

铝 合 金 结 构

〔意〕F.M.马佐拉尼 著

谭 梅 祝 译

管恩谿 谢如荣 校

冶 金 工 业 出 版 社

铝 合 金 结 构

〔意〕F.M.马佐拉尼 著

谭 梅 祝 译

管恩铤 谢如荣 校

冶金工业出版社

(京)新登字036号

内 容 提 要

本书译自美国皮特曼出版公司(Pitman Publishing Limited) 1985年出版的Federico M. Mazzolani著《Aluminum Alloy Structures》一书。书中介绍了铝及其合金的种类、物理力学性能,铝合金材料焊接连接、螺栓连接的解析方法及连接的形式,铝合金构件的强度和稳定性计算,书中还介绍了一些国家制定铝合金结构设计规范的理论依据和试验研究的背景材料。

本书可供建筑行业的科研人员、设计人员及大专院校的师生参考使用。

铝 合 金 结 构

〔意〕F.M.马佐拉尼 著

谭 梅 祝 译

管恩铸 谢如荣 校

*

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店总店科技发行所经销

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 14 1/2 字数 385 千字

1992年3月第一版 1992年3月第一次印刷

印数00,001~3,000册

ISBN 7-5024-0926-2

TU·51 定价12.10元

序 言

1979年,我意识到该是把我在欧洲钢结构会议(ECCS)铝合金结构委员会工作期间获得的技术资料编写成书的时候了。本书是写给已经熟悉钢结构有关问题的、从事土木工程设计和机械设计的工程师阅读的。

本书根据十年的研究成果写成,在这一时期,我从事过铝合金结构的理论分析、实验研究、设计和编写规范等方面的工作。

1970年,在我被任命为ECCS铝合金结构委员会主席的时候,我的铝知识仅限于非结构应用方面。过了一段时间,铝金属结构的理论探讨、试验研究和设计工作引起了我很大的兴趣。

该委员会的主要目的是促进铝合金结构方面的科学研究,收集铝合金结构的所有文献,按ECCS对钢结构研究提出建议的同一原则提出铝合金结构研究的建议。由于该委员会中一些欧洲成员国之间的通力合作(其中,有些还提供财政支持),通过执行和成功地完成所制定的研究大纲,使得有可能系统地研究铝合金的有关问题。那不勒斯大学、列日(Liege)大学、卡尔斯鲁厄(Karlsruhe)大学、毕尔巴鄂(Bilbao)大学、剑桥大学、意大利诺瓦拉的轻金属研究所(ISML)、巴黎的彼施涅(Pechiney)铝业公司、荷兰全国应用科学研究中心、德国杜塞尔多夫的曾特罗尔(Zentrale)铝业公司、苏黎世的阿卢西(Alusuisse)公司和其它国际性团体开始了积极的、富有成效的合作。这种合作开创了大学与产业单位之间一种和谐的、互相配合的良好榜样。

由该委员会促成的、持续广泛的研究,使得制定出《欧洲铝合金结构建议》(ERAAS)成为可能,该书于1978年首次出版。

我的朋友和同事奥古斯托·卡佩纳(Augusto Carpena)是该委员会的第一任主席,几个月前过早地去世了。我借此机会,

和那些了解他，崇敬他，特别是崇敬他的专业才能和高尚人格的人们一起怀念他。

十多年来，我的工作一直得到西罗·费拉（Ciro Faella）和阿蒂利奥·迪·马蒂诺（Attilio De Martino）的帮助，他们完成了我委托的一系列研究项目。在序言将要结束的时候，我首先向他们表示谢意。

我还要向安托内罗·迪·卢卡（Antonello De Luca）表示由衷的感谢，感谢他完成其承担项目的研究论文之后，又在本书编写过程中给予我鼎力相助。

我还要向负责制图的奎多·卡帕利娅（Cuido Capria）、负责打印文稿的吉乌西佩·斯塔肖（Giuseppe Stasio）、负责文字修饰的伊恩·罗伯逊（Ian Robertson）表示诚挚的感谢，由于他们的出色工作，使得本书具有较高的可读性。

F.M.马佐拉尼

主要符号

- a —— 距离; 几何尺寸; 贴角焊缝的高度;
 b —— 宽度;
 b_{eff} —— 有效宽度;
 b_f —— 翼缘宽度;
 b_h —— 热影响区宽度的二分之一;
 b_r —— 折算强度区宽度的二分之一;
 b_w —— 腹板的宽度;
 c —— 几何尺寸; 比热;
 d —— 直径; 螺栓杆的直径; 有限单元体的长度;
 e —— 偏心距;
 e^* —— 初始偏心距;
 $e_x(e_y)$ —— x (y) 方向的偏心距分量;
 e_o —— 形心与剪切中心之间的距离;
 f —— 强度;
 $\bar{f}$ —— 无量纲应力;
 f_c —— 抗压强度;
 $f_{c,K}$ —— 抗压强度的特征值;
 $f_{c,m}$ —— 抗压强度的平均值;
 f_d —— 强度的设计值;
 $f_{d,b}$ —— 螺栓的设计强度;
 $f_{d,N}$ —— 一个螺栓抗拉强度的设计值;
 $f_{d,o}$ —— 焊缝金属的设计强度;
 $f_{d,r}$ —— 铆钉的设计强度;
 $f_{d,red}$ —— 热影响区材料的设计强度;
 $f_{d,v}$ —— 一个螺栓抗剪强度的设计值;
 $f_{d,w}$ —— 对缝焊接的设计强度;
 f_e —— 弹性极限;
 f_k —— 特征强度;
 f_{lim} —— 极限强度;
 $f_{lim}^{(+)}$ —— 具有预加拉(压) $f_{lim}^{(-)}$ 值的材料的受压(拉)极限强度;
 $f_{o,lim}$ —— 母材的极限强度;
 f_m —— 强度的平均值;
 f_p —— 材料的比例极限;
 f_t —— 抗拉极限强度;
 f_u —— 极限强度;
 f_y —— 屈服强度;
 $f_{y,b}$ —— 螺栓的屈服强度;
 f_{e0} —— 产生残余应变 ε_0 时的应力;
 f_0 —— 基准强度;
 $f_{0.01}$ —— 0.01% 残余变形时的惯用强度;
 $f_{0.1}$ —— 0.1% 残余变形时的惯用强度;
 $f_{0.2}$ —— 0.2% 残余变形时的惯用强度;
 $f_{0.2}^*$ —— $f_{0.2}$ 的折算值;
 h —— 梁腹板的高度;
 i —— 回转半径;
 i_m —— 回转半径的平均值;
 $i_{min}(i_{max})$ —— 最小(最大)回转半径;
 i_{nom} —— 回转半径的标称值;
 $i_x(i_y)$ —— 绕 x (y) 轴的回转半径;
 k —— 数值系数; 折算系数; 导热

率;
 $k_{\sigma,x}(k_{\sigma,y})$ —— $x(y)$ 方向两侧承受标称应力的矩形板的屈曲系数;
 k_{τ} ——承受剪应力的矩形板的屈曲系数;
 l ——见 L ;
 m ——第...号; 数字指数;
 n ——第...号; 数字指数;
 n_b ——一个节点中的螺栓数量;
 n_f ——螺栓连接中的摩擦面数量;
 p ——概率; 螺栓的间距;
 p_k ——对应于一组随机变量特征值的概率;
 q ——分布活荷载(长度单元或面元);
 q_{nom} ——分布荷载的标称值;
 s ——偏差; 标准偏差;
 t ——厚度;
 t_f ——翼缘厚度;
 t_{min} ——最小厚度;
 t_w ——腹板厚度;
 u, v, w —— x, y, z 方向的位移分量;
 v ——速度;
 v_0 ——初始不平直度; 简支梁的跨中挠度;
 v_{max} ——梁的最大挠度;
 v_M ——由弯矩产生的挠度;
 v_r ——残余挠度;
 v_v ——由剪力产生的挠度;
 xyz ——坐标系;
 y ——某一点至截面形心的距离;
 A ——面积;

A_d ——斜杆的面积;
 A_{exp} ——“实验”的面积;
 A_f ——翼缘的面积;
 A_h ——折算强度区的面积;
 A_m ——面积的平均值;
 A_n ——净面积;
 A_{nom} ——面积的标称值;
 A_{red} ——折算面积;
 A_{res} ——抗力面积;
 $A_s(A_{s,l}, A_{s,t})$ ——加劲肋的面积(纵向, 横向);
 A_t ——横杆的面积;
 A_w ——腹板的面积; 焊缝的面积;
 B ——兰伯格-奥斯古德(Ramberg-Osgood)规律的参数; 变换矩阵;
 C ——变换矩阵;
 D ——板的弯曲刚度; 对角矩阵;
 E ——外部荷载做的功; 弹性模量;
 E_s ——割线模量;
 E_t ——瞬时切线模量;
 $E_{t,m}$ ——切线模量的平均值;
 F ——力; 外部作用; 荷载;
 F_d ——荷载的设计值;
 F_k ——力的特征值;
 F_m ——力的平均值;
 F_N ——产生轴向应力的力;
 F_s ——收缩力;
 F_t ——腱力;
 F_v ——产生剪应力的力(螺栓连接中);
 $F_{v,u}$ ——产生剪应力的力的极限

- 值;
- $F_{v,f}$ ——螺栓连接中的滑动力;
- $F_{0.2}$ ——对应于应力 $f_{0.2}$ 时的力;
- G ——剪切模量;永久荷载;
- G_k ——永久荷载的特征值;
- G_t ——切线剪切模量;
- I ——平面面积的惯性矩;
- I_m ——惯性矩的平均值;
- I_{nom} ——截面惯性矩的标称值;
- I_{red} ——折算惯性矩;
- $I_s(I_{s,1}, I_{s,t})$ ——加劲肋的惯性矩
(纵向加劲肋;横向加劲肋);
- I_t ——横杆的惯性矩;
- I_T ——扭转惯性矩;
- $I_x(I_y)$ ——对 $x(y)$ 轴的惯性矩;
- I_w ——翘曲惯性矩;
- L ——长度;
- L_c ——受压构件的有效长度;
- $L_{c,h}$ ——水平面上的有效长度;
- L_d ——斜杆的长度;
- L_t ——弦杆的间距;
- L_w ——焊缝的长度;
- L_0 ——试件中基准点之间的初始距离;桁架中节点之间的距离;节间的长度;
- M ——力矩;弯矩;
- $M_a(M_b)$ ——边缘 $a(b)$ 处的弯矩;
- $M_{cr,D}$ ——弹性范围内弯扭屈曲的欧拉临界力矩;
- M_D ——对应于梁弯扭屈曲的力矩;
- M_e ——弹性力矩(与截面的某一点达到弹性极限相对应);
- $M_x(M_y)$ ——绕 $x(y)$ 轴的弯矩;
- M_{eq} ——等效弯矩;
- M_m ——平均弯矩;
- M_{max} ——最大弯矩;
- M_{p1} ——塑性力矩(与截面塑性破坏相对应);
- $M_{p1,x}(M_{p1,y})$ ——绕 $x(y)$ 轴弯曲的塑性力矩;
- M_u ——弯矩的极限值;
- M_0 ——跨中弯矩;
- $M_{0.2}$ ——对应于截面的某一点达到应力 $f_{0.2}$ 时的弯矩;
- N ——轴向力;
- $\bar{N}$ ——轴向力的无量纲值;
- N_c ——受压构件的最大承载能力;
- $N_{c,k}$ ——受压的特征破坏荷载;
- $N_{c,m}$ ——受压的平均破坏荷载;
- N_{cr} ——欧拉临界荷载;
- N_d ——杆件的设计强度;
- N_f ——翼缘中的轴向力;
- N_{ref} ——基准轴向力;
- N_s ——由紧固螺栓产生的预加力;
- N_u ——轴向力的极限值;
- $N_{0.2}$ ——对应于达到应力 $f_{0.2}$ 时的轴向力;
- Q ——可变荷载;活荷载;热量;
- Q_0 ——特殊荷载;
- Q_k ——可变荷载的特征值;
- $Q_{k,i}$ ——可变荷载 i 的特征值;
- R ——一般抗力;
- R_b ——螺栓连接的抗力;
- R_t ——极限抗拉力;
- $R(\)$ ——取决于已知应力的抗

- 力;
- S —— 平面的基本力矩(静力矩);
内力; 作用效应; 合应力;
- S_{red} —— 折算静力矩;
- $S_x (S_y)$ —— 绕 x (y) 轴的静力矩;
- T_s —— 扭矩(每个螺栓);
- V —— 剪力;
- $V_{d,b}$ —— 受剪时一个螺栓的设计力;
- $V_{d,t}$ —— 受拉时一个螺栓的设计力;
- V_{eq} —— 等效抗剪力;
- V_f —— 螺栓连接中抗滑力;
- $V_{f,0}$ —— 仅受剪时一个螺栓的抗摩擦力;
- $V_{f,red}$ —— 受剪和受拉时一个螺栓的折算抗摩擦力;
- V_u —— 极限抗剪力;
- $V_{u,f}$ —— 仅翼缘的极限抗剪力;
- $V_{u,w}$ —— 仅腹板的极限抗剪力;
- W —— 截面的弹性抵抗矩(受弯);
- W_c —— 受压时与边缘有关的截面弹性抵抗矩;
- W_{red} —— 截面弹性抵抗矩的折算值;
- W_t —— 受拉时与边缘有关的截面弹性抵抗矩;
- $W_x (W_y)$ —— 对 x (y) 轴弯曲的截面弹性抵抗矩;
- X —— 与 x 轴相平行的力;
- Y —— 与 y 轴相平行的力;
- Z —— 与 z 轴相平行的力; 截面的
- 塑性抵抗矩(弯曲);
- α —— 角度; 比率; 指数; 系数;
相对挠度 (v_{max}/L); 截面形状系数; 热胀系数;
- α_p —— 截面的几何形状系数;
- β —— 角度; 比率; 指数; 系数;
屈曲系数(用于计算屈曲长度); 冶金效应系数;
- γ —— 无量纲系数; 剪切应变; 局部屈曲系数; 密度; 加劲肋的相对弯曲刚度;
- γ^* —— 加劲肋的最佳相对弯曲刚度;
- γ^{**} —— 加劲肋的实际相对弯曲刚度;
- γ_f —— 螺栓连接中摩擦强度的折算系数;
- γ_F —— 分项荷载系数;
- γ_G —— 永久荷载的分项荷载系数;
- γ_L —— 纵向加劲肋的相对弯曲刚度;
- γ_L^* —— 纵向加劲肋的最佳相对弯曲刚度;
- γ_m —— 材料强度的折算系数;
- γ_N —— 螺栓轴向强度的折算系数;
- γ_Q —— 可变荷载的分项荷载系数;
- γ_t —— 横向加劲肋的相对弯曲刚度;
- γ_t^* —— 横向加劲肋的最佳相对弯曲刚度;
- γ_v —— 螺栓抗剪强度的折算系数;
- δ —— 变异系数; 加劲肋的相对轴向刚度;

δ_L ——纵向加劲肋的相对轴向刚度;

δ_t ——横向加劲肋的相对轴向刚度;

ε ——应变;

$\bar{\varepsilon}$ ——无量纲应变;

ε_e ——弹性极限应变;

$\varepsilon_{f0.2}$ ——对应于应力 $f_{0.2}$ 的应变;

$\varepsilon_{\max}$ ——最大应变;

ε_p ——比例极限应变;

ε_r ——残余应变;

ε_t ——破坏时的应变;

ε_u ——极限应变;

ε_0 ——基准应变; 截面重心处的应变;

$\varepsilon_{0.2}$ ——0.2%的应变;

η ——无量纲系数; 折算系数;

η_w ——对缝焊接的有效系数;

θ ——无量纲系数; 角度; 转动;

λ ——长细比;

$\bar{\lambda}$ ——标称长细比;

λ_{eq} ——等效长细比;

λ_M ——弯扭屈曲的标称长细比;

λ_0 ——习用长细比;

$\lambda_x (\lambda_y)$ ——绕 x (y)轴弯曲的长细比;

μ ——系数; 比值; 摩擦系数; 轴向荷载与欧拉荷载之比值;

ν ——泊桑系数; 安全系数;

$\nu_{0.2}$ ——弹性极限的安全系数;

ν_c ——弹塑性极限的安全系数;

ν_u ——极限强度的安全系数;

ξ ——无量纲系数;

ρ ——系数; 无量纲比值;

σ ——正应力;

$\bar{\sigma}$ ——无量纲应力;

σ_{adm} ——许容应力;

$\sigma_{adm,b}$ ——一个螺栓的容许应力;

$\sigma_{adm,w}$ ——焊缝的容许应力;

σ_c ——对应于导致受压构件破坏时的力求得的应力;

$\sigma_{c, glob}$ ——因整体屈曲而产生的破坏应力;

$\sigma_{c,k}$ ——特征破坏应力;

$\sigma_{c, loc}$ ——因局部屈曲而产生的破坏应力;

$\sigma_{c,m}$ ——平均破坏应力;

σ_{cr} ——欧拉临界应力 (用于受压构件);

$\sigma_{cr,0}$ ——欧拉临界应力 (用于无限大的平板);

$\sigma_{cr,x} (\sigma_{cr,y})$ —— x 和 y 方向同时承受轴向力的矩形板件在 x (y) 方向的欧拉临界应力;

$\sigma_{cr,x,0} (\sigma_{cr,y,0})$ ——仅在 x (y) 方向作用轴向力的矩形板件的欧拉临界应力;

$\sigma_{cr,id}$ ——理想临界应力;

$\sigma_{cr,red}$ ——折算临界应力;

σ_f ——翼缘的应力;

σ_g ——静荷载产生的应力;

σ_{gt} ——温度应力;

σ_{id} ——理想应力;

目 录

序言

符号表

1 铝 及 其 合 金	1
1.1 前言	1
1.2 铝的起源	3
1.3 生产过程	4
1.4 合金的分类	9
1.5 合金的种类	25
1.6 物理力学性能	26
1.7 设计的一般准则	32
参考文献	37
2 结 构 材 料	40
2.1 类型及形状	40
2.2 σ - ϵ 规律的特征	45
2.3 工业杆件的定义	68
2.4 几何缺陷	69
2.5 力学缺陷	73
参考文献	135
3 安 全 度 原 理	139
3.1 发展趋向	139
3.2 荷载条件	146
3.3 容许应力法	148
3.4 半概率方法	150
3.5 母材的强度	159

参考文献	161
4 焊接连接	163
4.1 焊接连接工艺	163
4.2 焊接连接的强度	171
参考文献	186
5 机械连接	188
5.1 连接工艺	188
5.2 连接的强度	196
5.3 螺栓抗剪连接	200
5.4 高强度钢螺栓的摩擦连接	209
5.5 铆钉抗剪连接	214
参考文献	216
6 结构构件的强度	217
6.1 使用极限状态	217
6.2 强度极限状态	221
6.3 截面的弯曲性能	232
6.4 超出弹性极限范围的截面性能	274
参考文献	295
7 结构构件的稳定性	297
7.1 一般原理	297
7.2 受压构件	315
7.3 受弯构件	388
7.4 压弯构件	398
7.5 板	414
参考文献	446

1 铝 及 其 合 金

1.1 前 言

土木工程中使用铝合金是一种新趋势。铝合金已经广泛地和成功地用于航空工业，从老式施瓦茨 (Schwarz) 号和策佩林 (Zeppelin) 号飞船到新式协和式 (Concorde) 和三叉戟 (Tupolev) TU144 飞行器。现在，这些材料还成功地用于其它运输部门，例如铁道工业 (地铁客车，卧车)，汽车工业 (卡车外壳，移动式起重机)，船舶工业 (民用和军用水上飞机，汽船)。

铝合金材料以什么样的方式可以满足土木工程结构的要求？又在哪些场合的应用可以与钢材 (一种使用更广泛的材料) 相竞争？本书试图通过选择论题的主要方面并依次进行讨论来回答这些问题。

本书主要是为结构工程师而编写的。这些结构工程师更熟悉在金属加工中为人们较深入了解和广泛地应用的钢结构。因而，文中将经常涉及到钢材，同时也经常给出这两种不同材料之间的比较，目的是突出铝合金材料的特有性能及其优缺点。希望通过这些比较，给结构工程师提供铝合金结构应用方面的有关知识，以便他们在设计中使用这些概念。

首先，可以把铝合金构件称为“工业棒材”。“工业棒材”意味着它们的性能将受到与生产工艺相关的不可避免的力学和几何缺陷的影响。铝合金构件中引入了极限状态概念。阐述和评论欧洲的建议和主要国家规范的理论 and 试验背景材料。这就可以使研究者和设计者懂得建议中所涉及到的基本原理，而不是不加鉴别

地利用它们的结果。

除了介绍与钢结构的主要差别外，还着重介绍了铝合金结构的设计准则，如果忽略这些准则，就可能产生各种错误。

这种新型建筑材料的早期文献是从冶金和工艺的角度写成的。第一章即为此目的而写。它包括了也许对有经验的冶金学家看来似乎是无价值的一些课题，但另一方面，这些课题将给试图了解铝合金的各种名称和生产过程的结构工程师们提供基本的技术发展现状。这一章介绍冶金历史（第1.2节），生产过程（第1.3节），分类方法包括化学成分和热处理（第1.4节），最后介绍合金的种类（第1.5节）。现已编成了各不相同的国际分类法，以便向设计者说明它们的意义。这就澄清了混乱的名称和简化了各种规范对铝合金结构的应用。为了在结构应用中提供一般的设计准则（第1.7节），有必要举例说明铝材的物理力学性能的一般范围（第1.6节）。

第2章介绍结构用铝合金材料，从力学性能观点和截面性能观点突出铝合金材料与钢材的主要差别。

第3章介绍规范的状况，提供各种国际标准中关于安全度、荷载和设计准则的一般梗概。

第4章和第5章分别提供焊接连接、螺栓连接的解析方法及其各种连接的形式。

第6章和第7章分别探讨构件的强度和稳定性。

很遗憾，现有的篇幅不允许更多地介绍铝合金结构其它方面的应用。疲劳解析也被删节了，它已经在意大利标准(UNI8364)中作了介绍，ECCS也即将出版适当的建议。此外，由于这个课题似乎研究得还不够充分，因此，我决定把这一解释推迟至在国际范围内达到一致意见之后。

本书利用SI单位制按固有的习惯处理问题，而符号则与ISO 3898规范相一致。计算方法中所遵循的方法论是半概率近似法，即使涉及到容许应力法也是如此。

每一章的末尾提供详细的参考文献。

1.2 铝的起源

英国化学家伦敦皇家学会的汉弗莱·戴维(Humphry Davy)先生,在他研制铝盐的时候(1807年),第一个预见到分离铝元素的可能性。18世纪末,盖顿·迪·莫维奥(Guyton De Morveau)在他研究古代“铝锌合金”期间发现了这些元素。在涉及到公元前16世纪埃及文化中首次记载的有可疑成分的材料时,使用了来自拉丁文“allumen”这个词。

几年后,奥斯特(Oersted)在研究戴维发现的碱金属的时候,分离出微量的这种新金属。1827年,德国化学家沃勒(Whorler)获得了第一块铝矿块,这块铝矿块至今仍陈列在哥廷根(Göttingen)大学的博物馆里。

可以说,尽管铝金属的诞生充满着生命力,但由于它的来源不明确,以至在经过二十年之后,铝材料才得以使用。

这种新金属的外表、重量和延性引起了人们的兴趣。因而,努力用工业方法生产这种金属。1854年,亨利·圣-克莱尔(Henry Sainte-Claire)发明了电解还原工艺从钠和铝的复式氯化物中提炼铝金属,从而,开创了未来工业生产工艺的新阶段。

生产出来的第一批铝金属用来铸造纪念沃勒的金属货币;拿破仑三世亲自签示的第一道政府命令;生产安装在帝国军团军旗上的铝鹰徽。由于铝金属的色泽光亮,因此,那时人们称它为“银土”。

法国的波尔·路易斯·图森特·赫罗特(Paul Louis Touissant Héroult)(1863~1914)对这种新金属很感兴趣。1866年,他分别在法国和瑞士获得了工业生产铝金属的电解工艺专利。

令人难以相信的巧合,跟赫罗特没有联系的查尔斯·马丁·霍尔(Charles Martin Hall)(1863~1914),在美国于同一时间里获得了同样的结果。他的工艺用于现在美国铝业公司(ALCOA)的生产中。

可以认为,赫罗特和霍尔两人的经历令人惊讶的相似:他们

生于同一年，研究同样的课题，获得相同的成果，创立相同的工艺技术，死于第一次大规模地使用铝合金期间的第一次世界大战开始的同一年。

1.3 生产过程^[1,2]

1.3.1 从矿物质到结构构件

铝金属生产的第一步是从铝土矿中以熔融的方式（第一次熔炼）提炼得到的。铝土矿的成分是氧化铝、氧化铁、硅和结合水。为了适合于生产工艺，必须把熔融的铝铸成形状和尺寸适合于所采用的加工工艺的锭坯。

生产铝金属需要大量的电力（每吨需要约20000kWh）。这就是为什么首次熔炼铝是在具有大量廉价电力的地区的原因〔应该注意，铝生产的最初中心是靠近水电站，例如瑞士的白豪森（Nordhausen）〕。

从另一方面来说，由于铝的熔点低（660℃），因而铝合金的加工不需要大量电力。厚度为5~6mm的板材是由铝坯通过热轧方法生产的。为了得到更薄的板材，需要采用冷轧方法。冷轧过程引起加工硬化，加工硬化程度与产品中存在的合金含量成比例，因此，需要进行退火处理来提高其延展性。

铝合金的最大优点之一是它们可以用压力机挤压成型（图表1-1a）。挤压工艺可以生产出用热轧方法不可能得到的任何形状的型材产品（图表1-1b）。这是铝胜于钢的主要优点之一，在铝与其它金属的经济比较中是应该加以考虑的。

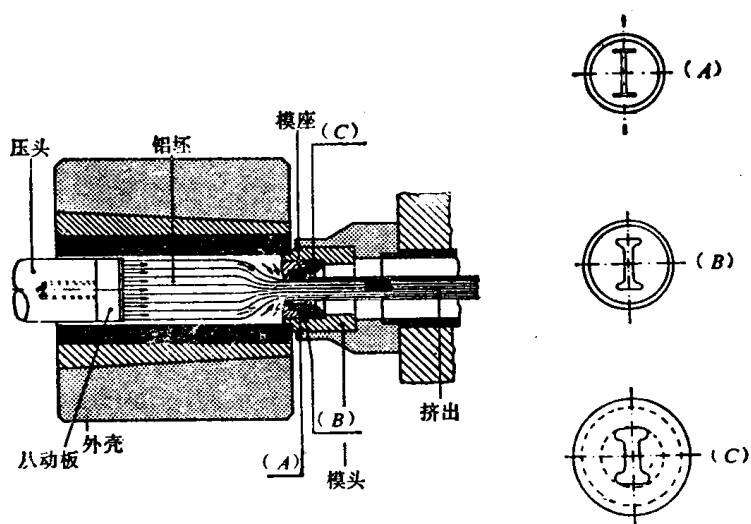
挤压过程包括下列阶段：

（1）铝坯加热到挤压温度。

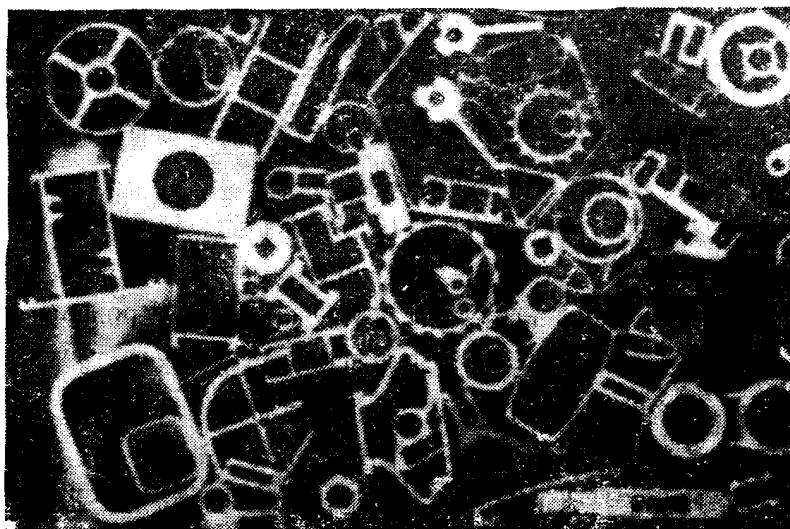
（2）把加热的铝坯放入压力机的模体里，其出口用板模扼住。

（3）板模（一般由高强度回火钢制成）孔口形状给定了挤压型材的外部形状。

（4）用压力棒施加强大的压力（压力从250~1000Nmm⁻²）。



图表 1-1a



图表 1-1b

(5) 挤压型材从板模挤出 (图表1-1c)。挤压型材 的长度受挤压比的影响, 挤压比为铝坯的截面与挤压型材之比。

(6) 挤压过程完了之后, 在矫直台上给挤压型材施加强大