

关键字:

搜索栏目:

院内概况

搜索

高级

- ❖ 我国工程测量技术发展现状与成就 (127728)
- ❖ GPS定位技术在城市测量中的应用 (125770)
- ❖ 几种数字测图系统比较 (125729)
- ❖ 浅谈小区管线竣工测量的几个问题 (125706)
- ❖ 城市工程建设测量监理初探 (125627)
- ❖ 测绘工作是数字首都的基础 (125406)
- ❖ 试论城市地址编码问题 (125328)
- ❖ 解放思想,转变观念,实现跨越式发展 (125072)
- ❖ 探讨地籍测量的三个问题 (125050)
- ❖ 进一步提高我院数字化成图水平 (124569)

我国工程测量技术发展现状与成就

[作者: 洪立波 添加日期: 2004-2-20 10:00:00 点击数: 127728]

一、前 言

工程测量学科是一门应用学科,它是直接为国民经济建设和国防建设服务,紧密与生产实践相结合的学科,是测绘学中最活跃的一个分支学科。工程测量有着悠久的历史,近20年来,随着测绘科技的飞速发展,工程测量的技术面貌发生了深刻的变化,并取得很大的成就。主要原因有:一是科学技术的新成就,电子计算机技术、微电子技术、激光技术、空间技术等新技术的发展与应用,以及测绘科技本身的进步,为工程测量技术进步提供新的方法和手段;二是改革开放以来,城市建设不断扩大,各种大型建筑物和构筑物的建设工程、特种精密建设工程等不断增多,对工程测量不断提出新的任务、新课题和新要求,使工程测量的服务领域不断拓宽,有力地推动和促进工程测量事业的进步与发展。

随着传统测绘技术向数字化测绘技术转化,面向21世纪的我国工程测量技术的发展趋势和方向是:测量数据采集和处理的自动化、实时化、数字化;测量数据管理的科学化、标准化、规格化;测量数据传播与应用的网络化、多样化、社会化。GPS技术、RS技术、GIS技术、数字化测绘技术以及先进地面测量仪器等将广泛应用于工程测量中,并发挥其主导作用。

二、先进的地面测量仪器在工程测量中的应用

80年代以来出现许多先进的地面测量仪器,为工程测量提供了先进的技术工具和手段,如:光电测距仪、精密测距仪、电子经纬仪、全站仪、电子水准仪、数字水准仪、激光准直仪、激光扫平仪等,为工程测量向现代化、自动化、数字化方向发展创造了有利的条件,改变了传统的工程控制网布网、地形测量、道路测量和施工测量等的作业方法。三角网已被三边网、边角网、测距导线网所替代;光电测距三角高程测量代替三、四等水准测量;具有自动跟踪和连续显示功能的测距仪用于施工放样测量;无需棱镜的测距仪解决了难以攀登和无法到达的测量点的测距工作;电子速测仪为细部测量提供了理想的仪器;精密测距仪的应用代替了传统的基线丈量。

电子经纬仪和全站仪的应用,是地面测量技术进步的重要标志之一。电子经纬仪具有自动记录、自动改正仪器轴系统差、自动归化计算、角度测量自动扫描、消除度盘分划误差和偏心差等优点。全站仪测量可以利用电子手簿把野外测量数据自动记录下来,通过接口设备传输到计算机,利用“人机交互”方式进行测量数据的自动数据处理和图形编辑,还可以把由微机控制的跟踪设备加到全站仪上,能对一系列目标自动测量,即所谓“测地机器人”或“电子平板”野外直接图形编辑,为测图和工程放样向数字化发展开辟了道路。

激光水准仪、全自动数字水准仪、记录式精密补偿水准仪等仪器的出现,实现了在几何水准测量中自动安平、自动读数 and 记录、自动检核测量数据等功能,使几何水准测量向自动化、数字化方向迈进。激光准直仪和激光扫描仪在高层建筑施工和大面积混凝土施工中是必不可少的仪器。国产JDA系列多功能自动激光准直仪,具有6种自动保持精度的基准,可用于高层和高耸建筑的轴线测控;滑模测偏、测扭、水平测控;构筑物与设备安装放线控制;各类工程测平,结构变形观测等。

陀螺经纬仪是用于矿山、隧道等工程测量的另一类主要的地面测量仪器,新一代的陀螺经纬仪是由微机控制,仪器自动、连续地观测陀螺的摇动并能补偿外部的干扰,观测时间短、精度高,如Cromad陀螺经纬仪在7min左右的观测时间能获取3"的精度,比传统陀螺经纬仪精度提高近7倍,作业效率提高近10倍,标志着陀螺经纬仪向自动化方向迈进。

三、3维工业测量技术的兴起和应用

80年代以来,随着高新技术的发展和社会的进步,现代工业生产进入了一个新的阶段,许多新的工业生产要求对生产的自动化流程、生产过程控制、产品质量检验与监测等工作进行快速、高精度的测点、定位,并给出运行轨道或复杂体的数字模型等,这是传统的光学、机械方法所无法完成的。3维工业测量系统是以电子经纬仪或近景摄影仪为传感器,在电子计算机的支持下而形成的三维测量系统,主要应用于以下的工业领域。

1. 汽车、飞机、造船工业及空间技术等方面设计、试验、制造、组装过程中的测量和定位；
2. 工业用机器人的检测；
3. 卫星接收天线安装和维护的精度检测；
4. 生产自动化过程、生产过程控制、生产质量检验与检测的动态测量；
5. 负荷试验中变形与应变测定；
6. 栏水与边坡稳定性的检测等。

三维工业测量系统分为两大类，以电子经纬仪为传感器的工业大地测量系统和以近景摄影机为传感器的工业摄影测量系统。

工业大地测量系统目前在市场上推广与应用的有：如美国K+E厂制造的AIMSRT，即解析工业测量系统，该系统已成功用于欧洲宇航局（ESA）在无尘空调车间内 $5\text{m} \times 5\text{m} \times 5\text{m}$ 的宇航仪表作声振试验的3维测量，其精度达 0.05mm 要求；瑞士和法国联合研制的RMS 2000，即无接触远测大目标工业测量系统，该系统可以对多种大小形状、不可接触、不便设置标志的目标进行快速测量，已成功用于抛物面天线3维测量，测量抛物面焦距值与设计值之差为 $\pm 1\text{mm}$ ，满足要求，工效提高3~4倍；由德国制造的Zeiss IMS工业测量系统，曾用于飞机制造成品检验，直接测量飞机表面上的离散点的实际和应有位置之差，测量飞机的对称性，扭转及倾斜，其位置与高程精度达 $\pm 0.1\text{mm}$ ；还有瑞士制造的SPACE，即全自动工业测量系统，该系统自动化程度高，在经纬仪的制动、微动螺旋、望远镜调焦等部件均是自动部件，望远镜内装有一个影像采集的微型CCD摄影机，能进行数字图像处理，该系统每小时可测500点3维坐标，点位精度小于 0.1mm ，是目前3维工业测量系统中效益最好的系统。

工业摄影测量系统，通常是以近景摄影的方式实现的，其优点是通过像片提供大量信息，施测周期短，可在瞬间完成测量全过程，可对动态目标进行测量，可以多重摄影，有多余观测值，精度可靠。西欧北美一些国家的高精度工业摄影测量系统，最好的相对测量精度已达到百万分之一。在我国的工业摄影测量系统一般精度较低，但也较多地得到应用并取得显著成效。如北京市测绘设计研究院用于测绘大型飞机外型；建设部综勘院用于香港宝莲寺天坛大佛建造工程；武汉测绘科技大学用于葛洲坝船闸变形监测、龙口及上下游水面流速动态测量；武钢“4号高炉”煤气管道变形监测等。

四、GPS定位技术在工程测量中的应用

80年代以来，随着GPS定位技术的出现和不断发展完善，使测绘定位技术发生了革命性的变革，为工程测量提供了崭新的技术手段和方法。长期以来用测角、测距、测水准为主体的常规地面定位技术，正在逐步被以一次性确定3维坐标的、高速度、高效率、高精度的GPS技术所代替，同时定位范围已从陆地和近海扩展到海洋和宇宙空间；定位方法已从静态扩展到动态；定位服务领域已从导航和测绘领域扩展到国民经济建设的广阔领域。

在我国GPS定位技术的应用已深入各个领域，国家大地网、城市控制网、工程控制网的建立与改造已普遍地应用GPS技术，在石油勘探、高速公路、通信线路、地下铁路、隧道贯通、建筑变形、大坝监测、山体滑坡、地震的形变监测、海岛或海域测量等也已广泛的使用GPS技术。随着DGPS差分定位技术和RTK实时差分定位系统的发展和美国AS技术的解除，单点定位精度不断提高，GPS技术在导航、运载工具实时监控、石油物探点定位、地质勘查剖面测量、碎部点的测绘与放样等领域将有广泛的应用前景。

五、数字化测绘技术在工程测量中的应用

大比例尺地形图和工程图的测绘，是城市与工程测量的重要内容和任务。常规的成图方法是一项脑力劳动和体力劳动结合的艰苦的野外工作，同时还有大量的室内数据处理和绘图工作，成图周期长，产品单一，难以适应飞速发展的城市建设和现代化工程建设的需要。

随着电子经纬仪、全站仪的应用和GEOMAP系统的出现，把野外数据采集的先进设备与微机及数控绘图仪三者结合起来，形成一个从野外或室内数据采集、数据处理、图形编辑和绘图的自动测图系统。系统的开发研究主要是面向城市大比例尺基本图、工程地形图、带状地形图、纵横断面图、地籍图、地下管线图等各类图件的自动绘制。系统可直接提供纸图，也可提供软盘，为专业设计自动化，建立专业数据库和基

基础地理信息系统打下基础。

80年代以来,我国数字化测绘技术的开发研究和应用发展很快,成效显著。由于技术标准和规范不同,国外研究成功的数字化测绘系统不适合国情,难以推广应用,只有依靠自己研究开发。1987年北京市测绘设计研究院在国内首先完成了“大比例尺数字化测图系统”(即DGJ)的软件开发,并通过技术鉴定,1990年被建设部列为第一批技术推广应用项目之一,在80多个城市及工程测量单位推广应用,同时又有十几个大专院校、仪器公司和工程测量单位,先后开发和研制出多个类似的数字测图系统软件。目前投入使用的数字化测图软件主要有以下类型:

1. 使用全站仪或半站仪,在野外数据采集采用编码和绘制草图,利用各类记录器或微型计算机记录,数据输入计算机进行数据处理和图形编辑,绘图仪输出成图,所采集的数据可以绘制成不同比例尺地形图或专业图,也可进入数据库,如北京市测绘设计研究院研制的DGJ系统、南方测绘公司研制的CASS系统、瑞得公司研制的RPMS系统等。

2. 利用全站仪和便携机(即电子平板)相结合,在野外采集数据,无需编码,测量数据直接进入电子平板绘图,现场修改编辑显示,最后由绘图仪输出成果,其特点是电子平板在测站代替常规测图板直观,便于修改。另一种是便携机由跑尺人员操作,测点观测数据通过遥控信号转换,自动送到便携机,测点实时显示在屏幕上,跑尺人员进行图形编辑,更能保证成图质量。前者如清华山维公司研制的EPSW电子平板测图系统。后者如广州开思公司研制的SCS遥感电子平板系统。

根据调研的不完全统计,目前我国有60%城市与工程测量单位已不同程度的应用数字化测绘技术。目前存在的难题是数字化测绘系统的数据规格、标准还不能满足GIS的要求,所以,要制定一套标准化数据格式,使得数字化测绘成果既能满足地形图和专业图的需求,同时又能通过数据交换满足各类GIS的应用,才能更好地推动数字化测绘技术的发展。

六、摄影测量技术的应用

摄影测量由于高质量的摄影机,高精度测量仪器和GPS以及计算机技术的应用,加上软件的不断改进和完善,测量精度和效率显著提高。摄影测量技术由于可以提供实时的3维空间信息,无需接触被测物体,以及野外工作量少、效率高和成果品种多等优点,具有广泛的应用前景。

航空摄影测量是进行城市大面积大比例尺地形图、地籍图测绘与更新以及大型工程勘测的重要手段与方法,它可以提供数字的、影像的、线划的等多种形式地图成果。目前,我国有100多个城市或工测单位利用航测技术测制大比例尺地形图和地籍图,最大比例尺为1/500。采用的仪器除利用高精度的模拟测图仪和解析测图仪成图方法外,还用立体坐标测图仪与微机连接进行数据采集,经微机数据处理输入绘图机自动绘图。近几年由于全数字摄影测量工作站的出现,为摄影测量技术应用提供了崭新的技术手段和方法。同时,由于GPS技术在摄影测量中的应用,大量减少野外控制点的连测,大大提高了航测的效率与效益,开创了摄影测量向自动化、数字化方向迈进。在国际上,如瑞士、美国、加拿大一些仪器厂商都先后研制和推出全数字摄影测量系统,并得到有效的推广与应用。在我国以武汉测绘科技大学张祖勋教授为首的适普有限公司和中国测绘科学研究院刘先林院士领导的研制组等也先后成功地研制出全数字摄影测量系统,有些技术指标超过国际先进水平,前者全数字摄影测量系统为Virtuo-Zo(有NT版和 workstation 版本),后者为JX-4A。产品已在国内推广,并销往美国及东南亚各国,具有很好的应用前景。适普公司在全数字摄影测量系统上还开发出“城市建模与景观可视化系统”,将为城市规划旧城改造,灾情评估及通讯等方面开拓了非常诱人的应用前景。随着全数字摄影测量系统的应用,摄影测量的产品将从影像图、线划图向数字化系列产品——4D产品转化。产品应用与服务领域更广,并为建立各类专业信息系统和基础地理信息系统提供可靠的数据保障。

近景摄影测量或非地形摄影测量已广泛应用于文物、考古、园林、古建等的测绘,在物体运动过程、建筑物变形、物体外表、滑坡监测,甚至医疗、生物、农业、公安侦破等方面都得到应用。80年代以来,北京市园林局借助北京地区有关测绘单位的技术力量和设备,测制了大量园林古建筑图,得到建筑学家和文物专家的认可,认为采用近景摄影测量技术进行文物古迹和古建筑测绘是高效、优质的好方法。武汉测绘科技大学在开发研究近景摄影测量软件包,对推动近景摄影测量技术的发展与应用起了积极作用。

七、数据库技术与GIS技术的应用

随着测量数据采集和数据处理的逐步自动化、数字化,测量工作者如何更好地使用和管理好长期积累或收集的大量测绘信息,更好地为经济建设和国防建设服务,其最有效的方法是利用数据库技术或GIS技术

建立数据库或信息系统。如城市或工程控制网数据库、管线数据库、矿山变形观测数据库、地形图数据库、城市基础地理信息系统等，其目的是把大量的测量数据或信息进行科学的存储，以便于检索、分析、分发和利用，以实现管理和服务的科学化、现代化。

我国国民经济建设飞速发展和社会进步，有力地推动了GIS技术的应用与发展，已成为当前新技术应用的“热点”之一。90年代初我国一些城市测绘单位或城建规划部门就开始引进美国的ARC/INFO及澳大利亚GENAMAP等先进GIS软件，进行二次开发，建立有关的数据库或信息系统。北京市测绘设计研究院和上海市测绘院率先利用GIS技术建立了《北京市基础地理信息系统》、《上海城市建设信息系统》。在有关院校、中科院研究所的支持下，深圳、海口等城市也较早地建立了城市基础地理信息系统，广州、天津、武汉、重庆、南京、郑州、大连、厦门、中山、常州、十堰等城市也先后建立了《城市基础地理信息系统》、《城市土地管理信息系统》、《城市规划管理系统》以及各种专业数据库，有力地推动和促进城市规划建设与经济发展。我国有关高等院校或科研部门也积极开发GIS技术的应用研究，研制具有我国特色的GIS软件，北京林业大学、中国地质大学、武汉测绘科技大学、北京大学等研制的GIS软件具有较高水平，获得国家科委等主管部门的好评，结束了我国没有自己GIS软件的历史，标志着我国GIS技术研究与应用进入新阶段。目前武汉测绘科技大学的GEOSTAR和中国地质大学的MAPGIS软件在测绘部门具有很好的应用前景。城市GIS的建设是一项复杂的系统工程，信息量大，数据复杂，技术性高，涉及面广，周期长，投入大，短期内很难产生显著经济效益，对此，要有充分的估计和思想准备。由于资金投入的渠道不通与困难，据了解许多城市GIS系统的建设和发展受到不同程度影响。但从事GIS建设的科技工作者，克服困难，不断开发GIS的技术应用领域，积极向各有关专业部门提供信息服务和技术服务，建立了有关专业系统，取得较好的社会与经济效益。北京、广州、深圳、中山等城市的基础地理信息中心已开始走向良性循环。GIS作为信息科学和信息产业的一部分，在面向21世纪这个信息社会里的价值是不容怀疑的。为了使GIS技术在国民经济建设和社会进步中更好地发挥作用，政府和有关主管部门应给予重视和支持，各有关专业部门要加强合作，努力开创地理信息产业发展的新局面，去迎接信息时代的到来。

八、大型与精密工程测量成绩显著

改革开放以来，随着国民经济建设的飞速发展，大型工程建设、超高层建筑与构筑物建设、大坝变形监测以及自动化生产线和超高精度的设备安装等愈来愈多，对工程测量工作者来说是实践的极好机会，也是极大的挑战。许多工程测量科技人员发挥了他们的聪明才智，以创造性的劳动，大胆地进行技术革新或技术攻关，解决各种技术难题，为各项大型和精密工程建设提供了可靠的测绘技术保障，出色地完成各项工程测量任务。1996年工程测量分会组织召开“全国精密工程测量研讨会”及编印的论文集，充分说明了这方面取得的成就。

北京正负电子对撞机是我国高能物理的国家重点实验室，工程复杂，质量要求高，工程控制网的点位精度要求 $\pm 0.01\text{mm}$ ，设备安装精度要求小于 $\pm 0.2\text{mm}$ 。武汉测绘科技大学、总参第一测绘大队、国家地震局、北京城勘院等单位的测绘科技工作者，经过精心测绘，特别是武汉测绘科技大学潘正风教授等创造性地采用波带板激光准直系统用于加速器的管位安装测定，精度均满足工程的要求，确保了工程的质量。

近十几年来长江流域新出现许多座新大桥（如上海扬浦大桥、武汉长江二桥）。这些桥都是大跨度的斜拉桥，技术复杂，精度要求高。如上海扬浦大桥长602m，一跨过江，两座主墩塔高202m，主塔设计要求其纵向相对误差为1/6万，横向误差 $\pm 6\text{mm}$ 。上海测绘院等测绘单位，经过精心设计和精心测量，桥墩点放样精度：南北主桥墩间纵向相对精度为1/17万，横向偏差南主桥墩为 $\pm 2.18\text{mm}$ 、北主桥墩为 $\pm 3.92\text{mm}$ ，优于设计的精度要求，保证了大桥高质量地建成通车。

上海东方明珠电视塔、北京中央电视塔、天津电视塔、深圳帝王大厦、广州国际大厦等超高层建筑或构筑物在全国不断涌现，表明我国建筑设计、施工水平已达到国际先进水平，也表明为设计、施工提供测绘保障的工程测量也达到先进水平。如上海东方明珠电视塔高454m，为亚洲第一塔、世界第三塔，塔身垂准测定与天线安装测量都达到很高精度。塔身垂准测量偏差为 $\pm 2.5\text{mm}$ ，塔长114m、自重大于300t的电视塔钢桅杆天线安装，其垂准测量偏差为 $\pm 9\text{mm}$ 。广州国际大厦为63层，主层建筑物高200.18m，经过工程测量工作者的努力，各层中心偏差均在0~9mm，保证了大厦的建筑质量。

大亚湾核电站、秦山核电站的建设与设备精密安装测量中，精密工程测量在核电站建设中起了重要保证作用。大亚湾核电站和秦山核电站工程测量网精度分别为 $\pm 2\text{mm}$ 及 $\pm 4\text{mm}$ ，在电站主厂房直径为36m、高73m，内部结构相当复杂的密封圆柱体，其内环形控制网的实测精度为 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

综上所述，我国工程测量科技进步很大，发展很快，取得了显著成绩；但是发展还很不平衡，尚跟不上国民经济建设发展和社会进步的需要。摆在我们面前的任务是：大力促进工程测量技术方法与手段的更新换代，积极推动新技术的推广与应用，充分利用GPS技术、GIS技术、数字化测绘技术、摄影测量技术、

RS技术、“3S”集成技术及地面测量先进技术设备，把传统的手工测量向电子化、数字化、自动化方向发展；同时加强相关学科的研究，不断拓宽工程测量服务新领域，开创工程测量发展新局面，为推动我国工程测量科技进步而努力奋斗。

参考文献

- 1 郑汉球，洪立波，陶福海. 工程测量技术的发展和我们的对策. 北京测绘，1996（1）
- 2 洪立波. 我国城市测量技术发展成就. 测绘工程，1998（3）
- 3 杨光，于野. 城市基础电子地图库的建立. 中国测绘，1998（2）

[\[顶部\]](#) [\[关闭\]](#) [\[返回\]](#)

[北京测绘学会](#)

[职业技能鉴定站](#)

[培训学校](#)

[招聘信息](#)

[站内帮助](#)

您是本站的第 位访客

版权所有：北京市测绘设计研究院
地址：北京市海淀区羊坊店路15号 邮编：100038
电话：(010) 63985887 传真：(010)63963144
E-Mail: bism@bism.cn