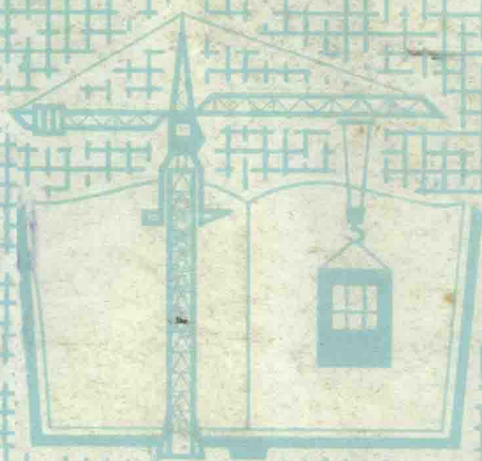


钢结构与木结构

黑龙江省建筑工程学校 龚李 希 伟 钧
湖南省建筑学校 刘 励 诚



中等专业学校试用教材

中国建筑工业出版社

中等专业学校试用教材

钢结构与木结构

黑龙江省建筑工程学校 龚 伟
李 希 钧

湖南省建筑学校 刘 励 诚

中国建筑工业出版社

本书为中等专业学校工业与民用建筑专业“钢结构与木结构”试用教材。

全书分两篇二十一章。第一篇钢结构，包括：用材、计算方法、连接、轴心受力构件、梁、偏心受力构件、钢屋架、轻型钢屋架、网架、屋架计算实例；第二篇木结构，包括：用材、基本构件计算、联结、屋架、钢木屋架、屋盖支撑和锚固、抗震和防台风构造措施、维护与加固、屋盖计算实例。

本书除供中等专业学校工业与民用建筑专业作教材外，可供一般土建工程技术人员参考。

中等专业学校试用教材

钢结构与木结构

黑龙江省建筑工程学校 龚 伟
李希钧

湖南省建筑学校 刘励诚

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

*

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：25 $\frac{1}{2}$ 插页：1 字数：618 千字

1980年7月第一版 1980年7月第一次印刷

印数：1—55,440册 定价：1.90元

统一书号：15040·3873

前 言

本书是根据一九七八年六月《建筑类中等专业学校工业与民用建筑专业教材编审座谈会》拟定的提纲，由黑龙江省建筑工程学校与湖南省建筑学校协作编写的。各章的编写分工是：龚 伟——钢结构绪论、第一章至第六章、第十章；刘励诚——第七章至第九章、第十一章、第十五章至第二十一章；李希钧——木结构绪论、第十二章至第十四章。

编写本书时，以现行国家标准和技术规范为依据，其中主要有：《钢结构设计规范》（TJ17-74）、《木结构设计规范》（GBJ 5-73）、《薄壁型钢结构规范》（TJ18-75）、《工业与民用建筑结构荷载规范》（TJ 9-74）等。全书在着重基本概念阐述的同时，注意了理论与实际的结合，重点介绍了常用的钢屋架与木屋架，并附有不同类型的计算实例。对新结构与新技术也作了扼要的叙述。

各校在采用本书时，宜结合本地区情况，做适当的取舍。

本书由黑龙江省建筑工程学校主编。钢结构部分由江西省建筑工程学校刘福如同志主审，木结构部分由福建建筑工程学校顾伯华、沈集华同志主审。

1979年 8 月

目 录

第一篇 钢 结 构

绪 论	1
第一章 结构用钢材	4
第一节 钢材在均匀受拉下的工作性能	4
第二节 钢材的机械性能	5
第三节 钢材的化学成分	8
第四节 钢材的品种与标号	9
第五节 钢材的选用	11
第六节 钢材的规格	13
第二章 钢结构的计算方法	15
第一节 钢结构的计算原理	15
第二节 安全系数与容许应力	16
第三节 钢材的应力集中	18
第四节 复杂应力状态下钢材的工作	19
第五节 钢材的疲劳强度	20
第三章 钢结构的连接	24
第一节 钢结构的连接方法	24
第二节 焊接原理与焊条	24
第三节 焊缝的类型和构造	27
第四节 对接焊缝的计算	30
第五节 贴角焊缝的计算	33
第六节 焊接应力与焊接变形	39
第七节 普通螺栓连接	40
第八节 高强螺栓连接	45
第四章 轴心受力构件及柱	51
第一节 构造型式	51
第二节 轴心受力构件的强度计算	52
第三节 轴心受力构件的长细比	52
第四节 轴心受压构件的稳定计算	53
第五节 实腹式轴心受压柱的截面选择	57
第六节 格构式轴心受压柱的构造与计算	59
第七节 柱头与柱脚	65
第五章 梁	73
第一节 梁的型式	73
第二节 梁截面的选择	73
第三节 梁的强度计算	75
第四节 梁的挠度计算	78

第五节 梁的整体稳定	79
第六节 梁的局部稳定	81
第七节 翼缘焊缝的计算	87
第八节 吊车梁的受力特点	88
第六章 偏心受力构件	94
第一节 偏心受力构件的强度计算与容许长细比	94
第二节 实腹式偏心受压构件的稳定计算	95
第三节 格构式偏心受压构件的稳定计算	98
第七章 钢屋架	103
第一节 钢屋盖结构	103
第二节 钢屋架的形式和尺寸	106
第三节 钢屋盖支撑	110
第四节 杆件内力的计算	118
第五节 杆件截面的设计	124
第六节 节点设计	130
第七节 钢屋架施工图	140
第八节 通用钢屋架及其选用	143
第八章 轻型钢屋架	146
第一节 圆钢、小角钢轻型钢屋架	146
第二节 薄壁型钢屋架	153
第九章 钢檩条	158
第一节 型钢檩条	158
第二节 桁架式檩条	159
第三节 拉条的设置	160
第四节 计算例题	163
第十章 网架结构	166
第一节 网架结构的特点	166
第二节 网架结构的类型	167
第三节 网架的构造尺寸	171
第四节 杆件的型式	173
第五节 节点构造	174
第六节 网架结构的支承	179
第七节 网架的计算特点	181
第八节 网架结构的施工	181
第十一章 钢屋架设计计算实例	183
实例11-1 梯形再分式普通钢屋架设计	183
实例11-2 三角形芬克式普通钢屋架设计	197
实例11-3 三铰拱式轻型钢屋架设计	204

第二篇 木 结 构

绪 论	214
第十二章 结构用木材	215

第一节	木材的组织及结构用材的选择	215
第二节	木材的力学性能	221
第三节	木材的防腐、防虫和防火	229
第十三章	基本构件的计算	232
第一节	木结构的计算方法	232
第二节	轴心受拉构件的计算	234
第三节	轴心受压构件的计算	235
第四节	受弯构件的计算	237
第五节	偏心受压构件的计算	240
第六节	偏心受拉构件的计算	241
第十四章	木构件的联结	242
第一节	概述	242
第二节	齿联结	243
第三节	螺栓联结和钉联结	250
第四节	斜键联结	255
第十五章	木屋面及吊顶结构	256
第一节	木屋面构造	256
第二节	木屋面构件的设计和计算	258
第三节	吊顶构造和计算	270
第十六章	木屋架	273
第一节	木屋架形式的选择和主要尺寸的确定	273
第二节	豪式木屋架的设计计算	278
第三节	天窗	288
第四节	木屋架施工图的绘制	289
第五节	木屋架的制作和吊装	290
第十七章	钢木屋架	293
第一节	概述	293
第二节	钢木屋架的形式	293
第三节	钢木屋架钢下弦的选择	296
第四节	钢木屋架节点构造和设计	297
第十八章	木屋盖的支撑和锚固	306
第一节	木屋盖支撑的作用	306
第二节	木屋盖支撑的选用和布置	306
第三节	天窗的支撑	310
第四节	锚固	310
第十九章	木结构的抗震和抗台风构造措施	312
第一节	木结构的抗震构造措施	312
第二节	木结构的抗台风构造措施	316
第二十章	木结构的检查、维护和加固	319
第一节	木结构的检查	319
第二节	木结构的维护和加固	321
第二十一章	木屋盖设计计算实例	324

实例21-1	12m有吊顶三角形豪式方木屋架	324
实例21-2	15m不等节间豪式原木屋架	334
实例21-3	15m上弦偏心抵承的三角形豪式方木钢木屋架	345
实例21-4	15m不等节间芬克式原木钢木屋架	353

附 录

附录一	热轧普通型钢规格	360
附录二	组合截面的几何特性	367
附录三	梁的整体稳定系数	374
附录四	偏心受压构件的稳定系数	377
附录五	梯形屋架内力系数	383
附录六	薄壁Z形钢截面特征	384
附录七	承重结构用木材的选材标准	385
附录八	板方材规格——国际(GB153-59)	386
附录九	螺栓和圆钢拉杆规格	387
附录十	三角形豪式桁架内力表	387
附录十一	芬克式桁架内力表	390
附录十二	整圆、半圆及割圆截面几何特征系数表	391
附录十三	上下边削深各为 h_1 及 h_2 时割圆截面几何特征系数表	393
附录十四	弓形截面面积及弦长表	395
附录十五	在承重木结构中使用新利用树种木材的设计要求	397
附录十六	木材名称说明及常用木材的主要特性	398

第一篇 钢 结 构

绪 论

钢结构是用钢板、型钢和圆钢等轧成的钢材或冷加工成型的薄壁型钢，通过焊接、铆接、螺栓连接等方式制造的结构，是主要的建筑结构之一。与其它结构比较，钢结构有如下一些特点：

一、钢材的强度高、塑性和韧性好

钢材的强度比其它建筑材料如混凝土、砖石、木材等，要高得多，特别适用于承受很大荷载的构件或结构。钢材的塑性和韧性也较其它材料好，因此在一般情况下，钢结构不易突然断裂，对动力荷载的适应性也比较强。

但是，由于钢材的强度高，构件的截面往往较小，而有些构件因需要满足稳定要求截面又不能过小，所以钢材的强度有时就不能充分发挥。

二、钢材的匀质性与同向性

钢材具有理想的匀质与各向同性的性质，同时，在一定的应力幅度内几乎完全是弹性的，所以钢结构最符合材料力学中的基本假定。与其它各种结构相比，钢结构的计算最为准确和可靠。

三、钢结构的重量轻

钢材的容重虽较其它建筑材料为大，但就整个结构而言，却是最小的。例如在相同条件下，钢结构比钢筋混凝土结构就轻得多，这是因为钢材的“强度与容重之比”较混凝土大。跨度相同、承受同样屋面荷载的屋架，用钢制作时，其重量最多不过是钢筋混凝土屋架的 $1/3$ 至 $1/4$ ，薄壁型钢屋架甚至可接近 $1/10$ 。这就为降低下部结构的重量以及吊装、运输的方便创造了有利的条件。

四、钢结构制造、安装的工业化程度高

制造钢结构的材料单一，可以使用各种机械。钢结构的制造主要是在专业化的金属结构厂中进行的，加工简便，精确度高。在安装方面，钢结构的装配化程度高，装配速度快，工期短。轻便的钢结构，也可以在现场制造并用简易机具吊装。

五、可焊性

由于钢材的可焊性，使钢结构的连接大大简化，并可根据需要，制造各种复杂形状的结构。还可制造密闭、不渗漏的容器。

另一方面，由于焊接时要产生极高的温度，温度分布的不均匀，冷却速度不一致，而造成钢材性质的改变，出现焊接残余应力和焊接变形，使应力状态复杂化。这在设计与制造中应予注意。

六、钢材的耐腐蚀性较差

钢结构必须采取防护措施，避免钢材的腐蚀。新建的结构需要油漆，已建成的结构也

要根据使用的具体条件定期维护，尤其是露天结构更须注意。这就使钢结构的维修费用较其它结构为高。

七、耐火性较差

温度在100°C以下时，钢材的强度基本上没有很大变化；超过100°C时，强度就有明显地下降。当温度达到500~600°C时，钢材的强度将迅速降低为零，使钢结构完全丧失抵抗外力作用的能力。所以，钢材虽然是难燃的，但在发生火灾时，钢结构的耐火时间却较短，有发生突然坍塌的危险。有特殊防火要求的建筑物，要考虑采用耐火性能好的材料加以防护。

钢结构的应用范围，应根据这些特点，按照合理使用、充分发挥其优点的原则，加以确定。但是，钢结构的合理应用范围，不仅取决于钢结构本身的特性，还必须取决于按国民经济发展的具体情况而制定的技术政策。钢材是国民经济各部门不可缺少的材料，必须最大限度地节约钢材。当前，在下述范围内采用钢结构是合理的：

一、大跨度结构

钢结构强度高而重量轻的优点，在大跨度结构中特别突出，因为跨度越大，自重在全荷载中所占比重也就越大，减轻自重就可以获得明显的经济效果。这类结构有大会堂、体育馆、剧院、飞机库、火车站以及铁路、公路桥梁等。

二、重型工业厂房

当跨度、柱距较大，有大吨位吊车的厂房，以及某些高温车间，可以部分采用钢结构（钢屋架、钢吊车梁）或全部采用钢结构。如冶金工厂中的平炉车间、初轧车间和混铁炉车间，重型机器厂的铸钢车间、水压机车间和锻压车间，造船厂的船台车间等。

三、高层建筑

高层建筑的骨架，当高度的增加和自重的增大造成设计与施工的困难时，宜采用钢结构。

四、高耸结构、容器和其它构筑物

广播和电视发射用的塔架、高压输电线路的塔架、冶金及石油化工企业的油罐、高炉、煤气罐，以及管道支架、皮带通廊的栈桥等宜采用钢结构。

五、轻型钢结构

使用荷载较小时，小跨结构的自重就成为结构设计中考虑的重要因素，在这种情况下，采用钢结构较为合理。这类结构多用圆钢、小角钢及冷弯薄壁型钢制造。其特点是重量轻、用钢省、便于运输、吊装方便。

六、移动结构

这类结构一般只能用钢结构制造，以保证移动灵活和方便。如各种起重运输机械的骨架、起重臂杆以及水工建筑中的闸门等。

我国是采用钢铁结构较早的国家，根据历史记载，公元58~75年（汉明帝时代），在我国西南地区就建造了世界上最早的铁链桥——兰津桥。此后建造的铁链桥不下数十座，其中以元江桥、盘江桥和红军长征途中经过的四川泸定大渡河铁索桥为最大。泸定桥建成于1705年（清康熙四十四年），净长100米，由十三根铁链组成，每根铁链重达一吨半。在当时的技术条件下，能达到这样的水平，说明我国在古代已经积累了丰富的建造、架设、基础锚定和养护方面的经验。

解放后,随着社会主义建设事业的飞跃发展,钢结构的发展也十分迅速。三十年来已建造了大量的钢结构工程,有一些已达到了较高的水平,如人民大会堂钢屋架(跨度60.9m)、北京工人体育馆悬索屋顶结构(直径94m)、杭州浙江体育馆马鞍形悬索屋盖(60×80m)、上海电视塔(205m)、北京测污染桅杆(330m)、南京长江大桥(全长6700m,正桥每孔跨度160m)以及首都体育馆钢网架(91×112m)等。

从发展趋向看,钢结构需在如下各方面进一步深入研究,取得进展,以适应现代化建设的需要:

一、高强度低合金钢的应用

高强度低合金钢是在钢材冶炼时掺入其它金属元素而获得的优质钢材。我国已经建立了充分利用本国资源的合金钢体系,并在钢结构中开始应用。发展的趋向是巩固和提高现有钢种,不断扩大高强度低合金钢的应用范围。

二、新结构的应用

随着材料和连接手段的发展、制造和安装工艺的革新以及电子计算技术的应用,钢结构不断出现一些新的结构形式,如网架结构、悬索结构、薄壁型钢结构、预应力钢结构、钢管混凝土结构等。这些结构都有其独特的优点,并已在一些工程上应用,今后要进一步研究与推广。对其它新结构也需在实践中不断探索研究。

三、结构计算方法的改进

在结构设计中,应用概率计算的原理考虑结构的安全变,是当前改进设计方法的重要课题;由于电子计算机的应用,结构的最优化设计(包括最优结构形式和最优截面)已成为可能;此外,钢材塑性的充分利用、动力荷载对结构的影响、应用断裂力学解决钢结构材料及连接的问题等目前也都取得了一定的进展。近代计算技术和测试技术的发展,为深入了解结构及构件的实际受力状态提供了条件;计算方法愈反映实际情况,就愈能在保证安全的前提下合理的使用材料。因此,结构计算方法的改进是今后钢结构研究中的重要工作。

四、提高钢结构制造的机械化水平

为提高钢结构制造的工业化程度和机械化水平,不但需要改革设备和工艺,同时也要实现钢结构构件的系列化与标准化,以适应现代化的生产。结构的构造设计也必须与生产要求相适应。

钢结构在建筑工程中占有相当重要的地位,在实现四个现代化的建设过程中,必然会获得更大、更迅速的发展。

第一章 结构用钢材

第一节 钢材在均匀受拉下的工作性能

建筑钢的静拉伸试验和应力应变曲线，是表示钢在单向均匀受拉下工作特性的重要方式。静拉伸试验的全过程分为四个阶段（图 1-1）。

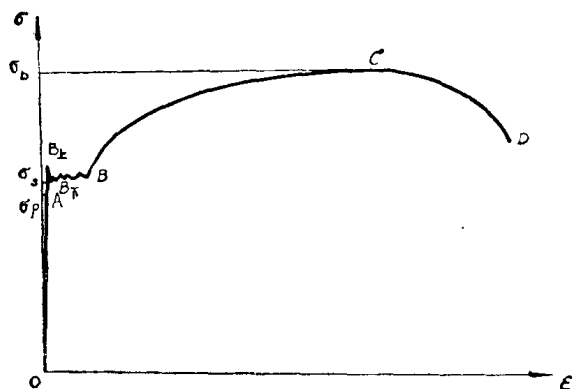


图 1-1 钢材的应力应变图

1. 弹性阶段 (O-A)

如图 1-1，在 O-A 阶段，应变 ϵ 随应力 σ 的增加而增加， σ 与 ϵ 成正比关系，OA 是一条斜直线。在 OA 范围内，如卸去外力，试件能恢复原长，所以叫弹性阶段。

弹性阶段的最高点（图 1-1 中的 A 点）所对应的应力称为弹性极限，由于弹性阶段的应力与应变成正比，所以也称比例极限，用 σ_p 表示。

2. 屈服阶段 (A-B)

当应力超过比例极限后，应力与应变不再成正比关系，应变比应力增加得快，逐渐成为接近于水平的锯齿线。这时，应变急剧增长，而应力却在很小的范围内波动，好象钢材对外力的屈服，所以这个阶段称为屈服阶段。钢材在屈服阶段，其内部组织发生了变化，钢材性质由弹性转化为塑性，如将外力卸去，试件的变形不能完全恢复。不能恢复的变形称为残余变形（或称塑性变形）。

对应于锯齿线最高点 B_L 的应力称为屈服上限，最低点 B_T 的应力称为屈服下限。工程上取屈服下限作为计算强度的依据，叫做屈服强度（或称屈服点、流限），用 σ_s 表示。

从 B_L 到 B 点应变的大小叫流幅。钢材不同，流幅也不同，流幅越大，说明钢材的塑性越好。

3. 强化阶段 (B-C)

屈服阶段之后，钢材的内部组织重新建立了平衡，又恢复了抵抗外力的能力。应力与应变的关系表现为上升的曲线，这个阶段称为强化阶段。

对应于强化阶段最高点 C 的应力，就是钢材的极限强度，称为抗拉强度，用 σ_b 表示。

4. 颈缩阶段 (C-D)

钢材强度达到最高点后，在试件薄弱处的截面将开始显著缩小，产生颈缩现象，塑性变形迅速增大，拉应力随之下降，最后在颈缩区断裂。

从图 1-1 的应力应变曲线可以看出：

1. 屈服点前钢材的应变很小（ $\epsilon \approx 0.15\%$ ），屈服强度与比例极限也比较接近；在屈服点之后，由于出现流幅，钢材一时失去了抵抗外力的能力，特别是构件又将产生很大的

残余变形。因此,取屈服强度为钢结构所用钢材可以达到的最大应力值。

2. 钢材在屈服点之前接近于理想的弹性体,屈服点之后的流幅现象又近于理想的塑性体。所以,可以认为钢材是最符合理想的弹塑性物体。这就为进一步发展钢结构的计算理论提供了基础。

3. 抗拉强度和屈服强度的比值较大,例如3号钢 $\sigma_b/\sigma_s=1.6\sim 1.9$,所以钢结构有着充分的强度贮备;钢材在屈服阶段产生了约2.5%的塑性变形,极易为人们所觉察;特别是钢材在破坏时产生的塑性变形相当大,约为弹性变形的200倍,结构在破坏之前有极大的延伸性与持久性,钢结构的塑性破坏实际上是不易发生的。因此,钢结构是最可靠的结构。

第二节 钢材的机械性能

机械性能是衡量钢材质量的重要指标。钢材熔炼、轧制等过程的质量,最终都要反映到机械性能上来。由于钢结构构件的类型、荷载性质、使用温度和连接方式的不同,各类构件对钢材的机械性能都有不同的要求。

衡量承重结构用钢材质量标准的机械性能共有五项:

一、屈服点

如前所述,钢材的应力超过屈服点后,将产生较大的残余变形,影响结构构件的正常使用。因此,钢结构以屈服点作为确定钢材容许应力的根据。对需经计算的构件,屈服点就是一项重要的强度指标。此外,钢材冶炼和轧制中的问题也会表现为屈服点的过高或过低。

二、抗拉强度

抗拉强度是应力应变图中的最大应力值。它是钢材机械性能中必不可少的保证项目。因为:

1. 抗拉强度是钢材承受静力荷载的极限能力。它虽然在强度计算中没有直接的意义,但可以表示钢材达到屈服点后还有多少安全贮备,是抵抗塑性破坏的重要指标。

2. 钢材的化学成分以及钢材在熔炼、轧制过程中的缺陷常反映在抗拉强度上。例如:抗拉强度过高,可能是含碳量过高、轧制中止时温度过低;抗拉强度过低,可能是含碳量少,钢中非金属夹杂物过多等。

3. 抗拉强度的大小还直接影响到钢结构抵抗反复荷载的能力(即疲劳强度)。

三、伸长率

伸长率是应力应变图中试件被拉断时的最大应变值。由于弹性变形占总变形的百分比很小,在确定伸长率时可以只考虑试件拉断后的残余塑性变形,即:

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 δ ——伸长率;

L_0 ——试件原标距长度;

L_1 ——试件拉断后原标距间的长度。

如图1-2,标距间试件的伸长由颈缩部分的集中塑性伸长与两侧部分的均匀塑性伸长所组成;后者与标距 L_0 成正比,不同的标距,其伸长率也不同。规范规定试件的标距有 $10d$ 和 $5d$ 两种(d ——试件直径),其伸长率分别以 δ_{10} 及 δ_5 表示。

伸长率与抗拉强度一样,也是钢材机械性能中必不可少的保证项目。因为:

1. 伸长率表示钢材断裂前经受变形的能力，是衡量钢材塑性的重要指标；
2. 是钢材冷加工的保证条件；
3. 冶炼与轧制质量的缺陷，都会明显地表现为伸长率的降低。

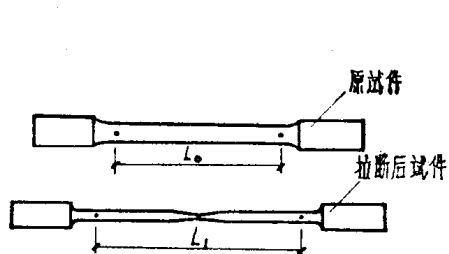


图 1-2 钢材拉力试验试件

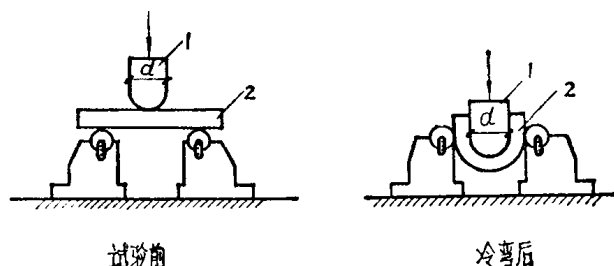


图 1-3 钢材的冷弯试验
1—冲头；2—冷弯试件

四、冷弯性能

冷弯性能是指钢材经冷加工(即常温下加工)产生塑性变形时，对产生裂缝的抵抗能力。冷弯试验的方法是，在材料试验机上，通过冷弯冲头加压，以试件在冷弯 180° 后其外侧不出现裂纹为合格(图 1-3)。

冷弯试验一方面是检验钢材能否适应构件制作过程中的冷加工，另一方面通过试验还能暴露出钢材的内部缺陷，鉴定钢材的可焊性。所以实际冷弯试验是一项衡量钢材质量的综合指标。

五、冲击韧性

大量试验证明，低温、振动以及带有刻槽或裂纹都会使钢材发生脆断。冲击韧性就是指带有刻槽的试件在动力荷载作用下，抵抗脆性破坏的能力，用冲击韧性值 a_k 表示。

冲击韧性值通过冲击试验确定。试验时采用标准带槽试件，在摆式冲击试验机上进行(图 1-4)。通过摆锤的冲击，使两端支在支座上的试件断裂，试件刻槽处单位面积所消耗的功，就是冲击韧性值 a_k ($\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$)。

对于一般钢材，满足冲击韧性的要求是个比较严格的指标。只有经常承受较大动力荷载的结构、特别是焊接结构，才需要有冲击韧性的保证。因为经常承受动力荷载的结构脆断的可能性较大；对于焊接结构，由于刚性大，焊接残余应力也较大，焊缝附近的材质容

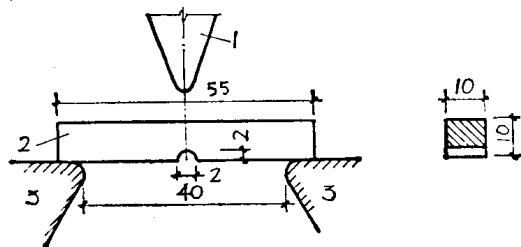


图 1-4 钢材冲击试验示意图

1—摆锤；2—试件；3—支座

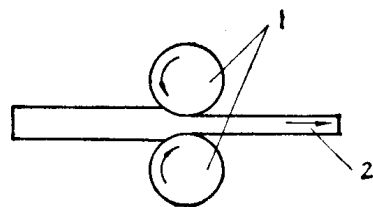


图 1-5 钢材轧制示意图

1—轧滚；2—钢材

易变坏，因而更易在动力荷载作用下脆断。

根据结构使用时所处温度的不同，钢材的冲击韧性值应分别符合常温及负温条件下的要求。

轧制钢材是由钢坯经轧钢机轧制而成的(图1-5)。钢坯的厚度与钢板的厚度或轧制型钢厚度之比称为压缩比。压缩比越大，即钢材越薄，钢材的质量就越好。就是说，虽然是同

一个钢号的钢材，厚度不同时，其质量也不同。规范按厚度把钢材分为三组(表 1-1)，不同分组的钢材，对其机械性能各有不同的要求。

钢 材 分 组 的 尺 寸 (mm) 表 1-1

组 别	钢 材 的 钢 号			
	2 号 钢 或 3 号 钢			16 锰钢或16 锰桥钢
	棒钢的直径或厚度	型钢和异型钢的厚度	钢 板 的 厚 度	钢材的直径或厚度
第 1 组	≤40	≤15	4~20	≤16
第 2 组	>40~100	>15~20	>20~40	17~25
第 3 组		>20		26~36

注：1.棒钢包括圆钢、方钢、扁钢和六角钢；型钢包括角钢、工字钢和槽钢。
2.工字钢和槽钢的厚度系指腹板的厚度。

钢结构所用钢材机械性能的规定见表1-2和表1-3。

钢 材 的 机 械 性 能 (一) 表 1-2

标准代号	钢号		组别	机 械 性 能						
				屈服点 σ_s (kg/mm ²)	抗拉强度 σ_b (kg/mm ²)	伸 长 率 (%)		180°冷弯试验 d = 弯心直径 a = 试样厚度		
						δ_5	δ_{10}			
									不 小 于	
GB700-65	2 号 钢		第 1 组	22	34~42	31	26	$d = 0$		
			第 2 组	20						
			第 3 组	19						
	3 号 钢	沸腾钢	第 1 组	24	38~40 41~43 44~47	27 26 25	23 22 21	$d \leq 1.5a$		
				第 2 组	22	38~40 41~43 44~47	27 26 25		23 22 21	
					第 3 组	21	38~40 41~43 44~47		27 26 25	23 22 21
			镇静钢			第 1 组	24		38~40 41~43 44~47	27 26 25
				第 2 组			23		38~40 41~43 44~47	27 26 25
					第 3 组		22		38~40 41~43 44~47	27 26 25

续表

标准代号	钢号	组别	机 械 性 能				180°冷弯试验 $d = \text{弯心直径}$ $a = \text{试样厚度}$
			屈服点 σ_s (kg/mm ²)	抗拉强度 σ_b	伸 长 率 (%)		
			不 小 于	(kg/mm ²)	δ_5	δ_{10}	
YB13-69	16 锰 钢	第 1 组	35	≥ 52	21	—	$d = 2a$
		第 2 组	33	≥ 50	19	—	$d = 3a$
		第 3 组	31	≥ 48	19	—	
YB168-70	16锰桥钢	第 1 组	35	≥ 52	21	—	$d = 2a$
		第 2 组	33	≥ 50	19	—	$d = 3a$
		第 3 组	31	≥ 48	19	—	

钢材的机械性能（二） 表 1-3

标准代号	钢 号	钢材种类	取 样 方 向	钢材直径 或 厚 度 (mm)	试 样 状 态	冲击韧性 a_k (kg-m/cm ²)
						不 小 于
GB700-65	3 号 钢	钢 板	横着轧制方向	12~25	常 温	7
		条 钢	顺着轧制方向			8
						10
		钢板和条钢		>25		双方协议
	3 号镇静钢	钢 板	双方协议	12~20	-20℃	3
					-40℃	双方协议
				>20	应变时效后	
					-20℃	
YB13-69	16 锰 钢	钢板和条钢	双方协议	双方协议	常 温	≥ 6
					-40℃	≥ 3
YB168-70	16锰桥钢	钢 板	横着轧制方向	≥ 12	应变时效后	双方协议
					常 温	≥ 6
					-40℃	≥ 3
					应变时效后	≥ 3

注：条钢包括棒钢、型钢和异型钢。

第三节 钢材的化学成分

钢的基本元素是铁（Fe），一般建筑钢中纯铁的含量约占99%，此外尚含有碳（C）、锰（Mn）、硅（Si）以及冶炼中不易除净的有害元素硫（S）、磷（P）、氮（N）、氧（O）等。钢的机械性能和可焊性（指经过焊接后，焊缝连接牢固，塑性、冲击韧性等不受损害的性能）受化学成分的影响极大，因此，在选用钢材时要注意钢的化学成分。

钢材中碳的成分增加时，会使钢材的屈服点与抗拉强度提高，但降低伸长率和冲击韧性。同时，钢材的抗腐蚀性能、疲劳强度和冷弯性能也都明显下降，可焊性降低，易发生低温脆断。所以，规范规定了各类钢材含碳量的范围。

硫在钢材中是一种有害的元素。含硫量增大时会降低钢材的塑性、冲击韧性、疲劳强度和抗腐蚀性能。由于硫化物在高温时很脆弱，含硫量较高的钢材在热加工时容易脆断（热脆），焊接时易产生裂纹。用于承重结构的钢材，对含硫量必须严加控制。

磷的有害作用是降低钢材的塑性和低温时的冲击韧性、低温时容易脆断（冷脆）以及降低可焊性等。但钢中含磷尚有其有利的一面，这就是能使屈服点与抗拉强度提高，并能提高钢材的抗腐蚀能力。由于磷、硫与碳的有害作用是互相加强的，高磷、硫与高碳组合会使钢材质量严重下降，所以规范不但规定了硫、也规定了磷的极限含量。

氮和氧也是钢中的有害成分，氮和磷的作用类似，氧和硫的作用类似。

锰和硅是钢中的有益元素。在钢中加入适量的锰，能消除硫、氧使钢热脆的影响，锰还能显著地提高钢材的屈服点和抗拉强度，并保持一定的塑性与冲击韧性。硅的作用与锰类似。

为了改善钢的机械性能，可以增加钢中锰或硅的含量，还可掺入一定数量的钒、钛、铌等合金元素，这种钢称为合金钢。建筑结构中采用的是含合金元素较少的低合金钢。

钢结构所用各类建筑钢材对化学成分的规定见表1-4。

钢 的 化 学 成 分							表 1-4			
标准代号	钢 号			化 学 成 分 (%)						
				碳	硫	磷	硅	锰		
					不 大 于					
GB700-65	2号钢	平 炉	沸腾钢 镇静钢	0.09~0.15	0.055	0.045	≤0.07 0.12~0.30	0.25~0.50		
		侧吹碱性转炉	沸腾钢 镇静钢	0.06~0.12			≤0.07 0.10~0.30	0.25~0.55		
	3号钢	平 炉	沸腾钢 镇静钢	0.14~0.22			≤0.07 0.12~0.30	0.30~0.60 0.40~0.65		
		侧吹碱性转炉	沸腾钢 镇静钢	0.10~0.20			≤0.07 0.10~0.30	0.30~0.60		
	YB13-69 16 锰 钢			0.12~0.20			0.050	0.050	0.20~0.60	1.20~1.60
	YB163-70 16锰桥钢			0.12~0.20			0.045	0.040	0.20~0.60	1.20~1.60

第四节 钢材的品种与标号

钢材按冶炼方法（即炉种）的不同，分为平炉钢、顶吹转炉钢、侧吹转炉钢以及电炉钢。平炉的炉体容量大，出钢周期较长，钢的质量好。顶吹转炉炉体容量较小，但熔炼周期短，钢的质量与平炉钢接近，是发展我国钢铁工业的主要炼钢方法。侧吹转炉钢根据炉体所用耐火材料的不同，又分为酸性侧吹转炉钢与碱性侧吹转炉钢，侧吹转炉的炉体小，钢