

钢铁厂工业炉设计 参考资料

上 册

冶金工业出版社

TF062

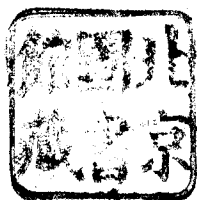
1
3:1

钢铁厂工业炉设计参考资料

上 册

《钢铁厂工业炉设计参考资料》编写组

6242/27



冶金工业出版社

639350

内 容 提 要

本书分上、下两册出版。

上册内容包括：燃料与燃烧、气体流动计算、传热、钢材加热与冷却、燃烧装置、预热器以及与工业炉设计有关的常用数据。

下册内容包括：均热炉、连续式加热炉、步进式炉、罩式炉、环形炉、辊底式炉、带钢连续处理炉等工业炉的设计资料。

本书供钢铁工厂工业炉设计人员使用，亦可供机械、国防、化工系统工业炉设计人员、热工技术人员和大专院校冶金炉专业师生参考。

钢铁厂工业炉设计参考资料

(上 册)

《钢铁厂工业炉设计参考资料》编写组

(限国内发行)

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 43 1/2 字数 1,451 千字

1979年5月第一版 1979年5月第一次印刷

印数00,001~13,400册

统一书号：15062·3386 定价(科四) 5.20元

前 言

建国以来，在毛主席革命路线指引下，我国钢铁工业得到了很大的发展。当前，钢铁工业战线上的广大职工认真贯彻执行党的十一大路线，高举毛主席的伟大旗帜，为把钢铁工业迅速搞上去，为把我国建成社会主义的现代化强国而奋斗。为了适应钢铁工业迅速发展的需要，我们在总结二十多年来我国钢铁厂工业炉生产和建设经验的基础上，编写了《钢铁厂工业炉设计参考资料》一书，供有关设计人员使用和参考。

全书分上、下两册出版。上册主要内容是工业炉计算和部件设计的资料；下册主要内容是工业炉炉型设计资料。此外，还选录了部分国外有关资料，可供读者参考和借鉴。

本书由北京钢铁设计院主编。参加编写的单位有重庆钢铁设计院、武汉钢铁设计院、鞍山钢铁设计院、包头钢铁设计院、马鞍山钢铁公司设计院和北京冶金设计公司。

由于我们水平有限，书中还会存在一些缺点和错误，诚恳希望读者批评指正。

在编写过程中，编写人员深入现场调查研究，曾得到有关部门的大力支援和帮助，在此谨致谢意。

《钢铁厂工业炉设计参考资料》编写组

1977年10月

目 录

第一篇 工业炉常用设计资料

第一章 常用数值和公式	1
第一节 计量单位换算	1
一、长度单位换算	1
二、面积单位换算	1
三、容积单位换算	1
四、重量单位换算	2
五、力的单位换算	2
六、压强单位换算	2
七、功、能量和热量单位换算	3
八、功率单位换算	3
九、温度换算	3
十、粘度单位及换算	7
第二节 常用数值和公式	9
一、各种温度的 $\left(\frac{T}{100}\right)^3$ 、 $\left(\frac{T}{100}\right)^4$ 计算值	9
二、各种温度的 $1+\beta t$ 和 $\frac{1}{1+\beta t}$ 值 $\left(\beta=\frac{1}{273}\right)$	13
三、平面几何图形的面积、惯性 矩及断面系数	15
四、几何体的表面积、体积和重 心的计算公式	23
五、平面图形惯性矩的计算方法	25
六、常用型钢组合件的惯性半径 近似值	26
七、单根和组合无缝钢管的流通 断面积和断面系数	27
第二章 气体和液体的物理参数	30
第一节 气体的物理参数	30
一、气体常用物理参数的名称	30
二、气体的常用物理参数	30
三、混合气体物理参数的计算公式	36
四、烟气的某些物理参数	37

五、水蒸气的其他物理参数	38
六、某些气体的爆炸极限和在空 气中的允许浓度	39
七、不同海拔高度下的大气压和 空气重度	40
第二节 液体的物理参数	41
一、水的物理性质	41
二、一些液体的物理参数	42
三、熔盐和熔融金属的主要物理 参数	43
第三章 钢铁材料	46
第一节 钢的物理性能	46
一、几种常用钢种的物理参数曲线	46
二、钢的物理参数	51
第二节 碳素钢、合金结构钢和铸铁的性能	60
一、甲类、特类普通碳素钢的机 械性能	60
二、乙类、特类普通碳素钢的化 学成分	62
三、优质碳素钢的机械性能	63
四、碳素结构钢的高温机械性能	65
五、合金结构钢的高温机械性能	66
六、铸铁的机械性能	68
第三节 不锈钢耐热钢和耐热铸铁的性能	70
一、常用不锈钢耐热钢的性能	70
二、耐热铸铁的性能	73
第四节 钢材渗铝处理	76
一、工件渗铝后的性能	76
二、渗铝钢的应用	77
第四章 筑炉材料	79
第一节 耐火制品	79
一、耐火制品的性能	79
二、耐火制品的形状和尺寸	85
第二节 隔热材料	96
一、隔热材料的主要性能	96
二、硅藻土质隔热材料	97
三、石棉制品	98

四、矿渣制品	100	三、气体的喷出	159
五、蛭石制品	100	第二节 气体流动性质和阻力损失计算	162
六、膨胀珍珠岩制品	101	一、气体流动的性质	162
七、玻璃纤维制品	102	二、摩擦阻力	162
第三节 耐火泥及耐火粉料	102	三、局部阻力损失	165
一、粘土质耐火泥	102	四、横向通过管束时的气体阻力 损失	165
二、高铝质耐火泥	103	五、几何压头的变化	179
三、硅质耐火泥	103	第三节 管道阻力计算	185
四、镁质耐火泥	103	一、空(煤)气管道阻力损失计算	185
五、冶金用镁砂	103	二、烟道阻力计算	190
第四节 泥浆和涂料	103	第四节 喷射器	194
一、砌筑工业炉所采用的泥浆	103	一、喷射器的一般结构及其工作 原理	194
二、高强磷酸盐泥浆	103	二、简单喷射器计算	195
三、砌筑耐火混凝土预制块的泥浆	105	三、带扩散段的喷射器	198
四、涂料	106	第七章 传热	206
第五节 不定形耐火材料	107	第一节 传导传热	206
一、耐火混凝土的主要原料及技 术要求	107	一、稳定态传导传热	206
二、耐火混凝土的配制方法简述	108	二、不稳定态传导传热——炉衬 吸热量计算	214
三、耐火混凝土的养护和烘烤	108	三、地下敷设的管道和烟道的传热	226
四、其他品种耐火混凝土	111	第二节 对流传热	232
五、可塑料及其他不定形耐火材料	112	一、概述	232
第五章 燃料及燃烧	113	二、自然流动时的对流传热	233
第一节 燃料组成和特性	113	三、强制流动时的对流传热	233
一、燃料组成的表示方法和换算	113	第三节 辐射传热	242
二、燃料的成分和特性	114	一、辐射传热的基本性质	242
三、燃料的选用	121	二、固体间的辐射传热	244
第二节 燃料的燃烧计算	124	三、气体辐射	253
一、燃料的发热量	124	四、辉焰辐射	256
二、理论空气量及烟气量	124	第八章 钢的加热与冷却	263
三、富氧燃烧的计算	127	第一节 炉内热交换	263
第三节 燃料的不完全燃烧	127	一、火焰炉炉膛热交换的计算	263
一、燃料不完全燃烧产物的计算	127	二、关于平均温度、平均热流 和出炉烟气温度	266
二、燃料不完全燃烧的计算图表	130	三、热交换计算	267
第四节 燃料燃烧计算图表	130	四、罩式炉和电阻炉内的热交换	268
第六章 气体流动计算	158	第二节 钢的加热工艺	269
第一节 基本公式	158	第三节 薄料的加热与冷却	271
一、气体的状态方程式和基本热 力过程	158		
二、气体运动方程式	158		

一、薄料与厚料的区分	271	二、炉底砌砖	347
二、恒温炉内薄料加热的计算	272	三、炉墙砌砖	349
三、薄料加热的计算公式应用于 厚料加热	277	四、膨胀缝	349
四、变温炉内薄料的加热	279	第三节 使用耐火混凝土和可塑料筑炉	354
五、连续式炉内的薄料加热计算	279	一、直接浇捣成型	354
六、薄料在空气中的冷却	282	二、预制块筑炉	355
七、薄料的炉冷	282	三、预制块的设计	357
第四节 厚料的加热	284	四、砌筑用泥浆	358
一、边界条件和开始条件	284	五、膨胀缝	358
二、第一类边界条件——钢料表 面温度不变	285	第四节 工业炉的烘炉制度	359
三、第一类边界条件——表面温 度等速上升	289	一、概述	359
四、第二类边界条件——已知通 过表面的热流值	294	二、耐火砖砌筑的炉子烘炉曲线 与烘炉周期的制定	359
五、第三类边界条件——已知周 围介质温度	301	三、耐火混凝土砌筑的炉子的烘 烤制度	361
六、均热床上加热时间的计算	315	四、烘炉曲线实例	361
第五节 确定加热时间的经验数据与图表	316	第十一章 烟道及排烟设施	366
第九章 燃料消耗量及热平衡	322	第一节 概述	366
第一节 燃料消耗量表示方法及指标	322	一、自然排烟	366
一、燃料消耗量的几种常用表示 方法	322	二、机械排烟	366
二、一些炉子的燃耗指标	322	三、自然排烟和机械排烟的比较	366
第二节 热平衡计算	324	第二节 烟道布置和烟囱位置	367
一、热量收入项目	324	一、烟道布置	367
二、热量支出项目	324	二、烟囱的位置	368
三、燃料消耗量的折算	329	三、烟道人孔和闸板	368
第三节 炉子热效率和降低燃料消耗的措施	330	第三节 排烟系统中烟气的流速和温降	368
第二篇 工业炉砌筑和部件设计		一、烟气的流速	368
第十章 炉体砌砖	331	二、烟气的温降	368
第一节 炉体砌砖材料和尺寸	331	三、同时利用系数	369
一、砌砖材料的选择	331	第四节 烟道结构	369
二、各部位砖缝的允许厚度	332	一、烟道断面系列	369
三、砌砖尺寸	332	二、烟道结构	369
四、异型砖的设计	332	三、烟道系列及材料消耗量	371
五、砌筑泥浆的选用	334	四、人孔砌砖	371
第二节 炉体各部位的砌砖	334	五、闸板砌砖	371
一、炉顶砌筑	334	第五节 烟囱及排烟罩	374
		一、砖砌和混凝土烟囱系列	374
		二、金属烟囱	374
		三、排烟罩设计	375
		四、烟囱的烘烤	377

第六节 消除烟气对环境的污染	378	二、等跨等截面连续梁	414
一、概述	378	三、“ Ω ”形刚架（横梁为拱形）	
二、除尘装置	378	计算举例	415
第十二章 管道及附件	380	第十四章 燃烧装置	418
第一节 炉前煤气、空气管道	380	第一节 块煤的燃烧装置	418
一、管道布置	380	一、煤的燃烧特点	418
二、阀门的选用	380	二、燃烧室计算	419
三、放散系统	381	三、燃烧室结构	419
四、管件设计	381	第二节 粉煤的燃烧	422
五、管道支架	386	一、概述	422
六、管道膨胀补偿	386	二、粉煤燃烧的特点及对煤质的要求	422
七、管道绝热	388	三、煤粉管道设计	423
八、管道试压	391	四、影响粉煤爆炸的主要因素	424
第二节 通风机的选用	392	五、煤粉烧嘴	424
一、离心式通风机的特性	392	六、煤粉燃烧炉子的特点	425
二、离心式通风机在管路中的工		第三节 重油燃烧装置	426
作及其工况调节	393	一、重油的燃烧特点	426
三、风机的选用和计算	395	二、喷嘴的分类	429
四、风机的串联和并联运行	396	三、低压喷嘴	429
五、风机的反动现象及防止措施	397	四、高压喷嘴	439
第三节 炉前重油和蒸汽管路	398	五、机械雾化喷嘴	446
一、重油管路	398	六、燃油喷嘴计算	447
二、蒸汽管道	398	第四节 煤气燃烧	449
三、油管的保温	398	一、煤气燃烧的特点和烧嘴的分类	449
第十三章 炉子的金属结构及其附件	399	二、有焰烧嘴	450
第一节 概述	399	三、无焰烧嘴	457
一、炉子金属结构的特点	399	第五节 天然气烧嘴	473
二、主要构件	399	一、高压喷射式烧嘴	473
三、材料及许用应力	402	二、天然气半喷射式烧嘴	477
第二节 拱顶炉子金属结构计算	403	三、天然气低压烧嘴	481
一、拱顶的体积和重量	404	第六节 其他类型烧嘴	481
二、钢结构计算	405	一、大气烧嘴	481
第三节 吊挂炉顶炉子的金属结构计算	406	二、扩散式烧嘴	482
一、吊炉顶梁的强度计算	406	三、板式烧嘴	482
二、梁的刚度和稳定性	407	四、辐射式烧嘴	483
三、侧柱计算	407	五、扁喷口喷射式烧嘴	483
第四节 平台、栏杆及爬梯	408	六、多喷口高压喷射式烧嘴	486
第五节 炉子金属结构常用的受力形式		七、平火焰烧嘴	487
及计算公式	411	八、辐射管	487
一、单跨梁的支反力、弯矩及挠度	411	第七节 烧嘴砖	491

一、烧嘴砖的作用	491	二、套管预热器的结构	562
二、烧嘴砖的设计	492	三、套管预热器的计算	563
三、几种定型的烧嘴砖	494	第五节 针状预热器和片状预热器	565
第十五章 电阻加热及其元件	495	一、预热器的元件	565
第一节 电阻加热元件	495	二、预热器的结构	567
一、电热元件的型式	495	三、针状预热器与片状预热器的 计算	568
二、电热元件的工作条件与使用 寿命	495	第六节 整体预热器	570
三、电热元件在炉内的布置	517	一、整体预热器的特点	570
四、电热元件的计算	519	二、整体预热器的构造与计算	570
五、金属电热元件之焊接	539	第七节 辐射预热器	573
六、电热元件引出端的结构	542	一、使用特点	573
七、电阻炉用异型砖	543	二、辐射预热器的结构	573
八、电热元件的缠绕和弯曲	543	三、辐射预热器的计算	576
第二节 管状电加热器	547	第八节 粘土预热器	582
一、管状电加热器的结构与应用	547	第十七章 炉内气氛控制	590
二、设计选用	547	第一节 概述	590
三、安装与使用要点	548	一、保护气体在钢材处理中的作用	590
四、管状电加热器的规格	548	二、各种气体与钢铁的化学反应	590
第十六章 预热器	550	三、钢材的氧化还原	590
第一节 概述	550	四、钢的脱碳与增碳	592
一、煤气和空气预热后达到的效果	551	第二节 保护气体的种类及制取原理	593
二、预热器的种类和用途	551	一、放热型保护气体	593
第二节 预热器的设计和计算	551	二、吸热型保护气体	594
一、预热介质的流动形式	551	三、氨分解保护气体	595
二、预热器的性能指标	551	四、氨基保护气体	595
三、被预热介质的量和烟气量的 确定	551	五、氢保护气体	596
四、预热器后的烟气温度	553	第三节 保护气体的选择和应用	597
五、烟气与被预热气体的平均温 度差	554	一、保护气体的选择	597
六、传热系数的计算	556	二、保护气体消耗量	597
七、预热器壁温的计算	557	三、安全使用保护气体	601
八、预热器传热面积的计算	557	四、无惰性气体可供吹刷时的操 作方法	602
第三节 钢管预热器	558	五、保护气体对热电偶的影响	603
一、钢管预热器的特点	558	六、保护气体对筑炉材料的影响	604
二、钢管预热器的结构	558	第十八章 炉用附件	606
三、钢管预热器的计算	559	第一节 炉用水冷却部件	606
第四节 套管预热器	562	第二节 炉口装置	606
一、套管预热器的特点	562	一、侧开炉门	606
		二、出灰炉门	607

三、手动升降炉门	608	二、升、降炉门时所需力的计算	662
四、车底式炉炉门	612	三、炉门传动装置的电动机功率	
五、点火孔盖	613	及气缸直径的估算	664
第三节 烟道闸门	614	第三节 常用零部件	668
一、升降闸门	614	一、标准部分	668
二、转动闸门	619	二、非标准部分	676
第四节 管道闸阀	621	附录 1 一些材料的物理参数	680
一、非标准阀门	621	附录 2 西德一些耐热钢的化学成分	681
二、标准阀门	625	附录 3 美国炉用耐热钢和耐热合金	
第十九章 炉子机械常用设备和零部件	646	的主要成分	682
第一节 卷扬机	646	附录 4 美国耐热铸钢的耐热特性	684
一、通用卷扬机	646	附录 5 热处理炉部件选用材质参考表	685
二、专用卷扬机	656	附录 6 各国耐火锥号与温度对照表	685
第二节 炉门传动装置计算	661	附录 7 部分筛孔尺寸的比较	686
一、概述	661		

第一篇 工业炉常用设计资料

第一章 常用数值和公式

第一节 计量单位换算

一、长度单位换算 (表 1-1)

长度单位换算

表 1-1

公 制			英 制		
米	厘 米	毫 米	码	英 尺	英 寸
1	100	1000	1.0936	3.2808	39.37
0.01	1	10	0.010936	0.032808	0.3937
0.001	0.1	1	0.0010936	0.0032808	0.03937
0.9144	91.44	914.4	1	3	36
0.3048	30.48	304.8	0.3333	1	12
0.0254	2.54	25.4	0.02778	0.08333	1

注：一些工厂习惯采用单位：1分=1/8英寸；1道= $\frac{1}{100}$ 毫米。

二、面积单位换算 (表 1-2)

面积单位换算

表 1-2

公 制			英 制		
米 ²	厘 米 ²	毫 米 ²	码 ²	英 尺 ²	英 寸 ²
1	10 ⁴	10 ⁶	1.19599	10.7634	1550
10 ⁻⁴	1	100	1.19599 × 10 ⁻⁴	10.7634 × 10 ⁻⁴	0.155
10 ⁻⁶	0.01	1	1.19599 × 10 ⁻⁶	10.7634 × 10 ⁻⁶	0.155 × 10 ⁻²
0.83609	0.836 × 10 ⁴	0.836 × 10 ⁶	1	9	1296
0.092903	0.0929 × 10 ⁴	0.0929 × 10 ⁶	0.1111	1	144
0.645 × 10 ⁻³	6.45	0.645 × 10 ⁶	0.7716 × 10 ⁻³	0.6944 × 10 ⁻²	1

三、容积单位换算 (表 1-3)

容积单位换算

表 1-3

公 制			英 制				
米 ³	升	厘 米 ³	美制加仑	英制加仑	码 ³	英 尺 ³	英 寸 ³
1	1000	10 ⁶	264.186	219.97	1.3079	35.3147	61023
10 ⁻³	1	1000	264.186 × 10 ⁻³	219.97 × 10 ⁻³	1.3079 × 10 ⁻³	35.3147 × 10 ⁻³	61023 × 10 ⁻³
10 ⁻⁶	10 ⁻³	1	264.186 × 10 ⁻⁶	219.97 × 10 ⁻⁶	1.3079 × 10 ⁻⁶	35.3147 × 10 ⁻⁶	61023 × 10 ⁻⁶

续表 1-3

公 制			英 制				
米 ³	升	厘 米 ³	美制加仑	英制加仑	码 ³	英 尺 ³	英 寸 ³
0.003785	3.785	3785	1	0.8327	0.004951	0.13368	231
0.004546	4.546	4546	1.201	1	0.005946	0.16054	277.42
0.76455	764.55	764554	201.972	168.18	1	27	46656
0.02832	28.32	28317	7.481	6.2289	0.03703	1	1728
0.0164×10^{-3}	0.0164	16.387	0.004329	0.003604	21.43×10^{-6}	0.5787×10^{-3}	1

注：1. 1 厘米³ = 1 毫升 (1ml)。

2. 在标准状态 (温度为 0℃, 压强为 760 毫米汞柱) 下, 1 米³ 气体的容积叫 1 标米³。

3. 1 油桶 = 42 美加仑。

四、重量单位换算 (表 1-4)

重量单位换算

表 1-4

公 制			英 制			
吨	公 斤	克	英 吨	美 吨	磅	盎 斯
1	10 ³	10 ⁶	0.9842	1.102	2204.6	35273.9
10 ⁻³	1	10 ³	0.9842×10^{-3}	1.102×10^{-3}	2.2046	35.2739
10 ⁻⁶	10 ⁻³	1	0.9842×10^{-6}	1.102×10^{-6}	2.2046×10^{-3}	35.2739×10^{-3}
1.016	1016	1016×10^3	1	1.12	2240	35840
0.907	907	907×10^3	0.8929	1	2000	32000
0.4536×10^{-3}	0.4536	453.59	0.446×10^{-3}	0.5×10^{-3}	1	16
0.28×10^{-4}	0.02835	28.35	0.27×10^{-4}	0.31×10^{-4}	0.625	1

五、力的单位换算 (表 1-5)

力的单位换算

表 1-5

达 因	牛 顿	斯 坦	公 斤 力
1	10 ⁻⁵	10 ⁻⁸	1.02×10^{-6}
10 ⁵	1	10 ⁻³	0.102
10 ⁸	10 ³	1	102
9.81×10^5	9.81	9.81×10^{-3}	1

六、压强单位换算 (表 1-6)

压强单位换算

表 1-6

物理大气压	工程大气压 (公斤力/厘米 ²)	毫米汞柱	毫米水柱	磅/英寸 ²	毫 巴	达因/厘米 ²	牛顿/米 ²
1	1.0332	760	10332	14.696	1013.25	1013250	101325
0.9678	1	735.56	10 ⁴	14.223	981	981×10^3	981×10^2
0.00132	1.36×10^{-3}	1	13.6	0.01934	1.3332	1333.2	133.32
0.9678×10^4	10 ⁻⁴	0.07356	1	1.4223×10^{-3}	0.0981	98.1	9.81
0.06805	70.3×10^{-3}	51.715	703.1	1	68.95	68.95×10^3	6.895×10^3
0.9869×10^{-3}	1.02×10^{-3}	0.75	10.2	0.01451	1	10 ³	10 ²
0.9869×10^{-6}	1.02×10^{-6}	7.5×10^{-4}	10.2×10^{-3}	1.451×10^{-5}	10 ⁻³	1	0.1
0.9869×10^{-5}	1.02×10^{-5}	7.5×10^{-3}	0.102	1.451×10^{-4}	10 ⁻²	10	1

注：1000 毫巴 = 1 巴。

七、功、能量和热量单位换算 (表 1-7)

功、能量和热量单位换算

表 1-7

尔 格 (克·厘米 ² /秒 ²)	公斤·米	千 卡	焦 耳 (公斤·米 ² /秒 ²)	千瓦·时	磅·英尺	英 热 单 位 (Btu)
1	1.02×10^{-8}	2.39×10^{-11}	10^{-7}	2.78×10^{-14}	7.37×10^{-8}	9.48×10^{-11}
9.81×10^7	1	2.34×10^{-3}	9.81	2.73×10^{-6}	7.23	9.29×10^{-3}
4185×10^7	427	1	4185	1.16×10^{-3}	3087	3.97
10^7	0.102	2.39×10^{-4}	1	2.78×10^{-7}	0.737	9.48×10^{-4}
36×10^{12}	367.2×10^3	860	3.6×10^6	1	2.655×10^6	3.414
1.355×10^7	0.138	3.24×10^{-4}	1.356	3.77×10^{-7}	1	1.29×10^{-3}
1055×10^7	107.6	0.252	1055	2.931×10^{-4}	778	1

注：1. 1Btu 为 1 磅水升高 1°F 所需的热量。

2. 1Btu = 0.556CHU, 1CHU 为 1 磅水升高 1°C 所需的热量。

八、功率单位换算 (表 1-8)

功 率 单 位 换 算

表 1-8

公斤力·米/秒	尔格/秒	磅·英尺/秒	公制马力	英制马力	千 瓦
1	9.81×10^7	7.23	1.333×10^{-2}	1.315×10^{-2}	0.981×10^{-2}
1.02×10^{-8}	1	7.38×10^{-8}	1.36×10^{-10}	1.341×10^{-10}	10^{-10}
0.138	1.356×10^7	1	1.84×10^{-3}	1.818×10^{-3}	1.356×10^{-3}
75	735.6×10^7	542.5	1	0.986	0.7355
76.04	745.6×10^7	550	1.0138	1	0.7457
102	1000×10^7	738	1.36	1.34	1

九、温度换算 (表 1-9)

成°F, 则在左侧°F列内读出所换算的值。

表中每一行中间的数字为需换算的温度值 (°F 或 °C), 先在每行的中间找出需换算的温度值, 若从°F换算成°C, 则在右侧°C列内读出所换算的值, 若从°C换算

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

温 度 换 算 表

表 1-9

°F	CF	°C	°F	CF	°C	°F	CF	°C
-162.4	-108	-77.78	-101.2	-74	-58.89	-40.0	-40	-40.00
-158.8	-106	-76.67	-97.6	-72	-57.78	-36.4	-38	-38.89
-155.2	-104	-75.56	-94.0	-70	-56.67	-32.8	-36	-37.78
-151.6	-102	-74.44	-90.4	-68	-55.56	-29.2	-34	-36.67
-148.0	-100	-73.33	-86.8	-66	-54.44	-25.6	-32	-35.56
-144.4	-98	-72.22	-83.2	-64	-53.33	-22.0	-30	-34.44
-140.8	-96	-71.11	-79.6	-62	-52.22	-18.4	-28	-33.33
-137.2	-94	-70.00	-76.0	-60	-51.11	-14.8	-26	-32.22
-133.6	-92	-68.89	-72.4	-58	-50.00	-11.2	-24	-31.11
-130.0	-90	-67.78	-68.8	-56	-48.89	-7.6	-22	-30.00
-126.4	-88	-66.67	-65.2	-54	-47.78	-4.0	-20	-28.89
-122.8	-86	-65.56	-61.6	-52	-46.67	-0.4	-18	-27.78
-119.2	-84	-64.44	-58.0	-50	-45.56	+ 3.2	-16	-26.67
-115.6	-82	-63.33	-54.4	-48	-44.44	+ 6.8	-14	-25.56
-112.0	-80	-62.22	-50.8	-46	-43.33	+10.4	-12	-24.44
-108.4	-78	-61.11	-47.2	-44	-42.22	+14.0	-10	-23.33
-104.8	-76	-60.00	-43.6	-42	-41.11	+17.6	-8	-22.22

续表 1-9

°F	CF	℃	°F	CF	℃	°F	CF	℃
+21.2	-6	-21.11	194.0	90	32.22	366.8	186	85.56
+24.8	-4	-20.00	197.6	92	33.33	370.4	188	86.67
+28.4	-2	-18.89	201.2	94	34.44	374.0	190	87.78
+32.0	0	-17.78	204.8	96	35.56	377.6	192	88.89
+35.6	+2	-16.67	208.4	98	36.67	381.2	194	90.00
+39.2	+4	-15.56	212.0	*100	37.78	384.8	196	91.11
+42.8	+6	-14.44	215.6	102	38.89	388.4	198	92.22
+46.4	+8	-13.33	219.2	104	40.00	392.0	200	93.33
+50.0	+10	-12.22	222.8	106	41.11	395.6	202	94.44
+53.6	+12	-11.11	226.4	108	42.22	399.2	204	95.56
+57.2	+14	-10.00	230.0	110	43.33	402.8	206	96.67
+60.8	+16	-8.89	233.6	112	44.44	406.4	208	97.78
+64.4	+18	-7.78	237.2	114	45.56	410.0	210	98.89
+68.0	+20	-6.67	240.8	116	46.67	413.6	212	100.00
+71.6	+22	-5.56	244.4	118	47.78	417.2	214	101.11
+75.2	+24	-4.44	248.0	120	48.89	420.8	216	102.22
+78.8	+26	-3.33	251.6	122	50.00	424.4	218	103.33
+87.4	+28	-2.22	255.2	124	51.11	428.0	220	104.44
+86.0	+30	-1.11	258.8	126	52.22	431.6	222	105.56
+89.6	+32	0.00	262.4	128	53.33	435.2	224	106.67
+93.2	+34	+1.11	266.0	130	54.44	438.8	226	107.78
+96.8	+36	+2.22	269.6	132	55.56	442.4	228	108.89
+100.4	+38	+3.33	273.2	134	56.67	446.0	230	110.00
+104.0	+40	+4.44	276.8	136	57.78	449.6	232	111.11
107.6	42	5.56	280.4	138	58.89	453.2	234	112.22
111.2	44	6.67	284.0	140	60.00	456.8	236	113.33
114.8	46	7.78	287.6	142	61.11	460.4	238	114.44
118.4	48	8.89	291.2	144	62.22	464.0	240	115.56
122.0	50	10.00	294.8	146	63.33	467.6	242	116.67
125.6	52	11.11	298.4	148	64.44	471.2	244	117.78
129.2	54	12.22	302.0	150	65.56	474.8	246	118.89
132.8	56	13.33	305.6	152	66.67	478.4	248	120.00
136.4	58	14.44	309.2	154	67.78	482.0	250	121.11
140.0	60	15.56	312.8	156	68.89	485.6	252	122.22
143.6	62	16.67	316.4	158	70.00	489.2	254	123.33
147.2	64	17.78	320.0	160	71.11	492.0	256	124.44
150.8	66	18.89	323.6	162	72.22	496.4	258	125.56
154.4	68	20.00	327.2	164	73.33	500.0	260	126.67
158.0	70	21.11	330.8	166	74.44	503.6	262	127.78
161.6	72	22.22	334.4	168	75.55	507.2	264	128.89
165.2	74	23.33	338.0	170	76.67	510.8	266	130.00
168.8	76	24.44	341.6	172	77.78	514.4	268	131.11
172.4	78	25.56	345.2	174	78.89	518.0	270	132.22
176.0	80	26.67	348.8	176	80.00	521.6	272	133.33
179.6	82	27.78	352.4	178	81.11	525.2	274	134.44
183.2	84	28.89	356.6	180	82.22	528.8	276	135.56
186.8	86	30.00	359.6	182	83.33	532.4	278	136.67
190.4	88	31.11	363.2	184	84.44	536.0	280	137.78

续表 1-9

°F	CF	℃	°F	CF	℃	°F	CF	℃
539.6	282	138.89	712.4	378	192.22	885.2	474	245.56
543.2	284	140.00	716.0	380	193.33	888.8	476	246.67
546.8	286	141.11	719.6	382	194.44	892.4	478	247.78
550.4	288	142.22	723.2	384	195.56	896.0	480	248.89
554.0	290	143.33	726.8	386	196.67	899.6	482	250.00
557.6	292	144.44	730.4	388	197.78	903.2	484	251.11
561.2	294	145.56	734.0	390	198.89	906.8	486	252.22
564.8	296	146.67	737.6	392	200.00	910.4	488	253.33
568.4	298	147.78	741.2	394	201.11	914.0	490	254.44
572.0	300	148.89	744.8	396	202.22	917.6	492	255.56
575.6	302	150.00	748.4	398	203.33	921.2	494	256.67
579.2	304	151.11	752.0	400	204.44	924.8	496	257.78
582.8	306	152.22	755.6	402	205.56	928.4	498	258.89
586.4	308	153.33	759.2	404	206.67	932.0	500	260.00
590.0	310	154.44	762.8	406	207.78	950.0	510	265.56
593.6	312	155.56	766.4	408	208.89	968.0	520	271.11
597.2	314	156.67	770.0	410	210.00	986.0	530	276.67
600.8	316	157.78	773.6	412	211.11	1004.0	540	282.22
604.4	318	158.89	777.2	414	212.22	1022.0	550	287.78
608.0	320	160.00	780.8	416	213.33	1040.0	560	293.33
611.6	322	161.11	784.4	418	214.44	1058.0	570	298.89
615.2	324	162.22	788.0	420	215.56	1076.0	580	304.44
618.8	326	163.33	791.6	422	216.67	1094.0	590	310.00
622.4	328	164.44	795.2	424	217.78	1112.0	600	315.56
626.0	330	165.56	798.8	426	218.89	1130.0	610	321.11
629.6	332	166.67	802.4	428	220.00	1148.0	620	326.67
633.2	334	167.78	806.0	430	221.11	1166.0	630	332.22
636.8	336	168.89	809.6	432	222.22	1184.0	640	337.78
640.4	338	170.00	813.2	434	223.33	1202.0	650	343.33
644.0	340	171.11	816.8	436	224.44	1220.0	660	348.89
647.6	342	172.22	820.4	438	225.56	1238.0	670	354.44
651.2	344	173.33	824.0	440	226.67	1256.0	680	360.00
654.8	346	174.44	827.6	442	227.78	1274.0	690	365.56
658.4	348	175.56	831.2	444	228.89	1292.0	700	371.11
662.0	350	176.67	834.8	446	230.00	1310.0	710	376.67
665.6	352	177.78	838.4	448	231.11	1328.0	720	382.22
669.2	354	178.89	842.0	450	232.22	1346.0	730	387.78
672.8	356	180.00	845.6	452	233.33	1364.0	740	393.33
676.4	358	181.11	849.2	454	234.44	1382.0	750	398.89
680.0	360	182.22	852.8	456	235.56	1400.0	760	404.44
683.6	362	183.33	856.4	458	236.67	1418.0	770	410.00
687.2	364	184.44	860.0	460	237.78	1436.0	780	415.56
690.8	366	185.56	863.6	462	238.89	1454.0	790	421.11
694.4	368	186.67	867.2	464	240.00	1472.0	800	426.67
698.0	370	187.78	870.8	466	241.11	1490.0	810	432.22
701.6	372	188.89	874.4	468	242.22	1508.0	820	437.78
705.2	374	190.00	878.0	470	243.33	1526.0	830	443.33
708.8	376	191.11	881.6	472	244.44	1544.0	840	448.89

续表 1-9

°F	CF	℃	°F	CF	℃	°F	CF	℃
1562.0	850	454.44	2426.0	1330	721.11	3290.0	1810	987.78
1580.0	860	460.00	2444.0	1340	726.67	3308.0	1820	993.33
1598.0	870	465.56	2462.0	1350	732.22	3326.0	1830	998.89
1616.0	880	471.11	2480.0	1360	737.78	3344.0	1840	1004.4
1634.0	890	476.67	2498.0	1370	743.33	3362.0	1850	1010.0
1652.0	900	482.22	2516.0	1380	748.89	3380.0	1860	1015.6
1670.0	910	487.78	2534.0	1390	754.44	3398.0	1870	1021.1
1688.0	920	493.33	2552.0	1400	760.00	3416.0	1880	1026.7
1706.0	930	498.89	2570.0	1410	765.56	3434.0	1890	1032.2
1724.0	940	504.44	2588.0	1420	771.11	3452.0	1900	1037.8
1742.0	950	510.00	2606.0	1430	776.67	3470.0	1910	1043.3
1760.0	960	515.56	2624.0	1440	782.22	3488.0	1920	1048.9
1778.0	970	521.11	2642.0	1450	787.78	3506.0	1930	1054.4
1796.0	980	526.67	2660.0	1460	793.33	3524.0	1940	1060.0
1814.0	990	532.22	2678.0	1470	798.89	3542.0	1950	1065.6
1832.0	1000	537.78	2696.0	1480	804.44	3560.0	1960	1071.1
1850.0	1010	543.33	2714.0	1490	810.00	3578.0	1970	1076.7
1868.0	1020	548.89	2732.0	1500	815.56	3596.0	1980	1082.2
1886.0	1030	554.44	2750.0	1510	821.11	3614.0	1990	1087.8
1904.0	1040	560.00	2768.0	1520	826.67	3632.0	2000	1093.3
1922.0	1050	565.56	2786.0	1530	832.22	3650.0	2010	1098.9
1940.0	1060	571.11	2804.0	1540	837.78	3668.0	2020	1104.4
1958.0	1070	576.67	2822.0	1550	843.33	3686.0	2030	1110.0
1976.0	1080	582.22	2840.0	1560	848.89	3704.0	2040	1115.0
1994.0	1090	587.78	2858.0	1570	854.44	3722.0	2050	1121.0
2012.0	1100	593.33	2876.0	1580	860.00	3740.0	2060	1126.7
2030.0	1110	598.89	2894.0	1590	865.56	3758.0	2070	1132.2
2048.0	1120	604.44	2912.0	1600	871.11	3776.0	2080	1137.8
2066.0	1130	610.00	2930.0	1610	876.67	3794.0	2090	1143.3
2084.0	1140	615.56	2948.0	1620	882.22	3812.0	2100	1148.9
2102.0	1150	621.11	2966.0	1630	887.78	3830.0	2110	1154.4
2120.0	1160	627.78	2984.0	1640	893.33	3848.0	2120	1160.0
2138.0	1170	632.22	3002.0	1650	898.89	3866.0	2130	1165.6
2156.0	1180	637.78	3020.0	1660	904.44	3884.0	2140	1171.1
2174.0	1190	643.33	3038.0	1670	910.00	3902.0	2150	1176.7
2192.0	1200	648.89	3056.0	1680	915.56	3920.0	2160	1182.2
2210.0	1210	654.44	3074.0	1690	921.11	3938.0	2170	1187.8
2228.0	1220	660.00	3092.0	1700	926.67	3956.0	2180	1193.3
2246.0	1230	665.56	3110.0	1710	932.22	3974.0	2190	1198.9
2264.0	1240	671.11	3128.0	1720	937.78	3992.0	2200	1204.4
2282.0	1250	676.67	3146.0	1730	943.33	4010.0	2210	1210.0
2300.0	1260	682.22	3164.0	1740	948.89	4028.0	2220	1215.6
2318.0	1270	687.78	3182.0	1750	954.44	4046.0	2230	1221.1
2336.0	1280	693.33	3200.0	1760	960.00	4064.0	2240	1226.7
2354.0	1290	698.89	3218.0	1770	965.56	4082.0	2250	1232.9
2372.0	1300	704.44	3236.0	1780	971.11	4100.0	2260	1237.8
2390.0	1310	710.00	3254.0	1790	976.67	4118.0	2270	1243.3
2408.0	1320	715.56	3272.0	1800	982.22	4136.0	2280	1248.9

续表 1-9

°F	CF	℃	°F	CF	℃	°F	CF	℃
4154.0	2290	1254.4	4658.0	2570	1410.0	5144.0	2840	1560.0
4172.0	2300	1260.0	4676.0	2580	1415.6	5162.0	2850	1565.6
4190.0	2310	1265.6	4694.0	2590	1421.1	5180.0	2860	1571.1
4208.0	2320	1271.1	4712.0	2600	1426.7	5198.0	2870	1576.7
4226.0	2330	1276.7	4730.0	2610	1432.2	5216.0	2880	1582.2
4244.0	2340	1282.2	4748.0	2620	1437.8	5234.0	2890	1587.8
4262.0	2350	1287.8	4766.0	2630	1443.3	5252.0	2900	1593.3
4280.0	2360	1293.3	4784.0	2640	1448.9	5270.0	2910	1598.9
4298.0	2370	1298.9	4802.0	2650	1454.4	5288.0	2920	1604.4
4316.0	2380	1304.4	4820.0	2660	1460.0	5306.0	2930	1610.0
4334.0	2390	1310.0	4838.0	2670	1465.6	5324.0	2940	1615.6
4352.0	2400	1315.6	4856.0	2680	1471.1	5342.0	2950	1621.1
4370.0	2410	1321.1	4874.0	2690	1476.7	5360.0	2960	1626.7
4388.0	2420	1326.7	4892.0	2700	1482.2	5378.0	2970	1632.2
4406.0	2430	1332.2	4910.0	2710	1487.8	5396.0	2980	1637.8
4424.0	2440	1337.8	4928.0	2720	1493.3	5414.0	2990	1643.3
4442.0	2450	1343.3	4946.0	2730	1498.8	5432.0	3000	1648.9
4460.0	2460	1348.9	4964.0	2740	1504.4	5450.0	3010	1654.4
4478.0	2470	1354.4	4982.0	2750	1510.0	5468.0	3020	1660.0
4496.0	2480	1360.0	5000.0	2760	1515.6	5486.0	3030	1665.6
4514.0	2490	1365.6	5018.0	2770	1521.1	5504.0	3040	1671.1
4532.0	2500	1371.1	5036.0	2780	1526.7	5522.0	3050	1676.7
4550.0	2510	1376.7	5054.0	2790	1532.2	5540.0	3060	1682.2
4568.0	2520	1382.2	5072.0	2800	1537.8	5558.0	3070	1687.8
4586.0	2530	1387.8	5090.0	2810	1543.3	5576.0	3080	1693.3
4604.0	2540	1393.3	5108.0	2820	1548.9	5594.0	3090	1698.9
4622.0	2550	1398.9	5126.0	2830	1554.4	5612.0	3100	1704.4
4640.0	2560	1404.4						

十、粘度单位及换算

(一) 各种粘度单位及换算 (表 1-10)

各种粘度单位及换算

表 1-10

粘度单位	又 名	符 号	单 位	采用国家 和 地 区	与运动粘度 (厘泊) 之换算公式
动力粘度	绝对粘度	μ	厘 泊	苏	$\nu = \frac{\mu}{\rho}$
运动粘度	绝对粘度	ν	厘泊 cct (苏) cst (英)	中、美、英、 苏、日	
条件粘度 (恩氏度)	相对粘度	$^{\circ}\text{E}$ $^{\circ}\text{BY}$ (苏)	度	中、欧洲	$\nu = 7.31 ^{\circ}\text{E} - \frac{6.31}{^{\circ}\text{E}}$ (乌别洛德近似公式)
恩 氏 秒		$^{\circ}\text{E}$	秒	苏、德 斯堪的那维亚	$\nu = 1.455 ^{\circ}\text{E} - \frac{322}{^{\circ}\text{E}}$
国际赛氏秒	通用赛波尔特秒	SSU (SUS)	秒	美	$\nu = 0.22 \text{ SSU} - \frac{180}{\text{SSU}}$
赛氏-弗氏秒	赛波尔特-弗劳尔秒 (赛氏燃油路油秒)	SSF (SF)	秒	美	$\nu = 2.2 \text{ SSF} - \frac{203}{\text{SSF}}$
商用雷氏秒	雷氏 1 号秒	$^{\circ}\text{R}$ (RSS) Re.1°	秒	英	$\nu = 0.26 ^{\circ}\text{R} - \frac{172}{^{\circ}\text{R}}$
海军用雷氏秒	雷氏-阿氏秒	$^{\circ}\text{RA}$	秒	美	$\nu = 2.39 ^{\circ}\text{RA} - \frac{4013}{^{\circ}\text{RA}}$
巴 氏 度	巴洛别度	$^{\circ}\text{B}$	度	法	$\nu = \frac{4850}{^{\circ}\text{B}}$