

# 宝马博览会观感

李振亚

## 1 宝马博览会简介和印象

“Bauma98博览会”于1998年3月30日~4月5日在德国慕尼黑举行。宝马博览会每三年举行一次。本届是第25届国际施工机械、建筑材料、施工车辆及设备博览会。这次博览会是在郊区新建的贸易中心进行。新贸易中心一期工程全部完成,包括前后两个大厅、室内展厅和室外展区,而其它辅助设施尚未完成。室内由12个展厅组成,每个展厅面积为1.1万 $\text{m}^2$ ,共13.2万 $\text{m}^2$ ;室外展区面积为28万 $\text{m}^2$ ;室内外展区总面积为41.2万 $\text{m}^2$ ,加上四周临时停车场可见场地之大。

本次博览会参展的国家和地区有41个,厂商有2500余家,其中德国有1300多家,意大利约330家,英国129家,美国143家,中国有6家,展出的产品涉及22个大类,460个小类,展品多以实物为主,有的可现场演示。

为便于了解和参观博览会,会上出售“博览会指南”,详细叙述了博览会筹备情况、组织机构、参展国家、厂商及展台位置,并将“指南”中的全部内容及各厂商的主要产品介绍都编在一张光盘之中,便于查找、了解和今后联系洽谈。

这次博览会的观感是“一大三多”。一大是规模大。不论是展馆之大,还是参展国家、厂商之多,都是国内举办过的展览会无法相比的。三多是参展的内容多;新技术、新材料、新设备多;值得学习借鉴的经验多。博览会是以建筑业的新技术、新材料、新设备为主,但相关行业的新技术、新材料、新设备也非常多,涉及面很广,仅与岩土钻掘工程有关的内容就十分丰富。博览会上展示的多是各厂商的最新产品,不论性能参数,还是结构型式,机械化、自动化程度,许多都代表目前最高水平。许多设备都能现场演示,更加深了印象。由于新内容多,同类产品的参展商也多,这些同类产品既有共同点,又有各自的特点,其共同点代表了发展的趋势或方向,各自的特点又便于参观者对比其优缺点。这要比到一个国家的几家厂商去考察收获大且全面,更有利于学习借鉴、选购和开发。

## 2 参观博览会的主要内容

由于参观的时间短而内容又多,重点参观了与岩土钻掘有关的4个专业方面的内容。

### 2.1 非开挖铺管技术

这项技术是博览会中较引人注目的内容之一,十几个厂商展出的展品很多,其主要内容有:导向回转钻进非开挖铺管技术及器具、设备;大、中、小型盾构机;气动夯管锤;气(液)动矛;顶管技术;旧管线更换与修复技术。

### 2.1.1 导向回转钻进非开挖铺管技术

(1)导向喷射回转钻进非开挖铺管技术。这种施工方法主要适用于土层施工，是目前应用最广泛的非开挖技术，也是这次展览会上非开挖技术中展品最多的一种，非开挖钻机大、中、小型均有，展品最多的是中小型钻机。大型钻机的回拉力达4000 kN，铺设 $\phi$  127 mm管可达2000 m；最小的钻机回拉力仅10 kN，铺设 $\phi$  65 mm管20 m。大、中型钻机都是整体式安装在履带底盘上，履带有钢制和橡胶制两种，现场搬迁、移位都非常方便。在中型钻机中，以美国DITCH WITCH公司的JT型钻机最有特点：在钻机导轨架的前端，加设两个液压地锚便于钻机的固定。仅设有一个浮动夹持器，而常规是设两个夹持器。动力头上带卡盘和活动垫叉，和浮动夹持器配合拧卸钻杆。其钻杆一端带缺口，用活动垫叉卡住钻杆，卸动力头轴头与钻杆连接的丝扣。带有平推式的移摆管机械装置。泥浆泵也固定在钻机底盘上，更便于施工。在钻机上加液动地锚和移摆管机械装置的展品较多，尤其是移摆管机械装置，虽都是完成移摆管的功能，但结构形式就有五六种之多，各自特点、结构、繁简程度均不同。有利于提高钻机的机械化程度，减少现场操作人员，减轻劳动强度。配置移摆装置，应当是非开挖钻机目前发展的趋势之一。

小型非开挖钻机更引人注目，各式各样的小型钻机有十几种。钻机回拉力在10~50 kN之间，长度1~2 m不等，总体质量多在100~200 kg。散装型式，结构非常简单。钻机分成液压动力站和钻机两体，动力头也有中空式的。根据地层情况可导向回转钻进，又可螺旋钻进。钻机体积小、质量轻，非常适合在小管径、短距离、施工场地小的工况下使用。由于设备价格便宜，施工成本也低，很容易推广使用。

导向喷射回转钻进使用的器具，多是两头加粗直接车扣的钻杆，丝扣为锥扣，接头密封多为丝扣密封，也有加“O”型圈密封。由于端部加粗又是锥扣，接头内孔直径也比较小，这样就充分保证了钻杆最薄弱部位丝扣的强度，增强了钻杆可靠性。钻进钻头都是斜面钻头，但各厂家的钻头喷嘴的设置和数量也不相同。钻头齿多是镶焊硬质合金，也有的是将四面体很尖的硬质合金刃堆焊在斜板周边上。回拉扩孔钻头除常规的外，还有环状筋带式新型扩孔钻头，筋带上堆焊四面体的硬质合金刃，回扩时扭矩比较小，又不易糊钻。

(2)回转加顶部冲击导向钻进非开挖铺管技术。这种钻进工艺主要是针对卵砾石层钻进而研究的。卵砾石钻进是钻探中的难题之一，为此进行了多种方法的研究、探索，试图取得好的效果。回转加顶部冲击的钻进方法是90年代才出现的方法，首先在锚杆钻机上采用，随后在多功能动力头钻机上采用的越来越多。在非开挖钻机上采用还是第一次见到实物。这种钻机是采用一个回转加顶部冲击的动力头，该动力头在欧美已成标准部件供选用，钻机的其它部分和常规非开挖钻机基本一样。钻进的钻头也是斜面钻头，钻头唇部镶焊大块硬质合金利于击碎卵砾石。这种钻进工艺方法主要还是适合小卵砾石和硬土层，顶部冲击在几十米内会起到较好效果，孔长如超过100 m效果如何，还需在实践中验证。但这毕竟是在非开挖钻进卵砾石层中出现的一种新的钻进工艺方法，是一个新的进展。

(3)孔底动力导向钻进非开挖铺管技术。非开挖基岩钻进也是非开挖钻进中难题之一，采用螺杆钻孔底动力主要是解决基岩和卵砾石层钻进，展品中有螺杆钻孔底动力器具和钻头。其钻进原理和岩心钻探中的螺杆钻定向钻进工作原理基本一样，使用的钻头是三牙轮钻头或单球形牙轮钻头，长距离或不便测量的地方施工时使用的是有缆的导向仪，使用的钻机和一般非开挖钻机的不同点，仅在于动力头输出轴上装有电滑环和导线盒，用来输入输出电信，导线是用和钻杆一样长度的导线节连成，加钻杆时

也将导线节接上，并用密封塑胶来密封绝缘。据介绍，在软、中、硬基岩中取得较好的效果，施工长度超过1000 m。

### 2.1.2 顶管技术

非开挖铺管技术中顶管技术是应用最早、最广的技术。这次博览会上的展品多是小型导向顶管机，克服了过去顶管方向不可控的缺点，顶管力200 ~ 400 kN，顶管直径在100 mm以内，长度几十米。顶管机结构非常简单、小巧，用一个或两个油缸作顶力，油缸安装在一个长方框架内，长度仅1 m多，另有一个小液压泵站。顶管时可以不导向，也可以导向。导向顶管时，钻头和导向回转钻进钻头一样为斜面钻头，边用导向仪监控方向、方位。用手动夹持器转动钻杆来调整钻头斜面方位，以达到设计的钻进轨迹。操作简单方便，非常适合小直径、短距离、狭窄场地中施工，很容易推广使用。

### 2.1.3 盾构钻进法(微型隧道施工法)

盾构也称为隧道钻掘机，会上展示的属中、小型盾构，直径在1 ~ 3 m。德国的HERRENKNECHT公司展出2种盾构。一种是属AVT型 $\phi$ 3 m盾构，回转头安装的是盘形滚刀，岩渣靠螺旋排到后面的传送带上，再运到竖井内，提到地面。回转头和螺旋分别由两个液压马达驱动。盾构头和螺旋出渣管都有密封机构可防止地层水涌入盾构内。装有ELS导向系统中的ELS靶体，接收和反馈各种数据信号。还有各执行元件和冷却、润滑管汇等。另一种是AVN型 $\phi$ 1.8 m微型盾构。它属于土压平衡式、泥浆循环出渣的微型结构。盾构内设置有进、排泥浆管汇，用液控截门调控泥浆排量、压力，以达到土压平衡钻进。泥浆进回转刀盘有多个喷口，提高冲洗、冷却效果。回转头用液压马达驱动，其方向控制和调整靠3个油缸作执行元件，盾构内也有防涌水的密封机构。AVN型盾构采用该公司研制的电子激光ELS导向系统，导向系统由ELS靶体、ELSPCA接收器和ELSTPP软件3部分组成，监视并以图像方式显示隧道掘进的全过程，从而进行精确导向。

另外，展品中还有一种 $\phi$ 1 m左右的土压平衡式微型盾构，其结构类同AVN型盾构。上述几种盾构回转头上的切削具有盘式滚刀、刮刀、截齿或由几种刀具组合以适应不同地层的掘进。

### 2.1.4 气动夯管技术

参展的夯管锤品种也比较多，夯管直径多为100 ~ 2000 mm，夯管冲击力最大达22000 kN。夯管完成后，管内除土是用专用的排土塑料球排土。将塑料球放入管端后加盖封堵，注压缩气体将管内土排出。这次展出的物品和国内搜集到的资料基本相同，不再多述。

### 2.1.5 气(液)动矛技术

气动矛的展品也很多，直径多为45 ~ 190 mm。气动矛的冲击头结构形式不同，圆锥式适应土层，台阶式适用于卵砾石和弧石层。以前资料中介绍的气动矛没有设置导向探管的。这次会上有气动矛内设置探管，可追踪气动矛的方位，但方位不可控。气动矛倒退靠气管反转调节若干圈，进行反打倒退。液动矛是德国TT公司推出的最新产品，由液压泵站、操纵阀管路和液动矛组成，据介绍比同等规格的气动矛冲击力提高20%。

### 2.1.6 旧管更换和修复技术

在博览会上见到3种方法：

(1)用气动锤将水泥管或陶瓷管击碎，再用螺旋排出碎管渣，同时将新管顶入达到更换目的。具体操作是用钻机动力头回转驱动螺旋和气动锤，同时动力头又顶新管，

新管此时作套管用，不回转，螺旋在新管内回转并托动气动锤回转。气动锤排出的气，将其击碎的管渣从气动锤的外壳和孔壁之间吹到新管内，再由回转的螺旋将管渣排出新管外，边碎管，边排渣，边顶管实现新管更换。气动锤的锤头呈阶梯状，中心头在旧管内作导向用，环状锤头碎管用，锤头上镶球齿硬质合金块。

(2)用绞车拖动气动锤将水泥管、铸铁管、陶瓷管击碎，同时用扩孔器将管的碎块挤入地层并随之将新管拖入。气动锤用片状式冲头将旧管冲胀成碎块。操作是用绞车通过钢丝绳拖动气动锤，用气动锤碎管和扩孔，气动锤边拖拉新管和气管，边随着气动锤碎管把新管拉入。

(3)用拉管设备拉机械碎管头和扩孔器，将管破碎后并挤入孔壁，同时将新管拖入。拉管设备很小，但拉力较大，用钻杆或特制的链条拉机械碎管头。这种方法仅适合小径陶瓷管的更换，拖入新管是塑料管。

在更换和修复旧管时，如需要隔水，可用特制的胶囊充气后止水。

## 2.2 大型工程施工（桩、墙）设备

博览会上，德国、美国、意大利、日本等国的著名生产工程施工设备的厂商都有大型展品展出。室外展地上钻塔、桅杆、塔架林立，各类大型工程施工设备琳琅满目，如旋挖钻机、反循环钻机、双轮铣槽机、液压式抓斗、机械式抓斗、冲抓斗、液压振动锤、震冲器、液压打桩锤、搓管机、全回转搓管机、泥浆净化装置等。纵观各类设备和各厂商的样本、资料，有如下印象：

(1)上述各类设备都已是系列化产品，可充分满足不同施工用户的需求。

(2)同类设备派生的产品很多，如双轮铣槽机通过塔架的高度和型式的变化，底盘行走机构的改变；双轮铣槽主机上有无纠偏装置导向架结构变化；双轮铣切削具刀片和滚刀等的不同配置等等，满足施工地层、施工条件差异的要求。德国宝峨公司生产的双轮铣槽机BC型、CBC型、MBC型是这种情况。

(3)各类设备向着大动力配置、大型化的趋势发展，追求高效率施工，降低综合成本以满足大型化的建筑工程要求。如德国宝峨公司BC型旋挖钻机配置的最大功率365 kW、最大钻孔口径达3 m；钻基岩的反循环动力头钻机动力180 kW，钻孔口径也达3 m；双轮铣槽机最大动力634 kW，最大槽深150 m；用于钢板桩或钢管桩的液压振动锤最大动力高达1400 kW，离心振动力7040 kN；全回转搓管机的最大口径3 m。

(4)为提高施工质量，在旋挖钻机、液压抓斗、双轮铣槽机等都装有各种钻进参数、槽孔精度的传感器，通过微机显示和监测。

(5)旋挖钻机通过更换部件实现多种功能，既可用伸缩钻杆进行钻斗、短螺旋钻进，也可以用全套管冲抓钻进。

(6)各厂商展出的大型旋挖钻机的桅杆，通过各自不同的结构，可使桅杆前后平移、上下移动、变角度，可钻斜孔，易对孔位。宝峨公司的BC型钻机采用双出头的油缸悬挂动力头，其油缸处于悬浮状态，是新的结构型式。

(7)德国的KRUPP公司和MGF公司、芬兰的JUNTTAN公司等厂商展出的液压振动锤和液压打桩机也很引人注目，尤其液压振动锤已系列化，规格品种很多。仅MGF公司就有20多种，配置功率50～1400 kW。在德国施工现场常看到用于挖沟和基坑作挡土墙的钢板桩，就多用这种液压振动锤施工。JUNTTAN公司和MGF公司都有各自特点的液压打桩机展出，这种液压打桩机在国内使用得较少。

(8)镶装在各类钻头、抓斗上的切削刀具，会上也展出了许多专门生产的种类繁多、不同类型的系列化产品，供施工单位和设备制造商来选用。各类切削齿，斗齿，截齿，单、双支点牙轮钻头等，根据不同土层、卵砾石、基岩可单独和组合使用，给

施工单位和制造商带来许多方便，但国内专门生产的厂家不多，种类也不多，给选用带来许多不便。

### 2.3 各类中小型钻机

用于锚固、桩基、微桩、旋喷、管棚支护、地质勘察、水文水井等领域的各类中小型钻机，是博览会上钻掘设备展品中最多的。这类钻机绝大多数属于机械化程度较高的多功能钻机，少量属于特殊用途、功能单一、结构非常简单的钻机。无论哪种都是全液压动力头式钻机，几乎全都装在履带底盘上。最有代表性的是意大利的BERTTA公司和德国的H ü tte公司的钻机产品。

(1)BERTTA公司的钻机。从该公司样本看有6种规格，全液压动力头履带式钻机，动力配置14.7~75 kW，其结构型式都一样。动力头有两种型式，普通回转型和带减震装置回转型，后者适用潜孔锤钻进，两种都可横移让开孔口；安装在桅杆顶部马达加链条的给进机构；夹持器一般配置两个，一个夹持，另一个卸钻杆第一扣；钻机都配履带底盘，小型配橡胶履带底盘，钻进时用油缸辅助支撑，增加钻机的稳定性。该公司钻机最有特点的结构是桅杆及变角机构：桅杆上的导轨面是用角钢扣焊在桅杆两侧，动力头上4个带V形槽的轮子作导向轮，省去了导轨面的加工难点。桅杆变角机构都是通过铰轴、铰盘和油缸组合而成，桅杆可绕钻机中心转135°，可左右转90°，可打水平孔，变角方便灵活，结构设计巧妙。

(2)H ü tte公司的HBR钻机。从展品和样本看，钻机的类型品种繁多，从锚杆钻机、多功能微桩钻机、非开挖钻机到特殊功能钻机有30余种，均为全液压动力头钻机。动力配置37~360 kW，桅杆有长有短，可根据施工条件而定，动力头有回转式和顶部冲击回转式，长行程给进的钻机都配移摆管机构，除少量为车装或平台式外，多数为橡胶或钢制履带底盘。作为厂商要想占领市场，就需要使自己拥有多种类型、多种产品，充分满足用户的需要；就要有多功能钻机和单一功能钻机，为用户提供较大的选择余地，来提高机械钻效，降低综合成本，确保施工质量。

### 2.4 钻、切、磨小型设备

用于楼房管道安装、切门窗、路面切缝等钻、切、磨小型设备，不同品种、规格的展品很多，各具特色。

(1)薄壁金刚石钻机。规格很多，可钻直径从几十到800 mm。驱动以电机、液压马达、汽油机等方式，较大直径的钻机多用液压马达驱动，另配一个小液压泵站作动力源。小直径的钻机多用齿轮齿条的给进方式，各厂家配置不同的轻巧机架，有的可将机架固定在墙上打水平孔；钻较大直径的钻机用油缸给进方式。很有特点的隔水套可用于钻垂直孔和水平孔，安装使用都很方便，800 mm直径的钻机有的装在行走底盘上，便于对孔位，不需另加支撑和配重，行走也方便，主要钻路面垂直孔。

(2)绳锯。其结构原理是用液压马达驱动主动轮高速旋转，带动金刚石锯绳作高速线性运动，用一组可相对位移的导轮实现收绳和放绳，在要切割的墙面固定若干个导轮，锯绳通过这些导轮按设计轨迹切割墙体。绳锯由穿在钢丝绳的金刚石切削套、钢制间隔套、弹簧组成，其绳径为10~12 mm。

(3)金刚石链锯。其结构原理与锯树的链锯一样。在链条上装有孕镶金刚石切削刃，链厚度8~10 mm，驱动方式有电机和液压马达两种方式。

(4)金刚石锯片切割机。有导轨式和车装式两种，其中有一种导轨式切割机， $\phi 1$  m锯片由液压马达驱动，由两个步进电机控制切入量和行走切割量，给进平稳、均匀、省力，有利延长锯片寿命。

### 2.5 其它设备、部件、器具

(1)高压柱塞泵。博览会上泵类展品不多，仅见到一家厂商展出2种规格的三缸柱塞泵，该公司样本介绍有11种规格产品。其泵压90～151 MPa、排量232～1737 L/min，动力配置45～450 kW。主要泵送高压水介质。

(2)混凝土输送泵和泵车。这类展品很多，输送量多是20～80 m<sup>3</sup>/h，泵压7～10 MPa，配流方式有S型阀和球阀。其中有一种大型卧式输送泵，推力油缸直径300 mm，缸长3 m左右，S型阀配流，输送量可达数百m<sup>3</sup>/h。

(3)带顶部冲击动力头系列部件。主要有德国KRUPP公司和EURODRILL公司两家展品，每家展品都有七八种之多。其中有标准型，由一二个液压马达驱动；也有高速型带机械换挡机构。这些名牌厂家将优质的常用系列部件推向市场，为钻机制造商带来方便，可根据用户对钻机的要求，以很短的时间就可提供不同参数、功能的钻机。

(4)小规格系列履带底盘。这类履带多是橡胶履带，主动轮是用带减速器的径向马达驱动。单片履带长1～2 m不等。商家既可提供完整底盘，也可提供无连接底梁的两个单片履带，供用户选择。国内尚无该类产品，给小型可移动设备选用底盘带来诸多不便。

(5)与锚杆合一的钻杆。主要用于锚固工程复杂易坍塌地层，用顶部冲击回转方式钻进，当钻到设计孔深后，钻杆不再拔出，直接注水泥固结，此时钻杆就当锚杆用。可大大简化钻进工艺，提高施工速度和质量。虽然钻杆不能重复使用，对复杂地层锚固施工，综合成本不一定就增加。这种钻杆外表面上有螺旋槽以增加锚固力，钻头也是一次性的冲击钻头，接头为圆形波纹扣。

(6)气动潜孔锤和扩孔偏心钻头（跟管）。产品规格很多，锤头直径多为400 mm以下，山特维克(SANDVIK)公司展品的锤头直径达800 mm左右。跟管用的扩孔偏心钻头，主副钻头多是整体式的。

(7)高密度聚乙烯管（HDPE）。其应用在国外正迅速增长，多是直径几十至300 mm的管，主要用于自来水、煤气和排污管道。这种管有如下优点：可承受一定的内、外压力和外部压差，根据使用工况合理选用HDPE管，能耐压力、抗挤压。并且变形量小。HDPE管有较强的抗拉力，可选择不同壁厚的管来增加允许铺设的管长。本身抗各种腐蚀，不需另加保护层。和钢管相比，柔性好，允许的弯曲半径小。

HDPE管质量轻，又可缠绕在卷筒上，便于运输。每根单管可以很长，回拉管时方便，大大减少接头及接管时间。接管采用电热熔焊接，用带电阻丝的管接头接在两根管的连接处，通电热熔焊接后既可抗拉又不泄漏，焊接非常方便。管的成本和同等规格的钢管相比略有下降或相当。HDPE管更适用于水平定向钻进铺管施工，此管的铺设施工已有一套较成熟的设计准则，供施工者参考。

### 3 几点看法

(1)三年一届的宝马博览会，集中了近年来建筑业以及相关产业最新成果展示于世界，其成果十分丰富。从新的工艺方法、新材料到各类新设备、仪器，都代表着目前世界水平和今后发展的趋向。同时，同一类的产品就有数家或数十家厂商参展，各自的特点一目了然，更有利于分析对比，吸取其精华为我所用，可避免考察一国几家公司的一孔之见所嫌。而且博览会的内容也基本涵盖了岩土钻掘的主要领域。因此，建议每一届都要组织团组参观，人员可适当地多一些，尤其从事专业研究设计人员要为主体。这是学习借鉴国外先进技术的最好途径之一。

(2)从博览会展出的工程施工设备来看，工程施工设备的高技术含量越来越高，将

各行各业的最新成果，越来越多更快地运用在新的工程施工设备上，如最新的机、电、液元件，微机的程控、遥控技术，最新材质、各种复合材料等等。使高性能，多功能，机械化、自动化更高的产品不断涌出，不断淡化工程设备傻大笨粗的印象。从这个角度看，我们和国外的差距在加大，要全面追赶是不现实的，应当选准几项市场前景好的项目，加大研究力度，加大资金投入，先突上去，同时又可摸索出许多经验教训，更有利于条件成熟时全面追赶。

(3)博览会上各类小型设备给参观者留下的印象很深，如钻切磨机具、小型非开挖钻机、专用的小钻机、小型履带底盘等，这类产品都有较大的市场需求，产品小巧轻便、造价低、施工方便、施工成本也低，比较符合目前的国情，应当吸收其长处，加大开发力度。

作者简介:李振亚：男，原地矿部勘探技术研究所，副所长，教授级高工。地址：065000 河北省廊坊市金光道77号；电话：0316-2015312转2229。

收稿日期：1998-12-03