

# 我国电工控制设备机柜结构与工艺的现状与发展建议

许昌继电器研究所 田蓓

## 摘要

我国电工控制设备的机柜结构与工艺经过近年来的技术引进和技术改造,已经有了很大的改进和提高。但由于长期忽视机械结构和制造工艺,使我国机柜结构与国外发达国家相比尚有较大差距,仍满足不了用户的要求。本文拟对我国电工控制设备机柜结构与工艺的现状加以分析,并提出对其发展的建议。

## 一 我国机柜结构和工艺的现状

改革开放以来,我国机柜结构和工艺有了很大改进和提高。具体表现在以下几个方面:

1. 热轧角钢、型钢整体焊接结构已逐渐淘汰,冷轧钢板弯曲成型的焊接结构占有主导地位,组装式结构已经出现并有逐步推广的趋势。国外一些先进的典型的机柜的国产化工作也取得较大进展,例如仿西德AEG公司的SE结构,已经用于低压成套开关设备;SIEMENS公司的8MF机柜已在许昌继电器厂大批量生产;原瑞典ASEA(现ABB)公司的VSG型机柜已在阿城继电器厂生产;SIEMENS公司的8ML机柜也在低压抽屉柜的生产厂家(如昆明开关厂、大连低压开关厂)投产。

2. 随着国外技术的引进,先进的机柜结构设计思想也已引入,例如机柜的人机学设计、模数化设计、系统设计等已在我国机柜设计中开始采用。例如阿城继电器厂在继电保护装置设计中,吸收了ASEA公司COMBIFLEX系统的设计特点;许昌继电器厂吸收了英国GECM公司的MIDOS系统的思想,在继电保护装置设计中采用了模数化设计;上海华通开关厂和上海电器成套厂引进BBC公司的MNS系统低压开关柜并已实现了国产化。这些国外先进结构的引入,无疑对我国机柜结构的发展是个促进。

3. 过去,我国机柜几乎无标准可循。1982年颁布了第一个有关机柜的国家标准GB3047.1《面板、架和柜的基本尺寸系列》。在此标准基础上,又颁布了一系列具体标准,使机柜的设计、生产有了一定的技术规范。尽管目前有关机柜结构标准还不很健全,但已经迈出了可喜的一步。

4. 近年来,我国几乎所有的大中型机柜生产企业都引进了剪板机、数控冲床和数控折弯机(俗称钣金加工“三大件”),使我国机柜的加工水平有了很大提高,加工的精度等级几乎提高了一个数量级,生产效率也大幅度上升。

5. 机柜生产中的其它工艺也有了较大改进,例如静电粉末喷涂技术、钢型材冷滚压成型技术、闪光对焊技术、气体保护焊技术、螺钉储能焊技术等已在国内某些大型机柜生产企业采用,使机柜的工艺水平和加工能力都有明显的提高。

## 二 国内外机柜结构水平对比

我国机柜的结构水平和发达国家80年代水平对比见表1。

表1 国内外机柜结构水平对比

对比项目名称	发达国家80年代水平	我国现有水平
1. 结构系统	国外各大公司均有独立的从元件到装置的结构系统,适应不同的电控设备	国内只有少数企业有自己的结构系统,且不完善
2. 结构标准及标准化程度	有IEC标准或相应的结构标准,标准化程度较高	有部分结构标准,标准化程度不高
3. 通用化程度	大部分电气公司的结构适用于不同的电控设备,通用化程度高	大部分机柜是针对具体电气产品设计的,通用化程度低
4. 模数化	机柜设计从系统上考虑了电气安装的模数化布置,多数机柜设有模数化步进安装孔	部分引进消化的机柜有模数化步进安装孔,大部分机柜缺少模数化设计上的考虑
5. 人机学设计	按人机试验数据进行机柜总体布局、色彩设计等	已引入人机学概念,但缺乏试验手段和有效的设计效果
6. 结构型式	已过渡到组合式、系列化,便于专业化生产	少数引进消化机柜为组合式,但专业化程度不高,多数为整体焊接式
7. 材料消耗	提高断面模量以减轻重量、减少材料消耗,确保承载能力,钢板厚度在2.5mm以下	由于提高断面模量会使断面形状复杂导致加工困难,多采用3mm钢板和简单形状断面,材料消耗偏多
8. 防护等级	可按需要提供,一般为IP20,最高可达IP54	一般为IP20,少数可达IP54,技术上困难较多
9. 通风散热及保护接地	密封机柜按功率大小选用专用换热器。保护接地均用接地垫圈	目前已研制出热管散热器用于密封机柜,但未普及。保护接地已采用接地垫圈,其它措施落后
10. 结构辅件	有完备、可靠的结构辅件,确保机柜整机效果	配套的结构辅件不理想,精度差,可靠性差。

### 三 国内外机柜工艺水平对比

我国机柜的制造工艺水平与发达国家80年代水平对比见表2。

表2 国内外机柜工艺水平对比

对比项目名称	发达国家80年代水平	国内现有水平
<b>1. 钣金加工技术</b>		
1.1 剪板	高精度数显剪板, 精度误差达0.1mm	大量采用的是普通精度剪板机, 精度误差达0.5mm左右, 大尺寸甚至超过0.5mm, 少数引进设备可达0.1mm。
1.2 冲孔	普遍采用数控冲技术, 精度等级在0.05~0.1mm之间, 冲程次数达400次/分	少数引进设备为数控式, 精度可达0.1mm。大多数采用深喉颈冲床, 精度为0.5~1mm, 工效仅为国外的1/5。
1.3 弯板	高精度自动定位, 精度0.1mm, 可弯曲任意形状	少数引进设备可达0.1mm, 多数采用普通折弯机, 精度约0.5mm, 弯曲形状受模具限制
<b>2. 焊接技术</b>		
2.1 应用范围	除机柜主体外的结构辅件也广泛采用(特种焊接)	普遍用于机柜主体结构
2.2 保护焊	广泛采用CO <sub>2</sub> 、Ar <sub>2</sub> 保护焊, 并用于有色金属结构焊接	极少采用, 仍为传统的手工电弧焊
2.3 特种焊接	特种点焊、闪光对焊等普遍采用	极少采用
<b>3. 表面处理及被复技术</b>		
3.1 前处理	多半为自动生产线, 溶液自动调整, 并已采用先进的汽相清洗技术	少数大型企业建有生产线, 但自动化程度低, 多数仍为传统的单元操作, 少数企业没有有效的处理方法
3.2 水性涂料涂装工艺	已近半数企业采用	尚无采用
3.3 高压静电喷涂	广泛采用并建有自动线, 膜厚为50~70μm, 高绝缘性耐冲击	少数大型企业采用, 自动化程度不高, 生产不稳定, 膜厚达0.1mm, 死区多, 落粉量大
3.4 油性涂料	极少采用, 已逐渐为水性涂料和静电喷涂技术取代	大量采用且为手工操作
4. 装配工艺技术	以手工装配为主, 但都有相应工装、工具。由于加工精度高, 装配时无需调整。	手工装配, 通用工具, 装配时多半需调整, 甚至采用修配方法随机性
<b>5. 模具设计制造水平</b>		
5.1 设计、生产方式	CAD/CAM已商品化, 应用达10~20%	经验设计, 传统生产方式
5.2 标准化程度	冲模标准达70~80%	冲模约30%
5.3 品种和结构	向大型、复杂、精密、高效、柔性化方向发展	冲模多为单工位, 少数企业有高精度加工设备
5.4 精度与寿命	精度已达μm级, 向无公差等级发展, 最高寿命达500~800万次	精度比国外低一个数量级最高寿命约100万次

(续表2)

对比项目名称	发达国家80年代水平	我国现有水平
5.5 冲模种类	硬质合金模、多工位多型腔膜、冲压单元、冲压中心已广泛采用	极少采用硬质合金模, 组合模具甚少, 多为单向成型
6. 工艺装备水平		
6.1 钣金加工设备精度水平	5 $\mu$ m~0.1mm	一般为0.5mm, 部分引进设备可达0.1mm
6.2 役龄及精度保持性	役龄15年以下, 精度保持性10年	平均役龄25年以上, 精度保持性3~5年
6.3 构成比例	多数为数控机床	数控机床不足1%
6.4 配套能力	高精度设备配套, 并向联机和柔性化发展	通用型单机, 联机性差
6.5 专用设备	批量生产均有专用设备	均为通用设备
7. 工艺过程自动化		
7.1 柔性化水平	有柔性线用于生产	已有一条钣金柔性生产线在柳开投产
7.2 自动化生产线	由微机控制专用生产线	只有少数先法的单机未联成自动生产线
7.3 CAD/CAM	广泛用于设计生产	开始搞CAD, 少数引进设备采用CAM, 但未形成系统
8. 工艺材料系标准化及商品化程度	工艺材料与高效工艺、工艺方法、工艺设备同步发展并实现商品化	无部门管理, 分散经营, 品种少, 不配套, 质量差
9. 工艺过程检测水平	各环节均设专门检验, 精加工100%检验, 测试手段齐全	手段落后, 水平低, 靠经验检查, 已有光栅、磁栅测量系统用于实践, 但未推广

#### 四 我国机柜水平的总体评价

通过上述指标对比, 对我国机柜水平可以作出如下评价:

1. 改革开放以来, 我国机柜设计和制造水平有了较大进步, 缩小了与发达国家的差距。但从宏观和综合水平来看, 我国机柜结构水平仍落后约15年, 只相当于国外70年代水平。特别是在我国仍保留有落后的机柜在生产, 大、中、小企业间的水平相差很大。

2. 我国机柜的外观、布局、色彩、精度等级、配套性等方面仍与发达国家的机柜有明显差距, 这是由于缺乏系统设计、缺少人机学观念、不注重结构辅件的配套和生产过程精益求精所致。

3. 我国机柜的制造工艺水平与发达国家相比差距更大, 只相当于发达国家六十年代水平。尽管近年来许多企业引进了“三大件”设备, 但只限于一些有条件的大中型企业, 而众多的企业“望洋兴叹”, 使其发展极为不平衡。而一些常规工艺还非常落后, 几十年无重大改变。即使是近年来发展起来的新技术差距稍小, 但因其形成历史短、技术更新快, 如果掉以轻心就可能加大差距。

4. 工艺材料、工艺装备与新的工艺方法这三项紧密相连的工作在我国一直脱节,这是新的工艺技术推广的最大障碍。国外许多工艺装备公司同时也是工艺材料公司、新工艺技术开发公司,这种三位一体的组织形式保证了新的工艺技术一经开发,就可为用户提供技术成套、软硬件兼备的实用技术,而这正是我国的薄弱环节。

5. 微电子技术、计算机技术的发展已使它向工艺技术领域渗透,而这些在我国也甚为落后。这些新技术的发展日新月异,如不重视将会拉大与发达国家的差距。

## 五 对我国机柜结构与工艺发展的建议

为了尽快缩小我国机柜结构与工艺的落后状态,必须瞄准方向、打好基础、狠抓薄弱环节,扎扎实实地作好以下工作:

1. 改变对机柜结构与工艺的重要性的认识,机柜给人以第一印象,从直观上代表了我国电工控制设备的水平,机柜结构的落后往往带来“产品落后”的恶果。

2. 重视机柜结构的成套性、系统性设计。我国机柜结构过去没有统一规划,缺乏系统性、成套性,往往采取“头疼医头,脚疼医脚”的工作方法,因而从总体上看收效甚微。

3. 加强技术立法,即加强结构标准化工作,把过去的经验、他人的长处以及行之有效的办法等这样一些零散的资料、信息,上升为“规范”,并结合理论形成“标准”,以此去指导今后的实践。

4. 产品的关键是工艺。我国工艺基础薄弱更应狠抓工艺进步和工艺攻关。通过近年来的技术引进,我国已经能够生产一些先进的工艺设备,例如黄石锻压机床厂与比利时LVD—HD合作生产的数显剪板机、液压折弯机、三点式折弯机;上海第二锻压机床厂生产的J72—30十一工位高速精密压力机、济南铸锻机械研究所生产的多工位数控冲床;齐齐哈尔第二机床厂生产的数控步冲压力机、高速精密压力机(引进联邦德国技术)等,达到了发达国家产品水平,完全可以替代进口产品而无需再继续引进。今后应当加强工作的是把这些先进设备联机,形成自动化的、柔性化的生产线。

对于传统、落后工艺应加强改造,国内已出现的冷滚压成型技术、塑料喷涂技术、闪光对焊等特种焊接技术应进一步完善,与这些新工艺技术配套的工艺装备应加强研究,特别是应当用微电子技术和计算机技术去改造老装备,以提高产品质量和工作效率。

5. 在改造、武装国营大中型企业的同时,应积极支持和鼓励小企业的技术改造,以解决发展不平衡的问题,与此同时也应注意解决各技术环节的不平衡,从而使我国机柜行业稳步协调发展。

### 参考文献

- [1] 田蓓.《电子设备结构联合设计工作组低压柜结构调查报告》.1990
- [2] 方文楷、田蓓.《我国继电保护结构与工艺现状及发展建议》.《电力系统自动化》.1989(2)