

# 塑造智慧变革

2018年海克斯康新产品新技术发布暨用户大会

HxGN Local Beijing 2018

2018年9月10日-12日 北京·国家会议中心

# 塑造智慧变革



HEXAGON

海克斯康



北京  
国家会议中心

2018年

9月10-12日

[2018.hexagonchina.com.cn](http://2018.hexagonchina.com.cn)

# 精密三角高程测量技术在高原山区进行二等跨河水准的应用

---

陈世杰，云南省测绘工程院，高级工程师

2018年9月11日

# 目录

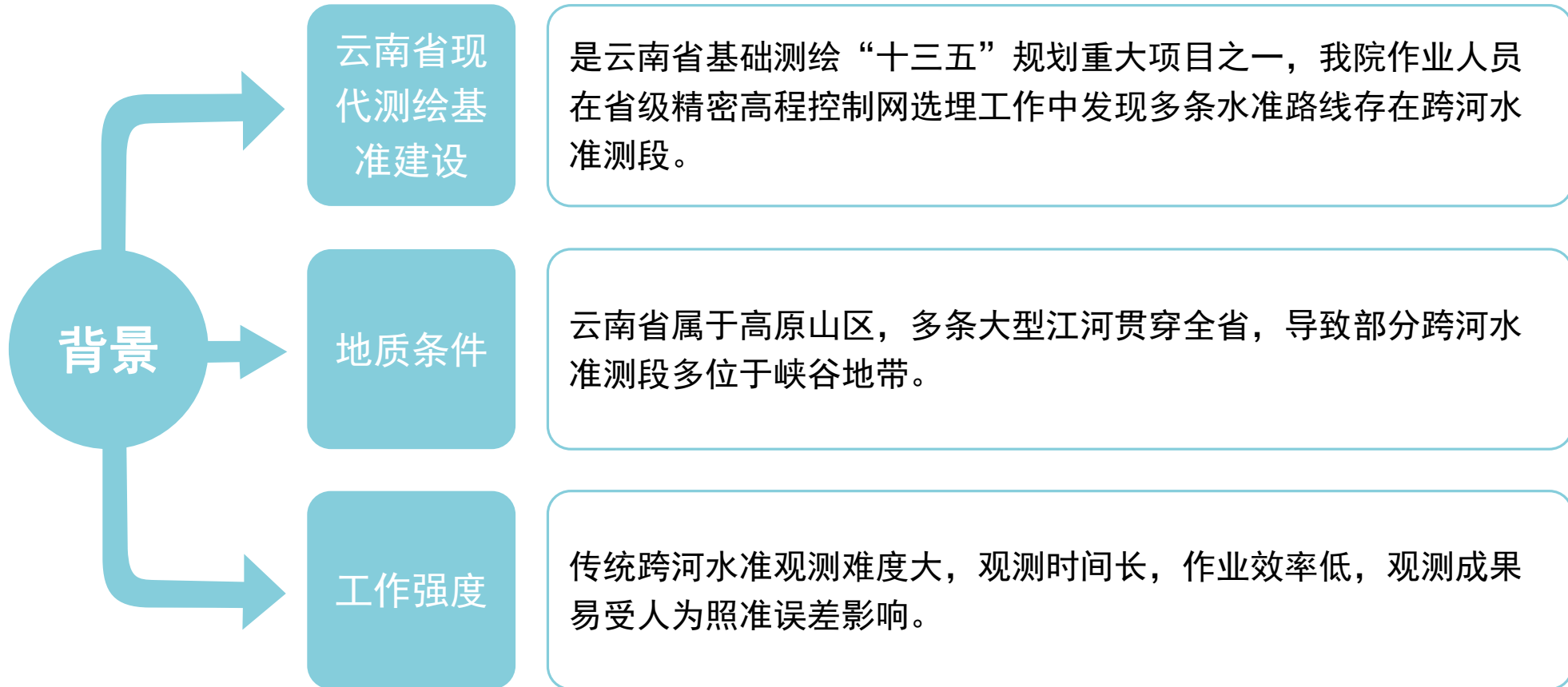
- 一. 概述
- 二. 项目组织与技术方案
- 三. 项目实施
- 四. 结论

01

# 概述

---

# 项目背景



## 发现问题

II 南云线为云南省精密高程控制网涉及的一条二等水准路线，起点位于大理白族自治州南涧彝族自治县，终点位于临沧市云县，路线设计总长138千米，含水准点28座。

省级精密高程  
控制网建设

II 南云线  
138千米  
28座

外力因素（车  
辆经过或风力）

夜间观测

## 国内相关研究综述——全国概况



该技术现已在多地得到了应用，如武广客专大瑶山隧道测量、舟山跨海高程测量、广州CORS基准站墩面高程测量、青海省藏区现代测绘基准体系基础设施建设替代二等水准测量等，都取得了极好的测量成果。



# 02

## 项目组织与技术方案

---

# 精密三角高程测量方法



## 精密三角高程测量方法

- 1 同时对向观测
- 2 测段起止点观测为同一全站仪及棱镜杆
- 3 全程不量取仪器高和觇标高

# 主要特点

01

## 对向观测

削弱大气垂直折光影响

02

## 避免量取仪器高和 觇标高

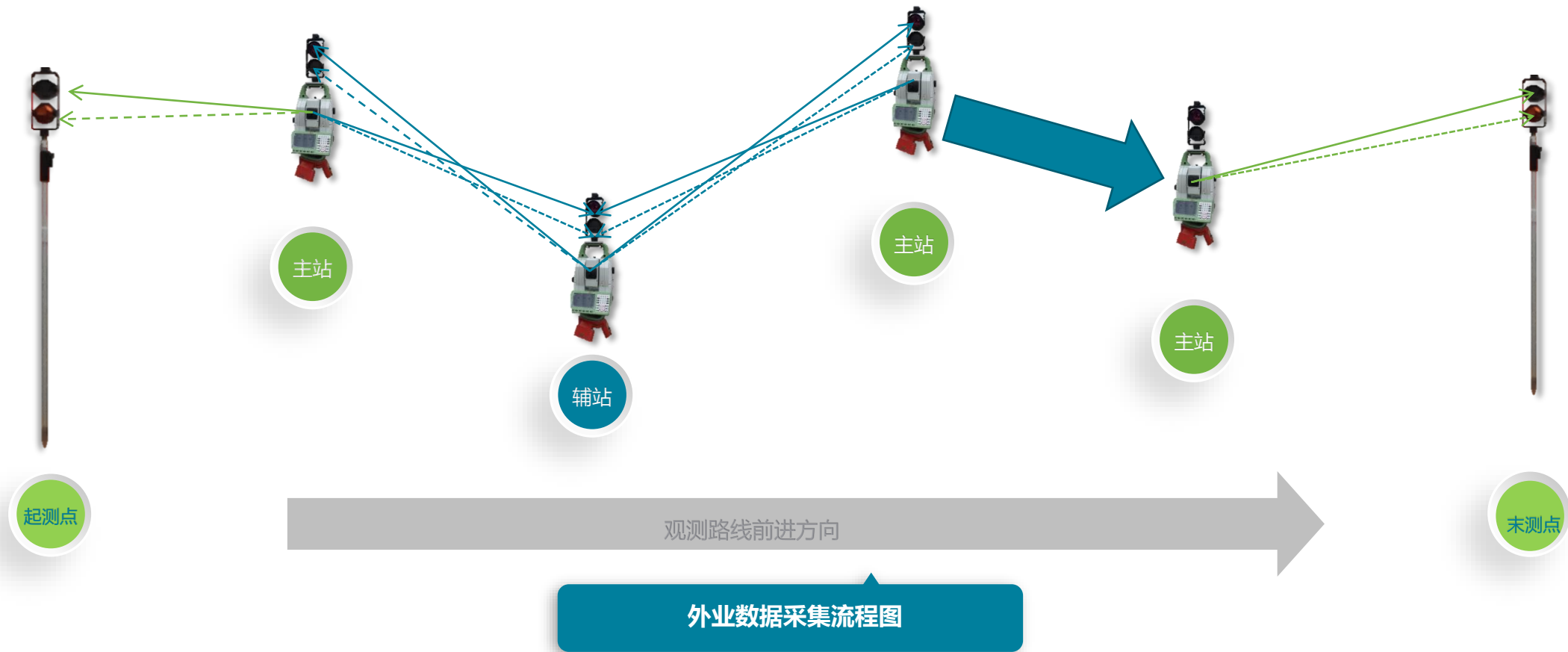
消除量高、手动照准等人为误差

03

## 限制测边长和高度角

减少相对垂线偏差的影响

# 外业数据采集流程图



# 技术实施方案

## 起点观测

## 对向观测

按测段前进方向，每个测段采用主、辅站交替进行高低双棱镜观测，顺序为：后测站观测低棱镜，前测站观测低棱镜，前测站观测高棱镜，后测站观测高棱镜。

## 末点观测

## 数据处理

在主、辅站的数据采集完成后，分别导出，将辅站数据拷贝到主站平板中，采用TriLevel数据处理软件进行数据处理。

棱镜杆高低棱镜观测

仪器高低棱镜对向观测

棱镜杆高低棱镜观测

数据汇总处理

## 起点观测

在测段起测水准点附近（一般在10—20米以内，并起、末点距离大致相等）架设主站，在起测水准点上架设棱镜杆（起、末点为同一根杆，长度不变），进行距离和高度角观测。

## 对向观测

## 末点观测

在测段末测水准点附近（一般在10—20米以内，并起、末点距离大致相等）架设主站，在末测水准点上架设棱镜杆（起、末点为同一根杆，长度不变），进行距离和高度角观测。

## 数据处理

# 03

## 项目实施

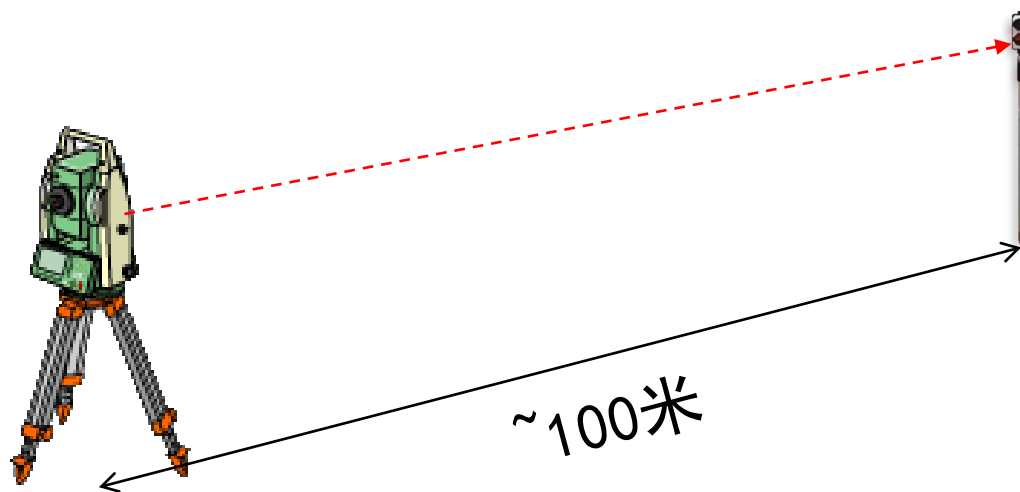
---

# 前期准备

- ATR现场检校



Automatic Target Recognition Plus  
自动识别照准功能



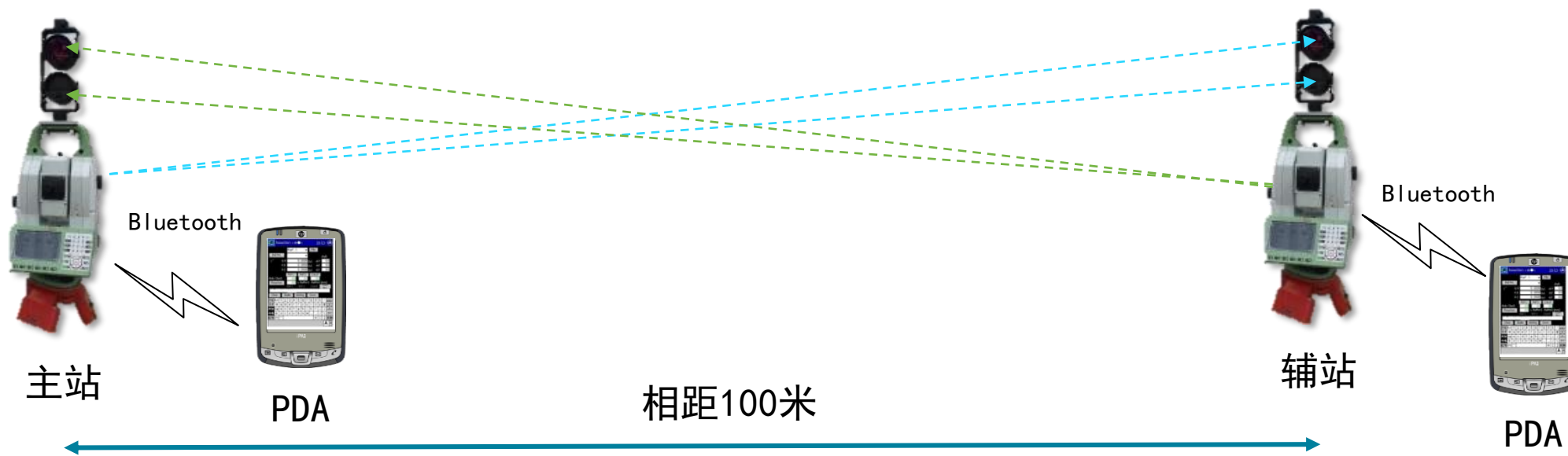
Leica MS60/TS60 用户手册  
检查&校准章节进行



# 前期准备

- 棱镜组高低棱镜互差值检校

检验过程



检验结果

棱镜组	观测次数	高低棱镜互差	备注
主站棱镜组	10	0.0910	
辅站棱镜组	10	0.0914	



## II 南云线跨河水准测量

### · 澜沧江大桥测段概况





## II 南云线跨河水准测量

### · 澜沧江大桥测段施测过程

#### 测站



总测站数：3站

主站站数：2站

辅站站数：1站

#### 观测边长



观测边长数：4条

跨河段边长：544米

观测测段长：945米

#### 往返测概况



往测高差：0.7160（米）

返测高差：-0.7184（米）

高差不符值：-2.4（毫米）

限差：±3.89（毫米）



## II 南云线跨河水准测量

### · 太平大村跨桥测段



### 测站



总测站数：3站

主站站数：2站

辅站站数：1站

### 观测边长



观测边长数：4条

跨河段边长：660米

观测测段长：750米

### 往返测概况



往测高差：-33.7962（米）

返测高差：33.7956（米）

高差不符值：-0.6（毫米）

限差：±3.46（毫米）



## II 南云线跨河水准测量

### · 大乌木龙村跨桥测段

#### 测站



总测站数：3站

主站站数：2站

辅站站数：1站

#### 观测边长



观测边长数：4条

跨河段边长：635米

观测测段长：830米

#### 往返测概况



往测高差：-15.0387（米）

返测高差：15.0416（米）

高差不符值：+2.9（毫米）

限差：±3.65（毫米）



## II 南云线跨河水准测量

### · 往返观测数据对比

观测区域	测段	距离 (km)	高差 (m)	高低棱镜中数 (m)	高低棱镜测量结果不符值 (mm)	往返测中数 (m)	与真值的差异 (mm)	限差 (mm)
澜沧江跨河段	往测高棱镜	0.945	0.7165	0.7160	1.0	0.7172	-0.7	±3.89
	往测低棱镜	0.945	0.7155				-1.7	±3.89
	返测高棱镜	0.944	-0.7187	-0.7184	-0.6		1.5	±3.89
	返测低棱镜	0.944	-0.7181	0.9	±3.89			
太平大村跨桥段	往测高棱镜	0.75	-33.7964	-33.7962	0.5	33.7959	0.5	±3.46
	往测低棱镜	0.75	-33.7959				0	±3.46
	返测高棱镜	0.753	33.7960	33.7956	-0.9		0.1	±3.47
	返测低棱镜	0.753	33.7951	-0.8	±3.47			
大乌木龙村跨桥段	往测高棱镜	0.833	-15.0388	-15.0387	0.2	15.0402	-1.4	±3.65
	往测低棱镜	0.833	-15.0386				-1.6	±3.65
	返测高棱镜	0.833	15.0422	15.0416	-1.3		2.0	±3.65
	返测低棱镜	0.833	15.0409	0.7	±3.65			

采用精密三角高程测量技术是能满足跨河水准测量的要求的。

# 04

## 相关建议与结论

---

## 施测时的注意事项

- 1、 出测前应对测量机器人的ATR Plus照准（Auto Target Recognition Plus，自动目标识别）进行检校；
- 2、 温度、气压变化时，应重新测定后输入仪器进行气象改正；
- 3、 精密三角高程精度主要取决于测角精度，对于所测距离，可不考虑加入加常数及成常数改正；
- 4、 跨河测段应进行往返观测，往测及返测均应采用特制的高低棱镜进行观测；
- 5、 不宜在中午进行观测；
- 6、 日出后、日落前一小时大气垂直折光系数变化较大，不宜进行观测；
- 7、 自动照准观测视场内不能有草、树叶、电线等杂物遮挡在棱镜前；
- 8、 视线不能通过烟火上空，不能穿过飘动的雾团；
- 9、 测段起止水准点上对中杆要放平稳，并且保证起末点测段边长尽量一致；
- 10、 在对向观测时，如一站的观测时间过长，应重新观测当站所有数据；
- 11、 观测时垂直角应低于 $10^\circ$ ，观测距离不大于1km，尽量控制在600m以内。

# 结论

## 结论一

精密三角高程测量技术在二等水准跨河测段测量中，不需要在河两岸埋设4个水准点，只需在河两岸各埋设1个水准点即可。这样做的话，降低了选点的难度，节约了埋石的成本和工作强度；

## 结论二

施测方法不需要像传统平行四边形施测方法一样施测所有四条对角边，只需要对跨河测段进行对向往返测观测（往测与返测应分别在上午与下午进行）即可。这样在施测时间上得到了大幅缩减，同时人员的劳动强度也大大的降低了。

**综上所述，在二等水准跨河测段测量中，用精密三角高程测量技术替代传统施测方法是完全可行的，施测得到的成果精度是能达到二等水准测量规范要求的。**



—— 谢 谢 ——





如果您对此篇PPT感兴趣，请扫描二维码

---