

测绘仪器研究文集

何平安 翁兴涛 贺赛先 主编

唐务浩 主审



全国优秀出版社

武汉大学出版社

测绘仪器研究文集

(1995~1999 年)

何平安 翁兴涛 贺赛先 主编
唐务浩 主审

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

测绘仪器研究文集/何平安,翁兴涛,贺赛先主编;唐务浩主审. —武汉:
武汉大学出版社,2001. 12

ISBN 7-307-03378-X

I. 测… II. ①何… ②翁… ③贺… ④唐… III. 测绘仪器—研究—文集 IV. TH761-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第078071号

责任编辑:路小静 责任校对:叶 效 版式设计:支 笛

出版:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

发行:新华书店湖北发行所

印刷:武汉理工大学印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:19.125 字数:459千字

版次:2001年12月第1版 2001年12月第1次印刷

ISBN 7-307-03378-X/TH·4 定价:21.00元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

进入 20 世纪 90 年代,随着现代电子技术、激光技术和计算机技术的飞速发展,世界各国的测绘仪器迅速向光学、机械、电子、计算机甚至控制技术于一体的方向发展,各种新型仪器如雨后春笋般地推出。大地测量仪器从传统的光学经纬仪、水准仪(含自动安平水准仪)、平板仪等,向电子经纬仪、激光测距仪、电子全站仪、数字水准仪及电子平板测图系统等方向不断推陈出新。而航测内业作图也从传统的模拟测图,经历了解析测图,正在向全数字化测图方向发展,航测内业仪器也从模拟测图仪器到解析测图仪器,发展成全数字化测图系统,使传统的航测成图发生了历史性的飞跃。

在新技术革命飞速发展的今天,我国测绘仪器界也不甘落后,不断紧跟国际测绘仪器的发展动态,在引进、吸收、消化国外测绘仪器先进技术与管理经验的基础上,不断创新、发展我国的测绘仪器事业,同时产、学、研相结合,积极开展测绘仪器关键技术的研究与攻关,自主开发具有自主知识产权的测绘仪器产品,满足不断增长的我国测绘仪器市场的需求,并积极开拓国际市场。“九五”以来,中国测绘学会测绘仪器专业委员会先后主办了五次学术交流会:1995 年全国测绘仪器学术交流会(广西南宁)、1996 年测绘仪器专业委员会特别年会(武汉测绘科技大学四十周年校庆期间)、1996 年全国测绘仪器学术交流会(上海)、1997 年全国测绘仪器综合学术年会(湖南张家界)和 1998 年全国测绘仪器综合学术年会(河南郑州),内容涉及我国测绘仪器的发展历史、发展动态与发展趋势、新的测绘仪器与新系统、理论研究、技术与方法研究、测绘仪器的检定、维修与数据处理等众多领域。其中,1997 年全国测绘仪器综合学术年会在各方的大力支持下,由武汉测绘科技大学学报(增刊)公开发表。为了综合反映“九五”以来我国测绘仪器界科技进步与技术创新方面的学术交流情况,我们从“九五”期间历届学术交流会交流的 140 多篇论文中精选了部分较为优秀的论文,并征得作者同意,从 1999 年纪念中国测绘学会成立四十周年学术交流会(浙江宁波)论文集中选出 3 篇涉及测绘仪器的论文,编辑成这本《测绘仪器研究文集》。限于篇幅,编者对部分论文进行了适当的删节,并删除了原文中的摘要及参考文献。为便于读者全面了解“九五”期间全国测绘仪器学术交流的情况,附录了“九五”期间历届测绘仪器学术交流会的论文目录,供读者参考。

《测绘仪器研究文集》由唐务浩教授担任主审,李以赫教授参加了部分稿件的审稿。在编辑出版的过程中,得到了武汉大学有关领导和部门的大力支持。中国科学院院士、中国工程

院院士、中国测绘学会理事长李德仁教授亲自过问该文集的出版事宜。校教务部调研员夏青教授亲自落实文集出版的具体事宜。武汉大学出版社对文集的出版非常重视,投入了极大的热情,安排了强有力的班子进行编辑,使文集得以面世。在此,谨代表中国测绘学会测绘仪器专业委员会致谢。

经过多方努力,《测绘仪器研究文集》即将与广大读者见面。该文集内容涉及面广,由于编者水平有限,加之时间较紧,文集中不足之处敬请论文作者和广大读者批评指正。

中国测绘学会测绘仪器专业委员会

武汉大学电子信息学院

2000年7月

目 录

第一部分 综 述

面向统一的全球市场,加速发展大地测量仪器产业,振兴我国

民族工业	骆东森(1999)/1
面向新世纪,开创测绘仪器发展的新纪元	王振刚(1999)/8
我国经纬仪系列型号分级的技术依据以及进口仪器的靠级问题	徐忠阳 张良琚(1997)/13
国产测量仪器有关问题的思考	苏瑞祥(1998)/18
日本测绘仪器的现状及发展	吴荣林(1996)/21
专用测量仪器系统的研究	张学庄(1997)/24
全站仪的发展现状及未来	张远智(1997)/27
地面数字测量仪器的发展	杨德麟(1997)/30
准超站仪的概念与实现	施品浩(1997)/33
陀螺经纬仪的光电观测方法及发展陀螺测量仪器的建议	郎德先 蔡宗仁(1995)/36
我国航测仪器制造的发展	毕生成(1995)/40

第二部分 新系统与新仪器

亚毫米级精度大坝安全自动监测系统	张学庄 王爱公 张 驰(1997)/46
SMDAMS 多功能大坝变形自动监测系统	张学庄(1998)/49
新一代水深测量自动化系统	关致和 李一达 赵先龙 邵海涛(1997)/53
JP3 激光扫平仪检测方案探讨	唐务浩(1997)/56
SJ 系列激光扫平仪在线自动检测系统	何平安 余长明 杨晋陵 贺赛先(1998)/61
多船台海用微波测距仪	关致和 林永山 邵海涛 李一达 赵先龙(1997)/65
大型汽轮机组激光测量仪	陈雪丰 巢佰崇 潘正风 何健鹰 翁兴涛(1996)/68
一个基于图像测量的工业尺寸测量系统	贺赛先 王新华 何对燕 仲思东(1996)/72
DZJ3 激光垂准仪	鄢德文(1998)/76
石油测井深度定位测量系统	郑建生 林宗坚 袁宇正 黄建忠(1996)/84
测深仪精密数字校准仪	关致和 李一达(1998)/89
新一代测图系统	杨德麟 白立舜(1996)/96
——全功能电子平板(EPSW)综合测绘系统	

智能型巷(隧)道断面测量仪的构造原理与应用	郭达志	盛业华(1995)/101
商品房面积测量器具和 DISTO	薛英	(1998)/105

第三部分 理论研究

经纬仪测角精度公式的比较	李广云	李宗春(1998)/109
陀螺经纬仪敏感系统摆动周期的新公式	蔡宗仁	郎德先(1997)/116
激光扫平仪的精度与测试	黄露	(1996)/121
激光扫平仪的误差分析与误差数学模型 ...	余长明 何平安 杨晋陵	贺赛先(1998)/126
高斯光束圆孔衍射时的参数匹配和准直距离	翁兴涛 何平安	徐瑾(1997)/131
低空遥感飞艇目标监控与导航系统研制	黄丁发 秦军	罗德安(1997)/134
浅识“光纤混相”的机理	翁兴涛 何平安	贺赛先(1998)/137
盛液玻璃管的聚焦特性分析及应用	何平安	(1997)/141

第四部分 技术与方法

提高红外测距仪测量精度的方法	吴荣林	(1997)/144
经纬仪检定装置校准方法的研究	周维虎	张玉文(1998)/147
TC2002 极坐标测量系统的实际测量精度分析	黄桂平 李广云 徐忠阳	卫建东(1998)/152
一种能大幅度提高脉冲测距系统分辨率的简易测时法	徐承天 颜绍镛	邱峰(1998)/157
双色激光测距仪微波电光调制器的研究	齐乘光	傅辉清(1998)/161
自动安平水准仪的补偿误差数学模型及其检定数据处理	唐务浩	(1996)/166
提高 NI002(NI002A)自平仪补偿精度的研究与分析	罗官德	陈如丽(1995)/170
JSJ-ZB 垂直角瞄准目标系统	宁金忠	路杰(1998)/176
关于高低点平行光管格值的讨论	赵瑞	肖溟(1998)/180
SW-Ⅱ型三维地形模型数控自动成型系统中的步进电机	刘良刚	王文翼(1998)/184
CCD 在经纬仪检测装置中的应用与发展前景	刘国祥 刘爽	吴运钢(1998)/190
激光扫平仪设计原理、误差分析及检测校正方法	张瑞欣	(1998)/192
CCD 配合水准仪在小角度测量中的应用 ...	余长明 何平安 唐务浩	贺赛先(1997)/199
激光海水测深系统中回波信号的接收	李松	刘基余(1997)/204
群聚型容栅测角传感器	许忠保	(1998)/206
浅谈野外绝对重力测量中对安全性的认识及其措施	张为民	王勇(1998)/212
光栅莫尔条纹计算机细分方法	沈晨雁	(1995)/214

第五部分 检定、维修及数据处理

经纬仪测角精度的测试与德国 DIN18723 标准	徐忠阳	张良琚(1995)/219
---------------------------------	-----	---------------

目 录

光电测距仪的检定技术与基线场的建立	潘东超(1998)/229
重视加强测绘仪器检修的视检工作	杨晋陵 何平安 余长明 高俊玲(1998)/233
测绘仪器检定规程中数据处理方面的若干问题	杨祖泽(1997)/238
经纬仪竖直角度的检定设备与方法	杨俊志(1997)/244
立卧轴双齿台经纬仪检定装置	刘 雯 魏凤岭 李天初(1997)/249
经纬仪光学对点器的室内检校	樊纪祥 王振京(1997)/252
精密电子经纬仪 T3000A 的检校	樊 钢(1997)/256
Ni005A 自动安平水准仪测微成像系统的调整	李江应(1997)/259
ZEISS DINI10 电子水准仪性能测试	刘文军 朱 江(1998)/262
电子水准仪 DL102 和 DINI20 性能测试与精度分析	杨振涛 张正禄 杨蜀江(1996)/265
用空间基线作为长度检定的过渡基准	史宣庭 杨晋陵 陈敬芬 郭义清(1996)/275
水准仪综合误差室内检定的研究	史宣庭 唐务浩(1995)/278
TruScan 800 扫描仪调校与维护	房建华 齐南平(1998)/281
经纬仪竖盘指标差值异常现象的分析与调整	李江应 傅辉清(1997)/286
DI5 型测距仪设计特点及维修	韩漠生(1995)/288
经纬仪竖直角指标差的检定和校正	曾振华(1998)/290

附 录

1995~1999 年全国测绘仪器学术交流会论文目录	293
----------------------------------	-----

第一部分 综 述

面向统一的全球市场,加速发展 大地测量仪器产业,振兴我国民族工业

骆东森

20 世纪世界的科技领域,一个重大的变革是形成了一个统一的全球市场。其表现为产品采用国际技术标准,更新换代加快,需求由相对静态性变为相对动态性,产品的生命周期缩短,产品技术含量越来越高,围绕产品的服务越做越好。企业逐步把满足用户需求看成产品“质量”的新内容,把用户满意程度作为它的度量之一。20 世纪 90 年代进入信息时代以来,知识—技术—产品的时间越来越短,反映在独占性技术构成了产品的主要价值,因此开发具有知识产权的新产品成为竞争的新焦点。

随着计算机技术、微电子技术、激光技术等新技术的发展,传统的测绘技术体系正在发生根本性的变化。20 世纪 80 年代以来出现了许多先进的光电子大地测量仪器,如红外测距仪、电子经纬仪、全站仪、电子水准仪、激光扫平仪、GPS 接收机等,单一传统产品发展为多功能高效率光机电算一体化产品及数字化测绘技术体系,为测量工作向电子化、自动化、现代化方向发展创造了良好条件。

统一的全球市场使我国的企业深深体会到市场竞争所遵循的三条准则的重要性,即用户选择原则、性能价格比原则以及适者生存原则。我国大地测量仪器的制造厂商正在面临统一的全球市场考验,这就要求一定要正确地判断自身在市场竞争中所处的位置,选择正确的市场策略,提高市场占有率,振兴我国大地测量仪器产业。

1. 我国 40 年来大地测量仪器的发展

大地测量仪器是用来测量地面点相对位置的一类仪器,按应用行业市场细分可划分为两大类,即工程测量(ES)和建筑施工(BAC)大地测量。工程测量仪器按常规有 7 类主导产品:水准仪(AOL)、经纬仪(AOT)、测距仪(EDM)、全站仪(TSM)、数据采集器(DC)、磁性探测仪(MC)和 GPS 接收机等;建筑施工仪器主要是以半导体激光器为可见光源的一系列工程测量仪器,近几年来发展很快,已成为大地测量仪器的主要产品。

我国大地测量仪器的发展可划分为两个阶段:1980 年以前产品停留在水泡式的经纬仪和水准仪上,光电子产品几乎全部依赖进口;20 世纪 80 年代后我国实行改革开放和技术引

进的政策,促进了大地测量仪器的发展,在品种系列、技术水平、质量稳定性、市场占有率、出口创汇等方面都取得了很大成绩。

1.1 传统大地测量仪器品种齐全,产品形成经济规模,具有市场竞争力

光学经纬仪系列有 6 个精度等级约 20 个品种,主要精度为 2"和 6";光学水准仪系列有 3 个精度等级(1.5~2.5mm/km)约 40 个品种;自动安平水准仪已占主导地位。1.5mm/km 的水准仪加上测微平板精度可达 0.7mm/km。平板仪系列有大中小约 10 多个品种,产品具有国际上先进的结构装置,附备件形成配套,整机成套技术水平达到国际 20 世纪 90 年代水平。国外经纬仪于 1996 年开始基本停产,但从国内外市场看还有一定需求量,北光厂在达到国外同类产品主要技术指标的基础上,锁定了 4 个替代产品:TD-1EA 替代徕卡 T2,TS-60AE 替代 T16,TDJ2E 替代蔡司 010B,TDJ6AE 替代 020B。除上述主导产品外,根据用户需求还开发生产了激光经纬仪、无磁经纬仪、自准直经纬仪、坡面经纬仪等产品,满足了不同工程测量的需求。

经过体制改革,产品结构调整和市场的激烈竞争,我国形成 7~8 个中坚骨干厂家。全国经纬仪的年产量约 1.6 万台,符合国际标准的占 3/4,2"和 6"各占 50%;水准仪年产量约 10 万台,符合国际标准的占 2/3;平板仪年产量约 1 万台。我国经纬仪和水准仪年产量约占世界 1/5 和 2/5,每年增长率保持在±10%左右,基本上可以满足两个市场需求,预计传统产品寿命周期还有 5~10 年时间。

1.2 光电子大地测量仪器进入了自主开发阶段,产品开始形成经济规模

1) 红外测距仪系列(EDM)。

从 1970 年开始研制至今已有近 30 年,真正有成效的是从 1984 年开始,技术引进、消化吸收、国产化创新和自主开发取得了比较好的成绩,据统计年产量达 600 多台。EDM 测程为 1~4km,精度等级有 $\pm(5+5\times 10^{-6}D)\text{mm}$ 、 $\pm(5+3\times 10^{-6}D)\text{mm}$ 、 $\pm(3+2\times 10^{-6}D)\text{mm}$ 三种,异轴和共轴系统近 20 个品种。产品具有国际上先进的结构装置,附备件配套齐全,有较强的性能价格比。测距仪与经纬仪、电子经纬仪组成组合式半站仪和全站仪。为适应矿井测量,北光厂还自行研制生产了质优价廉的矿用本安型 DCB1 防爆测距仪,用于甲烷混合气体的煤井下主要巷道的距离测量。

2) 电子经纬仪系列(ET)。

电子经纬仪具有电子测角系统、电子读数显示、自动计算、储存、输出、处理等功能。对于电子测角系统,世界上采用两种方案,一是带有光栅度盘并利用莫尔干涉条纹测量技术的光电读数系统——增量法测角;二是带有编码度盘和编码测微器的光电读数系统——绝对法测角。经过技术引进,结合我国的技术水平,目前已形成三种电子测角系统,即光栅度盘、容栅度盘电子测角系统以及光学度盘动态电子测角系统,形成我国自己特色的 DJD 系列电子经纬仪,精度等级为 2"、5"、10"和 20"。产品具有国际上先进的结构装置(如电子水泡补偿器、模拟器),内部可储存 3 000 个点,带 RS232C 接口,年产量约 2 000 台。

3) 全站仪系列(TSM)。

全站仪是一种光机电算一体化的高新技术测量仪,测距部分由发射、接收与瞄准组成共轴系统,测角部分由电子测角系统完成,是一种具有高精度、高效率、各种测量功能的外业数

据采集设备,大大减轻外业人员的劳动强度。目前组合式和整体式全站仪精度等级为:测程 $1\sim 2\text{km}/\pm(5+5\times 10^{-6}D)\text{mm}$ 、 $1\sim 2\text{km}\pm(5+3\times 10^{-6}D)\text{mm}$,测角 $2''$ 、 $5''$ 、 $10''$,产品具有国际上先进的结构装置和技术。组合式年产量约 200 台,整体式数 10 台,我国每年还需进口整体式全站仪约 800 台。

4) 综合测绘系统(GSS)。

综合测绘系统使测绘作业从野外数据采集到成图,形成一个全自动数据记录、传输、处理、图形生成和绘制的流程,从而高质量、高效率地完成各种测绘作业。这几年来很多测绘单位和院所利用国外或国内的外业数据采集装置,开发相应的数字化测图系统软件,形成了适合我国测绘规范的外业测量和内业数据处理自动化成图的各种软件包,组成大比例尺地图测图机助测绘系统,如 BGSS、DGJ、CASS、RDMS 系统等。

5) 全球定位系统 GPS 接收机。

空间定位技术的发展和不断完善给测量工作带来了革命性的变革,特别是全球定位系统(GPS)的出现,为城市测量提供了一个崭新的技术方法和手段。GPS 是以卫星为基础的无线电导航定位系统,它具有全球性、全天候、连续性和实时导航、定位、定时功能,是一种高速度、高效率、高精度的定位技术。目前 GPS 定位技术在城市控制网建立与改造以及城市工程测量中的应用已占主导地位。过去 GPS 接收机几乎全部进口,这几年来厂商与院、校、所紧密合作,充分利用我国开发软件技术的优势,采用 OEM 板方式开发出质优价廉的测量型单频 GPS 接收机,如北光厂的 GJS100、GJS200,南方公司的 NGS-200、NGD-60,常州大地的 DSY-118,现代的 MODERN-500 等。静态测量精度一般为 $5\text{mm}\pm[(1\sim 3)\times 10^{-6}D]\text{mm}$,测程 15km ;动态实时差分精度为 $10\text{mm}\pm[(1\sim 2)\times 10^{-6}D]\text{mm}$,测程 $40\sim 50\text{km}$ 。预计年产量达 100 多套(300 多台),完全可以替代进口产品,有很强的竞争力。1998 年 11 月北光厂的 GJS100 型 GPS 接收机参加了第 15 次南极考察测量工作,反映很好。考察人员认为该产品质量稳定,其高集成化手持式整体结构、超强软件处理功能能做多种测量,建基线的速度惊人,操作简单,附备件齐全。

1.3 建筑施工(BAC)仪器迅猛发展,形成经济规模

随着我国房地产业、新兴工业和城市建设的迅猛发展,建筑业已成为我国四大支柱产业之一,建筑业中建筑施工工程已成为一个新兴产业。BAC 仪器开发和应用推广成为该产业发展的急需,也为保证建筑施工工程质量,实施建筑法提供了可靠的设备保障。

BAC 仪器主要用于高层楼宇、室内外装修、管道、道路和各类一般工程的建筑施工,要求中低测量精度的场合。该类仪器技术先进、质优价廉、量大面广,特点是以半导体激光器为可见光源,作为一种测量工具。BAC 仪器几年前几乎全部依赖进口,价格昂贵。随着半导体激光器的迅速发展,近几年我国仪器厂家也逐步开发生产了很多 BAC 仪器,有激光经纬仪、激光垂准仪、各种水泡安平 and 自动安平激光扫平仪、多功能激光投线仪、激光水平尺等产品。北光厂已开发生产了 10 多个品种系列,特点是小型化、准确、灵敏、可靠;采用半导体激光器为光源(波长为 635nm 、 650nm 、 670nm);多种功能:垂直和水平扫描,垂直、水平光点指向或垂直、水平、十字亮线;二维和三维指向;自动安平和水泡安平;低压和超出安平范围自动报警;遥控和手控;无极变速和阶梯变速,恒功率线路等功能;配有多种附备件,形成年产万台规模,年出品量有数千台。

国内市场受到作业规模限制还处在潜在市场阶段。北光厂生产的 SJZ1 自动安平激光扫平仪在国庆 50 周年天安门广场石材铺装工程中发挥了很好作用,使用结果为相邻水准点误差实际不大于 $\pm 3\text{mm}$ 。经工程监理用 S2 级水准仪验收,高程误差在规定的 $\pm 5\text{mm}$ 以内,完全满足天安门工程质量标准要求的允许误差,施工质量达到优良级标准,较大地提高了工作效率。

1.4 大地测量仪器的国际标准和可靠性

为开拓两个市场,我国制造厂商做了两件极为重要的事情:一是产品采用国际标准,精度指标符合 DIN18723,屏蔽保护符合 IEC529,激光仪器符合 IEC825,光电子产品安全标识符合 CE;二是产品可靠性指标可靠度 R_{00} 和平均无故障工作时间 MTBF 值达到国外同类产品标准。同时企业具有质量通行证,北光厂于 1995 年 10 月在国内同行业中首先通过了 ISO9001 质量体系认证。

国际标准 DIN 和国家标准 GB 是按照严格程序制定的,它包括科技成果宝贵的先进经验和用户的基本要求,代表着科学技术的发展水平,因此,开发产品必须符合技术规范标准。国际上各厂商的大地测量仪器系列产品都符合国际标准 DIN18723,适用于检验大地测量仪器的精度和精度测试的野外工作,保证了制造所规定的统一精度,且能够使用户作出能否在个别情况下达到所规定的测量精度的判断。

大地测量仪器用于野外作业,要求防水防尘,北光厂在产品结构上采取多种有效措施,产品符合 IEC529,屏蔽达到保护等级 IP 标准。经过试验,TDJ 系列光学经纬仪为 IP5X,AL 系列为 IP57,DJD 系列电子经纬仪为 IP54,DZQ 系列 TSM 为 IP54,DCH2A 测距仪为 IP5X,GJS100、GJS200 测量型 GPS 接收机为 IP56。

BAC 仪器采用半导体激光器为光源,其辐射安全很重要,北光厂根据 IEC825 标准规定,仪器的连续波输出极限值为 $\leq 1\text{mW}(2\text{A})$ 和 $< 5\text{mW}(3\text{A})$ 两种。

产品可靠性是衡量产品质量的一个重要指标,也是用户最关心的质量标准。北光厂于 1984~1986 年在国内最早开展光学经纬仪的可靠性工作,投入 100 万元,让仪器经过高低温、振动、冲击、喷溅、粉尘试验和模拟寿命试验,经纬仪可靠度 R_{00} 达 0.89~0.95,MTBF 值 35 000 转,可靠度达到国外标准的 0.8;EDM 的 MTBF 值达 2 000~3 000h;水准仪一次合格率达 97%。1992 年北光厂与机械部机械标准化所、中国出口商品包装研究所合作,对经纬仪产品包装进行冲击试验,确定产品在实际运输过程中不发生物理损伤或功能失效所能承受的最大加速度值——脆值 G 。经过试验,产品包装所承受的临界冲击速度为 184.7cm/s,其本身承受的最大加速度值 G 为 115g,超过产品包装脆值标准值 60~90g。

2. 提高技术创新能力,加速发展光电子大地测量仪器, 形成数字化测绘技术体系产业

在“九五”期间,如何发展光电子仪器,形成商品化和产业化一直是人们思考的问题。一是结合国情,传统仪器在一段时间内在测绘工作中还占有一定地位,高技术产品要与社会经济相适应;二是科学技术已进入光电子技术新时代,先进的技术必然替代传统技术。为适应

统一的全球市场,我们应当做好下列工作:

2.1 大地测量仪器重点是稳定提高产品质量的可靠性和外观质量,完善附备件

根据国情,传统产品的寿命周期还有一个滞后期,有较大的国内外市场,因此传统的大地测量仪器的产品、服务仍然是企业现阶段主要的效益基础。重点是贯彻执行 ISO9000 质量体系,在经济规模生产中切实提高产品质量,在经济规模生产中切实提高产品质量可靠性,MTBF 值达到国际标准,改进外观质量,完善附件 24 种,开拓新的应用领域,提高国际竞争力。

2.2 加速开发光电子大地测量仪器,适时形成数字化测绘技术体系产业

高技术产业是国际经济和科技竞争的重要阵地,加速开发光电子大地测量仪器、实现产业化是带动测绘仪器产品结构升级、大幅度提高劳动生产率和经济效益、增强国力的根本途径。

- 稳定生产电子经纬仪,形成系列和经济规模,逐步替代光学经纬仪。
- 加速开发整体式全站仪应是战略重点。1981 年国际测量和制图会议提出一个观点,即“将来所有常规测量仪器将可能是全站仪,而单个测距仪、光学经纬仪甚至水准仪在不远的将来将停止生产,这个日子虽还未到来,但它已不远了”。自美国惠普公司生产 HP3820 全站仪至今已有 20 多年历史,今天全站仪已经成为测量工作中主要仪器被广泛使用,品种已有上百种。根据国内外市场需求,全站仪有组合式和整体式两种,整体式占主导地位,约占 90%,组合式逐渐趋于淘汰。

- 完善综合测绘系统,使我国数字化测绘技术体系产业具有中国特色,外业数据采集装备立足国内装备,并形成自主知识产权的测量系统软件包。

- 加速开发测量型双频 GPS 接收机。

- 大力开发建筑施工用仪器系列。建筑业的发展提供了 BAC 仪器应用的广阔前景,国外此类仪器很多,但价格昂贵,不能为我国用户所接受,因此开发质优价廉的仪器特别重要。重点是无标尺激光测距仪和各种全自动激光扫平仪等产品。

如何实现上述产品的发展战略目标,最重要的是提高企业技术创新能力,正确选择技术获取方式。根据当前企业普遍存在经济运行中创新流量不足、市场有效需求难以满足的状况,比较有成效的是采取摹仿和自创相结合的模式,通过自主开发和技术引进,通过产学研一体化,运用反求工程、价值工程、合理化工程、CAD/CAPP/CAM、CIMS 等先进设计方法,从而缩短开发周期,降低成本,提高市场竞争力。

3. 中国大地测量仪器市场需求误区的探讨

企业向统一的全球市场提供哪些大地测量仪器产品,以满足用户需求,已成为企业产品发展战略的一个重要问题,同样也成为用户如何最经济合理地选购仪器满足工程测量需要的重要问题。近十多年北光厂运用产品寿命周期理论和市场预测方法,对历史资料和市场多元化、多方位信息的分析,作了未来市场大地测量仪器需求及其变化趋势的预测。发现国内市场 and 国外市场对测绘作业要求和规定仪器精度等级不统一,前者规定仪器精度高于作业

要求,后者则一致。这个问题的实质是国内大地测量仪器市场需求进入了一个误区。本文提出误区探讨的目的是希望引起有关部门的重视,以走出误区,合理选购使用仪器。

3.1 国外市场需求信息

国外市场电子经纬仪替代了光学经纬仪,但仍然需要性能价格比好的直读 $1'$ 和 $20''\sim 30''$ 的光学经纬仪,用于一般工程测量。1989 年,世界著名的瑞士 Leica 公司经过一年时间对北光厂的 $6''$ 精度光学经纬仪近 100 台进行质量认证,认为这些光学经纬仪质量好,具有竞争力,决定进口北光厂 $6''$ 光学经纬仪,并列入 T 型谱系列为 T06/T06K,与 Leica 公司的 DI1001 和 GTS-5 组成半站仪向世界市场销售,10 年销售数千台。电子经纬仪是光学经纬仪的替代产品,据统计,电子经纬仪需求 $2''$ 和 $5''$ 为 4% ,而 $10''$ 和 $20''$ 为 96% 。北光厂采用目标市场和产品差异化策略,开发中等精度电子经纬仪满足国内市场需求,低精度电子经纬仪满足国外市场需求,都取得成功。

从市场需求看,水准仪仍占有很大市场份额,近几年来我国水准仪出口约 5 万台,占世界市场份额 $1/3$,仅北光厂一家在欧洲市场就占 40% 。预计在 $2\sim 3$ 年内水准仪世界市场将被中国水准仪占领。

近 10 年来,全站仪发展很快,成为用户一种节省时间的工具。据美国 P. O. B 杂志统计,7 个公司 100 个品种, $1''$ 和 $3''$ 级全站仪占 53% , $5''$ 和 $10''$ 级全站仪占 41% ,估计年需求量约 10 万台。

BAC 仪器发展很快,已形成一个显在市场,北光厂年出口量达数千台。

3.2 国内市场需求信息

我国生产经纬仪已有 30 多年历史,随着国民经济的发展,出现 $2''$ 级需求量增长很快、 $6''$ 级需求量下降、 $10''\sim 20''$ 级无人问津的现象,与国外市场形成明显的对比。仅 1998 年北光厂电子经纬仪 $10''$ 、 $20''$ 级就出口千台以上。

水准仪市场需求大量 $25\sim 32$ 倍的仪器,但水泡式水准仪仍占有一定的市场。

近几年我国进口的整体式全站仪年约 1 000 台, $2''$ 级精度占 90% 。BAC 仪器处在潜在市场期,预计还需 $2\sim 3$ 年的市场开发周期,才能由潜在市场转入显在市场。

3.3 国内大地测量仪器市场需求的误区及其原因

从上述国外、国内市场需求信息看,国内市场需求存在一个误区,其表现为:

工程精度与需求误区:国外市场——工程实适需求,国内市场——高精度高技术。

国内外产品质量误区:国外产品质量问题——偶然出现,国内产品质量问题——出现较多。

显在市场和潜在市场误区。

分析上述误区原因,可归纳为以下几个方面:

1) 规程和规范规定精度要求与规定的测量仪器不统一。

最近我们查阅了“建筑工程施工测量规程”、“地籍测量规范”等四个规程和规范。粗略统计,工程精度与规定测量仪器等级不一致的有 10 多处,如建筑区和建筑物控制网 $1\sim 3$ 级测角中误差为 $\pm(5\sim 24)''$,而规定经纬仪等级为 $2''$ 和 $6''$ 级精度;地籍测量测角中误差为 $\pm(5\sim$

15)”,而规定经纬仪等级为 2”和 6”级精度;高程控制水准测量三级、四级等外级,高差中误差为 $\pm(3\sim7)\text{mm}$,而规定水准仪等级为 DS1~DS3 等。可以看出,规程和规范的指导思想是使用高精度仪器来保证中低精度工程的技术要求,不是工程实适需求,从而出现国外市场大量需求低精度仪器而国内市场无人问津的怪现象。应该说,现在的规程和规范是计划经济下的产物,受原苏联传统模式的影响,已完全不适应市场经济的需要。我们呼吁制定规程和规范的有关部门引起足够的重视,重新修订规程和规范,以适应统一的全球市场需求。

2)所有制和计划经济体制、机制的影响。

单位购置仪器由国家花钱,手续麻烦,形成牛刀杀鸡、大马拉小车的局面。当前所有制结构的调整和完善,对现行的体制和机制将发生很大变革,有利于用户合理购置和使用仪器。

3)价格趋势。

我国传统产品比光电子产品的价格低,而国外光电子产品比传统产品价格低,且传统产品处于淘汰时期,从而形成潜在市场和显在市场的区别。

3.4 合理选购、使用仪器,发挥仪器应有作用

用户选购仪器有 10 项导购原则,即使用简单、价格合理、质量稳定、功能适用、技术支持、操作简捷、保修期限、有效服务、数据采集和兼容性好。

几年来,经过厂家、经销商和用户共同努力,这种市场需求误区正在发生变化。某地一经销商密切配合北光厂做了大量市场导向的工作,统计了 1994~1998 年仪器销售量的变化:经纬仪 6”级占总数比率从 1994 年的 45%上升到了 1998 年的 61%;水准仪 20 倍从 12%上升到了 43%;全站仪 5”级从 9%上升到了 58%。随着市场经济的深入、体制和机制的变革、全球统一市场的形成,我国大地测量仪器标准规范和使用正逐渐与国际标准、规范接轨,中国大地测量仪器市场需求正在走出误区,更合理地选购和使用仪器,以满足工程测量要求。

面向新世纪,开创测绘仪器发展的新纪元

王振刚

世纪之交,社会正从工业经济时代迈向知识经济时代。随着计算机技术、空间技术和现代通信技术的发展,传统的测绘技术体系正在世界范围内发生一场深刻的革命。传统测绘学正在迅速跨入地球空间信息学时代。

一个现代化的地球空间信息产业正在崛起。这一场产业革命范围之广泛、影响之深远引发了从学术研究方向和方法到教学培训、课程设置一直到现场数据采集、存储、更新、处理等的变化,导致一整套方法、手段、设备的彻底重组。

测绘产业的改革势必对为其服务的测绘仪器行业提出更高更迫切的要求。反过来测绘仪器的进步必定会大大促进测绘科技的发展。

我们研讨测绘仪器的发展一定要把这个大环境搞清楚,打破传统测绘学的框框,只有这样,才能正确地描绘出新世纪测绘仪器发展的新格局。

1. 信息时代的测绘学及其对测绘仪器的要求

为了简单明晰地描绘信息时代测绘学的特征,我们首先引用国际测绘联合会(IUSM)1990年提出的测绘学的新定义和ISO对地球空间信息学的定义。

1990年IUSM的定义:测绘是采集、量测、处理、分析、解译、描述、分发、利用和评价与地理和空间分布有关的数据的一门科学、工艺、技术和经济实体。

ISO的简明定义:地球空间信息学(Geomatics)是一个现代的科学术语,表示测量、分析、管理和显示空间数据的集成的研究方法。

两个定义清楚地表明,信息时代的测绘学已经不是单纯的量测站点位置的几何科学,而是一门研究空间数据的信息学。这里所说的空间数据或与地理和空间分布有关的数据是指一种信息,它除了具有空间(位置)特征外,还具有属性特征。比如地籍测量涉及的信息除了土地的几何位置之外,还加上了有关土地利用、建筑设施以至于自然资源的属性数据。各种专业的地理信息系统(GIS)除了空间定位数据外,还包含千差万别、包罗万象的属性数据。

我国著名摄影测量和遥感专家、中科院和工程院院士李德仁教授精辟地指出:信息时代测绘学的最鲜明的特征是“测绘和大地测量已从单纯的几何量测发展成为信息科学,它意味着测绘和大地测量与摄影测量、遥感、制图学、GIS/LIS和多媒体通信的集成”,传统测绘和大地测量已经和将会实现从模拟到数字,从静态到动态(运动态),从后处理到实时处理,从离线到在线,从分离到集成,从局域到全球。

从这个意义上说,现代测绘学不仅要解决空间定位问题,而且要解决地理位置上的属性数据的采集和管理。狭义地说,测绘仪器主要解决空间定位问题,空间位置上的属性数据的测量不是测绘仪器的任务。但是信息时代的仪器应该适应和有利于属性数据的采集、存储、管理、分发和利用。也就是说,现代测绘仪器产生的地理(空间)定位数据应能方便地纳入GIS的范畴,可以与属性数据集成并由计算机进行处理。

因此信息时代的测绘仪器至少应该具有如下新的功能:

1.1 数字化

数字化并不单纯指数字显示,而是要求仪器应能输出可以由计算机进一步处理、传送、通信的数字表示的地理数据,仪器应具备通信接口,这是测绘仪器实现内外业一体化的基础。

1.2 实时化

现代测绘仪器应具有实时处理的功能,一方面实时判断测绘质量,另一方面可以在现场按设计图样实时施工放样。

1.3 集成化

随着测绘高科技的发展,传统的测绘分工被打破,各种测量互相渗透,要求测绘仪器在硬件上集成多种功能,软件则要更具开放性,使各种仪器采集的数据可以通信和共享。

1.4 在线化

仪器能在线处理测量数据,提高测绘质量和效率,并能通过现代通信工具及时更新GIS数据库。除了这些传统测绘仪器无法比拟的功能以外,现代测绘仪器还具有以下特点:

1)多学科成果的结晶。

与当今仪器发展趋势一样,现代测绘仪器几乎无一不是高科技的综合,我们通常说光机电算一体化,其实还应包括通信、空间技术、自动控制等方面的最新成就。

2)更新周期越来越短。

光学经纬仪、水准仪、平板仪等传统测绘仪器曾经有30年不衰的历史,但是近年来发展的电子经纬仪、全站仪、GPS接收机技术更新速度大大加快,几乎是二三年出一个型号,特别是软件的升级更快。

3)服务领域愈益广泛。

测绘仪器直接服务于基础地理信息产业是不言而喻的,然而应用于与地理空间数据有关的行业将越来越广泛(如工业、农业、交通、邮电、城市规划和管理、土地管理和经营等专题应用)。可以说,涵盖了当今人类社会可持续发展所面临的四大问题:人口、资源、环境和灾害。有关资料表明,全站仪组成的三维数字测量系统的测绘用户不到1/10,GPS接收机在测绘产业的应用也仅占全部销售量的1/10。

4)仪器操作更容易,使用更方便。

仪器内置的专业软件使非测绘专业人员也能操作仪器,作业员只要有基本的计算机操作技能就能使用仪器,或者说仪器越来越“傻瓜”了。