

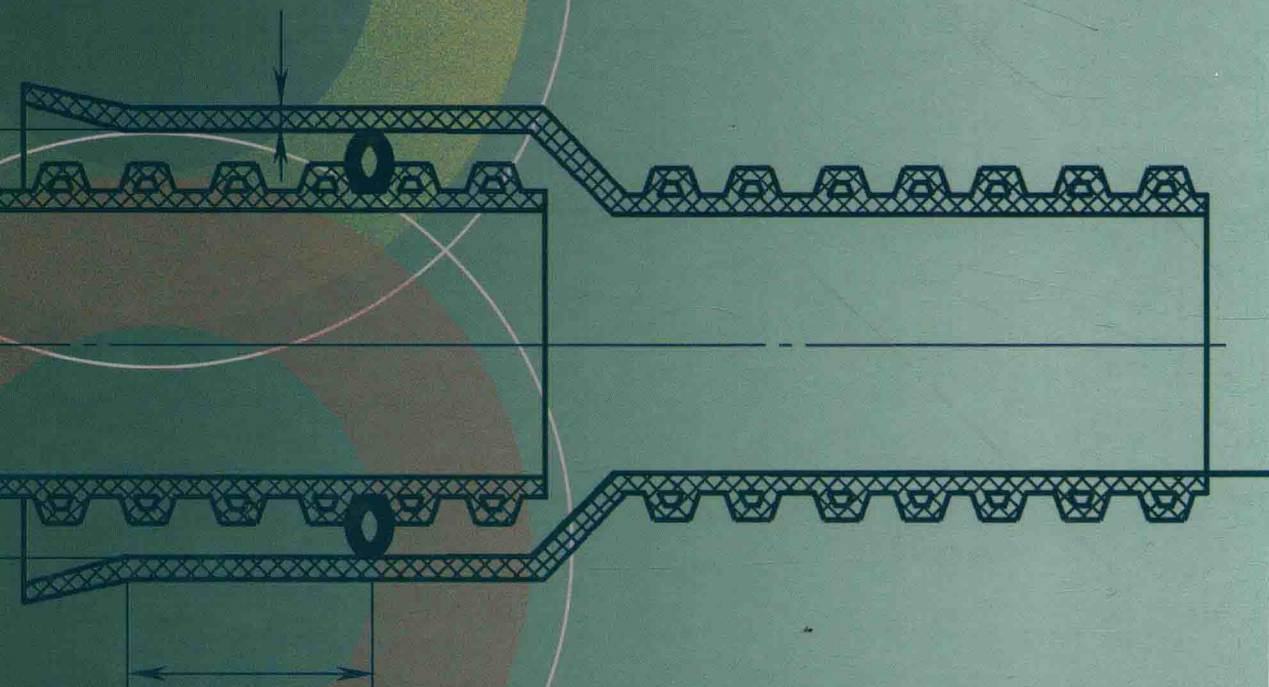
管 材 阀 件 技 术 资 料 系 列 手 册

建筑安装用金属与非金属管材技术手册

JIANZHU ANZHUANGYONG JINSHU YU FEIJINSHU GUANCAI JISHU SHOUC

主编 张志贤 张伟华 王洪伟

主审 黄崇国



中国建筑工程出版社

管材阀门技术资料系列手册

建筑安装用金属与非金属 管材技术手册

主编 张志贤 张伟华 王洪伟
主审 黄崇国

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑安装用金属与非金属管材技术手册/张志贤, 张伟华, 王洪伟主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016.8

(管材阀门技术资料系列手册)

ISBN 978-7-112-19419-3

I. ①建… II. ①张… ②张… ③王… III. ①建筑材料-非金属材料-管材-技术手册②建筑材料-金属材料-管材-技术手册 IV. ①TU504-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 096856 号

本书专门介绍建筑安装用金属和非金属管材方面的内容, 也包括各种复合管。广义的管材自然包括与管材配套的管件。但因受篇幅所限, 本手册只能介绍管材, 基本不介绍管件。本书包括 7 章, 分别是: 概述、钢管、有色金属管、铸铁管、塑料管、复合管、混凝土管等内容。

本书在对建筑安装用金属和非金属管材标准进行归纳和梳理的基础上, 介绍了建筑安装用金属和非金属管材型号、规格和性能, 本书内容丰富, 实用性强。

本书可供从事管道工程设计、施工的广大工程技术人员使用, 也可供相关大专院校师生使用。

责任编辑: 胡明安

责任校对: 王宇枢 关 健

管材阀门技术资料系列手册

建筑安装用金属与非金属管材技术手册

主编 张志贤 张伟华 王洪伟

主审 黄崇国

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 39 字数: 973 千字

2016 年 9 月第一版 2016 年 9 月第一次印刷

定价: 115.00 元

ISBN 978-7-112-19419-3

(28682)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书编委会

编委会主任：宋 健

编委会副主任：黄柏枝 杨国华

编写人员：李学珍 孙朝兴 李春森 高 茜 杨国富
杨正东 肖印奎 孙志强 孙旭东 陆永前
孙 科 咸国权 郑子谦 汪 鹏 黄本波
罗宏飞 黄晓舒 宋 艳 韩文华 胡 笳
王荣萍 曾宪友 祝俊川 蓝 天 邓起鸿
徐亚军 苏 伟 杨 霞 张燕明 刘克诚
杨 勇

前 言

本手册专门介绍建筑安装用金属和非金属管材方面的内容，当然也包括各种复合管。广义的管材自然包括与管材配套的管件，因为只有管材与管件的组合才能构成管道系统。但因受篇幅所限，本手册只能介绍管材，基本不介绍管件，这是因为管件品种、规格多，会占用大量篇幅。对于塑料管和复合管，大多数管材生产厂家都生产与管材配套的管件，工程设计单位或需方可以索取产品样本。在有些管材的技术标准中，只规定了管件接口的尺寸，而没有规定结构尺寸，这样不同厂家管件产品的结构尺寸也不会相同。

当前各种管道设计类、施工类书籍或资料中引用的技术标准，可以说相当一部分已经过时，有的在书籍出版前就已经更新废止。尤其是近十几年以来，随着中国对外经济技术交流的迅猛发展，对许多国家标准和行业标准进行了修订，也颁发了不少新标准。而已有的各种“标准汇编”，不但涉及多种行业，且时间跨度大，内容庞杂，其大部分内容也不大适合建筑行业管道工程使用。因此，业内人士企盼能有一部管材方面的书籍面世。

我国的技术标准有国家标准和行业标准两大类。从 20 世纪 90 年代开始，国家标准和行业标准中又分为强制性标准（少数）和推荐性标准（大多数）。强制性标准是必须执行的标准，而推荐性标准是指生产、使用等方面，通过经济手段或市场调节，自愿采用的标准，推荐性标准一经接受并采用，或供需双方同意纳入经济合同中，就成为各方必须共同遵守的技术依据，因而同样具有法规约束性。

本手册的编写以现行技术标准为依据，在介绍的每一种管材的正文末尾，都有“依据技术标准”的名称和标准号。这便是向读者做了交代，今后如果标准修订更新了，也便于读者与新标准核对。如果只介绍技术标准中的内容，而不交代所依据的标准名称和标准编号，我们认为是不可取的。

为了使读者能按标准编号迅速查找到本手册的相应内容，本手册的“附录”列出了“现行标准与本手册相关内容对照表”，这样读者就可以按已知的国家标准或行业标准编号，查找到相应内容。

管材的技术标准本身是为规范产品生产服务的。我们编写的这本手册是为使用管材的单位和人员服务的，涵盖了绝大部分现行国家标准和行业标准中金属、非金属管材和各种复合管，其内容与工程设计、施工、监理、装备制造、物流、营销等单位密切相关。

本手册的编写得到了中国建筑二局安装工程有限公司、西北电力建设国际工程公司、中铁建设集团有限公司设备安装公司的有力支持，工程技术人员积极参与，做了大量工作。特别应当感谢江苏华能建设工程集团有限公司董事长宋小华先生的大力支持，为本手册的编写做了周密的安排和细致的协调工作。另外，还有一些未署名的有关单位同事做了大量事务性具体工作，在此一并致谢。

虽然我们尽了很大努力，但仍会存在不足或疏漏之处，敬请使用本手册的单位和读者赐教，使之不断完善。

编 者

目 录

1 概述	1
1.1 标准名称及代号	1
1.1.1 国际、国外标准及代号	1
1.1.2 国内标准及代号	1
1.2 元素简述	2
1.2.1 金属元素	2
1.2.2 非金属元素	4
1.2.3 金属及非金属的性能	4
1.3 钢铁材料力学性能名词和含义	5
1.3.1 弹性指标	6
1.3.2 强度指标	7
1.3.3 硬度性能指标	8
1.3.4 塑性指标	9
1.3.5 韧性指标	9
1.4 碳素钢	9
1.4.1 碳素钢的分类	9
1.4.2 碳素结构钢	11
1.4.3 优质碳素结构钢	12
1.4.4 碳素工具钢	15
1.4.5 铸钢	15
1.5 低合金高强度结构钢	16
1.5.1 合金钢简述	16
1.5.2 低合金高强度结构钢	17
1.6 铸铁	19
1.6.1 灰铸铁	20
1.6.2 可锻铸铁	21
1.6.3 球墨铸铁	24
1.7 有色金属材料	25
1.7.1 铜材	25
1.7.2 铝材	26
1.7.3 锌材	28
1.7.4 铅材	29
1.7.5 锡材	30
1.7.6 锑材	31
1.7.7 钛材	31
1.7.8 交货状态	32

1.8	中外常用钢管钢号对照表	33
1.9	塑料的化学属性	35
1.10	塑料制品的分类、用途和术语	37
1.10.1	树脂和塑料制品	37
1.10.2	按树脂受热后的性能分类	37
1.10.3	按塑料制品的用途分类	38
1.11	常用塑料原料与塑料的性能	38
1.11.1	常用塑料主要原料	38
1.11.2	常用塑料的性能	40
2	钢管	47
2.1	钢管综合性标准简介	47
2.1.1	无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差	47
2.1.2	焊接钢管尺寸及重量	58
2.1.3	钢管的验收、包装、标志和质量证明书	66
2.2	无缝钢管	69
2.2.1	输送流体用无缝钢管	70
2.2.2	结构用无缝钢管	75
2.2.3	低中压锅炉用无缝钢管	84
2.2.4	高压锅炉用无缝钢管	88
2.2.5	石油裂化用无缝钢管	92
2.2.6	高压化肥设备用无缝钢管	96
2.2.7	高温合金管	101
2.2.8	低温管道用无缝钢管	103
2.3	不锈钢管	105
2.3.1	奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管	105
2.3.2	奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管	108
2.3.3	流体输送用不锈钢无缝管	112
2.3.4	流体输送用不锈钢焊接钢管	116
2.3.5	锅炉、热交换器用不锈钢无缝管	120
2.3.6	锅炉和热交换器用不锈钢焊接钢管	124
2.3.7	结构用不锈钢无缝钢管	127
2.4	焊接钢管、螺旋钢管及电焊钢管	132
2.4.1	低压流体输送用焊接钢管	132
2.4.2	矿山流体输送用电焊钢管	138
2.4.3	石油天然气输送用钢管	142
2.4.4	直缝电焊钢管	146
2.5	其他各类钢管	150
2.5.1	普通流体输送管道用埋弧焊钢管	150
2.5.2	低中压锅炉用电焊钢管	153
2.5.3	换热器用焊接钢管	156
2.5.4	建筑脚手架用焊接钢管	159
2.5.5	结构用耐候焊接钢管	160

2.5.6	供水用不锈钢焊接钢管	163
2.5.7	装饰用焊接不锈钢管	166
2.5.8	薄壁不锈钢水管	171
2.5.9	内衬不锈钢复合钢管	173
2.5.10	P3 型镀锌金属软管	174
2.5.11	S 型钎焊不锈钢金属软管	176
2.5.12	碳钢电线套管	179
3	有色金属管	183
3.1	铜及铜合金管	183
3.1.1	铜及铜合金无缝管材外形尺寸及允许偏差	183
3.1.2	铜及铜合金拉制管	189
3.1.3	铜及铜合金挤制管	193
3.1.4	无缝铜水管和铜气管	194
3.1.5	医用气体和真空用无缝铜管	196
3.1.6	电缆用无缝铜管	200
3.1.7	导电用无缝铜管	202
3.1.8	塑覆铜管	206
3.2	铝及铝合金管	209
3.2.1	铝及铝合金管的外形尺寸及允许偏差	209
3.2.2	铝及铝合金管的理论重量	220
3.2.3	铝及铝合金连续挤压管	223
3.2.4	铝及铝合金热挤压无缝圆管	225
3.2.5	铝及铝合金热挤压有缝管	227
3.3	其他有色金属管	230
3.3.1	钛及钛合金管	230
3.3.2	工业流体用钛及钛合金管	232
3.3.3	铅及铅铋合金管	235
3.3.4	镍及镍合金管	238
4	铸铁管	243
4.1	铸铁给水管	243
4.1.1	连续铸铁管	243
4.1.2	柔性机械接口灰口铸铁管	245
4.1.3	水及燃气管道用球墨铸铁管	249
4.1.4	球墨铸铁管的水泥砂浆内衬	258
4.1.5	球墨铸铁管的聚氨酯涂层	259
4.1.6	连续铸造球墨铸铁管	261
4.1.7	水泥内衬离心球墨铸铁管	266
4.2	铸铁排水管	270
4.2.1	排水用柔性接口铸铁管	271
4.2.2	排水用灰口铸铁管	276
4.2.3	建筑排水用卡箍式铸铁管	279
4.2.4	建筑排水用柔性接口承插式铸铁管	282

5 塑料管	287
5.1 热塑性塑料管简述	287
5.1.1 热塑性塑料通用术语	287
5.1.2 管材的公称外径和公称压力	292
5.1.3 管材通用壁厚	294
5.1.4 冷热水管道系统用热塑性塑料管	298
5.2 聚乙烯 (PE) 类管	300
5.2.1 给水用聚乙烯 (PE) 管	300
5.2.2 给水用低密度聚乙烯管	308
5.2.3 建筑排水用高密度聚乙烯管	309
5.2.4 排水用高密度聚乙烯缠绕结构壁管	314
5.2.5 埋地用聚乙烯 (PE) 双壁波纹排水管	318
5.2.6 埋地用聚乙烯 (PE) 缠绕结构壁管	322
5.2.7 燃气用埋地聚乙烯 (PE) 管	327
5.2.8 冷热水用交联聚乙烯 (PE-X) 管	332
5.2.9 建筑给水交联聚乙烯 (PE-X) 管	337
5.2.10 冷热水用耐热聚乙烯 (PE-RT) 管	342
5.2.11 超高分子量聚乙烯管	348
5.2.12 超高分子量聚乙烯复合管	354
5.3 聚氯乙烯 (PVC) 管	359
5.3.1 给水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管	359
5.3.2 低压输水灌溉用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管	365
5.3.3 建筑排水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管	367
5.3.4 建筑用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 雨落水管	370
5.3.5 工业用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管	372
5.3.6 排水用芯层发泡硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管	374
5.3.7 无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管	377
5.3.8 埋地排水用硬聚氯乙烯双壁波纹管	382
5.3.9 埋地排水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 双层轴向中空壁管	385
5.3.10 埋地用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 加筋管	388
5.3.11 硬聚氯乙烯 (PVC-U) 双壁波纹排水管	391
5.4 氯化聚氯乙烯 (PVC-C) 管	394
5.4.1 冷热水用氯化聚氯乙烯 (PVC-C) 管	394
5.4.2 工业用氯化聚氯乙烯 (PVC-C) 管	400
5.5 聚丙烯 (PP) 管	404
5.5.1 冷热水用聚丙烯 (PP) 管	404
5.5.2 埋地给水用聚丙烯 (PP) 管	410
5.5.3 聚丙烯 (PP) 静音排水管	412
5.6 聚丁烯 (PB) 管	414
5.6.1 冷热水用聚丁烯 (PB) 管道系统	415
5.6.2 冷热水用聚丁烯 (PB) 管	415
5.7 其他塑料管和有机管	419

5.7.1	ABS 塑料管	419
5.7.2	聚四氟乙烯管	422
5.7.3	给水用丙烯酸共聚聚氯乙烯管	424
5.7.4	工业有机玻璃管	431
5.7.5	低压玻璃纤维管线管	434
5.7.6	高压玻璃纤维管线管	440
5.8	电缆、光缆和电线塑料保护套管	445
5.8.1	电力电缆用导管	445
5.8.2	埋地高压电力电缆用氯化聚氯乙烯 (PVC-C) 套管	454
5.8.3	埋地通信用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 多孔一体管	457
5.8.4	埋地通信用聚乙烯 (PE) 多孔一体管	459
5.8.5	地下通信管道用塑料管	462
5.8.6	聚氯乙烯塑料波纹电线管	475
5.8.7	聚氯乙烯热收缩薄膜、套管	478
6	复合管	484
6.1	金属—塑料复合管	484
6.1.1	钢塑复合压力管	484
6.1.2	给水衬塑复合钢管	490
6.1.3	不锈钢衬塑复合管	493
6.1.4	铝管搭接焊式铝塑复合压力管	497
6.1.5	铝管对接焊式铝塑复合压力管	501
6.1.6	铝塑复合压力管 (对接焊)	505
6.1.7	钢丝网骨架塑料 (聚乙烯) 复合管	509
6.1.8	内层熔接型铝塑复合管	513
6.1.9	外层熔接型铝塑复合管	516
6.1.10	给水用钢骨架聚乙烯复合管	518
6.1.11	埋地钢塑复合缠绕排水管	524
6.1.12	无规共聚聚丙烯 (PP-R) 塑铝稳态复合管	527
6.1.13	工业用钢骨架聚乙烯塑料复合管	531
6.1.14	塑料衬里复合钢管	534
6.1.15	埋地用纤维增强聚丙烯 (FRPP) 加筋管	538
6.2	其他复合管	541
6.2.1	排水用硬聚氯乙烯玻璃微珠复合管	541
6.2.2	玻璃纤维增强塑料夹砂管	545
6.2.3	金属网聚四氟乙烯复合管	552
6.2.4	塑料合金防腐蚀复合管	555
6.2.5	石油天然气工业用柔性复合高压管	558
7	混凝土管	564
7.1	混凝土输水管	564
7.1.1	预应力混凝土管	564
7.1.2	预应力钢筒混凝土管	573
7.2	混凝土排水管	580

7.2.1 混凝土和钢筋混凝土排水管	580
7.2.2 混凝土低压排水管	588
7.2.3 顶进施工法用钢筋混凝土排水管	594
7.3 电力电缆用混凝土电缆导管	601
7.3.1 电力电缆用纤维水泥电缆导管	601
7.3.2 电力电缆用混凝土预制电缆导管	604
附录 现行标准与本手册相关目录对照表	609

1.2 元素简述

到目前为止，已发现的元素有 100 多种，而这 100 多种元素组成的物质能多达 3000 多万种。地壳中含量较多的元素是氧、硅、铝、铁。

元素可分为金属元素和非金属元素两大类，稀有气体元素也是非金属元素。

1.2.1 金属元素

金属元素分类及化学元素符号见表 1.2-1。各种金属元素多以“钅”旁表示，但汞除外。

金属可分为黑色金属和有色金属两大类。有色金属又可分为重金属、贵金属、半金属和稀有金属，其中稀有金属又分为若干种。

重金属一般指密度大于 4.5g/cm³ 的金属，约有 45 种，如铜、铅、锌、铁、钴、镍、锰、镉、汞、钨、钼、金、银等。尽管铁、锰、铜、锌等重金属是人体活动所需要的微量元素，但浓度是很有限的。大部分重金属如汞、铅、镉等并非生命活动所必需的重金属，对人体有毒。轻金属的共同特点是密度小于 4.5g/cm³。在有的资料中，重金属和轻金属是以度为 5.0g/cm³ 来划分的。

重金属也不是完全按重量密度来区分的，而是按它是否会对人体有害来分，比如铁密度虽大，但不归于重金属，它还是人体的微量元素。钛的密度是 4.5g/cm³，介于重金属与轻金属的分界线上，是中型金属，钛很少有直接使用的，都是用合金，用来增加材料强度。

金属元素分类及化学元素符号 表 1.2-1

分 类	中文名称	国际化学符号	分 类	中文名称	国际化学符号
黑色金属	铁	Fe	重金属	锡	Sn
	铬	Cr		镉	Cd
	锰	Mn		铋	Bi
有色金属		锑		Sb	
轻金属	铝	Al		汞	Hg
	镁	Mg	贵金属	金	Au
	钾	K		银	Ag
	钠	Na		铂	Pt
	钙	Ca		钯	Pd
	锶	Sr		铑	Rh
	钡	Ba		铱	Ir
重金属	铜	Cu		钌	Ru
	铅	Pb		锇	Os
	锌	Zn	半金属	硅	Si
	镍	Ni		砷	As
	钴	Co		硒	Se

续表

分 类			分 类		
中文名称		国际化学符号	中文名称		国际化学符号
半金属	碲	Te	稀有金属	镧	La
	硼	B		铈	Ce
稀有金属	轻金属	锂		镨	Pr
		铍		铌	Nb
		铯		钐	Sm
		铷		铕	Eu
		钛		钆	Gd
		钨		铽	Tb
		钼		镝	Dy
	难熔金属	铌		钬	Ho
		钽		铒	Er
		锆		铥	Tm
		haf		镱	Yb
		钒		镥	Lu
		铼		钋	Po
		镓		镭	Ra
	稀散金属	铟		锕	Ac
		铊		钍	Th
		锗		镤	Pa
		硒		铀	U
	稀土金属	钪			
		钇			

注：稀土金属中的人造元素一种，放射性金属中的人造元素 19 种，均未列入。

贵金属主要指金、银和铂族金属（钌、铑、钯、铱、铂）等 8 种金属元素。这些金属大多呈现美丽的色泽，化学稳定性好，在一般条件下不易引起化学反应。

半金属是性质介于金属和非金属之间的元素。半金属元素在元素周期表中处于金属向非金属过渡的位置。半金属性脆，呈金属光泽，大多是半导体，具有导电性，电阻率介于金属和非金属之间，导电性对温度的依从关系通常与金属相反，如果加热半金属，其电导率随温度的升高而上升。半金属大都具有多种不同物理、化学性质的同素异形体，广泛用作半导体材料。

半金属这个名词起源于中世纪的欧洲，用来称呼铋，因为它缺少正常金属的延展性，只算得上“半”金属。目前则指电子浓度远低于正常金属的一类金属。

稀有金属中的难熔金属熔点较高，与碳、氮、硅、硼等生成的化合物熔点也较高。稀有金属中的分散金属简称稀散金属，大部分赋存于其他元素的矿物中。稀有金属中的稀土金属简称稀土金属，包括钪、钇及镧系元素。它们的化学性质非常相似，在矿物中相互伴生。

我国的“稀土”储量居世界第一。供应量占全球总量的 70% 以上。“稀土”用于制造

复合材料，镁、铝、钛等合金材料，被形象地比喻为“工业味精”。

稀有金属中的放射性金属 包括天然存在的金属以及人工制造的十几种金属元素。

上述分类并不是十分严格的。有些稀有金属既可以列入这一类，又可列入另一类。

1.2.2 非金属元素

非金属元素多以“丷”、“石”、“气”旁表示其单质在通常状态下存在的状态；稀有气体元素多带有“气”字。

非金属元素是元素的一大类，在所有的一百多种化学元素中，非金属占了 22 种。在元素周期表中，除氢以外，其他非金属元素都排在表的右侧和上侧，属于 P 区。非金属元素包括氢、硼、碳、氮、氧、氟、硅、磷、硫、氯、砷、硒、溴、碲、碘、砒、氦、氖、氩、氪、氙。80%的非金属元素在现代社会中占有重要位置。

稀有气体元素指氦、氖、氩、氪、氙、氡，又因为它们在元素周期表上位于最右侧的零族，因此亦称零族元素。稀有气体单质都是由单个原子构成的分子组成的，所以其固态时都是分子晶体。

空气中约含 0.94%（体积百分比）稀有气体，其中绝大部分是氩。稀有气体都是无色、无臭、无味的，微溶于水，溶解度随分子量的增加而增大。稀有气体的分子都是由单原子组成的，它们的熔点和沸点都很低，随着原子量的增加，熔点和沸点增大。它们在低温时都可以液化。

过去曾将稀有气体称为“惰性气体”，这是因为其化学性质很不活泼，人们曾认为它们不会与其他元素发生化学反应，故称之为“惰性气体”。然而，正是这种传统的概念束缚了人们的思想，阻碍了对稀有气体化合物的研究。1962 年，英国化学家合成了第一个稀有气体化合物，引起了化学界的很大兴趣和重视，许多化学家竞相开展这方面的研究，先后合成了多种稀有气体化合物，促进了稀有气体化学的发展。“惰性气体”一名也改称“稀有气体”。

空气是制取稀有气体的主要原料，通过液态空气分级蒸馏，可得稀有气体混合物，再用活性炭低温选择吸附法，就可以将稀有气体分离开来。

1.2.3 金属及非金属的性能

常用金属及非金属的性能见表 1.2-2。

常用金属及非金属的性能 表 1.2-2

名 称	元素 符号	密度 (g/cm ³)	熔点 (℃)	线膨胀系数 (1/℃)	相对 电导率 (%)	抗拉强度 σ_b (MPa)	伸长率 δ (%)	断面收 缩率 Ψ (%)	布氏 硬度 (HB)	色泽
银	Ag	10.49	960.5	0.0000197	100	180	50	90	25	银白
铝	Al	2.70	660.2	0.0000236	60	80~110	32~40	70~90	25	银白
金	Au	19.32	1063	0.0000142	73	140	40	90	20	金黄
铍	Be	1.85	1285	0.0000116	23	310~450	20	—	120	钢灰
铋	Bi	9.8	271.2	0.0000134	1.4	5~20	0	—	9	白
镉	Cd	8.65	321.1	0.0000310	20	65	20	50	20	苍白

续表

名 称	元素 符号	密度 (g/cm ³)	熔点 (℃)	线膨胀系数 (1/℃)	相对 电导率 (%)	抗拉强度 σ_b (MPa)	伸长率 δ (%)	断面收 缩率 Ψ (%)	布氏 硬度 (HB)	色泽
钴	Co	8.9	1492	0.0000125	30	250	5	—	125	银白
铬	Cr	7.19	1857	0.0000062	12	200~280	9~17	9~23	110	灰白
铜	Cu	8.9	1083	0.0000165	90	200~240	45~50	65~75	40	红
铁	Fe	7.87	1538	0.0000118	16	250~330	25~55	70~85	50	灰白
铱	Ir	22.4	2447	0.0000065	31	230	2	—	170	银白
镁	Mg	1.74	649	0.0000257	34	200	11.5	12.5	36	银白
锰	Mn	7.43	1244	0.0000230	0.8	脆	—	—	210	灰白
钼	Mo	10.22	2622	0.0000049	29	700	30	60	160	银白
铌	Nb	8.57	2468	0.0000071	10	300	28	80	75	钢灰
镍	Ni	8.9	1455	0.0000135	22	400~500	40	70	80	白
铅	Pb	11.34	327.4	0.0000293	8.0	15	45	90	5	苍灰
铂	Pt	21.45	1772	0.0000089	16	150	40	90	40	银白
锑	Sb	6.68	630.5	0.0000113	3.9	5~10	0	0	45	银白
锡	Sn	7.3	231.9	0.0000230	13	15~20	40	90	5	银白
钽	Ta	16.67	2996	0.0000065	11	350~450	25~40	86	85	钢灰
钛	Ti	4.51	1672	0.0000090	3.4	380	36	64	115	暗灰
钒	V	6.1	1917	0.0000083	6.1	220	17	75	264	淡灰
钨	W	19.3	3410	0.0000046	29	1100	—	—	350	钢灰
锌	Zn	7.14	419.5	0.0000395	25	120~170	40~50	60~80	35	苍灰
锆	Zr	6.49	1852	0.0000059	3.8	3.8	20~30	—	125	浅灰
砷	As	5.73	814	0.0000047						
硼	B	2.34	2100	0.0000083						
碳	C	2.25	3727	0.0000066						
磷	P	1.83	44.1	0.0001250						
硫	S	2.07	115	0.0000640						
硒	Se	4.81	221	0.0000370						
硅	Si	2.33	1414	0.0000042						

注：相对电导率为其他金属的电导率与银的电导率之比。

1.3 钢铁材料力学性能名词和含义

在钢材中都涉及力学性能的指标，但同类指标（如抗拉强度、屈服点或屈服强度、布氏硬度、伸长率和断面收缩率、冲击功和冲击值）的名称和符号标注并不完全一致，这可能给读者带来困惑。但作为编者，又必须以现行标准为准，不好也不能做出更改。因此，在本节把力学性能指标集中介绍一下，以便有利于对后面介绍的管材力学性能指标的认识

和理解。

1.3.1 弹性指标

弹性是指金属在外力作用下产生变形,当外力取消后又恢复到原来形状和大小的一种特性。

1. 弹性模量

金属在弹性范围内,外力和变形成正比例增长,即应力与应变成正比例关系时(符合虎克定律),这个比例系数就称为弹性模量,根据应力、应变的性质通常又分为弹性模量(E)和剪切弹性模量(G),弹性模量的大小,相当于引起物体单位变形时所需应力之大小,在工程技术上是衡量材料刚度的指标。弹性模量越大,刚度也越大,亦即在一定应力作用下,发生的弹性变形越小。任何机器零件,在使用过程中,大都处于弹性状态,对于要求弹性变形较小的零件,必须选用弹性模量大的材料。

弹性模量的计算式如下:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{Pl_0}{F_0 \Delta l} \text{ (MPa 或 N/mm}^2\text{)} \quad (1.3-1)$$

式中 σ ——应力;

ϵ ——应变;

P ——垂直作用力, N;

l_0 ——试样原长, mm;

F_0 ——试样原来的横截面积, mm²;

Δl ——绝对伸长量, mm。

2. 比例极限

比例极限是指试件伸长与负荷成正比例地增加,并保持直线关系,当开始偏离直线关系时的应力称为比例极限。但此位置很难精确测定,通常把能引起材料试样产生残余变形量为试样原长的 0.001% 或 0.003%、0.005%、0.02% 时的应力规定为比例极限。

比例极限的计算式如下:

$$\sigma_p = \frac{P_p}{F} \text{ (MPa 或 N/mm}^2\text{)} \quad (1.3-2)$$

式中 P_p ——比例极限载荷, N;

F ——试样横截面积, mm²。

3. 弹性极限

弹性极限是表示金属最大弹性的指标,即在弹性变形阶段,试样不产生塑性变形时,所能承受的最大应力。它和比例极限一样很难精确测定。一般多不进行测定,而以规定的 σ 值代替。

弹性极限的计算式如下:

$$\sigma_e = \frac{P_e}{F} \text{ (MPa 或 N/mm}^2\text{)} \quad (1.3-3)$$

式中 P_e ——弹性极限载荷, N;

F ——试样横截面积, mm²。

1.3.2 强度指标

强度是指金属在外力作用下,抵抗塑性变形和断裂的能力。

1. 抗拉强度

当钢材试件受力超过弹性极限进入屈服阶段后,由于内部晶粒重新排列,其抵抗变形能力又重新提高,此时变形虽然发展很快,但却只能随着应力的提高而提高,直至应力达最大值。此后,钢材抵抗变形的能力明显降低,并在最薄弱处发生较大的塑性变形,此处试件截面迅速缩小,出现颈缩现象,直至断裂。钢材受拉断裂前的最大应力值(b 点对应值)称为抗拉强度或强度极限,它是衡量金属材料强度的主要性能指标之一,其计算式如下:

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F} \quad (\text{MPa 或 N/mm}^2) \quad (1.3-4)$$

式中 P_b ——最大拉力, N;

F ——试样横截面积, mm^2 。

2. 抗弯强度

指外力是弯曲力时的强度极限,用符号 σ_{bb} 或 σ_w 表示,其计算式为:

$$\sigma_{bb} = \frac{M_b}{W} \quad (\text{MPa 或 N/mm}^2, \text{适用于脆性材料}) \quad (1.3-5)$$

式中 M_b ——最大弯曲力矩, $\text{N} \cdot \text{mm}$;

W ——试样截面系数, mm^3 。

3. 抗压强度

指外力是压力时的强度极限,压缩试验主要适用于低塑性材料,如铸铁、木材、塑料等,用符号 σ_{bc} 或 σ_y 表示,其计算式为:

$$\sigma_y = \frac{P_y}{F} \quad (\text{MPa 或 N/mm}^2) \quad (1.3-6)$$

式中 P_y ——最大压力, N;

F ——试样横截面积, mm^2 。

4. 屈服点、屈服强度和规定非比例伸长应力

当材料所受应力超过弹性极限后,变形增加较快,此时除了产生弹性变形外,还产生部分塑性变形。当应力达到一定值后,塑性应变急剧增加,曲线出现一个波动的小平台,这种现象称为屈服。这一阶段的最大、最小应力分别称为上屈服点和下屈服点。由于下屈服点的数值较为稳定,因此,以它作为材料抗力的指标,称为屈服点或屈服强度。对于屈服现象明显的材料,屈服强度就是在屈服点的应力,其计算式为:

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \quad (\text{MPa 或 N/mm}^2) \quad (1.3-7)$$

式中 P_s ——屈服载荷, N;

F_0 ——试样横截面积, mm^2 。

对于某些屈服现象不明显的金属材料,测定屈服点比较困难,常把产生 0.2% 永久变形的应力定为屈服点 ($\sigma_{0.2}$),称为屈服强度、条件屈服极限或规定残余伸长应力,其计算式为: