

# 林区公路桥涵设计手册

湖南省林业勘察设计院

1974年长沙

# 毛主席语录

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断的总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

中国人民有志气、有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

# 前 言

在毛主席革命路线指引下，我省林区建设和林业生产日益发展。为了提高桥涵测设水平，加快林区公路建设，我们遵照毛主席“**要认真总结经验**”的教导，在院党委领导下，对原林业部中南林业勘察设计院一九六七年编写的《林区公路小桥涵设计实用手册》进行补充修改。

伟大的无产阶级文化大革命以来，我国工人阶级首创成功的具有独特民族风格的双曲拱桥，已在我省林区普遍采用，这次《手册》修改中，我们注意到这一发展形势，对桥梁部份作了重点的修改补充，同时收集了有关兄弟单位一些新的成果资料。

《手册》共分三篇八章，第一篇基本资料，汇编了常用的计算公式和数表；第二篇涵洞，介绍了林区公路常用各种涵洞的结构和测设；第三篇桥梁，着重介绍了干、浆砌石拱桥和双曲拱桥的结构和设计。根据南方林区公路的特点，一般施工力量薄弱，设备简单，目前对双曲拱桥的施工多采用有支架现浇的方法，故本《手册》对于无支架吊装施工的设计和计算未作介绍。关于汽车荷载，因时间匆促，《手册》中有些图件，未能按公路新技术标准改写，只在各章节有关图件内予以注明，设计采用时，应注意。对于球面矩形扁壳桥及桁架拱桥虽经各方应用，但在理论上尚须进一步研讨，故暂列为附件。

**“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。”**由于我们政治、业务水平所限，《手册》中缺点、错误一定不少，恳切希望广大读者批评指正，以使《手册》得到进一步的充实提高。

《手册》修改过程中，得到兄弟单位的支持和协助，在此表示感谢。

# 第一章 常用数据

# 目 录

## 第一篇 基本资料

第一章 常用数据	( 1 )
§ 1-1 数学常用数据	( 1 )
1-1 常用计算单位与换算	( 1 )
1-2 常 数	( 5 )
1-3 代 数	( 11 )
1-4 几 何	( 13 )
1-5 平面三角	( 19 )
1-6 积分公式	( 26 )
§ 1-2 力学常用数据	( 28 )
2-1 各种断面的力学性质	( 28 )
2-2 组合截面面积, 重心, 静面矩, 惯性矩计算表	( 33 )
2-3 梁式结构的计算公式	( 36 )
§ 1-3 其 它	( 50 )
3-1 各种不同材料间的摩擦系数值	( 50 )
3-2 土的侧压力及侧向膨胀系数值	( 52 )
3-3 粘土的内摩擦角 $\phi$ 和粘着力 $C$	( 52 )
3-4 砌体和混凝土的线胀系数	( 53 )
3-5 各种材料的弹性模量	( 53 )
3-6 各种材料的容许应力	( 54 )
3-7 钢筋混凝土结构最小含筋率的规定	( 59 )
3-8 等截面悬链线恒载及其对 $1/4$ 点力矩( $M_p$ )与拱脚力矩( $M_h$ )	( 60 )
3-9 内插多点公式	( 60 )
3-10 恒载压力线计算及拱轴线校正	( 61 )
3-11 恒载不对称的拱轴系数求法	( 62 )
3-12 等代荷载	( 64 )
3-13 各种钢筋混凝土构件截面偏心受压计算	( 97 )
3-14 钢筋混凝土偏心受压杆件截面的法向应力计算	( 103 )

<b>第二章 主要工程材料</b> .....	(105)
§ 2—1 主要材料每立方米的重量.....	(105)
§ 2—2 钢 材.....	(107)
2—1 圆 钢.....	(107)
2—2 盘 条.....	(108)
2—3 热轧螺纹钢筋.....	(108)
2—4 一般钢丝.....	(110)
2—5 铅丝重量表.....	(110)
2—6 钢丝绳重量表.....	(111)
2—7 螺栓, 蚂蟥钉, 铁钉, 穿钉, 牵钉.....	(113)
2—8 角钢尺寸及重量表.....	(123)
2—9 桥梁常用钢材类别及主要性能表.....	(125)
2—10 弯起钢筋长度计算.....	(126)
2—11 钢筋弯勾搭接长度计算表.....	(128)
2—12 弯起钢筋长度尺寸表.....	(129)
2—13 钢筋焊接接头的类型.....	(130)
§ 2—3 木 材.....	(130)
3—1 木材的一般性质.....	(130)
3—2 原 木.....	(131)
§ 2—4 水泥及石灰.....	(144)
4—1 水 泥.....	(144)
4—2 石 灰.....	(149)
§ 2—5 石料, 碎石及砂.....	(151)
5—1 石 料.....	(151)
5—2 碎石及砂.....	(153)
§ 2—6 砂浆、混凝土及沥青防腐剂.....	(154)
6—1 砂 浆.....	(154)
6—2 混 凝 土.....	(158)
6—3 沥青浆膏.....	(165)
§ 2—7 环氧树脂水泥胶.....	(166)

## 第二篇 涵 洞

<b>第三章 涵洞的勘测与设计</b> .....	(167)
§ 3—1 涵洞的勘测与选择.....	(167)
§ 3—2 涵洞的泄水能力及其水力性能表.....	(171)

§ 3—3	涵洞长度与八字墙洞口计算	(183)
§ 3—4	涵洞进出水口沟槽的处理	(186)
§ 3—5	浆砌圬工涵洞	(193)
§ 3—6	干砌涵洞	(212)
<b>第四章</b>	<b>涵洞的特殊设计与涵洞基础及人工地基</b>	<b>(219)</b>
§ 4—1	陡坡涵洞	(219)
§ 4—2	斜交涵洞	(228)
§ 4—3	涵洞基础与人工地基	(238)

## 第三篇 桥 梁

<b>第五章</b>	<b>石拱桥</b>	<b>(245)</b>
§ 5—1	浆砌石拱桥	(245)
§ 5—2	干砌石拱桥	(253)
<b>第六章</b>	<b>双曲拱桥</b>	<b>(263)</b>
§ 6—1	双曲拱桥的构造	(263)
§ 6—2	双曲拱桥的计算	(269)
	一、拱桥设计计算手册方法	(270)
	二、无锡设计计算方法	(294)
§ 6—3	双曲拱桥设计例题	(305)
	一、拱桥设计计算手册方法	(305)
	1. 等截面圆弧无肋双曲拱桥设计例题 ( $L_0 = 15.0$ 米)	(305)
	2. 等截面悬链线空腹双曲拱桥设计例题 ( $L_0 = 30.0$ 米)	(313)
	二、无锡设计计算方法	(328)
	等截面悬链线双曲拱桥设计例题 ( $L_0 = 30.0$ 米)	(328)
§ 6—4	双曲拱桥上部构造设计资料汇总表	(333)
<b>第七章</b>	<b>拱架及拱桥圬工体积计算</b>	<b>(341)</b>
§ 7—1	拱架	(341)
§ 7—2	拱桥圬工体积计算	(344)
<b>第八章</b>	<b>钢筋混凝土桥</b>	<b>(353)</b>
§ 8—1	钢筋混凝土简支梁桥	(353)
§ 8—2	无横隔梁的少筋微弯版组合梁桥	(368)

## 附 件

附一:	球面矩形扁壳桥	(385)
附二:	桁架拱桥	(411)

# 第一篇 基本资料

## 第一章 常用数据

### § 1-1 数学常用数据

#### 1-1 常用计算单位与换算

1. 计 量 单 位

表 1-1

类别	长 度	面 积	体 积, 容 量	重 量
公 制	1 公里(千米) $km = 10$ 百米 1 百米 = 10 十米 (hm) 1 十米 = 10 米 (dam) 1 米 = 10 分米 (m) 1 分米 = 10 厘米 (dm) 1 厘米 = 10 毫米 (cm) 1 毫米 = 10 丝米 (mm) 1 丝米 = 10 忽米 (dmm) 1 忽米 = 10 微米 (cmm)	1 平方公里 = 100 平方百米 1 平方百米(公顷) = 100 平方十米 1 平方十米(公亩) = 100 平方米 1 平方米 = 100 平方分米 1 平方分米 = 100 平方厘米 1 平方厘米 = 100 平方毫米	1 立方米 = 1,000 立方分米 1 立方分米 = 1,000 立方厘米 1 立方厘米 = 1,000 立方毫米 1 千升(立方米) = 10 百升 1 百升(公石) = 10 + 升(公斗) 1 + 升 = 10 升(立方分米) 1 分升 = 10 厘升 1 厘升 = 10 毫升	1 吨 = 10 担 1 担 = 100 公斤 1 公斤(千克) = 10 百克 1 + 克 = 10 克 1 克 = 10 分克 1 分克 = 10 厘克 1 厘克 = 10 毫克
中 国 市 制	1 里 = 15 引 1 引 = 10 丈 1 丈 = 10 尺 1 尺 = 10 寸 1 寸 = 10 分 1 分 = 10 厘	1 平方里 = 3.75 顷 1 顷 = 10 亩 1 亩 = 10 市 1 市 = 10 分 1 分 = 10 厘 1 亩 = 6,000 平方尺	1 石 = 2 斛 1 斛 = 5 斗 1 斗 = 10 升 1 升 = 10 合 1 合 = 10 勺 1 勺 = 10 撮	1 担 = 100 斤 1 斤 = 10 两 1 两 = 10 钱 1 钱 = 10 分 1 分 = 10 厘 1 厘 = 10 毫
英 美 制	1 哩 = 320 杆 1 杆 = 5.5 码 1 码 = 3 呎 1 呎 = 12 吋 1 吋 = 8 吩	1 平方哩 = 640 英亩 1 英亩 = 4,840 方码 1 方码 = 9 方呎 1 方呎 = 144 方吋 1 方吋 = 64 方吩	1 立方码 = 27 立方呎 1 立方呎 = 1,728 立方吋 1 加仑 = 4 瓜脱 1 瓜脱 = 2 品脱 1 品脱 = 4 及尔	1 长吨 = 20 会 = 2,240 磅 1 短吨 = 2,000 磅 1 会 = 112 磅 1 磅 = 160 两
日 制	1 里 = 36 町 1 町 = 36 丈 1 丈 = 10 尺 1 尺 = 10 寸 1 寸 = 10 分 (1 尺 = 0.3030 米)	1 町 = 10 反(段) 1 反 = 10 亩 1 亩 = 30 步(坪) 1 步 = 36 方尺 (1 亩 = 99.17 平方米)	1 石 = 10 斗 1 斗 = 10 升 1 升 = 10 合 1 合 = 10 勺 (1 斗升 = 1.8033 公升)	1 贯 = 6.25 斤 1 斤 = 160 两 1 两 = 10 分 1 分 = 10 厘 (1 贯 = 3.75 公斤) (1 斤 = 600 克)



2. 长度换算

表 1-2

厘	米	1	100	33.33	2.54	30.48			
米		0.01	1	1.000	0.3333	0.0039	0.3937	0.9144	1609.3
公	里		0.001	1		0.5			1.6093
尺		0.03	3	3.000		1.500	0.0762	0.3144	2.7432
里			0.002	2		1			3.2127
吋		0.3937	39.37	39.370	13.125		1	12	36
呎		0.0328	3.2808	3280.8	1.0936	1.640	0.0845		3
码			1.0936	1093.6	0.3048	546.58	0.0273	0.3332	
哩				0.6214		0.3107			
哩				0.5730		0.2608			
									0.8684

3 面积换算

表 1-3

厘	米 <sup>2</sup>	1	10.000		1111.1		6.4516	929.03	
米 <sup>2</sup>		0.001	1	100	0.1111	666.67		0.0929	4046.3
公	亩		0.01	1	10.000	6.6667	2.560		40.469
公	里 <sup>2</sup>		0.0001	1			0.25		
尺 <sup>2</sup>		0.0009	9	900		3.000	0.0058	0.8351	36.122
亩			0.0015	0.15	1.500		375	0.0014	6.0705
里 <sup>2</sup>			0.0004	4					
吋 <sup>2</sup>		0.155	1550		172.22			1	144
呎 <sup>2</sup>			10.764	1076.4	1.196	7.176	0.0089		23.560
英	亩		0.0047	47.11		0.1647	61.765		

4. 体积、容量换算

表 1-4

厘	米	1		1.000		16.387		
米 <sup>3</sup>			1	0.001	0.637			0.0283
公	升、升		1.000	1	37.658	0.0164		28.317
尺 <sup>3</sup>			27	9.027	1	0.0004		0.7646
吋 <sup>3</sup>		0.061	61.027	61.027	1.260		1	1.725
呎 <sup>3</sup>			35.315	35.315	1.353	0.0005		

5. 重量换算表

表1-5

克	1	1.000		50	500		28.35	453.59			
公斤	0.001	1	1.000	0.05	0.5	50	0.0284	0.4536	907.19	1.016	
吨		0.001	1			0.05			0.9072	1.016	
两	0.02	20		1	10	1.000	0.567	9.072			
斤	0.002	2	2.000	0.1	1	100	0.0567	0.9072	1814.4	2032.1	
担		0.02	20		0.01	1			18.144	20.321	
晒(盎司)	0.0353	35.274	35274	1.7637	17.637	1763.7		16			
磅	0.0022	2.2046	2204.6	0.1102	1.1025	110.25	0.0625	1	2.000	2.240	
美(短)吨			1.1023			0.0551				1	1.12
英(长)吨			0.9342			0.0492			0.8929	1	

6. 力或重力换算

表1-6

达因	牛	公斤(力)	磅(力)
1	$10^{-5}$	$1.0192 \times 10^{-6}$	$2.247 \times 10^{-6}$
$10^5$	1	$1.0192 \times 10^{-1}$	$2.247 \times 10^{-1}$
$9.80665 \times 10^5$	9.80665	1	2.2046
$4.447 \times 10^5$	4.447	0.4536	1

7. 瓩(KW)与马力(HP)换算

表1-7

KW	中项	HP	KW	中项	HP
0.746	1	1.340	9.325	12.50	16.750
1.119	1.5	2.010	11.190	15	20.108
1.194	1.6	2.144	14.920	20	26.808
1.492	2	2.680	18.650	25	33.500
1.641	2.2	2.948	22.380	30	40.200
1.865	2.5	3.350	25.872	32	42.800
2.238	3	4.020	26.110	35	46.890
2.984	4	5.380	29.840	40	53.600
3.730	5	6.700	33.570	45	60.300
4.478	6	8.040	37.350	50	67.000
4.774	6.4	8.576	44.760	60	80.400
5.222	7	9.380	52.220	70	93.800
5.595	7.5	10.050	55.930	75	100.500
5.968	8	10.723	59.680	80	107.200
6.714	9	12.030	67.140	90	120.600
7.460	10	13.404	74.600	100	134.000

注: 以中项为主, 中项作KW时, 其右项为马力数; 中项作马力时, 其左项为瓩。

如7.5HP = 5.595瓩, 7.5KW = 10.05马力。

8. 水高及压力换算

表1-8

水高或水柱			水银柱		压力		大气压
米	呎	吋	厘米	吋	公斤/厘米 <sup>2</sup>	磅/吋 <sup>2</sup>	
1	3.2808	39.37	7.553	2.895	0.10	1.422	0.09675
0.3048	1	12	2.2431	0.882	0.0305	0.433	0.02949
0.0254	0.0833	1	0.1858	0.0735	0.00254	0.036	0.00246
0.1360	0.4462	5.354	1	0.3937	0.0136	0.1934	0.01316
0.3454	1.133	13.6	2.54	1	0.03445	0.49	0.03342
10	32.808	393.7	75.53	28.95	1	14.22	0.9675
0.703	2.3065	27.678	5.17	2.035	0.0073	1	0.068
10.334	33.902	408.86	76	29.92	1.0334	14.7	1

9. 流量换算

表1-9

公斤/秒	吨/分	磅/分	呎 <sup>3</sup> /分	英加仑/分	美加仑/分
1	0.06	132.2	2.119	13.20	15.85
16.66	1	2205	35.32	220	264.2
0.00/56	0.00045	1	0.016	0.0998	0.1198
0.6719	0.02832	62.43	1	6.229	7.48
0.07577	0.00455	10.02	0.1605	1	1.201
0.06309	0.00378	8.365	0.1337	0.8327	1

## 1-2 常 数

### 1. 圆 周 率 ( $\pi$ )

### 表 1-10

$\pi = 3.14159$	$2/\pi = 0.63662$	$\sqrt{\pi} = 1.77245$
$\pi/2 = 1.57080$	$1/\pi = 0.31831$	$2/\sqrt{\pi} = 1.46459$
$\pi/3 = 1.04720$	$1/2\pi = 0.15916$	$1/\pi^2 = 0.10132$
$\pi/4 = 0.78540$	$1/3\pi = 0.10610$	$1/\sqrt{\pi} = 0.5649$
$\pi/6 = 0.52360$	$1/4\pi = 0.07958$	$\sqrt{2/\pi} = 2.50663$
$\pi/180 = 0.01745$	$\pi^2 = 9.86960$	$\sqrt{\pi/2} = 1.25331$
$180/\pi = 57.29578$	$2\pi^2 = 19.73921$	$\sqrt{2/\pi} = 0.79788$

### 2. 自 然 对 数 底 ( $e$ )

$e = 2.71828$	$2/\sqrt{e} = 1.39561$	$1/\sqrt{e} = 0.60655$
$e^2 = 7.38906$	$1/e = 0.36788$	$1/2/\sqrt{e} = 0.71653$
$\sqrt{e} = 1.64872$	$1/e^2 = 0.13533$	

### 3. 弧 度

$$1 \text{ 弧度} = 180^\circ/\pi = 57.29578^\circ = 57^\circ 17' 44.81''$$

$$1^\circ = \pi/180^\circ \text{ 弧度} = 0.017453 \text{ 弧度}$$

### 4. 角 度 化 弧 度

### 表 1-11

角	弧	分	弧	秒	弧
1°	0.017453	1'	0.000291	1"	0.000005
2°	0.034907	2'	0.000582	2"	0.000010
3°	0.052360	3'	0.000873	3"	0.000015
4°	0.069813	4'	0.001164	4"	0.000019
5°	0.087266	5'	0.001454	5"	0.000024
6°	0.104720	6'	0.001745	6"	0.000029
7°	0.122173	7'	0.002036	7"	0.000034
8°	0.139626	8'	0.002327	8"	0.000039
9°	0.157080	9'	0.002618	9"	0.000044
10°	0.174533	10'	0.002909	10"	0.000048
20°	0.349066	20'	0.005818	20"	0.000097
30°	0.523599	30'	0.008727	30"	0.000145
40°	0.698132	40'	0.011636	40"	0.000194
50°	0.872665	50'	0.014544	50"	0.000242

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0255	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	1133	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430
14	1461	1492	1525	1558	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	3483	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	5059	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	5785
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	6148	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
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618
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	6928	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

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551
57	7559	7568	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	7868	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	8254
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	9688	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

## 6. 自然对数

表1—13

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.0	0.0000	0.0100	0.0198	0.0296	0.0392	0.0488	0.0585	0.0677	0.0770	0.0862
1.1	0.0953	0.1044	0.1133	0.1222	0.1310	0.1398	0.1484	0.1570	0.1655	0.1740
1.2	0.1823	0.1906	0.1989	0.2070	0.2151	0.2231	0.2311	0.2390	0.2469	0.2546
1.3	0.2624	0.2700	0.2776	0.2852	0.2927	0.3001	0.3075	0.3148	0.3221	0.3293
1.4	0.3365	0.3436	0.3507	0.3577	0.3646	0.3716	0.3784	0.3853	0.3920	0.3988
1.5	0.4055	0.4121	0.4187	0.4253	0.4318	0.4383	0.4447	0.4511	0.4574	0.4637
1.6	0.4700	0.4762	0.4824	0.4886	0.4947	0.5008	0.5068	0.5128	0.5188	0.5247
1.7	0.5306	0.5365	0.5423	0.5481	0.5539	0.5596	0.5653	0.5710	0.5766	0.5822
1.8	0.5878	0.5933	0.5988	0.6043	0.6098	0.6152	0.6206	0.6259	0.6313	0.6366
1.9	0.6419	0.6471	0.6523	0.6575	0.6627	0.6678	0.6729	0.6780	0.6831	0.6881
2.0	0.6931	0.6981	0.7031	0.7080	0.7129	0.7178	0.7227	0.7275	0.7324	0.7372
2.1	0.7419	0.7467	0.7514	0.7561	0.7608	0.7655	0.7701	0.7747	0.7793	0.7839
2.2	0.7885	0.7930	0.7975	0.8020	0.8065	0.8109	0.8154	0.8198	0.8242	0.8286
2.3	0.8329	0.8372	0.8416	0.8459	0.8502	0.8544	0.8587	0.8629	0.8671	0.8713
2.4	0.8755	0.8796	0.8838	0.8879	0.8920	0.8961	0.9002	0.9042	0.9083	0.9123
2.5	0.9163	0.9203	0.9243	0.9282	0.9322	0.9361	0.9400	0.9439	0.9478	0.9517
2.6	0.9555	0.9594	0.9632	0.9670	0.9708	0.9746	0.9783	0.9821	0.9858	0.9895
2.7	0.9933	0.9969	1.0006	1.0043	1.0080	1.0116	1.0152	1.0188	1.0225	1.0260
2.8	1.0298	1.0332	1.0367	1.0403	1.0438	1.0473	1.0508	1.0543	1.0578	1.0613
2.9	1.0647	1.0682	1.0716	1.0750	1.0784	1.0818	1.0852	1.0886	1.0919	1.0953
3.0	1.0986	1.1019	1.1053	1.1086	1.1119	1.1151	1.1184	1.1217	1.1248	1.1282
3.1	1.1314	1.1346	1.1378	1.1410	1.1442	1.1474	1.1506	1.1537	1.1569	1.1600
3.2	1.1632	1.1663	1.1694	1.1725	1.1756	1.1787	1.1817	1.1848	1.1878	1.1909
3.3	1.1939	1.1969	1.2000	1.2030	1.2060	1.2090	1.2119	1.2149	1.2179	1.2208
3.4	1.2238	1.2267	1.2296	1.2326	1.2355	1.2384	1.2413	1.2442	1.2470	1.2499
3.5	1.2528	1.2556	1.2585	1.2613	1.2641	1.2669	1.2698	1.2726	1.2754	1.2782
3.6	1.2809	1.2837	1.2865	1.2892	1.2920	1.2947	1.2975	1.3002	1.3029	1.3056
3.7	1.3083	1.3110	1.3137	1.3164	1.3191	1.3218	1.3244	1.3271	1.3297	1.3324
3.8	1.3350	1.3376	1.3403	1.3429	1.3455	1.3481	1.3507	1.3533	1.3558	1.3584
3.9	1.3610	1.3635	1.3661	1.3686	1.3712	1.3737	1.3762	1.3788	1.3813	1.3838
4.0	1.3863	1.3888	1.3913	1.3938	1.3962	1.3987	1.4012	1.4036	1.4061	1.4085
4.1	1.4110	1.4134	1.4159	1.4183	1.4207	1.4231	1.4255	1.4279	1.4303	1.4327
4.2	1.4351	1.4375	1.4398	1.4422	1.4446	1.4469	1.4493	1.4516	1.4540	1.4563
4.3	1.4586	1.4609	1.4633	1.4656	1.4679	1.4702	1.4725	1.4748	1.4770	1.4793
4.4	1.4816	1.4839	1.4861	1.4884	1.4907	1.4929	1.4951	1.4974	1.4996	1.5019
4.5	1.5041	1.5063	1.5085	1.5107	1.5129	1.5151	1.5173	1.5195	1.5217	1.5239
4.6	1.5261	1.5282	1.5304	1.5326	1.5347	1.5368	1.5390	1.5412	1.5433	1.5454
4.7	1.5476	1.5497	1.5518	1.5539	1.5560	1.5581	1.5602	1.5623	1.5644	1.5665
4.8	1.5686	1.5707	1.5728	1.5748	1.5769	1.5789	1.5810	1.5831	1.5851	1.5872
4.9	1.5892	1.5913	1.5933	1.5953	1.5974	1.5994	1.6014	1.6034	1.6054	1.6074
5.0	1.6094	1.6114	1.6134	1.6154	1.6174	1.6194	1.6214	1.6233	1.6253	1.6273
5.1	1.6292	1.6312	1.6332	1.6351	1.6371	1.6390	1.6409	1.6429	1.6448	1.6467
5.2	1.6487	1.6506	1.6525	1.6544	1.6563	1.6582	1.6601	1.6620	1.6639	1.6658
5.3	1.6677	1.6696	1.6715	1.6734	1.6752	1.6771	1.6790	1.6808	1.6827	1.6845
5.4	1.6864	1.6882	1.6901	1.6919	1.6938	1.6956	1.6974	1.6993	1.7011	1.7029
5.5	1.7045	1.7066	1.7084	1.7102	1.7120	1.7138	1.7156	1.7174	1.7192	1.7210
5.6	1.7228	1.7246	1.7263	1.7281	1.7299	1.7317	1.7334	1.7352	1.7370	1.7387
5.7	1.7405	1.7422	1.7440	1.7457	1.7475	1.7492	1.7509	1.7527	1.7544	1.7561
5.8	1.7579	1.7596	1.7613	1.7630	1.7647	1.7664	1.7681	1.7699	1.7716	1.7733
5.9	1.7750	1.7766	1.7783	1.7800	1.7817	1.7834	1.7851	1.7867	1.7884	1.7901

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6.0	1.7918	1.7934	1.7951	1.7967	1.7984	1.8001	1.8017	1.8034	1.8050	1.8066
6.1	1.8083	1.8099	1.8116	1.8132	1.8148	1.8165	1.8181	1.8197	1.8213	1.8229
6.2	1.8245	1.8262	1.8278	1.8294	1.8310	1.8326	1.8342	1.8358	1.8374	1.8390
6.3	1.8405	1.8421	1.8437	1.8453	1.8469	1.8485	1.8500	1.8516	1.8532	1.8547
6.4	1.8563	1.8579	1.8594	1.8610	1.8625	1.8641	1.8656	1.8672	1.8687	1.8703
6.5	1.8718	1.8735	1.8749	1.8764	1.8779	1.8795	1.8810	1.8820	1.8840	1.8856
6.6	1.8871	1.8888	1.8901	1.8916	1.8931	1.8946	1.8961	1.8976	1.8991	1.9006
6.7	1.9021	1.9036	1.9051	1.9066	1.9081	1.9095	1.9110	1.9125	1.9140	1.9155
6.8	1.9169	1.9184	1.9199	1.9213	1.9228	1.9242	1.9257	1.9272	1.9286	1.9301
6.9	1.9315	1.9336	1.9344	1.9359	1.9375	1.9387	1.9402	1.9416	1.9430	1.9445
7.0	1.9459	1.9473	1.9488	1.9502	1.9516	1.9530	1.9544	1.9559	1.9573	1.9587
7.1	1.9601	1.9615	1.9629	1.9643	1.9657	1.9671	1.9685	1.9699	1.9713	1.9727
7.2	1.9741	1.9755	1.9769	1.9782	1.9796	1.9810	1.9824	1.9838	1.9851	1.9865
7.3	1.9879	1.9892	1.9906	1.9920	1.9933	1.9947	1.9961	1.9974	1.9988	2.0001
7.4	2.0015	2.0028	2.0042	2.0055	2.0069	2.0082	2.0096	2.0109	2.0122	2.0136
7.5	2.0149	2.0162	2.0176	2.0189	2.0202	2.0215	2.0229	2.0242	2.0255	2.0268
7.6	2.0281	2.0295	2.0308	2.0321	2.0334	2.0347	2.0360	2.0373	2.0386	2.0399
7.7	2.0412	2.0425	2.0438	2.0451	2.0464	2.0477	2.0490	2.0503	2.0516	2.0529
7.8	2.0541	2.0554	2.0567	2.0580	2.0592	2.0605	2.0618	2.0631	2.0643	2.0656
7.9	2.0669	2.0687	2.0691	2.0707	2.0719	2.0732	2.0744	2.0757	2.0769	2.0782
8.0	2.0794	2.0807	2.0819	2.0832	2.0844	2.0857	2.0869	2.0882	2.0894	2.0906
8.1	2.0919	2.0931	2.0943	2.0956	2.0968	2.0980	2.0992	2.1005	2.1017	2.1029
8.2	2.1041	2.1054	2.1066	2.1078	2.1090	2.1102	2.1114	2.1126	2.1138	2.1150
8.3	2.1163	2.1175	2.1187	2.1199	2.1211	2.1223	2.1235	2.1247	2.1258	2.1270
8.4	2.1282	2.1294	2.1306	2.1318	2.1330	2.1342	2.1353	2.1365	2.1377	2.1389
8.5	2.1401	2.1412	2.1424	2.1436	2.1448	2.1459	2.1471	2.1483	2.1494	2.1506
8.6	2.1518	2.1529	2.1541	2.1552	2.1564	2.1576	2.1587	2.1599	2.1610	2.1622
8.7	2.1633	2.1645	2.1656	2.1668	2.1679	2.1691	2.1702	2.1713	2.1725	2.1736
8.8	2.1748	2.1759	2.1770	2.1782	2.1793	2.1804	2.1815	2.1827	2.1838	2.1849
8.9	2.1861	2.1872	2.1883	2.1894	2.1905	2.1917	2.1928	2.1939	2.1950	2.1961
9.0	2.1972	2.1983	2.1994	2.2006	2.2017	2.2028	2.2039	2.2050	2.2061	2.2072
9.1	2.2083	2.2094	2.2105	2.2116	2.2127	2.2138	2.2148	2.2159	2.2170	2.2181
9.2	2.2192	2.2203	2.2214	2.2225	2.2235	2.2246	2.2257	2.2268	2.2279	2.2289
9.3	2.2300	2.2311	2.2322	2.2332	2.2343	2.2354	2.2364	2.2375	2.2386	2.2396
9.4	2.2407	2.2418	2.2428	2.2439	2.2450	2.2460	2.2471	2.2481	2.2492	2.2502
9.5	2.2513	2.2523	2.2534	2.2544	2.2555	2.2565	2.2576	2.2586	2.2597	2.2607
9.6	2.2618	2.2628	2.2638	2.2649	2.2659	2.2670	2.2680	2.2690	2.2701	2.2711
9.7	2.2721	2.2731	2.2742	2.2752	2.2762	2.2773	2.2783	2.2793	2.2803	2.2814
9.8	2.2824	2.2834	2.2844	2.2854	2.2865	2.2875	2.2885	2.2895	2.2905	2.2915
9.9	2.2925	2.2935	2.2946	2.2956	2.2966	2.2976	2.2986	2.2996	2.3006	2.3016

m	$\ln 10^m$
1	2.3026
2	4.6052
3	6.9078
4	9.2103
5	11.5128

例。

$$\ln 862 = \ln 8.62 + \ln 10^2 = 2.1541 - 4.6052 = 6.7593;$$

$$\ln 0.0862 = \ln 8.62 - \ln 10^2 = 2.1541 - 4.6052 = -2.4511.$$



7. 弓形元素表 (半径等于1的弓形的弧长、弦长、矢高及面积)

表1-14

圆心角	弧长	矢高	弦长	$a$	弓形	圆心角	弧长	矢高	弦长	$a$	弓形
$\alpha^\circ$	$l$	$h$	$a$	$h$	面积	$\alpha^\circ$	$l$	$h$	$a$	$h$	面积
2	0.0349	0.0002	0.0349	225.18	0.00000	92	1.6057	0.3053	1.4337	4.71	0.30516
4	0.0698	0.0006	0.0698	114.58	0.00003	94	1.6406	0.3183	1.4627	4.69	0.32152
6	0.1047	0.0014	0.1047	78.38	0.00010	96	1.6755	0.3309	1.4863	4.49	0.34050
8	0.1396	0.0024	0.1395	57.27	0.00025	98	1.7104	0.3439	1.5094	4.39	0.36006
10	0.1745	0.0038	0.1743	45.81	0.00044	100	1.7453	0.3572	1.5321	4.29	0.38026
12	0.2094	0.0055	0.2091	38.16	0.00076	102	1.7862	0.3707	1.5545	4.19	0.40104
14	0.2443	0.0075	0.2437	32.70	0.00121	104	1.8151	0.3845	1.5760	4.10	0.42242
16	0.2793	0.0097	0.2785	28.60	0.00181	106	1.8500	0.3982	1.5973	4.01	0.44439
18	0.3142	0.0123	0.3123	25.41	0.00257	108	1.8850	0.4122	1.6180	3.93	0.46895
20	0.3491	0.0152	0.3473	22.86	0.00352	110	1.9199	0.4264	1.6385	3.84	0.49008
22	0.3840	0.0184	0.3816	20.77	0.00468	112	1.9548	0.4408	1.6581	3.78	0.51379
24	0.4189	0.0219	0.4158	18.03	0.00607	114	1.9897	0.4554	1.6773	3.68	0.53806
26	0.4538	0.0258	0.4499	17.55	0.00771	116	2.0246	0.4701	1.6961	3.61	0.56289
28	0.4887	0.0297	0.4838	16.29	0.00961	118	2.0595	0.4850	1.7143	3.53	0.58827
30	0.5236	0.0341	0.5176	15.19	0.01180	120	2.0944	0.5000	1.7321	3.46	0.61418
32	0.5585	0.0387	0.5513	14.23	0.01429	122	2.1293	0.5152	1.7492	3.40	0.64065
34	0.5934	0.0437	0.5847	13.38	0.01711	124	2.1642	0.5305	1.7659	3.33	0.66759
36	0.6283	0.0489	0.6180	12.63	0.02027	126	2.1991	0.5460	1.7820	3.25	0.69505
38	0.6632	0.0543	0.6511	11.95	0.02378	128	2.2340	0.5616	1.7976	3.20	0.72301
40	0.6981	0.0603	0.6840	11.34	0.02767	130	2.2689	0.5774	1.8126	3.14	0.75144
42	0.7330	0.0668	0.7167	10.79	0.03195	132	2.3038	0.5937	1.8271	3.08	0.78034
44	0.7679	0.0728	0.7492	10.29	0.03664	134	2.3387	0.6093	1.8410	3.02	0.80970
46	0.8029	0.0785	0.7815	9.83	0.04176	136	2.3736	0.6254	1.8544	2.97	0.83949
48	0.8378	0.0865	0.8155	9.41	0.04731	138	2.4086	0.6416	1.8672	2.91	0.86971
50	0.8727	0.0957	0.8492	9.02	0.05331	140	2.4435	0.6580	1.8794	2.86	0.90034
52	0.9076	0.1012	0.8767	8.66	0.05978	142	2.4784	0.6744	1.8910	2.80	0.93135
54	0.9425	0.1090	0.9080	8.33	0.06673	144	2.5132	0.6910	1.9021	2.75	0.96274
56	0.9774	0.1171	0.9389	8.02	0.07417	146	2.5482	0.7076	1.9126	2.70	0.99449
58	1.0123	0.1254	0.9696	7.73	0.08212	148	2.5831	0.7244	1.9225	2.65	1.02658
60	1.0472	0.1340	1.0000	7.46	0.09059	150	2.6180	0.7412	1.9319	2.61	1.05900
62	1.0821	0.1428	1.0301	7.21	0.09958	152	2.6529	0.7581	1.9406	2.58	1.09171
64	1.1170	0.1520	1.0598	6.97	0.10911	154	2.6878	0.7750	1.9487	2.51	1.12472
66	1.1519	0.1613	1.0893	6.75	0.11919	156	2.7227	0.7921	1.9563	2.47	1.15789
68	1.1868	0.1710	1.1184	6.54	0.12982	158	2.7576	0.8092	1.9633	2.43	1.19151
70	1.2217	0.1808	1.1472	6.34	0.14102	160	2.7925	0.8264	1.9696	2.38	1.22525
72	1.2566	0.1910	1.1756	6.16	0.15279	162	2.8274	0.8436	1.9754	2.34	1.25921
74	1.2915	0.2014	1.2036	5.98	0.16514	164	2.8623	0.8608	1.9805	2.30	1.29335
76	1.3265	0.2120	1.2313	5.81	0.17808	166	2.8972	0.8781	1.9851	2.26	1.32766
78	1.3614	0.2229	1.2586	5.65	0.19160	168	2.9321	0.8955	1.9890	2.22	1.36212
80	1.3963	0.2340	1.2856	5.49	0.20573	170	2.9671	0.9128	1.9924	2.18	1.39671
82	1.4312	0.2453	1.3121	5.35	0.22045	172	3.0020	0.9302	1.9951	2.14	1.43140
84	1.4661	0.2569	1.3383	5.21	0.23578	174	3.0369	0.9477	1.9973	2.11	1.46617
86	1.5010	0.2686	1.3640	5.08	0.25171	176	3.0718	0.9651	1.9988	2.07	1.50101
88	1.5359	0.2807	1.3893	4.95	0.26825	178	3.1067	0.9825	1.9997	2.04	1.53589
90	1.5708	0.2929	1.4142	4.83	0.28540	180	3.1416	1.0000	2.0000	2.00	1.57080

注: 所求弓形面积 = 表内  $\times$  半径的平方