

EAST 托克马克装置主机装配控制测量

赵庆荣¹, 武松涛²

(1.井冈山学院 机械工程系, 江西 吉安 343009; 2.中国科学院 等离子体物理研究所, 安徽 合肥 230031)

摘要: EAST 全超导托克马克核聚变实验装置是国家“九五”大科学工程项目, 为了保证各部件的安装定位要求, 建立了装配工程测量控制网。文中重点介绍了 EAST 装置主机关键部件装配测量控制网的建立方法, 以及装配定位时所采取的控制测量方案。

关键词: EAST; 装配; 控制测量

中图分类号: TG8

文献标识码: A

文章编号: 1002-2333(2006)06-0080-03

The Control Survey of EAST Tokamak Device Assembly

ZHAO Qing-rong¹, WU Song-tao²

(1. Department of Mechanical Engineering, Jinggangshan University, Ji'an 343009, China;

2. Institute of Plasma Physics, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: EAST is a Chinese National Mega-project of Science and Engineer performed by ASIPP. This paper describes the establishment of the survey control networks for EAST device key parts assembly, and the survey plans of the key parts assembly are also described in this paper.

Key words: EAST; assembly; control survey

1 引言

如图 1 所示, EAST 全超导托克马克核聚变实验装置是中国科学院等离子体物理研究所承担的国家“九五”大科学工程项目, 整个实验装置为一圆环结构, 高度为 10m, 直径为 7.6 m, 总重量为 360 t, 目前已经完成了关键部件的装配定位(如图 2 所示)。在 EAST 装置主机总装过程中, 为了保证各部件的安装定位精度要求, 需要对每一个安装部件进行控制测量。由于 EAST 装置主机结构的复杂性, 如果采用传统的单一机械式的测量方案难以满足上述要求, 因此在参考了国内外有关精密工程的测量后, 提出了将精密工程测量技术引入到 EAST 全超导托克马克装置主机部件的装配测量方案中, 建立装配工程测量控制网。

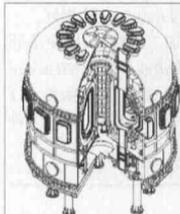


图 1 EAST 装置主机结构



图 2 EAST 装置关键部件装配

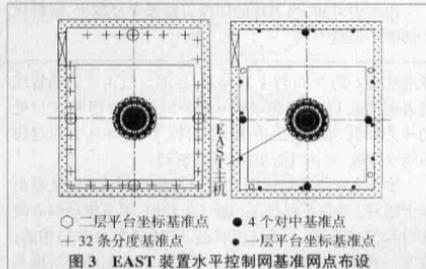
2 测量控制网的建立

EAST 装置主机在总装时, 要求相关部件的高度控制精度为 ± 0.5 mm, 垂直度控制精度为 ± 1.0 mm, 同轴度控制精度为 ± 0.5 ~ 1.0 mm, 平面相对位置控制精度为 ± 1.0 mm, 水平角度控制精度为 $\pm 0.01^\circ$ 。为了能够在装配过程中测量控制各零部件的安装精度, 在 EAST 装置试验大厅中建

立了一种独立于装置之外的、可以永久保存的测量控制网。根据控制网建立的目的和用途, 可分为水平控制网和高程控制网。水平控制网的主要作用是装置安装、调整和竣工验收提供水平控制点和相应的控制测量资料; 高程控制网的主要作用则是提供高程控制点及其准确的高程数据。

2.1 水平控制网

EAST 超导托卡马克装置主要由极向场磁体系统、纵场磁体系统、真空室、内外冷屏、外真空杜瓦和四组支撑系统构成。在整个 EAST 装置的装配工作中, 真空室、内冷屏和纵场磁体的安装最为复杂和关键, 而且根据 EAST 超导托卡马克装置的特点, 这三大部件都是一个 D 形截面的环体, 由 16 个扇形段拼接而成, 由于是环体的安装, 因此必须找出安装的中心基准点, 这个中心基准点也就是整个装置装配坐标系的原点。然后根据这个中心基准点, 在 EAST 装置试验大厅墙面上顺时针每隔 11.25° 建立了一个分度基准点, 作为安装真空室、内冷屏和纵场磁体时的分度基准。其布设情况见图 3 所示。



2.2 高程控制网

对于 EAST 超导托卡马克装置总装的高程基准零点,我们选取外杜瓦底座上 16 个纵场磁体支撑垫块的最高值为零基准,这也是考虑到以后安装纵场磁体时的高程值便于调整。EAST 装置主机的真空室、内冷屏和纵场磁体的赤道面设计要求距外杜瓦底座的距离为 3320mm,为了保证真空室、内冷屏和纵场磁体在安装完后,真空室水平颈管的安装能够顺利进行,不相互干涉,

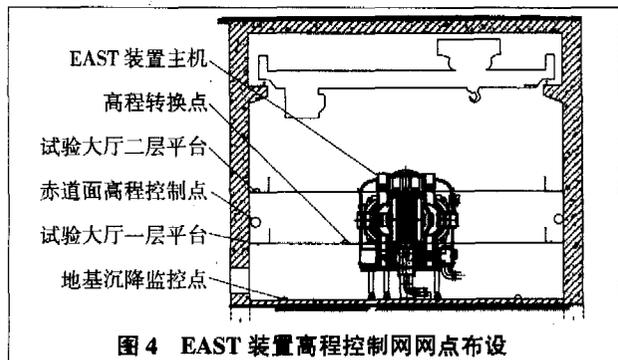


图 4 EAST 装置高程控制网网点布设

因此在安装真空室、内冷屏和纵场磁体时,需要对其赤道面的高度进行严格测量。在 EAST 装置试验大厅一层平台的墙面上,设置了 10 个高程控制基准点,如图 4 所示。

3 控制测量方案

EAST 装置主机真空室、内冷屏和纵场磁体在结构设计上都是由 16 个 D 形截面的扇形体通过拼装焊接而成为一个环体,每一个扇形体上都有一个水平窗口和上下垂直窗口。在 EAST 装置主机总装设计上对这三层环体的窗口水平位置和高程位置都提出了相当高的精度要求,即在这三层环体的安装时,每一个水平窗口都要落在沿圆周方向角度为 22.5°的分度线上,要求角度偏差在 ±0.01°以内,并同时要求每一个水平窗口的中心赤道面要满足与外杜瓦底座上高程基准 0-0 面的高程值。此外,为了控制真空室、内冷屏和纵场磁体的直线段到装置装配坐标系中心轴线的距离,在测量过程中建立了高标准测量中心柱。对真空室、内冷屏、纵场磁体三环套装的主要控制测量内容为:(1) 确定水平窗口的平面角度位置;(2) 测量三层环体水平中心平面的高程值;(3) 确定各扇形体直线段到装置装配中心轴的距离值;(4) 测量三层环体之间的间隙。对于纵场磁体的安装除了这些控制测量内容外,还要求控制纵场磁体中心水平面对装置中心轴的垂直度。

3.1 真空室定位控制测量

(1) 通过接杆千分尺来测量真空室直线段到装置中心测量柱的距离,以控制其与装置中心轴线的距离。

(2) 将全站仪架设在大厅所建的水平控制网的某个控制点与外杜瓦底座平台上用精密机床所刻画的分度点之间,将仪器准直到水平控制点及其对应的平台分度点的连线上,然后对真空室水平窗口垂直对称线进行光学准直,以便对真空室的水平位置进行准确定位,如图 5 所示。

(3) 利用 DNA03 精密数字水准仪并结合装置大厅中

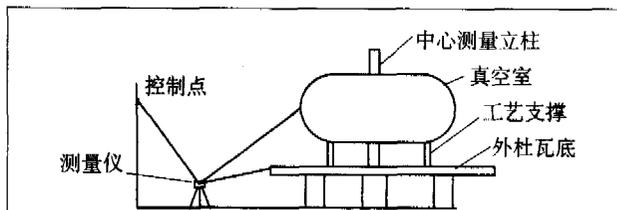


图 5 真空室整体吊装水平位置控制测量示意图

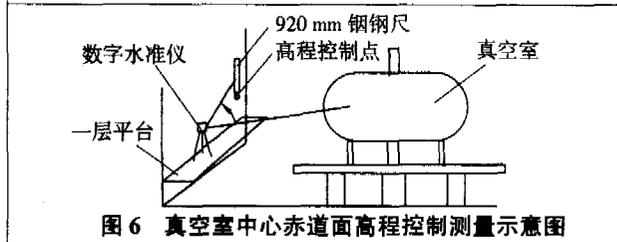


图 6 真空室中心赤道面高程控制测量示意图

所建立的高程控制网来对真空室水平窗口高程值进行控制测量,使其安装定位后的高程值能够满足设计要求。如图 6 所示。

3.2 内冷屏定位控制测量

(1) 用接杆千分尺来测量内冷屏直线段到装置中心测量柱的距离,以便满足控制其与装置中心轴线距离精度的要求;

(2) 将短视距的经纬仪安放在中心测量立柱上,通过真空室 OP 段缺口照准装置大厅墙面上的定向点来对经纬仪进行定向并作起始零值,旋转经纬仪到安装某 1/16 段内冷屏所要求的水平角度位置,通过上下照准内冷屏直线段的分度划线来控制其水平角度位置及可能的左右倾斜;

(3) 全站仪架设在所安装的某 1/16 段内冷屏所对应的水平控制网中某控制点与外杜瓦底座平台上用精密机床所刻画的分度点之间,将仪器准直到水平控制点和其

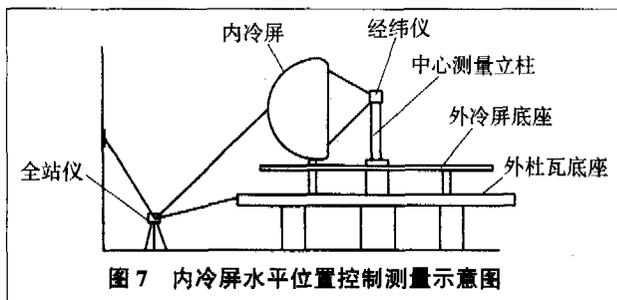


图 7 内冷屏水平位置控制测量示意图

对应的平台分度点的连线上,然后对内冷屏水平窗口的水平对称线进行光学准直,以便从外部来控制内冷屏水平位置的偏转,如图 7 所示。

3.3 纵场磁体定位控制测量

(1) 对纵场磁体直线段的控制测量点到装置中心立柱的距离进行测量,与内冷屏的测量方法相同,用接杆千分尺来控制测量;

(2) 用安装在中心测量立柱上的短视距经纬仪来控制纵场磁体中心平面位置及可能的左右倾斜,测量方法跟内冷屏控制测量相同;

(3) 将全站仪架设在实验大厅的地面上或架设在—

氧量测量系统在锅炉节能中的应用

孔维海, 李伟东

(大庆油田有限责任公司 第三采油厂, 黑龙江 大庆 163113)

摘要:针对目前油田锅炉运行存在烟气含氧量过高的问题,设计了锅炉烟气含氧量测量系统,并实现运行自动控制。现场试验结果表明,设计的系统操作控制简单方便,工作安全可靠,锅炉热效率可提高7%以上,而且降低了环境污染,具有良好的经济效益和社会效益。

关键词:锅炉; 热效率; 氧量测量; 节能

中图分类号:TK223.72

文献标识码:B

文章编号:1002-2333(2006)06-0082-02

1 引言

据统计,油田消耗的能量中,71%~74%是通过燃料燃烧转换成热能,其中52%~56%是靠燃料在锅炉中直接燃烧的方式来获取热能^[1]。因此,提高锅炉的热效率成为油田节能的主要内容。

2 基本原理

锅炉运行过程中的热损失主要分为:排烟热损失、不完全燃烧热损失、散热损失和其它热损失。其中排烟热损失约占总量的20%。锅炉排烟热损失的影响因素较多,如燃料特性、锅炉尾部烟气含氧量、排烟温度与冷风之差、锅炉燃烧效率等,但主要因素是烟气含氧量和排烟温度。烟气含氧量大小决定于炉内过剩空气系数及锅炉漏风量。因此,燃气锅炉能平衡测试中,排烟热损失的近似计算公式为^[2]:

$$q_2 = (0.5 + 3.5\alpha_p) \frac{t_p - t_0}{100}$$

式中: q_2 —排烟热损失; α_p —过剩空气系数; t_p —排烟温度; t_0 —环境温度。

烟气中的氧气含量增加,排烟热损失以更大的比例增加。分析其原因是:烟气中的氧气含量增加会使烟气体积流量随之增加,锅炉负荷不变时,会从炉膛内带出更多热量;同时使炉膛温度降低,加剧不完全燃烧热损失。实际上,烟气中的含氧量过低或过高,都会严重影响锅炉的安全经济运行,因此,提高燃烧效率最直接的方法就是使用烟气分析仪器连续监测烟道气体成分,分析烟气中氧气和一氧化碳含量,调节助燃空气和燃料的流量,确定最佳的过剩空气系数。

3 系统设计

经过研究,采用氧化锆氧量计来连续监测烟道气体的含氧量,为调节和控制空气和燃料的流量提供可靠信息和数据。根据油田多为中小型锅炉的特点,可选用Z0-4

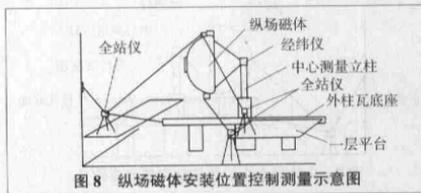


图8 纵场磁体安装位置控制测量示意图

层平台上,使全站仪处于外柱瓦底座侧边上用精密机床所刻画的分度点和墙面上水平控制网某一控制点的连线上,照准纵场磁体中心平面的外侧刻画的控制测量点,来控制纵场磁体中心平面的偏转;

(4)两台全站仪或经纬仪,一台架设在大厅地面上,另一台架设在一层平台上,分别同时照准纵场磁体的外侧竖直面的控制测量点,通过全站仪或经纬仪目镜的竖直丝,照准纵场磁体的外侧竖直面的控制测量点,以便控制其中心平面与装置中心轴线的垂直度,具体数值可结合钢尺来获得。这样可与用接杆千分尺来测量纵场磁体直线段上下方向与中心测量立柱的水平距离的差值结合

与对比,得出具体的垂直度数值。具体控制测量过程如图8所示。

4 结束语

通过以上测量控制网的建立和控制测量方案的实施,EAST装置主机中的关键部件真空室、内冷屏和纵场磁体三环套座的装配位置得到了很好的控制,保证了整个装置主机的装配精度要求,同时建立的测量控制网能够用于今后装置运行、维护及改造时恢复所需的测量坐标系。

【参考文献】

- [1] 赵庆荣,武松涛. EAST托克马克装置装配控制网的建立[J].机械制造,2005(8):52-54.
- [2] 武松涛. EAST装置主机设计文集(四)[D].合肥:中国科学院等离子体物理研究所,2001.
- [3] 武汉测绘学院控制测量教研组,同济大学大地测量教研室.控制测量学[M].北京:测绘出版社,1985. (编 译 立 明)

作者简介:赵庆荣(1971-),男,博士,讲师,主要研究方向为计算机辅助设计与检测。

收稿日期:2005-12-14