

实用坐标测量技术

The Practical Coordinate Measuring Technology

海克斯康测量技术（青岛）有限公司 编



化学工业出版社

实用坐标测量技术

海克斯康测量技术（青岛）有限公司 编



化学工业出版社

北 京

本书是由海克斯康公司部门专家集体撰写的一本实用性读物,反映了海克斯康公司多年以来在坐标测量机设计、制造、应用和技术支持等方面的认识、了解和经验积累。相对于 2005 年版,本书增加了便携测量技术的内容,收入了面向汽车、航空航天、模具等行业的应用案例,并对海克斯康集团的最新产品和技术进行了更加全面的介绍。相信本书一定会为读者打开新的思路,拓展新的视野。

本书的读者对象是坐标测量机的使用者、设计人员、工艺人员、生产制造人员、质量控制人员、管理人员和高层决策人员。

图书在版编目(CIP)数据

实用坐标测量技术/海克斯康测量技术公司编. —北京:
化学工业出版社, 2007

ISBN 978-7-122-00831-2

I. 实… II. 海… III. 坐标测量法 IV. P213

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 102413 号

策 划: 张 立

责任编辑: 张 敏

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 化学工业出版社印刷厂

装 订: 化学工业出版社印刷厂

889mm×1194mm 1/16 印张 19 字数 565 千字 2007 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 80.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2007-43 号

前 言

很高兴大家所期盼的《实用坐标测量技术》2007 版终于问世了。正如我们所承诺的那样：我们将致力于把世界上最先进的计量知识、检测技术及最佳的计量解决方案及时、全面地与大家共享。

《实用坐标测量技术》2005 版发行至今，收到非常好的效果，得到了各界、各行业计量专家的认可。无论是产品开发人员、工艺人员、生产制造人员、品质检测人员、管理人员，还是大专院校的专家学者、行业协会、政府机构、高层决策人员，均给予该书高度评价。可以说，最终成书的《实用坐标测量技术》符合我们“先进、实用”的编辑初衷。作为一本有重要参考价值的有关计量、测量技术的专业工具书，该书目前已累计发行 3000 册。

相对于 2005 年版，新版《实用坐标测量技术》增加了便携测量技术的内容，收入了更多的应用案例，并对海克斯康集团的最新产品和技术进行了更加全面的介绍。相信本书一定会为广大读者打开新的思路，拓展新的视野。

随着制造业的迅猛发展和全球经济一体化的猛烈冲击，中国的企业正在经历着一场史无前例的脱胎换骨的变革，即由原有的低技术含量的劳动密集型的粗犷加工，转变为拥有先进制造技术、工艺与检测流程的技术密集型的精益生产，由非数字制造、非精密制造，转变为数字制造、精密制造，从依靠批量生产和廉价劳动力取胜的世界工厂，转变为追求高品质，具有真正核心竞争力的现代生产制造企业。计量与测量技术的发展、变革、参与和推动，将成为制造业变革中至关重要的因素。

海克斯康集团作为世界最大的计量、测量技术产业集团，活跃于全球，更立足于中国。多年来，我们得益于中国经济的持续发展和整个制造业的快速提升带来的对计量、检测技术与产品的不断增长的需求，受惠于行业内专家学者、科研院校同仁的协同努力，取得了令人骄傲的业绩与成就，得到来自航空、航天、汽车、模具、电子、机床、家电、科研院所、大专院校等数千家用户的信赖和支持。在此，我们对所有关心和帮助我们成长的新老朋友表示衷心的感谢！我们也深知自己所承担的义不容辞的责任，那就是，继续尽我们所能，为中国测量技术的发展和整个制造业的腾飞贡献力量。我们有信心，也有能力完成我们的使命！

让我们携手共塑测量的未来！



2007年5月于青岛

目 录

第一章 坐标测量技术概述	1
1 近代坐标测量技术的发展	3
2 现代坐标测量技术与传统测量技术的比较	4
3 海克斯康的中国之道	5
第二章 直角坐标测量机分类及机械结构	9
1 直角坐标测量机的主要结构形式	10
2 对测量机的总体要求	13
3 整体结构形式的考虑和选择	15
4 温度问题的考虑	15
5 测量机的材料	17
6 测量机的导轨及轴承	18
7 传动机构的类型及特征	19
8 测量机的平衡机构	26
9 光栅	27
第三章 直角坐标测量机控制系统	33
1 控制系统分类	34
2 CNC 数控系统的组成	36
3 数控系统的结构	39
4 Hexagon 计量集团数控系统的功能	39
5 控制系统的发展方向	43
第四章 三坐标测量机软件	45
1 综述	46
2 软件分类	46
3 测量软件的发展历史	46
4 测量软件的 CAD 核心	47
5 测量软件功能与应用的分类	49
6 测量误差与采样策略	51
7 测量编程的几种模式	56

8 在测量平台上进行二次开发	56
9 测量软件 DCI/DCT 与 CAD 的直接接口	59
10 薄壁件测量	60
11 逆向工程中比较常用的 CAD 软件	61
12 EMS 企业计量解决方案	62
13 选择测量软件需要考虑的要素	66

第五章 探测系统.....69

1 测头的分类	70
2 接触式触发测头的基本原理	70
3 探测系统主要组成部分及其特性	71
4 目前常用的探测系统	72
5 探测系统的常见组合	75
6 如何选择适用的探测系统配置	75
7 选择测头的几点考虑	76
8 光学测头分类及原理	77
9 光学测头存在的特殊问题	79
10 测头参数对精度的影响	79
11 探测系统有何最新发展	82

第六章 便携式测量机.....85

1 概述	86
2 关节臂测量机 (Articulated Arm Coordinate Measuring Machines, 缩写为 AACMMs)	86
3 全站仪 (Total Station)	90
4 激光跟踪仪 (Laser Tracker)	92
5 T-Probe 手持式测量机	97
6 T-Scan 手持式扫描仪	99

第七章 测量机的精度评定标准.....107

1 中国现行的测量机国家标准及校准规范	108
2 ISO 现有坐标测量机国际标准	108
3 国外其他标准	109
4 ISO 标准及国家标准的主要内容	109
5 VDI/VDE 2617 标准的主要内容	113
6 美国 B89 标准的主要内容	115

7 英国 BS6808 标准 (Text Code for Accuracy of Coordinate Measuring Machines) 的主要内容	115
8 日本 JIS B7440 标准的主要内容	115
9 主要测量机标准对照表	116
10 光学测头的检测标准 (VDI/VDE 2617-6, 6.1, 6.2)	117
11 坐标测量机的 21 项几何误差	119
12 水平臂测量机的特殊误差	119
13 两台水平臂测量机的相向成对使用, 软件及验收标准要作相应的调整	119
14 阿贝测长原则	120
15 被测零件公差要求与测量机精度的关系	120
16 ISO 10360-7 介绍	121
17 ISO/DTS 23165 检测的不确定度评价指南 (Guide to the evaluation of CMM test uncertainty)	122
18 ISO 技术规范 ISO/TS 15530 系列	123

第八章 测量机的安装与维护

1 选择测量机安装地点的一般原则	128
2 安装及短途运输时应注意的问题	128
3 过渡间	129
4 地面、墙体、天花板	129
5 温度和湿度	129
6 供气系统	130
7 振动	131
8 地基	131
9 电气要求	131
10 检定验收环境要求	132
11 测量机的日常维护	132
12 测量机正常工作对环境的要求	132
13 制订测量机操作规程应考虑的项目	133
14 用户进行测量机的自检	134
15 坐标测量机维护及保养规程示例	134

第九章 坐标测量机的选择及应用

1 选择测量机需要考虑的因素	136
2 坐标测量机的典型应用	140

第十章 应用案例

1 汽车行业	154
2 航空航天行业	191
3 模具行业	212
4 机床行业	217
5 加工制造业	223
6 其他行业	228
第十一章 坐标测量机的发展趋势	239
1 物理层和功能层	240
2 应用层	241
3 扩展层	244
附录	247
附录一 坐标测量技术英中名词对照表	248
附录二 坐标测量技术中英名词对照表	253
附录三 海克斯康 2001~2006 年度坐标测量应用技术论文集目录	259
附录四 Hexagon 计量产业集团产品与技术概览	271
附录五 Hexagon 计量产业集团各分部介绍	286

第一章 坐标测量技术概述

- 近代坐标测量技术的发展
- 现代坐标测量技术与传统测量技术的比较
- 海克斯康的中国之道

自古以来，人们就用到了几何量测量的标准量值及器具，人们惊异的发现，古代人在建造长城、金字塔时所用的工具及测量方法都已经达到了很先进的水平；埃及的建筑工人只有简单的铅垂线、木制方尺和直尺，但他们的测量可精确到毫米。Gizeh 金字塔是由上千个只有极少建筑常识的工人完成的，而它的尺寸、边线差异不超过平均长度的 0.05%——这意味着在横跨 230m 的区间内，只有 0.1mm 的偏差。

手指的宽度、脚的长度、步幅的距离、犁沟的长度，在古代，都被创造性地用于几何量测量。古埃及人定义手指、手掌、手、肘作为长度单位；罗马人将脚和步长定义为长度单位，如图 1.1 所示，也就是我们现在所说的英尺。随后，人们又定义了重量单位，发明了关于测量温度和压力的方法，公布了关于度量衡的法定标准，推出了各种长度和内径、外径测量仪器，所有这些科学技术的发展构成了我们今天坐标计量技术的基础。

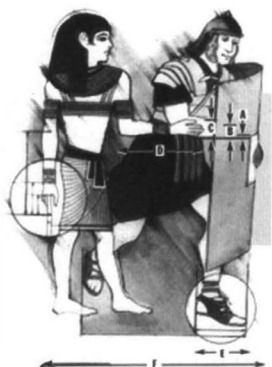


图 1.1 古埃及人与罗马人所定义的长度单位

几何量测量无处不在，不仅存在于传统的构架式测量机，还包括大至宇宙、地球、城市小至医学、微电子纳米的测量，而应用坐标测量的概念，软件的处理方法和探测系统均有它广泛的适用性或相似性。超大尺寸的宇宙空间测量，这时的精度要求在 1000km 到 10m 之间；而大尺寸测量，包括了地球、山脉、城市、建筑物的测量，如图 1.2 所示，这时的测量精度在 10m 到 100 μ m 之间；中等尺寸的测量，包括了工业制造领域大型的飞机、汽车、船舶、机车所采用的测量工具和手段，这时的精度要求在 100 μ m 到 20 μ m 之间；小尺寸的零部件测量，包括通用工业领域制造的各种零部件，这时的精度要求往往会在 20 μ m 到 0.3 μ m 之间。同时，随着技术的发展，几何量测量正向着纳米测量快速前进，这迎合了一些生物技术和微电子技术发展的需要，精度要求进入了 0.3 μ m 之内。如图 1.3 所示，针对测量领域的不同，目前世界上也推出了各种相关的产品和技术以解决各种领域的测量难题。同时，几何量测量技术，也呈现出相互融合、共同发展的态势。



图 1.2 在卫星上，利用 Imagine 软件捕捉到的巴拿马运河图像。

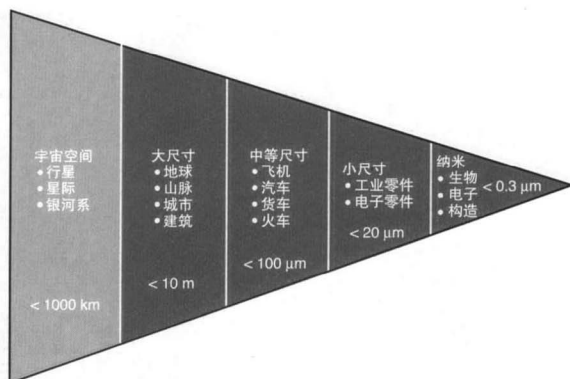


图 1.3 几何量测量涉及的领域

本书所重点关注的是面向工业计量领域的坐标测量，为读者展现面向中、小尺寸测量领域的产品、技术和解决方案。

随着工业现代化进程的发展，伴随着众多制造业如汽车、电子、航空航天、机床及模具工业的蓬勃兴起和大规模生产的需要，要求零部件具备高度的互换性，并对尺寸位置和形状提出了严格的公差要求，在加工设备提高工效、自动化更强的基础上，要求计量检测手段应当高速、柔性化、通用化，而固定的、专用的或手动的工量具大大限制了大批量制造和复杂零件加工业的发展；平板加高度尺加卡尺的检验模式已完全不能满足现代柔性制造和更多复杂形状工件测量的需要，所有这些促成了坐标测量行业的形成。

几何量不能数字化的表示和传递是一个技术瓶颈，当时人们只能借助于光学游标的技术来提高工业测量的精度及分辨力，因而亦限制了计算机技术在长度等几何量测量中的应用。

以上诸多方面的要求,促进和推动了近代坐标测量技术的发展。

1 近代坐标测量技术的发展

坐标测量技术的原理:任何形状都是由空间点组成的,所有的几何量测量都可以归结为空间点的测量,因此精确进行空间点坐标的采集,是评定任何几何形状的基础。

坐标测量机的基本原理是将被测零件放入它允许的测量空间,精确地测出被测零件表面的点在空间三个坐标位置的数值,将这些点的坐标数值经过计算机数据处理,拟合形成测量元素,如圆、球、圆柱、圆锥、曲面等,经过数学计算的方法得出其形状、位置公差及其他几何量数据。

在测量技术上,光栅尺及以后的容栅、磁栅、激光干涉仪的出现,革命性地把尺寸信息数字化,不但可以进行数字显示,而且为几何量测量的计算机处理,进而用于控制打下基础。

世界上第一台现代意义上的三坐标测量机:1956年世界上出现了由英国 Ferranti 公司开发的首台用光栅作为长度基准并用数字显示的现代意义上的三坐标测量机,如图 1.4 所示。



图1.4 世界上第一台现代意义上的三坐标测量机

1962年,作为 FIAT (菲亚特) 汽车公司质量控制工程师的 Fraorinco Sartorio 先生,在意大利都灵市创建了 DEA (Digital Electronic Automation), 成为世界上第一家专业制造坐标测量设备的公司,同时在公司命名上还富有前瞻性地预见到数字技术的广泛应用,并继而在推动坐标测量机在制造业,尤其是汽车、航空航天等

大型零部件精密测量方面发挥着重要作用。

1963年10月,DEA公司的第一台行程为 $2500 \times 1600 \times 600\text{mm}$ 的龙门式测量机 ALPHA (也是世界上第一台龙门式测量机,如图 1.5 所示),出现在米兰的欧洲机床展览会上,从而开创了坐标测量技术的新领域,并使得几何量质量控制技术成为工业生产的重要因素。

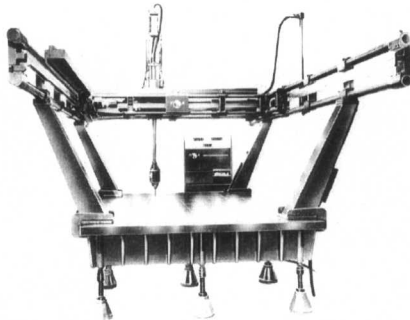


图1.5 世界上第一台龙门式测量机

在随后的年代里,DEA 相继推出其手动和数控测量机,并率先采用气浮技术,配备了各种触发、扫描测头、非接触光学测头,开发了具有强大 CAD 功能的通用测量软件;先后推出系列桥式测量机和大型水平臂、龙门式测量机,并在推动汽车车身研究和“白车身”的尺寸检测方面作出了突出贡献,并成为当时世界上技术最先进、规模最大的测量机供应商之一。

世界上第一个触发式测头:虽然第一台测量机已应用了数显技术,但在测量零件时仍用硬测头接触零件,然后用脚踏开关来锁存坐标读数,测量圆孔位置则要用圆锥形硬测头,测量尺寸时则用球形硬测头,这些都使得操作复杂,特别是从不同方位测量大型复杂零件时更是如此。测头补偿困难、受人为因素影响较大、测量精度不高、精度只能达到 0.025 mm ,硬测头还限制了数控技术在测量机上的应用。

1972年,当时身为 Rolls-Royce 公司副总设计师的 David McMurtry 为了帮助解决协和号飞机发动机上直径为 6.35mm 复杂形状的油管直径的测量难题,发明了世界上第一个接触式触发测头,如图 1.6 所示。由于应用了



图1.6 世界第一个触发测头

三点支撑的静定结构、测头对所面临的测量任务有足够的精度和稳定性,精度能达到 0.01mm 以内。

由于触发测头的出现,使得测量机从只能静态测量发展到在运动中测量,同时根据被测物体不同的形状、材料和测量要求,又相继推出各种接触和非接触测头,其中又有触发、扫描方式之分。我们将在第五章“探测系统”中进行详细的描述。

控制技术的发展:随着测量系统机械性能的提高,伴随着控制和软件技术的迅猛发展,测量机已从早期的手动型、机动型迅速转化为数控型,使得测量速度更快,精度更高,并大大简化了测量操作人员日常的工作强度。

同时,随着数控坐标测量系统的推动,各种自动的测头探针更换位置,自动上下料机构相继出现,使得测量系统能够很好的整合在现代化工业生产中,发挥着主要作用。

软件在测量机上的应用日趋重要:鉴于几何物体都是一些空间点的集合,坐标测量机归根到底,只是获取空间点的坐标值的仪器设备,只有用软件对这许多点进行处理、计算才能给出测量对象的位置、尺寸、形状,而且也可以进行测头、温度、几何量误差的补偿。软件的第一功能是进行数据处理;另一方面,数控测量机的软件不仅用于数据处理,还和控制系统结合在一起,指挥和控制测量机的运行。

坐标测量技术与软件技术的日益紧密结合,使得测量机的用途日益强大,从单纯质量保证过程中的测量设备转化为设计、工艺、制造和检测环节中不可缺少的重要设备。尤其是伴随着数字技术和 CAD 技术的广泛发展和应用,测量软件成为测量机与其他外设、加工设备和 CAD 系统沟通的桥梁。测量机不再是消极的/不是的判定的角色,而能够广泛用作逆向设计、生产监测、信息统计、反馈信息等多种用途。

便携式测量系统的采用:便携式测量系统解决一些大尺寸零部件的测量要求,同时适合在现场的工作测量。这类产品,主要包括了激光跟踪仪和关节臂式测量机为核心而延展出的多种产品和应用,有效地解决了汽车以及航空航天领域各种部件装配、生产工具校验和各种大小工件的测量与测绘问题。

企业计量解决方案 (EMS):EMS 是 2003 年由 Hexagon 推出的基于 PC-DMIS 核心技术的一系列软件产品,它的一个共同目标,就是把公司内部制造过程中的信息收集、管理和展示变成一件容易的事情。软件技术日益成为测量系统的核心,并拓展了测量系统的界限。EMS 的概念,使得测量系统从原来工业测量领域的质量保证角色,更好地延展到了设计、制造、过程控制、质量保证等领域,从而形成关于几何量尺寸信息的完整闭环。

测量机外设/服务更加完善:测量机在技术上更加贴近应用。面向不同的对象,提供个性化的硬件、探测系统和软件支持。测量机制造商根据被测量工件的形状、材料、测量环境、测量目的以及生产线的配套情况,在机械结构、软件和测头的配套等方面更趋多样化。这包括各种柔性夹具、手动/自动上下料系统、测量机的配套设备、测量机机房的规划建设、完善合理的检测方案 and 为客户提供的检测咨询,可保证用户最大限度地发挥测量机的效用,提高效率,节约成本。

同时,深层次的服务项目变得更加重要,专业的测量机厂商已经突破了一般意义上的技术服务,他们正在试图采用更新、更专业的手法使得客户服务的效率更高、更全面、更及时,这包括网络技术的应用,如在线技术支持、在线软件升级、在线故障诊断、网上技术论坛以及网上会员俱乐部等等。

售后增值服务:根据目前国外的统计数据,售后增值服务项目在测量机制造商提供产品方面所占比重越来越大。所谓售后增值服务,指的是面向超过产品保修期的所有产品和服务项目以及为满足客户需要而提供相应的产品与服务。专业的测量机制造商提供了伴随整个测量机生命周期的产品技术服务。除了保修期内的机器安装、培训、技术支持和产品保修项目外,售后增值服务涉及了产品保修期后的所有服务项目,包括测量软件升级、测量机改造、机器维修校准、合同服务、合约检测以及各种零备件供应等等。

2 现代坐标测量技术与传统测量技术的比较

坐标测量机的特点是高精度(达到 μm 级)、

万能性（可代替多种长度计量仪器）、数字化（把实体的模型转化成数字化的三维坐标），因而多用于产品测绘、复杂型面检测、工夹具测量、研制过程中间测量、CNC 机床或柔性生产线在线测量等方面；只要测量机的测头能够瞄准（或感受）到的地方（接触法与非接触法均可），就可测出它们的几何尺寸和相互位置关系，并借助于计算机完成数据处理。这种三维测量方法具有极大的万能性，可方便地进行数据处理与过程控制，因而测量机不仅在精密检测和产品质量控制上扮演着重要角色，同时在设计、生产过程控制和模具制造方面发挥着越来越重要的作用，并在汽车工业、航空航天、机床工具、国防军工、电子和模具等领域得到广泛应用。

从表 1.1 我们可以看出，相对于传统测量技术所需要的人工操作，现代坐标测量技术提供了更多的测量和后续工作的便利性。

表1.1 坐标测量技术与传统测量技术的比较

传统测量技术	现代坐标测量技术
对工件要进行人工精确及时地调整	不需对工件要进行特殊调整
专用测量仪和多工位测量很难适应测量任务的改变	简单的调用所对应的软件完成测量任务
与实体标准或运动标准进行测量比较	与数学的或数字模型进行测量比较
尺寸、形状和位置测量在不同的仪器上进行不相干的测量数据	尺寸、形状和位置的评定在一次安装中即可完成
手工记录测量数据	产生完整的数字信息，完成报告输出、统计分析和 CAD 设计

成为 Hexagon 计量集团的一部分。凭借 Leica 计量分部的 Leica 激光跟踪仪、工业经纬仪和全站仪，进一步补充和完善了 Hexagon 计量集团现有的便携式测量方案和计量产品线。

Hexagon 计量集团的核心目标是为不断增长的、不同领域和不同品质要求的用户提供高质量的产品、系统解决方案和服务。目前，Hexagon 计量集团的销售及服务网络遍及世界五大洲，并拥有超过 100 多个分支机构。集团的行政总部位于英国伦敦，制造厂分布在巴西、中国、法国、德国、意大利、美国、瑞士和瑞典。凭借在全球安装超过 55000 台测量机、超过 8500 套便携式测量系统、数以百万计量具量仪和超过 25000 套 PC-DMIS 通用测量软件，Hexagon 计量集团为客户提供了完善的技术支持，并确保设计中的产品尽快成为现实。

时至今日，Hexagon AB 集团测量和化工两大产业，拥有着青岛、上海、北京、香港、武汉等

3 海克斯康的中国之道

Hexagon（海克斯康）测量技术集团是 Hexagon AB 集团重要的业务单元，包括 Hexagon 计量集团以及 Leica 工业测量系统公司，是目前世界上最大的几何量测量技术集团。

Hexagon 计量集团作为 Hexagon 测量技术集团的两大成员之一，通过拥有一系列世界知名的几何量计量产品品牌而占据着全球领先的地位。从手动的量具量仪到便携式测量系统，从坐标测量机到测量机器人以及测量软件，Hexagon 计量集团具备全系列的产品，满足了工业计量领域的各种应用需求。

伴随着世界著名的 Leica 工业测量系统公司融入 Hexagon AB 集团，使得 Leica 的计量分部

多个产业基地，年收入超过十亿元，并向着更宏伟的目标迈进。

全球品牌 本地服务

作为世界领先的计量产品集团，Hexagon 拥有着遍及世界五大洲的制造厂和分支机构。随着中国日渐成为全球经济的发动机，Hexagon 中国公司在集团的位置也益发重要，目前拥有着国内测量机市场 55% 的占有率，提供包括量具量仪、活动桥式、固定桥式、水平臂式、龙门式、关节臂式测量机、激光跟踪仪以及测量系统的售后增值服务在内的八大产品系列，满足了广大中国客户对于几何量测量技术的需求。

Hexagon 作为拥有众多世界测量机著名品牌的跨国公司，始终信奉“品牌全球化，服务本地化”的宗旨。Hexagon 中国公司在为中国客户及身处中国的世界众多制造企业提供集团最新的产品、最优的服务的同时，也为客户提供着本地化的技术支持与服务；在为立足中国市场的各类

用户提供本地组装的先进的 Global 全系列产品的同时,也将集团内众多知名测量产品品牌,如意大利 DEA、美国 Brown & Sharpe、德国 Leitz、瑞士 Leica、TESA 的产品和技术解决方案提供给身处中国的企业,并提供本地化的安装、校验、培训、技术支持和快捷的备件供应,无论用户选择哪一种来自集团的产品,都将得到本地化、区域化的 24 小时内的快捷服务。

近年来,海克斯康的一个重中之重的工作就是区域化建设。通过持续的努力,在投入大量的人力和物力基础上,完善了设在北京、上海、广州等 11 个主要地区的销售服务力量。随着区域化工作的深入,海克斯康从原来的青岛这一个中心,发展成可以辐射全国主要地区的 11 个中心,从而可在第一时间响应客户关于产品技术咨询、服务、培训、应用和备件等要求。

全球化产品和技术、本地化研发和制造机构再到区域化技术支持,应当说正是这种逐渐贴近用户、服务用户的做法,使海克斯康得到了越来越多中国用户的信赖和支持。

技术创新 引领市场

最近几年,Hexagon 集团在几何量计量市场掀起了巨大波澜,其策略和目标很简单,那就是“在选定市场从事位居第一或第二的产业,并为客户提供与众不同的产品和技术”。简单的一句话,却是以一个精心规划的发展计划为依托。

Hexagon 集团的一个成功范例就在于 Global 测量机的全球化生产,无论是在美洲、欧洲还是亚洲,Hexagon 来自美国、意大利和中国的三个制造厂生产着同等品质的 Global 产品。基于全球的采购平台,凭借全球生产的数量,能够获得具有最佳性能价格比的零部件,从而帮助客户获得更多价格合理、性能优越的测量产品。如图 1.7 所示,2007 年建成的海克斯康新厂区,是世界上最大的测量产品基地之一。

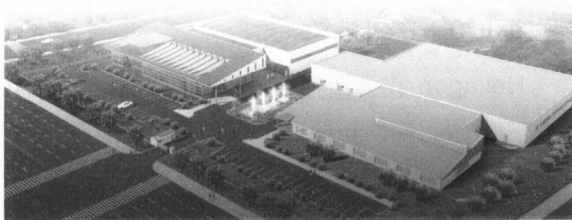


图1.7 海克斯康新厂区,2007 年建成,是世界上最大的测量产品基地之一

从系列桥式、龙门式、水平臂式测量机到关节臂式测量机、激光跟踪仪、全站仪、经纬仪、量具量仪,通过一系列的并购和融合,海克斯康不断拓展其产品线的深度和广度,从而服务客户的领域更广、水平更高。

除了强调服务和支持外,海克斯康更加注重创新,强调技术领先。一系列的新产品、新技术陆续在全球推出,从新型测量系统到全系列的探测系统,以及软件系统的不断丰富与优化,无不彰显 Hexagon 这个全球计量业领先集团的深厚技术底蕴,如图 1.8 所示。

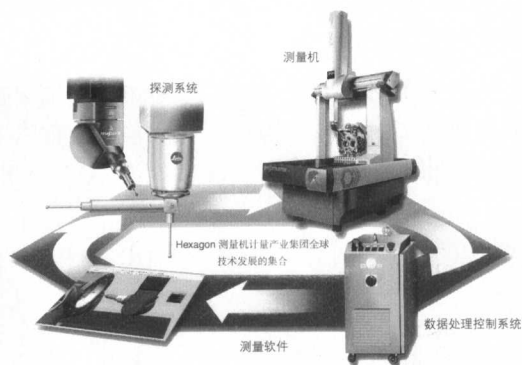


图1.8 作为世界范围内优秀的测量产品供应商,Hexagon 计量产业集团可以实现从测量机、控制系统到测头和软件的最佳融合

Hexagon 计量集团拥有众多测量产品世界著名品牌,满足客户各种几何量计量应用的需要,如图 1.9 所示。

一般传统的测量机制造商的眼光相对短浅,往往局限于测量机所需要测量的工件,例如汽车零部件。海克斯康力求做到的,就是突破这种局限,无论是测量机或者其他设备采集到的三维点坐标,都能够通过统一的软件进行描述、评价和处理,从而在传统测量功能之外开拓出更多的新市场,从建筑到医学、制作胶片到汽车导航系统,海克斯康在不断拓展服务的尺寸测量领域。

海克斯康集团已经拥有计量业闻名的软件平台—PC-DMIS,目前已经发展到 4.2 版本,得到了全球客户的认可。在 PC-DMIS 基础上,海克斯康还推出了 EMS(企业计量解决方案)。Hexagon 集团拥有专门的软件公司,并且还在青岛、上海成立了其在中国的技术开发中心和软件研究中心,因为软件在计量产品中的作用越来越明显,与客户的具体应用直接关联。通过开发出

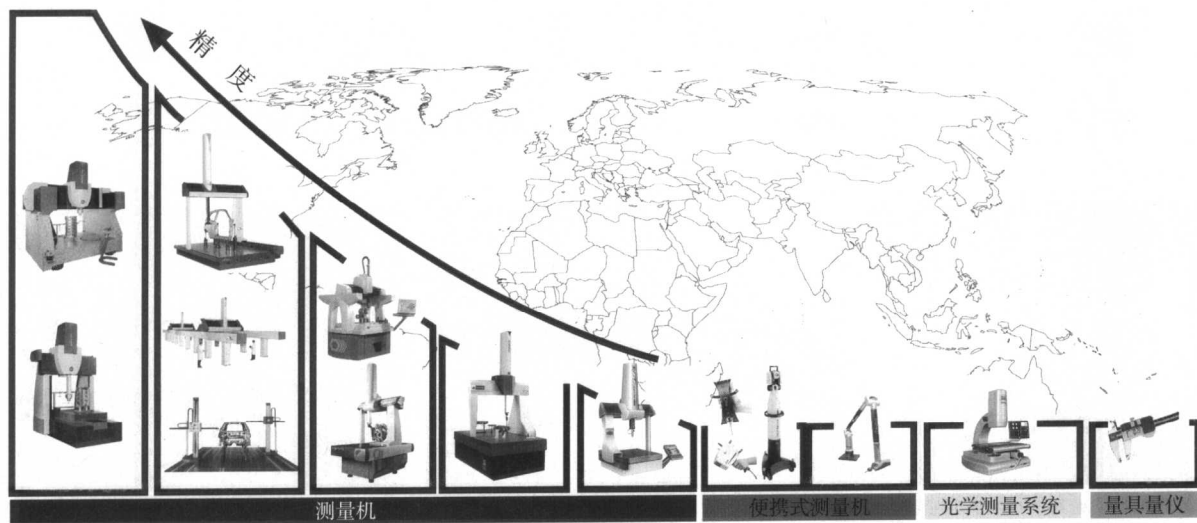


图1.9 Hexagon 计量产业集团拥有众多测量产品世界著名品牌，满足客户各种几何量计量应用的需要

越来越先进的软件产品，实现与其他制造环节数据资源进行整合。同时计量软件需要更加趋于简化，从而一般水平的人员就能够在生产现场方便地进行操作。

企业计量解决方案 (Enterprise Metrology Solutions, EMS) 是 PC-DMIS 新一代的发展和革新，它是基于 PC-DMIS 核心技术开发的一系列软件产品，二者有一个共同的目标：把公司内部制造过程中的信息收集、管理和展示变成一件容易的事，如图 1.10 所示。EMS 使各个行业里不同大小的商业团体可以根据其需要，建立集成而有效的计量系统。

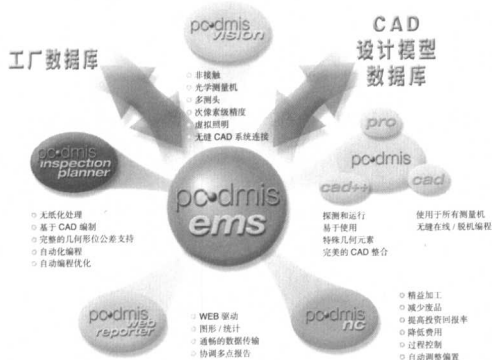


图1.10 EMS (企业计量解决方案) 是贯穿设计、制造到最终检验的一整套关于测量数据的收集和管理的计量手段

所有的 EMS 产品具有相同风格的外观，可以共享数据。这样就可以很容易的把设计、加工和产品评价无缝的连接起来。

关注未来 再续辉煌

目前，海克斯康正在逐步实现核心竞争力的转移，力图从目前优质产品的单一销售转化到为客户提供全面的计量解决方案，从单纯的设备、系统供应商转化成为客户的战略合作伙伴，如图 1.11 所示。

全系列产品满足用户对于不同尺寸、精度的要求，通过先进的探测技术和软件系统涵盖用户的计量应用，完善的本地化和区域机构快速反应客户对服务和支持的要求，种种规划和措施表明海克斯康完成了在中国的良好布局。海克斯康还将会更好的整合现有的尺寸测量技术资源，通过本地化的机构和人员，向客户提供针对其测量应用的解决方案。一个优秀的合作伙伴，不仅仅体现在为客户提供高品质和具备长久发展和提升潜力的产品，更多的是着眼于用户实际应用中的疑难，给予细致周到的专家服务，并贯穿客户整个使用周期的每个阶段，提供众多的售后增值产品，从而拓展双方合作的深度和广度，并可历经长期的考验和验证，最终建立合作伙伴关系。

在后面的章节中，我们将较为详细地就有关坐标测量的基础知识、坐标测量机的几个核心要素、坐标测量机技术应用及其发展趋势和相关的维护保养等常识进行专门论述，希望通过我们的努力，能够使得读者更好地了解和领会坐标测量技术及其应用，为选好、用好测量机提供帮助。

brown & sharpe
精密

brown & sharpe

CEJOHANSSON

cimcore

DEA

Leica
Geosystems

feite

MIRAI

pcodmis

ROMER

Sheffield

VIA
YEAR
2000

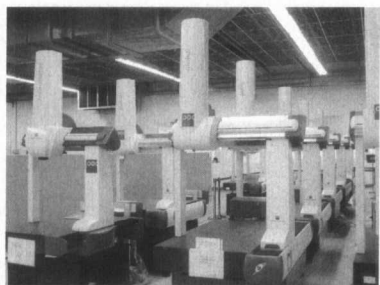


图1.11 立足中国的世界级坐标测量机制造商

第二章 直角坐标测量机分类及机械结构

- 直角坐标测量机的主要结构形式
- 对测量机的总体要求
- 整体结构形式的考虑和选择
- 温度问题的考虑
- 测量机的材料
- 测量机的导轨及轴承
- 传动机构的类型及特征
- 测量机的平衡机构
- 光栅