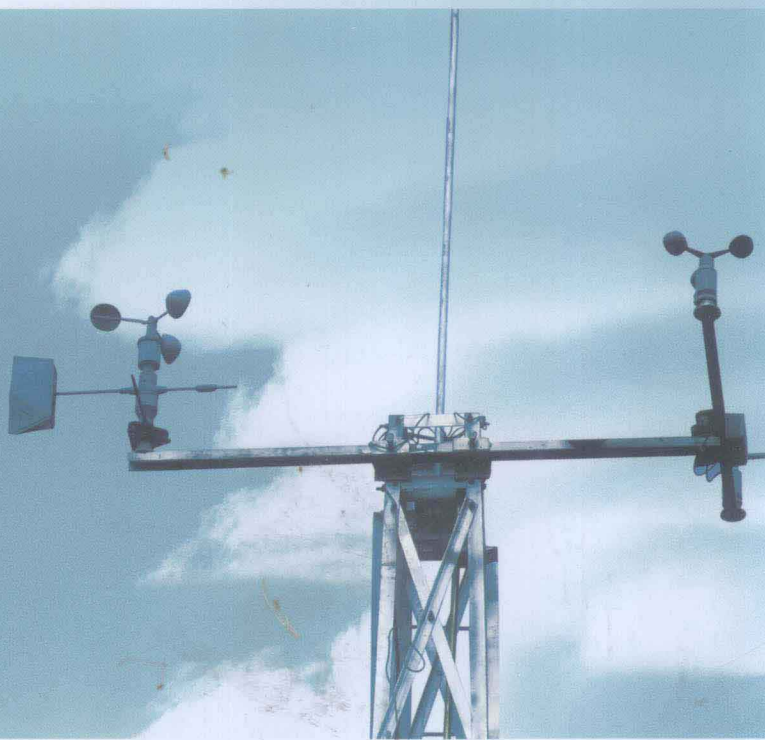


气象计量测试指南

张建敏 罗昶 吕文华 编著



 中国质检出版社

气象计量测试指南

张建敏 罗 昶 吕文华 编著



中国质检出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

气象计量测试指南/张建敏,罗昶,吕文华编著. —北京:中国质检出版社, 2011. 11
ISBN 978-7-5026-3503-9

I. ①气… II. ①张…②罗…③吕… III. ①地面观测: 气象观测—计量—指南
IV. ①P412. 1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 202422 号

内 容 提 要

本书系统介绍了地面气象观测仪器计量测试所需的基本业务知识。以检定/校准为主线,介绍了目前常用的地面气象仪器(包括自动气象站传感器)的原理、组成及技术指标,结合计量检定的业务技术和管理要求,重点描述温度、湿度、气压、风、雨量和太阳辐射仪器的计量测试方法,为计量检定人员提供业务指南。本书还重点介绍了用于省级气象计量检定站(所)的业务应用平台——省级气象计量检定业务系统的设计原理和功能特点,供计量检定人员参考。

本书可作为气象计量检定、气象装备保障等各类培训班的教材,以及高校相关专业师生参考使用。

中国质检出版社出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)

北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010)64275323 发行中心: (010)51780235

读者服务部: (010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 21.25 字数 510 千字

2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

*

定价: 86.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68510107

本书是基于气象计量所需要的知识、围绕着“计量检定”而展开的。以气象仪器的检定/校准为主线,对计量、法定计量单位、测量误差、测量不确定度、计量检定基础、气象量值传递系统、计量管理体系、省级气象计量标准、气象仪器知识及各类气象仪器的检定与校准等进行了详细的阐述和讨论。本书内容全面,涉及气象计量所需要的基本知识,是作者多年来气象计量工作经验的总结。

全书由 16 章组成:

第 1 章至第 6 章主要介绍了计量基础知识,其内容结合了气象计量的特点,深入浅出地介绍了计量检定工作应具备的最基础理论知识。

第 7 章引用了 JJF 1033 和 JJF 1069 考核规范的内容,是开展计量检定工作在管理和技术上的基本要求,是建立质量管理体系的根本。

第 8 章描述了目前我国省级计量标准的组成、原理和技术指标及其相应的省级量值传递和溯源系统图。

第 9 章基于我国气象观测用的各类地面气象观测用仪器,详细介绍了各类气象仪器的工作原理和误差来源。

第 10 章至第 15 章根据相应检定规程或校准规范,重点介绍了常用气象仪器的检定/校准方法,是本书的重点内容。

第 16 章详细介绍了省级气象计量检定业务系统业务平台的原理组成和功能特点。

国家气象计量站李建英、边泽强、温晓清、陈曦,北京市应用气象研究所李萍,甘肃省气象局李晓峰,山东省气象局孙嫣等提供了有关资料,并参与部分章节的撰写。国家气象计量站沙奕卓、朱乐坤教授审阅了本书全部内容,并提出积极有益的建议和修改意见。对此,一并向他们表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中难免有不当之处,敬请各位专家和广大读者批评指正。

作者邮箱: Luochang@hzenc.com。

编 著 者

2011 年 7 月

第 1 章 计量	(1)
1.1 计量的定义	(1)
1.2 计量的分类	(1)
1.3 计量的特点	(2)
1.4 检定	(2)
1.5 校准	(2)
1.6 检测	(3)
第 2 章 法定计量单位	(4)
2.1 国际单位制	(4)
2.2 法定计量单位	(5)
2.3 法定计量单位的使用方法	(7)
2.4 气象常用的法定计量单位	(8)
第 3 章 测量误差	(10)
3.1 基本概念	(10)
3.2 系统误差	(10)
3.3 随机误差	(11)
3.4 粗大误差	(12)
3.5 测量误差的合成	(13)
第 4 章 测量不确定度	(15)
4.1 概述	(15)
4.2 基本术语及概念	(15)
4.3 标准不确定度的 A 类评定	(18)
4.4 标准不确定度的 B 类评定	(19)
4.5 合成标准不确定度评定	(20)
4.6 扩展不确定度评定	(20)



4.7	测量不确定度的报告与表示	(20)
4.8	测量误差与测量不确定度的区别	(21)
4.9	测量不确定度评定方法	(21)
第5章	计量检定基础	(28)
5.1	计量检定的目的	(28)
5.2	计量检定的原则	(28)
5.3	气象计量检定的意义	(28)
5.4	气象仪器的检定方法	(32)
5.5	检定/校准的实施	(42)
第6章	气象计量量值传递系统	(48)
6.1	量值传递系统概述	(48)
6.2	量值传递与溯源的方式	(48)
6.3	量值传递与溯源的区别	(50)
6.4	计量器具	(50)
6.5	气象仪器的量值传递与溯源	(51)
第7章	计量管理体系	(66)
7.1	计量标准考核制度	(66)
7.2	计量标准考核(复查)的基本要求	(66)
7.3	计量标准考核(复查)的程序	(71)
7.4	计量标准考核(复查)中应注意的几个问题	(71)
7.5	法定计量检定机构考核	(72)
7.6	JJF 1069—2007《法定计量检定机构考核规范》解读	(72)
第8章	省级气象计量标准	(120)
8.1	概述	(120)
8.2	温度计量标准	(120)
8.3	湿度计量标准	(122)
8.4	气压计量标准	(125)
8.5	风速计量标准	(128)
8.6	雨量计量标准	(131)
8.7	辐射计量标准	(133)
第9章	气象仪器知识	(135)
9.1	温度测量仪器	(135)



9.2	气压测量仪器	(155)
9.3	湿度测量仪器	(164)
9.4	风测量仪器	(197)
9.5	降水测量仪器	(211)
9.6	太阳辐射测量仪器	(220)
第10章	测温仪器检定	(229)
10.1	玻璃液体温度计	(229)
10.2	双金属温度计	(233)
10.3	铂电阻温度仪	(238)
第11章	测湿仪器检定	(242)
11.1	毛发湿度表(计)	(242)
11.2	通风干湿表	(245)
11.3	湿度传感器	(249)
第12章	测压仪器检定	(254)
12.1	动槽水银气压表	(254)
12.2	定槽水银表	(256)
12.3	双管水银压力表	(258)
12.4	空盒气压表	(261)
12.5	空盒气压计	(264)
12.6	数字压力计	(267)
12.7	气压传感器	(269)
第13章	测风仪器检定	(273)
13.1	轻便三杯风向风速表	(273)
13.2	电接风向风速仪	(277)
13.3	风传感器	(278)
第14章	测雨仪器检定	(282)
14.1	雨量器和雨量量筒	(282)
14.2	虹吸式雨量计	(284)
14.3	翻斗式雨量传感器	(287)
第15章	太阳辐射仪器检定	(290)
15.1	总辐射表	(290)



15.2	光电型辐射表	(296)
15.3	直接辐射表	(300)
15.4	紫外辐射表	(304)
第16章	省级气象计量检定业务系统 (3MS)	(309)
16.1	概述	(309)
16.2	系统设计	(310)
16.3	业务管理子系统	(315)
16.4	仪器收发	(317)
16.5	常规仪器检测	(318)
16.6	自动化检定子系统	(319)
附录A	加液器检定雨量传感器的总流量和流速设定方法	(327)
附录B	风速传感器阻塞系数的测试方法	(329)
参考文献		(330)

第 1 章 计 量

1.1 计量的定义

计量是实现单位统一、量值准确可靠的活动，它包括科学技术上的、法律法规上的和管理上的一系列活动。

计量在历史上被称为“度量衡”。随着生产和科学技术的发展，现代计量已远远超出“度量衡”的范围。现在有长度、热学、力学、电磁学、无线电、时间频率、电离辐射、光学、声学、化学等计量专业，已形成了一门独立的学科——计量学。

计量涉及工农业生产、国防建设、科学试验、国内外贸易、人民生活等各方面，是国民经济的一项重要的技术基础。

计量的内容通常可概括为以下六个方面：

- (1) 计量单位与单位制；
- (2) 计量器具（或测量仪器），包括实现或复现计量单位的计量基准、计量标准与工作计量器具；
- (3) 量值传递与溯源：包括检定、校准、测试、检验与检测；
- (4) 物理常量、材料与物质特性的测定；
- (5) 测量不确定度、数据处理与测量理论及其方法；
- (6) 计量管理：包括计量保证与计量监督等。

1.2 计量的分类

计量分为科学计量、工程计量和法制计量三类，分别代表计量的基础性、应用性和公益性三个方面。

科学计量主要指的是基础性、探索性、先行性的计量科学研究，例如关于计量单位与单位制，计量基准、标准，物理常数以及误差理论与数据处理等。科学计量通常是国家计量科学研究单位的主要任务。

工程计量亦称工业计量，系指各种工程、工业企业中的实用计量。例如，关于能源、原材料的消耗，工艺流程的监控以及产品品质与性能的测试等。工程计量涉及面甚广，是各行各业普遍开展的一种计量。

法制计量，是为了保证公众安全、国民经济和社会发展，根据法制、技术和行政管理的需要，由政府或官方授权进行强制管理的计量，包括对计量单位、计量器具（特别是计量基准、标准）、计量方法和计量准确度（或不确定度）以及计量人员的专业技能等都有明确规定和具体要求。从实际检测来看，法制计量主要是涉及安全防护、医疗卫生、环境监测和贸易结算等有利害冲突或需要特殊信任领域的强制计量。例如，关于衡器、压力表、电表、水表、煤气表、血压计以及血液中酒精含量（司机和高空作业者上岗前不得饮酒）等的计量。

计量的上述分类，是相对的。有人把科学计量称为基础计量，而将工程计量和法制计量统称为应用计量。这看来似乎更加概括，但实际上却造成了混淆。因为法制计量的特殊



性是工程计量不能比拟的，两者必须分别对待，不能相提并论。

1.3 计量的特点

计量的特点：统一性、准确性、科学性、法制性和社会性。

1.3.1 统一性

计量工作的最基本任务就是统一计量单位制度，统一量值。计量作为科学技术的一部分，它属于生产力的范畴，但是它又有生产关系的属性，因此其统一性不仅表现在技术上，国家必须建立健全各种基准、标准，统一各种单位量值，而且要统一国家计量制度，并要同国际上的计量制度保持协调一致，在管理上要有统一的权威，包括国家用计量法令和行政命令、条例、方法等形式规定的计量管理制度。因此，计量工作的统一性也同时表现为计量技术和管理的统一。

1.3.2 准确性

“准”字是计量工作的核心。一切计量科学技术研究的目的，最终是要达到所期望的某种准确性，统一性是建立在准确性基础上的统一性，没有准确性，也就谈不上统一性。

1.3.3 科学性

科学是首先从测量开始的，没有测量就没有精密的科学。计量本身就是一项科学技术性很强的工作，计量学就是关于测量领域的理论和实践的科学。要做好计量工作，就必须拥有先进的技术手段和雄厚的技术力量。在许多场合，计量要起一种“公证”、“仲裁”或者说是一种“技术法庭”的作用。准与不准，合格与不合格，测量结果正确与不正确，可行与不可行等，都得以技术数据作为依据。

1.3.4 法制性

计量本身的社会性就要求有一定的法制保障。也就是说，量值的准确一致，不仅要有了一定的技术手段，而且还要有相应的法律、法规和行政管理，特别是对于那些对国计民生有明显影响的计量，诸如社会安全、医疗保健、环境保护以及贸易结算中的计量，更必须有法制保障。否则，量值的准确一致便不能实现，计量的作用也就难以发挥。

1.3.5 社会性

计量工作可以说是一门综合性的科学技术，它涉及各个学科和社会的各个领域。计量工作之所以被各国所重视，是和其经济效益和社会效益分不开的，它的主要经济效益不是反映在计量部门本身，而是反映在国民经济各领域和整个社会。

1.4 检定

在 JJF 1001—1998《通用计量术语及定义》中，“检定”被定义为：查明和确认计量器具是否符合法定要求的程序，它包括检查、加标记和（或）出具检定证书。检定通常是进行量值传递、保证量值准确一致的重要措施。

检定过程必须严格执行国家计量技术规范，带有强制性；检定结果要给出计量器具是否合格、能否投入使用的结论。

1.5 校准

在 JJF 1001—1998 中，“校准”被定义为：在规定条件下，为确定测量仪器（或测量系统）所指示的量值，或实物量具（或参考物质）所代表的量值，与对应的由标准所复现的量值之间关系的一组操作。校准是在规定条件下，给测量仪器的特性赋值并确定示值



误差，将测量仪器所指示或代表的量值，按照比较链或校准链，溯源到测量标准所复现的量值上。

校准过程指用户可根据需要自主选择校准项目、校准单位和校准时间间隔。校准后只需给出被校准计量器具的示值与标准值之间的关系及可信度，不需要给出计量器具是否合格的结论。用户可自己选择计量器具能否投入使用。因此，计量校准比计量检定更灵活、应用也更广泛。

校准和检定的区别：

(1) 校准不具法制性，是企业自愿溯源行为；检定则具有法制性，属计量管理范畴的执法行为；

(2) 校准主要确定测量仪器的示值误差等计量特性，检定则是对其计量特性及技术要求的全面评定；

(3) 校准的依据是校准规范、校准方法，通常应作统一规定，有时也可自行制定；检定的依据则是检定规程；

(4) 校准通常不判断测量仪器合格与否，必要时也可确定其某一性能是否符合预期要求；检定则必须给出合格与否的结论；

(5) 校准结果通常是出具校准证书或校准报告；检定结果则是合格的发检定证书，不合格的发检定结果通知书。

1.6 检测

按照 JJF 1069《法定计量检定机构考核规范》的定义，检测指按照规定的程序，为了确定给定的产品、材料、设备、生物体、物理现象、工艺过程或服务的一种或多种特性或性能的技术操作。

第 2 章 法定计量单位

2.1 国际单位制

1948 年召开的第九届国际计量大会作出了决定，要求国际计量委员会创立一种简单而科学的、供所有米制公约组织成员国均能使用的实用单位制。1954 年第十届国际计量大会决定采用米（m）、千克（kg）、秒（s）、安培（A）、开尔文（K）和坎德拉（cd）作为基本单位。1960 年第十一届国际计量大会决定将以这六个单位为基本单位的实用计量单位制命名为“国际单位制”，并规定其符号为“SI”。1974 年的第十四届国际计量大会又决定增加将物质的量的单位摩尔（mol）作为基本单位。因此，目前国际单位制共有七个基本单位，见表 2-1。

表 2-1 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

国际单位制有两个辅助单位，即弧度和球面度，见表 2-2。

表 2-2 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

SI 导出单位是由 SI 基本单位按定义式导出的，其数量很多，在这里列出其中三类：用 SI 基本单位表示的一部分 SI 导出单位；具有专门名称的 SI 导出单位；用 SI 辅助单位表示的一部分 SI 导出单位。其中，具有专门名称的 SI 导出单位总共有 19 个。有 17 个是以杰出科学家的名字命名的，如牛顿、帕斯卡、焦耳等，以纪念他们在本学科领域里作出的贡献。同时，为了表示方便，这些导出单位还可以与其他单位组合表示另一些更为复杂的导出单位，见表 2-3。

表 2-3 国际单位制中具有专门名称的导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	用 SI 基本单位表示
频率	赫〔兹〕	Hz	s^{-1}
力，重力	牛〔顿〕	N	$kg \cdot m/s^2$

续表

量的名称	单位名称	单位符号	用 SI 基本单位表示
压力，压强，应力	帕〔斯卡〕	Pa	N/m^2
能〔量〕，功，热量	焦〔耳〕	J	$\text{N} \cdot \text{m}$
功率，辐〔射能〕通量	瓦〔特〕	W	J/s
电荷〔量〕	库〔仑〕	C	$\text{A} \cdot \text{s}$
电压，电动势，电位，（电势）	伏〔特〕	V	W/A
电容	法〔拉〕	F	C/V
电阻	欧〔姆〕	Ω	V/A
电导	西〔门子〕	S	A/V
磁通〔量〕	韦〔伯〕	Wb	$\text{V} \cdot \text{s}$
磁通〔量〕密度；磁感应强度	特〔斯拉〕	T	Wb/m^2
电感	亨〔利〕	H	Wb/A
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	
光通量	流〔明〕	lm	$\text{cd} \cdot \text{sr}$
〔光〕照度	勒〔克斯〕	lx	lm/m^2
〔放射性〕活度	贝可〔勒尔〕	Bq	s^{-1}
吸收剂量	戈〔瑞〕	Gy	J/kg
剂量当量	希〔沃特〕	Sv	J/kg

国际单位制是计量学研究的基础和核心。特别是七个基本单位的复现、保存和量值传递是计量学最根本的研究课题。

2.2 法定计量单位

计量单位是用以度量（或比较）同种量大小的一个特定量（或比较量）。每个特定量具有名称、符号和单位，其数值为 1。由国家颁布法令，规定在全国使用的计量单位称为法定计量单位。1985 年 9 月 6 日第六届全国人民代表大会常务委员会第 12 次会议通过了《中华人民共和国计量法》，规定了“国家采用国际单位制。国际单位制计量单位和国家选定的其他计量单位，为国家法定计量单位”。

中华人民共和国的法定计量单位（以下简称法定单位）包括：

- （1）国际单位制的基本单位（表 2-1）；
- （2）国际单位制的辅助单位（表 2-2）；
- （3）国际单位制中具有专门名称的导出单位（表 2-3）；
- （4）国家选定的非国际单位制单位（表 2-4）；
- （5）由以上单位所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 2-5）。

表 2-4 国家选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	分	min	1 min = 60 s
	〔小〕时	h	1 h = 60 min = 3600 s
	天〔日〕	d	1 d = 24 h = 86400 s



续表

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
平面角	[角]秒 [角]分 度	($''$) ($'$) ($^{\circ}$)	$1'' = (\pi/648000) \text{ rad}$ (π 为圆周率) $1' = 60'' = (\pi/10800) \text{ rad}$ $1^{\circ} = 60' = (\pi/180) \text{ rad}$
旋转速度	转每分	r/min	$1 \text{ r/min} = (1/60) \text{ s}^{-1}$
长度	海里	n mile	$1 \text{ n mile} = 1852 \text{ m}$ (只用于航行)
速度	节	kn	$1 \text{ kn} = 1 \text{ n mile/h}$ $= (1852/3600) \text{ m/s}$ (只用于航行)
质量	吨 原子质量单位	t u	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$ $1 \text{ u} \approx 1.660540 \times 10^{-27} \text{ kg}$
体积	升	L, (l)	$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
能	电子伏	eV	$1 \text{ eV} \approx 1.602177 \times 10^{-19} \text{ J}$
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	$1 \text{ tex} = 10^{-6} \text{ kg/m}$
土地面积	公顷	hm ²	$1 \text{ hm}^2 = 10000 \text{ m}^2$

表 2-5 用于构成十进倍数和分数单位的词头

所表示的因数	词头名称	词头符号	所表示的因数	词头名称	词头符号
10^{24}	尧[它]	Y	10^{-1}	分	d
10^{21}	泽[它]	Z	10^{-2}	厘	c
10^{18}	艾[可萨]	E	10^{-3}	毫	m
10^{15}	拍[它]	P	10^{-6}	微	μ
10^{12}	太[拉]	T	10^{-9}	纳[诺]	n
10^9	吉[咖]	G	10^{-12}	皮[可]	p
10^6	兆	M	10^{-15}	飞[母托]	f
10^3	千	k	10^{-18}	阿[托]	a
10^2	百	h	10^{-21}	仄[普托]	z
10^1	十	da	10^{-24}	幺[科托]	y

注:

1. 周、月、年(年的符号为a),为一般常用时间单位;
2. []内的字,是在不致混淆的情况下,可以省略的字;
3. ()内的字为前者的同义语;
4. 角度单位度分秒的符号不处于数字后时,用括弧;
5. 升的符号中,小写字母l为备用符号;
6. r为“转”的符号;
7. 人民生活和贸易中,质量习惯称为重量;
8. 公里为千米的俗称,符号为km;
9. 10^4 称为万, 10^8 称为亿, 10^{12} 称为万亿,这类数词的使用不受词头名称的影响,但不应与词头混淆。



2.3 法定计量单位的使用方法

中华人民共和国法定计量单位（简称法定单位）是以国际单位制单位为基础，同时选用了一些非国际单位制的单位构成的。法定单位的使用方法应该符合中华人民共和国法定计量单位的使用方法。

法定单位和词头的使用规则如下：

（1）单位与词头的名称，一般只宜在叙述性文字中使用。单位和词头的符号，在公式、数据表、曲线图、刻度盘和产品铭牌等需要简单明了表示的地方使用，也可用于叙述性文字中。应优先采用符号。

（2）单位的名称或符号必须作为一个整体使用，不得拆开。

例如：摄氏温度单位“摄氏度”表示的量值应写成并读成“20 摄氏度”，不得写成并读成“摄氏 20 度”。

例如：30km/h 应读成“三十千米每小时”。

（3）选用 SI 单位的倍数单位或分数单位，一般应使量的数值处于 0.1 ~ 1000 范围内。

例如： $1.2 \times 10^4 \text{ N}$ 可以写成 12kN。

0.00394m 可以写成 3.94mm。

11401Pa 可以写成 11.401kPa。

$3.1 \times 10^{-8} \text{ s}$ 可以写成 31ns。

某些场合习惯使用的单位可以不受上述限制。

例如：大部分机械制图使用的长度单位可以用“mm（毫米）”；导线截面使用的面积单位可以用“mm²（平方毫米）”。

在同一个量的数值表中或叙述同一个量的文章中，为对照方便而使用相同的单位时，数值不受限制。

词头 h、da、d、c（百、十、分、厘），一般用于某些长度、面积和体积的单位中，但根据习惯和方便也可用于其他场合。

（4）有些非法定单位，可以按习惯用 SI 词头构成倍数单位或分数单位。

例如：mCi、mGal、mR 等。

法定单位中的摄氏度以及非十进制的单位，如平面角单位“度”、“（角）分”、“（角）秒”与时间单位“分”、“时”、“日”等，不得用 SI 词头构成倍数单位或分数单位。

（5）不得使用重迭的词头。

例如：应该用 nm，不应该用 mμm；应该用 am，不应该用 μμm，也不应该用 nnm。

（6）只是通过相乘构成的组合单位在加词头时，词头通常加在组合单位中的第一个单位之前。

例如：力矩的单位 kN·m，不宜写成 N·km。

（7）只通过相除构成的组合单位或通过乘和除构成的组合单位在加词头时，词头一般应加在分子的第一个单位之前，分母中一般不用词头。但质量的 SI 单位 kg，这里不作为有词头的单位对待。

例如：摩尔内能单位 kJ/mol 不宜写成 J/mmol；比能单位可以是 J/kg。

(8) 当组合单位分母是长度、面积和体积单位时，按习惯与方便，分母中可以选用词头构成倍数单位或分数单位。

例如：密度的单位可以选用 g/cm^3 。

(9) 一般不在组合单位分子分母中同时采用词头，但质量单位 kg 在这里不作为有词头对待。

例如：电场强度的单位不宜用 kV/mm ，而用 MV/m ；质量摩尔浓度可以用 mmol/kg 。

倍数单位和分数单位的指数，指包括词头在内的单位的幂。

例如： $1\text{cm}^2 = 1 \times (10^{-2}\text{m})^2 = 1 \times 10^{-4}\text{m}^2$ ，而 $1\text{cm}^2 \neq 10^{-2}\text{m}^2$ 。

(10) 在计算中，建议所有量值都采用 SI 单位表示，词头应以相应的 10 的幂代替 (kg 本身是 SI 单位，故不应换成 10^3g)。

(11) 将 SI 词头的部分中文名称置于单位名称的简称之前构成中文符号时，应注意避免与中文数词混淆，必要时应使用圆括号。

例如：旋转频率的量值不得写为 3 千秒⁻¹。如表示“三每千秒”，则应写为“3 (千秒)⁻¹” (此处“千”为词头)。

又如：体积的量值不得写为“2 千米³”。如表示“二立方千米”，则应写为“2 (千米)³” (此处“千”为词头)；如表示“二千立方米”，则应写为“2 千 (米)³” (此处“千”为数词)。

2.4 气象常用的法定计量单位

气象专业常用的法定计量单位见表 2-6。

表 2-6 气象专业常用的法定计量单位

量的名称	单位名称	单 位 符 号			备 注
		符号	中文写法	读法	
长度	千米	km	千米，公里	千米，公里	不可用“公尺”
	米	m	米	米	
	厘米	cm	厘米	厘米	
	毫米	mm	毫米	毫米	
	微米	μm	微米	微米	
质量	千克 (公斤)	kg	千克，公斤	千克，公斤	
	克	g	克	克	
	毫克	mg	毫克	毫克	
	微克	μg	微克	微克	
面积	平方米	m ²	平方米	平方米	
	平方千米	km ²	平方千米	平方千米	
体积	立方米	m ³	立方米	立方米	
	升	L (l)	升	升	
时间	秒	s	秒	秒	
	分	min	分	分	
	时	h	时，小时	时，小时	
	天	d	天，日	天，日	



续表

量的名称	单位名称	单 位 符 号			备 注
		符号	中文写法	读法	
摄氏温度	摄氏度	℃	摄氏度	摄氏度	
平面角	弧度	rad	弧度	弧度	
	度	(°)	度	度	
	(角) 分	(')	分	分	
	(角) 秒	(")	秒	秒	
速度	米每秒	m/s	米/秒	米每秒	
加速度	米每二次方秒	m/s ²	米/秒 ²	米每二次方秒	
密度	千克每立方米	kg/m ³	千克/米 ³	千克每立方米	
	千克每升	kg/L	千克/升	千克每升	
	克每立方厘米	g/cm ³	克/厘米 ³	克每立方厘米	
频率	赫 [兹]	Hz	赫兹	赫兹	
	千赫	kHz	千赫	千赫	
	兆赫	MHz	兆赫	兆赫	
压力	帕 [斯卡]	Pa	帕	帕	
	百帕	hPa	百帕	百帕	
辐射能	焦 [耳]	J	焦耳	焦耳	
辐射通量	瓦 [特]	W	瓦特	瓦特	1 瓦 = 1 焦/秒
辐射通量密度 (辐射度, 辐照度)	瓦每平方米	W/m ²	瓦/米 ²	瓦每平方米	