

建筑结构知识丛书

钢结构基本知识

平世才 赵超燮 編



中国工业出版社

建筑結構知識叢書

鋼結構基本知識

平世才 趙超變 編

中國工業出版社

本书系建筑结构知識丛书之一。这套丛书主要供建筑工人、农村建設人員和基建部門中一般干部閱讀。目的是使讀者对建筑结构有一些粗淺的理論知識。丛书中包括有地基基础、鋼筋混凝土結構、木結構、磚石結構、鋼結構、力学、建筑图七种基本知識小冊子，以及叙述各类主要构件的构造及受力原理的專門小冊子。

这本小冊子是以鋼焊連接及桁架結構为重点讲述鋼結構基本知識的。內容可分三部分：首先介紹鋼材的性能和現行鋼材規格；其次介紹鋼結構的連接方法，包括鉚接、焊接和螺栓接；最后介紹鋼結構基本构件——梁、柱、桁架的构造和計算原理，同时还选入了一张簡單的施工圖紙，使讀者对整个的鋼結構有一較完整的概念。在本书的第四次印刷时，按照国家标准修改了鋼号表示方法和型钢規格。

书中对有关力学基本概念虽也作了一些解釋，但要完全掌握這門技术，必須具有一定的力学基础知识，同时还要进一步学习有关鋼結構的理論和在实际工作中不断的积累經驗。

建筑结构知識丛书
鋼 结 构 基 本 知 识
平世才 赵超燮 編

*

建筑工程部編輯部編輯(北京西便門外大街)

中国工业出版社出版(北京德勝門外大街10号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $2^{1/2}$ ·插頁1·字数50,000

1962年7月北京第一版·1965年9月北京第四次印刷

印数10,676—31,735·定价(科二)0.26元

*

統一书号: 15165·1280(建工-167)

目 录

一、为什么要学习鋼結構·····	1
二、節約鋼材的重要意义·····	3
三、鋼結構应当用在什么地方·····	4
四、鋼結構的防火防銹措施·····	5
五、簡單談談鋼的冶煉过程·····	7
六、鋼的分类和标号·····	11
七、型鋼規格·····	12
八、有趣的拉伸图·····	14
九、鋼結構有几种連接方法·····	16
十、鉚釘的种类和鉚接方式·····	17
十一、鉚釘受什么力·····	18
十二、怎样計算鉚釘連接·····	21
十三、怎样檢查鉚釘連接的质量·····	25
十四、談談螺栓連接·····	25
十五、先进的連接方法——焊接·····	26
十六、焊縫的类型和計算方法·····	29
十七、对貼角焊縫的构造要求·····	33
十八、怎样檢查焊縫质量·····	34
十九、鋼梁·····	37
二十、鋼桁架的型式·····	42
二十一、怎样選擇桁架杆件的截面·····	43
二十二、談談桁架的节点构造·····	47
二十三、吊裝桁架时为什么往往要加固·····	50
二十四、談談鋼柱的构造·····	55
二十五、鋼結構圖紙的特点和常用符号·····	58

二十六、鋼結構圖紙的讀法.....	60
附录表 1 軋軋鋼的計算強度 R	61
附录表 2 鉚釘連接的計算強度 $R_{\text{鉚}}$	61
附录表 3 螺栓連接的計算強度 R	61
附录表 4 焊縫的計算強度 $R_{\text{縫}}$	62
附录表 5 鋼結構的工作條件係數	62
附录表 6 軸心受壓構件的壓屈係數 φ	63
附录表 7 簡要型鋼表	64

一、为什么要学习鋼結構

用鋼造的构件如梁、柱、桁架等組成的結構叫做**鋼結構**；象房屋的骨架（图 1）、桥梁（图 2）、鋼塔（图 3）及煤气罐（图 4）等。

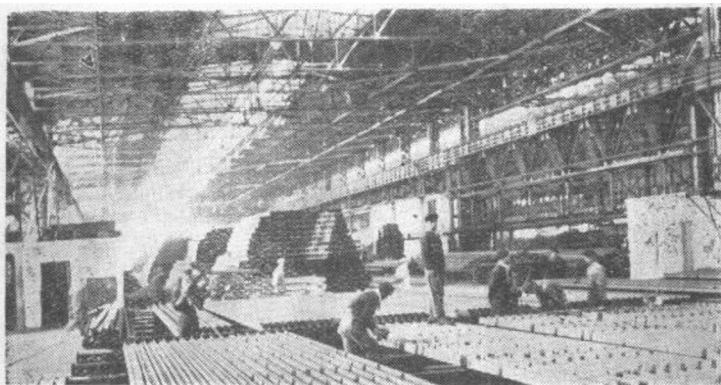


图 1



图 2

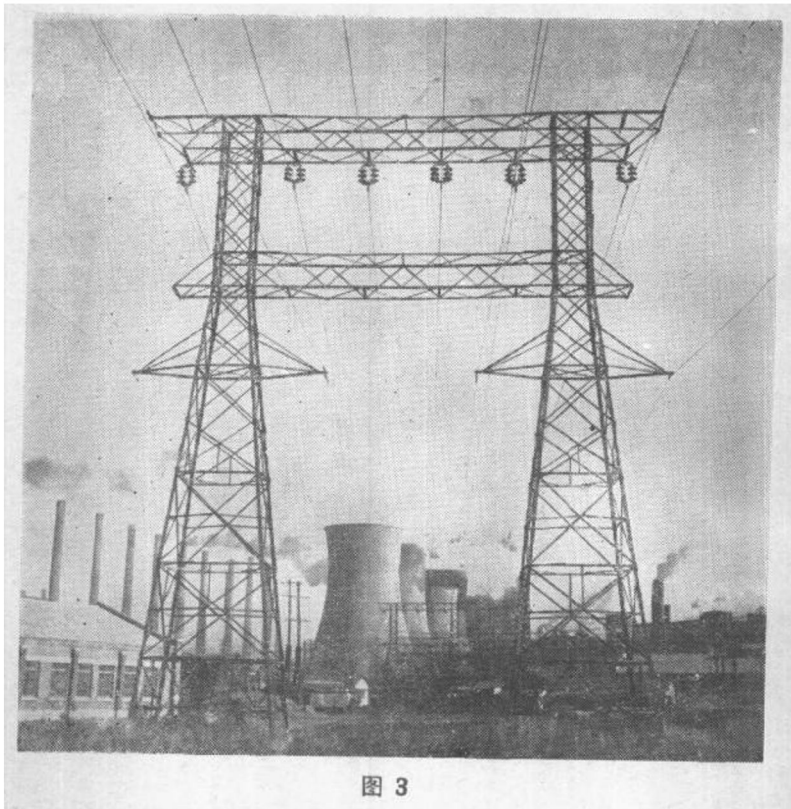
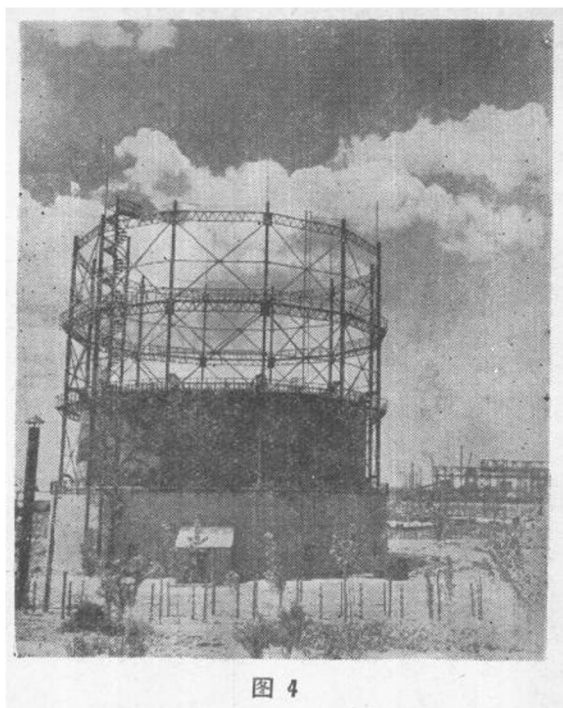


图 3

制作鋼結構所用的鋼材是各項建設事業中非常重要的材料。在選擇建築材料時，能不採用鋼材的就不用，而必須採用鋼結構時，也要盡量節約鋼材。這就要求我們每一個建築工作者，都應懂得一些鋼結構的基本知識。

另一方面，在鋼結構的製造或吊裝工作中，懂得了鋼結構的性能對我們的工作是很有利的。拿電焊來說，如果能看懂圖紙，知道焊縫的受力情形，了解應焊的厚度和質量要求，就可以邊焊邊檢查，顯然能提高工作的質量；其次，在技術革命運動中，如能掌握一定的技術基礎知識，就更有助於我們開動腦筋，想辦法，提



出合理化建議。

这样看来，凡从事基本建設的同志，特別是从事鋼結構制造或吊装的同志，應該掌握一定的鋼結構基本知識，以便更多更快更好更省地完成国家建設任务。

二、節約鋼材的重要意义

鋼材是一种宝貴的材料，差不多每一項建設都离不开它。例如，建造工业厂房、体育館、大礼堂等，常常要用許多鋼材。在农业方面，象拖拉机、脫粒机、双輪双铧犁，甚至鉄銑、鋤头都要用鋼来制造。在交通运输方面，鋼軌、火車、汽車、桥梁等的制造也都需要用鋼。此外国防工业、紡織工业、精密仪器工业、

輕工業……也都需要用鋼材；即使在我們日常生活中所用的菜刀、釘子等，沒有鋼都不行。

所以我們說，所有工業的發展，在很大程度上取決於鋼鐵工業的發展，鋼鐵工業是現代工業的基礎和中心。國家工業化離不開鋼鐵，農業機械化也有賴於鋼鐵工業的發展。由此可見，鋼材在國民經濟中的重要性了。

既然如此，為了迅速地建設社會主義，節約鋼材，把鋼用到最需要的地方，就有很大的意義。在工地現場或工廠中使用鋼材最多，如果將大材小用，看不起一段段的短角鋼，用剩了，隨手丟掉；或將鉚釘打壞了再用一個新的補上等等，積少成多，就是一筆很大的損失，所以，大家都要貫徹勤儉建國的方針，積極地從各方面節約鋼材。

三、鋼結構應當用在什麼地方

既然節約鋼材有着重要的意義，就必須了解鋼結構的性能，合理地應用鋼結構。

鋼結構與其他結構相比：1.因鋼材的強度較高，做成的構件截面小，重量輕；2.易於銹蝕，經常性的維修費較高；3.長期耐高溫性好，但耐火性遠較鋼筋混凝土和磚石結構差；4.可靠性較高，最適用於有特殊重要意義的建築物。

根據這些特性，綜合考慮建築物的具體條件，鋼結構的應用範圍，大致如下：

1.跨度很大的或吊車起重量很大的工業廠房骨架：如冶金工廠的平爐車間、軋鋼車間、重型機器製造車間等應採用鋼結構。

2.跨度很大的公共建築物的屋頂也可以考慮採用鋼結構。例如在首都的人民大會堂中能容納一萬人的會議廳，它的屋頂採用跨長61米的鋼桁架。

3.層數很多的高層房屋骨架，根據蘇聯的經驗，當層數在20~30或更多時採用鋼結構是合理的。

4. 大跨度的铁路或公路桥梁，很多是采用鋼结构的。

5. 在水工结构中如閘門（图 5）、起重设备、輸水管等也应



图 5

采用鋼来制造。因为閘門需要开启，所以要求结构的重量轻，强度大，采用鋼制閘門就可以具备这些优点。

6. 无线电天綫塔、电视塔及高压輸电綫塔的结构一般都很高，有的高达几百米，采用鋼材来制作可以使它的重量轻，体形小，运输、安装等都比較方便。

7. 必須用鋼板制成的各种特殊结构，普通叫做板结构，例如高炉、貯油罐、水箱等。

8. 各种起重机的结构（图 6 为大龍門吊車）大部分是鋼制成的。

四、鋼结构的防火防銹措施

耐火性差和容易銹蝕是鋼结构的缺点之一。

为了防止鋼结构不致有燒坏的危險，可以在鋼材的周围包上一层耐火的外壳。最簡單的办法是用一层鋼絲网将鋼材包住，然后直接在鋼絲网上抹灰 $2\sim 3\text{cm}$ （图 7，甲），也可在鋼絲网与鋼材之間留几厘米的空隙（空气隔絕层），（图 7，乙、丙）。这种隔热的作法簡單，但效果不太好，尤其在水火同时作用下，抹灰层就会开裂掉下。

較好的隔热作法是将鋼材包以混凝土的外壳（图 8，甲），或再加一层空心磚（图 8，乙）。这种作法的缺点是重量大，体积大。

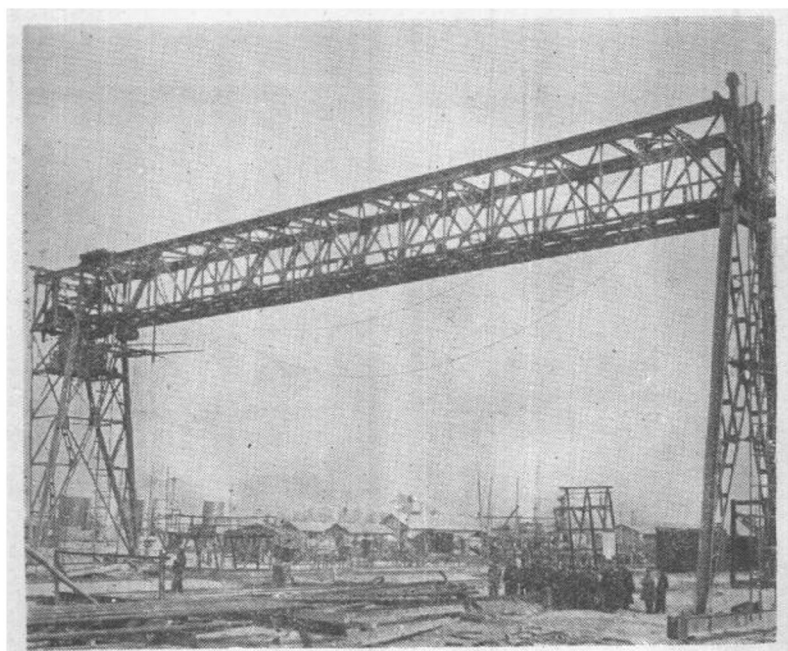


图 6

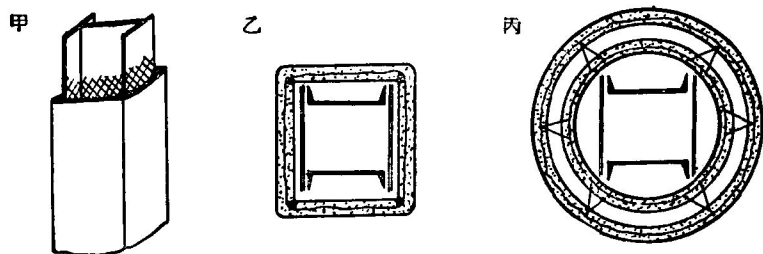
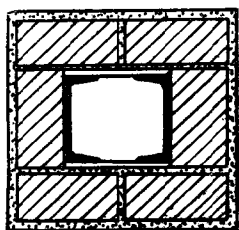


图 7

- 甲—在鋼絲網上抹灰的防火層；
 乙—鋼絲網與鋼材之間留有一層空隙；
 丙—鋼絲網與鋼材之間留有一層空隙

甲



乙

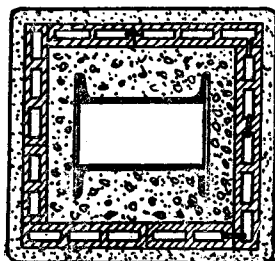


图 8

甲—在鋼材外包上空心混凝土磚；

乙—包上混凝土外再加一层空心陶磚

鋼材銹蝕是化學變化的結果，鋼材銹蝕以後，在表面上要產生鐵銹（化學上叫**氧化鐵**）；鐵銹容易吸收水分，因此會使鋼材的銹蝕加快。防止鋼材銹蝕的辦法很多，最常用的是油漆。在鋼材上油漆時，最重要的是第一次打底子的油漆，底子漆是用亞麻油和鉛丹^①等合成的。上底漆之前一定要仔細地將鋼材表面的鐵銹、灰塵等物清除干淨，才能使鋼與漆粘緊。底漆上面的油漆是用來作保護層的，因此它的原料和塗法可不加嚴格的限制。

五、簡單談談鋼的冶煉過程

鋼是用鐵煉成的，因此，先談談鐵是怎麼煉出來的。

冶煉生鐵所用的設備，主要是**鼓風爐**和**熱風爐**（圖9），鼓風爐也叫**化鐵爐**，爐的下部就是積存熔化了鐵水的地方，兩旁各有一個出口，一為出鐵口，一為出渣口。出鐵口在較低的地方，生鐵煉成以後從出鐵口流出來；出渣口較高，渣子浮在鐵水上

^① 亞麻油是一種黃褐色的粘滯的油，有微香，從亞麻的種子榨得；干固後或彈性的薄膜。鉛丹是一種鮮紅色的粉末，它的化學成分是 Pb_3O_4 （四氧化三鉛），所以我們通常所見的底漆都是紅色的。

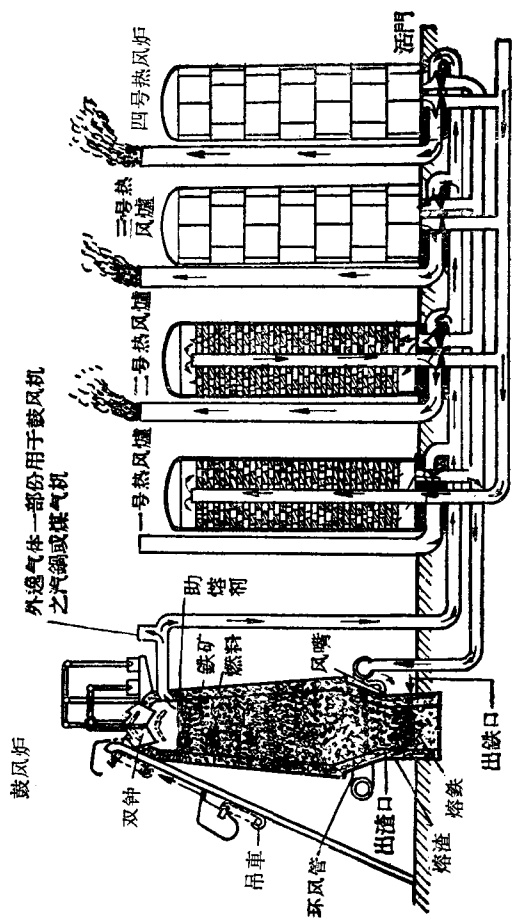


图 9 鼓风爐和热风爐

面，便从这里流出去。热风爐是專門供給鼓风爐热气的。

制造生铁的原料有：鉄矿、溶剂和燃料。燃料多半用焦炭^①，溶剂常用石灰石^②，它的作用是同鉄矿里含有的杂质化合变成鉄渣，使能与鉄分离开，以便得到質量較好的生鉄。

在冶炼时，热空气由鼓风机进入鼓风爐与鉄矿、燃料及溶剂发生化学作用，燃料燃燒以后产生很高的温度，将鉄矿及溶剂燒熔，經過适当時間，使化合作用完成，将鉄矿的杂质析出成为鉄渣，便得到鉄水了。

鋼是由鉄炼成的，也就是將鉄中所含的碳、硅、磷及硫等减少而成，鋼中碳的含量最多不超过 1.7%。鋼中碳的含量越多，强度越高，质地越硬，但塑性和韌性降低，不易加工，且不利于焊接。制造建筑結構用的鋼叫作**建筑鋼**，它的含碳量不宜太高，一般不应超过 0.22%，即一千公斤的鋼中含碳量不超过 2.2 公斤，在焊接結構中含碳量常限制在 0.2% 以內。

煉鋼的方法很多，下面介紹两种最常用的也是最基本的煉鋼方法：

1. 平爐煉鋼法

平爐煉鋼所用的原料为鉄屑、鉄块、破旧鋼材及一些特殊的礦物質，它的原理是使含碳較少的鉄屑及含碳較多的生鉄，經過熔化和氧化作用而使它們具有所需的含碳量。用平爐煉鋼时，隨時可以从爐口取出样品来檢驗，能煉出質量較好的鋼。

圖 10 为平爐示意图。熔煉时从爐的右面风道供給大量的空气和煤气，使它們在爐膛內燃燒，特殊礦物質与生鉄中的其他杂质在熔煉时逐漸形成矿渣浮在鋼水上面，正好成了鋼水的保护层，防止空气进入鋼水內，这也是平爐煉鋼質量較好的原因。

① 焦炭，又叫焦煤；將普通煤块放在焦煤爐里，經高溫分解，干餾去其中所含的煤气而得。它的質地堅硬，成銀白色或黑色，有气孔，能产生高溫。

② 石灰石是天然岩石的一种，是燒石灰的原料；純粹的石灰石，如方解石，色澤透明，而其他的均含杂质。

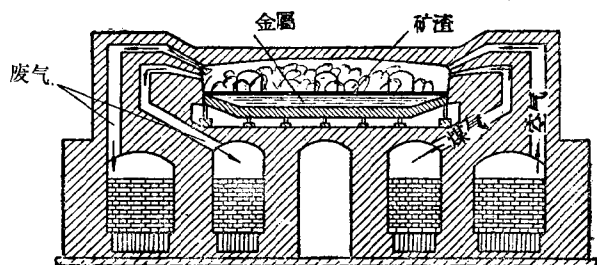


图10 平爐煉鋼

2. 轉爐煉鋼法

轉爐的形狀象一把壺，爐的外壳用鉄板作成，里面鋪砌很厚的耐火磚，爐身用軸支在架上，可以轉動，爐底有風嘴，空氣由風嘴噴入爐內，廢氣由上口出來（圖11）。

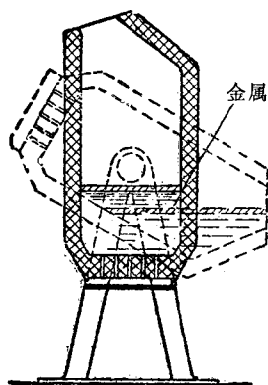


图 11 轉爐煉鋼



图 12 鋼錠

熔煉時，先將爐轉成水平位置（圖11，虛綫表示的位置），再將已燒熔的鉄水注入爐內，然後讓爐回復原來的直立位置，用鼓風機從風嘴通入空氣，空氣與生鉄中的雜質起氧化作用變成矿渣。轉爐的熔煉過程很短，因此沒有辦法在熔煉當中檢查質量。從圖上可以看出，這種煉鋼爐，空氣是從下面進來，從上面出去

的，气流要在鋼水內穿过，这就使鋼在凝固以后难免有很多气泡和气孔，质量較差。因此，在制造重要的焊接結構时，应当尽可能使用平炉鋼。

用上述方法炼得的鋼水，要先把它注入盛鋼桶，再由盛鋼桶注入鋼錠模中，待冷却后，即凝固成鋼錠（图12）。鋼錠需要重新加热，經過压軋成各种形状的鋼材，如鋼軌、工字鋼、槽鋼等才能使用。

六、鋼的分类和标号

鋼的分类方法很多，我們只列举两点：

1. 按含碳量可分为低碳鋼、中碳鋼和高碳鋼。习惯上把含碳量小于0.25%的鋼叫低碳鋼，含碳量在0.25~0.55%之間的鋼叫中碳鋼，含碳量在0.55%以上的叫高碳鋼。

2. 按冶炼方法又可分为酸性轉炉鋼、碱性轉炉鋼；酸性平炉鋼，碱性平炉鋼等；鎮靜鋼，半鎮靜鋼和沸騰鋼。酸性和碱性主要根据炉衬材料的化学性质来决定，例如用碱性白云石砌炉衬，在轉炉中做碱性炉渣，就炼得碱性轉炉鋼和平炉鋼。鎮靜鋼是将鋼水停放在盛鋼桶內，用保持高温度的铝或硅来还原，使气体能大量逸出，然后注入鋼錠。沸騰鋼是在鋼水沸騰时就注入鋼錠內，所以混杂气体較多，匀质性較差。

根据国家标准（GB）221-63“鋼鉄产品牌号表示方法”，我国生产的普通碳素鋼分为三类：甲（A）类鋼只保証鋼材具有一定的机械性能；乙（B）类鋼只保証鋼材的化学成分；特（C）类鋼同时保証鋼材的机械性能和化学成分。

建筑結構常用特类鋼和甲类鋼，用平炉冶炼时，冠以“特”字、“甲”字，后面附以順序号如A0、A1、……、A7，C2、……、C5等。标号的順序說明含碳量的多少和机械性能的变化，其中0号鋼是废品鋼，含碳量不定，杂质較多，质量較差。上述各类鋼如系沸騰鋼时，則在末尾加上“沸”字或“F”；如系半鎮靜鋼則加“半”字或“b”；如系鎮靜鋼則不加字尾。鋼結構常用的

品种有：A0、A2、A2F、C2、C2F、A3、A3F、C3、C3F、A5、C5。

表 1 列出由平炉炼得建筑钢的机械性能及主要化学成分。

建 筑 钢 的 性 质

表 1

钢 号	机 械 性 能			化 学 成 分 %		
	极限强度 kg/mm^2	屈服点 kg/mm^2	伸长率 δ_5 % (不小于)	碳	硫 (不大于)	磷 (不大于)
A0、A0F	≥ 32	—	22	≤ 0.23	0.060	0.070
A1、A1F	32~40	—	33	0.06~0.12	0.055	0.045
A2、A2F、C2、C2F	34~42	22	31	0.09~0.15	0.055	0.045
A3、A3F、C3、C3F	38~47	24	25~27	0.14~0.22	0.055	0.045
A4、A4F、C4、C4F	42~52	26	23~25	0.18~0.27	0.055	0.045
A5、C5	50~62	28	19~21	0.28~0.37	0.055	0.045

用转炉炼得的钢还需以冶炼方法的符号，如碱性转炉钢以“甲碱3”或“AJ3”表示。酸性转炉钢以“甲酸1”或“AS1”表示。

另外尚有某些专用性的钢材，如专供制造铆钉、螺栓和螺帽用的铆螺2号钢（ML2）和铆螺3号钢（ML3），其塑性和韧性较好。

在炼钢时适量增加锰、硅等元素，就可以得到强度较高的建筑用的低合金钢，如16锰号钢（16Mn）。

七、型 钢 规 格

钢结构一般采用直接在热状态下轧制的热轧钢。将钢锭（或钢坯）加热到 $1100^{\circ}\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 后送入轧钢机内按所要求的形状和尺寸，轧成各种形式的钢材，通称为型钢。我国生产的型钢有：

1. 钢板（图13，甲）。一般又分：

1) 扁钢——宽度较窄，在 $12\sim 200mm$ 之间，厚度在 $4\sim 60mm$