

实用造纸技术丛书

Pulp and Paper Mill Laboratory  
Test Methods

制浆造纸厂化验室  
化验检验方法

吴楠 吴蕾 编著



中国轻工业出版社

实用造纸技术丛书

# 制浆造纸厂化验室 化验检验方法

吴楠 吴蕾 编著

 中国轻工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

制浆造纸厂化验室化验检验方法/吴楠, 吴蕾编著.

北京: 中国轻工业出版社, 2009. 6

(实用造纸技术丛书)

ISBN 978-7-5019-6868-8

I. 制… II. ①吴…②吴… III. 制浆-检验-方法

IV. TS77

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 023579 号

责任编辑: 林 媛

责任终审: 滕炎福

封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王超男

责任校对: 杨 琳

责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市世纪兴源印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2009 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20.25

字 数: 518 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6868-8 定价: 42.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: [club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

70385K4X101ZBW

## 前 言

本书不是学术专著，只是适用于造纸工业工厂化验室中一些掌握化学分析基本操作的中、低级工作人员提高工作水准之用。熟习这些知识和技巧，可以应付目前国内制浆造纸工厂的通常化学分析检验工作。

本书编著者之一在造纸工厂中心化验室工作近四十年。从一般技术人员到领导工作，对书中所列化验项目，很多是亲自操作过或指导过，结合本人和其他一起工作过的同志的经验积累，在本书中有所体现，拟定的一些化验检查方法，经实践检验已应用多年。

本书很大部分采用了国家标准和行业标准。因为国家标准和行业标准是国家法令，必须贯彻执行。

十五年前本书编著者之一退休前为工作过的工厂中心化验室赶写了一本操作规程，它比此前的各种操作规程内容统一而广泛，而且采用了当时最新的化验分析检验方法和国家法定单位制。后来该厂在本人退休后内部付印和使用。前二年本人的女儿吴蕾（现任天津商业大学生物技术与食品科学学院副教授）建议将此手稿补充内容，修订出版。时过十几年，内容已陈旧，必须彻底重写。在我女儿帮助下，拟定大纲，确定内容、搜集资料 and 共同编写，其中她编写了二、三、六、七各章，其余由本人编写，因此她也就成为编著的合作者。

书中凡是目前能找到的国家标准和行业标准都予以采用（收集的标准至 2005 年底，个别到 2008 年颁布执行的）。因为这些标准都独立成文，文字繁琐，由各行业人员起草，体例不一致，对同一化验项目内容和方法也不一致，而且个别有错误之处，编著者都作了文字上的简化，方法上的统一编纂，有误之处作了改正。因此称为“编”。但不是标准汇编，因为书中还有些内容不是来自各种标准或其他参考资料，而是编著者自己编写的，内容中有相当部分是编著者个人多年工作和一起工作的同志们的实践总结，因此称为编著。

几点说明：

(1) 在第一章中给出一般非标准试剂的配制通用计算方法，对于无特殊要求的就不再写出具体配制方法（如有特殊要求就单独列出具体配制方法）。为节省篇幅在各项的分析方法中就不再列出。但某些项目专用试剂的配制方法则在其项目中专门列出。

(2) 用分析天平称量的基准物质定容后，配制的溶液称为“基准液”；凡经过标定的溶液称为“标准溶液”。

(3) 在工厂条件下，仪器缺乏，且因使用频率高或环境条件不好而易损，因此本书中尽量都采用化学分析方法。再加有时效性，而大多采用滴定分析方法。

(4) 书中采用一些简单的数理统计方法，一般不列出公式，但考虑到工作人员文化水平不等，因此多以举例方式说明。

(5) 书的前后各章都有关联，为了节省篇幅，在各项方法中如某一条与书中另一项某条相同时，都注明出处，不再重复写出内容。

编著者之一吴楠

2008 年 6 月 16 日于天津

# 目 录

1	<b>第①章 一般制剂和制品的制备</b>
1	1.1 预备知识
1	1.1.1 一般规定
1	1.1.2 溶液的组成标度与密度的关系
7	1.1.3 溶液组成标度的各种表示方法及其相互换算
10	1.2 常用非标准制剂和制品的制备
10	1.2.1 某些特殊用水的制备
10	1.2.2 制品
11	1.2.3 常用的一般各种非标准试剂的配制方法
12	1.2.4 需特殊配制的试剂
14	1.2.5 分析工作中常用缓冲溶液的制备
15	1.2.6 常用指示剂的制备
17	1.2.7 常用洗涤液的配制
18	<b>第②章 滴定分析标准试液的配制</b>
18	2.1 一般规定
20	2.2 配制某一正确浓度溶液所用的计算方法
20	2.2.1 被标定溶液装在锥形瓶中, 已知标准溶液装在滴定管中
20	2.2.2 被标定溶液装在滴定管中, 已知标准溶液装在锥形瓶中
21	2.3 中和法标准溶液
21	2.3.1 基准物质
21	2.3.2 氢氧化钠标准溶液
23	2.3.3 盐酸标准溶液
23	2.3.4 硫酸标准溶液
24	2.4 氧化还原法标准溶液
24	2.4.1 基准物质
25	2.4.2 硫代硫酸钠标准溶液
25	2.4.3 碘标准溶液
25	2.4.4 亚砷酸钠标准溶液
26	2.4.5 高锰酸钾标准溶液
27	2.4.6 硫酸亚铁铵标准溶液
27	2.5 络合滴定法标准溶液
27	2.5.1 基准物质
28	2.5.2 乙二胺四乙酸二钠 (EDTA 二钠盐) 工作标准溶液
29	2.5.3 氯化锌工作标准溶液
29	2.5.4 镁盐工作标准溶液

- 30 2.5.5 硝酸汞工作标准溶液
- 31 2.6 沉淀滴定法标准溶液
- 31 2.6.1 基准物质
- 31 2.6.2 硝酸银工作标准溶液
- 31 2.6.3 硫氰化钠(或硫氰化钾、硫氰化铵)工作标准溶液

### 第③章 化工原材料分析检验

- 33 3.1 制浆蒸解所需主要化工原料的分析检验
- 33 3.1.1 工业用氢氧化钠
- 35 3.1.2 工业硫化钠
- 37 3.1.3 工业无水硫酸钠(芒硝)
- 39 3.1.4 工业碳酸钠
- 41 3.1.5 工业亚硫酸钠
- 44 3.1.6 工业硫磺
- 46 3.1.7 硫铁矿和硫精矿
- 50 3.1.8 石灰、消石灰
- 54 3.1.9 工业重质氧化镁
- 59 3.1.10 化工用石灰石及重质碳酸钙粉
- 61 3.2 制浆漂白所需主要化工原料
- 61 3.2.1 漂白粉
- 64 3.2.2 工业用液氯
- 66 3.2.3 工业过氧化氢
- 69 3.3 纸张制造所需主要化工原料
- 69 3.3.1 滑石粉
- 76 3.3.2 填料用高岭土
- 79 3.3.3 填料用碳酸钙
- 80 3.3.4 二氧化钛
- 83 3.3.5 松香
- 89 3.3.6 马来松香
- 91 3.3.7 工业硫酸铝
- 95 3.3.8 荧光增白剂 VBL

### 第④章 造纸植物纤维原料化学分析

- 99 4.1 造纸植物纤维原料分析试样的采取
- 99 4.1.1 专用工具
- 99 4.1.2 试样的采取
- 100 4.2 水分的测定
- 100 4.2.1 试验步骤和结果计算
- 100 4.3 灰分的测定
- 100 4.3.1 试验步骤及结果计算

101	4.4 水抽出物含量的测定
101	4.4.1 冷水抽出物含量的测定
101	4.4.2 热水抽出物含量的测定
101	4.5 1%氢氧化钠抽出物含量的测定
102	4.5.1 试验步骤
102	4.5.2 计算和结果表示方法
102	4.6 有机溶剂抽出物含量的测定
102	4.6.1 专用试剂
102	4.6.2 试验步骤
103	4.6.3 计算和结果表示方法
103	4.7 酸不溶木素含量的测定
103	4.7.1 试验步骤
104	4.7.2 计算与结果表示方法
104	4.8 多戊糖含量的测定
104	4.8.1 专用试剂
104	4.8.2 专用仪器
105	4.8.3 糖醛的测定及结果计算和表示
106	4.9 综纤维素含量的测定
106	4.9.1 专用仪器
106	4.9.2 专用试剂
106	4.9.3 试验步骤
106	4.9.4 计算和结果表示方法
108	<b>第5章 化学浆的化学分析和检验及纸、纸板的化学分析</b>
108	5.1 外购纸浆试样的采取和纸浆物理性能的检验
108	5.1.1 外购纸浆试样的采取
109	5.1.2 分析试样水分的测定
110	5.1.3 纸浆、浆料浓度的测定
112	5.1.4 纸浆尘埃和纤维束的测定
114	5.1.5 浆料打浆度的测定(肖伯尔-瑞格勒法)
117	5.1.6 纸浆亮度(白度)的测定(漫射/垂直法)
123	5.1.7 纸浆筛分测定法
127	5.1.8 实验室打浆 瓦利(Valley)打浆机法
131	5.1.9 纸浆的实验室纸页的制备 常规纸页成型器法
134	5.1.10 纸浆实验室纸页物理性能的测定
136	5.2 纸浆的化学分析
136	5.2.1 纸浆灼烧残余物(灰分)的测定(900℃)
137	5.2.2 纸浆酸不溶灰分的测定
137	5.2.3 纸浆乙醚抽出物的测定
138	5.2.4 纸浆二氯甲烷抽出物的测定
139	5.2.5 纸浆酸不溶木素的测定
140	5.2.6 纸浆多戊糖的测定

- 142 5.2.7 纸浆铜价的测定
- 144 5.2.8 纸浆抗碱性的测定
- 146 5.2.9 纸浆氯耗量(脱木素程度)的测定
- 148 5.2.10 纸浆卡伯值的测定
- 151 5.2.11 纸浆高锰酸钾值的测定
- 152 5.3 纸、纸板和纸浆一些共同的化学分析项目
- 152 5.3.1 纸和纸板灼烧残余物(灰分)的测定(900℃)
- 152 5.3.2 纸、纸板和纸浆水抽出液酸度或碱度的测定
- 153 5.3.3 纸、纸板和纸浆水抽出液 pH 的测定
- 154 5.3.4 纸、纸板和纸浆水溶性氯化物的测定
- 157 5.3.5 纸、纸板和纸浆水溶性硫酸盐的测定(电导滴定法)

## 第⑥章 水质分析(生产用水及排污水)

- 160 6.1 水样的采集和保存
- 160 6.1.1 水样的采集方法
- 160 6.1.2 水样的保存
- 161 6.1.3 制浆、造纸工厂常用水质检测项目的样品保存技术
- 161 6.1.4 水质分析的步骤
- 163 6.2 水质物理性质的检验
- 163 6.2.1 水质色度的测定
- 165 6.2.2 水质浊度的测定
- 168 6.2.3 水质电导率的测定
- 171 6.2.4 水质 pH 的测定
- 171 6.2.5 水质残渣的测定
- 173 6.3 水质金属化合物的测定
- 173 6.3.1 水质铁含量的测定
- 174 6.3.2 水质钙离子含量的测定
- 175 6.3.3 水质钙、镁含量的测定
- 176 6.3.4 水质的硬度
- 177 6.4 水质非金属无机物测定
- 177 6.4.1 水质碱度(总碱度、重碳酸盐碱度和碳酸盐碱度)的测定
- 179 6.4.2 水质游离二氧化碳的测定
- 181 6.4.3 水质溶解氧(DO)含量的测定
- 185 6.4.4 水质氯化物含量的测定
- 187 6.4.5 水质可溶性硫酸盐含量的测定
- 188 6.4.6 水中硫化物含量的测定(碘量法)
- 191 6.5 有机化合物的测定
- 191 6.5.1 水质挥发性酚类的测定
- 196 6.5.2 水质化学需氧量的测定(重铬酸钾法)
- 199 6.5.3 水质五日生化需氧量(BOD<sub>5</sub>)的测定(稀释接种法)

## 第⑦章 有关石油产品检验及煤的工业分析

- 203 7.1 石油产品常用几项分析检验
- 203



203	7.1.1	石油和石油产品密度测定法
207	7.1.2	石油及其产品黏度的测定法(毛细管法)
210	7.1.3	石油产品闪点与燃点测定法(开口杯法)
211	7.1.4	石油产品水分测定法
213	7.1.5	石油产品和添加剂机械杂质测定法
215	7.1.6	石油产品的酸值测定法
216	7.2	煤的工业分析
216	7.2.1	水分的测定
217	7.2.2	灰分的测定
218	7.2.3	挥发分的测定
220	7.2.4	固定碳的计算
220	7.2.5	不同基之间互换因子
221		<b>第⑧章 显微分析</b>
221	8.1	纸、纸板和纸浆纤维组成和造纸原料纤维形态分析
221	8.1.1	定义
221	8.1.2	原理
221	8.1.3	专用试剂
221	8.1.4	专用仪器
222	8.1.5	试样的制备
223	8.1.6	染色和纤维载玻片的准备
223	8.1.7	试验步骤
224	8.1.8	计算和结果表示方法
225	8.1.9	试验报告内容
225	8.1.10	附录 A 染色指南
229	8.1.11	附录 B 国内外不同种类纸浆纤维粗度和质量因子
230	8.1.12	附录 C 纤维形态特征
231	8.2	纸浆纤维长度的测定
231	8.2.1	偏振光法
236	8.2.2	用普通显微镜直接测定法
241		<b>第⑨章 生产过程检查</b>
241	9.1	酸性亚硫酸盐法制浆蒸煮药液分析
241	9.1.1	酸性亚硫酸盐法药液总酸浓度的测定
242	9.1.2	酸性亚硫酸盐法药液游离酸含量的测定
243	9.1.3	化合酸
243	9.1.4	硫代硫酸盐含量的测定
243	9.1.5	三氧化硫(SO <sub>3</sub> )含量的测定
244	9.2	钠盐基中性亚硫酸盐法蒸煮液分析
244	9.2.1	钠盐基中性亚硫酸盐法蒸煮药液总酸浓度的测定
244	9.2.2	钠盐基中性亚硫酸盐蒸煮液中游离酸或游离碱的测定
245	9.2.3	硫酸钠含量的测定
246	9.2.4	硫代硫酸钠含量的测定

- 246 9.2.5 使用苯酚副产品无水亚硫酸钠时蒸煮液中苯酚含量的测定
- 246 9.3 碱法制浆(包括硫酸盐法和烧碱法)绿液和白液分析
- 246 9.3.1 碱法蒸煮中常用名词
- 247 9.3.2 总碱量( $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \frac{1}{2}\text{Na}_2\text{SO}_3$ )的测定
- 248 9.3.3 活性碱量( $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$ )的测定
- 248 9.3.4 总还原物( $\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )的测定
- 249 9.3.5 硫化物以外的还原物( $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )的测定
- 250 9.3.6 硫代硫酸钠( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )的测定
- 250 9.3.7 亚硫酸钠( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )的测定
- 250 9.3.8 硫化钠( $\text{Na}_2\text{S}$ )的测定
- 251 9.3.9 氢氧化钠( $\text{NaOH}$ )的测定
- 251 9.3.10 碳酸钠( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )的测定
- 251 9.3.11 有效碱量
- 252 9.3.12 硫酸钠( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )的测定
- 252 9.3.13 多硫化钠( $\text{Na}_2\text{S}_x$ )的测定
- 253 9.4 有关蒸煮工序的一些检查项目
- 253 9.4.1 纤维原料蒸煮粗浆得率的测定
- 255 9.4.2 纸浆蒸解程度的检查
- 256 9.5 煮后浆废液中和洗后浆液中残余化学药剂的测定
- 256 9.5.1 亚硫酸盐红液中残酸含量的测定
- 256 9.5.2 亚硫酸盐浆漂白前浆液中残酸的测定
- 257 9.5.3 碱法制浆黑液残碱含量的测定
- 258 9.5.4 碱法制浆漂前浆液中残碱量测定
- 258 9.6 漂白工序的测定项目
- 258 9.6.1 漂白液中有效氯浓度的测定
- 259 9.6.2 漂液中碱度的测定
- 259 9.6.3 漂白洗后浆液中残氯的测定
- 260 9.6.4 漂前浆漂白需氯量的测定
- 263 9.6.5 漂白浆亮度(白度)的测定
- 264 9.6.6 漂白浆中尘埃和淡黄点的测定
- 265 9.7 碱回收车间的生产过程检查
- 265 9.7.1 石灰乳中有效氧化钙含量的测定
- 266 9.7.2 石灰消化速度的测定
- 266 9.7.3 苛化乳液分析
- 267 9.7.4 泥层高度
- 267 9.7.5 白泥的水分测定
- 268 9.7.6 白泥含碱量和有效氧化钙的测定
- 268 9.7.7 生石灰消化渣子含碱量和有效氧化钙含量的测定
- 268 9.8 打浆、配料工序检验项目
- 268 9.8.1 填料悬浮液浓度测定
- 269 9.8.2 松香胶液的分析(快速法)
- 271 9.8.3 矾土(硫酸铝)溶液浓度的测定
- 272 9.8.4 纸浆液 pH 的测定
- 272 9.8.5 液体浆料浓度的测定

273	9.8.6 湿浆料打浆度的测定 (快速法)
274	9.9 制浆造纸机台物料平衡实测项目测定方法
274	9.9.1 纸 (包括湿纸)、纸板和浆板水分的测定
274	9.9.2 纸浆、纸及纸板灰分的测定
274	9.9.3 填料灼烧减量的测定
275	9.9.4 纸浆液中废液或洗后浆残余废液固形物含量的测定
275	9.9.5 不规则容器的容积测定
277	9.9.6 水或含有不溶固体水的悬浮液流量的测定
279	9.9.7 制浆造纸各机台生产过程中浆料量和清水量的计算
280	9.9.8 抄纸机理论绝干抄造量的计算
281	9.9.9 纸张和含填料浆料中填料含有率的测定
281	9.10 有关物料平衡计算概述及应用
281	9.10.1 物料平衡计算概述
284	9.10.2 物料平衡计算举例
290	9.10.3 纸机纸浆流失率的测定
295	9.10.4 纸机填料保留率的测定
297	9.10.5 关于物料平衡计算问题的的工作范围
298	9.11 新纤维原料的初步鉴定
298	9.12 锅炉和碱回收炉烟道气分析
298	9.12.1 烟道气的取样
300	9.12.2 烟道气中二氧化碳、氧和一氧化碳测定方法
302	9.12.3 烟道气中二氧化硫含量的测定
305	9.12.4 回收炉烟道气中硫化氢的测定 (亚甲基蓝分光光度法)
307	参考文献

## 第1章 一般试剂和制品的制备

本章中，叙述在本书中的化验与检验方法中常用的一般试剂和制品的制备方法。下一章将叙述常用标准滴定溶液的配制方法。至于某一化验或检验项目中所需专用试剂、制品的制备方法则在各该项中的“专用试剂”条中叙述，一般在本章不赘述。

### 1.1 预备知识

#### 1.1.1 一般规定

1.1.1.1 本书中配制试剂和洗净仪器所用的“水”，在没有注明其他要求时，应符合 GB/T 6682—2008《分析实验用水规格和试验方法》中三级水的规定，一般一次蒸馏水或离子交换水即可。还需声明：为了行文简便，本书中通常所说的水均指“蒸馏水”或“离子交换水”，除非为了防止误解或特别强调时才写成“蒸馏水”。懂得一些化学分析知识的人都应知道自来水是不能作为分析使用的（除非作为试样用），自来水只能用来冲洗仪器，但以后还需用蒸馏水洗净。

1.1.1.2 本书中所用试剂的纯度应在分析纯（二级试剂）以上，适合 GB/T 602—2002 和 GB/T 603—2002 的要求。

1.1.1.3 本书中所用乙醇，如无特殊注明，均指其体积分数  $\varphi_B(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})=95\%$  的乙醇。

1.1.1.4 当溶液出现混浊、沉淀或颜色变化，以及超出规定有效期时，都应重新制备。

1.1.1.5 除另有说明外，本书中所用试液混合物，一般均指均相水溶液。稀释是指用水稀释。

1.1.1.6 上述规定适用于全书，以后不再赘述。

#### 1.1.2 溶液的组成标度与密度的关系

##### 1.1.2.1 密度

###### 1.1.2.1.1 密度的定义

物质的密度定义如下：

在某一环境状态（温度、压强）下，单位体积的物体所具有的质量。

$$\rho = \frac{m}{V}$$

或

$$m = \rho V$$

式中  $m$ ——物体的质量，kg

$V$ ——物体的体积， $\text{m}^3$

$\rho$ ——物质的密度， $\text{kg}/\text{m}^3$

###### 1.1.2.1.2 密度的单位

密度的单位是  $\text{kg}/\text{m}^3$ ，但这个单位太小，例如温度  $4^\circ\text{C}$  的水，密度是  $999.97\text{kg}/\text{m}^3$ ，使

用起来不方便,因此一般用  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

$$1\text{g}/\text{cm}^3 (\text{g}/\text{mL}) = 1\text{kg}/\text{dm}^3 = 1\text{t}/\text{m}^3 = 1 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3 = 1 \times 10^3 \text{g}/\text{L}。$$

### 1.1.2.1.3 环境状态对溶液密度的影响

物体的密度是受环境状态(温度、压强)影响的。但溶液是液体,一般大气压强变化时,体积变化可以忽略。何况在同一地区,同一化验室中,大气压强可以说变化很小,因此大气压强的影响不必考虑。

但温度对溶液的密度有能觉察到的影响,因此在测定溶液密度时要注意温度变化,一般是测定温度  $20^\circ\text{C}$  时的密度。

由于温度对溶液的密度,也就是对体积有影响,因此化验室内温度最好保持恒定。达不到时,也要控制在  $15\sim 20^\circ\text{C}$  之间。通常溶液都是以体积计量的,温度的变化,会给计量工作带来显著误差。在精细工作中,可以按第2章表2-1中所列数值进行补正。

### 1.1.2.1.4 溶液密度的测定方法

测定液体物质的密度有:密度瓶法、韦氏天平法和密度计法等。最简单的方法还是密度计法,但精度不如前两种方法。密度计法和密度瓶法可按第7章7.1.1.1条方法测定。但成套密度计的测定范围应是  $1.000\sim 2.000\text{g}/\text{cm}^3$ ,最小分度值应为  $0.001\text{g}/\text{cm}^3$ ,测定温度  $(20\pm 0.2)^\circ\text{C}$ 。

### 1.1.2.2 溶液的组成标度与其密度的关系

溶液的组成标度与其密度的关系一般无数学公式可求值,而且由于溶质的不同,其水溶液的这种关系差异很大。下面分别列出一些常用溶质的水溶液的关系对照表,见表1-1至表1-11。

表 1-1 硝酸 ( $\text{HNO}_3$ ) 水溶液 ( $20^\circ\text{C}$ ) 的组成标度及其对应的密度

质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的 量浓度 $c_B(\text{HNO}_3)$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) /(g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的 量浓度 $c_B(\text{HNO}_3)$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) /(g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的 量浓度 $c_B(\text{HNO}_3)$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) /(g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的 量浓度 $c_B(\text{HNO}_3)$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) /(g/cm <sup>3</sup> )
1.00	0.16	1.0036	21.00	3.74	1.1213	40.37	8.00	1.2487	60.00	13.01	1.3667
2.00	0.32	1.0091	22.00	3.94	1.1276	41.00	8.15	1.2527	61.00	13.28	1.3719
3.00	0.48	1.0146	22.31	4.00	1.1296	42.00	8.30	1.2591	62.00	13.55	1.3769
3.10	0.50	1.0152	23.00	4.14	1.1340	43.00	8.64	1.2655	63.00	13.81	1.3818
4.00	0.65	1.0201	24.00	4.34	1.1404	44.00	8.88	1.2719	63.69	14.00	1.3851
5.00	0.81	1.0256	25.00	4.55	1.1469	44.48	9.00	1.2750	64.00	14.08	1.3866
6.00	0.98	1.0312	26.00	4.76	1.1534	45.00	9.13	1.2783	65.00	14.35	1.3913
6.11	1.00	1.0318	27.00	4.97	1.1600	46.00	9.38	1.2847	66.00	14.62	1.3959
7.00	1.15	1.0369	27.14	5.00	1.1609	47.00	9.63	1.2911	67.00	14.89	1.4004
8.00	1.32	1.0427	28.00	5.18	1.1666	48.00	9.88	1.2975	67.41	15.00	1.4022
9.00	1.50	1.0485	29.00	5.40	1.1733	48.46	10.00	1.3005	68.00	15.16	1.4048
10.00	1.67	1.0543	30.00	5.62	1.1800	49.00	10.14	1.3040	69.00	15.43	1.4091
11.00	1.85	1.0602	31.00	5.84	1.1867	50.00	10.39	1.3100	70.00	15.70	1.4134
11.83	2.00	1.0651	31.73	6.00	1.1916	51.00	10.65	1.3160	71.00	15.97	1.4176
12.00	2.03	1.0661	32.00	6.06	1.1934	52.00	10.91	1.3219	71.10	16.00	1.4180
13.00	2.21	1.0721	33.00	6.29	1.2002	52.35	11.00	1.3240	72.00	16.25	1.4218
14.00	2.40	1.0781	34.00	6.51	1.2071	53.00	11.13	1.3278	73.00	16.52	1.4258
15.00	2.58	1.0842	35.00	6.74	1.2240	54.00	11.47	1.3336	74.00	16.79	1.4298
16.00	2.77	1.0903	36.00	6.97	1.2205	55.00	11.69	1.3393	74.77	17.00	1.4328
17.00	2.96	1.0964	36.12	7.00	1.2213	56.00	11.95	1.3449	75.00	17.06	1.4337
17.22	3.00	1.0978	37.00	7.20	1.2270	57.00	12.22	1.3505	76.00	17.34	1.4375
18.00	3.15	1.1026	38.00	7.44	1.2335	58.00	12.48	1.3560			
19.00	3.34	1.1088	39.00	7.67	1.2399	59.00	12.75	1.3614			
20.00	3.54	1.1150	40.00	7.91	1.2463	59.95	13.00	1.3664			

表 1-2 硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 水溶液 ( $20^\circ\text{C}$ ) 的组成标度及其对应的密度

质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4)$ / (mol/L)	密度 ( $\rho$ ) ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4)$ / (mol/L)	密度 ( $\rho$ ) ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4)$ / (mol/L)	密度 ( $\rho$ ) ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4)$ / (mol/L)	密度 ( $\rho$ ) ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
1.00	0.20	1.0051	28.00	6.86	1.2023	54.00	15.80	1.4350	77.00	26.58	1.6927
2.00	0.41	1.0118	28.46	7.00	1.2060	54.49	16.00	1.4400	77.80	27.00	1.7020
2.42	0.50	1.0145	29.00	7.16	1.2104	55.00	16.21	1.4453	78.00	27.11	1.7043
3.00	0.62	1.0184	30.00	7.45	1.2185	56.00	16.62	1.4457	79.67	28.00	1.7235
4.00	0.84	1.0250	31.00	7.75	1.2267	56.90	17.00	1.4652	80.00	28.18	1.7272
4.76	1.00	1.0301	31.81	8.00	1.2333	57.00	17.04	1.4662	81.00	28.71	1.7383
5.00	1.05	1.0317	32.00	8.06	1.2349	58.00	17.47	1.4768	81.54	29.00	1.7441
6.00	1.27	1.0385	33.00	8.37	1.2432	59.00	17.90	1.4875	82.00	29.25	1.7491
7.00	1.49	1.0453	34.00	8.68	1.2515	59.24	18.00	1.4901	83.00	29.78	1.7594
8.00	1.72	1.0522	35.00	8.99	1.2599	60.00	18.33	1.4983	83.42	30.00	1.7636
9.00	1.94	1.0591	35.02	9.00	1.2601	61.00	18.77	1.5091	84.00	30.31	1.7693
9.24	2.00	1.0608	36.00	9.31	1.2684	61.51	19.00	1.5147	85.00	30.83	1.7786
10.00	2.17	1.0661	37.00	9.63	1.2729	62.00	19.22	1.5200	85.33	31.00	1.7815
11.00	2.41	1.0731	38.00	9.96	1.2855	63.00	19.67	1.5310	86.00	31.24	1.7872
12.00	2.64	1.0802	38.12	10.00	1.2865	63.73	20.00	1.5391	87.00	31.85	1.7951
13.00	2.88	1.0874	39.00	10.29	1.2941	64.00	20.12	1.5421	87.31	32.00	1.7973
13.48	3.00	1.0909	40.00	10.63	1.3028	65.00	20.59	1.5533	88.00	32.34	1.8022
14.00	3.13	1.0947	41.00	10.97	1.3116	65.88	21.00	1.5632	89.00	32.82	1.8087
15.00	3.37	1.1020	41.10	11.00	1.3125	66.00	21.06	1.5646	89.37	33.00	1.8108
16.00	3.62	1.1094	42.00	11.31	1.3205	67.00	21.53	1.5760	90.00	33.30	1.8144
17.00	3.87	1.1168	43.00	11.66	1.3294	67.97	22.00	1.5871	91.00	33.76	1.8195
17.50	4.00	1.1206	43.97	12.00	1.3382	68.00	22.01	1.5874	91.52	34.00	1.8218
18.00	4.13	1.1243	44.00	12.01	1.3384	69.00	22.50	1.5989	92.00	34.22	1.8240
19.00	4.38	1.1318	45.00	12.37	1.3476	70.00	22.99	1.6105	93.00	34.66	1.8279
20.00	4.65	1.1394	46.00	12.73	1.3569	70.02	23.00	1.6108	93.77	35.00	1.8304
21.00	4.91	1.1471	46.74	13.00	1.3639	71.00	23.48	1.6221	94.00	35.10	1.8312
21.33	5.00	1.1486	47.00	13.09	1.3663	72.00	23.99	1.6338	95.00	35.52	1.8337
22.00	5.18	1.1548	48.00	13.47	1.3758	72.02	24.00	1.6341	96.00	35.93	1.8355
23.00	5.45	1.1626	49.00	13.84	1.3854	73.00	24.50	1.6456	96.17	36.00	1.8357
24.00	5.73	1.1704	49.41	14.00	1.3894	73.98	25.00	1.6572	97.00	36.32	1.8364
24.97	6.00	1.1781	50.00	14.22	1.3951	74.00	25.01	1.6584	98.00	36.69	1.8361
25.00	6.01	1.1783	51.00	14.61	1.4049	75.00	25.58	1.6692	98.91	37.00	1.8344
26.00	6.29	1.1862	52.00	15.00	1.4148	75.90	26.00	1.6799	99.00	37.03	1.8342
27.00	6.57	1.1942	53.00	15.40	1.4248	76.00	26.05	1.6810	100.00	37.33	1.8305

表 1-3 盐酸 ( $\text{HCl}$ ) 水溶液 ( $20^\circ\text{C}$ ) 的组成标度及其对应的密度

质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{HCl})$ / (mol/L)	密度 ( $\rho$ ) ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{HCl})$ / (mol/L)	密度 ( $\rho$ ) ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{HCl})$ / (mol/L)	密度 ( $\rho$ ) ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{HCl})$ / (mol/L)	密度 ( $\rho$ ) ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
1.00	0.28	1.0032	5.00	1.40	1.0230	10.00	2.87	1.0474	14.00	4.10	1.0675
1.81	0.50	1.0072	6.00	1.69	1.0279	10.42	3.00	1.0495	15.00	4.41	1.0725
2.00	0.55	1.0083	7.00	1.98	1.0327	11.00	3.17	1.0524	16.00	4.73	1.0776
3.00	0.83	1.0132	7.06	2.00	1.0330	12.00	3.48	1.0574	16.85	5.00	1.0819
3.59	1.00	1.0161	8.00	2.28	1.0376	13.00	3.79	1.0624	17.00	5.05	1.0827
4.00	1.12	1.0181	9.00	2.57	1.0425	13.68	4.00	1.0659	18.00	5.37	1.0878

续表

质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{HCl})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{HCl})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{HCl})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{HCl})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) (g/cm <sup>3</sup> )
19.00	5.69	1.0929	24.00	7.36	1.1187	29.00	9.10	1.1443	34.27	11.00	1.1704
19.93	6.00	1.0977	25.00	7.71	1.1239	30.00	9.46	1.1493	35.00	11.27	1.1740
20.00	6.02	1.0980	25.86	8.00	1.1283	31.00	9.81	1.1543	36.00	11.64	1.1789
21.00	6.35	1.1031	26.00	8.05	1.1290	31.52	10.00	1.1569	36.97	12.00	1.1836
22.00	6.69	1.1083	27.00	8.40	1.1341	32.00	10.17	1.1593	37.00	12.01	1.1837
22.93	7.00	1.1131	28.00	8.75	1.1392	33.00	10.54	1.1642	38.00	12.39	1.1885
23.00	7.02	1.1135	28.72	9.00	1.1428	34.00	10.90	1.1691	39.00	12.76	1.1933

表 1-4 乙酸 ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 水溶液 (20℃) 的组成标度及其对应的密度

质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{CH}_3\text{COOH})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{CH}_3\text{COOH})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{CH}_3\text{COOH})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{CH}_3\text{COOH})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) (g/cm <sup>3</sup> )
1.00	0.17	0.9996	26.00	4.48	1.0338	51.00	8.99	1.0582	77.00	13.72	1.0699
2.00	0.33	1.0012	27.00	4.65	1.0349	51.07	9.00	1.0583	78.00	13.90	1.0700
3.00	0.50	1.0025	28.00	4.83	1.0361	52.00	9.17	1.0590	78.57	14.00	1.0700
4.00	0.67	1.0040	28.95	5.00	1.0371	53.00	9.35	1.0597	79.00	14.08	1.0700
5.00	0.84	1.0055	29.00	5.01	1.0372	54.00	9.54	1.0604	80.00	14.25	1.0700
5.96	1.00	1.0068	30.00	5.19	1.0384	55.00	9.72	1.0611	81.00	14.43	1.0699
6.00	1.01	1.0069	31.00	5.37	1.0395	56.00	9.90	1.0618	82.00	14.61	1.0698
7.00	1.18	1.0083	32.00	5.55	1.0406	56.54	10.00	1.0621	83.00	14.78	1.0696
8.00	1.35	1.0097	33.00	5.72	1.0417	57.00	10.08	1.0624	84.00	14.96	1.0693
9.00	1.52	1.0111	34.00	5.90	1.0428	58.00	10.27	1.0631	84.25	15.00	1.0692
10.00	1.69	1.0125	34.54	6.00	1.0433	59.00	10.45	1.0637	85.00	15.13	1.0689
11.00	1.86	1.0139	35.00	6.08	1.0438	60.00	10.63	1.0642	86.00	15.30	1.0685
11.83	2.00	1.0151	36.00	6.26	1.0449	61.00	10.82	1.0648	87.00	15.47	1.0680
12.00	2.03	1.0154	37.00	6.44	1.0459	62.00	11.00	1.0653	88.00	15.64	1.0675
13.00	2.20	1.0168	38.00	6.62	1.0469	63.00	11.18	1.0658	89.00	15.81	1.0668
14.00	2.37	1.0182	39.00	6.81	1.0479	64.00	11.36	1.0662	90.00	15.98	1.0661
15.00	2.55	1.0195	40.00	6.99	1.0488	65.00	11.54	1.0666	90.13	16.00	1.0660
16.00	2.72	1.0209	40.08	7.00	1.0489	66.00	11.73	1.0671	91.00	16.14	1.0652
17.00	2.89	1.0223	41.00	7.17	1.0498	67.00	11.91	1.0675	92.00	16.31	1.0643
17.61	3.00	1.0231	42.00	7.35	1.0507	67.50	12.00	1.0676	93.00	16.47	1.0632
18.00	3.07	1.0236	43.00	7.53	1.0516	68.00	12.09	1.0678	94.00	16.62	1.0619
19.00	3.24	1.0250	44.00	7.71	1.0525	69.00	12.27	1.0682	95.00	16.78	1.0605
20.00	3.42	1.0263	45.00	7.89	1.0534	70.00	12.46	1.0685	96.00	16.93	1.0588
21.00	3.59	1.0276	45.58	8.00	1.0539	71.00	12.64	1.0687	96.50	17.00	1.0579
22.00	3.77	1.0288	46.00	8.08	1.0542	72.00	12.82	1.0690	97.00	17.07	1.0570
23.00	3.95	1.0301	47.00	8.26	1.0551	73.00	13.00	1.0693	98.00	17.22	1.0549
23.31	4.00	1.0305	48.00	8.44	1.0559	74.00	13.18	1.0694	99.00	17.35	1.0524
24.00	4.12	1.0313	49.00	8.62	1.0567	75.00	13.36	1.0696	100.00	17.48	1.0498
25.00	4.30	1.0326	50.00	8.80	1.0575	76.00	13.54	1.0698			

表 1-5 氢氧化钾 (KOH) 水溶液 (20°C) 的组成标度及其对应的密度

质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{KOH})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) /(g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{KOH})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) /(g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{KOH})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) /(g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{KOH})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) /(g/cm <sup>3</sup> )
1.00	0.18	1.0073	14.00	2.81	1.1278	26.83	6.00	1.2547	39.00	9.62	1.3845
2.00	0.36	1.0164	14.82	3.00	1.1357	27.00	6.05	1.2564	40.00	9.95	1.3956
2.74	0.50	1.0231	15.00	3.04	1.1374	28.00	6.32	1.2667	40.15	10.00	1.3973
3.00	0.55	1.0255	16.00	3.27	1.1470	29.00	6.60	1.2771	41.00	10.28	1.4068
4.00	0.74	1.0346	17.00	3.50	1.1566	30.00	6.89	1.2876	42.00	10.62	1.4180
5.00	0.93	1.0438	18.00	3.74	1.1663	30.40	7.00	1.2918	43.00	10.95	1.4293
5.36	1.00	1.0471	19.00	3.98	1.1761	31.00	7.17	1.2981	43.13	11.00	1.4308
6.00	1.13	1.0530	19.07	4.00	1.1768	32.00	7.46	1.3087	44.00	11.30	1.4407
7.00	1.33	1.0622	20.00	4.23	1.1859	33.00	7.76	1.3193	45.00	11.65	1.4521
8.00	1.53	1.0714	21.00	4.48	1.1958	33.80	8.00	1.3279	46.00	12.00	1.4635
9.00	1.73	1.0807	22.00	4.73	1.2058	34.00	8.06	1.3300	47.00	12.36	1.4750
10.00	1.94	1.0901	23.00	4.98	1.2158	35.00	8.36	1.3408	48.00	12.72	1.4866
10.27	2.00	1.0926	23.06	5.00	1.2164	36.00	8.67	1.3516	48.77	13.00	1.4956
11.00	2.16	1.0994	24.00	5.24	1.2258	37.00	8.99	1.3625	49.00	13.09	1.4983
12.00	2.37	1.1088	25.00	5.51	1.2360	37.05	9.00	1.3630	50.00	13.46	1.5099
13.00	2.59	1.1183	26.00	5.78	1.2462	38.00	9.30	1.3735			

表 1-6 氢氧化钠 (NaOH) 水溶液 (20°C) 的组成标度及其对应的密度

质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{NaOH})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) /(g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{NaOH})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) /(g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{NaOH})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) /(g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{NaOH})$ /(mol/L)	密度 ( $\rho$ ) /(g/cm <sup>3</sup> )
1.00	0.25	1.0095	14.00	4.04	1.1530	27.64	9.00	1.3025	40.00	14.30	1.4300
1.96	0.50	1.0203	15.00	4.36	1.1641	28.00	9.14	1.3064	41.00	14.76	1.4397
2.00	0.51	1.0207	16.00	4.70	1.1751	29.00	9.55	1.3172	41.53	15.00	1.4448
3.00	0.77	1.0318	16.88	5.00	1.1849	30.00	9.96	1.3279	42.00	15.22	1.4494
3.84	1.00	1.0411	17.00	5.04	1.1862	30.19	10.00	1.3290	43.00	15.68	1.4590
4.00	1.04	1.0428	18.00	5.39	1.1972	31.00	10.37	1.3385	43.68	16.00	1.4654
5.00	1.32	1.0538	19.00	5.74	1.2082	32.00	10.79	1.3490	44.00	16.15	1.4685
6.00	1.60	1.0648	19.73	6.00	1.2162	32.50	11.00	1.3541	45.00	16.62	1.4779
7.00	1.88	1.0758	20.00	6.09	1.2191	33.00	11.21	1.3593	45.79	17.00	1.4853
7.40	2.00	1.0809	21.00	6.46	1.2301	34.00	11.64	1.3696	46.00	17.10	1.4873
8.00	2.17	1.0860	22.00	6.83	1.2411	34.83	12.00	1.3781	47.00	17.59	1.4969
9.00	2.47	1.0979	22.47	7.00	1.2462	35.00	12.07	1.3798	47.85	18.00	1.5050
10.00	2.77	1.1089	23.00	7.20	1.2520	36.00	12.51	1.3900	48.00	18.08	1.5065
10.74	3.00	1.1171	24.00	7.58	1.2629	37.00	12.95	1.4001	49.00	18.57	1.5159
11.00	3.08	1.1199	25.00	7.96	1.2739	37.11	13.00	1.4012	49.87	19.00	1.5241
12.00	3.39	1.1309	25.10	8.00	1.2750	38.00	13.39	1.4101	50.00	19.06	1.5253
13.00	3.71	1.1420	26.00	8.35	1.2848	39.00	13.84	1.4201			
13.89	4.00	1.1518	27.00	8.74	1.2956	39.34	14.00	1.4235			



表 1-7 氨 ( $\text{NH}_3$ ) 水溶液 ( $20^\circ\text{C}$ ) 的组成标度及其对应的密度

质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{NH}_3)$ / (mol/L)	密度 ( $\rho$ ) / (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{NH}_3)$ / (mol/L)	密度 ( $\rho$ ) / (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{NH}_3)$ / (mol/L)	密度 ( $\rho$ ) / (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	物质的量浓度 $c_B(\text{NH}_3)$ / (mol/L)	密度 ( $\rho$ ) / (g/cm <sup>3</sup> )
0.86	0.50	0.9945	8.00	4.53	0.9651	16.00	8.79	0.9362	24.00	12.82	0.9132
1.00	0.58	0.9939	8.85	5.00	0.9619	16.40	9.00	0.9348	24.36	13.00	0.9090
1.72	1.00	0.9907	9.00	5.08	0.9613	17.00	9.31	0.9328	25.00	13.31	0.9070
2.00	1.16	0.9895	10.00	5.62	0.9575	18.00	9.82	0.9295	26.00	13.80	0.9040
3.00	1.76	0.9853	10.70	6.00	0.9549	18.35	10.00	0.9284	26.41	14.00	0.9028
3.45	2.00	0.9833	11.00	6.16	0.9538	19.00	10.33	0.9262	27.00	14.28	0.9010
4.00	2.30	0.9811	12.00	6.69	0.9501	20.00	10.84	0.9229	28.00	14.76	0.8980
5.00	2.87	0.9770	12.58	7.00	0.9480	20.32	11.00	0.9218	28.50	15.00	0.8965
5.23	3.00	0.9761	13.00	7.22	0.9465	21.00	11.34	0.9196	29.00	15.24	0.8950
6.00	3.43	0.9730	14.00	7.75	0.9430	22.00	11.84	0.9164	30.00	15.71	0.8920
7.00	3.98	0.9690	14.47	8.00	0.9414	22.33	12.00	0.9153			
7.03	4.00	0.9689	15.00	8.28	0.9396	23.00	12.33	0.9132			

表 1-8 乙醇 ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) 水溶液 ( $20^\circ\text{C}$ ) 的组成标度及其对应的密度

质量分数 ( $w_B$ ) /%	体积分数 ( $\varphi_B$ ) /%	密度 ( $\rho$ ) / (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	体积分数 ( $\varphi_B$ ) /%	密度 ( $\rho$ ) / (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	体积分数 ( $\varphi_B$ ) /%	密度 ( $\rho$ ) / (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w_B$ ) /%	体积分数 ( $\varphi_B$ ) /%	密度 ( $\rho$ ) / (g/cm <sup>3</sup> )
0.15	0.2	0.998	22.8	27.8	0.965	53.9	61.9	0.905	83.4	88.2	0.835
1.2	1.5	0.996	24.8	30.3	0.962	56.2	64.0	0.900	85.4	89.8	0.830
2.3	3.0	0.994	26.2	31.8	0.960	58.3	66.2	0.895	87.3	91.2	0.825
3.5	4.4	0.992	28.1	34.0	0.957	60.5	68.2	0.890	89.2	92.7	0.820
4.7	5.9	0.990	29.9	36.1	0.954	62.7	70.2	0.885	91.1	94.1	0.815
5.9	7.4	0.988	32.2	38.8	0.950	64.8	72.2	0.880	93.0	95.4	0.810
7.9	9.9	0.985	35.0	41.3	0.945	66.9	74.2	0.875	94.7	96.6	0.805
10.0	12.5	0.982	37.6	44.8	0.940	69.0	76.1	0.870	96.5	97.7	0.800
11.5	14.2	0.980	40.1	47.5	0.935	71.1	77.9	0.865	98.2	98.9	0.795
13.0	16.0	0.978	42.6	50.2	0.930	73.2	79.7	0.860	99.5	99.7	0.791
15.3	18.9	0.975	44.9	52.7	0.925	75.3	81.5	0.855	100.0	100.0	0.789
17.6	21.7	0.972	47.3	55.1	0.920	77.3	83.3	0.850			
19.1	23.5	0.970	49.5	57.4	0.915	79.4	85.0	0.845			
20.6	25.3	0.968	51.8	59.7	0.910	81.4	86.6	0.840			

表 1-9 甘油 [ $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ ] 水溶液 ( $20^\circ\text{C}$ ) 的组成标度及其对应的密度

质量分数 ( $w$ ) /%	密度 ( $\rho$ ) / (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w$ ) /%	密度 ( $\rho$ ) / (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w$ ) /%	密度 ( $\rho$ ) / (g/cm <sup>3</sup> )	质量分数 ( $w$ ) /%	密度 ( $\rho$ ) / (g/cm <sup>3</sup> )
1	1.001	30	1.075	60	1.153	90	1.235
5	1.010	35	1.086	65	1.167	95	1.248
10	1.022	40	1.105	70	1.181	100	1.261
15	1.035	45	1.113	75	1.194		
20	1.047	50	1.126	80	1.208		
25	1.060	55	1.140	85	1.222		