

继电器结构型式的探讨与实践

许昌继电器研究所 孙文荣 金乃埭 田蓓

本文通过对继电器结构型式的对比分析,论述嵌入式插拔继电器结构和横向保护装置结构的优越性和必然性,同时介绍以嵌入式为主体的全方位安装结构的实现。

一、前言

结构设计是大部分工业产品设计的一个组成部分。一个产品的结构,是产品必不可少的一个重要部分,它不仅直接关系到产品性能的好坏,而且常常给人们以最直观、最突出的印象,甚至会直接影响人们决定对整个产品的取舍。由于现代科学技术的发展,一个产品的结构上的变化要比原理上的改变来得快,因此结构的进步给产品带来了日新月异的新局面。电气产品的结构,不仅直接关系到产品的性能,同时也为产品的电气部分提出基本构架,它是电气元件和另部件安装、固定、联接的基础。特别是近年来由于对产品需求观念的变化,人们对产品的造型、装潢、颜色、装饰、外观质量以及基本结构等等,在不断地提出新的、越来越高的要求。因此,电气产品的结构的重要性就变得更重要了。

继电器及保护自动装置的结构,不仅直接关系到制造工艺的难易,同时对成套设备的元件选型和现场维护、调试、操作等的影响极大。

本文将从继电器及保护自动装置的结构型式分析入手,论述以嵌入式插拔结构为主体的全方位安装结构的实现及其优越性。

二、凸出式与嵌入式结构

五十年代初期,我国开始生产继电器和成套保护装置,直到六十年代,不仅产品的基本原理,而且产品结构都是仿苏的,结构型式基本上是凸出式,内部的电气连接为不可拆式。

六十年代以后,国外继电器结构发生了较大变化。从结构的基本型式上看,嵌入式插拔结构逐渐占据主导地位,瑞典ASEA公司的继电器,虽然仍为突出式,但在屏上组合安装之后则为嵌入式⁽¹⁾。

我国在六十年代末到七十年代初开始自行设计继电器和成套自动保护装置。在自行

设计继电器及装置时,注意到了国外出现的上述形势,并进行了深入、细致的分析,结合我国情况,设计出了我国第一代嵌入式继电器结构和横向布置的嵌入式装置结构,结合继电器在其它行业的应用,逐步发展成为以嵌入式为主体的,可实现全方位安装的,具有独特风格和特点的结构体系,简称A系列。

嵌入式结构同凸出式结构比较有很多优越性。表1列出了嵌入式结构与凸出式结构的对比数据。

表1

项目 结构型式	占据位置 %		占用屏前通道 m m	屏外表面	屏内利用 深度mm	电气连接型式
	屏内	屏外				
凸出式	5	95	300	高低相差 80mm	0~50	不可拆
嵌入式	95	5	60	高度基本一致	除端子、电缆 之外	可拆(插拔式)

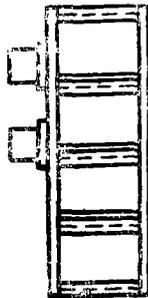
嵌入式结构的优点是:

1. 安装在屏上以后,整个屏的重心在屏的垂直投影面之内,因而稳定性好,不易发生倾倒现象,便于制造厂安装、配线,方便运输及现场安装。

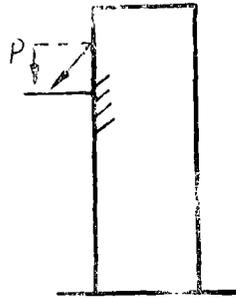
2. 凸出式结构在屏上安装之后,呈悬臂梁状态,不仅屏的面板受力臂作用,整个屏架也处于同样状态(见图1),显然这种结构的受力状况是不合理的。而采用嵌入式结构之后,屏的受力情况则大大改善了(见图2)。

3. 凸出式结构由于其在屏前凸出其主体部分,则势必占有屏前通道的空间,在主控室平面设计时必须加大屏间通道宽度,否则将妨碍值班人员巡回检查。而嵌入式结构的主体部分在屏的内部,屏的面板之外只是其罩壳部分,因而占据通道的空间大大缩小。

4. 嵌入式结构充分利用了屏内空间。屏内部除了电缆、端子排和少量屏后元件之外,空间利用的潜力是很大的,嵌入式结构可以有效地利用这部分空间,从而能节省建筑面积。当然,嵌入式结构的设计应兼顾其它因素,不能单纯考虑向深度发展。



a、凸出式在屏上的安装



b、屏架受力情况

图1

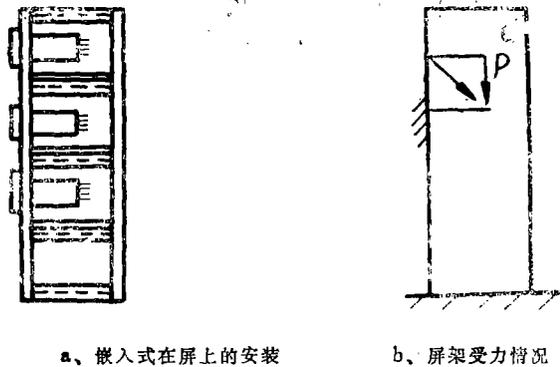


图 2

5. 凸出式结构由于主体部分在屏前，突出于面板的高度往往又很难控制一致，因而屏前元件的布置就会高低不平，给现场运行、维护带来很大困难。特别是由于光线的遮盖、折射等因素影响，将会妨碍监视效果。而嵌入式结构则完全克服了凸出式结构的这一弊病。

6. 嵌入式结构布置在屏的面板上整齐、美观，给人以美的感受。由于外观对人们心理因素的影响，将会刺激现场运行人员的工作情绪。

7. 嵌入式为插拔型式的结构提供了前提，实现了插拔型式，特别是机械插拔用于结构上之后，机芯可方便地插入、拔出和锁紧，便于制造厂实现专业化生产，更方便于现场维护，调试。当继电器发生故障时，由于同一型号的产品在安装上、原理上均有互换性，因而可以方便地更换，大大缩短了停机时间。

以上的几点分析，是建立在这样一个原则基础之上的，即：把继电器、装置同屏作为一个有机的统一体来考虑。这是因为，单独使用继电器的情况极少，而继电器与其它电器、电控元件共同构成保护装置，通过在屏上的安装，才能达到预期的目的。这是嵌入式结构出现的基本出发点。

二、 横向装置的出现

根据人体工程学的观点，机器设备的设计应考虑人体的各种要求，以提高人——机器设备所构成的人机系统的综合效率。

用于电力二次系统的保护、自动装置，在运行过程中与操作人员构成人——机系统。为了便于值班人员的监视和操作，安装的结构型式应符合人体的有关要求。根据人体工程学所提供的数据，人的双眼为水平排列，其水平监视的幅度比垂直幅度宽而且快，人眼也习惯于从左往右，从上往下运动和监视。又根据人体有关视觉数据，人眼的视野中心 3° 之内监视效果最佳， $20\sim 40^\circ$ 区域视野范围较好²。根据这些理论上的数据，说明装置结构横向布置的出现并不是偶然的。欧美各国的 $19''$ 系统就是以这一原则为出发点来考虑机箱结构的⁽³⁾。

从屏的有效利用率来讲，屏上元件的集中排列，不仅有利于集中监视，而且也可充分利用有效的空间，节约占地面积。以瑞典ASEA公司的凸出式结构为例，在屏上布置时，继电器集中安装在装置框架上，再把装置框架嵌入安装在屏上，呈横向装置结构型式。这种布置方式，在屏的高度方向和宽度方向的利用率达80%以上^[1, 2]，远比分散的安装方式利用率高。

我所设计的A系列壳体结构，就是从以上两点出发，把继电器的嵌入式结构和嵌入式的横向装置结构统一起来，使之成为有机的一体，按照统一的思路进行设计。A系列结构的特点是：继电器单元结构可以集中拼装，按照横向布置方式构成组合的嵌入式装置结构，也有供大的组合装置使用的独立的装置结构，它们不仅在结构型式和风格上是一致的，而且在形式和内容上也是有机的统一体（见图3）由于A系列结构的尺寸是按照模数规律递增的，因而在安装上能够互换。

三、插拔机械与插拔工具的出现

根据前述分析，嵌入式结构的采用是大势所趋。而嵌入式结构的关键所在是实现插拔。插拔方式的实现要考虑以下各点：

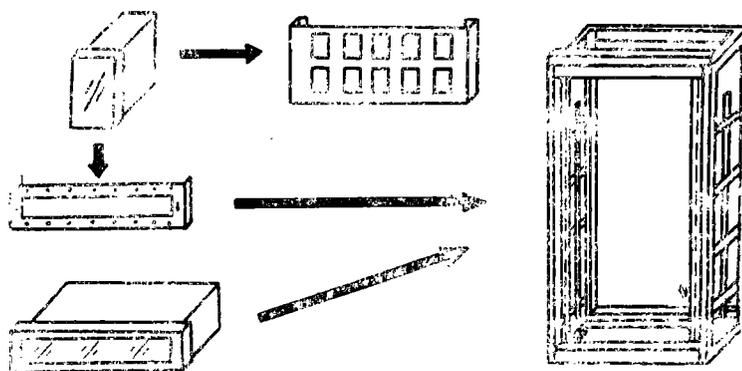


图 3

1. 克服机芯重量及与导轨之间产生的摩擦力；
2. 克服接插件的插拔力；
3. 能自由方便地实现插入和拔出；
4. 能够实现机芯和壳体的自锁；
5. 插拔方式的实现同时要考虑整个结构的总体布置，如空间利用率等。

根据以上各点，我们采用两种方法来解决插拔问题：

1. 对于小型壳体结构，为充分利用壳体内部空间，避免结构过于臃肿、繁锁，设计一种插拔工具（见图4）。插拔工具简单、实用，便于现场人员使用。

2. 对于较大体积的壳体结构, 因机芯重量较大, 接插件的数量较多, 插拔时即要克服机芯的自重和机芯与导轨的摩擦力, 又要克服插件本身的插拔力, 所以总的插拔力比较大, 用简单的手动工具不仅尺寸较大, 使用也极不方便, 因而设计了机械式插拔机构(见图5)。

机械式插拔机构的原理是根据解析几何中等近圆锥螺旋线——阿基米德螺旋线设计的(见图6)。

阿基米德螺旋线的极坐标方程是:

$$\rho = \rho_0 + a\theta \quad (1)$$

式中:

ρ ——极径;

θ ——极角;

a ——常数;

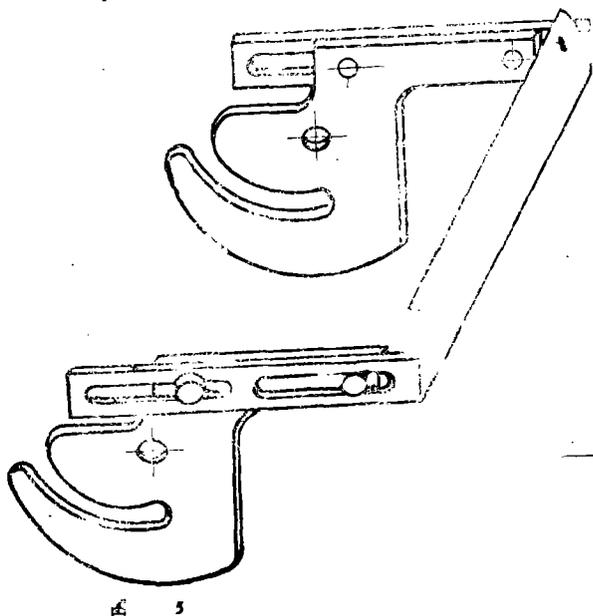
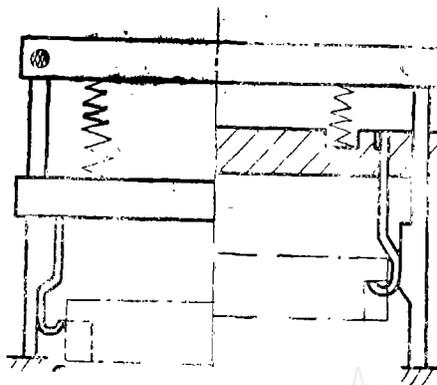


图 5

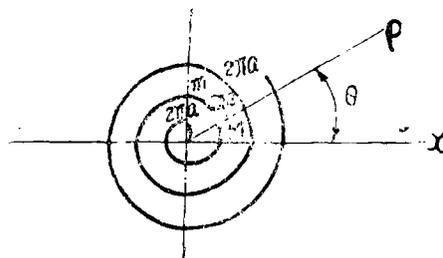


图 6

当动点M转动一周时, 根据式(1):

$$\rho = \rho_0 + 2\pi a$$

按照阿基米德原理, 根据接插件插入深度的要求(假设为10mm), 插拔机构运动90°的极坐标方程为:

$$\rho = \rho_0 + a \cdot \frac{\pi}{2}$$

$$\rho - \rho_0 = \frac{a \cdot \pi}{2}$$

$$\because \rho - \rho_0 = 10,$$

$$\therefore 10 = \frac{a \cdot \pi}{2}$$

$$a = \frac{20}{\pi}$$

将 a 值代入 (1) 式:

$$\rho = \rho_0 + \frac{20}{\pi} \theta \quad (3)$$

(3) 式即为用于插拔机构的阿基米德螺旋线的极坐标方程。一旦定下极径的起始值 ρ_0 , 即可绘制出曲线型式。方程中 $\rho - \rho_0$ 就是动点沿阿基米德螺旋线行进 90° 之后, 在直接方向移动的距离, 即接插件的插入深度。

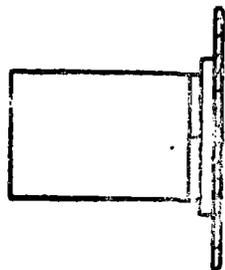
利用上述原理设计的插拔机构, 结构简单, 占用空间小, 加工方便, 操作灵活, 同时具有插、拔、锁三种功能, 是一种较理想的插拔兼锁紧机构。按照这一原理设计的插拔机构, 在装置结构的大小结构中是通用的。

四、全方位安装结构的实现

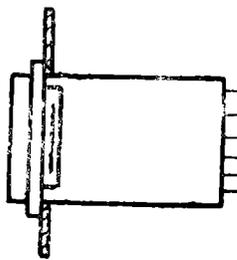
继电器结构的设计, 应符合标准化、系列化、通用化的原则。继电器结构通用化, 可为多种产品所采用, 不仅便于实现专业化生产, 更便于用户安装、维护。

继电器产品不仅广泛用于继电保护行业, 也为高低压电器、电气传动及工业企业自动控制等部门所采用。由于使用条件的不同, 对继电器的安装方式提出了不同的要求, 因而继电器结构应能满足这些不同的要求。

国外 BBC 和 SIEMENS 公司对继电器的不同安装方式进行了较恰当的处理, 即在继电器壳体上增加安装附件, 以达到改变安装方式的目的 (见图 7) (6)。但这种处理方法并未解决板前接线的要求。



凸出式安装
图



嵌入式安装
7

过去我国继电器结构都是针对不同的安装方式作出不同的结构设计，即嵌入式继电器和凸出式继电器是两个不同的系列，在结构上是截然不同的（见图 8）



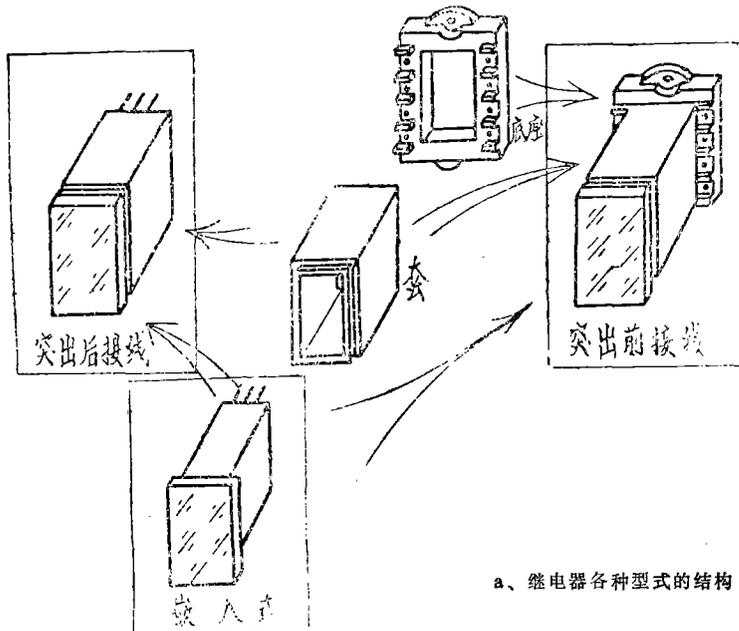
图 8

这两个不同的系列，生产上是两个不同的系统，安装开孔尺寸完全不同，即便是在功能上可以互换，但由于在安装上不能互换，因而在使用中不能互相替代。

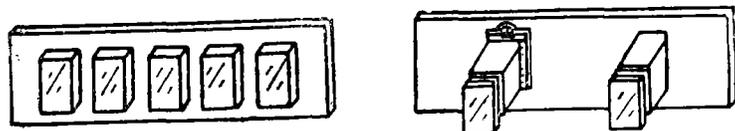
我们针对国内外继电器结构的上述特点，结合我国用户的安装习惯，总结出了以下三种基本安装方式：

- (1) 嵌入式安装；
- (2) 凸出式前接线安装；
- (3) 凸出式后接线安装；

我们的嵌入式按开孔方法安装的继电器结构，为最基本的安装方式。在此基础上增加几个附件之后，就可实现前述的三种安装要求（见图 9）。



a、继电器各种型式的结构



嵌入式安装 突出前接线 突出后接线

b、继电器在屏板上的各种安装方式

图 9

除了以上三种安装方式之外，国内外出现了一种密集型的安装方式——**拼装式安装**，其特点是将继电器按逻辑功能上的联系集中安装，既便于监视，又节省安装面积，这是一种很有前途的安装方式。我们在原有结构的基础之上，设计了机芯能够与上述结构互换的、通用的、按照模数尺寸变化的拼装结构（见图10）。

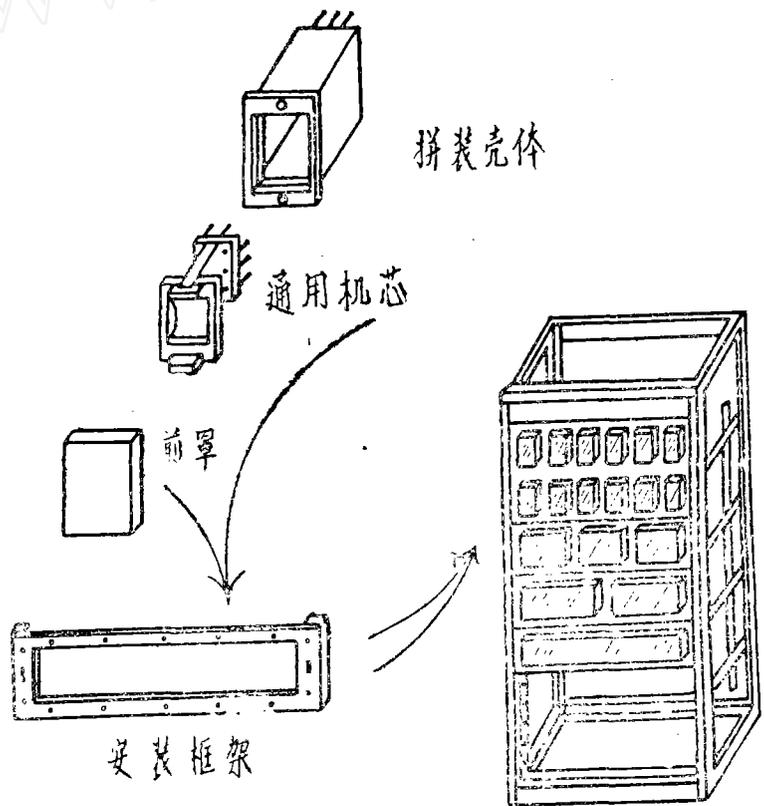


图 10

综上所述，我们在嵌入式结构的基础之上，实现了全方位安装、即：

- (1) 嵌入式安装；
- (2) 嵌入式拼装；
- (3) 凸出式前接线安装；
- (4) 凸出式后接线安装。

全方位安装结构的特点是：

- (1) 结构简单，以嵌入式为基础，只需增加几个附件，即能实现各种安装方式。
- (2) 机芯通用化，可实现性能上的互换，便于生产和用户的维护、更新、扩充。
- (3) 嵌入式和突出后接线安装开孔尺寸相同，便于用户改变安装方式。
- (4) 结构外形尺寸按模数规律递增，在构成拼装式组合时，可实现安装上的互换，从而构成了完整的模数化系统。
- (5) 全方位安装的实现，比目前国内外的各种安装方式具有功能全、简单易行、便于生产和用户选用、更新的特点。

五、结 论

通过上述分析可得出如下结论：

- 1、继电器结构的研究与设计，应当把继电器同装置、屏的结构作为一个有机体系来综合考虑。
- 2、嵌入式结构已成为发展趋势。
- 3、横向布置的装置结构比其它形式更便于现场监视。
- 4、插拔式结构的实现给生产、维护、调试带来了极大方便。
- 5、插拔工具和插拔机构是结构实现插拔后不可缺少的工具和辅助部分。
- 6、全方位安装结构是国内首创，与国外同类产品结构相比，功能更全，具有明显的优越性，从而能满足国内各行业对继电器安装方式的不同需要。
- 7、模数化拼装结构是目前国内外继电器安装的一个趋势，值得我们研究和不断完善。（参考文献从略）