第一章　概　论

第一节　建筑垃圾

一、建筑垃圾的定义

建设部颁布的《城市垃圾产生源分类及垃圾排放》（CJ/T 3033—1996）将城市垃圾按其产生源分为九大类，这些产生源包括居民垃圾产生场所、清扫垃圾产生场所、商业单位、行政事业单位、医疗卫生单位、交通运输垃圾产生场所、建筑装修场所、工业企业单位和其他垃圾产生场所。建筑垃圾即为在建筑装修场所产生的城市垃圾，实际工作中建筑垃圾通常与工程渣土归为一类。根据建设部 2003 年 6 月颁布的《城市建筑垃圾和工程渣土管理规定（修订稿）》，建筑垃圾、工程渣土，是指建设、施工单位或个人对各类建筑物、构筑物等进行建设、拆迁、修缮及居民装饰房屋过程中所产生的余泥、余渣、泥浆及其他废弃物。

二、建筑垃圾的特性

建筑垃圾与其他固体废物相似，具有鲜明的时间性、空间性和持久危害性。

（1）时间性

任何建筑物都有一定的使用年限，随着时间的推移，所有建筑物最终都会变成建筑垃圾。另一方面，所谓“垃圾”仅仅相对于当时的科技水平和经济条件而言，随着时间的推移和科学技术的进步，除少量有毒有害成分外，所有的建筑垃圾都可能转化为有用资源。例如，废混凝土块可作为生产再生混凝土的骨料；废屋面沥青料可回收用于沥青道路的铺筑；废竹木可作为燃料回收能量。

（2）空间性

从空间角度看，某一种建筑垃圾不能作为建筑材料直接利用，但可以作为生产其他建筑材料的原料而被利用。例如，废木料可用于生产黏土-木料-水泥复合材料的原料，生产出一种具有质量轻、导热系数小等优点的绝热黏土-木料-水泥混凝土材料。又如，沥青屋面废料可回收作为热拌沥青路面的材料。

（3）持久危害性

建筑垃圾主要为渣土、碎石块、废砂浆、砖瓦碎块、混凝土块、沥青块、废塑料、废金属料、废竹木等的混合物，如不做任何处理直接运往建筑垃圾堆场堆放，堆放场的建筑垃圾一般需要经过数十年才可趋于稳定。在此期间，废砂浆和混凝土块中含有的大量水合硅酸钙和氢氧化钙使渗滤水呈强碱性，废石膏中含有的大量硫酸根离子在厌氧条件下会转化为硫化氢，废纸板和废木材在厌氧条件下可溶出木质素和单宁酸并分解生成挥发性有机酸，废金属料可使渗滤水中含有大量的重金属离子，从而污染周边的地下水、地表水、土壤和空气，受污染的地域还可扩大至存放地之外的其他地方。而且，即使建筑垃圾已达到稳定化程度，堆放场不再有有害气体释放，渗滤水不再污染环境，大量的无机物仍然会停留在堆放处，占用大量土地，并继续导致持久的环境问题。

三、建筑垃圾对环境的影响

建筑垃圾具有数量大、组成成分种类多、性质复杂等特点，建筑垃圾污染环境的途径

需要全本请访问 www.ertongbook.com

多、污染形式复杂。建筑垃圾可直接或间接污染环境，一旦建筑垃圾造成环境污染或潜在的污染变为现实，消除这些污染往往需要比较复杂的技术和大量的资金投入，耗费较大的代价进行治理，并且很难使被污染破坏的环境完全复原。

建筑垃圾对环境的危害主要表现在以下几个方面：侵占土地，污染水体、大气和土壤，影响市容和环境卫生等。

1. 侵占土地

目前我国绝大部分建筑垃圾未经处理而直接运往郊外堆放。据估计，每堆积 10000t 建筑垃圾约需占用 $0.067hm^2$ 的土地。我国许多城市的城市近郊处常常是建筑垃圾的堆放场所，建筑垃圾的堆放占用了大量的生产用地，从而进一步加剧了我国人多地少的矛盾。随着我国经济的发展、城市建设规模的扩大以及人们居住条件的提高，建筑垃圾的产生量会越来越大，如不及时有效的处理和利用，建筑垃圾侵占土地的问题会变得更加严重。

2. 污染水体

建筑垃圾在堆放场经雨水渗透浸淋后，由于废砂浆和混凝土块中含有的大量水合硅酸钙和氢氧化钙、废石膏中含有的大量硫酸根离子、废金属料中含有的大量重金属离子溶出，同时废纸板和废木材自身发生厌氧降解产生木质素和单宁酸并分解生成有机酸，堆放场建筑垃圾产生的渗滤水一般为强碱性并且含有大量的重金属离子、硫化氢以及一定量的有机物，如不加控制让其流入江河、湖泊或渗入地下，就会导致地表和地下水的污染。水体被污染后会直接影响和危害水生生物的生存和水资源的利用。

3. 污染大气

建筑垃圾废石膏中含有大量硫酸根离子，硫酸根离子在厌氧条件下会转化为具有臭鸡蛋味的硫化氢，废纸板和废木材在厌氧条件下可溶出木质素和单宁酸并分解生成挥发性有机酸，这些有害气体排放到空气中就会污染大气。

4. 污染土壤

建筑垃圾及其渗滤水所含的有害物质对土壤会产生污染，其对土壤的污染包括改变土壤的物理结构和化学性质，影响植物营养吸收和生长；影响土壤中微生物的活动，破坏土壤内部的生态平衡；有害物质在土壤中发生积累，致使土壤中有害物质超标，妨碍植物生长，严重时甚至导致植物死亡；有害物质还会通过植物吸收，转移到果实体内，通过食物链影响人体健康和饲喂的动物；此外，建筑垃圾携带的病菌还会传播疾病，对环境形成生物污染等。

5. 影响市容和环境卫生

目前我国建筑垃圾的综合利用率很低，许多地区建筑垃圾未经任何处理，便被施工单位运往郊外或乡村，采用露天堆放或简易填埋的方式进行处理，而且建筑垃圾运输大多采用非封闭式运输车，不可避免地引起运输过程中的垃圾遗撒、粉尘和灰砂飞扬等问题，严重影响了城市的容貌和景观。

第二节　建筑垃圾管理的技术政策和经济政策

一、建筑垃圾管理的技术政策

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》确立了我国固体废物污染防治的“三化”原则，即固体废物污染防治的“减量化、资源化、无害化”原则，这也是我国建筑垃圾管理的基本技术政策。

1. 减量化

建筑垃圾的减量化是指减少建筑垃圾的产生量和排放量，是对建筑垃圾的数量、体积、种类、有害物质的全面管理，亦即开展清洁生产。它不仅要求减少建筑垃圾的数量和减小其体积，还包括尽可能地减少其种类、降低其有害成分的浓度、减轻或消除其危害特性等。减量化是防止建筑垃圾污染环境优先考虑的措施，即在“三化”中，首先考虑的是减量化。对我国而言，应当鼓励和支持开展清洁生产，开发和推广先进的施工技术和设备，充分合理利用原材料等，通过这些政策措施的实施，达到建筑垃圾减量化的目的。

2. 资源化

建筑垃圾的资源化是指采取管理和技术从建筑垃圾中回收有用的物质和能源。它包括以下三方面的内容。①物质回收，即从建筑垃圾中回收二次物质。例如，从建筑垃圾中回收废塑料、废金属料、废竹木、废纸板等。②物质转换，即利用建筑垃圾制取新形态的物质。例如，利用废混凝土块作生产再生混凝土的骨料，利用废屋面沥青料作沥青道路的铺筑材料等。③能量转换，即从建筑垃圾处理过程中回收能量，生产热能或电能。例如，通过建筑垃圾中的废塑料、废纸板和废竹木的焚烧处理回收热量或进一步发电，利用建筑垃圾中的废竹木作燃料生产热能。

3. 无害化

建筑垃圾的无害化是指通过各种技术方法对建筑垃圾进行处理处置，使建筑垃圾不损害人体健康，同时对周围环境不产生污染。建筑垃圾的无害化主要包括两方面的内容：①分选出建筑垃圾中的有毒有害成分，如建筑垃圾中的含汞荧光灯泡、含汞高亮度放电灯、含汞自动切换开关、含多氯联苯的照明镇流器、含铅铬电池、含铅防雨板、铅管、涂含铅油漆的木料（门框、窗沿）以及其他如油漆、杀虫剂、清洁剂等废弃的有毒化学产品，并对其按照危险废物的处理处置标准进行处理处置；②建造专用的建筑垃圾填埋场对分选出有毒有害成分后的建筑垃圾进行填埋处置。

二、建筑垃圾管理的经济政策

我国目前在用经济手段管理建筑垃圾方面的力度不大，这里介绍几项国外比较普遍采用的主要经济政策，其中部分已在我国开始实施。

1.“排污收费”政策

“排污收费”是根据固体废物的特点，征收总量排污费和超标排污费。固体废物产生者除了需承担正常的排污费外，如超标排放废物，还需额外负担超标排污费。目前我国尚未对不同建筑类型所产生建筑垃圾的产生和排放量进行统计和分析，缺乏建筑垃圾产出和排放标准。为了大量减少建筑垃圾的产生，建议有关部门首先对建筑垃圾做一次普查，以确定建筑垃圾的产出量，从而制定建筑垃圾产出标准。以此为基准，征收建筑垃圾的总量排污费和超标排污费。

2.“生产者责任制”政策

“生产者责任制”是指产品的生产者（或销售者）对其产品被消费后所产生的废弃物的管理负有责任。例如对包装废物，规定生产者首先必须对其商品所用包装的数量和质量进行限制，尽量减少包装材料的用量；其次，生产者必须对包装材料进行回收和再利用。建筑施工垃圾中废包装材料占 25%～30%，由此可见，如果严格实行“生产者责任制”，建筑垃圾尤其是建筑施工垃圾的产量可以大大减少。

3. “税收、信贷优惠”政策

“税收、信贷优惠”政策就是通过税收的减免、信贷的优惠，鼓励和支持从事建筑垃圾管理和资源化的企业，促进环保产业长期稳定的发展。

建筑垃圾资源化是无利或微利的经济活动，政府要建立政策支持鼓励体系，一方面，对从事垃圾资源化的投资和产业活动免除一切税项，以增强垃圾资源化企业的自我生存能力；另一方面，政府对从事垃圾资源化投资经营活动的企业给予贷款贴息的优惠。

4. “建筑垃圾填埋收费”政策

“建筑垃圾填埋收费”是指对进入建筑垃圾最终处置的建筑垃圾进行再次收费，其目的在于鼓励建筑垃圾的回收利用，提高建筑垃圾的综合利用率，以减少建筑垃圾的最终处置量，同时也是为了解决填埋土地短缺的问题。目前我国的建筑垃圾处置收费普遍过低，如上海市建筑垃圾处置收费标准为每吨 1～2 元；北京市收费标准为每吨 1.5 元。如此低廉的排污收费标准，很难达到鼓励建筑垃圾回收利用、提高建筑垃圾综合利用率的目的，因此提高建筑垃圾填埋处置收费标准是当务之急。

第三节　建筑垃圾的分类与组成

一、建筑垃圾的分类

根据《城市建筑垃圾和工程渣土管理规定（修订稿）》，建筑垃圾是指建设、施工单位或个人对各类建筑物、构筑物等进行建设、拆迁、修缮及居民装饰房屋过程中所产生的余泥、余渣、泥浆及其他废弃物。按照来源分类，建筑垃圾可分为土地开挖、道路开挖、旧建筑物拆除、建筑施工和建材生产垃圾五类，主要由渣土、碎石块、废砂浆、砖瓦碎块、混凝土块、沥青块、废塑料、废金属料、废竹木等组成。

1. 土地开挖垃圾

分为表层土和深层土。前者可用于种植，后者主要用于回填、造景等。

2. 道路开挖垃圾

分为混凝土道路开挖和沥青道路开挖。包括废混凝土块、沥青混凝土块。

3. 旧建筑物拆除垃圾

主要分为砖和石头、混凝土、木材、塑料、石膏和灰浆、屋面废料、钢铁和非铁金属等几类，数量巨大。

4. 建筑施工垃圾

分为剩余混凝土、建筑碎料以及房屋装饰装修产生的废料。剩余混凝土是指工程中没有使用掉而多余出来的混凝土，也包括由于某种原因（如天气变化）而暂停施工而未及时使用的混凝土。建筑碎料包括凿除、抹灰等产生的旧混凝土、砂浆等矿物材料，以及木材、纸、金属和其他废料等类型。房屋装饰装修产生的废料主要有：废钢筋、废铁丝和各种废钢配件、金属管线废料，废竹木、木屑、刨花、各种装饰材料的包装箱、包装袋，散落的砂浆和混凝土、碎砖和碎混凝土块，搬运过程中散落的黄砂、石子和块石等。其中，主要成分为碎砖、混凝土、砂浆、桩头、包装材料等，约占建筑施工垃圾总量的 80%。

（1）碎砖（碎砌块）

砖（砌块）主要用于建筑物承重和围护墙体。产生碎砖（碎砌块）的主要原因是：①组砌不当、设计不符合建筑模数或选择砖（砌块）规格不当、砖（砌块）尺寸和形状不准等原因引起的砍砖；②运输破损；③设计选用过低强度等级的砖（砌块）或砖（砌块）本身质量

差；④承包商管理不当；⑤订货太多等。

(2) 砂浆

砂浆主要用于砌筑和抹灰。产生砂浆废料的主要原因是在施工操作过程中不可避免的散落；拌合过多、运输散落等也是造成砂浆废料的原因。

(3) 混凝土

混凝土是重要的建筑材料，用于基础、构造柱、圈梁、柱、楼板和剪力墙等结构部位。施工中产生混凝土垃圾废料的主要原因是浇筑时的散落和溢出、运输时的散落以及商品混凝土订货过多或由于某种原因（如天气变化）而暂停施工而未及时使用。

(4) 桩头

对于预制桩，达到设计标高后，将尺寸过长的桩头部分截去；对于灌注桩，开挖后要将上部浮浆层截去。截下的桩头成为施工垃圾废料。

(5) 包装材料

散落在施工现场的各类建筑材料的包装材料也是垃圾废料的一部分。

5. 建材生产垃圾

主要是指为生产各种建筑材料所产生的废料、废渣，也包括建材成品在加工和搬运过程中所产生的碎块、碎片等。如在生产混凝土过程中难免产生的多余混凝土以及因质量问题不能使用的废弃混凝土，长期以来一直是困扰着商品混凝土厂家的棘手问题。经测算，平均每生产 $100m^3$ 的混凝土，将产生 $1\sim1.5m^3$ 的废弃混凝土。

显然，按建筑垃圾的来源分类并不能真正将它分开，所以也有根据建筑垃圾的主要材料类型或成分对其进行分类，据此可将每一种来源的建筑垃圾分成三类：可直接利用的材料，可作为材料再生或可以用于热回收的材料以及没有利用价值的废料。例如在旧建筑材料中，可直接利用的材料有窗、梁、尺寸较大的木料等，可作为材料再生的主要是矿物材料、未处理过的木材和金属，经过再生后其形态和功能都和原先有所不同。

也有其他一些分类方法，如先将建筑垃圾按成分分为金属类（钢铁、铜、铝等）和非金属类（混凝土、砖、竹木材、装饰装修材料等）、按能否燃烧分为可燃物和不可燃物，再将剔除金属类和可燃物后的建筑垃圾（混凝土、石块、砖等）按强度分类：标号大于 C10 的混凝土和块石，命名为Ⅰ类建筑垃圾；标号小于 C10 的废砖块和砂浆砌体，命名为Ⅱ类建筑垃圾；为了能更好地利用建筑垃圾，还进一步将Ⅰ类细分为 $Ⅰ_A$ 类和 $Ⅰ_B$ 类、将Ⅱ类细分为 $Ⅱ_A$ 类和 $Ⅱ_B$ 类。各类建筑垃圾的分类标准及用途见表 1-1。

表 1-1 各类建筑垃圾的分类标准及用途

大类	亚类	标号	标志性材料	用途
Ⅰ	$Ⅰ_A$	≥C20	4 层以上建筑的梁、板、柱	C20 混凝土骨料
	$Ⅰ_B$	C10～C20	混凝土垫层	C10 混凝土骨料
Ⅱ	$Ⅱ_A$	C5～C10	砂浆或砖	C5 砂浆或再生砖骨料
	$Ⅱ_B$	＜C5	低标号砖	回填土

二、建筑垃圾的组成

建筑垃圾中土地开挖垃圾、道路开挖垃圾和建材生产垃圾，一般成分比较单一，其再生利用或处置比较容易，这里只讨论建筑施工垃圾和旧建筑物拆除垃圾。

建筑施工垃圾和旧建筑物拆除垃圾大多为固体废弃物，一般是在建设过程中或旧建筑物

需要全本请访问 www.ertongbook.com

维修、拆除过程中产生的。建筑施工垃圾与旧建筑物拆除垃圾组成成分相差较大。表 1-2 为中国香港特别行政区的旧建筑物拆除垃圾和新建筑物建设施工垃圾组成比较。

表 1-2 中国香港特别行政区的旧建筑物拆除垃圾和新建筑物建设施工垃圾组成比较

单位：%

成 分	旧建筑物拆除垃圾	新建筑物建设施工垃圾	成 分	旧建筑物拆除垃圾	新建筑物建设施工垃圾
沥青	1.61	0.13	金属(含铁)	3.41	4.36
混凝土	54.21	18.42	塑料管	0.61	1.13
石块、碎石	11.78	23.87	竹、木料	7.46	10.95
泥土、灰尘	11.91	30.55	其他有机物	1.30	3.05
砖块	6.33	5.00	其他杂物	0.11	0.27
沙	1.44	1.70	合计	100	100
玻璃	0.20	0.56			

从表 1-2 可以看出，新建筑物建设施工垃圾与旧建筑物拆除垃圾主要组成成分为混凝土、石块和碎石、泥土和灰尘三大类，三大类组分在新建筑物建设施工垃圾与旧建筑物拆除垃圾中所占比例之和分别达到 77.9%和 72.84%，其他组分的百分含量则不大。一般而言，旧建筑物拆除垃圾中废混凝土块成分较多，而新建筑物建设施工垃圾中石块和碎石、泥土和灰尘成分较多。旧建筑物拆除垃圾中混凝土所占百分比为 54.21%，而新建筑物建设施工垃圾中混凝土所占百分比为 18.42%，仅为前者的 34%；旧建筑物拆除垃圾中石块和碎石、泥土和灰尘所占百分比分别为 11.78%和 11.91%，而新建筑物建设施工垃圾中石块和碎石、泥土和灰尘所占百分比分别达到 23.87%和 30.55%，分别为前者的 2 倍和 2.5 倍。

不同结构类型建筑物所产生的建筑施工垃圾各种成分的含量有所不同，其基本组成一致，主要由土、渣土、散落的砂浆和混凝土、剔凿产生的砖石和混凝土碎块、打桩截下的钢筋混凝土桩头、废金属料、竹木材、装饰装修产生的废料、各种包装材料和其他废弃物等组成。

表 1-3 列出了不同结构形式的建筑工地中建筑施工垃圾的组成比例和单位建筑面积产生垃圾量。调查表明，建筑施工垃圾主要由碎砖、混凝土、砂浆、桩头、包装材料等组成，约占建筑施工垃圾总量的 80%。对不同结构形式的建筑工地，垃圾组成比例略有不同，而垃圾数量因施工管理情况不同各工地差异很大。砖混结构的建筑，施工时形成的建筑垃圾主要由落地灰、碎砖头、混凝土块（包括混凝土熟料散落物）、废钢筋、铁丝、木材及其他少量杂物等构成，而落地灰、碎砖头、混凝土块在废渣中占 90%以上。

表 1-3 不同结构形式的建筑工地中建筑施工垃圾的组成比例和单位建筑面积产生垃圾量

垃圾组成	所占比例/%		
	砖混结构	框架结构	框架-剪力墙结构
碎砖(碎砌块)	30～50	15～30	10～20
砂浆	8～15	10～20	10～20
混凝土	8～15	15～30	15～35
桩头	—	8～15	8～20
包装材料	5～15	5～20	10～15
屋面材料	2～5	2～5	2～5
钢材	1～5	2～8	2～8
木材	1～5	1～5	1～5
其他	10～20	10～20	10～20
合计	100	100	100
单位建筑面积产生垃圾量/(kg/m²)	50～200	45～150	40～150

旧建筑物拆除垃圾的组成与建筑物的种类有关：废弃的旧民居建筑中，砖块、瓦砾约占80%，其余为木料、碎玻璃、石灰、黏土渣等；废弃的旧工业、楼宇建筑中，混凝土块约占50%～60%，其余为金属、砖块、砌块、塑料制品等。

我国20世纪60年代前的建筑物用材主要是混凝土、金属及木材，从组成成分看，混凝土的比例最大，占48.35%，陶瓷类、玻璃、石膏板、瓦、石、板等占22.32%；木材中以胶合板为主，占19.75%。60年代后的建筑物，大多采用各类复合材料、塑料等代替木材，因此旧建筑物拆除垃圾中木材含量相对较少。

三、建筑垃圾的产量分析

由于土地开挖垃圾、道路开挖垃圾和建材生产垃圾一般可全部（再生）利用，建筑垃圾一般指旧建筑物拆除垃圾和建筑施工垃圾。据统计，在世界多数国家，旧建筑物拆除垃圾和建筑施工垃圾之和一般占固体废物总量的20%～30%，其中建筑施工垃圾的量不及旧建筑物拆除垃圾的一半。目前，我国建筑垃圾的数量已占到城市垃圾总量的30%～40%，其中建筑施工垃圾占城市垃圾总重量的5%～10%，每年产生的建筑垃圾达4000万吨，绝大部分建筑垃圾未经处理而直接运往郊外堆放或简易填埋。

1. 按建筑面积计算

通常，对于砖混结构的住宅，按建筑面积计算，每进行1000m^2建筑物的施工，平均生成的废渣量在30m^3左右，10000m^2建筑物的施工，平均生成的废渣量达300m^3。另据有关资料介绍，经对砖混结构、全现浇结构和框架结构等建筑的施工材料损耗的粗略统计，在10000m^2建筑的施工过程中，建筑废渣的产量为500～600t。

每立方米建筑约产生1%～4%的建筑垃圾，我国1998年1～11月商品房施工面积$4.096374\times10^8m^2$，其中新开工面积$1.338489\times10^8m^2$，1999年1～8月，新开工面积与1998年同期相比增加33.4%，住宅方面的投资占房地产投资的61%，因此，全国建筑施工面积应在$7\times10^8m^2$左右，新开工面积约为$2.2\times10^8m^2$。按一年建造$2.2\times10^8m^2$，约相当于$6.6\times10^8m^3$建筑计算，则一年产生$(0.066\sim0.26)\times10^8m^3$建筑工地垃圾，而建筑工地垃圾占垃圾总重量的5%～10%。这两种方法估算的结果还是比较接近的。

2. 按施工材料购买量计算

在建筑工程的各项费用中，材料费所占的比例最大，约占工程总造价的70%左右。在实际施工中，据测算，材料实际耗用量比理论计划用量多出2%～5%，这表明，建筑材料的实际有效利用率仅达95%～98%，余下的部分大多成了建筑废渣。

垃圾数量与建筑物建造中所购买材料总量密切相关，因此，用占所购买材料总量的比例反映垃圾量大小更准确。表1-4也列出了建筑施工垃圾各主要组成部分占其材料购买量的比例。调查表明，各类材料未转化到工程上而变为垃圾废料的数量为材料购买量的5%～10%。其中，由于对混凝土的管理和控制一般较重视，且采用商品混凝土，由其产生的施工垃圾量占其购买量的比例为1%～4%而对桩头，由于对地质条件预先往往不易准确掌握，

表1-4　建筑施工垃圾各主要组成部分占其材料购买量的比例　　单位：%

垃圾组成	占其材料购买量的比例	垃圾组成	占其材料购买量的比例
碎砖(碎砌块)	3～12	屋面材料	3～8
砂浆	5～10	钢材	2～8
混凝土	1～4	木材	5～10
桩头	5～15		

由此产生的施工垃圾量占其购买量的比例较大，为 5%～15%。另外，各类施工垃圾废料占其材料购买量比例的数值同样较离散，反映了各工地由于施工情况和管理状况的不同，产生施工垃圾数量的差异很大。

3. 按人口计算

按城市人口中平均每人每年产生 100kg 建筑工地垃圾的较低估计值计算，则我国约 3 亿城市人口，年建筑工地垃圾约 3000万吨，与上述按建筑面积估算所得数据很接近。

四、建筑装潢垃圾的产量分析

上海市 1997年建筑垃圾的统计量为 1270 万吨，是根据建筑物建设单位向上海市渣土管理处申报的图纸进行统计的，主要包括开挖、拆房、桩孔泥浆等垃圾，而建筑装潢垃圾基本上尚未统计进去。根据上海地区每户居民住房装修收取 200～300 元建筑垃圾费，可以估计每户装修至少约产生两车建筑垃圾。以每车 2t 计算，又假定每年有十分之一的住户（共约 40 万户）装修房屋，则居民住房装修垃圾就有约 160 万吨，再加上其他单位的建筑装潢垃圾，上海市 1997 年的建筑垃圾总量约为 1500 万吨，建筑装潢垃圾量约为建筑施工垃圾总量的 10%，因此，建筑装潢垃圾的管理与处置同样不容忽视。

五、旧建筑物拆除垃圾的产量分析

单位建筑物拆除时所产生的建筑垃圾的产量也与建筑物的结构密切相关，通常拆除每平方米所产生的建筑垃圾达 0.5～1m^3 甚至更多。

日本在住宅区完工的报告书（1999 年）中，从 1 栋 7 层 49 户的框架结构建筑物住宅楼的预算书中，选出其重量区分的材料统计，该统计精确到连一块开关板的重量都计算在内的程度。以计算所用材料及建造时产生的副产物为前提，开挖土、模板之类则排除在外。设定拆除时，残留桩、水泥、石灰等按 5%耗散，通过计算表明每平方米拆出 1.86t 的建筑垃圾。20 世纪 60 年代我国一家住宅建筑公司在拆除工程的统计中表明，每平方米住宅产生 1.35t 建筑垃圾。

第二章　建筑垃圾的破碎与分选

第一节　　建筑垃圾的破碎

依靠外力（人力、机械力、电力）克服固体物料内力而将其由大块分裂成小块的过程叫做破碎。建筑垃圾的破碎作业是建筑垃圾处理过程中重要的辅助作业之一。破碎作业的主要目的是减小建筑垃圾的颗粒尺寸，增大其形状的均匀度，以便后续处理工序的进行。例如，破碎作业能使建筑垃圾的粒度变小、变均匀，在垃圾物料间的空隙减小，容量增加，因而建筑垃圾在贮存时就能节约空间，运输时可以提高运输量；对破碎后的建筑垃圾进行筛选、风选、磁选等建筑垃圾分离处理时，由于建筑垃圾的粒度均匀，流动性增加，因而能较大地提高分选效率和质量；破碎处理后的建筑垃圾还有利于进行高密度的填埋处置。

一、建筑垃圾破碎的基本方式和破碎机的类型

建筑垃圾的破碎方式有机械破碎和物理破碎两种。机械破碎是借助于各种破碎机械对固体废物进行破碎。主要的破碎机械有颚式破碎机、辊式破碎机、冲击破碎机和剪切破碎机等。破碎机破碎建筑垃圾的基本原理，是利用破碎机产生作用于建筑垃圾物块上的强烈外力迫使垃圾物块破碎、破裂而变成体积更小的物块。根据对破碎物料的施力特点，可将物料的破碎方式分为冲击、剪切、挤压、碾磨、撕碎等类别。

建筑垃圾处理中常用的破碎方法有以下四种，分别见图 2-1（a）～（d）。

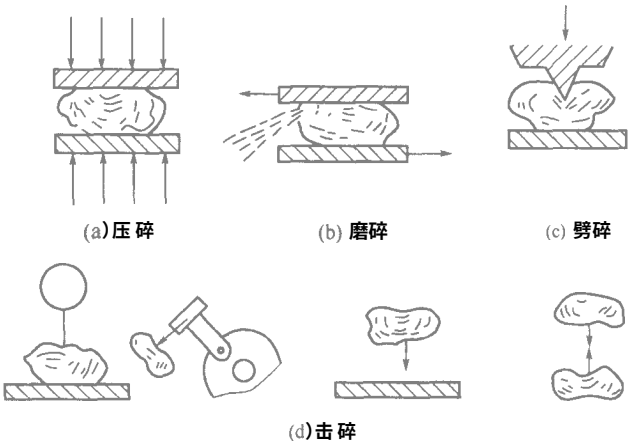


图 2-1　建筑垃圾处理中常用的破碎方法

①压碎　物料在两个平面之间受到缓慢增长的压力，当被破碎的物料达到了它的压碎强度限则被破碎。对于大块的物料多采用此种方法。

②磨碎　物料在两金属表面或各种形状研磨体之间受到摩擦作用被磨碎成细粒。这种现象只有在物料的剪应力达到其剪切强度限时才会产生。此法多用于小块物料的细磨。

③劈碎　物料由于楔状物体的作用而使物料的拉应力达到物料拉伸强度限时，物料裂开而破碎。

④击碎　物料在瞬间受到外来的冲击力而被破碎。这种方法可由很多的方式来完成。如高速回转的锤子击打料块，高速运动的料块冲击到固定钢板上等。对于脆性物料用此种方法进行破碎是比较适合的。

实际上任何一种破碎机械都不能只用一种方式来进行破碎，一般都是用两种或两种以上的方式联合起来进行破碎的，例如挤压和弯曲、冲击和研磨等。在破碎物料时，究竟选用哪种方法比较合适，必须根据物料的物理性质、料块的尺寸及需要破碎的程度来确定。例如对于硬质物料，采用挤压和冲击方式破碎；而对黏性物料，则采用挤压带研磨的方式破碎；对于脆性和软质材料，必须采用劈裂和冲击等方式破碎。

由于破碎方法不同而且处理的物料性质也有很大的差异，为适应实际工作的需要，破碎机型式是多种多样的。建筑垃圾处理中所用的破碎机，可按照它的作业对象或结构及工作原理来区分。按作业对象可分为以下三种。

①粗碎机　用于大块物料的第一次破碎，能处理的最大物料块直径允许达 1m 以上，主要以压碎方法进行破碎。粉碎比不大，一般小于 6。

②中碎机　处理的物料粒度通常不大于 350mm，主要以击碎或压碎方法进行破碎。由于这一类破碎机通常包括细碎的作业在内，故粉碎比较大，一般为 3～20，个别可达 30 以上。

③细磨机　用于磨碎粒度为 2～60mm 的物料颗粒，其产品尺寸不超过 0.1～0.3mm，最细可达 0.1mm 以下，粉碎比能达 1000 以上。

按照结构及工作原理的不同，常用的破碎机有以下几种主要类型。

①颚式破碎机　它是依靠活动颚板做周期性的往复运动，将加于两颚板之间的物料压碎。

②圆锥式破碎机　外锥体是固定的，内锥体被偏心轴（或偏心套）带动作偏心转动，物料在两锥体之间受到压力与弯曲力而破碎。

③滚式破碎机　物料在两个相互平行和旋转方向相反的辊子间受到挤压（光辊），或受挤压劈裂（齿辊）而破碎。如两辊转数不同还有部分研磨作用。

④锤式破碎机　料块受高速旋转锤子的冲击和料块本身以高速向固定不动的衬板上撞击而破碎。

⑤ 轮碾机　物料在盘上被旋转着的圆柱形碾轮所压碎及磨碎。

除了上述的机械破碎方法外，目前已有用电力进行破碎的，其工作原理是：在高压电路中，放一对有适当间隙的金属针，加高压电后，在水中产生脉冲的高压火花放电，因此产生超高电压，而使水中的物料产生破碎。另外，还有用超声波和低声波破碎的。

二、建筑垃圾的破碎理论

1. 粉碎比

在物料粉碎过程中，通常是以粉碎比 i 来表征物料粉碎的程度。粉碎比表示在粉碎前后物料混合物的平均直径之比，可用下式表示。

$$i=\frac{MD_{cp}}{KD_{cp}}$$

式中，i 为粉碎比（平均）；MD_{cp} 为物料粉碎前的平均直径（mm）；KD_{cp} 为物料粉碎后的平均直径（mm）。

式中采用平均直径是因为物料在破碎前后其形状不可能全为球形，所以用近似值计

算 D_{cp}

$$D_{cp}=\frac{l+b+h}{3} \quad 或 \quad D_{cp}=\sqrt[3]{lbh}$$

式中，l、b、h 分别为物料块沿三个垂直方向（长、宽、高）的尺寸（mm）。

此外，为了简易地表示和比较各种破碎机的这一主要特性，也可用破碎机的允许最大进料口尺寸（或有效进口尺寸）与最大出料口尺寸的比作为粉碎比，称为公称粉碎比，即

$$公称粉碎比=\frac{破碎机允许最大进料口尺寸}{破碎机允许最大出料口尺寸}$$

由于实际最大进料块的尺寸总小于允许的最大进料块的尺寸，所以公称粉碎比总是大于平均粉碎比。一般相差在 70%～90%左右。

破碎机械的粉碎比一般均在 3～30，而粉磨机则在 300～1000 以上。对于一定性质的物料，粉碎比是确定破碎或粉磨作业程序以及选择机器类型、尺寸的主要根据。

2. 理论能量消耗

由于破碎过程十分复杂，能量的消耗受着很多因素的影响，而且这些因素又都是因条件而异：如物料的性质、形状、粒度大小及其分布的规律、机器的类型，以及破碎操作的方法等。因此，要想用一个完整的严密的数学理论解决粉碎过程所消耗的能量问题是困难的。在某些情况下，必须同时广泛地应用实际资料。

下面介绍求粉碎能量消耗的两个最基本的假说——表面积假说和体积假说。

（1）表面积假说——雷廷智假说（1867 年）

该假说的内容是：粉碎物料时所消耗的能量与物料新生成的表面积成正比。

该假说的物理基础是认为组成任何纯粹脆性晶体物质质点之间具有恒定的分子吸引力。因此粉碎所消耗的能虽与用来拆开分子间的引力，产生新的表面积所需的能量有一定关系。假定被破碎的物料块为质地均匀的立方体，破碎后每增加 $1cm^2$ 表面积所需的能量为 A_0。

取每边长各为 d_m 的立方体，沿各边分成 i 等分，将其切成每边长为 d_k 的小立方体，则对每边要切（$i-1$）次，三个边共切了 $3(i-1)$ 次，每切一次产生的新表面积为 d_m^2，则总新表面积为

$$F=3(i-1)d_m^2$$

式中，F 为原立方体切分后的总新面积（cm^2）；d_m^2 为原立方体每次切分后产生的新面积（cm^2）；i 为原立方体各边被分成的等分数。

产生 $F(cm^2)$ 新表面积所消耗的能量为

$$A_i=3A_0(i-1)d_m^2$$

式中，A_i 为原立方体切分（$i-1$）次所需能量（kg·cm）；A_0 为原立方体破碎后每增加 $1cm^2$ 表面积所需的能量 $A_0(kg/cm)$。

如将上面的立方体每边分成 j 等分，则所消耗之总能量按上面的道理同样可以求得

$$A_j=3A_0(j-1)d_m^2$$

式中，A_j 为原立方体切分（$j-1$）次所需能量（kg·cm）。

将前两式两端互除消去 A_0 得

$$\frac{A_i}{A_j}=\frac{3d_m^2(i-1)}{3d_m^2(j-1)}=\frac{i-1}{j-1}$$

当 i 与 j 相当大时，则

需要全本请访问 www.ertongbook.com

$$\frac{A_i}{A_j}\approx\frac{i}{j}$$

上式说明，对同样性质、形状和尺寸的物料来说，破碎的能量消耗与物料粉碎比成正比，也就是与立方体的分割面数或新生成的表面积成正比。

(2) 体积假说

体积假说的主要内容是：在相同技术条件下，将几何形状相似之物料粉碎成形状亦相似的成品时，所消耗的能量与其体积或重量成正比。

当物料受外力后必然在内部引起应力，随着外力的增加物体所受的应力及变形亦随之加大，当应力达到物料的强度限时，外力稍许增加物料即开始破坏。对于脆性物料来说，受到外力后的变形是符合直线变形法则的，亦即符合虎克定律。

假定物料块为圆柱形或菱形，压力作用方向垂直于物料的横截面，根据虎克定律，物体的变形为

$$\lambda=\frac{PL}{EF}$$

式中，λ 为物体的变形（cm）；P 为加于物体上的压力（Pa）；E 为物体的弹性模数（Pa）；F 为物体的横截面积（cm^2）；L 为物体的原长度（cm）。

使物体变形由零到 λ 所需之功为

$$A=\int_0^{\lambda}P\mathrm{d}\lambda=\int_0^{\lambda}F\frac{L}{EF}\mathrm{d}P=\frac{LP^2}{2EF}$$

而变形所产生的应力 σ 为

$$\sigma=\frac{P}{F}\quad\text{或}\quad P=\sigma F$$

将 P 值带入得

$$A=\frac{\sigma^2LF}{2E}=\frac{\sigma^2V}{2E}$$

式中，V 为变形物体的体积。

对于两个几何形状相似，体积分别为 V_1 和 V_2 的同一种物体来说，其破碎时需要的功之比为

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{V_1}{V_2}$$

从上式中可以看出，破碎物料所消耗的功与物料块的体积成正比。

实践证明，粉碎比的大小直接关系着能量消耗的多少。

前边介绍的两种假说是从不同观点出发，同时对粉碎规律的认识也不同，故计算的结果与实际有很大出入。

如表面积假说适用于破碎比较大的操作与劈碎现象的解释，但由于其原始功（破碎单位体积所消耗的功）及粉碎后物料新生成的表面积是较难确定的，同时由于物料的块度不均，所以该假说的应用受到一定的限制。更主要的是它没有考虑到在物料的塑性变形与弹性变形时的能量消耗。

对于体积假说，由于其出发点是基于弹性和塑性变形的基础上，故适用于压碎和击碎等，即粉碎比不大的场合。因其没有考虑到能量消耗与粉碎比的关系，因此该假说对细磨来说是不适合的。在该假说的基础上建立了颚式、辊式、圆锥式破碎机的功率计算理论基础，

但是该假说由于没有考虑到物料块破碎后新生成的表面积、能量消耗与破碎比的关系，及在粉碎时由于料块之间、料块与机械之间的摩擦所消耗的能量，所以它的应用和实用价值都受到了一定的限制。

三、颚式破碎机

1. 颚式破碎机的工作原理

(1) 简摆型颚式破碎机

图 2-2是 900mm×1200mm 简摆型颚式破碎机。破碎机机架 1 的前壁是固定颚，其上装有衬板 2 衬板上有齿牙，有助于破碎物料，因此也称齿板。衬板的作用是防止固定颚受到磨损。心轴（又称悬挂轴） 4 的两端由轴承支承，中部悬挂着动颚 5 及其衬板 6。偏心轴 8 由主轴承支承，其上安有连杆 9。连杆的连杆头与杆身分开制造，用螺钉固定一起。循环冷却水流过连杆头，以冷却轴瓦部分。电动机通过三角皮带带动皮带轮 10 及偏心轴。在连杆下方的凹槽中，装有推力板支座 11 ，前推力板 12 及后推力板 13 分别支撑于支座上。

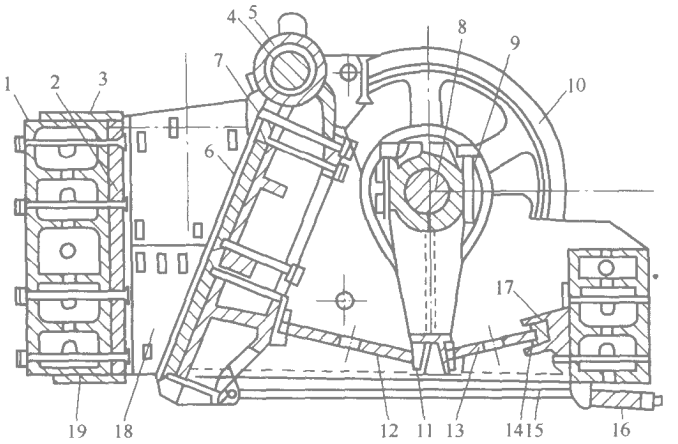


图 2-2 900mm×1200mm 简摆型颚式破碎机

1—机架；2—衬板；3—压板；4—心轴；5—动颚；6—衬板；7—楔铁；8—偏心轴；9—连杆；10—皮带轮；11—推力板支座；12—前推力板；13—后推力板；14—后支座；15—拉杆；16—弹簧；17—垫板；18—侧衬板；19—钢板

偏心轴除在一端安有皮带轮外，在另一端安有飞轮。在工作时，动颚时而靠近固定颚，时而远离固定颚，前者是工作行程，后者是空行程。飞轮在空行程期间储存能量，在工作行程期间放出能量，从而减少偏心轴转速的波动，且使电动机功率较稳定。

颚式破碎机的轴承多为装有巴氏合金瓦或铜瓦的滑动轴承。动颚的轴承和推力板 12、13 的支撑，采用甘油润滑；偏心轴和连杆的轴承多采用稀油循环润滑。

动颚和固定颚的齿板表面是波浪形的，一个齿板的齿峰与另一个齿板的齿谷相对，对物料施加弯曲及局部集中应力的作用。

破碎腔的侧壁上有锰钢侧衬板 18，用螺钉或楔条将其固定于侧壁上。固定颚衬板除螺钉固定外，下端在机架上焊有钢板 19，上端有压板 3，使固定颚衬板不致上下活动。动颚衬板下方支承在动颚下部的凸台上，上方由楔铁 7压紧。

拉杆 15 的一端固定于动颚下方，另一端通过弹簧支持在机架的后壁上。动颚以心轴为摆动中心而左右摆动。动颚通过连杆和前、后推力板的作用向前摆动，然后通过拉杆和弹簧的作用向后摆动。弹簧的作用力应足以克服动颚及推力板的惯性，使动颚、推力板、连杆保

持接触而不互相分离。这样，在下一个周期开始时，就不致产生冲击，推力板也不会脱落。拉杆下方没有滚轮以支持其运动。

在后推力板与后支座 14 之间，有一组垫板 17，用来调整排料口宽度。增加垫板厚度，使推力板和动颚向左方推移，排料口减小。反之，减少垫板的厚度，排料口将增大。

后推力板制成整个机器运动部件中最薄弱的一个环节。当非破碎物（如铁质异物）进入破碎腔，或者破碎腔内物料发生堵塞压实，动颚压挤物料时，压力将急增。由于后推力板故意做成最薄弱的一环，它将首先折断，以保护其他机件免受损坏。因此，后推力板兼起保险装置的作用。

送入固定颚和动颚之间（破碎腔）的物料，当动颚向左运动时受到其压挤而破碎；当动颚向右运动时物料靠自重向下运动。动颚每一个摆动周期，物料受到一次压挤作用并向下排送一段距离。从给入破碎腔开始，通常共受到三四次以上的压碎作用后，排出机外。

（2）复摆型颚式破碎机

与简摆型颚式破碎机相比，复杂摆动型（复摆型）颚式破碎机减少了连杆、后推力板及动颚心轴等部件，使机构简化。由于运动轨迹不是以动颚心轴为中心的往复摆动，而是很复杂的轨迹，因此称为复摆型颚式破碎机。复摆型颚式破碎机（图 2-3）的动颚 11 通过滚子轴承固定于偏心轴 10 上，下端由推力板 5 支承，当电动机通过三角皮带轮 13 带动偏心轴转动时，动颚即时而向固定颚方向运动，时而远离固定颚运动，在破碎腔的物料即遭受破碎并陆续向下排送。动颚下端凹槽内有推力板支座 4。推力板的前端支撑在支座内，后端支承在前斜铁 6 的支座内。前斜铁卡在机架两个侧壁的导槽内，可以左右移动。后斜铁 7 通过与其相连的螺母可以上下调节。设后斜铁向上运动，由于斜面关系前斜铁即被推向左方运动，排料口宽度变小。反之，设后斜铁向下运动，排料口宽度变大。前斜铁和后斜铁是排料口宽度的调节装置。动颚衬板、固定颚衬板、侧衬板、拉杆、弹簧、飞轮等，都与简摆型颚式破碎机相似，这里不重述。由图 2-3 可见，动颚与机架上的轴承是滚动轴承，摩擦小，起动方便，润滑较简单。

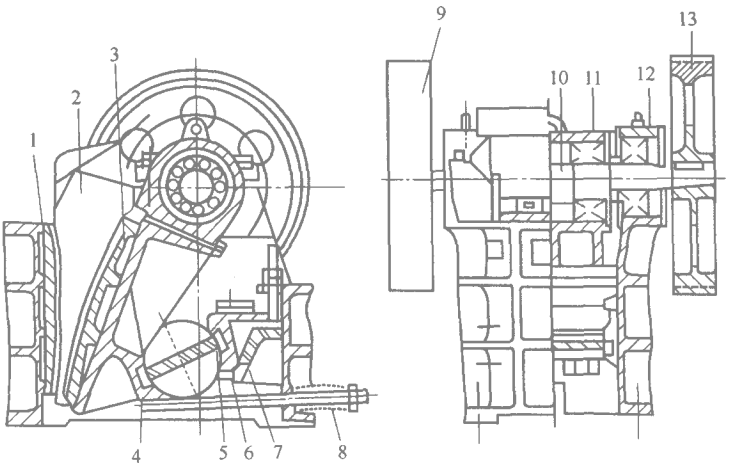
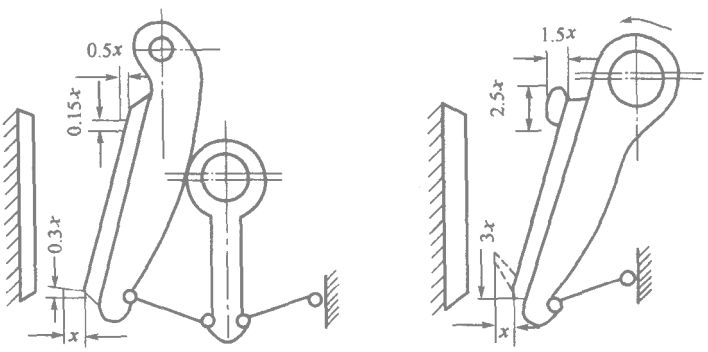


图 2-3　250mm×400mm 复摆型颚式破碎机

1—固定颚衬板；2—侧衬板；3—动颚衬板；4—推力板支座；5—推力板；6—前斜铁；7—后斜铁；8—拉杆；9—飞轮；10—偏心轴；11—动颚；12—机架；13—三角皮带轮

颚式破碎机动颚的运动轨迹示于图 2-4。在简摆型颚式破碎机中，动颚以心轴为中心而摆动一段圆弧，其下端的摆动行程较大，上端较小。摆动行程可分为水平的与垂直的两个分量，视机构的几何关系而定，其比例大致如图 2-4（a）所示。复摆型颚式破碎机的运动轨迹较为复杂，动颚上端的运动轨迹近似为圆形，下端的运动轨迹近似为椭圆形。其行程的水平与垂直分量的比例大致如图 2-4（b）所示。简摆型与复摆型颚式破碎机动颚运动的另一个区别，就是在简摆型中，动颚上端与下端同时靠近固定颚或远离固定额，即动颚上端与下端的运动是同步的；而在复摆型中，动颚上端与下端的运动是异步的，例如，当动颚上端朝向固定颚运动，下端却向相反于固定颚的方向运动。换句话说，在某些时刻，动颚上端正在破碎物料，下端却正在排出物料，或反之。



(a) 简摆型颚式破碎机摆动行程的水平与垂直分量　　(b)复摆型颚式破碎机摆动行程的水平与垂直分量

图 2-4　颚式破碎机动颚的运动轨迹

颚式破碎机靠动颚的运动进行工作，因此，动颚的运动轨迹对破碎效果有较大的影响。简摆型动颚上端的行程小于下端的，上端行程小对于破碎某些粒度及韧性较大的物料是不利的，甚至不足以满足破碎大块给料所需要的压缩量，但下端行程较大却有利于排料通畅。除此以外，简摆型动颚的垂直行程较小，因此动颚衬板的磨损也较小。

复摆型颚式破碎机动颚在上端及下端的运动不同步，交替进行压碎及排料，因而功率消耗均匀。动颚的垂直行程相对地较大，这对于排料、特别是排出黏性及潮湿物料有利，但垂直行程较大导致衬板的磨损加剧。

复摆型颚式破碎机推力板的方向可以向上倾斜或向下倾斜，当推力板的方向向上倾斜时，在排料端附近，动颚闭合时有一向上运动的分量，此分量使油斗与衬板之间产生较大的摩擦，特别是当排料口宽度较小时，将产生过粉碎。而当推力板的方向向下倾斜时，动颚闭合时在排料端附近有一向下的运动分量，有利于加速物料排出，提高产量，减少过粉碎。

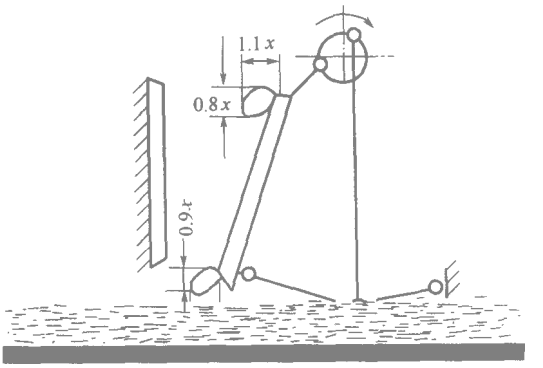


图 2-5　混合摆动型颚式破碎机

（3）混合摆动型颚式破碎机

为了改善动颚运动的轨迹，曾试制混合摆动型颚式破碎机，见图 2-5。动颚与连杆共同安在偏心轴上，连杆头装在偏心轴的中部，

而动颚头在连杆头的两侧（动颚头呈叉子形）。动颚运动轨迹是简摆型与复摆型的运动轨迹的综合，其具体形状由机构的几何关系而定。上海矿山机器厂曾制成这种破碎机，动颚上端及下端的运动轨迹都是椭圆形，且椭圆的长轴朝排料方向，促使物料前进。设动颚下端的水平行程为 x，则下端的垂直行程为 $0.9x$，上端的水平行程和垂直行程分别为 $0.8x$ 和 $1.1x$，其运动轨迹合理，因而提高产量，减少齿板的磨损。另一方面，颚式破碎机的受力很大，工作条件恶劣，其结构应该力求简单、坚固，但混合摆动型颚式破碎机的结构却较复杂，因而未能推广。

（4）颚式破碎机破碎腔的堵塞和堵塞点位置

颚式破碎机破碎腔的堵塞问题和堵塞点位置的问题，对于各种压力式破碎机（旋回破碎机、圆锥破碎机等）都非常重要。

一个大块物料在破碎腔内碎成若干个小块时，体积要增加，因为原来是一块实体，碎成若干小块后，在各小块颗粒之间将出现大量空隙，因而总的体积增加，松容重减小，破碎后的小块颗粒在破碎腔内要占据更大的体积，否则将发生拥挤，或称堵塞现象。其次，破碎腔的形状呈梯形，上面大下面小，物料通过破碎腔下部时势必发生堵塞现象。但是，由于动颚的行程越往下将越大，使物料排出较快，堵塞可以减轻。

2. 颚式破碎机的结构

（1）排料口调节装置

破碎机的衬板在工作中不断遭受磨损排料口宽度逐渐变大，必须及时调节，以保证所需的产品粗度。常用的排料口调节装置有三种。

① 斜铁调节装置图 2-3 中的斜铁 6 和 7 就是调节排料口宽度用的。利用螺钉与螺帽或者用蜗杆、蜗轮或链式传动装置，使后斜铁升降。前斜铁安在机架两个侧壁的导槽内，只能水平移动。当后斜铁被提起，由于斜面关系使前斜铁沿导槽向前移动，则推力板及动颚前移，排料口宽度减小。反之，当后斜铁下降时排料口宽度将增加。

这种方法可以实现无级调节，调节方便，不必停车；缺点是调节时很费力，且机器尺寸增大，从而只适用于中、小型破碎机。

② 垫板调节装置图 2-2 中的 17 即垫板调节装置。在后推力板支座后面放入一组调整垫板。改变垫板的数目或厚度，使后推力板前移或后退，达到调节排料口宽度的目的。

这种方法使机器结构紧房、重量减小，因此大、中型破碎机常采用这种装置。其缺点是一定要停车才能调节。也有在机架的后壁上分别固定两个螺母，两根丝杠片在螺母内，丝杠一端固定着滑轮，利用吊车转动滑轮，使丝杠移动并推动与丝杠另一端相连接的垫板，以调节排料口宽度。

③校压调节装置　这种装置利用液压油缸和柱塞来调节排料口的宽度，用手动油泵或电动油泵向液压缸供油。柱塞按要求将推力板推至所需位置后，插入垫板。在机器工作时，垫板承受后推力板的压力，而柱塞及液压油缸不再承受压力。

（2）保险装置

颚式破碎机超负荷主要由于非破碎物进入破碎腔，或是在排料口附近破碎腔由物料堵塞所造成。出现上述情况后将使机器受力急增，必须设置下述保险装置以防破碎机损坏。

①推力板　在零件设计计算时，将推力板（在简摆型颚式破碎机中则为后推力板）制成最薄弱的一个环节，过负荷时使它首先折断，以保护轴承及机器其他部分不受损害。通常后推力板用铸铁制成，并在中间钻孔或切槽来减小其断面尺寸。也可以使用组合式推力板，

其铆钉等连接元件故意做成较脆弱，过载时它们首先剪断。这种保险装置的缺点是出现事故后处理较为复杂，停车时间长。

②液压连杆　这种连杆上有一个液压油缸和活塞，油随同连杆上部（连杆头）连接，活塞与连杆下部（推力板支座）连接。正常工作时，油缸内充满压力油，活塞与油缸相当于整体连杆的一部分。当非破碎物进入破碎腔时，作用于连杆的拉力增加、油缸下部油室的油压随之增加。若油压越过组合阀内的高压溢流阀所规定的压力，压力油将通过高压溢流阀排出，活塞及推力板停止动作，动颚不摆动，从而起到保险作用。

③液压摩擦离合器　我国制造的 1200mm×1500mm 分段起动简摆型颚式破碎机，在其偏心轴两端装有液压摩擦离合器，依次起动皮带轮、连杆、飞轮，能降低机器起动时的功率。当破碎机过载时，过电流继电器通过延时继电器起动油泵电动机，使离合器分离，同时切断主电动机，因此它也起保险装置的作用。

（3）机架

颚式破碎机的机架是铸钢、铸铁、焊接制成的，可以是整体式或是组合式机架。整体机架多用于中小型破碎机，组合机架四块或六块铸钢件或焊接件用嵌销和螺柱连接而成。铸钢件和焊接件制的前壁和后壁，采用带筋结构或箱式结构，而侧壁既可以用带筋结构或箱式结构，也可以用不带筋的厚钢板制成。箱式结构重量轻，稳定性好，但加工制造费用高。组合机架用于运输困难（如矿井用颚式破碎机）或规格很大因而加工制造困难的颚式破碎机。其加工复杂，造价高，整体性也较差。

（4）推力板

它是连杆将运动传给动颚的机构中的一个杆件，在工作中承受巨大压力。前已述及，它往往还起保险装置的作用。推力板可以用铸铁制成整体的，也可以制成两件并由螺钉或铆钉连接起来。为了增强耐磨性，其端部有时用冷硬铸铁或锰钢制成，并制成能产生滚动接触且有一定空隙以储存润滑油的形状，从而减少磨损。

（5）连杆

连杆有整体的、组合的及液压连杆等型式，最常用的是整体连杆。由于它在工作时承受拉力，故采用铸钢制造。国外有的厂家在大型颚式破碎机上用组合连杆，并且装有弹簧以平衡其惯性力及一个挡板（保险装置），重量也较轻，但构造过于复杂。

（6）偏心轴、动颚心轴和轴承

破碎机工作时不仅受力很大，且为冲击负荷，故大、中型颚式破碎机的偏心轴用合金钢制造，例如根据我国资源情况，用锰钼钒（42MnMoV）钢、锰钼硼（30Mn2MoB）钢、铬钼（34CrMo）钢，并锤调质及正火处理制成，其强度及耐磨性都好。

心轴可用 45 号钢制造。

轴承可以用滑动轴承或滚动轴承。国产小型颚式破碎机有用滚动轴承的，但大、中型破碎机常用具有巴氏合金轴瓦的滑动轴承，利用稀油循环系统对其进行润滑，循环的稀油不仅起润滑作用，还起冷却作用，将轴承处所发的热量带出。

（7）衬板

衬板的作用有二：①作为更换件，保护动颚及机架不受磨损，它本身磨损后可以更换；②对物料施力将其破碎，衬板上有齿牙，动颚衬板上的齿峰，正好对着固定颚衬板上的齿谷，有助于咬住并破碎物料。齿牙的形状、角度及间距根据经验选定。角度通常为 70°～90°，物料粒度大时用粗齿，粒度小时用细齿。

需要全本请访问 www.ertongbook.com