

文章编号:1001-1609(2003)01-0063-02

真空灭弧室生产工艺对灭弧室小型化发展的影响

王政, 费广成, 刘颖

(锦州华光电力电子(集团)公司, 辽宁 锦州 121001)

INFLUENCE OF PROCESSING OF VACUUM INTERRUPTER ON ITS COMPACT PRODUCTION

WANG Zheng, FEI Guang-cheng, LIU ying

(Jinzhou Huaguang Power & Electric (Group) Co., Jinzhou 121001, China)

摘要: 对真空灭弧室生产方式、发展进程及不同生产工艺对灭弧室小型化发展的影响进行了分析,说明了真空灭弧室向小型化方向发展的意义。

关键词: 真空灭弧室; 工艺; 方式; 钎焊

中图分类号: TM561.2

文献标识码: A

Abstract: In this paper, some issues on the production style and different processing for vacuum interrupters are introduced. The significance is presented that the vacuum interrupter is developed to be more and more compact.

Key words: vacuum interrupter; processing; style; weld

1 前言

多年来,真空灭弧室的发展主要集中在性能和可靠性的提高以及体积的缩小上。为了实现这一目的,研究人员及企业中的工程技术人员对真空电弧、电真空材料及生产方式等技术进行了深入地研究与探讨,其宗旨一方面是通过真空电弧实施更加有效地控制来降低电弧能量,扩大触头表面有效利用面积,抑制阳极斑点的形成来实现真空灭弧室性能的提高,优化灭弧室内部结构,改善电场强度分布的均匀程度,提高灭弧室内部的绝缘水平,从而实现灭弧室的小型化;另一方面是通过真空灭弧室生产方式的改进、发展及整体工业化水平的提高,促使灭弧室向小型化、低成本、高质量的方向发展,尤其是真空灭弧室一次封排工艺的出现更加促进了这一发展的进程。图1为美国西屋公司30 a来15 kV/12 kA真空灭弧室小型化的发展进程。

2 真空灭弧室生产工艺的发展

在真空灭弧室的发展过程中,随着真空断路器的技术进步和经济、技术上的要求及真空灭弧室的

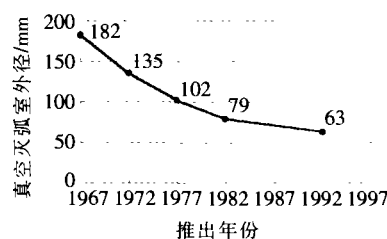


图1 美国西屋公司15 kV/12 kA真空灭弧室的发展进程

结构创新及生产技术、工艺水平、真空材料的不断发展,真空灭弧室的生产方式发生了巨大的变化,灭弧室的体积变得越来越小,性能越来越可靠,结构也变得越来越简单。

2.1 排气生产方式

真空灭弧室排气生产方式沿用了传统的真空电子管的生产工艺,它的工艺过程是:首先将洁净的各种零件装配成所需的动端、静端及外壳组件等部件,对其进行真空钎焊;然后对动、静端管芯进行检漏,检漏后再将各种部件装配成整管,用氩弧焊进行整管焊接;焊接后再对整管进行检漏,检漏通过后可进行烘烤排气及动态老炼处理,老炼中放出的气体被真空系统排出;最后对成品管进行二次老炼、测试及封装。这种生产方式由于采用了传统的电真空玻璃或陶瓷生产工艺,生产环节多、生产效率低、生产成本高,因此很难进一步实现小型化、大批量、低成本的工业化生产规模。

2.2 炉内封排生产方式

为了提高真空灭弧室的生产效率,降低制造成本,一些西方国家从80年代开始采用大型真空设备对陶瓷真空灭弧室进行“炉内封排”工艺^[1],也就是一次封排工艺^[2,3]的生产。这种工艺的生产过程在电真空、自动化技术及设备得到了突破后较前者有了很大的简化。它的生产过程是:首先将灭弧室的各种零件组装并焊接成3大部件,即动端、静端及外壳组

收稿日期:2002-09-19; 修回日期:2002-10-30

件,然后对其进行检漏,检漏后将其装配成整管,用专用夹具固定好,装入自动运行的大型真空炉中进行高温烘烤排气;在烘烤排气过程中零件放出的大量气体被真空系统排出,待灭弧室内达到高真空后,炉温被提升到封口焊料的熔点温度以上,使封口焊料熔化,进而密封灭弧室的排气通道,从而完成了封口排气过程,其工艺过程见图2。

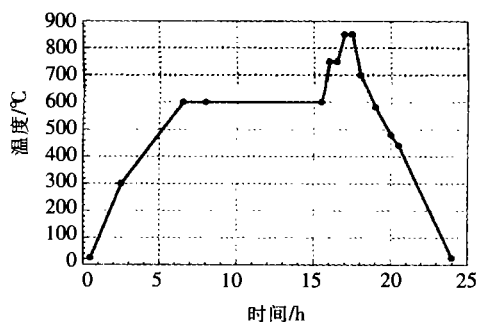


图2 一次封排工艺运行图

这种工艺由于需要进行部件焊接并检漏,因此,对于结构比较复杂的灭弧室和纵向磁场触头结构来讲比较有利。可以利用定位夹具对复杂部件进行真空钎焊,然后对其进行检漏并确定部件是否漏气;若漏气则可以对其进行补焊。由此可见,这种工艺能够保证管内各焊缝的气密性,可使整管的一次成品率保持在一个很高的水平。但是,由于这种工艺采用了两种不同熔点的焊料对灭弧室进行两次真空钎焊,需要有两台以上的大型真空炉配合运行,所以运行成本较高,生产周期相对较长。因此更适合于较大容量、结构复杂真空灭弧室的生产,而对于结构简单、尺寸较小的真空灭弧室来说,则显得成本高、过程复杂。

2.3 一次封排生产方式

在上述工艺的基础上,研究人员又开发出一种新型真空灭弧室生产工艺,即“一次封排”工艺^[1]。它只需事先将灭弧室的相关零件设计成自定位形式,无需任何工装夹具对零件进行定位,省去了部件焊接及相应的部件检漏。进炉前只需将所有零件连同所需的各种焊料完整地装配起来组成一个整管,然后用专用夹具将其定位与固定,再放入自动运行的大型真空炉中进行烘烤、排气、焊接及封口,从而一次完成了真空灭弧室的焊接与封排的生产过程。上述3种生产工艺的流程见图3。

图3(a)为传统排气工艺,(b)为炉内封排工艺,(c)为一次封排工艺。一次封排工艺的采用(包括炉内封排工艺)省去了传统的氩弧焊封口工艺及相关工艺,最大限度地消除了人及环境对部件的二次污染,提高了灭弧室内部的真空度及清洁度,从而改善

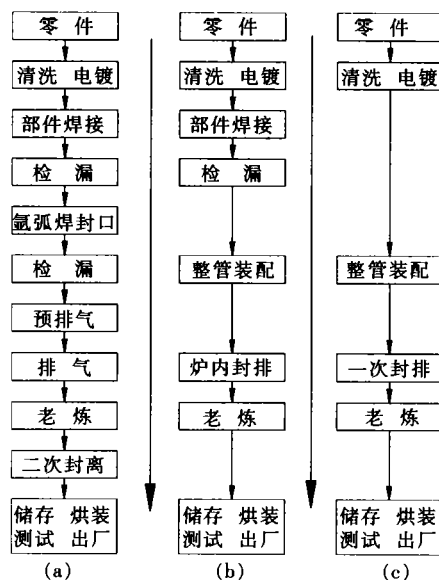


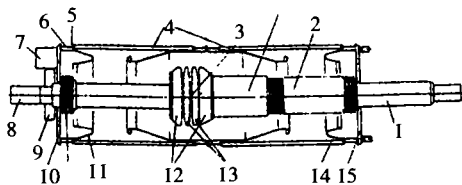
图3 三种不同真空灭弧室生产工艺流程图

了真空灭弧室的开断性能及绝缘水平,促进了真空灭弧室向小型化、低成本方向的发展。

3 生产工艺对灭弧室小型化的影响

真空灭弧室的体积越小则单位产量就越高。例如,如果按照美国造真空炉满负荷运行方式来计算,则 $\phi 132$ mm外径的真空灭弧室可以装载50只, $\phi 100$ mm外径的真空灭弧室可以装载80只, $\phi 78$ mm外径的真空灭弧室可以装载140只,而 $\phi 60$ mm外径的真空灭弧室则可以装载320只。因此,对于同一种参数的真空灭弧室来讲,将外径尺寸从100 mm缩小到78 mm,其单位产量可以提高到原来的1.7倍,从而大大地提高了生产效率,降低了生产过程成本。另外,若采用一次封排工艺,则所有的部件炉均可转换为整管炉,进行一次封排。这样的话,其单位产量又可以提高1倍。另外一个原因是采用一次封排工艺后减少了瓷壳、触头和屏蔽罩及其它零部件因检漏及装配使其二次进炉所造成的污染及人为因素对部件的污染,从而提高了整管的真空度和绝缘水平。由于绝缘水平的提高,在真空灭弧室设计方面,可以考虑适当减小带电体之间的电气间隙,使真空灭弧室的小型化发展成为可能。另外,小型化后的真空灭弧室体积减小、结构简化也可使一次封排工艺的实现更具价值,两者之间的发展是相互影响、相互促进的。

目前,最新开发的U系列小型化真空灭弧室产品改变了以往的设计模式和工艺方式,在产品内部结构设计上采用了全新设计理念,使其带电体之间的电气间隙与原设计相比减小了(下转第67页)



1—动导电杆 2—波纹管 3—触头 4—玻璃外壳
5—密封部分 6—可伐合金 7—保护帽 8—静导电杆
9—支持法兰盘 10—静端盖板 11—端部均压环 12—触头部分均压环 13—电极 14—端部均压环 15—动端盖板

图3 日本126 kV, 1600 A, 40 kA真空灭弧室剖面图

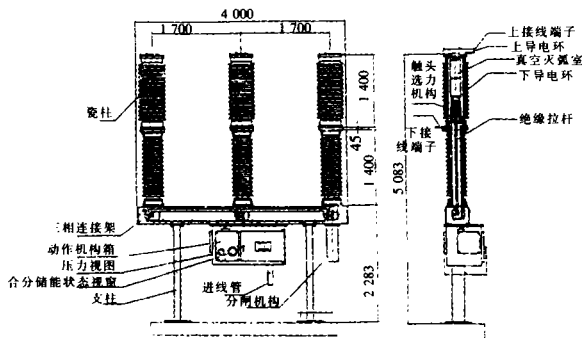


图4 126 kV真空灭弧室外形尺寸

要制造出高质量的高电压等级真空灭弧室必须具备下列4个基本条件。

(1)要设计出合理优化的高电压等级真空灭弧室,主要需解决在大开距下的真空灭弧室内部电场的均匀分布和合适的纵向磁场强度。

(2)大尺寸和高性能的触头材料制造。

(上接第64页)

30%,其中31.5 kA真空灭弧室的外径从 $\phi 100$ mm减小到 $\phi 85$ mm,体积减小了33%。在生产工艺方面,采用一次封排技术后,取消了部件焊接这一中间环节,从而大大减少了部件的二次污染。在封排的过程中,采用新型整管定位模具,提高了整管的同轴度精度、简化了装配工艺、提高了产品质量。完成后的整管在空气中进行绝缘测试,同国标相比,工频耐压水平提高了13%,雷电冲击耐压水平提高了27%。由此可见,随着真空灭弧室各项技术的不断发展,真空灭弧室的外形尺寸将会进一步缩小。尽管诸如外绝缘、电气间距等必须考虑,但是小型化、低成本的真空灭弧室将会为真空断路器的设计者们提供一个更好的机会,以显示新一代真空断路器具有的体积小、性能高的特点。

4 结论

(1)生产工艺的不断发展提高了真空灭弧室的开

(3)高电压等级真空灭弧室外壳,目前仍采用充 SF_6 气体作绝缘保护,这样仅减少了 SF_6 气体的用量,仍未完全去掉 SF_6 气体,建议可采用压缩空气、氮气、硅脂填料或其他绝缘材料等代替,以达到完全不采用 SF_6 气体。

(4)制造高电压等级真空灭弧室的大型装备和设备。

5 结论

综述了国内外发展真空断路器的历史进程,阐述了我国开发高电压等级真空断路器的必要性,并指出已开发出126 kV真空断路器是一个良好的开端和成功的经验,对我国生产126 kV真空灭弧室起到了促进作用。

参考文献:

- [1] 马志瀛. 积极开展高电压真空灭弧室及126 kV以上真空断路器的理论研究和产品开发[J]. 电器技术, 2002(5): 1-6.
- [2] 王季梅. 真空开关理论及其应用[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1986.
- [3] 王季梅, 吴维忠, 魏一钧, 等. 真空开关[M]. 北京: 机械工业出版社, 1983.
- [4] 王季梅. 国外真空开关发展概况[J]. 高压电器, 1980(5): 6-8.
- [5] Toshiba Engineers. Vacuum Matches SF_6 Point for Point Says[J]. Toshiba Electrical Review, 1983(214): 31-33.

作者简介:王季梅(1922-),男,教授,博导,从事真空灭弧理论研究和熔断器理论研究。

断性能及绝缘水平,促进了真空灭弧室向小型化、大容量方向发展。

(2)在一次封排的工艺条件下,缩小灭弧室的外形尺寸可进一步提高灭弧室的单位产量,降低生产成本,增强真空断路器的市场竞争力。

参考文献:

- [1] Leslie T Falkingham. A Brief History Showing Trends in Vacuum Interrupter Technology [A]. IEEE 18th Int. Symp. on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum [C]. Eindhoven, 1998.
- [2] 张玉洁, 赵丽华. 真空灭弧室的一次封排工艺[J]. 低压电器, 1999(3): 51-53.
- [3] 姚士彬. 陶瓷真空灭弧室一次封排工艺[J]. 高压电器, 1999, 35(4): 46-48.

作者简介:王政(1963-),男,工学硕士,从事真空灭弧室及开关电器的研究。