

第二册

计量单位及计量误差

# JILIANG

## 军队医学计量

金盾出版社

## 《军队医学计量》编审委员会

主任：张立平

副主任：张文康 赵达生 王 录

王赤才 吴乐山

主 编：何少商

副主编：何铁春 郭 勇 刘敬琦

编 委：周正祥 马友谦 闫宇华

马建平 孙建中 潘 伟

吴新义

---

## 前 言

为贯彻实施《中华人民共和国计量法》、《国防计量监督管理条例》，加强军队医学计量工作，经中国人民解放军总后勤部、国防科学技术工业委员会批准，《军队医学计量监督管理办法》于1990年12月10日颁布实施。军队医学计量工作是确保军队医药卫生系统使用国家法定计量单位和使用的仪器设备准确、有效、安全、可靠的必要手段和科学依据，是军队医药卫生现代化建设中的一项必不可少的重要的技术基础工作，对提高医学技术水平起着重要作用。

为配合军队医学计量工作的开展，适应和满足广大军队医学计量管理人员和检定人员的需要，总后勤部卫生部组织编写了《军队医学计量》一书。此书由三部分组成，第一部分（第一册）收集了国家和军队的有关计量法律、法规和规章制度及部分通用或专用规范。是开展军队医学计量工作的指导性文件。第二部分（第二册）编写了医学计量单位、计量单位的换算及计量误差理论，它对军队医学系统统一使用国家法定计量单位和提高医学计量检测水平，将会起到促进作用。第三部分（第三册）是计量强制检定项目的检定规程。计量检定规程是实施《计量法》的重要条件，是从事计量检定工作的法定的技术依据；本书共收集了有关医学计量方面的强制检定项目的检定规程29项102种。

《军队医学计量》一书内容较全面、完整、系统，既是政策性很强的法规性文件，又是学术技术性很新的科技资料。是军队医学计量工作实用的和查阅方便的工具书，也是军队各级卫生行政管理人员、医务工作者、计量检定和计量监督管理人员的参考书。

本书在编写过程中得到了国防科工委标准计量局、国家技术监督局的大力支持和帮助，在此一并表示谢意。由于任务紧迫，时间仓促，不妥之处欢迎指正。

编者

1992年8月

---

# 目 录

## 第一章 法定计量单位

第一节 中华人民共和国法定计量单位.....	(1)
一、国家采用的国际单位制的基本单位.....	(2)
二、国家采用的国际单位制的辅助单位.....	(2)
三、国家采用的国际单位制中具有专门名称的导出 单位.....	(3)
四、国家选定的非国际单位制单位.....	(4)
五、用于构成十进倍数和分数单位的词头.....	(5)
第二节 法定计量单位名词解释.....	(5)
一、计量单位.....	(5)
二、基本单位.....	(6)
三、辅助单位.....	(6)
四、导出单位.....	(7)
五、单位制.....	(9)
六、国际单位制.....	(9)
七、组合单位.....	(9)
八、米制.....	(9)
九、词头 .....	(10)
十、主单位 .....	(10)
十一、倍数和分数单位 .....	(11)
十二、法定计量单位 .....	(11)
第三节 SI 基本单位、辅助单位与 SI 导出单位的关系 ...	(13)

## 第二章 法定计量单位在医学领域中的应用

第一节 长度及其单位 .....	(15)
一、米及其定义 .....	(15)

二、医学领域中常用长度单位举例 .....	(15)
<b>第二节 质量及其单位 .....</b>	<b>(16)</b>
一、质量及其定义 .....	(16)
二、医学领域中常用质量单位举例 .....	(16)
<b>第三节 物质的量及其单位 .....</b>	<b>(17)</b>
一、物质的量的定义 .....	(17)
二、摩尔的定义 .....	(17)
三、物质的量浓度 .....	(18)
1. 百分浓度 .....	(20)
2. 克分子浓度 .....	(23)
3. 当量浓度 .....	(23)
4. 毫渗透克分子浓度 .....	(25)
5. ppm 浓度 .....	(28)
6. pH .....	(28)
四、摩尔体积的定义 .....	(29)
1. 摩尔体积的定义 .....	(29)
2. 摩尔体积的换算 .....	(29)
3. 常用举例 .....	(31)
五、临床酶活性单位 .....	(31)
<b>第四节 时间及其单位 .....</b>	<b>(32)</b>
一、时间及其定义 .....	(32)
二、时间换算 .....	(33)
<b>第五节 热力学温度、摄氏温度及其单位 .....</b>	<b>(33)</b>
一、热力学温度、摄氏温度及其定义 .....	(33)
二、废除单位 .....	(34)
<b>第六节 压力、压强、应力及其单位 .....</b>	<b>(34)</b>

一、帕斯卡及其定义 .....	(34)
二、帕斯卡的计算 .....	(34)
三、常用举例 .....	(35)
<b>第七节 容积及其单位 .....</b>	<b>(36)</b>
一、升及其定义 .....	(36)
二、医学中常用的容积量具 .....	(36)
<b>第八节 能量、功、热及其单位 .....</b>	<b>(38)</b>
一、焦耳及其定义 .....	(38)
二、焦耳的换算 .....	(38)
三、常用举例 .....	(38)
<b>第九节 电位、电位差、电压、电动势及其单位 .....</b>	<b>(39)</b>
一、电位、电位差、电压、电动势的定义和区别 .....	(39)
二、伏特及其定义 .....	(39)
三、常用举例 .....	(40)
1. 心电信号 .....	(40)
2. 脑电信号 .....	(41)
3. 肌电信号 .....	(41)
<b>第十节 能及其单位 .....</b>	<b>(42)</b>
一、电子伏及其定义 .....	(42)
二、电子伏在医学中的应用及换算 .....	(42)
<b>第十一节 放射性活度及其单位 .....</b>	<b>(43)</b>
一、放射性活度的定义 .....	(43)
二、贝可勒尔的定义 .....	(43)
三、放射性活度换算 .....	(43)
<b>第十二节 吸收剂量及其单位 .....</b>	<b>(44)</b>
一、吸收剂量的定义 .....	(44)

二、戈瑞的定义 .....	(44)
三、戈瑞的换算 .....	(45)
<b>第十三节 比释动能及其单位 .....</b>	<b>(46)</b>
一、比释动能的定义 .....	(46)
二、比释动能的计量单位 .....	(47)
<b>第十四节 剂量当量及其单位 .....</b>	<b>(48)</b>
一、剂量当量的定义 .....	(48)
二、希沃特的定义 .....	(49)
三、希沃特与雷姆 .....	(49)
<b>第十五节 照射量及其单位 .....</b>	<b>(49)</b>
一、照射量的定义 .....	(49)
二、照射量的计量单位 .....	(50)
三、伦琴与库仑每千克的换算 .....	(51)
<b>第十六节 声学的量及其单位 .....</b>	<b>(52)</b>
一、声压 .....	(52)
1. 声压的定义 .....	(52)
2. 声压的单位 .....	(52)
二、声速 .....	(53)
1. 声速的定义 .....	(53)
2. 声速的单位 .....	(53)
三、声功率 .....	(53)
1. 声功率的定义 .....	(54)
2. 声功率的单位 .....	(54)
四、声强 .....	(54)
1. 声强的定义 .....	(54)
2. 声强的单位 .....	(55)
五、声阻抗率 .....	(55)



1. 声阻抗率的定义 .....	(55)
2. 声阻抗率的单位 .....	(56)
六、声阻抗 .....	(56)
1. 声阻抗的定义 .....	(56)
2. 声阻抗的单位 .....	(56)
七、声阻 .....	(56)
1. 声阻的定义 .....	(57)
2. 声阻的单位 .....	(57)
八、声抗 .....	(57)
1. 声抗的定义 .....	(57)
2. 声抗的单位 .....	(57)
九、声劲 .....	(57)
1. 声劲的定义 .....	(57)
2. 声劲的单位 .....	(59)
十、声顺 .....	(59)
1. 声顺的定义 .....	(59)
2. 声顺的单位 .....	(59)
十一、声导纳、声纳、声导 .....	(59)
1. 声导纳的定义 .....	(60)
2. 声导纳的单位 .....	(60)
十二、声压级 .....	(61)
1. 声压级的定义与单位 .....	(61)
2. 基准声压 .....	(61)
十三、声强级 .....	(62)
1. 声强级的定义与单位 .....	(62)
2. 声强级与声压级 .....	(63)
十四、声功率级 .....	(64)
十五、传播系数与衰减系数 .....	(65)
1. 传播系数 .....	(65)
2. 衰减系数 .....	(66)

### 第三章 计量单位换算与运算规则

第一节 计量单位换算一般规则.....	( 67 )
一、单位换算方程.....	( 67 )
二、单位换算一般规则.....	( 71 )
三、单位换算例题.....	( 81 )
第二节 使用法定计量单位初期易出现的差错.....	( 89 )
一、量的名称和符号易出现的差错.....	( 89 )
二、单位名称和符号易出现的差错.....	( 97 )
三、数值和量值书写中易出现的差错.....	(113)
四、带数值的表、图和数值方程中表示数值易出现的 差错.....	(116)
第三节 测量数值运算的一般规则.....	(118)
一、加法和减法运算规则.....	(119)
二、乘法和除法运算规则.....	(120)
三、乘方和开方运算规则.....	(121)
四、对数运算规则.....	(122)
五、间接测量中测量不确定度传递运算规则.....	(124)
第四节 计量单位与 SI 单位的换算 .....	(131)
1. 长度 .....	(131)
2. 面积 .....	(135)
3. 体积 .....	(136)
4. 截面模量、截面一次矩 .....	(139)
5. 截面二次矩；截面二次极矩 .....	(140)
6. 角（平面角）.....	(141)
7. 立体角 .....	(143)
8. 时间、时间间隔、持续时间；周期；时间常数、	

弛豫时间; 混响时间; 平均寿命; 半衰期; 反应堆时间常数; 载流子寿命 .....	(144)
9. 角速度; 角频率、圆频率 .....	(146)
10. 角加速度 .....	(148)
11. 速度; 声速 .....	(149)
12. 加速度; 自由落体加速度、重力加速度 .....	(151)
13. 频率 .....	(152)
14. 转速、旋转频率 .....	(152)
15. 质量 .....	(153)
16. 密度; 物质 B 的质量浓度 .....	(155)
17. 比容 (比体积) .....	(157)
18. 线密度 .....	(158)
19. 面密度 .....	(158)
20. 质量流率 (质量流量) .....	(159)
21. 单位面积的质量流率 .....	(160)
22. 体积流率 (体积流量) .....	(161)
23. 转动惯量 .....	(161)
24. 动量 .....	(162)
25. 动量矩、角动量 .....	(163)
26. 力; 重力 .....	(163)
27. 重度、重力密度 .....	(165)
28. 力矩; 弯矩; 转矩、力偶矩 .....	(166)
29. 压力、压强; 正应力; 切应力; 弹性模量; 切变模量、刚性模量; 体积模量、压缩模量; 静压力; 声压; 渗透压 .....	(167)
30. 粘度 (动力粘度) .....	(169)
31. 运动粘度 .....	(170)
32. 表面张力; 线载荷 .....	(171)
33. 功; 能量; 势能; 动能; 热、热量; 潜热; 内能; 焓; 亥姆霍兹自由能、吉布斯自由能 .....	(172)
34. 功率; 热流率 (热流量); 辐射功率、辐射能通量;	

声能通量、声功率 .....	(177)
35. 热力学温度；摄氏温度 .....	(180)
36. 热流率密度（热流密度） .....	(181)
37. 热导率（导热系数） .....	(183)
38. 传热系数 .....	(184)
39. 热绝缘度、热绝缘系数 .....	(185)
40. 热阻率 .....	(186)
41. 热阻 .....	(187)
42. 热导 .....	(188)
43. 热扩散率；热扩散系数 .....	(188)
44. 热容；定压热容；定容热容；饱和热容；熵 .....	(189)
45. 比热容；比定压热容；比定容热容；比饱和热容； 比熵 .....	(191)
46. 体积热容 .....	(193)
47. 比能；比热；比潜热；比内能；比焓；比亥姆 霍兹自由能；比吉布斯自由能；质量热值 .....	(194)
48. 能量密度；体积热值 .....	(195)
49. 释热率（放热率） .....	(196)
50. 电流；磁位差；磁通势；电流匝链 .....	(197)
51. 电荷、电量；电通、电位移通量 .....	(198)
52. 电场强度 .....	(199)
53. 电位；电位差、电压；电动势 .....	(200)
54. 电容 .....	(201)
55. 电流线密度；磁场强度；磁化强度 .....	(202)
56. 磁通密度、磁感应强度；磁极化强度 .....	(203)
57. 磁通 .....	(205)
58. 自感；互感；磁导 .....	(205)
59. 直流电阻；阻抗；阻抗模量；电抗；交流电阻 .....	(206)
60. 直流电导；导纳；导纳模量；电纳；交流电导 .....	(207)
61. 电阻率 .....	(208)
62. 电导率 .....	(209)

63. 有功功率；视在功率；无功功率 .....	(210)
64. 电能 .....	(211)
65. 亮度 .....	(212)
66. 照度 .....	(213)
67. 物理化学和分子物理学的量和单位 .....	(214)

#### 第四章 常用生化物质换算与人体检验正常值

<b>第一节 常用生化物质换算</b> .....	<b>(233)</b>
一、蛋白质类 .....	(233)
二、含氮化合物 .....	(235)
三、酯类 .....	(236)
四、糖 .....	(237)
五、化学元素 .....	(237)
六、激素及其代谢产物 .....	(241)
七、维生素 .....	(244)
八、其他 .....	(246)
<b>第二节 人体检验正常值</b> .....	<b>(254)</b>
一、血液 .....	(255)
二、血液化学 .....	(260)
三、骨髓 .....	(270)
四、尿 .....	(274)
五、粪 .....	(277)
六、胃液 .....	(278)
七、脑脊液 .....	(280)
八、肝功能试验 .....	(281)
九、肾功能试验 .....	(284)
十、心脏导管检查 (右心) .....	(286)
十一、肺功能测定 .....	(287)

十二、内分泌功能测定	(289)
十三、免疫学检查	(296)
十四、其他	(297)

## 第五章 医学计量测试中的误差

<b>第一节 有关误差的若干基本概念</b>	<b>(299)</b>
一、误差和修正值	(299)
二、误差的分类	(300)
三、相对误差	(300)
四、差错(粗大误差)	(301)
五、系统误差及其分类	(301)
六、随机误差	(302)
七、随机误差与系统误差的辩证关系	(303)
八、正确度;精密度和准确度	(304)
九、不确定度	(305)
十、置信限和置信概率	(305)
<b>第二节 随机误差</b>	<b>(306)</b>
一、随机误差的特点	(306)
二、标准偏差和误差函数	(310)
三、算术平均和标准误差	(312)
四、标准偏差的估计	(314)
五、测量结果的置信度	(316)
六、可疑数据的剔除	(317)
<b>第三节 系统误差</b>	<b>(318)</b>
一、系统误差的一般处理方法	(318)
二、消除或削弱系统误差的典型测量技术	(319)
1. 零示法	(320)

2. 微差法 .....	(320)
3. 代替法 .....	(321)
4. 补偿法 .....	(321)
5. 对照法 .....	(322)
6. 交叉读数法 .....	(323)
三、系统误差消除的准则 .....	(325)
四、系统误差的修正 .....	(326)
五、系统误差存在与否的检验 .....	(328)
<b>第四节 非正态分布的误差 .....</b>	<b>(331)</b>
一、一些常见的非正态误差分布 .....	(332)
1. 均匀分布 .....	(332)
2. 变形正态分布 .....	(333)
3. 双峰形分布 .....	(334)
4. 离散型分布 .....	(334)
二、非正态分布误差的置信 .....	(335)
<b>第五节 误差的总合 .....</b>	<b>(341)</b>
一、误差的总合问题 .....	(341)
二、确定性误差的总合 .....	(342)
三、随机误差的总合 .....	(344)
四、系统误差与随机误差的总合效应 .....	(345)
<b>第六节 不确定度的总合 .....</b>	<b>(348)</b>
一、单项不确定度与总合不确定度 .....	(348)
二、正态分布的不确定度的总合 .....	(350)
三、均匀分布的不确定度的总合 .....	(350)
四、按高斯方式进行总合 .....	(351)
五、分布的假设 .....	(352)
六、总的不确定度的估计 .....	(355)

## 第一章 法定计量单位

根据《国际通用计量学基本名词》的规定，“以确定量值为目的的一组操作”称为计量。计量的目的是为了确定被计量对象的量值，而且它本身是一组操作。在计量中“约定采用的特定量，用以定量表示具有相同量纲的量”称为计量单位。这个定义与《法制计量学基本名词》所下的定义“习惯上公认数值为1的一个量值”基本相同。首先它明确表示，计量单位是数值等于1的特定量，在计量过程中起已知其值的比较标准之用；其次，单位是用来定量表示具有量纲的量，这就可以比较同量纲量的大小。不过，应当注意，有个别同量纲量并不同单位，例如力矩和功、材料强度和压力的量纲相同，但用各自的计量单位。

“为给定量制建立的一组单位“构成”计量单位制”。在某种单位制中，往往包括一组选定的基本单位和由定义方程式给出的导出单位。“在给定量制中基本量的单位”称为“基本单位”，如在MKS单位制中有三个基本量（长度、质量和时间），在国际单位制中基本单位有七个（见下面介绍的国际单位制的基本单位表）。“在给定量制中导出量的计量单位”称为“导出单位”。在单位制中，导出单位可以用基本单位和比例因数表示，而且对有些导出单位，为了表示方便，给以专门的名称和符号，如赫兹（Hz），帕斯卡（Pa）等。

计量单位的选择，最初带有任意性，如长度计量单位，在过去世界各国都不相同，英尺、俄尺、市尺等都不相等。即便在一国之内，单位的实际量也随历史发展而变，我国古代的尺相当于现代尺长的三分之二左右。即使是科学技术比较发达的今天，计量单位仍未完全统一。因此，计量工作的任务之一就是要通过法律确定国家法定计量单位，规定它的量值，而且尽可能与国际上广泛采用的单位相一致。

### 第一节 中华人民共和国法定计量单位

我国国务院于1984年2月27日发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》。《中华人民共和国法定计量单位》是以国际单位制(SI)单位为基础，同时根据我国的实际情况，适当选用一些非国际单



位制单位。我国法定计量单位不但在工农商各行业都要贯彻使用，而且也是我国我军医学计量中必须贯彻采用的计量单位。

我国的法定计量单位（以下简称法定单位）包括：

- (1) 国际单位制的基本单位（见表1）；
- (2) 国际单位制的辅助单位（见表2）；
- (3) 国际单位制中具有专门名称的导出单位（见表3）；
- (4) 国家选定的非国际单位制单位（见表4）；
- (5) 由以上单位构成的组合形式的单位；
- (6) 由词头和以上单位所构成的十进倍数和分数单位（词头见表5）。

法定单位的定义、使用方法等，由国家计量局另行规定。

## 一、国家采用的国际单位制的基本单位

表1 国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克(公斤)	kg
时间	秒	s
电流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol
发光强度	坎[德拉]	cd

## 二、国家采用的国际单位制的辅助单位

表2 国际单位制的辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr