

# 标准通信机柜的结构创新与造型设计

赵得成 柴英杰 (兰州理工大学 设计艺术学院 工业设计系,兰州 730050)

Structural innovation and sculpt design of a standard tel - communication machine cabinet

ZHAO De - cheng , CHAI Ying - jie

(Department of Industrial Design Lanzhou University of Science and Technology, Lanzhou 730050 ,China)

**【摘要】**重点介绍了通信机柜类产品的工业设计特点,结合 RD - G4286 型标准通信机柜项目的实际设计过程,重点论述了这类产品的工业设计方法:从结构创新入手,进而到整体外观设计、人机界面设计等,作为电子设备类产品,其产品的结构主要体现在外部箱体的构造上,所以机柜、插箱等电子产品的创新设计应以结构创新为主。

**关键词:** 工业设计; 电子设备; 结构创新; 造型设计

**【Abstract】**This essay focus on introducing industrial design characteristics of the tel - communication machine cabinet. combining the actual design process of a standard tel - communication machine cabinet type RD - G4266A, This essay is elaborating the method of industrial design of this product. As the electronics equipments product, electronics product should regard structural innovation as principle because this product mainly focus on structural design. Namely: commence from structural innovation, then arrive whole external sculpt design, man - machine interface design. . . etc.

**Key words:** Industrial design ; Electronics equipments ; Structural innovation ; Sculpt design

中图分类号:TB47 文献标识码:A

## 1 从结构创新入手的机柜造型设计

设计的初期工作是要进行大量的资料收集与分析,弄清通信机柜的结构特点、造型特点,掌握影响机柜整体品质的因素以及因素之间的内在关系,了解市场对机柜高中档的评价依据,在此基础上正式展开结构造型构思设计。

## 2 前期研究分析

### 2.1 电子机柜的结构造型特点分析

机柜产品是以框架为核心的系统构造体,机柜的整体结构是由其框架系统所决定的,框架系统是由紧固件(角件)和立柱、横梁等组成,框架系统的结构设计直接决定机柜的整体品质,既包括力学性能也包括外观效果,因为许多机柜的框架本身就是外形的一部分,19 英寸标准电子通信设备机柜包括五大组装模块:立柱模块、横框模块、联接件模块、外围系统以及其他附件模块,具体关系如图 1 所示。

### 2.2 设计目标

设计之前,必须首先对框架机柜的品质因素进行调查研究,了解高中档机柜应该具备什么条件,这些条件自然成为我们下一步设计的具体目标。以下是调查研究结果。

- (1) 中高档机柜在结构上一定是巧妙而合理的模块化组装方式,尽量少用螺钉,最好采用铸铝紧固角件;
- (2) 在材料上应是高强度的多折型材或铝型材;
- (3) 具有合理人机操作界面和高品质外观造型与配色效果。

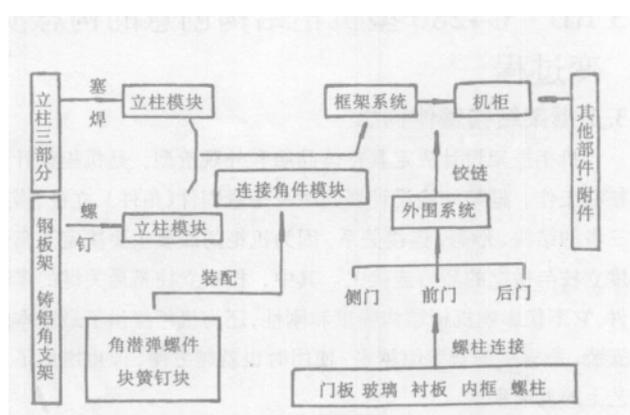


图 1 框架机柜的整体结构系统图

(4) 作为独立的创新开发产品项目,需要制定有效的设计开发程序,要明确设计攻关的重点与难点,在本项目中机柜的框架结构构思是问题的重难点。

机柜的品质因素(图 2)决定于其箱体强度与整体造型形态,而箱体强度主要取决于机柜框架的强度,其次是门与内支架层板的强度;框架强度又决定于立柱的强度与联接四根立柱的联接角件的性能;立柱的强度通常取决于钢板的折弯数,折弯数越多则强度越好,而联接角件的性能则取决于其使用的材料与结构方式。该 RD - G4286 型 19 英寸标准电子通信设备机柜立柱采用 9 折型材使立柱有足够的强度;联接角件材料采用强度高的高压铸件,结构方式设计依据斜面分力转换的力学原理,使得在轴向旋紧联接件螺钉时在径向产生很大的膨胀力而

\* 来稿日期 2006 - 02 - 20

将立柱与横梁拉紧联接,这样通过八组联接角件将四根立柱与上下横框联接成具有很高强度的机柜框架。该 RD-G4286 型 19 英寸标准电子通信设备机柜的前门采用组合式结构,由内框、衬板、玻璃及门板经螺栓连接组合而成,内框结构保证了门有足够的强度,同时又巧妙的对玻璃进行了固定。

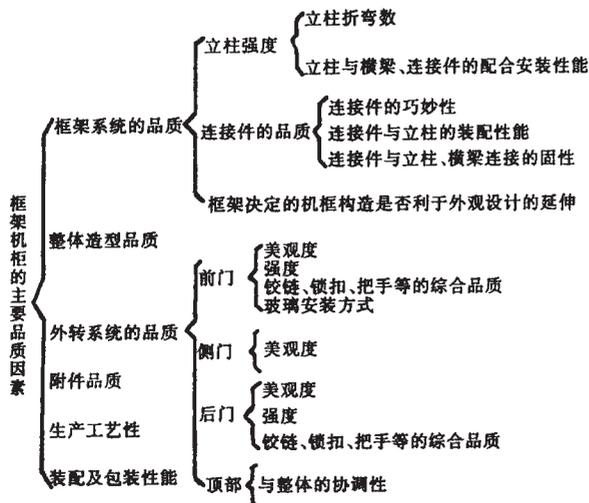


图 2 框架机柜的品质因素构成

机柜价值因素中最重要的一条是:是否方便快捷组装与运输?该 RD-G6642A 型 19 英寸标准电子通信设备机柜采用模块化设计,分为六大通用模块:立柱、横框、前门、后门、侧门、联接件,组装即可通过简单的工装工具快速的完成。

### 3 RD-G4286 型机柜结构创意的构思演变过程

#### 3.1 框架结构整体构思

机柜框架设计决定其整体品质和外观造型,是机柜设计的核心工作。框架结构设计要同时考虑紧固件(角件)立柱、横梁三者的结构、形态、连接关系,因为机柜的品质主要决定于高强度立柱与横框的巧妙连接关。其中,机柜立柱是最关键的零部件,它不仅影响机柜结构强度和刚性,还为机柜提供了最基本的安装,所提供的安装面越多,使用时也就越方便,但也增加了工艺上的复杂程度。

所以本次创新设计主要在充分调查机柜的功能效用和基本构造之后,否定常规结构形式,运用发散性思维,联系生活中常见的各种连接方式,考虑了许多构思方案。最终沿着一种方案进行下去,这个构思来自与家具中的榫接套卯启发,虽然这种方式很常见,但它却给后面的延伸设计创造了有利的空间,起初方案是:将四角开孔的 U 型横框与棱角开方孔的角钢垂直套接再用方钢栓连接,这里方钢栓就充当了紧固件(角件)的角色。

通过初次专家评审,这种连接方式从立柱强度,连接的牢固性,稳定性等方面都不能满足立项技术要求,当然这种构思有其很成功的一面,它确实提出了一种新颖的结构思路。根据初步的评审建议,归纳出来了如下改进意见:

立柱的强度与折数都不够,结合连接件需对立柱横截面形

状重新设计横梁框与立柱套接孔与方钢栓的配合间隙太大,若在榫接部位以上采用螺钉对角顶紧,会使框架结构受力不合理而导致框架疲劳性变形。所以应在继承这种构思特点的基础上结合立柱截面形状重新进行紧固连接角件设计。也就是通过紧固角件把横框与立柱胀紧,所以机柜框架设计的攻关重点变成了紧固角件和立柱设计。

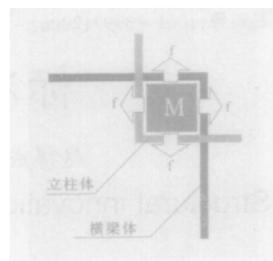


图 3 紧固角件力的作用方式

#### 3.2 紧固角件的结构创新设计

在相对合理的横梁框与立柱的套接关系确定之后,紧固角件的结构设计又是整个机柜框架设计的重点和难点,而这款机柜设计的创新点和巧妙之处也在于此。在连接关系确定之后,紧固件设计的功能目标也就很明确,甚至作用力的工作方式都是很明确的,设计课题变成了一个典型的“暗箱”设计问题。其力的作用图示如图 3 所示,图中 M 为“暗箱”,其功能是可以产生沿四个 f 方向膨胀力,这样紧固机构 M 将代替原来的方钢,从而将横梁框与立柱牢固地连接在一起。

现在设计对象的功能很具体,如何寻找相应的结构技术途径,就是创新思维的主要内容,也许可解决的技术途径很多,这是一个横向发散思维的过程,需要从众多方案中寻找最合理的方案,本方案的思路来自膨胀螺钉的原理启发,并在此基础上进行了深入有效的纵向思维,以下方案的纵向延伸过程其基本思路是:在角件体中间嵌入梯形滑块,当螺钉拉动梯形滑块运动时,角件体就会整体膨胀开,从而起到紧固联接功能。下图(图 4)是这一构思结构的设计演变过程。

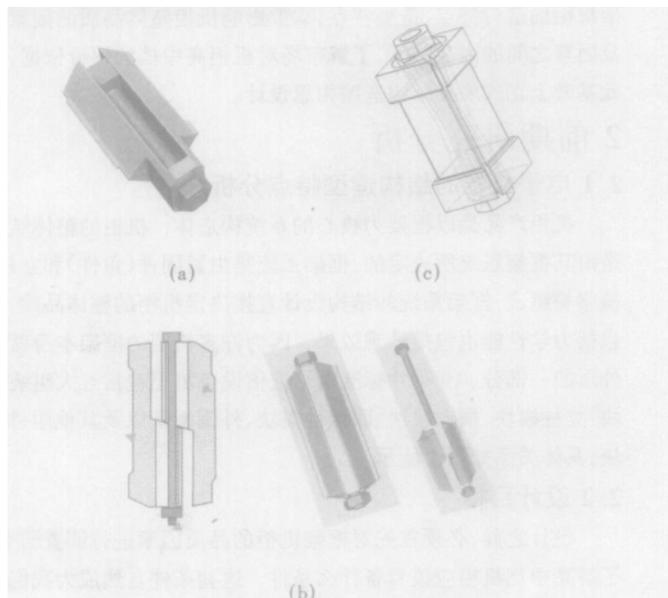


图 4 紧固角件构思演变的三个过程

经过多次评审改进,最终得到如图 5 所示的设计结果。本方案中的联接角件机构由两个梯形滑块、螺钉以及带有斜面凹槽的角件块组合而成,它的原理是通过旋紧螺钉将两梯形滑块相

向拉动,从而将两角件块平行膨胀开。膨胀力作用于横框与立柱之间的交叉孔中,将横框与立柱拉紧。八组联接角件共同作用于上下横框和四根立柱,使横梁框与立柱平稳地紧固在一起,形成了牢固的框架系统,大大提高机柜的强度和整体品质,这一结构在力的平衡设计,载荷对称分布等方面都是很成功的,是整个机柜设计的核心技术和关键部位。

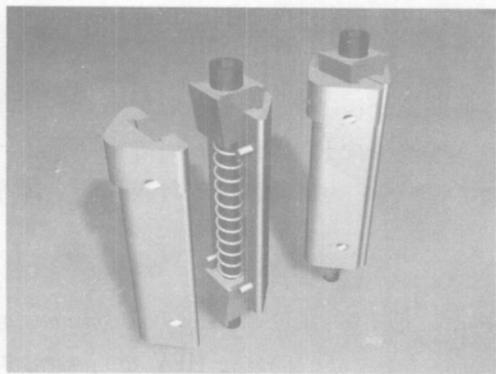


图5 紧固角件的最终方案

### 3.3 立柱结构的设计构思

在进行紧固角件设计时必须同时考虑与之相配的立柱设计,立柱设计除了考虑其与角件、横梁的匹配关系外,还要考虑强度的关系,立柱的强度决定于折弯次数,一般来讲折弯次数越多强度也越好,其次,立柱设计还受宽度的制约,标准机柜的立柱宽度为50mm左右,所以一个同时满足诸多条件的立柱设计也是很难的,一个因素的改变往往是诸多因素都随之改变,图4中的a方案是最初设计方案,五折型材,经计算和样机试验后强度略低,b方案采用七折和五折的组合型材,这种方式大大提高了机柜框架整体强度,特别有利于机柜内支架的安装,对于门的整体性设计也提供了有利的条件,使立柱宽度、门的宽度与高度之间形成了一种较为和谐的外观视觉比例关系,样机制作的后的效果也达到预期目标,然而其缺点是材料及工艺成本略高。另外,市场流行的机柜宽度一般为600mm,而这种立柱截面形状只能做到650mm(这也是符合国家标准的),在进行市场推行使难度较大,不得不进行再次改进,图b中的c方案是最后改进设计方案,这次改进克服了以上两种方案的缺点,在外观效果上除了立柱略显细小外,性能方面基本保持了b的优点,采用九折型材,强度很好,形体简练利于加工、组装,降低了成本(如图7所示)。

## 4 整体造型设计

机柜框架对于整体造型至关重要,结构形式是构成产品外观形态的依据,当结构确定,造型就成为设计工作的重点,机柜产品的造型设计主要体现在与框架相结合的六个面的造型设计,其中前后门与顶盖造型设计占主导地位,因为它们都是工作状态下的可视面,特别是前门承担着人机操作和交互功能,其造型设计是机柜全部设计的核心。前门结构较复杂,它由门板、玻璃(和网孔件)、加强框、铰链、门锁把手等组成。前门造型设计

包括整体设计和配件的细部设计,整体设计可以根据所采用型材的种类及的通风散热功能,做平面分割处理,平面分割设计中应特别注意线条的视觉效果,应考虑线条的心理效应和线条的疏密对比等,要符合美学规律。本方案的立柱结构使机柜的四个棱角区域产生了丰富而挺拔的竖直线条,这些线条与大面积的平直门板形成了很好的线条疏密对比效果,另外在造型设计时还应结合功能进行门板的平面凹凸、曲面凹凸等立体设计,门板的附件设计要与整体的造型,色彩相统一,也要富于对比,图7是同一框架结构下的三种不造型设计方案,主要是对前门的门板平面做了凹凸造型和平面分割造型,在色彩设计中运用了色彩的统一功能和分割功能。

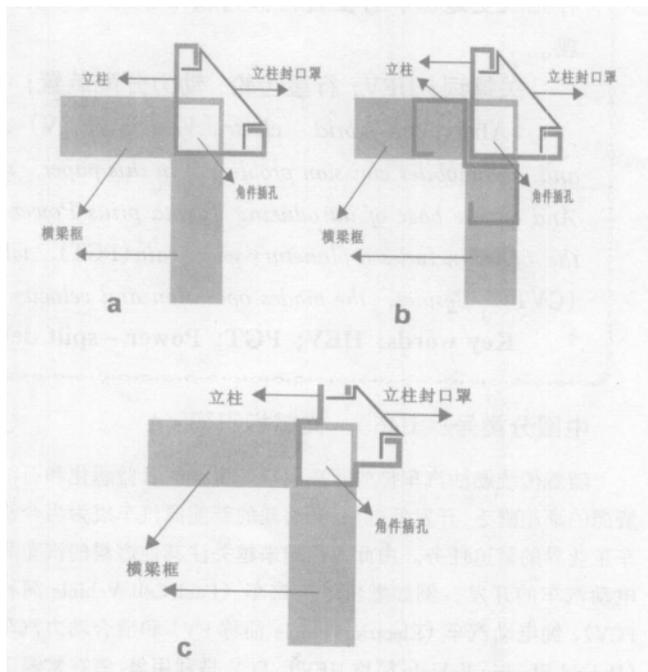


图6 立柱结构构思演变的三个过程

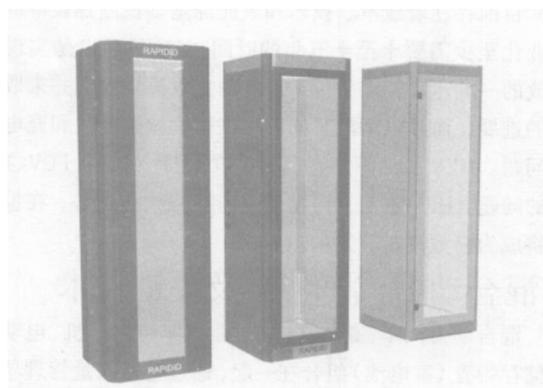


图7 RD-G4286型19英寸标准通信机柜系列造型

### 参考文献

- 1 简召全. 工业设计方法学. 北京: 北京理工大学出版社, 2000.
- 2 曾伟. 电子设备机械结构标准化现状及动态. 电子机械工程, 2003(2).
- 3 孟庆龙主编. 电器结构. 工艺及计算机辅助工艺程序设计. 北京: 机工出版社, 1994. 第506页.