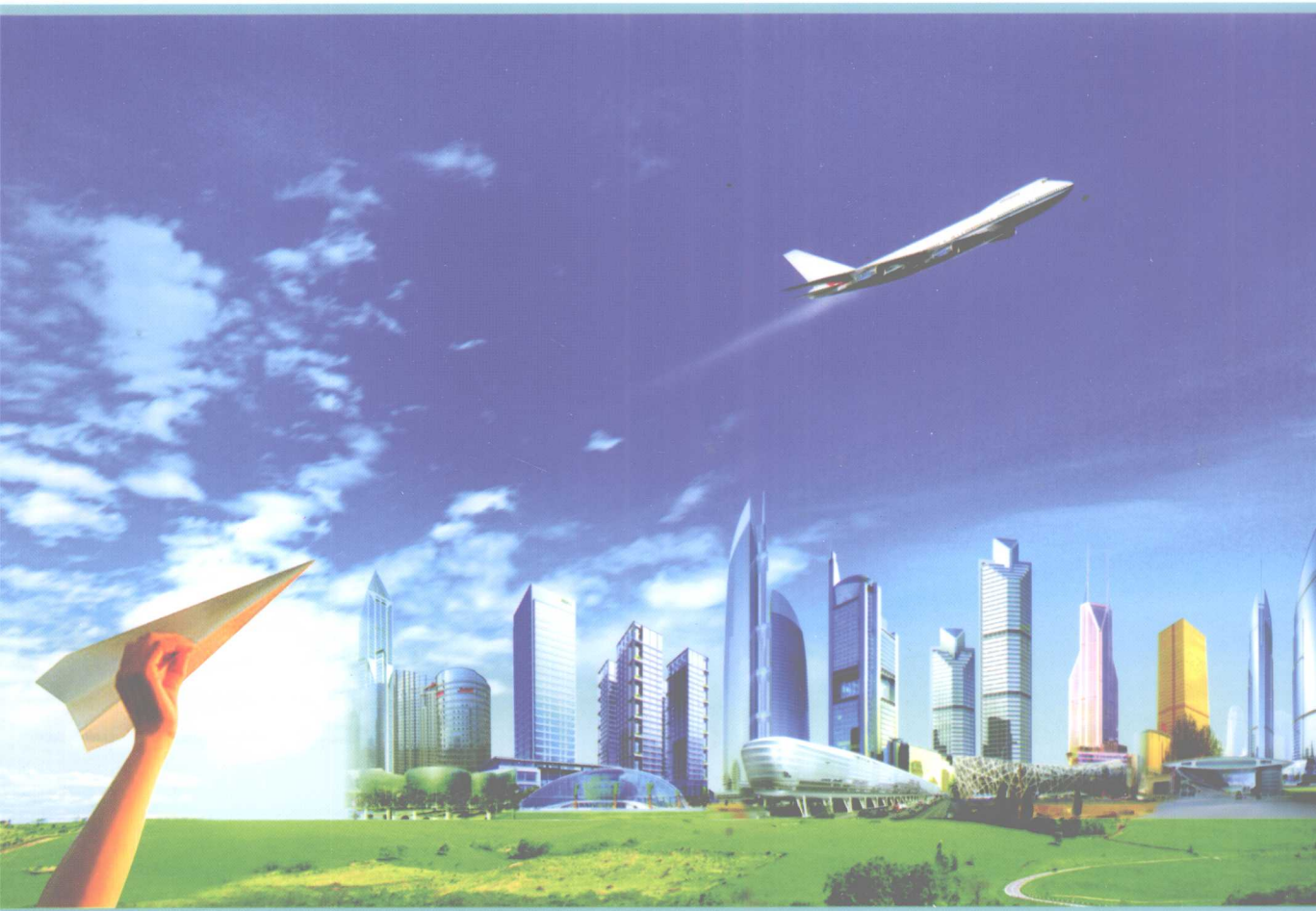


国家标准

铝合金结构设计规范
在幕墙工程中的应用

张芹 编著



中国建筑工业出版社

国 家 标 准

铝合金结构设计规范

在幕墙工程中的应用

张 芹 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

国家标准 铝合金结构设计规范在幕墙工程中的应用/
张芹编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009
ISBN 978-7-112-10934-0

I. 国… II. 张… III. 铝合金-轻金属结构-结构设计-设计规范-应用-幕墙-建筑工程 IV. TU395-65 TU227

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 060580 号

《铝合金结构设计规范》于 2007 年 10 月 23 日发布, 2008 年 3 月 1 日实施。《铝合金结构设计规范》是面对整个铝合金结构的设计规范, 其重点是针对主体结构的铝合金结构 (如网壳、网架、桁架等) 的, 对于作为围护构件的幕墙工程中铝合金结构的一些具体问题涉及很少, 为了按照《铝合金结构设计规范》针对幕墙工程的特点, 对幕墙工程中铝合金结构的一些具体问题提出具体贯彻、执行《铝合金结构设计规范》的处理方案, 本书按上述要求对《铝合金结构设计规范》在幕墙工程中的应用作深入阐述, 通过例题演示作具体说明。本书还对《铝合金结构设计规范》中所列出的相关材料标准按照最新标准作出详细介绍。本书可作为幕墙工程设计、施工、审图、监理人员学习《铝合金结构设计规范》时参考用书。

* * *

责任编辑: 郭洪兰
责任设计: 赵明霞
责任校对: 兰曼利 梁珊珊

国家标准

铝合金结构设计规范在幕墙工程中的应用

张芹 编著

*

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

北京二二〇七工厂印刷

* * *

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 25 $\frac{1}{4}$ 字数: 630 千字

2009 年 7 月第一版 2009 年 7 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 59.00 元

ISBN 978-7-112-10934-0
(18179)

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)

前 言

《铝合金结构设计规范》发布后,有网友发帖(例如中国幕墙设计网 Pire 2008-3-11 帖子),也有不少读者给我来信、来电要求我提供“学习这本规范的文章”。在大量收集资料、深入学习规范的基础上,编写了这本《铝合金结构设计规范在幕墙工程中的应用》,本书围绕《铝合金结构设计规范》,针对幕墙工程的特点,对《铝合金结构设计规范》在幕墙工程中的应用作深化、细化。首先,对规范条文内容,引用有关论文、研究(试验)报告按幕墙工程的要求作进一步阐述,其次通过例题演示设计应用方法和设计流程,还对规范中列出的材料标准的主要内容一一刊出,并按采用最新版本的要求,采用了2006~2008年新版本,例如:《变形铝及铝合金状态代号》(GB/T 16475—2008)、《变形铝及铝合金化学成分》(GB/T 3190—2008)、《铝合金建筑型材 第1部分:基材》(GB 5237.1—2008)、《铝合金建筑型材 第2部分:阳极氧化、着色型材》(GB 5237.2—2008)、《铝合金建筑型材 第3部分:电泳涂漆型材》(GB 5237.3—2008)、《铝合金建筑型材 第4部分:粉末喷涂型材》(GB 5237.4—2008)、《铝合金建筑型材 第5部分:氟碳漆喷涂型材》(GB 5237.5—2008)、《一般工业用铝及铝合金板、带材 第1部分 一般要求》(GB/T 3880.1—2006)、《一般工业用铝及铝合金板、带材 第2部分 力学性能》(GB/T 3880.2—2006)、《一般工业用铝及铝合金板、带材 第3部分 尺寸偏差》(GB/T 3880.3—2006)、《不锈钢棒》(GB/T 1220—2007)、《铜及铜合金板带材》(GB/T 2040—2008)、《铜及铜合金板带材》(GB/T 2059—2008)、《钢铁牌号表示方法》(GB/T 3098.21—2008、GB/T 221—2008)、《钢分类 第1部分 按化学成分分类》(GB/T 13304.1—2008)、《钢分类 第2部分 按主要质量等级和主要性能或使用特性的分类》(GB/T 13304.2—2008)、《耐候结构钢》(GB/T 4171—2008)、《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591—2008)、《不锈钢复合钢板和钢带》(GB/T 8165—2008)、《紧固件 螺栓、螺钉、螺柱和螺母通用技术条件》(GB/T 16938—2008)、《紧固件机械性能 不锈钢自攻螺钉》(GB/T 3098.21—2008/ISO 3506-4: 2003)、《建筑密封材料分级和要求》(GB/T 22083—2008)等。

本书引用的论文、研究(试验)报告、标准中的条文号、表号、图号,为便于与原文查对,仍采用原文中的条文号、表号、图号。

本书编写得到中国建筑科学研究院赵西安教授、黄小坤研究员,同济大学马锦明副书记、吴明儿副教授,重庆大学阎春平副教授,广东金刚幕墙工程有限公司黄庆文总经理,上海高新铝质工程股份有限公司赵华总监,金螳螂建筑装饰股份有限公司袁志方所长的指导、帮助和提供意见,在此表示感谢。

参加本书编写(收集、翻译、整理资料,文字整理、修改,插图)的有刘明、张旭、孙吉礼、陶伟、宿景、谭世友、高艳春、申永红、杨颖、张倩、马月智、罗社花、任雨亮、周华、张棘、张峰、周婕、陆蓉等。

目 录

前言

第一章 概述	1
第二章 材料	3
第一节 钢材	3
第二节 铝合金建筑型(板)材	73
第三节 紧固件	203
第四节 密封胶	225
第三章 规范内容简介	260
第一节 GB 50429 和 JGJ 102 的差别	260
第二节 2 术语和符号	261
第三节 4 基本设计规定	276
第四节 5 构件的有效截面	308
第五节 6 受弯构件的计算	316
第六节 7 轴心受力构件的计算	329
第七节 8 拉弯构件和压弯构件的计算	335
第八节 9 连接计算	338
第四章 例题	343
参考书目	398

第一章 概 述

铝合金材料在建筑业中的应用已经有 100 多年的历史,通常为人们所熟悉的是它作为建筑装饰材料的应用,比如铝合金门窗框料、建筑幕墙杆件等,我国使用的铝合金门窗 2004 年为 24093 万 m^2 , 2005 年为 31541 万 m^2 , 2006 年为 40250 万 m^2 ; 建筑幕墙 2004 年为 4064 万 m^2 , 2005 年为 5299 万 m^2 , 2006 年为 5340 万 m^2 。到 2006 年为止全国共使用了铝合金门窗约 25 亿 m^2 , 建筑幕墙约 3.03 亿 m^2 。铝合金门窗和建筑幕墙在早期凭经验施工,没有进行设计计算,后来一些工厂出了铝合金门窗图集作为施工依据,国外承包的幕墙工程有些公司按香港、日本等的规范作了一些设计计算。1986 年发布的《建筑外窗抗风压性能分级及其检测方法》(GB 7106—86)附录“建筑外窗抗风压强度计算方法”,列出了由刘智龙起草的“建筑外窗抗风压强度计算方法”。1987 年 6 月黎明航空铝窗公司科协出版了李之毅等编写的《现代建筑铝合金门窗技术》。1992~1994 年中国建筑装饰铝制品协会先后出版了张芹编写的《铝合金隐框玻璃幕墙》、《铝合金玻璃采光顶》、《铝合金玻璃幕墙》。1996 年建设部发布了行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》(JGJ 102—96) [2003 年修订发布 (JGJ 102—2003)], 这样我国建筑幕墙初步步入规范化设计计算的阶段。

从 20 世纪 40 年代以来,铝合金就开始广泛应用于建筑承重结构之中,20 世纪 90 年代以来铝合金结构在我国的应用也逐渐增多,全国已建、在建工程有二十多个,其中有 1996 年建成的天津市平津战役纪念馆(单层球面网壳)、1997 年建成的上海浦东游泳馆(双层圆柱面正放四角锥网壳)、2000 年建成的北京航天实验研究中心零磁实验室铝合金网架(双层网架)、2001 年建成的上海科技馆(单层椭球面网壳)、2002 年建成的航天 509 所铝合金网架(双层网架、螺栓球节点)等,这些铝合金结构主要有三种类型:单层球面网壳、双层网壳、螺栓球节点网架。

我国对铝合金承重结构的研究始于 20 世纪 80 年代,起初主要是对国外文献的翻译和对国外技术的引进,20 世纪 80 年代我国开始设计、建造铝合金承重结构,对铝合金承重结构研究日趋广泛,包括材料特性、轴心受压构件、偏压构件、受弯构件、局部稳定、连接、节点、结构体系等,提出了几十篇论文(试验、研究报告),全国建设的二十几个铝合金承重结构工程也积累了许多设计、施工经验,但这些试验数据和研究成果需要统一利用和系统化,以形成完整的体系。有鉴于此,上海市建设技术发展基金的科研项目《铝合金格构结构成套技术与开发》,对国产铝合金结构进行了系统地研究。研究主要致力于系统地建立国产结构用铝合金的试验数据库(包括铝合金材料本构关系试验数据库、铝合金材料物理力学性能试验数据库、轴心受压构件试验数据库、偏压构件试验数据库、受弯构件试验数据库、螺栓连接试验数据库、焊接连接试验数据库等),在试验基础上从可靠度的角度出发建立起铝合金结构的计算体系。2001 年上海市发布了《铝合金格构结构技术规程》(DGJ 08—95—2001)。

建设部建标 [2003] 102 号文关于印发“2002~2003 年度工程建设国家标准制定、修订计划”的通知,决定由同济大学、现代建筑设计集团上海建筑设计研究有限公司会同有关设计、施工、材料和科研单位的技术人员组成编制组,编制《铝合金结构设计规范》。鉴于上海市《铝合金格构结构技术规程》编制时,由于缺乏铝合金材料物理力学性能的统计参数,无法根据可靠度分析来确定抗力分项系数,只能用美国规范所采用的安全系数除以荷载分项系数的办法来确定抗力分项系数,针对上述不足,同济大学沈组炎教授等对 42 件铝合金试样进行拉伸试验,还通过调研得到了 1092 个国产 6061-T6 铝合金材料物理力学性能试验数据,并对其统计特征进行了研究;上海植物园项目进行了 3 个 6061-T6 铝合金拉伸试验;2005 年同济大学又进行了 8 个 6061-T6 铝合金拉伸试验,总共搜集到了 53 个拉伸试验数据,得出了国产铝合金物理力学性能统计分析结果。规范编制组又进行了 1042 根 6061-T6 铝合金试件的拉伸试验,规范编制组根据此 1042 根 6061-T6 铝合金试件以及日本的 28 根 5083-H22 铝合金试件的拉伸试验结果,经分析后得出其材性统计参数,规范编制组还进行了一系列试验、研究,提出了铝合金构件受压板件、挤压铝合金受弯构件、挤压铝合金轴压构件、挤压铝合金压弯构件、焊接铝合金构件残余应力的测试报告、焊接铝合金构件、铝合金连接节点、铝合金屋面板等试验研究报告,为《铝合金结构设计规范》编制提供了坚实的系统技术(理论)基础。

规范编制组进行了全面的国外规范调研工作,以及深入的理论及实验研究。在此基础上完成了规范初稿,2005 年 11 月 11 日召开了全体编制单位会议,会后向建设部标准定额司提交了会议情况和规范初稿等书面材料。2006 年 3 月规范编制组完成了《铝合金结构设计规范》(征求意见稿),向全国三十余家高校、有关设计、施工、科研等单位征求意见,规范编制组收到各种意见 100 多条。为了更广泛地交流中日两国铝合金结构规范的编制情况以及铝合金结构研究设计进展,规范编制组还于 2006 年 6 月 26 日召开了“中日铝合金结构研讨会”,除日本专家和全体编制单位外,还有国内十几家高校、研究和设计单位派代表参加了会议。在充分研讨和对收到的意见逐条研究分析(采纳了其中部分意见)的基础上,于 2006 年 9 月完成了《铝合金结构设计规范》(送审稿)。建设部委托上海建交委于 2006 年 10 月 31 日到 11 月 1 日在上海主持召开《铝合金结构设计规范》审查会,审查委员会由董石麟、刘锡良、赵西安、张芹、柯长华、樊小卿、关富玲、马人乐、叶继红、吴欣之、周国鸣共 11 人组成,董石麟任主任委员。审查委员会对规范送审稿逐条审查后,于 2006 年 11 月 1 日通过了《铝合金结构设计规范》审查会会议纪要。规范编制组根据会议纪要,修改后完成《铝合金结构设计规范》(报批稿)报建设部,建设部于 2007 年 10 月 23 日以第 726 号公告发布《铝合金结构设计规范》(GB 50429—2007)自 2008 年 3 月 1 日起实施。

自《铝合金结构设计规范》(GB 50429—2007)实施之日起,建筑幕墙铝合金构件就应该按《铝合金结构设计规范》(GB 50429—2007)设计计算,行业标准如:《玻璃幕墙工程技术规范》(JGJ 102—2003)、《金属与石材幕墙工程技术规范》(JGJ 133—2001)等幕墙铝合金构件部分也应按《铝合金结构设计规范》(GB 50429—2007)进行修改。

第二章 材 料

第一节 钢 材

一、钢材的机械性质

(1) 屈服点与名义屈服点

对普通钢材进行拉伸试验，可以观察到如图 1.1-1 所示的标准应力-应变曲线图。纵轴的应力，是将荷载用试件初始截面相除得到的名义应力；横轴的应变，是将试件标距间的伸长量用拉伸前的标距长度相除的结果。因此，将应力-应变曲线图的纵横两轴所表示的刻度分别乘上试件的初始截面和拉伸前的标距长度，就变成荷载-变形曲线。

如图 1.1-1 所示那样，加载的初期阶段，应力随应变的增加而成比例地增加，到达 A 点后开始塑性变形，应力急速下降至 B 点。称 A 点为上屈服点，B 点为下屈服点。通常，将上屈服点简单地称之为屈服点。不锈钢没有明显的屈服点，如图 1.1-2 所示，材料由弹性变形平滑地过渡到塑性变形。此外，经历淬火、回火处理的调质钢也呈现屈服点不明显的倾向。这种场合，标准将对应于残余应变为 0.2% 时的应力值称为名义屈服点。

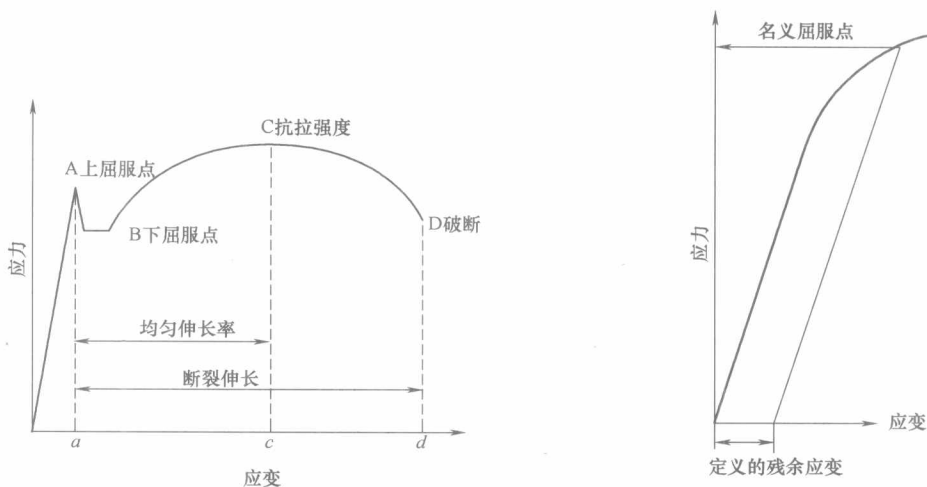


图 1.1-1 应力-应变曲线图

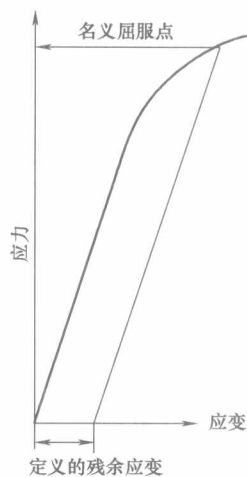


图 1.1-2 强度的取值方法

(2) 抗拉强度

图 1.1-1 中，超过屈服点之后，继续加大荷载，到达某点时应力为最大，此后应力逐渐降低至最终试件破断。这一最大应力称为抗拉强度。

(3) 屈强比

用抗拉强度除屈服点（屈服点/抗拉强度）便得到屈强比。一般的，随材料的高强化屈强比增大，但因为屈强比越小塑性变形能力越大，建筑结构用热轧钢材其屈强比规定在80%以下。

(4) 均匀伸长和断裂伸长（伸长率）

在图 1.1-1 中，从上屈服点到最大荷载点对应的变形，整个试件内（指标距范围内）是均匀的，这一变形量称为均匀伸长。超过最大荷载点后，试件内的某一部分变形集中，最终在这一局部部位截面收缩而断裂。从上屈服点到断裂为止的变形量称为断裂伸长，通常简称伸长率。

均匀伸长的大小随材料变化，屈强比越小，一般均匀伸长越大。伸长率（断裂伸长）则是均匀伸长和变形集中的局部截面收缩处的局部伸长相加的结果，这种局部伸长很大程度上受到试件形状的影响。即使同一材料，伸长率也随试件形状而变化。试件截面越大，标距越小，伸长率越大。伸长率与试件尺寸相关关系的代表性公式：

$$E = K(\sqrt{A}/L)^n$$

式中 E ——伸长率， A 标距内截面面积；

L ——标距距离；

K, n ——与材料有关的常数。

根据上式，两个不同试件之间的伸长率可采用下式换算：

$$E_2 = E_1 \{ (L_1 / \sqrt{A_1}) / (L_2 / \sqrt{A_2}) \}^n$$

式中用到的 n 值，普通钢材及低合金钢的轧制钢以及经过高温回火的钢材，取 $n=0.4$ ，600N/mm² 级的调质低合金钢，则取 $n=0.55$ 为宜。

(5) 冲击韧性

通常为确定钢材的冲击韧性值而进行的试验是夏比（charpy）冲击试验。在矩形截面试件的中央开一 V 形缺口，试验时通过施加冲击荷载使其产生弯曲断裂，测定断裂所需的能量，将该能量值称为夏比冲击吸收功。该能量值随着温度的降低而减少。规定钢材当试验温度为 0℃ 时的吸收功须到达 27J 以上。

此外，在研究钢材脆性破坏特征时，变化试验温度，进行冲击试验，可以求得如图 1.1-3 所示的夏比冲击韧性温度转移曲线。

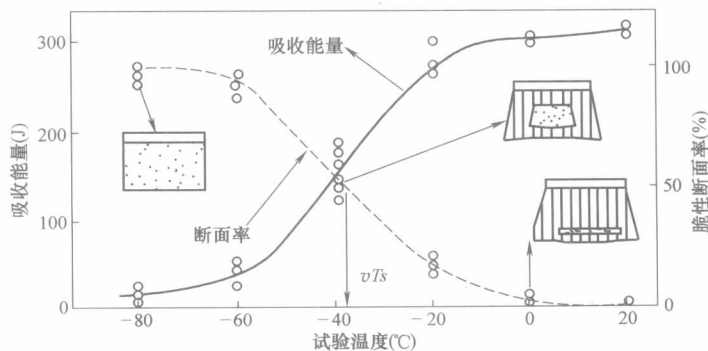


图 1.1-3 夏比冲击韧性的温度转移曲线

(6) 硬度

根据测试方法的不同,有多种硬度的定义,如维氏硬度、布氏硬度、洛氏硬度、肖氏硬度等。其中维氏硬度试验因其压痕小精度好而广泛使用,建筑结构钢材以及焊缝部位的硬度测定常用维氏硬度试验方法。

维氏硬度试验使用钻石四角锥压头,其上施加试验荷载和凹坑表面积处测出维氏硬度。硬度和钢材抗拉强度之间是有相关关系的,当难以进行材料拉伸试验时,可以由测定钢材硬度推算钢材的抗拉强度。钢材抗拉强度(N/mm²)约是维氏硬度的3.3倍。

二、基础标准

A. (GB/T 221—2008) (代替 GB/T 221—2000) 《钢铁产品牌号表示方法》

2 基本原则

2.1 凡列入国家标准和行业标准的钢铁产品,均应按本标准规定的牌号表示方法编写牌号。

2.2 钢铁产品牌号的表示,通常采用大写汉语拼音字母、化学元素符号和阿拉伯数字相结合的方法表示。为了便于国际交流和贸易的需要,也可采用大写英文字母或国际惯例表示符号。常用化学元素符号见表1。

2.3 采用汉语拼音字母或英文字母表示产品名称、用途、特性和工艺方法时,一般从产品名称中选取有代表性的汉字的汉语拼音的首位字母或英文单词的首位字母。当和另一产品所取字母重复时,改取第二个字母或第三个字母,或同时选取两个(或多个)汉字或英文单词的首位字母。

采用汉语拼音字母或英文字母,原则上只取一个,一般不超过三个。

2.4 产品牌号中各组成部分的表示方法应符合相应规定,各部分按顺序排列,如无必要可省略相应部分。除有特殊规定外,字母、符号及数字之间应无间隙。

2.5 产品牌号中的元素含量用质量分数表示。

常用化学元素符号表

表 1

元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号
铁	Fe	锂	Li	钐	Sm	铝	Al
锰	Mn	铍	Be	铀	Ac	铌	Nb
铬	Cr	镁	Mg	硼	B	钽	Ta
镍	Ni	钙	Ca	碳	C	镧	La
钴	Co	锆	Zr	硅	Si	铈	Ce
铜	Cu	锡	Sn	硒	Se	钕	Nd
钨	W	铅	Pb	碲	Te	氮	N
钼	Mo	铋	Bi	砷	As	氧	O
钒	V	铯	Cs	硫	S	氢	H
钛	Ti	钡	Ba	磷	P	—	—

注:混合稀土元素符号用“RE”表示。

3 牌号表示方法

3.1 生铁

生铁产品牌号通常由两部分组成(表2):

第一部分：表示产品用途、特性及工艺方法的大写汉语拼音字母；

第二部分：表示主要元素平均含量（以千分之几计）的阿拉伯数字。炼钢用生铁、铸造用生铁、球墨铸铁用生铁、耐磨生铁为硅元素平均含量。脱碳低磷粒铁为碳元素平均含量，含钒生铁为钒元素平均含量。

生铁产品牌号表

表 2

序号	产品名称	第一部分			第二部分	牌号示例
		采用汉字	汉语拼音	采用字母		
1	炼钢用生铁	炼	LIAN	L	含硅量为 0.85%~1.25% 的炼钢用生铁,阿拉伯数字为 10	L10
2	铸造用生铁	铸	ZHU	Z	含硅量为 2.80%~3.20% 的铸造用生铁,阿拉伯数字为 30	Z30
3	球墨铸铁用生铁	球	QIU	Q	含硅量为 1.00%~1.40% 的球墨铸铁用生铁,阿拉伯数字为 12	Q12
4	耐磨生铁	耐磨	NAIMO	NM	含硅量为 1.60%~2.00% 的耐磨生铁,阿拉伯数字为 18	NM18
5	脱碳低磷粒铁	脱粒	TUOLI	TL	含碳量为 1.20%~1.60% 的炼钢用脱碳低磷粒铁,阿拉伯数字为 14	TL14
6	含钒生铁	钒	FAN	F	含钒量不小于 0.40% 的含钒生铁,阿拉伯数字为 04	F04

3.2 碳素结构钢和低合金结构钢

3.2.1 碳素结构钢和低合金结构钢的牌号通常由四部分组成（表 5）：

第一部分：前缀符号+强度值（以 N/mm² 或 MPa 为单位），其中通用结构钢前缀符号为代表屈服强度的拼音的字母“Q”，专用结构钢的前缀符号见表 3；

第二部分（必要时）：钢的质量等级，用英文字母 A、B、C、D、E、F……表示；

第三部分（必要时）：脱氧方式表示符号，即沸腾钢、半镇静钢、镇静钢、特殊镇静钢分别以“F”、“b”、“Z”、“TZ”表示。镇静钢、特殊镇静钢表示符号通常可以省略；

第四部分：（必要时）产品用途、特性和工艺法表示符号，见表 4。

3.2.2 根据需要，低合金高强度结构钢的牌号也可以采用两位阿拉伯数字（表示平均含碳量，以万分之几计）加表 1 规定的元素符号及必要时加代表产品用途、特性和工艺方法的表示符号，按顺序表示。

示例：碳含量为 0.15%~0.26%，锰含量为 1.20%~1.60% 的矿用钢牌号为 20MnK。

专用结构钢的前缀符号表

表 3

产品名称	采用的汉字及汉语拼音或英文单词			采用字母	位置
	汉字	汉语拼音	英文单词		
热轧光圆钢筋	热轧光圆钢筋	—	Hot Rolled Plain Bars	HPB	牌号头
热轧带肋钢筋	热轧带肋钢筋	—	Hot Rolled Ribbed Bars	HRB	牌号头
细晶粒热轧带肋钢筋	热轧带肋钢筋+细	—	Hot Rolled Ribbed Bars+Fine	HRBF	牌号头
冷轧带肋钢筋	冷轧带肋钢筋	—	Cold Rolled Ribbed Bars	CRB	牌号头
预应力混凝土用螺纹钢筋	预应力、螺纹、钢筋	—	Prestressing,Screw,Bars	PSB	牌号头

续表

产品名称	采用的汉字及汉语拼音或英文单词			采用字母	位置
	汉字	汉语拼音	英文单词		
焊接气瓶用钢	焊瓶	HAN PING	—	HP	牌号头
管线用钢	管线	—	Line	L	牌号头
船用锚链钢	船锚	CHUAN MAO	—	CM	牌号头
煤机用钢	煤	MEI	—	M	牌号头

结构钢用途、特性和工艺法表示符号表

表 4

产品名称	采用的汉字及汉语拼音或英文单词			采用字母	位置
	汉字	汉语拼音	英文单词		
锅炉和压力容器用钢	容	RONG	—	R	牌号尾
锅炉用钢(管)	锅	GUO	—	G	牌号尾
低温压力容器用钢	低容	DIRONG	—	DR	牌号尾
桥梁用钢	桥	QIAO	—	Q	牌号尾
耐候钢	耐候	NAIHOU	—	NH	牌号尾
高耐候钢	高耐候	GAONAIHOU	—	GNH	牌号尾
汽车大梁用钢	梁	LIANG	—	L	牌号尾
高性能建筑结构用钢	高建	GAOJIAN	—	GJ	牌号尾
低焊接裂纹敏感性钢	低焊接裂纹敏感性	—	Crack Free	CF	牌号尾
保证淬透性钢	淬透性	—	Hardenability	H	牌号尾
矿用钢	矿	KUANG	—	K	牌号尾
船用钢	采用国际符号				

碳素结构钢和低合金结构钢的牌号组成表

表 5

序号	产品名称	第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	牌号示例
1	碳素结构钢	最小屈服强度 235N/mm ²	A 级	沸腾钢	—	Q235AF
2	低合金高强度结构钢	最小屈服强度 345N/mm ²	D 级	特殊镇静钢	—	Q345D
3	热轧光圆钢筋	屈服强度特征值 235N/mm ²	—	—	—	HPB235
4	热轧带肋钢筋	屈服强度特征值 335N/mm ²	—	—	—	HRB335
5	细晶粒热轧带肋钢筋	屈服强度特征值 335N/mm ²	—	—	—	HRBF335
6	冷轧带肋钢筋	最小抗拉强度 550N/mm ²	—	—	—	CRB550
7	预应力混凝土用螺纹钢筋	最小屈服强度 830N/mm ²	—	—	—	PSB830
8	焊接气瓶用钢	最小屈服强度 345N/mm ²	—	—	—	HP345
9	管线用钢	最小规定总延伸强度 415MPa	—	—	—	L415
10	船用锚链钢	最小抗拉强度 370MPa	—	—	—	CM370
11	煤机用钢	最小抗拉强度 510MPa	—	—	—	M510
12	锅炉和压力容器用钢	最小屈服强度 345N/mm ²	—	特殊镇静钢	压力容器“容”的汉语拼音首位字母“R”	Q345R

3.3 优质碳素结构钢和优质碳素弹簧钢

3.3.1 优质碳素结构钢牌号通常由五部分组成（表6）：

第一部分：以两位阿拉伯数字表示平均碳含量（以万分之几计）；

第二部分（必要时）：较高含锰量的优质碳素结构钢，加锰元素符号 Mn；

第三部分（必要时）：钢材冶金质量，即高级优质钢、特级优质钢分别以 A、E 表示，优质钢不用字母表示；

第四部分（必要时）：脱氧方式表示符号：即沸腾钢、半镇静钢、镇静钢分别以“F”、“b”、“Z”表示，但镇静钢表示符号通常可以省略；

第五部分（必要时）：产品用途、特性或工艺方法表示符号，见表4。

3.3.2 优质碳素弹簧钢的牌号表示方法与优质碳素结构钢相同，示例见表6。

优质碳素结构钢的牌号组成表

表 6

序号	产品名称	第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分	牌号示例
1	优质碳素结构钢	碳含量 0.05%~0.11%	锰含量 0.25%~0.50%	优质钢	沸腾钢	—	08F
2	优质碳素结构钢	碳含量 0.47%~0.55%	锰含量 0.50%~0.80%	高级优质钢	镇静钢	—	50A
3	优质碳素结构钢	碳含量 0.48%~0.56%	锰含量 0.70%~1.00%	特级优质钢	镇静钢	—	50MnE
4	保证淬透性用钢	碳含量 0.42%~0.50%	锰含量 0.50%~0.85%	高级优质钢	镇静钢	保证淬透性钢 表示符号“H”	45AH
5	优质碳素弹簧钢	碳含量 0.62%~0.70%	锰含量 0.90%~0.20%	优质钢	镇静钢		65Mn

3.4 易切削钢

易切削钢牌号通常由三部分组成：

第一部分：易切削钢表示符号“Y”；

第二部分：以两位阿拉伯数字表示平均碳含量（以万分之几计）；

第三部分：易切削元素符号，如：含钙、铅、锡等易切削元素的易切削钢分别以 Ca、Pb、Sn 表示。加硫和加磷易切削钢，通常不加易切削元素符号 S、P。较高锰含量的加硫或加磷易切削钢本部分为锰元素符号 Mn。为区分牌号，对较高硫含量的易切削钢，在牌号尾部加硫元素符号 S。

例如：碳含量为 0.42%~0.50%、钙含量为 0.002%~0.006%的易切削钢，其牌号表示为 Y45Ca；

碳含量为 0.40%~0.48%、锰含量为 1.35%~1.65%、硫含量为 0.16%~0.24%的易切削钢，其牌号表示为 Y45Mn；

碳含量为 0.40%~0.48%、锰含量为 1.35%~1.65%、硫含量为 0.24%~0.32%的易切削钢，其牌号表示为 Y45MnS。

3.5 车辆车轴及机车车辆用钢

车辆车轴及机车车辆用钢牌号通常由两部分组成：

第一部分：车辆车轴用钢表示符号“LZ”或机车车辆用钢表示符号“JZ”；

第二部分：以两位阿拉伯数字表示平均碳含量（以万分之几计）。

示例：见表 8。

3.6 合金结构钢和合金弹簧钢

3.6.1 合金结构钢牌号通常由四部分组成（表 7）：

第一部分：以两位阿拉伯数字表示平均碳含量（以万分之几计）；

第二部分：合金元素含量，以化学元素符号及阿拉伯数字表示。具体表示方法为：平均含量小于 1.50% 时，牌号中仅标明元素，一般不标明含量；平均含量为 1.50%~2.49%、2.50%~3.49%、3.50%~4.49%、4.50%~5.49%……时，在合金元素后相应写成 2、3、4、5……；

注：化学元素符号的排列顺序推荐按含量值递减排列，如果两个或多个元素的含量相等时，相应符号位置按英文字母的顺序排列。

第三部分：钢材冶金质量，即高级优质钢、特级优质钢分别以 A、E 表示，优质钢不用字母表示；

第四部分（必要时）：产品用途、特性或工艺方法表示符号，见表 4。

示例：见表 7。

3.6.2 合金弹簧钢的表示方法与合金结构钢相同，示例见表 7。

合金结构钢牌号组成表

表 7

序号	产品名称	第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	牌号示例
1	合金结构钢	碳含量 0.22%~0.29%	铬含量 1.50%~1.80% 钼含量 0.25%~0.35% 钒含量 0.15%~0.30%	高级优质钢	—	25Cr2MoVA
2	锅炉和压力容器用钢	碳含量 ≤0.22%	锰含量 1.20%~1.60% 钼含量 0.45%~0.65% 铌含量 0.025%~0.050%	特级优质钢	锅炉和压力容器用钢	18MnMoNbER
3	优质弹簧钢	碳含量 0.56%~0.64%	硅含量 1.60%~2.00% 锰含量 0.70%~1.00%	优质钢	—	60Si2Mn

3.7 非调质机械结构钢

非调质机械结构钢牌号通常由四部分组成：

第一部分：非调质机械结构钢表示符号“F”；

第二部分：以两位阿拉伯数字表示平均碳含量（以万分之几计）；

第三部分：合金元素含量，以化学元素符号及阿拉伯数字表示，表示方法同合金结构钢第二部分；

第四部分（必要时）：改善切削性能的非调质机械结构钢加硫元素符号 S。

示例：见表 8。

3.8 工具钢

工具钢通常分为碳素工具钢、合金工具钢、高速工具钢三类。

3.8.1 碳素工具钢

碳素工具钢牌号通常由四部分组成：

第一部分：碳素工具钢表示符号“T”；

第二部分：阿拉伯数字表示平均碳含量（以千分之几计）；

第三部分（必要时）：较高含锰量碳素工具钢，加锰元素符号 Mn；

第四部分（必要时）：钢材冶金质量，即高级优质碳素工具钢以 A 表示，优质钢不用字母表示。

示例：见表 8。

3.8.2 合金工具钢

合金工具钢牌号通常由两部分组成：

第一部分：平均碳含量小于 1.00% 时，采用一位数字表示碳含量（以千分之几计）。平均碳含量不小于 1.00% 时，不标明含碳量数字；

第二部分：合金元素含量，以化学元素符号及阿拉伯数字表示，表示方法同合金结构钢第二部分。低铬（平均铬含量小于 1%）合金工具钢，在铬含量（以千分之几计）前加数字“0”。

示例：见表 8。

3.8.3 高速工具钢

高速工具钢牌号表示方法与合金结构钢相同，但在牌号头部一般不标明表示碳含量的阿拉伯数字。为了区别牌号，在牌号头部可以加“C”表示高碳高速工具钢。

示例：见表 8。

3.9 轴承钢

轴承钢分为高碳铬轴承钢、渗碳轴承钢、高碳铬不锈钢轴承钢和高温轴承钢四大类。

3.9.1 高碳铬轴承钢

高碳铬轴承钢牌号通常由两部分组成：

第一部分：（滚珠）轴承钢表示符号“G”，但不标明碳含量。

第二部分：合金元素“Cr”符号及其含量（以千分之几计）。其他合金元素含量，以化学元素符号及阿拉伯数字表示，表示方法同合金结构钢第二部分。

示例：见表 8。

3.9.2 渗碳轴承钢

在牌号头部加符号“G”，采用合金结构钢的牌号表示方法。高级优质渗碳轴承钢，在牌号尾部加“A”。

例如：碳含量为 0.17%~0.23%，铬含量为 0.35%~0.65%，镍含量为 0.40%~0.70%，钼含量为 0.15%~0.30% 的高级优质渗碳轴承钢，其牌号表示为“G20CrNiMoA”。

3.9.3 高碳铬不锈钢轴承钢和高温轴承钢

在牌号头部加符号“G”，采用不锈钢和耐热钢的牌号表示方法。

例如：碳含量为 0.90%~1.00%，铬含量为 17.0%~19.0% 的高碳铬不锈钢轴承钢，其牌号表示为 G95Cr18；碳含量为 0.75%~0.85%，铬含量为 3.75%~4.25%，钼含量为 4.00%~4.50% 的高温轴承钢，其牌号表示为 G80Cr4Mo4V。

3.10 钢轨钢、冷镦钢

钢轨钢、冷镦钢牌号通常由三部分组成：

第一部分：钢轨钢表示符号“U”、冷镦钢（铆螺钢）表示符号“ML”；

第二部分：以阿拉伯数字表示平均碳含量，优质碳素结构钢同优质碳素结构钢第一部

分；合金结构钢同合金结构钢第一部分；

第三部分：合金元素含量，以化学元素符号及阿拉伯数字表示，表示方法同合金结构钢第二部分。

示例：见表 8。

3.11 不锈钢和耐热钢

牌号采用表 1 规定的化学元素符号和表示各元素含量的阿拉伯数字表示。各元素含量的阿拉伯数字表示应符合 3.11.1~3.11.2 规定。

3.11.1 碳含量

用两位或三位阿拉伯数字表示碳含量最佳控制值（以万分之几或十万分之几计）。

3.11.1.1 只规定碳含量上限者，当碳含量上限不大于 0.10% 时，以其上限的 3/4 表示碳含量；当碳含量上限大于 0.10% 时，以其上限的 4/5 表示碳含量。

例如：碳含量上限为 0.08%，碳含量以 06 表示；碳含量上限为 0.20%，碳含量以 16 表示；碳含量上限为 0.15%，碳含量以 12 表示。

对超低碳不锈钢（即碳含量不大于 0.030%），用三位阿拉伯数字表示碳含量最佳控制值（以十万分之几计）。

例如：碳含量上限为 0.030% 时，其牌号中的碳含量以 022 表示；碳含量上限为 0.020% 时，其牌号中的碳含量以 015 表示。

3.11.1.2 规定上、下限者，以平均碳含量×100 表示。

例如：碳含量为 0.16%~0.25% 时，其牌号中的碳含量以 20 表示。

3.11.2 合金元素含量

合金元素含量以化学元素符号及阿拉伯数字表示，表示方法同合金结构钢第二部分。钢中有意加入的铌、钛、锆、氮等合金元素，虽然含量很低，也应在牌号中标出。

例如：碳含量不大于 0.08%，铬含量为 18.00%~20.00%，镍含量为 8.00%~11.00% 的不锈钢，牌号为 06Cr19Ni10。

碳含量不大于 0.030%，铬含量为 16.00%~19.00%，钛含量为 0.10%~1.00% 的不锈钢，牌号为 022Cr18Ti。

碳含量为 0.15%~0.25%，铬含量为 14.00%~16.00%，锰含量为 14.00%~16.00%，镍含量为 1.50%~3.00%，氮含量为 0.15%~0.30% 的不锈钢，牌号为 20Cr15Mn15Ni2N。

碳含量为不大于 0.25%，铬含量为 24.00%~26.00%，镍含量为 19.00%~22.00% 的耐热钢，牌号为 20Cr25Ni20。

3.12 焊接用钢

焊接用钢包括焊接用碳素钢、焊接用合金钢和焊接用不锈钢等。

焊接用钢牌号通常由两部分组成：

第一部分：焊接用钢表示符号“H”；

第二部分：各类焊接用钢牌号表示方法。其中优质碳素结构钢、合金结构钢和不锈钢应分别符合 3.3.1、3.6.1 和 3.11 规定。

示例：见表 8。

3.13 冷轧电工钢

冷轧电工钢分为取向电工钢和无取向电工钢，牌号通常由三部分组成：

第一部分：材料公称厚度（单位：mm）100 倍的数字；

第二部分：普通级取向电工钢表示符号“Q”、高磁导率级取向电工钢表示符号“QG”或无取向电工钢表示符号“W”；

第三部分：取向电工钢，磁极化强度在 1.7T 和频率在 50Hz，以 W/kg 为单位及相应厚度产品的最大比总损耗值的 100 倍；无取向电工钢，磁极化强度在 1.5T 和频率在 50Hz，以 W/kg 为单位及相应厚度产品的最大比总损耗值的 100 倍。

例如：公称厚度为 0.30mm、比总损耗 P1.7/50 为 1.30W/kg 的普通级取向电工钢，牌号为 30Q130。

公称厚度为 0.30mm、比总损耗 P1.7/50 为 1.10W/kg 的高磁导率级取向电工钢，牌号为 30QG110。

公称厚度为 0.50mm、比总损耗 P1.5/50 为 4.0W/kg 的无取向电工钢，牌号为 50W400。

3.14 电磁纯铁

电磁纯铁牌号通常由三部分组成：

第一部分：电磁纯铁表示符号“DT”；

第二部分：以阿拉伯数字表示不同牌号的顺序号；

第三部分：根据电磁性能不同，分别采用加质量等级表示符号“A”、“C”、“E”。

示例：见表 8。

3.15 原料纯铁

原料纯铁牌号通常由两部分组成：

第一部分：原料纯铁表示符号“YT”；

第二部分：以阿拉伯数字表示不同牌号的顺序号。

示例：见表 8。

3.16 高电阻电热合金

高电阻电热合金牌号采用表 1 规定的化学元素符号和阿拉伯数字表示。牌号表示方法与不锈钢和耐热钢的牌号表示方法相同（镍铬基合金不标出含碳量）。

例如：铬含量为 18.00%~21.00%，镍含量为 34.00%~37.00%，碳含量不大于 0.08% 的合金（其余为铁），其牌号表示为“06Cr20Ni35”。

钢的组成成分及牌号示例表

表 8

章条号	产品名称	第一部分			第二部分	第三部分	第四部分	牌号示例
		汉字	汉语拼音	采用字母				
3.5	车辆车轴用钢	辆轴	LIANG ZHOU	LZ	碳含量 0.40%~0.48%	—	—	LZ45
3.5	机车车辆用钢	机轴	JIZHOU	JZ	碳含量 0.40%~0.48%	—	—	JZ45
3.7	非调质机械结构钢	非	FEI	F	碳含量 0.32%~0.39%	钒含量 0.06%~0.13%	硫含量 0.035%~ 0.075%	F35VS