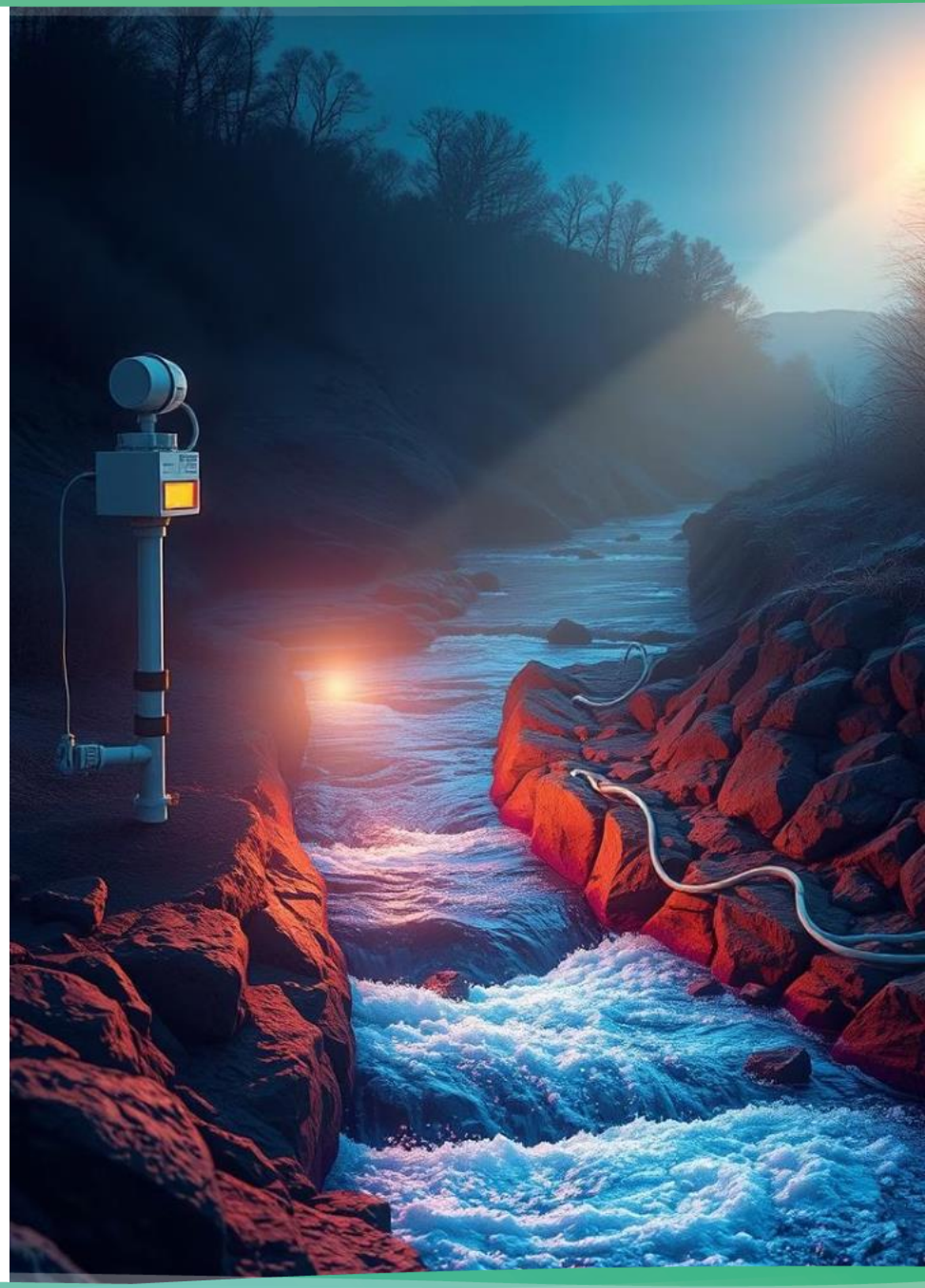
農業部農村發展及水土保持署
Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation , MOA

非接觸式流速量測法入門



導讀人：游雅筑

日期：113年9月3日

歷史背景

1

早期的流速測量技術

流速測量技術的發展始於傳統的接觸式方法，如浮標測法。

2

非接觸式技術的起源

隨著科技進步，非接觸式技術開始出現，提供了更安全、更精確的測量方法。

3

技術進步

近年來，數字化和自動化的進展大大提高了非接觸式流速測量的效率和準確性。

4

日本的現行做法

日本政府和研究機構大力支持非接觸式流速測量技術的發展和應用。



高水監測的重要性

環境監測

高水監測對於預防洪災及旱災至關重要，能夠及時提供準確的水文數據。

保護基礎設施

準確的高水監測有助於保護橋樑、堤防等重要基礎設施。

資源管理

了解可用水量有助於有效管理水資源。使政府、產業和社區規劃永續利用和保護工作。

高流量條件下的挑戰

高流量條件下，測量難度增加，對儀器的耐用性和可靠性提出更高要求。

高水流量計算

流量為單位時間內通過斷面的水量，其計算三要件：

1.橫斷面　2.水位　3.流速

切割斷面積算法

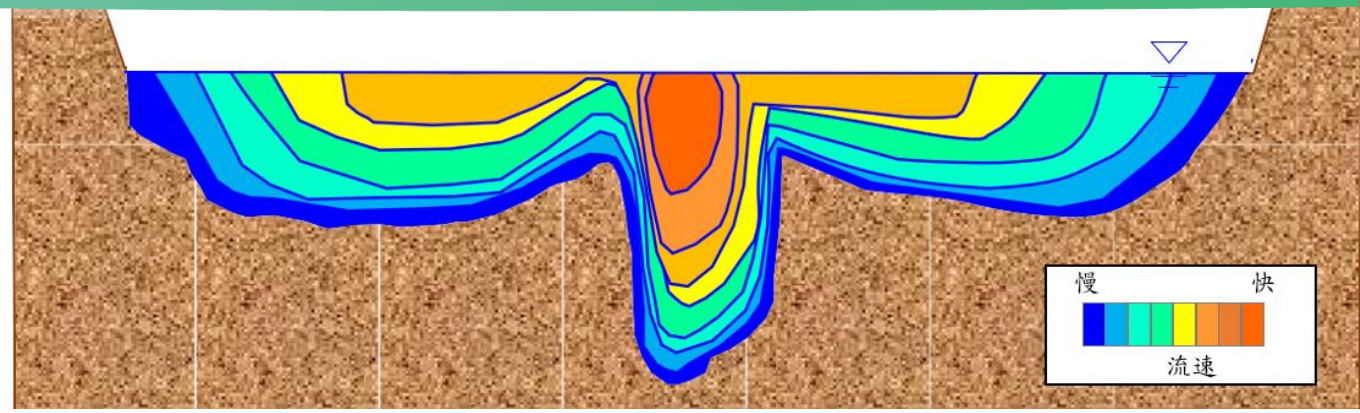
這是一種常用的流量計算方法，通過將河道橫斷面切割成多個小區域來計算總流量。

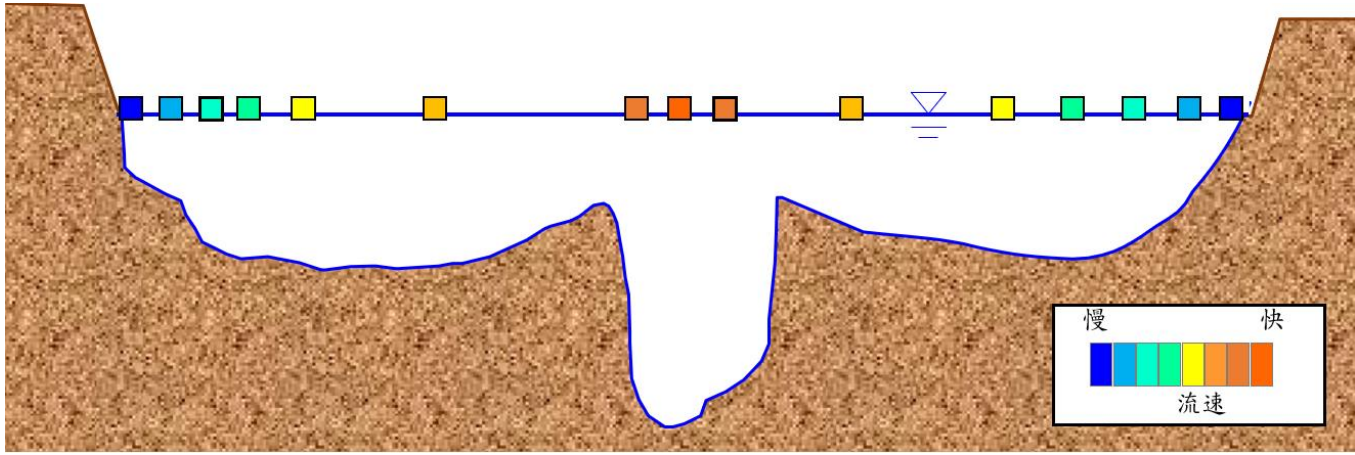
數值分析補遺法

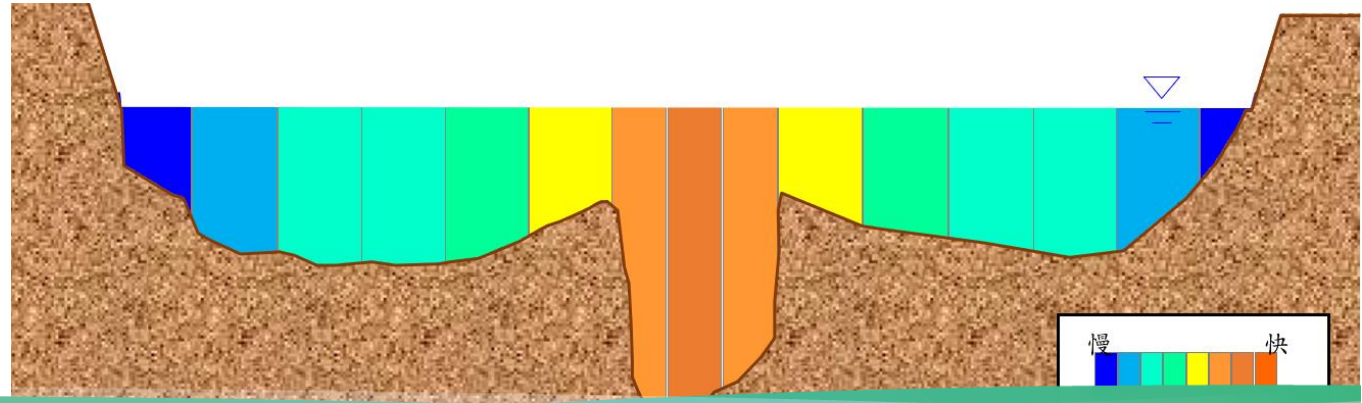
這種方法利用數值分析技術來補充和完善流量計算，特別適用於複雜的河道條件。

最大熵法

最大熵法是一種先進的流量計算方法，能夠在有限的數據條件下提供最佳的流量估計。







流速監測方法

非固定式監測

優勢

- 靈活
- 成本低
- 適合臨時測量

劣勢

- 精度略低
- 數據不連續



- 電磁流速計
- 圖像處理式流速測定法
- 可攜式電波流速計
- 浮標
- 聲學都卜勒流速剖面儀(ADCP)

固定式監測

優勢

- 高精度
- 長期監測
- 適合永久設施

劣勢

- 成本高
- 安裝麻煩



- 超音波流速計
- 圖像處理式流速測定法
- 固定式電波流速計
- 水平式聲學都卜勒流速剖面儀(H-ADCP)

浮標測法問題與對策

1

傳統浮標測法的問題

安全性隱患：洪水期間的操作難度大。

準確性受限：浮標位置的可變性影響測量精度。

2

解決方案：非接觸式方法

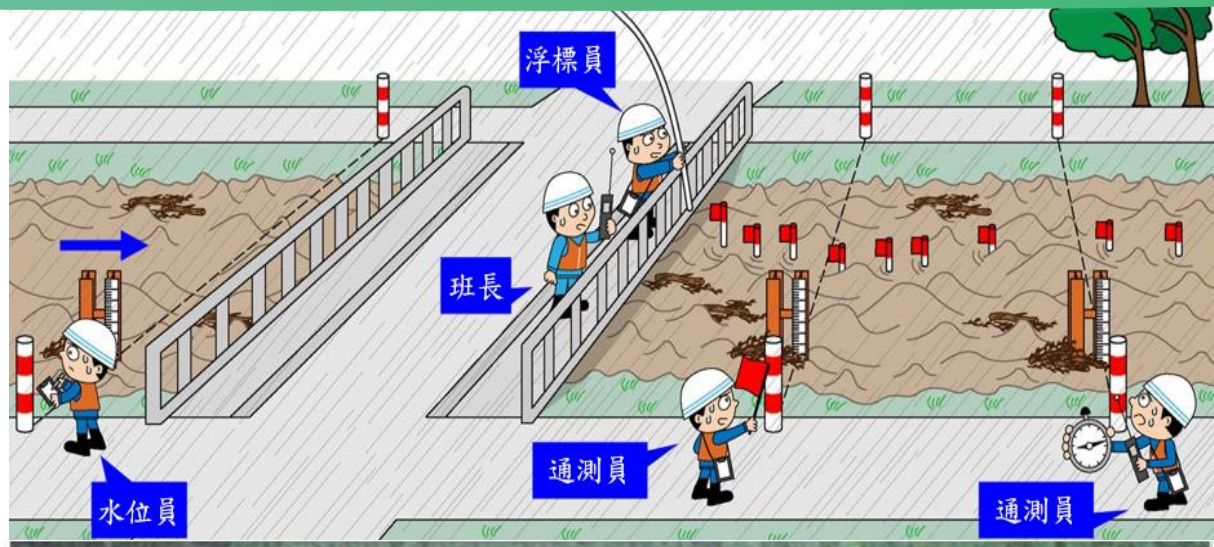
使用固定式設備，避免人員直接接觸危險水域。

應用遠距監測技術，提高測量的安全性和準確性。

3

技術優勢

非接觸式方法克服了傳統浮標測法的局限，提供更安全、更精確的流速數據。




水路橋の出水時の状況(H7.7洪水時)



非接觸式流速測量概述

1 基本概念

非接觸式流速測量是一種不需直接與水體接觸就能測量流速的技術。

2 測量方法

包括雷達、聲學和光學等多種技術，能夠遠距離、高精度地測量流速。

都卜勒雷達

圖像處理技術

3 安全性

非接觸式測量大大提高了操作人員的安全性，特別是在洪水等危險情況下。

4 應用領域

廣泛應用於河流管理和洪水預警等領域，為水資源管理提供重要數據支持。

監測地點與方法選定

1 理想監測地點

附近有水位監測小屋、電源等基礎設施配備。

2 避免的地點

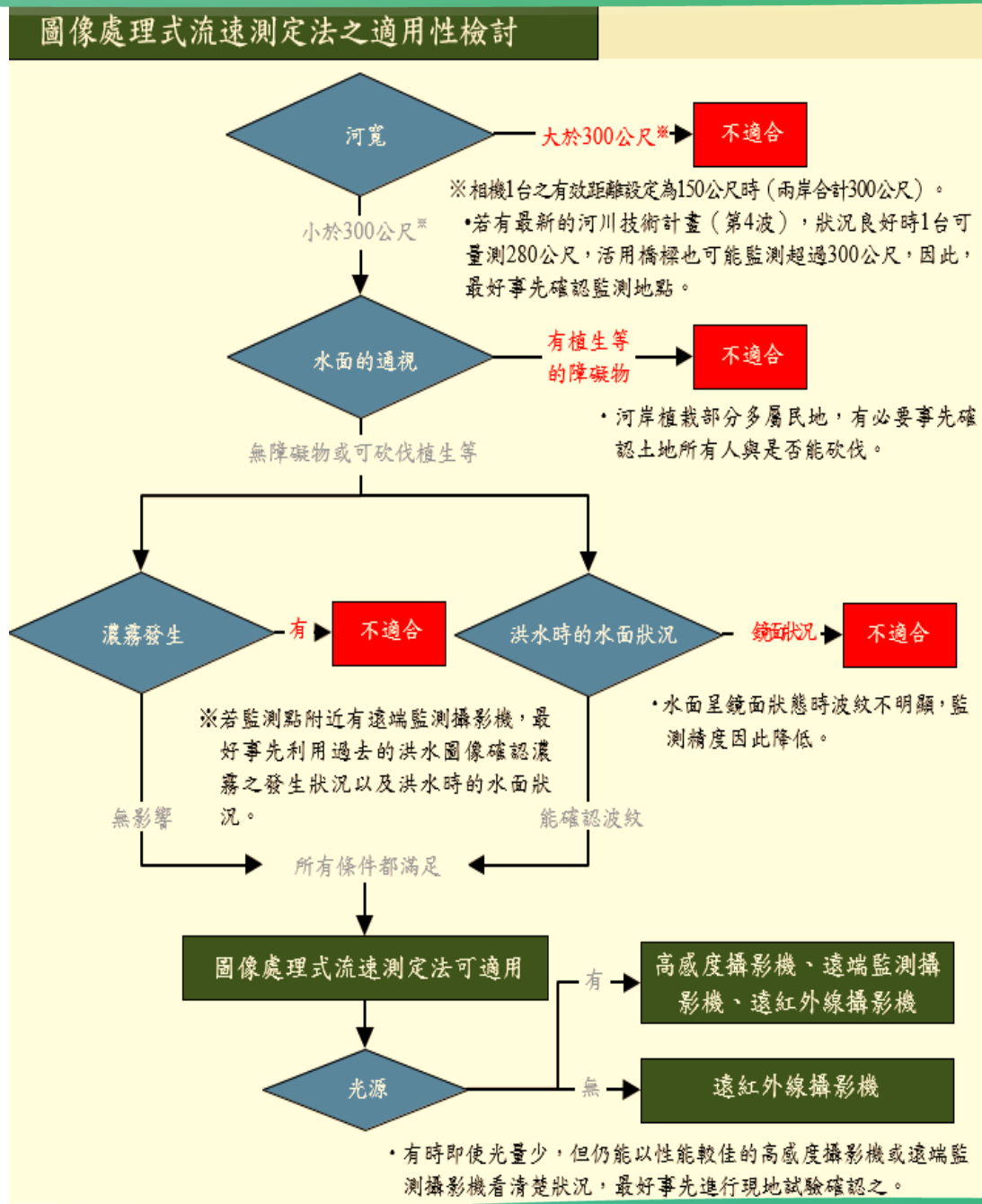
河道彎曲處和支流滙流點附近，因為這些地方的水流複雜，可能降低監測精度。

3 歷史因素

選擇過去曾實施浮標監測的地點與監測測線附近，確保流量監測結果的持續性。

4 方法選定流程

根據監測目標、環境條件和歷史數據，選擇最適合的非接觸式流速測量方法。



測量方法

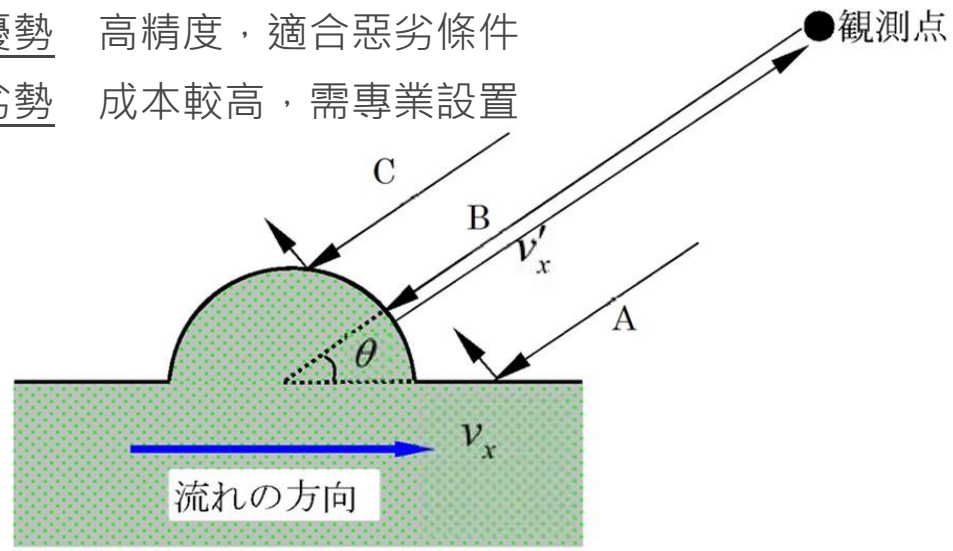
都卜勒雷達技術

原理　都卜勒效應係移動物體所發出**反射頻率**變化計算，距監測者越近頻率越高，離監測者越遠頻率越低之現象，所監測到的流速須進行風速影響校正。

適用　高速水流和深水域

優勢　高精度，適合惡劣條件

劣勢　成本較高，需專業設置



電波流速計量測原理概念圖

圖像處理技術

原理　拍攝洪水時之流況（水表面）影像，進行**圖像分析**之流速測定方法，解析水面波紋或浮標移動

優勢　高解析度，適用範圍廣

劣勢　需進行幾何校正，受天氣影響

圖像解析方法

時空圖像測速法(STIV)

光流測速法(Optical Flow)

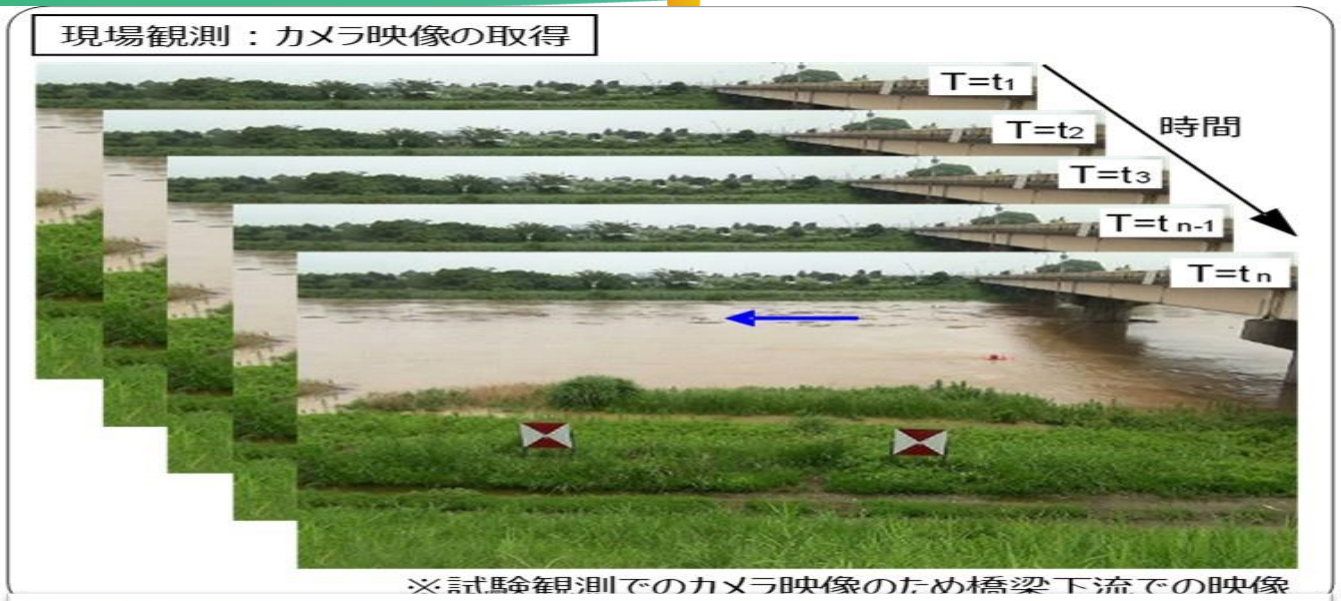
日本尚少用來進行洪水監測

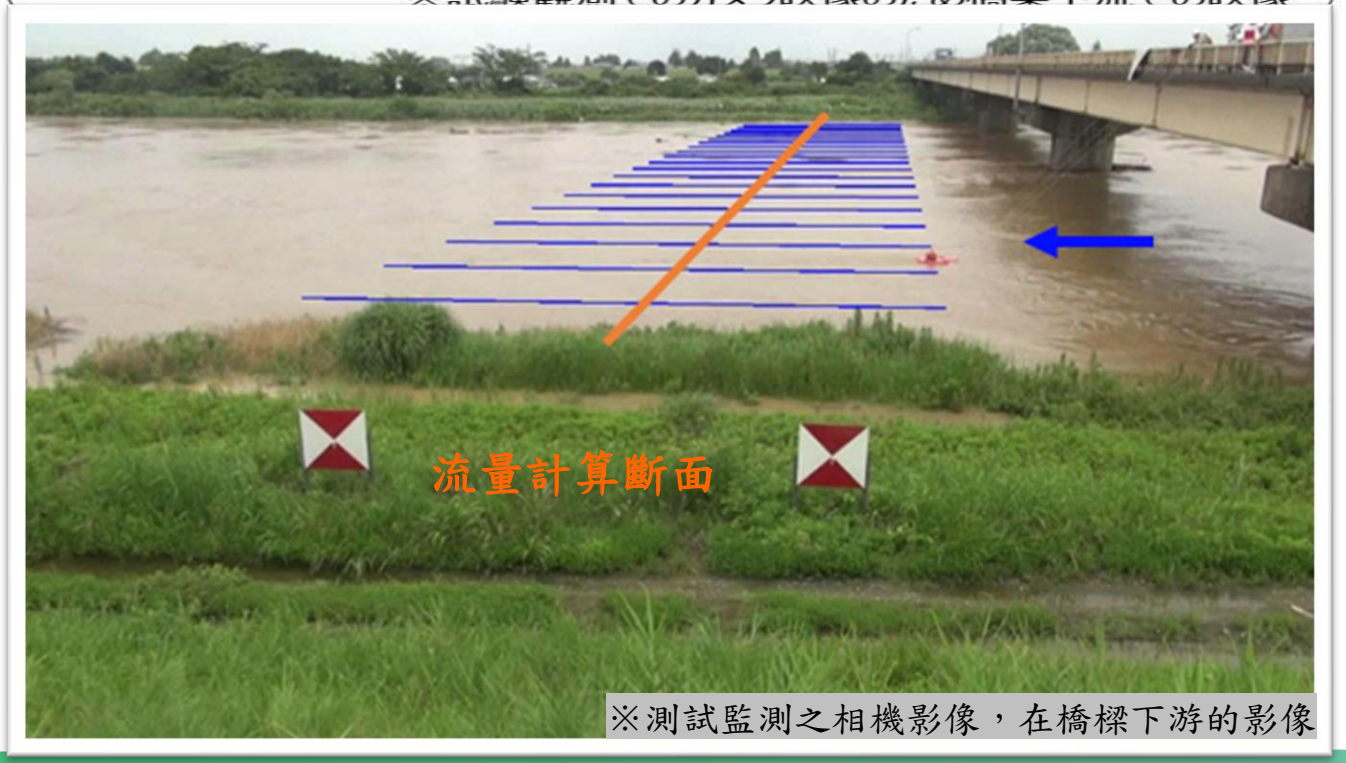
浮標追蹤測速法(Float- PTV)

需人力投下並回收浮標，不符合監測自動化之安全與省力原則

質點影像測速法(PIV)

需更多技術人員判斷





STIV操作概要

1

步驟一：設定檢查線

- 在影像上設定流量計算斷面直行方向的檢查線。
- 檢查線的數目原則上比照浮標測法。
- 檢查線的長度以10～20公尺為準。

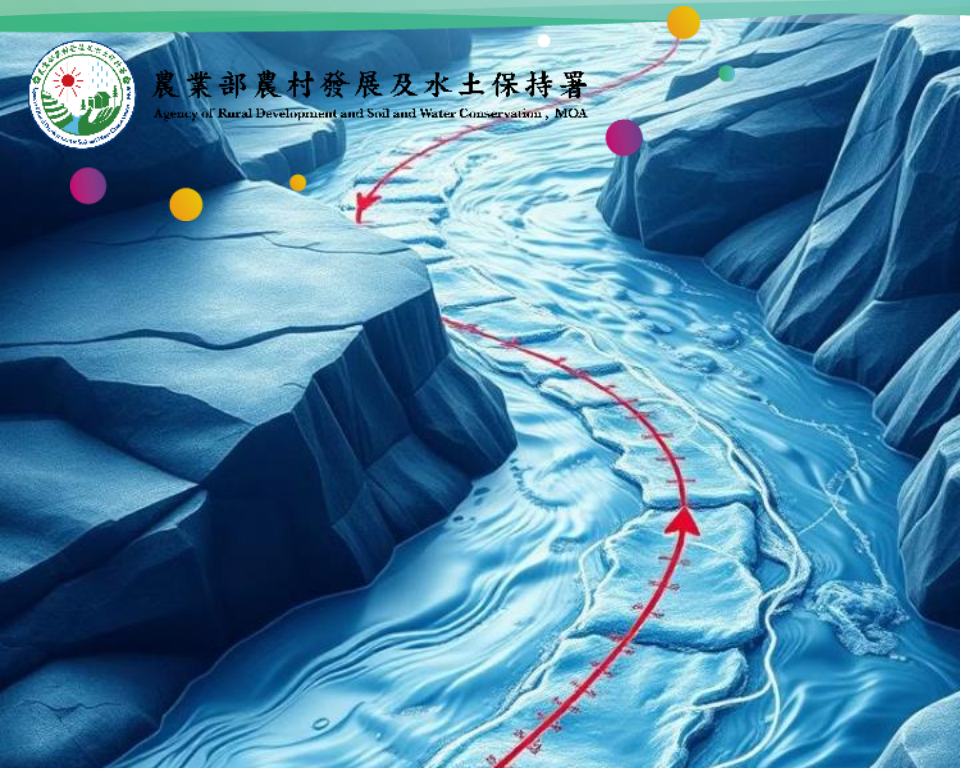
STIV操作概要

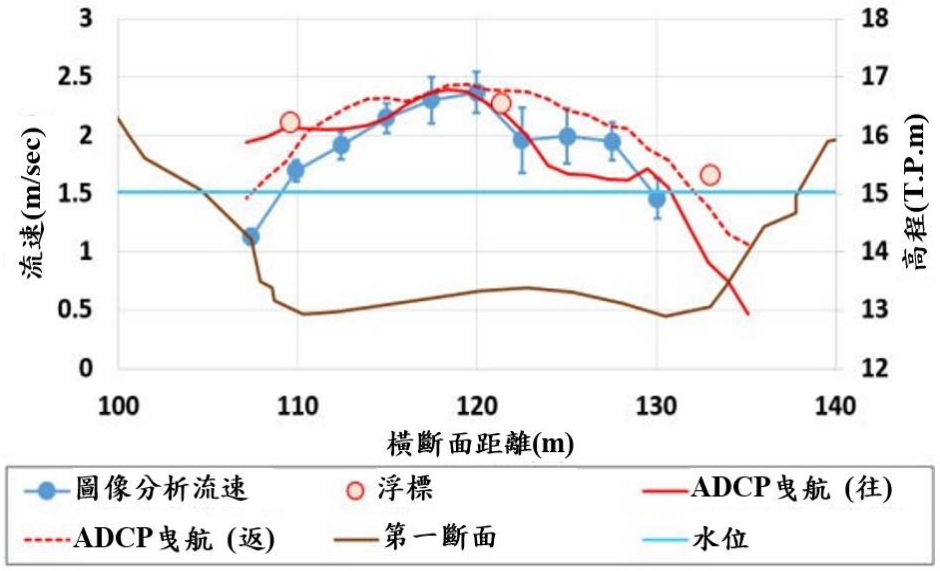


2

步驟二：時空圖像（STI）之作成與水表面流速演算

- 由動畫取得靜止畫面。
- 本案例檢查線設在流心。
- 圖像為檢查線上的黃點，逐漸往下游流動。
- 時刻T係由T1、T2、…、Tn之檢查線抓取。





STIV精度標準

1 誤差評估

流速值約5%～15%為誤差評估值；流量值信賴區間和其他方法的流量監測結果整合，作為有效的誤差定量評估。

2 檢查線設置標準

檢查線位置：中心應位於計算流量的橫斷面上且與計算流量之橫斷面直交。

檢查線長度：根據河川規模而定，小型河川可設定為數公尺，中型河川設定為10～20公尺，大規模河川多設定為20～30公尺。

檢查線數目：根據水面寬度從5到20不等。

3 攝影時間

攝影時間：30秒左右，太長或太短都可能降低水表面流速量測精度。

水面寬	浮標流速測線數
小於20公尺	5
20～100公尺	10
100～200公尺	15
大於200公尺	20

4 波紋之條紋模樣

傾向在15～75度範圍內。

監測設備介紹

高感度攝影機

- 配備較高ISO感光度，**夜間高精度監測**。
- 可固定設置，進行24小時**無人監測**。
- 完成電子感光度調整與攝影方向調整，避免圖像產生光暈，改變攝影角度需重新標定。

遠端監測攝影機

- 河川空間監測多功用， 可固定設置進行**無人監測** 。
- 能重現特定攝影角度**無須重新標定**。
- 用來進行緊急補遺監測，提供**即時的數據更新**。
- 無光源或光源很少的地點無法完成監測。

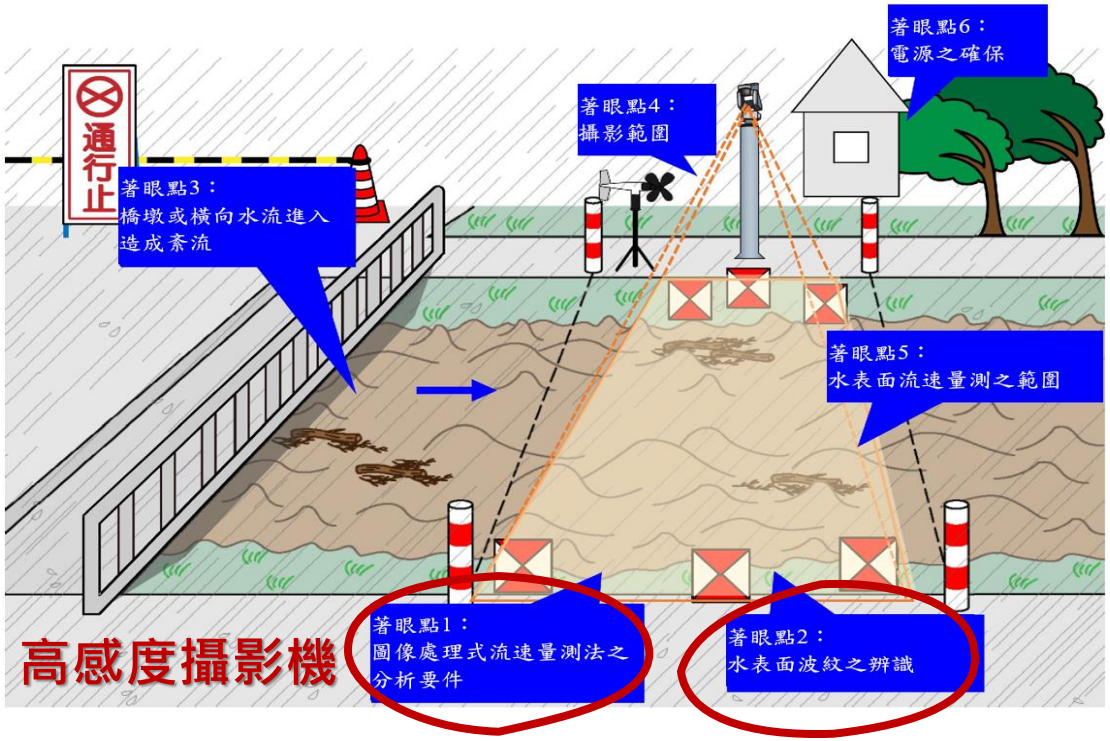
遠紅外線攝影機

- 即使無夜間可見光仍能取得鮮明圖像，**夜間高精度監測**。
- 固定設置時，可進行24小時**無人監測**。
- 無一般錄影機的電池運作機型，改變攝影角度需重新標定。
- 受限於自然環境條件。





監測設備設置



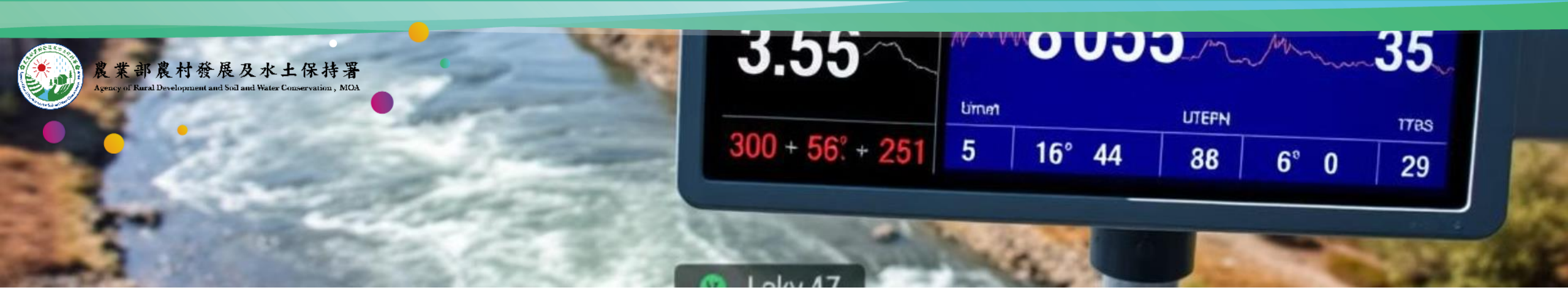


周邊環境

- 能以**最大俯角**拍攝水面的位置。
- 不受車輛與行人通過影響且監測期間能原地留置的地點。
- 周邊有外燈為佳，則即使夜間也能藉此辨識水面波紋的位置。

縱斷面位置

- 採用無人監測方式，水位基準斷面或從浮標監測的第一斷面到第二斷面之間，**橫斷面能通視**位置。
- 河川橫斷面很寬時，應先確認攝影機性能，需能從兩岸進行拍攝。



監測設備視角設定

視角範圍

將量測範圍及兩岸標定點以及可當作標定點使用的既有構造物等都收入攝影的視角範圍內。

變焦功能

可使用變焦機能；與流速、流量計算無關的空中及其他部分，不納入視角範圍。

環境調整

使用圖像處理式流速計時，有時會出現拍攝目標地點草本繁茂造成圖像雜亂、難以分析的狀況。此時需適度砍伐草木。

注意事項

避免不適當的視角設定案例，確保獲得最佳的監測效果。



監測設備幾何校正

1

確保測量精度

幾何校正對於確保測量精度至關重要，它能夠消除攝影角度帶來的誤差，提高監測數據的可靠性。

2

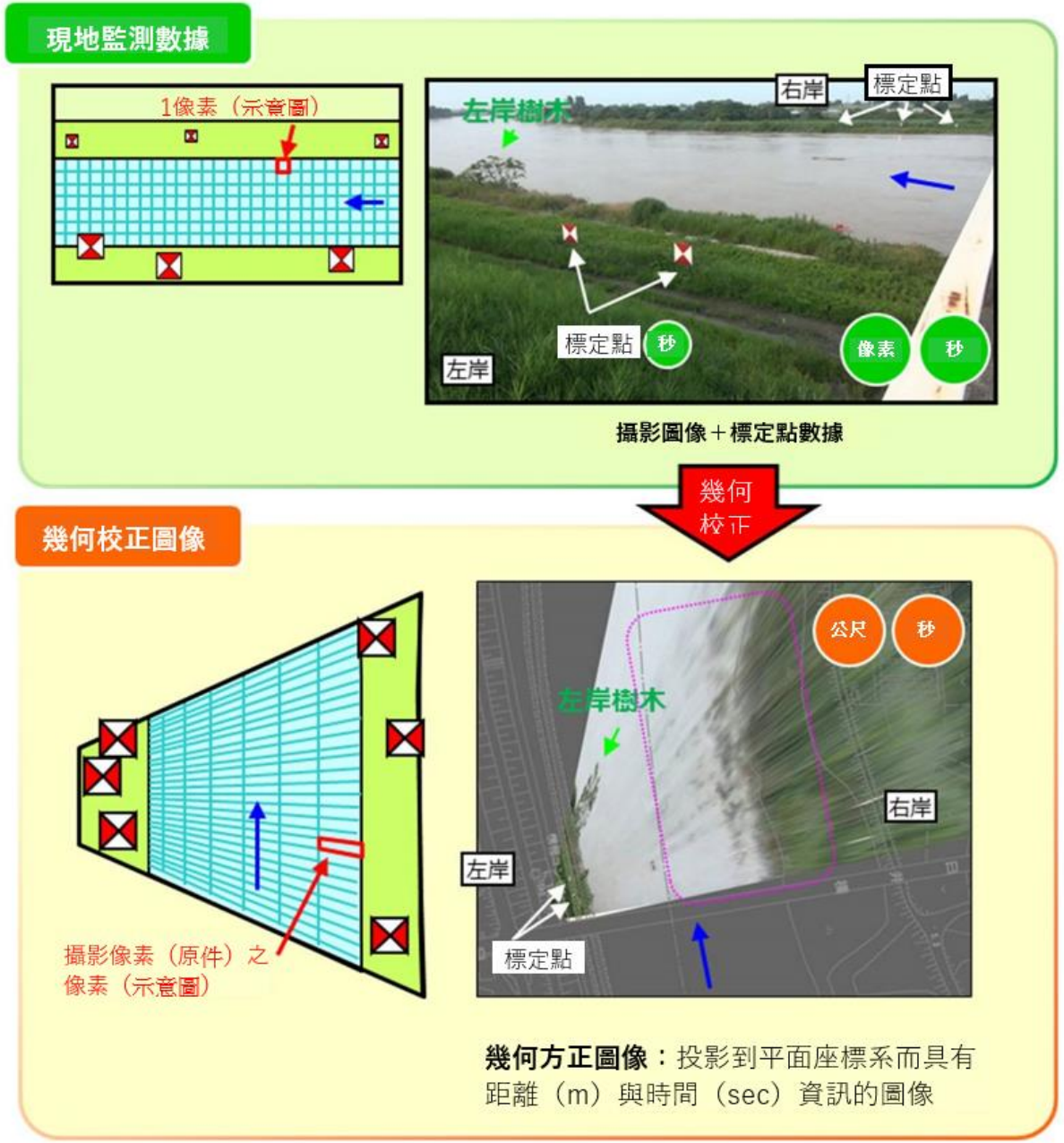
校正方法

主要的校正方法包括設置標定點和利用已知位置進行校正，這些方法能夠有效地調整圖像，使其更準確地反映實際情況。

3

挑戰與解決方案

在進行幾何校正時，需要考慮天氣和環境因素的影響，使用適當的校正工具和軟件可以幫助克服這些挑戰。

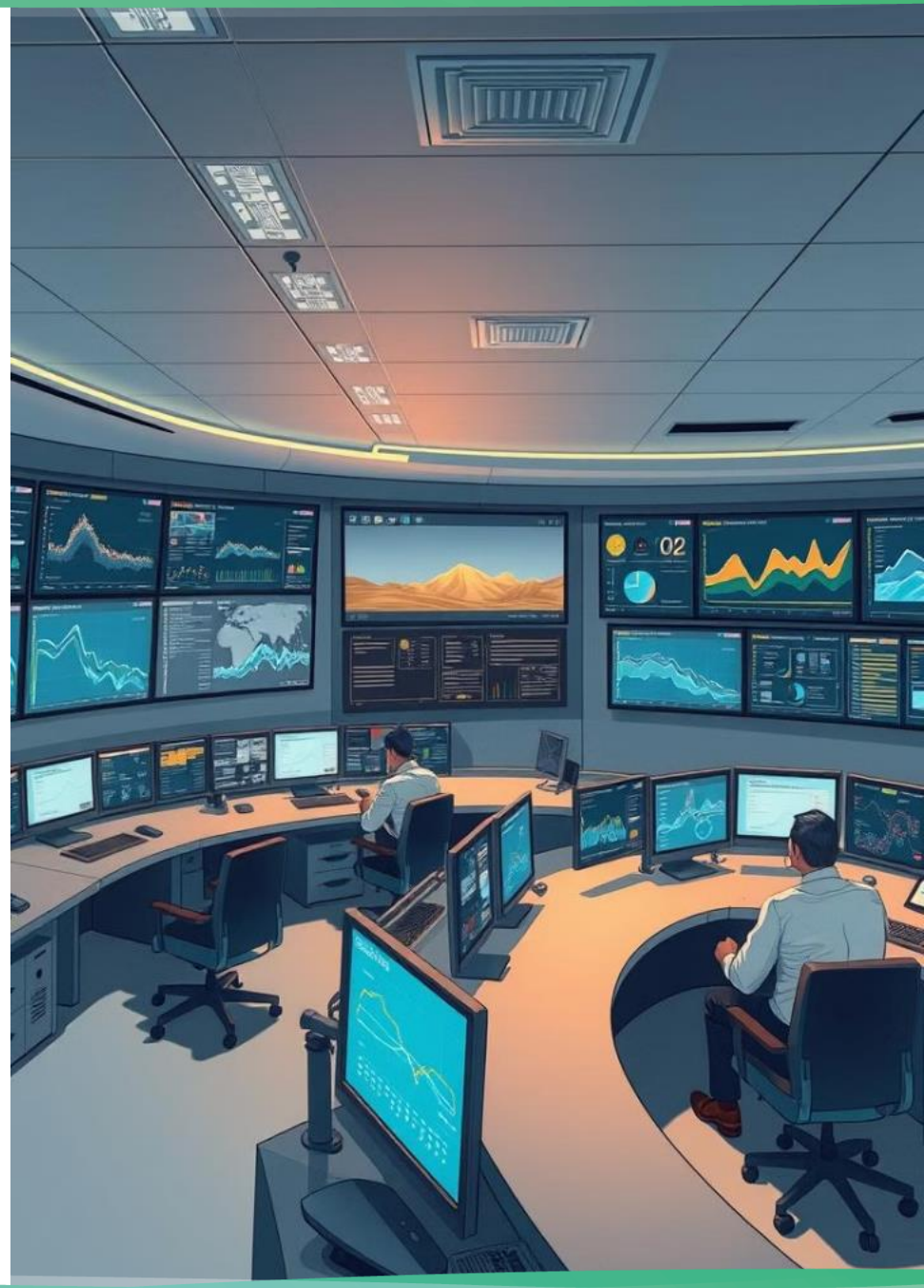


結論-現今應用情況

應用領域	效果	挑戰
洪水預警	提高監測精度	技術成本
河流管理	減少人力成本	數據準確性

不同的標準（重量）	定時放量法	浮動法	稀釋計量法	軌跡法	電流表	ADCP法	電磁法	堰法	水槽法	遙感	粒子影像測速
操作簡便 (2)	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
成本效益 (2)	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0
準確度 (2)	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2
時間效率 (2)	2	2	2	0	2	2	2	0	0	2	2
對環境的影響 (3)	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3
總重量	11	9	4	7	7	7	7	5	5	7	7

一個指數值被賦予一種方法來表示是否存在所需的質量，如果該方法沒有滿足該標準，則指數值為零。根據主觀的重要性，不同的標準被賦予了權重。最終分數是標準權重和特定標準方法指數值的乘積



結論-未來展望

無人機監測

無人機和智能感測器的應用正在改變河流監測的方式，提供更靈活和全面的數據收集能力。

自動化與大數據

自動化與大數據分析技術的發展使得河流監測更加高效和準確，能夠處理和分析大量複雜的數據。

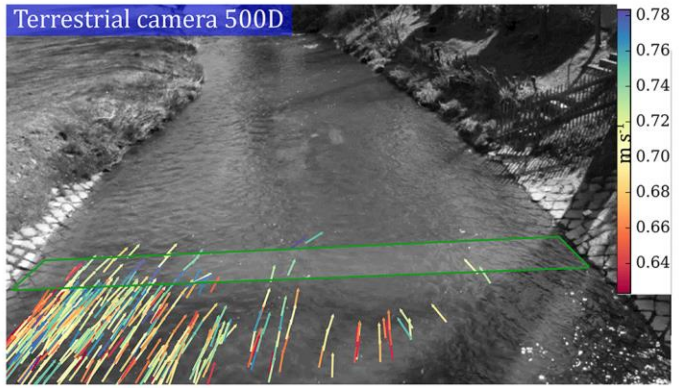
技術普及

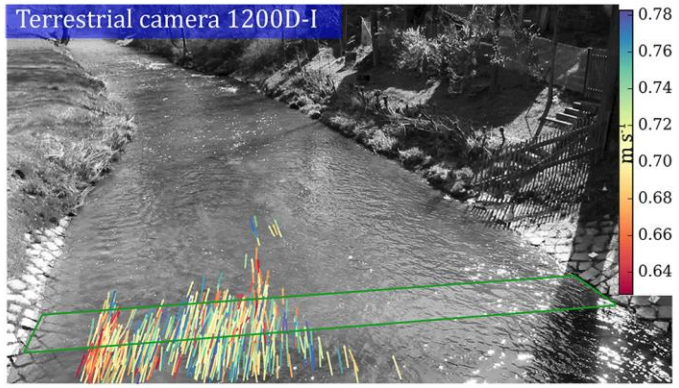
隨著技術的普及，監測設備的成本正在降低，使得更多地區能夠採用先進的河流監測系統。

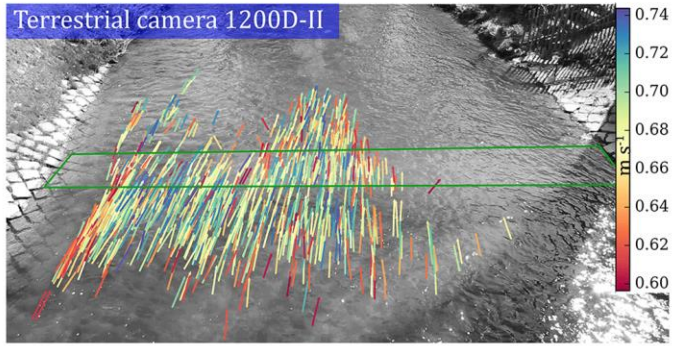
管理影響

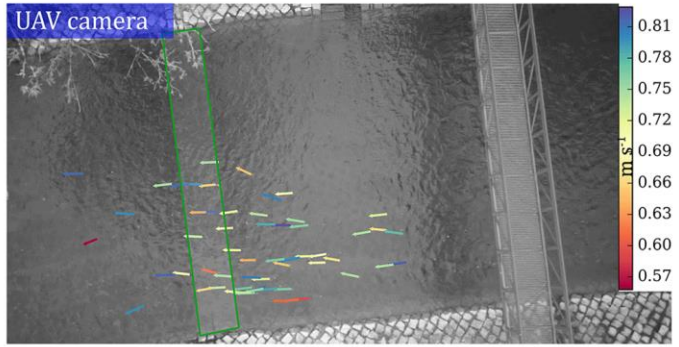
這些新技術對河流管理產生深遠影響，提高了預測準確性，優化了資源管理。

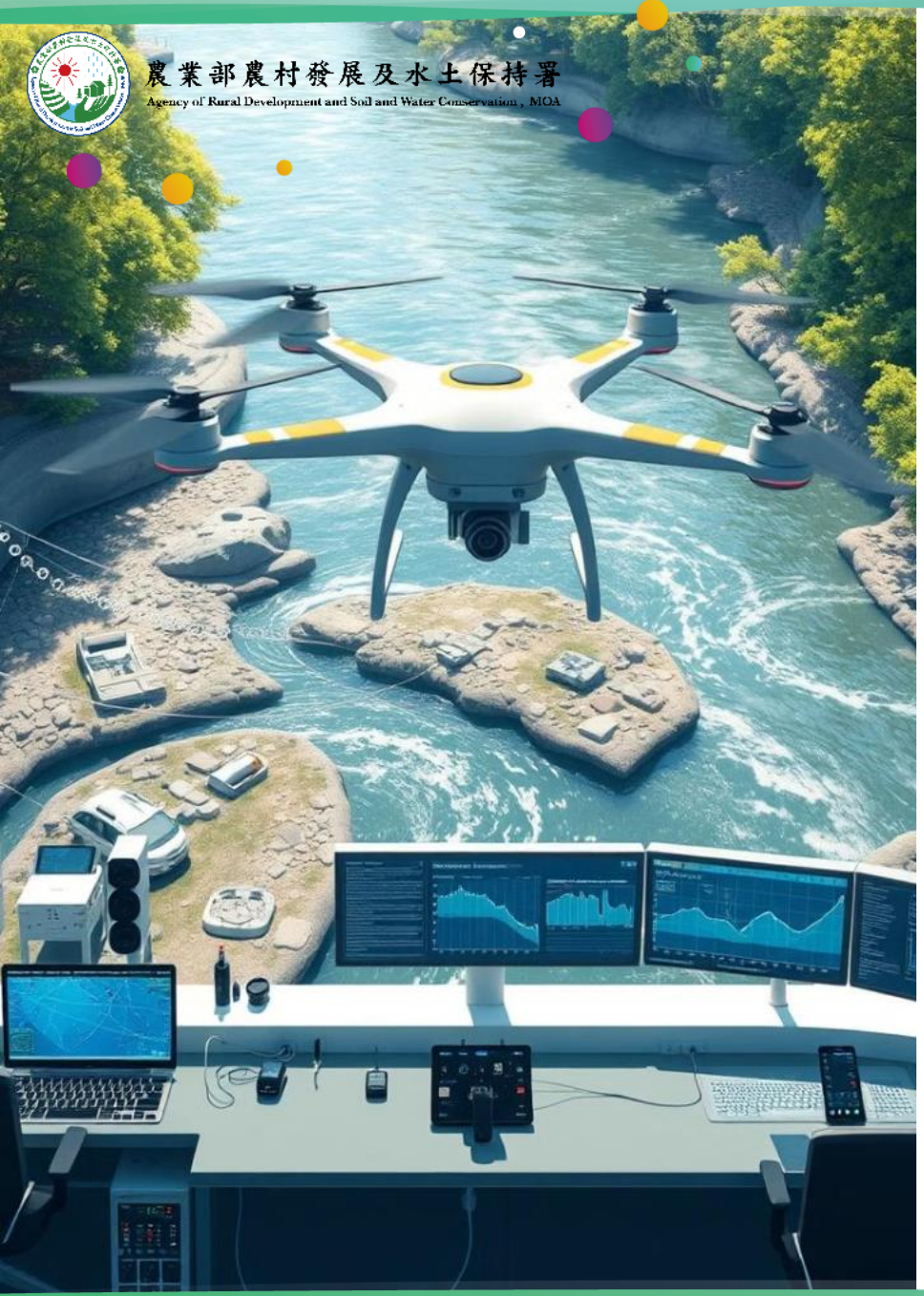
		Surface velocity difference ($m\,s^{-1}$)		
		Average	SD	Track count
Wesenitz	UAV camera	0.03	0.07	10
	500D	0.00	0.06	24
	1200D-I	0.02	0.07	56
	1200D-II	0.08	0.06	88
	Average	0.03	0.06	–











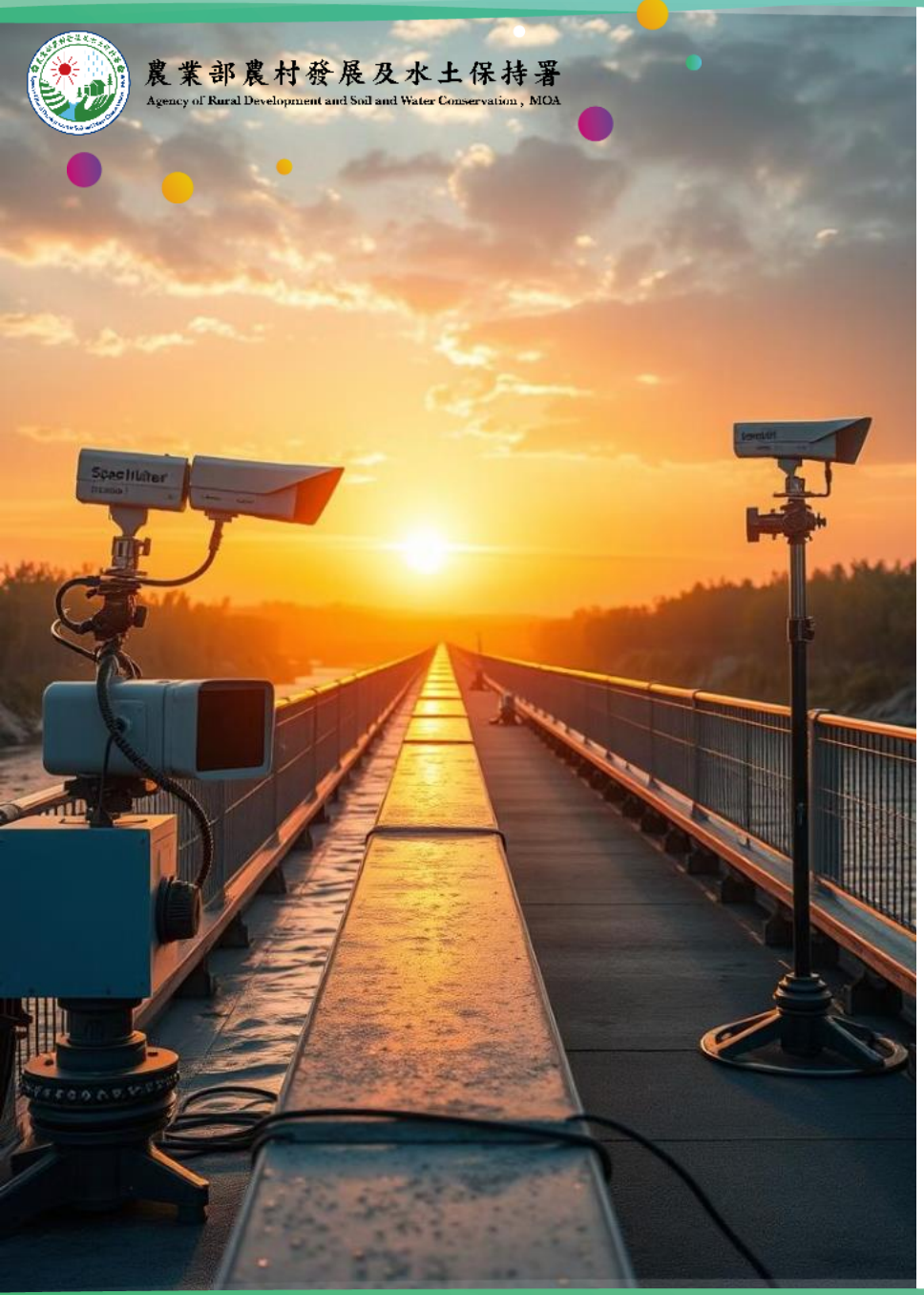
結語

1 水資源永續發展

永續發展的核心在於保護水資源(生態系統健康及氣候適應能力)，非接觸式流速量測的應用不僅能夠提供準確的監測數據，還能夠不干擾水體，減少污染。

2 持續學習

為了促進技術的應用和發展，持續學習和提高專業知識至關重要，包括理論學習和實踐操作。



參考文獻

- **MDPI Sensors. (n.d.). Special Issue on Non-Contact Sensing. Retrieved from 国土交通省 水管理・国土保全局. (2023). 非接触型流速計測法の手引き（案）. Retrieved from https://tech.ardswc.gov.tw/api/File/2049**
- Martelli, T., Colone, F., Tilli, E., & Di Lallo, A. (2016). Multi-Frequency Target Detection Techniques for DVB-T Based Passive Radar Sensors. *Sensors, 16*(10), 1594.
- US Geological Survey. (n.d.). Applications of Image-Based Flow Measurement. Retrieved from https://www.usgs.gov/river-flow-measurement
- Kobold Instruments. (n.d.). Challenges and Solutions in Flow Measurement Technology. Retrieved from https://www.kobold.com/flow-measurement-challenges
- European Rivers Network. (n.d.). Advances in Optical Flow Measurement for River Monitoring. Retrieved from https://www.europeanrivers.org/optical-flow-measurement
- Japan River News. (n.d.). Japan's River Flow Monitoring Systems Using Doppler Radar. Retrieved from https://www.japanrivernews.com/flow-monitoring
- Lee, J., & Smith, R. (2021). Non-Contact Water Level Measurement Techniques: A Comprehensive Review. *Journal of Hydrology, 587*, 124935. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.124935
- SpringerLink. (n.d.). Continuous Discharge Monitoring Using Non-Contact Methods. Retrieved from Q-Lean. (n.d.). Training and Professional Development in Non-Contact Measurement Technology. Retrieved from https://www.q-lean.com/articles/training-and-development-in-non-contact-measurement

報告完畢
敬請指教

