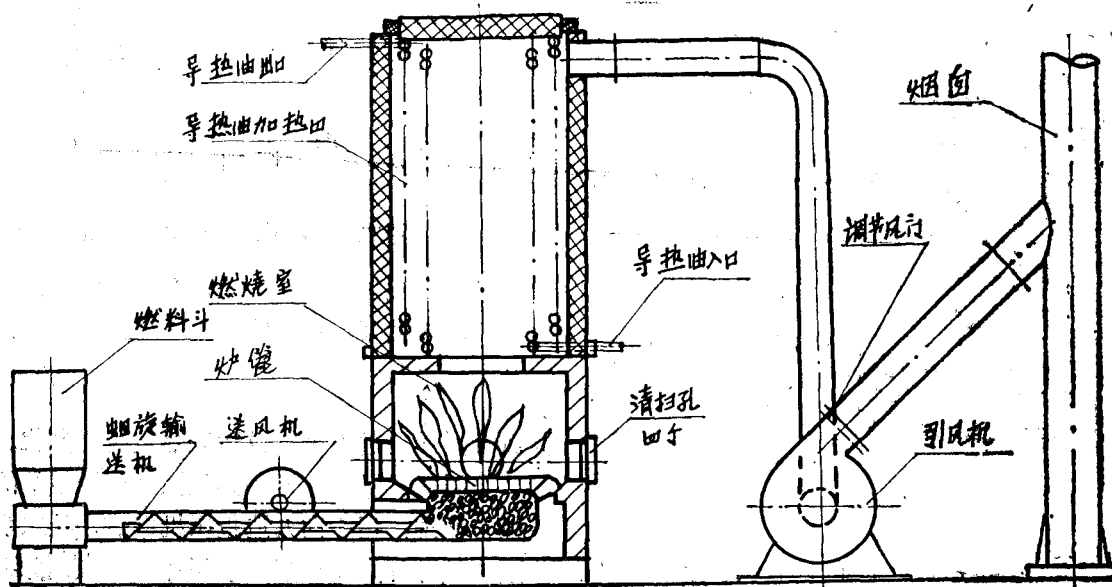


热 油 锅 炉

林业部林机公司 杨汉兴

热油锅炉的工质是导热油，其工作原理和蒸汽锅炉一样，（如图一），热油锅炉的热力系统包括四个工作过程：1. 燃料燃烧；2. 烟气向导热油传热；3. 液相导热

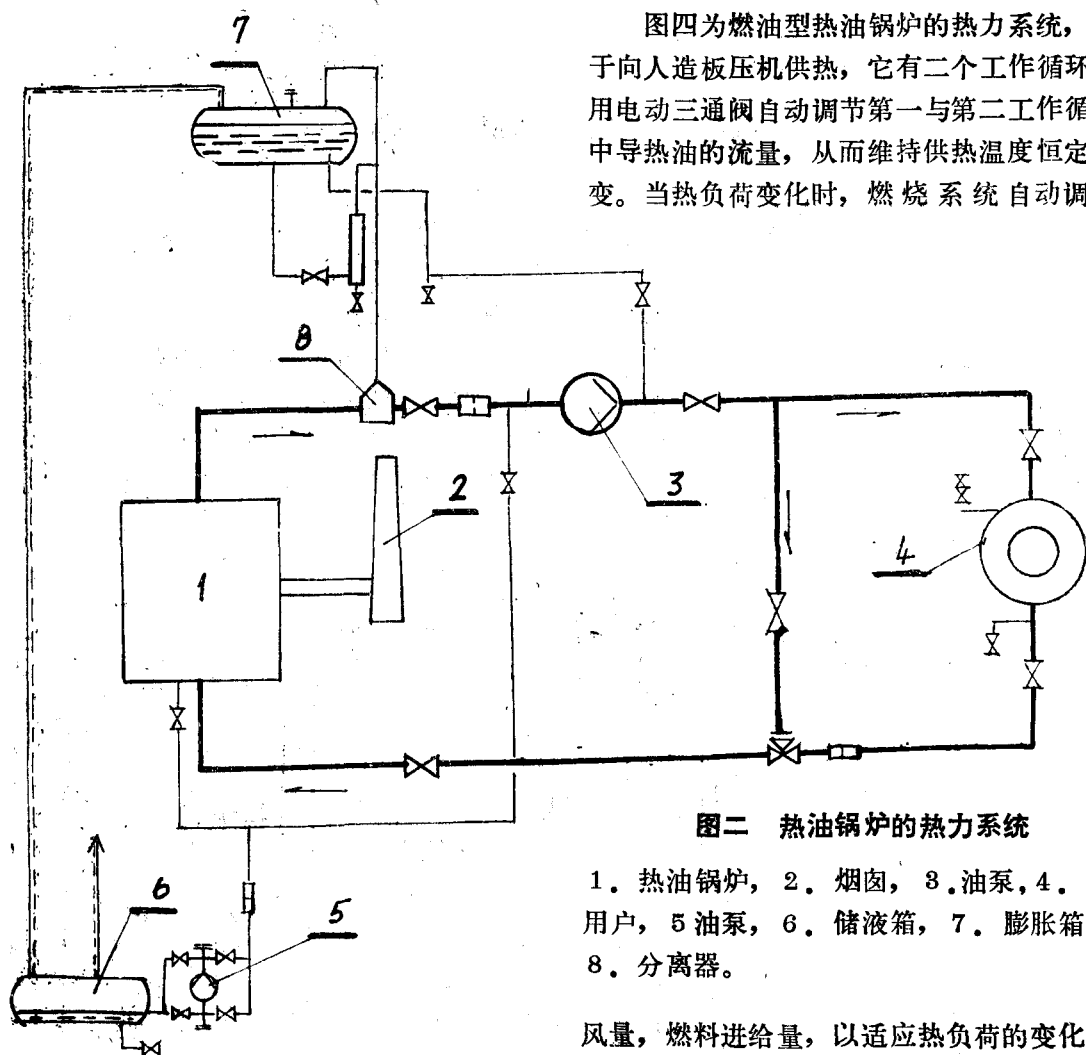
油加热（导热油一般在液相工作）；4. 高温导热油供热和低温导热油返归锅炉。利用液相导热油的热力特性，一般比蒸汽锅炉的效率提高50%左右，因此热油锅炉日益引起人们的密切注意。



图一 热油锅炉示意图

图二为用于纺织等行业的热油锅炉的热力系统。燃烧室产生的高温烟气向盘管加热器里环流的导热油供热，膨胀箱7可容纳膨胀后的导热油，其另一作用是除去起动时导热油中的水汽，储液箱6在充填导热油或检修设备时用于储存导热油，用泵8克服系统内的全部阻力，这部分阻力一般不超过7公斤力/厘米²。

工业上生产工艺过程一般需要250℃～350℃的加热温度，若采用蒸汽锅炉，相应压力（表压）高达40～180公斤力/厘米²，超过了一般压力容器及管路附件的承压能力，而采用热油锅炉时，整个系统基本上在无压状态下工作。图三为水的汽化压力曲线。

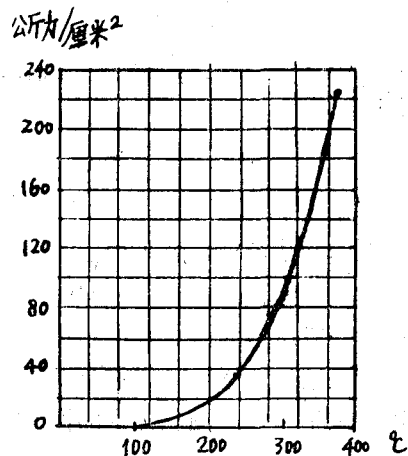


图二 热油锅炉的热力系统

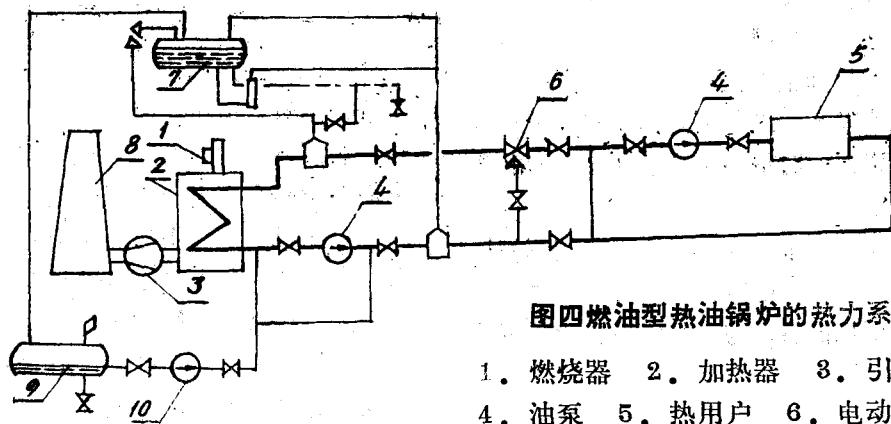
1. 热油锅炉, 2. 烟囱, 3. 油泵, 4. 热用户, 5 油泵, 6. 储液箱, 7. 膨胀箱, 8. 分离器。

风量, 燃料进给量, 以适应热负荷的变化。

图五为以煤和木屑为能源时热油锅炉的热力系统, 用于向人造板压机供热, 除二个工作循环外, 还有第三个循环——事故循环, 一旦系统停止供电或在用户处发生故障时, 由自起动的柴油机带动泵 4 运转, 使第一、第二工作循环中导热油迅速冷却下来, 否则加热器继续向导热油供热, 使导热油温度超过最高允许限度, 导热油发生结焦现象, 部分堵塞管道, 引起加热器管道局部过热而毁坏盘管。当使用煤、木屑等固体燃料时, 导热油温度的调节不如燃油、气体燃料时那样方便, 增加了热力系统中自动调节的复杂性。

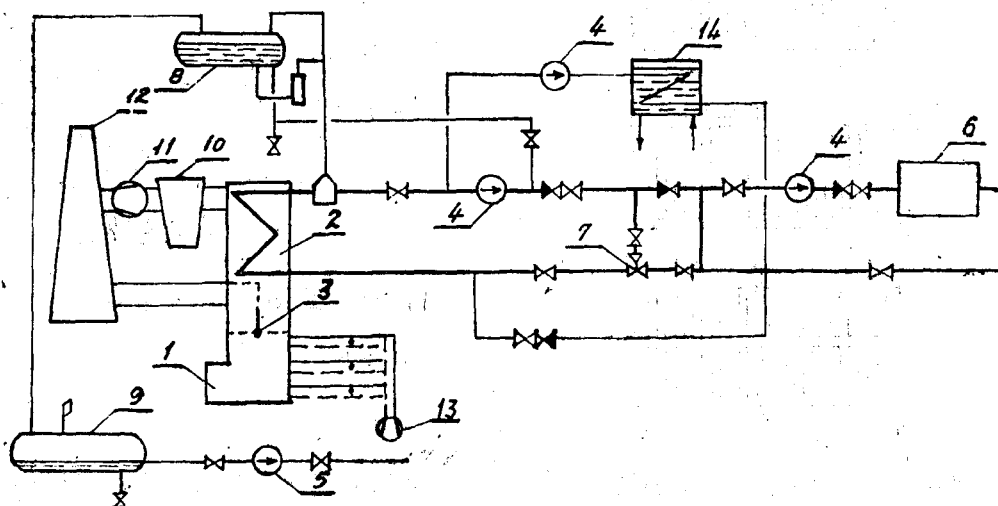


图三 水的汽化压力曲线



图四燃油型热油锅炉的热力系统图

1. 燃烧器 2. 加热器 3. 引风机
4. 油泵 5. 热用户 6. 电动三通阀
7. 膨胀箱 8. 烟囱 9. 储油箱
10. 油泵



图五 燃煤和木屑型热油锅炉的热力系统图

1. 燃烧室 2. 加热器 3. 烟道门 4. 油泵 5. 油泵 6. 热用户 7. 电动三通阀
8. 膨胀箱 9. 储油箱 10. 除尘器 11. 引风机 12. 烟囱 13. 送风机 14. 冷水箱

二

热油锅炉系统的主要优点:

1. 热力系统简单, 易于操作管理;
2. 系统工作压力低, 降低了对使用材料性能的要求;
3. 不需要水处理车间, 导热油可连续工作 1~5 年, 因此投资与运行费用低;
4. 加热均匀, 无压力波动, 从而改善

了加工产品的质量;

5. 导热油凝固时无膨胀, 无冻结问题存在;

6. 没有凝结和排污等造成的热损失, 提高了热效率, 降低了产品成本;

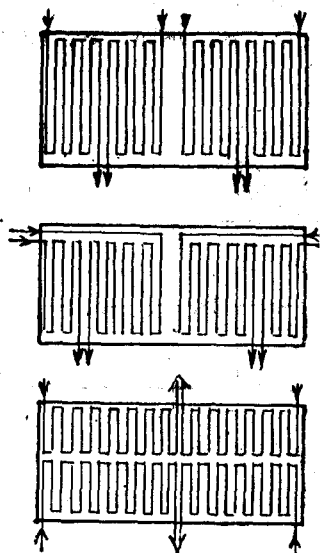
7. 缩短了供热周期, 提高了生产率。

江苏某染织厂把这种热油锅炉用于向 722 型拉幅机供热, 每米成品布所需的能源消耗, 由原来用电加热时的 3 分钱, 下降到

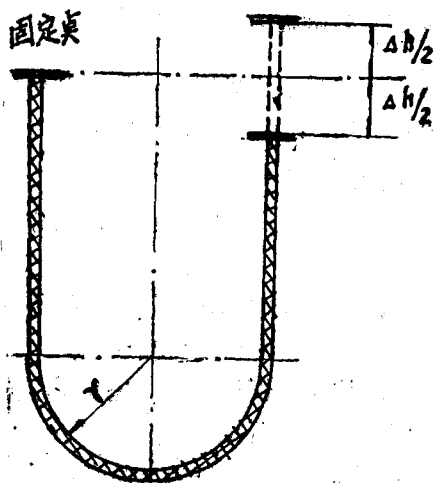
不足一分钱。

武汉某厂2,000吨/年纤维板车间用100万大卡/时热油锅炉代替蒸汽锅炉,一年节煤1,000吨以上,二年多时间即可回收全部改建的投资,同时提高了产品的质量和数量。

吉林省浑江市一3万米³/年刨花板厂从西德进口一台100万大卡/时燃煤型热油锅炉向热压机供热,与蒸汽锅炉相比,可节煤30~40%。



图六 热压板中管孔典型布置

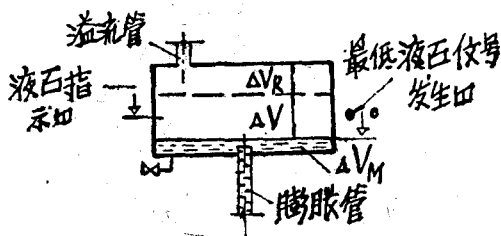


图七金属软管与热压机联接示意图

三

热油锅炉广泛用于化工、纺织、食品、冶金、建筑、造纸及人造板等工业部门的供热,在国外还用于医院、住宅等取暖供热。下面着重简介在人造板工业上的使用情况。

热压机热压板上导热油管孔的布置见图六。在生产过程中热压板进行垂直的直线运动,所以用金属软管与热压板上的管道联接,(见图七)。在进行管道布置设计时,必须使金属软管的固定点位于热压板垂直位移 Δh 的中心,弯曲半径应10倍于金属软管的名义直径,这样可延长金属软管的使用寿命。



图八 膨胀内容积分布和安全装置

导热油加热器的管子内径 d_1 计算公式:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4V}{\pi W}} \quad (\text{米})$$

式中, W 为导热油最佳经济流速,在2~4米/秒中选取,一般不小于1米/秒;

V : 导热油的平均流量,米³/时;

$$V = \frac{Q}{\rho \cdot C \cdot \Delta t}$$

Q : 所需的供热量,大卡/时;

C : 导热油的平均比热,大卡/公斤·K;

ρ : 导热油的平均密度,公斤/米³;

Δt : 导热油的出入口温差, K。

储液箱又称低位油箱,它的容积应大于

表一 国产 YD 型导热油特性参数

项目名称	导热油牌号	YD-131	YD-132	YD-133	YD-300	YD-325	YD-340
运动粘度 (50°C cst)		16—22	22—28	23—30	5.4	4.6	2.8
酸值 (mgKOH/g)		≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.01	0	0
比重 (d ₄ ²⁰), g/ml		0.84 0.85	0.85 0.87	0.85 0.87	1.0100	1.0104	0.9567
凝固点 (°C)		<10	<10	<10	-32	-39	-58
闪点 (°C)		≥200	≥210	≥215	145	158	117
含水量		痕迹	痕迹	痕迹			
残炭量		<0.01%	<0.01%	<0.01%	0.02%	0.004%	0.001%
液态膨胀系数 1/K		(8—8.2) × 10 ⁻⁴	(7.8—8) × 10 ⁻⁴	(7.8—8) × 10 ⁻⁴			
导热系数千升/米 ² ·时度		100℃ 200℃ 0.113 0.107	100℃ 200℃ 0.112 0.106	100℃ 200℃ 0.112 0.106	100℃ 200℃ 0.1009 0.0952	100℃ 200℃ 0.0992 0.0935	100℃ 200℃ 0.1061 0.1001
比热千卡/公斤度		100℃ 200℃ 0.570 0.665	100℃ 200℃ 0.565 0.660	100℃ 200℃ 0.565 0.660	100℃ 200℃ 0.4979 0.5813	100℃ 200℃ 0.4936 0.5762	100℃ 200℃ 0.5106 0.5961
使用温度 (°C)		10—250	10—300	10—330	<300	<325	<340
最高使用温度下的蒸汽压					0.18kgf/cm ²	0.35kgf/cm ²	2.8kgf/cm ²
产地		江 苏	江 苏	江 苏	北 京	北 京	北 京

表二 国外几种导热油的特性参数

项 目 名 称	导 热 油 牌 号	Mobiltherm 594	Mobiltherm 605	Shell Thermia 11	Shell Thermia 23	Shell Thermia 27
使用温度范围 °C		34~250	101~320	38~250	93~310	93~310
15°C时密度 公斤/米 ³		883	873	892	871	872
50°C时粘度 10 ⁻⁶ 米 ² /秒		3.8	19.2	3.8	17.1	19
凝固点 °C		-40	-15	-54	-18	-15
闪 点 °C		130	185	125	232	220
在1.01325巴时的汽化温度 °C		288	390	265	355	>360
酸值 mgKOH/g		<0.1	<0.1	0	0.05	<0.05
残炭量 %		<0.1	<0.1	<0.01	0.01	0.01
密 度 公斤/米 ³		100°C 250°C 816 715	100°C 300°C 816 686	100°C 250°C 838 745	100°C 300°C 818 693	100°C 300°C 818 694
比热 千焦耳/公斤K		100°C 250°C 2.15 2.688	100°C 300°C 2.18 2.888	100°C 250°C 2.139 2.68	100°C 300°C 2.17 2.90	100°C 300°C 2.165 2.893
导热系数 瓦/(米K)		100°C 250°C 0.126 0.116	100°C 300°C 0.128 0.113	100 250°C 0.124 0.114	100°C 300°C 0.128 0.113	100°C 300°C 0.128 0.113
最高使用温度下的蒸汽压 巴		0.4	0.3	0.613	0.101	0.0999
制 造 者		Mobil qil AG	Mobil oil AG	Deutsche Shell	Shell	Deutsche Shell AG

注: 据资料介绍, 国外导热油的液态膨胀系数AGβ在0.00065~0.00095 1/K范围内。

系统工作时导热油的总容积 V ，一般取 $1.05\sim 1.1V$ 。

膨胀箱的容积 $V_A = \Delta V_M + \Delta V + \Delta V_R$ (米³)，

式中， ΔV ：导热油从室温 t_0 加热到供热温度 t_2 时的膨胀容积，(米³)；

$\Delta V = V_0 \cdot \beta \cdot \Delta t$ (米³)；

V_0 ：导热油室温 t_0 时的容积，(米³)；

β ：导热油的膨胀系数，单位 $1/K$ ，(查表)；

Δt ：导热油的温差， $\Delta t = t_2 - t_0$ ， K ；

ΔV_M ：最小储蓄容积，其液面高出膨胀管道 $100\sim 150$ 毫米，使使导热油工作时不产生汽化沸腾现象，单位为米³；

ΔV_R ：导热油的储备容积，单位为米³，当系统中导热油的总容积 $< 1,000$ 升时，取 $\Delta V_R \leq 1.5 \times 1,000$ 升即 1.5×1 米³；当系统中导热油的总容积 $> 1,000$ (1) 升，取 $\Delta V_R \leq 1.3 \times 1,000$ 升(即 1.3×1 米³)。

膨胀箱是热油锅炉系统中最重要安全设备之一，必须装设最低液面指示器、溢流管。(详见图八)。

第三事故循环的冷却水箱容积大于 1 米³即可。

四

作为传热工质的导热油，是一种有机化合物，在工业上使用的有很多种，如多苯醚、联苯—联苯醚、二甲苯基甲烷等，国产YD型导热油的主要成分为长碳链的饱和烃。导热油特性参数见表一、表二。

单板的二次干燥

干燥单板的理想状态是：含水率均匀，保持天然的木质颜色，板面平整而富有韧性，无干裂和表面硬化现象。单板经一次干燥后不可能都达到这样的理想状态，对一次干燥不合格的单板还需进行二次干燥。

其干燥工序是：1. 经一次干燥的单板分等；2. 用叉车将需二次干燥的单板置于输送机上；3. 单板输入高频干燥室；4. 向单板加压，以封闭大部分蒸汽逸散通路；5. 加热板内水份到沸点以上；6. 蒸汽从含水率高的部分向含水率低的部分渗透；7. 继续加热，缓慢卸压，湿汽逸出；8. 达所要求的含水率时，由传感器自动切断电源；9. 卸出已干单板，装入待干单板；10. 冷堆放；11. 单板无需再处理，热压胶合时，不会有鼓泡现象。

美国马萨诸塞州伯沃利城的speco公司

研制了一套二次干燥装置。干燥单板垛高2英尺，宽4英尺，长8英尺，干燥室温度维持在 $220^{\circ}F-230^{\circ}F$ 。该装置包括直流电源，高频发生器，封闭式蒸馏水冷凝装置，控制台和干燥室，干燥室内装有电极板，循环风机，排废风机和蒸汽蛇管。全套装置占地面积 40×18 平方英尺。

二次干燥具有如下特点：1. 可提高一次干燥机的生产率 $10-15\%$ ；2. 节省能源；3. 提高了单板等级，减少了单板过干、破损、干裂和表面硬化现象，木质颜色好，板面平整而有韧性；4. 提高了胶合板等级，消除了鼓泡现象，胶液渗透均匀。

马启升摘译自《Plywood & Panel world》1985年2—3期

美《胶合板和碎料板》