

工業企業电工手冊

第一分冊

一般知識

苏联A. A. 費道洛夫 П. B. 庫茲涅佐夫編

倪保珊譯

電力工業出版社

內 容 提 要

“工業企業电工手册”是苏联出版的一本大型手册，其中包括了有关工業企業电气設備的設計、安裝和运行工作的必要資料。書中除去有关一般电气設備、供电、电力驅動的資料以外，还包括了和工業企業用电有关系的各种設備像車床、鍋爐、汽輪机、泵、空气壓縮机、通風机等的資料。

全書分10个分册出版。第一分册包括了一般数学、度量及單位、材料力学、机械零件、热力工程、建筑工程和电工中的数据、关系式和其他材料。

本書可供工業企業动力部門的工程師、設計人員、研究人員參考，也可作为高等工業學校工業企業电气化專業的師生的參考書。

А. А. ФЕДОРОВ П. В. КУЗНЕЦОВ

СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
ЧАСТЬ ЧАСТЬ ПЕРВАЯ ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1954

工業企業电工手册 第一分册

根据苏联国立动力出版社1954年莫斯科版翻譯

倪 保 珊譯

*

620D156

电力工業出版社出版 (北京右西2号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第082号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{8}$ 开本 * 3号印張 * 70千字 * 定价(第10类)0.50元

1957年6月北京第1版

1957年6月北京第1次印刷(0001--3,900册)

前 言

在現代工業企業中，一切生產機械都已电气化了。在機器制造工程中，機械的電力傳動已使電動機成為機械的不可分離的一部分。現代电气工程發展的水平，使我們不僅能進行機械的電力傳動，而且還能準確地操縱電動機，使有可能建立自動機組、自動作業綫，甚至制造複雜產品的整個自動工廠。

在這種情況下，工業企業供電的任務就顯得特別複雜了。對於供電及配電系統，要求在供電方面有高度的可靠性，引至用電設備的電能有優良的質量。為了提高供電的可靠性，保護裝置應與自動裝置相配合工作。

與發電廠電力系統的设备容量增長的同時，用戶用電設備的设备容量幾乎增長了五倍規模。國家电气化對保證工業企業工作所需要电气專家的數目，超過現有電力系統电气設備里所有的电气專家數目的數倍。

這些專家不僅應該是电气設備系統自動化的第一流組織者，而且也是所有生產過程的第一流組織者，因為生產過程自動化沒有电气化是不能設想的。

自然，在這些複雜的设备里和整個企業里工作，需要有能保證整個工廠、車間及機組不間斷工作的、有高度熟練技術的專家。

為工業企業內複雜电气設備（在工業企業內既有應用各種电气工程的部門，又有使用各種电气設備的部門）服務的电气工程師和技術員的工作特點在於，他們應該很好地了解其他相接近的设备，例如在熱工方面和機械方面的设备。當然，無疑地也應該了解其生產過程中的工藝設備。

現代工業企業日益成為大量應用電能的企業。電力在工業企業的生產過程中減輕了人們的勞動，並且代替了人們的勞動。發電廠應生產出日益增多的電力。

蘇聯共產黨第十九次代表大會確定了大規模建設新型工業企業及發電廠的綱領。

根據蘇聯共產黨第十九次代表大會的決議，電力將得到更快速度的發展。在過去幾個五年計劃年代中，社會主義工業的發展，要求千萬個動力工作者大軍為工業企業的动力部門服務。建立在伏爾加河、額爾齊斯河和其他河流上的水电站將把電力送至數以千計的新型工業企業。到1955年底，在工業企業中工作的电气專家的數目應大大地增加。

由於電力消費的增長，供電問題以及用電的經濟性和合理性問題，已日益成為迫切現實的問題。

根據蘇聯共產黨第十九次代表大會的決議，與電力消費和生產增長的同時，

生產过程中廣泛地採用了自動裝置，首先輪到的是在工業企業動力設備中採用了自動裝置。

在工業蓬勃發展的情況下，這些極其複雜的任務，要求工業企業的動力工作者不斷地工作來提高自己的熟練程度，以及保證他們能及時地獲得有關的最新技術資料和參考文獻。

到目前為止，供給工業動力工作者的參考文獻是不足的，雖然這問題早已尖銳地存在了。

本書是為工業企業動力工作者編制這種手冊的第一次嚐試。

應該指出，工業各部門電力工作者所要求的能滿足其使用的類似書籍，使編著者遇到許多的困難。此外，還考慮到本手冊巨大的篇幅中，尚沒有包括特殊工業部門（化學、礦山、運輸及其他）的一些電力問題，以及一些比較狹窄的專門問題，例如：已有現成資料的電機繞圈的計算。

著者遠不能認為本手冊的出版，已能滿足工業企業電力工作者的要求。生產工作者的批評將幫助著者改進本手冊的內容。因此，著者同人希望工業企業的主要動力工作者以及其他各科的工程師、技術人員將能幫助我們進行新的、更完善的著作的准备工作。

本手冊編著同人將十分感謝向本書內容提供希望和意見的各工業企業總動力科的工程師、技術員和讀者。希望和意見請寄至：莫斯科水閘河岸街10號蘇聯國立動力出版社。

參加本手冊編著工作的有：

С. В. 阿列克賽也夫（第22章），Е. П. 阿那也夫（第32、33和34章），А. И. 道爾吉諾夫（第12章），А. А. 叶爾米洛夫（第5、15、19、20和21章），Л. С. 卡采維契（第28章），В. А. 克雅齊夫斯基（第9、13和37章），К. Д. 科夫曼（第26章），П. В. 庫茲涅佐夫（第1、2、3、16、17、18、21、23、30和35章），М. С. 雅鮑夫（第29章），Г. А. 李夫金（第31章），А. Д. 斯文昌斯基（第27章），М. М. 索科洛夫（第25章），В. А. 捷維列夫（第36章）和 А. А. 費道洛夫（第4、6、7、8、10、11、14、21、24和31章）。

本手冊編者同人對下列在本手冊出版時提供寶貴意見、指導和幫助準備資料及修飾的人員致以謝意。他們的名字是：

А. М. 費道賽也夫，Н. А. 梅列尼柯夫，С. А. 烏列揚諾夫，С. Н. 維謝涅夫斯柯，В. М. 克里米克賽也夫，Э. М. 列斯特海依恩，И. М. 奧列霍維克，В. И. 克留切夫和全體校閱者：Г. Р. 米列爾，Е. Н. 基節維杰爾，П. Н. 克雷也恩，В. А. 康斯泰齊諾夫，Е. Д. 蘇沃洛夫和 М. К. 哈爾切夫。

著 者

目 录

前 言

第 1 章 数学摘要	5
1-1. 对数	5
1-2. 常用对数表 (尾数)	6
1-3. 方程式	8
1-4. 角的度量法和弧量法	8
1-5. 圆周函数	8
1-6. 自然三角函数	9
1-7. 直角三角形的解法	10
1-8. 锐角三角形的解法	10
1-9. 平面几何图形元件的定义	11
1-10. 平面图形面积 (S) 的决定	11
1-11. 某些物体的体积和面积的决定	12
第 2 章 一般技术知识	13
A. 度量与测量单位间的关系	13
2-1. 长度、面积与重量	13
2-2. 能量单位	13
2-3. 功率单位	14
2-4. 速率单位	14
2-5. 压力单位	14
2-6. 温度计的刻度	14
2-7. 硬度	14
2-8. 标准鲍美度 (B_{15}) 对液体密度绝对值的换算	15
B. 材料力学	15
2-9. 几种截面的惯性矩和阻力矩	15
2-10. 数种荷载的梁的计算	17
2-11. 材料的许可应力和极限强度	18
2-12. 几种材料的极限强度	20
2-13. 柱上的垂直荷载	21
2-14. 松木梁及钢梁的抗弯许可荷载	21
2-15. 金属的标准硬度	22
B. 机械零件	22
2-16. 螺栓的验算	22
2-17. 铆钉及铆接缝的强度验算	23
2-18. (嵌入) 键的验算	24
2-19. 钢轴的验算	24
2-20. 平皮带的传动计算	25
2-21. 摩擦系数 (μ)	28
Г. 热工学	28
2-22. 定义和关系式	28
2-23. 物质的熔点和溶解热及沸点和蒸发热	31
2-24. 物质的比热和导热系数	33
2-25. 物体受热时的膨胀	34

2-26. 气体在恒定压力下的平均比热, 千卡/公尺 ³ °C	35
2-27. 气体比重	35
2-28. 被絕緣物体的热損失	36
2-29. 飽和蒸汽的参数	37
2-30. 过热蒸汽的比容, 公尺 ³ /公斤	37
2-31. 过热水蒸汽的焓, 千卡/公斤	38
Д. 建筑工程	39
2-32. 建筑物元件上均匀分佈的有效运算荷載	39
2-33. 水泥的牌号及其性質	39
2-34. 石膏的特性	40
2-35. 漿的性質及其制备	41
2-36. 混凝土及鋼筋混凝土	43
2-37. 磚砌筑物	45
2-38. 混凝土用电極法的电气加热	45
2-39. 土壤及鋼管的电气加热	47
2-40. 鋼筋混凝土的及石料的地下建筑物表面防水層的成份	47
2-41. 木結構的防火	47
2-42. 用扩散浸漬法防止木材腐爛	48
第3章 电工学中的数据和关系式	50
3-1. 測量單位	50
3-2. 基本計算量及其符号和測量單位	51
3-3. 基本定律和关系式	52
3-4. 裸导体按發热条件的容許負荷	56
3-5. 物質的电化当量(α)	56
3-6. 短导綫在空气中的熔断电流	57
3-7. 各种金屬对鉑的热电动势(当溫度差为100°C时)	57
3-8. 电解質在 10°C 时的电阻率, 欧·公分	58
3-9. 电气設備中的額定电压(苏联国家标准ГЭ1-41)	58
3-10. 絕緣材料按工作發热条件的分类	59

第 1 章 数 学 摘 要

1-1. 对 数

1. 定义, 假定已給底 a 及一数 n , 要求其対数 x , 即 $a^x = n$, $x = \lg_a n$. 符号 $\lg$ 表示常用(勃律克氏)対数, 因为底 $a = 10$. 符号 $\ln$ 表示自然(納皮亞氏)対数, 此处底 $a = e = 2.7182$.

$$\ln n = 2.303 \lg n;$$

$$\lg n = \frac{1}{2.303} \ln n = 0.4343 \ln n.$$

在实际計算中应用常用対数。

2. 由対数的定义可知:

$$\lg 1 = \ln 1 = 0; \lg 0 = \ln 0 = -\infty; \lg \infty = \ln \infty = \infty;$$

$$\lg 10 = \ln e = 1, \text{ 此处 } e = 2.7182;$$

$$\lg 100 = 2; \lg 10 = 1; \lg 1 = 0, \text{ 因为 } 10^2 = 100; 10^1 = 10; 10^0 = 1; \lg 0.1 = -1;$$

$$\lg 0.01 = -2; \lg 0.001 = -3, \text{ 因为 } 10^{-1} = 0.1; 10^{-2} = 0.01; 10^{-3} = 0.001.$$

3. 某一数值的対数的小数部分称为**尾数**; 而其整数部分, 如 0、1、2、3 等或 -1、-2、-3 等等称为**首数**。首数按照整数中及小数中大于 1 的符号的数目(即位數——譯者)而定, 而且首数的数值取成比整数中的符号数目(位數)小一。小于 1 的小数的首数取成相当于小数点后零的个数(包括小数点在內), 而且这首数是負的, 当対数相加时, 將負的首数从正的首数中減去。

在対数表中仅列有尾数, 首数按照下列关系决定之。

例 $\lg 1092 = 3.03822;$

$$\lg 109.2 = 2.03822;$$

$$\lg 10.92 = 1.03822;$$

$$\lg 1.092 = 0.03822;$$

$$\lg 0.1092 = 0.03822 - 1 \text{ (或 } \overline{1}.03822);$$

$$\lg 0.01092 = 0.03822 - 2 \text{ (或 } \overline{2}.03822);$$

$$\lg 0.001092 = 0.03822 - 3 \text{ (或 } \overline{3}.03822) \text{ 等等。}$$

負数的自然対数和常用対数均为虛数。

4. 下列四条規則用于対数的計算:

$$1) \lg(a \times b) = \lg a + \lg b.$$

例 求数的乘积: $508.3 \times 0.3417 \times 0.0028; \lg(508.3 \times 0.3417 \times 0.0028) =$

$\lg 508.3 + \lg 0.3417 + \lg 0.0028 = 2.70612 + (0.53364 - 1) + (0.44716 - 3) = 0.68692 - 1$ (或 $\bar{1}.68692$), 由此將尾数和首数分别相加以后, 从表中的尾数求得数值为 48 632, 所以 $508.3 \times 0.3417 \times 0.0028 = 0.48632$.

$$2) \lg\left(\frac{a}{b}\right) = \lg a - \lg b.$$

$$3) \lg(a^m) = m \lg a.$$

$$4) \lg \sqrt[m]{a} = \frac{1}{m} \lg a.$$

5. 当某数的对数为已知, 欲求相当于此对数的数值时, 这一运算手續即为逆对数: 按照尾数 (由表 § 1-2) 即可决定此数值, 其整数部分的符号数比首数的数值大一, 并用小数点分开, 例如: $\lg n = 2.8573$, 按照表 § 1-2 相当于尾数 8573 的数值 $n = 720$, 此数值是一整数, 因为如果在首数上加 1, 即得該数有三个符号. 如果首数为負号, 則將所查得的数值向左加零并点小数点, 取小数点后零的个数 (連小数点在內) 相当于首数的数值.

1-2. 常用对数表 (尾数)

<i>n</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404
22	3424	3444	3464	3488	3502	3522	3541	3560	3579	3598
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425

續表

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6913
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893
49	6902	6911	6920	6923	6937	6946	6955	6964	6972	6981
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846
61	7853	7860	7863	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8245
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996

註. 查尾數的方法如下: 1) 對於數值 1—9 的尾數, 查 10—90 對應於第二縱列(在 0 項下面)中的尾數; 2) 對於數值 10—99 的尾數, 查對應於該數值在第二縱列中的尾數; 3) 數值 100—999 的尾數, 查對應於各縱列(在 0—9 各列下面)中的尾數; 例如要求 238 的尾數, 在第一縱列(0 列下面)中查得數字 23, 再對應於 23, 在縱列 8 中查得尾數為 3766。

1-3. 方 程 式

名 称	方 程 式	解 答 公 式
二元一次方程式系	$a_1x + b_1y = c_1;$ $a_2x + b_2y = c_2$	$x = \frac{c_1b_2 - c_2b_1}{a_1b_2 - a_2b_1}$ $y = \frac{a_1c_2 - a_2c_1}{a_1b_2 - a_2b_1}$
完全二次方程式:		
1)一般公式	$1)ax^2 + bx + c = 0$	$1)x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
2)简化公式	$2)x^2 + px + q = 0$	$2)x_{1,2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}$
重二次方程式	$ax^4 + bx^2 + c = 0$	$x_{1,2,3,4} = \pm \sqrt{y}; y_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

1-4. 角的度量法和弧量法

度量法	360°	180°	90°	φ°	1°	57°17' 45''
弧量法 (角 φ 的 弧长), 弧度	2π	π	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi\varphi}{180}$	0.01745	1

弧度——弧长等于圆半径的中心角 (圖 1-1)

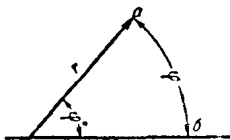


圖 1-1 弧量法时的
弧长与角。

如果 $\angle \tau = 57^\circ 17' 45''$ 则
 τ 角的弧 = r

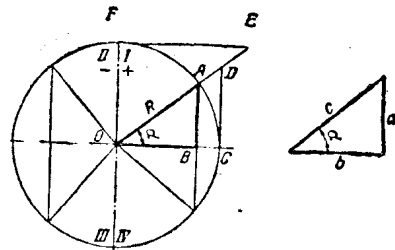


圖 1-2 在四分之一圆周内的函数值

2. 按照象限的函数符号 (圖 1-2)

函 数	I	II	III	IV
sin	+	+	-	-
cos	+	-	-	+
tg	+	-	+	-
ctg	+	-	+	-
sc	+	-	-	+
csc	+	+	-	-

註. 各象限的角: I—自 0° 至 90° ; II—自 90° 至 180° ; III—自 180° 至 270° ; IV—自 270° 至 360° 。

* 指三角函数。——譯者註

1-5. 圓周函数*

1. 定义 (圖 1-2)

$\alpha = \angle AOB$; R ——圆的半径;

正弦: $\sin \alpha = \frac{AB}{R} = \frac{a}{c};$

余弦: $\cos \alpha = \frac{OB}{R} = \frac{b}{c};$

正切: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{CD}{R} = \frac{AB}{OB} = \frac{a}{b};$

余切: $\operatorname{ctg} \alpha = \frac{EF}{R} = \frac{OB}{AB} = \frac{b}{a}.$

3. 带有附加角 α 的函数的简化公式

函 数	已 知 角 γ			
	$90^\circ \pm \alpha$	$180^\circ \pm \alpha$	$270^\circ \pm \alpha$	$360^\circ \pm \alpha$
$\sin \gamma$	$+\cos \alpha$	$\mp \sin \alpha$	$-\cos \alpha$	$\pm \sin \alpha$
$\cos \gamma$	$\mp \sin \alpha$	$-\cos \alpha$	$\pm \sin \alpha$	$+\cos \alpha$
$\operatorname{tg} \gamma$	$\mp \operatorname{ctg} \alpha$	$\pm \operatorname{tg} \alpha$	$\mp \operatorname{ctg} \alpha$	$\pm \operatorname{tg} \alpha$
$\operatorname{ctg} \gamma$	$\mp \operatorname{tg} \alpha$	$\pm \operatorname{ctg} \alpha$	$\mp \operatorname{tg} \alpha$	$\pm \operatorname{ctg} \alpha$

4. 负角

$$\sin(-\alpha) = -\sin \alpha;$$

$$\cos(-\alpha) = -\cos \alpha \text{ 等等.}$$

5. 週期性

$$\sin(360^\circ \times n + \alpha) = \sin \alpha;$$

$$\cos(360^\circ \times n + \alpha) = \cos \alpha \text{ 等等.}$$

式中 n ——任意正整数。

6. 某些角的函数值

函 数	当 α 等于下列数值时的函数值								
	0°	90°	180°	270°	360°	30°	45°	60°	120°
$\sin \alpha$	0	+1	0	-1	0	0.5	0.707	0.866	0.866
$\cos \alpha$	+1	0	-1	0	+1	0.866	0.707	0.5	-0.5
$\operatorname{tg} \alpha$	0	$\pm \infty$	0	$\pm \infty$	0	0.577	1	1.732	-1.732
$\operatorname{ctg} \alpha$	$\mp \infty$	0	$\mp \infty$	0	$\mp \infty$	1.732	1	0.577	-0.577

1-6. 自然三角函数

角, 度	$\sin$	$\cos$	tg	ctg	sc	csc	角, 度
0	0.00000	1.00000	0.00000	∞	1.00000	∞	90
1	0.01746	0.99985	0.01746	57.28995	1.00015	57.29869	89
2	0.03490	0.99940	0.03492	28.65525	1.00061	28.65371	88
3	0.05234	0.99863	0.05241	19.08114	1.00137	19.10732	87
4	0.06976	0.99756	0.06993	14.30067	1.00244	14.33559	86
5	0.08716	0.99619	0.08749	11.43005	1.00382	11.47371	85
6	0.10453	0.99452	0.10510	9.51436	1.00551	9.56677	84
7	0.12187	0.99255	0.12278	8.11435	1.00751	8.20551	83
8	0.13917	0.99027	0.14054	7.11537	1.00983	7.18530	82
9	0.15643	0.98769	0.15833	6.31375	1.01247	6.39245	81
10	0.17365	0.98480	0.17635	5.67123	1.01543	5.75877	80
11	0.19081	0.98163	0.19438	5.14455	1.01872	5.24084	79
12	0.20791	0.97815	0.21256	4.70463	1.02234	4.80973	78
13	0.22495	0.96437	0.23057	4.33148	1.02630	4.44641	77
14	0.24192	0.97030	0.24933	4.01078	1.03061	4.13357	76
15	0.25882	0.96593	0.26795	3.73205	1.03528	3.86370	75
16	0.27564	0.96126	0.28675	3.48711	1.04030	3.62796	74
17	0.29237	0.95630	0.30573	3.27085	1.04569	3.42030	73
18	0.30902	0.95106	0.32492	3.07768	1.05116	3.23607	72
19	0.32557	0.94552	0.34433	2.90421	1.05762	3.07155	71
20	0.34202	0.93969	0.36397	2.74748	1.06418	2.92380	70
21	0.35832	0.93353	0.38386	2.60509	1.07115	2.79043	69
22	0.37461	0.92718	0.40403	2.47509	1.07853	2.66947	68
23	0.39073	0.92050	0.42447	2.35585	1.08636	2.55930	67
24	0.40674	0.91355	0.44523	2.24604	1.09464	2.45859	66
25	0.42262	0.90631	0.46631	2.14451	1.10338	2.36620	65
26	0.43837	0.89879	0.48773	2.05030	1.11260	2.28117	64
27	0.45399	0.89101	0.50953	1.96261	1.12253	2.20269	63
28	0.46947	0.88295	0.53171	1.88073	1.13257	2.13005	62
29	0.48481	0.87462	0.55431	1.80405	1.14335	2.06267	61
30	0.50000	0.86603	0.57735	1.73205	1.15470	2.00000	60
31	0.51504	0.85717	0.60086	1.66423	1.16663	1.94160	59
32	0.52992	0.84805	0.62487	1.60033	1.17918	1.88708	58
33	0.54464	0.83867	0.64941	1.53987	1.19236	1.83508	57
34	0.55919	0.82904	0.67451	1.48256	1.20622	1.78829	56
35	0.57358	0.81915	0.70021	1.42815	1.22077	1.74345	55
36	0.58779	0.80902	0.72654	1.37638	1.23607	1.70130	54

續表

角, 度	sin	cos	tg	ctg	sc	csc	角, 度
37	0.60182	0.79364	0.75355	1.32704	1.25214	1.66154	53
38	0.61566	0.78801	0.75129	1.27994	1.26902	1.62427	52
39	0.62932	0.77715	0.80973	1.23490	1.28676	1.53902	51
40	0.64279	0.76601	0.83910	1.19175	1.30541	1.55572	50
41	0.65606	0.75471	0.86929	1.15037	1.32501	1.52425	49
42	0.66913	0.74314	0.90040	1.11061	1.34563	1.49448	48
43	0.68200	0.73135	0.93252	1.07257	1.36733	1.46623	47
44	0.69466	0.71934	0.96560	1.03553	1.39015	1.43956	46
45	0.70711	0.70711	1.00000	1.00000	1.41421	1.41421	45
角, 度	cos	sin	ctg	tg	csc	sc	角, 度

1-7. 直角三角形的解法

(圖 1-3, a)

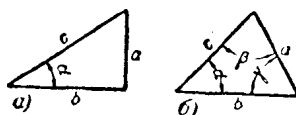


圖 1-3 三角形各元件的符号

a—直角三角形; c—銳角三角形。

已 知	求 未 知 元 件 的 公 式
a 及 α	$\beta = 90^\circ - \alpha$; $c = \frac{a}{\sin \alpha}$; $b = a \cdot \operatorname{ctg} \alpha$
c 及 α	$\beta = 90^\circ - \alpha$; $a = c \cdot \sin \alpha$; $b = c \cdot \cos \alpha$
a 及 c	$\sin \alpha = \cos \beta = \frac{a}{c}$; $b = \sqrt{c^2 - a^2} = c \cdot \cos \alpha = a \cdot \operatorname{ctg} \alpha$
a 及 b	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}$; $\operatorname{tg} \beta = \frac{b}{a}$; $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \frac{b}{\cos \alpha} = \frac{a}{\sin \beta}$

註. a 及 b——兩直角边(鉤及股——譯者); c——斜边(弦——譯者); α 及 β ——对 a 边及 b 边所張的角。

1-8. 銳角三角形的解法

(圖 1-3, b)

已 知	未 知 元 件	求 未 知 元 件 的 公 式
a, b, c, γ	a	$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$; $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a \cdot \sin \gamma}{b - a \cos \gamma}$
a, b, α	β, γ	$\sin \beta = \frac{b \cdot \sin \alpha}{a}$; $\gamma = 180 - (\alpha + \beta)$
a, b, α, β	c	$c = \frac{a \cdot \sin \gamma}{\sin \alpha} = b \cos \alpha \pm \sqrt{a^2 - b^2 \cdot \sin^2 \alpha}$
a, α, β	b, c	$b = a \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$; $c = \frac{a \cdot \sin \gamma}{\sin \alpha}$
a, b, γ	α, β	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a \cdot \sin \gamma}{b - a \cos \gamma}$
b, c, α, γ, β	a	$a = b \cos \gamma + c \cos \beta$; $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$

註. a, b, c——三角形的边; α, β, γ ——a, b, c 三边所对的角。

1-9. 平面几何图形元件的定

名 称	符 号	公 式
等边三角形	a —边; h —高。	$h=0.866a$ $a=1.224h$
直角三角形	a, b —直角边; c —斜边; α, β —锐角; h —高; m 及 n 为斜边的两段。	$\alpha + \beta = 90^\circ$; $c = \sqrt{a^2 + b^2}$; $m = \frac{b^2}{c}$; $n = \frac{a^2}{c}$; $h = \sqrt{mn}$;
菱形	a —边; d_1 —较小的对角线; d_2 —较长的对角线。	$d_1^2 + d_2^2 = 4a^2$
正方形	a —边; d —对角线。	$d = 1.414a$; $a = 0.707d$
圆	r —半径; d —直径; p —圆周长度; S —圆面积。	$\pi = 3.142 = \frac{p}{d}$; $p = \pi d = 3.142d = 2\pi r = 6.28r$; $S = \pi r^2$; $d = 0.318p$
圆的扇形	r —半径; l —弧长; φ —中心角, 度。	$l = \frac{\pi r \varphi}{180} = 0.0174 r \varphi$

1-10. 平面图形面积(S)的决定

名 称	符 号	公 式
锐角三角形	a, b, c —边; α, β, γ — a, b, c 边所对的角; h —垂直于 a 边的高。	$S = \frac{1}{2} ah = \frac{ab \sin \gamma}{2}$
直角三角形	a, b —直角边; c —斜边; α — a 边所对的角。	$S = \frac{ab}{2} = \frac{a^2 \operatorname{ctg} \alpha}{2} = \frac{b^2 \operatorname{tg} \alpha}{2} = \frac{c^2 \sin^2 2\alpha}{4}$
四边形	a, b, c, d —边; d_1 及 d_2 —对角线; φ —对角线间的夹角; h, h_1 —自顶角引至对 角线上的垂线。	$S = \frac{1}{2} (h_1 + h) d_1 = \frac{1}{2} d_1 d_2 \sin \varphi$
梯形	a, b, c —平行边; h —高; d_1, d_2 —对角线。	$S = \frac{h(a+b)}{2} = \frac{d_1 d_2 \sin \varphi}{2}$
平行四边形	a, b —边; h —两 b 边间的距离; d_1, d_2 —对角线; γ —平行四边形的角。	$S = bh = ab \sin \gamma = \frac{d_1 d_2 \sin \gamma}{2}$
菱形	a —菱形边; φ —菱形的角; d_1 及 d_2 —对角线	$S = a^2 \sin \varphi = \frac{d_1 d_2}{2}$

名 称	符 号	公 式
圓	r —半徑; d —直徑; $p=\pi d$ —圓周長度。	$S=\pi r^2=\frac{\pi d^2}{4}=0.7854d^2\approx 0.25pd$
圓環	R 及 r —外半徑及內半徑; D 及 d —对应的外直徑和內直徑; ρ —平均半徑; δ —環的寬。	$S=\pi(R^2-r^2)=\frac{\pi(D^2-d^2)}{4}=2\pi\rho\delta$
圓的扇形	r —半徑; l —弧長; φ° —对应于弧 l 的中心角; 以度表示; φ —对应于半徑弧長的中心角, 等于1弧度。	$S=\frac{lr}{2}=\frac{\varphi^\circ}{360^\circ}\pi r^2=\frac{\varphi r^2}{2}$

1-11. 某些物体的体积和面积的决定

名 称	符 号	公式: 体积(V), 全面积(S_n)及側面积(S_0)
直圓錐体	r —底的半徑; h —高; l —斜边。	$V=\frac{1}{3}\pi r^2h$; $S_0=\pi r\sqrt{r^2+h^2}=\pi rl$; 式中, $l=\sqrt{r^2+h^2}$
圓錐截体	R 及 r —兩底的半徑; h —高; l —斜边。	$V=\frac{1}{3}\pi h(R^2+Rr+r^2)$; 而 $l=\sqrt{h^2+(R-r)^2}$
球体	r —半徑; D —直徑。	$V=\frac{4}{3}\pi r^3=4.188\pi r^3=\frac{1}{6}\pi D^3=0.5235D^3$ $S_n=4\pi r^2=\pi D^2$
空心球体	R 及 r —外半徑及內半徑; D 及 d —外直徑及內直徑。	$V=\frac{4}{3}\pi(R^3-r^3)=\frac{1}{6}\pi(D^3-d^3)$
圓柱环	D —环的平均直徑; R —平均半徑; r —环体的半徑; $d=2r$ 。	$V=2\pi^2 Rr^2=19.8Rr^2=2.43Dd^2$; $S_n=4\pi^2 Rr=39.6Rr=9.86Dd$

第2章 一般技术知識

A. 度量与測量單位間的关系

2-1. 長度、面积与重量

名 称	符 号	以公制为單位 的 值	名 称	符 号	以公制为單位 的 值
1. 長度			英制器=4 夸脱 1 夸脱=2 品脱 1 品脱=4 德耳耳 桶 蒲式耳=8 器	gal qt pt bbl bu	4.54 立升 1.1365 立升 0.5682 立升 119.2 立升 36.37 立升
公里	km	1000 公尺	4. 重量		
公尺=100 公分=1000 公厘	m	0.001 公里	公吨	m	1000 公斤
法定哩=5280 呎	mi	1.6093 公里	公担	q	100 公斤
英制哩=5000 呎	—	1.5240 公里	公斤	kg	1000 克
海哩=6080 呎	—	1.8530 公里	克	g	1000 毫克
地理哩=子午綫的 1/360 度	—	7.4217 公里	英吨=20 公担	tn. lg	1016 公斤
碼=3 呎	yd	0.9144 公尺	英担	—	50.80 公斤
呎=12 吋	ft	0.3048 公尺	斯东=14 磅	cwt	6.35 公斤
1 吋=10 綫	in	2.5400 公分	磅=16 兩	lb	453.59 克
1 綫=100 絲	—	2.5400 公厘	兩	oz	28.35 克
絲	m	0.0254 公厘	短吨(美国)	tn. sh	907.185 公斤
2. 面积			克拉(宝石)	—	0.20 克
平方公里	km ²	100 公亩	5. 压力		
公亩=0.01 km ²	ha	10000 公尺 ²	磅也扎=1 司金/公尺 ²	ns	102 公斤/公尺 ²
平方哩=640 畝	sq. mi	259.00 公亩	巴里亞(微巴)=10 ⁻⁴ ns	δ	10.20 克/公分 ²
畝=4840 平方碼	A	0.4047 公亩	=1 达因/公分 ²		
平方碼=9 平方呎	sq. yd	0.8361 公尺 ²	大气压(技术的)=	am	1.0 公斤/公分 ²
平方呎=144 平方吋	sq. ft	0.0929 公尺 ²	735.5 公厘汞柱=98.067 ns		
平方吋	sq. in	6.452 公分 ²	ns=1 公斤/公分 ²		
圓密尔	cir. mil	6.45 × 10 ⁻⁴ 公厘 ²	旧制大气压=760 公厘汞柱=10133 ns	—	1.033 公斤/公分 ²
3. 体积			公厘汞柱	mmpt. ct.	1.359 克/公分 ²
1) 立方			公尺汞柱=0.1 am	м вод. ст.	0.100 公斤/公分 ²
立方公尺	m ³	1 000 000 公分 ³	磅/吋 ²	lb/sq. ft	4.882 公斤/公尺 ²
立方公分	cm ³	1000 公厘 ³	吋汞柱	—	34.519 克/公分 ²
卡德	cd	3.624 公尺 ³			
记录吨①=100 立方呎	—	2.832 公尺 ³			
立方碼=27 立方呎	—	0.7645 公尺 ³			
2) 液体及散松物体的度量	l	1000 公分 ³			
公升					

① 船舶的容积單位。——譯者註

2-2. 能 量 單 位

單 位 名 称	焦 耳	瓩 时	大 卡	公斤公尺	英 热 單 位
焦耳(дж)=1 瓦-秒	1	2.78 × 10 ⁻⁷	2.39 × 10 ⁻⁴	0.102	948 × 10 ⁻⁶
瓩时(кВтч)	3.6 × 10 ⁶	1	860	3.67 × 10 ⁵	3412
大卡(ккал)	4186	1.16 × 10 ⁻³	1	427	3.969
公斤公尺(кгм)	9.80	2.72 × 10 ⁻⁶	2.34 × 10 ⁻³	1	9.29 × 10 ⁻⁸
英热單位(BTU)	1.05 × 10 ⁻⁴	2.93 × 10 ⁻⁴	0.252	107.6	1
每小时公制馬力(л.с.ч)	—	0.735	—	—	—

2-3. 功率單位

單位名稱	瓦	公斤公尺/秒	公制馬力	英制馬力	大卡/秒
瓦(вт)	1	0.102	1.36×10^{-3}	1.341×10^{-3}	2.39×10^{-4}
公斤公尺/秒(кгм/сек)	9.8	1	1.3×10^{-2}	1.35×10^{-3}	2.34×10^{-3}
公制馬力(л.с.)	736	75	1	0.987	0.176
英制馬力(HP)	745	76	1.013	1	—
大卡/秒(ккал/сек)	4.18×10^3	427	5.69	—	1

2-4. 速率單位

單位名稱	公尺/秒	公里/时	哩/时	浬/时
公尺/秒(м/сек)	1	3.6	2.237	1.903
公里/时(км/ч)	0.278	1	0.62	0.54
哩/时(ми/ч)	0.447	1.609	1	0.86
浬/时	0.514	1.85	1.15	1

2-5. 压力單位

單位名稱	旧制大压 气	技术大压 气	兆巴	磅/吋 ²	汞柱公尺	水柱公尺
旧制大气压(кг/см ²)	1	1.033	1.013	14.69	0.760	10.33
技术大气压(кг/см ²)	0.968	1	0.980	14.22	0.735	10.00
兆巴(мб)	0.987	1.019	1	14.503	0.750	10.197
磅/吋 ² (lb/ин ²)	0.068	0.0703	0.690	1	0.0517	0.703
汞柱公尺(м рт.ст./см ²)	1.315	1.359	1.332	19.33	1	13.596
水柱公尺(м вод.ст./см ²)	0.096	0.100	0.098	1.422	0.073	1

2-6. 溫度計的刻度

度数的换算	以度为單位		
	摄氏温度(°C)	华氏温度(°F)	绝对温度(°K)
	换算刻度的应有度数		
摄氏温度(°C)	—	乘 ⁹ / ₅ , 再加 32	加上 273.1
华氏温度(°F)	减 32, 再乘 ⁵ / ₉	—	加上 459, 再乘 ⁵ / ₉
绝对温度(°K)	减 273.1	乘 ³ / ₅ , 再减 459	—

2-7. 硬 度

硬 度	苏联度	德国度	英国度	一度相当的含量
苏联 1 度	1	1	1.25	100 000 份水中含 1 份氯化钙 (CaO)
德国 1 度	1	1	1.25	100 000 份水中含 1 份氯化钙 (CaO)
英国 1 度	0.8	0.8	1	70 000 份水中含 1 份碳酸钙 (CaCO ₃)

將苏联硬度(或德国度)換算成每公升毫克当量 (M2286/3) 时, 必須將硬度数乘以 0.35663。

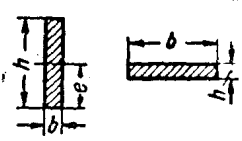
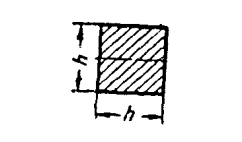
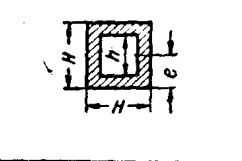
2-8. 标准鮑美度 (B₁₅) 对液体密度絕對值的換算

度 ³ 密/公分	鮑 美 度	度 ³ 密/公分	鮑 美 度	度 ³ 密/公分	鮑 美 度	度 ³ 密/公分	鮑 美 度	度 ³ 密/公分	鮑 美 度	度 ³ 密/公分	鮑 美 度	度 ³ 密/公分	鮑 美 度	度 ³ 密/公分	鮑 美 度
1.00	0.13	1.16	20.10	1.32	35.10	1.55	51.30	1.09	12.03	1.25	28.96	1.41	42.10	1.73	61.00
1.01	1.55	1.17	21.10	1.33	36.00	1.57	52.40	1.10	13.23	1.26	29.87	1.43	43.48	1.75	61.90
1.02	2.95	1.18	22.12	1.34	36.70	1.59	53.60	1.11	14.41	1.27	30.78	1.45	44.87	1.77	62.80
1.03	4.32	1.19	23.14	1.35	37.50	1.61	54.70	1.12	15.57	1.28	31.66	1.47	46.22	1.79	63.70
1.04	5.67	1.20	24.15	1.36	38.30	1.63	55.80	1.13	16.71	1.29	32.52	1.49	47.50	1.81	64.60
1.05	6.99	1.21	25.15	1.37	39.10	1.65	56.90	1.14	17.83	1.30	33.40	1.51	48.80	1.83	65.50
1.06	8.29	1.22	26.12	1.38	39.80	1.67	57.80	1.15	18.93	1.31	34.20	1.53	50.10	1.84	65.90
1.07	9.56	1.23	27.10	1.39	40.57	1.69	59.00	—	—	—	—	—	—	1.85	66.37
1.08	10.80	1.24	28.00	1.40	41.30	1.71	59.99								

取 4°C 时水的密度等于 1 克/公分³。

Б. 材料力学

2-9. 几种截面的惯性矩和阻力矩*

截 面	面积 F, 公分 ²	离重心的距离 e, 公分	惯性矩 J, 公分 ⁴	阻力矩 $W = \frac{J}{e}$, 公分 ³
	bh	$\frac{h}{2} = e$	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$
	h^2	$\frac{h}{2}$	$\frac{h^4}{12}$	$\frac{h^3}{6}$
	$H^2 - h^2$	$\frac{H}{2}$	$\frac{H^4 - h^4}{12}$	$\frac{H^4 - h^4}{6H}$

* 又称抵抗力矩或截面系数。——譯者註