



工业产品艺术造型设计概述

工业产品涵盖的范围很广，它与工业生产、各行各业、人类生活都有密切的关系，小到一个茶杯，大到各种重型机器，如机车、飞机、建筑工程设备、矿山机械、航天设备、大型起重设备、航海运输设备、各兵种的军用器械、农业机械、工程设备、各式各样的高楼大厦等。可以说，工业产品千千万万，到处存在。

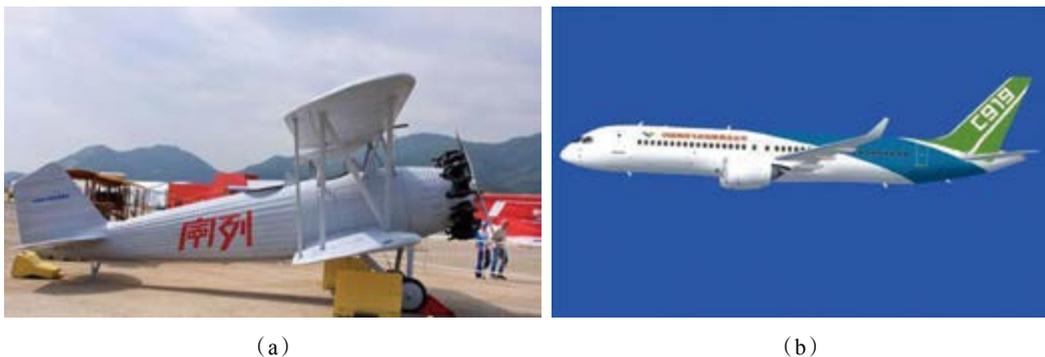
工业产品与一个国家的国力强弱有很密切的关系，也直接影响着一个国家人民生活水平的高低。早在 20 世纪 50 年代，长春汽车制造厂生产出了我国第一辆“解放”牌汽车，全国人民欢欣鼓舞，中国人民终于有了自己生产的汽车。紧接着，中国又设计制造出喷气式战斗机，大大增强了国力。随着时代的进步，社会不断地变革，科学技术突飞猛进，国际之间的经济力量的抗衡和斗争，人们的生活水平也要求提高，国家也逐步意识到工业产品的重要性，国强民富必定是中国人民的奋斗目标。

何谓“设计”？设计是制造产品的最先构想，要求设计人员首先明确该产品的功能、目的、样式等，设计者在脑中构思、画出图纸等。如何加工制造成为预先所想象的产品，在这个过程中，可能不是一帆风顺的。因为，“设计”可以说是一种创造性劳动，要创造出前人还没有的产品，但不能说设计不能参考别人的技术。日本在第二次世界大战失败后，国家很穷，但是他们很重视发展。当时他们的科学技术也很落后，怎么办？日本大量购买引进国外的先进产品，先仿造、后改进，结果日本国内工业产品的发展很是迅猛，国力也随之增强，人民生活水平提高很快，成为“亚洲四小龙”之一，这对我国来说应该总结和借鉴。

设计产品有它的基本要求。首先是实现产品的功能，其次是它的造型设计、色彩设计、人-机工程、材料、加工工艺、安全可靠、价格等，应使产品物美价廉，在国际上才有竞争力。以上设计内容务必考虑，但设计的首要任务是怎样实现该产品的使用功能，其他内容是为产品的功能服务的，是相辅相成的关系。当然，设计应考虑民族传统文化和风俗习惯等。20 世纪 80 年代，北京国际展览中心经常举办各种工业产品展览会，80% 的展品都是国外的，国外的产品都放在展台的醒目处，而中国的产品却放展台的下角。国外大型设备现场运转加工，表演生产，参观者纷纷围观国外的产品，详细了解产品的性能、价格等，相比之下，中国的产品很少有人问津。中国产品在功能方面是可以的，但为什么不吸引人的眼球呢？其原因表现在加工工艺粗糙落后、外观造型土气陈旧，谈不上什么美观，

色彩设计不吸引人,操作使用也不方便等,所以无法引起国人的兴趣。因而中国厂家只能与国外厂家洽谈订货,这必然对国内的产品造成严重的打击。比如汽车产品,笔者曾询问过好几位司机师傅,国外汽车和国产汽车哪个好开?回答非常明确:国外的汽车开起来比国产汽车好多了,司机很舒服。这就说明了国外汽车在设计、制造的过程中都充分考虑了人-机工程学,尽量使汽车适应人的心理和生理等方面的需求,这样司机驾驶汽车才能感到是一种舒适的感觉和美的享受,而且也更加安全可靠。这种情况不但是现实存在的,而且也是令国人感觉遗憾的。

改革开放以来,我国在设计、制造工业产品的道路上有许多成功的经验,也有许多失败的教训。我们是一面前进、创新,一面总结经验,逐步制订出了我国工业产品发展的基本方针:“引进”“消化”“吸收”“改进”“创新”,为中国工业产品的设计、制造指明了道路。正是在这些方针的指导下使我国在短短几十年的经济建设中飞速发展,工业产品远销全球,成为全球出口大国。目前在国际上的许多产品均注明“MADE IN CHINA”,这说明中国人有能力、有智慧,不但能设计出国外已有的工业产品,而且也能设计生产出国外还没有的产品。以航空工业产品为例,见图 1-1。



(a)

(b)

图 1-1 飞机

(a)“列宁号”;(b) C919 大型客机

图 1-1(a) 是 1931 年在国内某地停放的中国人民解放军空军的第一架飞机,该机是当时国民党空军飞行员驾机起义而来的,命名“列宁号”,在抗日战争中发挥了很大作用。该飞机动力小、双翼,更谈不上艺术造型设计,但在当时可是个宝。图 1-1(b) 是 C919 大型客机,是中国首款按照最新国际适航标准研制的干线民用飞机,于 2008 年开始研制,2017 年上半年起飞,正式运行,是我国目前第一架最大的客机、经济布局 150 座,高密度布局 174 座,标准航程为 4075 km。“C”是 China 的首字母,第一个“9”的寓意是天长地久,“19”代表中国首架大型客机最大载客量为 190 座。截至 2015 年 10 月,该机国内外用户数量为 21 家,总订单数达到了 570 架,航程最大达 5555 km。对比图 1-1 中两架飞机,说明了旧中国的航空工业之落后,另外也显示了经过 70 多年的努力奋斗,彻底改变了旧中国航空史上一穷二白的惨状,我国终于有了自己研制的国际标准的大型客机。

总之,设计制造出功能好、造型美、色彩宜人、人-机关系协调、加工工艺先进、安全可靠、人人喜爱的产品,艺术造型设计这门科学绝对是必须考虑和重视的,应该说这是

一项系统工程。但要真正地步入实践，无论如何离不开人，因此最关键的问题是对人才的培养和为何培养。中国奋力向制造强国迈进，需要更多具有世界水平的技能型人才。从一个国家来说，它所生产的产品质量实际上取决于技能型人才的水平。没有一流的技工就没有一流的产品，中国人经过几十年的艰苦拼搏，能让中国的高铁飞驰、“蛟龙”入海、“玉兔”登月，是前人想都不敢想的，也让全世界刮目相看。随着时间的推移，中国人民即将把自己的国家建成一个强大的“设计强国”“制造强国”和“创新强国”。

2.1 造型设计的基本几何要素

工业产品的外观形态各式各样，千变万化。但如果仔细观察、分析和归纳它们的形体构成，会发现不管它们的形体多么复杂多变，却总有一个共同的规律，即都是由一些基本几何要素按一定方式组合而成的。因此，研究构成形体的基本几何要素和基本构成方式对造型设计有着实际的指导意义。

造型设计的基本几何要素是点、线、面、体。

1. 点

1) 点的含义

众所周知，几何上的点是只有位置而无大小的。但是在工业造型设计中所谓点的含义却并非如此。

工业产品造型设计中的点是指那些和整体相比起来相对细小的造型单元。

图 2-1 所示的仪器面板上的指示灯、旋钮、开关以及文字、商标、符号等和仪器及面板整体相比而言都可以认为是点。因此，点有大小，也有形状，但这大小并无绝对标准，只是相对而言。某些巨大设备或造型物，如大型机床、船舶、建筑等，其上的某些部件或

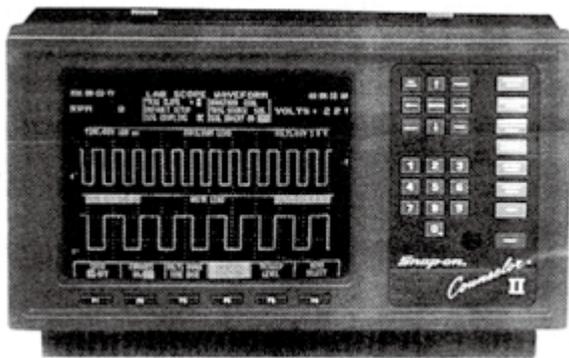


图 2-1 汽车发动机分析仪

部分（如舷窗、操纵手轮、标志）的尺寸很大，但从整体来讲这些都可以认为是点。手表上的刻度、文字、标志也是点，它们的尺寸就很小。这两种情况下的点相差得非常悬殊。

2) 点的视觉效果

点的形状可以各式各样，千变万化。但总的来说有直线、平面形和曲线、曲面形之分。前者如平面内的正方形点、三角形点、多角形点和空间的各种平面立体形点；后者如平面中的圆点、椭圆点和空间的球。点也可以由直线、平面形和曲线、曲面形结合而成。

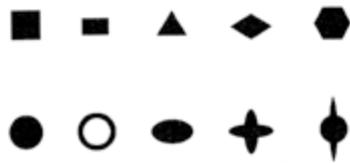


图 2-2 点的形状

图 2-2 列举了不同形状的点。

观察不同形状的点，可以体会到其带给人的不同的视觉效果。例如，

直线类点：给人以坚实、有力之感。

曲线类点：给人以饱满、充实、圆润之感。

点的视觉效果还因其数目、位置、排列方式的不同而不同。

当面上或空间只有一个点时，此点显得特别明显突出，尤其是带有不同色彩的点更为突出。它不断吸引着人们的视线而形成视觉中心，如图 2-3(a) 所示。

当形状、大小相同的两个点在一起时，在视觉上两点之间有互相吸引和互相排斥的作用，导致人们的视线在两点之间不停地往复移动，形成两点之间似乎有线相连的视觉效果，如图 2-3(b) 所示。

当两点形状相同大小不同时，大点首先引人注目，而后视线渐移而至小点，最后视觉中心仍在在大点上，如图 2-3(c) 所示。

当少量形状相同、大小相等的奇数点排成一线时，人们的视线先是在这几个点上往复移动，最后停留在在居中的点上，此点形成视觉中心，如图 2-3(d) 所示。但点数不能过多，过多则无点的效果，一般不超过 7 个点。

多数相同的点分散排列时，由于视线分散，不易形成视觉中心，观察后给人对某种图形的视觉效果，如图 2-3(e) 所示。

当形状相同、大小呈规律变化的点规则排列时给人以运动感和空间进深感，如图 2-3(f)、(g)、(h) 所示。

形状、大小不同的点有规律排列时有跳跃感和节奏感，如图 2-3(i)、(j) 所示。

形状大小多变又无明显排列规律的点给人以杂乱无章又不协调之感，设计中应避免出现。

2. 线

造型设计中的线是指平面立体的棱线、曲面体的轮廓线、面所积聚而成的线、平面图形的边界线、造型物上的分割线、装饰线以及那些长宽比较大的造型物本身。

线的粗细无绝对标准，只要长宽比较大，视觉上就有线的感觉。一支铅笔可以看成线，一座高耸的烟囱也同样可以看成线。

点的运动轨迹形成线，小点的运动轨迹呈细线，大点的运动轨迹呈粗线。

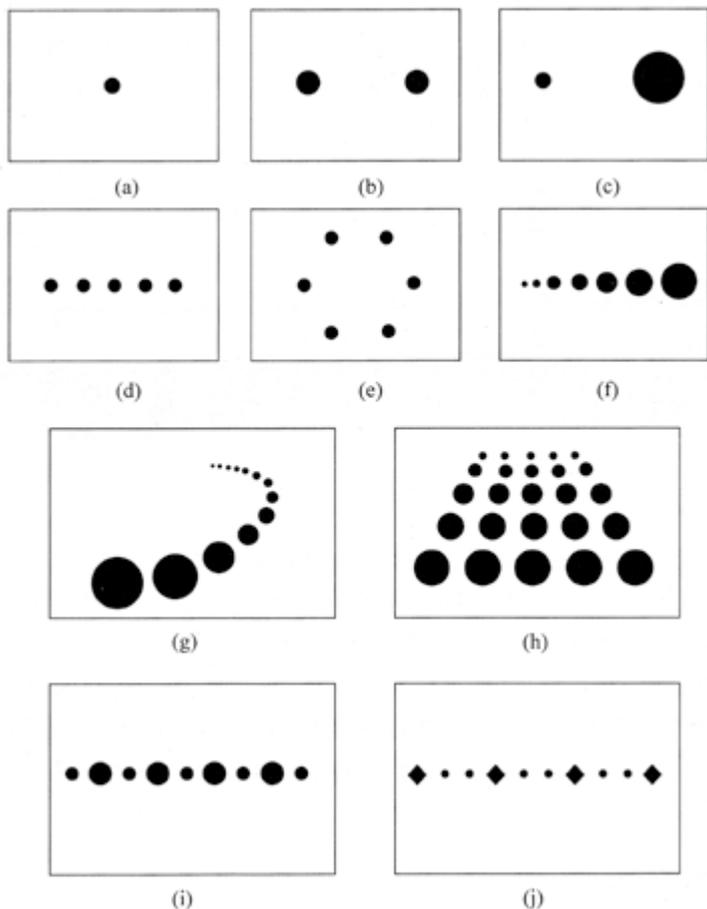


图 2-3 点的视觉效果

线是造型设计中的重要要素。无论是在体的造型过程中还是在装饰设计阶段都要重视线的设计。

1) 线的宏观形状

线的宏观形状是指线在延伸方向的变化情况。线的延伸方向不变为直线，随时间不断变化呈曲线，间断突变则呈折线。

(1) 直线

在造型设计中，直线亦被称为硬线，它给人以刚劲有力、挺拔正直之感。

直线的方向不同，其本身所呈现的个性不同，视觉效果也不同。在造型设计中往往利用不同方向的直线来构造形体或装饰产品，以改变和改善产品的某些固有形态。

① 水平线。一方面，水平线有引导观察者视线做水平移动的作用。水平线可以代表一个水平面，使人感到好似在欣赏风平浪静的水面，显得平静、稳定、安全。另一方面，由于点做水平运动的轨迹形成了水平线，所以水平线又可以给人以水平运动的动感。这种动感同样使人感到是平衡、安全的运动。交通运输设备就是一种既要给人以运动感又要令人感到平稳、安全的造型物，所以在其上常作出水平分割线和装饰线。图 2-4 所示的大巴

车的色彩主调为白色,有轻快感,为了增加车的稳定性在车的两侧设计了一条细的水平线,分割了车的高度,视觉效果可使整车的高度有所降低增加了大巴车的稳定性。车下部的色彩设计成蓝色的波浪带,蓝色比白色有沉重感,对整车在视觉上又有下沉感,增加了大巴的稳定感,也增加了大巴的整体感。



图 2-4 大巴车

② 竖直线。竖直线又称铅垂线,它有引导观察者视线,使之做上下竖直运动的作用。竖直线表示了力量和重力的平衡。视觉效果挺拔、刚劲、向上、稳定。在产品上用竖直线作装饰可增加挺拔之感。图 2-5 所示为一个智能机器人,它可以与你对话、咨询服务、唱歌,整天站立在那里忠实地为你服务。设计者在它的正面设计一条黑色的铅垂粗线状部件,在人们的视觉上增加了挺拔有力之感,给人以心理上、精神上的暗示。

③ 倾斜线。可以将倾斜线看成是水平线或竖直线运动而形成的,如图 2-6 所示。斜线给人以处于运动中间位置之感,有动态不稳定感以及不平衡感。在造型设计中使用倾斜线可使产品形态显得活泼、醒目,打破由于竖直线和水平线过多而造成的方正、拘谨、呆板之感。如图 2-7 所示的银白色大巴,由于整辆车主色调为单一色,视觉效果单调死板、不够活泼。设计者在车头上方设计了一条斜线直连车顶,使整车在外形上活泼起来,令人感觉轻快、动感,视觉整体性好。



图 2-5 智能机器人



图 2-6 倾斜线的形成



图 2-7 大巴车

因为斜线的视觉效果有动感, 倾斜线比水平线和竖直线更易引人注意, 所以在提醒人们注意安全的场合常用黄黑或黑白、白红相间的粗斜线涂在造型物上。

(2) 曲线

曲线给人以光滑、流畅、圆润、丰满且富有弹性的感觉, 它富于变化, 如果巧妙地使用可以设计出丰富多变的形体。

很多现代工业产品在使用时要满足一定的数学、物理上的要求, 如高速汽车、船舶和飞行器等都需要其外形符合空气动力学的要求以及对光照的反射效果等, 这就使得曲面在造型设计中大量使用。设计曲面和制造曲面的基础在于构造和制造曲线。当代计算机辅助设计(computer aided design, CAD)和辅助制造技术(computer aided manufacturing, CAM)的发展使得曲线、曲面的造型设计和实现已全面普及, 因此, 近年来曲线在造型设计中已被大量使用。

曲线在造型设计中被称为软线。常用的曲线按其形成规律可分为解析函数曲线和自由曲线两种。

解析函数曲线指那些可以用较简单的解析函数式表达的曲线。平面曲线中的圆、椭圆、双曲线、抛物线、三角函数曲线、渐开线和空间曲线中的螺旋线等均属此类。

各种解析函数曲线的特性和变化规律随其函数关系不同而不同, 但总的特点是变化规律性强, 变化关系相对简单, 易于构造和制造, 数学和物理特点明显突出。此类曲线给人以科学性和现代化之感。解析函数曲线又称为规则曲线。

自由曲线又分为两种: 一种是在造型设计时由艺术家或设计师按美学法则徒手自由绘制而成的, 另一种是由计算机辅助设计构造而成的。前者曲线呈任意形, 给人以优美、流畅、活泼和浪漫之感。它富有特殊的表现力, 可以使观察者产生丰富的联想, 故常用作轻工业产品或日用品造型, 或用作装饰曲线。后一种自由曲线是根据造型物的功能要求, 按某些约束条件控制曲线上的若干型值点, 用拟合或逼近方法构造而成的。它可以用分段参

数多项式表达。在制造时常利用数控技术实现。此种自由曲线广泛地用于飞机、船舶、汽车的造型设计中。最常用的有三次样条曲线、贝塞尔曲线 (Bézier curve) 和 B 样条曲线等。

① 常用基本解析函数曲线的绘制

绘制曲线最好的方法是用计算机编程绘制, 当不具备条件时也可以用手工绘制。下边介绍一些常用基本解析函数曲线的手工绘制方法。

a. 椭圆。椭圆的精确画法如图 2-8 所示。

第 1 步: 用长轴画大圆, 用短轴画小圆。作辐射线与大圆交于 m 点, 与小圆交于 n 点。自 m 点引竖直线, 从 n 点引水平线, 交于点 P , P 即为椭圆上的点 (图 2-8(a))。

第 2 步: 补充若干辐射线用同样方法作图, 取得椭圆上的若干点 (图 2-8(b))。

第 3 步: 用曲线板将各点连接成椭圆 (图 2-8(c))。

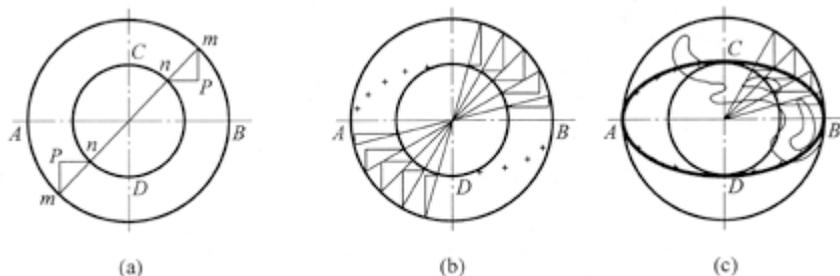


图 2-8 椭圆的精确绘制

椭圆的近似画法如图 2-9 所示。

第 1 步: 画出长轴 AB 和短轴 CD , 连 AC , 以 O 为圆心, OA 为半径画弧 AE ; 再以 C 为圆心, CE 为半径画弧交 AC 于 F 点 (图 2-9(a))。

第 2 步: 作 AF 的垂直平分线, 与 AB 交于点 K , 与 CD 交于点 J (图 2-9(b))。

第 3 步: 取 $OL=OK$, $OM=OJ$, 得 L 和 M 点。分别以 J, M 为圆心, JC 为半径画大弧。再分别以 K, L 为圆心, KA 为半径画小弧, 切点 T 位于圆的连心线上 (图 2-9(c))。

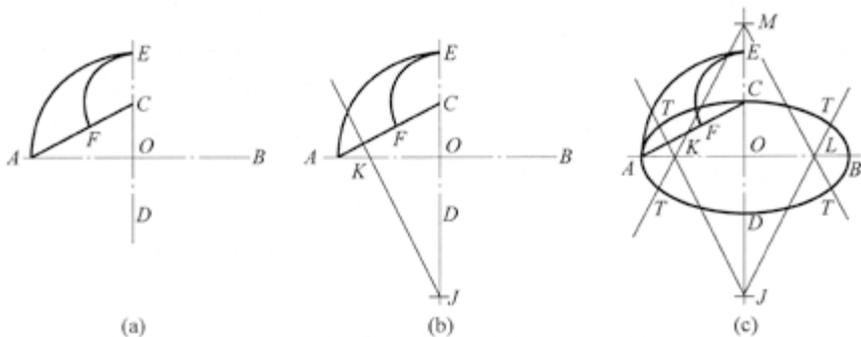


图 2-9 椭圆的近似画法

矩形法绘椭圆,如图 2-10 所示。

第 1 步:过椭圆长、短轴的端点 A, B, C, D 作水平线和垂直线,得矩形。

第 2 步:将 OB 和 BL 分成相同等分(图中分为四等分),等分点为 T_1, T_2, T_3 和 S_1, S_2, S_3 。

第 3 步:连接 CT_1, CT_2, CT_3 和 DS_1, DS_2, DS_3 延长交 CT_1, CT_2, CT_3 于 P_1, P_2, P_3 各点。

第 4 步:光滑连接 C, P_1, P_2, P_3, B 各点,即得第一象限的 $1/4$ 椭圆。

第 5 步:用类似方法可画出其他各象限的椭圆。

b. 抛物线。抛物线的定义:与一定点 F 和一定直线 L 距离相等的动点的轨迹。 F 称为抛物线的焦点, L 称为准线。

已知准线和焦点作抛物线的方法,如图 2-11 所示。

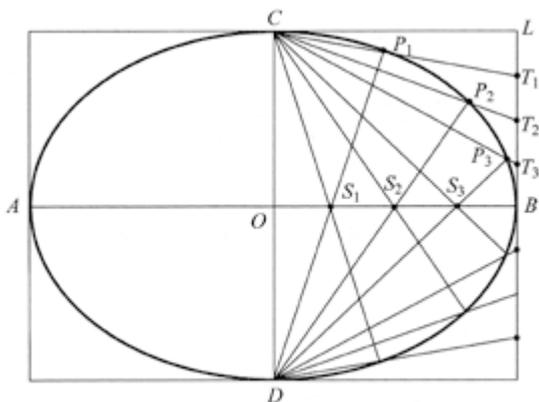


图 2-10 矩形法画椭圆

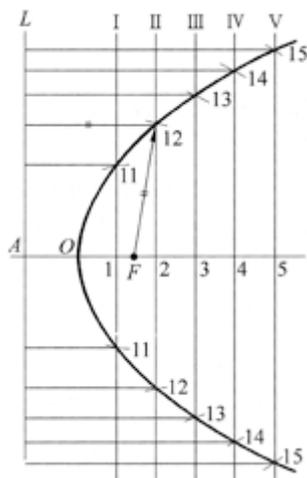


图 2-11 抛物线的绘制(一)

第 1 步:自焦点 F 作准线 L 的垂线,得垂足 A 。

第 2 步:取 FA 中点 O ,此为抛物线顶点。

第 3 步:自 O 点起将 OF 延长线分为若干等分,得分点 $1, 2, 3, 4, 5 \dots$ 。

第 4 步:过 $1, 2, 3, 4, 5 \dots$ 各分点作线与 L 平行,得 $I, II, III, IV, V \dots$ 。

第 5 步:以 F 为圆心,以 L 线与 I, II, III, IV, V 各线间距离为半径作弧,分别交各线于 $11, 12, 13, 14, 15 \dots$ 各点。

第 6 步:光滑连接 O 点及 $11, 12, 13, 14, 15 \dots$ 各点,即得抛物线。

已知抛物线顶点高度和开口距离作抛物线的方法,如图 2-12 所示。

第 1 步:设开口宽为 b ,顶点到开口处高度为 h ,以 b 为一边,以 h 为另一边作矩形 $ABCD$,令 $AB=CD=b, BC=DA=h$ 。

第 2 步:作 CD 和 AB 的垂直平分线,此即为抛物线的对称轴,得顶点 O 和点 H 。

第 3 步:分 OD 和 DA 各为 n 等分,设 OD 上的分点顺次为 A_1, A_2, \dots, DA 上的分点顺次为 $B_1, B_2 \dots$ 。

第 4 步:过 $A_1, A_2 \dots$ 各点作线平行于 OH ,各线依次交 OB_1, OB_2, \dots 于 $P_1, P_2 \dots$ 各点。