

电子仪器 铝型材机箱

何铁刚 程少军 编

30.3

国防工业出版社

内 容 简 介

本书较全面地介绍了国内、外电子仪器常用的几种铝型材机箱的结构型式和特点，并结合典型结构进行分析。

全书共七章，第一章介绍机箱设计的基本知识；其余各章依次介绍型材围框结构机箱、型材钣金结构机箱、型材组合结构机箱、型板结构机箱和压铸结构机箱及机箱的常用附件。

本书可供从事电子仪器机箱设计和制造的工程技术人员、工人以及有关专业的大专院校师生参考

电子仪器铝型材机箱

何铁刚 程少军 编

*

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₃₂ 印张 5³/₄ 122千字

1981年12月第一版 1981年12月第一次印刷 印数：0,001—3,500册

统一书号：15034·2255 定价：0.62元

前 言

以铝型材为主要结构件制作电子仪器机箱，是加速电子仪器生产的一种手段。与钣金结构机箱相比，铝型材机箱结构简单，成本低廉，易于装配，生产效率高，为高速发展电子仪器生产提供了有利条件。

为了大力推广铝型材机箱，我们将国内一些工厂企业研制、经四机部优选的五种典型机箱加以分析和总结，编写了这本书。本书第一章着重介绍了铝型材的生产工艺、设计原则和有关注意事项；二至六章对五种典型机箱的结构型式、主要结构件、装配方法以及优缺点作了较详细的介绍；为了生产机箱时能够齐套，第七章介绍了常用的机箱附件，以供设计、选用时参考。

本书部分内容曾经天津铝合金厂胡星同志协助修改，最后由天津实验工厂邹德纯同志对全书进行全面审阅，在此表示衷心的感谢。

由于我们业务水平有限和实践经验不足，难免出现缺点和错误，诚挚地欢迎广大读者批评指正。

目 录

第一章	机箱设计的基本知识	1
第一节	机箱结构设计基本原则	1
第二节	铝型材设计的基本知识	6
第二章	型材围框结构机箱	17
第一节	机箱结构型式	18
第二节	典型结构分析及工艺	22
第三节	主要特点和存在问题	31
第三章	型材钣金结构机箱	33
第一节	概述	33
第二节	机箱的结构组成	33
第三节	主要特点和存在问题	43
第四章	型材组合结构机箱	45
第一节	概述	45
第二节	机箱的结构型式	47
第三节	典型结构分析	54
第四节	机箱特点及应注意的问题	67
第五章	型板结构机箱	72
第一节	概述	72
第二节	机箱的结构型式	72
第三节	典型结构分析	79
第四节	型板结构机箱的特点及存在问题	90
第六章	压铸结构机箱	92
第一节	概述	92
第二节	机箱的结构型式	92
第三节	典型样机分析	95
第四节	压铸机箱的特点和存在问题	113
第七章	常用的机箱附件	116
附录一	电子设备主要结构尺寸系列	167
附录二	铝及铝合金热挤压型材	174

第一章 机箱设计的基本知识

电子仪器的完整外壳结构，称为电子仪器机箱（本书简称机箱）。机箱是保证电子仪器正常工作的重要部件之一。它应具备必要的强度和刚度，用以支撑和安装元、器件和线路，确定整体布局；支撑和安装仪器内部的电连接和操作调节装置，完成输送和转换电信号，传递调整和操纵的运动，以保证实现产品的技术指标。为了保护内部结构、线路与元、器件不受或减少外界气候、机械、电磁因素的影响，根据产品的需要，机箱应具备防振、防冲击和防潮、防霉、防盐雾（俗称三防）、屏蔽、接地、通风散热等方面的优良性能。

机箱的种类繁多，本书着重介绍各种电子仪器的台式铝型材机箱。

第一节 机箱结构设计基本原则

根据产品的技术要求和使用条件，机箱结构设计必须注意以下的基本原则：

1. 保证实现整台仪器的技术指标

电子产品的技术指标主要体现在电性能方面，但是它与机箱结构有着密切的联系。各类电子仪器都应当满足产品技术条件和四机部制订的通用技术条件的要求。电子仪器能否顺利通过高、低温、潮湿、振动、冲击等环境试验与机箱的强度、刚度、散热能力、抗腐蚀性等性能，都有着不可分割的

联系。

2. 具备良好的工艺性

机箱结构设计应具备良好的工艺性。结构与工艺密切相关。采用不同的结构，便决定了不同的工艺。设计时，必须考虑材料来源稳定，生产设备简单，便于采用自动化，提高劳动生产率，降低成本。

3. 要求体积小、重量轻

电子仪器机箱的外形尺寸，应根据电路各单元的情况，布局尽量紧凑合理，提高空间利用率，选用标准中较小的尺寸系列。电子仪器的重量，应通过简化结构、减少零件以及尽量采用铝合金和工程塑料，减少黑色金属零件等方法，以达到减轻重量的目的。

4. 提高可靠性

电路和结构的可靠性，是电子仪器的一个重要技术指标。机箱结构是由许多部分组成，若有一处薄弱环节，就会降低设备的可靠性。例如，对于机箱骨架结构，其薄弱环节在横梁、侧梁和立柱三者的连接处，设计时应当使这部分强度与其他部分相等。如果采用螺钉连接，要注意使螺钉承受拉伸应力，避免承受剪切应力。在三个棱边——横梁、侧梁和立柱中，横梁是薄弱环节。要注意使它在立柱上有支点，成为简支梁，避免成为悬臂梁。在所有螺钉连接处，都要加上弹簧垫圈防松，以提高连接的可靠性。

5. 推行积木化结构

采用积木化结构是缩小体积，提高互换性及空间利用率的有效办法。设计中要根据积木化的原则仔细考虑，合理安排。首先依据电原理图来划分分机，再由分机划分各单元插

件。元、器件是最基本的积木件，从元、器件到单元插件，最后到分机（一个机箱）是一个三级积木件的装配过程。各种积木件的三度方向尺寸模数要选择适当，使得在既定的机箱空间内，堆积尽可能多的积木件，以提高其通用化程度。

6. 装配简单、维修方便

根据积木化原则设计的机箱，其装配是简便的。当采用螺钉连接时，只须用一把螺丝刀拧紧螺钉，就可以把组装的积木件固为一体，成为机箱骨架。面板、盖板以及机箱各附件的装拆都要力求简便。上盖板和侧盖板要易于抽出或掀开，使内部结构全部裸露，以便于维修。

7. 造型美观大方

进行机箱设计时，应在结构型式、材料、表面涂覆工艺等方面，根据装饰性的要求，进行合理的选择，使得造型美观大方。

8. 贯彻标准化、通用化、系列化

工厂企业最好选用一种结构型式的机箱作为企业的标准机箱，象其他标准件一样，安排大量生产，入库备用。电子仪器种类虽然繁多，但在通用化的指导原则下，采用同一种结构的机箱是可行的。标准机箱的图纸、文件、工艺应单独齐套，这样可以简化设计过程，避免重复工作，缩短新产品试制周期。

机箱的结构设计，主要进行以下几方面的工作。

1. 确定结构型式

根据电子仪器的使用要求、材料的生产、供应情况，工厂设备和工人技术水平等因素，从常用的典型结构中选择适当的结构型式。

2. 机箱骨架结构设计

电子仪器机箱常用的几何形状，为一扁平平行六面体，如图 1-1 所示，其骨架可以看作由十二根棱边构成。它承受仪器的自重和负荷，决定机箱的强度和刚度。

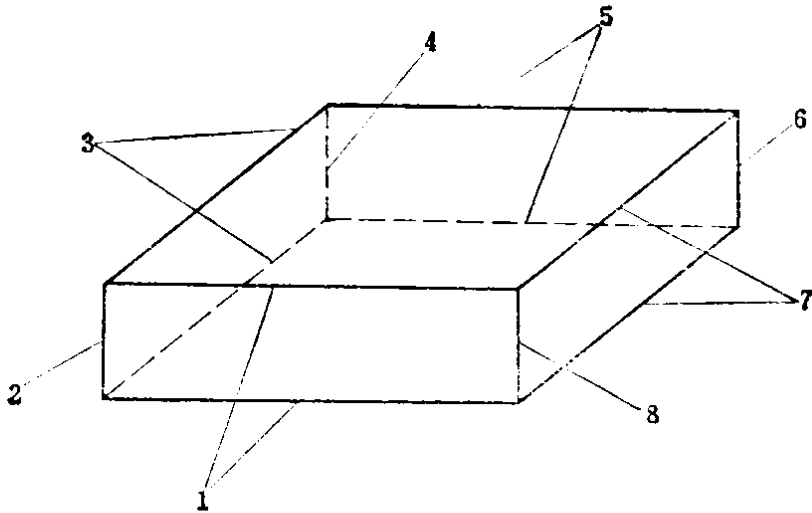


图1-1 机箱骨架示意图

1—前横梁；2、8—前立柱；3、7—侧梁；
4、6—后立柱；5—后横梁。

电子仪器机箱的骨架，可以由梁和立柱直接连接组成，也可以先由前横梁与前立柱构成前框，后横梁与后立柱构成后框，或者侧梁与前后立柱构成侧框，然后再分别用腰带和横梁将框架连接，构成机箱骨架。目前普遍采用的典型机箱结构，按其骨架的组成不同，分成六种基本型式：

- 1) 钣金结构机箱，其前、后框和侧框由金属薄板折弯制成；
- 2) 型材围框结构机箱，其前、后框或侧框由型材折弯制成；
- 3) 型材-钣金组合结构机箱，其骨架由型材和钣金件构成；

4) 型材组合结构机箱, 由型材制成的横梁、侧梁和立柱组成骨架;

5) 型板结构机箱, 其前、后框或侧框采用型板与铝型材构成骨架;

6) 压铸结构机箱, 用大面积薄壁铸件作侧框或前、后框构成骨架。

综合以上介绍的机箱骨架组成情况, 机箱设计工作可以归纳为: 型材设计、型板设计、压铸侧壁设计、钣金零件设计, 以及组成机箱骨架的各部分间的连接方式的设计。

3. 尺寸系列的确定

电子仪器机箱的尺寸系列, 应选用四机部标准电子设备主要尺寸系列(SJ140-77)台式机箱部分(标准见本书附录一)机箱的宽度尺寸应尽量选用440毫米。这样, 当每边加上宽度为20毫米的上架弯角件后, 恰好等于480毫米宽的面板宽度, 能够装入开档宽度为480毫米的机架, 可满足台式、装架式两用的需要。

4. 材料选用

机箱的主要结构件, 如型材、型板、面板、盖板以及压铸侧壁等的材料, 目前多选用铝合金, 并尽可能不采用黑色金属板料和棒料制作的零件。

5. 面板、盖板的固定

机箱面板和盖板的固定, 应尽量减少螺钉外露。在进行型材设计时, 对此必须仔细考虑, 因为它在很大程度上决定了型材的一部分形状和尺寸。一般常采用在型材的T形槽中置入方螺母, 用螺钉紧固, 或插入型材槽中固定, 或嵌入型材槽中夹紧的各种快锁装置。

6. 热处理及表面涂覆

机箱型材零件以及面板、盖板等零件的热处理及表面涂覆，是机箱设计中不可忽视的一个方面。原则是在防护和装饰上都要选取合理的设计方案。

7. 机箱间的连接

在仪器使用过程中，需要数个机箱叠放时，为了防止因振动、冲击而使机箱倾倒，必须采用简单可靠、操作方便的连接固定装置，使它成为一整体，提高稳定性。

8. 机箱附件的设计

机箱附件通常指箱体以外的附加零件，如垫角、仰角装置、提把、拉手以及上架弯角等零件。这些零件要求美观耐用，并使仪器便于操作和搬动。

第二节 铝型材设计的基本知识

在上节介绍的六种典型机箱中，应用较广泛的是型材围框结构机箱、型材-钣金组合结构机箱、型材组合结构机箱。这三种结构的机箱设计的关键之一是铝型材的设计。此外，型板结构、压铸结构机箱也要采用铝型材。一个完美的电子仪器机箱设计，在很大程度上取决于对铝型材的合理使用。

型材是将某一平面几何图形，沿与其垂直的直线轨迹在空间平行移动所形成的条料。采用铝及铝合金通过热挤压或轧制的方法制成的条料，称为铝型材。如果用钢通过轧制的方法制成的条料，称为钢型材。

一、铝型材结构的优点

多年来的机箱生产实践，证明电子仪器采用铝型材结构

的主要优点是:

1. 简化产品设计过程

由于采用铝型材,可以根据不同需要,应用积木化原理组装成各种结构型式,简化了设计,缩短了投产周期。和钣金结构相比,避免了结构复杂、零件繁多、设计工作量大等一系列缺点。

2. 简化生产过程

由于型材结构的加工工序只需下料、打孔和很少的折弯,加工简单,装配方便,避免了钣金结构的多工序加工,使生产过程大为简化。同时减轻了大量手工操作的钣金劳动强度,既提高了生产效率又便于采用自动化生产手段。

3. 减轻设备重量

据统计,电子仪器机箱采用铝型材结构后,比原采用黑色金属的钣金结构重量减轻约 60%。

4. 减少工、模具的数量

据统计,一台台式金属薄板机箱大约需要 40 副模具,而采用铝型材结构最多只需 20 副。

5. 节省材料。

6. 便于贮存和运输。

7. 有利于标准化、通用化和系列化。

二、型材的制造工艺

生产热挤压铝型材最常用的一种工艺流程如下:

配料→熔炼(电炉)→铸造→锯切→取样→加热→挤压
→加热→挤压→淬火→自然时效→矫直→取样→切成品→检验(表面检查和尺寸检查)→过秤入库→包装。

型材因为是采用铝合金挤压成型,故常用形变铝合金加

工制造，经常选用的材料有防锈铝、锻铝和硬铝。它们的机械强度、可加工性、耐蚀性和氧化着色性能互有差异，列于表 1-1。

表1-1 挤压型材常用铝合金性能比较

合金种类	抗拉强度 (公斤/ 毫米 ²)	伸长率 δ (%)	切削加 工性	可焊性	氧化着色	耐蚀性	推荐意见
L1~L7	10	20	变好	变坏	变坏	变坏	
LF21	17	16					△ ^①
LF2	20	12					(△) ^②
LF3	23	12					△
LF5	24	12					△
LD2	30	10					(△)
LY11	36	10					△
LY12	40	10	↓	↓	↓	↓	△

① △表示可以采用；

② (△)表示可优先采用。

LF 2 和 LD 2 同为中等强度铝合金，可作为电子设备常用结构材料。LF 2 虽然比 LD 2 强度略低些，但是不需淬火时效，热挤压后即可使用，生产方便并具有表面光亮、光洁度高、成形好，适用于弯曲加工、良好的耐蚀性及氧化着色好等等优点，其缺点是切削加工性略差。因此挤压型材选材时，首先应考虑采用 LF 2。如果对强度及切削加工性能有更高的要求时，再考虑采用锻铝和硬铝。

锻铝 LD 2 经淬火人工时效后，抗拉强度比 LF 2 提高 10 公斤/毫米²，切削加工性能和氧化着色性能良好；但它的淬火、人工时效比较麻烦。最好先在型材生产工厂进行淬火，使用单位采用时，经下料、调直、调扭后再进行人工时效。如果先进行人工时效，材料塑性降低，调直调扭就不好进

行了。

硬铝是高强度铝合金，抗拉强度达到 40 公斤/毫米^2 ，但是，由于它存在耐蚀性很差，氧化着色不好，不宜进行焊接等缺点，一般用于负荷过大，要求很高强度的场合。

材料选择好了以后，经过电炉熔炼，铸造成铝锭，在挤压之前先行加热，加热到一定温度（一般在 500°C 左右），然后放入挤压机料筒的封闭腔内，通过挤压轴施加一定的压力，强迫金属变形，使其从一个预先设计的模孔内挤出，便成为具有固定截面形状的型材，见图 1-2。

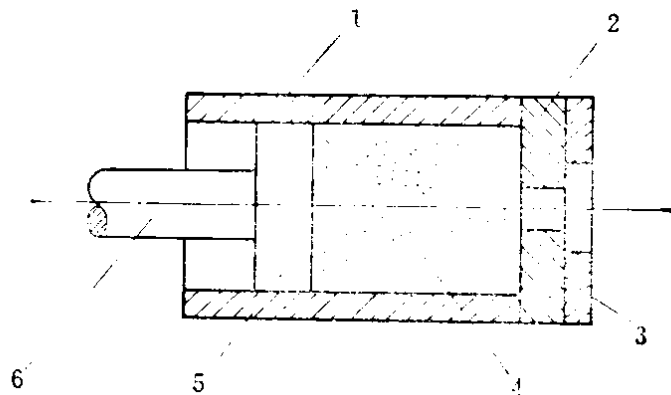


图1-2 挤压成型示意图

1—料筒；2—挤压模；3—模垫；
4—铝合金；5—挤压垫；6—挤压轴。

在挤压过程中，应使材料的延伸率保持在一定的范围，即 $6.5\% < \delta < 10\%$ 。

因为不同的铝及铝合金的塑性不同，故需要采用不同的挤压速度，具体数值列于表 1-2。

型材可能挤压的截面积范围为 $0.2 \sim 350 \text{ 厘米}^2$ ，型材截面的极限尺寸、挤压筒直径及挤压吨位，可按表 1-3 选择。

为了保证挤压工序的正常进行，应当选择合理的挤压系

表1-2 材料的挤压速度

材 料	挤压速度 (米/分)
AL	40~60
LD1	30
LF2	4~8
LY12	1~1.5

数 λ 。即

$$\lambda = \frac{F_0}{\Sigma F}$$

其中 F_0 ——料筒面积；

ΣF ——挤压模模孔总面积。

一般取 $\lambda_{\max} = 30 \sim 50$ 。

表1-3 型材截面极限尺寸和挤压机吨位的关系

挤压机吨位 (吨)	挤压筒直径 (毫米)	截面极限尺寸 (毫米)	最小壁厚 (毫米)
300	72	60	1
750	85, 95	80	1.5~2
800	110, 130	110	1.5~2
1200	115, 130	120	1.5~2
2000	170, 200	180	2~3
5000	360, 420, 500	350	3~4.5

前面介绍的工艺流程中，第一次挤压是在较大吨位的挤压机上预制毛坯，第二次挤压是再将毛坯挤压成型材。进行两次挤压的目的是为了提高制品的机械性能和抗腐蚀性能。

型材成型后的一个重要工序是热处理。常用的热处理方法有以下几种：

1. 淬火

把合金加热到接近共晶点温度，然后急速冷却，使高温时的合金组织以过饱和固溶体的形式固定下来。这种热处理称为淬火。例如铝合金 LY12 淬火温度为 $T = 497 \sim 503^\circ\text{C}$ (误差 $\pm 2.5^\circ\text{C}$)。在退火状态下，抗拉强度 $\sigma_b = 21$ 公斤/毫米²，淬火后，经过时效， σ_b 可达 47 公斤/毫米²，可见，经过淬火后时效处理，材料的强度约提高一倍多。

2. 退火

把合金加热到再结晶温度以上，保温一段时间，使材料硬度降低的热处理称为退火。铝合金 LY12 的退火温度 $T = 350 \sim 450^\circ\text{C}$ 。退火的目的是使材料降低硬度，提高塑性，便于弯边加工。

3. 时效

制品经淬火后，使之自然强化的热处理称为自然时效。若制品经淬火后，加热到 $150 \sim 180^\circ\text{C}$ ，保温 6 ~ 12 小时，使强化过程加速进行，则称为人工时效。

适用于热挤压的形变铝合金，分为热处理可强化的铝合金 (LD 2, LY11, LY12, LC 4) 及热处理不可强化的铝合金 (LF21, LF 2, LF 3, LF 5) 两类。可强化的铝合金在淬火后时效，可使其强化。这一类合金中，型号不同，时效方法也不同。例如 LY11、LY12 等材料，用淬火后自然时效较好，人工时效反而会使强度下降；而 LC 4 合金淬火后，因自然时效过程进行缓慢，会产生应力腐蚀，则必须用人工时效来加速强化过程。不可强化的铝合金，淬火后强度反而下降，因此不宜进行热处理。

用于挤压型材的几种铝合金，各有其适宜的热处理方法，列于表 1-4。

表1-4 热处理方法

合金 牌号	热处理 符号	热 挤 压	退 火	淬火自然时效	淬火人工时效
		R	M	CZ	CS
LF2, LF3 LF5, LF21		△ ^①	△		
LD2					▲
LY11, LY12				△	
LC4					△

① 符号△表示为可采用的热处理方法。

三、型材的设计

1. 型材设计的基本原则

在四机部电子设备结构用铝型材优选会议上，优选编入图册的型材有 282 种。因此，进行结构设计时，一般应采用图册中现有的型材，只有在下述情况下，才需要自行设计型材：（一）对结构有特殊的要求；（二）对原有型材品种有合理的改进设计；（三）结构最新设计的需要。

在设计新品种型材时，应注意以下几点：

1) 根据电子设备的结构型式进行型材设计。不同类型的机箱选用的型材不同，往往用一组型材截面构成一种结构体制的机箱。

2) 根据结构件的连接方式进行型材设计。由于结构件连接方式的不同，要求型材截面带有 T 形槽、十字槽及预制孔等，以满足连接安装上的需要。

3) 根据结构的外观造型进行型材设计。台式机箱要求

外观具有四尖角的扁平长方形或双梯形，避免采用大圆角及流线型。机箱骨架在盖板装好以后，其裸露部分，力求线条清晰挺拔，整机外观精致美观，颜色协调。

4) 符合结构与工艺标准化、系列化的要求。设计机箱时，应使其外形尺寸满足四机部部标 SJ140-77 的规定，型材截面的尺寸也必须符合这一要求。型材生产技术条件及包装运输方面的要求，应符合冶金部标准 (YB 1703-77)，见附录二。

5) 尽量能用于多种场合，具有通用性。

6) 工艺简便，容易制造。

2. 型材设计的工艺要求

铝型材挤压成型的工艺，在很大程度上取决于型材截面的设计，所以当进行型材设计时，必须注意挤压工艺对型材截面形状的要求。通过生产实践经验的归纳，对截面形状的基本要求如下：

1) 型材截面应尽量对称，壁厚要均匀。图 1-3(a) 所示为不对称、厚薄不均匀的截面。这种截面在挤压时，常因材料受到的阻力及流动速度在厚薄处不同，形成刀形弯曲。

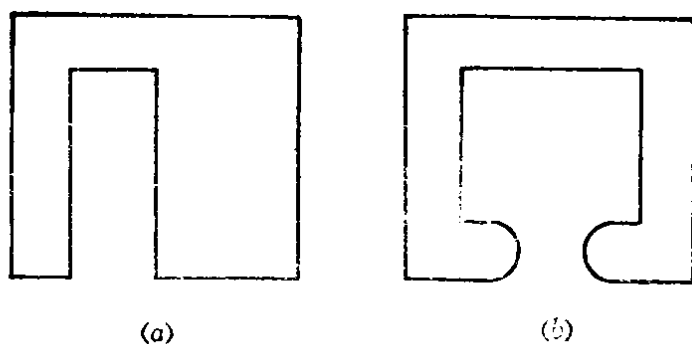


图1-3 型材截面的改进

(a) 厚薄不均的截面；(b) 改进后的截面。