

国际单位制(SI)

使用知识

杨 哲 李 述 编著



科学普及出版社

71.417
682

国际单位制(SI)使用知识

杨 哲 李 述 编著

科学普及出版社

内 容 提 要

推行和采用国际单位制(SI)是促进世界各国科学技术发展的重要措施之一, 对我国实现四个现代化也将起积极作用。

本书以问答形式较详细地介绍了有关国际单位的多方面的知识, 其中包括国际单位制的由来; 历史与国际情况; 有关的规定、规则和使用方法; 并对各有关学科中涉及到的物理概念和物理量的定义进行了说明、分析和讲解, 还介绍了各种有关的计算公式、换算数据、注意事项。

本书对于学习和使用国际单位制具有实际参考价值, 同时对于弄清国际单位制所涉及的各种物理概念和物理量的含义以及相互联系, 也具有实用价值的参考书。

本书适用于各个基础学科和科学技术领域, 可供城市和农村的机关团体、厂矿企业、科研设计单位、大专院校、中等学校, 以及具有初中文化水平的广大群众学习和使用。

国 际 单 位 制 (SI) 使 用 知 识

杨 哲 李 述 编著

责任编辑: 高宝成

封面设计: 王序德

*

科学普及出版社出版(北京白石桥紫竹院公园内)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市通县向阳印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 7 1/2 字数: 165 千字

1983年5月第1版 1983年5月第1次印刷

印数: 1—29,000册 定价: 0.63元

统一书号: 15051·1072 本社书号: 0585

前 言

自 1960 年第 11 届国际计量大会通过国际单位制作为全世界统一的单位制以来,现在已有六十多个国家,特别是科学技术比较发达的国家采用了国际单位制。我国对推行和采用国际单位制也采取了许多重大措施,使之逐步实现。这项工作促进科学技术发展的重要措施之一,对我国实现四个现代化也将起积极作用。为了便于广大读者学习和使用国际单位制,本书根据我国有关国际单位制方面的规定、文件和国际计量局出版的《国际单位制》等书刊资料,对国际单位制在我国的使用情况及其有关知识作了比较全面系统的归纳、阐述和说明。

国际单位制涉及各个基础学科和科学技术领域,为此,本书在讨论具体单位之前对所牵涉到的有关物理量和物理概念均有一简明介绍。特别是对一些比较抽象而重要的物理概念,作了比较深入浅出、通俗易懂的讲解。对一些容易发生误解的概念和物理量,除作了准确的解释外,还着重指出容易发生误解的原因,以帮助读者正确理解这些概念。

本书采取问答的形式讲解和回答国际单位制使用中的各种问题,同时辅以适当的例子,力求通俗易懂、清楚准确、有较大的实用价值,以便于读者掌握和运用。

由于作者水平所限,缺点和遗漏在所难免,欢迎广大读者批评指正。

本书在编写过程中得到中国国际单位制推行委员会办公

室的同志和其他同志的协助，在此表示衷心感谢。

作 者

一九八一年秋

目 录

前 言

第一部分	综述	1
第二部分	关于国际单位制的总规定	15
第三部分	长度、面积、体积	34
第四部分	质量和时间	49
第五部分	力学(包括角度、速度、振动、 功与能及粘度等)方面	62
第六部分	声学方面	93
第七部分	温度、热学方面	103
第八部分	物质的量、化学方面	121
第九部分	电学、磁学方面	140
第十部分	光学、辐射量等方面	184
附录 1	中华人民共和国计量单位名称与 符号方案(试行)	207
附录 2	一些常用的国际单位制的导出单位	227
附录 3	符号索引(按字母顺序排列)	232

第 一 部 分

综 述

1. 什么是单位制?

【答】 在衡量某一物体时,往往需要知道它的长度、体积、质量等物理量,这就是平常所说的“度、量、衡”。如果用“厘米”表示长度,这个“厘米”就是一种单位。同理,千克(公斤)或毫升等也都是一种单位。

表示各种物理量可以采用多种规定办法,例如,长度一律用“厘米”表示,质量一律用“克”、时间一律用“秒”表示,并把其余各种物理量也都变换成用“厘米”、“克”、“秒”单位来表示的制度,叫做“厘米·克·秒单位制”。

同理,还有实用单位制(即米·千克·秒单位制)和工程单位制(即米·公斤力·秒单位制),等等。这些用(与某些特定量对应的)特定单位构成的一整套单位体系都各叫做一种单位制。

2. 为什么要采用统一的单位制?

【答】 我们知道,如果采用不同的单位测量同一物理量,就会得出不同的量值。例如某英制螺纹的“公称直径”为 $3/8$ 英寸,如果改用米制单位,就会得出 9.525 毫米;又如 2 市寸的长度,如果改用米制表示,就会得到 66.666 毫米或 6.666 厘米。同理,表示或测量其它物理量,例如测量

“力”、“质量”等等也是如此。总之，如果不采用统一的单位制，那么测量同一物理量，就可能得出截然不同的量值。显而易见，如果不采用统一的单位制，就必须进行换算，因而给人们带来不便。

过去，各国所采用的单位制是不统一的。在采用国际单位制以前，世界上比较通用的单位制中就有米制(即公制)和英制(又称码·磅制)之分。米制中又可进一步分为米·千克·秒单位制(又称 MKS 单位制或实用单位制)和米·千克力·秒单位制(又称工程制或工程单位制或重力单位制)等，而且在研究和测量电、磁等物理量时，往往还须加上“补充的规定”，即所谓“第四个基本单位”；由于“补充的规定”或“第四个基本单位”不同，而导致电学、磁学中有多种不同的单位制。在过去出版的物理学和工程科技方面的书刊资料中，常能看到多种不同的单位制，有的甚至达到了“繁杂不堪”的程度。显而易见，这样对学习、交流和发展科学技术文化，以及对日常生活等各方面都会带来很多麻烦。因此，世界各国都希望把多种不同的单位制统一起来，成为国际上统一的单位制。

3. 原先国际上就有了比较趋向统一的“米制”，为什么还要规定“国际单位制”呢？

【答】原先的“米制”已制定多年了。多年来这种单位制对科学技术文化发展、交流和日常生活等各方面，都起过很大的促进作用。然而，由于科学技术的发展，人们在生产、科研和生活的实践中逐渐发现“米制”在某些方面已不能满足需要了。例如，采用“米制单位”测量电学、磁学的物理量时，往往需要说明或辨别所加的“补充规定”，而这些“补充规定”在“米制”中又远没有完全统一，所以常常造成学习、计算或

测量上的困难。

又如，由于精确测量光波技术的迅速发展，测量光波波长已不是太难做到的事情了，因此人们认为采用一定数量的特定光波波长作为长度的“基准”（例如，国际单位制中现在规定在特定条件下氪-86 发出的 1 650 763.73 个波长的长度为 1 米。详见后述），比用“巴黎长度原器”更方便适用，更有通用性，而且在测量精度方面也超过了直接用“巴黎长度原器”作为“基准”时的测量精度。

又如，在米制中基本单位只有三、四个，而没有定出象“摩尔”、“开尔文”、“坎德拉”等这样的基本单位，所以“米制”在某些方面早已不能满足需要了。因此，人们通过多年的实践和科学技术的发展，在“米制”的基础上进一步改进，直到 1960 年发展演变成为国际计量大会所通过的“国际单位制”。

4. “国际单位制”是什么样的单位制？

【答】“国际单位制”是国际上公认的，最先进的单位制。它是 1960 年第十一届国际计量大会提出并建议世界各国采用的一种单位制。

国际单位制的构成原则比较科学，所构成的单位既明确又便于使用，优点是突出的，并且适用于几乎所有的专业领域。目前绝大多数工业发达的国家都积极地推广使用国际单位制，很多国家已宣布将在不太长的时期内完成向国际单位制的过渡。

5. 国际单位制的国际符号 SI 表示什么意思？怎样读法？

【答】“SI”是法文 *Système International d' Unités*

的缩写，意思是：国际单位制。目前较为通行的读法是把“SI”按照英文字母读音，其国际音标为[es ai]，汉语近似读音为“埃斯爱”。另外，在汉语中为了表达方便，有时也常将“国际单位制”写为“SI制”或“SI单位制”。

6. “国际单位制”与“米制”有相同之处吗？

【答】“国际单位制”是在“米制”的基础上发展演变而来的，它们之间是有相同之处的。例如在力学方面“国际单位制”与“米制”中的“米·千克·秒单位制”（即 MKS 制）就基本上相同，只是在制定 SI 后基本单位的定义略有变动。在电学、磁学方面 SI 单位与 MKSA 制单位也大体相同。现举一些力学方面的例子说明如下：

首先，由于米·千克·秒单位制中的三个基本单位与国际单位制（注：国际单位制共七个基本单位，详见后述）中的三个基本单位基本上相同，所以在长度、质量、时间、力、速度、面积、体积、密度、能、功、热量、功率、加速度……各方面的单位也都基本相同。其次，国际单位制中的辅助单位：弧度、球面度以及其它不少导出单位早已在米制中通用，例如角速度、角加速度的单位就是如此。

7. 国际单位制有什么优点？

【答】SI 制（即国际单位制，这两个名词是等同的，可任意选用，下同）是在“米制”基础上，经很多国家的科学家、专家、科技人员等多年来的研究、实验和改进，逐步发展起来的。现在 SI 制已日臻完善，优点突出：

（1）SI 制的应用范围广泛：SI 制可以通行无阻地应用于力学、热学、电学、磁学、声学、光学、理论化学、应用化

学、生物学、医学、药学、原子能、天文学、气象学、地质学……等,几乎全部自然科学领域。具体来说,它可用于各种各样的科学技术、军事技术、工、农、商、学各行各业、国际贸易和日常生活等各方面的计量中。

(2) 采用 SI 制可以消除多种单位制混用或并用的不统一现象。例如过去研究与学习物理学涉及到单位时,往往要介绍多种单位制,力学如此,电磁学也是如此,使用这些单位时则更是混杂、费解。如果统一采用 SI 制,那就可免除这种不合理的现象。

(3) 采用 SI 制可以消除“用同一单位(基准)表示不同的物理量”和“用不同的单位表示相同的物理量”的混乱现象。

例如,“千克”是“质量”的单位,但过去又把“千克力”当作“力”的单位,而使用同一“基准(原器)”;然而“千克”与“千克力”不仅是根本不同的两种物理量,而且还属于两种不同的单位制。

至于“用不同的单位表示相同的物理量”的例子则更多。现只举一个“功率”的例子就可说明问题:在采用 SI 制以前,功率可以分别用各种不同的单位来表示,如:瓦特、千克力·米/秒、公制马力、英尺·磅力/秒、马力、卡/秒、千卡/小时、英热单位/小时,等等。

显然,这些情况都会使学习、理解和应用自然科学、工程技术等知识时造成一定的困难。

在 SI 制中,把“质量”和“力”已从单位上加以严格区分,对于“功率”也只采用一种单位。因而,它从根本上避免了这些困难和混乱。

(4) 采用 SI 制有助于明确和澄清不少物理量与单位的概念。例如,功、能、热这三种物理量,虽然形式不同,但

它们是能够互相转换的物理量，因而应该用相同的单位。然而过去在采用 SI 制以前，却并用和混用多种单位，例如：千克力米、克力米、尔格、卡、千卡、英热单位、千瓦小时、马力小时、电子伏特、磅力英尺，等等。对于这些形形色色的单位，在 SI 制中只用“焦耳”一个单位就可以概括无遗了。由此可见 SI 制反映了物理量之间的本质关系。

又如，SI 制还把“质量”和“物质的量”这两种不同的物理量加以确切的区分。前者的单位是“千克”，后者的单位是“摩尔”。这样也就明确和澄清了不少概念。

(5) 采用 SI 制可以简化计算过程。除了省去不同单位制之间的换算外，还由于 SI 制严密而简明，取消了很多意义重复的单位，简化了物理规律的表示形式和计算手续(例如 SI 制用 N 代表米·千克/秒²，用 Pa 代表千克/米·秒²等)，从而可以节省许多计算时间。

(6) 采用 SI 制有利于促进国内科学、技术、工农业生产、文化、贸易等各方面的发展，也会给人民生活带来方便。

(7) 采用 SI 制更有利于国际间的贸易和科学技术文化等各方面的交流。

8. 国际上推行国际单位制的情况怎样？

【答】 SI 制已得到世界各国的公认，各国引进、推行 SI 制已是大势所趋，势在必行。目前很多国家和地区都在积极推广使用 SI 制，甚至有的国家和地区已完成向 SI 制的过渡。

9. 欧洲的一些国家向国际单位制过渡的情况怎样？

【答】 现举一些国家为例说明如下。

(1) **英国** 英国是“英制单位”的创始国，也是使用英制最普遍的国家，但也从 1965 年开始自愿地进行“米制转换”。

1978 年 4 月开始执行的计量单位条例和管理条例中规定废除：英寸、磅、哩（海里）、节、链、吨力等单位，到现在已取得不少进展。

邮电、船舶、海关、卫生检查以及军械检修方面也都采用了 SI 单位。食品的制造、包装、进口、零售按规定也必须采用 SI 单位。据统计，1980 年有近 90% 的零售食品已采用 SI 单位出售。

除了制造老式设备维修所需的零件仍使用英制单位外，钢铁、有色金属、塑料、纸张、建筑材料、机械工业、农业、园艺、医疗、药品等方面，向 SI 制的转换已经完成或接近完成。

教育界在教学、考试和编写理工科大学教科书和参考书方面都采用了 SI 制。但在汽油零售、汽车里程、路标方面，据目前所知，还没有完全采用 SI 制。

(2) **爱尔兰** 1969 年 1 月 13 日决定采用 SI。据现在所知，工业各部门大部分已向 SI 过渡完毕。

(3) **西班牙** 1974 年 4 月 24 日发布的 1257 号政令确定采用 SI 制。

(4) **法国** 法国是“米制单位”的创始国，是采用米制最早的国家，为了进一步采用 SI 制，1975 年修订了 1961 年制定的关于计量单位的条令。

法国理工科大学的教科书、参考书早已采用了 SI 制。在国家标准中采用 SI 制的工作已基本完成。

(5) **西德** 于 1973 年 7 月 6 日公布的法律（对 1969 年法律的修定）确定采用 SI 制后，全国于 1978 年就基本完成

了向 SI 制的过渡，甚至把主要的计量基准、计量标准器也都进行了改制。

(6) 东德 于 1975 年发布了《物理量的单位》标准草案，引进了 SI 单位。

(7) 奥地利 在 1973 年 3 月 20 日发布的 174 号法律（修订 1950 年的法律）中，规定采用 SI 制。理工科大学教科书和参考书已经采用了 SI 制。

(8) 南斯拉夫 于 1973 年 7 月 5 日公布法律（修订 1961 年的法律）规定采用 SI 制。

(9) 瑞典 1974 年 12 月 13 日颁布的 897 号法律（1975 年 1 月 1 日生效）默含了 SI 制。原计划于 1978 年以前在所有经济领域中全部采用 SI 制。据目前所知，教育方面早已使用了 SI 制。

(10) 芬兰 于 1974 年 12 月 31 日发布的 1090 号政令（修订 1965 年的政令）中，规定采用一部分 SI 单位。据目前所知，理工科大学教材和国家标准中早已采用了 SI 制。

(11) 苏联 早已采用了“米制”单位，1963 年 1 月正式决定，在所有的科学、技术、国民经济各部门以及教科书中都采用 SI 制。1970 年发布了以 SI 为基础的国家标准《物理量单位》。苏联所用国际单位制的俄文符号为“СИ”。

10. 美洲的一些国家向国际单位制过渡的情况怎样？

【答】 现举例说明如下。

(1) 美国 为了先普及国际单位制的教育，1974 年美国国会批准了四千万美元基金，作为向 SI 制过渡的四年期间的经费。1975 年 12 月 8 日和 11 日参众两院分别通过了

“米制转换法”，同年 12 月 23 日经总统签署。该法律的目的
在于促进美国向 SI 制过渡。此外，还设立了“美国全国米制
委员会”负责计划与协调等工作。

美国国家航空和宇宙航行局、美国机械工程师协会、美
国机动车协会等机构组织，都已分别声明采用 SI 制。美国
1977 年出版的高等院校理工科教材和参考书已开始采用了
SI 制。

美国的工业部门原预计到 1980 年可大部分过渡到 SI
制。美国计划于 1983 年在全国范围内完成向 SI 制的过
渡。

(2) **加拿大** 1970 年 1 月发表了向 SI 制过渡的“政府
白皮书”，又于 1971 年 6 月成立了米制委员会，于 1973 年发
行了《国际单位制(SI)》和《实施米制指南》两个标准。

加拿大在教育方面已经普遍开始采用 SI 制。地图绘
制、气象(温度、降雨量、降雪量、风速、能见度等)、食
品包装、粮食交易、交通标记等各方面，都已先后从 1975
年到 1977 年开始采用了 SI 制。

(3) **特立尼达和多巴哥** 1971 年 8 月确定了向 SI 制过
渡的方针，设立了“米制局”，并于 1973 年开始执行国际单
位制化运动的十年规划。

(4) **圭亚那** 1971 年 2 月 24 日确定了采用 SI 制的方
针，并已开始进行 SI 制教育。工商界已提出“建立 SI 制立
法措施”的要求。

(5) **阿根廷** 1972 年发布 19511 号法令规定采用 SI 制。

11. 亚洲的一些国家和地区向国际单位制过渡的情况怎
样?

【答】 这些情况举例说明如下。

(1) **日本** 1966 年公布采用 SI 制, 于 1972 年决定在日本工业标准 (JIS) 中引进 SI 制。日本标准化协会于 1974 年颁布了 JIS Z 8203, 并声明以后颁布的标准全都采用 SI 制。

(2) **巴基斯坦** 1972 年 7 月 1 日决定向 SI 制过渡。政府的科研单位和公共服务部门已采用 SI 制, 其它部门也开始采用 SI 制。

(3) **斯里兰卡** 决定于 1970 年 6 月开始向 SI 制过渡, 计划于 1980 年前后完成过渡。1972 年 7 月规定以 SI 为商业贸易的“决定单位”制。1974 年以后, 商品包装禁止用单一的英制单位表示。在 1974 年 7 月 17 日公布的 24 号法令中, 规定 SI 制是斯里兰卡的主要单位制, 但也合法地残留着英制单位。

(4) **菲律宾** 1973 年 5 月 10 日总统 187 号命令规定 SI 制是唯一的计量单位, 同时设立了“米制局”。

(5) **马来西亚** 1971 年 11 月决定采用 SI 制。1972 年 3 月通过了计量法, 规定 SI 单位是唯一的计量单位。预定从 1975 年起十年之内可完全采用 SI 制。

(6) **新加坡** 1968 年确定向 SI 制过渡。1970 年通过了第 25 号 (以 SI 制为基础的) 法律, 同年还设立了“米制局”。教育界于 1972 年引进 SI 制, 现已普遍使用 SI 制。公共企、事业已经完成了 SI 制的引进。据 1975 年的了解, 除小商贩外都在采用 SI 制。

(7) **香港** 1978 年成立了“度量衡十进制委员会”, 提出了向 SI 制过渡的五年计划。现在高等院校都已使用 SI 制, 只是小学仍使用米制、英制和汉制 (市制) 教学。气象通报

的温度已由用华氏温度改为用摄氏温度。

12. 大洋洲的一些国家向国际单位制过渡的情况怎样?

【答】 现举例说明这些国家和地区向 SI 过渡的情况如下。

(1) **澳大利亚** 1970 年 1 月确定了采用 SI 制的方针。1970 年 6 月颁布了“米制过渡法”。同年 7 月又设立了“米制过渡局”。

土地测量与登记、陆海空运输的收费、道路交通标记、邮政、气象、商业秤的刻度、汽油量器、酒类量器、压力计的刻度、材料试验机的刻度等都已采用了 SI 制。各种标准也按 SI 制进行了重新审订。中小学教育完全采用了 SI 制。大专院校的教材也正全面向 SI 过渡。

据 1975 年了解的情况, 建筑业、金属、水泥、木材、玻璃等行业也正在向 SI 过渡。体育运动方面, 除了足球、赛马、棒球、高尔夫球的规则外, 都采用了 SI 制。

(2) **新西兰** 1969 年 10 月设立了“米制咨询委员会”计划向 SI 制过渡。据 1975 年了解, 气象、农业大部分已采用了 SI 制, 教育、运输、测量、材料、建筑、机械等行业中, 有的已完全采用了 SI 制, 有的正在向 SI 制过渡。

(3) **巴布亚新几内亚** 1970 年通过了“米制转换法”, 规定 SI 单位是唯一的计量单位。1974 年将有关法令中的英制单位修订为 SI 单位。原计划于 1979 年年底过渡完毕。

(4) **斐济** 1972 年 5 月 12 日确定采用 SI 制的方针。1974 年开始向 SI 制过渡。

13. 非洲的一些国家和地区向国际单位制过渡的情况怎