





毫米级精度自动化摊铺

- 毫米级精度高程基准覆盖整个工作区域
- 1+N广播式作业模式，易于操作和无缝工序衔接
- 实时过程控制，有效实现工程动态质量管理
- 对道路的弯道和坡度等铺筑均可轻松实现控制
- 高精度控制摊铺厚度，可有效减少原材料浪费
- 无需放样、打桩，减少前期准备，减少人员投入
- 适合多机联铺，方便夜间作业和现场管理

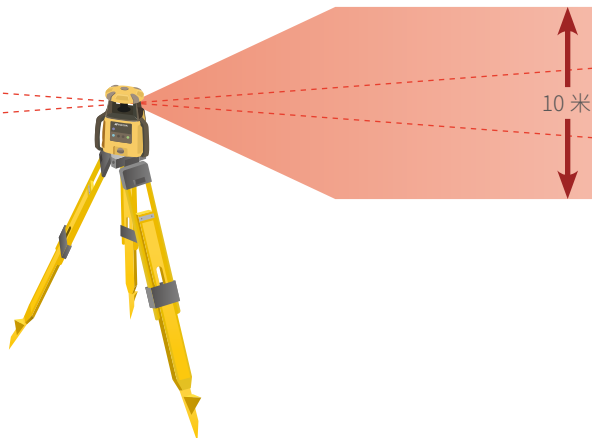
Topcon mmGPS 3D摊铺系统是世界上首款基于GNSS技术且达到毫米级高程精度的沥青(或水泥)摊铺控制系统。Topcon mmGPS 3D摊铺系统将成熟的GNSS与域激光定位设备和多个传感器融于一体，系统兼容性好，即插即用型设计，轻松实现对摊铺作业的自动化控制。配套多功能GX-60控制箱作为操作人员与 mmGPS 摊铺系统的人机交互界面，支持中文，易于操作。用户可以灵活地将GX-60安装到摊铺机上的任何理想位置，以方便作业过程中实时监控施工状态，系统内置的3D-MC软件为操作人员实时提供摊铺机的精确位置、传感器状态、摊铺机熨平板与设计数据偏差等关键信息。

免去钢丝绳

mmGPS技术融合了GNSS卫星定位和革命性的Laser Zone域激光技术，使摊铺作业彻底摆脱传统钢丝绳的束缚，摊铺施工变得更加轻松自如且高效。Topcon PZS-MC域激光接收器同时集成GNSS天线安装在摊铺机的左右大臂两侧，两套域激光接收器实时接收并解算域激光信号，将高程精度控制在毫米级。系统配套的Topcon MC-R3 GNSS接收机，采用业内领先的GNSS信号跟踪技术，结合液压控制交互单元、内置的电台和网络模块，用于系统高精度实时定位和定向和熨平板液压油缸的控制。

革命性的Laser Zone域激光技术

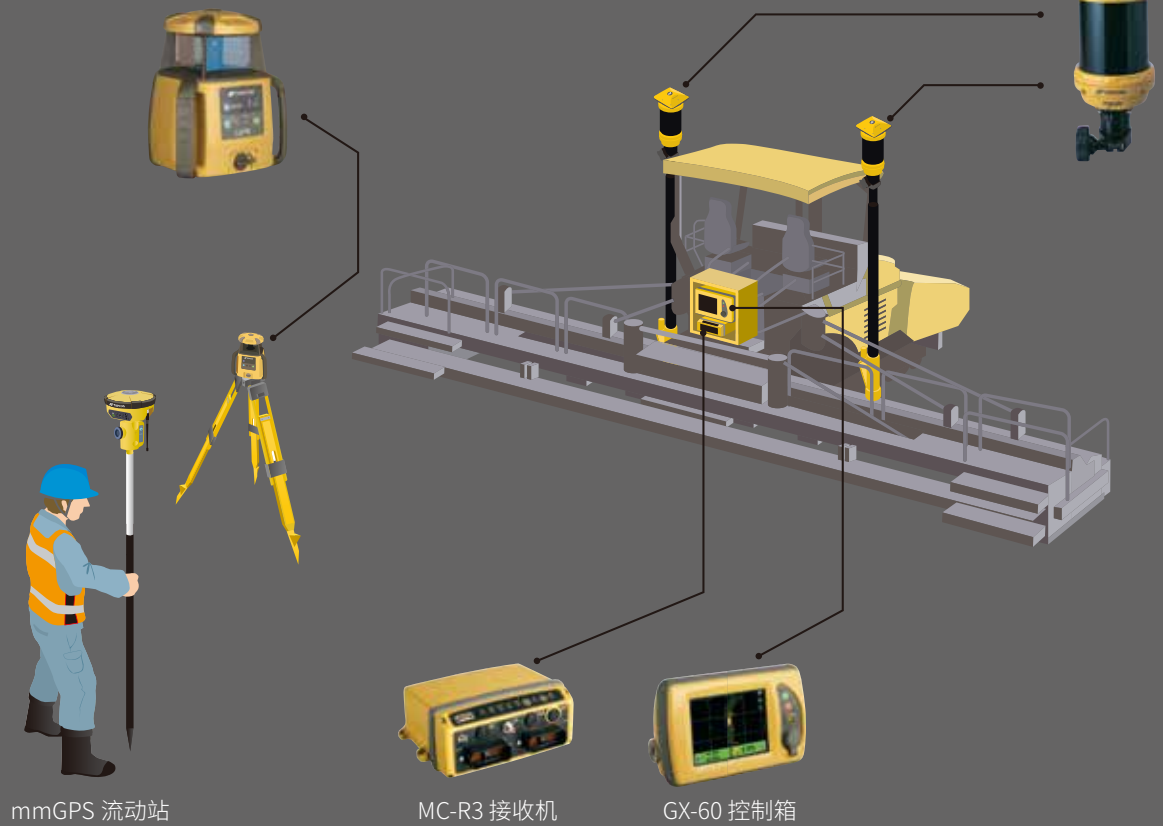
不同于普通的激光发射器扫描一个平面，LZ-T5域激光发射器可以提供高度为10米、半径达300米的有效覆盖工作区域，支持1+N的作业模式，配套的域激光接收器可以在该区域内为摊铺作业实施提供毫米级精度的高程参考基准。对于高差或作业范围较大及带状的施工区域，可以使用2台或最多4台的LZ-T5域激光发射器协同不间断作业，通过连续架设可覆盖高差达40米和平面距离无限向前(随摊铺机械)扩充的不间断工作区域。





LZ-T5 域激光发射器

PZS-MC 域激光接收器



毫米级高精度3D摊铺控制系统

工作原理

Topcon mmGPS 3D摊铺控制系统由GNSS基准站、域激光发射器、mmGPS流动站和P63摊铺机自动控制系统四部分组成。系统工作时，GNSS基准站通过无线通讯技术实时向流动站接收机发送RTK差分信号，同时域激光发射器实时向流动站发送高程信息；mmGPS流动站接收机系统分别将接收到的GNSS卫星信号、GNSS基站发送的RTK差分信号和域激光发射器发送高程信息，进行实时的处理解算，获取实时厘米级的GNSS平面定位精度和毫米级的高程控制精度。

P63摊铺机自动控制系统利用配套的PZS-MC域激光接收器和MC-R3 GNSS接收机同时进行厘米级的RTK平面定位和毫米级的高程定位，实时定位的三维坐标数据传输到GX-60控制箱，系统将获得的当前3D坐标信息与事先导入的道路面层设计数据进行对比，并实时生成对应点位的高程修正信息，这些高程修正信息通过一系列的算法生成对应比例的驱动信号，通过电磁阀驱动摊铺机牵引臂的液压油缸，进而使熨平板在相应方向上进行调整，弥补路面波动，实现按设计要求铺筑路面的平整度、坡度和厚度。在整个摊铺过程中，摊铺机会自动按照路面数字化设计实时调整熨平板工作状态。技术人员使用mmGPS流动站可实时检测路面的铺筑质量，按需做对应微调，真正实现了施工的全过程控制，实现动态质量管理，充分满足高质量摊铺施工的要求。

系统优势



▪ 简化工序，提高效率，降低人力成本

支持设计数据的导入，省去人工架设参照基准的工作，无需测量人员进行计算、设计、测量、放样打桩拉线等准备工作只需少量检测人员即可摊铺机就绪后即可直接开始摊铺作业。



▪ 全天候作业，缩短工期

相比传统作业模式，不受环境光照影响，作业精度一致，可全天候 24 小时连续作业，有效推进施工进度，缩短工期。



▪ 一个域激光发射器可控制整个区域

独创的 Laser Zone 域激光技术采用 1+N 广播式信号发射，采用一台发射器可同时为该区域内多台流动站设备提供高程信息，不同于同类产品一对一业模式，操作便捷，极大地降低了系统人力及综合投入成本。最多同时支持四台发射器交替设站，扩展了工作区域范围。



▪ 数字化管理，全流程控制

控制箱采用真彩触控屏，支持中文显示，操作简单便捷，可实时显示当前作业状态，方便实时查看；数字化施工全过程控制，严格控制施工质量。



▪ 超高标准平整度、平顺性与厚度控制，节省材料

整个过程中精确控制每一层路面摊铺的绝对高程，实现材料成本节约最大化。排除人为误差影响，精度完全可控。



3D 摊铺系统典型工作流程



3D数字化设计概述

Topcon mmGPS 3D 摊铺控制系统提供了一种区别于传统2D控制的全新3D数字化施工解决方案, 数字化施工的基础是采用专业设计软件生成数字化的表面和道路模型(BIM)。3D数字化模型文件为工程提供了覆盖整个施工范围的随标高和坡度等持续变化的数据基础, 其格式在Topcon机械控制系统及配套设备间通用, 便于在机械控制系统和施工测量软件间自由传输和共用、共享。3D数字化模型主要是基于Topcon 3D-OFFICE软件, 采用设计部门提供的设计数据进行特征信息的输入, 生成特定格式的3D数字化模型文件, 流程化的操作过程, 简单易用。为了帮助更直观地了解整个3D数字化设计的实现过程, 本文中基于两种典型的设计方式进行分解介绍。

1、典型道路要素文件设计

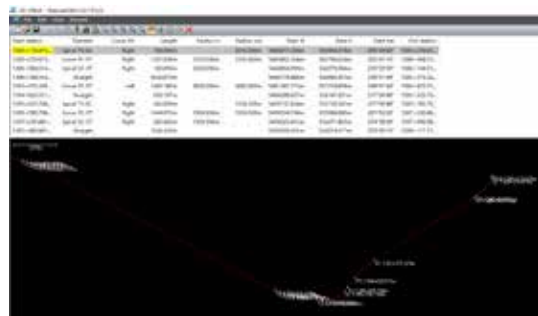
道路数据在三维结构上可分为道路中线和路基横断面设计, 其中道路中线又分为直曲线和竖曲线。Topcon道路数据文件的数字化基础为道路元素法。技术人员根据设计部门给定的道路设计数据资料, 分别在软件中输入道路的直曲线、竖曲线以及路基设计等要素信息, 软件会结合要素信息生成三维数字化的道路施工BIM模型。

直曲线

直曲线生成需要用到《直线、曲线及转角表》, 根据道路设计的元素类型(直线、圆弧、缓和曲线等)及坐标值和方位角等数据, 控制道路在水平投影面上的里程和走向。

直线、曲线及转角表

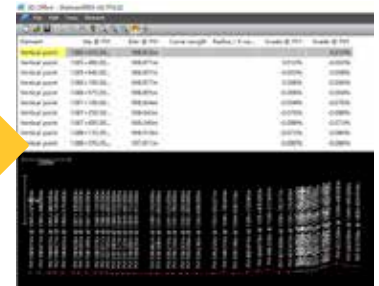
桩号	里程	曲线要素	坐标	方位角	备注
1+000	1+000	直线	1000.000	0.000	
1+000	1+000	圆曲线	1000.000	0.000	R=1000.000
1+000	1+000	缓和曲线	1000.000	0.000	L=100.000
1+000	1+000	直线	1000.000	0.000	
1+000	1+000	圆曲线	1000.000	0.000	R=1000.000
1+000	1+000	缓和曲线	1000.000	0.000	L=100.000
1+000	1+000	直线	1000.000	0.000	



竖曲线

竖曲线生成需要用到《纵坡、竖曲线表》，根据道路设计中变坡点的标高、桩号及曲线半径等数据，生成道路在高程方向的走向和坡度变化。

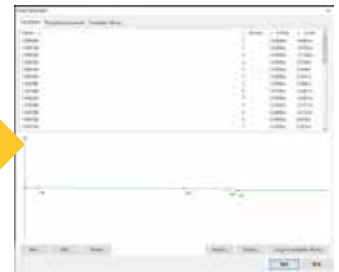
桩号	变坡点桩号	变坡点标高	曲线半径	曲线起点桩号	曲线终点桩号	曲线最低点桩号	曲线最低点标高
100	100+000.00	100.000	1000.000	99.500	100.500	100.000	100.000
105	105+000.00	105.000	1000.000	104.500	105.500	105.000	105.000
110	110+000.00	110.000	1000.000	109.500	110.500	110.000	110.000
115	115+000.00	115.000	1000.000	114.500	115.500	115.000	115.000
120	120+000.00	120.000	1000.000	119.500	120.500	120.000	120.000
125	125+000.00	125.000	1000.000	124.500	125.500	125.000	125.000
130	130+000.00	130.000	1000.000	129.500	130.500	130.000	130.000
135	135+000.00	135.000	1000.000	134.500	135.500	135.000	135.000
140	140+000.00	140.000	1000.000	139.500	140.500	140.000	140.000
145	145+000.00	145.000	1000.000	144.500	145.500	145.000	145.000
150	150+000.00	150.000	1000.000	149.500	150.500	150.000	150.000
155	155+000.00	155.000	1000.000	154.500	155.500	155.000	155.000
160	160+000.00	160.000	1000.000	159.500	160.500	160.000	160.000
165	165+000.00	165.000	1000.000	164.500	165.500	165.000	165.000
170	170+000.00	170.000	1000.000	169.500	170.500	170.000	170.000
175	175+000.00	175.000	1000.000	174.500	175.500	175.000	175.000
180	180+000.00	180.000	1000.000	179.500	180.500	180.000	180.000
185	185+000.00	185.000	1000.000	184.500	185.500	185.000	185.000
190	190+000.00	190.000	1000.000	189.500	190.500	190.000	190.000
195	195+000.00	195.000	1000.000	194.500	195.500	195.000	195.000
200	200+000.00	200.000	1000.000	199.500	200.500	200.000	200.000



路基横断面设计

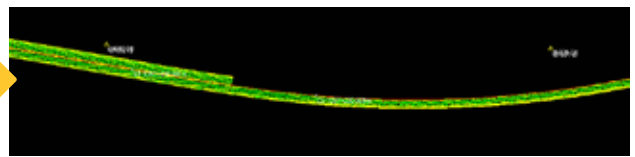
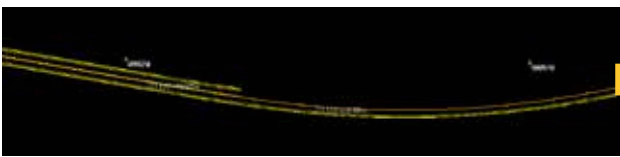
路基横断面的设计基础是《路基设计表》或《路基横断面图》，以中线为基础，为不同桩号位置路基的坡度变化和宽度为延展，生成道路在三维空间上的走势变化。

桩号	左幅路基宽	右幅路基宽	左幅边坡	右幅边坡	左幅填方	右幅填方	左幅挖方	右幅挖方	备注
100	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
105	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
110	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
115	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
120	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
125	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
130	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
135	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
140	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
145	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
150	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
155	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
160	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
165	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
170	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
175	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
180	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
185	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
190	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
195	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
200	10.00	10.00	1:1.50	1:1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	



道路设计完成之后，3D-Office软件会生成一个后缀为*.RD3的3D数字化施工文件。将文件拷贝到系统控制器和流动站手簿中，在完成本地坐标控制转换的基础上，可实现对道路进行3D数字化放样，实时查看道路桩号及距离中线距离及待铺位置的厚度偏差等，该文件直接拷贝到P63系统的控制箱内，作为3D数字化摊铺控制的基础。

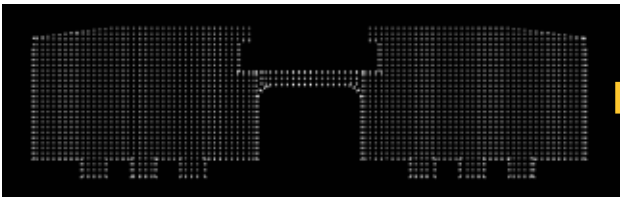
道路要素文件生成面



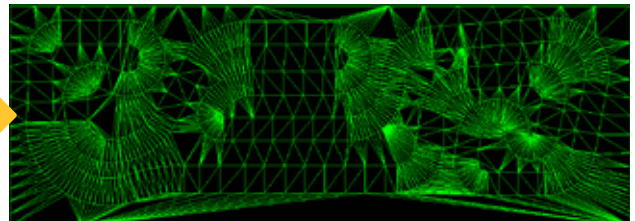
2、面层数据文件其他设计方式

除了典型的道路要素法设计，待铺面层数据还有其他设计方式可供选择，包括点-面和CAD文件-面等方式。主要方式是首先将对应格式的数据文件导入到3D-Office软件中，基于输入的3D坐标信息，直接生成*.TIN格式的3D数字化模型文件。

点生成 3D 数字化模型文件



CAD 生成 3D 数字化模型文件



施工工艺对比

项目	传统施工方法	Topcon mmGPS 摊铺自动控制系统
质量控制	事后控制,造成返工,浪费资源。	实时过程检测,确保施工的精度。
基准设置	事先要测量放样、打桩、放样基准线等大量工作。	省去了打桩放样和拉钢丝绳等设置基准的环节,从而减少人为因素误差,减少摊铺预先准备的时间,提高控制精度和工作效率。
坡度控制	无法实时的进行坡度控制,弯道作业无法严格达到设计要求。	全数字显示,精确控制高程和坡度;实时显示摊铺坡度与设计面差值,严格控制坡度和厚度。
压实度检测	无法显示和记录当前点的高程。	GPS 平面和激光高程导航,全程无间断测量,可通过实时采集数据计算压实度。
设计呈现	只能以方格网形式显示 CAD 设计数据,无法真实呈现每个格网中任意一点真实坐标。	严格按照设计院 CAD 设计的项目数据,能有效地按 1:1 的比例在现场进行施工,真实呈现施工现场每一点坐标值,将施工数据与设计数据完美结合。

应用案例

Topcon 是世界范围内最早开展精准施工控制系统研究的厂商之一,专注该领域已有近三十年的历史。Topcon 进入国内的精准施工控制系统领域也已近二十年,从早期的 2D 平衡梁等到现在的 3D 数字化施工系统,相关配套的解决方案已在国内施工领域得到较为广泛的应用和验证。在产品本地化的应用过程中,也为早期国内的精准施工提供了宝贵借鉴。Topcon mmGPS 3D 摊铺控制系统是世界上第一款对摊铺机控制达到毫米级精度的 GNSS 系统,在提高生产效率、减员、降低施工成本的同时,保证了无与伦比的施工质量和精度。现已在国内的江苏、甘肃、安徽、河北、广东、吉林、内蒙古、浙江等地的高速公路、等级公路、机场跑道、赛车场等实际施工项目上得到了较为广泛的应用。

▪ 秦皇岛首钢赛车谷卡丁车赛道

右图为 2019 年在秦皇岛首钢赛车谷卡丁车跑道建设项目进行的 mmGPS 3D 摊铺施工现场图。国内的赛车跑道通常采用传统的施工工艺,但由于赛道有大量弧形弯道需要铺筑,且对路面的平顺性要求远高于普通路面。利用传统施工工艺时进行施工需要大量的人力投入进行测量、放样、打桩、挂线、检核等工作,不仅工作繁杂且耗费巨大,且实际架设标桩非常困难,极易在施工的过程中因缺少有效手段保证施工质量和精度要求而进行返工,造成原料浪费及工期延误等。本次施工中采用拓普康 mmGPS 3D 摊铺系统,参与的施工人员减少到原来的一半,工期缩减了 1/5,且避免了返工现象的出现,高质量完成了赛道的铺筑工作。



▪ 邯郸机场跑道翻修项目

左图为 2019 年在河北邯郸机场实施的跑道翻修项目。跑道是机场的重要基础设施,跑道质量的优劣直接关乎着飞行安全。因此对跑道沥青铺筑的厚度、平顺性要求非常严格。3D 摊铺控制系统相较于传统的施工方式,基于道面的 3D 数字化设计实现摊铺作业的自动控制施工,减少人工误差,毫米级控制精度,确保施工质量,整个施工现场除必须的操作人员外,仅有的少量的检测人员,施工现场更加安全。

▪ 滑膜摊铺

该系统不仅能够用在沥青摊铺机上使用,还可以根据不同的工况和施工设备应用到滑膜摊铺机上,达到毫米级的作业精度。Topcon mmGPS 3D 系统可以应用在不同品牌的滑膜摊铺机上,为不同摊铺机厂商提供了相匹配的接口线缆,只需要在订购时选择相应的摊铺机配件即可。如果拥有多台不同类型的摊铺设备,只需要预定不同规格的线缆,即可实现在不同设备之间的交替使用,节约大量的系统购置成本。



毫米级高精度3D摊铺控制系统

GX-60

外壳材质	一体铸铝外壳
分辨率	640×480 全彩高亮触控屏
支持端口	USB (2) 网口, RS485, RS-232, CAN (2), 数字输入 (2)
工作温度	-20°C ~ +60°C
工作电压	10-30VDC
工作电流	3A-8A
重量	2.72KG

MC-R3

支持信号	GPS, GLONASS, SBAS
通道数	144
定位精度	RTK H: 10mm+1.0ppm; V: 15mm+1.0ppm DGPS H: 0.4m; V: 0.6m 快速静态 (L1+L2) H: 3mm+0.5ppm; V: 5mm+0.5ppm
工作温度	-20°C ~ +60°C
工作电压	10-30VDC
防护等级	IP66
重量	3.4KG

LZ-T5

工作半径	300m
工作宽度	±10° (5m-30m), ±5m (30m-300m)
域激光精度	1 弧秒 (分辨率) * ±0.48mm(100m), ±1.44mm(300m)
自动安平范围	±3°
转速	600rpm
接口类型	RS-232C, 蓝牙
工作时间	18 小时
工作温度	-20°C ~ +50°C
存储温度	-30°C ~ +60°C
防护等级	IP66
尺寸	232×192×280mm
重量	4.3KG

PZS-MC

接收角度	水平: ±360° 垂直: ±10°
工作电压	8-32VDC
工作温度	-20°C ~ +50°C
规格尺寸	180 (W) × 180 (D) × 322 (H) mm
防护等级	IPX6
重量	3KG

PZS-1

接收角度	水平: ±10° 垂直: ±10°
接口类型	RS232C
工作温度	-20°C ~ +50°C
工作时间	8 小时
规格尺寸	170 (W) × 86 (W) × 144 (H) mm
防护等级	IPX6
重量	1KG



GX-60控制箱

- 全彩触控屏设计, 中文系统, 易于操作
- 亮度可调, 适应不同环境
- 合金外壳, 坚固耐用
- 系统界面友好, 功能强大

MC-R3接收机

- 精度: 平面10mm+1ppm
高程15mm+1ppm
- 内置数字电台、支持无线数据传输
- 可外接驱动阀, 兼容性强
- 集成指示灯与功能键, 方便性能测试与系统检查

LZ-T5域激光发射器

- 内置自动安平功能
- 支持激光向下对中, 支持四通道
- 工作时间: 约18小时
- 独创的Laser Zone域激光技术

PZS-MC域激光接收器

- 智能域激光技术, 自动识别发射器信号, 无干扰
- 360°无死角接收激光信号
- 高亮LED灯, 可轻松确定工作状态

PZS-1接收器

- 操作设置简便, 开机即可使用
- 智能域激光技术, 自动识别发射器信号, 无干扰
- 可与Topcon接收机无缝衔接



Topcon Positioning Systems, Inc.
7400 National Drive · Livermore, CA 94550

拓普康索佳(上海)科贸有限公司

地址: 北京市朝阳区东四环中路82号金长安大厦A座1003
电话: 400-1278-066 传真: 010-8776 2601
网址: www.topconchina.cn

