

蒸汽输配系统连接着锅炉和使用蒸汽的各个设备，它把蒸汽送到工厂里任何需要热能的地方。

整个蒸汽输配系统由三个主要部分组成，它们分别是锅炉分汽缸、蒸汽主管和支管。其中每一个组成部分，都用于满足系统的一个要求，并与蒸汽汽水分离器、蒸汽疏水阀一起组成了一个完整、有效的蒸汽输配系统。

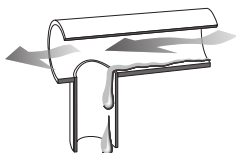
集水管

在所有蒸汽供应系统主管线上，一般每隔一段间隔都需要一个集水管（参见图CG-27）。这些集水管被用来：

1. 让凝结水利用自身重力，从快速通过的蒸汽中分离出来。
2. 把瞬时大量的凝结水集存起来，直到其压差能够使它通过疏水阀排放出去。

图CG-27. 蒸汽管与集水管

集水管直径尺寸选择合适的话才可以捕集住凝结水。如果太小，就有可能产生“短笛”效应，即凝结水会被蒸汽高速流动产生的压降从疏水阀中抽回主管。参见24页表CG-13。



图表CG-6. 特性代码推荐选型表
(见CG-2特性代码推荐选型表)

被排放设备	第一选择和特性代码	替换选择
锅炉分汽缸	IBLV M,E,L,N,B,Q	* F&T

* 在过热蒸汽场合不使用浮球式疏水阀，而使用带内置止回阀的抛光阀瓣及阀座的倒置桶式疏水阀。

被排放设备	第一选择、特性代码及替换选择	0-0.2 MPa	0.2 MPa 以上
蒸汽主管和支管无冰冻	B,M,N,L,F,E,C,D,Q	* IB	* IB
	替换选择	F&T	** F&T
蒸汽主管和支管有冰冻	B,C,D,E,F,L,M,N,Q,J	* IB	* IB
	替换选择	热静力或CD	热静力或CD

* 压力波动带内置止回阀。

** 超过浮球式疏水阀压力/温度限制时使用倒置桶式IBLV疏水阀。

注：在过热蒸汽场合应使用带内置止回阀的抛光阀瓣及阀座的倒置桶式疏水阀。

锅炉分汽缸

分汽缸是一种特殊的蒸汽主管，它能接受一台或一台以上锅炉送来的蒸汽。它常常是一根平放的管子，从管子上部接受蒸汽，然后送到蒸汽主管中去。蒸汽送入供气系统之前，用疏水阀把分汽缸内的任何夹带物（锅炉水和固体杂物）排掉是很重要的。安装在分汽缸上的疏水阀，必须具有被夹带的大块污物一出现就能排除的能力。在选择这种疏水阀时，还应考虑它的抗水击能力。

分汽缸用疏水阀的选型和安全系数（仅对饱和蒸汽而言）所有安装在分汽缸上的疏水阀的安全系数，我们认为应该选用1.5。疏水阀的排量可用下列公式计算出来：

疏水阀排量=安全系数×与各锅炉连接的负荷×预计夹带量（一般取10%）

举例：在连接负荷为25,000kg/h，预计夹带量为10%的情况下，应该选用多大尺寸的疏水阀？

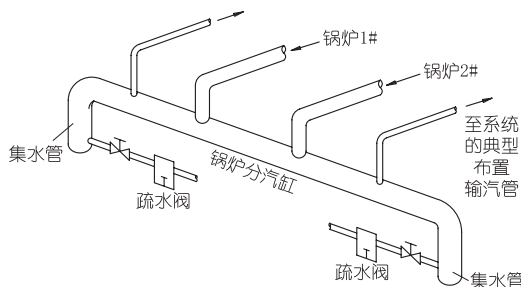
使用公式：

所用疏水阀排量=1.5×25,000×0.10=3,750 kg/h

对凝结水污物及时排放、极好的抗水击性能、在非常低负荷下的高效运行等特点，使得倒置桶式蒸汽疏水阀成为最适合这种场合使用的首选疏水阀。

安装 如果蒸汽是单向通过分汽缸的话，在下游端安装一个疏水阀就足够了。如果蒸汽是从中心点进入分汽缸（参见图CG-28），或是类似双向蒸汽气流分布的话，应该在分汽缸的两端各安装一个疏水阀，以保证顺畅疏水。

图CG-28. 锅炉分汽缸



在分汽缸直径在4" (DN100) 以下时，集水管直径和分汽缸直径相等。当分汽缸直径大于4" (DN100) 时，集水管直径为分汽缸直径的一半，但不得小于4" (DN100)。

蒸汽输配系统凝结水怎样排放



蒸汽主管

蒸汽疏水阀最常用的一个场合就是蒸汽主管疏水。为了使用蒸汽的设备能够正常运行，主管里需要保持无空气、无凝结水。蒸汽主管上的疏水阀如果选择不当的话，会引起水击以及凝结水中夹带的污物可能损坏控制阀及其它设备。

可以用两种方法来预热蒸汽主管：监督法和自动法。

监督法预热被广泛地用于大管径和长距离主管的初始预热中。使用方法是，在蒸汽到达主管之前把集水点阀门完全打开，使之自由向大气吹放。在所有或大部分预热凝结水被排放之前，这些阀不能关闭。然后由疏水阀排出工作条件下产生的凝结水。发电厂主管线的预热大多采用这样的程序。

锅炉点火时，让主管路和或部分或全部设备在没有人工帮助或监督下，达到压力和温度的方法，叫做自动预热法。

注意：无论那一种预热方法，都应该为预热期留有足够的时间，以减少热应力对系统的伤害。

蒸汽主管疏水阀的选型和安全系数（只对饱和蒸汽而言）

应该按照运行负荷下，热辐射损失产生的凝结水来选择疏水阀。如果按照开车时的负荷选择疏水阀，会引起疏水阀选型过大，这样会产生过早磨损。应该按照在低压预热条件下收集凝结水的情况，确定集水管的尺寸（参见24页表CG-13）。保温管道的凝结水负荷可由表CG-10查出。表中所有数据，按75%的保温效率来考虑。表中没有包括的压力或管径下的凝结水量可用下列公式计算出来：

$$C = \frac{A \times U \times (T_1 - T_2) E}{H}$$

其中：

C = 凝结水量，kg/m · h

A = 管子外表面积，m²/m(表CG-10，第2栏)

U = kJ/m² · °C · h，查24页曲线图CG-7。

T₁ = 蒸汽温度，°C

T₂ = 空气温度，°C

E = 1-保温效率（例如：保温效率=75%，1-0.75=0.25或E=0.25）

H = 蒸汽潜热（参见第8页蒸汽性能数据表）kJ/kg

表CG-10. 保温管道在大气21°C时输送饱和蒸汽时的凝结水量（假定保温效率为75%）

压力MPa	0.103	0.21	0.41	0.86	1.24	1.73	3.1	4.1	6.2
公称 通径 DN	管子外 表面积 m ² /m	每米管线每小时凝结水量kg/m · h							
25	0.105	0.07	0.09	0.10	0.15	0.18	0.21	0.277	0.329
32	0.132	0.09	0.10	0.13	0.18	0.21	0.25	0.344	0.406
40	0.151	0.10	0.12	0.15	0.21	0.24	0.28	0.388	0.481
50	0.190	0.12	0.15	0.19	0.25	0.30	0.34	0.476	0.564
65	0.230	0.15	0.18	0.22	0.30	0.36	0.42	0.571	0.676
80	0.278	0.18	0.21	0.27	0.38	0.42	0.49	0.685	0.813
100	0.359	0.22	0.27	0.33	0.45	0.54	0.64	0.860	1.021
125	0.444	0.27	0.33	0.40	0.55	0.65	0.78	1.035	1.225
150	0.529	0.30	0.37	0.48	0.65	0.76	0.88	1.204	1.427
200	0.689	0.40	0.48	0.61	0.82	0.98	1.13	1.564	1.851
250	0.857	0.45	0.58	0.76	1.01	1.16	1.40	1.836	2.275
300	1.018	0.57	0.68	0.86	1.19	1.37	1.65	2.290	2.710
350	1.119	0.68	0.76	0.97	1.29	1.53	1.80	2.512	2.975
400	1.280	0.70	0.85	1.10	1.47	1.77	2.05	2.868	3.385
450	1.436	0.79	0.95	1.26	1.65	1.95	2.28	3.201	3.795
500	1.600	0.86	1.06	1.36	1.83	2.16	2.53	3.552	4.212
600	1.915	1.01	1.25	1.62	2.18	2.53	3.02	4.216	5.008

表CG-11. 21°C时的预热负荷，管道规格为40。

压力MPa	0.014	0.103	0.207	0.413	0.861	1.240	1.723
公称 通径 DN	每米管 道重量 kg/m	每米管线凝结水的重量kg/m					
25	2.52	0.045	0.055	0.064	0.076	0.094	0.106
32	3.38	0.060	0.074	0.085	0.101	0.126	0.141
40	4.05	0.071	0.088	0.108	0.122	0.150	0.175
50	5.43	0.097	0.119	0.137	0.164	0.202	0.228
65	8.62	0.155	0.188	0.217	0.259	0.320	0.390
80	11.27	0.198	0.248	0.288	0.338	0.420	0.470
100	16.06	0.283	0.348	0.403	0.481	0.595	0.671
125	21.78	0.348	0.524	0.604	0.653	0.810	0.911
150	28.23	0.499	0.615	0.708	0.847	1.049	1.183
200	42.49	0.750	0.923	1.071	1.280	1.577	1.771
250	60.24	1.087	1.310	1.513	1.801	2.232	2.515
300	79.77	1.406	1.741	2.009	2.396	2.976	3.334
350	93.76	1.652	2.039	2.351	2.813	3.482	3.929
400	123.52	2.173	2.604	3.095	3.708	4.534	5.184
450	156.26	2.753	3.393	3.914	4.688	5.804	6.548
500	183.05	3.229	3.988	4.584	5.491	6.801	7.664
600	254.48	4.404	5.536	6.384	7.834	9.450	10.641

表CG-12. 管道重量，kg/m

公称通径DN	规格40 [#]	规格80 [#]	规格160 [#]	>160 [#]
25	2.52	3.23	4.24	5.45
32	3.38	4.46	5.60	7.75
40	4.05	5.40	7.23	9.54
50	5.43	7.47	11.09	13.44
65	8.62	11.40	14.90	20.37
80	11.27	15.25	21.31	27.65
100	16.06	22.29	33.63	40.98
125	21.76	30.92	49.05	57.37
150	28.23	2.52	67.41	79.11
200	42.49	64.57	111.17	107.77
250	60.24	81.46	172.63	-
300	79.77	131.85	239.60	-
350	93.76	159.24	282.76	-
400	123.52	203.88	364.61	-
450	156.26	254.48	459.85	-
500	183.05	311.03	546.02	-
600	254.48	441.99	806.60	-

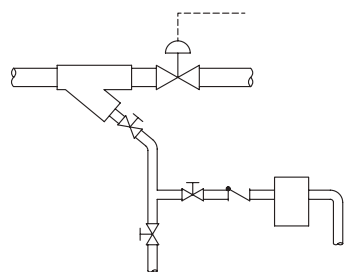
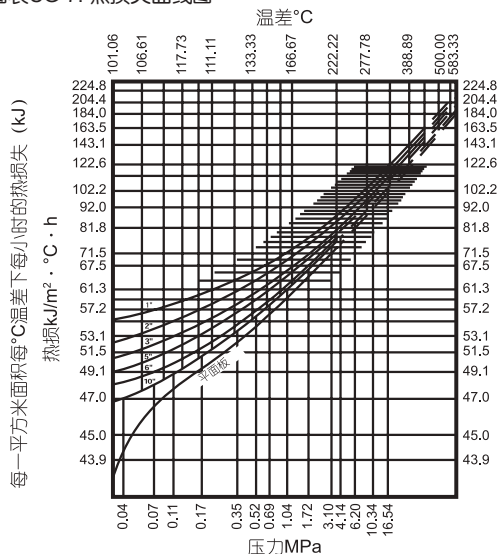
锅炉和蒸汽主管末端之间安装的疏水阀的安全系数为2:1。安装在主管末端，或部分时间关闭的减压阀和切断阀前的疏水阀的安全系数为3:1。

由于倒置桶式疏水阀能够处理凝结水的脏物和污物，并能抗水击，所以我们推荐使用倒置桶式疏水阀。另外，即使倒置桶式疏水阀出现故障的时候，它一般也是处于开的位置。

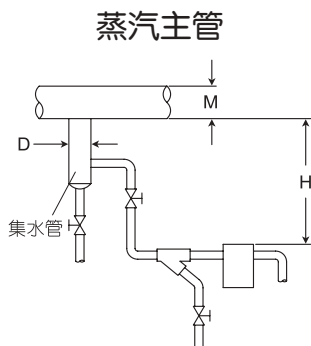
安装 两种预热方法都应在所有低点或自然排放点使用集水管及疏水阀，比如：

- 提升管之前；
- 主管末端；
- 膨胀节或弯头前；
- 阀门或调节阀前等。

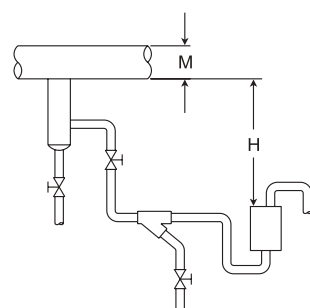
图表CG-7. 热损失曲线图



图CG-29. 减压阀前应通过过滤器疏水



图CG-30. 蒸汽主管疏水应通过集水管疏水。



图CG-31. 提升管上的疏水阀排放管与蒸汽主管的距离“H”(m)除以100等于通过疏水阀的静压头MPa。

即使在没有自然排放点的地方，也应该安装集水管和疏水阀（参见图CG-29，图CG-30和图CG-31）。通常每隔90 m设一疏水点，但绝对不要超过150 m。

在采用监督预热法时，集水管的长度至少要是主管道直径的1.5倍，但绝对不要小于250 mm。自动预热时，集水管长度至少要700 mm。对于这两种方法，DN 100以下的蒸汽主管道，集水管直径最好与主管相同；DN 100以上的管道，集水管直径至少要是主管道直径的1/2，但绝对不应小于DN 100（参见24页表CG-13）。

表CG-13. 蒸汽主管和支管上集水管推荐尺寸表

M 蒸汽主管线 直径DN	D 集水管直径 DN	H 集水管最小长度 (mm)	
		监督预热	自动预热
15	15	250	700
20	20	250	700
25	25	250	700
50	50	250	700
80	80	250	700
100	100	250	700
150	100	250	700
200	100	300	700
250	150	375	700
300	150	375	700
350	200	525	700
400	200	600	700
450	250	675	700
500	250	750	750
600	300	900	900

图表CG-8. 特性代码推荐选型表（见7页，查“特性码”）

需疏水设备	第一选择和 特性代码	替换 选择
蒸汽汽水分离器	IBLV B,M,L,E,F,N,Q	* DC

* 蒸汽品质低于90%时差压式疏水控制器为第一选择

蒸汽输配系统凝结水怎样排放

支管

支管指连接蒸汽供应主管与使用蒸汽的特定设备之间的管线。整个系统的设计和连接都应该防止在任何一点上出现凝结水积聚。

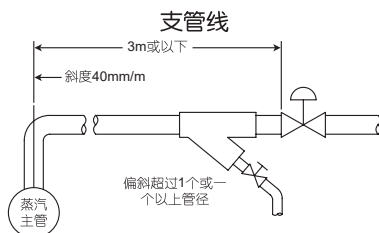
用于蒸汽支管的疏水阀的选型和安全系数 蒸汽支管中凝结水负荷的计算公式与蒸汽主管中使用的公式一样。支管中用的安全系数也推荐使用3。

安装 主管与调节阀之间的距离少于3 m时，推荐管径参见图CG-32，距离在3 m以上时的管径参见图CG-33。当调节阀必须安在主管下面时，管径可参见图CG-34。

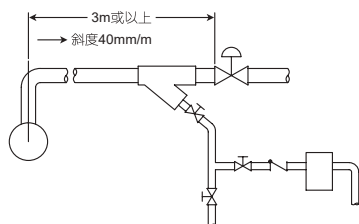
在系统中的每一个调节阀前和减压阀前，都要安装一个与管径相同的过滤器。使用倒置桶式疏水阀时，应使用排污阀。蒸汽系统开始投运几天以后，应该检查过滤器的滤网，看它是否需要清洗。

汽水分离器

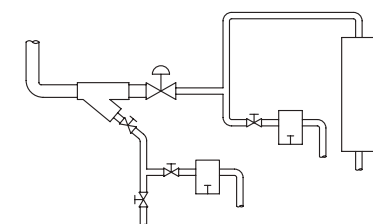
蒸汽汽水分离器用于去除蒸汽供应系统中所产生的凝结水。特别是在要求使用干燥蒸汽的设备之前，经常使用汽水分离器。汽水分离器还经常使用在二次蒸汽管线上，因为二次蒸汽里夹带很大比例的凝结水。



图CG-32. 长度小于3 m的管线一般不需要疏水阀，除非返回锅炉分汽缸的斜率小于40 mm/m



图CG-33. 长度大于3 m的管，在调节阀前需要集水管和疏水阀。如果排放接管的是倒置桶式疏水阀，可以用控制阀前的过滤器来代替集水管，这可以减轻过滤器的清洗问题。疏水阀应带内置式止回阀，或在疏水阀前安装一个旋启式止回阀。



图CG-34. 不管管线有多长，只要调节阀装在蒸汽供应管线之下，阀前就要有集水管和疏水阀。如调节阀上方有盘管，疏水阀应安装在调节阀的下游侧。

对于汽水分离器上用的蒸汽疏水阀的选型，必须注意它的处理凝结水污物的能力、抗水击的能力和在小负荷下工作的能力。

用于分离器的疏水阀选型和安全系数：在各种情况下一律采用3。使用下列公式可以算出所需疏水阀的排量：

疏水阀要求排量 (kg/h) = 安全系数 × 蒸汽流量 (kg/h) × 预测凝结水百分比 (一般为3%到8%)。

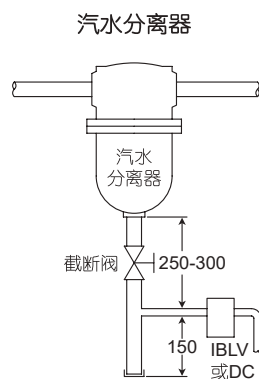
举例：在流量为4,500 kg/h时，蒸汽疏水阀的尺寸应该是多少：

$$\begin{aligned} \text{疏水阀排量} &= 3 \times 4,500 \times 0.10 \\ &= 1,350 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

在使用汽水分离器时，建议使用带大排空气孔的倒置桶式疏水阀 (IBLV)。当污物和水击不是主要问题时，也可以采用浮球式疏水阀。在很多场合，自动压差式凝结水控制器也可以使用。它把上述两种疏水阀的优点结合了起来，用于凝结水负荷过大，超过分离器能力时的场合。

安装

疏水阀应该装在分离器排放管上，距离分离器底部250至300 mm，集水管管径应相同 (参见图CG-35)



图CG-35. 汽水分离器下部要求有足够尺寸的集水管或污物管，以确保凝结水及时流入蒸汽疏水阀。

蒸汽伴热管用于保持主管线里液体的温度均匀一致。在绝大多数场合下，这些伴热管都是在室外使用，它主要考虑的是环境气候条件。

蒸汽疏水阀在蒸汽伴热管线上的主要用途是，保持管线中的蒸汽，直到它的潜热被充分利用完，然后排掉凝结水和非凝结气体。其实，任何一台热交换设备，每一条伴热管线都应该有自己的蒸汽疏水阀。尽管在多路伴热中，疏水阀有可能安装在同一回水管线上，但是一定要采用单元疏水以避免发生短路现象。参见20页。

在选择蒸汽疏水阀时，应该重点考虑它们与所有系统的兼容性，这样的疏水阀必须是：

1. 通过长期可靠运行，能达到节能的目的。
2. 可以及时定期排放蒸汽管线中的凝结水和空气。
3. 能在低负荷下运行。
4. 停供蒸汽时，能够抗冰冻损害。

蒸汽伴热管线上疏水阀的选择一条蒸汽伴热管线所产生的凝结水负荷，可以通过使用下列公式从管线的热损失中计算出来：

$$其中 Q = \frac{L \times U \times \Delta T \times E}{S \times H}$$

Q = 凝结水负荷，kg/h

L = 蒸汽伴热管上各疏水阀之间管线的长度，m

U = 热传导系数，kJ/m² · °C · h (见24页图表CG-7)

ΔT = 温差，°C

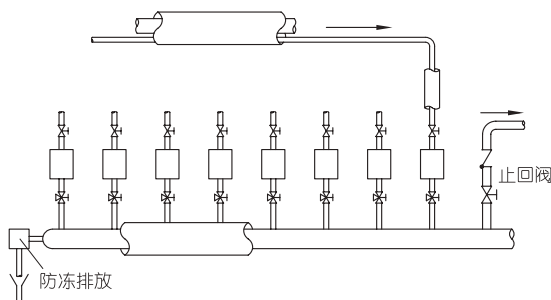
E = 1-保温效率 (例如：保温效率为75%，则1-0.75=0.25或E=0.25)

S = 管道单位外表面积的线性长度m/m² (见58页，表CG-30)

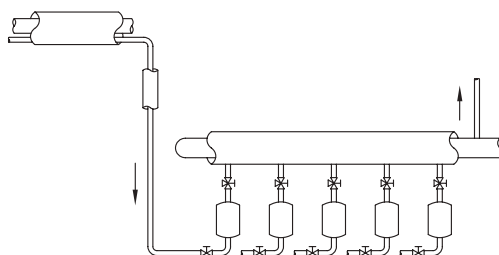
H = 蒸汽潜热，kJ/kg (见8页，蒸汽表格)

蒸汽伴热管线典型安装图

图CG-36



图CG-37



图表CG-9. 特性代码推荐选型表 (见7页)

被排放设备	第一选择和特性代码	替换选择
伴热管线	* IB A,B,C,L,J,N,I,K	热静力或CD

* 蒸汽阀门选择5/64" 的阀座孔可节约能源，避免脏物和水垢的堵塞

表CG-14. 管道单位外表面积线性长度(p)

公称通径DN	铁管	铜管
	m/m ²	m/m ²
15	14.93	25.03
20	11.93	16.70
25	9.51	12.53
32	7.55	10.01
40	6.59	8.37
50	5.28	6.27
65	4.36	4.99
80	3.58	4.17
100	2.78	3.13

蒸汽伴热管线凝结水怎样排放

举例：蒸汽压力为0.7 MPa，管径500 mm，长度为30 m的保温蒸汽输送管线上的3条伴热管线，用来保证产品温度88°C。室外设计温度为零下23°C。进一步假定保温效率为75%，凝结水负荷是什么？

$$Q = \frac{30 \times 49.8 \times (88 + 23) \times (1 - 0.75)}{0.63 \times 2048}$$

$$= 32 \text{ kg/h}$$

然后除以3，得出每条伴热管线的负荷为11 kg/h。

在绝大多数蒸汽伴热管线中，流往蒸汽疏水阀的凝结水量非常小，所以，一般都使用最小的疏水阀。根据长期可靠节能，处理低负荷，抗冻和能清洗系统等特点，倒置桶式疏水阀被推荐使用在蒸汽伴热管线上。

安全系数 无论是否暴露在环境气候条件下，安全系数都选用2。蒸汽疏水阀和蒸汽伴热管都不要选的过大。蒸汽疏水阀可选用最小的阀座孔。

安装

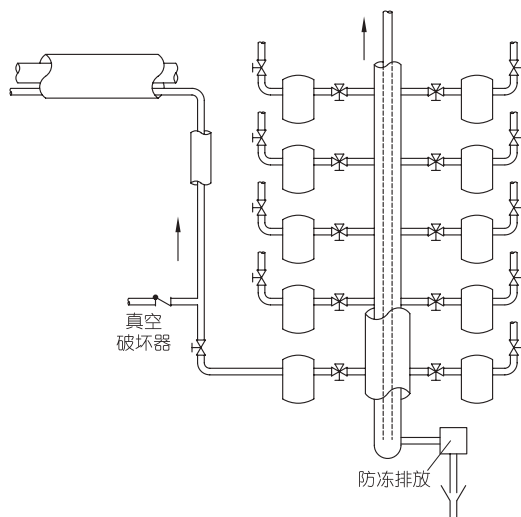
需要伴热的介质输送管线，一定要安装在伴热管的上部。为了有效地排放凝结水和去除非凝结物，伴热管要有一个斜度，以便利用重力把所有低点的凝结水都排完。这样做将有利于伴热管的防冻（参见图CG-36，图CG-37和图CG-38）。

为了节能，应把凝结水返回到锅炉。

在疏水阀前安装一个真空破坏器，以保证停车时重力排放系统能正常工作。

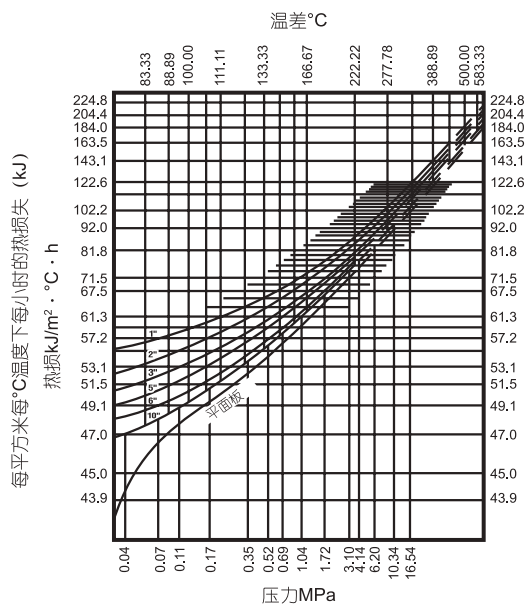
当天气寒冷时，建议在疏水阀排放集水管上做防冻处理。

图CG-38. 蒸汽伴热管线典型安装图



图表CG-10. 热损曲线图

在24°C的静止空气中，各种饱和蒸汽压力或温差下，不同管径（或平面）的未保温管道的单位热损失。



乍一看，这一问题可能让人困惑。因为一般概念认为过热蒸汽是不会产生凝结水的，所以输送过热蒸汽的管路内不应有任何凝结水。当系统达到要求温度和压力时，确实如此；但在此之前，系统仍然需要疏水。本节要解释过热蒸汽概念及其应用。

物质的比热是使1 kg物质温度升高1°C所需要的热量。按这一定义，水的比热为4.18 kJ/kg · °C。过热蒸汽的比热随温度和压力的变化而不同。温度增加时，比热减少；压力升高时，比热增加。

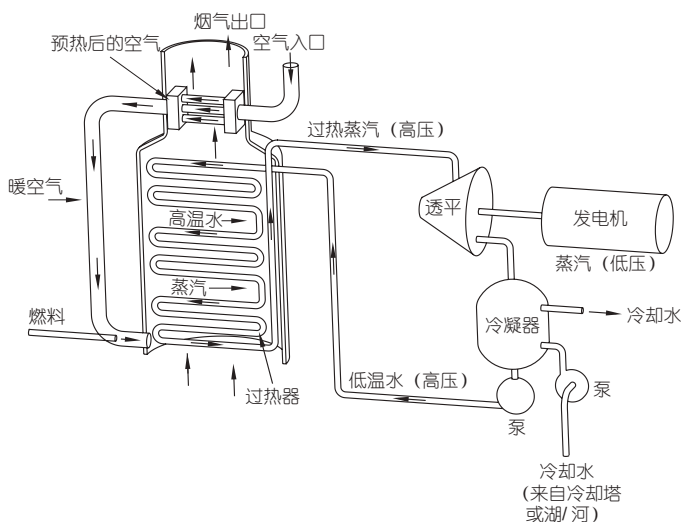
通常，过热蒸汽是通过在锅炉内或锅炉烟道区另加盘管利用锅炉“废热”得到的。或者，在蒸汽总管上另加过热室。以下为带过热段的蒸汽发电机组的简图。

过热蒸汽的性质

过热蒸汽的一些性质使过热蒸汽可作为理想的做功和传质介质，但不适于作为热能交换介质。与饱和蒸汽不同，过热蒸汽的温度和压力是彼此独立的。因为过热蒸汽是在饱和蒸汽的压力下形成的，只是温度升高，体积增大。

在高能率锅炉上，汽包相对较小，汽水分离特别困难。汽包内的少量水在快速负荷冲动下，形成工质膨胀压缩，加剧蒸汽对水的携带。

图CG-39. 蒸汽发电机组



这些携带的水可以通过锅炉蒸汽出口的分离器和疏水阀去除。但是在需要干蒸汽的设备上，这些分离措施不能达到100%的分离效果，需要在锅炉的炉膛内另加过热盘管作为对流换热通道。蒸汽在这里吸收热量，使携带的水汽化，并增加少量过热，确保绝对干蒸汽。

由于过热蒸汽在变回到饱和蒸汽之前只能给出很少的热量，所以它不是一个很好的传热工质。在某些过程中，如发电厂，为了做功，需要加热干蒸汽。不管是那种发电设备，过热都能帮助减少冷启动时的凝结水量。过热蒸汽还能推迟设备膨胀级的蒸汽凝结，从而增加功率输出。增加排汽端的干度能增加透平叶片的使用寿命。

过热蒸汽能损失热而不凝结成水，而饱和蒸汽却做不到这一点。因此，过热蒸汽可以输送很远的距离而不凝结。这样就可以在全是蒸汽的系统中输送干蒸汽。

为什么给过热蒸汽系统疏水？

给过热蒸汽系统疏水的首要原因是启动负荷。由于蒸汽总管的尺寸很大，启动负荷可以很大。启动时，由于有时间开、关阀门，很可能使用手动阀。这就是所谓监督启动。给过热蒸汽系统疏水的第二个原因是应对紧急情况，如失去过热器或过热器旁路，这时可能需要用饱和蒸汽运行。在这些事故中，没有手动开启阀门的时间；因此，需要蒸汽疏水阀。

以上情况下，都必须正确为疏水阀选型。像任何蒸汽系统中一样，必须除去凝结水，以保持高效率，并将有害的水击和腐蚀减少到最小限度。

过热蒸汽管线凝结水怎样排放

确定过热蒸汽疏水负荷

过热蒸汽管路的疏水负荷变化很大，从极大的起动负荷到运行时的基本无负荷。因此，对于任何蒸汽疏水阀来说，这都是很苛刻的应用条件。

开车时，庞大的冷态管路中充满蒸汽。此时，管路中只有低压饱和蒸汽，直至管路的温度升高。为了使管路不产生热应力，这一过程很缓慢，要较长的时间。大流量凝结水和低压的起动工况要求使用大疏水流量的疏水阀。这些过大的疏水阀在随后的正常过热运行工况下，又需要运行在高压低疏水流量下。

典型的起动负荷可以粗略地用下面的公式计算：

$$C = \frac{0.447W_p(t_2 - t_1)}{H}$$

其中：

C = 凝结水量，单位为kg；

W_p = 管道总重量（查自23页表CG-12）；

H = 压力X下的焓值减去压力Y下的显热（蒸汽的潜热。
对于较长的预热时间，用过热蒸汽供汽压力（X）下的饱和蒸汽焓减去预热期间平均压力（Y）下的饱和蒸汽显热）；

0.447 = 钢管的比热，单位是kJ/kg·°C

举例：

设加热速率为37°C/h，直径350 mm的美标管道规格80管道，供过热蒸汽压力为8.5 MPa，温度577°C，环境温度为21°C，相邻疏水阀间管长61 m。

最初的两小时内：

W=61 m× 159.1 kg/m=9707 kg,

t(2)-t(1)=132-21=111°C

H=2755.6 kJ/kg-456.7 kJ/kg=2299 kJ/kg

$$C = \frac{0.477 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C} \times 9707 \text{ kg} \times 111^\circ\text{C}}{2299 \text{ kJ/kg}} = 224 \text{ kg}$$

在随后两小时内：

唯一改变的是这一期间平均压力下饱和蒸汽的显热。

$$C = \frac{0.477 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C} \times 9707 \text{ kg} \times 111}{1977 \text{ kJ/kg}} = 260 \text{ kg}$$

表CG-15. 时段表

时段	平均压力 (MPa)	时段终止温度 (°C)	14" 管路凝 结水生成速率 (kg/h)
第1个2小时	0.035	132	112
第2个2小时	0.98	243	130
第3个2小时	4.9	354	160
第4个2小时	8.5	465	131
第5个2小时	8.5	577	118

注：对于平均压力（8.5 MPa），设H为8.5 MPa下蒸汽的汽化潜热加上时段终止温度下的过热热量。

为了确保高效排除凝结水，在过热蒸汽系统安装疏水阀时，还应正确选择凝结水集水管的尺寸和疏水阀接管尺寸。24页上的表CG-13列出各种接管直径下的适用凝结水集水管尺寸。

关于凝结水集水管、疏水阀接管及疏水阀是否需要加保温层的问题，回答是不加。除非根据安全要求必须加保温层外，蒸汽系统中的这一部分不应加保温层。这样做可以保证在疏水阀之前的接管中能连续生成凝结水并流入疏水阀内，以延长疏水阀的使用寿命。

过热蒸汽疏水阀的类型

双金属片式

在凝结水冷却到低于饱和温度之前，双金属片式疏水阀不会开启。在已有压力下，只要疏水阀内有蒸汽，不管蒸汽温度的高低，疏水阀保持关闭。蒸汽温度升高时，双金属元件的拉力变大，为阀门提供更大的密封力。过热蒸汽能更好地密封阀门。双金属片式疏水阀还能胜任大的起动负荷。出于这些原因，这种疏水阀是过热蒸汽疏水的正确选择。

在过热运行中，这种疏水阀内的凝结水必须冷却到低于饱和温度，疏水阀才能开启。如果疏水阀之前的凝结水集水管的直径和长度不够大的话，凝结水可能回流到管路中，可能损坏管路、阀门和设备。

倒置桶式

倒置桶式疏水阀内的水封可以防止过热蒸汽接近疏水阀的排放孔，保证不损失新鲜蒸汽并延长使用寿命。排放孔位于疏水阀的顶部，使污物不易沉积并允许排除空气。这种疏水阀能胜任大的起动负荷，又适用于小的运行负荷。在过热系统中应用倒置桶式疏水阀存在的主要问题是保持其水封，因此应加装止回阀。

为了保持倒置桶式疏水阀中的“初始充水”，必须正确接管，过热系统倒置桶的疏水阀的正确接管可参考24页上的图CG-31。选定过热蒸汽疏水阀的规格时，选定起动负荷不需安全系数。应根据最高压力、温度及过热度选定阀体材料。

空间加热设备在各种工业生产中都能见到，诸如：风机盘管、空气加热器、散热器和管道盘管等，这些都是非常基本的工艺生产设备，而且平时几乎不需要维修。因此，这些设备上的疏水阀通常也是长期被忽视的。这种忽视所产生的问题之一就是，在加热盘管里积存的凝结水，会由于冰冻、腐蚀和水击而损坏设备。

疏水阀的选型和安全系数

不同的场合，包括使用恒压或压力变化蒸汽，决定了疏水阀的类型和尺寸。有两种标准方法选择盘管用的疏水阀：

1. 蒸汽压力稳定的情况

倒置桶式和浮球式疏水阀在工作压差下使用的安全系数是3。

2. 蒸汽压力不稳的情况

浮球式和带热敏元件的倒置桶式疏水阀

- 蒸汽压力0-0.1 MPa：按0.003 MPa压差下的排量，安全系数为2。
- 蒸汽压力0.1-0.2 MPa：按0.014 MPa压差下的排量，安全系数为2。
- 蒸汽压力大于0.2 MPa：按最大压差的一半时的排量，安全系数为3。

不带热敏元件的倒置桶式疏水阀仅在蒸汽压力超过0.2 MPa时，按最大压差一半时的排量，安全系数为3。

风机盘管和空气加热器的疏水阀选择

可以用三种方法计算出处理的凝结水量。只要知道工作条件就可以确定使用哪一种方法。

1. **热量法** 风机盘管和其它空气加热盘管的标准等级是，加热器蒸汽压力为0.014 MPa，进口空气温度为15.6 °C时的热量输出。把标准等级换算成实际等级时，可使用32页的表CG-16中的换算系数。一旦得到实际工作条件，就可以用适当的安全系数去乘凝结水负荷。

2. **温升法** 如果只知道风机的能力（ $CMM=m^3/min$ ）和空气温升，使用下列简单的计算公式，就可以得出实际热量值。凝结水负荷= $CMM \times 72 \times \text{温升}^\circ C$

举例：对于一台产生44°C温升，需要排放100 m^3/min 的加热器，应该选择多大的疏水阀？（蒸汽压力为恒压0.4 MPa）。

将数值带入上述公式

$$100 \times 72 \times 44 = 316800 \text{ kJ/h}$$

现在用2105.7 kJ/h（从蒸汽特性表来）除316800 kJ/h，等于151 kg/h，再乘以所建议的安全系数3，得出在这种情况下，排量为453 kg/h的疏水阀。

上述公式中系数72是这样导出的

$$1 \text{ m}^3/min \times 60 = 60 \text{ m}^3/h$$

$$60 \text{ m}^3/h \times 1.2 \text{ kg空气/m}^3 = 72 \text{ kg空气/h}$$

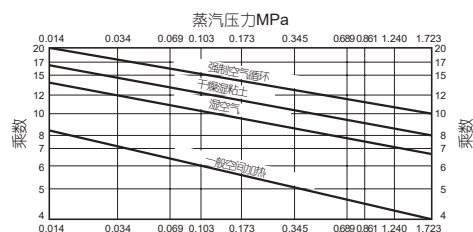
$$72 \times 1 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ C \text{ (空气的比热)}$$

$$= 72 \text{ kJ/h} \cdot ^\circ C$$

3. **凝结水法** 一旦确定了热量输出就可以：

- a. 用所用蒸汽压力下的蒸汽潜热去除热量输出。参见32页表CG-16中的第二栏或8页的蒸汽特性数据表，将得出蒸汽凝结水的实际重量。使用经验法则估算，用2,000去除热量输出。
- b. 用安全系数去乘以蒸汽凝结水的实际重量，就可以得出所要求的疏水阀连续排放量。

图表CG-11. 多管盘管确定疏阀流量的乘数



图表CG-12. 特性代码推荐选型表（见7页）

被排放设备	第一选择及特性代码	恒压		第一选择及特性代码	变压	
		0-0.2 MPa	0.2 MPa以上		0-0.2 MPa	0.2 MPa以上
单元加热器	B,C,E,K,N	IBLV	IBLV	B,C,G,H,L	F&T	* F&T
	替换选择	F&T	* F&T	替换选择	IBLV	IBLV
空气处理单元	B,C,E,K,N,O	IBLV	IBLV	B,C,G,H,L	F&T	* F&T
	替换选择	F&T	* F&T	替换选择	IBT	IBLV
散热器及管道盘管	B,C,E,K,N	IBLV	IBLV	B,C,G,H,L	F&T	F&T
	替换选择	热静力	热静力	替换选择	IBLV	IBLV

* 超过浮球式压力/温度限制时使用倒置桶式IBLV疏水型

注：1. 对低于大气压力的场合应使用真空破坏器。

2. 蒸汽过热时不应使用浮球式疏水阀

空间加热设备凝结水怎样排放



光管盘管和翅片散热器的疏水阀选择

管道盘管 只要有可能，就要在每一条管道上分别安装疏水阀，以防发生短路。

单管盘管 为单管和单独排放的管路选定疏水阀时，可在表CG-18（32页）上按线性米找出凝结速率。用管道长度乘以每线性米的凝结束率，得出正常情况下的凝结水负荷。

为了快速加热，可以使用带热敏元件的倒置桶式疏水阀，疏水阀的安全系数可选用3。在不需快速加热时，则使用标准的倒置桶式疏水阀，安全系数可以选用2。

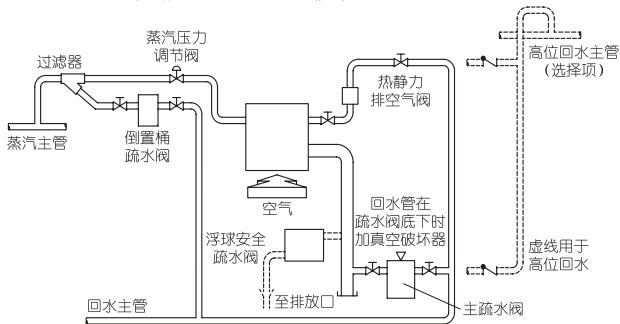
多管盘管 选择多管盘管用疏水阀时，步骤如下：

1. 从表CG-18（32页）中查出凝结速率，再乘以盘管线性长度，得出正常凝结水负荷。
2. 从图表CG-11（30页）中找出所用条件的乘数。
3. 用选出的乘数乘以正常凝结负荷，得出所要求的疏水阀连续排放量。

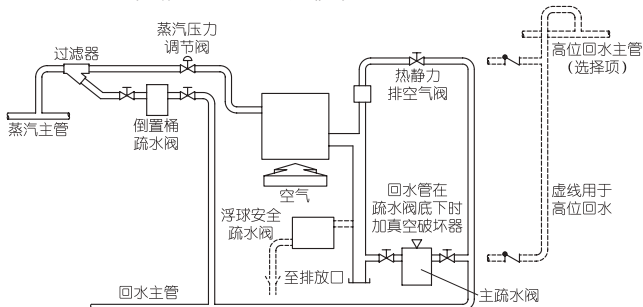
注意：安全系数已包括在乘数里。

翅片散热器 当热量输出为未知数时，凝结速率可以用表CG-17和表CG-19（32页），为疏水阀选型计算出满意的精度。根据管道尺寸、散热片尺寸、散热片数量和材料进入表CG-19。用表CG-19可以确定在标准条件下每米的凝结速率。用表CG-17换算成实际值。

图CG-40. 空气加热盘管的疏水和排气



图CG-41. 空气加热盘管的疏水和排气



安全系数 建议考虑如下三点：

1. 克服由于采用多管加热器而有可能引起的短路危害。
2. 保证在不同工作条件下的疏水阀排量适当。在极寒冷的日子里，进口空气温度会比计算值低，整个工厂各个部分的蒸汽用量都要增加，这样会引起蒸汽压力下降，回水管道压力上升，这些因素都会使疏水阀排量降低。
3. 保证空气和其它不凝性气体的排除。

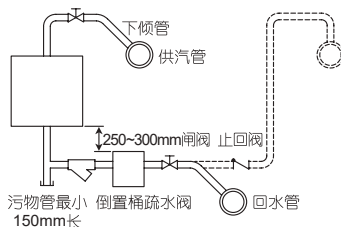
警告：在使用低压蒸汽加热时，应按实际压差选用安全系数，而不是按蒸汽供应压力。记住，疏水阀还必须具有在最高压差下工作的能力。

安装

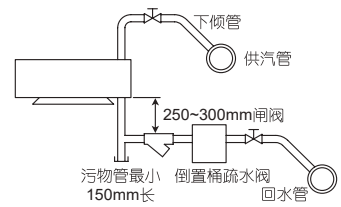
总的来说，要按照制造商推荐的方法安装。图CG-40，图CG-41，图CG-42和图CG-43中的方法与空间加热设备制造商的建议一致。

注意：安全疏水阀排放的解释参见图CG-66“安全排放疏水阀”（第52页）。

图CG-42. 卧式排放加热器通用管道布置及疏水（0.1 MPa以上）



图CG-43. 立式排放加热器通用管道布置及疏水（0.1 MPa以下）



表CG-16. A表非标准条件下确定单元加热器热量输出的常数表。（标准条件为蒸汽压力0.014 MPa. 室温16°C。使用时，所有常数乘以加热器的标准热量能力等级）

蒸汽压力 MPa	蒸汽潜热 kJ/kg	空气进入温度℃											
		-23.3	-17.8	-12.2	-6.7	-1.1	4.4	10.0	15.6	21.1	26.7	32.2	37.8
0.014	2247.5	-	-	-	-	-	1.155	1.078	1.000	0.926	0.853	0.782	0.713
0.034	2234.4	1.640	1.550	1.456	1.370	1.289	1.206	1.127	1.050	0.974	0.901	0.829	0.760
0.083	2215.1	1.730	1.639	1.545	1.480	1.375	1.290	1.211	1.131	1.058	0.982	0.909	0.838
0.103	2199.1	1.799	1.708	1.614	1.525	1.441	1.335	1.275	1.194	1.117	1.043	0.970	0.897
0.138	2184.7	1.861	1.769	1.675	1.584	1.498	1.416	1.333	1.251	1.174	1.097	1.024	0.952
0.207	2159.5	1.988	1.871	1.775	1.684	1.597	1.500	1.429	1.346	1.266	1.130	1.115	1.042
0.276	2138.1	2.058	1.969	1.862	1.771	1.683	1.596	1.511	1.430	1.349	1.270	1.194	1.119
0.345	2119.3	2.134	2.035	1.936	1.845	1.755	1.666	1.582	1.498	1.416	1.338	1.262	1.187
0.413	2102.3	2.196	2.004	1.997	1.902	1.811	1.725	1.640	1.555	1.472	1.388	1.314	1.239
0.482	2087.0	2.256	2.157	2.057	1.960	1.872	1.782	1.696	1.610	1.527	1.447	1.368	1.293
0.517	2078.8	2.283	2.183	2.085	1.990	1.896	1.808	1.721	1.635	1.552	1.472	1.392	1.316
0.552	2072.8	2.312	2.211	2.112	2.015	1.925	1.838	1.748	1.660	1.577	1.487	1.418	1.342
0.620	2059.3	2.361	2.258	2.159	2.063	1.968	1.880	1.792	1.705	1.621	1.541	1.461	1.383
0.689	2046.7	2.409	2.307	2.204	2.108	2.015	1.927	1.836	1.749	1.663	1.581	1.502	1.424

表CG-17. 非标准条件翅片散热换算系数表（标准条件为18.3°C空气和101.7°C蒸汽）

蒸汽压力 MPa	蒸汽温度 °C	空气进入温度°C						
		7.2	12.8	18.3	21.1	23.9	26.7	32.2
0.006	101.7	1.22	1.11	1.00	0.95	0.90	0.84	0.75
0.034	108.4	1.34	1.22	1.11	1.05	1.00	0.95	0.81
0.069	115.2	1.45	1.33	1.22	1.17	1.11	1.05	0.91
0.103	121.0	1.55	1.43	1.31	1.26	1.20	1.14	1.00
0.206	134.4	1.78	1.66	1.54	1.48	1.42	1.37	1.21
0.413	152.9	2.10	2.00	1.87	1.81	1.75	1.69	1.51
0.689	169.9	2.43	2.31	2.18	2.11	2.05	2.00	1.81
0.861	178.3	2.59	2.47	2.33	2.27	2.21	2.16	1.96
1.205	191.9	2.86	2.74	2.60	2.54	2.47	2.41	2.21

表CG-18. 裸管饱和蒸汽的凝结速率表（环境温度为21°C）

公称 通径 DN	管表 面积 m²/m	蒸汽压力MPa 温差（相对21°C）					
		0.103 82.2°	0.207 95.5°	0.413 113.9°	0.861 139.4°	1.240 154.4°	1.723 168.9°
		凝结量kg/h·m					
15	0.067	0.19	0.22	0.28	0.39	0.45	0.52
20	0.084	0.22	0.28	0.38	0.49	0.57	0.67
25	0.105	0.28	0.34	0.42	0.58	0.68	0.80
32	0.132	0.138	0.42	0.54	0.73	0.85	1.00
40	0.151	0.39	0.48	0.61	0.82	0.97	1.13
50	0.190	0.49	0.60	0.74	1.01	1.19	1.38
65	0.230	0.58	0.70	0.88	1.21	1.41	1.65
80	0.279	0.68	0.83	1.04	1.43	1.68	1.95
100	0.359	0.86	1.04	1.32	1.80	2.13	2.56

表CG-19. 翅片散热设备的凝结速率表（空气温度18.3°C，蒸汽温度101.7°C，本表仅作参考水阀选型的参考）。

散热片 材料	公称通径 DN	翅片 尺寸 mm	每英寸 翅片数	管子数	凝结量 kg/h·m
钢管，涂 黑漆钢 翅片	32	83	3~4	1	1.6
				2	3.3
				3	3.9
钢管，涂 黑漆钢 翅片	32	108	3~4	1	2.4
				2	3.6
				3	4.6
铜管，未 喷漆铝 翅片	50	108	2~3	1	2.2
				2	3.6
				3	4.8
铜管，未 喷漆铝 翅片	32	83	4	1	2.4
				2	3.3
				3	4.2
铜管，未 喷漆铝 翅片	32	108	5	1	3.3
				2	4.6
				3	5.4

工艺空气加热器凝结水怎样排放

工艺空气加热器（例如，工艺干燥器、隧道式干燥器和燃烧空气预热器）用于干燥纸张、木材、奶制品、淀粉和其它产品，以及锅炉燃烧空气的预热。与空间空气加热器相比较，工艺空气加热器可以在非常高的温度下工作。这里说的高温是指260°C以上，这就需要使用高压蒸汽（偶而也使用过热蒸汽）。

疏水阀的选择和安全系数

使用下列公式，可以计算确定工艺空气加热器的凝结水负荷：

$$Q = \frac{F \times C_p \times d \times 60 \text{分/小时} \times \Delta T}{H}$$

其中：

Q = 凝结水负荷，kg/h

F = 空气量m³/min

C_p = 空气比热，kJ/kg·°C（参见60页的表CG-34）

d = 空气密度，1.29 kg/m³

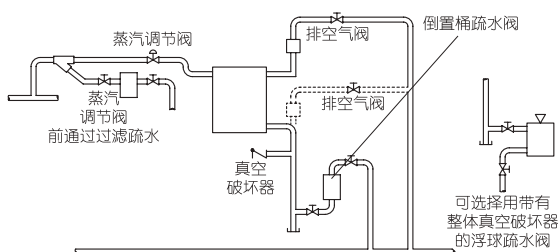
ΔT = 温升，°C

H = 蒸汽潜热，kJ/kg（参见8页蒸汽特性数据表）

举例：一台盘管处理空气量为56 m³/min的隧道式干燥器，当要求温升为55°C时，凝结水负荷是多少？蒸汽压力为0.3 MPa时，可使用下列公式：

$$Q = \frac{56 \times 1 \times 1.29 \times 60 \times 55}{2130} = 112 \text{ kg/h}$$

图CG-44. 空气加热器



乘以安全系数2（恒压工艺空气加热器均采用此数），得出疏水阀的排量为224 kg/h。该数据的基础为单根盘管。空气温升越高，要求串联的盘管数越多。

安全系数

对恒压蒸汽来说，在工作压差下，安全系数为2；对压力不稳定的蒸汽，按在疏水阀最大压差的1/2下工作时安全系数取3。

安装

由于温度变化范围较大，应在整个工艺空气加热设备的管道上，包括全部蒸汽疏水阀的接管上考虑膨胀裕度。应在盘管以下250到300 mm处安装疏水阀，至少留有150 mm长污物管。无论是恒压蒸汽还是压力不稳定蒸汽，都应该在盘管和蒸汽疏水阀之间安装真空破坏器，每个盘管上安装排气阀，用以排放空气和不凝性气体，以减少腐蚀。参见图CG-49。

如果凝结水在疏水阀之后被提升，或者出现背压时，应该考虑在安装真空破坏器的地方用安全排放疏水阀代之。参见第52页配管图和说明。

图表CG-13. 特性代码推荐选型表（“特性代码”见7页）

被排放设备	第一选择及特性代码	压力恒定		第一选择及特性代码	压力波动	
		0-0.2 MPa	0.2 MPa以上		0-0.2 MPa	0.2 MPa以上
工艺空气加热器	A,B,F,I,K,M	IB	IB	B,C,G,H,L	F&T	* F&T
	替换选择	F&T	IBLV	替换选择	IBLV	IBLV

* 当压力温度超过浮球式疏水阀的极限时，则选用带大排气孔的倒置桶式疏水阀。

注：1. 对低于大气压力的场合应使用真空破坏器，利用重力疏水。

2. 蒸汽过热时不应使用浮球式疏水阀。

潜浸式盘管是指浸在液体中加热、蒸发或浓缩的传热元件。这种盘管几乎在所有使用蒸汽的工厂或机构中都可见到。它的一般应用场合是水加热器、再沸器、吸入式加热器、蒸发器和汽化蒸发器。它经常用于易于输送和自动化工作的工、民用水的加热、工艺气体（如乙烷和氧气）的加热、工艺液体（糖、饮料和石油）的浓缩和燃料油的加热。

不同的应用场合，包括使用恒压或变压蒸汽，决定了使用哪一种类型的疏水阀。选择疏水阀的因素包括在低压差下处理空气的能力、节能、排放凝结水中的污物和泥浆，以下有三种标准方法来帮助选定盘管用的疏水阀的类型和尺寸。

安全系数

1. 恒压蒸汽

倒置桶式疏水阀或浮球式疏水阀在工作压差下，安全系数采用2。

2. 变压蒸汽

浮球式疏水阀或倒置桶式疏水阀。

■ 蒸汽压力0.0-0.1 MPa：按0.003 MPa压差下的排量，安全系数为2。

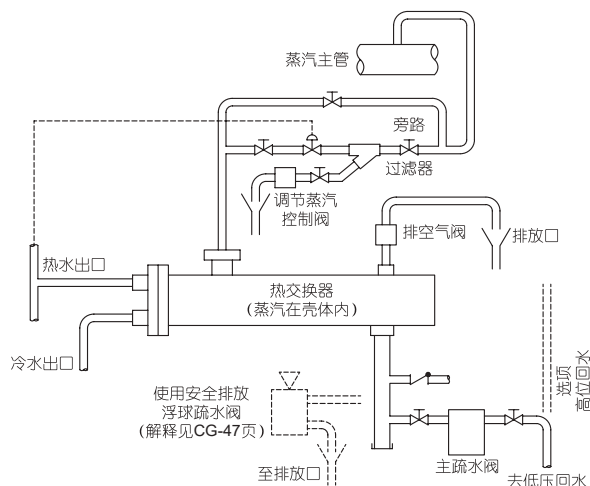
■ 蒸汽压力0.1-0.2 MPa：按0.014 MPa压差下的排量，安全系数为2。

■ 蒸汽压力大于0.2 MPa：按最大压差的一半时的排量，安全系数为3。

3. 带虹吸排放的恒压或变压蒸汽自动压差式疏水控制器的安全系数应该使用3。如果使用带加大排气孔的倒置桶式疏水阀时，安全系数为5。

使用恒压蒸汽时，应对最大压差下的排量使用安全系数。而使用变压蒸汽时，应在1/2最大压差下的排量使用安全系数。

图CG-45. 管壳式热交换器（典型配管图）



管壳式热交换器

潜浸式盘管的形式之一就是管壳式热交换器（参见图CG-45）。在这种热交换器中，数根管子被装在一个具有一定自由空间的壳体里，保证在壳程中流动的介质能与管程充分接触。尽管潜浸式盘管的名称意味着蒸汽走管内，管子浸在被加热液体中，但管内走液体管外走蒸汽的也叫潜浸式盘管。

管壳式热交换器疏水阀的选择

当实际热负荷是已知时，可使用下列公式计算管壳式热交换器的凝结水负荷量：（如果只知道加热盘管的尺寸，对凹凸盘管也可使用下列公式，但要加“U”系数）

$$Q = \frac{L \times \Delta T \times C \times S_g}{H}$$

其中：

Q = 凝结水负荷kg/h

L = 液体流量m³/h

ΔT = 温升°C

C = 液体比热kJ/kg · °C

S_g = 液体密度kJ/m³

H = 蒸汽潜热kJ/kg（参见8页蒸汽特性数据表）

举例：假设水的流量为0.2m³/min，进口温度为4°C，出口温度60°C，蒸汽压力0.1 MPa时的冷凝水负荷是多少？

使用公式：

$$Q = \frac{0.2 \times 60 \times 56 \times 4.1841 \times 998.24}{2,326.4} = 1,206.5 \text{ kg/h}$$

* 确定再沸器，蒸发器和汽化蒸发器（产生蒸发气体的工艺设备）的尺寸时，使用下述的凹凸盘管的计算公式（见第35页）。

管壳式热交换器和潜浸盘管凝结水怎样排放



计算热水器凝结水额定负荷的经验法则：

把0.57 m³水的温度升高1°C，将使1 kg蒸汽凝结成水。

凹凸盘管

开口的水槽或化学品槽经常使用凹凸盘管来加热（参见图CG-46）。两片金属板的凹压槽产生了蒸汽空间。把这两片金属板焊接起来，就能使蒸汽进入，进行热传导，并产生凝结水的排放问题。

凹凸盘管上疏水阀的选型

使用下列公式，计算凹凸盘管里的凝结水负荷

$$Q = A \times U \times Dm$$

其中：

Q = 总传热热，kJ/h

A = 盘管外表面面积，m²

U = 总传热系数，kJ/h · m² · °C。参见表CG-20和表CG-21

Dm = 蒸汽与液体之间的对数平均温差（比如：热交换器进出口之间），°C

$$Dm = \frac{D_1 - D_2}{\ln \frac{D_1}{D_2}}$$

D₁ = 最大温差

D₂ = 最小温差

可以使用曲线图CG-16（39页）进行对数平均温差的估算。

U值的确定来自受控条件下的试验。表CG-20和表CG-21给出了一般可以接受的潜浸式凹凸盘管的各种数据。选择疏水阀所用的U值，要比估算实际热交换器所用的U值大一些。

举例：

A = 1.8m²盘管面积

U = 3574 kJ/m² · h · °C

条件：进水：4°C出水：65°C

蒸汽压力：0.86 MPa@178°C

D₁ = 178-4=174

D₂ = 178-65=113

除以2，得出曲线图CG-16中的范围

D₁ = 87

D₂ = 56.5

从曲线图上得到的对数平均温差是70°C。乘以2，得出对数平均温差的原始值是140°C。代入公式：

Q = 1.8 × 3.574 × 140 = 900,648 kJ/h

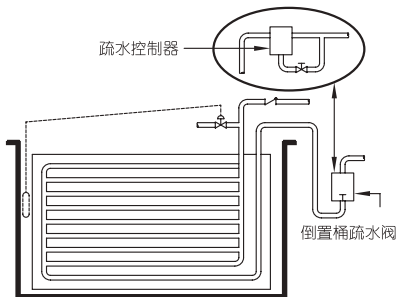
蒸汽在0.86 MPa时的潜热 = 2036 kJ/kg

$$\frac{900,648}{2,036} = 442 \text{ kg/h 凝结水}$$

确定要求的凝结水负荷，应该用推荐的安全系数乘以凝结水量。

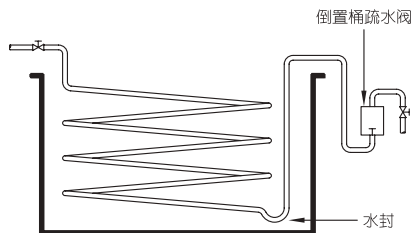
表CG-20. 盘管U值表kJ/h · m ² · °C		
工作场合	循环方式	
	自然	强制
蒸汽-水	1,020~4080	3,060~24,530
1-1/2" 光管加热	3,680	9,200
3/4" 光管加热	4080	10,220
蒸汽-油	200~610	1,020~3,060
蒸汽-沸液	6,130~16,350	
蒸汽-沸油	1,020~3,060	

图CG-46. 热静力受控凹凸盘管，虹吸排放



表CG-21. 凹凸盘管U值表kJ/h · m ² · °C		
工作场合	循环方式	
	自然	强制
蒸汽-水溶液	2,040-4,090	3,060-5,620
蒸汽-轻油	820-920	1,230-2,250
蒸汽-中油	410-820	1,020-2,040
蒸汽-燃料煤	310-610	820-1,640
蒸汽-焦油沥青	310-510	370-1,230
蒸汽-熔融硫磺	510-720	720-920
蒸汽-熔融烯烃	510-720	820-1,020
蒸汽-糖蜜或玉米糖浆	410-820	1,430-1,840
导热油-焦油沥青	310-610	1,020-1,230

图CG-47. 连续盘管，虹吸排放



光管盘管

光管盘管就是浸渍在比盘管本身体积大得多的容器里的热传导管（参见35页中图CG-47）。这一点是与管壳式热交换器的基本不同点。与凹凸盘管一样，根据安装现场的条件，可以是重力排放，也可以是虹吸排放。与凹凸盘管不一样的是，大部分管型盘管都安装在密闭的容器里。

光管盘管疏水阀的选择

可以根据已知数据，选用一个公式，用来确定光管盘管的凝结水负荷。如果已知负荷，可以使用管壳式热交换器的计算公式。如果已知盘管的外形尺寸，可以使用凹凸盘管的公式。

安装

当管壳式热交换器、凹凸盘管和光管型盘管使用重力排放时，蒸汽疏水阀的位置应该在加热盘管之下。使用变压蒸汽时，应安装真空破坏器，浮球式疏水阀本身带有真空破坏器；对于倒置桶式疏水阀，真空破坏器应安装在进口管线上。可以在疏水阀前安装一个足够大的集水管，作为积水罐。这样做可以保证在最低蒸汽压差和最高凝结水负荷情况下盘管的疏水。

应该避免在使用变压蒸汽情况下从管壳式热交换器、凹凸盘管和管式盘管上提升凝结水。但是，如果必须提升的话，建议采取下列措施：

1. 无论是在疏水阀前还是在其后，每增加0.1 MPa压差下，凝结水提升高度不得超过5 m。
2. 如果凝结水提升是在疏水阀之后，取代真空破坏器，应安装一个低压安全排放阀（参见第52页）。
3. 如果凝结水提升是在疏水阀之前（虹吸提升），应安装一个自动差压疏水控制器，以有效地排放所有的闪蒸蒸汽。
4. 取消真空破坏器，加装止回阀。

潜浸式盘管表面的蒸汽凝结量 $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$ ，参见第39页图表CG-17。

图表CG-14. 推荐选型表（“特性代码”见7页）

需疏水设备	第一选择及特性代码	恒压		第一选择及特性代码	变压	
		0-0.2 MPa	>0.2 MPa		0-0.2 MPa	>0.2 MPa
管壳式热交换器	B,C,E,F,G,I,K,N,Q	IBLV	IBLV	B,C,G,H,I,L	F&T+	F&T+
	替代选择	DC F&T	DC * F&T	替代选择	DC IBT	DC IBLV
凹凸盘管和光管盘管虹吸排水	B,C,E,F,G,H,I,K,N,Q	DC	DC	B,C,G,H,I,L	DC	DC
	替代选择	IBLV	IBLV	替代选择	IBT	IBLV
凹凸盘管和光管盘管重力排水	B,C,E,F,G,I,K,N,Q	IBLV	IBLV	B,C,G,H,I,L	F&T+	* F&T+
	替代选择	DC F&T	DC F&T	替代选择	DC IBT	DC IBLV

* 超过压力/温度限制时使用带大排气孔的倒置桶式疏水阀。

+ 如须处理污物及大量空气，使用带外置热静力型排气阀的倒置桶式疏水阀最有效。

注意：1. 对低于大气压力的场合应使用真空破坏器。

2. 变压场合提升凝结水时应使用安全排水。

蒸发器凝结水怎样排放

蒸发器的目的，就是要利用热能来减少产品里的水份。蒸发器在有些工业场合里使用得非常普遍，比如造纸、食品、纺织、化工和钢铁。

蒸发器实际上就是一台管壳式热交换器，蒸汽一般走壳程，产品在管程中运动。根据产品的种类和要求，可以进行一级或叫作一效以上的蒸发。尽管有时会出现五效或六效，但是三效蒸发却是最经常使用的。

单效蒸发

当产品被强制进入蒸发器的管程而被加热后，去掉了一定的湿度。完全通过蒸发器后，产品的蒸发气体和浓缩后的产品被强制进入不同的容器，在那里，蒸发气体被抽出或被用于其他地方。浓缩液则被泵打到工艺的其他部分（参见图CG-48）。

多效蒸发

当使用多效蒸发方式时，一效蒸发使用的是锅炉来的蓄热蒸汽，然后把从产品中产生的蒸发气体，作二效蒸发的热源。二效产生的蒸发气体作三效蒸发的热源，最后加热其他工艺用水，或者用于预热进料（参见图CG-49）。

由于不同产品的生产中都要使用蒸发器，所以蒸发器的设计上有很多变化。蒸发器的蒸发能力可以从大约500 kg/h变到50,000 kg/h，蒸汽压力可以从一效的1 MPa高压，变到最后二效的610 mm汞柱真空态。

由于蒸发器一般都连续运行，所以处理的凝结水负荷是一致的。有一点很重要，就是必须要根据每一效的实际压差选择疏水阀。

在蒸发器上排放凝结水有以下三点应该考虑到：

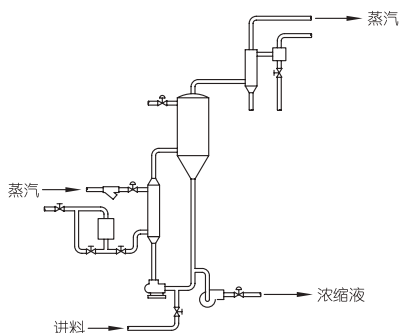
1. 凝结水负荷大。
2. 有些效的压差低。
3. 要去除空气和污物。

安全系数

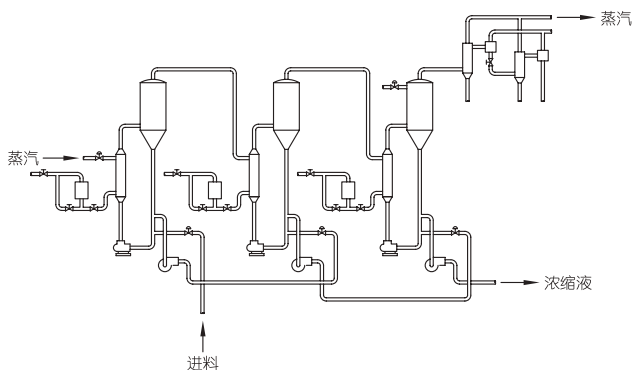
- 实际凝结水负荷超过25,000 kg/h并且负荷稳定、一致时，安全系数可取2。
- 25,000 kg/h以下时，采用3。

无论是单效或多效蒸发器，都建议使用自动差压疏水控制器。除了可以连续工作以外，凝结水控制器还具有在蒸汽温度下排放空气和二氧化碳气体，处理闪蒸蒸汽和对疏水中污物反应迅速等优点。

图CG-48. 单效蒸发系统示意图



图CG-49. 三效蒸发系统示意图



图表CG-15. 特性代码推荐表（“特性代码”见7页）			
被排放设备	第一选择、特性代码及替换选择	0-0.2 MPa	0.2 MPa以上
单效蒸发器	A,F,G,H,K,M,P	DC	DC
	替换选择	IBLV,F&T	IBLV,F&T
多效蒸发器	A,F,G,H,K,M,P	DC	DC
	替换选择	IBLV,F&T	IBLV,F&T

安装

由于蒸发器基本上就是一台蒸汽走壳程的管壳式热交换器，所以在热交换器上，应该有几个独立的排气孔。这些排气孔都应选在空气有聚集倾向的地方，比如壳程的死角等。每一效都要安装一台疏水阀。一效凝结水有可能返回锅炉，而后面几效的凝结水由于受到产品的污染，则不能回锅炉。

蒸发器上疏水阀的选择

计算蒸发器的凝结水负荷时，U值（kJ/h·m²·°C）的选择应该慎重。作为一般原则，下列U值可以采用：

- 使用低压蒸汽（0.17 MPa以下），自然循环蒸发器时为6,100。
- 使用高压蒸汽（0.31 MPa以下），自然循环蒸发器时为10,200。
- 强制循环蒸发器用15,300。

使用下列公式计算恒压蒸汽，连续热交换器的热传导值：

$$Q=A \times U \times Dm$$

其中：

Q = 总传热量，kJ/h

A = 盘管外表面面积，m²

U = 总换热系数，kJ/h·m²·°C（参见表CG-22和表CG-23）

Dm = 蒸汽与液体之间的对数平均温差（比如：热交换器进出口之间），°C

$$Dm = \frac{D_1 - D_2}{\ln D_1 / D_2}$$

D₁ = 最大温差

D₂ = 最小温差

可以使用第32页图表CG-16进行对数平均温差的估算。

举例：

8根公称通径为DN 20，长3.6 m的传热管

$$A = \frac{8 \times 3.6}{16.7(\text{表CG-24})} = \text{盘管表面积 } 1.72 \text{ m}^2$$

$$U = 10,200 \text{ kJ/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

条件：

进水：4°C 出水：65°C

蒸汽压力：0.86 MPa@178°C

$$D_1 = 178 - 4 = 174$$

$$D_2 = 178 - 65 = 113$$

被2除，得出曲线图31-1中的范围，

$$D_1 = 87$$

$$D_2 = 56.5$$

从曲线图上得出平均温差为70°C。乘以2，得出原始值的平均温差为140°C。

代入公式：

$$Q = 1.72 \times 10,200 \times 140$$

$$= 2,456,160 \text{ kJ/h}$$

（每小时传热量）。

蒸汽在0.86 MPa时的潜热 = 2,021 kJ/kg

$$\text{凝结水} = \frac{2,456,160}{2,021} = 1,215 \text{ kg/h}$$

用推荐的安全系数乘以凝结水量，得出要求的疏水阀排量。

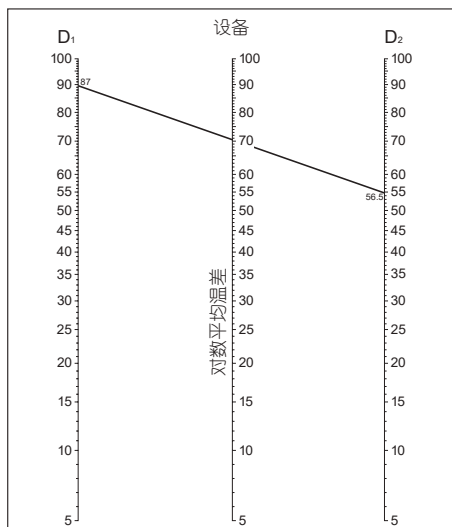
蒸发器凝结水怎样排放



表CG-22. 盘管U值表 $\text{kJ/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$		
工作场合	循环方式	
	自然	强制
蒸汽-水	1,020-4080	3,060-24,530
1-1/2" 管束	3,680	9,200
3/4" 管束	4,080	10,220
蒸汽-油	200-610	1,020-3,060
蒸汽-沸液	6,130-16,350	
蒸汽-沸油	1,020-3,060	

表CG-23. 凹凸盘管U值表 $\text{kJ/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$		
工作场合	循环方式	
	自然	强制
蒸汽-水溶液	2,040-4,090	3,060-5,620
蒸汽-轻油	820-920	1,230-2,250
蒸汽-中油	410-820	1,020-2,040
蒸汽-燃料煤	310-610	820-1,640
蒸汽-焦油沥青	310-510	370-1,230
蒸汽-熔融硫磺	510-720	720-920
蒸汽-熔融烯烃	510-720	820-1,020
蒸汽-糖浆或玉米糖浆	410-820	1,430-1,840
导热油-焦油沥青	310-610	1,020-1,230

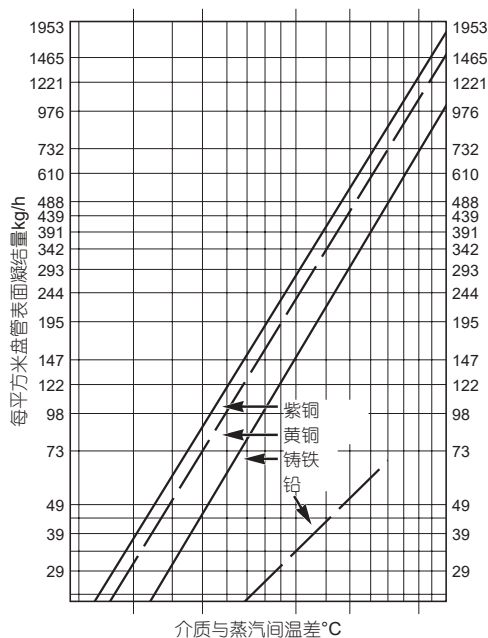
图表CG-16. 热交换设备对数平均温差曲线图



在D₁比例尺上画上最高温差，在D₂比例尺上画上最低温差，在中心比例尺上读出对数平均温差。

表CG-24. 管道单位面积管长 m/m^2		
公称通径 DN	铁管	铜管
15	14.93	25.03
20	11.93	16.70
25	9.51	12.53
32	7.55	10.01
40	6.59	8.37
50	5.28	6.27
65	4.36	4.99
80	3.58	4.17
100	2.78	3.13

图表CG-17. 潜浸式盘管表面的蒸汽凝结量 $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$ (参见本图下“条件”换算系数)



条件系数

(曲线上的数据除以适当的系数)

条件	系数
清洁透明	1
中度结垢	2
液体含固体量达25%	3-5
粘稠液体	4-8

蒸汽夹套釜主要把蒸汽夹套冷却器或浓缩器。这些设备在世界各地到处可见，最普通的应用场合是：肉食包装、造纸、制糖、油脂化工、水果和蔬菜的加工以及食品制备。

蒸汽夹套釜的基本形式有两种-固定重力排放和可倾虹吸排放。每种方法都要求特殊的凝结水排放方法，尽管排放中所涉及的主要问题是一样的。

所遇到的最显著的问题是，蒸汽夹套中空气的滞留。这些空气会对温度产生负效应。夹套釜一般多是间断工作，保持一致的加热温度是最重要的工艺要求。如果存在大量空气，温度发生很大变化，会引起产品烧焦或降低产率。说的更确切些，在某些条件下，比如，蒸汽中的空气体积达到0.5%时，就会在热传导设备热表面上形成一层隔热层，降低50%的传热效率，参见“蒸汽基本概念”一节（12至13页）。

使用蒸汽夹套釜时的另一个基本要求是要稳定、安全地排除凝结水，因为凝结水在夹套内的积聚会使温度控制不可靠，釜的输出能量减少，并引起水击。

夹套釜上的疏水阀选择

表CG-25中按照下列假设，给出了所需要的各种尺寸夹套釜上疏水阀的排量：

$$U=3,574\text{kJ/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

安全系数3已经包括在内。

举例：一台直径860 mm重力排放釜，使用0.28 MPa蒸汽时疏水阀的排量应该是多少？直接从表上读出，在操作压力下，疏水阀的排量是773 kg/h。

另一种确定凝结水负荷的方法是使用下列公式计算：

$$Q = \frac{G \times Sg \times Cp \times \Delta T}{H \times t}$$

其中：

Q = 凝结水负荷，kg/h

G = 被加热液体量，m³

Sg = 液体密度kg/m³

Cp = 液体比热kJ/kg·°C

ΔT = 液体温升，°C

H = 蒸汽潜热，kJ/kg

t = 产品加热时间，h

举例：为一台1 m³的釜选择疏水阀，加热产品的蒸汽压力为0.17 MPa，产品密度为0.98，比热是3.977 kJ/kg·°C，起始温度为室温21°C，要求产品在0.5小时内被加热到82°C（假设：安全系数为3.1）。

$$Q = \frac{1 \times 0.98 \times 1000 \times 3.977 \times (82 - 21)}{2173 \times 0.5} = 219 \text{ kg/h}$$

用安全系数3乘以该结果后，得出657 kg/h的凝结水负荷，按此数据选择适当型式和排量的疏水阀。

按照标准使用要求和固定重力排放釜常出的问题来看，最有效的疏水阀是倒置桶式疏水阀。

倒置桶式疏水阀可以在蒸汽温度下排放空气和二氧化碳气体，还可以在背压下照常工作。可倾式虹吸排放釜疏水阀的基本型式是自动压差式疏水阀控制器。它除了具有倒置桶式疏水阀的特点之外，还有在低压下空气排放能力好，处理闪蒸能力强等优点。如果一定要在虹吸式排放的场合使用倒置桶式疏水阀，那么疏水阀的型号应该选得大一级。

取得最佳效益的建议：

需要的加热速度 由于产品加热速度对疏水阀选型至关重要，使用数台夹套釜的厂家应该通过实验不同型号的疏水阀来确定最佳选择。

蒸汽供应 应使用尺寸适当的供汽管线向夹套釜供应蒸汽。蒸汽进口喷嘴应安排在夹套的上部。蒸汽应该通过一个狭缝式的喷嘴进入夹套，使蒸汽能流满整个夹套釜传热面。

安装

疏水阀应尽量靠近夹套釜安装。在夹套高处远离进汽口安装一个热静力式排空气阀，可以增加可靠性和空气处理能力，参见图CG-50和图CG-51。

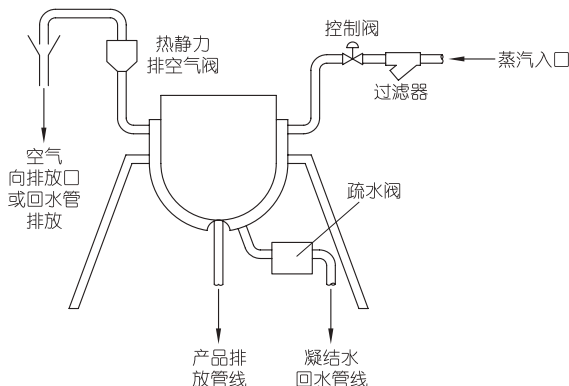
不要一台疏水阀排放2个以上釜的凝结水，成组排放将会导致短路现象。

图表CG-18. 特性代码推荐选型表（“特性代码”见7页）

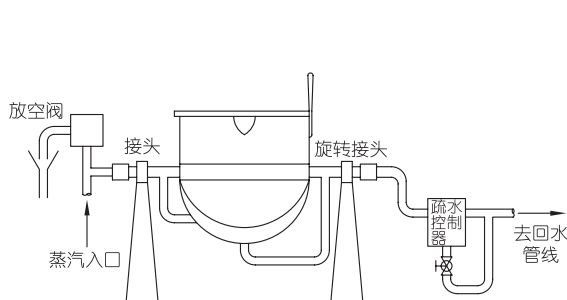
被排放设备	第一选择和特性代码	替换选择
夹套釜重力排放	IBLV B,C,E,H,K,N	F&T 或热静力
夹套釜虹吸排放	DC B,C,E,G,H,K,N,P	IBLV

夹套釜凝结水怎样排放

图CG-50. 固定重力排放釜示意图



图CG-51. 可倾虹吸排放釜示意图



表CG-25. 夹套釜半球凝结表面的凝结速率表, kg/h包括安全系数3。假设 $U=3574\text{kJ/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$, 起始温度 10°C 。

釜直径 mm	热交换器 表面积 m^2	半球中 水量 m^3	半球以上 每m高 水量 m^3	蒸汽压力MPa								
				0.034	0.069	0.103	0.172	0.276	0.413	0.551	0.639	0.861
				108°C	116°C	121°C	131°C	142°C	153°C	162°C	170°C	178°C
450	0.33	0.026	0.16	153.8	166.0	175.5	193.2	215.0	236.8	255.8	273.5	291.2
475	0.36	0.030	0.18	171.4	185.1	196.0	216.4	239.5	264.0	285.8	303.5	323.9
500	0.40	0.034	0.20	190.5	206.8	219.1	240.9	266.7	295.7	313.4	338.8	362.0
550	0.49	0.045	0.25	232.7	251.7	266.7	293.9	325.2	359.3	387.8	413.7	440.9
600	0.59	0.061	0.29	276.2	299.4	317.1	348.4	386.5	427.3	461.3	491.2	523.9
650	0.69	0.078	0.34	325.2	351.1	372.0	408.8	454.5	502.1	541.8	577.0	615.1
700	0.79	0.095	0.39	372.8	404.2	427.3	470.8	521.2	575.6	621.9	662.7	706.3
750	0.91	0.117	0.45	430.0	465.4	494.0	543.0	601.5	664.1	717.1	764.8	815.0
800	1.04	0.140	0.52	482.8	532.1	563.4	620.5	687.2	759.2	820.8	878.8	930.8
850	1.17	0.170	0.59	553.8	598.8	634.1	698.1	772.9	853.2	881.8	982.5	1047.8
900	1.31	0.201	0.66	619.1	669.5	710.3	781.1	865.5	955.3	1032.8	1099.5	1173.0
950	1.46	0.235	0.73	689.9	745.7	790.6	869.6	963.4	1064.1	1149.3	1224.7	1305.0
1000	1.62	0.276	0.81	764.7	826.0	876.4	963.4	1068.2	1179.8	1272.7	1356.7	1446.5
1050	1.78	0.318	0.89	843.7	911.7	966.2	1062.8	1178.5	1300.9	1405.7	1496.9	1596.2
1100	1.88	0.387	0.98	928.7	1001.5	1082.8	1188.8	1295.8	1480.2	1544.5	1645.2	1754.1
1150	2.14	0.416	1.07	1011.0	1092.7	1158.0	1273.7	1411.1	1558.1	1683.3	1793.5	1911.9
1200	2.35	0.466	1.17	1111.7	1201.6	1273.7	1400.3	1552.7	1714.6	1852.0	1973.2	2103.8
1350	2.94	0.674	1.48	1395.2	1507.8	1588.0	1757.7	1948.7	2151.4	2324.7	2475.7	2640.0
1500	3.64	0.927	1.83	1722.7	1861.6	1973.2	2170.5	2405.9	2656.3	2869.9	3056.4	3259.1
1800	5.24	1.601	2.64	2480.7	2680.74	2841.4	3125.3	3464.4	3825.2	4132.7	4401.3	4692.9

密闭静止蒸汽室设备包括制造胶合板和其他片状产品的压力机，蒸汽夹套橡胶、塑料模压机，高压硫化、消毒和食品加热设备。

在蒸汽夹套压力机中的受压产品

模压塑料、橡胶产品，诸如电池壳、玩具、管件和轮胎，都需要成型和硫化。胶合板也是使用这类设备来压紧和胶粘的。洗衣店熨平衣服的熨斗是一种特殊形式的蒸汽压力机，它的蒸汽室只有一面与产品接触。

疏水阀的选择和安全系数

使用下列公式确定密闭静止蒸汽室设备的凝结水负荷：

$$Q = A \times R \times S$$

其中：

Q = 凝结水负荷，kg/h

A = 与产品接触的压板面积，m²

R = 凝结速率，kg/m²·h（为蒸汽疏水阀选型用，凝结速率可采用14.6 kg/m²·h）

S = 安全系数

举例：压力机中，板面积为0.6m × 0.9 m的凝结负荷是多少？
使用公式：

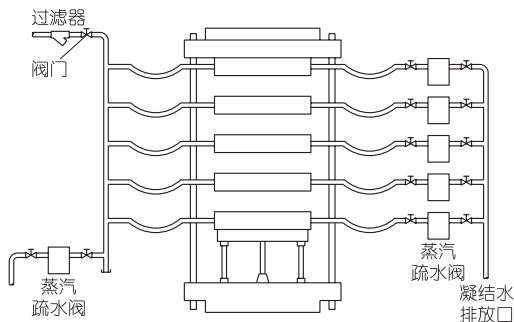
$$Q = 1.08 \text{ m}^2 \times 14.6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h} \times 3 = 47 \text{ kg/h}$$

其它面端板负荷为此数的一半。

对所有此类设备的安全系数均推荐采用3。

由于倒置桶式疏水阀能对系统进行吹扫，抗水冲击和节约能源，所以蒸汽夹套室，干燥室和熨斗的首选疏水阀是倒置桶式疏水阀。圆盘式和热静力型疏水阀也是可接受的替换选择。

图CG-52. 产品在蒸汽夹套压力机中示意图



安装

尽管每一块压板的凝结水负荷很小，但是为了防止短路，单独排放还是有必要的（参见图CG-52）。单独排放凝结水，由于可以有效的排放凝结水和不凝结性气体，所以可以保证在给定蒸汽压力下得到最高和一致的温度。

将蒸汽直接喷射到产品室

这种设备把蒸汽和产品混在一起硫化、消毒和加热。最普通的例子是生产橡胶和塑料产品用的高压釜，包糖挂浆工艺、已装罐密封食品的加热。

疏水阀选型和安全系数

使用下列公式计算凝结水负荷：

$$Q = \frac{W \times C \times \Delta T}{H \times t}$$

其中：

Q = 凝结水负荷，kg/h

W = 材料重量，kg

C = 材料比热，kJ/kg·°C（参见60页）

ΔT = 材料温升，°C

H = 蒸汽潜热，kJ/kg（参见8页蒸汽特性数据表）

t = 时间，h

举例：一台装有150 kg橡胶产品的高压釜，温升要求从起始的20°C到150°C，它的凝结水负荷是多少？高压釜蒸汽工作压力为0.4 MPa，加热时间要求20分钟。使用下列公式：

$$Q = \frac{150 \times 1.74 \times 130}{2106 \times 0.33} = 49 \text{ kg/h}$$

乘以推荐的安全系数3，得出要求排量为147 kg/h。

密闭静止蒸汽室设备凝结水怎样排放

由于蒸汽直接接触产品，可以想象凝结水有多脏。另外，容器体积很大，必须特别注意排放凝结水而非凝结物质。因此，在这种场合下推荐使用倒置桶式疏水阀，并在蒸汽室的上部安装一台辅助热静力式排空气阀。

如果没有安装单独的热静力式排空气阀，就应该考虑依靠疏水阀本身能力来排放大容量的空气。对大容量汽室的设备来说，自动压差式疏水控制器就是第一选择。作为替代选择，可使用浮球式或热静力型疏水阀，这种阀之前应有过滤器，过滤器应定期检查以防堵塞。

安装

由于蒸汽和凝结水与产品直接接触，疏水阀的排除物不应直接返回锅炉。在这些设备中，排放物都是靠重力流向疏水阀的。但是，也经常发生在疏水阀后把凝结水提升的情况。由于蒸汽压力一般都是恒定的，所以不会出现问题。为了全部排除空气和迅速加热，应在容器高点远离进汽口的位置上安装一台热静力式排空气阀（参见图CG-53）。

产品在汽室里，蒸汽在夹套里

高压釜、加热罐和消毒器都是这类设备的例子。但是，凝结水没有被污染，可以直接返回锅炉。为提高有效性能，有必要增加蒸汽疏水阀的吹扫能力和大容量空气排放能力。

疏水阀选择和安全系数

对于产品在汽室内，蒸汽在夹套里的疏水阀选型，可以使用与直接蒸汽喷射一样的公式，安全系数也是3。

推荐倒置桶式疏水阀，是因为它阻汽节能，能吹扫系统，能抗水击。

使用倒置桶式疏水阀时，如能与汽室顶部安装的热静力排空气阀一起使用，可以扩大其空气处理能力。作为替换选择，浮球式或热静力型疏水阀也可以使用。在大汽室无法安装排空气阀时，自动压差疏水控制器也可以考虑为第一选择。

安装

对“产品在汽室里，蒸汽在夹套里”，蒸汽及凝结水不与产品直接接触，可送至凝结水回水系统。可能时，应在汽室远离进汽口处高点安装辅助热静力排空气阀（参见图CG-54）。

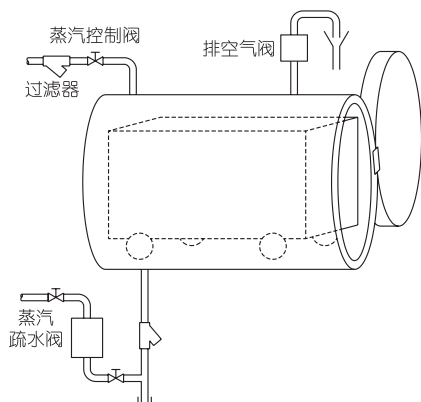
图表CG-19. 特性代码推荐选型表（“特性代码”见7页）

被排放设备	第一选择和特性代码	替换选择
产品在蒸汽夹套压力机	IB A,B,E,K	CD及热静力
蒸汽直接喷入产品腔	IB A,B,E,H,K,N,Q	** DC
产品在汽室 蒸汽在夹套	*IB A,B,E,H,K	热静力、 F&T及** DC

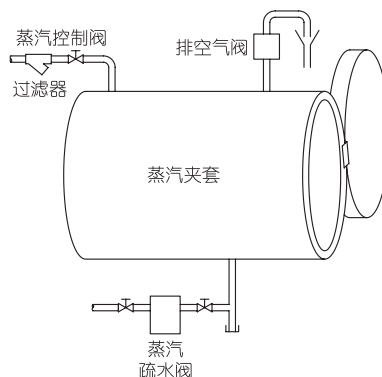
* 建议使用辅助排空气阀

** 对大容器为第一选择。

图CG-53. 产品直接喷射到产品室示意图



图CG-54. 产品在汽室，蒸汽在夹套示意图



有两种功能和工作方法截然不同的旋转干燥器。第一种是将产品与充满蒸汽的汽鼓外壳直接接触来干燥。另一种是把产品放在旋转鼓内，与充满蒸汽的管子直接接触来干燥。在有些情况下，汽鼓外也使用蒸汽夹套。

安全系数

这两种干燥器的安全系数主要取决于所选排放装置的类型。

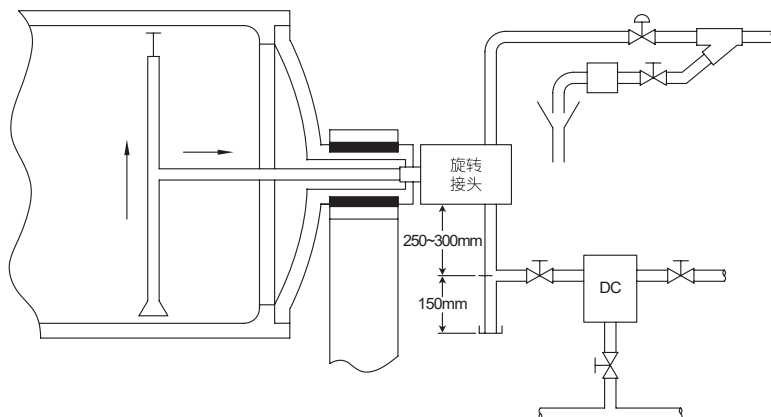
■ 如果安装自动压差疏水控制器（DC）的话，安全系数在最大负荷基础上可以使用3。本数字可以经受足够大的闪蒸蒸汽，凝结水中的大量污物，压力的变化和对非凝结物质的排放。自动压差疏水控制器能够在恒压和变压两种情况下完成上述功能。

■ 如果使用带大排气孔的倒置桶式疏水阀，为了补偿大体积非凝结物质的排放和可能出现的闪蒸蒸汽，安全系数应该加大。在恒压情况下，安全系数为8，在变压情况下，安全系数增至10。

内部充满蒸汽产品在外部的干燥滚筒

这种干燥滚筒在造纸、纺织、塑料和食品加工工艺里使用极为广泛。最普遍的例子就是干式装罐机、鼓式干燥机、洗衣熨斗和纸张干燥机。工作速度可以从每分钟1-2转（表面速度）到5,000转。蒸汽压力可以从大气压力以下变到1.4 MPa。直径可以从150-200 mm变到4m以上。以上所有例子中，都需要虹吸排放，而且凝结水中伴有闪蒸蒸汽。

图CG-55. 产品在干燥器外示意图



旋转鼓用虹吸排放-内虹吸被蒸汽包围。在排放过程中，由于蒸汽夹套虹吸管和虹吸提升，一些凝结水将闪蒸成蒸汽。

疏水阀的选择

使用下列公式确定凝结水负荷：

$$Q = 3.14 \times D \times R \times W$$

其中：

Q = 凝结水负荷，kg/h

D = 干燥滚筒直径，m

R = 凝结速率，kg/m²·h

W = 干燥滚筒长度，m

举例：确定一台直径为1.5 m，长3 m的干燥滚筒，在凝结速率为34 kg/m²·h的凝结水负荷是多少？

使用公式

$$\text{负荷} = 3.14 \times 1.5 \times 34 \times 3 = 480 \text{ kg/h}$$

根据其处理闪蒸蒸汽、凝结水污泥和系统吹扫的能力，建议采用自动压差凝结水控制器为第一选择。如果疏水阀型号选择合适的话，倒置桶式也可以使用。

表CG-20. 特性代码推荐表（见7页）

需疏水设备	第一选择和特性代码	替换选择
旋转干燥器	DC A,B,K,M,P,N	IBLV *

* 安全系数恒压为8:1，变压为10:1

需要虹吸排放的旋转式干燥器凝结水怎样排放



产品在旋转蒸汽加热干燥器内

这种干燥器被广泛应用在肉食包装和食品加工工业。最普通的例子是谷物干燥机、旋转蒸煮器和豆类配制机。

这种干燥器的转速都比较慢，一般每分钟只有几转（转数/分钟），蒸汽压力范围可以从0到1 MPa。这样慢的速度，会使凝结水聚集在收集室的底部。同样，虹吸排放也是需要的，在排放凝结水过程中也会产生闪蒸蒸汽。

疏水阀选择

使用下列公式可以确定这种干燥器的凝结水负荷：

$$Q = \frac{N \times L \times R}{P}$$

其中：

Q = 凝结水负荷，kg/h

N = 管子根数

L = 管长，m

R = 凝结速率，kg/m²·h（一般为29.44 kg/m² h）

P = 每m²外表面的管子线性长度，m/m²（参见58页表CG-29）

举例：一台旋转蒸煮器，有30根DN 32的钢管，3.6 m长，凝结速率为39 kg/m²·h，它的凝结水负荷应该是多少？使用公式：

$$Q = \frac{30 \times 3.6 \times 39}{7.55} = 558 \text{ kg/h}$$

在这种干燥器上，建议使用压差疏水控制器。因为它具有系统吹扫和处理闪蒸蒸汽的能力。在某些场合，如果型号选的合适，也可以使用带大排气孔的倒置桶式疏水阀。

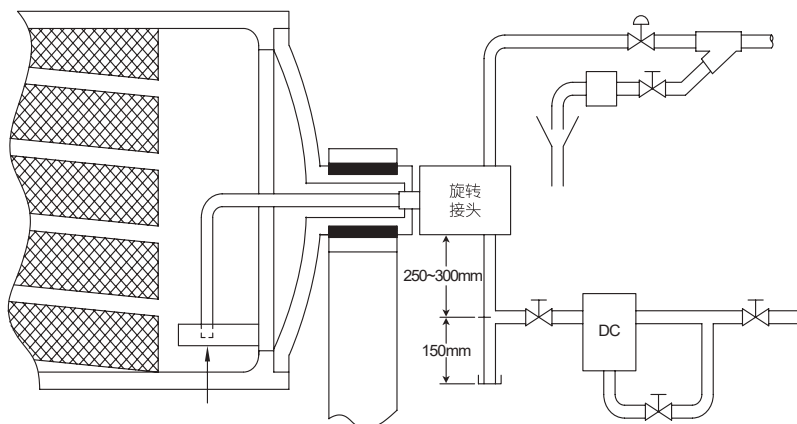
安装

只要使用这种干燥器，就应该使用旋转接头（参见图CG-55和图CG-56）。如果使用压差疏水控制器，它应该安装在旋转接头以下250-300 mm处，并带一个长150 mm的污物管。它可以储存一些凝结水中的污垢。

表CG-26. 管道单位外面积线性长度（P）

公称通径		铁管	黄铜或铜管
in	DN	m/m ²	m/m ²
1/2	15	14.93	25.03
3/4	20	11.93	16.70
1	25	9.51	12.53
1-1/4	32	7.55	10.01
1-1/2	40	6.59	8.37
2	50	5.28	6.27
2-1/2	65	4.36	4.99
3	80	3.58	4.17
4	100	2.78	3.13

图CG-56. 产品在干燥器内示意图



旋转鼓用虹吸排放-内虹吸被蒸汽包围。在排放过程中，用于虹吸管在蒸汽夹套中，在虹吸提升中，一些凝结水将闪蒸成蒸汽。

当带压饱和凝结水或锅炉水被排向一个较低的压力时，有一部分会被二次蒸发成为闪蒸蒸汽。闪蒸蒸汽的热焓与同等压力下的新鲜蒸汽热焓一样，尽管这些有价值的热能实际中常常被白白放掉。通过选型、安装适当的闪蒸回收系统，闪蒸蒸汽所含的潜热就可以被利用和回收，如用于加热或预热水、油和其他液体，以及低压工艺加热。

如果有废热蒸汽，可以与闪蒸蒸汽混合使用。在其他场合里，闪蒸蒸汽不足时要用减压新鲜蒸汽来补充。各种条件下产生的闪蒸蒸汽实际量取决于不同的压力条件。进出口之间压差越大，所产生的闪蒸蒸汽量越多。

可以参照前面有关二次蒸汽的章节，来确定各种条件下，按百分比计算实际闪蒸蒸汽产生量。

疏水阀选择

使用下列公式计算凝结水负荷：

$$Q = L - L \times P$$

其中：

Q = 凝结水负荷，kg/h（由疏水阀处理的量）

L = 凝结水流到闪蒸罐的流量，kg/h

P = 闪蒸百分比

举例：一台闪蒸罐，凝结水进入量是2,500 kg/h，凝结水压力0.7 MPa，闪蒸罐保持压力0.07 MPa，确定冷凝水负荷是多少？从第9页二次蒸汽一节得出闪蒸蒸汽百分比是： $P=10.5\%$

使用公式：

$$Q = 2500 - 2500 \times 10.5\% = 2237 \text{ kg/h}$$

考虑到节能和需要背压工作，在有闪蒸汽条件下，最适用的疏水阀是带大排气孔的倒置桶式疏水阀。此外，倒置桶式疏水阀在蒸汽温度下间歇的排放空气和二氧化碳气体。

在有些情况下，浮球热静力式疏水阀也可以作为替换选择。浮球式疏水阀一个特有的优点，就是能够处理开车时产生的大量空气负荷。

图表CG-21. 特性代码推荐选型表（“特性代码”见7页）		
被排放设备	第一选择和特性代码	替换选择
闪蒸罐	IBLV B,E,L,M,I,A,F	F&T或 * DC

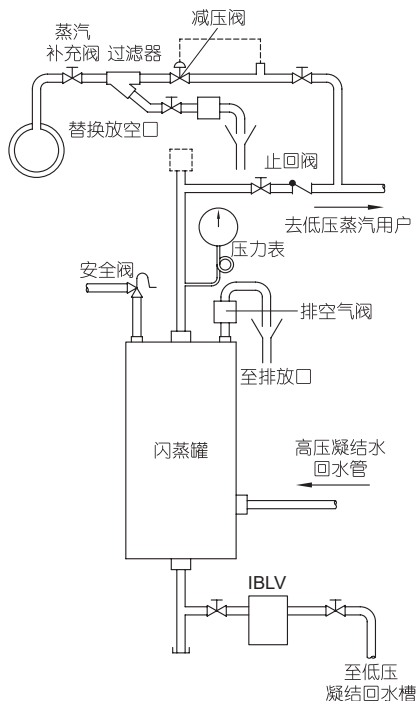
* 凝结水负荷超过闪蒸罐分离能力时推荐使用。

第三种可以在许多场合选用的疏水阀形式是自动压差疏水控制器，它综合了前两种选择的最大优点，建议在凝结水负荷超过闪蒸罐分离能力时使用。

安全系数

由于开车时的凝结水量会增加，低压差工作时负荷变化大，所以闪蒸罐疏水阀的安全系数选用3。

图CG-57. 闪蒸罐典型配管图



闪蒸罐闪蒸蒸汽与新鲜蒸汽应用示例。当高压凝结水回水管线停用时，止回阀可防止蒸汽的浪费。如不用闪蒸蒸汽可以走旁路。用安全阀可以防止憋压，影响高压蒸汽疏水阀的操作。用减压阀可以把高压蒸汽减压到与闪蒸蒸汽同样的压力上，作为闪蒸汽量不足的补偿，保证对低压蒸汽用户用汽的稳定。

闪蒸罐凝结水怎样排放

安装

凝结水回水管里同时存有闪蒸蒸汽和凝结水。为了回收闪蒸蒸汽，在闪蒸罐上有一根高压凝结水回水管。在那里凝结水被排入闪蒸罐，闪蒸汽被送到需要的地方（低压蒸汽用户），参见图CG-57。当蒸汽疏水阀向罐内排放时，闪蒸蒸汽会产生背压。所以疏水阀的选择应能保证在背压下工作，并能在可得到的压差下具有足够的能力。

一根以上的凝结水管线，都应向闪蒸罐倾斜，每条管线上都应该安装一台旋启式止回阀。这样，当任何一条管线关闭的时候，该管线就会与其他管线隔断，不会发生闪蒸蒸汽回流，造成浪费。闪蒸罐疏水阀在低压下工作，可以用重力回水方式向凝结水槽排放。

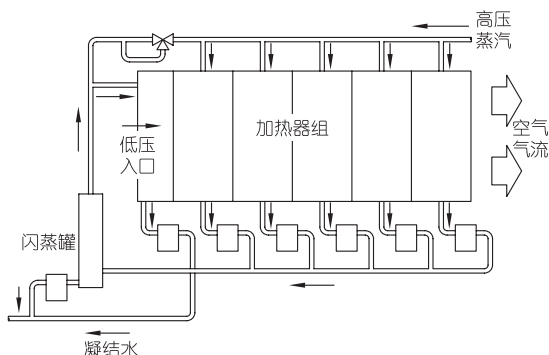
闪蒸罐的选址，一般都要考虑到能够得到大量的闪蒸蒸汽和使用最短的管线。

凝结水管、闪蒸罐和低压蒸汽管线都需要保温，以防辐射损失浪费闪蒸蒸汽。不建议在罐内进口管线上安装喷嘴，因为喷嘴容易堵塞，阻断凝结水的流动，对疏水阀造成背压。

使用闪蒸蒸汽的低压设备，应该单独加疏水阀，并排放至低压回水管。闪蒸罐中有大量空气需排放，因此，必须安装热敏排气阀。

图CG-58. 从空气加热器组中回收闪蒸蒸汽系统示意图

从闪蒸罐来的闪蒸蒸汽与新鲜蒸汽组合，新鲜蒸汽通过减压阀减压到闪蒸蒸汽的压力



闪蒸罐的尺寸

闪蒸罐的结构一般都很简单。用一根大口径的管子，把底部焊住或用螺栓固定到地基上即可。闪蒸罐应立式安装、蒸汽出口在上部，凝结水出口在底部。凝结水的进口应该高于凝结水出口150-200 mm。

闪蒸罐最重要的尺寸在于其内径。它应该保证闪蒸蒸汽在上部出口流动的速度足够低，使夹带在闪蒸蒸汽中的水分最小。如果上升速度可以保持很低，那闪蒸罐的高度则不重要，但是经验证明，其高度最好为0.6-0.9 m。

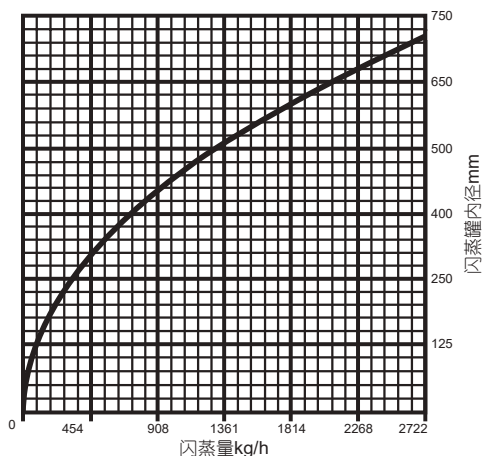
现已发现，闪蒸罐内蒸汽速度约为3 m/s时，蒸汽和水的分离效果最好。在此基础上，可以计算出在各种闪蒸蒸汽量下的闪蒸罐内径尺寸，其结果已用图表CG-22表示。该曲线给出的是最小建议内径。为了方便起见，可以使用内径更大一些的罐。

图表CG-22没有考虑压力仅考虑了重量。尽管在高压时，由于蒸汽的密度较大，蒸汽的体积和向上的流速都会小一些，但由于蒸汽密度增大，汽化蒸发有增大的趋势，所以建议不要考虑压力，用图表CG-22来选择内径。

图表CG-22.

用于确定处理给定数量闪蒸蒸汽闪蒸罐内径的曲线表

从横坐标上查出已知闪蒸蒸汽量（kg/h），找出曲线与纵坐标相交的一点，即为闪蒸罐内径（mm）。



空调或工艺上用的吸收式制冷机通过溴化锂水溶液蒸发来使水冷却。蒸汽除了提供发生器浓缩部分用的能源，而且是电动泵以外，整个工艺中唯一能源来源。

装在蒸汽吸收器上的蒸汽疏水阀应能处理大量的凝结水负荷，并能在低压且压力波动条件下排除空气。

疏水阀选择和安全系数

要确定低压（常指0.1 MPa以下）单级吸收器产生的凝结水负荷，可以使用额定制冷能力吨乘以9，计算出每产生一个制冷吨所需要的蒸汽量，kg/h。

举例：一台额定能力为500吨的单效吸收式制冷机能产生多少凝结水？

500吨机器额定能力乘以9 kg/h，等于凝结水负荷4,500 kg/h。

在满负荷情况下，安全系数采用2，蒸汽疏水阀必须能够在0.003 MPa压差下处理这一负荷。换言之，上例中机器在0.003 MPa下需要处理9,000 kg/h的凝结水，该处理能力的最高压差通常是0.1 MPa。

相比较而言，双效吸收式制冷机常在较高压力下（1.0MPa）工作。对于双效单元来说，它的主要优点是，每个制冷吨消耗的能源较低（额定能力下每制冷吨消耗蒸汽5.5 kg/h）。

举例：一台额定能力为300吨的双效吸收式制冷机能产生多少凝结水？（最高压力1 MPa）。

300吨机器额定能力乘以5.5 kg/h，等于凝结水负荷1,650 kg/h。

图表CG-23. 特性代码推荐选型表（见7页）

被排放设备	第一选择和特性代码	替换选择
蒸汽吸收机	F&T A,B,G	* IB

注：应带真空破坏器及备用系统

* 配合热静力排空气阀

双效吸收式制冷机疏水安全系数应采用3。所以上例中的蒸汽疏水阀的排量应为4,950 kg/h。当压力超过0.2 MPa时，在其最大压差1/2时（如上例0.5 MPa）疏水阀必须达到该排量。压力低于0.2 MPa时，在0.014 MPa的压差下，疏水阀排量也要达到。但是，疏水阀还必须能在最大进口压力为1.0 MPa时工作。

带内置式真空破坏器的浮球式疏水阀是单、双效吸收式制冷机的最佳选择。它能提供一种平稳的、能调节凝结水流量、并且阻汽节能的工作。也可以选择倒置桶式疏水阀加外置热静力排空气阀。

安装

蒸汽疏水阀应安装在发生器蒸汽盘管的下面，带至少380 mm高的集水管（参见图CG-59）。这可以保证疏水阀最低压差为0.003 MPa。无论采用哪种疏水阀，在这种情况下都应该采用备用疏水系统。当排放系统中元件需要维修时，发生器可以在备用系统下工作。这保证了系统的连续不间断工作。

在有些场合下，当凝结水量非常大的时候，可将两台疏水阀并联使用。

图CG-59. 带备用疏水系统的蒸汽吸收器的一般配管方法示意图

