

業部地質調查所

國立北平研究院地質學研究所

地質彙報

第十七號

民國二十二年十月

總目

西康東部鑛產誌略

譚錫堯著

河北省磁縣粘土鑛地質鑛業及

鑛業

侯德封著

粘土中膠性物體與可塑性之關係

溫步瀛著

北平西城馬路九號地質調查所發行

南京圖書館藏



部 地 質 調 查 所

國 立 北 平 研 究 院 地 質 學 研 究 所

地 質 彙 報

第 十 七 號

民 國 二 十 二 年 十 月

| | | |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| 西康東部鑛產誌略..... 譚錫昉著 | 河北省磁縣粘土鑛地質鑛業及 鑛業..... 侯德封著 | 粘土中膠性物體與可塑性之關係..... 溫步遜著 |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------|

北 平 西 城 兵 馬 司 九 號 地 質 調 查 所 發 行



地質彙報第十七號

目次

著 西康東部鑛產誌略

引 言

(一) 地質概略

(甲) 地層

(乙) 火成岩

(丙) 地質構造

(丁) 地文

(二) 鑛產

(甲) 鑛床生成之原理

(乙) 鑛產分佈區域

(丙) 金鑛之生成

(丁) 金鑛之分佈

地質彙報 目次

頁數

一

二

二

五

六

六

七

八

九

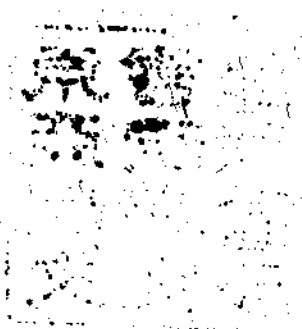
一〇

一三

| | |
|-----------------------|-----|
| (戊) 鋼鉗鑛 | 二二五 |
| (己) 磷黃石捕雲母鑛 | 二二八 |
| (三) 結論 | 二二九 |
| 譚錫嘯 著 附錄 經緯度測量及地圖作法 | 三三一 |
| (一) 經緯度測量法 | 三三一 |
| (甲) 經度測量法 | 三三一 |
| (乙) 緯度測量法 | 三五 |
| (二) 路線圖作法 | 三八 |
| (甲) 方向測量法 | 三八 |
| (乙) 距離測量法 | 三九 |
| (丙) 路線圖之縮尺 | 三九 |
| (三) 經緯度繪法 | 三九 |
| (四) 高度測量法 | 四〇 |
| 侯德封 著 河北省磁縣粘土鑛地質鑛業及鑛業 | 四三 |
| 引 言 | 四三 |
| (一) 地位及交通 | 四三 |

| | |
|---------------------|----|
| (二) 地形..... | 四四 |
| (三) 地層概要..... | 四四 |
| (四) 地質構造..... | 四八 |
| (五) 鐵產..... | 四九 |
| (甲) 種類用途及價格..... | 四九 |
| (乙) 本區粘土之成因..... | 五〇 |
| (丙) 分佈情形及儲量之估計..... | 五五 |
| (丁) 粘土之性質..... | 五九 |
| (六) 鑛業..... | 六三 |
| (七) 窯業..... | 六五 |
| (甲) 窯場設備..... | 六六 |
| (乙) 原料之應用..... | 七〇 |
| (丙) 製造程序及工價..... | 七一 |
| (丁) 燒成原料及損失..... | 七五 |
| (戊) 運輸..... | 七六 |
| (己) 產量及價格..... | 七六 |

地質彙報 目次



地質彙報 目次

四

| | |
|-------------------------------|----|
| (庚) 營業情形及工人..... | 七七 |
| (八) 其他鑛產..... | 七八 |
| (甲) 煤礦..... | 七九 |
| (乙) 黃鐵礦..... | 七九 |
| (丙) 石灰及石材..... | 八〇 |
| (丁) 彭城鎮淨水供給之略況..... | 八〇 |
| (九) 結論..... | 八二 |
| 溫爾遜著 粘土中膠性物體與可塑性之關係 (節略)..... | 八五 |



東亞
書院
研究
部
書
印

西康東部鑛產誌略

譚錫疇
李春昱

引言

民國十八年秋，奉派調查四川地質鑛產，先由成都調查起首，向西南而進經雅安至西昌，路不及千里之遙，而時間所費，已三閱月。十九年春，行抵康定，本擬小作勾留，畧事考察，即過返成都。籌備松潘理番之行。惟到康邊之時，正值馬叔驥旅長主軍政，轄境晏然，西康政務委員會龍主席程陳兩委員主民政，力謀革新，目覩煥然景象，不忍錯失良機，而出關調查之念以萌。又適西康軍民財政主管長官，再三囑託，竭力襄助，出關調查之舉，一面電商川康邊防總指揮劉自乾軍長，一面代為籌畫預備。劉軍長覆電贊同囑即進行。遂於十九年四月二十八日，由康定出發，經九龍，雅江，理化，瞻化，甘孜，鍾靈，道孚，丹巴，而返康定，計費時四月餘，歷經約七千里，調查區域，在北緯二十八度至三十一度，東經一百度至一百零二度之間，幅員約為十萬方里也。

此次考察，諸事俱備，所最缺乏者，圖件是也。軍部所存而可借用者，有西康各縣分圖，及西康總圖兩種。英人曾測製川滇邊區地圖，原測縮尺未詳，印就者只二十四萬分之一，且只有南部及康定至西藏大路附近，不足利用。其他參謀部及中外所出各圖，不失之於簡，即限於一域，只可作為一部分之參考。不得已，唯有設法自作畧圖。但預定調查區域，面積遼闊，時間迫促，勢不能盡用儀器測量，故斟酌時宜，以經緯儀測定各縣或鎮市經緯度，用指南傾斜儀作成所經路線圖。經緯度以新式德國經緯儀及短波無線電機測定之。路線圖縮尺為五萬分之一。城市位置既定，中間填繪路線圖，雖詳不及儀器所測，而準確程度，想當在以前各國之上也。

西康地質，知者甚鮮，而鑛產則頗著名，然經學者之實地考察者，地質實較鑛產為先。五十年前，曾有德人勞策 Loosy，由

地質彙報

南京圖書館藏

甘肅入川，而至西康，經打箭爐裏塘巴塘抵昌都之西，圖說均成巨帙。其後英法美各國人，雖屢至邊地，而所得結果，或零星散碎，或秘不發表，不能參考。至鑛產調查，中外人士，久經注意，屢作不鮮，惟多疎於科學研究，誇譽過甚。在學者方面，一望而知其爲信口之談，而宜騰所暨，致一般人莫明真像，目西康爲秘密之國，寶藏之府。茲幸得機出關，一探究竟，雖未能遍踏全境，而足跡所至，已盡鴉龍江大渡河兩水流域，於地質方面，粗得其概要，藉糾前人觀察未盡之失。於鑛產方面，亦得究悉底蘊，冀破已往道聽塗說之弊。惟限於時日，不能到處觀察，遺誤之處，自所不免，諒而教之，幸莫大焉。

此次考察，地質鑛產二者並重，惟關於地質部份，圖說繁多，非加室內研究，多經時日，不克成事。但斯篇之作，注重鑛產，地質詳論，自不必闡入，而關於鑛產者，論列當詳，故斟酌繁簡，臚列次序，先述地質概要，於鑛產關係切要者，特別提出說明。次述鑛產，論各鑛床生成原理，聚集方法，分佈情形，俾免分述重複之弊。末分論各處鑛產，定其價值，考其成分，有無採辦希望。褒揚固不必，貶抑亦不宜，惟求其確實而已。

(一) 地質概略

地質與鑛產有密切關係，鑛量之多寡，鑛質之優劣，常由考察鑛床之生成情形而定，而鑛床之成因變遷，鑛產之聚集分佈，須由地質上各種情形，推知其底蘊，故欲知鑛產之價值，非由調查地質着手不可。西康地質，久經前人考察，夙有圖說，但因地層變質甚深，未得精確結果，尤於鑛產情形，未嘗詳細說明。故此於地層系統，地質構造，及關於鑛產重要之點，特別敘述，以資參考。然地層時代以及構造性質，多有待於回所以後詳細研究然後方能確定，此間所述僅係臨時報告，並以爲紀述鑛產之說明而已。(參閱附圖第一版)

(甲) 地層

西康地質，本屬簡單，惟變質甚深，地層分辨非易，如漫不詳察，往往指鹿爲馬。擴觀全區地層，除沖積層外，共分六層，即太古界片麻岩系，元古界片岩系，二疊紀灰岩大理岩層，三疊紀頁岩片岩層，侏羅紀煤系，及白堊紀赤色砂岩層。就中片麻岩

系及煤系，特別發育。而侏羅紀煤系，分佈尤廣，南北延長，不盡其端，而東西所暨，往往廣闊數百里，其分層之複雜，變質之不同，有足令人疑其時代甚古，而誤認爲他層者。勞策目之爲元古代地層，非偶然也。但此次由此系所夾變質較輕之頁岩內，採得植物化石，確係中生代之物，宜歸入於侏羅紀。此系與西康鑛產，大有關係，生成狀態，發育情形，應特別注意也。

太古代片麻岩系 此系爲最古地層，在本區域東部，分佈較廣，折多山一帶，尤爲發育，所含岩石，幾全爲片麻岩，內常有花崗岩侵天體，惟與片麻岩不易區分。石英脈所見不多，且均細小。片麻岩爲花崗質，頗類似花崗岩，所異者惟組織不同耳。如片麻岩組織不甚顯著，每易認爲花崗岩。勞策所指花崗岩一部，當爲片麻岩。太古代片麻岩所含之石英脈，在他處常含金屬鑛物，金鑛尤多。黑龍江著名金鑛即導源於此。但西康片麻岩系之石英脈，金屬鑛物甚少，即常有之金，亦未嘗採取。西康沙金不出自此系，而別有來源。故片麻岩系與鑛產無大關係也。

元古代片岩系 此系爲元古界地層，應不整一於片麻岩系之上，但未見兩系實地接觸，關係尙未明瞭。在丹巴馬耳一帶初見之，故亦可名爲丹巴系。岩石以片岩爲多，兼有片麻岩及石英岩，石英脈亦偶經目擊。片岩爲雲母片岩，稍有角閃片岩。片麻岩組織較細，爲花崗質，與片岩交互而生。石英岩多成白色或灰白色，有時夾有黑雲母，變成片岩，質堅而脆。此系地層，常成層狀，大部當由水成岩變質而來，而片麻岩或由以前侵入於水成地層之火成岩後經變質者。此系與侏羅紀煤系有時分別頗難，所異者惟此系夾有片麻岩而位於二疊紀地層之下耳。

二疊紀灰岩大理岩層 位於元古界片岩系之上，成不整一之接觸，在丹巴馬耳一帶關係極爲明顯。因大部變質頗深，化石踪跡已泯，時代無由確定。但就四川西南部各處地質情形，及地層位置上下關係而言，大抵屬二疊紀。暴露所在，地點雖多，而保存完全，分佈清晰者，惟馬耳梭坡一帶。岩石在地質變質輕處，爲灰岩及頁岩，在變質深處，爲大理岩及片岩。馬耳一帶，接於元古界地層之上者，爲大理岩，厚約五十公尺，次爲雲母片岩，含石榴子石及石英脈，厚約二百公尺，再上爲大理岩，夾雲母片岩，大理岩常帶瀝青臭味，厚約三百公尺。其他各處，保存不全，康定附近，灰岩大理岩居多，厚在一千公尺以上，夾綠色變質

頁岩，並含方鉛礦、銅礦、藍銅礦、孔雀石等。下有雲母片岩，與太古界地層成斷層接觸。道孚附近，灰岩之下有灰白色石英岩，九龍理化瞻化甘孜鎳霍境內，均有灰岩或大理岩，與侏羅紀煤系成斷層接觸。此系含銅鉛礦物，而金甚少，與西康沙金無大關係也。

三疊紀頁岩片岩層 此層在灰岩大理岩層之上，或成不整合之接觸，保存不完全，分佈亦不寬廣，在康定理化鎳霍及丹巴境內見之，未採得化石，時代不能確定。就其層位上下關係而言，似屬於三疊紀。在康定一帶，岩石為綠色頁岩，稍變質，露頭不全，僅於溝邊見之。在理化溫泉一帶，岩石為綠色紫色變質頁岩，鎳霍之北僅見綠色頁岩，在丹巴梭坡一帶，大理岩之上，有暗綠色片岩，含石榴子石及石英脈，變質頗深，似屬此層，惟與侏羅紀煤系，分界不易，厚度未能計量。總之此層時有時無，保存不全，厚度極不一律，薄時數十公尺，厚者至數百公尺，雖有時有少數石英脈，而不含金屬礦物，無鑛產上之價值也。

侏羅紀煤系 位於頁岩片岩層或灰岩大理岩層之上，成不整一或不整合之接觸。就所採化石觀察，當屬中生代，而以歸入於侏羅紀為宜。惟德人勞策，以其變質頗深，分佈寬廣，目為元古代物。西康地質，固不甚複雜，而有時難於辨識有如斯者。岩石極為龐雜，由泥質頁岩至片岩，中間經過各級變質情形，如頁岩變質頁岩板岩千枚岩及片岩，應有盡有。由砂岩經石英質砂岩而至石英岩。在理化金廠溝一帶，有白灰色淺綠色變質泥灰岩。煤系本夾煤層，而在西康東部，煤層極薄，且重經變質及壓擠錯亂破碎，益不足稱。惟有時黑色頁岩，夾雜劣質煤末，隨地暴露，藉以確證其為煤系而已，岩石色澤性質各層不同，色由白灰，灰色，黑灰而至黑色，更有紫棕及淺棕色。質由鬆軟之泥質頁岩而至極堅硬之石英岩。此系內含石英脈最多，脈之寬狹，極不一律，窄者一二分，寬者可至八尺，惟多成扁豆形，兩端狹盡，連續而成一長脈者甚鮮。石英脈內常含金屬礦物，如金，方鉛礦，黃鐵礦，砒黃鐵礦，斑銅礦等。在丹巴境內，脈內有時有長石，成偉晶花崗岩脈，常含多量雲母，白雲母較多，又有電氣石，成巨大晶體，長至尺許。煤系變質深處，除雲母晶大量多外，含石榴子石甚夥，晶體大小不等，徑由一分至寸許，呈紅色及黑棕色。丹巴縣城之北楊家灣附近，片岩內含鋼玉，晶體大者，長三四寸。本系內常含火成岩，在九龍雅江康定理化鎳霍道孚丹巴境內均見之。多花崗岩，偶有正長岩，成塊狀，又有輝綠岩，成岩層。侏羅紀煤系，分佈於西康東部者，在各層中為最廣，而其發育之

著，亦爲向所罕見。至其關係於西康鑛產之重要，尤出人意料之外。西康鑛產，以金爲著，煤系內之石英脈，卽爲金之所自出。欲知金鑛產生之區域，當注意於侏羅紀煤系之分佈也。

白堊紀赤色砂岩層 位於侏羅紀煤系之上。大致成整合之接觸。在西康東部，不甚發育，惟於康定所屬玉龍石溝兩旁見之，分佈狹小，且不連續。岩石以紅色砂岩爲主，兼夾粘土，暴露不全，厚度頗難測悉，估計之當在一百公尺以上。因無化石，地層時代不能確定。惟四川內部紅色砂岩粘土，分佈甚廣，按地層上下位置，當爲白堊紀之物，而本區域赤色地層，爲其向西延長之一部，亦以歸入於白堊紀爲宜。

沖積層 除堅結地層已略述於上外，猶有鬆散不堅，而分佈於各豁谷及溝渠中者，通常稱之爲沖積層，言由高處沖刷而來而堆積於低處者。在西康東部沿鴉龍江，發育最著。在瞻化之北，有厚至二三百公尺者。其他各處，厚薄不等，薄處亦有數尺者。所含礫石圓形者多，角稜者少，質隨附近之岩石而異，故各種岩石均有。礫石大小，亦不一律，通常徑數寸者居多，但有時成大塊，而細微成沙粒者，亦常夾雜其中也。時代最新，當爲第四紀中期之物。其生成也，本由沖刷而來，但沖來之物，不僅岩石，而各層中之石英脈，亦大受剝蝕。煤系之金，伴石英夾雜於沖積層中，而成現在西康有名之沙金鑛，故沖積層亦與西康鑛產大有關係也。

(乙) 火成岩

水成岩變質岩組成各種地層者，已如上述。此外猶有侵入於兩種岩石中之火成岩，就觀察所知，種類不多，惟多關係於鑛產生成，故另分出，摘要敘述。火成岩中以花崗岩爲最多，大部侵入於侏羅紀煤系內，在各處均見之，成塊狀，露頭廣狹不一，長者可至數十里，小者數百公尺。但露頭之大小，不足定岩塊之鉅細，其下當更連於深處之大岩塊也。花崗岩石英少處，常變爲正長岩，與花崗岩之區別，不過生成時岩漿分異有酸基之差，石英結晶不多耳。酸性岩石外，尚有基性岩石，以輝綠岩居多，均夾於煤系內，成岩層，在丹巴附近康定二道橋一帶，均經目擊。岩石呈深綠色，質堅而重，輝石占大部份。以上三種火成岩，均曾

經動力之影響，一部現變質狀態，所含礦物，排列一致。花崗岩受變，而呈片麻組織，輝綠岩受變，與伴生之水成岩同呈彎曲之狀。推火成岩生成之時代，當在中生代白堊紀以後，或在新生代第三紀之初。至其生成原因，不外受動力擠壓之影響，地下岩漿鼓湧上昇，侵入於地殼各種地層內，或成巨大岩塊，或成細薄岩層。當岩漿上昇之際，岩質分異，酸性者集於一處，而成花崗岩或正長岩，基性者聚於一處，而成輝綠岩。岩漿本為粘質，成半流動體，然其時尚有一種液體及汽體隨之而出。因汽液體較岩漿易於流動，故上昇而侵入於各地層中者較遠，遇孔洞及隙縫，即沿之而上，而填充其間。此汽液混合體所含之物質，為矽質及各種金屬原質，而現在所見之石英脈，即由此種汽液體內沉澱凝結而成，而所含之金屬礦物，亦同時結晶夾於其中者也。（詳論見鑛床節內）。

（丙）地質構造

火成鼓動之力漸息，而造山勢力又起。二者顯著關係，雖不得考悉，然詳推因果，蛛絲馬跡或有一線相連。火成岩漿鼓動上昇，係受動力擠壓之影響，但岩漿上昇已成岩石，而動力猶繼續不止，此時地殼當大受波及，有破裂之趨向，地層弱處，斷折斯生。惟此種地質活動，歷時甚久，其時代長短不可以常理揣之也。火成岩生成之後，地表情形與今大異，而地層分佈區域，位置高低，亦與現在所見不同。雖當時真像不能確知，然即理推測，各種地層，似應順序排置，片麻岩系在下，上為片岩系灰岩層頁岩層，而侏羅紀煤系及赤色砂岩，當在最上部。迨地殼破裂地層斷折之頃，一部墜落。至墜落之深淺，各處不同，其有侏羅紀煤系直與片麻岩相接觸者，墜落之深，當在一千公尺以上。煤系與灰岩接觸者，墜落較淺。至斷層生成時代，當在第三紀，尤以中新世為宜。就觀察所及，西康東部大斷層最顯著者，有五六條，均表示於地質圖上，一目瞭然。而小斷層甚多，不勝枚舉。此外與斷層同時生成者為褶皺。惟在西康東部，褶皺與全部構造無大關係，只於侏羅紀煤系內，特別發育，有時地層彎曲極甚。傾斜方向無法測定。斷層與褶皺，本大影響於鑛產價值，然在西康絕不為害。不過使地層上下移動而變易其位置耳。

（丁）地文

自地殼破裂地層斷折以後，大地時時昇降，河流屢屢變遷，沉積剝蝕，交互遞嬗，結果所至，而成今日山川分佈之形。考其變動原委，沉積物質，不但地質全史，可以盡述無遺，而鑛產生成，亦能瞭如指掌。其與地文最有關係者，西康沙金鑛是也。雪山之高聳巍立，大川之深峻迴紆，皆非原舊如斯，一成不變。地層斷折之初，地形高低雖有差殊，而凸凹狀態絕不如今日地形之複雜。其後高處大受侵削，凹處漸次冲刷，岩石鬆軟者先被侵冲而去，而堅硬之部，風化較難，於是峯嵐參差之狀著矣。惟此種作用，經時甚久不易想像，河流冲刷之外尚有大地緩昇，助其功用，增其速率，高山深谷之成非偶然也。迨至第四紀之中期，西康地形，已呈複雜參差之狀，著名山嶺，鉅大河流，均已生成，與現在地形殊異者，不過河流尚不如鴉龍江大渡河兩水之深，而山峯高者，或超過於現在之大雪山耳。惟當此侵蝕冲刷強盛之際，地殼又起變更。影響所暨，西康大陸徐徐下降，冲刷勢力漸次減小，而沉積作用勃然而興，物質由高處剝蝕而下者，大部堆於豁谷溝渠之中，而未冲刷而去，為時既久，愈積愈厚，就現在遺跡推測，有厚至二三百公尺者。此即上述之冲積層也。顧冲積之物種類複雜，大小不一，形有扁有圓，性質或鬆或堅，察其所自來，不外由附近各種地層破碎冲刷而至。其中最有關係於鑛產者，即沙礫中所含之金粒是也。金粒伴各種物質堆積於各溝渠中造成西康各處之沙金鑛。自後造陸作用漸起，地殼變動，由降而昇，侵冲勢力因而復興，不但彼時墜下之物，大部冲刷而去，而以前堆積於豁谷中者，亦大受剝削。水流湍急挾沙礫而下，侵冲之期甚久，直至今日勢力未消，河渠剝削，往往深過冲積層，而直入谷底岩層，鴉龍江深處，有侵下岩層數十尺者。冲積層受剝削重者，大部失去，輕者一部存留。因此地殼時昇時降，侵冲沉積，一急一緩之故，冲積層去留存移隨之，而含於其中之沙金，更因而大受影響。

(二) 鑛產

西康鑛產之富，夙為人所稱道，凡久居邊地者，莫不引為快談，不曰金銀銅鐵錫五寶俱全，即曰金鑛遍地，草鞋踏過，即可粘得許多。此因為過情之談未可盡信，然西康為產鑛之區，概可知矣。鑛產之富既膾炙人口矣，然究竟孰優孰劣，有無價值，不但一般人未留心鑛務者所不能辨，即熱心之士特為勘查亦有不詳其底蘊者，其有待於本科學之原理，作實地之考察，探秘密之所

在，破人乘之迷夢也。作者承西康主管長官之託，得考察於秘密已久之邦，足跡所至，幾盡西康東部，而結果所得，大有異於向所宣傳者。茲將確實情形，詳細敘述，事實俱在，優劣自明，因不必信口雌黃也。

(甲)鑛床生成之原理

鑛產與地質有密切關係，言之屢矣，未有地質不明而能知鑛產之價值者。然重要關係，究竟何在，簡言之，即考察鑛產須知鑛床生成之原因，變化之結果，而研究此原因與結果，非深悉地質重要原則不可，故先述地質情形，為研究鑛床張本。研究鑛床，為推定鑛產之價值，其間均有連帶關係。西康金屬鑛產，地點雖多，種類有殊，然來源則同。其鑛床生成發動之機，自火成岩醱脹鼓湧衝上之日起。火成岩漿上升之頃，酸基分異，而成花崗岩及輝綠岩，已述於上，茲不再贅。惟與岩漿同時湧出者，有一種汽液體，含各種金屬原質，實為鑛床生成之源。汽液體伴岩漿上升，本分先後，如汽液體先於岩漿而出，則衝入於各種地層中，其遺留於岩漿凝固之火成岩內，而成脈者甚少。反之岩漿先行上升，遇冷凝却，而成岩石，體積縮小裂縫遂生，而汽液體後出，填充於火成岩之裂縫中，而成脈狀。西康金屬鑛床，除沙金外，均為鑛脈，而脈之所在，多夾於各地層中，在火成岩內頗少。其為先於岩漿湧出者無疑。此種汽液體所含之物質，當以矽質為多，次為金鐵銅鉛銀及硫砒銻錳鉀銣等等原質。其噴出上昇之遠近，原質凝結聚集之情形，及鑛脈生成之鉅細，視下列各種原則為標準。

一，原質流動性之大小 各種原質流動性不同，上昇之遠近亦異。如鐵金往往在鑛脈上部，距母岩（火成岩）頗遠，鉛銀次之，銅常在鑛脈下部。故所成各種鑛物，聚集分佈，亦常有一定。黃鐵鑛每離鑛脈而浸噴於圍岩（夾鑛脈之岩石）中，在西康各處煤系地層常見之，而灰岩內亦偶經目擊。

二，鑛物結晶之遲速 鑛物結晶先後不同，聚集之部份亦異。鑛物結晶速者，當汽液體上昇之際，遇冷凝結，常在鑛脈下部。此時結晶遲者，尙成液體向上浸昇結於上部。西康鉛銅各鑛，常在灰岩中或接近灰岩之地層，而金鑛黃鐵鑛多夾於煤系，或灰岩上部，聚集分佈之位置不同也。石英結晶最遲，各種鑛物凝固以後，石英尙成液體，一部份金面上，成細小石英脈，內含金鑛

一部伴鐵而上，成黃鐵礦而外包石英之結合體，在道孚丹巴境內常見之。

三，圍岩之種類及狀態——汽液體上昇所成鑛脈之大小寬狹，視圍岩之種類狀態而異，如圍岩為灰岩或大理岩，鑛脈常寬大而數則少，因灰岩多成厚層，鬆處較少不易侵入，惟常有巨大裂隙，汽液體進入，結成寬脈。如圍岩為頁岩片岩或薄層砂岩，鑛脈每細小而數多，因頁岩砂岩較為鬆軟，隙縫甚多，汽液體易於侵入，而成多數細脈。然煤系各部岩層不同，鬆堅有差，汽液體侵入亦有難易之分。故煤系含有砂岩之部，石英脈常少，而頁岩內石英脈常多。惟在特別情形之下，砂岩內亦可有較大裂隙，有時寬大之鑛脈，亦散見於其中。康定偏崖子燈蓋窩之鑛脈，生於灰岩中，均較寬大，而其他各處之鑛脈，生於煤系中者，多較細小。惟在丹巴農戈山康定玉龍石溝雅江高日寺山等處之煤系內，亦有較寬石英脈，此例外也。就以上所述原則而言，西康金屬鑛脈生成程序，係含砂質及各種金屬非金屬原質，離火成岩漿上昇以後，先侵入於灰岩層及煤系接近灰岩之部，而成較大鑛脈。所含金屬，先結晶者，為黝銅鑛，次為方鉛鑛，再次為黃鐵鑛及少許之金，最後矽酸質一部凝固，一部仍為流質，帶金鐵硫等，繼續上昇，侵入於煤系地層之隙縫中，而成多數石英細脈。金質大部凝結，散嵌於石英內。所餘最小部份之矽酸質，隨伴鐵硫進行不已，浸滲於鬆疎之砂岩內。鐵硫結晶而成黃鐵鑛，石英最後凝固，包圍黃鐵鑛而生。惟在汽液體離母岩未遠之際，除金屬鑛物及石英結晶外，尚有非金屬鑛物凝固，如鉀鋁等物合矽酸質而成長石，鉀鋁鐵鋁等物合矽酸質而成雲母，鏷鉛等物合矽酸質而成電氣石，夾於石英脈中，在丹巴之北大金川兩岸均見之。此等鑛物為鑛脈下部特有之鑛物，可證鑛脈之一部，距母岩尚未遠也。

(乙) 鑛產分佈區域

鑛產生成之原因，與母岩有關，聚集之結果，與圍岩有關。因母岩距離之遠近，圍岩構造之不同，鑛脈鉅細不一，鑛物分佈有殊，詳察之，一脈中有上部下部之別，擴觀之，一區內有東部西部之分。觀西康鑛產分佈之情形，而知鑛床生成之原委絕非偶然者也。就在西康境內觀察所經，大致可分為兩區域。一為鴉龍江區域，一為大渡河區域。鴉龍江區域產金最盛，其他金屬頗少，如矽化理化鑛霍道孚雅江康定一部，皆有沙金。大渡河區域產銅鉛鑛，而金鑛較少，如康定丹巴所屬而近大渡河者每有銅鉛鑛

物。湖鏡產分區之源，當自火成岩漿活動上昇始。當中生代之末，西康地形與今不同，而地層分佈亦異。推當時情形，地形似成一高平陸地，一部為一大內海之岸，地層由古而新，上下順序排列，故岩漿鼓湧上昇，汽液浸衝而進，先經較古地層，後至較新地層。鏡脈含於二疊紀灰岩及元古太古地層者，當距火成岩較近，而夾於侏羅紀煤系者，距火成岩較遠。此時岩漿上湧，不但西康區內，大受影響，而四川西南部雅安榮經越嶲以西，亦均大受波及。推岩漿鼓湧之勢，在西康丹巴康定瀘定九龍及漢源天全冕寧越嶲等處，岩漿上衝較高，而雅江道孚鎭霍甘孜瞻化理化等處，岩漿浸昇較低。金屬礦物，因流動性之大小，結晶之遲速，聚集分佈於石英脈者各部不同。金鑛多在侏羅紀煤系內，而銅鉛鑛多在二疊紀灰岩中，鑛產分區之機肇矣。迨至第三紀之中期，地殼變動，地層破裂，各種斷層，特別發育，侏羅紀煤系往往下墜而為俯側，與太古界二疊紀各種地層成斷層之接觸。雅江道孚鎭霍甘孜瞻化理化等處，侏羅紀煤系以下之地層，大部皆為侏羅紀煤系所覆蓋而絕少出露，其中即有金屬鑛產，一時亦不能露出地表，而現在所知足以供人利用者，只煤系中所含之金鑛而已。在康定丹巴九龍近大渡河部分，太古界二疊紀地層及煤系之一部，或為斷層仰側，或湧起較高，其上之煤系剝去以後，易於露出，故康定之偏崖子燈盞窩，丹巴之農戈山銀廠溝等處之銅鉛鑛，得以發見。自斷層生成以後，地面高低不等，剝蝕侵沖作用隨之，而含於煤系石英脈中之金，經剝削沖刷，隨沙礫堆積於沖積層中，造成西康著名之沙金鑛。其沖刷堆積之情形，鑛床聚集之豐瘠，當詳述於次章。

(丙) 金鑛之生成

金鑛分山金沙金兩種，西康土名山金為元金，沙金為粒金。山金鑛生於石英脈中，而常在高處，亦可稱脈金，沙金鑛生於沙礫中，而常在河渠內，亦可稱河金。西康所屬山金已知者甚少，曾經開採者，僅康定之偏崖子燈盞窩及丹巴之喇叭溝數處，鎭霍之章達，亦嘗發見石英脈中含有金粒，惟金量甚少，迄未採辦耳。按上述鑛床生成原則而言，山金生於脈中，與各種金屬礦物同其聚集分佈之理。金鑛凝結，常在鑛脈上部，而聚集之豐瘠，視金質來源之多寡及四圍地層之性質而定。章達含金之石英脈，夾於侏羅紀煤系內，脈既細小，狀亦散漫，金質之上昇凝結者，分嵌於各細脈中，未能聚成富鑛。偏崖子燈盞窩之金鑛，與黝銅鑛

方鉛礦黃鐵礦共生於一鑛脈內，而在其養化帶（詳見下章）。按鑛床通例，鑛脈之養化帶，常含金鑛，而富集部份，在其上部，愈下而金量漸減，至硫化帶中，往往僅存踪跡。且養化帶中他種金屬如銅鉛鐵等鑛物，原生成者尚多，一經地面養化，流水浸溶，一部失去，一部變化，而金鑛不易受養化變質，可以久存。他種鑛物之減少，即金鑛之加多，養化帶之上部，金常富集，此亦一說也。偏崖子燈盞窩鑛脈之露出地表者，雖為養化帶，然就黑銅鑛方鉛鑛散佈之多而言，似已至養化帶之下部，原養化帶之深度，極不一律，由數十公尺至千餘公尺，上部已被剝蝕而去，而下部尚可存留。偏崖子燈盞窩鑛脈之養化帶，或即存留之下部也。金量既由養化帶之富集處向下漸次而減，至養化帶之下部，當無大價值。聞燈盞窩在前清末季，曾採金鑛，後以不旺而罷，迄無採者。偏崖子現淘洗者，為以前遺留之沙及由鑛銅新挖出者少許，量亦不多，不過土人藉以糊口而已。西康山金鑛之不為甚豐，於此可見一斑矣。

西康以金鑛著，而分佈最廣開採最盛者，沙金是也。簡言之，沙金之來源，不外金粒自含金之石英脈剝蝕冲刷而下，伴沙礫而堆積於溝渠中。然細察之，沙金堆積豐瘠之原因，與各種情形均有關係。如同一來源也，而此溝與彼溝金鑛優劣不同。同一溝渠也，此處與彼處鑛量多寡不一。石英脈寬大之區，有時不及鑛脈細小之處積金之多。河谷之狹而深者，常不如溝渠淺而寬者鑛量之豐。凡此種種重要之點，均大有研究之價值，不容漠然視之也。

一，金鑛來源之豐瘠 金之隨汽液體而出，凝結分佈於石英脈中，聚集之多寡，當以汽液體原來所含金質之多少，及生成於石英脈之部份而定，前已詳言之矣。惟金之含於脈中成山金者，除有巨大之石英脈而為養化帶之上部者外，大致金粒散漫，不利開採，往往非經一度冲刷堆積而成沙金，不能成為富鑛。如此次所經沙金鑛地甚多，而在鑛之附近石英脈中，不能尋出金鑛一粒，試之屢矣，毫無所得。然金粒之確來自石英脈也無疑，故欲知一地沙金鑛之優劣，當先調查附近石英脈之多寡。石英脈多則金鑛常豐，少則常劣。如瞻化麥科理化金廠溝杜溝等處，石英脈最多，而石英小塊堆積於溝中者，遍地皆是，其為較富之沙金鑛也宜矣。但亦偶有溝中石英小塊甚多，而沙金不旺者，因以前沙金堆積之時，地層所含石英脈不多，金粒存積亦少，溝中石英為現

在冲刷而至者，辨石英之新舊，當注意石英脈生成之狀態及含於該地沖積層石英之多寡。

二，石英產處及狀態 金粒由石英脈冲刷而來是矣，然非直接由脈中墜落而下，必須經侵蝕風化作用，石英破裂，離脈成塊而墜，再經破碎，所含金粒，得機脫去，而成沙金。故石英來自脈之何處，及破碎之狀態若何，均與金鑛之豐瘠有關。西康各處沙金，大致均自石英脈上部之石英風化而出，金鑛之優劣，全視石英脈之多寡而定。如在沙金堆積之際，適有養化帶之上部，剝冲刷而下，此時附近溝中所成沙金，當特別豐富。但西康東部此種情形甚少。惟康定偏崖子燈盞窩有鑛脈之養化帶，一部當被冲刷而下，而堆積於附近溝中，然溝中不以沙金著者，想當時堆積之情形不適宜也。又有石英脈尚多而寬之區，而附近溝中沙金不豐者如九龍之三崖龍溝，康定之秦寧溝，石英鉅塊有時遍佈，而不以富鑛稱，推原其故，蓋因石英破碎之程度，未至金粒大宗脫出之時。金粒本散嵌於石英脈中，石英破碎愈小而金粒脫出之機愈多，金粒脫出愈多，而堆積所至，即成佳鑛。理化贍化所屬金鑛，石英多成小塊或細屑，此又一例也。

三，剝冲刷刷之情形 金粒脫離石英脈而堆積於溝渠中也，中間經過種種程序，簡言之，一方關係於剝蝕作用，使金鑛易於脫出，一方關於冲刷作用，使金鑛利於堆積。石英破碎愈甚，金粒脫出愈多。破碎速度之大小，視風化剝蝕之強弱而定，而剝蝕之力，又與當時氣候有關。如寒暖相差甚大，石英類受冷熱，體積漲縮，破碎易而速，或直接或由脈破碎而下，或已破之大塊再碎為細屑，如石英裂而未碎，流水浸入裂隙，受冷成冰而漲，使石英破碎愈速，金粒脫出以後，再沖至溝中。然冲刷作用之大小，視當時氣候及地形而定，如雨量多則冲刷之力強，不但石英及岩石自高處沖下者多，而已破之石英塊，亦易沖入溝渠，如含石英脈之地層，組成平原或高原之平整者，雨量雖大，而沖下之物質不多，反之組成地形參差之山嶺而溝渠多者，冲刷作用效力愈大，而金粒之沖入溝中者亦多且速矣。

四，金鑛堆積之情形 金粒被沖而至溝中，非到處堆積，必有利於堆積之環境及機會，即當時河流彎曲之情形及谿谷之深淺寬狹是也。金隨沙礫而至溝渠，須順水之流勢而下，如河身直，而水流則二往直前，金粒亦當隨之而至瀦水之處，此時溝中可以

不積，或積而不能甚多。然河身絕無端直而少彎曲者，水順其勢蜿蜒而下。沙礫金粒沿河堆積，其堆積之所在，與水流之彎曲有密切關係。金之比重較沙礫高倍蓰，不易為水沖浮，順流而下，常在河底，故河底原生岩石之面，為金礦存積之處。金伴沙礫隨水流動，每至河彎，水流被阻，而變其方向，水輕浮變向速而不停滯，捨挾帶之物而去，金粒與沙礫之重者，被阻停留，與時俱增，而成富礦。故舊日河身彎曲之部，為金礦存積之處。溝渠之水，挾帶金粒沙礫而下，除彎曲之處金粒一部存積外，餘者隨水而進，至溝渠之口與其他河渠合流處，水流往往散漫，沖浮之力減少，金粒一部沉底停留，故兩水會合之處，往往為金礦存積之處。豁谷之深而狹者，金礦往往積存不豐，因深狹之谷，沖刷作用較大，水流湍急，金粒多被沖下或散漫，河身狹時，無寬餘之地，存留多量沖積之物，或積而旋被沖去，不能久存，斯亦不利於金礦富集者。

五，金礦堆積後之情形 因具所述利於存積之要件，金礦既富集矣，然生成以後，未能保存，或一部保存而大部失去者，亦不能成為富源，供人利用。西康沙金礦生成之時，約在第四紀之中期，自生成以後，含金之沖積層，又歷經剝蝕沖刷作用，迄今未已。今所存之沙金，為侵沖後殘留之餘，故金礦之優劣，視生成後保存之情形而定。就觀察所經，鴉龍江兩岸沙金富集者甚少，而較好金礦，多在小溝渠中。蓋因沖積層之含有沙金而堆積於鴉龍江谷中者，多被鴉龍江沖刷而去，原有之沖積層，在瞻化之北厚至二三百公尺，鴉龍江侵刻而下過沖積層而至谷底岩石數十公尺之深，於此可見鴉龍江侵蝕沖刷之力，沙金難於保存原來之所積矣。溝渠小者，谷寬而淺，水流緩慢，沖刷作用不著，沖積層上部有時失去，而下部仍多存留。沖積層含金常以下部為最多，上部含金少者既已沖去，下部露出，更易於開採。瞻化麥科理化等處金礦附近，沖積層上部多已失去，下部所餘頗薄，而河水猶未全刻入谷底岩石，故極便於採挖淘洗也。

(丁) 金礦之分佈

此次所見金礦，已開未開，地點甚多。以山金論，大渡河流域偶有採辦，而鴉龍江流域，向未開採。以沙金論，鴉龍江流域曾經採挖者幾乎各縣皆有，而大渡河流域開採頗少。除康定偏崖子燈盞窩之山金及三道橋附近，丹巴絨壩溝大渡河沿岸之沙金自

成一區外，其餘各縣產金區域，大概可分為三區。(一)瞻化理化產金區。瞻化之麥科，甲司孔，雄龍溪，磨房溝，鴉龍江沿岸等處，及小溝渠，理化之金廠溝，杜溝，和珠卡河，跑龍溝，無量河沿岸及各溝渠均屬之。全區面積不下三萬方里。(二)鐘霍道孚產金區。鐘霍之雄雞嶺，夾郎，瓦谷，新都，瓦達，章達，道孚之榆科，磨子溝，木茹鄉，賽卡，泰寧，河亞，八美，中谷，及兩縣新都河沿岸均屬之。全區面積約三萬方里。(三)康定九龍雅江產金區。康定之木吉，蘇坡，三家寨，節白宗，九龍之瓦灰山，扎托，戊戌，三崖龍，八窩龍，雅江之臥龍石溝，宜馬沖，及鴉龍江沿岸畢楚河流域均屬之。全區面積約二萬餘方里。產金區面積雖大，地點雖多，而現正開採者頗少，茲將調查所及現在採挖及曾經開採而可得其梗概者，敘述如左，以資參考。

瞻化麥科金礦

位置 在瞻化縣城東北偏北約一百里，原為麥巴村地，一部屬大蓋村，由縣城起程，過鴉龍江東北行，經拉宰嘎山，迤而北，下山，至麥科河，即見舊日挖金遺跡，再北行三十餘里，始抵麥科。拉宰嘎山高約五千餘公尺，路雖不甚崎嶇，而跋越維艱，交通不便。

沿革 麥科金礦，自前清末季，即由藏番督令工人採挖，產額頗鉅，至民國初年，有米知事提倡採金事業，定納課收金辦法，每人每月納金三分，委唐管帶駐鑛督理，金夫多時至千餘人，平時約分十餘棚，每棚十人至三十人不等，每棚每日採金多時至二三兩，月可收課金數十兩。嗣因米去唐誅，鑛業中落。至七八年間，米重署瞻化知事，委派金課委員，常川駐鑛，督夫採挖，僅收課金，現駐鑛之金課委員，即前米知事所委而連任迄今者也。

鑛區 沙金沿溝渠而生，鑛區所在，即以河流蜿蜒所至而定。麥科鑛區，傍麥科河兩岸(附圖第二版)。麥科河上游未盡其端，當在拉宰嘎高峯之東，下游經大蓋牛廠而注入鴉龍江。淘金所在，由拉宰嘎山北溝起，合麥科河後，經麥科麥魯大蓋牛廠，長約四十餘里。沿河均有採挖遺跡。就遺跡多少觀察。麥科以上，開採最盛，麥科麥魯之間，採挖較少，麥魯以下，大部向未淘金。惟自大蓋牛廠向下二十餘里之處，現有漢人二十餘人，從事開採，亦當歸入於麥科鑛區範圍以內也。

鑛床 沙金鑛床生成原理聚集方法，已經詳述。茲所敘者，不過附近地質情形與鑛床堆積之狀態而已。麥科一帶，為侏羅紀煤系，黑灰色頁岩，占大部份，含石英脈甚多，寬者可至尺許，狹者自五寸以下，碎塊到處散佈，望而知其來源之豐。金粒由石英脈脫出，向溝中堆積，谷寬而淺，利於富集。堆積以後，未嘗大受河流冲刷，失去者僅冲刷層上部，所餘部份，薄處數尺，厚至五六十尺。麥科河水勢不大，流亦不急，猶蜿蜒經流於冲刷層中，尚未刻入谷底岩石，採挖淘洗，均甚相宜。舊日河流彎曲所在，踪跡尙可追尋，亦試探之引線也。

鑛質 麥科沙金，素以質佳著稱，含純金九五以上，然就所購標本觀察，金粒呈深黃色，有光澤，質確甚佳。少含雜物，偶有與石英共生者。金粒大小不一，通常由細微金屑至瓜子之大，一塊重三錢者，曾經目覩，含石英質頗多。據云有時亦可挖得重數兩之金塊，此不過土人口述而已。

鑛量 沙金分佈散漫，聚集多寡不一，鑛量估計，絕對不能準確，有以一立方尺或立方公尺之沙礫合金若干而推算其鑛量者，以一隅所得，以例其餘，準確程度，不言可知矣。鑛量估計，雖不必作，然依據鑛床情形，鑛區大小，以畧定鑛產之價值，尙可試爲也。就附近地質觀察，地層含石英脈頗多，金鑛來源當豐，鑛區曾經開採而確有金者，延長四十餘里，已不狹小，堆積情形既適宜，保存部份亦完全，種種要件，足以證明麥科沙金聚集尙富，可以開採。不過須按照上述沙金鑛生成原理而尋其可採地點耳。

開採方法 麥科地勢甚高，在四千公尺以上，冬日積雪，春初秋末冰凍未融，故採鑛時期，每年只有四五個月。舊日開採方法，雜亂無章，到處挖掘，法用鎬鋤先掘溝渠，引水入內，以備淘洗，就溝掘沙。溝旁置木槽，槽長約五六尺，上部寬約一尺半，下部寬尺許，深七八寸，底成斜溜狀，最下部較深二三寸。用草餅作成長方磚形，嵌於木槽下部深處，將鑛沙鋤置木槽，引水冲洗，沙隨水下，而金粒至草餅上，被阻沉入草中。取草餅出，將沉入之金沙，用水洗入另一木盤內，盤長約一尺半，上部寬約尺許，下部寬約五寸，四邊向中間傾斜，下邊留口，水沙由口流出，金粒遺於盤底。

鑛業情形 麥科金鑛，現時開採不盛，鑛業頗不發達。採挖地點，在麥科附近麥魯附近及麥科河下游大蓋一帶，共計金夫約八十餘人。產額無定數，每人每日所得之金，約值藏洋一二元，最多時每月可採二三兩。金價在鑛廠每錢值藏洋十元，金販由鑛廠或贍化收買，至康定售賣。

結論 就以上所述鑛區鑛床鑛量各種情形觀察，麥科金鑛蘊藏尚富，有探採之價值。惟以前採挖地點甚多，溝渠錯綜，遺跡遍佈，由拉宰嘎山北溝與麥科河合流處起，至麥科現採之處以北止，延長約三十里，鑛床大部挖掘破亂，不便再探。但觀其採挖所在，每近現在河身，未注意以前沙金堆積時之河道。現在河身不必即與以前河道相合，沙金富集之處，未必即與現在河身完全有關。麥科河谷中沖積層，（即含金之沙礫），為以前河流所堆積者，故試探沙金富有所在，須尋查以前河道，而注意其當時曲折之處。麥科河谷平均寬約里許，兩旁為小山嶺，以前河道即在此寬約一里區域之內。由兩旁山嶺向谷中凸凹情形推想，其河道即可踪跡而得。而彎曲所在，即沙金富集之處，以前所採地點雖多，然尚有富集之處未被採挖者。自麥科以北至大蓋牛廠一段，採掘甚少，所藏尚有。麥科河上游過拉宰嘎山北溝以上，聞向未開採。自大蓋牛廠以下除大蓋附近漢人採挖之處，大部尚未採掘。故將來試探之地，為自麥科以北經大蓋牛廠以下，自拉宰嘎山北溝會口以上，及以前所採區域而未經掘挖者。惟此次所經為由拉宰嘎北溝至大蓋牛廠一段，應探地點，均已填註麥科金鑛區域圖中，用備參考。而上下游各地未能觀察。但就以前河道尋其彎曲所在，而試探之，當不至失敗也。

贍化境內其他金鑛

贍化境內，舊日採金地點頗多，不能縷述，除麥科外，尚有甲司孔磨房溝雄龍溪等處。甲司孔金鑛在贍化縣城之東約三日路程，現未採挖，據云舊日出金尚多。甲司孔與麥科相距不遙，地質鑛床情形大致相同，將來試探，當可劃為一區。磨房溝金鑛距贍化甚近，舊日採金地點，即在磨房溝入鴉龍江之會口，距城不過里許，聞以前採時出金尚旺，但挖掘殆遍，不便再探。雄龍溪金鑛在贍化之西約三十里，前曾採金，未得結果。該處地層除煤系外，尚有灰岩層，附近石英脈甚少，溝中石英碎塊亦未目視，金鑛

來源絕鮮，當無探採價值。其他在瞻化縣城及甲子喇嘛寺之間有採金坑峒，昔日曾經掘挖，但沖積層厚而且狹，不便開採，察其上遊石英來源亦不豐富，不必再行試探也。

理化金廠溝金鑛

位置 在理化縣城西北約四十里金廠溝一帶，沿無量河兩岸，爲毛雅士司所轄。由理化至金鑛道路平坦，交通尙便（參閱附圖第三版）。

沿革 據云前清末季曾經開採，有土人三家，在金廠溝上遊掘挖，平時金夫約四五百人，多時至千餘人，產額頗多。嗣後三家人敗亡，鑛亦停辦。自去年又有土人聚集開採。王知事委毛雅士司之舅父貢鳴爲金課委員，管理金夫，催收金課，月薪藏洋十六元，金夫每人每月繳納課金藏洋三咀。

鑛區 沿無量河兩岸，延長約三十餘里，常見舊日採挖遺跡。開採最盛者，在現探金廠以上約二里及五里兩處。沖積層大部均已挖遍。再沿河而上，據云尙未開採。自金廠以下，採挖地點頗多，均距現在河身甚近。

鑛床 金廠溝附近地質，與瞻化麥科等處相同，惟尙有花崗岩侵入於侏羅紀煤系內，而成岩塊。地層內夾石英脈尙多，溝中常見石英細屑。鑛床堆積時，金粒來源，想不甚少。無量河上游河谷寬而淺，沖積層堆積尙多，厚由五尺至二十尺。堆積以後，又未大受河流沖刷，大部得以保存。含於其中之金，當仍堆積於以前河身彎處，而在沖積層之下部。

鑛質 金廠溝金質成分不及麥科金之純，色暗黃，光澤不強，多成鱗片及粒狀。顆粒大小不一，據云最大者重約一錢，通常二十餘粒共重一錢，更有散碎成細屑者。

鑛量 金鑛來源不少，堆積以後既得保存，鑛量當較豐富。惟金廠溝上下二十餘里以內，大部已經採挖，所餘未掘之處不多，只現開金廠以上尙有數處可以挖掘。推其比較之多寡，當不及全溝原來堆積金量之半也。

開採方法 就調查時所見，淘洗方法與他處不同，先擇地挖沙，至谷底岩石，取沙至河邊淘洗。沿河邊用草餅砌成溝槽。槽

，底用粘土鋪平，置沙槽內，引水沖洗，沙去金留粘土底上。因現採金廠沖積層較厚不易引水，故取沙至河邊淘洗，木槽淘洗方法，在易於引水處採用也。

鑛業情形 金廠溝金鑛開採不盛，鑛業亦不發達。全溝上下平時只有金夫四十餘人，多時至七八十人，每五六人成一組，通常每組每月出金數錢，多可出一二兩，至理化縣城售賣，金價金一錢值藏洋九元半。

結論 金廠溝金鑛以前開採頗盛，大部均已採盡。在舊採一帶，無多採探之處。由現採金廠以上五里之內，尙有可以採探之地點，均已填註附圖(第三版)，以供參考。此外沿無量河而上至溝頭盡處，沿無量河而下過理化坪壩，將來均有採探之價值。因上游河谷寬狹，無大改變，當有沖積層存積。下游兩岸如理化城附近各溝渠中石英細屑頗多，均爲可以試探之引線。不過採時須注意以前河身彎處，不可隨地挖掘也。

理化杜溝金鑛

位置 杜溝亦稱渡戈溪，在理化縣城北稍偏西北，距城約三十里。杜溝三岔河一帶，由理化北行越一山嶺，下山而北，即見河邊舊採遺迹。沿河而上，迤而西北，即現在採挖地點。路途雖有高下，但不甚崎嶇，交通尙便。

沿革 舊日開採甚盛，惟年月無可稽考，出金多寡，亦無由查悉。今年又有土人來此採挖，尙未正式工作。金夫約二十餘人，正在預備試探之中，無鑛業可言。

鑛區 就以前開採遺跡觀察，沿溝上下延長十餘里以內，皆爲鑛區範圍。開採最盛者，即現採南岸一帶。沿河而下，遺跡甚多，溯溝而上，遺跡漸稀。察其情形，上下均有延長之餘地，鑛區當可擴充也。

鑛床 杜溝一帶，地質與金廠溝相同，惟未見花崗岩暴露，煤系地層含石英脈尙多。河岸沖積層中，石英細屑尤夥，沖積層厚度由數尺至數十尺不等。何谷寬處里餘，傾斜尙緩，河流冲刷之力不大，金鑛易於堆積保存。

鑛質 尙未正式開採，出金極少，未得鑛樣，調查時曾令金夫就河邊挖沙淘洗，淘出金屑數片，色呈淺黃，成色不佳，但顯

粒甚小，不能定其品質也。

鑛量 金鑛之來源及堆積保存情形，均利於聚集富鑛，惟在所觀察一段區域之內，可採地點只有數處，量不甚多。如沿溝上
下再尋得可採地點，沙金存儲之量，似較金廠溝一帶稍富。

開採方法 淘洗方法與麥科大致相同，亦用木槽，長寬深無大差殊。惟用草餅兩塊，置於木槽下部，一稍高，與木槽上部之
底平連。一稍低寸許，與上草餅相連。上草餅為擋收金粒，下草餅防金粒由上草餅下遺失去。淘畢，取上草餅所含之沙，傾入盤
狀木槽內再洗，法與麥科金鑛同。

結論 杜溝金鑛來源尚富，堆積保存各種情形利於沙金富集，具大鑛之形勢。但鑛區面積不大，舊採甚多。僅就現採一帶而
言，無大價值。如鑛區擴充，或可成富鑛。擴觀理化附近數十里內，採鑛地點頗多，如金廠溝杜溝以下至和珠卡跑龍溝等處，地
質情形大致相同，將來均有採探價值。沿杜溝而下，河岸當均有金鑛存積。不過採時須注意富集之點，先就以前河身彎處着手。
如能探得可採地點，與無量河和珠卡河跑龍溝等處，聯絡進行，同時舉辦，理化沙金當成一有規模之大鑛也。

理化跑龍溝金鑛

跑龍溝金鑛，在理化縣城東北約二十里，為和珠卡河之支流，正當由康定至理化大路之旁，沿溝兩岸，舊跡頗多。據云十餘年前
曾經開採，詳情未悉。現有土人就舊坑取沙淘洗，出金甚少，毫無鑛業可言。溝中採金區域，延長不過十里，採金地點均傍河身
，舊日開採甚盛，可以試探之處頗少。附近地質與金廠溝杜溝相同，惟石英散漫於溝中者不多，沙金來源不及兩處之旺，沖積層
堆積尚厚，惟河谷稍狹，沙金聚集不甚豐富。如溯溝而上能尋獲較佳地點，或可與金廠溝杜溝同時採辦也。

鐘霍雄雞嶺夾郎瓦谷新都及瓦達章達金鑛

雄雞嶺夾郎兩處金鑛，在鐘霍縣城西北約五十里，沿康定甘孜大路，兩處相距三里。雄雞嶺金鑛舊日開採頗盛，金質尚佳，惟停
工已久，鑛業情形未能查悉，開採地點在一小溝入新都河之會口，溝身頗狹，無發展之希望。溝自嘎窪魯日雪山之東坡而來，附

近爲煤系地層，面石英碎塊散佈於溝中者不多，來源不豐。昔日探出之金，大抵僅在會口附近，溯溝而上，溝愈窄狹，沖積層堆積甚少，金粒無機富集，無再試探之價值。夾郎金鑛與雄鷄嶺同時探挖，亦爲一小溝入新都河之處，情形與雄鷄嶺同，現亦無探者。地點雖殊，而無探探之價值則一也。

瓦谷金鑛在鍾霍縣城西北約二十里，臨近康定甘孜大路。採金地點，在新都河東岸，現有數人掘挖，出金不多。採金地點，高出河面約二三十尺，位置太高，不在沖積層底部。就地質情形觀察，上游地層含石英脈不多，來源未必甚旺，谷狹而深，沖積層不易堆積。金鑛來源既少，堆積保存又不適宜，將來無發展之希望也。

新都瓦達章達金鑛在鍾霍縣城之東及東南。新都金鑛距城約五六里，舊日在新都河邊淘金，現無探者。沖積層甚少，鑛床不佳。瓦達章達距城約二十里，兩處隔河相對，舊日挖金地點，在附近新都河兩岸，久未開採，舊跡已泯，鑛業無可稽考。附近地質，不甚簡單，除煤系外，尚有灰岩及花崗岩。金鑛來源不豐，但章達西北約十餘里山坡之上，煤系地層夾石英脈，內含細微金粒，而脈則甚薄，不過一公分。河邊沖積層甚厚，約三四十尺，沙金即能堆積。而採挖費工，無大事開採之價值也。

道孚磨子溝秦寧河亞及八美金鑛

磨子溝金鑛在道孚縣城西南約四五里，新都河之南岸。舊日曾經開採。地點在磨子溝口，出金不多。磨子溝向上延長約七八里，而挖掘地點甚狹。附近地層除二疊紀灰岩及石英岩外，煤系地層向南分佈甚廣，含石英脈頗多，有厚至二尺者。溝中石英塊到處散佈，沙金來源或相當豐富。惟石英塊大，金粒脫出者少，谷狹而深，沖積層積存不多，如擇地試探小辦則可，大舉探挖不易成功也。

河亞金鑛在康定道孚大路附近，距秦甯約八里，而在其西南。開採地點沿河亞溝兩岸。前清時年羹堯曾派人採辦，出金甚多。民國初年，又有十人分段探挖，鑛業情形不詳。至民國十八年丹巴知事彭斗勝，曾在上河亞附近開採，未得結果而罷。現在中河亞一帶，有十人採掘，金夫十餘人，就溝邊挖沙淘洗，法用木槽，長三四尺，寬一尺半左右，底有橫槽十數道，取沙置槽內，

引水沖洗，粗沙隨水沖去，細沙落橫槽內，再取出橫槽之沙，置於瓢內，用水搖洗，沙去，金粒遺於瓢底。河亞一帶均為煤系地層，含石英脈甚多，溝中石英小塊亦夥，沙金來源甚旺。溝長約十里，谷寬約三百尺，沖積層遍地堆積，而不甚厚，由數尺至三十尺，大部在五尺七尺之間。谷底傾斜平緩，水流不急，堆積保存，極利於沙金富集，誠大礦之形勢也。惟舊日開採甚盛，鑛床掘挖殆盡，由上河亞至溝入八美河之口，沿溝兩岸，無一處未經探挖，實無再行探採之餘地。現雖有土人探掘，但出金極少，僅取舊日遺留之沙，淘金餬口而已。金色淺黃，細微者多，金價金一錢約值藏洋十元。

八美金鑛在河亞溝南八美附近，距泰寧約二十里，舊日開採頗盛，出金亦多，現惟在官寨子一帶有三土人就河邊及小溝淘洗，出金甚少。附近地層為煤系，含石英脈頗多，每成寬脈，石英散布於各溝渠中者，亦多成大塊，沙金來源當甚豐富。惟石英塊大，金粒未能大宗脫出，河谷甚寬，寬處二里許，沖積層到處堆積，惟稍厚，不利探挖。河流一部已刻入谷底岩石之下，沖積層含金部份已高出河面數尺數十尺不等，土人探掘處，多非以前河底，而為現在新積之沖積層，當無多量沙金。如在官寨子以南試探，或可尋獲較佳地點。但谷面頗寬，舊日河灣不易踪跡也。

此外中谷一帶，聞亦有採金地點甚多，年邊堯曾派人探辦，出金頗夥。現有土人淘洗，產金不旺。榆科亦有沙金，無人開採。木茹鄉賽卡等處，雖盛傳富有金鑛，但因土人迷信，不願有人開辦，迄未探挖，且匪人甚多，亦不易前往試探也。

雅江臥龍石溝及宜馬沖金鑛

雅江縣城南里許，舊縣遺址附近，曾經沿鴉龍江岸挖淘沙金，現無人開採。金鑛在鴉龍江岸之沖積層內，堆積不廣，大部已被鴉龍江沖去，所餘雖少，而堆積頗厚，不易探挖，無試探價值。

由雅江湖臥龍石溝而上至高日寺山，沿溝有時有沖積層堆積，含有石英細塊，似應有沙金存積。惟谷甚狹而水流急，金鑛不易堆積保存甚富，即有少許，亦無開採價值。

宜馬沖金鑛在雅江城東南約一百里，高日寺山南，聞舊日曾經試探，現無人掘挖，鑛業詳情未悉。就高日寺山一帶地層觀察

，含石英脈不多，雖偶經目擊，而常成寬脈，金粒不易脫出甚多，富有之鑛床，亦不易尋獲也。

丹巴絨壩溝巴底及大渡河岸金鑛

絨壩溝金鑛在丹巴縣城南約六十里川祖廟附近。由川祖廟上山里許，地名馬鞍峽，舊日金峒即在附近。山高於川祖廟約四百餘公尺，道路極不易行。地勢雖高，而為沙金，生於沖積層之礫石內。礫石層甚薄，下即煤系之雲母片岩。據云採挖時曾出金數塊，就各種情形而言，殊無試探之價值也。

巴底在丹巴縣北約八十里，以產金稱。民國六七年間，陳遐齡曾派人在巴底黃經喇嘛寺兒基坪一帶採辦，未得結果。喇嘛寺附近有沖積層，即其採金所在，毫無價值。兒基坪附近有大理岩及少許沖積層，均曾經掘峒開金，然皆非金鑛所在，而誤認大理岩為石英，亦失敗之一因。

由丹巴沿大渡河而下，兩岸有時亦曾挖淘沙金，據云出金極少，路途險峻，挖掘非易，久無人採。大渡河谷大部刻削深而狹，沖積層不易堆積，上游即有來源，而金鑛亦不能積存甚富，無採探之價值。

九龍瓦灰山扎托戊戌八窩龍及三崖龍金鑛

九龍境內，舊日挖金地點頗多，而現在無一處採辦。九龍縣城附近，去年曾有人在河邊沖積層中採金，金粒甚細，產量不豐，虧累而罷。瓦灰山金鑛，在九龍東北偏北約七十里瓦灰山南坡溝中，曾經淘金，停工已久，地址已泯，採挖情形未悉。就附近地質觀察，煤系內含石英脈尚多，惟溝中沖積層少，金鑛保存不豐耳。

扎托金鑛，在九龍之北約三十里扎托附近，溝南岸沖積層中，有舊峒遺跡，溝為由瓦灰山及己丑山兩溝會合之水，但石英分佈溝中者，並不甚多。且沖積層堆積狹小，想無豐富之鑛。

戊戌金鑛，在九龍西北約三十里，開採地點已不詳其所在。惟見戊戌溝旁沖積層堆積尚厚，石英塊散佈亦多，將來或可試探。但沖積層上覆植田畝，恐不利挖掘耳。

八窩龍金鑛，在九龍西南約二百里鴉龍江東岸，舊日曾採沙金，遺嗣猶存，開採情形未能探悉。鴉龍江兩岸煤系地層，含石英脈尚多，而上游各溝渠中，石英細層亦夥，沖積層堆積於八窩龍附近，厚處不下五十公尺，面積亦廣，似有金鑛埋藏於下。惟試探不易，如鑿峒而進，費工較多，如挖石而下，沖積層太厚。將來試探，祇可就溝渠中尋谷中岩底，視沖積層之厚薄而定挖掘方法。

三崖龍金鑛，在九龍西南約一百二十里白林附近，距三崖龍中谷約二十里。舊日有人在沖積層中挖峒採金，踪跡已泯。又在沖積層下煤系之石英脈中，開峒挖金，不知曾否採出。就三崖龍溝一帶地質而言，煤系內含石英脈不少，且有寬約二尺者。谷雖不寬，而岸邊沖積層有時堆積尚廣，似有沙金積存於下。惟沖積層厚，且上植田畝，不利試探耳。

康定木吉蘇坡三家寨節白宗及三道橋金鑛

木吉蘇坡三家寨節白宗金鑛，位置毗連，相距最遠者十餘里，均在康定西南約二百里之玉龍石溝，緊臨康定九龍大道。溝由玉龍石山而下，蜿蜒西南流，採挖地點，即在玉龍石溝兩岸。聞舊日開採頗盛，遺跡甚多，今年惟節白宗附近，有七八人試探，彼時尚未出金，蘇坡等處，停採已久，鑛業無可稽考，產額亦不詳悉。就觀察所知，鑛區延長約十餘里，河谷尚寬而淺，沖積層一部存積，堆積保存之情形，適於金鑛聚集。玉龍石溝附近地層，煤系最多，而內含石英脈，但不甚夥，有時有較寬之脈，寬約二尺許。沖積層內雖有石英，量亦頗少，金鑛來源不甚豐富。且溝渠彎處，多被挖掘，恐無大採之價值。

三道橋金鑛，在康定之北二十餘里三道橋附近，採掘地點，在溝西岸，舊嗣猶存，停工已久，鑛業未悉。就附近地質而言，有侏羅紀煤系二疊紀灰岩及太古界片麻岩。煤系內含石英脈不多，河溝上游石英細層分佈又鮮。沙金來源不豐。沿溝雖有時有沖積層，而堆積頗厚，即有沙金可以開採，而鑿峒挖坑，費工較大，不利採辦，無試探之必要。

康定偏崖子及燈盞窩金鑛

以上所述各處金鑛，皆為沙金，以下所敘者，則為山金。山金鑛床之生成，聚集之情形，已述於上，不必再贅。僅將鑛產大

畧情形，補誌於此，用備參攷。偏崖子在康定東北二十餘里，距二道橋十餘里，道路崎嶇，山嶺陡峻，鑛地所在，高不下四千公尺。舊峒有二處，一在下，曾經開採，久已廢棄，一在上，尙有人選取舊出之沙挖取少許新沙，下山淘洗。但峒在絕壁之上，不易攀登，金夫之往取新沙者寥寥。兩處鑛床，均爲鑛脈，生於二疊紀灰岩層中，下脈沿層向而生，大致向東北西南延長，傾斜西北，斜度約五十度。脈僅露出一端，長短未悉。寬度極不一律，由數寸至尺餘，深不知其底。但就鑛脈產於灰岩中之慣性而言，常繼續深入，不易間斷，不過寬狹屢變，絕鮮一致耳。脈石多石英，兼有方解石，伴生鑛物，以褐鐵鑛爲最多，呈棕赤色，由原生之黃鐵鑛變質而來，黃鐵鑛一部尙保存。次爲方鉛鑛，散佈於脈中。再次爲黝銅鑛，大部已變成孔雀石及藍銅鑛少許，與褐鐵鑛夾雜而生。金粒極微，不易察出，然原與黃鐵鑛同生於石英中無疑，黃鐵鑛既變爲褐鐵鑛，質遂鬆軟，鐵質一部隨水流去，呈多孔狀，經時既久，遂與石英變爲鬆沙，存積脈中，內含細微金粒。歷來淘洗之沙，即此石英褐鐵鑛金粒之混合沙也。上脈因時間迫促，未能往觀，鑛脈情形想無大差異。就現在淘洗之沙觀察，含石英甚多，褐鐵鑛亦夥，其仍爲鑛脈之養化帶無疑。土人不就下脈取沙淘洗，而不嫌攀登取沙於上脈者，或因上脈養化帶之存留者較下脈多且高，而金量稍富耳。按鑛脈生成原理，鑛物聚集慣性，自養化帶以下，金量漸次減少，往往不足開採，故偏崖子之山金，似無大辦之價值。不過土人暇時上山取沙淘洗，得些許之金，以圖微利而已。

燈盞窩金鑛，在康定東北約三十餘里，距二道橋約二十餘里，地點所在，較偏崖子尤高數百公尺。道路雖崎嶇難行，但盤旋而上，跋昇較易。前清末季，開採頗盛，光緒三十四年，趙爾豐爲邊務大臣，曾派劉軾倫到鑛查勘，據云工役（或即金夫）二三百人，但產額未詳，嗣後停工，迄未再採。舊採地點，在山南坡，坑峒頗多，均沿鑛脈向下採挖，工人住所遺跡猶存。聞取出之沙，或在附近淘洗，或運往山下就溝淘洗。鑛床亦爲鑛脈，合於二疊紀灰岩中，沿層向而生。脈向大致成東北西南方向，就坑峒遺跡觀察，延長約二百公尺，若斷若續。脈露出於地表者，寬處約三尺，狹者數寸。深度無法考悉，或成深入不斷之脈。脈石爲石英及方解石。伴生鑛物，褐鐵鑛極多，爲黃鐵鑛變質而成，次爲黝銅鑛，一部變爲孔雀石及藍銅鑛，方鉛鑛偶見之，量頗少，黃

鐵礦常生於鑛脈附近之灰岩內。鑛脈爲養化帶之一部，鑛物變化，鑛沙生成，與偏崖子金鑛毫無殊異，其含金不豐，無開採之價值者，亦相同也。

丹巴喇叭溝金鑛

喇叭溝金鑛，在丹巴縣城東南約五十里，距大馬耳約二十里，大寨約三十里。由大寨至鑛地，道路崎嶇，山嶺險峻，舊峒在一絕壁之旁，下臨小溝，有石英脈，頗寬，但延長不遠即盡，脈生於煤系黑色及灰色變質頁岩內。脈中常夾黑色岩石，稍帶石墨質，想爲煤質被衝隨砂質之汽液體而上，而夾雜於石英中者。去年曾經土人試採金鑛，毫無所得，其爲不含金或稍含金之石英脈，而無試採之價值者明矣。

(戊)銅鉛銀鑛

銅鉛銀鑛，均爲鑛脈，與山金鑛並生。鑛床生成之原因，鑛物聚集之情形，業經詳敘，無庸再贅。惟鑛脈生成以後，又經第二次地面破壞改造，一方經剝蝕冲刷之作用，而成沙金鑛之淵源，一方受養化水溶之影響，而起銅鉛鑛之變化。前者前已縷述，後者當論列於斯也。鑛脈生成以後，其圍岩高處，先被剝蝕，一部冲刷而去，鑛脈上部，露出地表，除一部隨圍岩沖積於溝渠外，存留之部受地面養化作用，流水浸溶。內部起一種化學變化。所含鑛物之易於侵蝕者，變質而成他種鑛物。其抵抗之力強而不易化合者，仍能保存原質。鑛脈所含原生鑛物不同，變化後所留鑛物亦異。通常金屬鑛脈，每含黃鐵鑛甚多，且常有金鑛，銅鉛鑛物，亦甚普通。受變之後，黃鐵鑛分解，硫黃失去，鐵質養化，加水而成褐鐵鑛。銅鉛鑛物，種類不同，如爲硫化物，分解後，銅鉛質及硫黃分離，隨水而下，此時遺留於上部者，多爲孔雀石及藍銅鑛。金則不受養化，仍保原形。鑛脈受此種變化之部份，通稱之爲養化帶，有顯着之特徵，褐鐵鑛最多，呈棕赤色，鑛人名爲鐵帽，爲尋探金屬鑛床之引線。各種鑛質自養化帶分出，隨水而下，至鑛脈下部適當之處，復化合而成鑛物，與原生於鑛脈之各種鑛物，聚集一處，夾雜並生，此時鑛物加多，鑛量加富，故常稱之爲富集帶。又因各種鑛物多爲硫化物，亦名爲硫化帶。過此部份之下，原生鑛物，既不受變化，又無鑛物加入，仍保

其原有質量，此部通稱之爲原生帶。此鑛脈普通變化之大概而可引用於此者也。本區域銅鉛鑛物，往往夾雜而生，鑛脈上部，有時褐鐵鑛極爲發育，由黃鐵鑛變化而來，足證原生黃鐵鑛之多。而脈中之沙，常含金質，原與黃鐵鑛並生無疑。就此種種，可知鑛脈之流出者部分何屬，按鑛脈變化之原理，更能推想鑛床之有無價值矣。

康定燈盞窩銅鑛

燈盞窩產金，前已畧述。然鑛脈中猶含銅鑛，方鉛鑛雖亦常見，而不及銅鑛之多，故稱銅鑛。位置區域，已述於上，不必再贅。茲所論者，爲鑛床與關於鑛業之價值耳。鑛床爲鑛脈，可察知者，長約二百公尺，寬由數寸至三尺，深度未悉。脈石爲石英及方解石，鑛石爲黝銅鑛孔雀石藍銅鑛，伴生鑛物爲褐鐵鑛黃鐵鑛方鉛鑛及金少許，爲鑛脈養化帶之一部無疑。黝銅鑛由脈中挖出者，成塊狀，有徑至尺許者。其生於脈中之形狀大小，可想而知。一部變化，銅質溶於水中，流至附近灰岩隙縫中，與碳酸化合而成孔雀石及藍銅鑛。可證鑛質隨水而下，遇機變成他種鑛物，或向下集於硫化帶中。孔雀石直接由黝銅鑛變質而成者，多爲塊狀，由銅質溶於水中遇灰岩而成者，常附着於灰岩之上。前者較重，內每有未變之黝銅鑛，可稱銅鑛。後者較輕，僅外面浸染之皮，祇可稱爲銅質。藍銅鑛不多，或成塊狀，或浸染於灰岩之外部。就表面觀察，銅鑛生於脈中，狀不規則，時有時無，若斷若續，似無採辦價值。惟養化帶之下，應有富集帶，如富集帶原生之銅鑛量，與養化帶原生銅鑛相等或較多，再加由養化帶銅質下滲而成之鑛物，鑛量當更增富。且地面養化帶之鐵帽，寬處約三尺，向下如寬度不減，鑛脈連續不斷。燈盞窩銅鑛尙可試探。惟以前開採金鑛，停工已久，當時採挖鑛脈深處情形，向下是否加寬或連續，無法查悉。

康定偏崖子鉛銀鑛

偏崖子亦產金，夙經開採，而鉛鑛尙多，無人挖掘，茲作爲鉛鑛另述之者，促人注意也。前述之二鑛脈。下脈曾經考察，脈長深未悉，寬數寸至尺餘，脈石爲石英及方解石，鑛石爲方鉛鑛，結晶較大，恐含銀質不多（尙未分析），鉛鑛在脈中分佈聚集，極不規則，寬狹斷續，亦不一定。伴生鑛物褐鐵鑛最多，由黃鐵鑛變質而來，次爲黃鐵鑛黝銅鑛孔雀石藍銅鑛及少許金鑛。黝銅

鑛變化，銅質一部含炭酸而成孔雀石，常與褐鐵鑛夾雜而生，為鑛脈氧化帶之特徵。由此而下，當為硫化帶，鑛物加多，鑛量當富，情形與燈盞窩銅鑛相同，此鑛尚可試探，惟方鉛鑛含銀不多，鉛價較低，即鉛鑛增富，而銷路不廣，恐亦不利開採。如銅鑛向下增加其量，或可作銅鑛試探也。

丹巴農戈山鉛銀鑛

農戈山鉛銀鑛，在丹巴縣西南約一百八十里，毛牛之西北約四十里，農戈山東坡。附近為煤系地層，內有石英脈，寬由數寸至尺餘，有厚至八尺者。脈內含方鉛鑛及黃鐵鑛，脈雖多而不延長，數武外即減薄而盡。聞舊日有人在附近挖掘銀鑛，結果未悉。方鉛鑛結晶較大，恐含銀不多。鑛脈既不延長，而含銀又少，無開採之價值。

丹巴銀廠溝銅爐房小崖銅鉛鑛

銀廠溝銅鉛鑛，在丹巴之南約八十里黃土坡楊柳林一帶，距川祖廟約二十里。舊日曾經開採，聞數十年前，有勾鐵腦殼者，糾衆採挖，設爐冶煉，採辦數年，因未納課，查封停辦。至民國十八年，丹巴縣知事彭斗勝派人在黃土坡鑿洞開鑛，未得結果而罷。銀廠溝附近，地質以煤系地層為多。在江達大孔一帶，有二疊紀大理岩。向南延長，黃土坡附近，為黑色片岩變質頁岩，含石英脈，舊洞即沿石英脈鑿進四十餘尺，脈內未見金屬鑛物，絕無開採價值，楊柳林在高山叢林，停工已久，人跡罕至，無路可行。去年曾有土人特往探視，携回砒黃鐵鑛多塊。就以前冶煉之處尋查，尚有廢渣及劣質鑛石，竟得黃鐵鑛砒黃鐵鑛，偶含方鉛鑛微粒。鑛渣久經風化，一部變質，稍呈綠色，為含有銅質之證，因有此兩種鑛質，故歸入於銅鉛鑛內，實則未見真正銅鉛鑛物，不過有黃鐵鑛尚多，藉知其為鑛脈而已。

銅爐房銅鑛，在丹巴縣西南偏南約一百里銅爐房一帶，獅子山永錫山等處。獅子山在銅爐房之西約二十餘里，永錫山在銅爐房之東二十餘里。聞七八十年以前，曾經採挖，坑峒頗多，停工已久，踪跡多泯。舊日曾在銅爐房附近，設爐冶煉，鑛渣猶存，土人偶有至舊洞者，常攜歸鑛石保存，均為黃鐵鑛，未見銅鉛鑛物。附近地層，為侏羅紀煤系，常夾石英脈，寬大者頗多，鑛物

或即生於其中。當開採時，或有銅鉛礦物，嗣後採挖殆盡，所餘惟黃鐵礦耳。

小崖鉛銀礦，在丹巴縣西南約七十里小崖西里許山坡上，路雖不遠，途徑崎嶇，攀登不便。民國十八年，丹巴知事彭斗勝曾派人採挖，舊嗣猶存，開出礦一百餘斤，鑛盡而罷。即嗣觀察，僅見煤系之灰色石英質砂岩，夾偉晶花崗岩脈，遍尋各處，毫無金屬礦物，未知彭所得者，究為何礦。

九龍儲龍溝銅鑛

儲龍溝銅鑛，在九龍城南約三十里儲龍溝中梁子附近。山路崎嶇，攀登維艱。侏羅紀煤系之變質頁岩內，含黃鐵礦砒黃鐵礦及藍銅礦少許，畧成脈形，而未見石英，或亦為鑛脈之一部。土人名為銀鑛，而向無人開採，礦石露出甚微，而有用鑛物又少，不足稱為鑛床，僅名為黃鐵礦之產地而已。

(己) 硫黃石棉雲母鑛

金屬鑛產而外，尚有非金屬鑛產。惟在本區域甚少，僅有硫黃石棉雲母三種，曾經採挖。

硫黃鑛在甘孜東南七八里觀音閣附近，緊傍鴉龍江北岸，曾採硫黃，嗣跡猶在。據云西康北部各縣所用硫黃，均出自甘孜。當日出產必多，惟現無人開採，僅有山峒一口，狹不可入，峒口有所遺坐質硫黃，夾於礫石中。附近為沖積層之礫石，堆積頗厚，向東不遠，有溫泉，硫黃來源，當自溫泉隨水而上，至泉口沉澱凝結，但溫泉隱伏於沖積層之下，未能露出。硫黃常夾雜於礫岩內，現在峒口有硫臭溫氣放出，顯見其來自溫泉中也。

石棉出丹巴境內銀廠溝一帶，向無人採，據云在叢林內，不易進入。觀其鑛樣，成色不佳，纖維既短，質亦甚脆，不能利用。銀廠溝地質除煤系地層外，尚有大理岩，分佈延長而至溝之東山，石棉或由陽起石類鑛物變質而來，而夾於灰岩中者。聞理化境內，亦曾發見石棉，向未採挖，地點遠在蠻荒，未能探悉。

雲母產於丹巴東北日波山上，舊日曾大事採挖，產額頗多，有徑大至尺許者。此次本擬往觀，因停工已久，路已圯毀，不能

通行，半途而返，就附近地質觀察，均爲侏羅紀煤系，而變質特甚，內常夾石英脈及偉晶花崗岩脈，含雲母頗多，大小不等，通常亦有經至二三寸者，夾於岩脈中，叢聚一處，有厚寸許者。開採時須先將脈石毀碎，取出雲母，費工費時，成本頗大，交通既不便，轉運困難，用途又不廣，銷路維艱，似少採辦之價值。

(三) 結 論

綜攬以上所述，理論事實，反復推證，而結果所至，一言以蔽之，不外求鑛產之價值而已。然欲求鑛產之價值，必先知鑛床生成之原因，變化之結果，故考火成岩，以溯鑛產生成之淵源，敘述地層，以明鑛產聚集之所在，地質構造，推地層上下錯動，知鑛床何以暴露，地文原理，證地形時常變改，論鑛床何以堆積，研究鑛產，而特別注意於地質者尙矣。因鑛物種類之不同，性質之差異，鑛床聚集所在，各有不同，在一脈有上部下部之別，在一地有此處彼處之分，而鑛產區域判矣。鴉龍江流域，以金鑛着，而大渡河流域，多產銅鉛。銅鉛鑛均生於鑛脈之氧化帶，無採辦之價值，而其下之富集帶，則尙可試探。金鑛則分佈最廣，開採亦盛，與鑛業大有關係。金鑛分山金沙金，山金率多散漫，量常不豐，不足開採，沙金來源廣闊，聚集尙豐，爲西康鑛產中之最重要者也。

西康沙金之來源，由石英脈中侵沖而至，而石英脈夾於侏羅紀煤系地層中。煤系地層分佈之廣，約占全區十之八九，而沙金所在，當亦同其遼闊也。惟此次調查所經，率在大路兩旁附近，或採鑛著名之區。時間迫促，未能觸處勘查。就觀察所及，沙金最豐部份，爲鹽化理化兩縣屬境，麥科金廠溝杜溝等處，均有試探之價值。無如現有鑛區或面積狹小，或採挖過甚，而有擴充延長之必要。然鑛區擴充延長，非先經試探不爲功。試探之法，因地制宜，未必盡同，惟須依據種種原則，追究鑛床生成情形，否則冒昧將事，隨地掘挖，未有不失敗者也。茲爲將來探鑛有所根據起見，特將試探應注意之事項，應進行之步驟，摘要列舉，用備參考。

一，石英脈之多寡 金粒由石英脈而來，石英脈多，則來源豐，而鑛床優，少則瘠而劣。故至一地，先調查附近地層內石英

脈之多寡；以定礦產來源之豐瘠。

二，石英破碎之程度 石英脈既多矣，而破碎堆積於沖積層者，塊粒大小不等，如塊大則含於其中之金礦脫出者少，則礦產不豐，粒小則金礦脫出者多，而礦常豐。故至一地，須注意石英破碎之大小，以定礦產之優劣。

三，沖積層堆積之寬狹 金粒脫離石英而至溝渠，伴沙礫而夾於沖積層內，沖積層分佈寬廣，則含金多，狹則金少。故至一地，須考察沖積層分佈之廣狹，以定鎔量之多寡。但沖積層寬而薄者最佳，堆積厚時須鑿遠峒挖深坑，費時費工，採辦不利也。

四，河渠之深淺 河渠之深而狹者，沖刷之力強，沖積層堆積不多，保存不易，而金礦所積，亦隨之而少。河渠之淺而寬者，沖刷之力弱，沖積層堆積保存者常多，而金礦積存亦豐。故至一地，須注意河渠之深淺，及其比較之寬狹，以定鎔床之優劣。

五，河流之曲彎 當金粒之沖至溝渠隨水而下也，遇河身彎處，往往沉積，經時既久，常成富鎔，故探鎔時，須尋河身彎處而試探之。惟河身有古今之分，現在河身，為鎔床堆積後而成者，其彎曲所在，未必為沙金富集之處，而古時河身，與沙金堆積，大有關係。尋察古時河身，須注意河谷之寬狹，及沖積層下之地面，隨其彎曲分佈之處，推測古時河流狀況，而踪跡之，當不致僨事也。

六，溝渠之會口 金粒隨水而下至溝渠之口，常因水流散漫而沉積，故尋探沙金，有時在兩溝會口試之。惟須注意會口一帶面積之廣狹，及沖積層之多寡，有無堆積富有金礦之可能，不可冒昧從事。

七，谷底岩石之狀況 金粒之比重高，隨水而下，常在河底，沖積層下部，含金較多，故試探時，當尋谷底岩石，視其面之凸凹，而就凹處探之。如鑿峒進探，當在沖積層之底部，挖坑下探，當在沖積層之薄處，否則費工費時，不甚經濟也。

附錄 經緯度測量及地圖作法

譚錫疇
李春昱

此次來康調查，最感困難者即為良好地圖之缺乏，蓋因國人對西康，向無測量，即外人之遊康者，間有地圖之作，率皆限於大路一線，或局部一隅，尤以經緯度數從未測量，故各縣之位置，皆未能確定。此次出關，除調查地質鑛產外，將所經地點，均自行測繪地圖，河流之形勢，道路之紆曲，於茲繫焉。茲將測繪方法，畧述於後。

(一) 經緯度測量法

經緯度者，乃想像在地球面上縱橫相交之二線通過地球面上之一點。經度計數通常以英國格林維池天文台為起點，中國在其東，故皆為東經若干度。緯度以赤道為起點，中國在其北，故皆為北緯。此次西行感於西康地圖之不準確，故特自行測量。

(甲) 經度測量法

經度之測量，即時刻之測量，因經度之差，即時刻之差也。故表示經度之法有二，一用度，一用時。如康定之經度為一〇一度五六分五二秒，或書為六點四七分四七秒。前者以度數由倫敦天文臺至康定之距離，後者即康定與倫敦天文臺之時差也。地球自轉一週為二十四小時，即二十四小時內，地球轉動三百六十度，每小時轉動十五度，每分鐘轉動十五分，或地球轉動一度，需時四分，轉動一分，需時四秒。故能知兩地時間之差，即可得其經度之差。如甲地之正午十二點，為乙地之午後一點十分，是兩地時間之差為一點十分，則兩地經度之差，為十七度三十分。若甲地之經度已定，則乙地之經度，可推算而知。故比較兩地之時間，即所以測量經度也。

測量當地時間之方法種類甚多，或測太陽之高度，或測某星經過當地子午線之時刻，或測東西星之高度。此次在各地測量，皆測東西星之高度，以此法既甚準確，且儀器較易設置也。用此法測量，有一星之高度，即可計算時刻，然為準確計，愈多愈佳，以資平均。此次測量，均用東方三星及西方三星總平均之結果。但所測量之星，不可無相當之選擇，一，高度不可過小，角度

小則折光太大，二，不可過於偏南或偏北。以正東及正西之星，高度之增減較速，測量之結果，易為準確。三，角度亦不宜過高。當星經過子午線時，所表現之高度，變更甚緩。總上以觀，所選之星，當在東西方向，其高度介於三〇度與五〇度之間者為佳，星既選定，然後用經緯儀以測其高度。此次所用經緯儀為直徑一寸半，角度可讀至二十秒者。每測一星，皆觀察六次。初三次觀察之後，將儀器翻轉一百八十度，再作三次觀察。每次均按表記其時刻，以資與已知經度地點之時刻相比較。由六次所得高度之平均數，為測量時星之高度。由所記六次時刻之平均數，為測量時之時刻。由上所得平均之高度，減去折光角，即實高度，然後即可由三角公式，求得其時角 (Hour angle)。

$$\sin t = \frac{\sqrt{\sin z (z+m) \sin z (z-m)}}{\cos \phi \cos \delta}$$

z = (Zenith distance) 天頂距 = $90 -$ 實高角

ϕ = 緯度

δ = 赤緯 (Declination) 可由星象日曆查得

t = 時角 (Hour angle)

m = $\phi - \delta$

由所測星之赤經度，(Right Ascension 可由星象日曆查得) 減去或加上求得之時角 (星在西則加，星在東則減)，其結果即測量時之星宿時 (Sidereal time)。由測量之星宿時，減當日正午之星宿時 (Sidereal time of mean noon) 及變時正差，(Correction of conversion of time) 得測量時之時刻。茲舉例以明之。

十九年八月五日晚九時，在丹巴測牛郎星，(α Aquilae) 其平均高度為五六度四九分三〇秒，緯度為三〇度五二分二七秒。星之赤緯度為北八度四〇分五九·九二秒，星之赤經度為十九點四七分二四·六五秒，當日正午之星宿時為八點五二分〇九·〇

四秒，(後三者均由星象日曆查出)。計算如下：

| | | |
|---|-------|------|
| 56° 49' | 30.0" | 平均高度 |
| - | 37.7 | 折光角 |
| 56° 48' | 52.3" | 實高角 |
| $Z = 90^\circ - 56^\circ 48' 52.3''$ | | |
| $= 33^\circ 11' 07.7''$ | | |
| $m = 30^\circ 52' 27.7'' - 8^\circ 40' 59.92''$ | | |
| $= 22^\circ 11' 27.78''$ | | |
| $\frac{1}{2}(z+m) = 27^\circ 41' 17.74''$ | | |
| $\frac{1}{2}(z+m) = 5^\circ 29' 49.96''$ | | |

以之代入公式而用對數表算之

| | |
|--------------------------------|----------------|
| $\log \sin \frac{1}{2}(z+m) =$ | 9.6671358 |
| $\log \sin \frac{1}{2}(z-m) =$ | 8.9813532 |
| $\text{colog } \cos \psi =$ | 0.0663636 |
| $\text{colog } \cos \delta =$ | 0.0050067 |
| | <hr/> |
| | 2 18.7198593 |
| $\sin \frac{1}{2} t =$ | 9.3599296 |

$\lambda = 13^{\circ} 14' 26.02''$

$\phi = 26^{\circ} 28' 52.04''$

以 15 除之獲作時間為 1 點 45 分 55.47 秒，則其時角也。

| | h | m | s | |
|----|----|-------|-------|-----------|
| | 19 | 47 | 24.65 | 赤經度 |
| — | 1 | 45 | 55.47 | 時角 |
| 18 | 01 | 29.18 | | 測量時之星宿時 |
| — | 8 | 52 | 09.04 | 正午之星宿時 |
| 9 | 09 | 20.14 | | |
| — | 1 | 29.99 | | 變時正差 |
| 9 | 07 | 50.15 | | 測量時之太陽平均時 |

本地時間，既經測定，然後即須與已知經度地點之時間相比較，以求得本地之經度。比較時間之方法，今昔大殊，在昔無線電未曾發明以前，皆用天文表 (Chronometer) 一個或數個，在經度已知之處，先將時刻較對正確，然後携之以往測量地點，測畢仍返原處，再較表之時刻，或快或慢，按天數平均分配，以求得測量時之標準時刻。例如欲測康定之經度，先於上海出發時在天文臺將表較對正確，携來康定，待測畢仍返上海，再與天文臺較正時刻。如表較前快一分鐘，而由上海至康定，往返共需五十日，是表每日快一·二秒，測量時為離上海後之第二十五日，可知測量時之表，較上海快一·二乘二十五為三十秒，由測量時之時刻記錄內，減去三十秒，即為測量時之上海時刻。既由前法測出本地之時刻，又用天文表推得上海之時刻，則兩地之時差可知，而經度可得矣。然用天文表以較時刻，不便頗多。一，測量後必返原處，重作較正，然後可以計算。二，時間不便過久。三

，表之快慢，每日常不一致，視溫度之高低，氣壓之大小，以爲轉移。職是之故，欲測量某處，其往返所經地點，勢不能溫度相同壓力相等，若以快慢之差，平均分配於每日，自不能無多少錯誤也。厥後有線電興，以之可以直接傳遞時刻，較爲方便，而測量地點，又只限於通電線之處。且有線電之傳遞時刻，尙需一相當時間，不能視爲最準確傳遞品。晚近數年，無線電大昌，測量經度者，率皆用之，以其隨地可設，以直接與各大天文臺之時刻相較正。且傳遞敏捷，毫無阻滯，較之用天文表。其準確不啻倍蓰矣。現各大天文臺，均有無線電，廣播授時，此次測量西康各處之經度，均用此法。所用電機爲十公尺至二百公尺之短波無線電收音機，攜帶甚便，可以直接與上海徐家匯及菲律賓濱馬尼拉天文臺較正時刻。此次出鑪關後，每次測量俱接收馬尼拉之時刻報告。馬尼拉天文臺，位於東經一二〇度五八分三三秒，北緯一四度三四分四一秒。然其無線電廣播授時，爲一二〇度之標準時刻，以便接收者計算簡易。每日廣播兩次，按其天文臺之時刻，上午十一時一次，夜十時一次，每次廣播五分鐘。由其每日之廣播，將表較正，以備測量時，逐次記錄，記錄之平均數，即測量時之馬尼拉時刻也。如前例十九年八月五日在丹巴之測量，測量時之本地時刻，計算爲九點〇七·分五〇·一五秒，而測量時之馬尼拉之時刻記錄平均數，爲十點二〇分二六·三三秒，二者相較，其差爲一點十二分三六·一八秒，乘以十五，即得經度之差，爲一八度〇九分。既知馬尼拉廣播授時爲一二〇度之時刻，故一二〇度減一八度〇九分，得一〇一度五一分，即丹巴之經度也。各縣測量，均依此法。

(乙) 緯度測量法

測量緯度之法，常用者有三種。一，測量星經過子午線時之高度。二，測太陽經過子午線時之高度。三，測北極星之高度。三者相較，後者爲佳。設置儀器，既較簡單，測量時間，又無拘限。故此各處測量，率用此法。觀察之方法，與測經度相同，一方記高度，一方記時刻，由北極星之高度，與測量時之本地時刻，以計算緯度。其法如下。

- 一，變測量時之時刻爲星宿時，減北極星之赤經度，即得北極星之時角，然後變此時角爲若干度分及秒。
- 二，由九十度內減北極星之赤緯度，得北極距 (Polar distance)。

三，由測量時所得星之高度內，減折光角，以求得星之實高角度，減去北極距，與時角餘弦之積，加微許正差，即得所求之緯度。茲仍舉丹巴之例以明之。

十九年八月五日，在丹巴測北極星，其平均高度為三十度三十八分三七·二五秒，測量時之本地時刻為九點四七分四一·九二秒，計算如下。

| | | | |
|---------------------------------|----|------------|-------------------|
| 9 | 47 | 41.92..... | 測量時之時刻 |
| + | 1 | 36.54..... | 變時正差 |
| | | | |
| 9 | 49 | 18.46 | |
| + | 8° | 52 | 09.04.....日中之星宿時 |
| | | | |
| 18 | 41 | 27.50..... | 測量時之星宿時 |
| - | 1 | 37 | 01.13.....北極星之赤經度 |
| | | | |
| 17 | 04 | 26.37..... | 時角 |
| | | | |
| 17點04分26.37秒 = 256° 04' 55.62" | | | |
| 北極距 = 90 - 88° 55' 35.29" | | | |
| = 1° 04' 20.71" | | | |
| = 3864.71" | | | |
| 北極距 × 時角之餘弦 = 3864.71 × .240531 | | | |
| = 15' 29.6" | | | |

測量時之高度為 30 38 37.25"

- 1 37.2折光角

30 37 00.06.....實高度

+ 15 29.6

30 52 29.65

+ 26.Second correction

30 52 55.6丹巴緯度

經緯度之測量方法，既如上述，茲將關外所經各處測量之時期及所得結果，臚列於後。

| 地 點 | 時 間 | 經 度 | 緯 度 |
|------------------------|------------------------|--------------|-------------|
| 康 定 西康圖書館體育場 | 十九年四月五日下午七點五十分至十點 | 東經一〇一度五六分五二秒 | 北緯三〇度〇二分五七秒 |
| 九 龍 縣署前院 | 十九年五月十八日下午九點三十分至十一點五十分 | 東經一〇一度二五分五二秒 | 北緯二八度五八分四七秒 |
| 雅 江 縣署北二百步 鴉龍江東岸 | 十九年五月二十八日下午九點一刻至十點二十分 | 東經一〇一度〇二分二五秒 | 北緯三〇度〇一分二二秒 |
| 理 化 縣署門前 | 十九年六月十六日下午八點五十分至九點五十分 | 東經一〇〇度一五分二九秒 | 北緯二九度五九分五七秒 |
| 瞻 化 關岳廟門前 署北約三百步 | 十九年六月二十八日下午九點七分至十點十六分 | 東經一〇〇度一六分〇秒 | 北緯三〇度五六分二八秒 |
| 甘 孜 縣署東南百餘步 | 十九年七月十六日下午九點至十點 | 東經九九度五九分〇九秒 | 北緯三一度二七分四四秒 |
| 鎭 霍 在街北頭 | 十九年七月十九日下午十點二十分至十一點 | 東經一〇〇度四〇分三一秒 | 北緯三一度二三分〇秒 |
| 道 孚 在街南頭距縣署半里許 | 十九年七月二十八日下午八點五十分至十點 | 東經一〇一度〇七分三二秒 | 北緯三〇度五八分五五秒 |

| | | | | |
|----|-----------------|----------------------|--------------|-------------|
| 秦寧 | 街南端 | 十九年七月三十一日下午八點十分至九點 | 東經一〇一度二九分三〇秒 | 北緯三〇度三三分五二秒 |
| 丹巴 | 縣署左前方通 俗閱報社前 | 十九年八月五日下午八點五十分至九點五十分 | 東經一〇一度五一分〇四秒 | 北緯三〇度五二分五五秒 |

以上結果，係途中約畧計算，因計算經度時，必先知大概之緯度，計算緯度時，尤須先知經度，故求經度，必先假定緯度之數，既得經度，始可以求緯度。但此假定之數，必難與正確之數符合，故必經緯度反復相求數次，始得精確結果。此次途中時間迫促，未克詳計，秒數之差，自所難免。詳細計算後，當另行發表。然較以前一切舊圖當已準確多也。

(二) 路線圖作法

由經緯度既定各縣之位置，而兩縣間之道路村落河流等狀，可由路線圖以表之。路線圖之作法，係先測道路之方向及其距離，然後依比例尺縮繪成圖。

(甲) 方向測量法

測方向之儀器，為指南針，此次所携者，為勃郎屯指南針傾斜儀，測量時即量其偏東或偏西若干度，如北三十度東，南三十度西，依度數繪之於圖。然繪準確之度數，非目力所能判定，故在簡便測板 (Sketching board) 之測繪，乃用分度規 (即象限儀) 以定其角度。而在隨手測繪時，用分度規頗為不便。此次途中繪圖，均用方格紙，由縱橫二線之比例，即可以定其度數，如北四十五度偏東，為一與一之比，即向北一格向東一格，聯此對角線，即四十五度之角度也。又北三十度西，即向北一格，再向西五七七格，聯此二點之直線，即北偏西三十度之角度也，以三角法証之，前二例之南北線，可謂之三角形之底邊，所聯之線為斜邊而向西或向東之距離，即所測角度之正切，均可於對數表查得，故主要諸角度之正切，應常記憶，以便測量時之用。如十度之正切為·一七六，二十度之正切為·三六四，三十度之正切為·五七七，四十五度之正切為一。有此諸數，已足敷用。他如五度十五度二十五度等，乃介於零度十度二十度及三十度之間者，可由相鄰二數，平均得之。其大於四十五度者，可以其餘角計之。

如北六十度偏東，可由東三十度偏北計之，南七十度偏西，可由西二十度偏南計之。按此法繪圖，雖不若用分度規之準確，要亦不致大差。

(乙) 距離測量法

既定方向，再測距離，即可限制一點。在平板望遠儀測量時，其法甚簡，由望遠測量儀中，窺標尺之長短，即可定距離之遠近，而在隨手測量時，此法則不適用。普通測距離時，可由以下三法，(一)步表 (Pedometer) 測距法，(二)速率測距法，(三)目測距離。此次關外勘察，測距離時，前二法均不適用，因關外之山勢陡峻，道路崎嶇，若用步表，則登山與平路，步伐之大小定不一致。若用速率，則上坡與下坡之快慢，決難相同。惟一之法，厥為目測，若遇路稍平時，則參以第二法。此種約測全在經驗，雖不甚準，亦無大差。此次關外一過，涉地甚廣，所有路線圖之不能環接者，只差六里。

(丙) 路線圖之縮尺

縮尺者，所以示圖之大小也。如地面之距離為千尺，而圖上繪作一寸，是為萬分之一。此次所作路線圖，原稿均為五萬分之一，因所用方格紙每格一公分，以一格代五百公尺(米達)，甚為方便。過大則不易測繪，過小則細物不易表示。且一格之長，頗近於一華里，以便比較。當製五十萬分之一之圖時，恰縮十倍。

(三) 經緯度繪法

各地之經緯度，既已測定，則應繪之於圖。此次係用多邊投影法，就表 (Tables for a polyconic projection of maps) 查之。茲就此次五十萬分之一地圖之作法述之。

a 先於紙之中央作縱橫相交二線，以縱線當於適宜之經度，橫線當於適宜之緯度，如本圖上之經度一〇一度緯度二〇度之位是也。

b 於縱線上由中央交點處，向上下分此縱線為數段，每段為緯度半度或一度。各段之長，因緯度而異，二九度至三十度之距

離長一一〇八四〇公尺，三十度至三十一度長一一〇八五七公尺，三十一度至三十二度長一一〇八七四〇公尺。按五十分之一縮尺，應繪為二二·一六八公分，二二·一七〇公分及二二·一七五公分之長。再依比例，各分為半度，相當於本圖之二九度，二九度半及三〇度零半度與三十一度等。

。由此半度分段之點，各作垂線於縱綫，使之平行於最初所作之橫綫。然後於各橫綫上，由中央縱綫之交點處，依經度半度之距離，向兩邊分橫綫為若干段。每段之長，因緯度而異，如緯度二九度，其經度半度之距離，為四八七二〇公尺，一度之距離為九七四三九公尺。緯度三十度經度半度之距離，為四八二四四公尺，一度之距離為九六四八七公尺。緯度三十一度經度半度之距離，為四七七五三公尺，一度之距離為九五五〇五公尺等。然後各按五十分之一之比例，繪之於圖。分各橫綫為數段，使之相當於本圖之經度一〇〇度，一〇〇度三十分，及一〇一度三十分，與一〇二度等。

d 於各橫綫之交點處，各作垂線，平行於中央縱綫。再於此垂綫上，各按其緯度與距中綫之經度，向上量一相當之長（赤道南者向下畫）。當緯度二九度，經度半度者，其長一〇三公尺，一度者長四一二公尺。緯度三〇度經度半度者，其長一〇五公尺，一度者四二二公尺。緯度三十一度，經度半度者，其長一〇七公尺，一度者四二九公尺。各依縮尺，繪之為·二〇六，·八二四等公厘，（米厘）各作一點。

。將以上所得各點，左右聯接，成一曲線，是為緯度。上下聯接，所成之弧線，是為經度。

以上所述，係就五十萬分之一地圖，舉例說明。縮尺變更，繪法不同，須依多邊投影法之表以繪之。經緯度既已繪就，則各處所測之經緯度，即可依數繪之，以固定各地點在圖上之位置。再以所作之路綫圖，填嵌於二確定經緯度之間，則地圖成矣。

（四）高度測量法

表示各地之高度，率以海面為準，故曰海拔若干尺。作精確之測量時，用水準儀以得之。平板測量時，則由高之角度與距離以計之。而於旅行作路線圖時，則只能用氣壓表以比較各處之高度。然氣壓非特關乎高低，且亦關於氣候，故在同一地點，氣壓

常有變更，以之求高度，自不能無差誤。且平常氣壓表有機件上之惰性，因之有以水之沸騰點以求高度者。海面上之平均氣壓為七六〇米厘水銀柱之高，而水之沸點為一百度（按百度溫度表計算）。康定之氣壓約為五五〇米厘水銀柱之高，而水之沸點約為九十二度左右。此次來康，本攜有氣壓表兩具，後以所經地勢過高，氣壓表破壞，各處高度，未克完全測量，頗為憾事。僅就參考各種圖說，及一二處教堂之記載，取其約畧數目，以資比較。山之高度，已註於圖。今將各縣高度，列之於後。

| 地點 | 高度 | 測量者 |
|----|---------|-------------------|
| 康定 | 二五四〇公尺 | 法國 Madrolle |
| | 二五七九公尺 | 奧國 Loezy |
| | 八四〇〇英尺 | 英國 Ryder 及 Pandit |
| | 二六〇四公尺 | 英國皇家地理學會 |
| | 二五六〇公尺 | 康定天主教堂 |
| 九龍 | 二六〇〇公尺 | |
| 雅江 | 二七三二公尺 | 奧國 Loezy |
| | 九四〇〇英尺 | 英國 Ryder 及 Pandit |
| 理化 | 四一八七公尺 | 奧國 Loezy |
| | 一三八〇〇英尺 | 英國 Ryder 及 Pandit |
| 瞻化 | 三〇〇〇公尺 | 約測 |

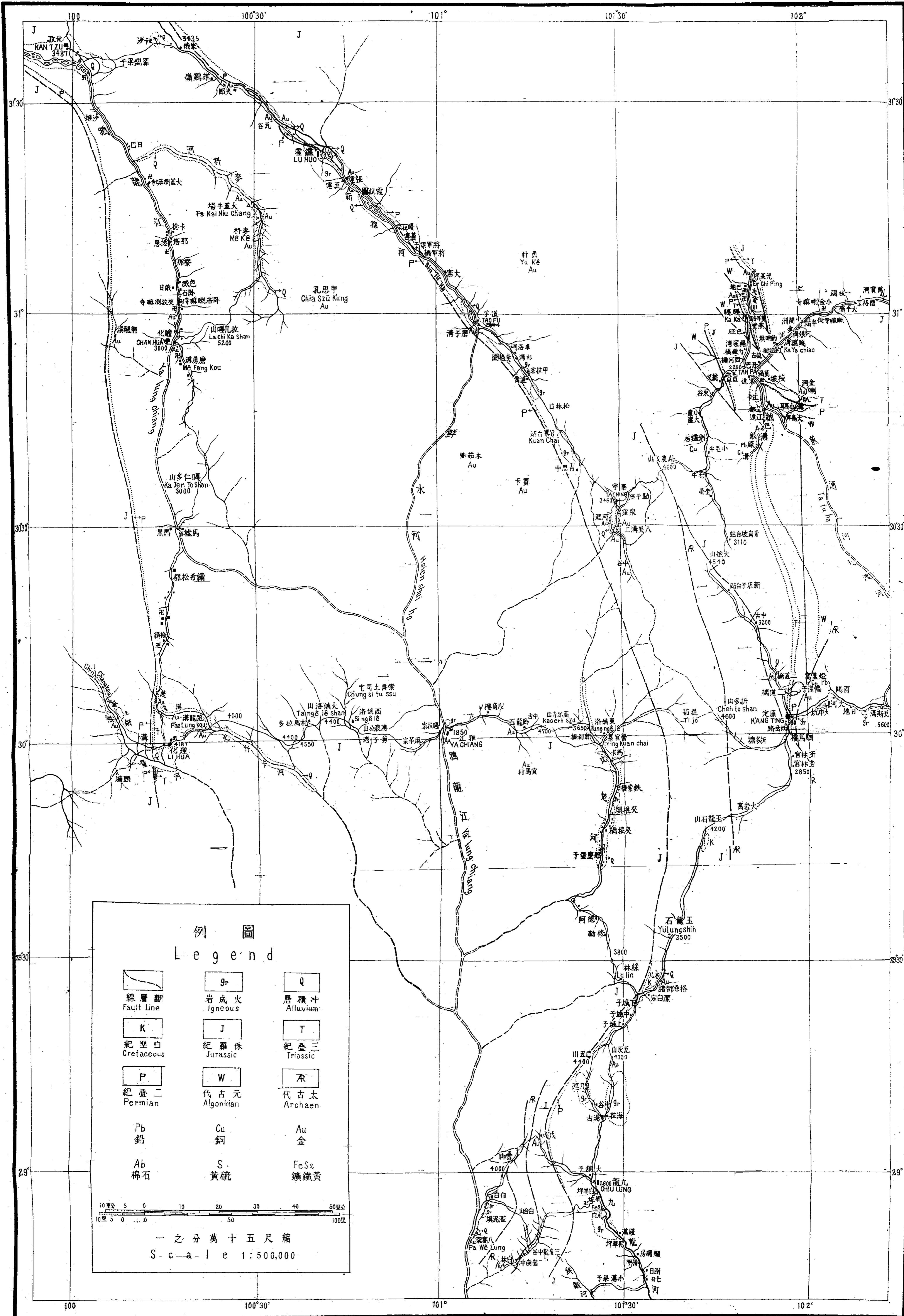
| | | | | | |
|--------|--------|----------|--------|--------|----------|
| 丹 | | 道 | 鐘 | | 甘 |
| 巴 | | 孚 | 霍 | | 孜 |
| 七四五〇英尺 | 二九八〇公尺 | 二八一四公尺 | 三二五〇公尺 | 三五〇〇公尺 | 三二八七公尺 |
| 英人白某 | 英人白某 | 英國皇家地理學會 | 英人白某 | 英人白某 | 英國皇家地理學會 |

圖產鑛質地部東康西

THE GEOLOGICAL AND MINERAL MAP OF EASTERN SIKANG PROVINCE

Tan & Li-ore deposits of E. Sikang

Plate I 版一第



例圖
Legend

| | | |
|-------------------|------------------|------------------|
| | 9r | Q |
| 線層斷 Fault Line | 岩成火 Igneous | 層積冲 Alluvium |
| K | J | T |
| 紀堊白 Cretaceous | 紀羅侏 Jurassic | 紀疊三 Triassic |
| P | W | R |
| 紀疊二 Permian | 代古元 Algonkian | 代古太 Archaen |
| Pb | Cu | Au |
| 鉛 | 銅 | 金 |
| Ab | S. | FeS ₂ |
| 棉石 | 黃硫 | 鑛鐵黃 |

10 5 0 10 20 30 40 50 公里
10 5 0 10 20 30 40 50 英里

一之分萬十五尺縮
Scale 1:500,000

圖 域 區 鑛 金 科 麥 縣 化 瞻

THE MAP OF THE GOLD MINING LOCALITIES IN MÊKÊ DISTRICT, CHANHUA HSIEN.

T'an & Li: Ore deposits of E. Sikang

Plate I 版二第

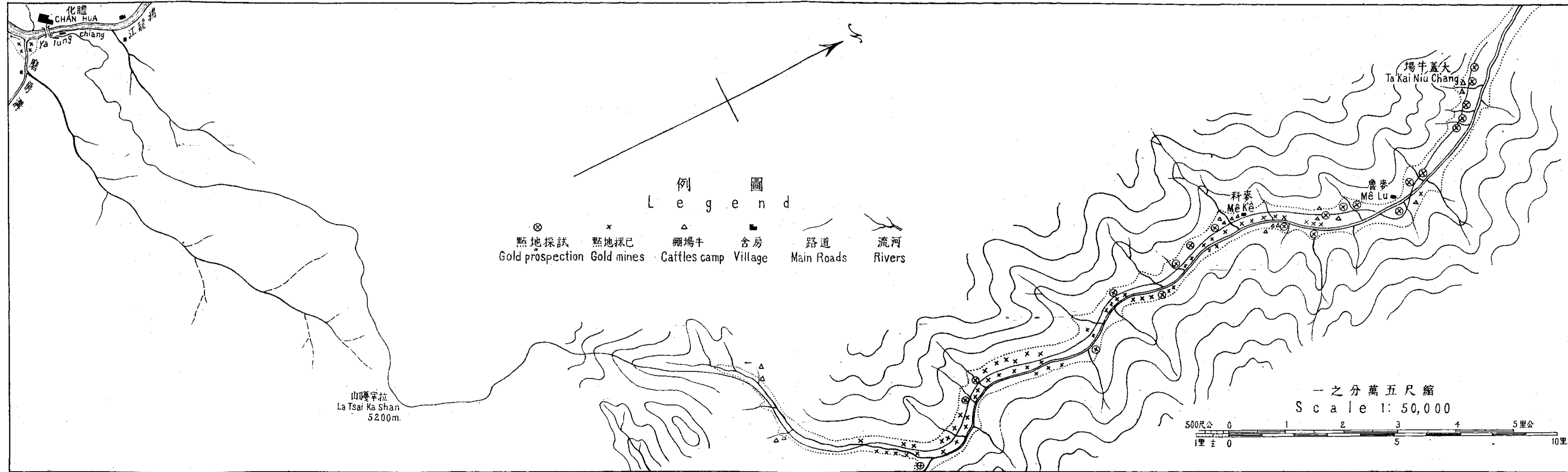
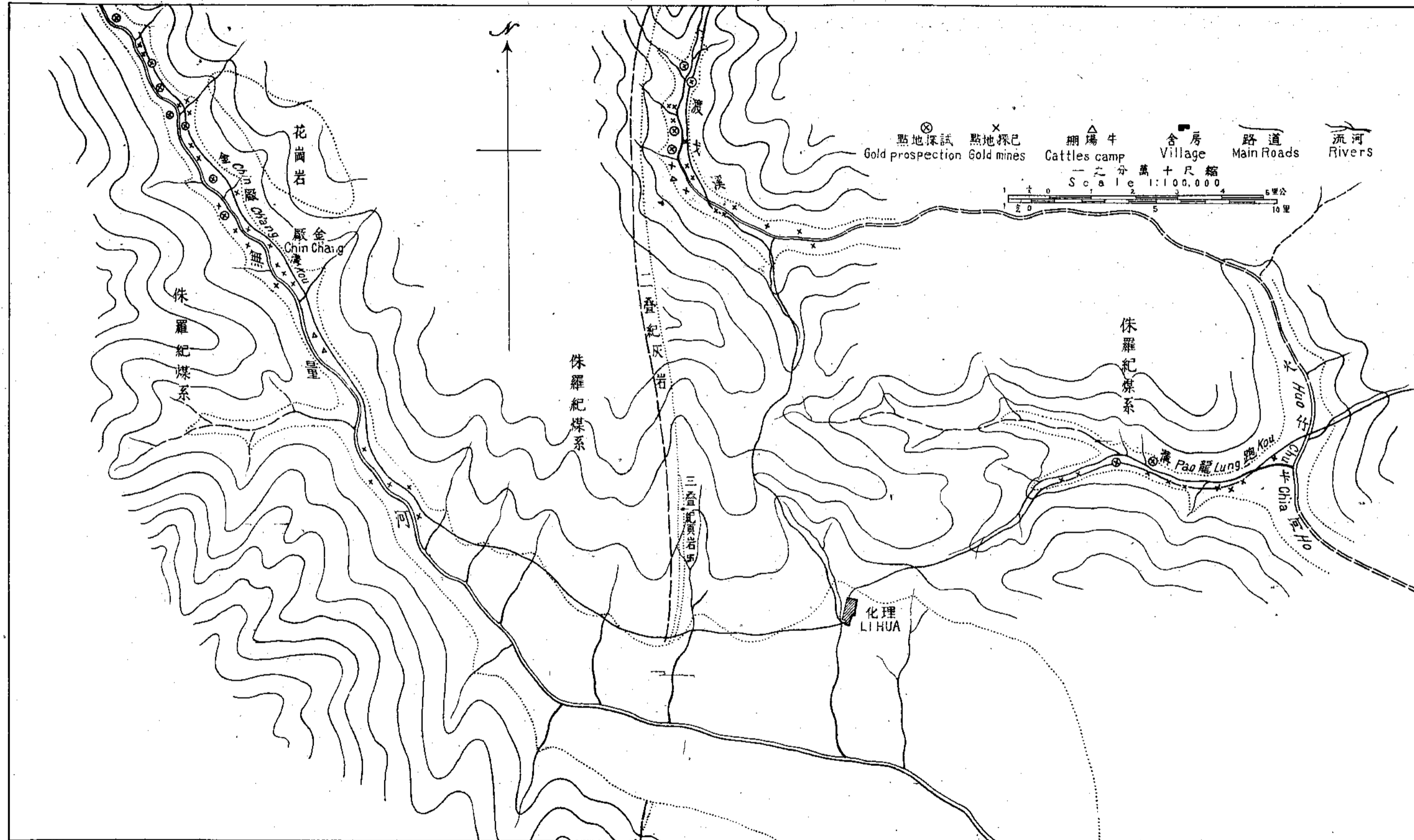


圖 域 區 鑛 金 內 境 化 理

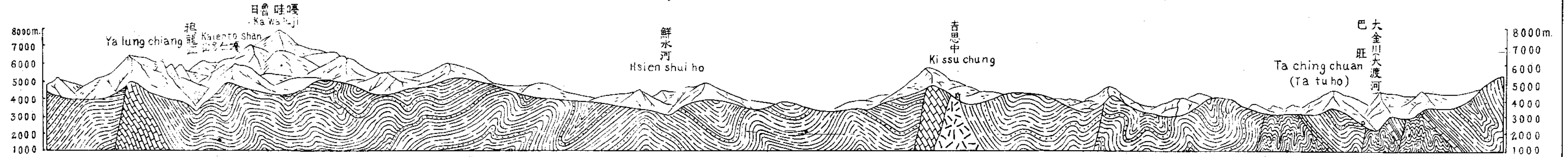
THE MAP OF THE GOLD MINING LOCALITIES IN LIHUA

Tan & Li: Ore deposits of E. Sikang

Plate III 版 三 第



圖面剖質地化瞻寧泰巴丹康西
 THE GEOLOGICAL SECTION OF TAN PA, TAINING AND CHAN HUA DISTRICTS IN EAST TIBET (SIKANG)



圖面剖質地化理江雅定康康西
 THE GEOLOGICAL SECTION OF KANG TING, YA CHIANG AND LI HUA IN SIKANG



岩成火 Igneous
 層積冲 Alluvium
 紀羅侏 Jurassic
 紀疊三 Triassic
 紀疊二 Permian
 代古元 Algonkian
 代古太 Archæan

0 10 20 30 40里公
 一之分萬十五尺縮
 Scale 1:500,000

河北省磁縣粘土鑛地質鑛業及窯業

侯德封

引言

民國二十年春封奉翁所長命，會同中央工業試驗所技師賴君其芳調查磁縣彭城鎮窯業。賴君研究窯業，凡關於原料之性質，應用一切瓷器燒製之方法，由賴君擔任記載研究，當另有專報。原料之種類，賦存狀況，分佈情形及採取方法等，凡關於地質鑛業情形，由封擔任調查。窯業方面，則只作簡要之記載。考彭城一帶窯業，每年出產價值總數達八九十萬元，容納工人五六千名以上。原料產額約達十萬噸。窯業成品之價值較諸本區煤鑛產額（共計約五十萬元）約高出三分之一以上。故該處瓷土鑛在經濟上之價值並不減於煤鑛。若果能改良出品，擴充銷路，則當此洋瓷充斥金價昂貴之際，補漏卮，開利源，亦實業中之重要事件也。封等於三月二十日夜自北平出發，二十二日抵磁縣西佐村怡立煤鑛，翌日赴武安縣屬白沙村一帶調查凡二日，二十四日到彭城鎮，在該處計停六日。除調查鑛業工業情形外，復就本所原有該區煤田地質圖（十萬分之一），稍有增補，並添入粘土分佈情形，名為磁縣陶土鑛地質圖。附剖面圖十數處，以明陶土地質狀況。共採集標本十餘種以備分析。於四月一日離彭城經六河溝，彰德，臨城，井陘，石家莊等處，於二十四日回抵北平。

本所對於磁縣彭城附近地質，曾數經調查，各有報告（地質報告見地質彙報第六期及第九期，煤鑛情形見鑛業紀要），故此報告中除與陶土鑛有連帶關係必須明瞭者外，概不多錄，以免重複。

一 地位及交通

窯業中心在彭城鎮，位於河北省之南端平漢鐵路之西，屬磁縣境。北，西，南，三面與河南省武安陽二縣為鄰。東距平漢路碼頭車站四十五里，東北至邯鄲車站六十里，西佐村怡立煤鑛十八里。西佐至碼頭鎮有支路接平漢鐵路。邯鄲及碼頭鎮有滏陽

圖一第 羊台東石灰石礫岩剖面圖

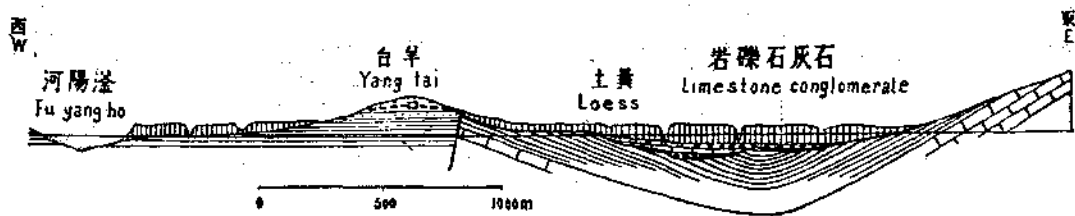


Fig. 1. Section showing the limestone conglomerate, East of Yangtai.

河，由船隻載運可達天津及運河北段。自彭城鎮沿滏陽河上源西北行經紙坊村過鼓山以達西佐，再至碼頭鎮或邯鄲。交通尚稱便利。

二 地形

平漢鐵路線以西，河北平原逐漸高起，至西佐村即達山麓為西佐煤山。丘陵起伏，大致尚平坦。西依鼓山，鼓山自北來，南向延長約三十餘里，沒於石廟。山峯高出當地約三百餘公尺。鼓山之西復為平谷。北自武安和村南向延長，直達安陽境，彭城鎮位於其中。滏陽河上源自西北胡村來，經彭城鎮北端東流，在紙坊黑龍洞間橫穿鼓山。平谷之中稍有丘陵，多半由斷層所致。平谷之西山嶺復起，南北縱列為太行山本體。

本區河流有滏陽河，西北自胡村東南流，至羊河鋪折向東，經彭城村北橫穿鼓山而東。附近溝渠大致均南北向注入滏陽河。主要河流不與山脈及地質構造平行，想原來之河床並不如此。試察彭城北馬家莊羊台一帶，及彭城南張家樓等處，厚層黃土之下，有石灰石礫岩與黃土間疊層，其厚時達三四十尺，其為古河床之遞積物無疑（第一圖）。故黃土期以前之河床約亦南北方向，而與地層構造方向平行。後因局部稍有隆曲，而使河流方向變更。故今日之河谷為黃土期以後之侵蝕，按區內黃土層均成極陡狹之立谷，亦一證也。

三 地層概要

在鼓山之北端因斷層影響，震旦紀、寒武紀及奧陶紀岩層均有露頭。其東坡白沙村之北為閃長岩衝斷。閃長岩侵入於奧陶紀石灰岩中，其接觸處時有鐵鏽層，為磁鐵鏽及赤鐵鏽。鏽體片斷，蘊藏不富。在彭城盆地之中為石炭二疊紀及三疊紀岩層分佈之區。上覆以礫石層及黃土層。茲

將彭城附近各岩層分記於左(參閱附圖第一版地質圖)。

(一)震旦紀石英岩 分佈於鼓山北端，為本區最古岩層，因斷層露出。

(二)寒武紀石灰岩 分佈於鼓山北部，位於震旦紀岩層之上，成不整一接觸。

(三)奧陶紀石灰岩 位於寒武紀岩層之上，成不整一接觸，分佈甚廣。彭城盆地之東界，鼓山貫穿南北，為奧陶紀石灰岩組成。走向略南北向，傾向成背斜式。彭城盆地之西界，山嶺南北向，亦為奧陶紀岩層，傾向東。盆地之中間有九山，二魚山，畧成南北方向。奧陶紀岩層亦露出地面，係受斷層影響所致。

(四)石炭紀及石炭二疊紀 本紀岩層位於奧陶紀之上，為不整一接觸，分佈於盆地之中間。東西限於奧陶紀石灰岩，南北延長。北連武安縣和村煤田，南接安陽縣六河溝一帶。主要粘土層含於石炭紀岩層之下部。其岩層自下而上次序如左(參閱附圖第五版柱狀圖)。

奧陶紀石灰岩

不整一

太原系

紅色頁岩含鐵鑛結核

灰色砂岩

煤層(土名三層通許煤厚一尺半)

灰色頁岩

煤層(土名二層通許煤厚一尺)

黑色頁岩富含黃鐵鑛(厚六尺)

煤層(土名頭層通許煤厚一尺半)

共厚約一二四公尺

一〇公尺

地質彙報

地質彙報

紅色鐵質頁岩(土名火教)

白色瓷土(土名白城)

灰色頁狀粘土

黃紅色缸土(缸土及籠土均爲此層平均厚四尺)

煤層(土名進頭厚僅三,四寸)

灰藍色頁岩及頁狀耐火粘土

灰藍色瓷土(土名青土厚四尺至五尺)

煤層(土名下架厚三尺)

暗灰色砂質頁岩(土名千層)

黃色砂質粘土(土名籬索)

煤層(土名腰束子厚一,二寸)

灰色硬砂質粘土(土名牛頭)

暗灰色石灰岩含火石結核(土名大青石厚一丈八尺)

灰色砂岩及頁岩

黃灰色砂岩

煤層(厚五尺)

淡灰色石灰岩(土名小青石厚四尺)

淡青色頁岩黃色砂岩夾薄層煤

八公尺

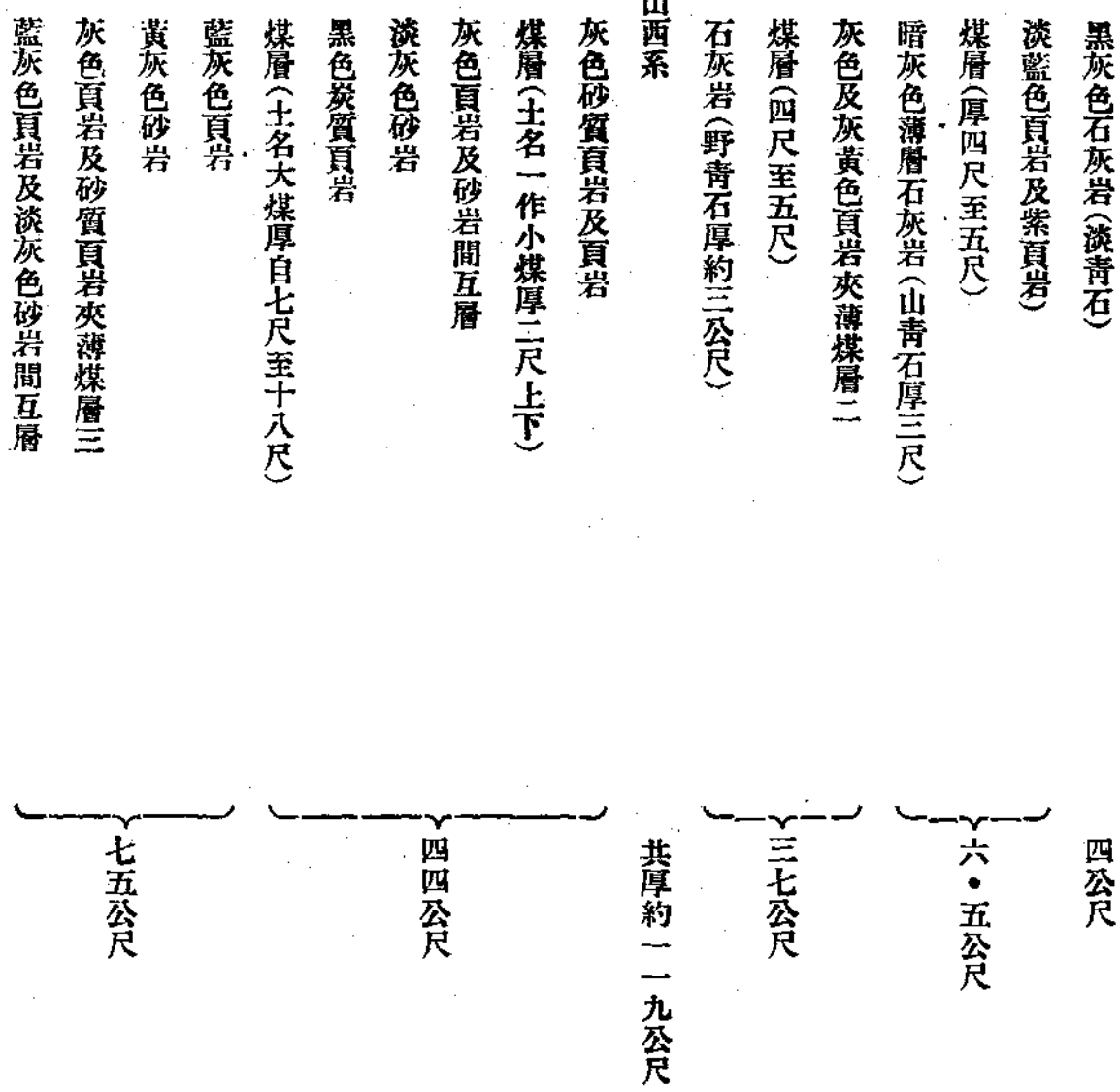
七公尺

一九公尺

二〇公尺

一三公尺

地質彙報



(五)二疊紀 整合於山西系之上者，大部為黃色石英粗砂岩與砂質頁岩間疊層，中夾紅色砂質粘土數層，厚者達四尺。又淡藍色耐火粘土，每與薄層砂岩及砂質頁岩相間互，各厚均不過數寸以至一尺。此部岩層共厚約六十公尺，其分佈則南自交城一帶，九山二魚山之西，北至滏陽河。滏陽河北則見於羊台義井之西，及和村之東等處。大部因地層陷斷及侵蝕而不連貫（參閱附圖第一版地質圖）。

(六)三疊紀 紅色石英砂岩位於上述黃色砂岩頁岩系之上，完全整合。分佈於下河溝二魚山間及馬家莊以西兩處，區域甚小。所見岩層之厚度，因上部被侵蝕，僅有三十餘公尺。其岩層次序如左（自下而上）。

紅色硬砂質粘土

三公尺

灰色砂質頁岩

二公尺

灰色硬砂岩

一·五公尺

紅紫色砂岩及紅色黃色砂質粘土間互層（土名砂子）

八·五公尺

紅黃色石英粗砂岩

一五公尺

(七)第三紀石英礫岩 分佈於本區南端漳河左右，與石炭紀岩層成不整合接觸。盆地以內未見其踪跡。

(八)第四紀黃土及石灰石礫岩 黃土之分佈甚廣，凡河谷山嶺之間盡被黃土掩覆，厚自三，四公尺以至十餘公尺不等。故盆地之中除二，三岡阜得露岩層外，其餘盡為黃土分佈區域。不整合的覆於各紀岩層之上。

又和村之西，馬家莊羊台之東，張家樓附近，在黃土之下見礫岩一層，其礫石全為石灰岩，其粘結物亦富石灰質。有時與黃土間疊成層，與其下岩層成不整合接觸。此種岩層在西佐附近亦有分佈，應與黃土初期相當。其分佈至不規則。除前述數處外，其他各地均無此層，且厚度自二，三公尺以至十六，七公尺，相差懸殊，或為古河床之沉積物。

四 地質構造（參閱地質彙報第六，九，十五，各期報告）

圖二第 彭城盆地剖面圖

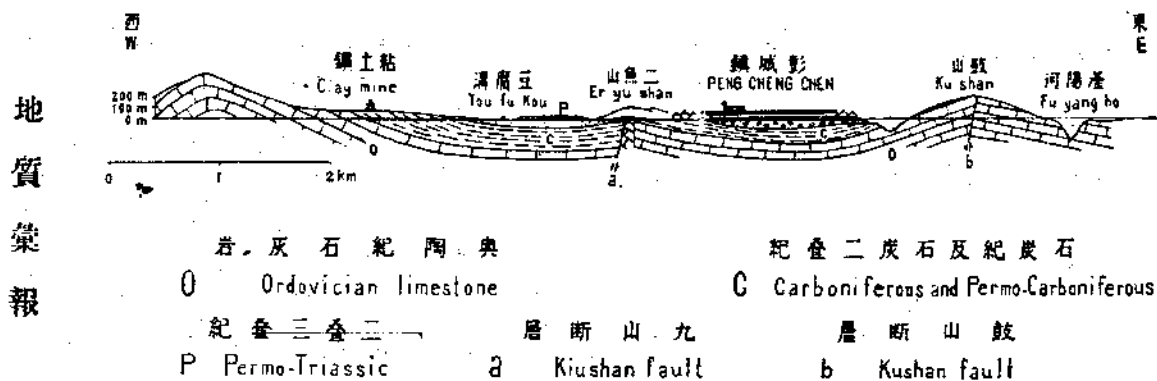


Fig. 2. Cross section of Pengcheng Basin.

彭城盆地大致為南北延長之向斜盆地。其東界有鼓山正斷層，方向略成南北，位於鼓山之西坡，西部降落。西北隅和村之西有斷層，為武安縣店頭斷層之南端。盆地之中間，九山，二魚山，有斷層成南北向，西部降落，以致二疊三疊紀岩層與奧陶紀石灰岩相接觸。按岩層之次序詳細觀察，知九山斷層向北延長，確經二魚山過浮陽河，東北經羊台，馬家庄，折而西北。在義井下拔劍之西，而與店頭斷層相連。在馬家庄一帶，斷層之西為三疊紀紅色砂岩，東與石炭紀底部岩層相接。故彭城盆地中間被九山斷層南北剖開，其東西兩部，各略成南北延長之向斜盆地(第二圖)。

五 鑛產——粘土及其他鑛業原料

(甲) 種類用途及價格

青土(Blue clay)為灰藍色粘土，生於煤層之下，稍呈頁岩狀，含植物化石痕跡，多植物之根，縱橫交錯，本地人名曰麥楷槎花，為青土之特徵，為製瓷坯之主要原料。價格每三百斤北鄉所產者二角，南鄉所產者三角，平均每噸價洋一元四角。

白土(Bluish-white clay)與青土為同層，但因地而異。色灰白或黃白，以至潔白。蓋粘土之青灰色，多半由於植物質之多寡或炭質之多寡而異。相距二、三丈間，此處為青土彼處為白土，遞變甚速，互間成區。其質較青土脆硬，可合入青土為製瓷坯原料。其價格每三百斤二角，即每噸價洋一元一角二分。

白城(White clay)為青白色粘土，質堅硬，成塊狀，以錘破之，每得殼狀破裂面。碾碎後塗於瓷坯之上，以利用其白色。價格每二百斤四角，即每噸價洋三元

三角六分。

籠土 (Sagger clay) 黃色與紅色及灰白等色花紋之粘土，質較粗且堅硬，常呈片粗土中可代籠土之用。含植物痕跡亦夥，多為植物之根，痕跡雜亂，本地人名之曰柏棱枝花紋，為籠土之特徵。用以為製瓷器之原料。價格每二百斤二角有奇，平均每噸價洋一元八角。

缸土 (Stoneware clay) 與籠土產於同層，色質均與籠土相似。惟質似稍軟，或含砂質較少於籠土。為製缸及一切缸器之主要原料。價格每二百斤二角，即每噸價洋一元六角八分。

砂子 (Sandy clay) 紅色砂質粘土，質極堅硬，砂質甚富，用以摻於缸土中可代籠土之用。價格與缸土同。

耐火粘土 (Fire clay) 青灰色粘土，質粗而較硬，常呈板狀，碎之每立成方塊，用以製缸磚備作耐火之建築。價格每一百六十斤一角，合每噸價洋一元零三分。

砂器土 (Sandy stoneware clay) 灰黃色砂質粘土，與缸土相似但質較粗，富鐵類等易熔質 (Fluxing impurities)。在義井一帶用以製砂鍋壺碗及一切器具之原料。價格與缸土同。

黃土 (Loess) 即風成黃土層之一部。擇其質較細色暗黃或絳黃者用之。其用途有二，一摻入青土或缸土以為製坯之原料，一用水淘合後作黑釉之用。價格每二百斤一角有奇，平均每噸價洋一元。

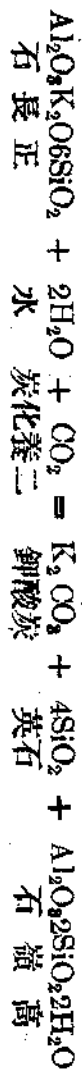
石英 (馬牙石 Quartz or Flint) 時用以摻入製坯原料中。但現多不用。

方解石 (料石 Calcite) 用途與石英同。

(乙) 本區粘土之成因

考粘土之成因，首由於含鋁質之矽酸鹽分解而成含水矽酸鋁，即高嶺石 (Kaolinite)，含高嶺石較富之土每可用以製瓷。含高嶺石之多寡，即粘土優劣之所由分，故高嶺石可稱為基本粘土質。至其他物質摻雜於中不過輔助作用而已。造成高嶺石之矽酸

鹽以長石爲最普通，長石經地下水(含二養化炭)之作用而得高嶺土，其化學作用如左。



粘土(含高嶺石之土)造成之後，或停存於原處或運積於他方。前者名之曰原生粘土，含高嶺石較富，如中國江西所產之高嶺土(Kaolin)其最著者也。後者名之曰次生粘土，其成因又有水積，風成，冰力之別。水成者更有海水淡水之分，深水淺水之異。其遞積之情形不同，所得之土質自差。茲將簡要類別列表於左以資參考。

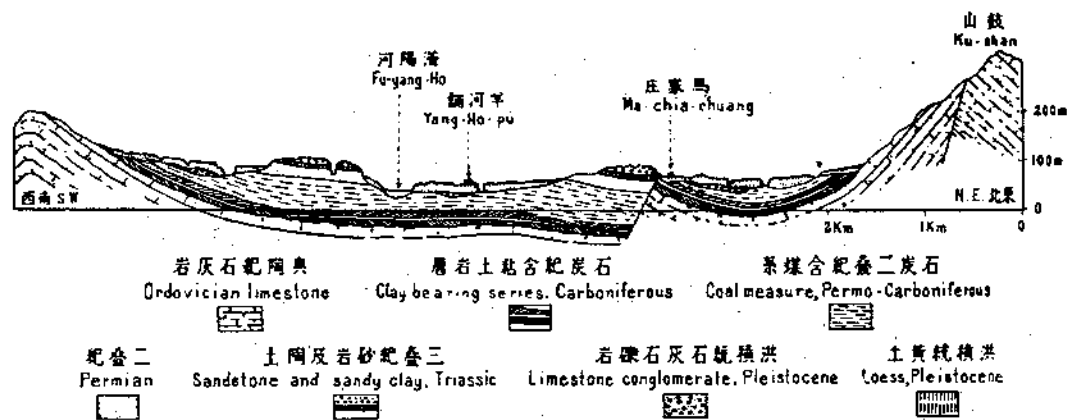
粘土成因類別表

| 成 | | 賦存狀態 | 沈積種類 | 按用途之分類 | |
|-------------------------------------|---|--|---|---|---|
| 因 | 成 | | | 耐火 | 易溶 |
| 原 生 粘 土 Primary or Residual clay | | | | | |
| 經風化作用而成 | | 由含長石類矽酸鹽較富各岩石分解而成其岩石種類略如左： 一，花崗岩類 二，片麻岩類 三，基性火成岩類 四，片岩 五，板岩及頁岩 六，砂岩 七，石灰岩及白雲岩 | 帶狀(由偉晶花崗岩所成) 毯狀層(散佈於地表母岩之上) 囊狀(由石灰岩類所成) | 白料粘土 White-burning clay 高嶺土 Kaolin 或 China clay 紅料粘土 Red-burning clay | 高嶺土 Kaolin 瓷土 Porcelain clay 陶土 Pottery clay |
| 受化學作用而成 | | 長石類礦物受其他成礦劑(如弗酸)之作用 | 沿母岩岩牆成脈狀每深入地下 | 砂質粘土 Flint-clay | 康沃爾士 Cornwall stone |

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------|--|-----------------|---|---|
| <p>生 次 Secondary clay</p> | <p>冲洗粘土 Colluvial clay</p> | <p>水 沉 水 海</p> | <p>原生粘土僅經一次冲 洗未經遠距離之搬運</p> | <p>遠洋沉澱 Pelagic deposits</p> | <p>積於平坡緩谷中</p> | <p>水成層狀粘土，分佈時甚 廣而厚。性質每因地而異 。故同出一層各處變遷甚 大，種類繁多。其中以耐 火粘土類為最重要。瓷土 則常不及原生粘土之純。</p> | <p>質與原生粘土相近</p> | <p>白料粘土 White-burning clay 黃料粘土 Buff-burning clay</p> | <p>次生瓷土 Ball clay 花瓶土 Flowerpot clay 矽質耐火粘土(硬粘土) Flint Fire-clay 膠質耐火粘土 Plastic Fire-clay 半耐火粘土 Semi-fire-clay 籠土 Sagger clay 缸土 Stoneware clay 水管土 Sewer-pipe clay 砂器土 Sandy stoneware clay 塑像土 Terra-cotta clay</p> |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------|--|-----------------|---|---|

| 土 | | 粘 | |
|----------------------|-------------------------------|---------------------|--|
| 成風 | 成冰 | 積沉 | 澱 |
| 風積物 Aeolian clays | 冰河沖積 Tributary clays | 三角洲沉澱 Delta clay | 湖沼沉澱 Lacustrine deposits |
| 分佈每甚廣 | 常成石質巨塊 | 同上 | 每成長帶狀分佈在三角港 Estuary 之沉澱每近盆形 |
| 黃土之一部 | 石性砂質粘土 (或純或否) | 同上 | 耐火粘土及頁岩 不純粘土及頁岩 頁岩 石灰質粘土 砂質粘土 |
| 普通磚瓦土 | 冰成粘土 Drift or Boulder clay | 砂質不純粘土 | 普通磚瓦土 Common brick & tile clay 滑礫土 Slip clay Brick & Tile clay 料原 砂質頁岩 炭質頁岩 砂質粘土 粘土頁岩 |
| 砂質不純粘土 | | 砂質粘土 陶土及磚瓦土 | |

圖略面剖層地土陶近附城彭縣磁 圖三第

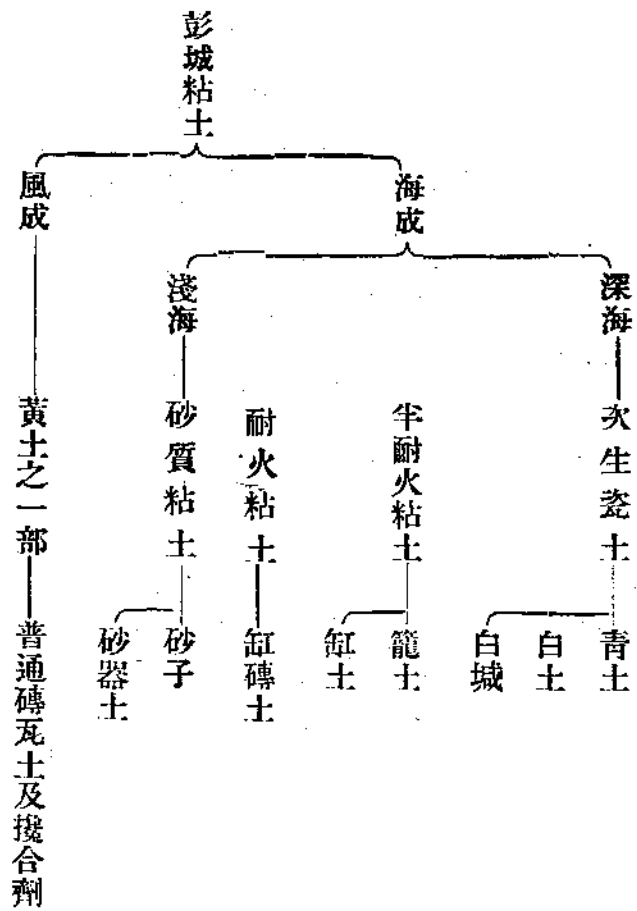


地質彙報

Fig. 3. A general cross section of Pengcheng basin, showing the occurrence of the pottery clays.

彭城附近所產粘土均為次生粘土，如白城，青土，白土等各重要粘土層均生於石炭紀煤系之下部(第三圖)，分佈甚廣，層位清晰，厚薄及性質在本區以內各層無大變動，常均為海成層。青土，白土，白城，性質堅實細密，經火後色白質硬，當屬於次生粘土。籠土缸土產於石炭紀岩層之最下部，距奧陶紀石灰岩不過十餘公尺，質似稍粗，且不純潔，經火後常有色，所受火力較高，故應屬於半耐火粘土之一種。蓋籠土本為膠性耐火粘土之類，其耐火程度較硬耐火粘土為低。缸土雖與籠土性質極相似，而耐火程度則更遜。製缸磚之耐火粘土層，產於煤系上部之山西系及二疊紀岩層中，亦為膠質耐火粘土之一種，質稍粗軟，與砂岩頁岩相間，約為淺海沉澱。製砂器之土亦產於石炭紀岩層最下部，質粗含易熔質 *Muxing impurities* 甚富，當屬於淺海沉澱砂質粘土之一種。故按地層方面而言，自奧陶紀之後直至上石炭紀(太原系)始漸有海水侵入，且由淺而漸深。故太原系最下部為砂岩頁岩，漸上為粘土層，粘土層之上為純海相之石灰岩。故位於較上層之粘土，與石灰岩層序相近，其質細密潔純，似為相當深水之沉澱物。位於較下層之粘土，質較粗而不純，似為較淺之海水沉積。然海水之出入深淺固時有變動也。此處太原系含石灰岩層凡五，中夾砂頁岩，可知海水深淺時有出入。迨太原系之後，海相岩層又復絕跡。於是砂岩頁岩煤層，以至黃色砂岩，而紅色粗砂岩，依次造成。耐火粘土及砂質粘土每夾存於其間，而為淺海沉積。此外黃土則為風成物，存於地表。茲將彭城所產

粘土之分類列如左表。



又西佐村北二十里之白沙村(屬武安縣)，閃長岩地表經風化而有原生粘土，質甚純但量甚少。若採供攪合料，似甚佳。

(丙)分佈情形及儲量之估計

考海成粘土，其上下層序雖甚清晰，而左右方向及其質性時有變遷。蓋當時海水深淺不同，在近岸此層為較粗砂岩頁岩，入海漸深則同層或變為粘土，是按其粗細不同而分也。又如各河流所載之沉澱物，因經行區域不同，沖載之物質每異。此河所沖積者入海之後，可得粘土層。在同一深度又可異於彼河，此又按沉澱物質尚有變遷也。故粘土之規則程度，常遠不及煤層。蓋粘土

性質分別至嚴，稍有出入，名用隨之。至儲藏之估計尤須審慎。茲就所知情形，記述於左以明其梗概。

青土及白土 青土與白土為一層，因地而異，間互為區。且各區甚狹，不易清析劃分。大致青土佔十之七八，白土僅佔十之二三。現產青土白土之主要區域，為彭城北八里馬家庄村東（附圖第三板柱狀圖 VIII），及彭城南五里張家樓周圍（附圖第三板柱狀圖 VIII）。兩處層序完全相同，如左列。（自上而下）

| 層序 | 馬家庄 | 張家樓 |
|------------|------|------|
| 黃土 | 一五公尺 | 一五公尺 |
| 砂礫層(石灰石礫岩) | 一〇公尺 | 四公尺 |
| 紫砂岩 | | 四公尺 |
| 石灰岩(小青) | | 一四公尺 |
| 煤層 | | |
| 青色白色頁岩及砂岩 | 一五公尺 | |
| 藍灰色石灰質頁岩 | 〇八公尺 | 一二公尺 |
| 灰色頁岩 | 六七公尺 | 一二公尺 |
| 大青石灰岩 | 六公尺 | 六公尺 |
| 灰色砂質硬粘土 | 二六公尺 | 二八公尺 |
| 煤層 | 〇七公尺 | 〇八公尺 |
| 黃色砂質粘土 | 四公尺 | 一二公尺 |
| 深灰色砂質頁岩 | 三二公尺 | 四公尺 |

| 煤層(下架) | |
|-----------|--------|
| 一·六公尺 | 一·三公尺 |
| 青土(灰藍色瓷土) | 一·三公尺 |
| 共 深 | 五三·四公尺 |
| | 四九·八公尺 |

青土層生於大青石灰岩之下，相距約十二公尺至十三公尺上下，下距奧陶紀石灰岩約二十五公尺左右。若按其層位則分佈甚廣。但確證其可用者有三區，(一)為馬家庄區，(二)為張家樓區，(三)為蘭家庄下河溝區。餘若盆地之西北部分佈尚廣，惟該區土質每有變遷，是否可用尚未敢定，故暫不計入。又鼓山之西，前亦曾試探，據云土質稍差。但按地質情形，其分佈當與彭城附近相似。

青土及白土之儲藏量

(一)馬家庄區，位滏陽河之北，西限於斷層，東止鼓山，南至滏陽河，北至義井，南北長約五公里。岩層傾向東西相向，成向斜層。西翼傾角平均五度，東翼約十五度。層位較平，開採甚易。據此推計，全區最深處不及一百公尺，均可供開採。比重以一·七計，常有儲量一千萬噸。土法所採僅能及地面下六十公尺以內，如是則土法可採量約為八百萬噸。現已經採取區域，約佔去四分之三。所餘北部未經採掘及六十公尺以下未採及者，約尚有四百萬噸。

(二)張家樓區，北自彭城南至張家樓河庄一帶。彭城附近較淺各地採取殆盡。岩層傾向較陡，且逼近村鎮，深處亦不便採取，惟有張家樓河庄一帶可資採作。地在鼓山九山之間成內斜式，傾角均在三十五度上下，延長約三公里。若計深至一百公尺，約得一百萬噸。計深至六十公尺(土法可探度)，約得六十萬噸。已採部份約佔半數，即三十萬噸。

(三)蘭家庄下河溝一帶，因距鎮較遠，運輸不便。現尚不需在此開採。惟此區分佈甚廣，將來之供給此區為最重要。可靠之長度約五公里，岩層傾角平均二十五度。計深一百公尺，則常有儲量二百五十萬噸。計深六十公尺，約為一百五十萬噸。

按以上所計，則本區青土及白土之較，確儲存量尚有七百餘萬噸(計深一百公尺)。若按現在開採之馬家庄張家樓兩區土法可

採量，約尚有二百餘萬噸。其範圍均在彭城十五里以內。按彭城每年銷費約五萬噸上下，則四十年之內尚不至缺乏供給。上計數目以深至一百公尺為限。蓋瓷器原料以近地面受風化者為適用，故在該限度以內，採出即可隨時應用，且易於開採。考粘土層之分佈，非只限於地面下一百公尺，其傾入地下而存於較深區域者，為量尚夥。惟開採較難，且粘土未受風化，不能隨採隨用。若採土方面稍事設備，作有計劃之開採，採出之後假以時日，使自行風化或用人工方法研碎，則可應用之粘土，尚不止上列各數量。

缸土及籠土 缸土與籠土為一層。除劉其溝附近所產為籠土外，其餘蘭家庄，下河溝，孫庄，張家樓，河庄，石廟等處均產缸土。但缸土加砂子用途與籠土同。其層位在青土之下（附圖第二版柱狀圖 T. II. III. IV. V.），分佈極廣，惟滄陽河北其質漸粗。茲就蘭家庄下河溝孫庄一帶，及張家樓河庄石廟一帶估計。厚度平均一·三公尺，比重為一·七，計深一百公尺，約計共有儲量十四兆噸上下。已採量約定為五分之一，所餘儲量約在一千萬噸以上。

白城 白城層位於缸土層之下，層厚平均〇·八公尺（附圖第四版柱狀圖 X.）。下距奧陶紀石灰岩僅一·二公尺，上距缸土層約四，五公尺。故凡缸土分佈之區，其下均有白城層，分佈亦甚廣。惟現在採用者選擇極嚴，凡露頭已經風化及色澤不甚純潔者，均棄而不用。入地較深者，又不能取，故現在採白城之區限於二處。一在羊台之東，因受九山二魚山斷層之影響，距地面甚淺，而無露頭。地層甚平，開採既易，風化亦微。二在張家樓之東鼓山之西坡，質地亦佳。餘若南北交城之西，及曹謝庄附近均可採用，惟現未開採。約計張家樓羊台二處之儲藏量，其長各二公里，層厚〇·八公尺，比重為一·九，計深一百公尺，則張家樓羊台二區各約三百萬噸。現餘儲量以三分之二計算，約共有四百萬噸。惟土法可採量，除已採部份外，現存儲量不過一百萬噸有奇。然上計數目只限於羊台張家樓二區。若按地質情形，其份佈當甚廣，上計數目恐未及總區五分之一。惟其他各處除南北交城之西可資開採外，餘均未經採試鑑定，是否可用，尚未便遽斷。是項原料現施於瓷坯外，以利用其白色，銷費甚微，現採各區尚可供給。若將來利用此土為製坯原料，則似宜在交城下河溝以西求之。分佈區域尚廣，其質縱或稍差，用之製坯，似仍為佳品。

耐火粘土及其他 耐火粘土層存於石炭紀二疊紀各岩層中，可用者四，五層，厚各四寸至三尺。但質均不甚佳，可供普通耐火原料。現探者多在下河溝交城一帶，儲量甚富。砂子為砂質粘土，夾於三疊紀紅色砂岩中，分佈甚普遍，用途較狹。黃土分佈尤廣，幾於無處無之。現探者在滄陽河之北羊和舖，三里地一帶，其質較堅細。

(丁) 粘土之性質

按粘土為若干礦物之混合品，而必須含有粘土質若干，粘土質 (Clay substances) 即高嶺石 (Kaolinite) 也。粘土質之多寡不同，其他雜質為量亦異。故粘土之性質每出入懸殊，相差甚遠。而其性質之出入，則化學成分與物理性質同有重要關係。茲先按成分言，粘土中礦物之種類固甚繁雜，若分析之，其重要原質，亦不過十餘種。各種物質各具其特性，故其賦量之多寡每可轉移粘土之性質。茲將粘土中各重要原質，礦物及其重要性質，簡要列左，以便考察成分，而畧得其性質。

粘土成分性質表

| 物 質 別 | 性 質 | 質 礦 物 種 別 |
|---|-------------------------------|--|
| 粘 土 質 鋁 Al_2O_3 矽 SiO_2 水 H_2O | 高嶺石 色白，甚耐火，具伸縮性，膠性，經火易爆裂 | 高嶺石及其相似之含水矽酸鋁 如 Halloysite, Indianite, Pholericite, Nacrite, Newtonite, Allophane 等 |
| 矽酸 SiO_2 | 強耐火，無膠性，縮性微，引力弱，未經火時疏鬆度 度高 | 石英，火石，(其他矽酸鹽中之矽質) 角閃石，石榴子石，電氣石，雲母石，海綠石 |
| 養化鋁 Al_2O_3 | 膠性低，與矽酸合易熔 | |

| 質 | 雜 | 溶 | 易 | |
|------------------------------|--|---|-----------------------------|---|
| 無水硫酸 Fe_2O_3 | 養化鐵 Fe_2O_3 | 養化鉀，鈉 K_2O Na_2O | 養化鎂 MgO | 養化鈣 CaO |
| 使瓷器將成時多孔，故含硫多而未經適宜養化者無價值。 | 易熔劑熔點低於石英，含千分之五至百分之五時使熔點降低，又可成藍色，但因石英之作用而消失。 | 常存於各矽酸鹽中成易熔劑，長石，為重要強有力之熔劑，能使成品密緻堅硬。 | 佳易熔劑——漸漸軟化，能使瓷器成極薄至半透明而不變形。 | <p>一，強易熔劑，能降低熔點</p> <p>二，著色劑 黃——$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 或 SiO_2 或 CaO 紅——Fe_2O_3 紫——FeO (Ferrous silicate) 黑——FeO</p> <p>三，強吸收力——經火時增縮性</p> <p>炭酸鈣</p> <p>一，強易熔劑——軟化極速……</p> <p>二，使熔點及多孔性相近……</p> <p>三，縮性低……</p> <p>四，高溫度下多孔……</p> <p>砂酸鈣</p> <p>……不甚速</p> <p>……否</p> <p>……同</p> <p>……否</p> |
| 生於各硫酸化合物及硫化物 | 金紅石 鐵鐵鏽等 | 長石，雲母……等 | 輝石等 | 水綠礬 黃鐵鏽 菱鐵鏽 磁鐵鏽 赤鐵鏽 褐鐵鏽 石灰石 方解石 石膏 白雲石 菱灰石 黑雲母 角閃石 綠泥石 輝石等 |

| | | |
|--------------------|--|---|
| 炭質及有機物 | 炭質 瀝青 植物纖維 炭質富燒法不良可存炭色，輕炭化合物 除淨盡 膨脹揮發，但大部均可揮發驅 | 大部成於有機物 |
| 水 H ₂ O | 水之蒸發使器具收縮 礦物溶液蒸發後每使成品多孔疏鬆 | 化學結合水，如褐鐵礦高嶺石雲母等均含水百分之十四至五， 物理結合水，如膠性所需之水， 水，疏鬆空隙中所吸收過量之水， 及可溶礦物之溶液等是。 |
| 可溶礦物溶液 | 經火時生氣孔，或於乾燥後，經火後及製成後每浸出器具外表，結成白霜，故有乾白 (dryer white) 窰白 (kin white) 壁白 (wall white) 之稱。 | 大部為鈣，鎂，鐵，鉀，鈉等質之硫酸化合物。 |

察上表則粘土一經分析之後，按其成分之多寡，對於性質不無多少觀念。例如鐵多則有色，鈣多易溶，難保其形狀，硫酸質 (SO₃) 多易鬆，使成品不堅固，均可減低粘土之價值。又如高嶺石成分較高者其質固佳，而應用時以其耐火性強，每缺少易溶質，難使其堅密，且易破裂，故亦不必盡善。然易溶質過多者則性質複雜，質地既不純，更易溶而多病。故其適當之配合成分，乃窯業家所最為注意者。前表所列，僅按原質分析而言。其在粘土中賦存之狀態。常為複雜化合物，表中所列之礦物則其重要者。其物質既複雜，故性質亦非若是之簡單。且各物質互相比較之多寡，化合之方式，質粒之粗細，所經火度之急緩高低等均足左右其化學作用。排合散聚，阻掣接引，隨境而變遷，每影響於成品。例如鉀鈉質每存於矽酸鹽中，長石雲母為其重要者。餘若海綠石角閃石石榴子石等亦時含鉀鈉質，長石為強有力之易溶質，能使成品堅實密緻，為瓷土之重要成分。然鉀鈉質若不成矽酸鹽而獨立，則變為可溶礦物(如鉀鈉之硫酸化合物)，非但無益，且使成品疏鬆而生乾白，窰白等病。若鈣質成矽酸鹽如灰鈉長石，可為佳易溶質。若成碳酸鈣，則解速，易使器具變形且有多孔之病。故同原質，其遭遇不同，而影響於粘土者亦異。又如鐵質之

於瓷器顏色，可自黃色以至暗紫黝黑。色之深淺，又視成分與經火時之環境而變遷。其重要原因約有四端，一為成分之多寡，二為火度之高低，三鐵質化合情形，四窯內空氣狀況。蓋粘土含鐵百分之一者成品略現黃色，百分之二，三者成牛肉色，百分之四，五者紅色。但鐵質與石灰質或鋁質化合，均可減輕顏色。火度高可增加顏色深度，土質較粗者色易重。鐵質經氧化重者成鐵二養三(Fe₂O₃)。輕者鐵一養一(FeO)，其本身顏色與其化合物顏色均不同。前者每現紅色，紫色，與砂質合成黃色。後者常得綠色。二者相合可得黃，紅，紫，藍，黑等色。至其他變化，繁複牽連，尚難備舉。總之粘土之成分，既非簡單數種原質所組成，故其性質亦非盡賴原質分析所能窺察。是以鑛物分析亦有相當重要，人工攪合之原料尤利賴之。俾欲製某種品物時，可得適當之原料。考粘土之基本成分，則高嶺石(粘土質)石英(或火石)長石三種，為不可缺之鑛物。如江西景德鎮之精瓷原料，為粘土(祁門產)高嶺土(東港高嶺)釉果(浮梁產之瓷釉)三種合成。粘土與高嶺土，均當含高嶺石及石英。而東港高嶺亦有長石(據查東港高嶺地方所產之高嶺土，本採取就竭，而以前所淘洗之砂堆，經若干年之堆棄而復成高嶺土，現多採用，可知未受分解之長石本甚夥)。釉果似大都均為長石。以此三者為原料，則石英長石高嶺石俱備。惟成分之多寡現尚無根據，故製造者亦無把握。各國各廠原料之配合，均按用途得一定之成數。惟以工業秘密，未肯語人。但瓷器原料，其約略最低最高數目，高嶺石佔百分之四十五至八十三，石英百分之十二至四十九，長石百分之十五至四十七。惟用途不同，成分宜有出入，是按其成分化學性質而言。此外物理性質亦甚重要，如粘土之膠性 Plasticity，組織粗細 Texture，引力 Tensile strength，縮性 Shrinkage，鬆度 Porosity，熔度 Fusibility，吸收力 Absorption 經火時之變化等，均為應用上之主要條件，而影響於成品之價值者。彭城所產之原料，用途最廣，而重要者為青土。青土膠性甚強，關於膠性之成因，理論甚多。其最重要者固由於粘土中之細粒飽受侵蝕而成網狀組織，加水之後成為膠性粘液。而本處青土之膠性，似又與所含有機物有關。蓋青土中含植物痕跡甚夥，合水復能成膠質粘液。故成形時可任意施工，但經火之後，有機物揮發以去，故縮性較高而成品每易蹈失形之弊。白土雖與青土同層，其膠性低，易暴裂，或由於含易熔質較少歟。故製瓷如完全用青土為坯，易變形，須摻入白土或黃土(砂質較富)始可應用。普通配合成數有兩種如左。

瓷坯原料

| | | | |
|----|-----|----|-----|
| 青土 | 七〇% | 白土 | 三〇% |
| 青土 | 九五% | 黃土 | 五% |

製缸器之原料，為較粗之粘土，熔點較高，以缸土百分之九十五，加黃土百分之五合成。若將缸土百分之八十至九十，加入砂子（砂質粘土）百分之十至二十，則可製甌，其功用與甌土同，為耐火原料。白城為青白色較硬粘土，色白質細，似為本區之最佳粘土。膠性低，經火易破裂，是較純粘土應有情形，現本地尚不能用以製坯，惟塗於坯外，以利用其白色而已。然將白城磨細或深經風化以增其膠性，加入相當量之易熔劑，當可製佳瓷。現有日新公司者，將白城青土長石混合為坯，所得之瓷，色白質密而堅，已有進步。惟其配合成數尚欠精確，自應注意研究者也。本區所產耐火粘土，為砂質或頁狀粘土，質稍粗鬆，故不及開平一帶所產，尚可用作普通耐火材料。製砂器（砂鍋等）之粘土與缸土相似，熔度甚低，質較粗，易熔質富。其中所含養化鐵，經火之後，均變為矽酸複雜化合物（Ferrous silicates），成為藍黃色釉，浸於砂器之外，是其特點。在義井上下拔劍一帶，製壺碗器具者甚盛，外表亦每施以瓷釉，市場價格與瓷器將。黃土之用途除摻合於製坯原料外，其主要用途為瓷釉之黑色，製缸用途尤廣。其黑色完全成於一養化鐵（FeO）。當燒瓷時期中，按火度之高低及瓷內空氣情形，一期為養化時期（養化焰），所含之鐵均成為鐵二養化（Fe₂O₃），為紅色或黃色。一期為還原焰，可變為一養化鐵及其化合物（Ferrous compound），為黑色。若當此時期，瓷坯或缸坯適燒至最密之程度，則器成。外面之養氣不能再浸入釉內，則黑色得以保存，光潤可鑑。若火度過高或不及，因養化作用而以鐵二養三之式存在，則每成黃色。現彭城缸器以黑色者為可貴，即以此也。

六 鑛業 窯業原料

青土鑛開採者分佈於張家樓，河庄，石廟嶺（南鄉），下河溝，劉其溝，豆腐溝（西南鄉），南北羊台，馬家庄，王家庄（北鄉）等處。白城鑛分佈於南北教城，南北羊台，曹謝庄，白蓮坡東山等處。缸土及甌土鑛分佈於蘭家庄，劉其溝，下河溝，孫庄，豆腐溝，張家樓等處。砂子鑛在彭城西北爐上村，及豆腐溝下河溝等處。耐火粘土多取自彭城以西及南，隨處可採。上列各處井

大都均用土法開採。鑛井均係直井，口徑約四尺，深七八丈至十五六丈不等。井下順鑛層開平巷，遇水即止。故深度未有逾二十丈者。直井不圈不砌，聽其自然。平巷無支柱亦無通風井（亦有兩井挖通即用通風者），是以平巷之遠亦僅四五丈而止。井下巷內容二人或三人。用鐵鎬將土挖下，裝入柳條筐，提至井口用轆轤絞上。每筐約盛十五六十斤。轆轤全用人力，絞土時須工人四名。井下佈光用藤油燈，每人手提小瓷盞一個以為燈。每窰共十數人至二十人（運土夫在內），將土採出，用人力車推至窰場。每窰每日可產二三噸。青土及白土窰約四十餘家，彭城每日需要青土及白土平均一百噸有奇，每年共銷費四萬噸上下。缸土籠土及砂子窰共約三十餘家，每年共產三萬噸上下。黃土窰則用露天挖掘，每年產額約四千噸左右。耐火粘土則用途無常，每年用度約二千噸。砂器之製造以義井上下拔劍為中心，原料產於拔劍一帶。每年砂器土之產量約一萬五千噸。合計上述各原料每年之產量及價值如左。

| 原 料 | 年 產 額 | 價 值 |
|---------|---------|----------|
| 青土及白土 | 四〇・〇〇〇噸 | 五〇・〇〇〇元 |
| 缸土籠土及砂子 | 三〇・〇〇〇噸 | 五四・〇〇〇元 |
| 黃土 | 四・〇〇〇噸 | 四・〇〇〇元 |
| 耐火粘土 | 二・〇〇〇噸 | 二・〇〇〇元 |
| 砂器土 | 一五・〇〇〇噸 | 二五・〇〇〇元 |
| 白堊 | 三・〇〇〇噸 | 一〇・〇〇〇元 |
| 共 計 | 九四・〇〇〇噸 | 一四五・〇〇〇元 |

採粘土者均為工人之任意組織。除轆轤，鐵鎬，油盞以外，別無設備。無鑛區及鑛稅，可謂任意開採。由三，五工人合組團體，向地主言明，擇地鑿井。鑿井工人為專門業，開井時利用炸藥。井成或自行採土或售與他人取價，每井開鑿費平均約八十元

上下。井深平均十丈，須工人五名，費時兩月。每井採土工人約三，四名，絞轆轆工人，則由推土工人更替行之。推土工人毫無組織，可隨意到某井推運。售土之價，運土者得百分之七十，開井者及地主各百分之十五。運土夫每日可運土兩次，每次一車載重二百斤上下。全區採鑛運土工人約二千三，四百名。工作時間約十二小時，工資平均二角五分。

七 窯業

彭城鎮爲中國北方瓷產重鎮，歷史已久。窯場廣集於彭城鎮，福田村，曹謝庄之四週。窯頂林立，場屋相連，所佔地面縱橫約二十餘方里。中間市廛連亘，磁店林列，每日送運料之人力車，首尾銜接，魚貫穿插，市無隙地。窯場之中則軸聲轆轆，坯器雜列，各部工人尤覺寂靜而匆忙。窯場之外，殘瓦碎礫堆集如山，常高出地面二十公尺以上。棄缸廢籠，壁砌巷排，路爲之隘。四郊則鑛井相望，運送原料之人力車及駝載燃料瓷細之牲畜，絡繹於途。彭城紙坊間爲成品出境之咽喉，客商往還，尤覺車馬繁囂。故一至其地者即得見其塵沙飛揚，煤烟蔽空，而知爲一舊式工業之中心也。

彭城之窯業可分爲二種。一爲普通瓷器，以粗瓷碗類爲最重要（俗稱行貨），幾爲專門事業。約佔產品十之八，九。以前銷路甚廣，山西，河北，河南，山東，安徽等省均爲其銷場。近年洋瓷充斥，且北有啟新公司之產品，山西之平定磁亦頗爲進步。井陘之普通磁器，年產價值亦十餘萬元，頗可侵佔一部銷場，故磁縣產品銷路大減。鄉間及中下級社會中保存一部銷路外，通都大邑已罕見蹤跡。考此處磁土並不弱於唐山，舶來貨物尤多劣品，惟樣式裝璜則較彭城產品精巧遠甚。而彭城窯業仍成規墨守，絕少改良。其產品已遠遜於啟新，平定，何論外瓷，是窯業家宜亟起圖之。至於零星物具，尤欠美術意味，不易推銷。二爲缸器，即水缸，缸盆等物。此類粗重器具，銷路不遠，產地亦多。較爲次要。此外尚有製砂器者，以彭城鎮北十八里之義井，上拔劍，下拔劍三村爲中心。產品除普通砂鍋砂壺外，以茶壺茶碗等爲最重要。此類茶壺碗等與製瓷器同，內外均飾瓷釉，多用深藍或深綠色，銷路極盛，質稍輕鬆，初視之頗似啟新公司之產品，市場則多認爲彭城之瓷器也。又彭城之造籠及缸磚等窯業，均爲瓷業之附屬事業，均不重要。

論品質雖不能與江西及洋瓷較，而價格之廉則非他處瓷貨所能及。對於鄉間銷費，仍需要甚殷。故窯業者，多以守舊式之粗笨為得。現間有小窯以製巧貨為主，每於精巧中求之。惟改良方法，常少科學根據。獎逐盲從，亦鮮效果。蓋瓷器之改良，非盡能於手術中求之，其原料之性質成分，及燒製時之情形頗關重要。故此後須於原料悉心研究，調合配製，使其得宜，勿盡憑產出品之自然性質。再於燒製方法研究試驗，則彭城磁業，在社會中佔一重要地位，似非難事也。

彭城附近共有瓷窯二百餘處。近年開工者約一百三十座。缸窯共三十餘座。茲就調查所知，將窯業情形列後。

(甲) 窯場設備

塲基 每窯塲面，碗窯佔面積三，四畝，缸窯佔八畝至十畝。地基均在彭城鎮，福田村及曹謝庄四週。每畝價值二，三十元。

房屋 賬房及儲藏室，每窯塲三，四間至五，六間。用廢籠

圖四第 圖筒造構瓷窯

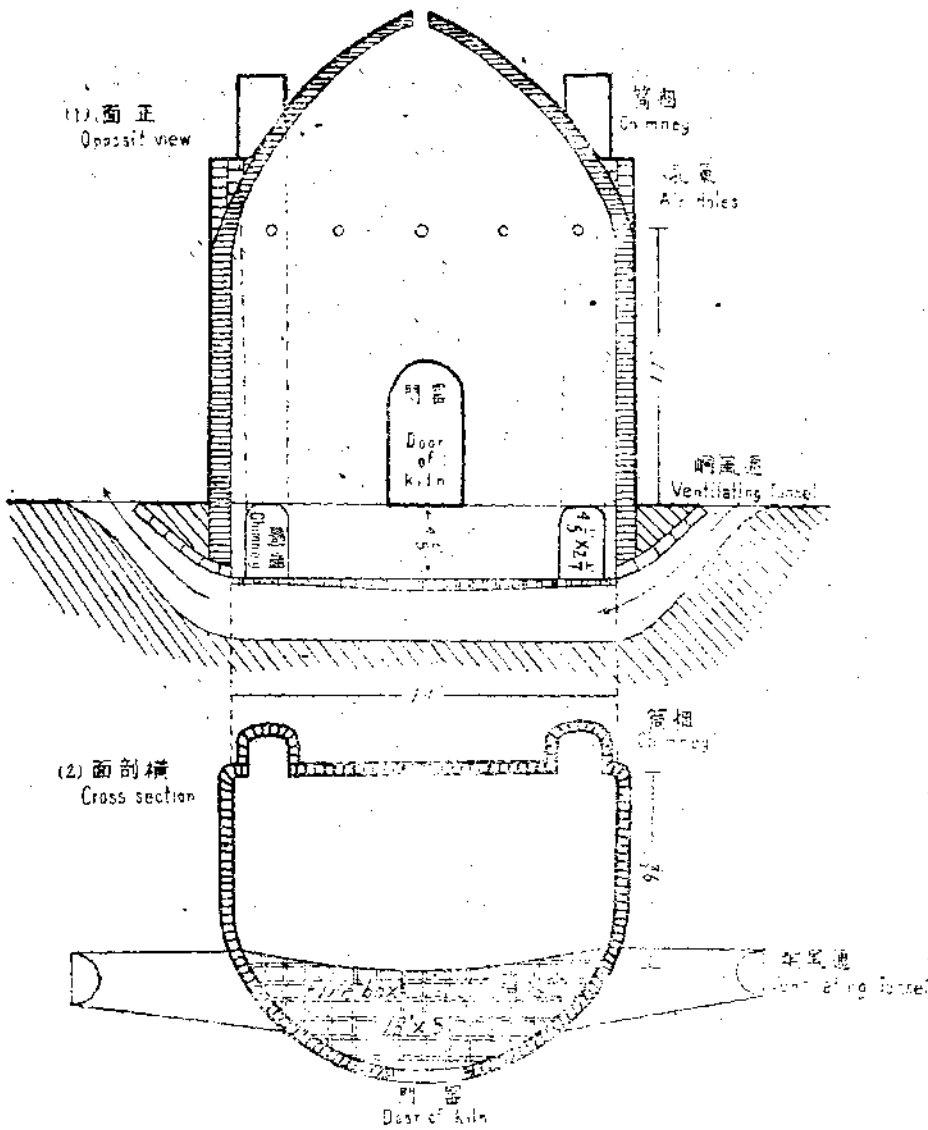


Fig. 4. Sketch of Pottery Kiln.

圖筒造構窰瓷 圖五第

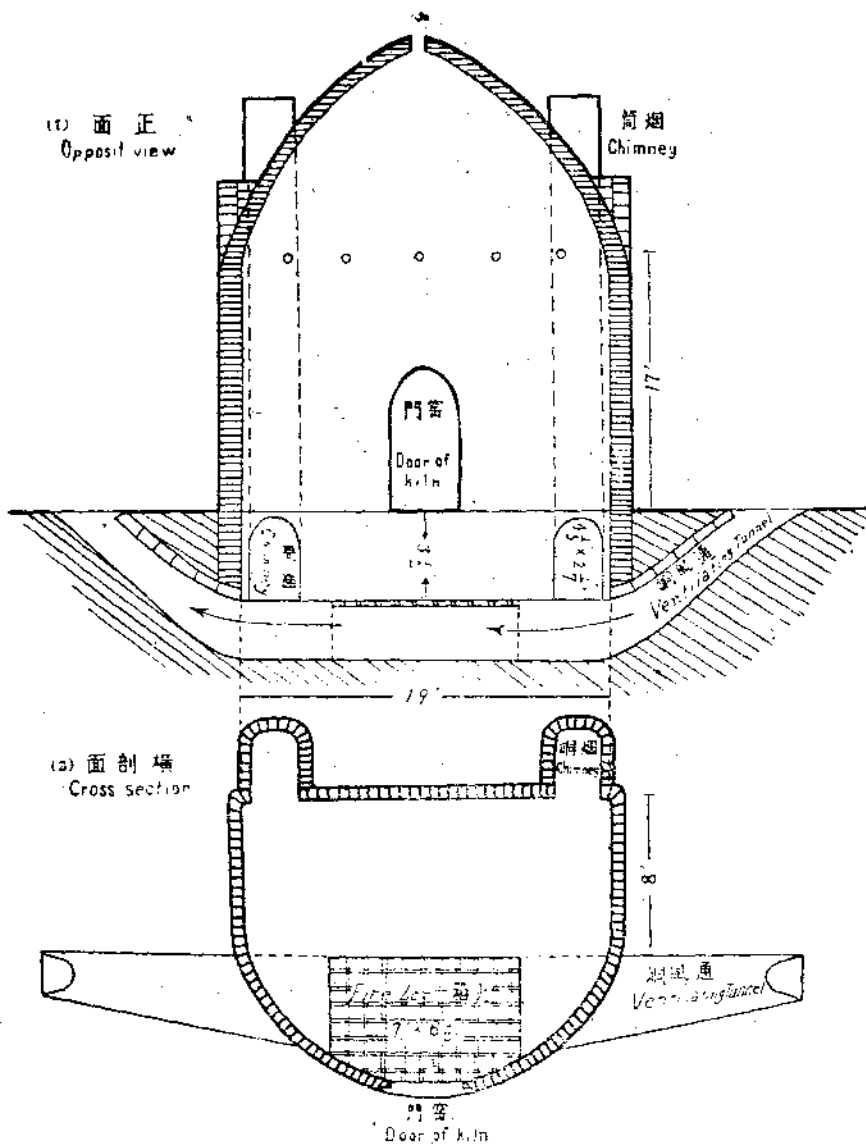


Fig. 5. Sketch of Stoneware Kiln.

窰 本處所用之窰，大小不同，形狀則一。大致下畧方而上圓，前面有空門，為裝卸貨之出入口，與窰外地面平（附圖第六版）。門內為火箱，即燒添煤之地。火箱則窰與缸窰不同（第四及五圖）。煙筒立於窰後之兩角，其下端與窰內通。蓋火焰自火箱沿窰之前壁上升（中間為盜坯或缸坯），復順窰後壁下降，然後入煙筒上升而出。火箱之下兩旁有通風道，直達地表，以便空

地質彙報

六七

築成牆壁，屋頂以煤渣與石灰製成，頗為堅固，每間建築價格自十五元至二十元。

工作窰 成形工作均在窰內，以維持其溫度及濕度。窰為燧道式半圓形之長窰（附圖第七版）。長者七八丈，寬一丈八尺至二十尺，高一丈二，三尺。小者長五丈，寬高與大窰同。窰內潮濕而溫度平和，常燃烟煤火爐，以平均其溫度。窰壁多用廢籠砌築，窰頂或用磚圈砌，或就黃土層切成。建築費大者需洋五百元，小者二百元上下。每場有工作窰兩三個。

氣流通而助燃燒。大窰內部共高約三丈五尺，其各部尺寸及地位如插圖第四，五圖所示。最小窰僅高一丈八尺左右。大窰可容六萬貨（即口徑五寸上下之碗六萬個）者，建築費五百元。可容三萬貨者，價三百元。容一萬貨者，價一百六七十元。窰之內壁全用本地所製火磚築成，外面用廢籠築砌，窰頂蔽以煤渣及黃土等。

扒泥設備及工作情形 青土白土運至場後，用人工稍事搗擊成較小土塊，將其傾入石塊砌成之圓槽內（附圖第八版²）。槽築於地面下，多用三疊紀石英砂岩砌成。槽成圓圈，外徑約一丈八尺，槽寬約四尺。槽內置木扒用牲畜曳之旋轉。槽內之土合以水，木扒回轉，將粘土攪拌為泥漿。待泥漿細勻，即將上面較細之漿引入儲泥池中。待其自然蒸發至相當時期，即取出備用。扒泥槽之連帶設備，有水池一，儲泥池三，合為一組。儲泥池深一丈長七丈寬五丈。夏季泥之沉澱蒸發須半月，秋季一月始可應用。建築價格，每扒泥槽需洋二十五元，全組需洋七、八十元。

軋城設備 白城（白粘土）質較硬，故須用礮軋碎始能應用。其軋城之法，係用石英砂岩（產於鼓山之西黑龍峒南方一帶），砌成圓形石槽，槽內置石礮（亦砂岩製成見附圖第八版²），圓圈石槽之內徑長十五尺，溝寬二尺，深一尺半，石礮圓徑約四尺上下。白城含水置於石槽之內，用騾馬曳礮，將槽內之城土，軋成細泥。然後引注甕中，以備應用。全部裝置需洋一百五十元。

軋缸土籠土砂子及火磚土之裝置 製缸，籠，磚之原料，但軋為碎粉即可用，無須含水。其軋碎法，即以石塊在地面上砌成圓台，將原料堆置於中間，用一凹凸形石滾以騾馬曳之，繞圓台動轉碾碎（附圖第六版¹）。建築費需洋十五六元。

成形設備 成形用輪盤模型兩種方法。除少數零星物具利用模型外，仍以輪盤為最重要。輪盤即一石輪，如磨石狀，圓徑約二尺許，平置之，下承以軸，可任意使其旋轉。成形工人坐輪旁，以桿撥之速轉，然後將泥置輪盤之中心。當其旋轉時，用手擠撫盤上之泥，且轉且撫摩之，直至得所需之形狀，而後已（插圖第六圖及附圖第七版¹）。較大之罈罐亦用此法，但須數節造成，然後接之。器具之大小尺寸，每用木制量之。普通輪盤製碗時，常用一半圓形木板，壓入半成形之泥坯中，則泥坯之大小形狀與木板之半圓形相同。故以此木板為準，所得之碗均大小相同，惟此法只能作圓器。在彭城之製品，為缸，籠，盆，碗等數種，尤

法形成盤輪 圖六第

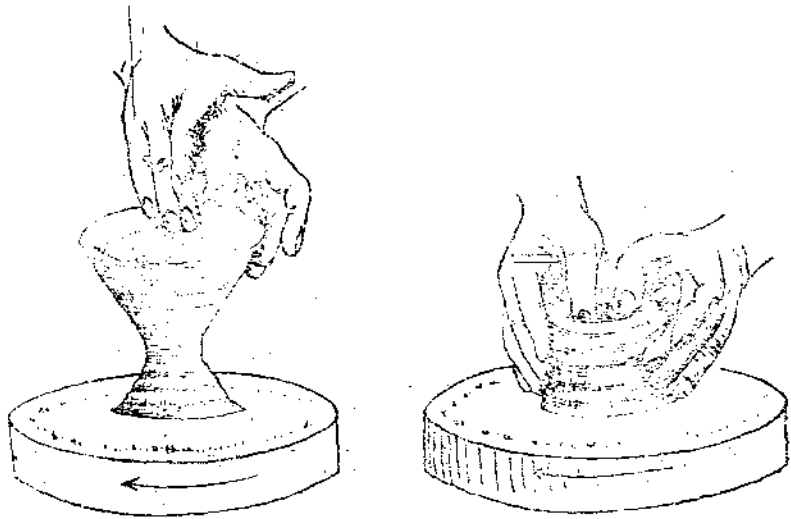


Fig. 6. The Throwing Wheel for molding.

以碗類為大宗。手術頗為精熟。較大器具多用雙輪，即輪盤之旁另設一輪，以皮帶聯繫之，一人撥轉旁輪，則輪盤隨之而轉。輪盤工臂托泥條，且添且擠，較為費力。器具既成，用細線或薄鐵片當旋轉時割之，則坯與輪盤離開可取下。較大器具成形時，每在輪盤上散以乾砂，俾成形後易於脫離。每輪盤價洋五，六元。模型用以製零星器具巧貨者，如盤，杯瓶，羹匙，筆洗，罐，罈，玩具物等是。本區窰戶多用粘土經低火燒成之模型，模型為兩半個。所用之泥與輪盤所用者同。用手指擠撫於模型內，然後將兩半個擠接之，稍待即啟去模型而器成，頗為迅速。此法可謂之鋪泥法。尚有注漿法，係用石膏模型，亦為兩半個。法先將模型合緊，然後將較稀薄泥漿傾入模型內。石膏本能吸水，稍待則一部份水份被吸，而粘土一層存於模型之內，再將所餘泥漿傾出，留坯形於模型內，待稍乾去模型而坯成。

水井 各窰塢內自備水井一，二眼。深各五，六丈至十六七丈不等。平均鑿井費每眼一百五十元。

籠 除水缸及特別大物件外，皆裝入籠內燒成，用以蔽火焰灰塵。籠為缸

質圓桶（附圖第七版），為耐火物。兩端大小不同，較小一端封之而中留圓孔，他端不封，以備將窰坯叩入籠內。籠之大小不同，其名稱尺寸價格如左。

| 名稱 | 圓徑(小端) | 長 | 每支價格 |
|----|--------|------|-------|
| 老籠 | 九寸 | 一尺五寸 | ○●○八元 |

| | | | |
|-----|------------------------------------|------|------|
| 罐籠 | 八寸 | 一尺四寸 | 〇・〇六 |
| 二籠 | 六寸五分 | 一尺三寸 | 〇・〇四 |
| 砂壺籠 | 四寸五分 | 八寸 | 〇・〇二 |
| 鞭桿籠 | 五寸 | 一尺二寸 | 〇・〇三 |
| 匣籠 | 寬一尺 長一尺七寸 高三寸至四寸 七寸 一尺一寸 高三寸至四寸 | | 〇・二五 |

大窰可裝老籠六百個。罐籠則可容七八百個。若裝二籠容二千五百至三千個，或小籠六千個。
雜具 如木板，缸盆，鐵鍬等及一切零星物具。

(乙)原料之應用

本地所產原料，為上述之青土，白土，缸土，籠土，砂子，白城，砂器土，黃土(黑釉)耐火粘土等。他如白釉，黑青，綠青，養化錫等，均購自他處。茲將現在用法畧述如左。

瓷坯原料 製瓷坯之原料，現習用者，為青土百分之七十及白土百分之三十，或青土百分之九十五及黃土百分之五之混合粘土。如法扒澄之後即可應用。

缸坯原料 缸土百分之九十五合黃土百分之五，碾碎後合水應用。

籠坯原料 用籠土或缸土百分之八十至九十合砂子百分之十至二十，碾碎後合水應用。

砂器坯原料 砂器土百分之九十五合黃土百分之五，碾碎後合水應用。

缸磚坯原料 耐火粘土碾碎後合水應用。

黑釉原料 黑釉為黃土，已如前述。將黃土運到塢後加水浸入缸中攪拌，取上面勻細之泥漿，沾於缸器或瓷器之上，經火後即為黑釉。

圖七第 黑龍峒瓷釉之水碾

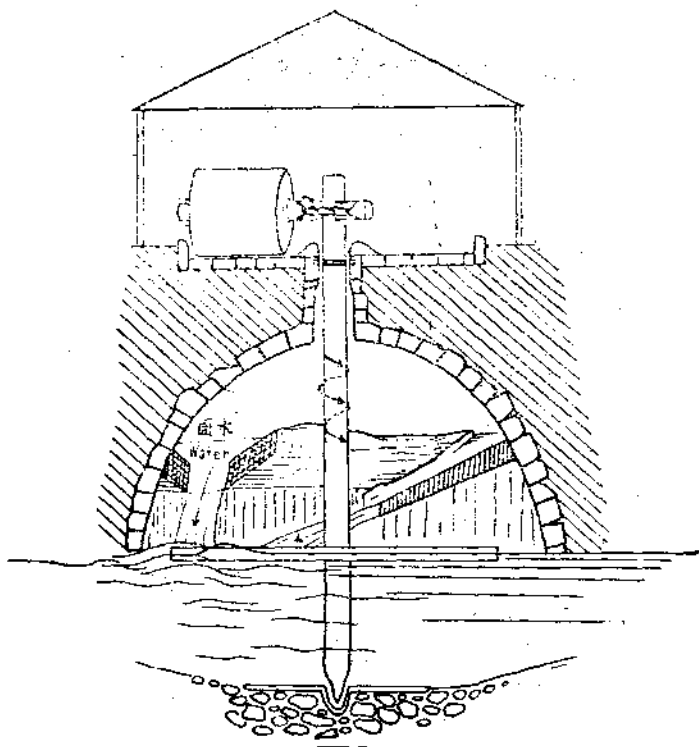


Fig. 7. Water Mill for stone grinding at Heilungtung.

合每噸價洋十四元。每碾每晝夜碾石八百四十斤，每早晚裝放一次。每日得製安泥漿七百七十斤，中含水份百分之五。故每碾每年碾原石一百八十二噸，計水碾十五家，約需原石二千七百噸，價值四萬三千八百元。每年製成漿釉共約二千五百噸。在彭城鎮每百斤一元二角，合每噸價洋二十元一角六分，則每年共產價約值五萬元。

白城之應用 白城為較純之粘土，似可為較佳瓷坯原料。但本地以其易於破裂，尚無用以製坯者。現在之用途，為沾於瓷坯之外表，使其白色蔽於瓷坯之外。白城之外再加白釉。製法即將白城經碾盤軋為泥漿後，在瓷坯外沾披一層，如蔽以白衣。經火後與瓷坯無異，惟色較白，性質與瓷釉異。

白釉原料 本處所用之白釉原料，為閃長岩中之長岩。石產於河南安陽縣水冶集西南之方山，南屏山北屏山等處，距彭城約六十餘里。該項石料先運至彭城鎮東之黑龍峒，利用水碾將其碾碎。水碾十餘座，均位於滄陽河旁，利用水力轉動石碾（插圖第七圖及附圖第八版1）。碾盤為砂岩石塊築成，亦為圓槽狀，圓徑約一丈五尺。石碾亦為石英砂岩，產黑龍峒村南，圓徑四尺四寸，長四尺。石碾每個價洋一百一十五元。一切建築如房屋，水缸，水池，水碾之圍砌等費，每碾場需洋二千五百元。碾法將石塊置入碾槽中合以水，轉動石碾，軋為泥漿，泥漿既細，即引入儲漿池中，經澄靜後，水分稍蒸發，即運彭城。窰場復合以水，沾於瓷坯外表。經火後為透明之白色瓷釉。原石（閃長岩）在黑龍峒，價格每洋一元購一百二十斤，

黑青 爲養化鈷，用以著藍色者，購自外國。每年銷費約一萬五千磅，每磅價洋九元（民國二十年春季）。用法亦合水爲漿，用毛筆畫於瓷坯上，或合入白釉中以成藍色。

綠青及其他色料 現用之綠青，爲養化鉻，亦購自外國，每磅價三元。又養化銅，亦爲綠色釉，如衡水縣之陶器及山西之砂器均用之，惟此處尙未見應用。黃色紅色以至黑色均用黃土，每以漿液之淡濃，而分色之輕重。又灰黃色，則用殺草燃灰，溶之於水，合入白釉，經火後成灰黃色。養化錫則用以摻入白釉中，作不透明之白色瓷釉，原料亦購自外國。

燃料 燃料以烟煤爲大宗，多運自台寨各小窯，及峯峯一帶，彭城西北一帶亦間有出產。本處缸窯，每一窯燒成，需煤約八萬斤上下。瓷窯，每大窯（容六萬貨），需煤四萬斤。二窯（容三萬貨），需煤二萬六千斤。三窯（容一萬貨），需煤一萬斤。小窯（容一千至二千貨），平均每成一窯，需煤二千斤。按民國十八、九，兩年之計算，每年燒窯，共需煤一萬八千噸。連同零星銷費，則彭城鎮共銷費煤二萬噸上下。每噸價格爲三元八角。義井附近之砂器窯，每年需煤約四千噸左右。木薪用爲引火之用，缸窯及瓷窯每燃燒一次，需木薪二百五十斤。合計每年共需一百八十噸。

（丙）製造程序及工價

彭城製瓷程序，較爲簡單，因產品大致粗笨，彩飾單簡，一次燒成，故細巧修飾工作較少，其大致次序如左。

坯土之淘練 坯土製造約分三步，第一步將採來原土攪合後（如青土若干合以白土或黃土若干），入扒泥池淘洗。第二步爲沉澱蒸發，即將淘細之泥漿引入儲泥池，待水份蒸發至適宜程度，需時半月至一月。第三步爲練泥，取儲泥池所得之泥，運入工作峒內之儲泥峒，以保存溫度。再用鐵劑切成塊，反復堆積敲打，並用足踏踐之，使勻緻膠粘，即可應用。但用粘土模型之坯料，尙須用手揉捏之。

坯之製造 製坯手續，不外成形修飾兩種。其次序如左。

（一）成形 成形用輪盤模型兩法，模型製坯，則又有鋪泥法及注漿法（詳前文成形設備）

(二)防燥 成形之後，不能使其乾燥過猛，以防其破裂。故多排列板條上，架於工作棚內，稍停數小時。

(三)乾燥 天氣晴朗時，移入塢內曬之。各塢均無乾燥設備，故陰雨及冬季嚴寒時，無法使其乾燥。

(四)修坯 巧貨及模型貨，須用小刀加以修削，使其外面齊整。但彭城製瓷修飾甚草率，大部碗類，則不經此項手續。

浸城 白城軋細之後，復合以水，成稀薄泥漿，盛於缸盆中。工人持碗坯之底座，按入白城漿中一搖後急取出，使坯之內外，均蔽以白城層。較大器具，則須用澆城或盪城法，即注城漿澆其外面，及注漿於坯內而盪之也。

釉下畫工 因不行素燒手續，故繪於生坯之上。所用顏色，爲黑，醬紅（以上養化鐵），綠（養化鎳購自外國，養化銅來自山西），藍（養化鈷購自外國）。尤以藍色銷費極廣，黑色次之。畫法即用毛筆蘸色漿塗於坯上，花多粗重。

蘸釉 白釉石經黑龍峒軋細之後，運至窰塢復合以水，成泥漿，蘸釉方法與浸城同。故成品每感釉質太厚，時或不勻。

色釉及釉外畫工 色釉即將色料合入白釉漿中，蘸於坯外，爲勻淨著色器具。色之深淺，則以色料之多寡定之。本處產品惟有藍色器具。釉外畫工，即畫繪於蘸釉之後，其色料常突出器面之外，成凸花。本處此種製法較少，偶於巧貨中爲之，亦多用藍色。

副坯 副坯者，劍修碗皿之底座；及碗底之內面者。法將製成之碗坯，叩置輪盤上旋轉，用鐵板小刀，將較厚之部副成槽狀底座。普通粗碗之內面碗底，亦用同法將瓷釉副去一圈，以免各碗疊置燒成時，被瓷釉溶化時互相粘著。

燒成之經過 瓷器之燒成，凡經裝窰，燒火，冷卻，卸窰等四種手續。在彭城裝窰須三，四日，燒火須三晝夜，冷卻須十五日，卸窰須三，四日。故每窰燒成，必需一月，較之唐山需七，八日，景德鎮之用五日，大有遜色矣。

(一)裝窰 窰內中部，除前面之火箱及後面與窰壁須隔離一，二尺外（參閱插圖第四，五圖），均爲置籠之處，上面與窰頂隔離約丈餘。裝法先將碗坯在窰外重疊置之，每十八個爲一組。再搬入窰內，每人可搬三組（左臂托二組右手一組），入籠工人將整組碗坯，叩置於地上，下面置瓷製碗瓣，置穩，罩以籠，如此平行疊集，窰滿爲止。

(二)燒火 窰裝滿後，將窰門封閉，留一方孔，先用木柴在火箱燃著加煤，添煤亦在窰門方孔中用鐵鏟拋入。察火度之高低

，則用製坯之泥作成泥柱，置於窰內，可由窰門方孔望見之，俟該泥柱溶化時，即火度以足，停燒而窰成。

(三) 冷却及卸窰 停燒後須待其漸漸自行冷卻，以免暴裂。卸窰則頗簡單，用人工將籠敢去，取出瓷器。

窰戶除備各項器具外，各重要工作多屬包工性質。各部工人，均分門專業，備窰戶之僱傭。其各項工作部份之工價略如左。

原料製造 專門工人，自備牲口，供窰戶製原料之需。按所製原料數量合價，如下列各種。

(子) 扒泥部 每扒泥池需牲口二頭，人工一個，每日可製原土一千二百斤，工價八角。

(丑) 軋城部 每軋城池需牲口二頭，人工一個，每日可軋原石一百五十斤，工價六角。

(寅) 缸土，籠土，砂子，火磚土，碾製部 此項土石在石盤上乾碾，每組亦需牲口二頭，人工一個，每日可碾二千餘斤，每

碾十萬斤工價三元八角。又缸土籠土等碾碎之後，尚須篩選一次，篩土工價(全用人力)每萬斤一元二角，每日可篩三千斤。

成形工作 缸，瓷，籠以及砂器，成形均用輪盤，玩具及零星用具則用模型。輪盤工及畫工多按貨抽分，即燒成之貨，窰戶

得六成，輪盤匠得三成，畫工得一成。模型工則多按件數論價。其工作情形如左。

(子) 輪盤工 缸窰輪盤工作每組四人，一人拖輪，二人和泥，一人揉泥上軸。每組每日可製口徑八寸之缸盆八十個至九十個

。瓷窰輪盤工，每組只有匠人一名，輔以和泥運坯之工人，每輪盤匠每日可製碗坯(二公碗)七百五十個至九百五十個。每日平均

工資五角。

(丑) 模型工 如玩具瓶罐筆洗等物均用模型。每模型匠每日可製筆洗等具六百個，平均工資四角至五角。砂器成形用輪盤兼

用模型，並用木板壓擊以使其密緻。每人每日可製砂鍋坯五百個，工價約四角。

(寅) 畫工 本處瓷器畫工甚粗，大部用藍釉畫成圈或方格及極草率之花形。法用毛筆浸藍釉畫於坯上，筆分兩尖，橫行則雙

線，縱行則成單痕，以左手持坯旋轉。每三人或四人為一組，畫圈，畫方格及畫花形者分工，手術熟練。平均每人每日畫碗九百

餘個，工資約四角左右。

籠子製造工 每組四人，其中工匠一人，助手三人。與製缸盆相同，多用雙輪輪盤。此外尚有和泥一人，揉泥上軸一人，撥輪運坯一人，抱輪匠人一名。每組每日可製老籠二百個，每日工資工匠可得一元二角，助手每人可得洋六角。

裝窯工 裝窯亦屬專工。每大窯裝窯工價需十三四元，中小窯約十元上下。老籠裝窯價每十個約一角，二籠每十個約四分。平均每人每日可得工資一元上下。

火夫 窯業中監火者本甚重要，此處亦以有經驗之專門工人任之。每窯裝備完竣，臨時雇傭，工價每大窯八九元，中小窯六七元。每窯燒成需三晝夜。

清窯工 每窯燒畢，則火箱爐網每蓄灰渣，故須清除，俾再燒時空氣流通。此項清除事務亦有專工，每窯約需工資一元上下，每工工價三角。

出窯工 成貨出窯，亦臨時僱工，無需特殊藝術。每大窯需工價六七元，中小窯三四元，每工工資約二角。

繅工 成貨出窯，用白艸繩束為繅，每繅碗二十個。草繩來自彭城附近四鄉，為鄉人手工，將草攆為繩，連彭城備用。每大窯繅工工價需三元，中小窯二元上下。

雜工 每窯每月雜工工資，約需十二元，搬運工價每日一元（自窯場至磁店及其他），泥瓦工大工五角小工三角。

(丁) 雜項原料及損失

雜項原料

磚 缸磚每百個價洋一元，普通青磚每百個價三角五分。

石灰 每百斤二角五分。

廢籠 每百個價一元五角。

白草繩 每百斤價五元，每窯須用二百斤。

地質彙報

製造損失

粘土 青土白土，製造損失約十分
缸土籠土

白城精製之損失，約百分之五。

成品之損失(生坯在內)，約百分之五 (模型貨約十分之一二)

籠子之損失，約十分之一。

雜具之損失，每一大窰約五，六元。
一小窰約一，二元。

(戊)運輸

運輸盡用人推之單輪車，運至碼頭鎮，再由滏陽河入運河，南北銷河北山東，或由平漢路外運。碼頭鎮至北平，每二十噸車，運費需二百餘元(按四等貨)。彭城至磁縣每百斤(約十噸)，運費三角一分。彭城至碼頭鎮每百斤運費四角。彭城至光祿鎮二十五里每百斤運費二角五分。

(己)產品及價格

缸窰共三十四，五座(現開工者)，每窰每年燒五次，每次所出成貨，共值六百元上下。每年共出成貨一百七十窰，共值洋十萬元。瓷窰現在作業者，共一百三十座，停工者約百座上下。其產出情形如左表。

| 窰數 | 每窰一次出產價值 | 每年共出產價值 | 產品種類 |
|-------|----------|---------|--------------|
| 大窰十座 | 八百元上下 | 六萬元 | 碗，罐 |
| 二窰五十座 | 六百元上下 | 二十四萬元 | 碗，罐，罈 |
| 三窰五十座 | 三百元上下 | 十五萬元 | 碗，罐，罈，瓶，碟，玩具 |
| 小窰二十座 | 一百元上下 | 二萬元 | 碗，罐，瓶，碟，玩具 |

共計一百三十座

四十七萬元

重要產品在彭城鎮價格如左

| 名目 | 每緡(二十個)價格 | 名目 | 每緡價格 |
|--------|-----------|-----|--------|
| 三公碗 | ○·二三 | 台碗 | ○·二六 |
| 四公碗 | ○·二〇 | 號頭碗 | ○·二六 |
| 茶碗 | ○·一四 | 黑碗 | ○·二三 |
| 表裏碗 | ○·一三 | 黃碗 | ○·一二 |
| 大宗大面碗 | 一·〇〇 | 罐 | 每個○·〇三 |
| 二面碗 | ○·五〇 | 罈 | 每個○·〇一 |
| 大公大扇邊碗 | ○·九〇 | 瓶 | 每個○·二〇 |
| 二扇邊碗 | ○·五〇 | 碟 | 每個○·〇一 |

砂器窰在義井，上下拔劍一帶，共約四十座，距彭城鎮十八里。每窰每日可燒三次(每四小時一次)，容茶壺及茶碗各一百個。若燒砂鍋砂壺(不用瓷釉)，每二小時可燒一次。茶壺每個價洋三分五，茶碗每個價洋一分，每年共產價值約十二萬元。統計以上數目，按民國十九年情形，瓷器產出價值為四十七萬元，缸器價值為十萬元，義井之砂器為十二萬元，共計為六十九萬元。若彭城之瓷窰完全開工，則所產價值，瓷器一項可達七十萬元，合計缸器及砂器可共得九十萬元。

(庚)窰戶營業情形及工人

窰戶資本頗為懸殊，普通最低資本額，二千元上下即可流通營業。每空窰賣價約二百餘元。合計全彭城鎮瓷窰及缸窰，每年(民國十八，九年估計)資本之用途，計製坯粘土共七萬九千噸，價十二萬元。白釉二千五百噸，價五萬元。黑青(養化鉛)約一

萬五千磅，價十三萬五千元。烟煤二萬噸，價七萬六千元。工資及其他約亦十萬元，共計約四十八萬元上下。窯場工人共計約五千人左右，匠工及雜役各二千餘人。但其工作多間斷，因每年每窯不過燒五次。故火夫，裝窯，清窯，出窯等工，每窯每次不過兩三日。故每日工資雖自三四角以至一元，而全年平均則為數甚低。每窯平均須工人二十二三名，計輪盤三個至五六個，每輪盤至少需三人為一組，其中抱輪一人，鑪工一人，供手一名，畫工二人至五人。浸細浸城工二名，及雜工二名。每輪盤一日可成碗八百個。每大窯容六七萬個，平均二十日可製成一窯之坯。每窯裝，燒，冷卻，卸，共須費時四十日。義井下拔劍一帶之砂器窯，每窯場工人十餘名，其工作部份與盜窯同。工人與窯主共同營業，計窯主得三分之一，工人得三分之二。粘土，煤及器具由窯主購備，一切工作，瓷釉價及畫工工資，由工人担負。彭城瓷業之捐稅情形約如左。

盜稅 百分之一

出境稅 百分之一·七五

保衛團費 彭城分團每年一千五百元
磁縣保衛團出差費每月八十元 每年共約二千五百元

商會會費 每年四百元

同業公會會費 每年一千五百元

彭城學校捐 每年八百五十元

通俗講演所 每年一百二十五元

磁縣地方初級小學 每年九十元

工人子弟學校 每年二百四十元(現在籌備中)

十九年全年約計共二萬元

八 其他鑛產

爐硫煉近附城彭 圖八第

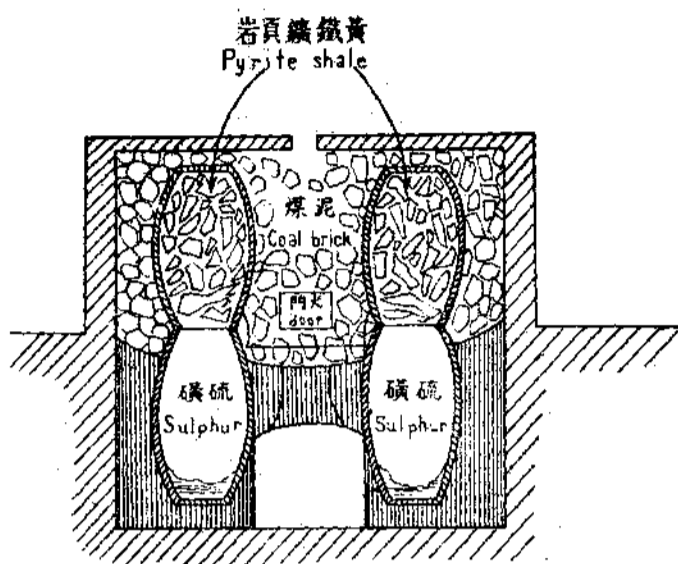


Fig. 8. Furnace for melting pyrite ore.

(甲) 煤礦

本區為河北省重要煤田之一，(地質報告見地質彙報第六第九期，以前鑛業情形見鑛業紀要)質(烟煤)量優富。鼓山以東西佐峯峯煤田(或薛村煤田)尤佳。原有怡立中和等公司開採，現只有怡立公司開工。每日產煤四百噸，由西佐碼頭間支路運銷各處。中和公司自民國十九年春停工，自鑛至光祿鎮之輕便鐵路已拆毀。據云虧損達二十餘萬元，一時不易復工。現中和鑛區惟有小窩三處，用土法開採，每月產量共約一百五十噸。此外官鑛區在街兒庄附近，其東南有小窩十數處，作綴無常。平均每月共產量，不過四百噸上下。鼓山以西彭城盆地中，因受褶斷影響，煤系地層時多淺露，故以前開採極盛。殘廢廢峒，石片堆積山坡谷側，極目皆是。惟該處煤田既成盆地，又有斷層，地層不完整且水勢甚烈，故土法開鑛者均已束手矣。本區煤層與西佐及峯峯同(柱狀剖面圖)。

惟煤系上部岩層，因構造及侵蝕結果分佈甚狹。下部煤層在盆地週圍露出甚廣，傾斜平緩，採取殆盡。蓋彭城鎮每年需煤二萬噸上下，凡附近之士法可採者，不惜一再搜尋，現則仰給於台寨一帶矣。在彭城鎮西北三里地胡村一帶，尚有土窩三四處。每日共產煤約三千斤。北至武安縣境，開採較盛。彭城附近煤鑛幾無鑛業之可言矣。

(乙) 黃鐵鑛

黃鐵鑛每夾存粘土或頁岩中，尤以煤系最下部之黑色頁岩中為尤富。黃鐵鑛結晶粒散佈於頁岩中，富者幾全呈黃色。在張家樓西所採者層厚約八尺(附圖第四版剖面圖)。含黃鐵鑛層常位於煤層之下，中和煤鑛附產甚夥，彭城附近之青土中亦時含黃鐵鑛。當扒泥之後，常將該

鑛質遺留扒泥池中，故本區黃鐵鑛分佈甚多，而貧富不等。計產黃鐵鑛處凡三，再益以盜土中之洗出品，每年可產不純鑛石二千噸上下。每噸價三元八角，共值七千餘元。此種鑛石之用途有二。一為燒製硫磺，法用彭城所產缸罐四個，上下台置，砌入爐中（第八圖）。罐高約二尺許，兩罐共容鑛石一百五十斤。將上兩罐滿裝鑛石，倒置於二空罐之上，罐之四週儲入煤磚（烟煤合土為之）。裝畢用泥土封固，上面留小氣孔，下面由火門燃之，越三十六小時，則鑛石中之黃鐵鑛，將硫磺熔出而注入下面空罐中。貧鑛每窖可出鑛六七斤，價格每七斤售洋一元。張家樓有煉爐二十座，街兒庄有七十餘座。每年可產鑛十萬斤有奇，價值一萬四千元。一為製黑礬之用。法將鑛石置坩鍋內燒之，約三四小時傾入水中。浸經數晝夜，然後將水液入鍋熬煮，待水份蒸發，即得黑礬成硫酸化合物。為染料之助著色劑，銷平津各地。每百斤約值十五元，約計每年產額達二、三萬斤。

（丙）石灰及石材

中國北部與洵紀石灰岩之製石灰，凡分佈之處，多少均有開採者。本處亦用土法燒製，因彭城附近需要稍多，在街兒庄附近灰窰數座，除供給本地外，一部向東推銷。石材以三疊紀石英砂岩為著。窰場中之軋城池礪，扒泥池，輪盤，及黑龍峒礪瓷釉之大石礪全部，磨麵粉之水磨等均為該項石材，在黑龍峒南開採甚盛。

（丁）彭城鎮淨水供給之略狀

彭城鎮位於一小盆地之中心，南自張家樓北至濠陽河，長不及四公里。西為九山二魚山，東為鼓山，兩面均為斷層所限，東西寬不及三公里。彭城鎮既居此區之中心，又有斷層影響，故水源頗為旺盛。查彭城，福田，曹謝三村共佔面積約二十方里，其中水井至少在五百眼以上。各窰場商戶每日之需要，凡淘泥和釉及人工牲口之飲料，雖無詳數可稽，而查其用水情形，則總數當頗有可觀。本地向無缺水之患，故水源絕不成問題。然水質則過劣，凡一至彭城而得飲其水者，著舌即覺苦澀異常，且多沉澱物，其水之不潔，固不待分析而知也。但該鎮普通飲料之較佳者，只能於鎮內及福田村北得之。水井不過十數眼，據商會調查，各大商家住戶之用此類飲料者，每年共需約一百二十萬挑，每挑重四十斤，約合二萬八千噸。搬運費共需一萬五千元（每挑銅元六

黑龍峒之突泉 圖九第

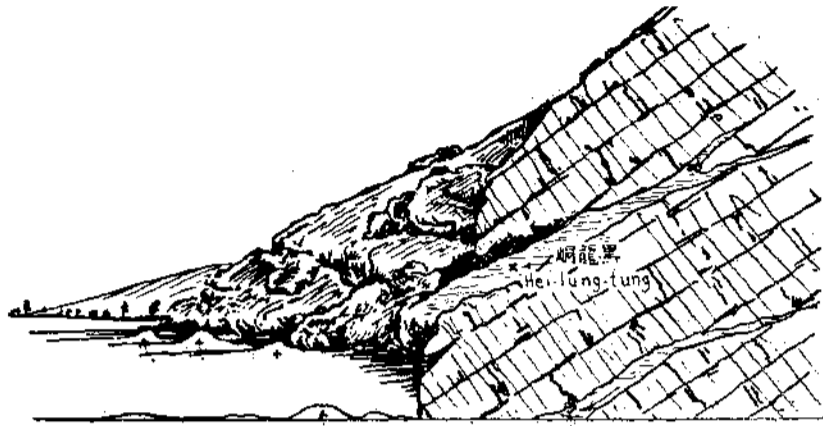


Fig. 9. Water spring of Heilungtung.

枚)，水價之昂，在北方各通都大邑，亦不過如是，其來源之不易可知。各窯場所用之水，質尤劣。至曹謝庄附近及村南之水，呈黃色。雜質之多，幾不透明。牲畜雖渴，亦嗅而不飲。蓋其中富含鐵，硫，及各種易溶礦物。考易溶解礦物及硫磺，頗不利於磁質。故用此水製瓷，是否與產品有重要影響，亦窯業方面所應注意者也。

察彭城附近之水井，均作於石炭紀岩層中（除村東四，五眼鑿於奧陶紀石灰岩中，詳見後文）。深淺因地勢而異，水質因區域以差。而區域之分，則與地質構造及含水層位之上下有關。按該處地層構造為一向斜層，西方之九山，二魚山及東方之鼓山，下面之奧陶紀石灰岩均露出地面，兩方岩層相向傾斜。彭城既居其中間，故水源甚旺。石炭紀岩層亦最厚（參閱第二圖），本處含水層為砂岩，砂質頁岩等，水順層面流。含水層位不一，鑿井者常以石灰岩為標記。如在復青石灰岩下之含水層，名之曰復青水，小青石灰岩之下曰小青水。本處之井均未穿過大青石灰岩，故以小青之下及復青之下兩含水層為重要。兩含水層之下層，均為粘土質頁岩，為含水層之底，故水不易穿過也。上述兩含水層因地質構造關係，距地面遠近不同，故井之深淺亦異。其所含之水，為石炭紀岩層中之水，質均不潔。而曹謝庄西南一帶逼近斷層，約與豆腐溝一帶之水相連，含雜質尤多。彭城鎮內及福田村北，有取水於黃土層下之砂礫層中者，其水較佳，即各大商家住戶之飲料也。由是觀之，此處石炭紀岩層分佈區域之內，似無尋得佳水之可能。茲再察奧陶紀石灰岩中之水源情形以為比較。

黑龍峒在鼓山之東麓，西距彭城四里，西負高山，為奧陶紀石灰岩組成。岩層傾向北四十度東，傾斜角為五十度。下鄰滄陽河谷，將石灰岩順走向削為立壁

圖十第 黑龍峒泉水附近剖面圖

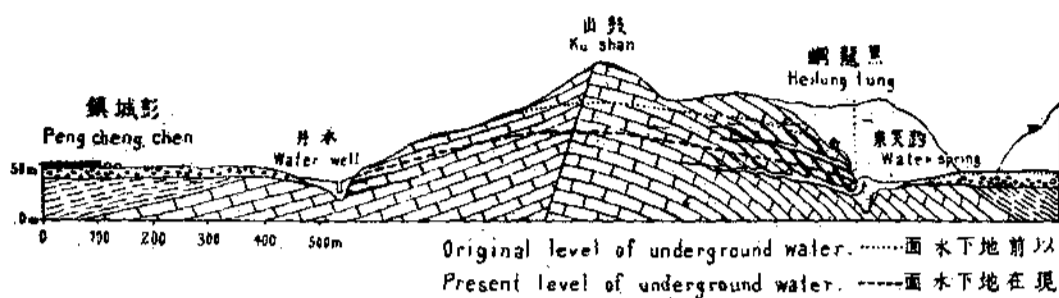


Fig. 10. Section showing the water spring of Heilongtung.

山內之水沿岩層面湧出。該山既高(一百一十公尺)，岩層之傾斜角又急，故山水湧出後，阻於石礫，於是上行突出水面約四、五寸至六、七寸，成包突泉。共有泉五處，延長約半里許，似均為同一層面所出。在今日水面之上約二公尺，有空峒一，順岩層面而入，遠不可測，居民設神位於此，是為黑龍峒(第九圖)。蓋此峒原為水泉，繼經地面漸升高或河谷降低，以至脫出水面，而位於地下水面上。今日之水泉，想必與此峒同出一轍也。所流之水，較為純淨，宜為飲料，在附近久有盛譽。故與陶紀石灰岩中之水，遠優於石灰紀岩層中之水。然石灰岩中之水，又不易得。黑龍峒與彭城中隔鼓山，難資利用。查彭城鎮之東端，鼓山西麓山神廟之下，其構造與黑龍峒相似(第十圖)。岩層沖斷之處，亦有相當水量，順岩層流出。蓋鼓山斷層以東之水東流，一部湧出於黑龍峒。斷層以西之水西流，湧出於山神廟西麓，惟此區面積較小，水源亦弱。現該處有水井四，五眼，鑿於依近砂礫中，深不過丈餘，水質與黑龍峒同，水量亦旺。若能收積此區之水，則彭城淨水之供給，似可無憂矣。

九 結論

彭城鎮居河北，河南，山西，山東之交，地位頗為適中。東有平漢鐵路及滏陽河之便，運輸尚稱順利。惟碼頭鎮彭城間，道路稍形困難。人力推運，運費雖不甚昂，數量終覺有限。若能將碼頭西佐支路延長二十里直達彭城，或滏陽河運上溯至彭城鎮北，則運輸更為通暢。至於粘土之賦存，則主要之青土層厚達四尺，層序清晰，頗少變遷。其分佈情形，在彭城盆地之中，東西寬不下四公里，南北長十公里以上。且以南之六河溝區及鼓山以東，均有相當之蘊藏。其儲量之富，頗堪為陶業中心。惟採鑛方法，以前鮮有注意，故廢峒林列，棄石堆集，遺失既多，繼採不易。此後似

宜對於各井採鑛區域稍有規定，以免數武之間，井峒比列。而於通風，枝柱，提水等項，亦須畧事設備，俾可採範圍稍深而遠，既可減少常開新井之工，及工作之間斷，更可增加採取量。現採鑛者因陋就簡，乃求成本之低也，近粘土每噸成本約一元六，七角。然鑿峒於地下，通風爲必須之務，枝柱亦當應時而設，提水設備亦每不可缺。蓋粘土鑛井峒淺小，雖不能與煤鑛比，而相當之保安程度，及能使井下工事進行之情形，亦必有所顧及。否則如現之採土者，井下橫峒遠不過三，四丈，深度不及地面下十八丈，或稍見水，即須停止此井工作。似此因噎廢食，於採鑛固有妨害，其成本亦未必能爲最低數目。是以本區現在採粘土鑛，人工低廉，雖無須大規模開採，而人工採鑛須加改良，俾增加各鑛井採鑛能力，而減少井數，庶幾於鑛質可減少遺失，而不至增加成本。所產原料，則因而用之。粘土性質向少分析，配合試驗尤少其人。產物之優劣，每恃粘土之自然品性，故鮮有進步。此後鑛業之興衰，惟視鑛業家對於原料之研究試驗結果如何耳。

今日彭城鑛業之產品，雖大部爲粗瓷，然按原料之賦存，則陶器及佳瓷均有發展之希望。按陶器及瓷器兩種，本難畫清界限，大致以成品密緻程度及顏色分之。如成品有吸水性，顏色重(坯身)，熔度較低者爲陶器。成品堅密，近透明，色潔白者爲瓷器。然堅密之陶器，則與粗瓷性質似不易劃分。茲按中國普通用品畧列如下。

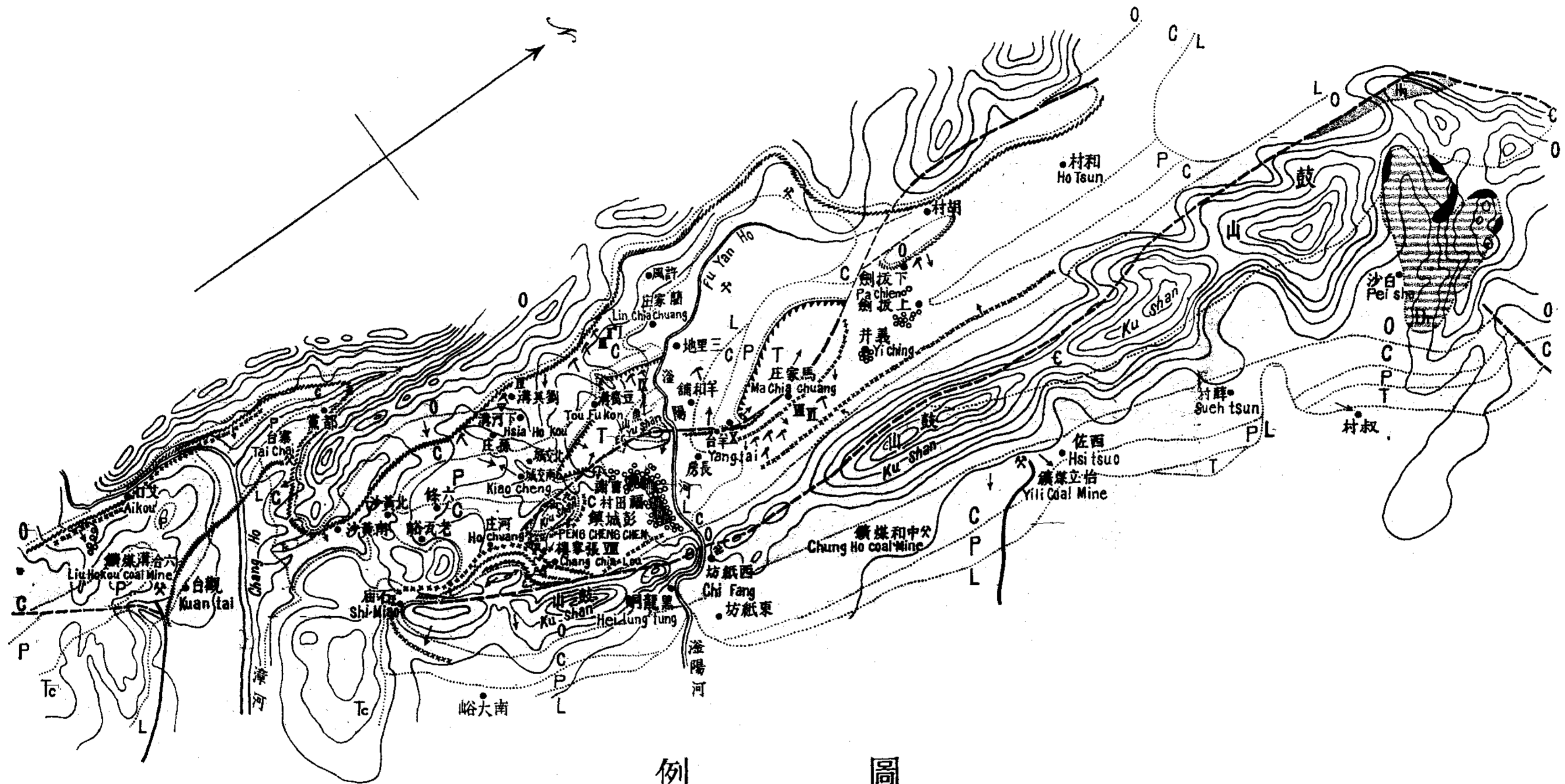
凡質地堅實，色白或半透明，釉藥與坯均爲高火燒成者，列之爲瓷器。陶器則質地較鬆而有色。其緻密者，雖與粗瓷相近，而其釉藥則爲低火燒成。現彭城產品爲粗瓷，白陶器(耐火物器)，石器(缸器及砂器)，黃陶器(無釉水罐，大碗等)，瓦器(普通磚瓦)等類。而主要者則爲粗瓷及石器兩種。按所產原料，加以人工配製，如以青土白土爲基本原料，似可製成各種用途之緻密陶器及粗瓷。利用白坭白釉等，或可得較佳精瓷。故此後鑛業方面，對於原料若能有適當之配合，充分利用，則發展之途徑正多，非僅限於製造精瓷也。



圖質地鑛土陶鎮城彭縣磁省北河
 A GEOLOGICAL MAP OF PENGCHENG CHEN/PORCELAIN CLAY DEPOSIT, ZSU-HSIEN, HOPEI PROVINCE

SCALE 1:100,000 尺例比
 1Km 0 1 2 3 4 5Km

CONTOUR INTERVAL 30m 距高等



例圖

LEGEND

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|--|--|--|---------------------------------------|----------------------|-------------|---------------------|--|
| 紀旦震 SINIAN 岩英石 Quartzite H _q | 紀武寒 CAMBRIAN 岩灰石 Lime stone C | 紀陶奧 ORDOVICIAN 岩灰石 Lime stone O | 紀炭石 CARBONIFEROUS 層煤及土陶岩灰石頁岩砂 Sandstone, shale, limestone, clay and coal seams C | 紀疊二 PERMIAN 岩頁及岩砂色黃 Yellowish sandstone and shale P | 紀疊三 TRIASSIC 岩頁及岩砂色紅 Red sandstone & shale T | 紀三第 TERTIARY 層岩礫 Conglomerate T _c | 紀四第 QUATERNARY 土黃 Loess L | 岩長閃 DIORITE Dr | | | |
| 鑛鐵 IRON ORE 鑛鐵赤及鑛鐵磁 magnetite and hematite | 城白 WHITE CLAY | 土瓷 BLUE CLAY | 土缸 STONE-WARE CLAY | 子砂 SANDY CLAY | 點地土採 CLAY MINES | 鑛煤 COAL MINES | 鑛鐵黃 PYRITE MINES | 向超 DIP DIRECTION | 層斷 FAULT | 窑瓷 POTTERS KILNS | 位地圖面剖狀柱 Localities of columnar sections |

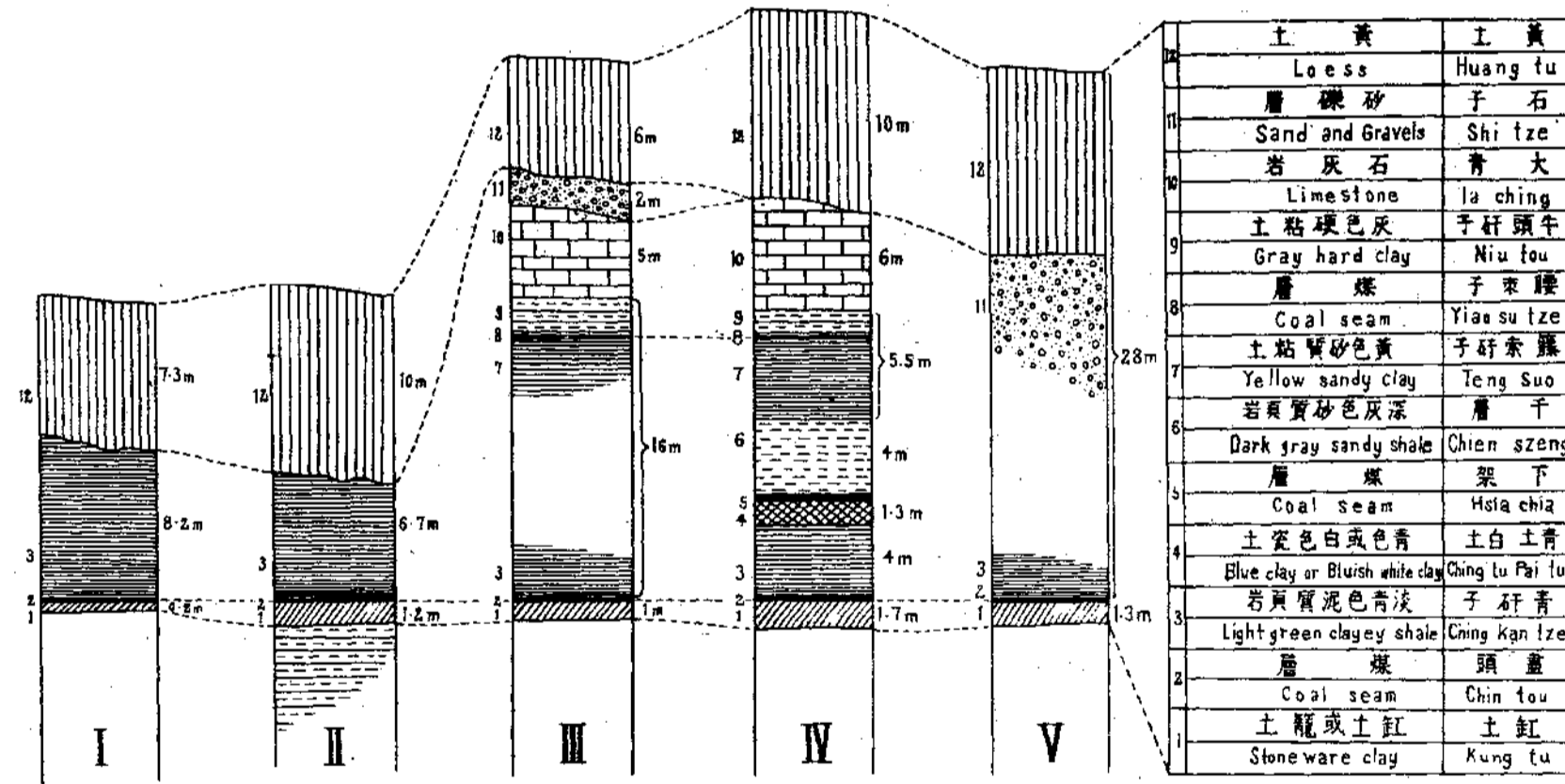
Pl. II

圖面剖鑛土缸城彭

Columnar sections of the stone ware clay mines, Pengcheng.

(圖實地閱參可數號之圖面剖)

(The Roman numbers correspond to the geological map)

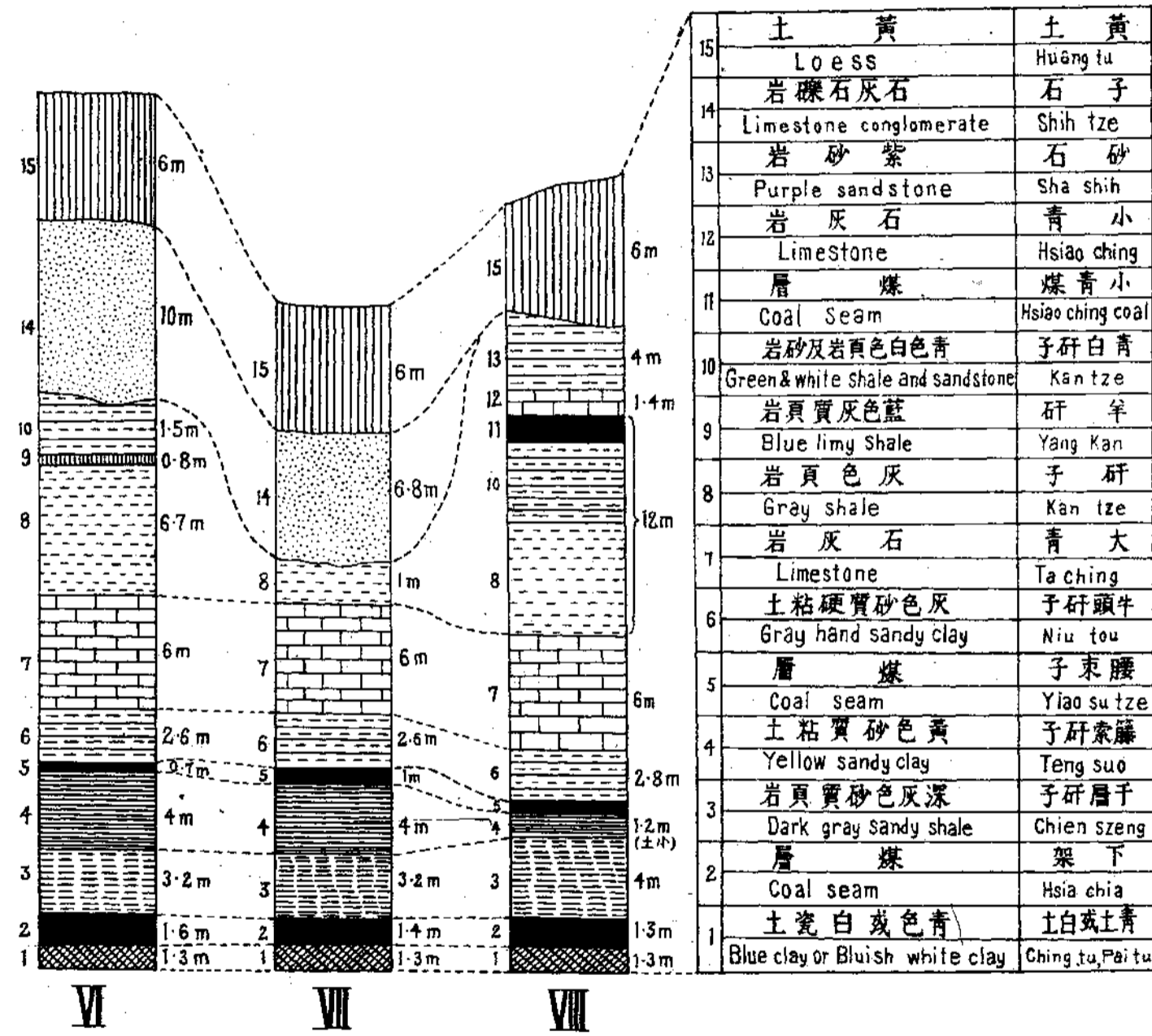


圖面剖鑛土瓷城彭

Pl. III Columnar Sections of the Porcelain clay mines, Pengcheng

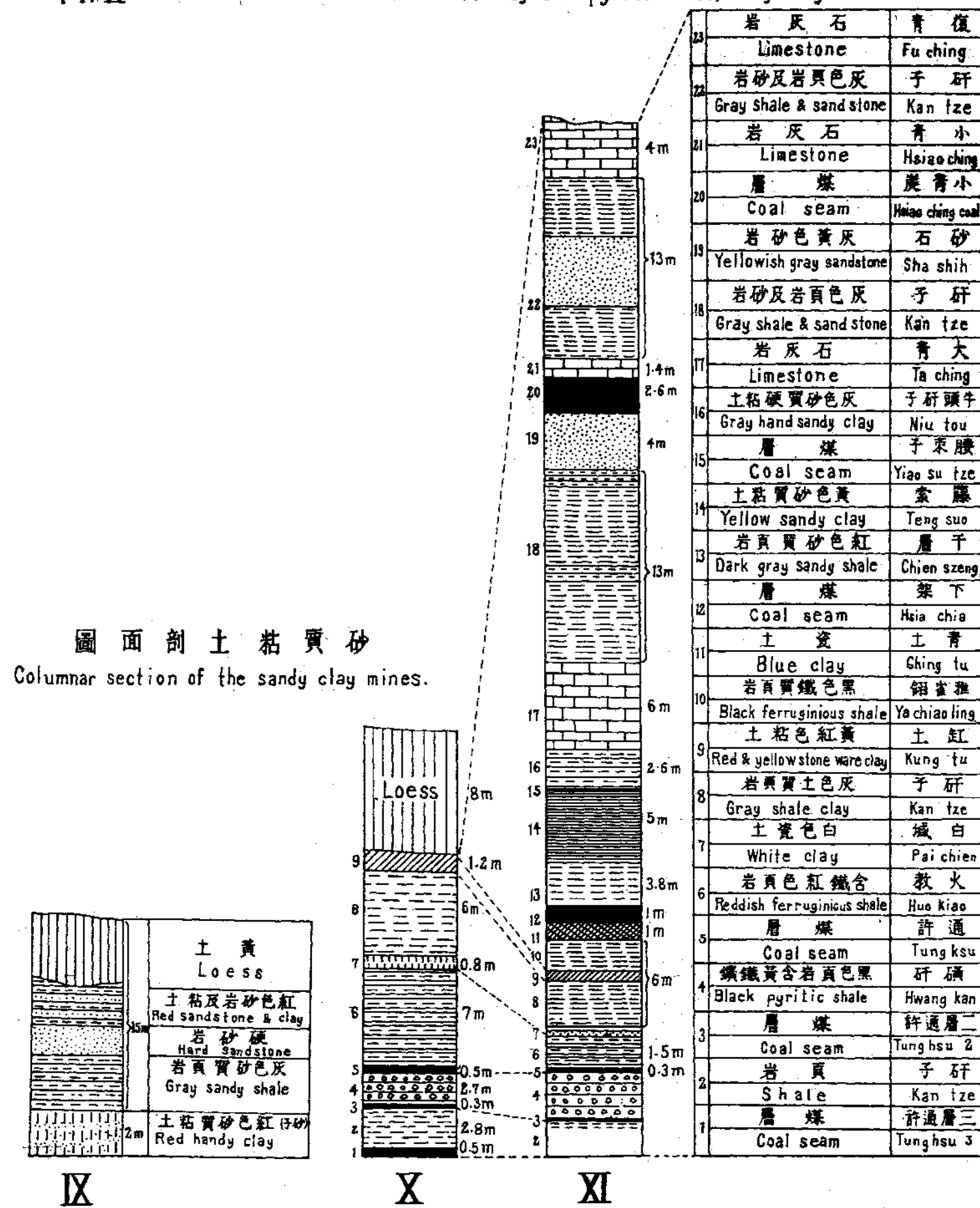
(圖實地閱參可數號之圖面剖)

(The Roman numbers correspond to the geological map)

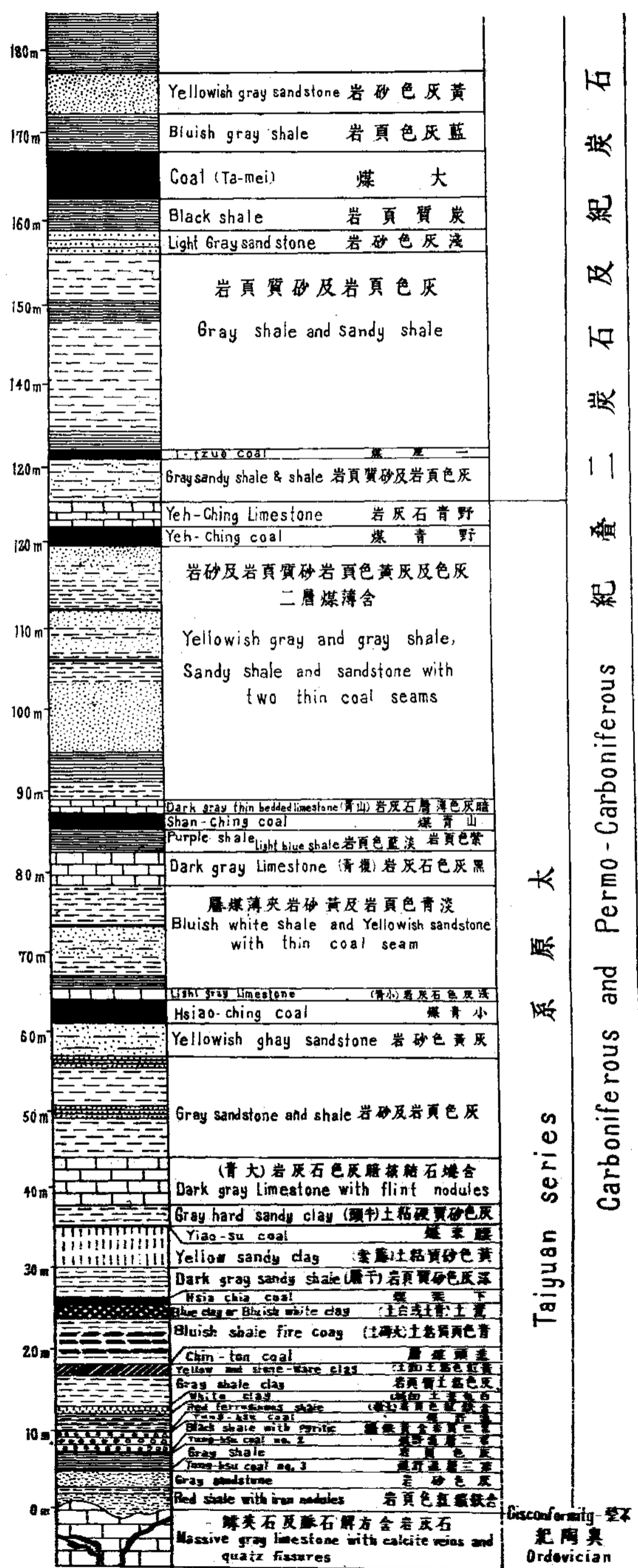
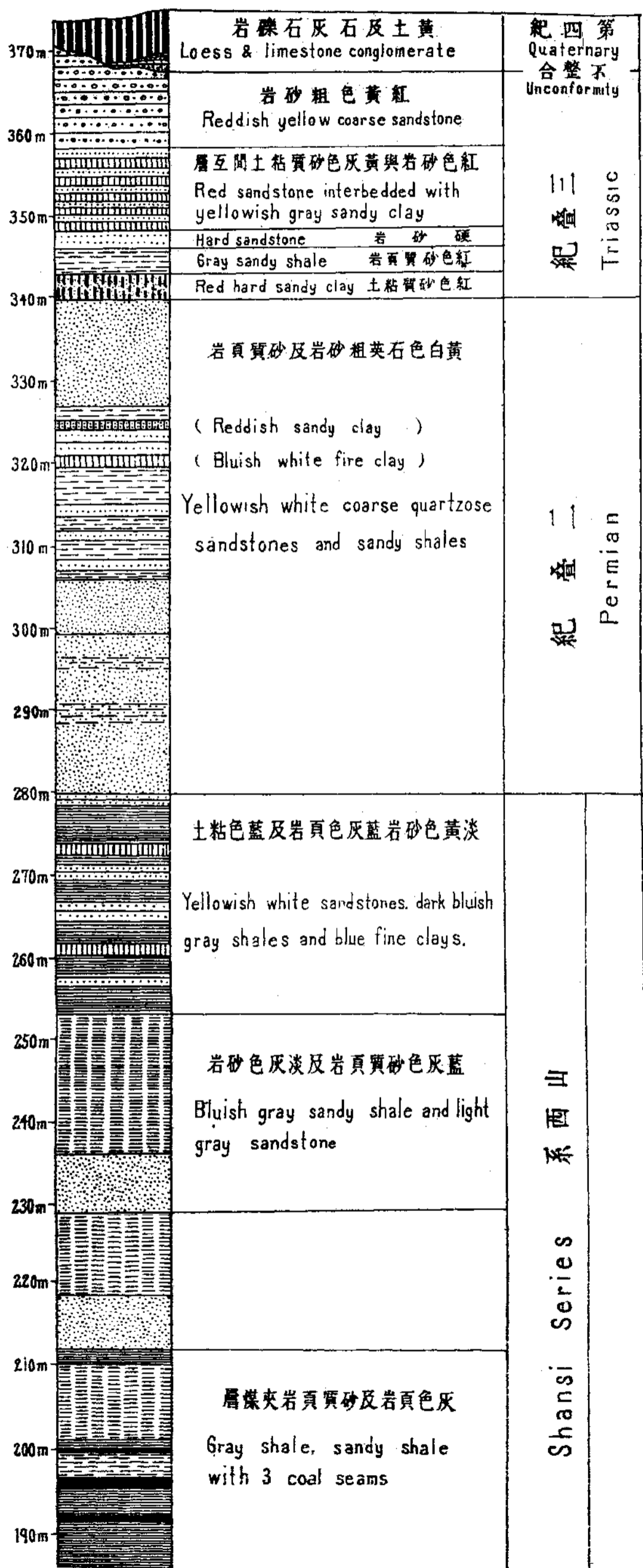


圖面剖鑛鐵黃及城白城彭

Pl. IV Columnar sections of the white clay and pyrite mines, Pengcheng



Pl. V. 圖面剖層地城彭縣磁 版五第
Columnar section of Peng-cheng Basin, Tzehsien.





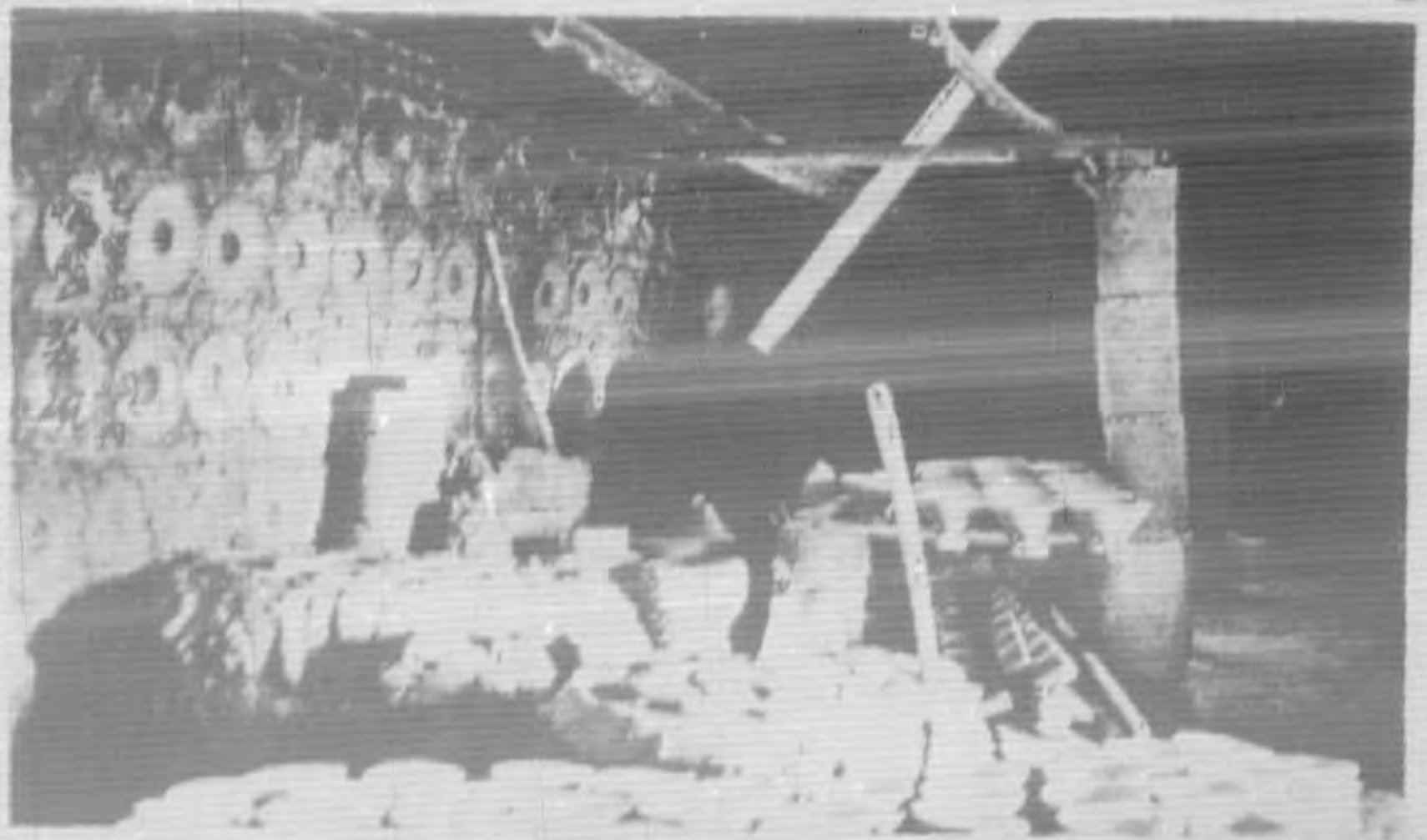
下基及窑口 圖一第

Fig. 1. Piers in silo and opening of the pottery kiln.



置裝碎土缸 圖二第

Fig. 2. The grinding of the saggs clay.



但工成製自輪內相作工 圖一第

Fig. 1. Inside view of the working tunnel, in doing by throwing wheel.

礦
 工
 之
 工
 具
 及
 未
 用
 之
 煤
 油
 桶



礦外之工及礦坑內之場第 圖二第

Fig. 2. Outside view of working tunnels, and sappers and unburned caps.



高外之碾水粉瓷明德里 圖一第

Fig. 1. Outside view of the water mill for grinding glazing material.



置筒制膠及泥的 圖二第

Fig. 2. Clay peddling and clay grinder.

彭城破城



第一圖 窯場之內景

Fig. 1. In the pottery yard.



第二圖 由彭城向西望之全圖

Fig. 2. View of Piencheng looking westward from Kuchan.

粘土中膠性物體與可型性之關係 (節畧)

溫步頤
衛爾遜

土壤及粘土中之膠性物質，對於農業盜業等關係甚大。但此種物質之組織構造，以及其性質等等，迄今尚未能確實鑑定。美國土壤調查所曾論著，土中膠性物質，乃含水性鋁矽酸鹽，三氫氧化鐵，矽酸等組成。雖其試驗之二法，乃出於兩類，而其結果仍極相仿。今特採用「顏料吸收法」，以「孔雀石綠色」顏料，為膠性物質之吸收物，以分別華北主要粘土中所含之膠性物質。

專門盜業者，俱知可型性，為磁土中一重要性質。美國康奈爾大學教授彭克夫氏曾有一法，用於試驗美國磁土之可型性。其法乃採濕粘土在水內支解之理，可型性佳者不易支解，不佳者則反是。此法簡而易行，且極準確，可用以試驗中國北方磁土之可型性。

今特採取上述兩法，以試驗華北主要粘土。該土乃向各方採集而得，凡二十種。此兩法宗旨完全不同，蓋(一)為試土中所含之膠性物體者，(二)為試土之可型性者，而所得結果頗能相似。膠性物質多者，其可型性高，其少者則可型性低。因此可以證明粘土膠性物質之與可型性，有相當之關係。雖不能確實斷言其一定出入，但其大概可瞭然矣。

能電解之物，往往可變動膠性物體之性質。故特選擇兩種代表粘土，用綠化鈉，碳酸鈉，及氫氧化鉀試之，其結果雖不能與美國新氏所列之表(碳酸根√硫氧四根√綠根)相吻合，然足以證明電解物對於各種土質各具相當作用而不盡同。

中國粘土之定量分析極少，因特將分析附於此報告中。此種分析表共有三種(其一乃啟新磁廠所化驗者)。今特利用此項分析，以約算其礦物成分，土之鎔化點，元素比例公式，以及燃燒後之成分等。是項計算，均列成表式(見英文原文)，以供比較。

GEOLOGICAL BULLETIN

(Being the continuation of the **Bulletin of the Geological Survey of China,**
to be quoted as **Bull. Geol. Surv. China**)

NUMBER 17

OCTOBER 1931

CONTENTS

- MINERAL DEPOSITS OF EASTERN SIK'ANG (Summary).. H. C. T'AN &
C. Y. LI
- THE CLAY DEPOSITS AND PORCELAIN INDUSTRY OF
PENGCHENGCHEN, HOPEI (Summary)..... T. F. HOU
- THE COLLOID CONTENT AND PLASTICITY OF CLAY.. PU-YI WEN &
E. O. WILSON

Published by

THE NATIONAL GEOLOGICAL SURVEY OF CHINA

(Under the Ministry of Industries and
affiliated with Academia Sinica)

and

**THE SECTION OF GEOLOGY OF THE NATIONAL ACADEMY
OF PEIPING**

9 Ping Ma Ssu,
West City,
Peiping.

GEOLOGICAL BULLETIN

(Being the continuation of the Bulletin of the Geological Survey of China,
to be quoted as Bull. Geol. Surv. China)

NUMBER 17

OCTOBER 1937

CONTENTS

| | PAGE |
|---|------|
| H. C. T'AN } & C. Y. LI } :—MINERAL DEPOSITS OF EASTERN SIK'ANG (Summary) | 1 |
| T. F. HOU:—THE CLAY DEPOSITS AND PORCELAIN INDUSTRY OF PENGCHENGCHEN (Summary) | 5 |
| PU-YI WEN & } E. O. WILSON } :—THE COLLOID CONTENT AND PLASTICITY OF CLAY | 13 |

Published by

THE NATIONAL GEOLOGICAL SURVEY OF CHINA

(Under the Ministry of Industries and
affiliated with Academia Sinica)

and

THE SECTION OF GEOLOGY OF THE NATIONAL ACADEMY
OF PEIPING

9 Ping Ma Ssu,
West City,
Peiping.

MINERAL DEPOSITS OF EASTERN SIK'ANG.

By H. C. T'AN & C. Y. LI (譚錫疇, 李春昱).

(Summary)

INTRODUCTION

Sikang is the Chinese province occupying the eastern part of the high plateau of Tibet. The authors of this preliminary report, after their work in the Anningho Valley in W. Szechuan, arrived at K'angting (Tatsienlu) the capital city of the province early in the spring of 1930. They started thence and made geological observations in the districts of Chiulung, Yakiang, Lihua (Litang), Chanhua, Kantzu, Luhuo, Taofu, Taining and Tanpa during a period of over four months. Route sketches were made by compass and distance estimates. The geographical positions of all these districts have been astronomically determined with a transit and a short wave radio receiver for comparison of time. The appended map on the scale of 1:500,000 is based on these new surveys.

GEOLOGICAL OUTLINE.

Seven main divisions have been recognized in the stratigraphy of Sik'ang.

Archean gneiss: Granitic gneiss is the predominant rock. It is specially well developed in the east part of the area surveyed. This formation so far as known is poor in mineralization.

Algonkian schists: Exact relation with the Archean has not been observed. Mica schist is the principal formation, other rocks as gneiss and quartzite are frequently encountered.

Permian limestone and marble: The formation unconformably overlies the Algonkian schists. This relation has been clearly observed at Maerh in Tanpa district. The total thickness may attain over 1000 meters. Owing to the metamorphism fossils are difficult to find. Its Permian age is inferred from its stratigraphic position and the rock character. Deposits of galena, and chalcopyrite often occur in these formations.

Triassic shale and schist: Above the limestone or marble is a series of green metamorphosed shale or schists. The latter sometimes contains garnet crystals. The thickness of this series varies from a few meters to several hundred meters. It may be entirely absent.

Jurassic coal bearing series: Unconformably or disconformably above the limestone or shale formations is another metamorphic series usually containing thin seams of coal or carbonaceous shales. The rocks range from ordinary shale

to slate, phyllite and crystalline schists, or from sandstone to quartzite. Igneous intrusions are of frequent occurrence, the composition of which ranging from granite to gabbro. This series was considered as of Pre-Cambrian age by Loczy. Its Mesozoic age is however plainly evidenced by the plant fossils that the authors discovered from the shale. Quartz veins are very frequent, containing gold, pyrite, galena, arsenopyrite, chalcopyrite etc. In Tanpa district, pegmatite veins have been found containing large crystals of biotite, tourmaline (up to one foot in length) and garnet. Corundum crystals up to four inches long have been found from the schist at Yangchiawan, north of Tanpa city. This series is therefore the most important as container of mineral deposits, and by its wide distribution makes eastern Sik'ang so well known for its mineral riches. Almost in every region where this series occurs in some extent, there may be expected gold deposits either from the quartz veins or from the placers which are derived from the veins.

Cretaceous red sandstone: Only in some small areas near K'angting, occurs a red sandstone of relatively small thickness which seems comparable to the similar rock so widely represented in the Szechuan basin. It seems to be conformable with the underlying Jurassic.

Young (Quaternary) alluvial deposits: Gravel deposits in the valleys are specially developed along the Yalung river. Its thickness may attain 200-300 meters as in the case of north of Chanhua. In this occur the placer deposits constituting the best known gold centers in Sik'ang.

Although local folding is frequent in the different formations from Archean to Jurassic, yet the major structure of eastern Sik'ang seems to be more essentially due to the faulting (or thrusting). Several long fault lines are indicated on the geological map, running as a rule from NNW to SSE. These structures are probably produced by the Mid-Tertiary tectonic movement. The once reduced mountains or plateaus probably had another considerable uplift resulting in deep dissection and deposition of auriferous gravels and sands. Repeated uplifts produced renewed erosion attaching the gold bearing alluvials themselves so that a large part of these deposits have already been washed away.

MINERAL DEPOSITS.

Metallogenic provinces: There seems to be some distinct difference in the type of mineralization of the Tatuho and Yalungkiang basins. In the Tatuho basin, in the districts of Tanpa and K'angting of Sik'ang province as well as Yaan,

Yungching, Hanyuan, Yüehs'üan and Mienning districts of S. W. Szechuan, copper and lead ores are predominant while in the districts of Yakiang, Taofu, Luhuo, Kantzu, Chanhua, and Lihua in the Yalungkiang basin (therefore in the greater part of E. Sik'ang) gold deposits are frequent and of greater importance. The copper and lead ores chiefly occur in the Permian limestone while auriferous veins are chiefly present in the Jurassic formation. The richness of placer deposits in the Yalungkiang region is evidently due to wide occurrence of the Jurassic formations.

Distribution of gold deposits: Three main regions may be distinguished.

(1) *Chanhua and Lihua regions:* Total area where gold in veins or gravels and sand is about 30,000 sq. li. The best known deposits are Mèk'o of Chanhua district and Chingchangkou of Lihua district.

(2) *Luhuo and Taofu regions:* Total area also 30,000 sq. li. Ex. Motzukou, Hoya etc.

(3) *K'angting, Chiulung and Yakiang regions:* Total area over 20,000 sq. li. Ex. Pienyatzu mines of K'angting.

General character of copper, lead and silver ore veins: Galena and copper sulphide ores occur in veins which have often an oxidation zone remarkable by the red brown color of limonite. As these veins are often also auriferous, the iron cap often constitutes useful indication to the gold miners. Azurite and malachite are also of frequent occurrence when copper is present. As an example we may mention the Tengtsanwo copper deposit 30 li NE. of K'angting city where occur the veins of this type. The main vein is 200 meters long, and a few inches to 3 feet wide. The gangue minerals consist of quartz and calcite. Among the metallic minerals, bornite, malachite, azurite have been identified in association with galena, pyrite and small amount of gold. Pyrite often alters to limonite. Evidently we are still in the oxidation zone. The lead deposit of Pienyatzu consists of veins of the same type in which however argentiferous galena is more abundant. In such veins it may be hoped to reach richer ores beneath the oxidation zone actually found at a horizon where the metalliferous deposits would be enriched by secondary concentration.

Detailed descriptions of the individual deposits are given in the Chinese text.

Non-metallic minerals: Mica and other minerals from the pegmatite veins may be of practical interest. Occurrences of asbestos have been reported from Tanpa, Lihua etc. A deposit of native sulphur is known near a hot spring SE. of Kantzu.

LONGITUDE AND LATITUDE DETERMINATIONS.

The longitudes and latitudes astronomically determined by the authors are as follows:—

| <i>District</i> | <i>Longitude E</i> | <i>Latitude N</i> |
|-----------------|--------------------|-------------------|
| K'angting | 101°56'52" | 30°02'57" |
| Chiulung | 101°25'51" | 28°58'47" |
| Yakiang | 101°02'25" | 30°01'22" |
| Lihua | 100°15'29" | 29°59'57" |
| Chanhua | 100°16' 0" | 30°56'28" |
| Kantzu | 99°59'09" | 31°37'44" |
| Luhuo | 100°40'31" | 31°23' 0" |
| Taofu | 101°07'32" | 30°58'55" |
| Taining | 101°29'30" | 30°33'52" |
| Tanpa | 101°51'04" | 30°52'55" |

THE CLAY DEPOSITS AND PORCELAIN INDUSTRY OF PENGCHENGCHEN, HOPEI

(Summary)

BY T. F. HOU (侯德封)

(With 9 plates and 10 figures)

INTRODUCTION.

Pengchengchen (彭城鎮), a famous porcelain center of northern China, is situated on the southwest corner of Hopei province, about 60 li and 50 li respectively west of Tzuhsien (磁縣) and Mataouchen (碼頭鎮) stations of the Peiping-Hankow Railway. It is about 20 li from Pengchengchen southward to Liuhokou (六河溝) Coal Mine of Anyang, Honan and also about the same distance north-eastward to Yili (怡立) Coal Mine of Tzuhsien. From these two mines there are branch-lines joining the Peiping-Hankow Railway at the stations of Fenglochen (豐樂鎮) and Mataouchen respectively.

The stratigraphy, tectonic features and other geological conditions as well as the mining industry of the Tzuhsien area have already been treated by the geologists C. C. Liu¹, E. T. Nyström², Y. T. Chao and C. C. Tien³, and C. C. Wang⁴, who surveyed it at different times from 1917 to 1927. The writer paid several visits in 1929, specially interested in the mining industry⁵ and a reconnaissance study on the tectonic features.⁶ But very little has so far been known about the clay deposits of this famous porcelain center. In order to get some knowledge about the pottery materials and their geologic conditions, Dr. Wong, Director of the Geological Survey, sent me there in the spring of 1931 to study the geological condition of the clay deposits in collaboration with Mr. C. F. Lai of the Central Industrial Experimental Station, Nanking who was specially interested in the ceramic works.

The surveyed area, the so called Pengcheng Basin, is a flat valley trending north-southward about 18 kilometers long and 5 kilometers wide. The basin is

1. C. C. Liu, Report of Tzuhsien coal field, not published.
2. E. T. Nyström, Report of geology and mineral resources of southern Chihli and northern Honan, not published.
3. Y. T. Chao and C. C. Tien, On the stratigraphy of Tzuchow and Liuhokou coal fields. Bull. Geol. Surv. China No. 6.
4. C. C. Wang, Geology and mineral resources of Wuan, Anyang etc. Bull. Geol. Surv. China No. 9.
5. T. F. Hou, General statement on mining industry (The third issue).
6. T. F. Hou, Geological structures of the coal fields on the eastern flank of Taihang Mountain range. Bull. Geol. Surv. China No. 15.

bordered by the Kushan mountain range on the east and Taihangshan on the west, these ranges are all running north-southward with high peaks of not less than three hundred meters in the vicinity of Pengcheng. Rolling hills are frequently predominant in the middle belt of the basin probably due to the faulting. The main drainage is Fuyangho (滎陽河) which flows from northwest to the east of Pengcheng cutting the Kushan ridge at Chifang and Heilungtung (黑龍峒).

STRATIGRAPHY.

Stratigraphy of this district has been carefully studied by previous observers and descriptions were given in their reports. Here it is summarized briefly as follows.

I. Sinian Quartzite: Cropping out on the northern part of Kushan in the course of a normal fault.

II. Cambrian Limestone: Lying disconformably upon Sinian quartzite on the northern part of Kushan.

III. Ordovician Limestone: Building up the main reliefs on both the east and west sides of Pengcheng basin.

IV. Carboniferous and Permo-Carboniferous: Lying disconformably upon the Ordovician limestone are the clay and coal bearing series of Carboniferous and Permo-Carboniferous age widely distributed in the basin. The detailed section is given below.

| Ordovician limestone disconformity | Thickness | |
|---------------------------------------|---------------|--------|
| Taiyuan Series | (Total 124 m) | |
| Reddish shale with iron ore nodules | } 10 m | |
| Gray sandstone | | |
| Coal seam | | (.5m) |
| Gray shale | | |
| Coal seam | | (.3m) |
| Black shale with pyrite | | (2m) |
| Coal seam | | (.5m) |
| Reddish ferruginous shale | } 8 m | |
| White clay | | (.8m) |
| Gray shaly clay | | |
| Stoneware clay | | (1.3m) |

| | | |
|---|------------|--------------|
| Coal | (trace) | } 7 m |
| Bluish gray shale and shaly fire clay | | |
| Blue clay and bluish white clay | (1.5m) | |
| Coal seam | (1 m) | } 19m |
| Dark gray sandstone and shale | | |
| Yellowish sandy clay | | |
| Coal | (tr.) | |
| Gray hard sandy clay | | } 20.5m |
| Dark gray limestone with flint nodules | (6m) | |
| Gray sandstone and shale | | |
| Yellowish gray sandstone | | } 20.5m |
| Coal seams | (1.5m) | |
| Light gray sandstone | (1.3m) | |
| Gray shales and yellowish sandstone with several thin coal seams. | | 13m |
| Dark gray limestone | | 4m |
| Light blue and purple shale | | } 6.5m |
| Coal seam | (1.3-1.7m) | |
| Dark gray thin bedded limestone | (.9m) | |
| Gray and yellowish gray shale with two thin coal seams | | } 37m |
| Coal seam | (1.5m) | |
| Limestone | (3m) | |
| Shansi Series | | (total 119m) |
| Gray sandy shale and shale | | } 44m |
| Coal | (.6m) | |
| Gray shales inter-bedded with sandstone | | |
| Light gray sandstone | | |
| Black carbonaceous shale | | } 75m |
| Coal seam | (2.3-6m) | |
| Bluish gray shale | | } 75m |
| Yellowish gray sandstone | | |
| Gray shales and sandy shale with three thin coal seams | | |
| Bluish gray shale and light gray sandstone | | |

V. Permian: Conformably lying upon the Shansi Series is a series of yellowish quartzose sandstones with sandy shales and some layer of fire clays of probably the Permian age. The total thickness is uniformly about sixty meters.

VI. Triassic: Red quartzose sandstone intercalated with hard sandy clays of only about thirty meters thickness lies conformably upon the Permian yellowish sandstone, distributed in a comparative narrow area in the middle part of the Pengcheng basin.

VII. Quartzite Conglomerate: Conglomerate composed of quartzite pebbles can only be found in the southeastern corner of this area near Changho (常和). It is lying unconformably upon the Carboniferous coal series and Ordovician limestone. It is probably of Tertiary age.

VIII. Pleistocene—Loess and Limestone Conglomerate: The typical aeolian deposited loess is widely distributed in the broad valley of this basin, sometimes up to fifty meters thick. In the basal part of the loess, a layer of conglomerate composed of limestone pebbles with matrix of limy material, is occasionally present at some localities east of Yangtai (羊台) and west of Hotsun (和村).

STRUCTURAL GEOLOGY

On the whole, the Pengcheng Basin is a syncline trending from north to south. The Kushan normal fault strikes north-southward along the east side of the basin and its east block forms the Kushan ridge. Another similar and parallel fault has been found in the middle of the syncline and its east block uplifted to form the rolling hills, Eryushan (二魚山) and Kiushan (九山), where the Ordovician limestone crops out on the west of the town Pengchengchen (Fig. 2).

CLAY OCCURRENCE AND USES

No less than eight kinds of clays or related material have been mined in this district of different properties and uses. These clays, except loess, are all stratified layers in the Carboniferous, Permian and a part of Triassic formations (Fig. 3). They are, therefore, the secondary clays of sedimentary type. The occurrence and uses of these clays are as follows:

1. Blue-clay: It is a white-burning ball clay. The unburned color is dark bluish gray. It occurs in the lowest part of the Carboniferous formation under a coal seam and about twelve meters below the lowest marine bed—Taching limestone—of the series (Pl. III, Sect. VI and VII). The blue-clay constitutes a

main part in the material of porcelain making at the price of 1.4 dollars per ton. It is quite plastic but always out of shape in burning.

2. Whitish Blue-clay: It is the same bed with blue-clay, only the color being somewhere lighter in tint. The usage of this clay is to mix with the blue-clay for porcelain making in order to increase the resistance under burning.

3. White-clay: A kind of hard and fine white burning clay, light gray in unburned color, occurs in the lowest part of the coal series about .8 meters thick (Pl. IV, Sect. X). It is low in plasticity and high in shrinkage. Now it is only used for white coating on the surface of the porcelain wares. The price in Pengcheng is 1.8 dollars per ton.

4. Sagger-clay: Semi fire-clay with color of various tint makes the material of sagger. Its stratified position is shown in section I—V in plate II. The price is 1.8 dollars per ton.

5. Stoneware-clay: Of the same bed as the sagger-clay but is somewhat softer and less refractory to fusion. It is the material for a kind of hard stonewares-Kang (缸). The price is 1.68 dollars per ton.

6. Sandy-clay: Hard and siliceous sandy clays are mined in Triassic sandstones. It is only used to mix with stoneware-clay to increase the refractory.

7. Sandy-stoneware clay: A kind of coarse stoneware-clay has been mined on the north of Pengcheng for the manufacturing of a kind of stonewares—the sha-ware (砂器, 砂鍋).

8. Fire-clay: Fire bricks for the porcelain kiln building can be made by the materials obtained from several beds in the Carboniferous and Permian strata. The fire clays of this area are considerably more plastic and moderately refractory.

9. Loess: The loess which is widely distributed in the area, is partially used for the material of porcelain and stoneware manufacturing by mixing with the blue-clay and stoneware-clay and for the black colored glaze of the ware especially the stonewares. The price is about one dollar per ton.

10. Other materials for porcelain: Quartz and calcite which are sometimes used as an analyzer of porcelain material, occur in the veins and fissures in the Ordovician limestone. But now they are seldom used in Pengcheng.

ESTIMATED RESERVES OF CLAY

According to the geological distribution the reserve would come to a very big figure calculated from the whole area. But in a greater part, it cannot be defini-

tely concluded before the clay samples have been examined and tested. From the known places, and calculated only to moderate depth we estimate the actual reserves as follows:

| Reserves of Blue-clay and whitish Blue-clay | | (To 100m depth) |
|---|------------------------|--------------------|
| (A) Machiachuang (馬家莊) area..... | 10,000,000 | ton |
| (B) Changchialou (張家樓) area..... | 1,000,000 | „ |
| (C) Linchiachuang-Hsiahoukou (蘭家莊, 下河溝) area.. | 2,500,000 | „ |
| | <u>Total....</u> | 13,500,000 „ |
| | Quantity already mined | 6,500,000 „ |
| | <u>Present reserve</u> | <u>7,000,000 „</u> |
| Reserves of Stoneware-clay and Sagger-clay | | |
| Linchiachuang, Hsiahoukou and Sunchuang area.... | } .. | 14,000,000 „ |
| Changchialou, Hochuang and Hsimiao area..... | | |
| Assuming $\frac{1}{3}$ as already mined, then the present reserve.. | | 10,000,000 „ |
| Reserves of White-clay | | |
| Yangtai area | 3,000,000 | „ |
| Changchialou area | 3,000,000 | „ |
| West of Kiaocheng (交城) and Hsiahoukou (considerably rich)..... | 6,000,000 | „ |
| The present reserve (assuming $\frac{2}{3}$ as remaining)..... | <u>4,000,000</u> | <u>„</u> |

OUTPUT AND CONSUMPTION

Clay is mined by numerous native pits about 20 to 60 meters deep with tunnels no longer than ten metres in length at the bottom. There are no less than one hundred working pits around the town of Pengchengchen and about two thousand and five hundred labourers are working. The annual output is given below:

| Annual Output: | (tonnage) | Price (dollars) |
|---|------------------|-----------------|
| Blue clay and whitish Blue-clay..... | 40,000 | 50,000 |
| Stoneware-clay, sagger-clay and sandy-clay. | 30,000 | 54,000 |
| Loessic clay..... | 4,000 | 4,000 |
| Fire clay..... | 2,000 | 2,000 |
| Sandy Stoneware-clay | 15,000 | 25,000 |
| White-clay..... | 3,000 | 10,000 |
| | <u>Total....</u> | <u>145,000</u> |

The quantity consumed is very close to the figure of the output.

PORCELAIN INDUSTRY

Following is a summarized table for the porcelain industry of Pengcheng.

| Kinds of Kiln | Number of Kilns | Price of output for each kiln each time | Annual output (dollars) | Number of labourers |
|---------------|-----------------|---|-------------------------|---------------------|
| Biggest Kiln | 10 | 800 (dollars) | 60,000 | 600 |
| Big Kiln | 50 | 600 | 240,000 | 2,000 |
| Small Kiln | 50 | 300 | 150,000 | 2,000 |
| Smallest Kiln | 20 | 100 | 20,000 | 400 |
| Total | 130 | | 470,000 | 5,000 |

Besides porcelain manufacturing there are thirty five kilns for stonewares with a total annual output of about 100,000 dollars in value, and fourty kilns for sandy stonewares in the villages Yiching (義井) and Pachien (拔劍) about fifteen li north of Pengcheng with a total annual output of no less than 120,000 dollars in value.

Several kinds of important material used in porcelain manufacturing are bought from other places. These are white glaze, colored glaze and fuel. The white glaze, feldspar from diorite, comes from Fangshan (方山) near Suiyehchen (水冶), Anyang district, Honan, about sixty li south of Pengcheng. The rock is ground with water power at Heilungtung. This ground material (contains 5 % of water) is sold at 14 dollars per ton, and 2500 tons of it are used in Pengcheng every year.

The colored glaze cobalt oxide (blue), chromium or copper oxide (green), iron oxide (purple to black), and the opaque glaze, tin oxide, are used. They are all bought from abroad except the iron oxide. The total cost of annual consumption of cobalt oxide, which is very commonly used in Pengcheng, amounts to about 135,000 dollars according to the market price of 9 dollars per pound in the spring of 1931, as the total consumption is 15,000 pounds.

Coal is brought from Taichai (台寨) about eighteen li south of Pengcheng at the price of 3.80 dollars per ton, and 20,000 tons of coal are required in Pengcheng in a year.

THE COLLOID CONTENT AND PLASTICITY OF CLAY.*

BY

WEN PU-YI** & E. O. WILSON (溫步頤, 衛爾遜)

The colloid content of soils and clays is a matter of great importance, both to agriculture and to the ceramic industries. The exact composition and properties of the colloidal material in clay is a matter of dispute. The United States Bureau of Soils⁽¹⁾ has separated the colloidal matter (which they call ultra clay) from forty four samples of typical soils in the United States. They find that the ultra clay varies with different samples but consists mainly of the hydrated silicate of aluminium and contains varying amounts of ferric hydroxide, silicic acid, organic matter, and possibly aluminium hydroxide. Their results show that the amount of colloidal matter in soils is much greater than was formerly supposed, varying from 6 to as high as 60 percent for the more plastic clays. They have confirmed Ashley's⁽²⁾ experience that the amount of colloidal material in a clay may be determined by the relative amount of malachite green oxalate absorbed from solutions of this dyestuff. The results obtained by the dye technique closely check those obtained by the ammonia absorption method. There is a certain amount of material, not colloidal, in most clays which will also absorb malachite green from solution. This amount is small, usually around 5% and was neglected in the experiments reported in this paper. Our results give only the relative amounts of colloidal material in different samples and cannot be expressed in terms of percentages.

In the ceramic industries the property of plasticity of clay is of paramount importance. Mellor⁽³⁾ defines plasticity as a "property of wet clay which enables it to change its shape without cracking when subjected to a deforming stress". Clays useful in the ceramic industries must have, in addition to plasticity, good binding power, so that the impressed shape of the wet clay will be retained when it is dried and burned. It is quite generally believed that the plasticity of clay is proportional to the colloidal material it contains, but there is little direct experimental evidence to support this view. As the object of the present investigation was to determine the relative plasticity of samples of clays actually used in the ceramic industries of North China, it seemed desirable to check the results obtained by the dye absorption test with some test, based on different properties.

*Contribution from the Department of Chemistry, Yenching University, Peiping.

**Present address: Ginling College, Nanking.

which is known to give results agreeing with the experience of practical ceramic engineers. L. E. Jenks⁽⁴⁾, working in the Cornell laboratory has evolved such a test. The procedure of this test is as follows: "a small amount of the material to be tested, in a fine state of subdivision, is moistened to its highest plasticity, as determined under the thumb, moulded in the palm of the hand to a test-ball which is allowed to dry undisturbed in the air 16 to 24 hours. The test-ball is then so placed in an excess of water that the spalled particles may fall away from the disintegrating test-ball."

The time in minutes required for the wasting away of the test-ball is recorded as the relative plasticity of clay for that material.

This test was used by Jenks on a number of samples supplied by the Norton Company of Worcester, Mass., and found to check well with the known plastic properties of the same clays. The disintegration of the ball of clay in water seems to depend on surface energy and solubility effects. Jenks pictures a continuous gelatinous phase formed by the gelatinous films at the surfaces of the clay particles. In water this gelatinous phase is gradually replaced by an aqueous phase, the time required for this change being a measure of the plasticity. This test is referred to in the following as the Bancroft test, being so designated by Jenks.

The relative plasticity of twenty representative samples was tested by the above methods and the results compared.

Clay suspended in water is negatively charged and electrolytes have important effects on flocculation, deflocculation, and plasticity. These principles have important applications in the preparation of clay slip for casting, etc. A brief preliminary study of the effect of certain electrolytes on ceramic clays used at P'engcheng (彭城) and Tangshan (唐山) was made and the results reported in this paper.

Since so few analyses of Chinese clays have been published it was thought worth while to include in this paper the results of analyses made in this laboratory on a typical pottery clay, a glaze and an analysis of a refractory clay used at Tangshan. The latter analysis was kindly finished by Dr. Guenther of the Chee Hsin Pottery Co. Certain properties derived from the analytical data are also included.

EXPERIMENTAL PART

1. Materials:

The sources and general characteristics of the samples are described below:

Three kinds of clay are used in the P'engcheng (彭城) ceramic industries.

- A. Sagger clay.—Commonly called Lungtu; after burning it has a straw color.
- B. Jar clay.—Produced in Liulikou and Hsiaohokou, being used as the main ingredient for big Jars.
Since this is one of the most important products there, a very thorough study has been made. The color after burning is deeper than (A).
- C. Bowl clay.—Produced in Louchwan, Wanyangtai and Wangchia-chwang. Used as the principal ingredient for bowls and wares of better quality. The color after burning is white.
Four samples from Tangshan (唐山) supplied by the Chee Hsin Pottery Co. (啓新磁廠) and used by that factory as well as the native small scale factories of that region.
- D. Banbidien (半壁店) named after the place of production, it is the chief ingredient of the stone ware and procelain produced by the Chee Hsin Pottery. It has, even after fine grinding, almost no plasticity but it is highly refractory and the color after burning is white.
- E. No. 2 clay.—light shaded white when burnt.
- F. No. 4 clay.—light gray when burnt.
- G. No. 6 clay.—It is sandy, has little plasticity and is colored gray when burnt. It is probably used for firebricks.
Five samples from various sources.
- H. Chefoo earth.—Pure white, highly plastic and sticky when moistened with water, but after burning it is dark red.
- I. Pai Mei Tu (earth).—Highly sticky and plastic when moistened and the color after burning is red.
Two samples obtained from Meih sien (廣東梅縣).
- J. Jar clay.—For making jars, very fine, colored bright red and with a smooth fine surface when burnt.
- K. Porcelain clay.—For making porcelain wares. The color after burning is white.
One sample from Kirin (吉林) supplied by Professor Barbour of the Department of Geology, Yenching University.
- L. Kirin earth (吉林土).
Eight samples were supplied by the National Geological Survey, Peiping (北平中國地質調查所).

- M. Kaolinite.—From Anhwei (安徽祁門大北港) has very little binding power, colored white when burnt.
- N. Kaolinite (brick form).—From Kiangsi (江西萍鄉) colored white when burnt.
- O. P'engcheng clay.—From (河北磁縣彭城) colored white with light reddish tint when burnt.
- P. Shansi.—From (山西襄垣上豐村南溝) colored white after burning.
- Q. Hopei clay.—From (河北灤縣唐山) colored light straw after burning.
- R. Shansi clay.—From (山西平定蔭營村) colored orange after burning.
- S. Shantung clay.—From (山東博山山頭村) colored light red when burnt.
- T. Shantung clay.—From (山東淄川范廠村) colored white.

Besides, one sample of white glaze (Pai Yüe) used in P'engcheng has also been analyzed and studied.

2. Experimental Procedure:

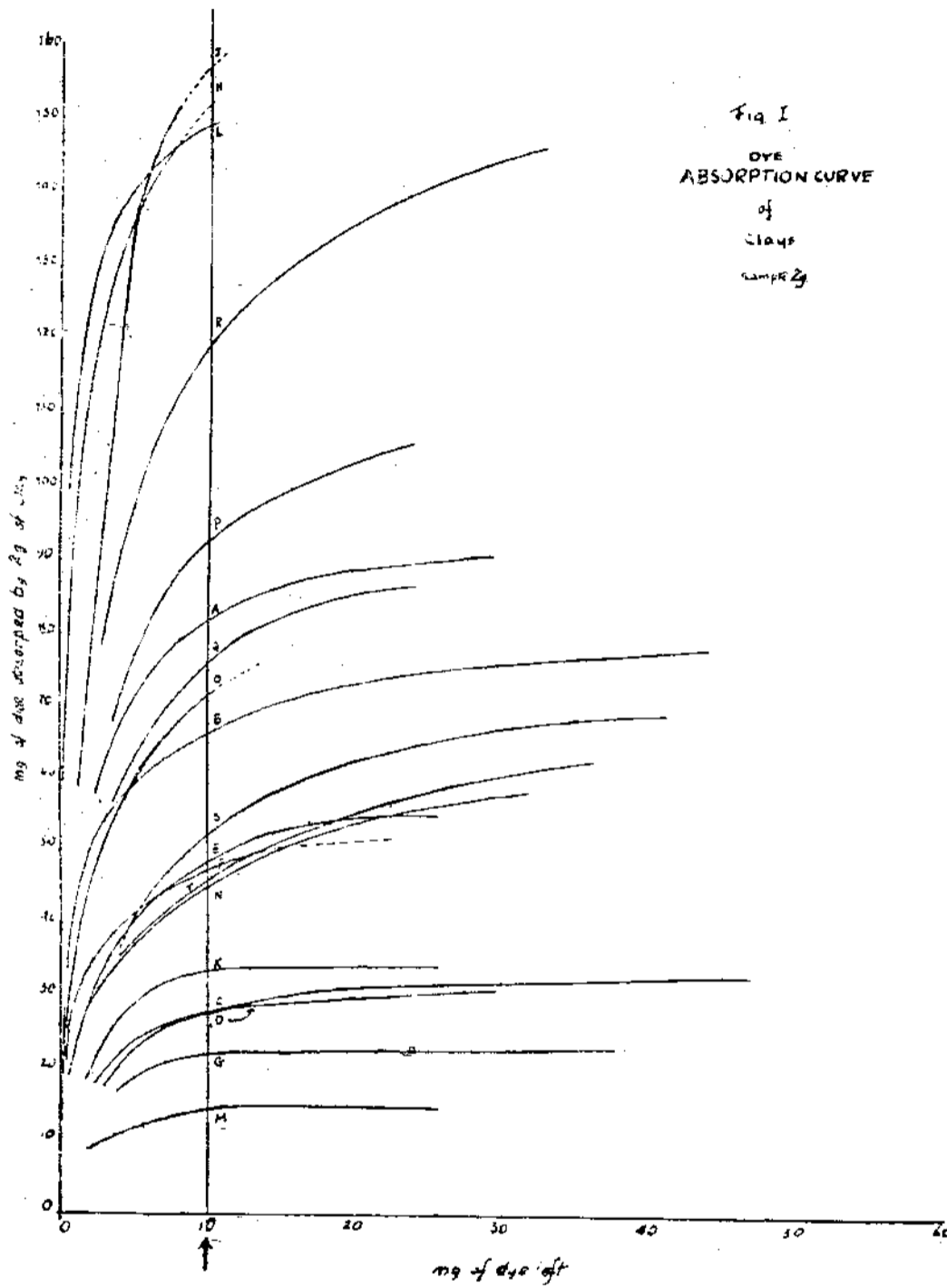
(a) Chemical Analysis.

A typical sample B, P'engcheng Jar Clay, and a sample of glaze were analyzed. The standard methods as given in Mahin's "Quantitative Analysis," were followed. Alkalies were determined by the Perchloric acid method.

(b) Determination of plasticity by the dye absorption method.

Two grams of clay were weighed accurately and shaken with a little distilled water in a 200 c.c. flask. Five c.c. of 0.1 N— $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ solution (excess) were added. The flask was stoppered and shaken for 15 min. to completely precipitate the calcium. Then varying quantities of 0.2% Malachite green solution were added and the volume made up to 95 c.c. with distilled water. The flask was then stoppered and rotated in an end over end shaking machine for one hour. Five c.c. of N—NaCl solution was then added to flocculate the colloidal material, and the suspension decanted into 100 c.c. Nessler tubes, and allowed to stand for 24 hours. A portion of the clear supernatant liquid was drawn off with a pipette and compared by means of a colorimeter with a standard solution of dye to which have been added all of the reagents used with the sample.

The results are shown in table II (p. 19) and in graphical form in figure I.



(c) Determination of Plasticity by Bancroft's test.

Five grams of clay, dried and ground as for commercial use, were weighed out and moistened with distilled water to its optimum plasticity—as determined under the thumb. This was well kneaded and moulded into a ball in the palm

of the hand, allowed to dry for one day in the air and the air dried ball so placed in an excess of water at room temperature that as the ball disintegrated the particles would fall away from it. The time in minutes taken for the disintegration of the ball of clay to a mud gives the measurement of the relative plasticity of the clay. If no disintegration occurred after an elapse of 3 hours, 200 was taken instead of finding the actual time in minutes.

The results are as shown on table III (p. 19).

(d) Influence of Electrolytes on Plasticity.

Five grams of clay were weighed out into a casserole. Different quantities of electrolyte solution (N-NaCl or 5% Na_2CO_3) were added from a burette. Enough water was added to make a slip and the mixture thoroughly stirred and evaporated to dryness over a water bath. When cool this was moistened with distilled water to optimum plasticity and moulded into a ball. The rest of the procedure was the same as the Bancroft's method described above. The effect of added N-NaCl, 5%- Na_2CO_3 and 5% KOH together with the corresponding pH values are shown in tables VIII, IX, and X (pp. 27 & 28).

RESULTS AND DISCUSSION.

(A) Chemical Analysis.

Table I.
Chemical Composition of Raw Materials; Percentages.

| | B Jar clay | Pai Yüe | D Banbidien |
|-------------------------|------------|---------|-------------|
| Moisture | 0.77 | 0.62 | |
| SiO_2 | 52.02 | 65.56 | 55.54 |
| Al_2O_3 | 31.18 | 17.12 | 28.70 |
| Fe_2O_3 | 1.75 | 2.08 | 0.50 |
| MnO_2 | 0.22 | 0.06 | |
| MgO | 0.13 | 0.97 | 0.25 |
| CaO | 0.64 | 4.42 | 0.50 |
| K_2O | 0.25 | 2.21 | |
| Na_2O | 1.17 | 6.35 | |
| Ignition loss | 10.04 | 1.34 | 14.88 |
| SO_3 | 0.08 | 0.02 | |
| Total | 98.25 | 100.75 | 100.37 |

Based on the results of chemical analysis shown above the following properties may be estimated:

a. Percentage Composition after Firing.

This was calculated by subtracting the percentage of moisture and loss on ignition from the total, and the percentages of the oxides recalculated on the new basis. Results are shown in table II. The results in this form may be used to calculate the composition of the mixtures necessary to produce a given product in the burnt condition.

Table II.
Composition of Raw Material after Firing.

| | B Jar Clay | Pai Yüe | D Banbidien |
|--------------------------------|------------|---------|-------------|
| SiO ₂ | 59.50 | 66.36 | 64.97 |
| Al ₂ O ₃ | 35.67 | 17.33 | 33.58 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.00 | 2.11 | 0.58 |
| MnO ₂ | 0.25 | 0.06 | 0.0 |
| MgO | 0.15 | 0.98 | 0.29 |
| CaO | 0.73 | 4.47 | 0.58 |
| K ₂ O | 0.29 | 2.24 | |
| Na ₂ O | 1.34 | 6.43 | |

b. Empirical Formulas ⁽⁶⁾.

The molecular proportions of the above samples were calculated by dividing the percentage of each by its molecular weight and adding them together according to their formulas into three groups; RO₂ (SiO₂), R₂O₃ (Al₂O₃), and RO, the rest of basic oxides. Fe₂O₃ was first calculated as FeO and included in the RO group. The numerals obtained were then reduced to the basis of "Alumina unity". Results are as shown in the following table.

Table III.
Empirical Formula of Raw Material.

| | X RO | R ₂ O ₃ | YRO ₂ |
|-------------|-------|-------------------------------|------------------|
| B Jar clay | 0.25 | 1 | 2.82 |
| Pai Yüe | 1.52 | 1 | 6.50 |
| D-Banbidien | 0.076 | 1 | 3.29 |

c. Ludwig's chart of isotectic lines of fire clays.

The approximate fusion point can be shown if the empirical formula calculated above (Table III) is plotted on Ludwig's chart; RO on the X-axis, and RO_2 on Y-axis. Here in figure 2 the isotectic lines corresponding to the fusion point of the Segar cones above 30 are drawn and the approximate temperature given. The jar clay was found to fuse at 31 Segar cone and Banbidien between 31 and 33. No place was found for Pai Yüe in the chart, it having too high an alkali content and not belonging to the class of fire clays. These results check the known properties of the materials; Banbidien being quite refractory, Pai Yüe a glaze and Jar clay a moderately refractory clay.

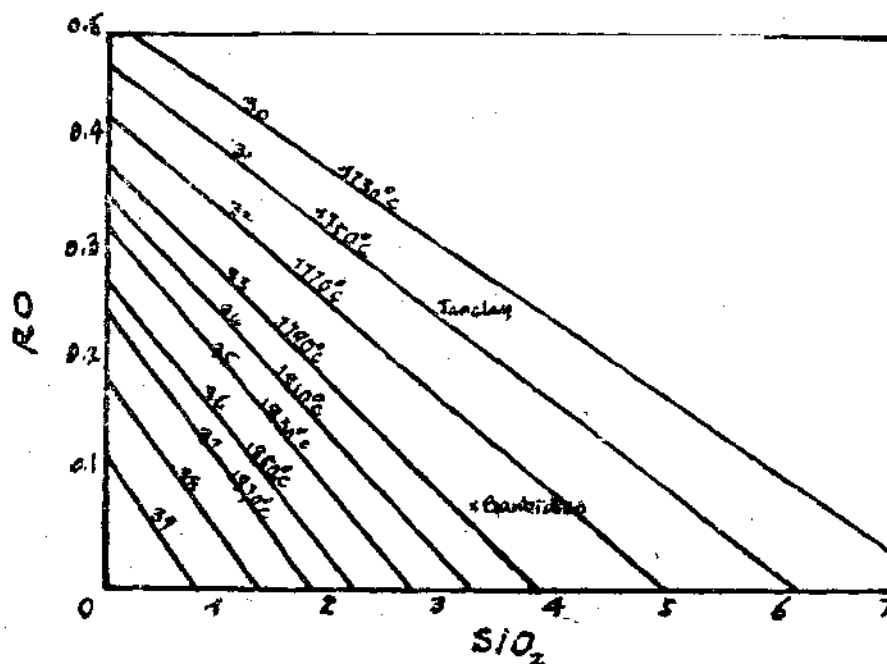


Fig. 2 Ludwig's Chart of Isotectic Lines of Fire Clays.

d. Estimation of Mineral Composition.

By assuming that the alkalis were all derived from felspar ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$) its percentage could be calculated. From the percent of Al_2O_3 subtract the portion present as felspar, the remainder is the Al_2O_3 present as pure clay ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 6H_2O$). It can be estimated similarly. The sum of SiO_2 present as felspar and true clay is subtract-

ed from the total percent of SiO_2 thus getting the percent of free quartz. Since the alkali content in the sample D had not been determined only those of Jar clay and Pai Yüe were calculated and the rational analysis reported by Dr. Guenther is put here for comparison.

Table IV.
Mineral Composition of Raw Materials.

| | Felspar | True clay | Quartz |
|-------------|---------|-----------|--------|
| B Jar clay | 12.06 | 73.66 | 9.80 |
| Pai Yüe | 69.65 | 11.03 | 15.18 |
| D Banbidien | 1.68 | 91.88 | 6.44 |

(B) Colloid Content by the Dye Absorption Method.

Table V.
Absorption of Malachite Green by Clays.

| Sample | Vol. of dye added cc. | Wt. of dye added mg. | Wt. of dye left mg. | Wt. of dye absorbed mg. |
|--------|-----------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|
| A | 30 | 60 | 2.40 | 57.60 |
| | 40 | 80 | 5.60 | 74.40 |
| | 50 | 100 | 14.80 | 85.20 |
| | 60 | 120 | 29.68 | 90.32 |
| B | 20 | 40 | 0.74 | 32.96 |
| | 40 | 80 | 12.24 | 67.76 |
| | 50 | 100 | 25.56 | 74.44 |
| | 60 | 120 | 42.86 | 77.14 |
| | 70 | 140 | 57.60 | 82.40 |
| C | 10 | 20 | 2.21 | 17.18 |
| | 20 | 40 | 11.80 | 28.20 |
| | 30 | 60 | 28.00 | 32.00 |
| | 40 | 80 | 47.04 | 32.96 |
| D | 10 | 20 | 2.21 | 17.79 |
| | 15 | 30 | 5.60 | 24.40 |
| | 20 | 40 | 12.08 | 27.92 |
| | 30 | 60 | 29.92 | 30.08 |
| E | 10 | 20 | 0.64 | 19.36 |
| | 20 | 40 | 3.80 | 36.20 |
| | 30 | 60 | 10.80 | 49.20 |
| | 40 | 80 | 25.20 | 54.80 |

Table V.—(Continued)

| Sample | Vol. of dye added cc. | Wt. of dye added mg. | Wt. of dye left mg. | Wt. of dye absorbed mg. |
|--------|-----------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|
| F | 10 | 20 | 0.32 | 19.68 |
| | 15 | 30 | 0.88 | 29.12 |
| | 20 | 40 | 2.80 | 37.20 |
| | 30 | 60 | 11.84 | 48.16 |
| G | 10 | 20 | 3.64 | 16.36 |
| | 15 | 30 | 8.72 | 21.28 |
| | 20 | 40 | 18.00 | 22.00 |
| | 30 | 60 | 37.60 | 22.40 |
| H | 30 | 60 | 0.19 | 59.81 |
| | 45 | 90 | 0.86 | 89.14 |
| | 60 | 120 | 2.43 | 117.57 |
| | 75 | 150 | 6.80 | 143.20 |
| I | 35 | 70 | 0.04 | 69.96 |
| | 50 | 100 | 0.08 | 99.92 |
| | 65 | 130 | 0.10 | 129.90 |
| | 80 | 160 | 0.12 | 159.88 |
| J | 30 | 60 | 1.20 | 58.80 |
| | 50 | 100 | 3.00 | 97.00 |
| | 65 | 130 | 4.29 | 125.70 |
| | 80 | 160 | 8.00 | 152.00 |
| K | 10 | 20 | 1.94 | 18.06 |
| | 20 | 40 | 7.36 | 32.64 |
| | 25 | 50 | 16.32 | 33.68 |
| | 30 | 60 | 26.40 | 33.60 |
| L | 50 | 100 | 0.69 | 99.3 |
| | 60 | 120 | 1.50 | 118.5 |
| | 70 | 140 | 3.68 | 136.3 |
| | 80 | 160 | 10.40 | 149.6 |
| M | 5 | 10 | 1.40 | 8.60 |
| | 10 | 20 | 7.13 | 12.87 |
| | 16 | 32 | 17.20 | 14.80 |
| | 20 | 40 | 25.40 | 14.60 |
| N | 15 | 30 | 1.40 | 8.60 |
| | 25 | 50 | 7.94 | 42.06 |
| | 35 | 70 | 17.40 | 52.6 |
| | 45 | 90 | 32.20 | 57.8 |

Table V.—(Continued)

| Sample | Vol. of dye added cc. | Wt. of dye added mg. | Wt. of dye left mg. | Wt. of dye absorbed mg. |
|--------|-----------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|
| O | 10 | 20 | 0.18 | 19.82 |
| | 20 | 40 | 1.36 | 38.64 |
| | 30 | 60 | 4.16 | 55.84 |
| | 40 | 80 | 9.40 | 70.60 |
| P | 35 | 70 | 3.66 | 66.34 |
| | 45 | 90 | 6.10 | 83.90 |
| | 55 | 110 | 13.10 | 96.90 |
| | 65 | 130 | 24.00 | 106.00 |
| Q | 30 | 60 | 3.5 | 56.50 |
| | 35 | 70 | 5.5 | 64.50 |
| | 45 | 90 | 11.8 | 78.20 |
| | 55 | 110 | 23.9 | 86.10 |
| R | 40 | 80 | 2.6 | 77.40 |
| | 55 | 110 | 5.9 | 104.10 |
| | 75 | 150 | 17.4 | 132.60 |
| | 90 | 180 | 33.3 | 146.70 |
| S | 20 | 40 | 4.6 | 36.00 |
| | 35 | 70 | 13.4 | 56.60 |
| | 45 | 90 | 25.1 | 64.90 |
| | 55 | 110 | 41.3 | 68.70 |
| T | 20 | 40 | 4.2 | 35.80 |
| | 30 | 60 | 12.0 | 48.00 |
| | 40 | 80 | 24.4 | 55.60 |
| | 50 | 100 | 46.3 | 53.70 |

The absorption curves are very instructive and show that it is possible, by this method, to determine the relative plasticity of various clays. The Bancroft D is known to have almost no plasticity. Its absorption curve is flat and only 28 mg. of dye are absorbed at the chosen base of 10 mg. of dye in the equilibrium solution. A general analysis of the results leads to the following conclusions. Clays K, C, D, G, and M have almost no plasticity. N, T, F, E, and S are of moderate plasticity, B, O, Q, and A have good plasticity while P, R, L, H and J have very high plasticity. These statements are made on the assumption that colloid content is proportional to plasticity. That this is true with a few exceptions is indicated by the comparison with the Bancroft plasticity test given below.

(C) Determination of Plasticity by Bancroft's Test.

Table VI.

Relative Plasticity by Bancroft's Test Sample of Clay, 5 grams.

| | | | |
|-----------------|-------|--------------------|------|
| A. Sagger clay | 10.5 | K. Porcelain clay | 3.5 |
| B. Jar clay | 9.5 | L. Kirin clay | 5.9 |
| C. Bowl clay | 4.8 | M. Kaolinite | 2.7 |
| D. Banbidien | 3.9 | N. Kaolinite | 4.7 |
| E. No. 2 clay | 6.4 | O. P'engcheng clay | 8.3 |
| F. No. 4 clay | 4.8 | P. Shansi clay | 11.6 |
| G. No. 6 clay | 3.0 | Q. Hopei clay | 9.4 |
| H. Chefoo earth | 200.0 | R. Shansi clay | 12.3 |
| I. Pai Mei Tu | 200.0 | S. Shantung clay | 8.5 |
| J. Jar clay | 18.0 | T. Shantung clay | 7.1 |

It is commonly believed that the plasticity of a clay varies with its colloid content. The capacity of the colloidal material in clay to absorb or "adsorb" certain basic dyes has been accepted by some colloid chemists as a measure of the colloid content of the clay⁽⁶⁾. But it has been pointed out by J. W. Mellor⁽⁶⁾ that: "It (i.e., this conclusion) seemed to be invalid because there is nothing to show that the colloidal matter in different clays have the same adsorptive power." Hence a comparative study of the results obtained by two methods based on different colloidal properties of clay would probably give some light as to the reliability of each method. It has been shown by C. J. Moore, W. H. Fry, and H. E. Middleton⁽²⁾ that in studying plasticity by the dye adsorption method, comparable results can be obtained by "adding such amount of dye as to leave an approximately constant quantity in solution after the sample had absorbed all it would under the conditions." Since the absorption curve of each kind of clay has been studied and plotted on Fig. 1. It was only necessary to choose a suitable X-axis so as to cut all the curves at points of constant concentration left in solution. X=10 mg. was chosen and the line drawn because it cuts most of the curves after the most abrupt change on the left and in addition there are very few crossings beyond this arbitrary axis, that is to say, at least it represents fairly closely the order of relative absorptive power if the clays were all saturated. The relative plasticity obtained by this method was

then compared with the results obtained by Bancroft's method, as shown in table VI (p. 24), and plotted with the former as ordinate and latter as abscissa in figure 3. It can be seen that these two methods check very closely and the variation in most cases are smaller than experimental errors, except in case of sample L from Kirin which is a kind of earth which has a high absorptive power but low Bancroft's number, and some highly sticky and plastic earths. A further study of such exceptional materials would probably show that they are not true clays. Therefore, in spite of the probable difference of colloidal matters present, the two methods give a close check with each other and also with the "feel" under the thumb, which is the common practical test for plasticity.

Table VII.

Comparison of Plastic Value as Obtained by Dye Adsorption and Bancroft's Test.

| Sample | Relative Plasticity by Dye Adsorption Method. | Relative Plasticity by Bancroft's Test |
|--------|---|--|
| I | 200 | 200 |
| J | 157 | 18 |
| H | 152 | 200 |
| L | 149 | 45.9 |
| R | 119 | 12.3 |
| P | 92 | 11.6 |
| A | 81.6 | 10.5 |
| Q | 76 | 9.4 |
| O | 71 | 8.3 |
| B | 66 | 9.5 |
| S | 52 | 8.5 |
| E | 48.5 | 6.4 |
| F | 47 | 4.8 |
| T | 46 | 7.1 |
| N | 45 | 4.7 |
| K | 33 | 3.5 |
| D | 27.5 | 4.8 |
| D | 27.5 | 3.9 |
| G | 22 | 3.0 |
| M | 14 | 2.7 |

(D) Influence of Electrolytes on Plasticity.

From the study of plasticity by the two methods given above it is evident that they agree fairly well. The better grades of clay used both at P'engcheng (C-Bowl clay) and Tangshan (D-Banbidien) for the manufacture of porcelain wares are low in plasticity. It has been pointed out by Mellor and others that

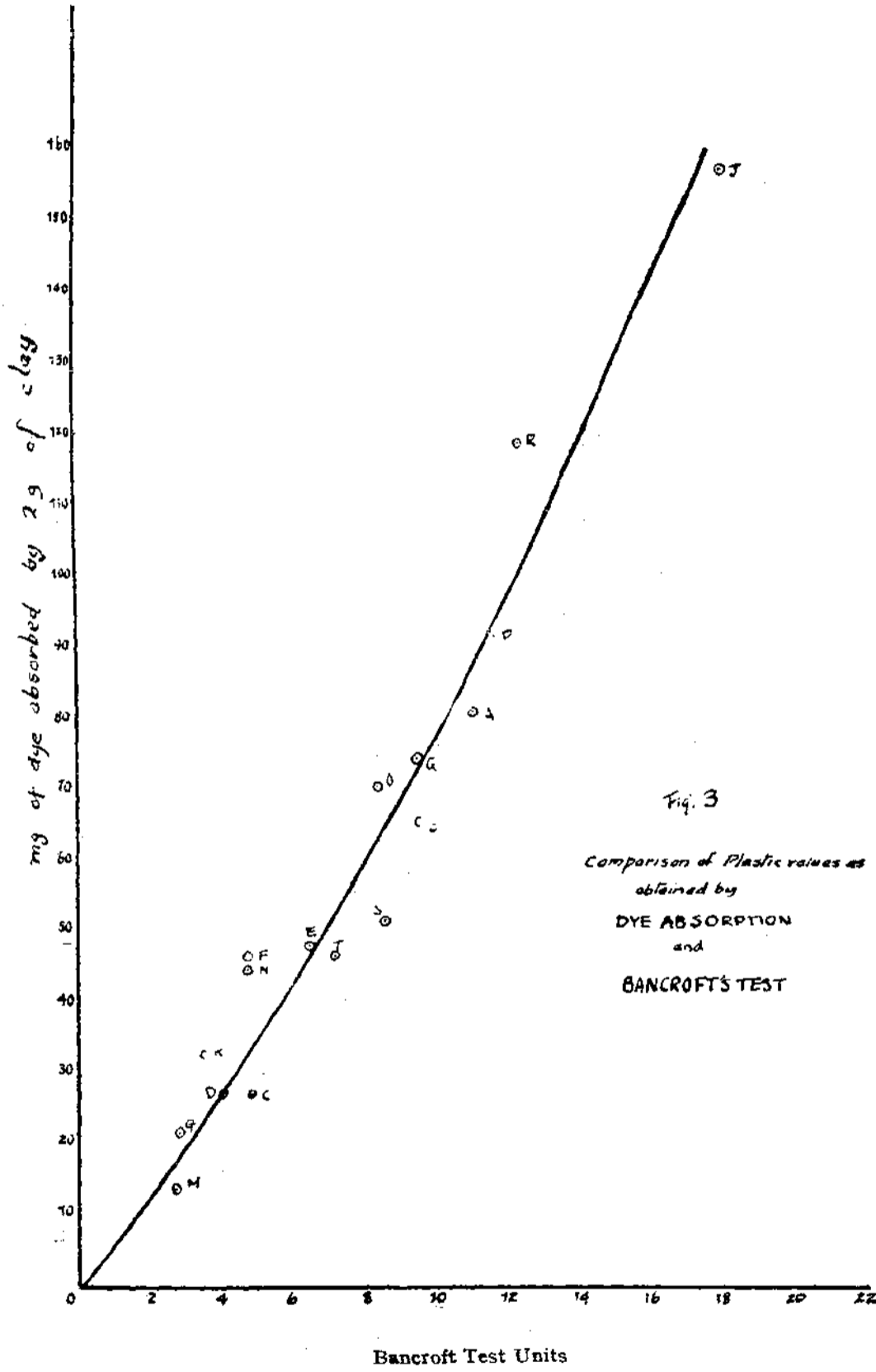
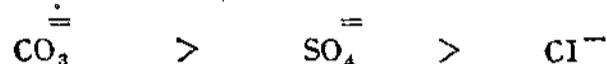


Fig. 3
Comparison of Plastic values as
obtained by
DYE ABSORPTION
and
BANCROFT'S TEST

clays in colloidal suspension may be flocculated or deflocculated by the addition of electrolytes, thus influencing the plasticity. And a study of the influence of electrolytes on the plasticity of both kaolin and alumina silica gel made by L. E. Jenks⁽⁴⁾ has led to the conclusion that the increase of plasticity due to the addition of sodium salts may be arranged, with respect to the anions, as follows:



Hence two typical samples were selected for the following experiment. One was sample B, P'engcheng jar clay, of moderate plasticity, the other was Banbidien Sample D, from Tangshan, which has a very low plastic value.

Table VIII.
Influence of NaCl on Plasticity.

| B Jar clay | | | D Banbidien | | |
|--------------------------|------------|-------|--------------------------|------------|-----|
| Vol. of N-NaCl added cc. | Plasticity | | Vol. of N-NaCl added cc. | Plasticity | |
| 0.0 | 8.9 | (b) | 0.0 | 3.2 | (b) |
| | (a) | (b) | | (a) | (b) |
| 0.5 | 20.3 | 14.7 | 0.5 | 3.9 | — |
| 1.0 | 19.6 | 20.5 | 1.0 | 4.7 | 4.8 |
| 1.5 | — | 15.5 | 2.0 | 5.2 | 4.5 |
| 2.0 | 18.4 | 14.0 | 4.0 | 5.3 | 4.3 |
| 4.0 | 14.0 | 12.1 | 6.0 | — | 5.3 |
| 6.0 | — | 150.0 | 7.0 | 5.3 | — |
| 7.0 | 200.0 | 200.0 | 8.0 | — | 5.3 |
| 8.0 | 200.0 | — | 10.0 | — | 5.8 |
| 10.0 | — | 200.0 | 15.0 | — | 6.7 |
| | | | | | 4.0 |

Table IX.
Influence of Na₂CO₃ on Plasticity.

| B Jar clay | | | | D Banbidien | | | |
|--|------------|------|----------|--|------------|------|----------|
| Vol. of 5% Na ₂ CO ₃ added cc. | Plasticity | | pH value | Vol. of 5% Na ₂ CO ₃ added cc. | Plasticity | | pH value |
| 0.0 | (a) | (b) | 7.9 | 0.0 | (a) | (b) | 7.8 |
| | (a) | (b) | | | (a) | (b) | |
| 0.5 | 74.0 | 65.0 | 10.2 | 1.0 | 8.8 | 9.0 | 10.5 |
| 1.0 | 70.0 | 51.8 | 10.5 | 3.0 | 10.5 | 9.5 | 10.7 |
| 2.0 | 42.0 | 43.0 | 10.7 | 5.0 | 11.0 | 10.6 | 10.8 |
| 4.0 | 44.0 | — | 10.8 | 7.0 | 13.4 | 12.4 | 10.9 |
| 5.0 | — | 47.7 | — | 9.0 | 15.0 | 14.9 | 11.0 |
| 6.0 | 46.0 | — | — | 11.0 | 16.5 | 18.2 | 11.0 |
| 7.0 | — | 46.0 | 11.0 | 14.0 | 17.0 | — | — |
| 8.0 | 47.5 | — | — | | 17.0 | 20.0 | — |
| 10.0 | 46.3 | 45.0 | 11.0 | | | | |
| 15.0 | 64.0 | — | — | | | | |

Table X.
Influence of KOH on Plasticity.

| B Jar clay (5 g.) | | | D Banbidien | | | | |
|---------------------------|------------|-----|-------------|---------------------------|------------|-----|-------------|
| Vol. of KOH 5% add. cc | Plasticity | | pH value | Vol. of KOH 5% add. cc | Plasticity | | pH value |
| | (a) | (b) | | | (a) | (b) | |
| 0.1 | 8.3 | 8.5 | 9.8 | 0.0 | 3.9 | 3.5 | 8.3 |
| 0.2 | 8.0 | 7.8 | 10.6 | 0.2 | 4.1 | 4.1 | 9.2 |
| 0.3 | 7.8 | 7.6 | 11.0 | 0.3 | 4.8 | 4.0 | 10.1 |
| 0.4 | 7.0 | 7.0 | 11.1 | 0.4 | 6.5 | 4.4 | 11.2 |
| 0.7 | | 6.3 | | 0.7 | | 4.6 | |
| 1.0 | | 7.4 | | 1.0 | | 4.6 | |
| 1.5 | | 7.5 | | 1.5 | | 7.3 | |
| 2.0 | | 8.6 | | 2.0 | | 5.5 | |

From the data shown above, obviously it can not be concluded that one sodium salt will increase the plasticity of clay more than another as L. Jenks has said. Instead, each kind of salt seems to have a specific action on different kinds of clay.

NaCl—a very small amount produced a marked increase in plasticity on Jar clay, further addition of this electrolyte caused first a decrease in the plasticity value and then a sharp increase when more than 4 c.c. of the normal solution were added, a final plasticity of 200 being obtained. When the ball disintegrated in water it did not fall into mud but formed small flasks.

On the other hand NaCl had very little effect on Banbidien, when excess was added (15 c.c.) the plasticity was decreased, probably due to the formation of NaCl crystals between the clay particles. The disintegration was hastened when the crystal dissolved.

Na₂CO₃—It was interesting to note that there was also a minimum of plasticity when 5% Na₂CO₃ solution was added to Jar clay. The increase in plasticity due to sodium carbonate was much more marked than that due to sodium chloride, but 200 was not reached even with a large excess of Na₂CO₃. A large amount of fibrous crystals separated out on the surface of the air dried ball.

The influence of Na₂CO₃ on Banbidien clay showed a fairly regular increase in plasticity and no maximum was reached even up to 17% added.

Since Na_2CO_3 is basic in reaction it deflocculates the colloid in clay and the water used for disintegration was found turbid in both the above cases.

KOH—It has been pointed out by A. B. Searle that plasticity is reduced when hydroxyl ion is added. An experiment was made, adding 5% KOH to the above clays. It was found that with the addition of 0.1—0.7 cc. of 5% KOH on Jar clay the pH value was increased from 9.8 to 11.2 while the plasticity decreased regularly from 8.5 to 6.3. This is in accord with Searle's contention. In spite of the presence of OH^- ion no turbidity could be observed indicating that no deflocculation had taken place. But when the volume of KOH added was greater than 0.7 cc. the pH value was found to continue to increase, but very slightly. The plasticity was found to increase and the water became turbid. These considerations show that the increase of Plasticity caused by the addition of Na_2CO_3 to Jar clay was probably counterbalanced by the presence of OH^- ion from the hydrolysis of Na_2CO_3 solution so the value of 200 could not be obtained.

But KOH had an entirely different action on Banbidien, even up to 1.5% it gave a fairly regular increase both in plasticity and pH value.

SUMMARY.

1. A chemical analysis of one typical sample of a clay and of a glaze was made.
2. Some properties—composition after firing, empirical formula, fusion point, and mineral composition of 3 samples were estimated, based upon the analytical data.
3. The relative plasticity of 20 samples have been determined by using the dye absorption method.
4. The relative plasticity of the same samples have been determined by Bancroft's test.
5. A comparison of the results obtained by the above two methods was made and it was found that they check fairly well.
6. The influence of NaCl , Na_2CO_3 , and KOH on the plasticity of two typical samples were determined. It was found that each kind of electrolyte has a specific action on different kinds of clays.

ACKNOWLEDGEMENT.

We wish to express our thanks to the National Geological Survey (北平地質調查所), and to Dr. H. Guenther of the Chee Hsin Pottery Co., who have supplied most of the samples used in this investigation.

BIBLIOGRAPHY.

- (1) Methods of Determining the Amount of Colloidal Material in Soils, Moore, Fry, and Middleton, *Ind. and Eng. Chem.*, 13:6, 527.
- (2) Bulletin 388, U. S. Dep't of Geology.
- (3) A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry, Vol. VI.
- (4) *Journ. Phys. Chem.*, 33, 1733, (1929).
- (5) Andrews, *Ceramic Tests and Calculations*.
- (6) Holmes, *Laboratory Manual of Colloid Chemistry*.