

教育部 中国工程院卓越工程师培养计划教材
建筑材料测试技术人员培训教材

建筑材料

基础实验

主 编 叶建雄
副主编 崔 勇 胡祖华 王 冲
主 审 杨长辉 付晓华



中国建材工业出版社

教育部 中国工程院卓越工程师培养计划教材
建筑材料测试技术人员培训教材

建筑材料基础实验

主 编 叶建雄
副主编 崔 勇 胡祖华 王 冲
主 审 杨长辉 付晓华

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑材料基础实验/叶建雄主编. —北京: 中国
建材工业出版社, 2016. 11
ISBN 978-7-5160-1653-4

I. ①建… II. ①叶… III. ①建筑材料-材料试验
IV. ①TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 219726 号

内 容 简 介

本书按照国家现行标准、规范和实验室资质认定的要求进行编写, 主要内容包括实验技术的基础知识、实验室技术要求、建筑材料的标准化和主要建筑材料的取样规定, 介绍了建筑材料的基本概念和主要性能的实验方法、步骤和结果处理, 同时编制了与本教材配套使用的实验原始记录和报告。本书可作为土木工程中质量检测、施工、监理、建材生产企业的试验技术人员和工程管理人员的参考用书。

建筑材料基础实验

主 编 叶建雄

副主编 崔 勇 胡祖华 王 冲

主 审 杨长辉 付晓华

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 22.25

字 数: 500 千字

版 次: 2016 年 11 月第 1 版

印 次: 2016 年 11 月第 1 次

定 价: 58.00 元

本社网址: www.jcbs.com 微信公众号: zgjcgycbs

本书如出现印装质量问题, 由我社市场营销部负责调换。联系电话: (010)88386906

编 委 会

主 编：叶建雄

副 主 编：崔 勇 胡祖华 王 冲

参编人员：唐 静 张智瑞 白 冷 苗 苗

刘 洲 王腾飞 郑寒英 何 鹏

主 审：杨长辉 付晓华

主编单位：重庆大学

参编单位：重庆市新型建筑材料与工程重点实验室

重庆市九龙建设工程质量检测中心

重庆永渝建设工程质量检测有限公司

重庆市高性能混凝土工程技术研究中心

重庆能源职业学院

主审单位：重庆大学

重庆市建设工程质量监督总站

前 言

质量是工程的生命，按现行国家标准规范进行实验是土木工程质量管理工作的重要手段。客观、准确、及时地进行实验，是指导、控制和评价工程质量的科学依据。为了迎合教育部、中国工程院推进人才培养改革——“卓越工程师培养计划”能顺利、有效的实施，特编此教材。本书编者培养既有理论知识，同时又具备实验技能的工程技术人员提供了一本具有参考价值的教材。本书可作为土木工程中质量检测、施工、监理、建材生产企业的试验技术人员和工程管理人员的参考学习资料。

本书按照国家现行标准、规范和实验室资质认定的要求进行编写，主要内容包括实验技术的基础知识、实验室技术要求、建筑材料的标准化和主要建筑材料的取样规定，介绍了建筑材料的基本概念和主要性能的实验方法、步骤和结果处理，同时编制了与本教材配套使用的实验原始记录和报告。

本书由重庆大学材料科学与工程学院的叶建雄主编，重庆市九龙建设工程质量检测中心胡祖华、重庆永渝建设工程质量检测有限公司崔勇和重庆大学王冲担任副主编。各章主要编写人员如下：重庆大学材料科学与工程学院叶建雄编写绪论、第4章混凝土、第5章砂浆并负责全书统稿，重庆大学材料科学与工程学院唐静编写第1章胶凝材料、第2章骨料、第7章防水材料、第10章建筑节能材料，重庆大学材料科学与工程学院张智瑞编写第3章外加剂、第6章钢材、第8章墙体和屋面材料、重庆能源职业学院郑寒英编写第9章装饰材料，重庆大学材料科学与工程学院苗苗编写第11章建筑制品，重庆大学材料科学与工程学院白冷编写第12章土，重庆永渝建设工程质量检测有限公司王滕飞、何鹏和重庆市九龙建设工程质量检测中心刘洲编写第13章常用建筑材料实验原始记录与报告。全书由重庆大学材料科学与工程学院杨长辉和重庆市建设工程质量监督总站付晓华主审。

本书编写过程中参考和借鉴了有关文献资料，同时也得到了许多热心朋友和重庆大学材料科学与工程学院建筑材料专业的硕士研究生陈勇、程薇玮、张静和邢光延的帮助，谨向这些文献作者、朋友和学生致以诚挚的谢意。

由于建筑材料相关技术发展很快，加之编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编者

2016年11月

目 录

绪论	1
0.1 材料抽样基础知识	1
0.1.1 抽样的意义	1
0.1.2 提高样本代表性的措施	1
0.1.3 抽样过程中的两种风险	2
0.1.4 抽样方法	3
0.2 法定计量单位	3
0.2.1 法定计量单位的组成	3
0.2.2 法定计量单位的使用规则	8
0.3 数据处理	9
0.3.1 有效数字	9
0.3.2 数值修约及其进舍规则	10
0.4 测量误差	12
0.4.1 测量误差和相对误差	12
0.4.2 随机误差和系统误差	13
0.4.3 修正值和偏差	15
0.5 建筑材料的标准化	16
0.5.1 建筑材料标准化的相关定义	16
0.5.2 建筑材料的标准及其作用	16
0.5.3 标准的种类与级别	16
0.6 主要建筑材料的取样规定	17
0.7 实验室的技术要求	27
0.7.1 人员	27
0.7.2 设施和环境条件	28
0.7.3 设备	28
0.7.4 检测方法方法的确认	30
第1章 胶凝材料	32
1.1 水泥	32
1.1.1 标准稠度用水量	32
1.1.2 安定性	35
1.1.3 凝结时间	37
1.1.4 水泥胶砂强度	38
1.2 粉煤灰	41

1.2.1	细度	41
1.2.2	需水量比	42
1.2.3	烧失量	44
1.2.4	活性指数	45
1.3	矿渣粉	47
1.3.1	流动度比	47
1.3.2	活性指数	49
1.3.3	含水量	51
1.4	硅灰	52
1.4.1	需水量比	52
1.4.2	活性指数	54
第2章	骨料	57
2.1	细骨料	57
2.1.1	筛分析	57
2.1.2	表观密度	59
2.1.3	堆积密度和紧密密度	60
2.1.4	含水率	62
2.1.5	人工砂及混合砂石粉含量实验（亚甲蓝法）	63
2.1.6	碱活性实验	65
2.2	粗骨料	69
2.2.1	筛分析	69
2.2.2	堆积密度和紧密密度	71
2.2.3	含水率	73
2.2.4	岩石抗压强度	74
第3章	外加剂	76
3.1	高性能减水剂	76
3.1.1	减水率	76
3.1.2	常压泌水率比	78
3.1.3	凝结时间差	80
3.1.4	抗压强度比	82
3.1.5	外加剂与胶凝材料的相容性	83
3.2	速凝剂	84
3.2.1	含水率	85
3.2.2	凝结时间	85
3.2.3	抗压强度比	87
3.3	膨胀剂	88
3.3.1	细度	89
3.3.2	凝结时间	89
3.3.3	限制膨胀率	91

3.3.4 抗压强度	92
第4章 混凝土	95
4.1 普通混凝土	95
4.1.1 稠度实验——坍落度和坍落扩展度	95
4.1.2 稠度实验——维勃稠度法	97
4.1.3 凝结时间	98
4.1.4 泌水率	100
4.1.5 湿表观密度	102
4.1.6 含气量	103
4.1.7 立方体抗压强度	105
4.1.8 轴心抗压强度	106
4.1.9 静力受压弹性模量	107
4.1.10 抗折强度	109
4.2 特种混凝土	111
4.2.1 轻骨料混凝土的干表观密度	111
4.2.2 轻骨料混凝土的吸水率及软化系数	112
4.2.3 自密实混凝土的坍落扩展度和扩展时间	114
4.2.4 自密实混凝土的J环扩展度实验	115
4.3 普通混凝土配合比设计	116
4.3.1 配合比设计依据	116
4.3.2 基本规定	117
4.3.3 混凝土配制强度的确定	119
4.3.4 混凝土配合比计算	119
4.3.5 配合比试配、调整与确认	123
第5章 砂浆	125
5.1 建筑砂浆	125
5.1.1 稠度、分层度	125
5.1.2 保水性	127
5.1.3 立方体抗压强度	128
5.1.4 拉伸粘结强度	130
5.1.5 收缩实验	132
5.2 普通砌筑砂浆配合比设计	134
5.2.1 配合比设计依据	134
5.2.2 基本规定	134
5.2.3 砌筑砂浆试配强度确定	135
5.2.4 水泥混合砂浆配合比计算	136
5.2.5 水泥砂浆配合比计算	137
5.2.6 砂浆配合比试配、调整与确定	138

第 6 章 钢材..... 139

6.1 热轧带肋钢筋 139

6.1.1 拉伸性能 139

6.1.2 弯曲性能 146

6.1.3 反向弯曲性能 147

6.1.4 重量偏差 149

6.2 热轧型钢 150

6.2.1 拉伸性能 150

6.2.2 冷弯性能 153

6.2.3 冲击性能 154

6.3 建筑结构用钢板 156

6.3.1 拉伸性能 157

6.3.2 冷弯性能 159

6.3.3 冲击性能 160

6.4 预应力混凝土用钢绞线 162

6.4.1 最大力 163

6.4.2 规定非比例延伸力 164

6.4.3 最大力总伸长率 165

第 7 章 防水材料..... 167

7.1 防水卷材 167

7.1.1 拉伸性能 167

7.1.2 低温柔性 170

7.1.3 撕裂性能 173

7.2 防水涂料 176

7.2.1 固体含量 176

7.2.2 耐热性 177

7.2.3 拉伸性能 178

7.2.4 撕裂强度 182

7.2.5 低温柔性 183

7.3 建筑密封材料 184

7.3.1 密度 185

7.3.2 表干时间 186

7.3.3 下垂度 187

7.3.4 拉伸模量 188

7.3.5 定伸粘结性 191

第 8 章 墙体和屋面材料..... 194

8.1 砌墙砖 194

8.1.1 尺寸测量与外观质量检查 194

8.1.2 抗压强度 195

8.1.3	体积密度	197
8.1.4	泛霜实验	198
8.1.5	吸水率和饱和系数	199
8.2	轻质隔墙板	200
8.2.1	抗压强度	201
8.2.2	软化系数	202
8.2.3	面密度	203
8.2.4	含水率	203
8.2.5	干燥收缩	204
8.3	泡沫混凝土	206
8.3.1	干密度	206
8.3.2	抗压强度	207
8.3.3	吸水率	208
第9章	装饰材料	210
9.1	陶瓷砖	210
9.1.1	尺寸偏差	210
9.1.2	吸水率	211
9.1.3	破坏荷载和断裂模数	213
9.2	天然石材	215
9.2.1	弯曲强度	215
9.2.2	压缩强度	216
9.2.3	体积密度与吸水率	218
第10章	建筑节能材料	220
10.1	绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料(XPS)	220
10.1.1	垂直于板面方向的抗拉强度	220
10.1.2	压缩强度	221
10.1.3	吸水率	223
10.1.4	表观密度	226
10.2	蒸压加气混凝土砌块	227
10.2.1	干密度、含水率	227
10.2.2	吸水率	228
10.2.3	抗压强度	229
10.2.4	抗折强度	230
10.3	柔性泡沫橡塑绝热制品	232
10.3.1	表观密度	232
10.3.2	真空吸水率	234
10.3.3	尺寸稳定性	235
第11章	建筑制品	237
11.1	混凝土和钢筋混凝土排水管	237

11.1.1	内水压力	237
11.1.2	外压荷载	239
11.2	纤维增强无规共聚聚丙烯复合管	240
11.2.1	纵向回缩率	241
11.2.2	落锤冲击实验	242
11.2.3	静液压实验	246
11.3	预应力混凝土空心板	249
第 12 章	土	254
12.1	土	254
12.1.1	密度（环刀法）	254
12.1.2	液限和塑限	255
12.1.3	最大干密度和最佳含水率	258
第 13 章	常用建筑材料实验原始记录和报告	262
13.1	混凝土用原材料性能实验	262
13.2	砂浆和混凝土性能实验	283
13.3	混凝土与砂浆配合比设计	299
13.4	钢材性能实验	303
13.5	防水材料性能实验	309
13.6	墙体和屋面材料性能实验	315
13.7	装饰材料性能实验	325
13.8	建筑节能材料性能实验	329
13.9	建筑制品和土性能实验	333
参考文献		340

绪 论

0.1 材料抽样基础知识

0.1.1 抽样的意义

建筑材料经生产过程成为成品之后，需对其进行检测，以确定其质量是否合格，并评定质量等级；运到工地后，还需进行复检，合格后方可使用。这种检测从形式上来说可以分为两种：全检和抽检。全检是对被检材料中的各单位产品逐个进行检测；抽检则是从批量产品中抽出一小部分单位产品作为样本进行检测。全检检测结果准确可靠，但只适用于非破损检测，而且费时费力，只适用于检测简单而且可以在生产线上检测的产品（如在生产线上检测钢珠的直径，不合格的即被剔除）；而建筑材料这种比较笨重的产品，检测项目较多，其中有些项目必须采用破损检测，难以在生产线上逐个检测，故只能进行抽检。

抽样检验按检验和判定的形式不同可以分为两类：计量抽样检验和计数抽样检验。计量抽样检验是通过测定样本中某个特征值（如混凝土的抗压强度）来衡量产品的总体质量，计数抽样检验是通过测定样品中不合格品的数量来衡量产品的总体质量。计量抽样检验可以利用测试得到的数据，为产品质量提供更多的信息，易于找出提高产品质量的方向，但需进行复杂的计算；而计数抽样检验方法简单易行，不需复杂的计算，适合于生产线上的连续抽样检验，故应用更为广泛。目前，我国已颁布了几十项统计抽样检验标准，其中，GB/T 6378 系列是计量统计抽样检验的基础标准，生产控制和供需双方验收产品时，使用《计量抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索的对单一质量特性和单个 AQL 的逐批检验的一次抽样方案》GB/T 6378.1。GB/T 2828 系列是计数统计抽样检验的基础标准，生产控制和供需双方验收产品时，使用《计数抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划》GB/T 2828.1。也有将两种方法结合使用的抽样方案。

抽检虽然只用少量样品构成样本并对其进行检验即可得出该产品合格与否（或等级高低）的结论，与全检相比省时省力，检测成本低，但从如此大量的产品中抽出极少量的样品，要使样品的检测结果能代表整批产品的质量，必须采取必要的措施，确定合适的抽样数量，并提高样本代表性。

0.1.2 提高样本代表性的措施

在统计学中，将整批产品作为总体，从其中抽出的样品总和作为样本，例如将 60t 进场的钢筋作为一批产品，从中抽取 4 根作为样品进行力学实验，则此批 60t 钢筋作为总体，抽取的 4 根钢筋样品组成样本。由于样本是总体的一部分，应该具有总体的性质，故当抽样数量适当多时，它在一定程度上可代表总体的质量；但它毕竟只是总体的一部分，带有一定的个性，其检测结果与总体总会有一定的差异。要使样本的检测结果最大

限度地表示总体的质量状况，样本应至少具备两种性能：独立性及代表性。所谓独立性，即样本中各个样品的检测结果批次独立、互不影响；所谓代表性，即样本的检测结果能代表总体的质量。一般来说其独立性较易满足，而其代表性往往不易做到，所以，提高样本的代表性是至关重要的。

提高样本代表性的措施主要有以下几点：

1) 提高总体的匀质性。样本的分散度与总体的分散度（用标准差表示）有直接的关系，也就是说，总体的分散度较小是减小样本分散度的重要条件。为此，应尽量提高总体的匀质性，即整个一批产品的质量应尽量均匀，这是提高样本代表性的基础。

2) 有足够的抽样数量。当总体的标准差已固定，可用增加抽样数量的办法来降低样本的标准差。但抽样数量也不能过多的增加，否则将使检测工作量过大而不经济。抽样数量应以样本具有一定代表性而不至于使检测工作量过大为宜。表 0-9~表 0-21 所列抽样数量即是各种检测规范考虑了样本的代表性，根据多年的经验确定的，基本上属于按比例抽样。更为科学的方法是按照上述的国家颁布的统计抽样检验标准确定抽样数量。

3) 随机抽样。随机抽样要求各个单位产品从总体中被抽到的机会均等，也就是说，不管总体的质量如何，总体中的各个单位产品均有相同的被抽取的机会；这样随机抽取的样本才能客观地反映总体的质量状况。但是，在抽样过程中，往往很难做到随机抽样，因为一方面建材数量很大而抽样数量很少，另一方面人们有时在抽样过程中带有一定的主观意识，例如，施工人员希望抽到质量较好的样本，使检测得以通过，而监理人员则往往想抽到质量较差的样本，以发现其中的质量问题，这种带有主观意识的抽样大大降低了样本的代表性，是不可取的。

4) 减小检测误差。各种材料的质量指标都是通过检测得到的，毫无疑问，检测精密度越高，则样本的代表性越好。

以上各点中，总体的匀质性好固然重要，但抽样时往往总体已经存在（已成成品），故检测方无法这样要求总体；而当检测精密度较高时，其对代表性的影响也不大，因而，抽样数量和抽样方法是保证样品具有代表性的关键，为此应有足够的抽样数量和科学的抽样方法。

0.1.3 抽样过程中的两种风险

当总体中单位产品数量较大时，各单位产品的某一特性（例如混凝土的抗压强度）的分布大体服从正态分布，其中各单位产品的该特性值总是有高有低，参差不齐，大部分单位产品的该特性值会落在平均值的附近，离平均值越远的值越少。即合格总体中大部分单位产品是合格的，少数单位产品是不合格的；不合格的总体中大部分单位产品是不合格的，少数单位产品是合格的。而抽样的数量总是有限的。如果在抽样时，在合格的总体中将少数不合格的单位产品抽到样本中，会将本来合格的总体误判为不合格，这种误判的风险称为第一种风险，又称作生产方风险，用 α 表示；相反，如果在抽样时，在不合格的总体中将少数合格的单位产品抽到样本中，会将原本不合格的总体误判为合格，这种漏判风险称为第二种风险，又称作使用方风险，用 β 表示。在国家颁布的统计抽样检验标准中，通常将 α 控制在 5% 左右，将 β 控制在 10% 左右，使供需双方同时得到保护。

0.1.4 抽样方法

前面已经提到，提高子样代表性的措施之一就是随机抽样，随机抽样是一种科学的抽样方法，要求所有子样被抽到的机会均等，但是在检测工作中真正做到随机抽样是不容易的，一方面建筑材料往往体积或者质量很大，难以在任意部位抽样，另一方面由于受各种因素的影响，其不同部位的子样品质不同，例如石子在堆高的情况下，大颗粒石子易滚落堆脚处，造成各部位颗粒比例不同；此外，在抽样时自觉或不自觉地加入了人为的因素也是一个原因。所以必须采取一些措施保证随机抽样。

随机抽样可分为三种，各抽样方法分述如下：

1) 简单随机抽样。即对一批产品中 n 个子样用相同的概率进行抽检，由于在批量很大而子样很小时，很难保证随机抽取，故简单随机抽样适用于质量比较均匀的材料。

2) 系统随机抽样。将材料按顺序排列，以 N/n 为抽样间隔（ N 为批量， n 为抽样数量），每隔一个间隔抽一个试样。例如，灰砂砖的抽样，相关规范规定以 10 万块砖为一批，应抽取 50 块对其尺寸偏差和外观质量进行检测，抽样间隔为 2000 块，如 10 万块砖共有 50 垛，每垛 2000 块，则每垛应抽 1 块。这是分垛抽样，也可分段抽样，如公路或市政道路，以一定长度为一段；也可分量抽样，如混凝土每 100 立方米抽 1 组；或者分时抽样，如每隔 1 小时抽 1 个样等。

3) 分层随机抽样。即按某一特征将整批产品分为若干小批，成为层，其特点是：同一层内产品均匀一致，而各层间差别较大界限明显；分层随机抽样是在各层内抽取试样，合在一起组成一个子样。分层随机抽样适用于批内有明显分层特点的产品，例如混批或炉号不同的钢筋，或同一结构同一强度等级但不同配合比的混凝土等，遇到这种情况，如不采用分层，则层间差别将被掩盖起来。

采用何种抽样方法应视具体情况而定。为保证最大限度地做到随机抽样，可利用随机数表，交通部标准中规定的公路路基现场测试随机选点方法就是一种系统随机抽样方法，它先用上述 N/n 式算出抽样间隔，然后按其“一般取样的随机数表”分段确定具体抽样位置，包括纵向位置和横向位置。利用随机数表的抽样方法虽然稍显麻烦，但却能基本保证抽样的随机性和试样的代表性。

0.2 法定计量单位

0.2.1 法定计量单位的组成

我国计量法明确规定，国家实行法定计量单位制度。法定计量单位是政府以法定的形式，明确规定在全国范围内采用的计量单位。

计量法规定：“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。”国际单位制是我国法定计量单位的主体，国际单位制如有变化，我国法定计量单位也将随之变化。

1) 国际单位制计量单位

(1) 国家单位制的来历与特点

在人类历史上，计量单位是伴随着生产与交换的发生、发展而产生的。随着社会和科学技术的进步，要求计量单位稳定和统一，以维护正常的社会、经济和生产活动的秩序，于是逐渐形成了各个国家的古代计量制度。这些制度是根据各自的经验和习惯确定的，自然是千差万别、各行其是。有时在一个国家内，还有多种计量制度并存，这种状况阻碍着生产和贸易的发展及社会的进步。

法国在 1790 年建议创立一种新的、建立在科学基础上的计量制度，随后制定了“米制法”，通过对地球子午线长度的精密测量来确定最初的米原器。这一制度逐渐得到其他国家的认同，1875 年 17 个国家在巴黎签署了“米制公约”，成立国际计量委员会（CIPM），并设立国际计量局（BIPM）。我国于 1977 年加入米制公约组织。

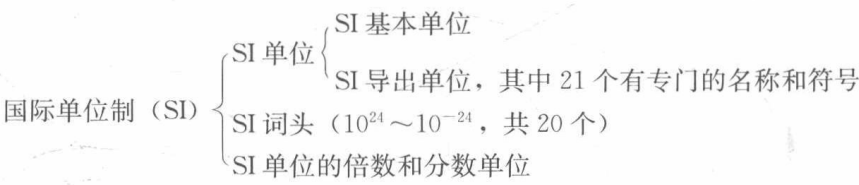
随着科学技术的发展，在米制的基础上先后形成了多种单位制，又出现混乱局面。1960 年第 11 届国际计量大会（CGPM）总结了米制经验，将一种科学实用的单位制命名为“国际单位制”，并用符号 SI 表示。后经多次修订，现已形成了完整的体系。

SI 遵从一贯性原则。由比例因数为 1 的基本单位幂的乘积来表示的导出计量单位，叫一贯计量单位。而 SI 的全部导出单位均为一贯计量单位，所以它是一贯计量单位制，从而使符合科学规律的量的方程和数值方程相一致。

SI 是在科技发展中产生的，也将随着科技发展而不断完善。由于结构合理、科学简明、方便实用，适用于众多科技领域和各行各业，可实现世界范围内计量单位的统一，因而获得国际上广泛承受和接受，成为科技、经济、文教，卫生等各界的共同语言。

(2) 国际单位制的构成

国际单位制的构成如下所示：



(3) SI 基本单位

要建立一种计量单位制，首先要先确定基本量，即约定地认为在函数关系上彼此独立的量。SI 选择了长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量和发光强度等 7 个基本量，并给基本单位规定了严格的定义。这些定义体现了现代科技发展的水平，其量值能以高准确度复现出来。SI 基本单位是 SI 的基础，其名称、符号和定义见表 0-1。

表 0-1 SI 基本单位

量的名称	单位名称	单位符号	单位定义
长度	米	m	光在真空中于 1/299792458 秒的时间间隔内所经过的距离
质量	千克（公斤）	kg	质量单位，等于国际千克（公斤）原器的重量
时间	秒	s	铯-133 原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应的辐射的 9192631 770 个周期的持续时间
电流	安〔培〕	A	一恒定电流，若保持在处于真空中相距 1 米的两无限长而圆截面可忽略的平行直导线内，则此两导线之间产生的力在每米长度上等于 2×10^{-7} 牛顿

续表

量的名称	单位名称	单位符号	单位定义
热力学温度	开 [尔文]	K	水三相点热力学温度的 1/273.16
物质的量	摩 [尔]	mol	一系统的物质的量，该系统中所包含的基本单元数与 0.012 千克 C-12 的原子数目相等。在使用摩 [尔] 时应指明基本单元，可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子，或是这些粒子的特定组合
发光强度	坎 [德拉]	cd	发射出频率为 540×10^{12} 赫兹单色辐射的光源在给定方向上的发光强度，而且在此方向上的辐射强度为 1/683 瓦特每球面度

(4) SI 导出单位

SI 导出单位是按一贯性原则，通过比例因数为 1 的量定义方程式由 SI 基本单位导出的单位。导出单位是组合形式的单位，它们由两个以上基本单位幂的乘积来表示。

为了读写和实际应用的方便，以及便于区分某些具有相同量纲和表达式的单位，在历史上出现了一些具有专门名称的导出单位。但是，这样的单位不宜过多，当时 SI 仅选用了 19 个，其专门名称可以使用。没有选用的，如电能单位“度”（即千瓦时），光亮度单位“尼特”（即坎德拉每平方米）等名称，就不能再使用了。应注意在表 0-2 和表 0-3 中，单位符号和其他表达式可以等同使用。例如：力的单位牛顿（N）和千克米（ $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$ ）每二次方秒是完全等同的。

原 SI 的两个辅助单位，即弧度和球面度是由长度单位导出的，在某些领域（如光度学和辐射度学）有着重要的应用，是一个独立而具体的单位。以前曾将它们单独列为一类，现在则归为具有专门名称的导出单位一类。这样，具有专门名称的导出单位便一共有 21 个。

表 0-2 具有专门名称的 SI 导出单位

量的名称	名称	符号	SI 导出单位
			用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[平面] 角	弧度	rad	$1\text{ rad}=1\text{m}/\text{m}=1$
立体角	球面度	sr	$1\text{sr}=1\text{m}^2/\text{m}^2=1$
频率	赫 [兹]	Hz	$1\text{Hz}=1\text{s}^{-1}$
力	牛 [顿]	N	$1\text{N}=1\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$
压力、压强、应力	帕 [斯卡]	Pa	$1\text{Pa}=1\text{N}/\text{m}^2$
能量、功、热量	焦 [耳]	J	$1\text{J}=1\text{N}\cdot\text{m}$
功率、辐 [射能] 通量	瓦 [特]	W	$1\text{W}=1\text{J}/\text{s}$
电荷 [量]	库 [仑]	C	$1\text{C}=1\text{A}\cdot\text{s}$
电压、电动势、电位	伏 [特]	V	$1\text{V}=1\text{W}/\text{A}$
电容	法 [拉]	F	$1\text{F}=1\text{C}/\text{V}$
电阻	欧 [姆]	Ω	$1\Omega=1\text{V}/\text{A}$
电导	西 [门子]	S	$1\text{S}=1\Omega^{-1}$
磁通 [量]	韦 [伯]	Wb	$1\text{Wb}=1\text{V}\cdot\text{s}$
磁通 [量] 密度、磁感应强度	特 [斯拉]	T	$1\text{T}=1\text{Wb}/\text{m}^2$
电感	亨 [利]	H	$1\text{H}=1\text{Wb}/\text{A}$
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C}=1\text{K}$
光通量	流 [明]	lm	$1\text{lm}=1\text{cd}\cdot\text{sr}$
[光] 照度	勒 [克斯]	lx	$1\text{lx}=1\text{lm}/\text{m}^2$

表 0-3 由于人类健康安全防护上的需要而确定的具有专门名称的 SI 导出单位

量的名称	名称	符号	SI 导出单位
			用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[放射度] 活度	贝可 [勒尔]	Bq	$1\text{Bq} = 1\text{s}^{-1}$
吸收剂量 比授 [予] 能 比势动能	戈 [瑞]	Gy	$1\text{Gy} = 1\text{J/kg}$
剂量当量	希 [沃特]	Sv	$1\text{Sv} = 1\text{J/kg}$

(5) SI 单位的倍数和分数单位

基本单位、具有专门名称的导出单位，以及直接由它们构成的组合形式的导出单位都称之为 SI 单位，它们有主单位的含义。在实际使用时，量值的变化范围很宽，仅用 SI 单位来表示量值很不方便。为此，SI 中规定了 20 个构成十进倍数和分数单位的词头和所表示的因数。这些词头不能单独使用，也不能重叠使用，它们仅用于与 SI 单位（kg 除外）构成 SI 单位的十进倍数和十进分数单位。需要注意的是：相应于因数 10^3 （含 10^3 ）以下的词头符号必须用小写正体，等于或大于因素 10^6 的词头符号必须用大写正体，从 10^3 到 10^{-3} 是十进位，其余是千进位。详见表 0-4。

SI 单位加上 SI 词头后两者结合为一整体，就不再成为 SI 单位，而称 SI 单位的倍数或分数单位，或者叫 SI 单位的十进倍数或分数单位。

表 0-4 SI 单位的倍数和分数单位

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 [克萨]	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

2) 国家选定的其他计量单位

尽管 SI 有很大的优越性，但并非十全十美。在日常生活和一些特殊领域，还有一些广泛使用的、重要的非 SI 单位，尚需继续使用。因此，我国选定了若干非 SI 单位与 SI 单位一起，作为国家的法定计量单位，它们具有相同的地位。详见表 0-5。

我国选定的非 SI 单位包括 10 个由 CGPM 确定的允许与 SI 并用的单位，3 个暂时保留与 SI 并用的单位（海里、节、公顷）。此外，根据我国的实际需要，还选取了“转每分”“分贝”和“特克斯”3 个单位，一个 16 个 SI 制外单位，作为国家法定计量单位的组成部分。