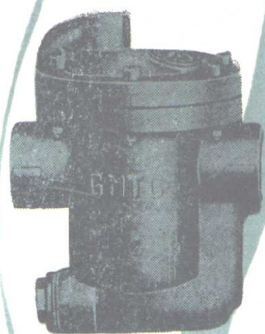


凝结水回收及疏水阀

王宗荣 吴培成 编著



78.6579

9009792

凝结水回收及疏水阀

张家荣 吴树成 编著

中国建筑工业出版社

本书详细介绍了凝结水回收系统形式，系统的设计及凝结水管道的水力计算，绘制了计算图表，并以大量的篇幅介绍了疏水阀的工作原理、构造、性能及如何选用和检修。

本书可供从事蒸汽供热的设计、管理、维修、节能及产品生产厂的技术人员和工人参考，也可作为职工培训教材。

凝结水回收及疏水阀

张家荣 吴树成 编著

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市平谷县大华山印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：10¹/₂ 插页：2 字数：233千字
1989年11月第一版 1989年11月第一次印刷

印数：1—3,150 册 定价：4.15 元

ISBN7—112—00530-2/TU·375

(5621)

前 言

凝结水回收及疏水阀是供热系统节能工作的重要组成部分，是从事供热技术工作的人员必须掌握的一项技术。鉴于国内外至今尚无一本完整的供热系统中凝结水回收及疏水阀的专著公开出版。我们根据多年从事凝结水回收工作积累的经验及有关国内外凝结水回收的文献资料编著了这本书。

本书以实用为主，书中绘制了计算图表以减轻设计人员的繁杂计算，缩短设计周期，书中还列举了一些例题，便于工程技术人员掌握；本书对常用疏水阀的原理、构造、性能及如何选用和检修作了详细的阐述。

本书一至四章由张家荣编写，第五章由吴树成编写，最后经白荣春审阅。本书在编写过程中，得到了许多同志的帮助，在此表示感谢。

限于编著者的水平，书中难免有不当和错误之处，希望读者批评指正。

编 者

一九八七年九月

目 录

第一章 水和水蒸汽的性质.....	1
第一节 水的性质.....	1
第二节 水蒸汽的性质.....	10
第二章 凝结水回收系统.....	13
第一节 凝结水回收的意义及其原则.....	13
第二节 凝结水回收系统的基本概念.....	16
第三节 背压凝结水高低压合流系统的干扰问题.....	21
第四节 重力凝结水回收系统(亦称自流凝结水回收系统).....	24
第五节 背压凝结水回收系统(亦称余压凝结水回收系统).....	26
第六节 闭式满管凝结水回收系统.....	32
第七节 加压凝结水回收系统.....	33
第八节 凝结水直接返回锅炉房的闭式回收系统.....	34
第九节 凝结水回收系统的选择.....	38
第十节 疏水阀的选型.....	43
第三章 凝结水管道水力计算.....	52
第一节 凝结水管道水力计算的任务.....	52
第二节 凝结水管道水力计算的基本公式.....	52
第三节 凝结水在管道内的流动状态.....	76
第四节 压力凝结水管道水力计算.....	77
第五节 重力凝结水管道水力计算.....	97
第六节 背压凝结水管道水力计算.....	100

第七节	闭式满管凝结水管道水力计算	173
第八节	凝结水管路压力状况的分析	178
第四章	凝结水回收系统的设计	186
第一节	凝结水回收系统中的不凝结性气体	186
第二节	凝结水回收系统中的汽阻和水击	196
第三节	凝结水回收系统中疏水阀的安装及管道的连接	200
第四节	凝结水加压站	206
第五节	凝结水回收装置(亦称凝结水自动泵)	213
第五章	凝结水回收系统的关键设备——蒸汽疏水阀 ...	221
第一节	蒸汽疏水阀的作用及选择疏水阀应注意的问题	221
第二节	水封式疏水阀	224
第三节	孔板式疏水阀	227
第四节	浮桶式疏水阀	236
第五节	钟形浮子式疏水阀	257
第六节	浮球式疏水阀	265
第七节	双金属片式疏水阀	277
第八节	波纹管式疏水阀	291
第九节	空盒式疏水阀	297
第十节	圆盘(热动力)式疏水阀	307
第十一节	疏水阀的检验	319

第一章 水和水蒸汽的性质

第一节 水的性质

纯水是无色、无味、无嗅、透明的液体。它是由两个氢原子和一个氧原子化合而成。氢与氧的质量比为 1:8, 其分子式为 H_2O 。水良好的溶剂, 它能溶解许多种物质。水在自然界中有三种形态, 即: 固态—冰和雪; 液态—水; 气态—蒸汽。

对于一般物质来说, 随着温度的升高, 其密度逐渐减小, 体积逐渐增大; 随着温度的下降, 其密度逐渐增大, 体积逐渐减小, 在 $4^{\circ}C$ 时, 水的密度最大, 体积最小; 当低于 $4^{\circ}C$ 或高于 $4^{\circ}C$ 时, 其密度逐渐减小, 体积逐渐增大。因此, 冰总是浮在水面上的。这是水的一个非常突出的特点。所以在冬季, 不运行的锅炉、疏水阀、用热设备要注意防冻, 避免炉水结成冰后体积增大, 而将设备撑坏。

水的另一个特点是比热较大, 使单位质量的水和其他物质的温度同样都升高 $1^{\circ}C$ 时, 水所需要的热量比其他物质都多, 由于水具有这一特性, 而且它又容易取得, 所以常被用来作为吸热和放热的介质。

水具有液体的各种特性。当几个容器用连通器连通, 且连通器的各部分水面上的压力相等时, 这些水面就都保持在同一高度上。根据这一原理, 我们可以用水位表测出锅筒内及有关用热设备的水位高低。

水在密闭容器中, 当水的一部分受到外界压力作用时, 它便以大小相等的力向水的各个方向传递, 以致凡接触到水

饱和水与饱和蒸汽表（按压力排列）

表 1-1

绝对 压力 P	饱和温度		比		容		密		度		比		焓		汽化		比	
			水	蒸汽	v'	v''	ρ'	ρ''	h'	h''	$h''-h'$	s'	s''					
														m^3/kg	m^3/kg	kg/m^3	kg/m^3	kJ/kg
10^5Pa	t	T	$^{\circ}\text{C}$	K														
0.010	6.92	280.07	0.0010001	129.9	999.9	0.00770	29.32	2513	2484	0.1054	8.975							
0.015	13.038	286.188	0.0010007	87.90	999.3	0.01138	54.75	2525	2470	0.1958	8.827							
0.020	17.514	290.664	0.0010014	66.97	998.6	0.01493	73.52	2533	2459	0.2609	8.722							
0.025	21.094	294.244	0.0010021	54.24	997.9	0.01843	88.50	2539	2451	0.3124	8.642							
0.030	24.097	297.247	0.0010028	45.66	997.2	0.02190	101.04	2545	2444	0.3546	8.576							
0.035	26.692	299.842	0.0010035	39.48	996.5	0.02533	111.86	2550	2438	0.3908	8.521							
0.040	28.979	302.129	0.0010041	34.81	995.9	0.02873	121.42	2554	2433	0.4225	8.473							
0.045	31.033	304.183	0.0010047	31.13	995.3	0.03211	130.00	2557	2427	0.4507	8.431							
0.050	32.88	306.03	0.0010053	28.19	994.7	0.03547	137.83	2561	2423	0.4761	8.393							
0.055	34.59	307.74	0.0010059	25.77	994.1	0.03880	144.95	2564	2419	0.4993	8.359							
0.060	36.18	309.33	0.0010064	23.74	993.6	0.04212	151.50	2567	2415	0.5207	8.328							
0.065	37.65	310.80	0.0010070	22.02	993.0	0.04542	157.68	2570	2412	0.5406	8.300							
0.070	39.03	312.18	0.0010076	20.53	992.6	0.04871	163.43	2572	2409	0.5591	8.274							
0.075	40.32	313.47	0.0010080	19.23	992.1	0.05198	168.8	2574	2405	0.5764	8.250							
0.080	41.54	314.69	0.0010085	18.10	991.6	0.05525	173.9	2576	2402	0.5927	8.227							

0.085	42.69	315.84	0.0010090	17.10	991.1	0.05849	178.7	2578	2399	0.5080	8.206
0.090	43.79	316.34	0.0010094	16.20	990.7	0.06172	183.3	2580	2397	0.6225	8.186
0.095	44.84	317.99	0.0010098	15.40	990.3	0.06493	187.7	2582	2394	0.6362	8.167
0.10	45.84	318.99	0.0010103	14.68	989.8	0.06812	191.9	2584	2392	0.6492	8.149
0.11	47.72	320.87	0.0010111	13.40	989.0	0.07462	199.7	2588	2388	0.6740	8.116
0.12	49.45	322.60	0.0010119	12.35	988.2	0.08097	207.0	2591	2384	0.6966	8.085
0.13	51.07	324.22	0.0010126	11.46	987.6	0.08726	213.8	2594	2380	0.7174	8.057
0.14	52.58	325.73	0.0010133	10.60	986.9	0.09354	220.1	2596	2376	0.7368	8.031
0.15	54.00	327.15	0.0010140	10.02	986.2	0.09980	226.1	2599	2373	0.7550	8.007
0.16	55.34	328.49	0.0010147	9.429	985.5	0.10600	231.7	2601	2369	0.7722	7.984
0.17	56.61	329.76	0.0010153	8.909	984.9	0.1123	236.9	2603	2366	0.7884	7.963
0.18	57.82	330.97	0.0010159	8.444	984.3	0.1185	241.9	2605	2363	0.8038	7.944
0.19	58.98	332.13	0.0010165	8.025	983.8	0.1247	246.7	2607	2360	0.8183	7.925
0.20	60.08	333.23	0.0010171	7.647	983.2	0.1308	251.4	2609	2358	0.8321	7.907
0.21	61.14	334.29	0.0010177	7.304	982.6	0.1369	255.9	2611	2355	0.8453	7.890
0.22	62.16	335.31	0.0010183	6.992	982.0	0.1430	260.2	2613	2353	0.8581	7.874
0.23	63.14	336.29	0.0010188	6.708	981.5	0.1491	264.3	2614	2350	0.8703	7.859
0.24	64.08	337.23	0.0010193	6.445	981.1	0.1551	268.2	2616	2348	0.8821	7.884
0.25	64.99	338.14	0.0010199	6.202	980.5	0.1612	272.0	2618	2346	0.8934	7.830
0.26	65.88	339.03	0.0010204	5.977	980.0	0.1673	275.7	2620	2344	0.9043	7.816
0.27	66.73	339.88	0.0010209	5.769	979.5	0.1733	279.3	2621	2342	0.9147	7.803
0.28	67.55	340.70	0.0010214	5.576	979.0	0.1793	282.7	2623	2340	0.9248	7.791
0.29	68.35	341.50	0.0010218	5.395	978.7	0.1853	286.0	2624	2338	0.9346	7.779
0.30	69.12	342.27	0.0010222	5.226	978.3	0.1913	289.3	2625	2336	0.9441	7.769
0.32	70.60	343.75	0.0010232	4.922	977.3	0.2032	295.5	2627	2332	0.9625	7.745

续表

绝对 压力	饱和温度	比 容	密 度	比 焓	汽 化 潜 热	比 熵
	t	水	水	水	$r=h''-h'$	水
P	$^{\circ}\text{C}$	v'	ρ'	h'	h''	s'
10^5Pa	K	m^3/kg	kg/m^3	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kgK
0.34	72.02	0.0010240	976.6	301.5	2330	0.9796
0.36	73.36	0.0010248	975.8	307.1	2332	0.9958
0.38	74.64	0.0010256	975.0	312.5	2334	1.0113
0.40	75.88	0.0010264	974.3	317.7	2336	1.0261
0.45	78.75	0.0010282	972.6	329.6	2341	1.0801
0.50	81.35	0.0010299	971.0	340.6	2345	1.0910
0.55	83.74	0.0010315	969.5	350.7	2349	1.1193
0.60	85.95	0.0010330	968.1	360.0	2353	1.1453
0.65	88.02	0.0010345	966.7	368.6	2357	1.1693
0.70	89.97	0.0010359	965.3	376.8	2360	1.1918
0.75	91.80	0.0010372	964.1	384.5	2363	1.2130
0.80	93.52	0.0010385	962.9	391.8	2365	1.2330
0.85	95.16	0.0010397	961.8	398.7	2368	1.2518
0.90	96.72	0.0010409	960.7	405.3	2370	1.2696
0.95	98.21	0.0010421	959.6	411.5	2373	1.2865
					2261	1.2865
					2278	1.2865
					2273	1.2865
					2269	1.2865
					2265	1.2865
					2261	1.2865
					2257	1.2865
					2253	1.2865
					2249	1.2865
					2245	1.2865
					2241	1.2865
					2237	1.2865
					2233	1.2865
					2229	1.2865
					2225	1.2865
					2221	1.2865
					2217	1.2865
					2213	1.2865
					2209	1.2865
					2205	1.2865
					2201	1.2865
					2197	1.2865
					2193	1.2865
					2189	1.2865
					2185	1.2865
					2181	1.2865
					2177	1.2865
					2173	1.2865
					2169	1.2865
					2165	1.2865
					2161	1.2865
					2157	1.2865
					2153	1.2865
					2149	1.2865
					2145	1.2865
					2141	1.2865
					2137	1.2865
					2133	1.2865
					2129	1.2865
					2125	1.2865
					2121	1.2865
					2117	1.2865
					2113	1.2865
					2109	1.2865
					2105	1.2865
					2101	1.2865
					2097	1.2865
					2093	1.2865
					2089	1.2865
					2085	1.2865
					2081	1.2865
					2077	1.2865
					2073	1.2865
					2069	1.2865
					2065	1.2865
					2061	1.2865
					2057	1.2865
					2053	1.2865
					2049	1.2865
					2045	1.2865
					2041	1.2865
					2037	1.2865
					2033	1.2865
					2029	1.2865
					2025	1.2865
					2021	1.2865
					2017	1.2865
					2013	1.2865
					2009	1.2865
					2005	1.2865
					2001	1.2865
					1997	1.2865
					1993	1.2865
					1989	1.2865
					1985	1.2865
					1981	1.2865
					1977	1.2865
					1973	1.2865
					1969	1.2865
					1965	1.2865
					1961	1.2865
					1957	1.2865
					1953	1.2865
					1949	1.2865
					1945	1.2865
					1941	1.2865
					1937	1.2865
					1933	1.2865
					1929	1.2865
					1925	1.2865
					1921	1.2865
					1917	1.2865
					1913	1.2865
					1909	1.2865
					1905	1.2865
					1901	1.2865
					1897	1.2865
					1893	1.2865
					1889	1.2865
					1885	1.2865
					1881	1.2865
					1877	1.2865
					1873	1.2865
					1869	1.2865
					1865	1.2865
					1861	1.2865
					1857	1.2865
					1853	1.2865
					1849	1.2865
					1845	1.2865
					1841	1.2865
					1837	1.2865
					1833	1.2865
					1829	1.2865
					1825	1.2865
					1821	1.2865
					1817	1.2865
					1813	1.2865
					1809	1.2865
					1805	1.2865
					1801	1.2865
					1797	1.2865
					1793	1.2865
					1789	1.2865
					1785	1.2865
					1781	1.2865
					1777	1.2865
					1773	1.2865
					1769	1.2865
					1765	1.2865
					1761	1.2865
					1757	1.2865
					1753	1.2865
					1749	1.2865
					1745	1.2865
					1741	1.2865
					1737	1.2865
					1733	1.2865
					1729	1.2865
					1725	1.2865
					1721	1.2865
					1717	1.2865
					1713	1.2865
					1709	1.2865
					1705	1.2865
					1701	1.2865
					1697	1.2865
					1693	1.2865
					1689	1.2865
					1685	1.2865
					1681	1.2865
					1677	1.2865
					1673	1.2865
					1669	1.2865
					1665	1.2865
					1661	1.2865
					1657	1.2865
					1653	1.2865
					1649	1.2865
					1645	1.2865
					1641	1.2865
					1637	1.2865
					1633	1.2865
					1629	1.2865
					1625	1.2865
					1621	1.2865
					1617	1.2865
					1613	1.2865
					1609	1.2865
					1605	1.2865
					1601	1.2865
					1597	1.2865
					1593	1.2865
					1589	1.2865
					1585	1.2865
					1581	1.2865
					1577	1.2865
					1573	1.2865
					1569	1.2865
					1565	1.2865
					1561	1.2865
					1557	1.2865
					1553	1.2865
					1549	1.2865
					1545	1.2865
					1541	1.2865
					1537	1.2865
					1533	1.2865
					1529	1.2865
					1525	1.2865
					1521	1.2865
					1517	1.2865
					1513	1.2865
					1509	1.2865
					1505	1.2865
					1501	1.2865
					1497	1.2865
					1493	1.2865
					1489	1.2865
					1485	1.2865
					1481	1.2865
					1477	1.2865
					1473	1.2865
					1469	1.2865
					1465	1.2865
					1461	1.2865
					1457	1.2865
					1453	1.2865
					1449	1.2865
					1445	1.2865
					1441	1.2865
					1437	1.2865
					1433	1.2865
					1429	1.2865
					1425	1.2865
					1421	1.2865
					1417	1.2865
					1413	1.2865
					1409	1.2865
					1405	1.2865
					1401	1.2865
					1397	1.2865
					1393	1.2865
					1389	1.2865
					1385	1.2865
					1381	1.2865
					1377	1.2865
					1373	1.2865
					1369	1.2865
					1365	1.2865
					1361	1.2865
					1357	1.286

1.0	99.64	372.79	0.0010432	1.694	958.6	0.5903	417.4	2675	2258	1.3028	7.360
1.1	102.32	375.47	0.0010452	1.559	956.8	0.6453	428.9	2679	2250	1.3327	7.328
1.2	104.81	377.96	0.0010472	1.429	954.9	0.6999	439.4	2683	2244	1.3606	7.298
1.3	107.14	380.29	0.0010492	1.325	953.1	0.7545	449.2	2687	2238	1.3866	7.271
1.4	109.33	382.48	0.0010510	1.236	951.5	0.8088	458.5	2690	2232	1.4109	7.246
1.5	111.38	384.53	0.0010527	1.159	949.9	0.8627	467.2	2693	2226	1.4336	7.223
1.6	113.32	386.47	0.0010543	1.091	948.5	0.9164	475.4	2696	2221	1.4550	7.202
1.7	115.17	388.32	0.0010559	1.031	947.1	0.9699	483.2	2699	2216	1.4752	7.182
1.8	116.94	390.09	0.0010575	0.9773	945.6	1.023	490.7	2702	2211	1.4943	7.163
1.9	118.62	391.77	0.0010591	0.9290	944.2	1.076	497.9	2704	2206	1.5126	7.145
2.0	120.23	393.38	0.0010605	0.8854	943.0	1.129	504.3	2707	2202	1.5302	7.127
2.1	121.78	394.93	0.0010619	0.8459	941.7	1.182	511.4	2709	2198	1.5470	7.111
2.2	123.27	396.42	0.0010633	0.8098	940.5	1.235	517.8	2711	2193	1.5630	7.096
2.3	124.71	397.86	0.0010646	0.7768	939.3	1.287	524.0	2713	2189	1.5783	7.081
2.4	126.09	399.24	0.0010659	0.7465	938.2	1.340	529.8	2715	2185	1.5929	7.067
2.5	127.43	400.58	0.0010672	0.7185	937.0	1.393	535.4	2717	2182	1.6071	7.053
2.6	128.73	401.88	0.0010685	0.6925	935.9	1.444	540.9	2719	2178	1.621	7.040
2.7	129.98	403.13	0.0010697	0.6684	934.8	1.496	546.2	2721	2175	1.634	7.027
2.8	131.20	404.35	0.0010709	0.6461	933.8	1.548	551.4	2722	2171	1.647	7.015
2.9	132.49	405.54	0.0010721	0.6253	932.7	1.599	556.5	2724	2167	1.660	7.003
3.0	133.54	406.69	0.0010733	0.6057	931.7	1.651	561.4	2725	2164	1.672	6.992
3.1	134.66	410.81	0.0010744	0.5873	930.8	1.703	566.3	2727	2161	1.683	6.981
3.2	135.75	408.90	0.0010754	0.5701	929.9	1.754	571.1	2728	2157	1.695	6.971
3.3	136.82	409.97	0.0010765	0.5539	928.9	1.805	575.7	2730	2154	1.706	6.961
3.4	137.86	411.01	0.0010776	0.5386	928.0	1.857	580.2	2731	2151	1.717	6.951

续表

绝对 压力	饱和温度		比容		密度		比焓		汽化潜热		比熵	
	t	T	水	蒸汽	水	蒸汽	水	蒸汽	$r=h'-h''$	水	蒸汽	
P	°C	K	m³/kg	m³/kg	kg/m³	kg/m³	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	s'	s''
10⁵Pa												
3.5	138.88	412.03	0.0010786	0.5241	927.1	1.908	584.5	2732	2148	1.728	6.941	
3.6	139.87	413.02	0.0010797	0.5104	926.2	1.959	588.7	2734	2145	1.738	6.932	
3.7	140.84	414.99	0.0010807	0.4975	925.3	2.010	592.8	2735	2142	1.748	6.923	
3.8	141.79	414.94	0.0010817	0.4852	924.5	2.061	596.8	2736	2139	1.758	6.914	
3.9	142.71	415.88	0.0010827	0.4735	923.6	2.112	600.8	2737	2136	1.768	6.905	
4.0	143.62	416.77	0.0010836	0.4624	922.8	2.163	604.7	2738	2133	1.777	6.897	
4.1	144.51	417.66	0.0010845	0.4518	922.1	2.213	608.5	2740	2131	1.786	6.889	
4.2	145.39	418.54	0.0010855	0.4416	921.2	2.264	612.3	2741	2129	1.795	6.881	
4.3	146.25	419.40	0.0010865	0.4391	920.4	2.315	616.1	2742	2126	1.804	6.873	
4.4	147.09	420.24	0.0010874	0.4227	919.6	2.366	619.8	2743	2123	1.812	6.865	
4.5	147.92	421.07	0.0010883	0.4139	918.9	2.416	623.4	2744	2121	1.821	6.857	
4.6	148.73	421.88	0.0010892	0.4054	918.1	2.467	626.9	2745	2118	1.829	6.850	
4.7	149.53	422.68	0.0010901	0.3973	917.3	2.517	630.3	2746	2116	1.837	6.843	
4.8	150.41	423.46	0.0010910	0.3895	916.6	2.568	633.7	2747	2113	1.845	6.835	
4.9	151.08	424.23	0.0010918	0.3819	915.9	2.618	639.9	2748	2111	1.853	6.828	

5.0	151.84	424.99	0.0010927	0.3747	915.2	2.669	640.1	2749	2109	1.860	6.822
5.2	153.32	426.47	0.0010943	0.3612	913.8	2.769	646.5	2750	2104	1.875	6.809
5.4	154.76	427.91	0.0010960	0.3485	912.4	2.869	652.7	2752	2099	1.890	6.796
5.6	156.16	429.31	0.0010976	0.3368	911.1	2.969	658.8	2754	2095	1.904	6.784
5.8	157.52	430.67	0.0010992	0.3258	909.8	3.069	664.7	2755	2090	1.918	6.772
6.0	158.84	431.99	0.0011007	0.3156	908.5	3.169	670.5	2757	2086	1.931	6.761
6.2	160.12	433.27	0.0011022	0.3060	907.3	3.268	676.0	2758	2082	1.944	6.750
6.4	161.37	434.52	0.0011037	0.2970	906.0	3.367	681.5	2760	2078	1.956	6.739
6.6	162.59	435.74	0.0011052	0.2885	904.8	3.467	686.9	2761	2074	1.968	6.729
6.8	163.79	436.94	0.0011066	0.2804	903.7	3.566	692.1	2762	2070	1.980	6.719
7.0	164.96	438.11	0.0011081	0.2728	902.4	3.666	697.2	2764	2067	1.992	6.709
7.2	166.10	439.25	0.0011095	0.2656	901.3	3.765	702.2	2765	2063	2.003	6.699
7.4	167.21	440.36	0.0011109	0.2588	900.2	3.864	707.1	2766	2059	2.014	6.690
7.6	168.30	441.45	0.0011123	0.2523	899.0	3.963	711.8	2767	2055	2.025	6.681
7.8	169.37	442.52	0.0011136	0.2462	898.0	4.062	716.4	2768	2052	2.036	6.672
8.0	170.42	443.57	0.0011149	0.2403	896.9	4.161	720.9	2769	2048	2.046	6.663
8.2	171.44	444.69	0.0011162	0.2347	895.9	4.260	725.4	2770	2045	2.056	6.655
8.4	172.44	445.59	0.0011175	0.2294	894.9	4.359	729.8	2771	2041	2.066	6.647
8.6	173.43	446.58	0.0011187	0.2243	893.9	4.458	734.2	2772	2038	2.076	6.639
8.8	174.40	447.55	0.0011200	0.2195	892.9	4.558	738.6	2773	2034	2.085	6.631
9.0	175.35	448.50	0.0011213	0.2149	891.8	4.654	742.8	2774	2031	2.094	6.623
9.2	176.29	449.44	0.0011225	0.2104	890.9	4.753	746.9	2775	2028	2.103	6.615
9.4	177.21	450.36	0.0011237	0.2061	889.9	4.852	750.9	2776	2025	2.112	6.608
9.6	178.12	451.27	0.0011249	0.2020	889.0	4.949	754.8	2777	2022	2.121	6.601
9.8	179.01	452.16	0.0011261	0.1982	888.0	5.045	758.8	2778	2019	2.130	6.594

续表

绝对 压力	饱和温度		比 容		密 度		比 焓		汽 化		比 焓	
	t	T	水		水		水		潜 热	r=h''-h'	水	
			v'	v''	ρ'	ρ''	h'	h''			s'	s''
10 ⁵ Pa	°C	K	m ³ /kg	m ³ /kg	kg/m ³	kg/m ³	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kgK	kJ/kgK
10.0	179.88	453.03	0.0011273	0.1946	867.1	5.139	762.7	2778	2015	2.138	2.138	6.587
10.5	182.00	455.15	0.0011303	0.1856	864.7	5.388	772.1	2779	2007	2.159	2.159	6.570
11.0	184.05	457.20	0.0011331	0.1775	862.5	5.634	781.1	2781	2000	2.179	2.179	6.554
11.5	186.04	459.19	0.0011358	0.1701	860.4	5.879	789.8	2783	1993	2.198	2.198	6.538
12.0	187.95	461.10	0.0011385	0.1633	878.3	6.124	798.3	2785	1987	2.216	2.216	6.523
12.5	189.80	462.95	0.0011412	0.1570	876.3	6.369	806.5	2786	1980	2.234	2.234	6.509
13.0	191.60	464.75	0.0011438	0.1512	874.3	6.614	814.5	2787	1973	2.251	2.251	6.495
13.5	193.34	466.49	0.0011464	0.1458	872.3	6.859	822.3	2789	1967	2.268	2.268	6.482
14.0	195.04	468.19	0.0011490	0.1408	870.3	7.103	830.0	2790	1960	2.284	2.284	6.469
14.5	196.68	469.83	0.0011515	0.1361	868.4	7.348	837.4	2791	1954	2.299	2.299	6.457
15.0	198.28	471.43	0.0011539	0.1317	866.6	7.593	844.6	2792	1947	2.314	2.314	6.445
15.5	199.84	472.99	0.0011563	0.1276	864.8	7.837	851.5	2793	1941	2.329	2.329	6.433
16.0	201.36	474.51	0.0011586	0.1238	863.1	8.080	858.3	2793	1935	2.344	2.344	6.422
16.5	202.85	476.00	0.0011609	0.1201	861.4	8.325	865.0	2794	1929	2.358	2.358	6.411
17.0	204.30	477.45	0.0011632	0.1167	859.7	8.569	871.6	2793	1923	2.371	2.371	6.400
17.5	205.72	478.87	0.0011655	0.1135	858.0	8.812	878.1	2796	1918	2.384	2.384	6.389
18.0	207.10	480.25	0.0011678	0.1104	856.3	9.058	884.4	2798	1912	2.397	2.397	6.379
18.5	208.45	481.60	0.0011700	0.1075	854.7	9.303	890.6	2797	1907	2.410	2.410	6.369

19.0	209.78	482.93	0.0011722	0.1047	853.1	9.549	896.6	2796	1901	2.422	6.359
19.5	211.09	484.24	0.0011744	0.1021	851.5	9.795	902.6	2799	1896	2.435	6.350
20.0	212.37	485.52	0.0011766	0.0958	849.9	10.041	908.5	2799	1891	2.447	6.340
20.5	213.62	486.77	0.0011788	0.9719	848.3	10.29	914.2	2800	1886	2.458	6.331
21.0	214.84	487.99	0.0011809	0.09492	846.8	10.54	919.8	2800	1880	2.470	6.322
21.5	216.05	489.20	0.0011830	0.09276	845.3	10.78	925.4	2801	1875	2.481	6.314
22.0	217.24	490.39	0.0011851	0.09068	843.8	11.03	930.9	2801	1870	2.492	6.305
22.5	218.41	491.56	0.0011872	0.08869	842.3	11.28	936.4	2801	1865	2.503	6.297
23.0	219.55	492.70	0.0011892	0.08679	840.9	11.52	941.5	2801	1860	2.514	6.288
23.5	220.67	493.82	0.0011912	0.08498	839.5	11.77	946.7	2802	1855	2.524	6.280
24.0	221.77	494.92	0.0011932	0.08324	838.1	12.01	951.8	2802	1850	2.534	6.272
24.5	222.85	496.00	0.0011952	0.08156	836.7	12.26	956.8	2802	1845	2.544	6.264
25.0	223.93	497.08	0.0011972	0.07993	835.3	12.51	961.8	2802	1840	2.554	6.256
25.5	224.99	498.14	0.0011992	0.07837	833.9	12.76	966.8	2803	1836	2.564	6.249
26.0	226.03	499.18	0.0012012	0.07688	832.5	13.01	971.7	2803	1831	2.573	6.242
26.5	227.05	500.20	0.0012031	0.07545	831.2	13.25	976.6	2803	1826	2.582	6.234
27.0	228.06	501.21	0.0012050	0.07406	829.9	13.50	981.3	2803	1822	2.592	6.227
27.5	229.06	502.21	0.0012069	0.07271	828.6	13.75	985.9	2803	1817	2.602	6.220
28.0	230.04	503.19	0.0012088	0.07141	827.3	14.00	990.4	2803	1813	2.611	6.213
28.5	231.01	504.16	0.0012107	0.07016	826.0	14.25	994.9	2803	1808	2.620	6.206
29.0	231.96	505.11	0.0012126	0.06895	824.7	14.50	999.4	2803	1804	2.628	6.199
29.5	232.90	506.05	0.0012145	0.06778	823.4	14.75	1003.8	2804	1800	2.637	6.193
30	233.83	506.98	0.0012163	0.06665	822.2	15.00	1008.3	2804	1796	2.646	6.186
31	235.66	508.81	0.0012201	0.06450	819.6	15.50	1016.9	2804	1787	2.662	6.173
32	237.44	510.59	0.0012238	0.06246	817.1	16.01	1025.3	2803	1778	2.679	6.161
33	239.18	512.33	0.0012274	0.06055	814.7	16.52	1033.7	2803	1769	2.695	6.149
34	240.88	514.03	0.0012310	0.05875	812.3	17.02	1041.9	2803	1761	2.710	6.137

的任何一点，都受到相等的压力。锅炉及有关受压的用热设备的水压试验就是利用这一原理来检查各受压部件的强度和严密性的。

水被加热和吸收热量以后，温度就逐渐升高，当水加热到一定温度时，便开始沸腾，水沸腾时的温度叫做沸点，也叫饱和温度。沸点状态下的水称为饱和水，它所含的热量称为饱和水的含热量，也称做显热。水的沸点随着压力的升高或降低而相应地升高或降低。在压力为 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下，水的沸点为 99.64°C ，而压力为 $9.8 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下，水的沸点即为 179.01°C ，所以水在低压下比在高压下沸腾得快，不过水中所含的热量较少。在高原地区，因为当地气压较低，所以水总是不到 100°C 就沸腾了。水的压力和水的饱和温度的关系见表1-1。从表1-1可以看出，与饱和温度相应的压力是一个定值，这个对应的压力就叫饱和压力。水在加热到沸点前，其比容因受热虽有增加，但增加量很微小，几乎显不出来。

第二节 水 蒸 汽 的 性 质

一、汽化与汽化潜热

当水被加热到沸腾时，在水的表面和内部便产生大量的汽泡，汽泡升至水面时就破裂开来放出水汽，水就这样逐渐地变成了水蒸汽。水由液态变为汽态的过程叫做汽化。水沸腾后，虽然对它继续加热，但水的温度却不再升高，始终保持在沸点温度，如果停止加热，水也就立即停止沸腾。可见水沸腾后所吸收的热量不是用来升高水的温度，而是用来使水汽化成蒸汽的。沸水汽化所生成的蒸汽温度与沸水温度相同，始终在饱和温度，这种蒸汽叫做饱和蒸汽，这种水叫做饱和

水。

1 kg饱和水完全汽化为饱和蒸汽时所需要的热量，叫做汽化潜热，简称汽化热。用符号 r 表示，单位为kJ/kg。

在不同的压力下，饱和水汽化为饱和蒸汽所需的汽化潜热也不相同，汽化潜热的数值是随压力的升高而降低的。例如：在绝对压力为 $1 \times 10^5 \text{Pa}$ 时， $r = 2258 \text{kJ/kg}$ ；当绝对压力为 $2 \times 10^5 \text{Pa}$ 时， $r = 2202 \text{kJ/kg}$ 。

饱和水汽化为饱和蒸汽时，比容将大大地增加。如绝对压力为 $1 \times 10^6 \text{Pa}$ 时，饱和水的比容为 $v' = 0.0011273 \text{m}^3/\text{kg}$ ，而饱和蒸汽的比容 $v'' = 0.1946 \text{m}^3/\text{kg}$ ，较饱和水的比容增大了将近172.6倍。

二、饱和蒸汽

饱和蒸汽有干饱和蒸汽和湿饱和蒸汽两种状态。

1.干饱和蒸汽：不含水分的饱和蒸汽叫干饱和蒸汽。它是指饱和水全部被汽化，而蒸汽温度仍等于该压力的饱和温度时的状态。

2.湿饱和蒸汽：含有水分的饱和蒸汽叫湿饱和蒸汽。它是指饱和水汽化过程中带有饱和水，处于汽与水共存的状态。

1 kg湿饱和蒸汽中，含有干饱和蒸汽的质量百分数称为干度，以符号 X 表示。它说明湿饱和蒸汽的干燥程度， X 值越大，则蒸汽越干燥。对干饱和蒸汽来说， $X = 1$ 。若干度 $X = 0.9$ ，则表示1kg湿饱和蒸汽中含90%的干饱和蒸汽，含10%的水。

三、过热蒸汽

若在等压下继续加热干饱和蒸汽，蒸汽温度便会逐渐升高，比容也将更为增大，这种温度高于饱和温度的蒸汽叫做