



台灣電源開發歷史文化研討會

台灣水力發電工程與建設

台灣電力公司 營建處

黃凱旋 處長

中華民國106年11月02日



台灣電力公司

誠信 關懷 創新 服務



壹、水力發電工程概述



貳、水力電廠開發歷程



參、近20年專案水力計畫



肆、未來水力發電計畫



伍、困境與展望

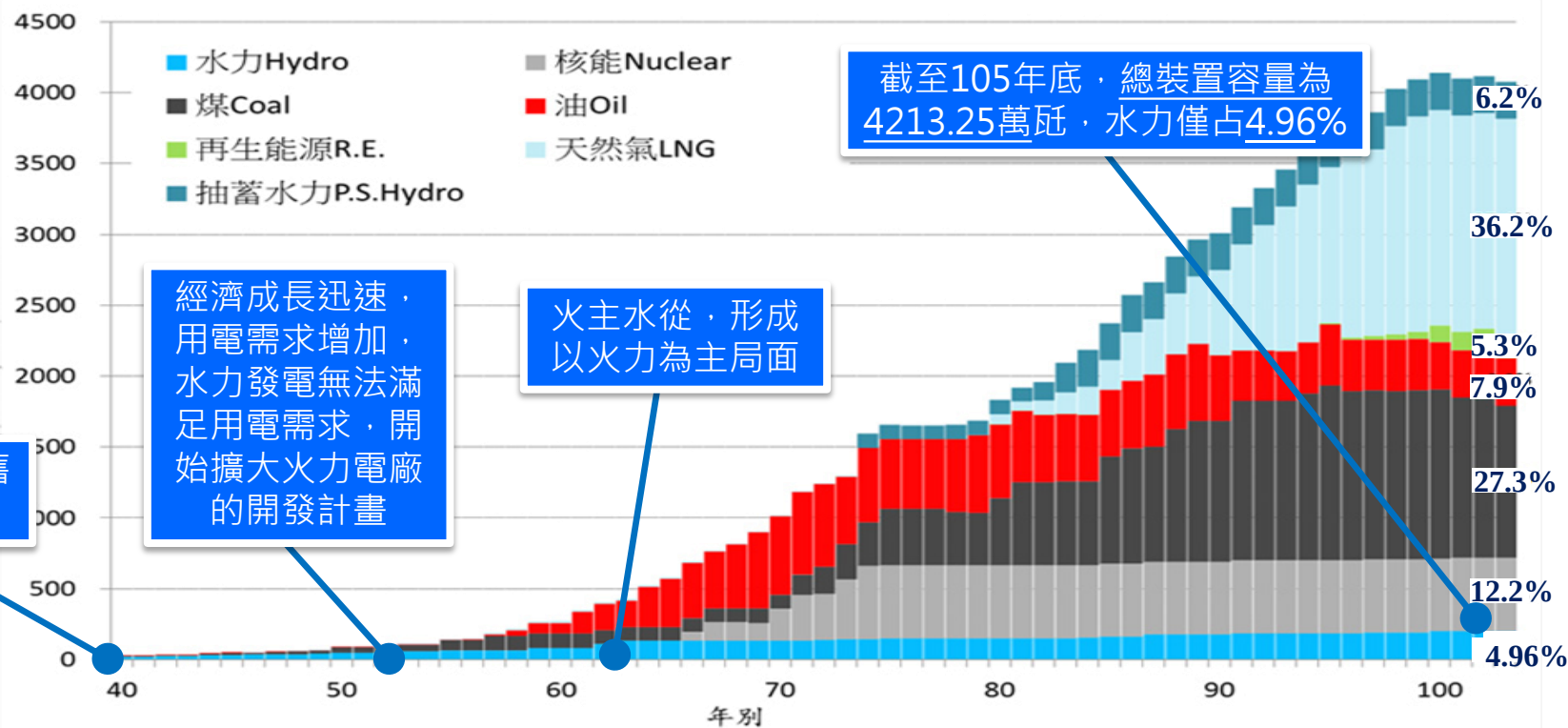


陸、從心改變

壹、水力發電工程概述



一、台電系統歷年裝置容量占比



接管修復期(民國34至43年)

「水主火從」

總裝置容量39.2萬瓩

水力占比84.3%

初步擴充期(民國44至53年)

「水火並重」

總裝置容量113萬瓩

水力占比55.6%

火力高度開發期(民國54至63年)

「火主水從」

總裝置容量435.8萬瓩

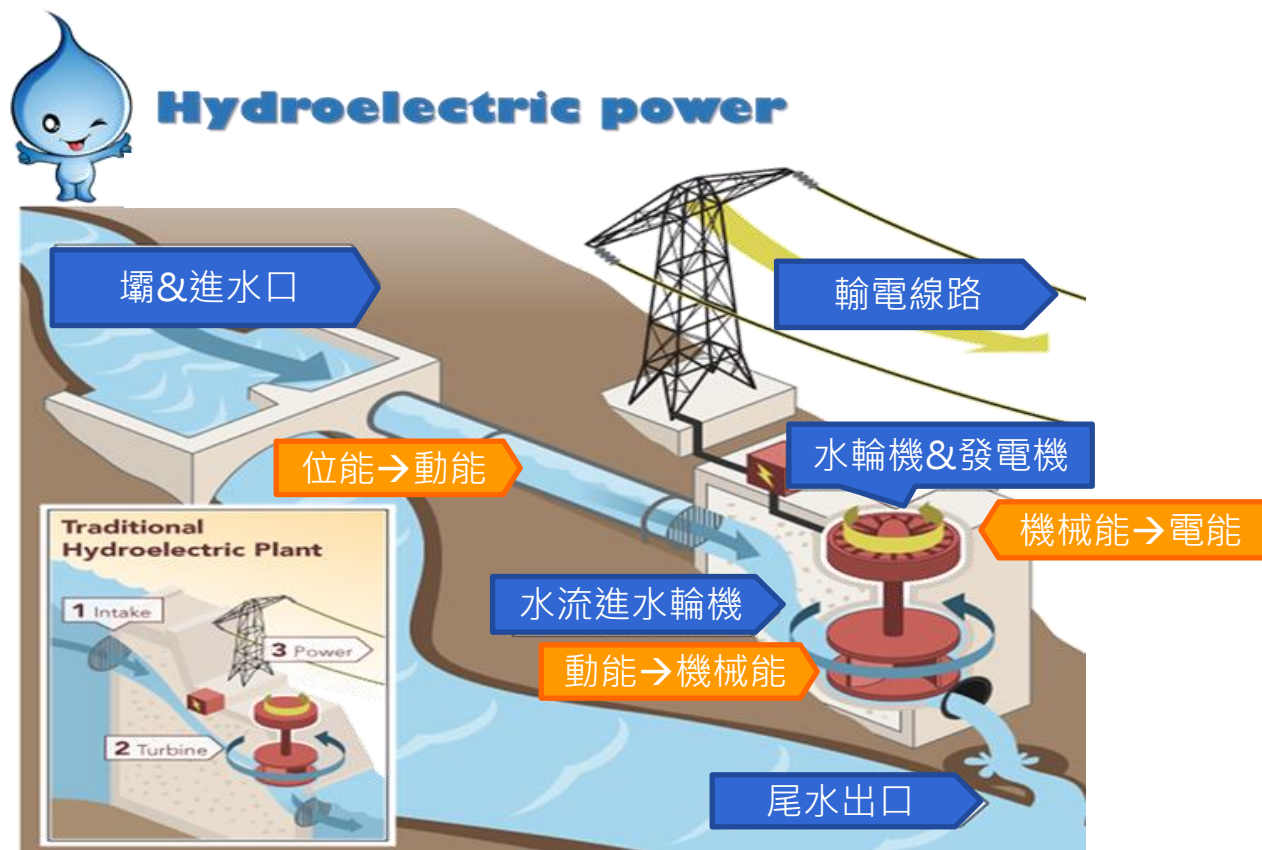
水力占比31.3%



二、發電原理

壹、水力發電工程概述

利用高低水位差，將位能轉換成動能，推動水輪機轉動發電機，轉變為電能(發電)。



三、水力發電類型

(一)慣常水力發電

壹、水力發電工程概述

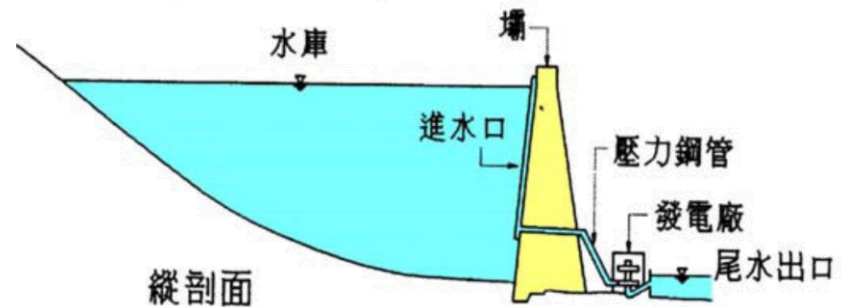
1.川流式發電廠

取水堰- 進水口- 取水路- 沉沙池- 水路- 前池- 壓力鋼管- 電廠- 尾水路



2.水庫式(調整池式)發電廠

水庫- 進水口- 壓力鋼管- 電廠- 尾水路



三、水力發電類型

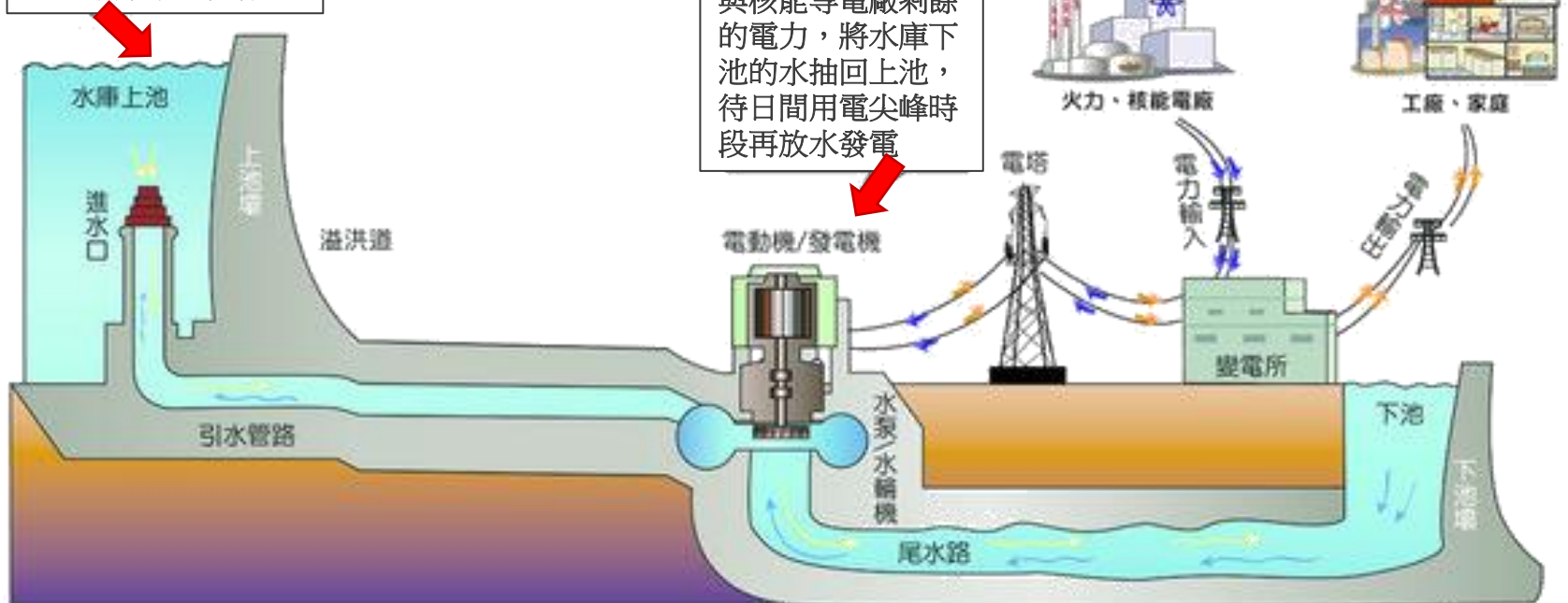
(二)抽蓄水力發電

壹、水力發電工程概述

上池- 進水口- 引水路(壓力鋼管)- 抽蓄電廠- 下池

日間至傍晚用電尖峰時段，將水庫上池的水放流至低處，推動水輪機帶動發電機產生電力；發電後的水引至水庫下池儲存

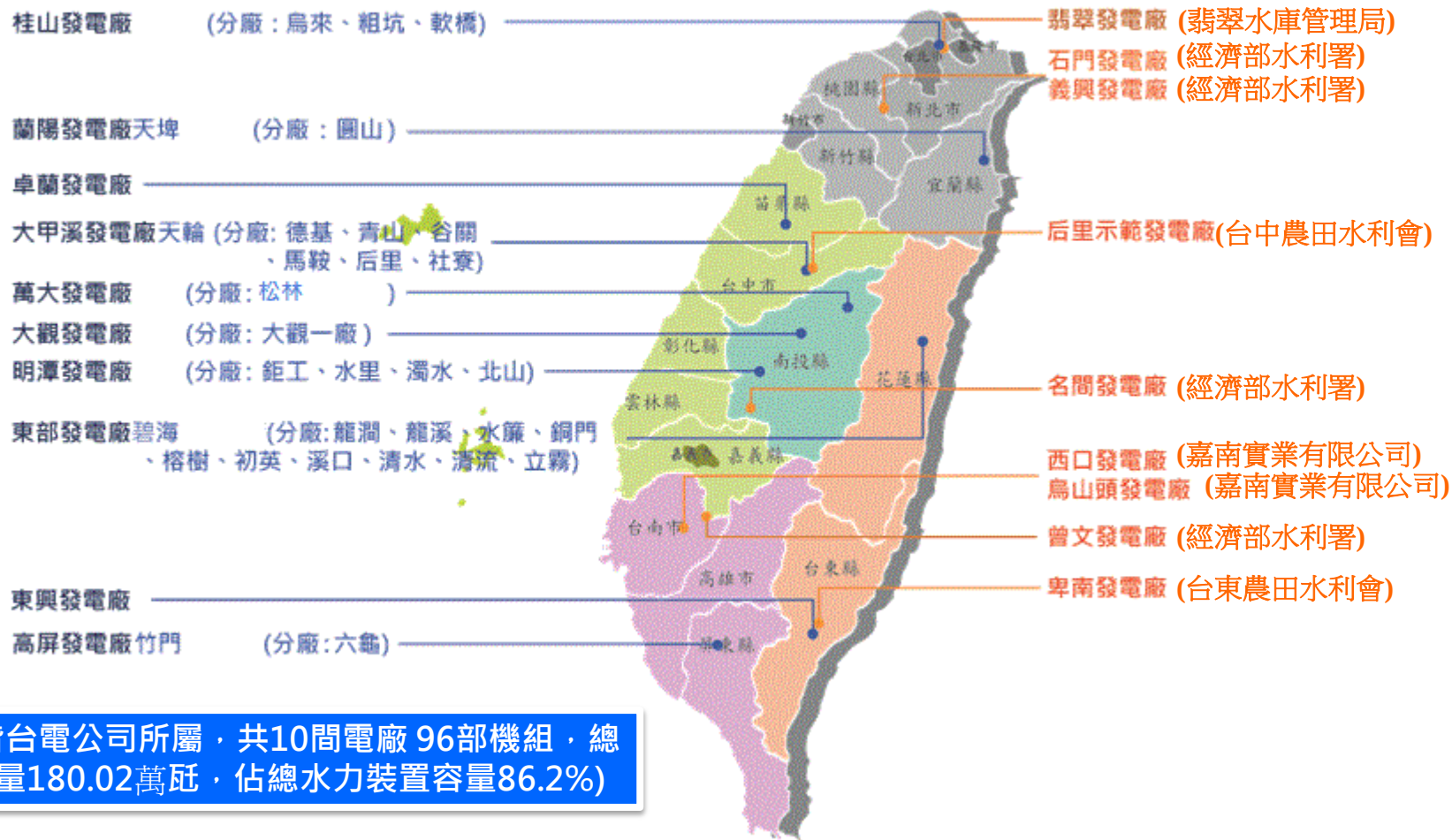
深夜時，利用火力與核能等電廠剩餘的電力，將水庫下池的水抽回上池，待日間用電尖峰時段再放水發電



四、國內水力發電廠分布圖

壹、水力發電工程概述

水力分布圖



五、水力發電工程特色

壹、水力發電工程概述

上山

踏勘

深入蠻荒，跋山涉水

(碧海水力)



在水力發電初期現勘、測量、地質鑽探、工程規劃，須進入崇山峻嶺之原始森林，同仁無法當天往返必須露宿野外。

遇峭壁激流無法通過時，以克難浮艇迂迴前進，途遇漩渦翻落冷冽激流中，幾乎滅頂一瞬間！



台灣電力公司

誠信 關懷 創新 服務

無路通達，自築棧道

(碧海水力)



為避免同仁冒險渡河危險，遂倚峭壁鑽孔搭設人行棧橋造福踏勘同仁，從此同仁即可行走人行棧橋，無需冒險渡河危險。

遁地

鑽掘



(新武界隧道貫通)



台灣電力公司

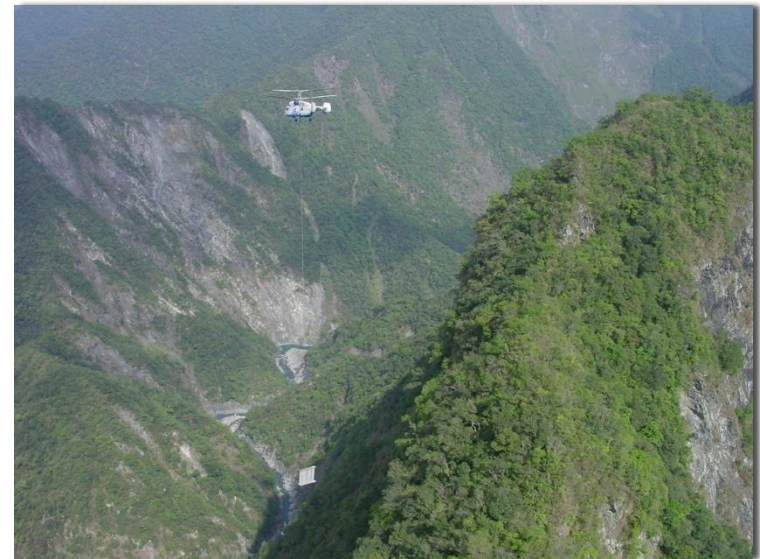
誠信 關懷 創新 服務

飛天

吊掛

直升機載運人機料

(碧海水力)



貳、水力電廠開發歷程

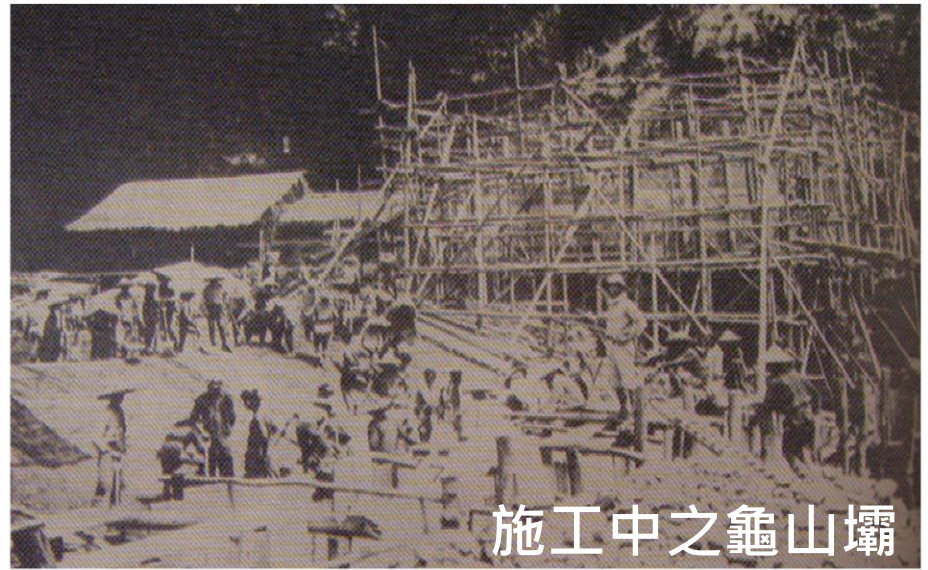


台灣第一座水力發電廠誕生-「龜山水力發電所」

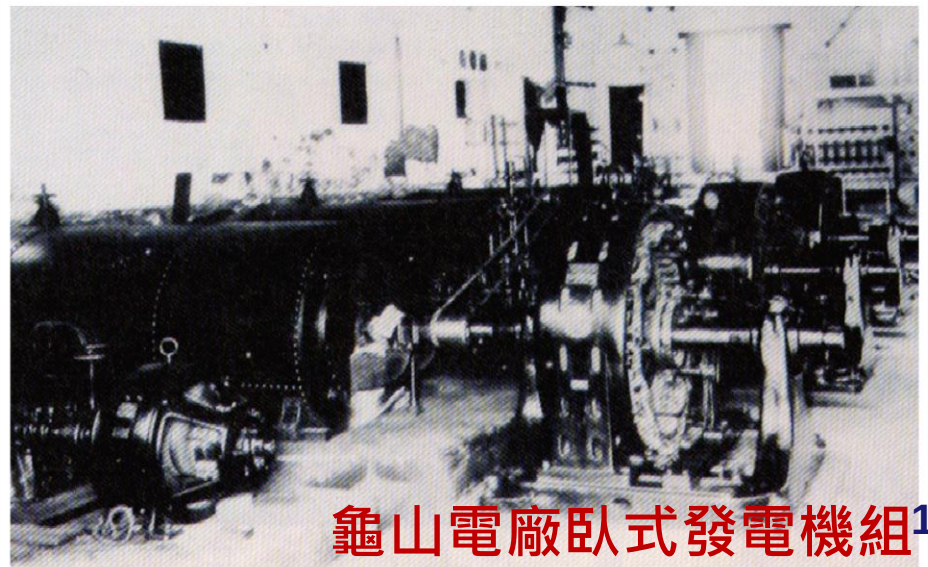
貳、水力發廠開發歷程

民國前7年(1905年)日人
興建龜山發電工程竣工。

該工程以劉銘傳留下之
龜山發電計畫為藍本，
裝置容量500瓩，為台
灣水力發電之先河。



施工中之龜山壩



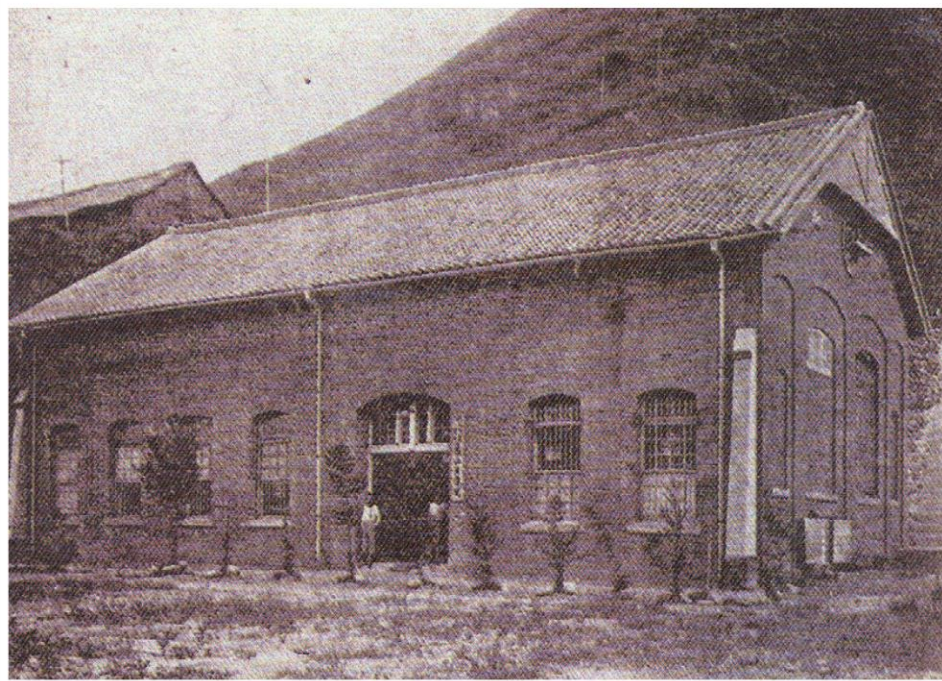
龜山電廠臥式發電機組¹⁴



台灣第一座水力發電廠誕生-「龜山水力發電所」

貳、水力發廠開發歷程

龜山電廠完工後輸電至古亭庄變電所，1905年8月24日傍晚，台北府前家用電燈大放光明，為台灣家用電燈啟用之始。



甫完工之龜山電廠



古亭庄變電所

(現今台北市南昌街郵政醫院附近)



台灣現存最古老的水力發電廠-「小粗坑發電所」

紅磚建造的外牆，斜面屋頂設有通風用的長型鐘樓式氣窗，造型優雅的古典式樣巴洛克風格建築



1909年完工之小粗坑發電所（今稱粗坑機組），是台灣目前仍在使用的最古老的電廠，民國90年土木技師公會等6個民間團體評選全國土木工程，獲選為『十大土木史蹟之一』。

1911年總督府-陸續興建3座水力發電廠

貳、水力發廠開發歷程



台北天送埤發電廠
(蘭陽電廠天埤機組)



台中后里庄發電廠



高雄土壟灣發電廠
(現稱高屏電廠六龜機組)

各電廠除台北、基隆、台中、台南、高雄等地為官營外其餘皆為民間經營。

1919年台灣電力株式會社成立

貳、水力發廠開發歷程

民國8年台灣電力株式會社成立，統籌台灣地區電力開發與經營。

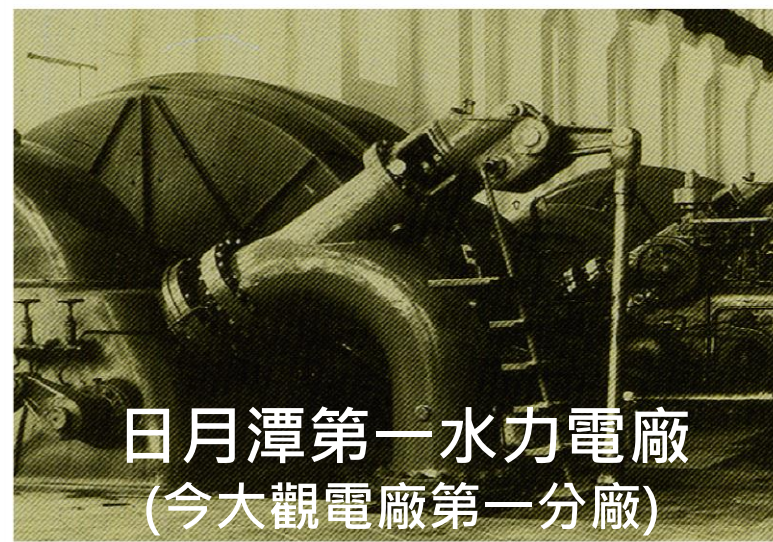


台灣電力株式會社
(今國防部博愛大樓所在地)

民國26年日月潭水力發電工程的完成，奠定了台灣電力的基礎。



日月潭水力進水口



日月潭第一水力電廠
(今大觀電廠第一分廠)

戰後修復時期(民國34至43年)-電源以水力為主

貳、水力發廠開發歷程

電源以水力開發為主，所完成之工程包括大觀、鉅工、清水、大南、武界、立霧、萬大等之修護；並完成烏來、天輪等電廠之未完工程。



戰後第一座國人自力完成的電廠-「烏來發電廠」

(民國40年完工)



戰後第一座由國人自有財力（中央政府撥款）接續日人完成興建的烏來發電廠，不僅顯示國人自力建設的本事，也贏得美援貸款當局對國人工程技術的信心，在我國電力建設史上意義重大。

谷關發電廠

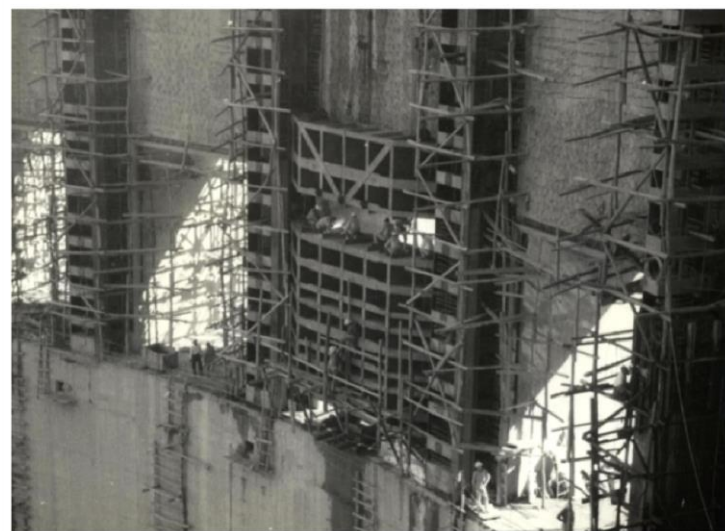
(民國50年完成第1、2部機商轉)

(民國55年完成第3、4部機商轉)

裝置容量4@45MW=180MW



與電廠搭配之谷關壩也與發電廠同時開工，為台灣電力公司第一座自行建造的拱型壩。



台灣最大的慣常水力發電廠-「青山電廠」

(民國59年完工)



位於臺中市和平區，地下廠房結構為大甲溪流域各廠中規模最大者，為臺灣最大的慣常水力發電廠。發電後尾水則經由尾水隧道注入谷關水庫中。



台灣第一座抽蓄式水力發電廠-「大觀二廠」

(民國73年第一部機組併聯發電)

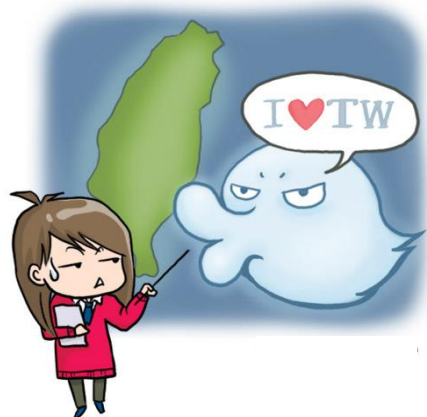


70年代，因應核能及大型燃煤基載機組的陸續運轉，推動抽蓄水力發電工程，陸續完成**大觀二廠(又稱明湖抽蓄水力發電廠)**及明潭發電廠抽蓄機組，合計裝置容量達260萬瓩。而後陸續完成新天輪發電廠、卓蘭水力發電廠等水利工程。



民國88至105年

災害與重建



88年921集集大地震後，各河流上游土石鬆動，加上後續桃芝、艾利、敏督利等颱風帶來大雨後，造成大甲溪谷關及青山分廠遭大水入侵，機電設備毀損，台電公司有鑒於水力發電是潔淨的再生能源，具有節能減碳及溫室氣體排放減量的功能，積極復建谷關及青山分廠，民國97年完成谷關分廠復建，民國104年底完成青山分廠復建。

參、近20年專案水力發電計畫



參、近20年專案水力發電計畫

計畫名稱	商轉日期	流域	預算	裝置容量
谷關分廠復建計畫	97年10月 已完工	大甲溪	92億	21.78萬瓩 (4@5.445萬瓩)
碧海水力發電計畫	100年12月 已完工	和平溪	165億	6.12萬瓩 (1@6.12萬瓩)
萬松水力發電計畫	101年12月 已完工	濁水溪	84億	4.06萬瓩 (1.97+2.09萬瓩)
青山分廠復建計畫	104年12月 已完工	大甲溪	173億	36.8萬瓩 (4@9.2萬瓩)



一、大甲溪電廠谷關分廠復建計畫

參、近20年專案水力發電計畫

民國90年受『桃芝颱風』重創全台

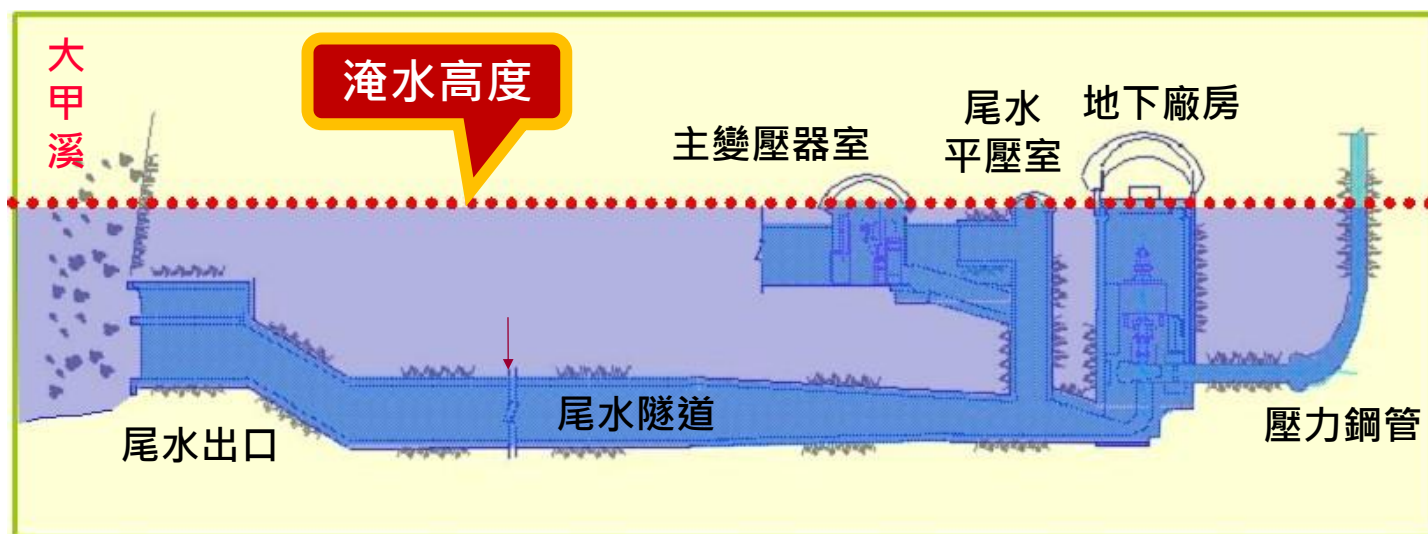


一、大甲溪電廠谷關分廠復建計畫

參、近20年專案水力發電計畫

(一)主要災損情形

- ◆發變電設備全部浸水
- ◆廠區滲漏水量遽增
- ◆廠房吊橋遭土石流沖毀



一、大甲溪電廠谷關分廠復建計畫

參、近20年專案水力發電計畫

尾水出口河床水位變動情形



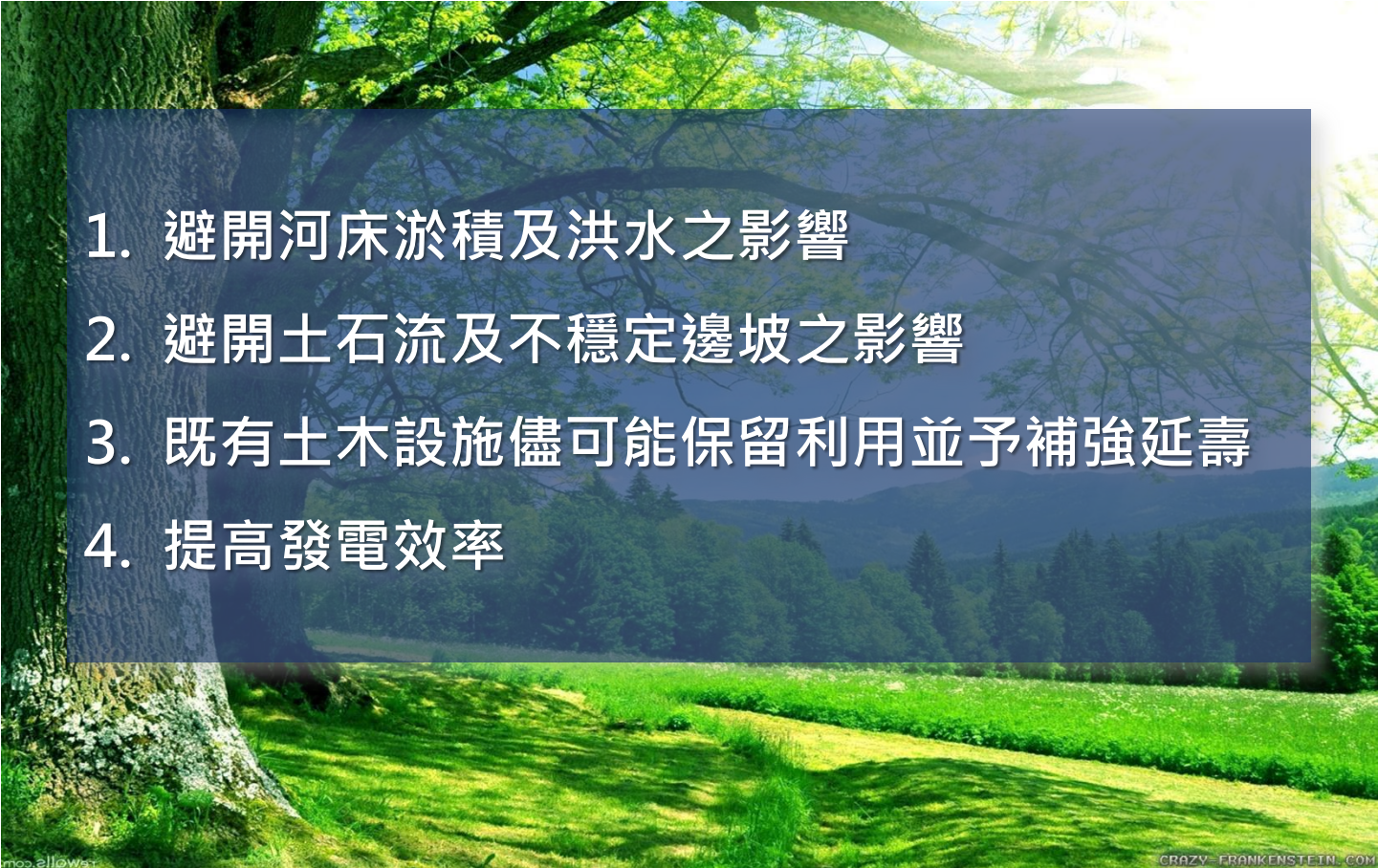
谷關分廠地下廠房淹水 發電機組嚴重受損



一、大甲溪電廠谷關分廠復建計畫

(二)復建原則

參、近20年專案水力發電計畫

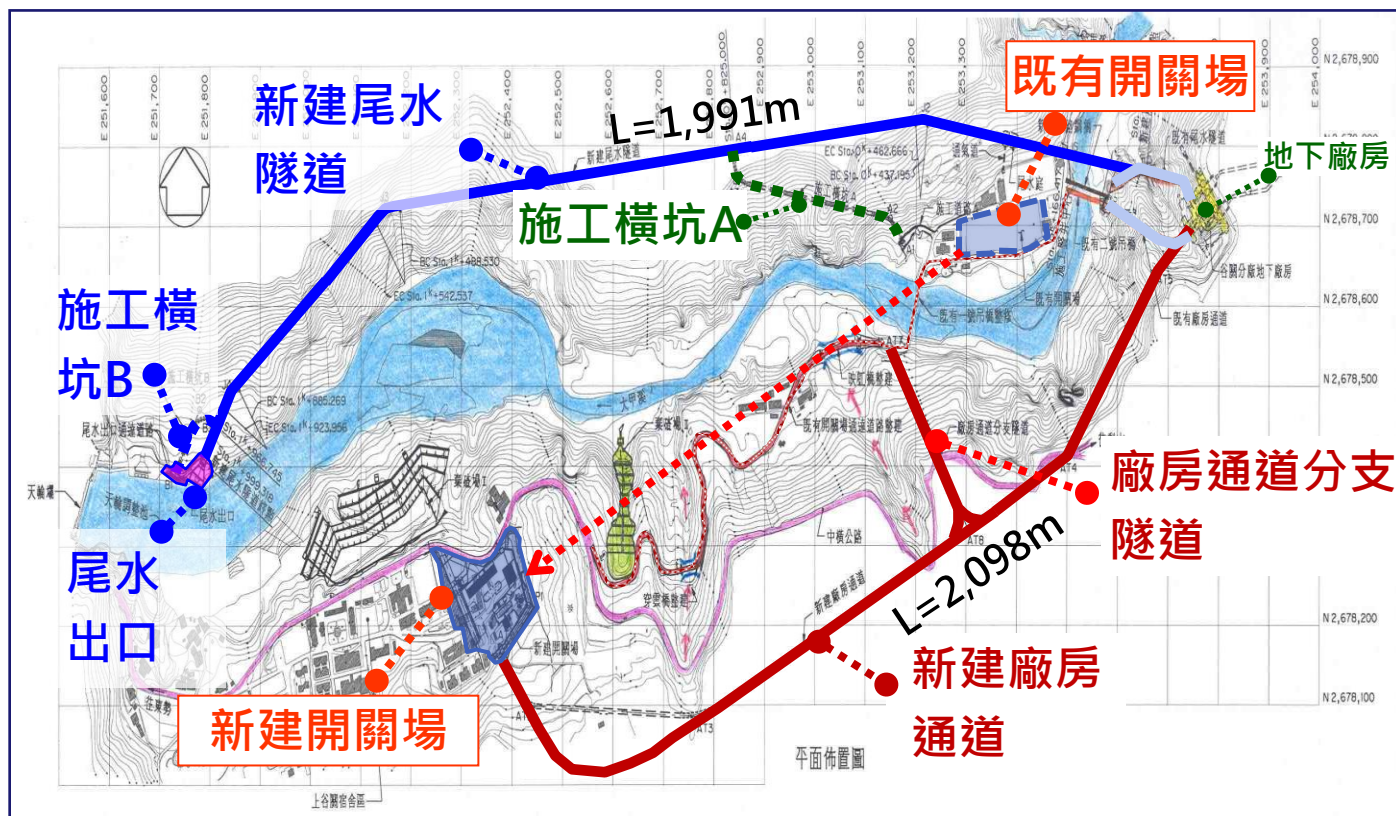
- 
1. 避開河床淤積及洪水之影響
 2. 避開土石流及不穩定邊坡之影響
 3. 既有土木設施儘可能保留利用並予補強延壽
 4. 提高發電效率



一、大甲溪電廠谷關分廠復建計畫

(三)復建平面配置圖

參、近20年專案水力發電計畫



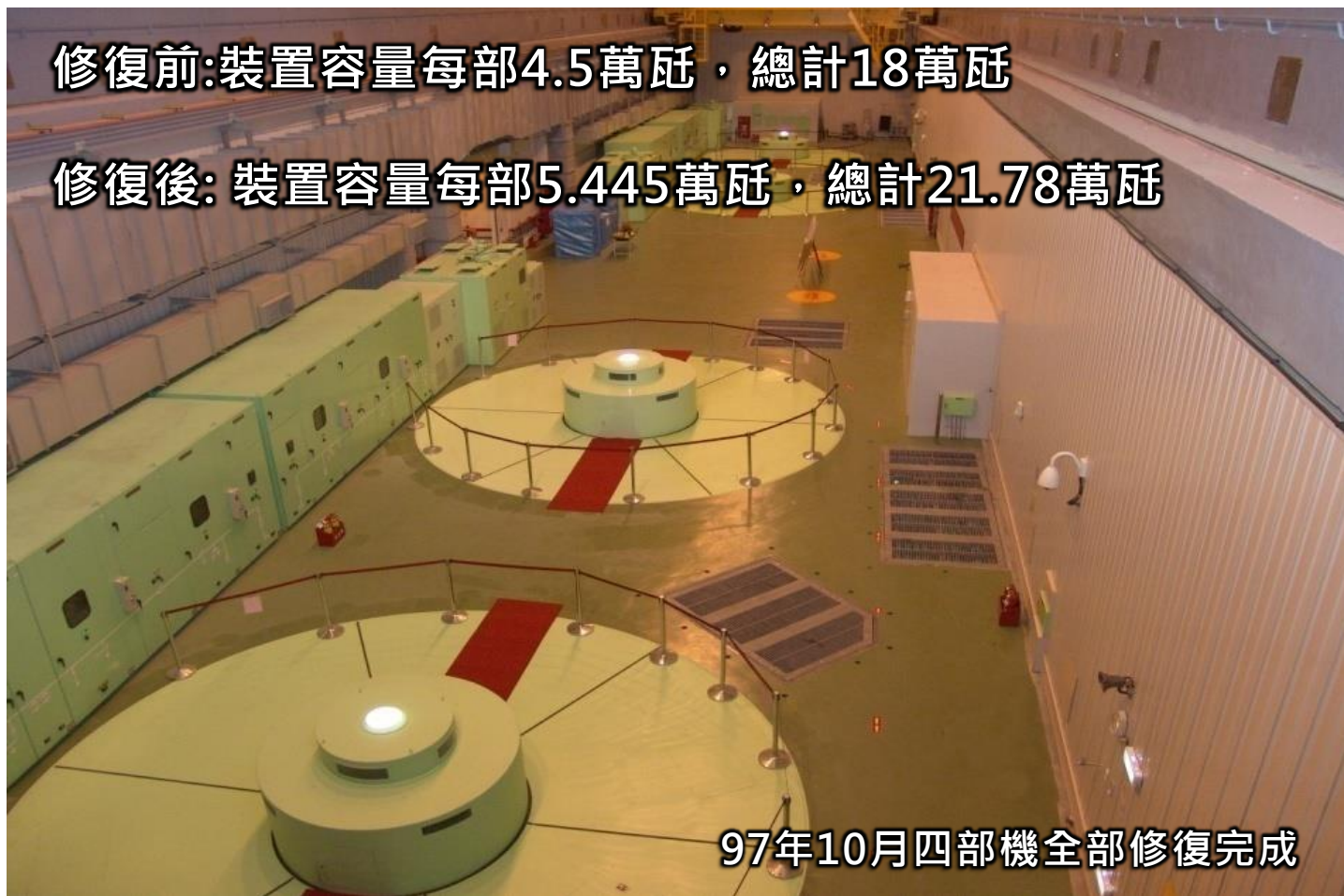
(四)復建完成圖

參、近20年專案水力發電計畫

復建完成的谷關分廠地下廠房

修復前:裝置容量每部4.5萬瓩，總計18萬瓩

修復後:裝置容量每部5.445萬瓩，總計21.78萬瓩



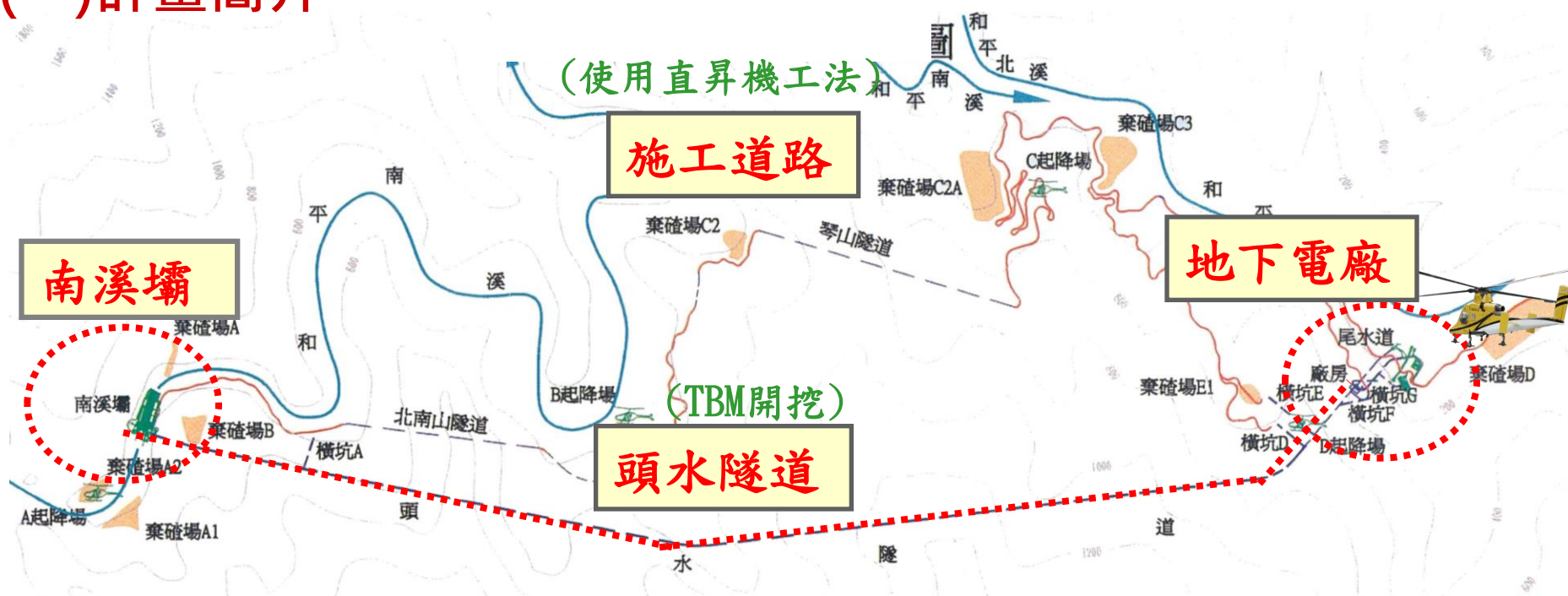
97年10月四部機全部修復完成



二、碧海水力發電計畫

(一)計畫簡介

參、近20年專案水力發電計畫

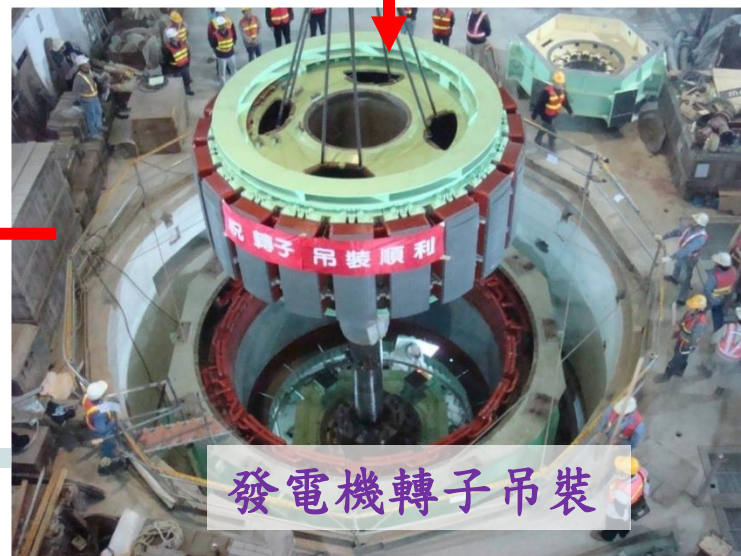
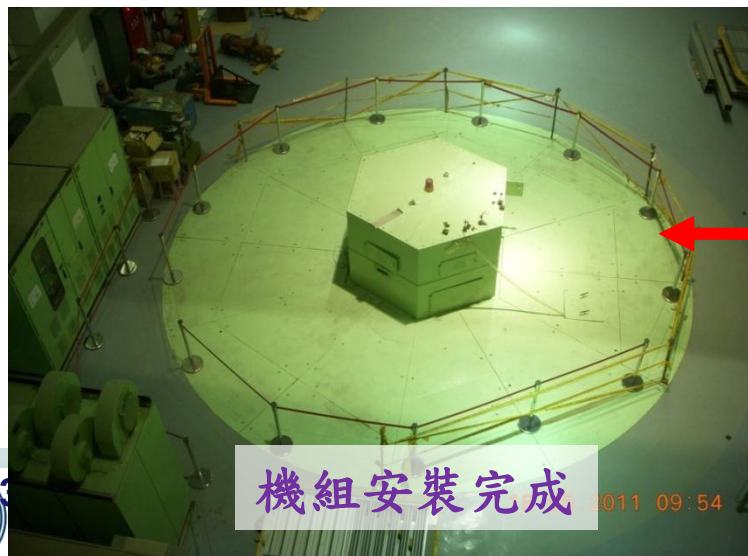
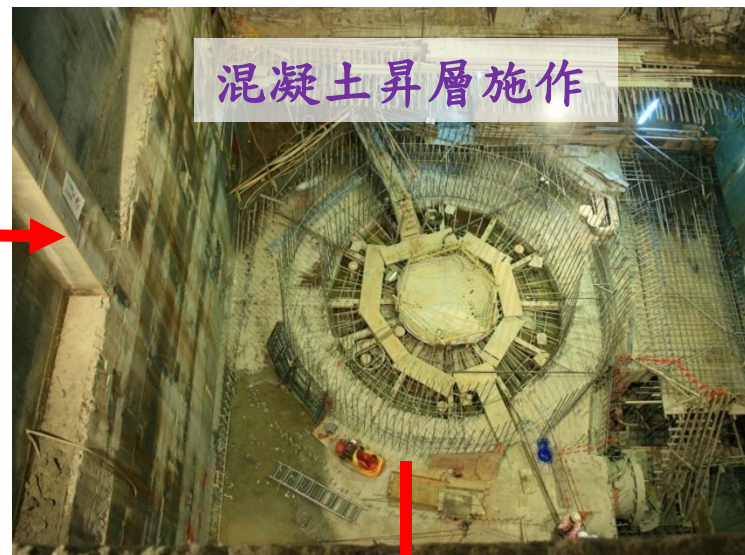


1. 施工道路:28公里(新建18公里，改善10公里)(使用直昇機工法)
2. 南溪壩:混凝土重力壩乙座(壩高42公尺，壩頂長120公尺)
3. 頭水隧道:壓力隧道(長6,549公尺，內徑2.7公尺)(部分使用TBM開挖)
4. 地下電廠:長27公尺、寬16公尺，高36公尺
5. 水輪發電機組:豎軸Pelton式乙部，裝置容量61,200瓩

二、碧海水力發電計畫

參、近20年專案水力發電計畫

(二)建廠施工歷程



二、碧海水力發電計畫

(三)建廠完成

參、近20年專案水力發電計畫

地下廠房通道洞口



開關場161KV GIS



100年12月10日按鈕典禮



台灣電力公司

誠信 關懷 創新 服務

三、萬大電廠擴充及松林分廠計畫

(一)計畫簡介

參、近20年專案水力發電計畫

松林分廠

- ①攔河堰(堰高14m，堰長34.6m)
- ②頭水隧道(長4.7km，內徑4.6m)
- ③前池(長36m，寬21m，有效容量7500m³)
- ④廠房(長36.1m，寬14.7m，高32.4m)
- ⑤尾水隧道
- ⑥總裝置容量2.09萬瓩
(#1機1.82萬瓩，#2機0.27萬瓩)

萬大#4機組

- ①進水口
- ②頭水隧道(長61.1m，內徑2.7m)
- ③壓力鋼管(長283.4m，內徑2.4m)
- ④廠房(長25m，寬14m，高33m)
- ⑤尾水隧道
- ⑥裝置容量(1.97萬瓩)



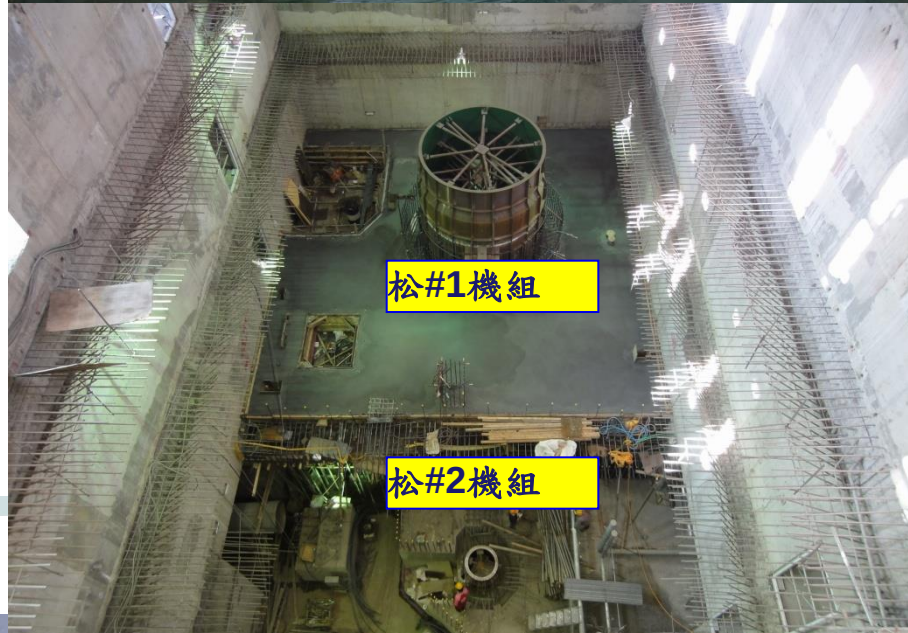
(二)建廠施工歷程

1. 萬大#4機組施工概況



(二)建廠施工歷程

2. 松林分廠施工概況



(三)建廠完成

松林分廠攔河堰



萬大#4廠房



完工典禮



四、青山分廠復建計畫

參、近20年專案水力發電計畫

93 年敏督利颱風造成豪大雨重創中南部

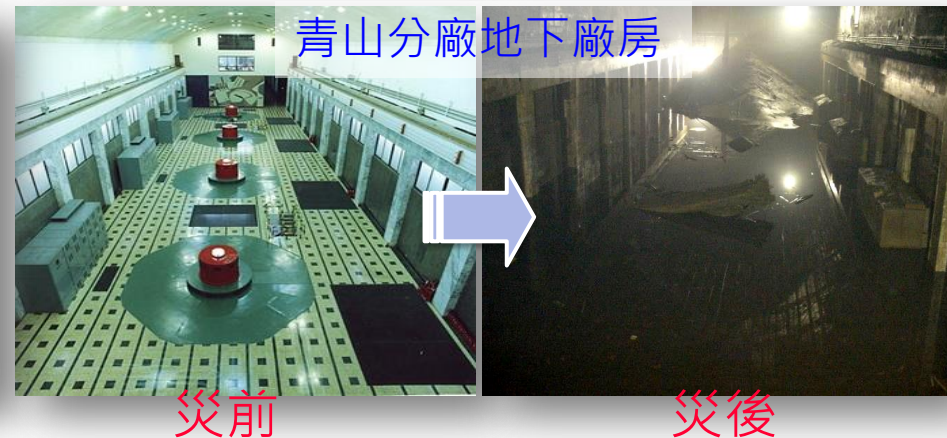


四、青山分廠復建計畫

參、近20年專案水力發電計畫

(一)主要災損情形

- ◆發變電設備浸水受損、辦公區入口青山橋沖毀。
- ◆開關場區微波機房、修理工廠及尾水出口遭土石埋沒。



青山分廠大門



災前

災後

青山分廠開關場



青山分廠地下廠房



災前



災後

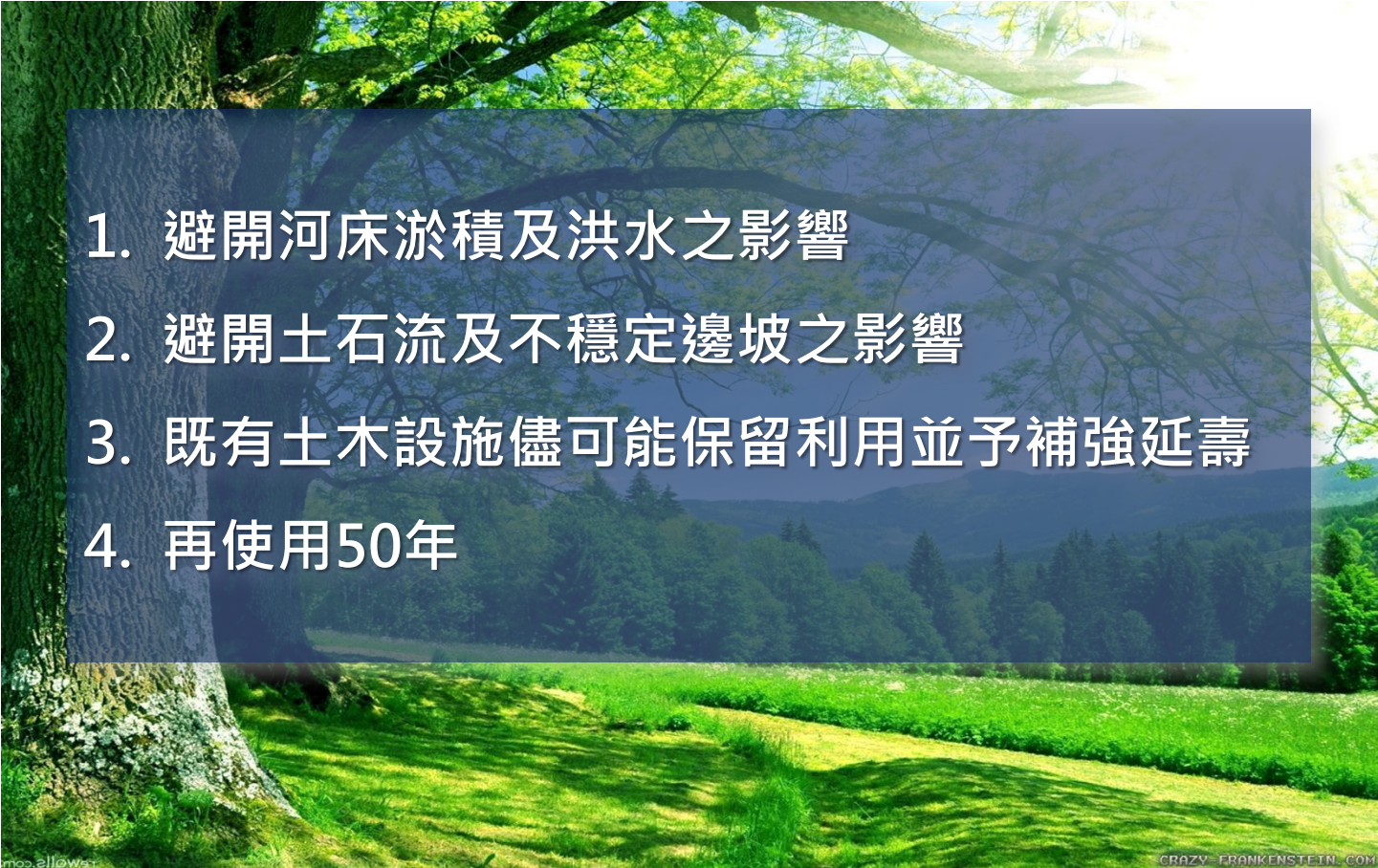
台8甲線5K+500



四、青山分廠復建計畫

參、近20年專案水力發電計畫

(二)復建原則

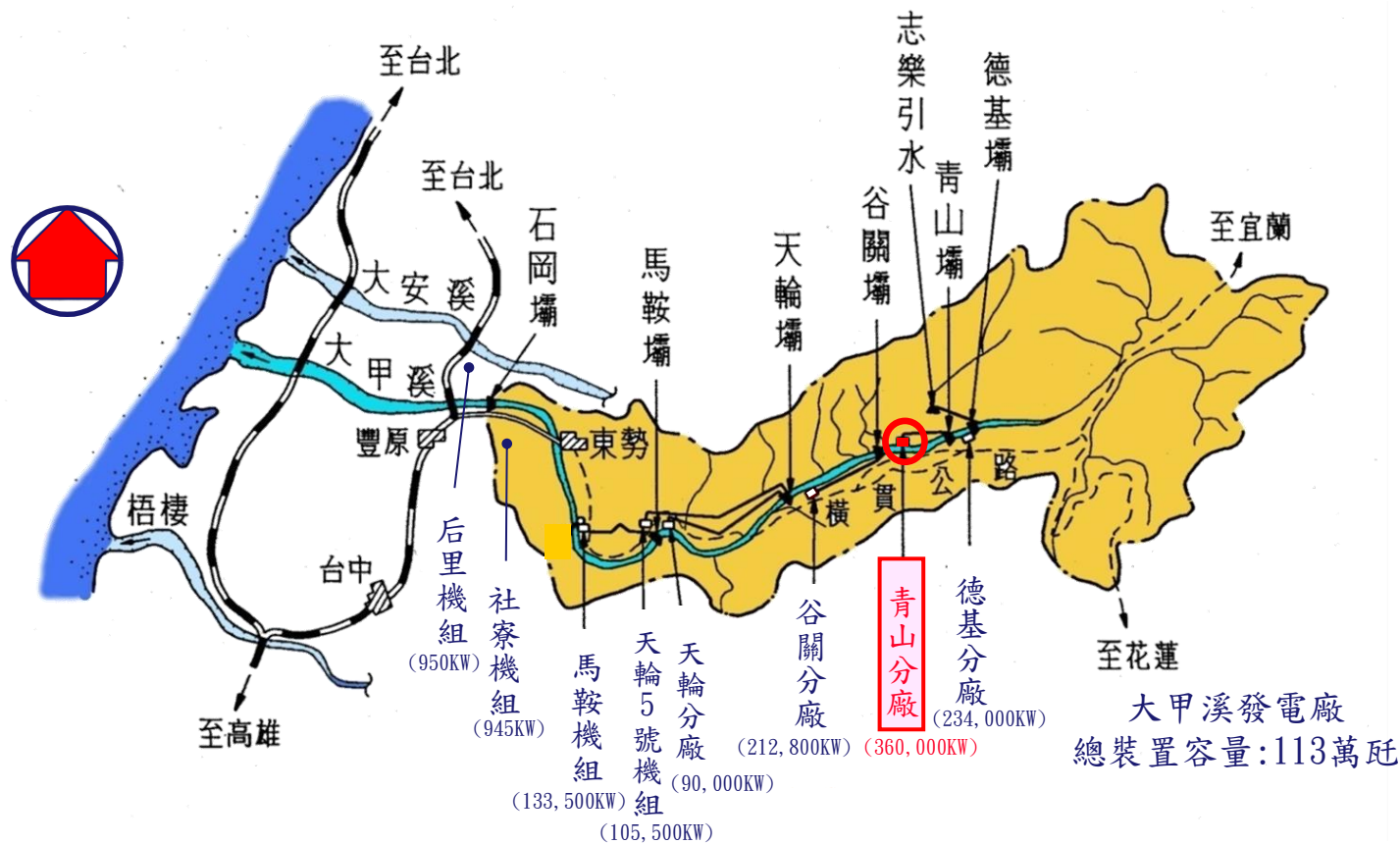
- 
1. 避開河床淤積及洪水之影響
 2. 避開土石流及不穩定邊坡之影響
 3. 既有土木設施儘可能保留利用並予補強延壽
 4. 再使用50年



四、青山分廠復建計畫

(三)復建平面配置圖(1/2)

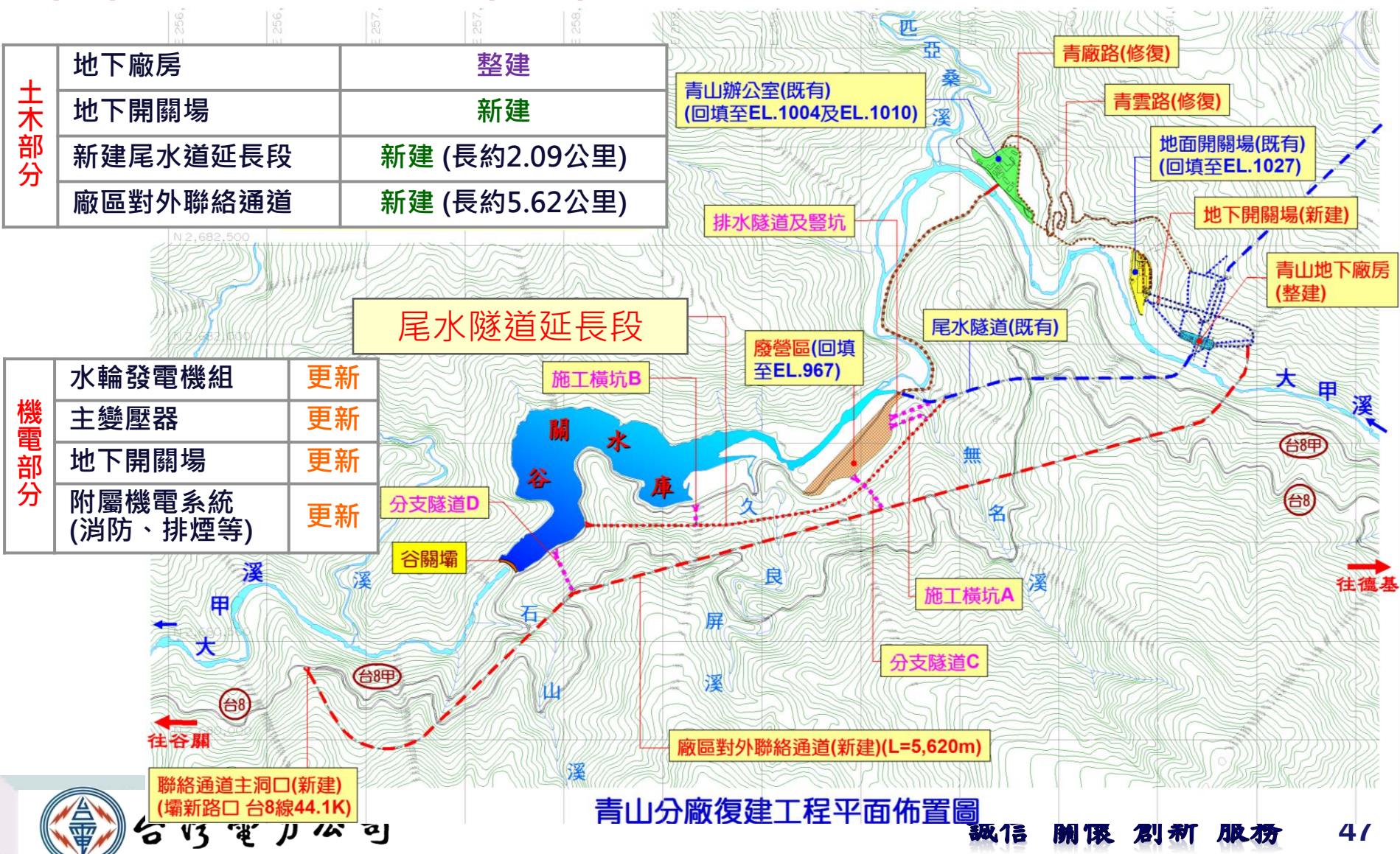
參、近20年專案水力發電計畫



四、青山分廠復建計畫

(三)復建平面配置圖(2/2)

參、近20年專案水力發電計畫



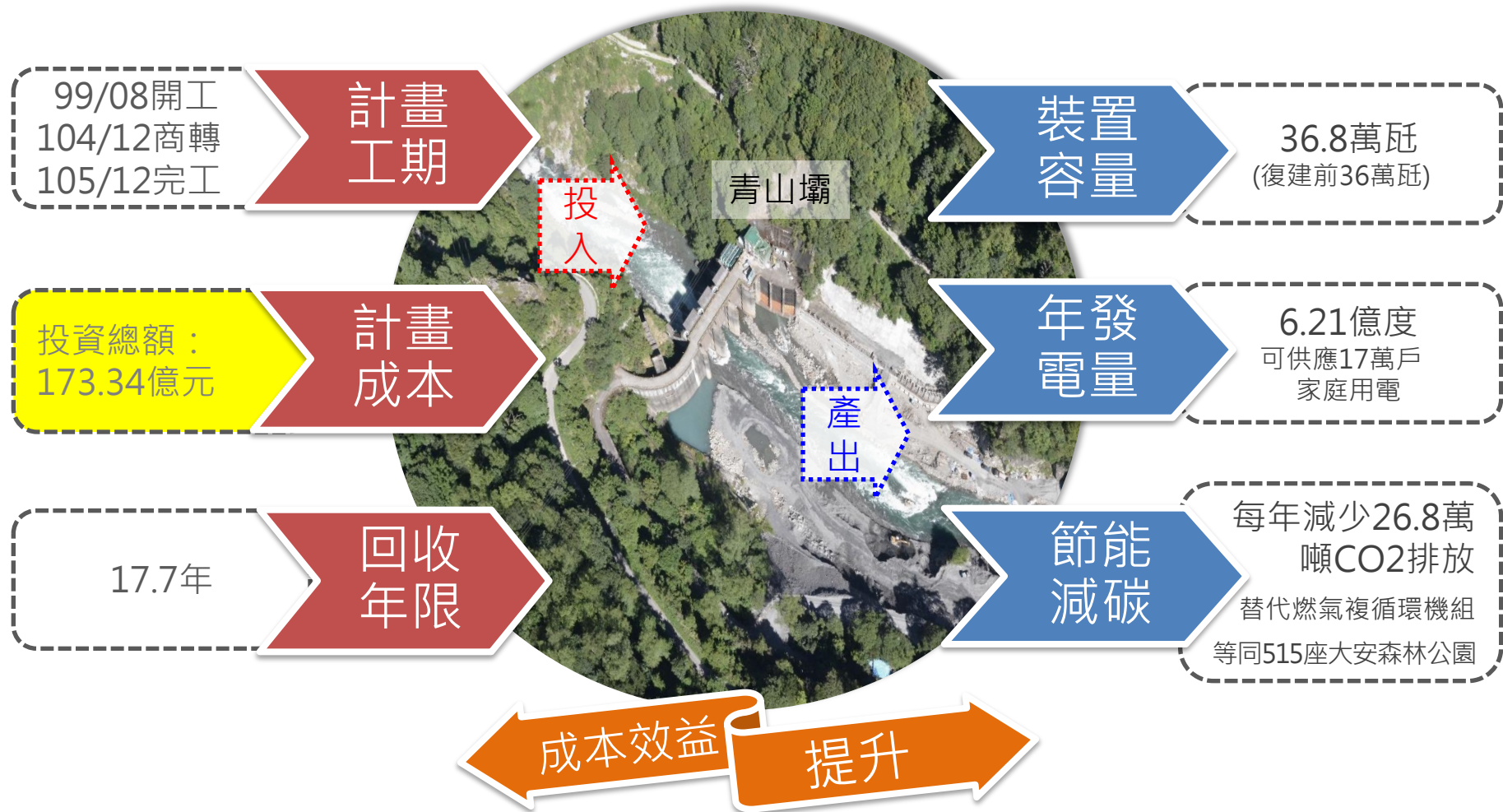
台灣電力公司

誠信 關懷 創新 服務

四、青山分廠復建計畫

(四)計畫效益

參、近20年專案水力發電計畫



四、青山分廠復建計畫

(五)挑戰與突破

克服惡劣地質及湧水完成台灣地區第二長公路隧道開挖：

新建廠區對外聯絡通道長達5,684公尺，是目前台灣地區第二長之公路隧道，僅次於雪山隧道。隧道全線分成五個工作面同時進行開挖，在民國99年10月1日開工，歷經1357天(約4年)日夜不分的日子，克服惡劣地質及大量湧水等層層困難，終在103年7月7日全線開挖貫通，較預定時程103年10月31日提前3.8個月，大幅減少交通中斷之影響。



四、青山分廠復建計畫

(六)復建完成

復建完成的青山分廠地下廠房

修復前:裝置容量每部9萬瓩，總計36萬瓩

修復後:裝置容量每部9.2萬瓩，總計36.8萬瓩

104年12月四部機全部商轉

2016.04.21



肆、未來水力發電計畫



肆、未來水力發電計畫

一、慣常新興水力計畫

開發以「先東後西」為原則，東部水力發電潛能約673MW

水力計畫	可行性研究	工程施工
萬里計畫(49MW)	104年7月~報經濟部中	(二階環評中)

二、全面積極推動小型/微型水力機組

小水力計畫	可行性研究	工程施工
鯉魚潭水庫 (1@4MW=4MW)	104年7月~105年4月	106年10月
湖山水庫 (1@1950KW=1950KW)	104年7月~106年9月	107年09月
集集攔河堰南岸2 (2@1750KW=3500KW)	105年7月~106年9月	107年09月



三、水力發電未來-持續開發

國內自產
珍貴能源

快速啟動
全黑啟動
穩定頻率
尚待開發

未來趨勢

技術自主
可供輸出

規劃設計
施工監造
機組安裝
運轉維護

結合觀光
知性之旅

結合電廠開發歷史，
促進當地休閒觀光產業。



伍、困境與展望





困境

水力開發日益困難

民意高漲
須溝通協調

→ 環保意識及民意高漲，常有抗爭事件，影響計畫之推動。

土地限制
法規需鬆綁

→ 許多小水力資源位於國家公園或限制開發區域，在法規未鬆綁或土地主管機關無支持水力發電之意願時，難以開發。



未來工程的展望：

為滿足長期負載預測需求及彌補未來發電機組陸續屆齡退休減少之容量，未來十年公司水力電源開發計畫為：

- ◆ 萬里水力
- ◆ 鯉魚潭水庫小水力
- ◆ 湖山水庫小水力
- ◆ 集集攔河堰小水力



陸、從心改變

一、降低成本，創造價值

二、友善環境

三、用心工程品質

四、推廣人文藝術



一、降低成本，創造價值



採用價值工程分析成本，規劃最佳方案

1. 針對執行中之標案，發揮「價值工程」精神，降低成本，提升投資效益。
2. 以發電計畫整體生命週期之效益作為施工規劃的考量。



二、友善環境



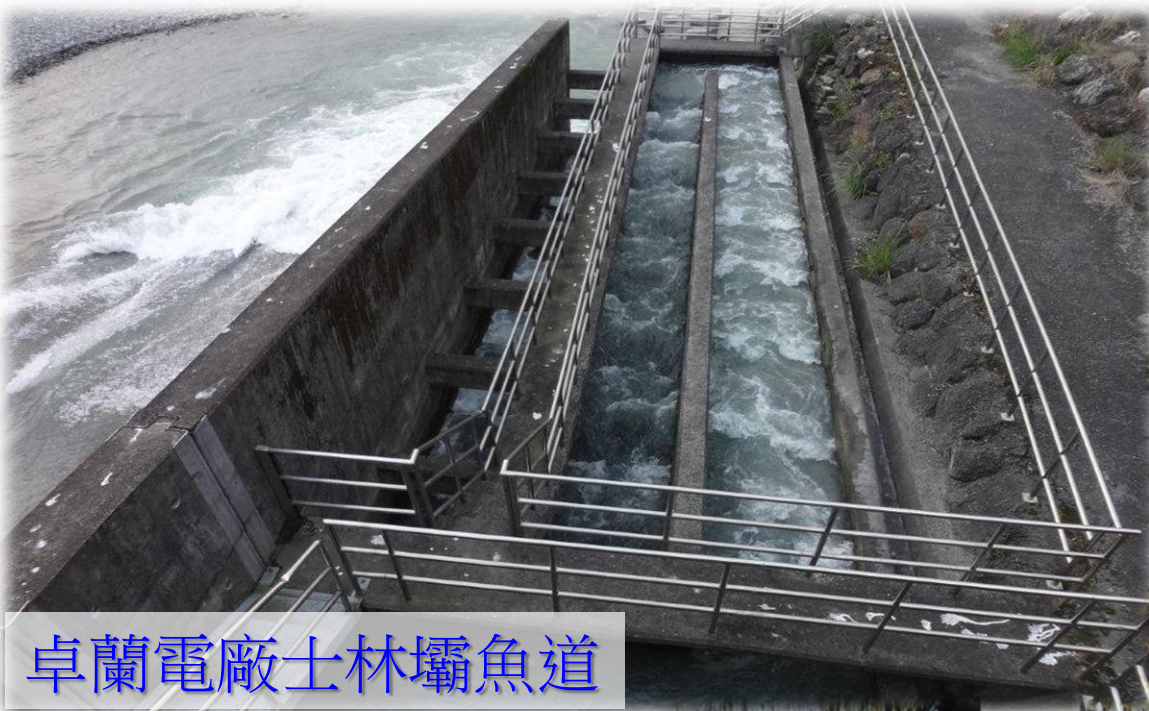
保護百年楓香老樹，工程與自然環境兼顧



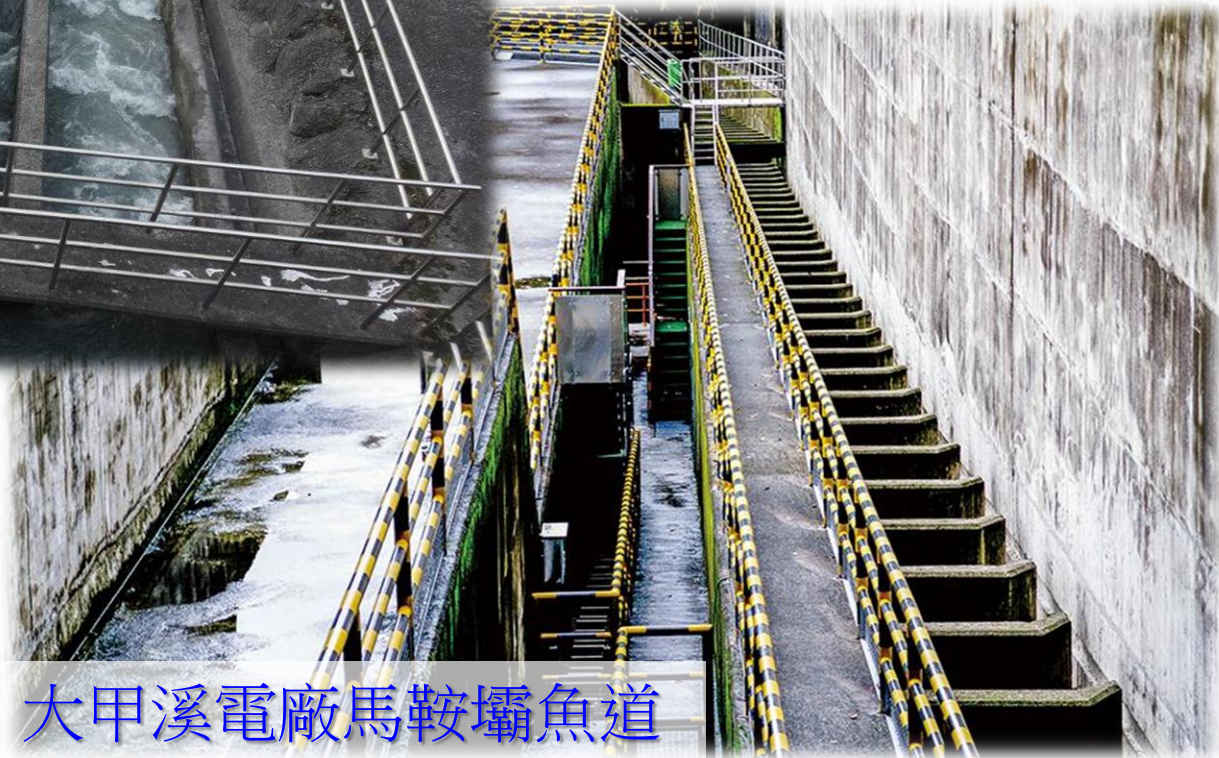
102/8/7 青山再起-尾水隧道貫通暨老樹保護活動



水力電廠大壩建有魚道，維護河川生態



卓蘭電廠士林壩魚道



大甲溪電廠馬鞍壩魚道



三、用心工程品質

-榮獲多項專業大獎肯定



台灣

新服務

- 「大甲溪發電廠青山分廠復建計畫」榮獲中國工程師學會「工程優良獎」。

- 萬松計畫第Ⅰ標土木工程榮獲中華民國隧道協會頒發101年度「優良隧道工程獎」。

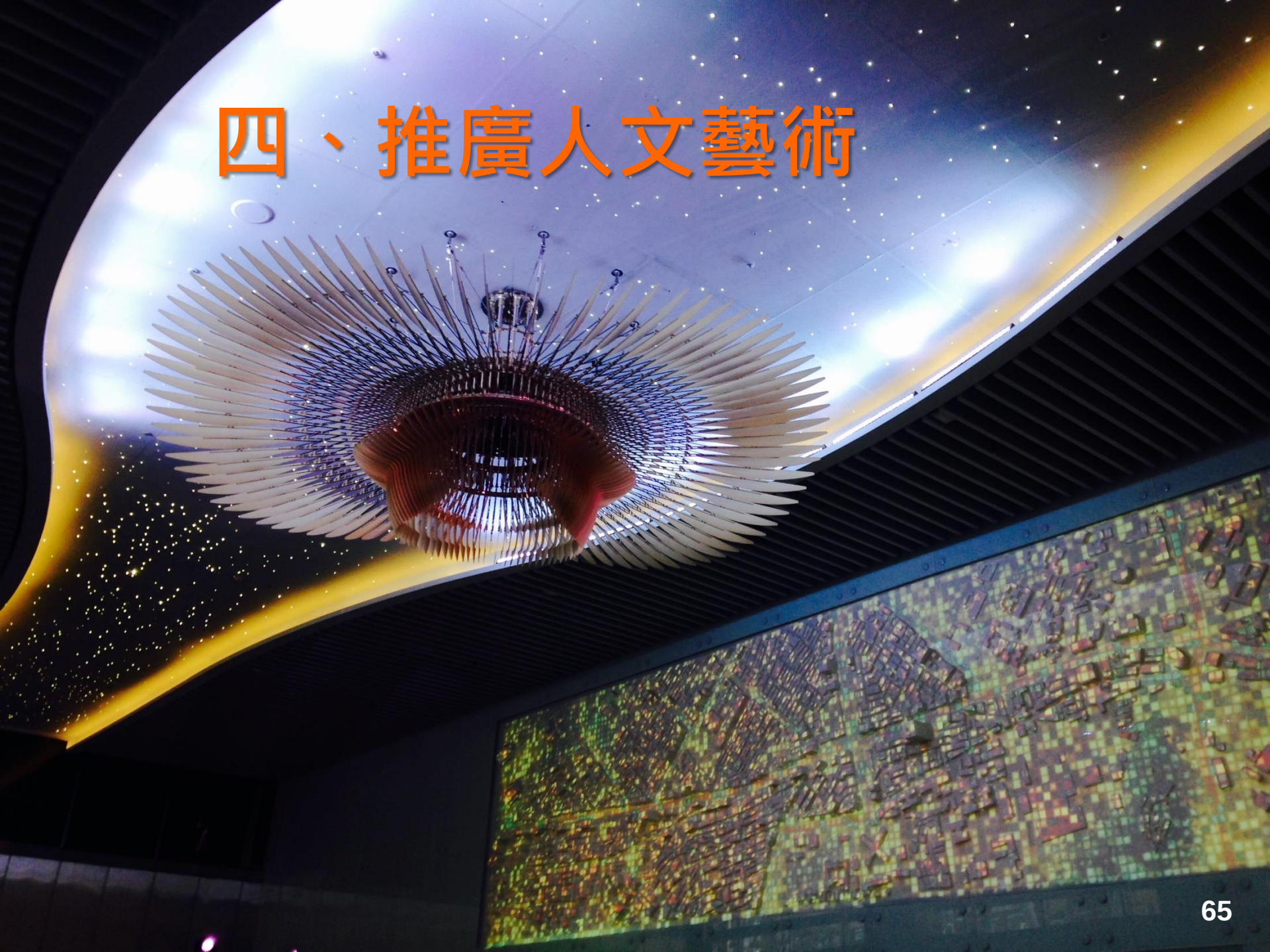
- 萬大電廠擴充暨松林分廠水力發電工程第Ⅱ標發電設備及雜項機電設備工程，榮獲公共工程金質獎設施工程類優等獎。

- 大甲溪發電廠谷關分廠復建工程及青山分廠復建工程第Ⅱ標電廠發電設備及附屬設備工程，榮獲公共工程金質獎設施工程類特優獎。

- 「大甲溪發電廠青山分廠復建計畫」，獲頒105年度亞洲電力獎「年度水力發電計畫銅牌獎」。



四、推廣人文藝術



萬松水力發電計畫公共藝術創意 — 「活水・萬大」



我們正活在

充滿變化與挑戰的時代 一個生活與能源息息相關的時代

我們認為

作為國家能源總規劃師的台電必須為大家提出新思維

經由生活環境保護與公共藝術創意

傳達綠生活的新思維



台灣電力公司

簡報結束

敬請指教

