



2026-2032全球与中国工程机械AI市场调研报告

【行业】:软件及商业服务 【报告编码】:178122751181864

【出版时间】:2026-06-12 【订购热线】:+86 180 2246 3983

【电子邮件】:market@winmarketresearch.com

【报告价格】: ¥18900.00 中文电子版
¥18900.00 英文电子版
¥37800.00 中文+英文电子版

内容摘要

根据统计及预测，2025年全球工程机械AI市场销售额达到了30.00亿美元，预计2032年将达到107.5亿美元，年复合增长率（CAGR）为20.0%（2026-2032）。地区层面来看，中国市场在过去几年变化较快，2025年市场规模为百万美元，约占全球的%，预计2032年将达到百万美元，届时全球占比将达到%。

本文研究全球及中国市场工程机械AI现状及未来发展趋势，侧重分析全球及中国市场的主要企业，同时对比北美、欧洲、中国、日本、东南亚和印度等地区的现状及未来发展趋势。

工程机械中的人工智能是指将机器学习、计算机视觉、传感器融合、自动控制与边缘计算等技术应用于挖掘机、装载机、起重机、压路机等建筑工程机械中的技术体系，用于实现设备的智能化操作、作业优化与自主控制。该技术能够通过实时感知施工环境、识别作业目标并优化机械动作路径，从而提升施工效率、降低燃油与维护成本，并增强施工安全性。其核心应用包括自动挖掘、智能施工调度、远程操控及预测性维护等。

工程机械AI正处于“从辅助智能向局部自主化演进的加速阶段”。相比建筑施工本身，工程机械由于设备标准化程度高、作业逻辑相对清晰，因此成为AI与自动化技术最早实现规模落地的重工业领域之一。目前，自动挖掘机、无人矿卡与智能起重系统已在部分矿山与大型基建项目中实现商业化应用。

从市场结构来看，该领域由传统工程机械制造商（如卡特彼勒、小松、三一重工等）与AI技术公司共同推动，形成“设备厂商+软件智能化升级”的融合路径。短期内，AI主要作为增强功能（如辅助驾驶、自动控制）嵌入现有设备；长期来看，行业目标是实现“半自主甚至全自主施工机械系统”。不过，该市场仍受制于施工环境复杂性、责任归属问题以及安全认证标准等因素，导致完全无人化进程相对谨慎。

总体而言，该领域被认为是AI在重工业中最具规模化潜力的方向之一，具备清晰的商业化路径，但其发展节奏仍以渐进式替代为主，而非快速颠覆。

本文重点分析在全球及中国有重要角色的企业，分析这些企业工程机械AI产品的市场规模、市场份额、市场定位、产品类型以及发展规划等。

主要企业包括：

Caterpillar
Komatsu
Sany
Hitachi
Volvo CE
Liebherr
XCMG
Hyundai Doosan
JCB
Kobelco
CNH Industrial

按照不同产品类型，包括如下几个类别：

智能辅助操作
安全与避障
能耗与排放优化

按照不同矿产，包括如下几个类别：

生成式 AI 助手
协同作业辅助
其他

按照不同应用，主要包括如下几个方面：

挖掘机械
装载机
压路机
起重机
混凝土机械
其他

重点关注如下几个地区

北美
欧洲
中国
日本
东南亚
印度

本文正文共8章，各章节主要内容如下：

- 第1章：报告统计范围、产品细分及全球总体规模及增长率等数据
- 第2章：全球不同应用工程机械AI市场规模及份额等
- 第3章：全球工程机械AI主要地区市场规模及份额等
- 第4章：全球范围内工程机械AI主要企业竞争分析，主要包括工程机械AI收入、市场份额及行业集中度分析
- 第5章：中国市场工程机械AI主要企业竞争分析，主要包括工程机械AI收入、市场份额及行业集中度分析
- 第6章：全球主要企业基本情况介绍，包括公司简介、工程机械AI产品、收入及最新动态等
- 第7章：行业发展机遇和风险分析
- 第8章：报告结论

报告目录

1 工程机械AI市场概述

- 1.1 工程机械AI市场概述
- 1.2 不同产品类型工程机械AI分析
 - 1.2.1 智能辅助操作
 - 1.2.2 安全与避障
 - 1.2.3 能耗与排放优化
 - 1.2.4 全球市场不同产品类型工程机械AI销售额对比（2021 VS 2025 VS 2032）
 - 1.2.5 全球不同产品类型工程机械AI销售额及预测（2021-2032）
 - 1.2.5.1 全球不同产品类型工程机械AI销售额及市场份额（2021-2026）
 - 1.2.5.2 全球不同产品类型工程机械AI销售额预测（2027-2032）
 - 1.2.6 中国不同产品类型工程机械AI销售额及预测（2021-2032）
 - 1.2.6.1 中国不同产品类型工程机械AI销售额及市场份额（2021-2026）
 - 1.2.6.2 中国不同产品类型工程机械AI销售额预测（2027-2032）
- 1.3 不同矿产工程机械AI分析
 - 1.3.1 生成式 AI 助手
 - 1.3.2 协同作业辅助
 - 1.3.3 其他
 - 1.3.4 全球市场不同矿产工程机械AI销售额对比（2021 VS 2025 VS 2032）
 - 1.3.5 全球不同矿产工程机械AI销售额及预测（2021-2032）
 - 1.3.5.1 全球不同矿产工程机械AI销售额及市场份额（2021-2026）
 - 1.3.5.2 全球不同矿产工程机械AI销售额预测（2027-2032）
 - 1.3.6 中国不同矿产工程机械AI销售额及预测（2021-2032）
 - 1.3.6.1 中国不同矿产工程机械AI销售额及市场份额（2021-2026）
 - 1.3.6.2 中国不同矿产工程机械AI销售额预测（2027-2032）

2 不同应用分析

- 2.1 从不同应用，工程机械AI主要包括如下几个方面

- 2.1.1 挖掘机械
- 2.1.2 装载机械
- 2.1.3 压路机
- 2.1.4 起重机
- 2.1.5 混凝土机械
- 2.1.6 其他
- 2.2 全球市场不同应用工程机械AI销售额对比 (2021 VS 2025 VS 2032)
- 2.3 全球不同应用工程机械AI销售额及预测 (2021-2032)
 - 2.3.1 全球不同应用工程机械AI销售额及市场份额 (2021-2026)
 - 2.3.2 全球不同应用工程机械AI销售额预测 (2027-2032)
- 2.4 中国不同应用工程机械AI销售额及预测 (2021-2032)
 - 2.4.1 中国不同应用工程机械AI销售额及市场份额 (2021-2026)
 - 2.4.2 中国不同应用工程机械AI销售额预测 (2027-2032)
- 3 全球工程机械AI主要地区分析
 - 3.1 全球主要地区工程机械AI市场规模分析: 2021 VS 2025 VS 2032
 - 3.1.1 全球主要地区工程机械AI销售额及份额 (2021-2026)
 - 3.1.2 全球主要地区工程机械AI销售额及份额预测 (2027-2032)
 - 3.2 北美工程机械AI销售额及预测 (2021-2032)
 - 3.3 欧洲工程机械AI销售额及预测 (2021-2032)
 - 3.4 中国工程机械AI销售额及预测 (2021-2032)
 - 3.5 日本工程机械AI销售额及预测 (2021-2032)
 - 3.6 东南亚工程机械AI销售额及预测 (2021-2032)
 - 3.7 印度工程机械AI销售额及预测 (2021-2032)
- 4 全球主要企业市场占有率
 - 4.1 全球主要企业工程机械AI销售额及市场份额
 - 4.2 全球工程机械AI主要企业竞争态势
 - 4.2.1 工程机械AI行业集中度分析: 2025年全球Top 5厂商市场份额
 - 4.2.2 全球工程机械AI第一梯队、第二梯队和第三梯队企业及市场份额
 - 4.3 2025年全球主要厂商工程机械AI收入排名
 - 4.4 全球主要厂商工程机械AI总部及市场区域分布
 - 4.5 全球主要厂商工程机械AI产品类型及应用
 - 4.6 全球主要厂商工程机械AI商业化日期
 - 4.7 新增投资及市场并购活动
 - 4.8 工程机械AI全球领先企业SWOT分析
- 5 中国市场工程机械AI主要企业分析
 - 5.1 中国工程机械AI销售额及市场份额 (2021-2026)
 - 5.2 中国工程机械AI Top 3和Top 5企业市场份额
- 6 主要企业简介
 - 6.1 Caterpillar
 - 6.1.1 Caterpillar公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
 - 6.1.2 Caterpillar 工程机械AI产品及服务介绍
 - 6.1.3 Caterpillar 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
 - 6.1.4 Caterpillar公司简介及主要业务
 - 6.1.5 Caterpillar企业最新动态
 - 6.2 Komatsu
 - 6.2.1 Komatsu公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
 - 6.2.2 Komatsu 工程机械AI产品及服务介绍
 - 6.2.3 Komatsu 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
 - 6.2.4 Komatsu公司简介及主要业务
 - 6.2.5 Komatsu企业最新动态
 - 6.3 Sany
 - 6.3.1 Sany公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
 - 6.3.2 Sany 工程机械AI产品及服务介绍
 - 6.3.3 Sany 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
 - 6.3.4 Sany公司简介及主要业务
 - 6.3.5 Sany企业最新动态
 - 6.4 Hitachi
 - 6.4.1 Hitachi公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
 - 6.4.2 Hitachi 工程机械AI产品及服务介绍
 - 6.4.3 Hitachi 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)

- 6.4.4 Hitachi公司简介及主要业务
- 6.5 Volvo CE
 - 6.5.1 Volvo CE公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
 - 6.5.2 Volvo CE 工程机械AI产品及服务介绍
 - 6.5.3 Volvo CE 工程机械AI收入及毛利率（2021-2026）&（百万美元）
 - 6.5.4 Volvo CE公司简介及主要业务
 - 6.5.5 Volvo CE企业最新动态
- 6.6 Liebherr
 - 6.6.1 Liebherr公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
 - 6.6.2 Liebherr 工程机械AI产品及服务介绍
 - 6.6.3 Liebherr 工程机械AI收入及毛利率（2021-2026）&（百万美元）
 - 6.6.4 Liebherr公司简介及主要业务
 - 6.6.5 Liebherr企业最新动态
- 6.7 XCMG
 - 6.7.1 XCMG公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
 - 6.7.2 XCMG 工程机械AI产品及服务介绍
 - 6.7.3 XCMG 工程机械AI收入及毛利率（2021-2026）&（百万美元）
 - 6.7.4 XCMG公司简介及主要业务
 - 6.7.5 XCMG企业最新动态
- 6.8 Hyundai Doosan
 - 6.8.1 Hyundai Doosan公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
 - 6.8.2 Hyundai Doosan 工程机械AI产品及服务介绍
 - 6.8.3 Hyundai Doosan 工程机械AI收入及毛利率（2021-2026）&（百万美元）
 - 6.8.4 Hyundai Doosan公司简介及主要业务
 - 6.8.5 Hyundai Doosan企业最新动态
- 6.9 JCB
 - 6.9.1 JCB公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
 - 6.9.2 JCB 工程机械AI产品及服务介绍
 - 6.9.3 JCB 工程机械AI收入及毛利率（2021-2026）&（百万美元）
 - 6.9.4 JCB公司简介及主要业务
 - 6.9.5 JCB企业最新动态
- 6.10 Kobelco
 - 6.10.1 Kobelco公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
 - 6.10.2 Kobelco 工程机械AI产品及服务介绍
 - 6.10.3 Kobelco 工程机械AI收入及毛利率（2021-2026）&（百万美元）
 - 6.10.4 Kobelco公司简介及主要业务
 - 6.10.5 Kobelco企业最新动态
- 6.11 CNH Industrial
 - 6.11.1 CNH Industrial公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
 - 6.11.2 CNH Industrial 工程机械AI产品及服务介绍
 - 6.11.3 CNH Industrial 工程机械AI收入及毛利率（2021-2026）&（百万美元）
 - 6.11.4 CNH Industrial公司简介及主要业务
 - 6.11.5 CNH Industrial企业最新动态
- 7 行业发展机遇和风险分析
 - 7.1 工程机械AI行业发展机遇及主要驱动因素
 - 7.2 工程机械AI行业发展面临的风险
 - 7.3 工程机械AI行业政策分析
- 8 研究结果
- 9 研究方法与数据来源
 - 9.1 研究方法
 - 9.2 数据来源
 - 9.2.1 二手信息来源
 - 9.2.2 一手信息来源
 - 9.3 数据交互验证
 - 9.4 免责声明

表格目录

- 表 1: 智能辅助操作主要企业列表
- 表 2: 安全与避障主要企业列表
- 表 3: 能耗与排放优化主要企业列表
- 表 4: 全球市场不同产品类型工程机械AI销售额及增长率对比 (2021 VS 2025 VS 2032) & (百万美元)
- 表 5: 全球不同产品类型工程机械AI销售额列表 (2021-2026) & (百万美元)
- 表 6: 全球不同产品类型工程机械AI销售额市场份额列表 (2021-2026)
- 表 7: 全球不同产品类型工程机械AI销售额预测 (2027-2032) & (百万美元)
- 表 8: 全球不同产品类型工程机械AI销售额市场份额预测 (2027-2032)
- 表 9: 中国不同产品类型工程机械AI销售额列表 (2021-2026) & (百万美元)
- 表 10: 中国不同产品类型工程机械AI销售额市场份额列表 (2021-2026)
- 表 11: 中国不同产品类型工程机械AI销售额预测 (2027-2032) & (百万美元)
- 表 12: 中国不同产品类型工程机械AI销售额市场份额预测 (2027-2032)
- 表 13: 生成式 AI 助手主要企业列表
- 表 14: 协同作业辅助主要企业列表
- 表 15: 其他主要企业列表
- 表 16: 全球市场不同矿产工程机械AI销售额及增长率对比 (2021 VS 2025 VS 2032) & (百万美元)
- 表 17: 全球不同矿产工程机械AI销售额列表 (2021-2026) & (百万美元)
- 表 18: 全球不同矿产工程机械AI销售额市场份额列表 (2021-2026)
- 表 19: 全球不同矿产工程机械AI销售额预测 (2027-2032) & (百万美元)
- 表 20: 全球不同矿产工程机械AI销售额市场份额预测 (2027-2032)
- 表 21: 中国不同矿产工程机械AI销售额列表 (2021-2026) & (百万美元)
- 表 22: 中国不同矿产工程机械AI销售额市场份额列表 (2021-2026)
- 表 23: 中国不同矿产工程机械AI销售额预测 (2027-2032) & (百万美元)
- 表 24: 中国不同矿产工程机械AI销售额市场份额预测 (2027-2032)
- 表 25: 全球市场不同应用工程机械AI销售额及增长率对比 (2021 VS 2025 VS 2032) & (百万美元)
- 表 26: 全球不同应用工程机械AI销售额列表 (2021-2026) & (百万美元)
- 表 27: 全球不同应用工程机械AI销售额市场份额列表 (2021-2026)
- 表 28: 全球不同应用工程机械AI销售额预测 (2027-2032) & (百万美元)
- 表 29: 全球不同应用工程机械AI市场份额预测 (2027-2032)
- 表 30: 中国不同应用工程机械AI销售额列表 (2021-2026) & (百万美元)
- 表 31: 中国不同应用工程机械AI销售额市场份额列表 (2021-2026)
- 表 32: 中国不同应用工程机械AI销售额预测 (2027-2032) & (百万美元)
- 表 33: 中国不同应用工程机械AI销售额市场份额预测 (2027-2032)
- 表 34: 全球主要地区工程机械AI销售额: (2021 VS 2025 VS 2032) & (百万美元)
- 表 35: 全球主要地区工程机械AI销售额列表 (2021-2026) & (百万美元)
- 表 36: 全球主要地区工程机械AI销售额及份额列表 (2021-2026)
- 表 37: 全球主要地区工程机械AI销售额列表预测 (2027-2032) & (百万美元)
- 表 38: 全球主要地区工程机械AI销售额及份额列表预测 (2027-2032)
- 表 39: 全球主要企业工程机械AI销售额 (2021-2026) & (百万美元)
- 表 40: 全球主要企业工程机械AI销售额份额对比 (2021-2026)
- 表 41: 2025年全球工程机械AI主要厂商市场地位 (第一梯队、第二梯队和第三梯队)
- 表 42: 2025年全球主要厂商工程机械AI收入排名 (百万美元)
- 表 43: 全球主要厂商工程机械AI总部及市场区域分布
- 表 44: 全球主要厂商工程机械AI产品类型及应用
- 表 45: 全球主要厂商工程机械AI商业化日期
- 表 46: 全球工程机械AI市场投资、并购等现状分析
- 表 47: 中国主要企业工程机械AI销售额列表 (2021-2026) & (百万美元)
- 表 48: 中国主要企业工程机械AI销售额份额对比 (2021-2026)
- 表 49: Caterpillar公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
- 表 50: Caterpillar 工程机械AI产品及服务介绍
- 表 51: Caterpillar 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
- 表 52: Caterpillar公司简介及主要业务
- 表 53: Caterpillar企业最新动态
- 表 54: Komatsu公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
- 表 55: Komatsu 工程机械AI产品及服务介绍
- 表 56: Komatsu 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)

表 57:	Komatsu公司简介及主要业务
表 58:	Komatsu企业最新动态
表 59:	Sany公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
表 60:	Sany 工程机械AI产品及服务介绍
表 61:	Sany 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
表 62:	Sany公司简介及主要业务
表 63:	Sany企业最新动态
表 64:	Hitachi公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
表 65:	Hitachi 工程机械AI产品及服务介绍
表 66:	Hitachi 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
表 67:	Hitachi公司简介及主要业务
表 68:	Volvo CE公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
表 69:	Volvo CE 工程机械AI产品及服务介绍
表 70:	Volvo CE 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
表 71:	Volvo CE公司简介及主要业务
表 72:	Volvo CE企业最新动态
表 73:	Liebherr公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
表 74:	Liebherr 工程机械AI产品及服务介绍
表 75:	Liebherr 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
表 76:	Liebherr公司简介及主要业务
表 77:	Liebherr企业最新动态
表 78:	XCMG公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
表 79:	XCMG 工程机械AI产品及服务介绍
表 80:	XCMG 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
表 81:	XCMG公司简介及主要业务
表 82:	XCMG企业最新动态
表 83:	Hyundai Doosan公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
表 84:	Hyundai Doosan 工程机械AI产品及服务介绍
表 85:	Hyundai Doosan 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
表 86:	Hyundai Doosan公司简介及主要业务
表 87:	Hyundai Doosan企业最新动态
表 88:	JCB公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
表 89:	JCB 工程机械AI产品及服务介绍
表 90:	JCB 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
表 91:	JCB公司简介及主要业务
表 92:	JCB企业最新动态
表 93:	Kobelco公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
表 94:	Kobelco 工程机械AI产品及服务介绍
表 95:	Kobelco 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
表 96:	Kobelco公司简介及主要业务
表 97:	Kobelco企业最新动态
表 98:	CNH Industrial公司信息、总部、工程机械AI市场地位以及主要的竞争对手
表 99:	CNH Industrial 工程机械AI产品及服务介绍
表 100:	CNH Industrial 工程机械AI收入及毛利率 (2021-2026) & (百万美元)
表 101:	CNH Industrial公司简介及主要业务
表 102:	CNH Industrial企业最新动态
表 103:	工程机械AI行业发展机遇及主要驱动因素
表 104:	工程机械AI行业发展面临的风险
表 105:	工程机械AI行业政策分析
表 106:	研究范围
表 107:	本文分析师列表

图表目录

图 1:	工程机械AI产品图片
图 2:	全球市场工程机械AI市场规模 (销售额), 2021 VS 2025 VS 2032 (百万美元)
图 3:	全球工程机械AI市场销售额预测: (百万美元) & (2021-2032)
图 4:	中国市场工程机械AI销售额及未来趋势 (2021-2032) & (百万美元)
图 5:	智能辅助操作 产品图片
图 6:	全球智能辅助操作规模及增长率 (2021-2032) & (百万美元)

图 7: 安全与避障产品图片
图 8: 全球安全与避障规模及增长率 (2021-2032) & (百万美元)
图 9: 能耗与排放优化产品图片
图 10: 全球能耗与排放优化规模及增长率 (2021-2032) & (百万美元)
图 11: 全球不同产品类型工程机械AI市场份额2025 & 2032
图 12: 全球不同产品类型工程机械AI市场份额2021 & 2025
图 13: 全球不同产品类型工程机械AI市场份额预测2026 & 2032
图 14: 中国不同产品类型工程机械AI市场份额2021 & 2025
图 15: 中国不同产品类型工程机械AI市场份额预测2026 & 2032
图 16: 生成式 AI 助手 产品图片
图 17: 全球生成式 AI 助手规模及增长率 (2021-2032) & (百万美元)
图 18: 协同作业辅助产品图片
图 19: 全球协同作业辅助规模及增长率 (2021-2032) & (百万美元)
图 20: 其他产品图片
图 21: 全球其他规模及增长率 (2021-2032) & (百万美元)
图 22: 全球不同矿产工程机械AI市场份额2025 & 2032
图 23: 全球不同矿产工程机械AI市场份额2021 & 2025
图 24: 全球不同矿产工程机械AI市场份额预测2026 & 2032
图 25: 中国不同矿产工程机械AI市场份额2021 & 2025
图 26: 中国不同矿产工程机械AI市场份额预测2026 & 2032
图 27: 挖掘机械
图 28: 装载机械
图 29: 压路机
图 30: 起重机
图 31: 混凝土机械
图 32: 其他
图 33: 全球不同应用工程机械AI市场份额2025 VS 2032
图 34: 全球不同应用工程机械AI市场份额2021 & 2025
图 35: 全球主要地区工程机械AI销售额市场份额 (2021 VS 2025)
图 36: 北美工程机械AI销售额及预测 (2021-2032) & (百万美元)
图 37: 欧洲工程机械AI销售额及预测 (2021-2032) & (百万美元)
图 38: 中国工程机械AI销售额及预测 (2021-2032) & (百万美元)
图 39: 日本工程机械AI销售额及预测 (2021-2032) & (百万美元)
图 40: 东南亚工程机械AI销售额及预测 (2021-2032) & (百万美元)
图 41: 印度工程机械AI销售额及预测 (2021-2032) & (百万美元)
图 42: 2025年全球前五大厂商工程机械AI市场份额
图 43: 2025年全球工程机械AI第一梯队、第二梯队和第三梯队厂商及市场份额
图 44: 工程机械AI全球领先企业SWOT分析
图 45: 2025年中国排名前三和前五工程机械AI企业市场份额
图 46: 关键采访目标
图 47: 自下而上及自上而下验证
图 48: 资料三角测定