

金属材料应用手册

荆秀芝 陈 文 杨武鸣 主编

311.50/01

(311.50/01)

陕西科学技术出版社

内 容 提 要

《金属材料应用手册》较为系统地介绍了中国(含台湾省)和世界四十多个国家及区域性组织的黑色及有色金属材料的标准代号和牌号表示方法;中外常用金属材料牌号对照;常用金属材料的化学成分,常温及高低温力学性能,物理性能,热处理、表面处理及化学热处理的参数与应用范围;机械设计与制造中的选材原则、常用设计计算公式;钢材淬透性的计算与选择;金属材料常用名词和术语的含义等内容。

本手册适合于产品设计、机械制造、标准化、科研、教学、科技情报、计划管理、物资供应、引进出口等多种行业 and 不同部门的有关人员使用。

《金属材料应用手册》编写的目的,在于使读者根据产品要求、工艺特点、厂矿生产水平等,对国内外金属材料进行对比和分析,以便经济、合理地使用各类金属材料,进一步了解金属材料的各项基本参数与产品质量之间的关系。

责任编辑 钟小亚

封面设计 高尚德

金属材料应用手册

荆秀芝 陈 文 杨武鸣 主编

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街131号)

陕西激光照排所排版 西安交通大学印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 72印张 4插图 2880千字

1989年7月第1版 1989年7月第1次印刷

印数: 1—16000

ISBN 7-5369-0448-7/TG·6

定价: 29.80元

前 言

金属材料是现代工业、农业、国防和科学技术的重要物质基础。随着我国对外开放和改革的不断深化,金属材料的研制生产发展十分迅速,使用范围更加广泛,材料性能和标准化水平不断提高。同时,国内外金属材料交流贸易更加活跃,国际标准和国外先进标准的引进和使用日益增多。因此,广大科技人员、管理人员、工人和干部迫切需要一本标准新,实用性强,系统性好的金属材料应用工具书供日常工作使用。为此目的,我们汇集了截止至 1988 年底在用版的国内外最新金属材料标准、科技文献资料,并根据长期从事金属材料应用的实践经验,编写成《金属材料应用手册》一书。书中汇集了中国(含台湾省)、国际标准化组织、美国、联邦德国(简称西德)、民主德国(简称东德)、日本、英国、法国、苏联、意大利、加拿大、波兰、瑞典、澳大利亚、捷克斯洛伐克(简称捷克)、罗马尼亚、南斯拉夫、匈牙利、比利时、瑞士等 40 多个国家和区域性组织的常用金属材料。其内容主要包括下述三个方面:

(一)《金属材料应用手册》包括了普通碳素结构钢、优质碳素结构钢、合金结构钢、易切削钢、轴承钢、弹簧钢、低温用钢、压力容器用钢、工具钢、模具钢、高速钢、阀门(片)钢、磁钢、超高强度钢、低合金高强度钢、不锈钢及耐热钢、高温合金、精密合金、电工纯铁、铸钢、铸铁、铝及铝合金、铜及铜合金、镁及镁合金、钛及钛合金等各类金属材料的中外技术标准以及牌号、化学成分和基本性能数据等。

(二)系统地介绍了常用金属材料的物理性能,常温和高低温力学性能,热处理和表面处理及化学热处理的参数与应用范围,淬透性 DI 值的选用,金属材料锻造温度的选择,设计选材的原则,设计常用计算公式,常用金属材料热处理硬度(强度)的选用范围,强度—硬度换算表等。

(三)为便于读者对中外金属材料进行对照、分析和比较,特编写了中外钢铁材料牌号对照、中外有色金属材料牌号对照、中外铸铁牌号对照和中外精密合金牌号对照等各类实用对照表近 70 种。

《金属材料应用手册》在内容的编写上采取了突出重点,顾及全面的原则。①对我国生产的金属材料,基本做到了内容全、标准新、应用性强的要求。②对国外生产的金属材料,其中美国、西德、日本、英国、法国、苏联等发达国家以及国际标准化组织颁布的材料技术标准,力求做到系统和实用,编入了主要金属材料的化学成分、力学性能和物理性

能;其它国家的金属材料则编入化学成分,以供选材、分析和牌号对照之用。读者在使用过程中可以把中国金属材料的内容作为主要依据,对相应的国外材料进行比较、分析和对照。

两个问题的说明:

(一) 关于计量单位问题 目前世界各国标准资料中的计量单位趋于国际单位制。作为过渡,现行的材料标准大部分是国际单位制和旧的单位制同时保留。例如,力学性能单位 kg.f/mm^2 与 $\text{Mpa}(\text{N/mm}^2)$ 同时列入标准中。如果把手册中一些旧的计量单位全部统一改为国际单位制,将涉及到数据的修约,现有理化计量设备的改值等问题。所以,书中仍保持原各国标准资料的单位制,读者在使用过程中如需换算,请参考本手册附录中的单位换算表。

(二) 关于标准年代号的问题 本手册所引用的中外标准,基本上为截止至1988年底在用版本。为了做到编入的标准最新,我们对各国标准制定出版的年代号,进行了详细的查实。读者从手册中看到的1975年或1979年等的标准年代号,均系迄今尚无变动的标准,即截止至1988年底仍沿用的标准。例如,美国的ASTM A485~79,是《1988 ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS》所颁布,等等。

《金属材料应用手册》由荆秀芝、陈文、杨武鸣主编;参加编写、外文翻译等工作的主要有段连富、罗浪珠、向学英、高效德、郭启仁、魏保明、李志民、刘玉岚、董一峰、冯淑云、钟玉英、郝秀民等同志。

陕西航空工业局蔡光宇副局长对《金属材料应用手册》的编写给予具体的指导和大力支持,并对全书进行了审定;西安交通大学王笑天教授对于本手册的编写给予了积极的指导,并对内容的编排提出了宝贵的建议;中国航空学会、航天部067基地、陕西省科协、陕西标准化学会、西安市科协、西安交通大学、西北工业大学、西安科技学院、上海科学技术情报研究所以及有关科研部门和工厂给予了积极的协助与通力支持,在此一并表示感谢。

由于《金属材料应用手册》涉及的知识面及中外标准资料范围较广,收集的资料文献尚不够完整,编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

1989年5月

目 录

第一篇 牌号的表示方法和对照

第一章 合金元素及其主要作用

- 1.1 合金元素在钢中的主要作用 1
- 1.2 合金元素在铝合金中的主要作用 3

第二章 金属材料名词、术语的含义

- 2.1 一般性名词、术语 4
- 2.2 力学性能名词、术语 5
- 2.3 物理性能名词、术语 7
- 2.4 化学性能名词、术语 8
- 2.5 金属材料组织名词、术语 8
- 2.6 金属热处理名词、术语 9
- 2.7 金属缺陷名词、术语 9
- 2.8 金属锻造名词、术语 10
- 2.9 金属铸造名词、术语 11
- 2.10 金属焊接名词、术语 12
- 2.11 金属材料外形尺寸名词、术语 13

第三章 金属材料牌号的表示方法

- 3.1 中外各国(地区)标准代号 14
 - 3.1.1 中国国家、部标准代号 14
 - 3.1.2 中国企业工厂标准代号 14
 - 3.1.3 国外各国家、部(协会)标准代号 15
 - 3.1.4 国外企业厂商代号及名称 19
- 3.2 黑色金属材料牌号的表示方法 20
 - 3.2.1 中国(GB) 20
 - 3.2.2 中国台湾省(CNS) 28
 - 3.2.3 美国(SAE、UNS) 29
 - 3.2.4 联邦德国(西德)(DIN) 33
 - 3.2.5 日本(JIS) 37
 - 3.2.6 法国(NF) 44
 - 3.2.7 英国(BS) 49
 - 3.2.8 苏联(ГОСТ) 51
 - 3.2.9 意大利(UNI) 54
 - 3.2.10 捷克斯洛伐克(捷克)(ČSN) 56

- 3.2.11 瑞典(SIS) 60
- 3.3 有色金属材料牌号的表示方法 61
 - 3.3.1 中国(GB) 61
 - 3.3.2 国际标准(ISO) 65
 - 3.3.3 美国(UNS) 68
 - 3.3.4 联邦德国(西德)(DIN) 71
 - 3.3.5 日本(JIS) 75
 - 3.3.6 法国(NF) 77
 - 3.3.7 英国(BS) 78
 - 3.3.8 苏联(ГОСТ) 80

第四章 金属材料牌号对照

- 4.1 黑色金属材料牌号对照 82
 - 4.1.1 普通碳素结构钢 82
 - 4.1.2 优质碳素结构钢 84
 - 4.1.3 合金结构钢 86
 - 4.1.4 弹簧钢 98
 - 4.1.5 滚动轴承钢 101
 - 4.1.6 易切削钢 101
 - 4.1.7 锅炉和压力容器用钢 102
 - 4.1.8 工具钢 106
 - 4.1.9 不锈钢及耐热钢 118
 - 4.1.10 高温合金 127
 - 4.1.11 精密合金及电工材料 132
 - 4.1.12 铸钢 140
 - 4.1.13 铸铁 144
 - 4.1.14 美国钢铁学会编制的钢铁牌号对照表 150
 - 4.1.15 日本与其它国家钢铁牌号对照 160
- 4.2 有色金属材料牌号对照 167
 - 4.2.1 铝及铝合金 167
 - 4.2.2 铜及铜合金 200
 - 4.2.3 镁及镁合金 211
 - 4.2.4 钛合金 213
 - 4.2.5 镍及镍合金 214
 - 4.2.6 锌及锌合金 215
 - 4.2.7 轴承合金 215
 - 4.2.8 焊料 216

第二篇 黑色金属材料

第五章 碳素结构钢

- 5.1 中国(GB) 218

- 5.1.1 普通碳素结构钢 218
- 5.1.2 优质碳素结构钢 220
- 5.1.3 低淬透性含Ti优质碳素结构钢 226

5.1.4 优质结构钢冷拉钢材	227
5.1.5 优质碳素钢板材	229
5.1.6 优质碳素钢带材	231
5.2 中国台湾省 (CNS)	232
碳素结构钢的化学成分	232
5.3 国际标准 (ISO)	235
5.3.1 控制硫含量的碳素结构钢	235
5.3.2 压力加工的碳素结构钢	236
5.4 美国 (AISI)	238
5.4.1 碳素结构钢的化学成分	238
5.4.2 碳素结构钢的力学性能	241
5.5 日本 (JIS)	251
5.5.1 碳素结构钢的化学成分	251
5.5.2 碳素结构钢的力学性能	252
5.6 英国 (BS)	255
5.6.1 碳素结构钢的化学成分	255
5.6.2 碳钢及碳锰钢板及带材的化学成分	258
5.7 苏联 (ГОСТ)	259
5.7.1 普通碳素结构钢	259
5.7.2 优质碳素结构钢	260
5.8 罗马尼亚 (STAS)	262
碳素结构钢的化学成分	262
5.9 保加利亚 (БДГ)	264
碳素结构钢的化学成分	264
5.10 匈牙利 (MSZ)	265
普通碳素钢及易切钢的化学成分	265
5.11 意大利 (UNI)	267
碳素结构钢的化学成分	267
附表 意大利特殊钢联盟碳素结构钢的化学成分	269
5.12 南斯拉夫 (JUS)	270
碳素结构钢的化学成分	270
5.13 捷克斯洛伐克 (捷克) (ČSN)	273
碳素结构钢的化学成分	273
5.14 巴西阿帕雷西达冶金公司 (aparecida)	275
碳素结构钢的化学成分	275
5.15 瑞典 (SIS)	276
碳素结构钢的化学成分	276
5.16 奥地利 (ONORM)	277
碳素结构钢的化学成分及力学性能	277
5.17 西班牙 (UNE)	279
碳素结构钢的化学成分	279
5.18 比利时 (NBN)	281
碳素结构钢的化学成分	281

第六章 合金结构钢

6.1 中国 (GB)	284
6.1.1 合金结构钢	284

6.1.2 低合金高强度钢	306
6.1.3 超高强度钢	309
6.1.4 保证淬透性钢	312
6.1.5 耐候钢	314
6.1.6 合金结构钢薄钢板	316
6.1.7 汽车大梁用钢板	317
6.1.8 矿用钢	317
6.1.9 合金结构钢钢丝	318
6.1.10 炮用钢	319
6.1.11 航空用合金结构钢板	320
6.2 中国台湾省 (CNS)	320
合金结构钢的化学成分	320
6.3 国际标准 (ISO)	322
6.3.1 合金结构钢 (含部分碳钢)	322
6.3.2 渗氮钢	328
6.3.3 表面硬化钢	329
6.4 美国 (AISI)	332
6.4.1 合金结构钢的化学成分	332
6.4.2 合金结构钢的力学性能	337
6.5 联邦德国 (西德) (DIN)	349
6.5.1 调质结构钢	349
6.5.2 渗碳钢	357
6.6 民主德国 (东德) (TGL)	360
合金结构钢的化学成分	360
6.7 日本 (JIS)	364
6.7.1 化学成分	364
6.7.2 力学性能	366
6.8 法国 (NF)	370
6.8.1 化学成分	370
6.8.2 力学性能	373
6.9 英国 (BS)	377
6.9.1 化学成分	377
6.9.2 力学性能	380
6.10 苏联 (ГОСТ)	385
6.10.1 合金结构钢	385
6.10.2 低合金高强度结构钢	390

第七章 弹簧钢

7.1 中国 (GB)	393
7.1.1 热轧弹簧钢	393
7.1.2 油淬火一回火弹簧钢丝	395
7.1.3 非油淬火处理的合金弹簧钢丝	397
7.1.4 碳素弹簧钢丝	397
7.1.5 琴钢丝	398
7.1.6 弹簧用不锈钢丝	399
7.1.7 航空用高强度不锈钢弹簧钢丝	400
7.1.8 航空用沉淀硬化不锈钢弹簧钢丝	400
7.1.9 弹簧、工具钢冷轧钢带	401
7.1.10 热处理弹簧钢带	402

7.1.11 弹簧用不锈钢冷轧钢带	402
7.2 国际标准 (ISO)	403
7.2.1 热处理弹簧钢的化学成分	403
7.2.2 热处理制度	404
7.2.3 弹簧钢的淬透性硬度值	404
7.3 美国 (ASTM)	404
7.3.1 碳素及合金弹簧钢的化学成分	404
7.3.2 弹簧钢的力学性能	405
7.4 联邦德国 (西德) (DIN)	408
7.4.1 弹簧钢的化学成分	408
7.4.2 弹簧钢的力学性能和热成型温度	408
7.4.3 弹簧钢的热处理	409
7.5 日本 (JIS)	409
7.5.1 弹簧钢的化学成分	409
7.5.2 弹簧钢的力学性能	410
7.6 法国 (NF)	415
7.6.1 弹簧钢的化学成分	415
7.6.2 弹簧钢的力学性能	415
7.6.3 弹簧钢的热处理	416
7.7 英国 (BS)	416
7.7.1 弹簧钢的化学成分	416
7.7.2 弹簧钢的力学性能	417
7.8 苏联 (ГОСТ)	420
7.8.1 弹簧钢的化学成分	420
7.8.2 弹簧钢的力学性能	420
7.9 保加利亚 (БДС)	421
弹簧钢的化学成分	421
7.10 意大利 (UNI)	422
弹簧钢的化学成分	422
7.11 西班牙 (UNE)	422
弹簧钢的化学成分	422

第八章 轴承钢

8.1 中国 (GB)	423
8.1.1 轴承钢的化学成分	423
附表 钢厂按企标生产或研制的轴承钢的化学成分	424
8.1.2 轴承钢的力学性能	425
8.1.3 轴承钢的特性与用途	427
8.2 国际标准 (ISO)	429
8.2.1 轴承钢的化学成分	429
8.2.2 轴承钢的硬度值	429
8.2.3 轴承钢的热处理制度	431
8.3 美国 (ASTM)	431
8.3.1 高碳滚珠 (柱) 轴承钢	431
8.3.2 可淬硬性轴承钢	431
8.3.3 特级滚珠 (柱) 轴承钢	432
8.4 联邦德国 (西德) (DIN)	432
8.4.1 轴承钢的化学成分	432

8.4.2 轴承钢的力学性能	433
8.4.3 轴承钢的热处理	433
8.5 日本 (JIS)	433
8.5.1 轴承钢的化学成分	433
8.5.2 高碳铬轴承钢的热处理及硬度值	434
8.6 法国 (NF)	434
8.6.1 轴承钢的化学成分	434
8.6.2 轴承钢热处理后的硬度	435
8.7 苏联 (ГОСТ)	435
8.7.1 轴承钢的化学成分	435
8.7.2 轴承钢的热处理及硬度	435
8.8 意大利 (UNI)	436
滚珠轴承钢的化学成分	436
附表 1 各国标准对退火组织和碳化物的规定	436
附表 2 渗碳轴承钢的化学成分	437
附表 3 各国高温不锈钢轴承钢的化学成分	438

第九章 易切削钢和冲压 (冷墩) 用钢

9.1 中国 (GB)	440
9.1.1 易切削钢	440
9.1.2 冲压用钢	443
9.1.3 冷墩钢 (铆螺钢)	446
9.2 中国台湾省 (CNS)	449
9.2.1 深冲压钢板	449
9.2.2 锅炉用钢板	450
9.3 联邦德国 (西德) (DIN)	451
9.3.1 易切削钢	451
9.3.2 冷挤压钢	453
9.3.3 细晶粒冷墩用钢	454
9.3.4 细晶粒结构钢	455
9.4 日本 (JIS)	456
9.4.1 易切削钢的化学成分	456
9.4.2 易切削钢的选用范围	456
9.5 法国 (NF)	456
9.5.1 易切削钢的化学成分	456
9.5.2 易切削钢的力学性能	457
9.6 苏联 (ГОСТ)	459
9.6.1 易切削钢的化学成分	459
9.6.2 易切削钢的力学性能	460
9.7 瑞士 (SNV)	461
9.7.1 冯莫斯钢铁公司的易切削钢	461
9.7.2 联合线材公司的易切削钢	462
9.8 意大利 (UNI)	463
9.8.1 易切削钢的化学成分	463
9.8.2 铆螺钢的化学成分	463
9.9 西班牙 (UNE)	463
9.9.1 易切削钢的化学成分	463
9.9.2 冷冲压用钢的化学成分	464

第十章 压力容器用钢及低温钢

10.1 中国 (GB)	465
10.1.1 压力容器用钢	465
10.1.2 低温钢	471
10.2 中国台湾省 (CNS)	472
10.2.1 压力容器用钢板的化学成分	473
10.2.2 压力容器用钢板的力学性能	473
10.2.3 压力容器用钢板的热处理	474
10.2.4 压力容器用钢板的冲击试验	474
10.3 美国 (ASTM)	474
10.3.1 压力容器用铬锰硅合金钢板	474
10.3.2 压力容器用中低等抗拉强度钢	475
10.3.3 压力容器用锰硅钢板	475
10.3.4 压力容器用锰钼及锰钼镍合金钢板	476
10.3.5 含 Ni9% 的压力容器用合金钢板	476
10.4 联邦德国 (西德) (DIN)	476
10.4.1 低温钢	476
10.4.2 高压氢容器用钢	479
10.4.3 高温结构钢 (锅炉用钢)	480
10.5 日本 (JIS)	483
10.5.1 压力容器用钢的化学成分	483
10.5.2 压力容器用钢的力学性能	485
附表 锅炉、压力容器用钢板的 JIS 和 ASTM 标准的对照	486
10.6 法国 (NF)	490
10.6.1 压力容器用钢的化学成分	490
10.6.2 压力容器用钢的力学性能	492
10.7 英国 (BS)	500
10.7.1 压力容器用钢的化学成分	500
10.7.2 锅炉与压力容器用合金钢板的力学 性能	503
10.8 苏联 (ГОСТ)	504
10.8.1 锅炉和压力容器用碳钢及合金钢板的 化学成分	504
10.8.2 锅炉和压力容器用碳钢及合金钢板的 力学性能	504
10.8.3 高温性能	505
10.9 意大利 (UNI)	506
低温用钢及压力容器用钢的化学成分	506
10.10 奥地利 (ONORM)	509
压力容器用钢的化学成分及力学性能	509

第十一章 工具钢

11.1 中国 (GB)	512
11.1.1 碳素工具钢	512
11.1.2 合金工具钢	513
11.1.3 高速工具钢	522
11.1.4 手表用冷轧工具钢带的力学性能	526

11.1.5 锯条用冷轧钢带的力学性能	526
11.2 中国台湾省 (CNS)	527
工具钢的化学成分	527
11.3 国际标准 (ISO)	528
11.3.1 工具钢	528
11.3.2 阀门钢	532
11.4 美国 (AISI)	534
11.4.1 工具钢的化学成分	534
11.4.2 工具钢的热处理及硬度值	537
11.5 联邦德国 (西德) (DIN)	539
11.5.1 碳素工具钢	539
11.5.2 冷作工具钢	540
11.5.3 热作工具钢	546
11.5.4 高速工具钢	550
11.6 日本 (JIS)	551
11.6.1 工具钢的化学成分	551
11.6.2 工具钢的热处理及硬度值	552
11.7 法国 (NF)	554
11.7.1 碳素工具钢	554
11.7.2 冷作合金工具钢	555
11.7.3 热作合金工具钢	557
11.7.4 高速工具钢	558
11.8 英国 (BS)	559
11.8.1 工具钢的化学成分	559
11.8.2 工具钢的热处理及硬度值	561
11.9 苏联 (ГОСТ)	563
11.9.1 工具钢的化学成分	563
11.9.2 工具钢热处理后的硬度	565
11.10 罗马尼亚 (STAS)	568
工具钢的化学成分	568
11.11 保加利亚 (БДЦ)	569
工具钢的化学成分	569
11.12 意大利 (UNI)	570
工具钢的化学成分	570
11.13 捷克斯洛伐克 (捷克) (ČSN)	571
工具钢的化学成分	571
11.14 巴西 (VILLARES 公司)	573
工具钢的化学成分	573

第十二章 不锈钢及耐热钢

12.1 中国 (GB)	576
12.1.1 不锈钢棒	576
12.1.2 不锈钢冷轧钢带	587
12.1.3 不锈钢冷轧钢板	592
12.1.4 不锈钢酸及耐热厚钢板力学性能	595
12.1.5 耐热钢棒	597
12.2 中国台湾省 (CNS)	610
不锈钢及耐热钢的化学成分	610
12.3 国际标准 (ISO)	612

12.3.1 不锈钢	612
12.3.2 沉淀硬化不锈钢	615
12.4 美国 (AISI)	617
12.4.1 精整不锈钢及耐热钢	617
12.4.2 不锈钢及耐热钢棒与型钢	621
12.4.3 沉淀硬化不锈钢	625
12.5 联邦德国 (西德) (DIN)	629
12.5.1 不锈钢	629
12.5.2 耐热钢	637
12.6 日本 (JIS)	639
12.6.1 不锈钢及耐热钢的化学成分	639
12.6.2 不锈钢及耐热钢的力学性能	643
12.7 法国 (NF)	650
12.7.1 不锈钢、耐热钢和阀门钢的化学成分	650
12.7.2 力学性能	653
12.8 英国 (BS)	659
12.8.1 化学成分	659
12.8.2 力学性能	661
12.9 苏联 (ГОСТ)	665
12.9.1 不锈钢的化学成分	665
12.9.2 不锈钢的力学性能	667
12.10 瑞典 (SIS)	673
不锈钢及耐热钢的化学成分	673
12.11 意大利 (UNI)	674
常用不锈钢及耐热钢的化学成分	674

第十三章 高温合金

13.1 中国 (GB)	675
13.1.1 高温合金的化学成分	675
13.1.2 高温合金的力学性能	680
13.1.3 特性与用途	683
13.1.4 高温合金的物理性能	685
13.2 美国 (AISI)	689
13.2.1 高温合金的化学成分	689
13.2.2 高温合金的力学性能	691
13.2.3 高温合金的物理性能	693
13.3 联邦德国 (西德) (DIN)	695
高温合金的化学成分	695
13.4 日本 (JIS)	696
13.4.1 高温合金的化学成分	696
13.4.2 高温合金的力学性能及热处理	697
13.5 法国 (NF)	697
13.5.1 高温合金的化学成分	697
13.5.2 高温合金的力学性能	698
13.5.3 高温合金的物理性能	699
13.6 英国 (BS)	699
13.6.1 高温合金的化学成分	699
13.6.2 高温合金的力学性能	701
13.6.3 高温合金的物理性能	703

13.7 苏联 (ГОСТ)	704
13.7.1 高温合金的化学成分	704
13.7.2 高温合金的力学性能	705
13.7.3 高温合金的物理性能	707

第十四章 精密合金及电工材料

14.1 精密合金	710
14.1.1 精密合金的化学成分	710
14.1.2 精密合金的磁性能	713
14.1.3 精密合金的特性与用途	722
14.2 电工纯铁	724
14.2.1 化学成分	724
14.2.2 电磁性能	724
14.2.3 磁性退火工艺	724
14.2.4 纯铁棒材的力学性能	724
14.2.5 冷轧薄板材的表面硬度	724
14.2.6 电工纯铁的特性与用途	724
14.3 电工硅钢带 (片)	725
14.3.1 优质冷轧电工钢带 (片)	725
14.3.2 冷轧电工硅钢带 (片)	725

第十五章 铸 钢

15.1 中国 (GB)	728
15.1.1 一般工程用铸造碳钢	728
15.1.2 合金钢铸件	728
15.1.3 航空用结构钢精密铸件	729
15.1.4 耐磨铸钢	731
15.1.5 汽轮机用铸钢	731
15.1.6 工程结构用中、高强度不锈钢铸件	732
15.1.7 不锈钢铸件	733
15.1.8 研制铸钢	735
15.1.9 耐热钢铸件	735
15.2 国际标准 (ISO)	736
一般工程用铸钢的力学性能	736
15.3 美国 (ANSI / ASTM)	737
15.3.1 一般用途的碳钢及低合金钢熔模铸件	737
15.3.2 高温用奥氏体铸钢件	738
15.3.3 高强度铸钢结构件	739
15.3.4 高温密封压力件用合金钢铸件	739
15.3.5 一般用途的中、低强度的碳素钢铸件	739
15.4 联邦德国 (西德) (DIN)	739
15.4.1 不锈钢铸件	739
15.4.2 耐热钢铸件	741
15.5 日本 (JIS)	742
15.5.1 碳素钢铸件	742
15.5.2 结构用高强度碳素钢及低合金钢铸件	742
15.5.3 不锈钢铸件	742
15.5.4 耐热钢铸件	745

15.6 法国 (NF)	746
15.6.1 化学成分	746
15.6.2 力学性能	746
15.7 英国 (BS)	747
15.7.1 一般工程用铸钢的化学成分	747
15.7.2 不锈钢铸件的化学成分	748
15.8 苏联 (ГОСТ)	749
15.8.1 碳素钢及合金钢铸件的化学成分	749
15.8.2 碳素钢及合金钢铸件的力学性能	750
15.8.3 推荐热处理制度	751

第十六章 铸 铁

16.1 中国 (GB)	753
16.1.1 灰口铸铁	753
16.1.2 可锻铸铁	755
16.1.3 球墨铸铁	756
16.1.4 耐热铸铁	758
16.1.5 高硅耐蚀铸铁	759
16.1.6 耐磨铸铁	761
16.1.7 铁合金	763
16.2 国际标准 (ISO)	766
16.2.1 灰口铸铁	766
16.2.2 球墨铸铁	767
16.2.3 奥氏体铸铁	767
16.3 美国 (ANSI)	769
16.3.1 灰口铸铁	769
16.3.2 珠光体可锻铸铁	769
16.3.3 机动车辆灰口铸铁	769
16.3.4 奥氏体灰口铸铁	769
16.3.5 耐磨铸铁	770

16.3.6 球墨铸铁	770
16.4 联邦德国 (西德) (DIN)	770
16.4.1 灰口铸铁	770
16.4.2 球墨铸铁	772
16.4.3 可锻铸铁	772
16.4.4 奥氏体铸铁	773
16.5 日本 (JIS)	774
16.5.1 灰口铸铁	774
16.5.2 球墨铸铁	775
16.5.3 黑心可锻铸铁	775
16.5.4 白心可锻铸铁	776
16.5.5 珠光体可锻铸铁	776
16.6 法国 (NF)	776
16.6.1 非合金灰口铸铁	776
16.6.2 铁素体可锻铸铁	777
16.6.3 白心可锻铸铁	777
16.6.4 珠光体可锻铸铁	777
16.6.5 奥氏体铸铁	777
16.7 英国 (BS)	778
16.7.1 白心可锻铸铁	778
16.7.2 黑心可锻铸铁	778
16.7.3 珠光体可锻铸铁	778
16.7.4 高硅耐蚀铸铁	778
16.7.5 球墨铸铁	779
16.7.6 奥氏体铸铁	779
16.8 苏联 (ГОСТ)	780
16.8.1 灰口铸铁	780
16.8.2 高强度球墨铸铁	781
16.8.3 合金铸铁	782
附录 常用各国铸铁牌号及力学性能对照表	784

第三篇 有色金属

第十七章 铝及铝合金

17.1 中国 (GB)	786
17.1.1 变形铝合金	786
17.1.2 铸造铝合金	802
17.2 国际标准 (ISO)	809
17.2.1 变形铝合金	809
17.2.2 铸造铝合金	814
17.3 美国 (ASTM)	816
17.3.1 变形铝合金	816
17.3.2 铸造铝合金	846
17.4 联邦德国 (西德) (DIN)	852
17.4.1 变形铝合金	852
17.4.2 铸造铝合金	856
17.5 日本 (JIS)	858

17.5.1 变形铝合金	858
17.5.2 铸造铝合金	865
17.6 法国 (NF)	866
17.6.1 变形铝合金	866
17.6.2 铸造铝合金	876
17.7 英国 (BS)	879
17.7.1 变形铝合金	879
17.7.2 铸造铝合金	884
17.8 苏联 (ГОСТ)	885
17.8.1 变形铝合金	885
17.8.2 铸造铝合金	890
17.9 其它国家铝及铝合金的化学成分	896
17.9.1 民主德国 (东德) (TGL)	896
17.9.2 罗马尼亚 (STAS)	898
17.9.3 保加利亚 (БДС)	899
17.9.4 匈牙利 (MSZ)	900

17.9.5	意大利 (UNI)	902
17.9.6	南斯拉夫 (JUS)	904
17.9.7	波兰 (PN)	906
17.9.8	捷克斯洛伐克 (捷克) (ČSN)	908
17.9.9	瑞典 (SIS)	909
17.9.10	瑞士 (VSM)	910
17.9.11	奥地利 (ÖNORM)	912
17.9.12	丹麦 (DS)	914
17.9.13	芬兰 (SFS)	915
17.9.14	印度 (IS)	916
17.9.15	朝鲜 (조선)	917
17.9.16	荷兰 (NCNN)	917
17.9.17	挪威 (NS)	918
17.9.18	葡萄牙 (P)	919
17.9.19	土耳其 (TSE)	920
17.9.20	南非 (SABS)	921
17.9.21	西班牙 (UNE)	922
17.9.22	比利时 (NBN)	923
17.9.23	阿根廷 (IRAM)	925
17.9.24	澳大利亚 (AS)	925
17.9.25	加拿大 (CSA)	927
17.9.26	宇宙空间材料国际协会 / 欧洲协会 (AICMA / AECMA)	928

第十八章 铜及铜合金

18.1	中国 (GB)	930
18.1.1	变形铜合金	930
18.1.2	铸造铜合金	951
18.2	国际标准 (ISO)	960
18.2.1	变形铜合金	960
18.2.2	铸造铜合金	968
18.3	美国 (ASTM)	970
18.3.1	变形铜合金	970
18.3.2	铸造铜合金	985
18.4	联邦德国 (西德) (DIN)	989
18.4.1	变形铜合金	989
18.4.2	铸造铜合金	996
18.5	日本 (JIS)	999
18.5.1	变形铜合金	999
18.5.2	铸造铜合金	1006
18.6	法国 (NF)	1009
18.6.1	变形铜合金	1009
18.6.2	铸造铜合金	1011
18.7	英国 (BS)	1013
18.7.1	变形铜合金	1013
18.7.2	铸造铜合金	1021
18.8	苏联 (ГОСТ)	1032
18.8.1	变形铜合金	1032
18.8.2	铸造铜合金	1039

第十九章 镁及镁合金

19.1	中国 (GB)	1042
19.1.1	变形镁合金	1042
19.1.2	铸造镁合金	1044
19.2	国际标准 (ISO)	1047
19.2.1	变形镁合金	1047
19.2.2	铸造镁合金	1049
19.3	美国 (ASTM)	1051
19.3.1	变形镁合金	1051
19.3.2	铸造镁合金	1052
19.4	联邦德国 (西德) (DIN)	1055
19.4.1	变形镁合金	1055
19.4.2	铸造镁合金	1057
19.5	日本 (JIS)	1059
19.5.1	变形镁合金	1059
19.5.2	铸造镁合金	1059
19.6	法国 (NF)	1061
19.6.1	常用镁合金拉制品和轧制品的化学 成分	1061
19.6.2	常用镁合金轧制品和拉制品的力学 性能	1061
19.7	英国 (BS)	1062
19.7.1	变形镁合金	1062
19.7.2	铸造镁合金	1064
19.8	苏联 (ГОСТ)	1065
19.8.1	变形镁合金	1065
19.8.2	铸造镁合金	1066

第二十章 钛及钛合金

20.1	中国 (GB)	1069
20.1.1	变形钛合金	1069
20.1.2	铸造钛合金	1075
20.1.3	锻造钛合金	1075
20.2	美国 (ASTM)	1076
20.2.1	变形钛合金的化学成分	1076
20.2.2	变形钛合金的力学性能	1076
20.2.3	变形钛合金的物理性能	1077
20.3	联邦德国 (西德) (DIN)	1078
20.3.1	变形钛合金的化学成分	1078
20.3.2	变形钛合金的力学性能	1078
20.4	日本 (JIS)	1079
20.4.1	变形钛合金的化学成分	1079
20.4.2	变形钛合金的力学性能	1079
20.5	法国 (NF)	1079
20.5.1	变形钛合金的化学成分	1079
20.5.2	变形钛合金的特性用途	1079
20.6	英国 (BS)	1080

20.6.1 变形钛合金的化学成分	1080	20.7.1 变形钛合金的化学成分	1081
20.6.2 变形钛合金的力学性能	1080	20.7.2 变形钛合金的力学性能	1082
20.7 苏联 (ГОСТ)	1081	20.7.3 变形钛合金的物理性能	1085

附 录 篇

附录 1 选材的一般原则与常用材料的选用 ...	1086	表 5 法国渗碳钢淬透性数据	1116
1.1 选材的一般原则	1086	表 6 英国合金钢淬透性数据	1116
1.2 常用材料的选用	1088	表 7 苏联合金结构钢淬透性数据	1118
附录 2 设计计算参考公式	1101	附录 7 热处理工艺简介	1119
2.1 硬度与强度之间的经验公式	1101	7.1 钢的常用退火工艺的分类及应用	1119
2.2 疲劳强度与静强度之间的经验公式 ...	1101	7.2 正火工艺及其应用	1120
2.3 许可剪应力与抗拉强度之间的关系 ...	1101	7.3 常用淬火工艺方法及其应用	1120
2.4 断裂韧性 with 屈服强度之间的换算 公式	1101	7.4 回火工艺方法	1121
2.5 灰口铸铁硬度与抗拉强度之间的经验 公式	1101	7.5 化学热处理常用渗入元素及其应用 ...	1122
2.6 硬度之间的换算公式	1101	7.6 金属的化学涂覆	1123
2.7 低合金铸铁 σ_b 和 HB 之间换算公式 ...	1102	7.7 变形铝合金的热处理	1123
附录 3 金属材料在图样上标注的规定	1102	7.8 铸造铝合金的热处理	1124
3.1 标注原则	1102	7.9 铜合金的热处理	1124
3.2 标注方法	1102	7.10 常用镀层的特性及应用范围	1124
3.3 几点说明	1103	7.11 铝合金的阳极氧化膜的应用	1126
附录 4 常用材料的密度	1103	附录 8 国际单位制与公制及英制的单位 换算	1127
附录 5 常用材料锻造温度的选择	1107	附录 9 黑色金属硬度与强度换算值	1128
附录 6 淬透性 DI 值的选用	1107	附录 10 钢材的涂色标记	1132
表 1 美国钢号淬透性数据	1109	附录 11 金属材料新旧标准对照及等效或参照 采用的国外标准	1132
表 2 联邦德国(西德)合金钢淬透性数据 ...	1113		
表 3 日本合金结构钢淬透性数据	1114	主要参考文献	1140
表 4 法国调质合金钢的淬透性数据	1115		

第一篇 牌号的表示方法和对照

第一章 合金元素及其主要作用

1.1 合金元素在钢中的主要作用

我国和世界上很多国家的钢铁牌号都是采用字母或化学元素符号以及数字来表示的。钢的性能和化学成分密切相关,而化学成分又是由化学元素及其含量构成的。

钢是铁碳合金。除铁碳元素之外,钢中还有残余元素和合金元素。

残余元素如硅(Si)、锰(Mn)、磷(P)、硫(S)等,也叫常存元素,是钢在冶炼过程中不可避免地要残留下来的元素。

合金元素是有目的地向钢中加入的一种或几种元素。通过它们对钢的组织发生作用,以获得所需要的性能。各种合金元素在钢中与铁和碳这两个基本组元作用,以及它们彼此间相互作用,使钢的组织结构及性能发生变化。如提高钢的强度,改善钢的机械加工性,获得耐热、耐磁、耐腐蚀的理化性能等。所以,我们在了解世界各国钢铁牌号、性能、用途、化学成分时,为了正确地选材和用材,应首先了解钢中的元素及其在钢中的作用。

Al (铝) 熔点 660℃

它是最强的抗氧化元素,并能与氮化合。这样,降低了应变时效的敏感性。少量添加可阻止晶粒长大。氮化时铝与氮结合形成高硬度,它是氮化钢中主要的合金元素。铝改善抗氧化能力,因此是经常用于铁素体耐热钢的一种合金元素。由于它增加矫顽力,因此是用于铁—镍—钴—铝永磁合金中的合金元素之一。

As (砷) 熔点 814℃(参考)

它是封闭 γ 相区的元素,作用与磷相似。在钢中偏析严重,即使用扩散退火也很难消除。砷含量不超过0.2%时,对钢的一般力学性能影响不大,但增加回火脆性敏感性。砷在一定含量范围内对钢的某些性能也有利之处,例如,有耐蚀作用,但尚需研究。

B (硼) 熔点 2040℃

改善结构钢的硬化深度并能提高表面硬化钢的中心硬度。含硼的奥氏体 18/8 铬—镍钢通过沉淀硬化,能获能较高的弹性极限,但抗腐蚀能力较低。由于硼有高的中子吸收横断面,因此它是核设备防护用钢的合金元素。

Bi (铋) 熔点 271℃

铋不溶于钢中,它的作用同铅(Pb)相似,在钢中呈细小的金属夹杂物。钢中加入铋,能显著提高钢的被切削性能,而不明显影响钢的其它性能。

Be (铍) 熔点 1283℃

它和氧、硫都有极强的亲和力,可作为理想的脱氧去硫剂。铍在钢中如以固溶状态存在时,增加钢的淬透性,对铁素体的固溶强化作用极强。通过时效处理,使金属间化合物 Be_2Fe 弥散析出,可以产生极强的沉淀硬化作用。铍还可以改善和提高钢的高温强度和蠕变性能。在因瓦合金和恒弹性合金中加入适量的铍,可以改善合金的性能。用于要求高的抗磁化能力的手表盘簧等。用铜铍合金制造的弹簧,当负荷改变很大时,比钢制弹簧稳定。镍铍合金硬而防腐蚀,可用于医疗外科器械,也是原子能和导弹工业装备的必需材料。

C (碳) 熔点 3727℃

碳是钢中两个基本组元之一。它扩大 γ 相区,但因渗碳体的形成,而不能无限固溶。碳在 α 铁及 γ 铁中的最大溶解度分别为0.02%及2.1%。钢中随着碳含量的增加,可提高其硬度和强度,但降低塑性和韧性。碳和钢中某些合金元素化合形成各种碳化物,对钢的性能产生不同的影响。

Ca (钙) 熔点 850℃

钙与硅一起形成钙硅化合物,产生抗氧化作用。钙增加导热材料的抗氧化能力。

Ce (铈) 熔点 775℃

铈是强的脱氧剂并促进脱硫,改善高合金钢的热作性能和耐热钢的抗氧化性能。

Co (钴) 熔点 1492℃

钴在钢中不形成碳化物,在高速钢中可提高高温硬度。与钼同时加入马氏体时效钢中可获得超高强度和良好的综合力学性能。钴在热强钢及磁性材料中也是重要的合金元素。如有中子射线作用,它就形成强的放射性同位素钴60,因而它不适用于原子反应堆用钢。

Cr (铬) 熔点 1920℃

铬能提高钢的硬度、强度,并极少降低弹性,能改善

耐热和抗氧化性能。较高铬含量的钢适合于抗蚀。铬与碳形成高耐磨碳化物。提高铬钢中铬含量会使焊接性能变坏。铬是一种强碳化物形成元素,每1%铬可提高钢的拉伸强度为 $8\sim 10\text{kgf/mm}^2$,屈服点也同样提高,然而不是相同速率,但缺口冲击值较低。

Cu (铜) 熔点 1084℃

铜有强化铁素体的作用。当含量在0.20%左右,特别与磷联合使用时,可提高钢对大气的耐蚀性。含量 $>0.75\%$ 时,可以经过沉淀硬化处理来提高钢的强度。不过含量较高时,会导致热脆性,使热锻轧加工困难。

H (氢) 熔点-262℃

氢在钢中是有害的,因为它使弹性和塑性下降造成脆性,但并不能提高屈服点或抗拉强度,它是可怕的“白点”形成原因,并促使发纹产生。钢表面在酸蚀过程中也造成氢脆。

Mn (锰) 熔点 1244℃

锰对奥氏体及铁素体均有较强的固溶强化作用,提高硬度和强度。锰是良好的脱氧剂和脱硫剂,与硫形成硫化锰,可防止因硫而导致的热脆现象;在易切削钢中,MnS可改善被切削性。锰可细化珠光体组织,以改善其机械性能,是低合金钢的重要合金元素。锰还强烈增加钢的淬透性,但有增加晶粒粗化和回火脆性的倾向。

Mo (钼) 熔点 2610℃

钼改善拉伸强度,特别是耐热性,并且它对焊接性能有良好的影响。具有较高Mo含量的钢,导致锻造困难。钼经常与铬联合使用,钼的特点与钨类似,当钼与铬和镍组合共同用于合金钢时,钼可提高屈服点和拉伸强度值。钼有强的碳化物形成倾向,也由于它改善冷拔性能。所以,它是高速钢和热作钢的备用合金元素,也是奥氏体耐蚀钢、表面硬化钢、热处理钢和耐热钢中的备用合金元素。

N (氮) 熔点-210℃

在奥氏体钢中,氮稳定组织,提高硬度,特别是提高屈服点以及高温机械性能。氮可在氮化过程中通过氮离子形式达到提高表面硬度的目地。由于氮在沉淀硬化过程中降低韧性,强化时效和兰脆,在非合金钢或低合金钢中也造成沿晶界应力腐蚀的可能性,所以氮是有害的。

Nb / Cb (铌 / 钽) 熔点 1950℃

铌与钽常和钼共生,它们在钢中作用相近。缩小 γ 相区,但由于拉氏相(NbFe₂)的出现和限制,而不形成 γ 相圈;在 α 铁及 γ 铁中的最大溶解度分别为1.8%和2.0%。它和碳、氮、氧都有极强的亲和力,是强碳化物和氮化物形成元素。当其含量大于碳含量8倍时,几乎可固定钢中所有的碳,使钢具有很好的抗氢性能。铌可增加回火稳定性,有二次硬化作用。由于固定碳和沉淀硬化作用,可以提高钢的蠕变性能。铌还有细化晶粒的作用,提高钢的冲击韧性,并降低其脆性转变温度。微量铌还可以不影响塑性和韧性而提高强度。在奥氏体钢

中,还可以防止氧化介质对钢的晶界腐蚀作用。

Ni (镍) 熔点 1453℃

镍提高钢的强度作用比硅和锰小,并仅稍微降低弹性。镍保证好的淬硬性,特别是当钢中也含有铬的时候。铬镍钢具有不锈、抗氧化和耐热等性能。镍不降低钢的焊接性。镍明显提高结构钢的冲击值,特别是低温冲击韧性。镍与铬、钼等配合使用,能使结构钢在热处理后获得良好的综合力学性能。

O (氧) 熔点-218.7℃

氧对钢是有害的。因为钢中总有一些残留的氧,根据其类型、组成和分布状态,对钢的性能起不同的影响。若以夹杂物的形式存在,对钢的塑性、韧性及疲劳性能不利。

P (磷) 熔点 44℃

磷有不同种类,即白(黄)、红(紫)、黑磷和其它。通常,磷被认为对钢是有害的,所以,对高级钢应尽量控制磷的含量,最大为0.03~0.05%。

Pb (铅) 熔点 327℃

铅以0.20~0.50%的含量使易切削钢合金化。由于它分布均匀细小,使切屑短小,切削表面优良,因而改进了可切削性。铅含量对钢的机械性能无影响。

RE (稀土)

缩小 γ 相区,在钢中溶解度均很低。稀土和氧、硫、氮、氢的亲合力很强,故有脱气、脱硫和消除其它有害杂质的作用,并改变夹杂物的形态和分布。在铸钢中,稀土可以增加钢液的流动性,改善铸态组织。在电热合金和耐热钢中,可增加抗氧化性能、高温强度及蠕变强度;还可提高不锈钢的耐蚀性。在合金结构钢中,对强度性能未发现明显影响,而对淬透性略有降低。

S (硫) 熔点 118℃

产生“热脆”,使钢脆化,因而是有害的。允许含量为0.025%或0.030%。但易切削钢中可增加到0.30%,由于细小分布的硫的夹杂破坏了金属的连续性,因而起到使切屑易断的作用。

Sb (锑) 熔点 630℃

是封闭 γ 相区的元素,在 γ 铁中的最大溶解度约2%。锑在钢中的作用同砷相近。锑和砷均能提高钢的耐腐蚀性能,但锑还增加铬钢和铬镍钢的回火脆性,使钢的韧性降低。

Se (硒) 熔点 217℃

用于易切削钢中,与硫相似,改善可切削性更有效。在不锈钢中降低抗蚀性小于硫。

Si (硅) 熔点 1410℃

硅和氧的亲合力仅次于铝和钛,为常用的脱氧剂。硅在钢中不形成碳化物,提高钢中固溶体的强度和加工冷变形硬化率的作用极强,但也同时降低钢的韧性和塑性。硅还提高钢的淬透性和抗回火性,对钢的综合机械性能,特别是对弹性极限、屈强比的提高较显著,并可增强钢在大气中的耐蚀性。硅提高和改善钢的电阻率和

磁导率,降低磁滞损耗,是硅钢片的主要合金元素。硅含量高时对焊接性不利,并易导致冷脆,还降低钢的被切削性;对中、高碳钢回火时易产生石墨化。

Ti (钛) 熔点 1812°C

一种很硬的金属。形成强碳化物。是不锈钢中主要的一种合金元素,使抗晶界腐蚀稳定,从钢中析出则有细化晶粒的性能。

Ta (钽) 熔点 2977°C

在钢中的各种作用与铌相似,只是强弱有所区别。钽迄今还没有被单独列入钢中的合金元素。钽与铌一般总是共生的,冶炼提取时较难分离,故二者并存在铁合金中。钽的作用,如以重量计,只及铌的一半。

Te (碲) 熔点 450°C

和铁形成 FeTe 、 FeTe_2 等化合物。它在铁中的溶解度很低,碲在钢中的作用与硒、硫相似。碲可单独加入,也可与硫、铅复合加入钢中,形成复合夹杂物形态。可提高钢的被切削加工性,并获得良好的表面加工精度。但碲价格较贵,一般很少用。

V (钒) 熔点 1730°C

少量的添加可改善热硬性并减慢晶粒长大。在结构钢中和工具钢中,钒的作用特别有利。在高速钢中提高其切削性。钒形成强碳化物,提高抗拉强度和屈服极限,特别是钢的热硬性。在结构钢和耐热钢中钒优先与铬形成化合物,而在高速钢和热作模具钢中优先与钨形成化合物。

W (钨) 熔点 3380°C

Tm (铼) 熔点 3180°C

钨改善强度性能:它大量地提高硬度和刀刃的寿命,并且对提高耐高温性能起主要作用。所以,钨是高速钢和热处理钢的惯用合金元素。每加入 1% 的钨(铼),钢的抗拉强度和屈服极限值提高约 4kgf/mm^2 。钨很强烈地趋向形成碳化物并且主要用于耐热钢,使之具有耐热和高的冷拔性能。

Zr (锆) 熔点 1860°C

锆是强碳化物形成元素,它在钢中的作用与铌、钛、钒相似。少量的锆有脱气、净化和细化晶粒的作用,对钢的低温性能有利,并可消除时效现象,改善钢的冲压性能。锆是一种贵重元素,常用于制造火箭发动机和导弹的结构等使用的超高强度钢和镍基高温合金的合金元素之一。

1.2 合金元素在铝合金中的主要作用

在 Al-Cu-Mn 系硬铝中

Cu(铜)—提高合金强度,铜含量达到 5.0% 时,合金强度接近于最大值。铜可改善合金的焊接性,铜含量超过 6.50% 时,焊接裂纹系数急剧降低。

Mn(锰)—含量超过 0.40% 时,能提高合金淬火和自然时效状态的强度。锰是提高合金耐热性能的主要元

素,其含量以 0.6~0.8% 为宜。并有降低焊接裂纹倾向。

Mg(镁)—为微量添加元素。可提高合金室温强度,并改善 150~225°C 以下的耐热强度,但加镁降低焊接性能,所以,应控制加入量 $\leq 0.05\%$ 。

Ti(钛)—为微量添加元素。能细化铸钛晶粒,提高合金的再结晶温度。但含量大于 0.3% 时,会降低耐热性,故加入量控制为 0.1~0.2%。

Zr(锆)—为微量添加元素,加入 0.1~0.25% 时,可细化晶粒,并能提高合金的再结晶温度和固溶体的稳定性及耐热性。可改善合金的焊接性和焊缝的塑性。

Fe(铁)和 Si(硅)—为微量添加元素。铁含量应限制在 0.3% 以下;硅含量限制在 0.3% 以下。

Zn(锌)—为微量添加元素。能加快铜在铝中的扩散速度,降低合金持久强度,其含量应限制在 0.1% 以下。

在 Al-Cu-Mg-Fe-Ni 系锻造铝合金中

Cu(铜)和 Mg(镁)—由于合金中铜、镁含量比硬铝低,使合金位于 $\alpha+\text{S}(\text{Al}_2\text{CuMg})$ 两相区中,因而合金具有较高的室温强度,良好的耐热性;另外,铜含量较低时,低浓度的固溶体分解倾向小,这对合金的耐热性是有利的。

Ni(镍)—在铁含量很低(0.06% 铁)的 $\text{AlCu}_2.2\text{Mg}1.65$ 合金中加入镍时,随着含量增加,会降低合金硬度,减小合金的强化效果。

Fe(铁)—铁和镍一起生成的 Al_3FeNi 是硬脆的化合物,在铝中溶解度极小,经锻造和热处理后,当他们弥散分布于组织中时,能显著提高合金的耐热性。

Si(硅)—在 LD8 合金中加入 0.5~1.2% 硅可提高其室温强度,但使合金耐热性下降。

Ti(钛)—LD7 合金中加入 0.02~0.1% 钛,能细化铸态晶粒,提高锻造工艺性能,对耐热性有利,但对室温性能影响不大。

在 Al-Mn 系防锈铝合金中

Mn(锰)—是合金中唯一的合金元素,随其含量的增加,合金的强度也随之提高。锰含量在 1.0~1.6% 范围内时,合金具有较高的强度和良好的塑性及工艺性能。当锰含量高于 1.6% 时,合金的强度虽有增加,但由于形成大量 MnAl_3 脆性化合物,合金在变形时易开裂。

Mg(镁)—少量的镁($\approx 0.30\%$),能显著地细化 Al-Mn 合金退火后的晶粒,并能稍许提高其抗拉强度。但同时也损害了退火材料的表面光泽。

Cu(铜)—合金中含有 0.05~0.5% 铜,可显著地提高其抗拉强度。但使合金耐蚀性降低,应限制含量在 0.2% 以下。

Zn(锌)—含量低于 0.5% 时,对合金性能及耐蚀性无明显影响,考虑到合金的焊接性能,锌的含量应限制在 0.2% 以下。

第二章 金属材料的名词术语

2.1 一般性名词、术语

名 称	含 义
金属材料	金属经过熔炼和各种加工后而制成的材料,它既包括纯金属也包括合金。在实际工作中,金属材料常简称为金属
牌 号	金属材料的牌号,就是给每种具体的金属材料所取的名称。钢的牌号又叫钢号。我国金属材料的牌号,一般都能反映出化学成分。有的牌号不仅表明金属材料的具体品类,而且可以大致判别其质量
纯 金 属	指只含有一种金属元素的金属。实际上纯金属的纯度达不到百分之百,因为其中总会含有极微量的杂质
化学元素	自然界中的物质,都是由不同的单质原子组成的,这些单质原子称为化学元素。目前已发现的化学元素有 107 种。80% 以上的化学元素不同程度的具有导热性、导电性、可塑性和金属光泽等共同特点,这类化学元素叫做金属元素,共有 86 种。其余不具有金属特点的元素叫做非金属元素
边缘状态	指带钢是否切边而言,切边者为切边带钢,不切边者为不切边带钢
残余元素	指不是有意加入钢中的元素,又称外来元素或伴生元素。主要来源:①由炼钢材料带入;②由合金材料带入;③由脱氧剂和其它冶炼添加物带入;④由大气带入
镇 静 钢	指脱氧较完全的钢。由于钢液中含氧量很少,在钢锭模内凝固过程中保持平静,基本上无一氧化碳气泡产生,因此称为镇静钢。其优点是:化学成分均匀,焊接性和塑性较好,抗腐蚀性较强。缺点是:有集中缩孔,成材率低,成本高
半镇静钢	对钢进行中等程度脱氧。钢液在钢锭模内凝固过程中,产生一定数量的一氧化碳气泡,有较轻度的沸腾现象,称为半镇静钢。它的性能介于镇静钢和沸腾钢之间
沸 腾 钢	指脱氧很不完全的钢。由于钢液中含氧量多,钢液在钢锭模内凝固过程中产生大量一氧化碳气泡,造成剧烈沸腾现象,因此叫沸腾钢。它的优点是:外壳纯净,没有集中缩孔。成材率高、成本低。缺点是:化学成分不均匀,内部杂质多,抗腐蚀性和机械强度较差,且容易发生时效硬化
顶 锻 性	是指金属材料承受打铆、镦头等顶锻变形的能力
热压力加工	金属在再结晶温度以上进行的压力加工,称为热压力加工。例如热轧、热锻等均属热压力加工
冷压力加工	金属在再结晶温度以下进行的压力加工,称为冷压力加工。例如冷轧、冷拔等均属冷压力加工
轧 制	是使金属锭块或坯料在轧机旋转着的轧辊辊压下,进行塑性变形的压力加工方法。轧制有热轧和冷轧两种
拉 拔	用外力作用于被拉金属前端,将金属坯料从小于坯料断面的模缝中拉出,使其断面减少而长度增加的方法称为冷拔。冷拔多在冷态下进行,有时称为冷拉
挤 压	将金属放在密闭的挤压筒内,一端施加压力,使金属从规定的模孔中挤出得到不同形状和尺寸的成品的加工方法。由于在挤压时处于三面受压应力状态,避免拉应力的出现,挤压有热挤压和冷挤压两种
交货状态	指交货金属材料的最终塑性变形加工或最终热处理的状态。交货状态总的可分为经热处理交货和不经热处理交货两大类。经热处理交货的,按其最终热处理方式分为退火、正火、高温回火等多种状态。不经热处理交货的,按其最终塑性变形加工方式分为热轧(锻)、冷轧(拉)等多种状态
表面状态	主要分光亮和不光亮两种。在钢丝和钢带标准中常见。主要区别在于采取光亮退火或者一般退火。也有把抛光、磨光、酸洗、镀层等作为表面状态看待的