

出國報告（出國類別：中國考察）

中國吊索工程考察與地震工程交流

服務機關：國立高雄應用科技大學

姓名職稱：研究生

派赴國家：中國

出國期間：2017.03.13-2017.04-15

報告日期：2017.09.18

摘要

本行目的有兩大項目，分別是參觀吊索機械工廠與兩岸橋樑工程、地震工程學術交流，其一，此次參訪為了解工廠製造索材流程，及材料品質把關、確保強度檢驗是否符合設計要求規範，藉由參觀吊索工廠，進一步了解吊索細部設計，期望得到往後進行吊橋設計時，期望設計更安全且更加經濟與耐久之橋。

其二，與豪姆機械工廠吊索工程技術交流、中南大學進行橋樑工程學術交流、湖南科大進行地震工程交流，期望藉由交流提升雙方學術與工程經驗可以的提升，並且增加產業與學校合作機會，學校與學校之關係。

關鍵詞：橋梁工程、吊索工廠、學術交流

目次

一、	動機目的.....	1
1.1	計劃目標：	1
1.2	緣起	1
1.	預期效益	1
2.1	參訪行程	2
2.2	豪姆機械工廠參觀	2
2.3	柳州豪姆機械澳門車道工程	3
2.4	鋼絲索斷面	4
2.5	環氧鋼絞線	4
2.6	抗風線	5
2.7	錨具與平行支索加工	6
2.8	湖南科技大學地震工程學術交流	7
2.9	張家界吊索工程參觀	7
三、	心得及建議事項.....	8

一、動機目的

1.1 計劃目標：

本行共有兩大目標，參訪中國鋼索製造工廠及相關索材之運用與研發，特別前往中國鋼索製造工廠豪姆機械公司。此次參訪為了解工廠製造索材流程，及材料品質把關、確保強度檢驗是否符合設計要求規範。

1.2 緣起

台灣的地理環境較為特殊，擁有眾多的山林河谷地貌型態，面對如此峭壁陡立的地形環境，老祖先為了生活，逢山開路，遇水造橋，在許多的困難下也磨練出克服困難的智慧，現今為了為能提供安全之交通運輸需求，克服地形障礙減少河道中央落墩數，且相關結構荷重設計亦需符合規範要求，故大跨距結構型式橋梁如斜張橋、鋼拱橋、懸索橋、脊背橋及箱型梁橋等因應產生，若交通運量不大情況下，考量工程經費及工期應以懸索橋為最佳選擇。國內近期為促使觀光地區發展，然而藉由此次產學合作計劃，以花蓮太魯閣山月吊橋為此次計劃工程項目，因建造橋梁之索材為中國進口，並藉此機會至國外鋼索工廠學習鋼索之製造及作業流程。

1.3 預期效益

本趟出國後，預期鋼索製程有進一步了解，故於後續討論鋼索分類及使用上之差異性，能判斷材料種類規格性質。

然而，後續前往中南大學與湖南科技大學兩所學校，認識土木工程學院各類別實驗室後，更加確立當地研究生們所實驗之項目，基本上與業界不會相差甚遠，其學習上更能清楚明白大型實驗之目的與應用，這點對學習者之學習態度提升不少。

二、過程

2.1 參訪行程

1	豪姆公司參訪
2	中南大學學術交流
3	湖南科大學術交流
4	張家界工程參訪

2.2 豪姆機械工廠參觀

柳州豪姆機械有限公司，一家以預應力技術研究開發、預應力錨具、成品拉索、環氧鋼絞線產品及配套張拉、注漿設備生產，預應力專項安裝施工、橋樑維修加固產品提供及施工為業務範圍的企業。公司位於柳州新興工業園恆業路五號。

公司的產品包括配套鋼絲、鋼筋、鋼絞線的各種錨具和張拉注漿設備等普通預應力材料、提供斜拉橋、矮塔斜拉橋、體外索、懸索橋、吊桿橋等各種橋型的預應力體系材料和施工安裝服務，承接舊橋的粘鋼、碳纖維加固，裂縫灌注和橡膠支座更換等舊橋加固工程。



2.3 柳州豪姆機械澳門車道工程

澳門輕軌 C360、C370 標段體外索工程，該工程設計採用 HM.TS 型分熱式無黏結構體外索體系，將預鑄節塊工法系將整跨之橋樑分成若干節塊，並於預鑄廠先行預鑄完成，然後運至工地現場，以吊車或吊架將節塊吊裝組立，再施以預力連結全橋樑之橋樑施工法，公用體外用預力鋼角線使用 2000 噸。

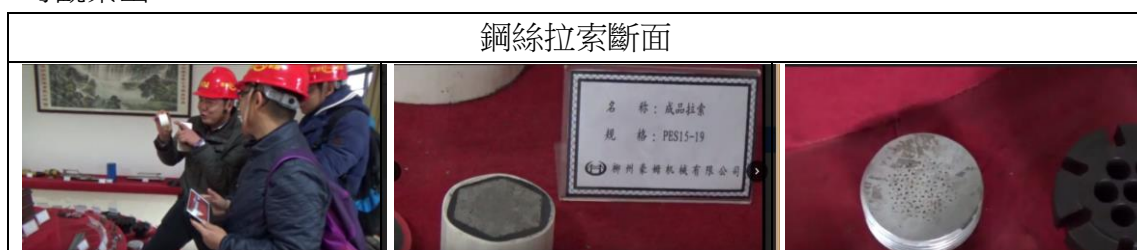


		
PE 鋼絞線體外索穿索	PE 鋼絞線體外索	張拉予體外索

柳州豪姆機械環錨工程之應用		
		
		

2.4 鋼絲索斷面

依橋梁跨距分為平行支索與鋼絞線兩種，適用範圍為平行支索用於較大跨徑之橋梁，鋼絞線反之，其強度為鋼絞線較強，原因為材料性質較鋼性，製造過程將各支索以旋轉 4 度角進行熱壓成型，索材之間空隙較為緊密，由圖中纜索切面可觀察出。



2.5 環氧鋼絞線

環氧塗層鋼絞線分成單絲鋼噴塗型，將環氧樹脂粉末噴塗於鋼角線上，從在鋼絲表面形成一層至密的環氧塗膜。

環氧塗層優點：化學穩定性優、增加溫度穩定性、抗鏽蝕性、增加耐磨性。



2.6 抗風線

由於吊橋再考慮安全係數時，風是一個非常重要的一個環節，要如何抵抗風，不外乎兩個因數，第一增加吊橋的強度，讓橋梁有足夠的力量與風抵抗，第二，降地風對於橋的風載。

在此，再P E套護管的外部分烙上一條螺旋線，吊橋在程受風載時，在一般的情況下，風會對垂直吊橋方向有著側面載重，但加上抗風線時，有部分風會順的抗風線的紋路走，將部分的風壓給發散，降低風對於吊橋測向載重。



		
可調式圓形錨具	可調式圓形錨具	

2.7 錨具與平行支索加工

根據需要可選用一端為張拉端錨具，一端為固定端錨具或兩端均為張拉端錨具的結構。錨具主要由錨版、支承統、密封裝置及防松裝置等組成。

1. 密封裝置將各鋼角線分別引入錐形統，剝除 PE 的鋼角線在錐形桶內密封，並由密封件來保證灌漿密實。
2. 錐形統內保證足夠的鋼角線握股長度。張拉端的支承錐形筒，可用於索利整體調節。
3. 錨版的設計考慮到除了夾片外避免任何鋼與鋼角線的接觸，在錨版後端密封裝置處有塑料隔板用於隔離鋼角線與錨孔。

錨具加工		
		
錨具	CNC 錨具加工	錨具與主索

平行支索密封處理		
		
		

平行支索內部加工

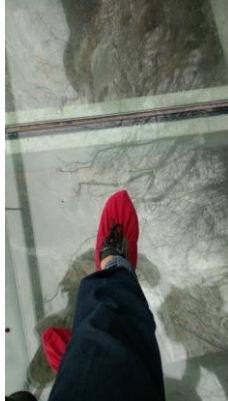


2.8 湖南科技大學地震工程學術交流

湖南科技大學學術交流		
		
		

2.9 張家界吊索工程參觀

張家界吊索工程參觀		
		
張家界纜車吊索	張家界纜車吊索	百龍天梯

		
軌道工程	玻璃棧道	玻璃棧道

三、心得及建議事項

3.1 心得

本次出國主要參觀吊橋，從最小的零件，一個一個拼湊到一整個座吊橋，在工廠製成吊橋上每一條繩索中，從鋼角線抹上黃油，再用機械將鋼絞線拆解，塗上環氧樹脂，再將其重新圍束回去。

鋼角線進行環氧處理後，將每一條鋼角線逕行排列，形成較強勁以達到設計需求，排列後將其套入指定錨具，其中要將每一條鋼絲索塗上防水塗料，在進行接合，並且在索與錨具接合處，再做一層防水處理。

將製作完成的錨索，放入P E套管，套管上還做了精心的導風設計，在P E管，從尾巴到頭都烙上一條螺旋線形成特殊抗風效果。

在湖南科技大學中，土木是一個學院，將土木系分成很多的系別，如計算機力學系、橋梁工程...等，在這個地方我覺得比較特別，其中橋梁工程組的部分，還有 1:3 的人行陸橋，這個地方最令人印象深刻。

另外我們特別去參觀張家界著名景點，從一開始的百龍天梯、玻璃棧道、纜索工程，每個工程都是極其的浩大。百龍天梯，是將山從底傳一個洞，直達山頂，之後加裝一個手扶梯，後來的人就可以做手扶梯到山頂。玻璃棧道，是在山涯邊，開一條用玻璃製作的道路。

3.2 建議

建議國內學方能多參與學術與產業合作之計劃，不僅能讓學員參與業界專業領域與業界接軌，更能實際讓學生了解學校所學之理論，如何套用於業界上，並發揮學術所學之精神。

