

加熱電力早見表

水・空気・金属に分けて計算し、安全率 $\alpha=1.25$ とした。

1. 流れない水

計算式 $P [W] = (0.2778 \times c \times \rho \times V \times \Delta T / t) \times \alpha \dots (1)$
 パラメータ: $c=4.18 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ $\rho=1 \text{ kg}/\text{L}$ $t=1\text{h}(\text{時間})$
 $\alpha=1.25$ 大気圧における計算値とする

表1 流れない水(タンク・水槽内)を1時間で温度差 $\Delta T^\circ\text{C}$ 加熱するのに必要なヒーター電力 $P[\text{kW}]$

ΔT $^\circ\text{C}$	水の加熱量(体積) $V[\text{L}]$												
	1	5	10	18	20	30	40	50	100	150	200	500	1000
5	0.007	0.036	0.073	0.131	0.145	0.218	0.290	0.363	0.726	1.09	1.45	3.63	7.26
10	0.015	0.073	0.145	0.261	0.290	0.435	0.581	0.726	1.45	2.18	2.90	7.26	14.5
15	0.022	0.109	0.218	0.392	0.435	0.653	0.871	1.09	2.18	3.27	4.36	10.9	21.8
20	0.029	0.145	0.290	0.523	0.581	0.871	1.16	1.45	2.90	4.36	5.81	14.5	29.0
25	0.036	0.181	0.363	0.653	0.726	1.09	1.45	1.81	3.63	5.44	7.26	18.1	36.3
30	0.044	0.218	0.435	0.784	0.871	1.31	1.74	2.18	4.36	6.53	8.71	21.8	43.5
35	0.051	0.254	0.508	0.914	1.016	1.524	2.03	2.54	5.08	7.62	10.2	25.4	50.8
40	0.058	0.290	0.581	1.05	1.16	1.74	2.32	2.90	5.81	8.71	11.6	29.0	58.1
45	0.065	0.327	0.653	1.18	1.31	1.96	2.61	3.27	6.53	9.80	13.1	32.7	65.3
50	0.073	0.363	0.726	1.31	1.45	2.18	2.90	3.63	7.26	10.9	14.5	36.3	72.6
55	0.080	0.399	0.798	1.44	1.60	2.40	3.19	3.99	7.98	12.0	16.0	39.9	79.8
60	0.087	0.435	0.871	1.57	1.74	2.61	3.48	4.36	8.71	13.1	17.4	43.5	87.1
65	0.094	0.472	0.943	1.70	1.89	2.83	3.77	4.72	9.44	14.2	18.9	47.2	94.3
70	0.102	0.508	1.02	1.83	2.03	3.05	4.06	5.08	10.2	15.2	20.3	50.8	102
75	0.109	0.544	1.09	1.96	2.18	3.27	4.36	5.44	10.9	16.3	21.8	54.4	109
80	0.116	0.581	1.16	2.09	2.32	3.48	4.65	5.81	11.6	17.4	23.2	58.1	116
85	0.123	0.617	1.23	2.22	2.47	3.70	4.94	6.17	12.3	18.5	24.7	61.7	123
90	0.131	0.653	1.31	2.35	2.61	3.92	5.23	6.53	13.1	19.6	26.1	65.3	131
95	0.138	0.689	1.38	2.48	2.76	4.14	5.52	6.90	13.8	20.7	27.6	68.9	138
100	0.145	0.726	1.45	2.61	2.90	4.36	5.81	7.26	14.5	21.8	29.0	72.6	145

単位は [kW]

2. 流れる水

計算式 $P [W] = (0.2778 \times 60 \times c \times \rho \times q \times \Delta T) \times \alpha \dots (2)$
 パラメータ: $c=4.18 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ $\rho=1 \text{ kg}/\text{L}$ $\alpha=1.25$
 大気圧における計算値とする

表2 流れる水を温度差 $\Delta T^\circ\text{C}$ まで加熱するのに必要なヒーター電力 $P[\text{kW}]$

ΔT $^\circ\text{C}$	加熱する水の流量 $q[\text{L}/\text{min}]$														
	1	3	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
5	0.44	1.31	2.18	4.35	6.53	8.71	10.9	13.1	17.4	21.8	26.1	30.5	34.8	39.2	43.6
10	0.87	2.61	4.35	8.71	13.1	17.4	21.8	26.1	34.8	43.6	52.3	61.0	69.7	78.4	87.1
15	1.31	3.92	6.53	13.1	19.6	26.1	32.7	39.2	52.3	65.3	78.4	91.4	105	118	131
20	1.74	5.23	8.71	17.4	26.1	37.8	43.6	52.3	69.7	87.1	105	122	139	157	174
25	2.18	6.53	10.9	21.8	32.7	43.6	54.4	65.3	87.1	109	131	152	174	196	218
30	2.61	7.84	13.1	26.1	39.2	52.3	65.3	78.4	105	131	157	183	209	235	261
35	3.05	9.14	15.2	30.5	45.7	61.0	76.2	91.4	122	152	183	213	244	274	305
40	3.48	10.5	17.4	34.8	52.3	69.7	87.1	105	139	174	209	244	279	314	348
45	3.92	11.8	19.6	39.2	58.8	78.4	98.0	118	157	196	235	274	314	353	392
50	4.35	13.1	21.8	43.6	65.3	87.1	109	131	174	218	261	305	348	392	435
55	4.79	14.4	24.0	47.9	71.9	95.8	120	144	192	240	287	335	383	431	479
60	5.23	15.7	26.1	52.3	78.4	105	131	157	209	261	314	366	418	470	523
65	5.66	17.0	28.3	56.6	84.9	113	142	170	226	283	340	396	453	509	566
70	6.1	18.3	30.5	61.0	91.4	122	152	183	244	305	366	427	488	549	610
75	6.53	19.6	32.7	65.3	98.0	131	163	196	261	327	392	457	523	588	653
80	6.97	20.9	34.8	69.7	105	139	174	209	279	348	418	488	557	627	697
85	7.40	22.2	37.0	74.0	111	148	185	222	296	370	444	518	592	666	740
90	7.84	23.5	39.2	78.4	118	157	196	235	314	392	470	549	627	705	784
95	8.27	24.8	41.4	82.7	124	165	207	248	331	414	496	579	662	745	827
100	8.71	26.1	43.6	87.1	131	174	218	261	348	435	523	610	697	784	871

単位は [kW]

電力早見表(表1、表2)を使って解く例題

例題 1

水槽(ドラム缶)の水200Lを2時間で 40°C に加熱したい。
初期水温を 5°C とする。ただし放熱は考慮しない。

解答: 表1の太枠セル参照

体積200Lの水を温度差 $\Delta t = (40-5) = 35^\circ\text{C}$ まで、1時間で加熱するには表1に示した太枠セルの「10.2kW」が必要となる。
2時間で暖める場合、仕事率としては半分の電力が必要となる。
ヒーター電力 $10.2/2 = 5.1 = \text{約}5\text{kW}$

例題 2

毎分20Lで流れる水を、 50°C に加熱したい。
初期水温を 10°C とする。ただし放熱は考慮しない。

解答: 表2の太枠セル参照

流量20L/minの水を温度差 $\Delta t = (50-10) = 40^\circ\text{C}$ まで、加熱するには表2に示した太枠セルの「69.7kW」が必要となる。
ヒーター電力: $69.7 = \text{約}70\text{kW}$

加熱電力早見表

水・空気・金属に分けて計算し、安全率 $\alpha=1.25$ とした。

3. 流れない空気

計算式 $P [W] = (0.2778 \times c \times \rho \times V \times \Delta T / t) \times \alpha \dots (3)$
 パラメータ: $c=1.007 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ $\rho=1.251 \text{ kg}/\text{m}^3$ $t=1\text{h}(\text{時間})$
 $\alpha=1.25$ 大気圧における計算値とする

表3 流れない空気を1時間で温度差 ΔT °Cまで加熱する場合の必要ヒーター電力P [kW]

ΔT °C	空気の加熱量 (体積) $V [\text{m}^3 (\text{標準状態})]$												
	10	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	1000
5	0.02	0.05	0.11	0.22	0.33	0.44	0.55	0.66	0.77	0.87	0.98	1.09	2.19
10	0.04	0.11	0.22	0.44	0.66	0.87	1.09	1.31	1.53	1.75	1.97	2.19	4.37
25	0.11	0.27	0.55	1.09	1.64	2.19	2.73	3.28	3.83	4.37	4.92	5.47	10.9
50	0.22	0.55	1.09	2.19	3.28	4.37	5.47	6.56	7.66	8.75	9.84	10.9	21.9
100	0.44	1.09	2.19	4.37	6.56	8.75	10.9	13.1	15.3	17.5	19.7	21.9	43.8
150	0.66	1.64	3.28	6.56	9.84	13.1	16.4	19.7	23.0	26.3	29.5	32.8	65.6
200	0.87	2.19	4.37	8.75	13.1	17.5	21.9	26.3	30.6	35.0	39.4	43.8	87.5
250	1.09	2.73	5.47	10.9	16.4	21.9	27.3	32.8	38.3	43.8	49.2	54.7	109
300	1.31	3.28	6.56	13.1	19.7	26.3	32.8	39.4	45.9	52.5	59.1	65.6	131
350	1.53	3.83	7.66	15.3	23.0	30.6	38.3	45.9	53.6	61.2	68.9	76.6	153
400	1.75	4.37	8.75	17.5	26.3	35.0	43.8	52.5	61.2	70.0	78.7	87.5	175
450	1.97	4.92	9.84	19.7	29.5	39.4	49.2	59.1	68.9	78.7	88.6	98.4	197
500	2.19	5.47	10.9	21.9	32.8	43.8	54.7	65.6	76.6	87.5	98.4	109	219
550	2.41	6.01	12.0	24.1	36.1	48.1	60.2	72.2	84.2	96.2	108	120	241
600	2.62	6.56	13.1	26.3	39.4	52.5	65.6	78.7	91.9	105	118	131	262

単位は [kW]

4. 流れる空気

計算式 $P [W] = (0.2778 \times 60 \times c \times \rho \times q \times \Delta T) \times \alpha \dots (4)$
 パラメータ: $c=1.007 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ $\rho=1.251 \text{ kg}/\text{m}^3$ $\alpha=1.25$
 大気圧における計算値とする

表4 流れる空気を温度差 ΔT °Cまで加熱するのに必要なヒーター電力P [kW]

Δt °C	加熱する空気の流量 $q [\text{m}^3/\text{min} (\text{標準状態})]$												
	1	2	3	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	0.131	0.262	0.394	0.656	1.31	1.97	2.63	3.28	3.94	4.59	5.25	5.91	6.56
10	0.262	0.525	0.787	1.31	2.63	3.94	5.25	6.56	7.87	9.19	10.5	11.8	13.1
25	0.656	1.31	1.97	3.28	6.56	9.84	13.1	16.4	19.7	23.0	26.2	29.5	32.8
30	0.787	1.58	2.36	3.94	7.87	11.8	15.7	19.7	23.6	27.6	31.5	35.4	39.4
50	1.31	2.63	3.94	6.56	13.1	19.7	26.2	32.8	39.4	45.9	52.5	59.1	65.6
70	1.84	3.68	5.51	9.19	18.4	27.6	36.7	45.9	55.1	64.3	73.5	82.7	91.9
80	2.10	4.20	6.30	10.5	21.0	31.5	42.0	52.5	63.0	73.5	84.0	94.5	105
90	2.36	4.72	7.09	11.8	23.6	35.4	47.2	59.1	70.9	82.7	94.5	106	118
100	2.63	5.25	7.87	13.1	26.2	39.4	52.5	65.6	78.8	91.9	105	118	131
150	3.94	7.87	11.8	19.7	39.4	59.1	78.7	98.4	118	138	157	177	197
200	5.25	10.5	15.7	26.2	52.5	78.7	105	131	157	184	210	236	262
250	6.56	13.1	19.7	32.8	65.6	98.4	131	164	197	230	262	295	328
300	7.87	15.7	23.6	39.4	78.7	118	157	197	236	276	315	354	394
350	9.19	18.4	27.6	45.9	91.9	138	184	230	276	322	367	413	459
400	10.5	21.0	31.5	52.5	105	157	210	262	315	367	420	472	525
450	11.8	23.6	35.4	59.1	118	177	236	295	354	413	472	532	591
500	13.1	26.2	39.3	65.6	131	197	262	328	394	459	525	591	656
550	14.4	28.9	43.3	72.2	144	217	289	361	433	505	577	650	722

単位は [kW]

電力早見表 (表3、表4) を使って解く例題

例題 3

機械 (ポンプ) 室を加熱したい。(たとえば除湿のため)
 機械室は縦4m×横5m×高さ2.5mで、温度差 $\Delta t=10^\circ\text{C}$ とする。
 ただし、室内は密閉とし、室内装置・壁の加熱、壁からの放熱などは考慮しない。

解答: 表3の太枠セル参照
 体積 $V=4 \times 5 \times 2.5=50\text{m}^3$ と $\Delta t=10^\circ\text{C}$ より、表3に示した太枠セル「0.22kW」が必要となる。

注意: あくまでも密閉空間の空気のみ加熱する電力を計算したもので、使用状況に合わせてその他の加熱要素を加算する必要がある。実際には数kW以上の電力が必要になると思われる。

例題 4

ダクト途中にヒーターを設置し、流量 $10\text{m}^3/\text{min}$ の空気を加熱したい。
 初期温度 0°C で目的温度 200°C ($\Delta t=200^\circ\text{C}$) とする。
 ダクト・構造の加熱や放熱は考慮しない。

解答: 表4の太枠セル参照
 流量 $10\text{m}^3/\text{min}$ と $\Delta t=200^\circ\text{C}$ より、表4に示した太枠セル「52.5kW」が必要となる。

注意: あくまでも空気加熱のみを考えた電力である。ダクトヒーターの計算は、「熱計算」 例題2 p. 229を参照のこと。

