流速的要求也应不一样,因此,本规程规定,对于辐射段管内流速不低于 2.0m/s;对于对流段管内流速不低于 1.5m/s

目前,我国生产的有机热载体炉的炉型,除有盘管式、管架式外,还有采用卧式外燃锅壳式的炉型。对于这种炉型褒贬不一,在常州专家审定会上也意见不一致。这种炉型与盘管式、管架式相比,虽然有其优点,但缺点也明显。由于锅筒直接受辐射热,且锅筒内有机热载体的流速又极低,影响传热,导致边界层温度增高,国内已发生多起锅筒下部鼓包事故。同时,这种炉型的有机热载体老化失效时间也较短。在审定会上,一些专家坚持保留这种炉型而且表示对存在的问题已经有办法加以解决。因此,本规程对这种炉型存在的问题做了原则的要求。即:对于卧式液相炉的锅筒,应采取可靠措施以防止锅筒过热和有机热载体老化。对于有机热载体炉在锅筒内的流速未能提出具体量的概念。

第十 有机热载体性能的要求

有机热载体分为矿物油型和合成型两大类。矿物油型的有机热载体是石油进行高温裂解或催化裂化过程中,形成的馏分油做为原料精制而成。合成型有机热载体是以化工或石油做为原料经有机合成工艺而成,如联苯等。有机热载体的特性是遇火而燃烧,试验还证明,烷烃型有机热载体,当加热至 280℃以上时,洒在水泥地上没有明火也会燃烧。但芳烃型有机热载体只有遇到明火才会燃烧。有机热载体的优点是在较低的压力下可以获得较高的温度,而且有良好的热稳定性。比如联苯混合物,在 0.34MPa 下的饱和温度为 320℃,而要获得 320℃的饱和水,则压力要达到 11.5MPa。有机热载体这些特性与优点必须是在质量有保证的情况下才能得到。因此,有机热载体炉能否正常运行与有机热载体的质量关系

极大。为了保证有机热载体正常使用，对其质量及性能指标，如最高使用温度、粘度、闪点、残碳、酸值等应做出规定。

1. 最高使用温度。有机热载体的许用膜温度是一个很重要的指标，在热力计算时以此确定有机热载体的主流温度，以保证有机热载体正常使用。实践证明，许用膜温度与主流温度之差，对于矿物油型的有机热载体一般取 20 - 30℃为宜；对于合成型有机热载体取 10℃为宜，国外有关规范也是如此规定的。在征求意见中，一些单位提出，目前我国有机热载体供货单位都不提供有机热载体的许用膜温度，而且在热力计算时，也不采用许用膜温度，建议将许用膜温度改为最高使用温度。因此，本规程规定，有机热载体炉设计和运行时，有机热载体炉出口处的有机热载体温度不得超过最高使用温度。

2. 粘度是指在规定的条件下，有机热载体的稀稠程度以及流动性（按 GB256-88 测定）。粘度越大，流动性越差，循环泵的功率也越大，管道运输就越困难。如粘度值变化超过原技术指标的 15%，有机热载体不应在继续使用。

3. 闪点是指在加热条件下，有机热载体蒸汽与空气组成混合性气体后，当火焰接近时发生短促闪燃的最低温度。闪点越低，有机热载体蒸发率越大，安全性也就越差，反之亦然。同时闪点越高有机热载体在使用过程中损耗也小。有机热载体使用时间较长或使用不当均可能导致有机热载体闪点降低，按 GB267-88 标准测定，当闪点变化超过原指标的 20%时，应停止使用。

4. 残碳是指有机热载体在受热超温时分解、聚合而沉淀形成的残碳。残碳的主要成分是有有机热载体中的胶质、清青及多环芳香烃。残碳值的大小可以判断有机热载体结焦的倾向性。一般控制在 0.02W%，当残碳值超过 1.5W%时，应进行再生处理，否则不能再继续使用。

5. 酸值是指有机热载体中有机酸的总含量。当有机热载体温度 ≤ 100℃ 且无水分时，有机酸不会腐蚀金属。有机热载体温度超过 100℃ 时，随着温度及酸值的增加，有机酸对金属腐蚀性也增强。为了减轻有机酸对金属的腐蚀，酸值一般应低于 0.02mgKOH/g，如超过 0.5mgKOH/g 时，应停止使用。

本规程第 31 条规定，对使用的有机热载体每年进行一次分析，四项指标中有两项不合格或有机热载体分解成分含量超过 10%时，有机热载体应进行更换或对其进行再生。

第十一 安全阀

1. 安全阀的数量。气相炉应安装两只不带手柄的弹簧式安全阀。安全阀与筒体连接短管上还应串联一只爆破片。液相炉本体可不装安全阀。

2. 要防止安全阀泄漏。气相炉的有机热载体主要是联苯，联苯是易燃且有毒，防止联苯的外泄至关重要。所以，气相炉的安全阀必须是全封闭式的安全阀，且不准定期手动排放试验。不带手柄目的就是为了防止手动排气。为了防止安全阀与阀座粘住，本规程要求每年将安全阀从气相炉上拆下进行检验。在调研中，一些单位反映，国产的弹簧式安全阀密封性能差，特别是使用一段时间后，不能按技术参数回座，泄漏难以避免。为了防止安全阀泄漏，在安全阀与筒体连接短管上在串联一只爆破片（ASME 规范也有类似规定）。爆破片应在小于规定的爆破压力的 5%以内爆破；爆破压力不得高于安全阀开启压力；爆破片孔洞面积不得小于安全阀排汽截面积。为了防止安全阀在规定的压力下不能回座，造成介质大量外溢，本规程规定，爆破片与筒体之间连接短管上加装一只截止阀。气相炉运行时，必须保证截止阀处于全开位置。一旦爆破片爆破泄压后应立即关闭截止阀，当安全阀回座，压力恢复正常后，在打开截止阀。

3. 液相炉是否要装安全阀问题国内外一些规范的规定不完全一样。前苏联 89 年版的锅炉规程明确要装安全阀，而我国化工部 92 年版的规程则明确不装安全阀，有的也未明确要装与否。所有的规范均未给出液相炉安全阀排量计算公式。我们认为，强制循环液相炉中的有机热载体在运行时一般不会形成汽化，一旦液相炉或系统超压可以迅速通过膨胀器进行泄压。国内生产和使用的液相炉均未装安全阀，未发生过超压事故。

4. 气相炉安全阀排出的汽化物，不能直接排入大气，必须经过冷凝后接入有机热载体的储罐。但不能接入第 22 条的储罐，而是单独的储罐。冷凝器应是以水冷却的面式冷凝器。因排出的汽化物含有水分或其他成分，应经脱水净化后才能再用。如果直接接入第 22 条的储存罐，会恶化有机热载体的质量，影响有机热载体使用性能。

5. 冷凝器的背压。冷凝器的背压是指安全阀排放时的背压（动背压），是由于介质通过安全阀进入冷凝器时在安全阀出口处形成的启动阻力。参照国外有关规范的规定，本规程规定冷凝器的背压不超过 0.03MPa。

6. 气相炉安全阀排放量计算参考公式

这一公式的形式及系数的选用完全采取了 87 年版蒸汽锅炉规程的规定是不妥的。因水与有机热载体的物理性质和化学性质有较大的差异，即使可以采用以水为介质的公式形式，其系数也不能一样。

我们认为这些推荐公式都有一定道理，又都存在不足，所以本规程没有进行推荐，由设计单位选用，在实践中进行比较，成熟后再行确定。

第十二 膨胀器的规定

膨胀器是强制循环的液相炉及系统中的重要安全装置。膨胀器有多种作用；储存液相炉及系统中的有机热载体受热膨胀量；向系统补充有机热载体；液相炉启动升温过程中排除液相炉和系统中的气体；突然停电时可以利用膨胀器中的冷介质置换液相炉中的热介质。

1. 膨胀器的调节容积。膨胀器的第一个作用就是储存有机热载体的膨胀量，多大的容积才能满足要求。西德 DIN4754 规定，当液相炉容积 ≤ 1000 升时，膨胀器容积为 1.5 倍的液相炉的容积；当液相炉的容积大于 1000 升时，为 1.3 倍的液相炉的容积。化工部 92 年规程规定，膨胀器的容积是液相炉容积的两倍。前苏联 89 年版的锅炉规程规定为有机热载体膨胀量的 1.3 倍。我们认为，膨胀器的容积按有机热载体受热膨胀量为基数确定其容积比较合理。因此，本规程规定为有机热载体在工作温度下受热所增加容积量的 1.3 倍。实践证明，有机热载体受热膨胀量一般每升温 100°C ，近似膨胀 10%。

2. 膨胀器的结构型式。膨胀器可以是开式的，也可以是闭式的。无论是开式的还是闭式的膨胀器，均应装一只液面计，以便指示膨胀器内液面位置。对于开式膨胀器（如图 1、3、2、4 所示）。在膨胀器上可不装安全阀。对于开式膨胀器，当液相炉与系统可以断开（如图 4）时，应在系统或膨胀器上安装安全排放阀。对于闭式膨胀器（如图 5），应在储存罐上安装安全排放阀，如液相炉与系统可以断开（如图 6）时，在系统和膨胀器上均要装安全排放阀。闭式膨胀器上除安装安全排放阀外，还应装压力表。

3. 膨胀器安装位置。本规程规定，不能装在液相炉的正上方，且高于有机热载体炉顶部的垂直距离 1.5m 以上。这一规定，一是以免有机热载体溢出引起火灾，二是减少有机热载体受热程度。国内有的规程规定，膨胀器的底部与系统最高液面之间的距离不小于 1.5m 。本规程在审定前也做了这样规定。在审定会上，专家们认为，根据生产工艺流程，管网系统的布置比较复杂。膨胀器与系统最高液面的距离提出 1.5m 要求，一是不合理，二是难以确定。所以本规程对膨胀器与有机热载体炉顶部之间的距离做出了规定，比较合理，也易操作。

4. 膨胀器内的有机热载体的温度不得超过 70°C ，其目的是防止有机热载体高温氧化。试验证明，当有机热载体温度 $\leq 100^{\circ}\text{C}$ 时，有机热载体氧化不明显；当有机热载体温度超过 100°C 时，随着有机热载体温度的升高，有机热载体氧化速度加剧，导致有机热载体迅速失效。我国南方某锅炉厂曾将一台以水为介质立式锅壳式锅炉，去掉安全阀加装一只开口短管，当做有机热载体炉售出。使用单位运行 30 天左右，就将受热面管全部烧坏，经分析确定是因有机热载体直接与大气相通，而温度又比较高，有机热载体迅速氧化，使之失效，形成残碳沉积管壁，恶化了传热。

第十三 过滤器的要求

本规程规定，在循环泵入口处应装过滤器，以便滤去有机热载体在高温运行下形成的聚合物和残渣，既可以保护循环泵，又可以防止这些聚合物或残渣进入受热面，影响传热。过滤器的过滤效果很大程度上取决于过滤器元件材料的性能。目前，国内外常用的过滤器元件材料有金属丝网、滤布、金属烧结多孔材料、高分子聚合物、陶瓷烧结多孔材料。高分子聚合物、陶瓷多孔材料存在一些问题，如高分子聚合物不耐高温，陶瓷多孔材料再生性能差，因此一般多采用金属丝网和金属烧结多孔材料。金属烧结多孔材料过滤性能好，但阻力大，价格较贵；而金属丝网价格便宜，也有较好的过滤效果。在征求意见中，有的单位提出，对于采用合成型有机热载体的有机热载体炉应采用粉末冶金的过滤器，即金属烧结多孔材料。对此本规程未做硬性规定，由设计单位根据经济综合指标加以选取。过滤器的安装要考虑拆卸、更换方便，以便定期清理过滤器，去除存渣及杂质，保证过滤器的过滤性能。

第十四 有机热载体定期化验

有机热载体经过长时间使用或有机热载体主流温度超温，都会造成有机热载体性能指标的下降，主要表现在有机热载体的残碳、酸值、粘度、闪点的变化。所以，本规程规定，使用中的有机热载体每年应对其残碳、酸值、粘度、闪点进行一次分析。西德 DIN4754 规定，有机热载体在规定的温度下至少可用一年。一年后经化验无问题时可继续使用。

前苏联 89 年版锅炉规程规定，有机热载体两次再生周期由使用单位按生产规则确定。

化工部 92 年规程规定，对有机热载体的分析，液相炉应每半年进行一次；气相炉应每年进行一次。

本规程还规定了有机热载体报废指标，在进行分析中，当有两项不合格或有机热载体分解成分含量超过 10%时，应更换有机热载体或对有机热载体进行再生。

第十五 有机热载体炉启动中排气的要求

有机热载体炉在启动过程中，随着有机热载体的加热，含在其中的其他气体逐渐分离出来，如有机热载体含有水分，也会随着加热而汽化，应随时将这些气体排出，以利于有机热载体炉安全运行。对于气相炉来说，在点火升压过程中进行反复排气尤为重要。气相炉的介质以联苯为主。若联苯中含有水分，则是气相炉发生爆炸事故的主要原因之一。联苯中如有水分，在加热的情况下，联苯中的水分迅速汽化，气相炉内的压力急剧上升而达到无法控制的程度，从而引起气相炉爆炸。我国，已发生多起此类事故。一九七九年九月，上海油脂一厂练油车间联苯炉爆炸，死亡 13 人；一九八〇年十月，上海染料九厂三车间联苯炉发生爆炸，死 3 个，伤 2 人；一九八〇年，沈阳化工厂联苯炉发生爆炸，死 1 人，伤 3 人。这些爆炸事故均是由于联苯中混入水分而引起的，加热系统介质中的水分主要来自新补充介质内含有水分，或者设备安装、修理后水压残存水分等。因此，本规程规定，有机热载体炉在点火启动时要反复打开排气阀以排净有机热载体炉中的空气、水与有机热载体的混合蒸汽。对于气相炉来说，只有温度与压力符合对应关系后，才可进入正常运行。

联苯温度与压力的对应关系：

温度（℃）： 240 250 260 280 290 300 320

压力（kgf/cm²）： 0.64 0.86 1.05 1.66 1.99 2.38 3.32

（这一压力是指绝对压力）

第十六 不同有机热载体混用问题

不同的有机热载体能否混用问题，在我国存在两种不同的观点。一种观点认为，不同有机热载体不能混用，混用后热载体性能发生改变，影响使用，一旦发生事故难以进行原因分析；另一种观点认为，有机热载体本身就是一混合物，不能混用在科学道理是不存在的经试验证明，不同有机热载体混合后，各项性能指标无大的改变。在审定会上，专家们建议，规程不能硬性规定不同的有机热载体不准混合使用，规定不宜混合使用，如需要混合使用时，有机热载体生产单位要提供混合使用的条件和要求。两种不同热载体混用时，其混合热载体出口温度不得超过两种热载体中任何一种的最高允许使用温度。

第十七 压力试验

有机热载体炉在制造单位组装后以及在使用单位安装或重大修理后均要进行压力试验。

压力试验类型。根据不同有机热载体炉（气相与液相）、不同的地点（制造与使用），压力试验类型也不同。本规程所采用的压力试验分为水压试验、液压试压和气密试验。无论是气相炉还是液相炉，在制造单位均要进行水压试验；在使用单位均要进行液压试验，以检查非焊接连接部位的密封情况。在使用单位不宜进行水压实验，因水压试验后不易将水排除干净，形成安全运行的隐患。对于气相炉，在制造单位和使用单位还要进行气密性试验。进一步检查非焊接连接部位的密封情况。气密实验方法和要求可参照压力容器的有关规定执行。对于液相炉均不要求进行气密实验。液相矿物油型有机热载体一般无毒，而且外溢性也远低于气相炉中的有机热载体。

试验压力。气密性试验的试验压力取气相炉工作压力（规程中还有“或系统循环压力”，恐不妥）；水压试验压力取有机热载体炉工作压力的 1.5 倍。这是参考国内外有关规范而给出的数值。

压力试验的检查部位。压力试验主要用于检查非焊接连接部位，如各种孔的密封处，各种法兰，阀门的连接处等的严密情况。对于焊接连接处，焊接方法、检验要求都做了规定，焊接质量可以得到保证。另外，由于结构上的问题，有些焊接部位也无法检查。因此，本规程压力试验未强调对焊缝必须进行查。