

534509

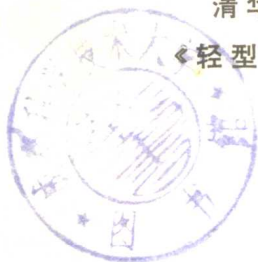
建筑结构基本知识丛书

553
34471

轻型钢屋盖结构

清华大学建筑工程系

《轻型钢屋盖结构》编写组



中国建筑工业出版社图书馆

基本馆藏



534509

553

34471

553

34471

建筑结构基本知识丛书

轻型钢屋盖结构

清华大学建筑工程系《轻型钢屋盖结构》编写组

中国建筑工业出版社

本书是建筑结构基本知识丛书之一，重点叙述圆钢、小角钢屋盖结构的设计计算和构造的基本知识，也介绍一些圆管和方管钢屋架的设计。内容包括有关轻型钢结构常用的钢材、屋盖的组成及布置、檩条、屋架、施工详图等，并附有十几张工程实例详图，可供参考应用。

这套“建筑结构基本知识丛书”包括建筑力学、建筑结构和构件计算等方面的基本知识，按专题分册出版，每册力求重点突出，并有一定的独立性，以便读者根据需要选读。

本书可供具有初中以上文化水平的 basic 建设战线职工和初从事基本建设工作读者自学建筑结构知识参考。

建筑结构基本知识丛书

轻型钢屋盖结构

清华大学建筑工程系《轻型钢屋盖结构》编写组

*

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

*

开本：787×1092毫米1/32 印张：7 插页：8 字数：158 千字

1979年3月第一版 1979年3月第一次印刷

印数：1—47,150册 定价：0.54元

统一书号：15040·3531

目 录

第一章	总述	1
1-1	什么是轻型钢屋盖结构	1
1-2	圆钢、小角钢轻型钢结构的特点	2
1-3	圆钢、小角钢轻型钢结构在房屋建筑中的应用	4
1-4	薄壁型钢结构的特点和它在房屋建筑中的应用	6
1-5	本书讨论的范围	8
第二章	轻型钢结构的钢材	9
2-1	建筑用钢的拉伸力学性质	9
2-2	建筑用钢的容许应力	14
2-3	防止钢结构的脆性破坏	17
2-4	轻型钢结构应该用什么钢	18
2-5	钢材规格	20
第三章	轻型钢屋盖结构的组成及布置	22
3-1	屋顶的组成	22
3-2	轻型钢屋盖结构常见的型式	23
3-3	轻型钢屋盖结构的组成和选择	24
3-4	有檩轻型钢屋盖结构的布置	25
第四章	轻型钢檩条	31
4-1	轻型钢檩条的类型	31
4-2	檩条承受的荷载	37
4-3	薄壁型钢檩条的计算和构造	42
4-4	圆钢、小角钢轻型钢檩条的内力计算	56
4-5	圆钢、小角钢轻型钢檩条的截面选定	65
4-6	圆钢、小角钢轻型钢檩条的节点构造和焊缝计算	81

4-7	薄壁型钢桁架式檩条的计算和构造	98
4-8	格构式轻型钢檩条的挠度	101
第五章 圆钢、小角钢轻型钢屋架		102
5-1	常用的屋架型式	102
5-2	三角形再分式屋架	105
5-3	三铰拱屋架	142
5-4	梭形屋架	151
第六章 方管和圆管轻型钢屋架的特点		155
6-1	方管轻型钢屋架	155
6-2	圆管轻型钢屋架	164
第七章 轻型钢屋盖结构的施工详图		168
7-1	轻型钢屋盖结构的运送单元施工详图	168
7-2	轻型钢屋盖结构的安装图	173
7-3	钢屋盖结构施工详图的说明	174
附录一 轴心受压构件稳定系数		176
附录二 偏心受压构件稳定系数		180
附录三 型钢规格及截面特性		190
附录四		
1.	均匀受压板件的有效宽厚比	215
2.	受弯构件中非均匀受压板件的容许高厚比	218
3.	薄壁型钢檩条按强度计算的承载能力	219
4.	薄壁型钢檩条按挠度计算的承载能力	220

第一章 总 述

1-1 什么是轻型钢屋盖结构

建筑物的结构好比人的骨骼支持身体一样，它支撑着整个建筑物，是承受建筑物自重、风力和雪重等（这些重量称为荷载）的一个骨架，用钢材做成的这种骨架叫做钢结构，其中建筑物顶盖部分的这种骨架就叫做钢屋盖结构。

在建筑结构中应用的钢材，都是在钢厂轧成或弯成各种不同形状的，从截面上看有角形、槽形、工形、圆形、□形、Z形和管形等，按截面形状分别叫做角钢、槽钢、工字钢、圆钢、卷边槽钢、卷边Z形钢、方钢管、圆钢管等，并统称为型钢（图1-

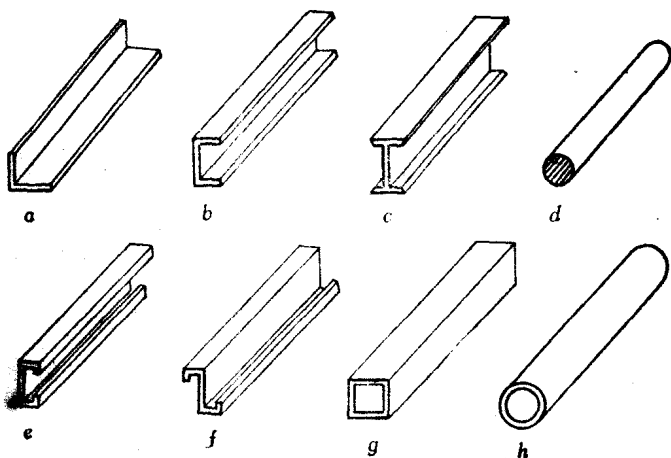


图 1-1

1)。其中用较薄(厚度1.5~5毫米)的钢板弯曲成型的C形钢、Z形钢、方钢管、圆钢管等薄壁截面,称为薄壁型钢。

由于用途不同,作用在建筑物上的荷载不同,钢结构需要用不同类型的型钢做成。用一般型号的型钢和钢板组成的钢结构,如普通厂房的钢屋架等,习惯上称普通钢结构;用圆钢、小角钢组成的钢结构以及用薄壁型钢组成的钢结构,通称轻型钢结构。为了把两类轻型钢结构加以区别,前者可以称为圆钢、小角钢轻型钢结构,后者称薄壁型钢结构。

在我国,轻型钢结构较多地用作屋盖结构。它是在伟大领袖毛主席号召开展群众性的设计革命运动以后发展起来的。建筑战线广大的工人、干部和技术人员,通过生产实践和科学实验,创造了许多轻型钢结构的型式,积累了经验。轻型钢结构的应用,对加速我国基本建设,特别是中、小型企业的建设起了一定的作用。

1-2 圆钢、小角钢轻型钢结构的特点

轻型钢结构具有普通钢结构的优点和缺点,亦即比砖石、木、钢筋混凝土结构自重轻,计算准确可靠,制造安装的工业化程度高,以及容易锈蚀、不耐火等。而与普通钢结构相比,轻型钢结构又有以下一些特点:

(一) 重量轻

轻型钢结构所支承的建筑物重量一般较小,所用材料规格也小,杆件之间往往可直接焊接在一起而不用节点板(将各杆件连接在一起的钢板称为节点板,有时也称为连接板),

因而结构自重较轻，每平方米建筑面积的用钢量较少。

（二）取材方便

圆钢、小角钢轻型钢结构所用角钢主要是小于 $L 45 \times 4$ 或 $L 56 \times 36 \times 4$ ● 的小型号角钢和直径为 8~30 毫米的普通圆钢，有时还可以采用其它钢结构的边角余料，这类材料一般较易取得。

（三）加工制作容易

轻型钢结构所用钢材规格小，材料的调直、切断下料、弯曲成型都比较容易，焊接也不困难，便于就地加工制造。

（四）运输和安装便利

轻型钢结构自重轻，构件体形也比较小，可以使用一般的运输工具和吊装机具进行运输和安装，从而可加快建造速度。

但在以下几方面不如普通钢结构：

（一）刚性较差

轻型钢结构杆件细小，容易弯曲变形，由这些杆件组成的结构，使用时往往不够刚劲，也就是说刚性差。因此，不适宜承受较大的动力荷载，也不宜用作有较大起重吊车（天车）和有较大振动的房屋建筑结构。

（二）锈蚀影响大

普通钢结构使用的钢材一般较粗厚，表面锈蚀对构件的影响不致很大。但轻型钢结构所用钢材细薄，表面有锈蚀就严重地削弱它的截面面积，从而大大地降低结构的承载能力。所以，轻型钢结构一般不宜在非常潮湿和有强烈侵蚀的环境里用作主要承重结构。

● 关于型钢的型号和尺寸的表示方法，见第二章第2-5节。

1-3 圆钢、小角钢轻型钢结构 在房屋建筑中的应用

轻型钢结构的应用很广，房屋建筑、小型桅杆塔架、轻便栈桥等都有应用，但较多地用作房屋建筑的屋盖结构。

根据结构本身的特点，目前在工业及民用房屋建筑中，轻型钢结构主要在屋面采用瓦楞铁、波形石棉瓦、平瓦、小青瓦、加气钢筋混凝土板等轻型或不太重的材料、跨度不超过18米、具有起重量不大于5吨且使用又不很繁忙的桥式吊车的建筑中作为屋盖结构。屋面材料太重，房屋跨度较大，用圆钢、小角钢组成的结构往往不能满足受力的需要，或者构造麻烦而不合理。轻型钢结构的刚性较差，在具有起重量大且使用繁忙的桥式吊车的房屋中作为屋盖结构时，使用过程中，建筑物可能因晃动而引起屋面材料破裂，降低建筑物的使用寿命。当然，如采用适当规格的钢材，又有加强刚度的措施，适当地扩大上述应用范围也是可以的。

根据近年来我国的实践经验，轻型钢结构主要可用作以下房屋建筑的结构：

（一）中、小型工业厂房，如机械加工、金工装配、小型轧钢等车间的屋盖结构（图1-2）。

（二）仓库的屋盖结构（图1-3）。

（三）中、小型公共建筑，如食堂、小礼堂、候车室等的屋盖结构。

（四）可拆装的活动房屋骨架。

（五）农业用温室、商业售货棚等棚类建筑骨架（图1-4）。

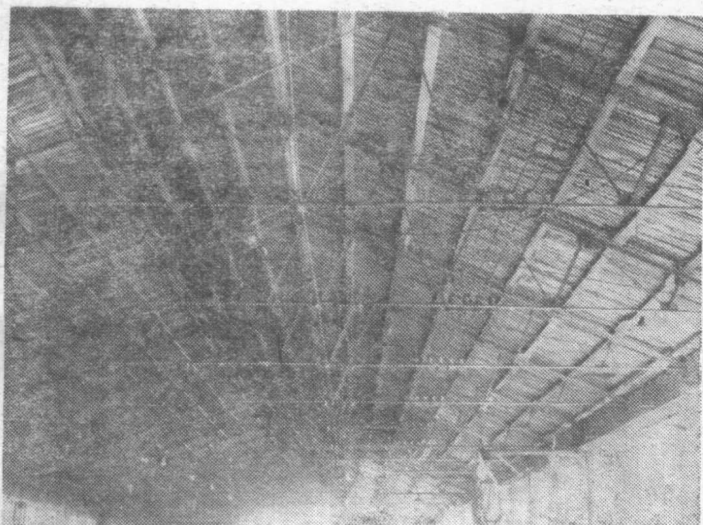


图 1-2

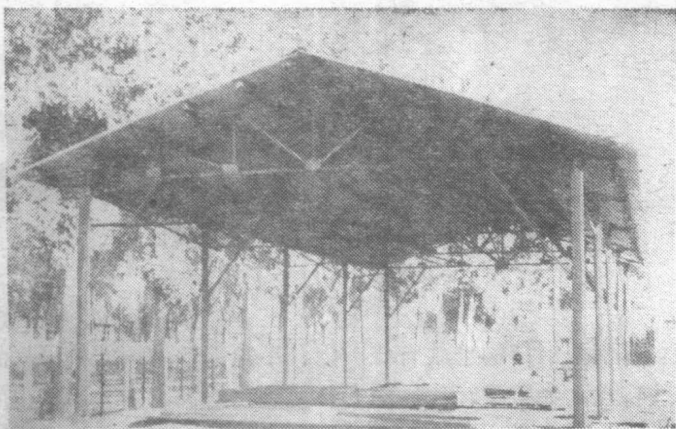


图 1-3

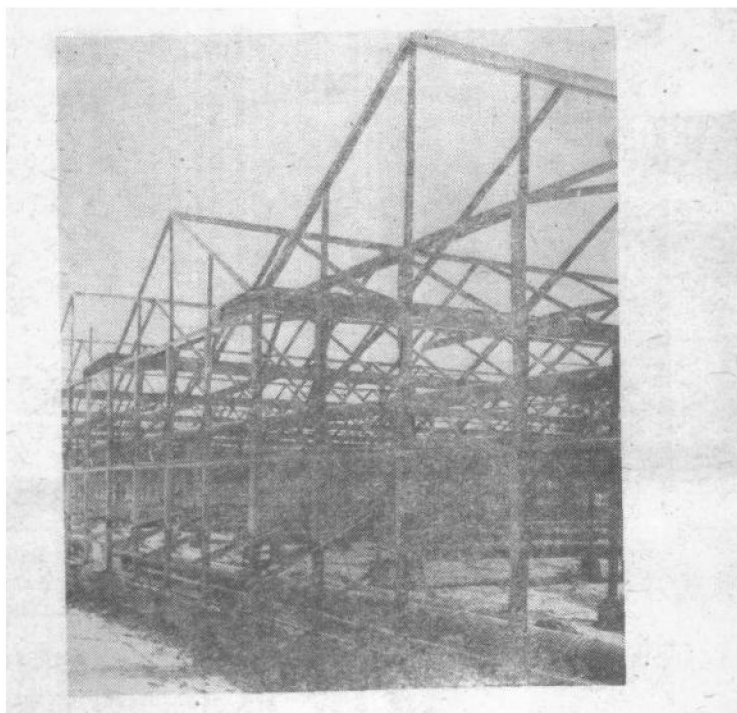


图 1-4

1-4 薄壁型钢结构的特点和它在 房屋建筑中的应用

薄壁型钢结构也具有与圆钢、小角钢轻型钢结构同样的一些特点，如重量轻、运输安装便利、锈蚀影响大等，但它的构件及所组成的结构刚性好，加工制造也不困难，因而应用范围较圆钢、小角钢轻型钢结构大。目前，由于薄壁型钢

不象普通型钢那样容易取得，价格也比较贵，所以应用还不够广泛。

薄壁型钢结构目前主要用作以下房屋建筑的结构：一般工业厂房，如跨度从12~30米，起重量5~75吨甚至更大的机械加工、装配冲压、冷轧、热处理等车间的屋盖结构（图1-5）；仓库的屋盖结构；一般公共建筑如展览馆、健身房、候车室等的屋盖结构。

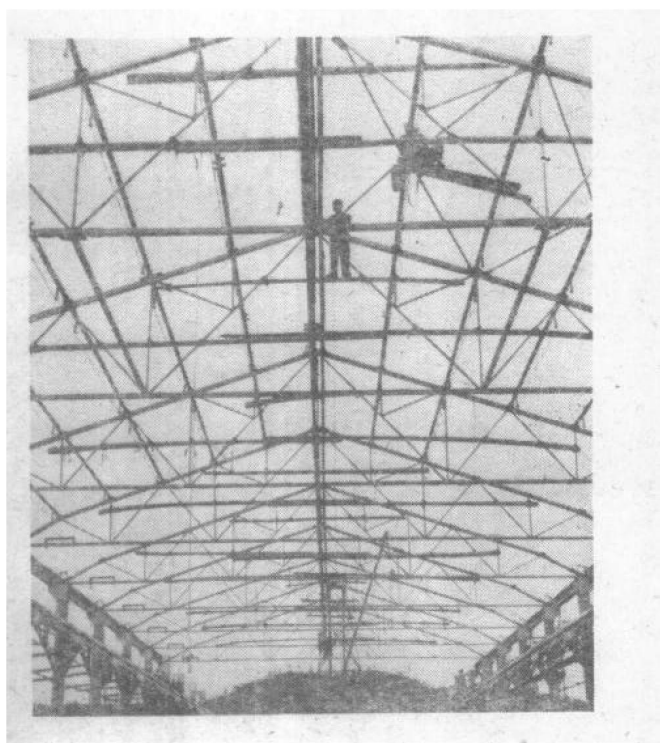


图 1-5

1-5 本书讨论的范围

如前所述，在目前一般工业与民用建筑中采用圆钢、小角钢轻型钢结构作为屋盖结构的较为广泛，而采用薄壁型钢结构的还不普遍。因此，本书将着重讨论圆钢、小角钢轻型钢屋盖结构设计计算的一些基本知识，并对薄壁型钢结构作一些介绍。

第二章 轻型钢结构的钢材

钢的种类很多，各种钢各有它的合适用途。造机器、修桥梁、盖厂房、做工具等需要使用不同种类的钢。用的不对，满足不了使用上的要求，不但会造成浪费，甚至会造成工程事故。因此，合理选用钢材是钢结构设计的一个重要问题。

目前，建筑钢结构主要采用普通碳素钢中的3号钢和普通低合金钢中的16锰钢。这不仅因为这些钢价格较低、工艺性能好（焊接、切断、弯曲成型容易），更重要的是它受力时的力学性能（力学性质）好，强度也不低，适合于建筑结构的要求。

2-1 建筑用钢的拉伸力学性质

建筑用钢的拉伸力学性质，就是它在受拉力作用时伸长和破坏的性质。从长期的实践经验了解，建筑用钢的拉伸力学性质一般都能反映出钢材的性能，而且进行拉伸试验也比较简单方便。因此，通常把建筑用钢的拉伸力学性质作为建筑用钢重要的力学指标。

一、建筑钢拉伸时的应力-应变图

将钢材做成如图 2-1 a 所示的试件，在试验机上加拉力进行试验●，随着拉力一次一次地加大，试件的伸长也一次

- 钢材拉力试件的加工要求和试验方法见《金属拉力试验方法》(GB 228-63)。

一次地增加，最后使试件中部薄弱部分急剧变细而被拉断（图2-1c）。

如把每次施加的拉力 P 和在相应标距 l_0 内的伸长量 Δl （图2-1b）记录下来，再以试件受拉时横截面上的应力 σ ，以及伸长时标距长度的应变 ε 表示，则其应力及应变分别为：

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2-1)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2-2)$$

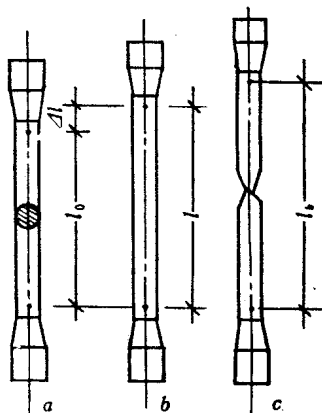


图 2-1 钢材拉力试件的拉伸

a—试验前的试件； b—试件受拉伸长，
c—试件拉断

式中 A ——试件拉伸前的横截面面积；

l_0 ——试件拉伸前的标距。

这样，就可以计算出每次拉力为 P_1 、 P_2 、 P_3 ……时的应力 σ_1 、 σ_2 、 σ_3 ……和应变 ε_1 、 ε_2 、 ε_3 ……。

为了分析和研究试件从开始受拉力到破坏全过程中的变化情况，把算得的应力和相应的应变画在方格纸上，以纵坐标代表应力，横坐标代表应变由 σ_1 和 ε_1 画出 1 点，由 σ_2 和 ε_2 画出 2 点……，把各点依次连成线，就得到应力-应变曲线，如图2-2所示。

分析建筑钢的应力-应变图，可发现有四个明显的阶段：

1. 应力较小时，应力-应变曲线为一段直线，如图2-2中的 OA 段。它表明应力与应变成一定的比例关系，比值为钢

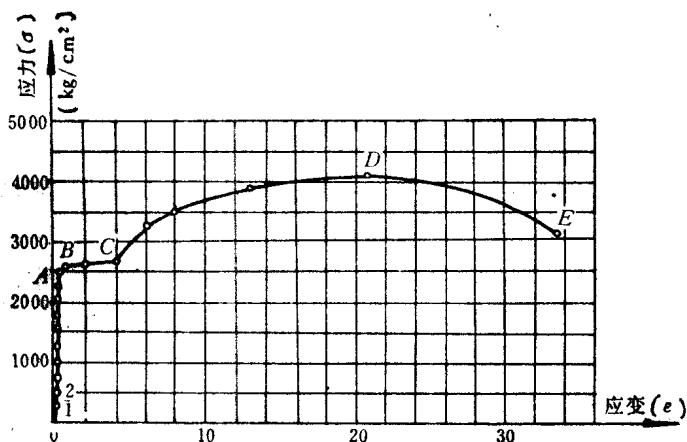


图 2-2 钢材应力-应变图

材的弹性模量，用 E 代表，即： $E = \sigma / \varepsilon$ 。在这一阶段里，如撤去拉力（应力），应变也随之消失，试件完全恢复到受拉伸前的状态，所以这一段又称弹性阶段。完全恢复的变形称弹性变形。

钢的弹性模量值很大（ $E = 2.1 \times 10^6$ 公斤/厘米²）。就是说它的应力可以达到相当高，而相对的应变却很小，所以它能承受很大的力而没有明显的变形。弹性阶段最高点（A点）对应的应力（ σ_p ）称为比例极限。

2. 应力超过比例极限后，应力与应变不再成正比关系。在B点之后，应力-应变曲线有接近水平的一段（BC）。这表明应力即使不增高，而应变却不断增长，好象钢材在这个时候失去了抵抗能力而屈服了一样，所以这一段称为屈服阶段。材料开始屈服的应力叫屈服点，常用 σ_s 表示。

屈服阶段材料的应变虽然相当大，但还不破坏（断开）。如果在屈服阶段把拉力去掉，一部分拉伸变形将在试件上保

留着而不能恢复，这部分不能恢复的变形称为塑性变形。

3. 屈服阶段以后到试件拉断为止，是一段向上升起的曲线（CD）。这说明，钢材经过暂时的屈服后，改变了内部的结构，增强了抵抗外力的能力。所以，这一段又称为**自强（强化）阶段**。曲线最高点D的应力（ σ_b ）代表试件所能承受的最大应力，通常叫抗拉强度。

4. 应力达到抗拉强度后，试件在某一薄弱截面的面积显著地变细，直至拉断，应力-应变曲线趋于下降，如图2-2的DE段，这一阶段称为颈缩阶段。

正好拉断时在试件两标距点间量得的距离为 l_b （图2-1c），它比未拉伸时的标距 l_0 伸长了 $l_b - l_0$ 。把它除以 l_0 ，写成百分数的形式，并以 δ 代表，则得

$$\delta = \frac{l_b - l_0}{l_0} \times 100\%$$

式中 δ ——试件的伸长率（如试件的标距 l_0 为其直径的十倍，则记作 δ_{10} ；如为五倍则记作 δ_5 ）。

二、建筑用钢拉伸时的力学性质

在建筑结构上常用的3号钢和16锰钢，拉伸试验时，都具有明显的弹性阶段、屈服阶段、自强阶段和颈缩阶段，这是它们的重要特点。

屈服点的高低表示钢材不发生较大塑性变形工作范围的大小。从比例极限到屈服点塑性变形是很小的。所以，屈服点也就是钢材的弹性工作范围，也是设计计算的主要指标●；抗拉强度的大小表示钢材抵抗拉断能力的强弱；伸长率的大小表示钢材拉断前变形能力的好坏，伸长率大说明钢材塑性性能好，要发生很大的塑性变形才能被拉断。

● 见第二章第2-2节。