

工程地質研討會專欄

地工技術工程地質研討會(26) 青藏高原 與會報導

林三賢 林銘郎 黃俊鴻 董家鈞 陳天健

一、前言

地工技術基金會兩年前舉辦黃龍、九寨溝一行，團員們一路上紛紛被隨風飛揚的經幡、五色風馬旗^{註1}或是隨處可見的轉經筒所深深吸引，藏人們藉由轉經筒累積功德，也藉漫天飛揚的經幡將祈禱送到諸佛菩薩的耳中，展現出對宗教信仰的虔誠也打動了團員們的心，為此趟西藏之行許下了承諾。

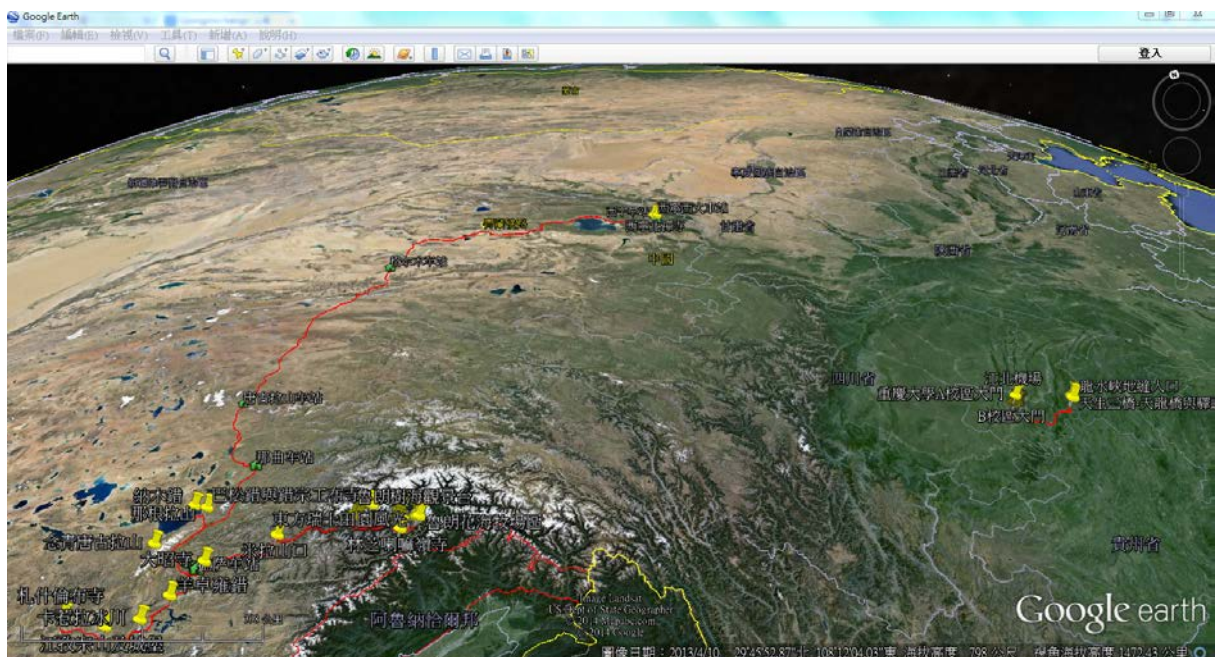
無論從人文、歷史、地理、地質、生態、宗教、文化等面向來看，西藏無疑是世界上每一個人一生中都想一遊的國度，但因為位處高海拔且偏遠地域，西藏也因此有眼睛的天堂、身體的地獄、靈魂的故鄉之稱，很多人確是心動而無法行動，得以真正到西藏朝聖一親芳澤者仍是少數，因此這個離天堂最近的地域仍是充滿了神秘感，是很多人心中嚮往的香格里拉。

為能親身體驗西藏高原地質，此研討會籌劃超過一年以上，過程中大家分享了幾本西藏相關書籍，例如馬霍拉斯的跋涉及唯色的看不見的西藏等書，更加深對西藏之嚮往，這趟旅程已是箭在弦上，然而八月份突如其來的幾場車禍，卻導致入藏證的申請因政策緊縮而被退件，所幸歷經千辛萬苦，雖然一波三折，最後終得成行，也是一行 27 人的福氣。

二、西藏歷史與宗教簡述

西藏歷史與宗教發展是何其源遠流長與博大精深，豈是三言兩語所能描述，以下僅能就此行所經歷地點(圖一)或所接觸之歷史文物與相關事件或經兩位導遊先生之解說綜整。

姑且不論札什倫布寺的壁畫中之第一張畫有關藏人由神猴演化傳說之真假，西藏史中最重要時代里程碑應由松贊干布贊普(贊普即“王”之意)談起。西元七世紀初，松贊干布(三



圖一 從 google earth 看路線與停駐點

十三代藏王)統一了當時位於青藏高原上諸小國，定都在今天的拉薩，史時稱吐蕃王朝，並於當代創造了藏文及制定了法律。七世紀中，松贊干布派噶東贊(唐朝的歷史記載稱為祿東贊)到尼泊爾迎娶斥尊公主，她帶來西藏第一尊佛像不動金剛佛，並修建了現在的大昭寺。大約在此時候，印度的密教、中國內陸的大乘佛教與西藏原有的苯教結合形成了藏傳佛教。因松贊干布與當時的唐朝亦發生衝突，為與唐修好，便再派噶東贊迎娶唐朝的文成公主，她帶來了釋迦摩尼佛像，並修建了小昭寺。

松贊干布過世以後，吐蕃王朝與唐朝的關係時好時壞。當時在位的贊普赤松德贊(三十八代藏王)曾遣部下達扎樂宮率 20 萬之眾於西元 762 年(當時的唐朝正面臨安史之亂)攻陷唐都長安。

西元 821 及 822 年，吐蕃和唐朝分別在長安及拉薩會盟，達成「唐蕃甥舅和盟」。中國的史書稱之為「長慶會盟」。記載這次會盟內容的唐蕃會盟碑共有三塊，其中一塊立於拉薩「大昭寺」前面。吐蕃末期，苯教勢力再度強大，841 年末代贊普達磨達下令禁止佛教，而於 846 年遭刺身亡，吐蕃陷入長期內戰至覆滅，西藏進入分裂的時代。

在分裂初期的戰亂過去後，佛教慢慢復興並真正藏化。西元 1041 年，阿里王益西翰迎請印度尊者阿底峽到西藏宏法，其弟子仲敦巴建「熱振寺」，由此而傳出了藏傳佛教的「噶當派」。此外，藏傳佛教的其他教派也在這段時期陸陸續續地形成，比如說白教(噶舉派)、花教(薩迦派)、紅教(寧瑪派)等。

從 1264 年元世祖忽必烈設置總制院(後改為宣政院)並由薩迦派任其職以統治整個西藏地區開始，一直到 1720 年代清朝在西藏駐軍並設立駐藏大臣為止，西藏歷經了薩迦、帕竹(乃東)、仁蚌巴、藏巴等政權的更替，進入了西藏歷史上的各教派統治時期。這期間幾件記事值得一提:薩迦派法王八思巴(薩迦派的開創者)於 1253 年受忽必烈封為國師;1409 年格魯派的開創者宗喀巴在拉薩首創傳昭大法會，並建甘丹寺;1546 年，格魯派索南嘉措被迎至哲蚌寺內，成為根敦嘉措的轉世，自此西藏佛教格魯派實

行活佛轉世的辦法正式開始;1578 年，明神宗萬曆六年，蒙古土默特部放棄了對薩滿教的信仰，改信佛教，土默特俺答汗為格魯派索南嘉措上尊號為「聖識一切瓦齊爾達喇達賴喇嘛」^{註2}，此為「達賴喇嘛」一詞的出處，同時追認根敦嘉措為二世達賴喇嘛，根敦朱巴為一世達賴喇嘛;1706 年，拉藏汗殺桑結嘉措(其為五世達賴的管家，五世達賴過世後，桑結嘉措匿不發喪，詭稱達賴坐靜閉關，秘不見人，從而繼續以五世達賴名義號令西藏)後，更與康熙皇帝決定同時廢黜第六世達賴喇嘛倉央嘉措，重新選定阿旺伊西嘉措為六世達賴;1713 年，清朝康熙皇帝正式授予五世班禪喇嘛^{註3}金印、金冊，確定班禪和達賴的同等地位，「互為師」，誰年長則被另一方尊為師。

英國亦曾入侵西藏，1888 年光緒十四年，英屬印度軍隊發動第一次入侵西藏的戰爭(隆吐山戰役)，清政府求和，英國要求清政府簽訂不平等條約以結束戰爭。1904 年 3 月 31 日，英國軍隊再和藏軍交火，運用機槍和大炮屠殺了 700 多人。4 月中旬，英軍進入了江孜地區，面對江孜宗山堅固的防禦工事，英軍從印度調來了 4000 多名援軍和 8 門大炮，以及大量先進的穿甲炮彈。江孜藏人堅決抵抗堅守的故事，大陸亦曾拍成電影「紅河谷」。

1911 年 10 月 10 日，武昌起義爆發，辛亥革命開始，使得西藏的局勢發生大逆轉。武昌起義爆發的消息傳到西藏，駐拉薩清軍發生了內訌，史稱辛亥拉薩動亂。1913 年 1 月，十三世達賴喇嘛回到了拉薩。

1937 年 12 月 1 日，十三世達賴去世後，九世班禪由中華民國政府派遣的護衛隊護送回藏，但在回藏的途中在青海玉樹圓寂。1940 年 1 月 31 日，行政院長蔣中正向國民政府呈請發佈明令，特准拉木登珠繼任十四世達賴喇嘛。1949 年 6 月 2 日，國民政府代總統李宗仁頒佈准予宮保慈丹繼任第十世班禪額爾德尼的命令。

1950 年 10 月 17 日，面對中國人民解放軍的軍事力量，在西藏眾多僧侶的要求下，丹增嘉措提前正式繼位親政，處理政教事務。1954 年，達賴、班禪赴北京參加中華人民共和國第一屆全國人民代表大會。

1959年3月17日深夜達賴喇嘛離開拉薩，飛往印度實際控制的達旺地區，開始了與8萬西藏人一起的流亡生涯。1989年1月28日，十世班禪額爾德尼·確吉堅贊於西藏圓寂。1995年12月8日，堅贊諾布按照藏傳佛教儀軌和歷史定製在扎什倫布寺舉行了坐床典禮，經師波米·強巴洛珠活佛為其剃度，並為之取法名為吉尊·洛桑強巴倫珠確吉傑布·白桑布是為第十一世班禪喇嘛。

1994年中國開始西部大開發建設西藏，西藏人玩笑話“交通靠走·治安靠狗·通訊靠吼·取暖靠抖”的時代結束，據導遊描述西藏地區到1998年開始有路燈，2006年青藏鐵路通車，為最新的發展狀況。

雖然松贊干布受到文成公主及尺尊公主影響信奉了佛教並提倡佛教，但佛教在西藏的重大發展應要到八世紀。赤松贊普時期，邀請印度的寂護和蓮花生大師入藏弘法，並興建了西藏第一座寺院桑耶寺，並且剃度了西藏最早的七位出家僧眾，史稱「七覺士」，直到第四十一代藏王赤祖德贊仍大力推廣佛教，但繼位者朗達瑪實行禁佛運動，徹底毀棄佛教，時間並不是很長(西元838~842年)，但是對藏傳佛教的打擊沉重，讓西藏陷入近百年的「滅法期」，直到公元十世紀後半期，佛教才重新得到恢復和

發展。十一世紀中期到十三世紀初期，在西藏形成了眾多的佛教教派，如前述之白教、花教與紅教等。

格魯(意為善規)派則是由西藏班智達—宗喀巴羅桑札巴大師於十四世紀所創立，為阿底峽尊者噶當派的後裔之一，故又稱作噶丹派，亦稱黃教。

三、西藏高原地質

青藏高原，平均海拔高度4,500公尺，面積250萬平方公里，有「世界屋脊」和「第三極」之稱(相對於南北極，都是大面積冰原覆蓋的地表陸地區域)。高原邊界，北為崑崙山脈、阿爾金山-祈連山山脈、南、西為喜馬拉雅山脈，東為橫斷山脈(圖二)。青藏高原是世界上最年輕的一個高原，2.4億年前，印度板塊開始向北向歐亞板塊擠壓，由此引起崑崙山脈和可可西里地區的隆起。隨著印度板塊不斷向北推進，並不斷向亞洲板塊下插入，青藏高原在對此上升階段中形成。

西藏高原北側的崑崙山脈與塔里木盆地和柴達木盆地間均以深大斷裂相隔，崑崙山脈是新疆與西藏的界山。屬南亞陸間區與中軸大陸區交界的北緣。崑崙山地區以前震旦系為基底；經過古生代海域下沉及華力西運動褶皺上



圖二 中國地形圖

升，構成崑崙中軸和山脈中脊；經過中生代燕山運動構成主脊兩側 4000 公尺以上的山體(圖三)。

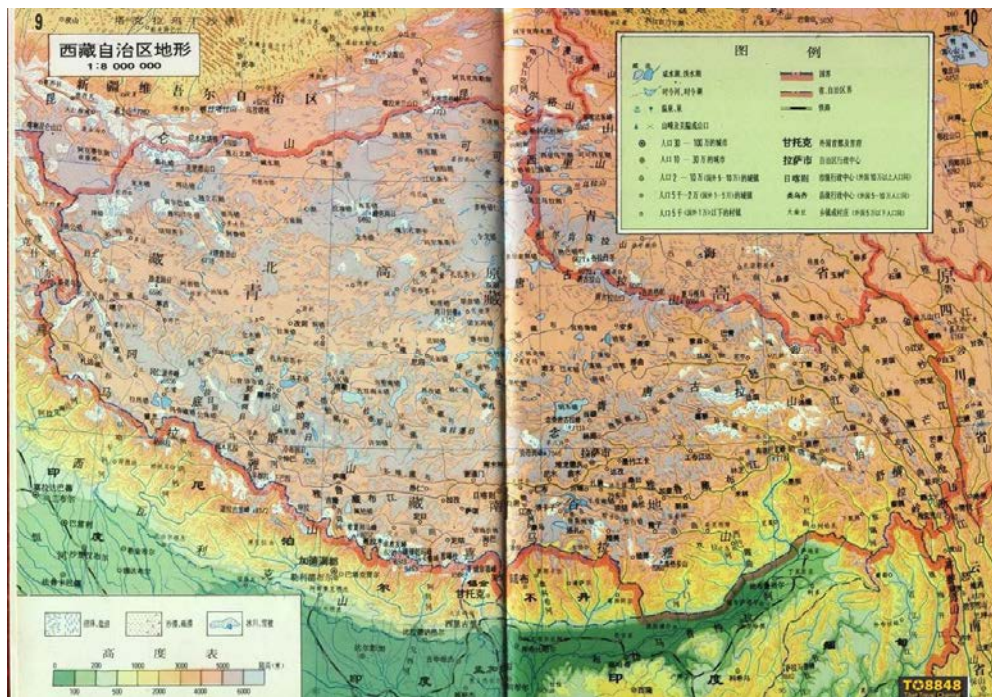
西藏高原南側的喜馬拉雅山脈是世界海拔最高的山脈，位於西藏自治區與巴基斯坦、印度、尼泊爾、不丹等國邊境上。分布於青藏高原南緣，西起克什米爾的南迦—帕爾巴特峰，東至雅魯藏布江大拐彎處的南迦巴瓦峰，總面積約 594,400 平方公里。由克什米爾到雅魯藏布江大轉彎處長達 2500 多公里，南北寬 200 至 300 公里。根據板塊構造學說，喜馬拉雅山脈是由印澳板塊與歐亞大陸板塊碰撞形成的：大約在古近紀末期，原來存在於南北板塊之間的東部特提斯海(Tethys)，由於印度板塊向北漂移，逐漸閉合。與亞歐板塊碰撞後，印度板塊的前緣以很小的角度俯衝斜插到亞歐板塊之下，一方面形成青藏高原巨厚的地殼和高峻的地勢，另一方面就在雅魯藏布江地縫合線附近形成了喜馬拉雅山脈。中國地質學者在山脈北坡找到的舌羊齒化石證明了喜馬拉雅山是印度板塊北緣的一部分。根據古地磁學的研究，印度板塊至今仍在以每年大於 5 厘米的速度向北移動，喜馬拉雅山脈仍在不斷上升中，同時還處於板塊邊界碰撞型地震構造帶上。

喜馬拉雅山脈北面有岡底斯山，藏語為萬水之源之意，由克什米爾到拉孜長 900 公里，

白堊紀中期岡底斯山脈開始隆起，中晚始新世印度板塊與亞洲板塊相撞、擠壓、斷裂與褶皺上升形成山脈主體。岡底斯山脈是西藏印度洋外流水系與藏北內流水系的主要分水嶺。山脈主峰岡仁波齊峰因是雅魯藏布江、恆河及印度河源地，也是藏人及印度人共同的聖山。

岡底斯山向西北延伸即為喀喇崑崙山，屬燕山褶皺系。從白堊紀到第三紀，印度次大陸向北位移並與歐亞大陸碰撞抬升生成。岩石以花崗岩、片麻岩、結晶板岩及千枚岩為主。喀喇崑崙山地震活動頻繁。唐古拉山脈在中生代時，因為羌塘地塊向北與歐亞板塊碰撞，而褶皺隆起並逐漸露出海面。以後，這一地域受新生代幾次造山作用的影響，繼續上升，而形成如今的山體。在地質學上，唐古拉山是青藏高原薄皮構造的一部分，是由其南邊的班公錯-怒江斷層帶和北邊的瀾滄江斷層帶夾峙的產物。山脈主峰喬戈里峰高 8611 公尺，為世界第二高峰。

唐古拉山是青藏高原中部的一條近東西走向的山脈，位於北緯 32° 至 33° 的西藏東北部和藏青邊界西段，西接羌塘高原，東鄰橫斷山脈。它的西端在東經 90° 附近逐漸沒入羌塘高原之上，東南與橫斷山脈中的他念他翁山脈-雲嶺山脈相接，全長約 700 公里，山體寬 150 公里，平均海拔 5500 至 6000 公尺。兩側山麓平



圖三 西藏自治區地形圖—城市與地名

原海拔 4600 至 4800 米，相對高差 1300 至 1500 米。唐古拉山脈是怒江、瀾滄江及長江的發源地，西段為藏北外流水系與內陸水系的分水嶺，東段則是太平洋水系與印度洋水系的分水嶺。

念青唐古拉山脈是岡底斯山向東延續的部份，長 800 公里，作東北走向，主要是以山谷冰川為主的現代冰川，冰川面積 7536 平方公里，為青藏高原東南部最大的冰川區。其中有 27 條冰川長度超過 10 公里。如易貢八玉溝的卡欽冰川長達 33 公里，冰川末端海拔僅 2530 米，為西藏最大冰川，也是中國最大的海洋性冰川。由那木措看去，可見此山勢的宏偉及綿延的冰川。山脈形成於燕山運動晚期，為一系列向東逆沖的褶皺山帶，沿山帶南側均有深大斷裂通過。也因此南坡有地熱資源，羊八井地熱開發即位在此處。念青唐古拉山向東去漸彎向東南與橫斷山脈遙接。

西藏高原的東側為橫斷山脈，橫斷山脈有廣義和狹義的區分。廣義的橫斷山脈位於青藏高原東南部(介於北緯 22° ~ 32° 05'，東經 97° ~ 103° 之間)，為四川省西部、雲南省西北部和西藏自治區東部南北向山脈的總稱，是青藏高原的邊緣山系。它東起邛崃山，西抵伯舒拉嶺-高黎貢山，北達昌都、甘孜至馬爾康一線，南抵中緬邊境的山區，面積 60 餘萬平方公里，是中國最長、最寬和最典型的南北向山系。狹義的橫斷山脈指三江併流地區的四條山脈，即沙魯里山、芒康山-雲嶺、他念他翁山-怒山及伯舒拉嶺-高黎貢山。橫斷山脈由喜馬拉雅運動時期歐亞板塊與印澳板塊碰撞，形成褶皺山脈，並形成一系列斷陷盆地。大雪山主峰貢嘎山海拔 7556 公尺，為橫斷山脈最高峰。金沙江、瀾滄江和怒江，兩岸陡峻，江面狹窄，屬典型的「V」字型深切峽谷。山崩、滑坡、泥石流和地震頻繁，是中國主要地震帶之一。

青藏高原上最重要河流當屬雅魯藏布江，全長 3,848 公里，流經中國、印度和孟加拉三國，流域面積超過 71 萬平方公里；被藏族視為「搖籃」和「母親河」(圖四)。雅魯藏布江上源為馬泉河，由傑馬雍仲曲、庫比藏布和馬攸藏布匯聚而成。傑馬雍仲曲是雅魯藏布江的正源，發源於喜馬拉雅山北麓的昂色洞冬冰川。

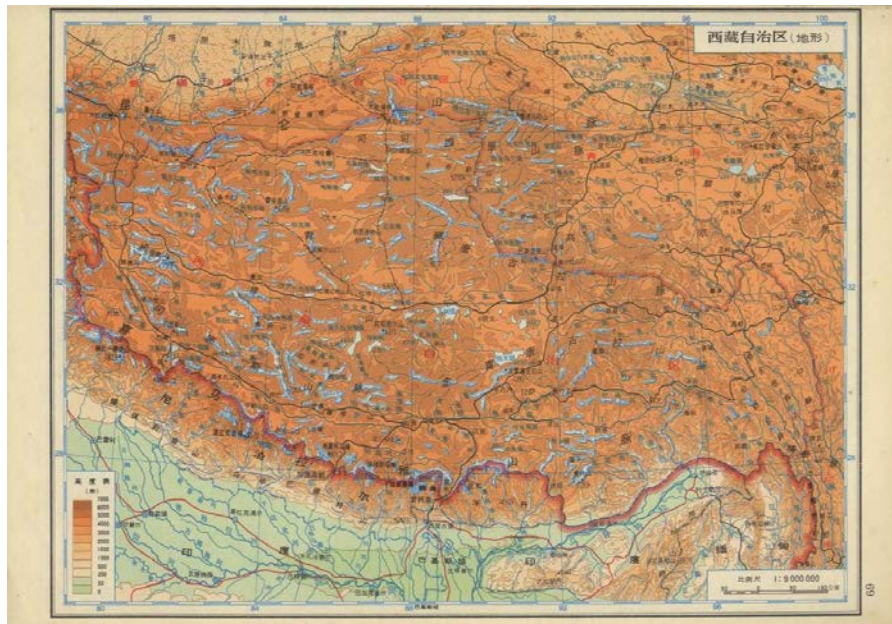
源頭位於中國西藏阿里地區的名為昂色東東的溪流。自西向東橫貫西藏南部，於墨脫以北切穿喜馬拉雅山，轉而南流，形成雅魯藏布大峽谷，流經米林後，於巴昔卡出境，在中國境內全長 2057 公里，在經過中國和印度有爭議的藏南地區之後進入印度阿薩姆邦，改稱布拉馬普特拉河，自印度流入孟加拉國後，稱之為賈木納河；於瓜倫多卡德與恆河相匯，最後注入孟加拉灣，形成世界上最大的三角洲。雅魯藏布江谷地處於印度板塊和西藏地塊之縫合線上，構造上是地殼下面地幔上部軟流層物質的湧出，地幔組成主要物質橄欖石形成的岩石如橄欖岩或輝長岩等沿地縫線均可發現。

本次旅途中我們所經過的三條河流尼洋河、拉薩河、與年楚河均係雅魯藏布江的支流(圖五)。尼洋河系雅魯藏布江北岸支流。源出英雄拉山口以西的拉木錯，河源海拔 5000 公尺。先向東流，在林芝縣附近轉向南流。全長 286 公里，總落差 2080 公尺，流域面積 1.7535 萬平方公里。與拉薩河通過米拉山分隔。

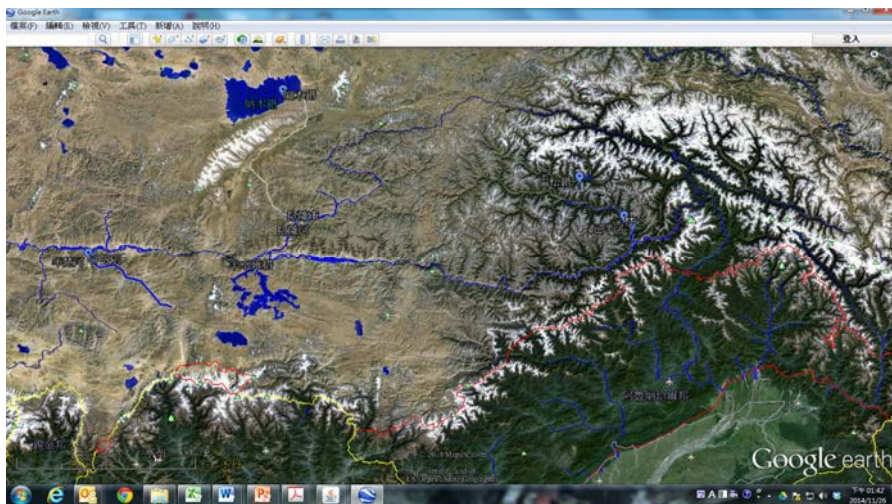
拉薩河，藏語稱為吉曲。拉薩河發源於念青唐古拉山南麓嘉黎里彭措拉孔馬溝，向西南流經拉薩市，在曲水縣匯入雅魯藏布江。拉薩河流域東西長約 551 公里，流域面積約為 3 萬 2471 平方公里。在拉薩市附近的拉薩河段，青藏鐵路在此建有的拉薩河大橋。年楚河是雅魯藏布江支流，位於日喀則地區境內。流域面積 11130 平方公里，河流全長 217 公里。滿拉水利樞紐工程即是年楚河流域規劃的工程。

青藏高原上幾列東西向山脈橫互，將高原分成幾個盆地，所以湖泊也特別多計有千個以上，面積 100 平方公里以上者即有近 50 個。以下僅針對此次主行程三個湖加以介紹。

巴松錯，是一座冰川堰塞湖，湖面海拔 3,484 公尺，東西長 13.8 公里，南北平均寬 1.85 公里，面積 25.5 平方公里，最大水深 60 公尺。八松錯四周高山環繞，湖體坐落在由扎拉弄巴冰川和鍾錯弄巴冰川相匯而塑造成的「U」型槽谷中，由終碛壅堵塞而形成。冰川前緣移動時，前緣的礫石推走到山外高原上至推不動時停止可把前下來，這種冰川前緣的堆積即稱為終碛。



圖四 西藏自治區地形圖—高原與湖泊



圖五 林芝附近 Google 衛星影像

羊卓雍錯位於西藏自治區山南地區浪卡子縣雅魯藏布江南岸，位於年楚河—羊卓雍錯斷裂帶南面的地層陷落窪地，後來經過冰川作用積水而成為堰塞湖。該湖原本是外流湖，湖水經墨曲匯流入雅魯藏布江，落差達到 900 公尺。後來，由於山地抬升，氣候趨於乾旱，水位逐漸下降，進入雅魯藏布江的水道被堵，該湖遂逐漸變成內陸湖。湖水主要來自冰雪融水及泉水，流入羊卓雍錯的河流主要分布在湖南岸、東南岸、西岸，集水面積達到 6100 平方公里。湖體自身調節水位，年最高水位在 9 月至 10 月出現，最低水位在 5 月至 7 月出現。羊卓雍錯湖面海拔 4441 公尺。羊卓雍錯的湖盆非

常不規律，呈現槽谷形，大致自西北至東南方向延伸。湖岸線曲折，湖泊周長大約 400 公里。羊卓雍錯的湖體北部較深，在扎馬龍以東最深達 55 公尺。流入羊卓雍錯的主要支流自西、南至東，依次為嘎馬林曲、卡洞加曲、林清曲、香達曲、浦松曲、卡魯雄曲。羊卓雍錯流域北部的支流河較短、水量較小，大部分屬於季節性沖溝。羊卓雍錯流域內的冰川面積達 111.6 平方公里。該流域四周有許多水系分離的封閉湖泊，是藏南內陸湖泊最集中的地區。

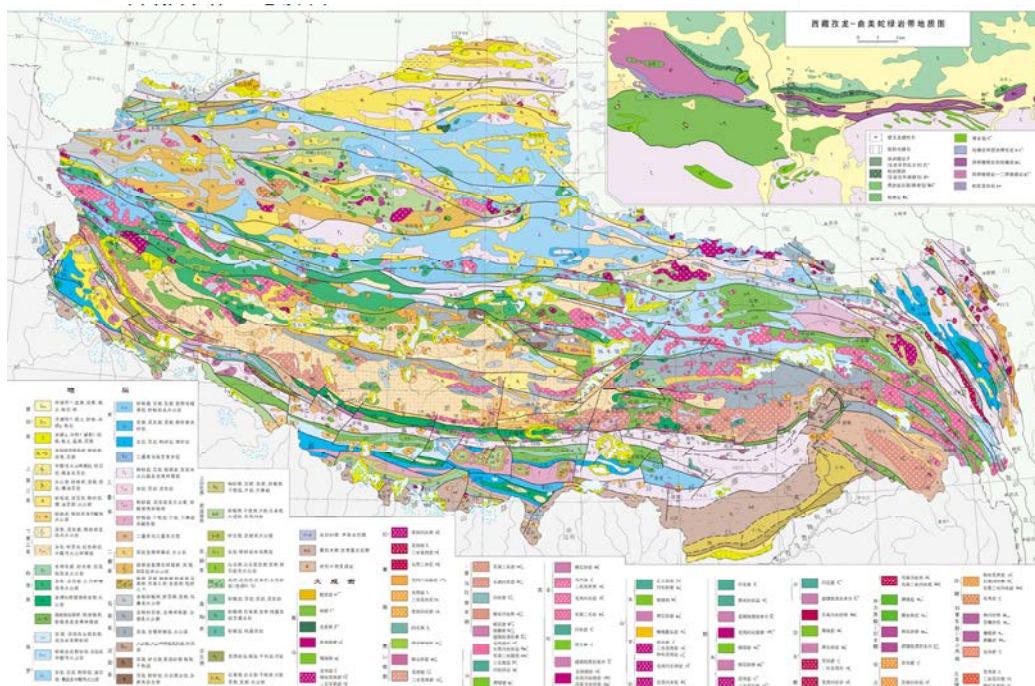
納木錯形成於 200 萬年前，即古近紀喜馬拉雅運動時期。初始湖面開闊且湖水深，這可以從古湖堤岸線分布的高度看出。進入第四紀

後，因大陸板塊碰撞擠壓，西藏高原不斷隆升，氣候日趨乾燥，湖面隨之縮降。經過百萬年的變遷，現今在納木措的外圍，留有三層古湖堤岸的遺迹。其中最高的一層，高出目前的湖面 80 米。這些古湖堤岸的遺迹，顯示了納木措湖面縮降過程的前後次序。湖堤是湖岸上的砂礫堤壩，由於湖上波浪拍打湖岸，把砂礫推上岸邊所堆成。當湖面收縮下降，會重新在湖邊形成一條新的砂礫堤，其可顯示湖面下降，湖泊退縮的情況。

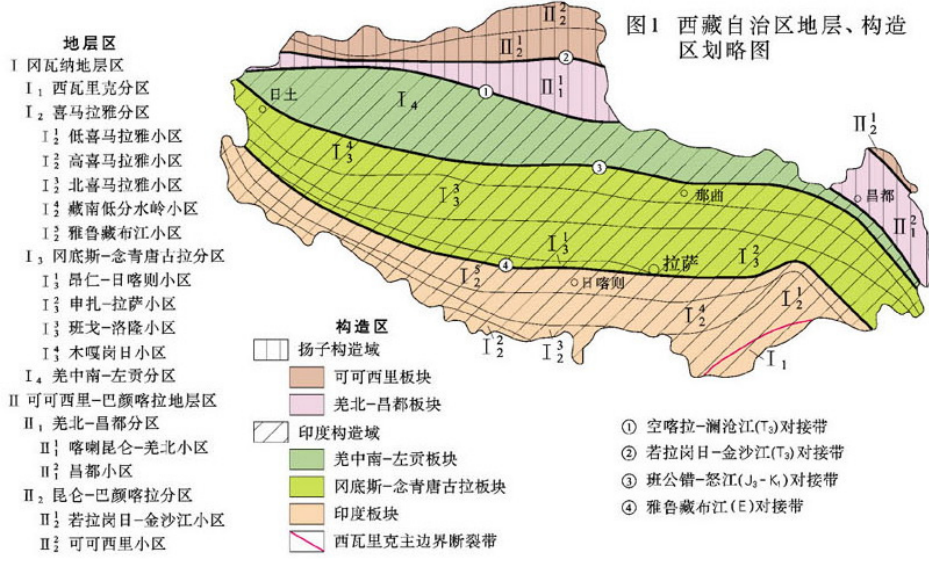
青藏高原的地質(圖六)可以參考中國西藏自治區地質介紹(由西藏自治區地質礦產局的馬冠卿與姚宗富撰寫)，青藏高原位於阿爾卑斯-喜馬拉雅山系的東段，是特提斯構造域的重要主成部份，以其巨大的地殼厚度與獨特的大地構造特徵，長期以來是國際地質學界矚目的焦點。本區各時代地層發育齊全，沉積類型多樣、尤以中、新代海相地層出露良好，化石豐富。地層分布與主構造線一致，大致呈近東西(E-W)向展布，東部地區向南轉折，形成向東北突出的弧形(圖七)。由北而南共有 4 條縫合帶(suture zone)，分別是若拉崗日-金沙江縫合帶、空喀拉-瀾滄江縫合帶、班公錯-怒江縫合帶、雅魯藏布江縫合帶。空喀拉-瀾滄江縫合帶以北的地層區屬特提斯地層區，以南屬於岡瓦那(南部)地層區。空喀

拉-瀾滄江縫合帶以北的構造區屬於揚子構造域，以南屬於印度構造域。根據姜效典教授的講稿，目前青藏高原的地質演化，具有洋陸轉換、盆山轉換、殼幔轉換的多階段性、多島弧盆系時空結構發育的多元性等，包括 1 個特提斯大洋、二個大陸邊緣系統三個多島弧盆系構造區，周圍陸塊匯聚圍限(圖八)。其中特提斯構造域時空結構及演化在新生代以前，尚可區分出原特提斯大洋、古特提斯大洋及新特提斯大洋等三階段(圖九、圖十)。雅魯藏布江縫合帶和班公-怒江縫合帶是新特提斯閉合的遺跡；瀾滄江縫合帶和金沙江縫合帶屬於古特提斯閉合遺跡。

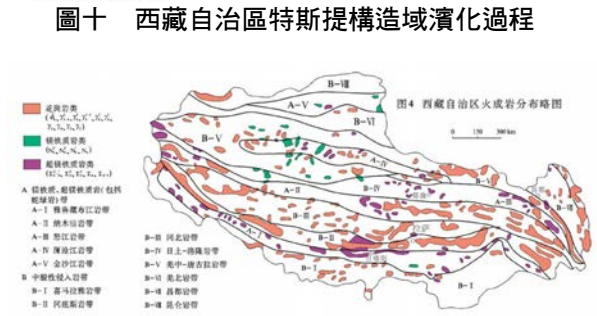
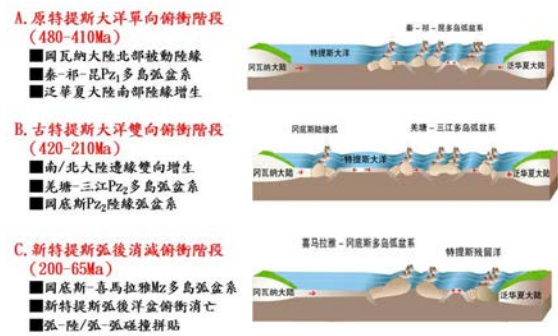
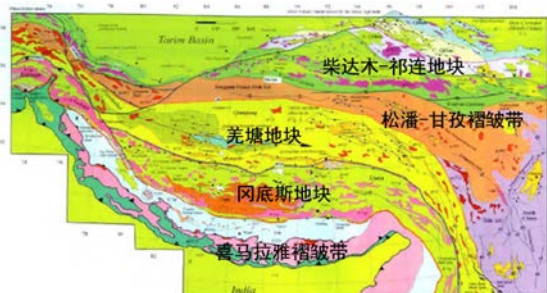
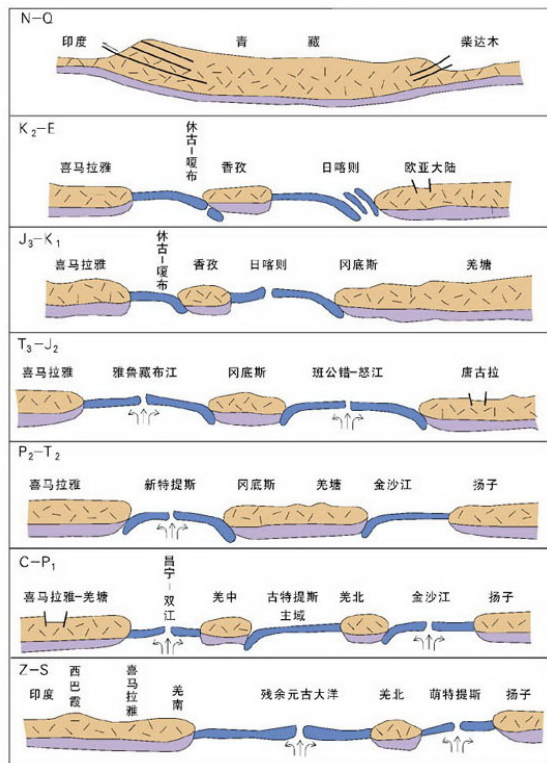
西藏自治區的火成岩分布廣泛，岩石種類齊全，分布規模大，分帶性明顯，時間上具多期性，並且由北往南，時代由老變新(圖十一)。共可畫分 5 個鎂鐵質-超鎂鐵質岩帶及 8 個中酸性岩帶。鎂鐵-超鎂鐵岩類多屬特提斯洋殼殘片。西藏區域變質岩分佈廣泛，岩石種類複雜，區域變質作用類型具多樣性、多期性和變質作用演化的旋回性。變質作用類型有區域動力熱流變質作用，區域低溫動力變質作用、區域埋深變質作用。變質期可劃分晚元古期、加里東期、華力西期、印支期、燕山期、燕山晚期、喜馬拉雅期 6 期(圖十二)。



圖六 西藏自治區地質圖



圖七 西藏自治區地質圖—縫合帶



此行對於青藏高原的地質與地形，包括冰川地貌、高原地質景觀、高原冰磧堰塞湖泊(錯)、老於新生代的地層，種類繁多的火成岩(包括花崗岩、閃長岩、二長岩…等)、不同成因的第四紀沉積物(包括風積、殘積、冰川積、冰湖積、冰水積、複合堆積…)等都算有了新的見聞。有些伙伴利用手機定位與事先準備的圖資

沿線研判各種火成岩、沉積岩、變質岩出露的位置、地層界限、岩坡穩定、崖錐與崩積特性等，在車上討論的不亦樂乎，算是本研討會之重要收穫，印証了行萬里路勝讀萬卷書的諺語。茲以何樹根兄在往納木錯青藏公路車上所拍之馬鄉不整合面為例(圖十三)，進行說明如下:地層不整合是研究地質發展歷史及構造運動時期的重要依據，由於地質構造運動，往往使沉積中斷，形成時代不相連續的地層，這種地層反映構造運動的現象。西藏堆龍德慶縣馬鄉青藏公路兩側有一套白堊紀地層(不整合面以下地層)和晚白堊世早第三紀中酸性陸相火山岩系(不整合面以上地層)，該岩系記錄了印度洋板塊與歐亞板塊碰撞的重要構造運動(土登次仁拉巴，2010)。



圖十三 馬鄉不整合面(何樹根攝)

四、行程紀要

第一天(2014/08/30)

台北松山機場-重慶(重慶大學研討會)-武隆

一大早地工技術基金會青藏高原工程地質研討會代表團一行 27 人懷著興奮的心情，於 08:30am 相約在台北松山機場復興航空的櫃臺，準備開始這次青藏高原工程地質之旅。此行的第一站是拜訪重慶大學並舉辦行前之工程地質研討會。會議行程安排如下：

青藏高原工程地質研討會

時間: 2014 年 8 月 30 日(星期六)

地點: 重慶大學岩土工程研究所
(重慶市沙坪壩區沙正街 174 號)

主持人: 劉漢龍 院長(重慶大學土木學院)
林銘郎 教授(台灣大學土木系)
劉新榮 所長(重慶大學岩土工程研究所)

主講人: 姜效典 教授
(中國海洋大學海洋地球科學學院)
文海家 教授(重慶大學地質研究所)

議程:

- 16:00-16:10 開會致詞(劉漢龍院長)
- 16:10-16:50 西藏工程地質問題(姜效典教授)
- 16:50-17:20 提問討論
- 17:20-18:00 川渝地區地質災害與研究概況
(文海家教授)
- 18:00-18:20 提問討論
- 18:20-18:30 閉幕致謝(林三賢執行長)
- 18:30-20:00 會後聚餐(碼頭會餐廳)
磁器口古鎮碼頭龍隱牌坊旁
- 20:00-22:30 武隆瑜珠花園酒店

復興航班 GE320 班機於 10:30 出發，約於 13:50 抵達重慶江北機場，在年輕漂亮的重慶地陪何詩意小姐接機後，搭乘巴士走高速公路下交流道，過高家花園大橋，前往沙坪壩區重慶大學的舊校區(B 區)，進入校門前往開會地點防災大樓的路上，就見到歡迎台灣代表團的紅布條。巴士停駐後，即由重慶大學岩土工程研究所的劉新榮所長、鐘祖良副教授與副所長盧諒博士熱情接待我們。在研討會前，特別由鐘祖良副教授帶著大家導覽重慶大學校區具有特色的歷史建築物與學校概況，並於學校大門口合影留念(圖十四)。



圖十四 重慶大學校門口代表團的合影

代表團合影後先在校園導覽，隨後前往建築工程館與重慶大學土木工程學院長劉漢龍教授及演講者姜效典教授會合，隨即步行至會場，展開青藏高原工程地質研討會。會議開始由劉漢龍院長致歡迎詞，並介紹重慶大學與土木工程學院的歷史與現況讓大家認識。

重慶大學是大陸國家“211 工程”與“985”工程重點建設之研究型綜合性大學，校地位處長江上游的經濟中心-重慶市，校園坐落在人文薈萃的沙坪壩區。由 1940 年代的文、理、工、商、法、醫等 6 個學院，發展至目前的 31 個學院，日校學生 50,000 餘人，其中博碩生約 20,000 人，本科生近 29,000 人，留學生約 1,200 人，教職員工 5,200 餘人，其中教師 2,700 餘人。重慶大學土木工程學院設有建築工程系、勘測工程系、基礎教學系等三個系，與結構工程研究所、岩土工程研究所、安全與防災工程研究所、橋梁與道路工程研究所、工程建造研究所、地質與地下工程研究所、測繪工程研究所、建築力學研究所與建築圖學研究所等九個所。教職員工 220 人，其中教師 126 人。

研討會議(圖十五)由台灣大學土木系林銘郎教授與重慶大學土木學院岩土所所長劉新榮教授主持，第一場由中國海洋大學海洋地球科學學院的姜效典教授進行“青藏高原地質環境”的專題報告，內容包括青藏高原區域地質概況、青藏高原新生代的階段性隆升、青藏高原隆升的動力學機制、青藏高原活動斷層與新構造運動、青藏高原地震及其次生災害。讓代表團更深入瞭解青康藏高原的“前世今生”。第二場由土木工程學院的文海家教授進行“川渝地區地質災害與研究概況”的專題報告，內容包括三峽庫區地質災害主要危害與治理工程、重慶市地質災害概況、重慶大學參與的相關工作與成果、地震誘發崩滑災害影響因子、地震滑坡易發性分區等內容，使代表團有機會瞭解三峽大壩建成之後，對庫區工程地質的長期影響，頗為難得。報告後的討論甚為熱烈，台灣大學陳正興教授、重慶大學劉漢龍院長、成功大學陳彥仲與李振誥教授，中央大學黃俊鴻與董家鈞教授，中國海大姜效典教授，後勤工程學院劉元雪教授、重慶大學文海家教授和吳曙光副

教授等人都提出寶貴的問題與看法。最後由基金會執行長林三賢教授致詞答謝並致贈禮物給劉漢龍院長，真誠感謝重慶大學土木工程學院的熱情協助，使研討會能夠圓滿成功。



圖十五 青藏高原工程地質研討會之進行實況 (何樹根攝)

會後邀請劉漢龍院長、劉新榮所長、盧諒副所長與鐘祖良副教授一起參加於磁器口古鎮晚餐，磁器口古鎮碼頭是嘉陵江邊的古代碼頭，曾因交易盜器風華一時，現為重慶市區的觀光景點，還保有古色古香的氣息。碼頭會餐廳位於高地，可眺望嘉陵江的風光，餐廳有古典的味道，菜色的製作更有濃厚的人文風味。代表團員與重慶大學的朋友把酒盡歡，討論未來兩岸交流事宜，由於晚上代表團還需搭車前往武隆住宿(車程 2.5 小時)，雖然意猶未盡，也只好相約來日再歡聚。

第二天(2014/08/31)

武隆(天生三橋、地縫) – 重慶

第二天，與會同仁在重慶當地導遊陪同下，一行人前往位於重慶市東方約 100 公里處之武隆，勘察天生三橋與龍水峽地縫之喀斯特地形與地質。天生三橋與地縫屬烏江支流的羊水河流域，天生三橋由上游至下游包括了天龍橋、青龍橋與黑龍橋等三座，在同一河流上形成連續三座大型天生橋，全世界僅此一例。由天龍橋至黑龍橋，直線距離 1.5 公里，三座橋橋高約 223-281 公尺、橋厚約 107-168 公尺、橋寬約 124-193 公尺、拱孔高約 96-116 公尺、跨度約 28-34 公尺，規模宏大，其總高度、橋拱高度以及橋面厚度等指標，均超過世界上其他的天生橋。天龍橋和青龍橋之間、青龍橋和黑

龍橋之間，分別是兩個巨大的天坑－青龍天坑和神鷹天坑，其深度和直徑分別約 276 公尺-285 公尺和 260 公尺-522 公尺，因景觀特殊，因而吸引了變形金剛四以及滿城盡帶黃金甲兩部電影於此地區取景(圖十六)。

隨後前往龍水峽地縫景區，此處為一條幽深的陡峭的狹谷，深寬比接近 20：1，因其溝谷有如在地面上開了一道縫，因而得名。沿著一條蜿蜒向下的步道下行至谷底，往上游處行，將進入一溶洞，此處之羊水河為地下河，由溶洞流出，也就是說，龍水峽地縫上游溶洞為伏流出口，此一伏流名為百果伏流，長約 1 公里(圖十七)。

天生三橋與龍水峽地縫喀斯特峽谷系統，位於中梁子背斜與武隆向斜間，受這兩個褶皺控制，出露岩層位態大致上為北東走向、傾向東南，傾角 $10^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，屬單斜構造。從西北往東南，地層從老到新，依次出露志留系、二疊系、三疊系和侏羅系的地層，天生三橋與龍水峽地縫出露地層主要為三疊紀的碳酸鹽岩，易受溶蝕而產生喀斯特地形。

第三天(2014/09/01)

重慶-林芝(喇嘛林寺、措木及日措)

從炎熱的重慶搭機抵達林芝機場，涼意迎面撲來，這個藏語的意思是太陽的寶座的地方，也是尼洋河與雅魯藏布江交會之地，江河一清一濁、一動一靜，蔚為奇觀。車子沿尼洋河畔疾行，大家的心中也跟著澎湃起伏，直到抵達喇嘛林寺方平息。

喇嘛林寺(圖十八)三面環山，面向尼洋河，建於 30 年代，為林芝地區重要的寧瑪教傳教地。寺院內佛殿成塔形，高約 20 公尺，內徑約 10 公尺，上覆金頂，下映斑斕；彩珠環繞，簷角飛天；四壁分別為白、藍、紅、綠四色。佛塔內底層供奉蓮花生大師，二層為觀音之像，三層是無量光佛。佛塔外底層和二、三層分別為二十角和八角屋簷，整座殿為土木結構。由於早期的傳藏佛教寧瑪派允許信徒娶妻生子，因此寺院供奉木質或銅質男生殖器，據說有鎮妖驅魔作用。寺內莊嚴肅穆，百花盛開，除了瞪著我們看的山羊眼睛跟著我們步伐轉、隨風搖曳的酥油燭光以及藏族大孀虔誠的轉著轉經



圖十六 天龍橋,照片下方為唐朝的驛站(董家鈞攝)



圖十七 龍水峽地縫,峽谷兩側均為陡峭岩壁(董家鈞攝)

筒外，似乎覺得這個世界是停止轉動的，大家享受到這片寧靜與平和，直到導遊招呼要去吃飯了，大家才回神。

下午安排輕鬆的措木及日措(圖十九)，藏語意觀音菩薩的眼睛，是一座古冰碛湖。措木及日湖景區由措木及日、昂措兩個高原湖泊組成，湖邊可見古冰川活動之遺跡。景區內河道面積52平方公里，湖面約10平方公里，在此到處可見到冷杉林，在台灣只有在高山上才能見到。湖區山頂往下到八一電廠之間，存在古冰川活動所遺留的“U”型谷、終碛壟、側碛堤等地貌。藏族美少女導遊，沿途除介紹美景外，亦以嘹亮優雅的美聲招待我們。來到英雄樹稍歇，該樹是一棵喜馬拉雅雲杉，樹高約40幾公尺，樹齡據說有千年，入境隨俗，繞樹當英雄。步上觀景台俯視山谷、瀑布、流水以及原始森林，若不是五色旗與經幡飛揚，令人有如置身歐洲的感覺。車行至近山頂處，山高林密，下車步行，步道兩旁百花爭艷，加上此時雲霧嬾繞，此等美景如置身仙境，依階梯而下，驚見湖上彩虹，大夥齊聚湖邊捕捉美景，駐足良久不忍離開。

第四天(2014/09/02)

林芝(魯朗樹海、魯朗五寨)(圖二十)

林芝與魯朗(藏語意為龍王谷)之間隔了色季拉山，翻過色季拉山口(4720公尺)可到魯朗。色季拉山屬念青唐古拉山脈，是尼洋河流域與帕龍藏布江的分水嶺。車子循尼羊河上游爬升，沿途風光秀麗，山高谷深，半路車停一處觀景台可觀賞魯朗林海，原始森林林海雖美，可惜雲層太厚，看不到世界知名的南迦巴瓦山(雅魯藏布江自西向東流了1700多公里後，受阻於喜馬拉雅山脈，折而向北再向南，彎了一個大彎，內彎知名山峰即是南迦巴瓦峰，高7782公尺)，總是讓人小失望。翻越色季拉山口不久來到魯朗風景區田園風光，自觀景台往下望，此景有如卡通影片小英的故事裡放羊的地方，只見遠山含笑，山下谷地草原如茵，溪流蜿蜒，流水潺潺，幾間農屋點綴其中，加上此時的藍天白雲，這豈非就是傳說中的世外桃源，這小確幸的感覺稍彌補了看不到南迦巴瓦的小遺憾。



圖十八 喇嘛林寺(高秋振攝)



圖十九 措木及日措(何樹根攝)



圖二十 魯朗樹海(高秋振攝)

享受了中午的墨脫石鍋雞，來到悠美的魯朗花海牧場區(圖二十一)，在此海拔3500公尺的高原上，具觀賞價值的花卉竟多達79科161屬340多種之多。穿梭在牧場內白帳篷邊的小徑，一路牛群相伴，與我們對眼相望，各行其道，互不干擾。過小橋看流水，經幡被風吹的啪啪作響，有人索性在湖邊與經幡、綠樹、藍天為伴拍起照來，有人則在湖邊堆起瑪尼堆，享受難得的悠閒時光。來到無垠的草原上，大家童心未泯的玩起比誰跳的高的遊戲，一旁的牧場總管索性開放帳篷讓大家參觀拍照，也輪流跟我們合影留念。原本忽隱忽現的陽光，此

時雲霧消散，大家在藍天綠地的見證下拍大合照留下紀錄。回林芝路上，此處原本沿着德木冷泉河分布著工布、波密、門巴、珞巴、僜人 5 個充滿了不同民族風情的村寨，因此名為“五寨”，竟因西北大開發而已拆除掉，著實可惜。

第五天(2014/09/03)林芝(秀巴古堡、巴松措)

上午安排至秀巴古堡(圖二十二)，半路上遇到兩位從芒康出發而已經歷四個多月的朝聖者，他們一路三跪九叩欲達拉薩的大昭寺朝聖方止，由此處仍需二個月才能達拉薩，此種對信仰之虔誠令人動容。他們不吝與我們合照，也不取我們所給的資助費用，大家對他們這種精神除予祝福外也都深感敬佩。

據考據秀巴古堡係赤松德贊建立，即烽火台，古堡始建於唐朝，是由石板和木頭搭建而成，外觀為 12 面 12 稜柱的形狀，內部為八角形，牆厚約 2 公尺，而堡壘上方並不封頂。古堡群由數個高低不同的堡壘組成，距離大約 30 至 50 公尺，堡壘之間可相互呼應。藏人高超的建築技術也可藉此驗證。

下午來到巴松錯(圖二十三)，其位於巴河上游，海拔 3469 米，相比旁邊的林芝鎮 2900 米巴松錯即是三個雪山下的湖泊，位於工布江達巴河上游，是紅教的著名神湖。湖形狀如鑲嵌在高峽深谷中的一輪新月，長約 12 公里，湖寬幾百至數千米不等，最深處 60 多米深。湖心有一小島名扎西島，上有始建於唐朝的錯宗工布寺(圖二十四)，為土木結構，寺內主供奉蓮花生大師與千手觀音，蓮花生大師原係印度那難陀國的王子，為佛教的護法神，蓮花生大師亦於西元八世紀將密宗傳入西藏。

距巴河鎮不遠處，雪卡水電站是西藏巴河巴松湖以下河段水電規劃中的第六個梯級電站，總裝機容量四萬千瓦，安裝四台一萬千瓦立軸混流式水輪發電機組，年發電量為一億八千多萬千瓦時。電站為常規引水式電站，主要建築物有控制中心、溢洪道、引水發電建築物及電站廠房等。雪卡電站大壩為重力壩，正常蓄水位 3346.50 公尺，總庫容 86 萬立方公尺，壩頂高程 3347.30 公尺，最大壩高 19.6 公尺，壩頂長度 196 公尺。

第六天(2014/09/04) 林芝-拉薩



圖二十一 魯朗花海牧場區(高秋振攝)



圖二十二 秀巴古堡(孫漢豪攝)



圖二十三 巴松錯是一個堰塞湖(何樹根攝)



圖二十四 湖心島上建於唐朝的錯宗工布寺(林三賢攝)

今日行程始於 3100 公尺的林芝而止於 3700 公尺之拉薩，途中翻越 5013 的米拉山口，再下至 3700 公尺的拉薩河谷平原。由於此路線正值西北大開發之工程高峰期，或遇路堤填築，或見跨河橋之建設，車行路線多尚未有鋪面，一路顛簸，感覺全身骨頭要被拆散般。沿途經過數個地質區域，先從林芝所在之花崗岩區進入尼洋河之蛇綠岩區，而後沿河上溯越過米拉山口，進入拉薩河上游之鹼性侵入岩區，再順流而下穿越花崗岩區到達拉薩河谷之侏羅紀中上統多底溝群鈣質板岩區。林相也由林芝的古木參天，沿途逐漸轉變為奇石嶙峋而植被稀疏的山頭(圖二十五至圖二十七)。

天色漸暗之際，終於抵達拉薩，拉薩市位於藏南雅魯藏布江一級支流拉薩河北岸，屬於青藏高原岡底斯山脈東延部分極高山區中拉薩河谷平原中游，大的地貌形態為河谷及山地。紅山呈孤島狀屹立于河谷平原中，為孤山地貌，面積約 0.17km²，其山頂的平均海拔約 3 700 公尺，相對高差約 100 公尺。紅山山體主要由侏羅紀中上統多底溝群，地層組成與下伏三疊系呈斷層接觸或不整合接觸。主要岩性為一套灰黑色角岩化鈣質板岩，板厚 3-5 公分，岩層基本為東西走向，傾向南，傾角約 50 度。布達拉宮建築群位於西藏自治區拉薩市的紅山上，座北向南。

來到此聖地，大家晚餐過後相約至藥王山拍布達拉宮的夜景，不管大砲相機、傻瓜相機或手機相機全用上，直到警察趕人了大家才不捨的回旅館。

第七天(2014/09/05)

拉薩(羅布林卡、布達拉宮、大昭寺、八角街、文成公主大戲)

我們這組上午先安排至羅布林卡(圖二十八)，其藏語意為“寶貝公園”，是歷代達賴喇嘛的夏宮，建於 18 世紀 40 年代，是朝拜、休閒度假、觀賞考察藏式宮殿建築的場所。全園占地 36 萬平方公尺，建築以格桑頗章(頗章即是宮殿之意)、金色頗章、達旦明久頗章為主體，有房 374 間，是西藏人造園林中規模最大、風景最佳的、古蹟最多的園林。羅布林卡在 2001 年也被列入世界文化遺產。

下午先至布達拉宮(圖二十九)朝聖，布達拉



圖二十五 金達鎮附近蛇綠岩體，圖中岩體擠壓產生褶皺(陳天健攝)



圖二十六 米拉山附近之鹼性侵入岩體及其風化材料(陳天健攝)



圖二十七 侏羅紀中上統多底溝群鈣質板岩區(陳天健攝)



圖二十八 羅布林卡(何樹根攝)

宮座落於拉薩市區西北的瑪布日山上，最初是吐蕃王朝贊普松贊干布為迎娶尺尊公主和文成公主而興建。於 17 世紀重建後，成為歷代達賴喇嘛的冬宮，為西藏政教合一的統治中心。整座宮殿依山而建，氣勢雄偉。1994 年，布達拉宮被列為世界文化遺產。布達拉係梵語即是普陀山。布達拉宮主樓高 117.2 公尺，東西長 360 公尺，南北寬 140 公尺。從外觀看有十三層，實際只有九層，下方的四層是由岩石向上砌築的地壠牆，起支撐作用。整座布達拉宮有房屋近萬間，全部為木石結構，建築面積約 13 萬平方公尺。宮殿外牆用大塊花崗石砌築，厚度 2 至 5 公尺，部分牆體夾層內還灌注鐵汁，更加堅固。宮內由紅宮、白宮、玉階窖、傑布窖、夏金窖、約蒲賽、日出康、紮夏、黃房子、平措堆朗、德央奴、僧官學校、八世達賴喇嘛靈塔、配電室等 14 座主要單體建築以及其它附屬建築組合而成的宏偉宮殿，是西藏現存規模最大、保存完整、世界上海拔最高的古代宮堡式建築群。

下了布達拉宮我們兩組相會來到大昭寺(圖三十)。大昭寺始建於七世紀吐蕃王朝的鼎盛時期，建造的目的據傳說是為了供奉一尊明久多吉佛像，即釋迦牟尼八歲等身像，該佛像據傳是當時的吐蕃王松贊干布迎娶的尼泊爾尺尊公主從家鄉帶去的。據說當地原為一座湖泊，但在文成公主卜卦以及松贊干布的努力之下，將它填平建為寺院。之後寺院經歷代擴建，目前佔地 25100 餘平方公尺。

值得一提的是，現在大昭寺內供奉的是文成公主帶去的釋迦牟尼十二歲等身像，而八歲等身像於八世紀被轉供奉在小昭寺，後毀於文化大革命。大昭寺的布局方位，其主殿是坐東面西的。主殿高四層，兩側列有配殿，布局結構上再現了佛教中曼陀羅壇城的宇宙理想模式。寺院內的佛殿主要有釋迦牟尼殿、宗喀巴大師殿、松贊干布殿、班旦拉姆殿(格魯派的護法神)、神羊熱姆傑姆殿、藏王殿等等。寺內各種木雕、壁畫精美絕倫，空氣中瀰漫著酥油香氣，藏民們有人神情虔誠地參拜轉經，也有人感慨到一盞燈足以照亮成佛之道，千盞燈驅散不了輪迴的黑暗。

隨後我們來到八角街(圖三十一)閒逛，八角



圖二十九 布達拉宮(何樹根攝)



圖三十 大昭寺(何樹根攝)



圖三十一 八角街(林三賢攝)

街又稱八廓街或帕廓街，是圍繞著大昭寺所建的繁華的商業街。街道以大昭寺為中心，西接藏醫院大樓，南面沿河東路，北至幸福東路，東臨河林廓東路。據說，四川話中，“廓”與“角”的發音相近，所以，就把八廓街讀成“八角街”了。沿途遇見虔誠的朝聖者，面向不同方位三跪九叩的膜拜，本團龍德居士深受感動有感而發的涕泗縱橫。

八廓街東南角有一棟兩層樓房稱為瑪吉阿米酒館，這裡就是六世達賴喇嘛倉央嘉措的密宮。傳說倉央嘉措為了尋找至尊救世度母、跋山涉水走遍西藏地區。有一天在拉薩八角街一

個小酒館休息、門外望見一個如月亮般嬌美的少女掀窗窺望，“在那東方山頂，升起皎潔月亮，瑪吉阿米的面容，漸漸浮現心上”，這是倉央嘉措寫給瑪吉阿米的詩篇至今仍廣為流傳。我們幾位在此喝汽水，想說或也能遇見另一位如月亮般嬌美的少女，結果倒遇見幾位……。

晚上欣賞戶外劇場“文成公主”大戲，全劇演的是松贊干布迎娶文成公主的故事，大自然的山水就是背景就是銀幕，透過燈光詮釋春夏秋冬、白天黑夜，數百演員加上馬匹、牦牛與羊群，輔以特效道具與布景，氣勢磅礴，讓觀戲者有如就置身於唐朝時代。

第八天(2014/09/06)

拉薩(羊卓雍措、卡惹拉冰川、江孜宗山) – 日喀則

羊卓雍措簡稱羊湖(圖三十二)，藏語之意為天鵝之湖，與納木措、瑪旁雍措稱之為西藏的三大聖湖，是喜馬拉雅山北麓最大的內陸湖泊。羊卓雍措面積 675 平方公里，湖面海拔 4,441 公尺，湖最深 60 公尺，平均深度 40 公尺，於 94-98 年建立發電站。羊湖也是高原堰塞湖，由冰川造成土石流堵塞河道而形成，1996 年，建西岸發電站，是西藏最大的水利發電站，此發電站曾因生態之故遭到包括班禪額爾德尼·確吉堅贊等人的反對，直到他歸西後才建成。此發電站為引水式電站，進水口至尾水渠出口相距 9.5 公里，高差 840 公尺。

虔誠的藏人馬年轉山、羊年轉湖，他們相信這樣做佛祖會保佑他們一整年吉祥如意。羊湖因系三大聖湖之一，每年吸引了大量信徒來此轉湖。我們無法轉全湖，至少也很虔誠盡可能的繞著湖轉，並在湖邊與成千的放羊群為伴良久，才依依不捨地離開此湖。

下午觀賞著名的卡惹拉冰川(圖三十三)，其位於浪卡子縣和江孜縣交界，是西藏三大大陸型冰川之一，為年楚河東部源頭。卡惹拉山口標高 5036 公尺，山口南面 6647 公尺的卡魯峰是年楚河和羊卓雍湖兩大水系的分水嶺，此峰周圍冰川地貌突出。卡惹拉冰川在山口北面 5600 公尺左右的地帶，屬寧金抗沙峰冰川向南漂移後形成的懸冰川，此處山勢雄偉，巨岩嵯峨，坡面上及山坳溪壑間的長年積雪發育了條條冰川，極為壯觀。五千公尺的高度，稀薄的空氣令人寸步難行，對多數人是生平第一次見



圖三十二 羊卓雍措(何樹根攝)



圖三十三 卡惹拉冰川(高秋振攝)

到冰川的團員們，仍是走到步道的盡頭，齊聲讚歎造物者的偉大。

下山沿途欣賞一望無際的油菜花田來到江孜鎮。位於江孜鎮西北部，年楚河北岸有一小山稱為宗山(圖三十四)，山頂建有一城堡。1904 年 7 月英國第二次侵藏戰爭中進攻江孜宗山，經多天抵抗，守衛江孜的藏軍已彈盡糧絕，堅持抵抗到最後的數百名藏軍全部跳崖身亡。2004 年 9 月 26 日，西藏自治區舉行江孜抗英鬥爭一百周年紀念大會，同時將宗山前的廣場被命名為英雄廣場，廣場上矗立著江孜宗山英雄紀念碑。中國也曾將此故事拍成電影名紅河谷。

離開江孜，傍晚時分抵達日喀則(圖三十五)，其藏語即如願以償之意。日喀則建城至今已有 600 多年的歷史，是西藏的第二大城市也是後藏的政教中心及歷代班禪的駐錫之地，世界第一高峰聖母峰或稱珠穆朗瑪峰也隸屬位於日喀則。地理上，日喀則位於喜馬拉雅山系中段與岡底斯—念青唐古拉山中段之間，南北地勢較高，其間為藏南高原和雅魯藏布江流域，

平均海拔在 4000 公尺以上。在日喀則超過 8000 公尺以上的山峰包含珠穆朗瑪峰、洛子峰 (8516 公尺)、馬卡魯峰(8463 公尺)、卓奧友峰 (8201 公尺)、希夏邦瑪峰(8012 公尺)共有五座。

第九天(2014/09/07) 日喀則(札什倫布寺)-拉薩

上午原擬至班禪新宮參觀，可惜十一世班禪回到日喀則，新宮管制不開放，只好轉往札什倫布寺(圖三十六)，也稱「吉祥須彌寺」，全名為「扎什倫布白吉德欽曲唐結勒南巴傑瓦林」，意為「吉祥須彌聚福殊勝諸方州」，是日喀則地區最大的寺廟，由宗喀巴的弟子根敦珠巴主持創立，為四世班禪喇嘛之後歷代班禪喇嘛駐錫之地。位於日喀則市城西的尼色日山坡上。它與拉薩的甘丹寺、色拉寺、哲蚌寺合稱格魯派的「四大寺」。四大寺以及青海的塔爾寺和甘肅的拉卜楞寺並列為格魯派的「六大寺」。扎什倫布寺內分為措欽大殿、內地堂、強巴大殿及靈塔殿四大部分。寺內最宏偉的建築是大彌勒殿和歷代班禪靈塔殿。大彌勒殿即為「強巴康」，中間供奉著 1914 年九世班禪曲吉尼瑪主持鑄造的鑿金青銅強巴佛，即彌勒佛的坐像，此尊強巴佛單佛身就高達 22.4 公尺，蓮花座高 3.8 公尺，總高為 26.2 公尺。7 座歷世班禪靈塔大小不一，有的靈塔供奉幾位班禪，有的只供奉一位，其中以四世班禪的靈塔殿最為豪華，靈塔高十一公尺。塔內藏有歷世班禪的舍利肉身，包括十世班禪確吉堅贊。措欽大殿位於全寺中央，是全寺最大的大殿，建於明朝，為班禪講經及寺僧辯經的場所。內地殿是清朝歷代皇帝派員向班禪宣讀聖旨和班禪與駐藏大臣會晤的地方。

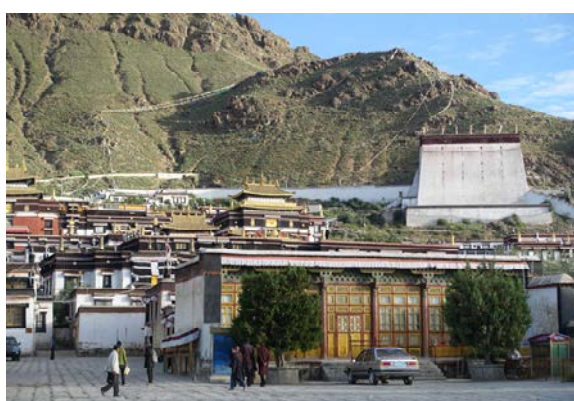
今天行程較為輕鬆，傍晚時分回到拉薩，亞新工程徐總經理特別招待烤全羊一隻，也在此歡度中秋節。

第十天(2014/09/08) 拉薩 (那根拉山 納木措)

今天行程主要是納木措(圖三十七)，但要先翻越海拔 5190 公尺的那根拉山口，也是跨越念青唐古拉山脈去納木措的要道。在這裡可以眺望納木措。山口豎立了一塊標明海拔高度的大石碑。從山口向北望去，可以遠眺碧藍的納木措



圖三十四 江孜鎮 宗山(林三賢攝)



圖三十五 日喀則(林三賢攝)



圖三十六 札什倫布寺(何樹根攝)



圖三十七 納木措(何樹根攝)

。幾位團員在此酌飲啤酒慶祝高達海拔 5190 公尺，留下到此一遊的精采照片。站在碑前，遠眺唐古拉山的山頭白雪靄靄以及納木措的湖面漣漪朵朵，就是清人李文甫跟老師所作對聯“青山不老為雪白 綠水無憂因風皺”的寫照。

翻越山口來到納木措，藏語係天湖之意，為西藏第二大的湖泊，也是中國第三大的鹹水湖，湖東西長 7 萬多公尺，南北寬 3 萬多公尺。湖面海拔 4718 公尺。湖水面平均深度 33 公尺。納木措形成於 200 萬年前，即古近紀喜馬拉雅運動時期。初始湖面開闊且湖水深。進入第四紀後，因大陸板塊碰撞擠壓，西藏高原不斷隆升，氣候日趨乾燥，湖面隨之縮降。經過百萬年的變遷，現今在納木措的外圍，留有三層古湖堤岸的遺迹。其中最高的一層，高出目前的湖面 80 公尺。一行人走到湖邊觀賞美景，或照相或沉思，享受絕美的片刻。黃俊鴻教授跟兒子父子情深，騎犛牛下湖，留下終身都會難忘的記憶。

第十一天(2014/09/09) 拉薩 - 青藏鐵路-西寧

青藏鐵路(圖三十八)起於青海西寧，向西經湟源、海晏，沿青海湖北緣繞行，經德令哈至錫鐵山，南折與 315 國道並行後到達柴達木盆地中的格爾木。由格爾木南行起攀上崑崙山，穿越可可西里，經過風火山、唐古拉山，進入西藏的安多、那曲、當雄，最終抵達拉薩，全長 1956 公里，是世界海拔最高、線路最長的高原鐵路。新建拉薩-日喀則段業已完工，我們在西藏時仍在試營運尚未對外開放。今天行程就是青藏鐵路火車體驗行，幸好訂有軟鋪，我們一團分乘多個車廂，或喝茶、咖啡或小酌，或串門子談天說地何其快意。沿途風景變化多端，相機喀嚓聲此起彼落，捕捉那剎那的永恆。領隊於是包下餐車大家齊聚喝下午茶，也是人生難得的經驗。

青藏鐵路沿線發育地震破裂、斷層裂縫、凍土裂縫與冰裂縫 4 種不同類型的地裂縫。地震破裂包括西大灘古地震破裂、昆侖山南緣地震破裂、可可西裡古地震破裂、崩錯地震破裂、穀露盆西地震破裂、羊八井—當雄盆西地震破裂；地震破裂規模大，產狀穩定，與地震鼓包、地震陡坎、地震凹陷有序組合，是地表構



圖三十八 青藏鐵路(何樹根攝)

造變形的重要形式，屬內動力成因地裂縫。斷層裂縫沿斷層破碎帶定向分佈，產狀穩定，成群產出，與斷層活動、地下水運移、不均勻凍脹存在密切的關係，是構造變形與融凍變形聯合、內外動力耦合產生的複合成因地裂縫。凍土裂縫和冰裂縫屬外營力成因地裂縫，是凍土與冰層不均勻融凍變形的重要表現形式。

青藏鐵路建設過程中創造出許多世界之最的工程紀錄：世界海拔最高：世界最高的高原凍土隧道-風火山隧道，全長 1338 公尺；世界最長的高原凍土隧道-昆崙山隧道，全長 1686 公尺；世界海拔最高的火車站-唐古拉車站，海拔 5068 公尺的唐古拉山口；世界最長以橋代路的橋梁及高原凍土上最長鐵路橋，即清水河特大橋位於海拔 4500 多公尺的可可西里無人區，全長 11.7 公里；青藏鐵路第一高橋～三岔河大橋，全長 690.19 公尺，橋面距谷底 54.1 公尺；長江源頭第一鐵路橋-長江源特大橋，全長 1389.6 公尺，跨過約 1300 公尺的沱沱河流域寬闊河床等多項紀錄。

第十二天(2014/09/10)

西寧(北禪寺) - 重慶(洪崖洞)

在等飛機飛回重慶的空檔我們來到西寧北禪寺或北山寺，北山因山崖層疊，遠眺似土台樓閣高高矗立，故又名土樓山(圖三十九)。“北山煙雨”是“西寧八景”之一。陡峭的山坡上佈滿人工開鑿的洞窟，所以又有“九窟十八洞”之稱。

北山寺依山崖而建，寺內殘存有壁畫和藻井，從藝術風格上看，當屬晚唐和宋元時代的遺跡。北山寺已經修葺，為道教寺觀，有魁星樓、靈宮殿等建築。位於北山頂峰的甯壽塔是清代所建的 5 層密檐磚塔，為北山寺的組成部分。山上林木蒼

翠，山下湟水環流。登山遠眺俯瞰，西寧盡收眼底，並與對面南山上的鳳凰亭遙遙相望。

午餐後搭機回到重慶直奔洪崖洞(圖四十)。洪崖洞位於重慶市渝中區，北臨嘉陵江，南接解放碑滄白路，建築面積超過60000平方公尺，以具巴渝傳統建築特色的“吊腳樓”風貌為主體，通過分層、吊腳、錯疊、臨崖等山地建築手法，形成了別具一格的“立體式空中步行街”。晚餐享受重慶道地小火鍋，加上有人喊出酒錢他付，下了高原心情放鬆，終於暢飲一番。

第十三天(2014/09/11)重慶(三峽博物館)-台北

今天要回台灣了，上午時間我們到重慶中國三峽博物館(圖四十一)暨重慶市博物館參觀，其位於重慶市渝中區上清寺附近的人民廣場，與重慶市人民大禮堂相對而立。三峽博物館建築主體長157.3公尺，寬98.085公尺，高32公尺，總建築面積為4萬多平方公尺。三峽博物館展廳面積為23,225平方公尺，主展區有四個：1、反映三峽歷史文化精神的壯麗三峽廳；2、反映地方歷史源流的遠古巴渝廳；3、反映重慶城市變遷的城市之路廳；4、反映重慶抗戰文化的抗戰歲月廳。由於三峽的淹沒範圍大，許多地方將永遠沉沒於水下，為了盡量挽救考古方面的損失，中國政府投資大筆經費進行搶救性發掘，三峽博物館也是這些被發掘的文物的主要儲藏地。

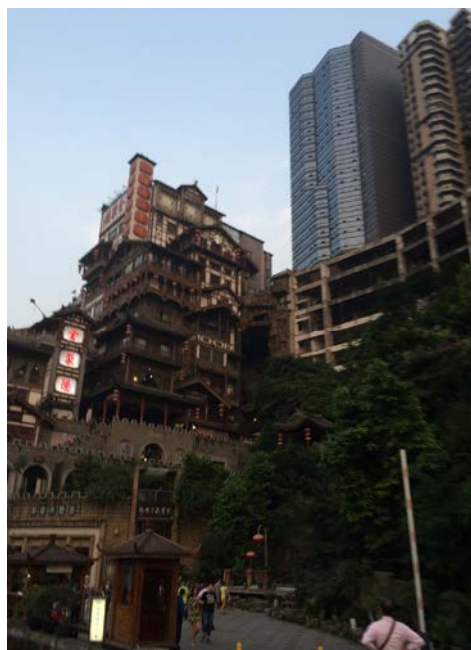
下午一行27人帶著疲憊的身體，但心靈卻是收穫滿滿的回到想念地台北，結束此趟探險之旅。

五、結語

有人說：學佛者，只有不美麗的眼睛，沒有不美麗的事務。此趟西藏之旅，團員們除了對西藏地區的地質有更進一步的了解與深刻的體認外，的確也讓大家領略到蔚藍的天空、皎潔的白雲、燦爛的星空、碧綠的湖泊、雪白的冰山、青翠的草原、成群的牛羊、多彩的藏屋、莊嚴布達拉、神聖的宗教、虔誠的心靈、辛勤的藏人等種種的美，再多的形容詞、再美的詞彙似乎都無法具體描述我們在西藏所經歷所看到的美麗事物，團員的眼睛也似乎都是美麗的，但大家心中總也有一種讓人莫名的憂傷感，誠如西藏作家唯色在她的書裡寫出了對現代



圖三十九 土樓山(孫漢豪攝)



圖四十 洪崖洞(孫漢豪攝)



圖四十一 重慶中國三峽博物館(高秋振攝)

拉薩的感受(唯色，2008，看不見的西藏)：

我想要描繪的拉薩，並不是我描繪的拉薩；
而我正描繪的拉薩，已是五蘊^{註5}熾盛的拉薩。

六、誌謝

此行得以順利成行，感謝天鉞旅行社以及何錦芳先生的鼎力相助。也由衷感謝中國海大姜效典教授自行出資到重慶為我們講授精彩的西藏地質，並感謝重慶大學土木學院提供場地並合辦研討會，讓此行收穫更加豐富。本文內容諸多歷史典故及地質資料引用自網路維基百科及百度百科以及參考文獻中之其他文獻，謹此致謝。

七、參考文獻

土登次仁拉巴(2010)“西藏堆龍德慶縣馬鄉不整合地層的主要特徵及其地質意義”，*西藏大學學報(自然科學版)*，25(1)，第 8-11 頁。

百度百科網頁。

林銘郎(2014)，”西藏地質簡介”講義。

姜效典 (2014)，”青藏高原工程地質環境”PPT 檔。

馬霍拉斯(2014)，*跋涉 - 西藏逆旅*，時報出版。

曾昭璇 (1995)，*中國的地形*，淑馨出版社，第 41-51 頁。

唯色(2008)，*看不見的西藏*，大塊文化出版公司。

維基百科網頁。

註：

1.藍為天空、白為白雲、紅為火焰、綠為江河、黃為大地。

2.達賴喇嘛是藏傳佛教中格魯派(黃教)轉世傳承的領袖。除第一世達賴喇嘛之外，歷代達賴的名字都是「嘉措」，藏文意為「海洋」，譯為蒙古語後，即為「達賴」；「喇嘛」是藏語對上師的稱呼，也隱含著「智慧」之意。根敦朱巴為格魯派創始人宗喀巴的弟子，被追認為第一世達賴喇嘛。第四世達賴喇嘛雲丹嘉措是俺答汗的孫子，也是唯一一名蒙古人出任達賴喇嘛。目前的達賴喇嘛是第十四世丹增嘉措。達賴喇嘛被視為是觀世音菩薩的化身。

3.班禪喇嘛(又稱班禪額爾德尼)在藏傳佛教格魯派中，與達賴喇嘛並稱，班是梵文「班智達」(意為博學)禪是藏文「欽波」的簡稱。西藏人一般相信班禪是阿彌陀佛的化身。1645 年，蒙古固始汗入藏，封四世班禪為「班禪博克多」，「博克多」是蒙古語意即睿智英武，即為第一班禪。格魯派確認他為四世班禪，追認宗喀巴的門徒克珠傑為一世班禪，索南卻朗為二世班禪，羅桑丹珠為三世班禪。1713 年清朝康熙帝封五世班禪為「班禪額爾德尼」，「額爾德尼」是滿語的蒙古語借詞，意為「珍寶」，並加封以前各世班禪，從此這一活佛系統得此封號。其駐蹕地為日喀則的扎什倫布寺。

班禪這個稱號，始於公元 1645 年，這一年蒙古固始汗贈給格魯派扎什倫布寺住持羅桑曲結以「班禪博克多」的尊稱。

4.薩迦派建築壁上的紅、白、黑三色條紋代表文殊菩薩(智慧)、觀世音菩薩(慈悲)、金剛手菩薩(力量)，又稱花教。

5.五蘊:色、受、想、行、識。



色季拉山口的經旗(高秋振攝)



色彩繽紛、隨風飄揚的西藏經幡(高秋振攝)