

經濟部礦冶研究所 鋼鐵彙報

第一號

(四川專號)

民國三十三年十二月

卷首語		目錄	
小型煉鐵爐特輯	朱志齋(三)	小型煉鐵爐經四上之價值及技術上之檢討	李公遠(七)
小型煉鐵爐計劃	王子祐(一三)	小型煉鐵爐設計問題之檢討	朱志齋(二五)
試驗煉鐵廠籌備經過及開爐情形	侯恩鏡(三三)	永川榮昌兩鐵廠調查報告	陳耀德(三九)
蜀江人和兩鐵廠調查報告	王 棫(四五)	涪陵彭水兩鐵廠調查簡報	劉樹人
古蔺仁懷二縣鐵礦調查簡報	周同漢(五五)	威遠榮屏四縣鐵礦與土法冶煉專業	劉樹人
改選榮江土法煉鐵之擬議	安朝俊(七一)	江北縣土法煉鐵調查報告	王子祐
四川土法煉鐵	安朝俊(九五)	四川土法煉鐵	安朝俊(一〇二)
四川土法製鋼	安朝俊(一一九)	砂與生鐵	安朝俊(一二九)
生鐵之耐熱問題	安朝俊(一三七)	土鐵中炭質石墨化之理論	謝家蘭(一三七)
	謝家蘭(一三七)		陳樹功(一四三)

四川江北白廟子本所發行

R
468.505
881.1

卷首語

查本所自民二十七年三月成立以來，鑒於鋼鐵爲抗建所必需，即竭力設法促進鋼鐵事業之發展。其進行之方法可分爲四步：第一步先從調查入手，俾得明瞭原料供給及產銷情形；第二步就調查所發現之問題，繼續研究試驗，尋求所以能解決或改良之途徑；第三步則根據研究試驗所得之結果，或擬具意見以供各方之參考，或派員指導以求技術之改進，或設廠示範，以資推廣；第四步則羅致優秀青年加以切實訓練使之能分負鋼鐵建設之重任。三年以來，本所即循此步驟，在翁詠霓先生督導之下，努力邁進，迄今幸已獲有相當成效。就調查言，關於川康鋼鐵之調查報告已有三十餘種，對於原料之豐瘠，運輸之情形及產銷之狀況，言之綦詳，已爲從事鋼鐵事業者不可或少之參考資料。就研究試驗言，已編有解決冶金焦炭及耐火材料之各種試驗報告，亦爲各方所借鏡。就設廠示範言，已設有試驗洗焦廠，試驗煉鐵廠及冶金坩鍋廠，均已先後順利出品，各方之請求派員指導及來廠參觀者日多。就人才訓練言，現亦有精練技術員多人可供鋼鐵建設之驅使；果能循此途徑努力邁進，使我後方之鋼鐵事業日新月異，得以大量發展，以完成其國防上之使命，不獨爲吾輩致力鋼鐵事業者之幸，亦抗建前途之福音也。除鑒於燃料部分已編有燃料彙報，關於耐火材料部分已陸續在礦冶半月刊發表供給各方之參考外，茲特將本所各項有關鋼鐵之報告彙編成冊，公諸於世，以就正於我全國礦冶專家。

小型煉鐵爐經濟上之價值及技術上之檢討



一、引言

川省煤鐵蘊藏雖廣，但除少數特殊者外，所有鐵礦，多係菱鐵礦，層厚不過數寸，採掘不易；適於煉冶金焦之煤，多屬侏羅紀類，亦厚不及尺，且交通不便，無法集中；在此種自然條件限制之下，就某一適當範圍內，設五噸至廿噸小規模之鐵廠，固屬可能，然欲設五十噸以上較大的鐵廠，則因原料供給不易，必遭遇極端困難，況大規模鐵廠之籌備建設，多需時日，當有緩不濟急之感；際此物資來源與運輸極端困難之時，固不若小者舉易而成速之為適合戰時需要也。職是之故，國內礦冶專家及有關機關為解決鋼鐵之自給，莫不以創設小型煉鐵廠為倡導，於是小型煉鐵廠遂如雨後春筍風起雲湧，先後從事建設者，自五噸以至卅噸，在四川一隅，為數已不下二十。其在鋼鐵界所佔地位之重要，自不待言，而社會人士及政府方面對此業之期待，更可想見，但致之實際，自倡導迄於今日，為時已兩載，其能順利進行如期出鐵者，尙未一觀，或於建設中，工程時斷時續，久延時日，或於開爐後，故障叢生，屢行改建。於是向之鼓吹贊助之學者及有關機關，今則反其口吻，向之踴躍投資之企業家及有關機關，今則視為畏途。甚至向之從事是項專業之專家，經數度挫折之後，亦對此爐之能否成功，加以懷疑。於是此關係戰時後方鋼鐵供給之小型煉鐵爐為社會所指責矣！各方之

贊助者既少，故工作進行益感困難。吾人於此不能不嘆我國人之短視，及一個新事業之難於成功也。與念及此，不寒而慄。但於此危急斷續關頭，敢不供一言以備各方之參考。

二、小型煉鐵爐經濟上之價值

1. 解良翻砂生鐵仍有賴於小型煉爐

查川省土鐵產量，經各方之督促，雖已漸見增加，而品質不良，仍多不合鑄件之用；改良之道，不外兩端：一在於土鐵之中，摻合矽鐵，以謀增高其含矽成份；一在改良原有高爐，增加風量，以增進產量；並改用熱風，以節省原料，而提高品質，惟在四川煤鐵分佈特殊情形之下，欲在短期內謀解決鑄鐵供給問題，則仍有賴於新式小型煉爐也。

2. 小爐設計及作業有待於不斷之改進

查鋼鐵業先進國家，其發軔之初，無不有類似之土爐，但以逐漸改進，遂有今日之成就；吾人利用新式高爐原則以建築小型煉鐵爐，在設計及作業上，自不免遭遇種種困難，但必須悉心研究，逐步改良，以百折不撓之精神，成創造事業之大功。若固步自封，墨守成法，或因噎廢食，見異思遷，行見一事不舉，竊以為未可；況小型煉爐各先進國家不乏前例；日本年產生鐵三百萬噸，十噸至廿五噸之小煉鐵爐，依然存在，因應自然環境，固有其特殊條件也。

3. 現有各小規模煉爐之通病及其補救辦法

詳審各小煉鐵爐所遭遇之困難，約有數端：一曰資金缺乏，二曰物質缺乏，三曰原料缺乏，四曰技術缺乏，請分述之：

一、資金缺乏 此為各小鐵廠之通病，或於籌建伊始，因集資有限，力謀撙節；或於進行途中，因物料高漲，及工程延期，致超出預算；因而引起：(一)工程設備多因陋就簡，草草完成，致開爐後易生故障，時行停頓；(二)建設工程進行遲緩，久延時日，不能如期出品；(三)中途變更計劃，遷就困難，而趨於簡縮等重大弊端。以上各種結果，非特企業者自身蒙受鉅大損失，而對於抗戰資源及市場物料之供給，亦直接有重大影響。且以失敗者多，企業者漸視為畏途，裹足不前，其影響於鐵業發展者亦頗鉅。關於此項之補助，負責機關，早有貸金辦法，付諸實施；而各廠貸金者，亦為數頗多。然揆諸歷來補助情形，似忽於根本，而偏於枝節，多顧及資金安全，而未致及事業發展，貸金數量似亦未能適合廠方請求，致廠方得此雖可作一部之補充，潤澤一時，然究不能顧及全體，或僅能以之維持現狀，苟延殘喘，在補助機關已盡力頗鉅，而對於廠方實未能達預期之有效用途，且企業者仍須竭力掙扎逐步設法，終不免多延時日，竣工無期，或草率速成，以冀僥倖成功。故為今之計，惟有從速改善補助辦法：對於資金缺乏者，予以徹底而充分之周轉，務宜助其從速成功，不應聽其呻吟延命。若是則此萌芽之工業，或可免於夭折。至補救辦法，似可採取下列步驟：

1. 委託忠實專家作專門上之調查，如經調查認為該廠生產技術確無問題時，對該廠資金即應予以充分之

貸給。

2. 如認為該廠設備欠缺，技術有須改革之處，可予以詳細指導，促其注意，並助其改革。

3. 如認為其廠確無成功希望時，則可根本拒予補助；切不可有慈悲心理，濟其一時，反增惡果。

關於貸款數額之決定，及技術上各點，務當予廠方以充分釋明及討論之機會，以求公允。

二、物質缺乏 此項困難，雖與資金缺乏有連帶關係，然際此各項器材來源困難期中，亦時患有錢無物之感。例如建爐所需之各種材料，及必要機器等，每非企業者所能順利購得，以此常致鉅價尋求，不僅多耗金幣，而且虛費時間；現有各煉鐵爐之建設，往往以三分之二之時間，以五分之金錢用在購料上，損失之鉅，可以想見。故對於此類器材負責機關宜統籌代辦，或予以購買上及製造上之便利，俾利進行，而少延誤。

三、原料缺乏 查現有各煉鐵廠對鐵砂焦炭原料之供給，幾無一不感困難，雖勉強開爐，亦不易持久。主要原因有三：設計時未顧及材料來源，一也；資金缺乏，開爐前未能大量儲存，二也；運輸困難，且索價過昂，三也。凡此諸端。均待企業者及有關機關等之努力以克服之，俾開爐時及開爐後不至發生恐慌或中斷之虞。

四、技術缺乏 查我國鋼鐵業落後，對煉鐵富有經驗之技術人員及工匠本不甚多，因之此項專家及技工能分勻於各小鐵廠者更少；因設計未周密，作業不熟練而發生之障礙，所在多有，無可諱言；故為謀促進事業進行起見；似可派專門人員按期視察各廠檢核工程狀況，並督促進行；定期招請

廠方會議，藉可明瞭各方實際情形，並對於各項所遭遇之困難，及與革事宜，從詳討論，以謀補救方法；組織技術會議，招集各廠技術負責人員，聚於一堂，對於技術上之困難互相檢討，以資借鏡；互派員工到各廠實習，以資觀摩，誠以製鉄技術，原非困難，更無秘密，如能公開討論，則既可打破現日保守秘密之變態心理，又可多有供獻於製鉄事業之發展。

以上所述，要不外財力物力人力之合理運用，雖係原則，當不失救時之道；惟須特加申明特須注意者即補救範圍務須澈底，辦理手續必須簡單，實際施行尤須敏捷；現各製鉄廠多陷苦境，如能依據上述原則，急行匡扶，則往者雖失，而來榆未晚，惟負有倡導之責者，急起圖之。

三、小型煉鉄爐技術上之檢討

近查各小型鉄廠，在政府及各企業家，礦冶專家領導之下，卒能克服一切困難，目下已竣工開爐者，計有大渡口，榮昌，永川，及人和四處。其中除大渡口自本年三月開爐迄今，仍繼續出鉄外，其餘則榮昌開爐二次，僅出鉄少許，旋即停爐，現仍在候整中。永川則甫行開爐，即發生故障而停爐，迄未恢復。人和前後開爐四次，亦因種種困難而致停爐。茲為明瞭各小爐在技術上之得失，以求改進之途徑，曾經分派本所技正王世豐王子祐，技士安朝俊侯恩銑諸君赴已開爐之各廠與各該負責人員作詳細之觀察及研討。茲就觀察所及，約略分述於后，以供從事小爐事業之參證，並冀以一得之愚，拋磚引玉，以與我礦冶專家共謀所以補救之道也。

一、小規模煉鉄爐開爐時所遭遇之故障

茲將各小爐開爐時所發生之故障臚列於后：

一、大渡口鋼鉄廠：

- 1 爐底漸次冷凝，鉄液面上升，終至出渣出鉄同用一門。

二、榮昌鉄廠：

- 1 水箱漏水。
- 2 原動機馬力不足。

三、永川鉄廠：

- 1 打風機風量不足。
- 2 爐內冷凝。

四、人和鉄廠：

第一次開爐：

- 1 自爐底中心部冷凝漸次擴大上升。
- 2 水箱漏水。
- 3 熱風爐爆炸。
- 4 爐壁脹裂瓦斯外漏。

第二次開爐：

- 1 自爐底中心部冷凝漸次擴大上升。

第三次開爐：

- 於風嘴帶上部沿爐壁生存圓狀冷凝圈。

第四次開爐：

- 1 於風嘴帶部份爐壁生成圓狀冷凝圈。
- 2 出渣門部份過冷。

註：除風嘴外，其餘各部均不用水箱，風壓為一。

二至一、八磅，熱風溫度為攝氏一百三十度。

3 原料下行過速。
 註：除風嘴其餘各部均不用水箱，風壓為水銀柱一又八分之七吋熱風溫度為攝氏二百二十五度。
 以上各爐雖因其構造及設備之不同所生之故障亦各異，然若去其技節就其主要者，妥為歸納，則其共通之重要故障，不外次列四種：

- A 原動機及打風機之不適。
- B 冷却用水箱漏水。
- C 自爐底冷凝漸次擴大上升。
- D 於風嘴沿爐壁生成圓狀冷凝圈。

二、各種故障發生之因素
 上述各種故障發生之原因，根據當時實際情形，詳加審察，當不外次列各點：

- A 原動機及打風機之不適，係因：
 - 1 設計上之不適，致風量風壓不足；
 - 2 製造上有缺欠，能率較原定為低；
 - 3 使用時未能及時調節。
- B 冷却用水箱漏水，係因：
 - 1 使用原料成份不適；
 - 2 鑄造技術低劣。
- C 自爐底冷凝漸次擴大上升，係因：
 - 1 爐溫過低；
 - 2 爐缸直徑過大且失之過深；
 - 3 爐底濕氣過重熱耗損增大；

- 4 裝料下行過速影響下部熱量致爐缸溫度降低；
- 5 風管位置不適；
- 6 送風量不適。
- D 於風嘴帶沿爐壁生成圓狀冷凝圈，係因：
 - 1 爐腹角度過小原料下行不易。
 - 2 風嘴口徑過小大部風量皆集於中心部致沿爐壁各部易生停滯。

三、補救辦法之建議
 各種故障發生之原因既如上述，則尙未竣工各爐應行妥予參酌施以適當之補正，以非不蹈覆轍，就管見所及，補正之道，似可採用次述各辦法：

- A. 1 及 2 原動機及打風機於正式使用前預詳確檢定其各項效率是否適宜以免臨時發生故障無法補救。
 - 3 使用時宜時時注意爐內狀況，並加以調節。
 - B 小型煉爐溫度本雖稍低原無冷却之必要，且其設水箱後既有漏水之虞操作又增複雜，故為免除各項故障及麻煩計冷水箱應即廢除不用。
 - C 及 D 1 減低爐缸深度以免下部溫度不易保持。
 - 2 添裝爐腹風管以備沿爐壁生冷凝現象時補助使用。
 - 3 備置口徑大小不同之風嘴數套以便適應爐內情況更換使用。
- 他如原料之成份應詳加分析配合數量應切實計算，作業時工匠之熟練與否至關重要尤須特加注意。

(完)

小型煉鐵廠計劃

李公達

一、引言

川省各鐵礦區內，土法鍊鐵礦林立，然所產之鐵均係白鐵，只能鑄造鍋釜，及冶鍊毛鐵，并供給渝市各廠鍊鋼原料之一部份，至於一般工業上所用翻砂生鐵，則非土法鍊鐵爐之所能生產，是以渝市所用生鐵，前此悉仰給於漢口之六河溝鐵廠，據二十七年七月間礦冶研究所調查，渝市當時每月消耗生鐵約六七百噸，儲存生鐵約一千一百噸，各內遷工廠之亟極建設，消耗日增，益以水運擁擠，來源有限，除各大工廠稍有存鐵外，市面生鐵已經用盡，七八月間生鐵市價為每噸三百五十至四百元，故為救濟渝市鐵荒，庶後方建設不至停頓，唯有就渝市可以籌措之材料，先行建立小型鍊鐵廠一所，資本十數萬元，建立時期三五個月，每日出鐵十噸，月出三百噸。

所謂小型鍊鐵廠，亦即改良之土法鍊鐵，就土法之設計加以尺寸上及材料上之改良，更就可能範圍以內加以機器打風，熱風，及冷却設備，使其出鐵成本不高於土法，而出鐵之質及量均比土法高，并合於翻砂之用，若與大規模鍊鐵廠比較，則其出鐵成本似嫌過高，但在質及量上，未必稍遜。

此廠出鐵每月只三百噸，在消場上決無困難，以原料最高之價格及最高之工資估價，每噸鐵成本，為一百五十餘元，在渝市鐵價其獲利自不成問題，待抗戰勝利後，各方面需亟極建設，用鐵之處遞增，其價格亦不能格外低落。況處此世界各國擴軍競爭時期，價格決不能低逾每噸百五十至二百元，是故在任何情形之下，此種投資，決不致虧本。

川省鐵礦以菱鐵礦為大宗，但其分布極為零星，不宜於大規模之開採及提煉，其利用之法，惟有在各處設立小爐，此亦即本省遍地皆土爐之故，菱鐵礦經焙燒後易於提煉，且含鐵亦多，其砂、錳、磷、硫，諸質之分配，極合乎治鐵煉鋼之用，是以此廠若設在產菱鐵礦之區域，則所出之鐵，其質必佳，在市場上定有其特殊之地位，縱使將來有大鐵廠成立，或長江下游各鐵廠復興後，亦不能損失其地位而致減輕其價值也。

二、原料

煉鐵之主要原料為煤，鐵礦，及石灰石；石灰石在各菱鐵礦區附近均有出產，成份甚純，開採亦易，且鍊鐵時所需要者不多，故此方面不成問題，茲將煤鐵情形分述於后：

四川省儲煤量豐富，僅次於晉陝兩省，最近將有大量之開採者，有東川之天府煤礦，及黔邊之南桐煤礦，但兩處所產之煤，灰份硫份均高，非經洗選，不適於冶鐵之用，此外通歷揚子江與嘉陵江流域距重慶數百里以內各地，株羅紀煤層分布極廣，開採者亦極多，惜煤層太薄，不能大量開採，其煤質甚佳，灰低硫少，所煉之焦在物理性質上雖不適合於大規模煉鐵爐，對於小型煉鐵爐，恰是其優點，不過因其皆係人工開採，產地又太分散，價值未免較高耳，煉鐵廠當以先行採用株羅紀煤為主，待天府或南桐各礦，洗煤煉焦試驗完成後，更可得價廉之焦煤矣。

川省鐵礦蘊藏亦富，唯多距重慶太遠或交通阻隔之地，近者有綦江之赤鐵礦可供大量開採，現則歸政府，作將來大鋼鐵廠之原料，並已進行開採，但其附近尚有一部份由民間開採，係供給土法鍊鐵者，此外在各株羅紀煤田附近，均產菱鐵礦，鐵份尚高，其中數處所產鐵質甚高尤為特色，唯以分布太薄，不能大量或集中開採，故價值亦高，但以其性質成份合乎小爐之用，且在現時鐵價飛漲時，尚不致損失出鐵成本，故本煉鐵廠成立之始亦常以採用菱鐵礦為主，菱鐵礦除已有土爐之處外，多無人開採，苟欲煉鐵，必需開礦，好在此種開採，悉用人工，無需固定資本，只在付給工資，與收買無大差異。

三、廠址之選擇

小型煉鐵，其資本有限故不能預先作交通上之改良，其廠址必須鄰近煤鐵產地，且不能距重慶太遠，或在水路或公路交通便利之地，依據此種條件，有下列各處可供選擇。

(一) 嘉陵江上游：江之兩岸，自土沱場經白廟子，北碚，北溫泉以至合川縣屬之蔭柳坪，長約八十里，屬三峽實驗區，治安甚好，工業發達，在上游北溫泉至蔭柳坪一帶菱鐵礦可以集中，在下游土沱場至白廟子一帶煤炭易於集中，且土沱一帶為龍王洞江合公司煤炭之出口，其煤為四川之最優良者，此區域內，適作煉鐵廠之地域甚多，至於廠址是否應在下游近煤之地，或上游近鐵之地，抑在中部，而在上游設煉鐵廠下游設煉焦廠須待詳細之調查，與精確之估計後，即可決定。

(二) 綦江流域：綦江鐵礦區域以外，尚有民營礦區可供給鐵礦，綦江鐵礦現正修築輕便鐵路以通綦江并擬改良綦江水運運輸可得便利，煤炭須自嘉陵江上游一帶供給，雖運費較高，然鐵礦價低足以補償。

(三) 威遠縣：該縣為川省產煤區域之一，亦係株羅紀煤層，煤質佳者甚多，附近亦產菱鐵礦，有前二十四軍所建煉鐵廠及鑄廠各一所，均係建立未成，即行停工，其煉鐵廠出產為每日十五噸，有打風及熱風設備，雖銹腐甚久，當不能以修理利用之處，且該地出產火磚，成份合於建爐，倘能利用此廠，則出鐵時期及經濟上均可減少，目前如設立煉鐵廠，當以此處為最有希望，不知有無人事主之困難否耳。

(四) 龍王洞：該鎮係江北縣屬，距土沱場山路約四十里，為江合煤礦公司之所在地，此處煤質極佳，為四川省之冠，日出煤量為數十噸至百噸，供給小型煉鐵爐不成問題，附近二十里以內，產菱鐵礦之處甚多，現有蜀江鐵廠在該處煉鐵，其建爐悉依土法，加以機器打風，日出鐵三四千斤，半為白鐵，半為灰鐵，其灰鐵成份不佳，不甚適合翻砂之用。

，故其銷路有限，售價亦低，此處煉鐵，成本甚低，惜該廠技術太差，設備缺乏，致不能利用其時機，可惜之至，補救之法，應與該廠合股投資，用新法管理，並剷除其舊爐，另建新爐，而利用其烘礦與煉焦之設備，時間兩三月即可完成，則該廠前此所遭遇之一切困難亦可迎刃而解。

四、煉鐵爐之設計

煉鐵爐本身及其附屬各節之詳細設計，需待廠址決定後，就其地勢，并檢定所應用之煤，鐵礦及石灰石之成份性質後，方可著手計算繪圖，此項工作可與購備材料開闢廠基同時進行，其主要部份當如左列：

(一) 煉鐵高爐一座，每日出鐵十噸左右，高約三十至四十尺，底內徑約計四尺，腹內徑約計五尺，口內徑約計三尺，壁厚平均二尺，完全用火磚密接砌成，加料用吊鐘，而以人工起落，上料完全用人力挑運，風口三個，支柱六顆，出鐵出渣門各一，爐腹及爐底冷卻用夾版式冷水箱，風口及鐵渣門各另有冷卻水箱，煙道熱風道用耐火砂石裏砌，風管用生鐵。

(二) 打風機一臺，每分鐘送風一千餘立方英尺，風壓三四磅，蒸汽發動機一架，蒸汽鍋爐一座，可供一百馬力上下出鐵數日後需再添打風機汽機各一座以備補缺。

(三) 熱風爐一座，用生鐵管熱風。爐壁用火磚及耐火砂石砌成。

(四) 空氣乾燥塔兩座，用砂石或缸石磚砌成用，硫酸及石灰作乾燥劑，硫酸用後可蒸濃再用。

(五) 儲水池一個至兩個，悉依土法建築，必要時須

有水泵設備。

(六) 烘礦爐一二座，依土法建設，或將爐式改良，材料悉用土產。

(七) 煉焦爐十餘座，土法建築，或用蜂房式，用耐火砂石建築。

(八) 出鐵場，存礦，存焦，房屋，及其他工作房屋，只限用竹子杉木，石灰與瓦建成。

(九) 加料台依山鑿石不另搭蓋，或用石塊砌成。

五、設備

根據上述之設計，則此廠所需之材料可分為兩大類，第一類為火磚，鋼鐵，及機器；第二類為木石磚瓦水泥與火泥，第二類本省均有出產，價值甚低，採購決無困難，茲將第一類所需之數量及種類列後：

(一) 火磚約計需三萬至三萬五千塊

火磚在川省亦有出產，成份甚佳，但製法不佳，產量甚小，為煉爐上部及外部之用，常無問題，至若爐腹以下裏面之高溫部份，當以外來較好之磚砌成，此類大磚各內遷工廠，均稍有存儲，政府方面亦運入相當數量，籌備數千至一萬塊，諒可設法。

(二) 鋼材料約需十五噸計有：

(1) 鐵皮 二分厚及三分厚者(三分者占大部份) 五噸

(2) 鐵管 一寸二寸與三寸者(一寸者占大部份) 一噸

(3) 平鉄條(二寸至三寸寬)及圓鐵條(四分至一寸)三噸

(4) 槽鐵角鐵及工字鐵二噸

(5) 竹節鋼一噸

(6) 鉚釘，螺絲釘，螺絲帽，水門灣頭等項以及其他零星材料一噸

(三) 生鐵鑄件包括冷卻用水箱熱風用鐵管共計約需生鉄二十噸

上兩項在重慶市面均可購得，惟價值太昂，以現金購買，甚不經濟，最好向各廠借用，將來以所出之鉄價還入或請政府設法由他處運輸，共計不過三十餘噸，所占體積甚小，運輸並無困難。

(四) 鍋爐，汽機，鍋爐汽機均甚小，重慶或有舊存者，或有由下游運來者，式樣不拘新舊，凡能加以修理者，即可購買。

(五) 打風機，在重慶之大機廠如永利，興泰，民生，大公，大森各家均可定作。

(六) 青銅及其他五金材料需用者甚少，各廠家諒能供給。

上述六項材料為最難籌措之部，煉鉄廠之能否完成，其關鍵全在乎此，而設廠資本之大小，亦全視購置此項之費用為倍數之增減，是故非先對此有把握，不能從事其他之進行也。

六、費用

下列估計，係根據廿七年七八兩月間渝市最高市價，此種價格，在火磚鋼鉄及機器方面，為特出之現象，不能視為

標準，在表面上資本雖大，而實際所費之材料則甚有限耳。

(一) 材料估計

種類	數	單價	總值(元)
(1) 火磚	三五〇〇〇塊	五角	一七,五〇〇
(2) 鋼鉄	一三噸	一,五〇〇元	一九,五〇〇
(3) 青銅及其他五金材料	一噸	二,〇〇〇元	二,〇〇〇
(4) 生鉄鑄件	二〇噸	一,〇〇〇元	二〇,〇〇〇
(5) 洋灰	四〇桶	一〇元	四〇〇
(6) 耐火砂磚五〇,〇〇〇塊	一角	五,〇〇〇	五,〇〇〇
(7) 火泥	四萬五千斤	二分	九〇〇
(8) 鍋爐汽機，各一座			二〇,〇〇〇
(9) 打風機，一座			五,〇〇〇
(10) 空氣乾燥設備及硫酸			三,〇〇〇
(11) 水池及水泵			四,〇〇〇
(12) 烘礦爐			五,〇〇〇
(13) 鍊焦爐			五,〇〇〇
(14) 竹木料磚瓦石灰等項			一〇,〇〇〇
(15) 運費			二,〇〇〇
總計			一二九,三〇〇

(二) 工資

一切工程在內如開闢廠基，鑿石，建池，建爐，建屋，及建設烘礦煉焦設備等等，包括土木石泥機鐵大小各工以三萬個計，每個工平均以七角計，共需，二一,〇〇〇元

(三) 薪金

在建築時期在設備及管理方面需有下列人員：

職務 人數 月薪共計

廠長	一	四〇〇元
總工程師	一	三〇〇元
工程師(土木機械)	二	二〇〇元
繪圖員	二	一四〇元
監工	五	三五〇元
會計	一	一〇〇元
庶務	一	一〇〇元
雜務(購置運輸等)	四	三四〇元
工友	四	八〇元

保安隊 五人至十人 一〇〇至二〇〇元
共計每月薪金約二千元以六月計共需一二,〇〇〇元

(四) 雜費
辦事費六個月計每月五百元共計 三,〇〇〇元
繪圖設備 一,〇〇〇元
調查勘探等項旅費 一,〇〇〇元
其他旅費或意外辦事費 三,〇〇〇元
共計 八,〇〇〇元

七、流動資本

鐵礦以儲存三月所需計：
二,七〇〇噸 每噸二〇元需五四,〇〇〇元
煤以儲存三月所需計：
三,六〇〇噸 每噸十五元需五四,〇〇〇元
石灰石以儲存一月所需計：
三〇〇噸 每噸六元需一八,〇〇〇元

薪水工資以一月應發計 五,〇〇〇元
修理用鋼鐵火磚存料 一〇,〇〇〇元
總計 二二四,八〇〇元

八、建築時間

審定及購置廠址，勘探礦量，測領礦區，等項工作大約需一月，設計繪圖需二月。

建築及一切施工共計需六個月，此係以川省工人工作情形估計，若管理得當，或有較好人工，或有其他鼓勵與約束之勢力，時間當可縮短，其他如廠址，地勢，交通，天時農作等等均是影響工作時間，六個月當為最多數。在順利條件下有減短至三個月上下之可能。

上三項工作可以同時進行，故至多七個月即可完成建設，再加一個月之試爐時間，八個月後定可出鐵發售，在順利條件之下，四五個月出鐵頗有可能。

成本估計(以一噸鐵為標準)		
鐵礦(包括運費烘焙費)	三噸	六〇元
煤(包括運費煉焦等)	四噸	六〇元
石灰石	一噸	六元
工資		一〇元
薪金		七元
修理		一元
折舊(10%)		五元
利息(10%)		八元
總計		一五七元

前四項在不降可以減半，於是每噸成本可至八十九元。

小型煉鐵爐設計問題之檢討

王子祐

一、引言

抗戰以來，資源日竭，工業建設，舉極艱難，尤以鋼鐵業為最甚。既無大量煤鐵礦原料之供給，復難建築材料之來源，兼以運輸之不便，空襲之須防範，隨在皆成嚴重之問題而須加以慎重之考慮。為適應此種特殊之環境，小型煉鐵爐之設立，遂為各方所主張而見諸實行矣。四川原有土法煉鐵所產多為白口，不能澆鑄車製故小型煉鐵爐除增加生鐵產量以應抗戰建國之急需外更有改良土法煉鐵之使命也。

小型煉鐵爐，據現時進行建造者，有三〇噸、二〇噸、一五噸、一〇噸及五噸數種，其已開爐且有成效者，尚不多見。煉爐之容能愈大，因有資料可以憑藉，故設備可以求全，所遭遇之作業困難亦少，即令作業發生困難，亦能徐加補救，反之煉爐之容能愈小，則所遭遇之作業困難愈多，且困難發生後，亦不易補救，故作者以為：五噸煉鐵爐之作業難，設計尤難，茲依管見所及，就五噸煉鐵爐之設計問題，加以檢討，以與冶金界人士商榷焉。

二、土法煉鐵爐之探討

五噸煉鐵爐之設計，以無前例可循，則就現時土法煉鐵爐之概況而加以探討，於小爐之設計，實不無小補。

(一) 土法煉鐵爐之概況 土法煉鐵之歷史頗久，殊少

改進。若就川省各地所見之煉爐加以歸納，似可分為四類，(圖一)。(圖一) 土法煉爐，以建築材料言，內砌俱用耐火砂石(泡砂石)，外部用普通砂石而襯以杉木，成內圓外方之形。以爐身之設計言，隨地而異，但與新式煉爐之差別均在其爐缸爐頸之微小及爐腹之高大。以燃料言，有木炭與焦炭之別，前者為一般土爐所應用，後者只限於江北龍王洞之蜀江鐵廠，而於用木炭而加熱風則有綦江東溪之太平橋謙虞公司之煉爐，皆較普通土爐為進步。以鼓風言，有人力，水力及機械力推動之風箱數類，就風管之位置，又有邊吹對吹之別，前者見於江北威遠等縣，後者則見於綦江一帶。

(二) 土法煉鐵爐之檢討 為便於討論計，茲依煉爐建築材料，爐身，燃料，鼓風，熔渣及出品等數點分析之於次：

(1) 建築材料 土爐內砌之泡砂石以疏鬆易剝，耐火點不高，易為高溫熔渣侵蝕。土爐工作時間不長，且須常加修補，此固受夏季濕度影響，但建築材料品質低劣，難耐久用，亦原因之一。更因泡砂石係酸性材料，而熔渣之配合，頗忌鹼性，觀於土爐煉鐵之不加石灰石，或加量甚少者或因此故。

(2) 爐身 爐身之設計，至關重要，茲依圖一將土爐之爐身各部詳加比較，以資討論。

表● 土爐爐身各部比較表

現時一般土爐	生鉄每噸所佔之容積 (立方公尺)	爐高與爐腹直徑之比	爐腹直徑與爐缸直徑之比	爐頸與爐腹直徑之比
太平橋式土爐	$14.94 \div 1.25 = 12.75$	$7850 \div 2450 = 3.2$	$2450 \div 325 = 7.5$	$700 \div 2450 = 0.28$
龍王洞式煉鐵爐	$15.44 \div 1.75 = 8.82$	$8550 \div 2450 = 3.5$	$2450 \div 350 = 7.0$	$500 \div 2450 = 0.20$
	$23.68 \div 2.25 = 10.50$	$11290 \div 2750 = 4.1$	$2750 \div 600 = 4.5$	$525 \div 2750 = 0.19$

觀於以上之數字及圖一，除爐高與爐腹直徑之比例外，其他概與前式煉鐵爐之尺度和差頗遠。

自每噸生鉄所需之容積言之，新式煉鐵爐只一·五至二·五立方公尺，約當土爐五分之一，此蓋由於土爐燃料之多耗，熱力之不集中所致，自爐身之形狀觀之，土爐之特點，在爐缸爐頸之微小，及爐腹之高大，故能保持爐內溫度，免除爐缸鉄液凝結，以及增加還原之時間也。

(3) 燃料 除龍王洞蜀江鉄廠用焦炭外，其他煉鉄爐俱以木炭為燃料。

木炭不含硫質，灰分亦少，本可用以冶煉質良之生鉄，惟因所用係灼皮之木材，并非真正木炭，所含水份過多，炭質低下，燃燒時火焰雖長，但熱力難於集中，溫度難於維持，兼之爐身設計之不善，機械設備之簡陋，自難希望出產良好之生鉄。土法煉鉄已有長久之時期，煉鉄附近之木材，大

半砍伐殆盡，童山濯濯，何來接濟，遠道購運，價值奇昂，更非經濟之道，木炭冶鉄，只可視為煉鉄史過度之一階段，利用焦炭乃為勢所必至者也。龍王洞蜀江鉄廠之改用焦炭為燃料，實土法煉鉄之一大革命。該廠原設計工程師鄧郎琴先生曾經百餘次之失敗，始由木炭而改用焦炭，其毅力殊堪欽佩。惟燃燒率在二·五左右，不免失之過高，生鉄品質亦不佳，此有待於改進者也。

(4) 鼓風 土爐鼓風，全用人力推動圓筒式之風箱，不獨風量微小，工作亦復欠均，水力鼓風，已屬改良，惟仍嫌風壓之不足。龍王洞蜀江鉄廠以木炭引擎推動葉狀之鼓風機及東溪太平橋鉄廠之利用熱風，誠一大進步，其所出之生鉄較之一般土爐之產品為優，斷面呈麻口或半灰口。

(5) 熔渣 爐渣之成分為決定爐溫之因子，足以影響生鉄品質，茲將土法煉鉄熔渣之分析示之於次：

表二 土法煉爐熔渣成分

來源	成份	鈣	錳	鐵
龍王洞	21.37	47.16	33.71	4.81
蜀丁鐵廠	32.81	42.10	17.39	2.93
太平橋謙吳公司鐵廠	11.71	1.72	13.34	0.98
威遠土爐	7.93	5.90	43.92	13.8, 0.12
綦江土爐	7.66	1.83	12.67	1.97

近代煉鐵爐之熔渣所含鈣錳與矽之比例，依所產生鐵種類之不同，由一·三至一·六，而土法煉爐此種比例，依表二所示之成分而計算之，得蜀江為〇·四六至〇·七八，謙吳為〇·五二，威遠為〇·三〇，綦江為〇·一六。可知土爐之熔渣為酸性，尤以威遠及綦江土爐之熔渣為最，誠以煉爐內砌所用之材料，為酸性泡砂石，則爐壁將易隨熔渣侵蝕以致影響煉爐之壽命，似為必然之結果也。

(6) 出品 生鐵品質之優劣，常依爐身之構造，機械之設備，燃料之價格，及作業之順逆為轉移。土鐵所具之各種條件既不完備，其出品品質之低下，自在吾人意料之中；土鐵多白口，性脆，不適於澆鑄車製，誠為其最大缺點而狹隘其用途也。土鐵除蜀江及謙吳外所含之矽質，俱在百分之二以下（表三）。此蓋由於爐溫低下，矽質不能多量還原透浸於鐵液中之故。生鐵所含炭，矽之成分愈高則炭質石墨化愈易，換言之，易成灰口，硫則有相反作用，能使生鐵中之炭質成化合炭而呈白口。綦江、威遠、涪陵之土鐵既含矽甚

低，白為白口；蜀江之生鐵，含矽達百分之二·二〇，似可成為灰口，但因炭質稍低，硫質稍高，滯緩炭質之石墨化作用，以致成爲麻口或半灰口之斷面。

表三 土鐵之成分

來源	成份	炭	矽	硫	磷	錳
江北蜀江生鐵	2.10	2.50	0.25	0.22	1.90	
太平橋謙吳公司生鐵	1.16	0.012	0.855	0.106		
綦江生鐵	2.90	0.20	0.05	0.70	0.95	
威遠生鐵	5.00	0.18	0.06	0.22	0.75	
涪陵生鐵	3.30	0.19	0.05	0.22	0.91	

二、五噸煉鐵爐之設計

五噸煉鐵爐之設計，與大爐相若，亦應有盡有，千頭萬緒，非短篇所能詳述，現所論者，僅其大綱而已。五噸煉鐵爐之設計，既無前例可循，且須顧及經濟條件，故困難殊多。竊以為設計時，對於以下所示原則，應加注意：(一) 煉鐵爐之建築與機械之設備，在合理範圍力求簡單經濟與適用；(二) 煉鐵爐各部之設備，必須顧及作業之簡易便利；(三) 新式大型煉鐵爐之資料應合理修正，以求適應於小爐之特殊情形；(四) 土法煉鐵爐之資料，取捨或修正，均應合於科學原理。

茲為便於論述起見，姑將五噸煉鐵爐之設計分作三部討

論：(一)爐身之設計，(二)煉爐之建築，(三)附屬設備之設計數項，爐身設計對於生鐵品質有決定之作用，其他則對於作業有重要之關係，代表出品之優良，成本之經濟，以及工作之便利，於此數者俱需加以同等審慎之研究。

(一)爐身之設計 爐身設計之方法頗多，有(一)林德柏 (Leather's method)，(二)胡提法 (Hutte's method)，(三)司徒文生法 (Stevenson's method)，(四)方面德法 (Forsythe's method)，(五)吳士密法 (Osme's method) 及(六)潘樂夫法 (Pantuf's method) 等，林胡二氏之法，已不常用，吳氏法頗繁，而方潘二氏法極相似，實際用以為參考者，只司徒文生及潘樂夫二法而已。茲依後二法為主，并酌量小型煉爐之特殊條件，加以修正，以期適於實際作業。

煉鐵爐依其位置由下而上，得分為爐缸 (Hearth)，爐腹 (Bosh)，爐腰 (Belly)，爐筒 (Sneck) 及爐頸 (Neck) 五部。茲分別計算其尺寸於次：

(1) 有用容積 (V) 有用容積包括由物料線 (Stock Line) 至放鐵口之容積，其計算法有二：

$$(a) V = W \times Va$$

Va 為每噸生鐵所需之有用容積 (立方公尺)

W 為生鐵每日產量 (噸)

V 為有用容積 (立方公尺)

每噸生鐵所需之有用容積，隨鐵質之成分，生鐵之種類，及燃料之多寡而有差異。川省之菱鐵礦，含鐵在百分之三五左右，經煨燒後可達百分之五〇，每噸生鐵所需焦炭燃料依據龍王洞之資料為三·五，在設計適當之五噸小爐時，每噸生鐵所需燃料當在二噸以上。今以翻沙鐵而論，則五噸煉

鐵爐之有用容積為 $V = 5 \times 3 = 15$ 立方公尺。

此處所假設之每噸生鐵所需之有用容積即 $Va = 3$ 立方公尺，較之式大爐幾多一倍，而比之土爐僅約為三分之一。

$$(b) Va = \frac{T}{24} (1-C) V \text{ 及 } V = \frac{100}{f Do} + \frac{W_o}{Dc}$$

V 為每噸生鐵所需礦料所占之容積 (立方公尺)

C 為礦料之縮減率

T 為下降時間，即自物料線降至爐底之時間 (小時)

Va 為生鐵每噸之容積 (立方公尺)

Wc 為生鐵每噸所需之焦炭量 (噸)

Do 為焦炭每立方公尺之重量 (噸)

Dc 為礦料每立方公尺之重量 (噸)

f 為生鐵佔礦料之百分比

依川省原料及土爐情形而合理假設 $f = 30, Dc = 1.5, Do =$

$$4.65, Wc = 2.3, C = 1.35, T = 16 \text{ 分}$$

$$V = \frac{100}{f Do} + \frac{W_o}{Dc} = \frac{100}{30 \times 1.5} + \frac{2}{0.45} = 3.57 \text{ 立方公尺}$$

$$Va = \frac{T}{24} (1-C) V = \frac{16}{24} (1-0.35) 3.57 = 2.20 \text{ 立方公尺}$$

方公尺

故五噸煉鐵爐所需之有用容積，即

$$V = 5 \times 2.20 = 11.00 \text{ 立方公尺}$$

二者所得結果相近，姑選定有用容積為

$$Va = 11.50 \text{ 立方公尺}$$

(2) 爐缸直徑 (d) 爐缸直徑顯然與風量以及焦炭之消費量有密切之關係，亦有人認為對生鐵產量有一定之因數

。前者為潘樂夫法所依據，後者為司徒文生法之所由來。茲就二氏之法加以計算於次：

(a) 潘樂夫法

$$d = \sqrt{\frac{a}{b} \left(\frac{1000}{6\pi} \right)}$$

d 為爐缸直徑 (公尺)

a 為焦炭每日消費量 (噸)

b 為焦炭燃燒能力 (爐缸每平方公尺每小時所燃焦炭公斤數)

依據已獲之資料而合理假設 $a = 5 \times 2 = 10, b = 400$, 則爐缸之直徑即

$$d = \sqrt{\frac{100}{400} \left(\frac{1000}{6\pi} \right)} = 1.15 \text{公尺}$$

(b) 司徒文生法

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{\pi} \times 1.80}$$

d 為爐缸之直徑 (英尺)

M 為生鐵每日產量 (噸)

倘將生鐵每日產量五噸代入，則爐缸直徑，即

$$d = \sqrt[3]{\frac{5}{\pi} \times 1.50} = 3.08 \text{英尺} = 1.01 \text{公尺}$$

倘將 (a) 及 (b) 所得結果而平均之，爐缸之直徑約為 1.10 公尺。惟土爐之爐缸頗小，以防熱力不充，及鐵液冰結，亦有其相當之理由，故選定爐缸直徑似應較所求得者為小，暫定：

$$d = 0.9 \text{公尺}$$

(3) 爐缸高度 (h) 爐缸高度包括三部分：(1) 爐底

至放鐵口中心線，(2) 放鐵口中心線至風嘴中心線，及

(3) 風嘴中心線至爐腹底線，惟在小爐放鐵口與爐底間無留高度之必要，故由爐底至放鐵口中綫可略而不計。風嘴中綫

至爐腹底線，只為安裝上之便利，通常多加以估計。其須計算者只爐底或放鐵口中綫至風嘴中綫之高度。關於此項高度之計算，姑擇下列二法。

(a) 潘樂夫法 潘氏假定翻砂生鐵每噸產量需要 0.10 至 0.12 立方公尺之容積，故

$$h = \frac{3 \times 0.10}{\pi (0.85)^2} = 0.88 \text{公尺}$$

若令風嘴中綫之上部為 0.12 公尺則爐缸高度，即

$$h_1 = 0.88 + 0.12 = 1.00 \text{公尺}$$

(b) 方西德法 方氏假定生鐵每噸所需爐缸之容積為三立方英尺而得：

$$h_1 = \frac{3 \times M}{A}$$

h_1 為爐缸高度 (英尺)

M 為生鐵每日產量 (噸)

A 為爐缸面積 (平方英尺)

倘將已知之數代入，則爐缸高度即

$$h_1 = \frac{3 \times 5}{\pi (0.85 \times 3.28)^2} = 2.480 \text{英尺} \text{ 或 } 0.76 \text{公尺}$$

兩種不同之結果，完全因其假設每噸生鐵所需之容積而異，姑依其平均數而選定爐缸高度，即

$$h_1 = 0.90 \text{公尺}$$

故爐底至風嘴中綫之高度 0.78 公尺

出渣口中綫高度約等於爐缸高三分之一，即 0.29 公尺

(4) 爐腹直徑 (D) 爐腹直徑可根據其與爐身全高或爐

缸直徑之比例計算之。

(a) $\frac{H}{D} = 3.5 - 1.3$ 破砂難於還原者宜大而D宜小，

即D之比應採用大數，反之則用小數。小爐為保持熱力，

以較大為宜，姑選定 $\frac{H}{D} = 3$

又 $V = kD^2H = 0.47D^2H$

故 $D^2 = \frac{V}{0.47H} = \frac{V}{0.47 \times 3D} = \frac{14.50}{1.41D} \quad D^3 = \frac{14.50}{2.45} = 5.9$

即爐腹直徑 $D = 1.81$ 公尺

(b) $\frac{D}{d} = 1.35 - 1.65$ 前者比例為美國式煉爐所常用，而

後者係德法式所採取。小型煉鐵爐既以爐缸稍小為宜，已見前述，亦即D之比以較大為佳，姑酌定 $\frac{D}{d} = 2.25$ 則爐腹直徑

即

$D = 2.25d = 2.25 \times 0.85 = 1.91$ 公尺

自(a)與(b)所得之結果選定爐缸直徑

$D = 1.85$ 公尺

(c) 爐腹高度(h₂)爐腹高度可依下式求得之

$h_2 = \tan B \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2} \right)$

此式之B角通常為70度，易於還原或熔化之破砂可改用72度，難於還原者可用80度，姑選定B角為70度。則爐腹高度，

即

$h_2 = \tan 70^\circ \left(\frac{1.85}{2} - \frac{0.85}{2} \right) = 12.00$ 公尺

(6) 爐腰高度(h₃) 爐腰高度可隨意加以變更，以求適合於爐高及有用容積之條件，姑定

$h_3 = 0.30$ 公尺

(7) 爐頸直徑(d₁) 爐頸直徑可依其與爐腹直徑之比例

得之。 $\frac{d_1}{D} = 0.65 - 0.70$ 小型煉鐵爐以取其大數為宜，以期

鐵口稍大便利於加料也。故爐頸直徑，即

$d_1 = 0.70 \times D = 0.70 \times 1.85 = 1.29$ 公尺

(8) 爐筒高度(h₄) 爐筒高度可依下式得之

$h_4 = \tan A \left(\frac{D}{2} - \frac{d_1}{2} \right)$

此式A角通常為80度，但破砂細碎時，可改用75度，粗細不等時用85度，粗整破砂同時焦炭因力亦大時，可用87度，姑選定A為80度則爐筒高度，即

$h_4 = \tan 80^\circ \left(\frac{1.85}{2} - \frac{1.2}{2} \right) = 5.00$ 公尺

(9) 爐頸高度(h₅) 爐頸高度與爐腰高度為同一之情形

可以任意變更，姑選定

$h_5 = 0.60$ 公尺

(10) 煉爐各部之容積

(a) 爐缸之容積：

$V = \frac{\pi}{4} d^2 h_1 = \frac{\pi}{4} (0.85)^2 (0.85) = 0.51$ 立方公尺

(b) 爐腹之容積：

$$= \frac{\pi}{3} h_2^2 D^2 + Dd + d^2$$

$$= \frac{\pi h_2^2}{12} [(1.85)^2 + 1.85 \times 0.85 + (0.85)^2] = 2.99 \text{ 立方公尺}$$

(c) 爐腰之積容：

$$= \frac{\pi}{4} D^2 h_3 = \frac{\pi}{4} (1.85)^2 (0.5) = 1.14 \text{ 立方公尺}$$

(d) 爐頸之容積：

$$= \frac{\pi}{4} h_1 [D^2 + Dd + \frac{d^2}{4}]$$

$$= \frac{\pi h_1}{12} [(1.85)^2 + 1.85 \times 1.2 + (1.2)^2] = 9.26 \text{ 立方公尺}$$

(e) 爐頸之容積：

$$= \frac{\pi}{4} d_1^2 h_5 = \frac{\pi}{4} (1.2)^2 (0.6) = 0.68 \text{ 立方公尺}$$

煉爐全部之有用容積：

$$= 0.51 + 2.99 + 1.14 + 9.26 + 0.68 = 14.58 \text{ 立方公尺}$$

(1) 煉爐高度(H)及有用高度(H_u)

(a) 爐缸高度 h₁ = 0.90公尺

(b) 爐腹高度 h₂ = 2.00公尺

(c) 爐腰高度 h₃ = 0.50公尺

(d) 爐筒高度 h₄ = 5.00公尺

(e) 爐頸高度 h₅ = 0.60公尺

有用高度 H_u = 9.00公尺

倘令爐頸上部以達爐頂高度

則煉鐵爐之高度

$$H_6 = 1.00 \text{ 公尺}$$

$$H = 10.00 \text{ 公尺}$$

(12) 校正 以上所得之尺寸，是否合理，須視：

(a) 煉鐵爐各部相加之容積是否等於所得之有用容積，

(b) 煉鐵爐有用高度與爐腹直徑是否如何所假設成五與十之比。

依上述之數字，有用容積(一四·五〇立方公尺)與各部相加之容積(一四·五八立方公尺)相差甚微，而有用高度(九·〇〇公尺)與爐腹直徑(一·八五公尺)亦近於五與一之比，故所計算之尺寸，可以實用。

(二) 煉爐之建築 爐身之設計，固極重要，但爐身建築材料之如何選擇及各部設備之如何配置，亦宜審慎將事，以合於經濟適用之條件，茲依下列各點，略加闡述。

(1) 爐身建築材料之選擇 爐身所用之材料在煉鐵爐，大都用各種質良之耐火磚內砌而於外部加以鋼板緊箍，下部支以鋼鐵立柱，無在不求其堅實耐用。華麗美觀。小型煉爐限於經濟條件，似以簡易合用為宜。土爐之用泡砂石內砌，普通砂石外砌，並用松杆緊箍而無立柱支撐爐重，以其建築之簡易取材之便利也。惟泡砂石係酸性易為高溫帶鹼性之熔渣所侵蝕，因之土爐少用石灰石而致影響生鐵之品質。為求生鐵品質之優良，相當石灰石量之添加，以便熔渣之酸鹼適度，乃為必要，泡砂石之須以耐火磚代之，自係理之當然者也。耐火磚之成分三氧化二鋁以在百分之四〇以上，雜質以在百分之三以下者為佳。爐缸爐腹以所受熱力及侵蝕之

影響甚烈，宜全以耐火磚砌築，爐腰以上溫度較低，可以泡砂石內砌普通砂石外砌，以資經濟。爐頸以達爐口，可用堅硬之砂石，期能抗衝洗刷作用。爐身外圍間隔以鋼板帶，雖為費不貲，但為防止爐壁開裂或爐內爆炸所不可缺者也。

(2) 爐基之重要 爐基乃煉爐全體重量之所支撐，倘不穩固，每致爐身下沉或傾斜，而煉爐等於虛設，不能作業，故爐基必須達於底石，若底石離地面過深，可打木樁而填以混凝土，決不可貪圖省費致遺後患。

(3) 煉爐之支撐 土爐因圖建築之簡易，無支柱之設置，以致作業諸多不便。五噸煉鐵爐擬設立柱六根，以支撐爐身及物料之大部分重量。立柱下設爐基而上頂於圓形橫樑以接受上部之壓力。立柱及圓形橫樑用鋼筋混凝土建造。

(4) 爐壁之厚度 土爐爐壁之厚度以建築技術及建築材料之差劣，厚度總在一公尺半以上，以為非如此不足以保持爐內之溫度，而新式煉鐵爐之爐壁，俱在一公尺以下，且有逐漸向薄之趨勢，蓋另有其原因在也。所設計之五噸煉鐵爐爐壁之厚度，最薄（爐腹部分）為半公尺，最厚（爐腰）為一公尺，取其中數也。

(5) 爐頂之設備 土法煉鐵爐之爐口敞開，任爐氣外洩，不之利用，故爐頂無所設備，即東溪太平橋煉爐之利用爐氣，亦只於爐旁添一氣管（Downcomer），而爐口只於每次入料後加蓋而已。為增高爐溫，節省燃料，爐氣之熱能，必須利用，故除下氣管及洩氣管（Blast）之安裝外，雙重鐵鑄加料，至為必要。小型煉鐵爐之爐口頗小，每次加料不多，下部鐵鑄之斜坡似應大於四五度，以求其速降也。至於雙重鐵鑄之升降可利用槓桿原理，並於桿端加以抗重以省拉

力。

(6) 水箱之安裝 水箱之安裝，原為爐內溫度過高，用以保護內砌之磚塊而延長煉爐之生命也。小型煉爐之散熱較之大爐為速，兼以其他設備之簡單，爐溫絕不能過高，除風嘴之鑄水箱外，其他爐缸及爐腹部分，似無裝設水箱之必要。

(7) 風管放鐵口及出渣口之佈置 風管之數為三（見後），應互為一二〇度角安裝，放鐵口及出渣口可開於二風管之間，亦在成一二〇度之角度。所剩二風管之中間，自為接連圓風筒之進風管適當地位。

(8) 爐底之去濕 土爐之爐底下部，常設有通氣道，以免濕氣上昇，影響爐底溫度，此在小型煉爐，確有取法之必要。

(三) 煉爐附屬設備之設計 除煉爐之本身外，鼓風，熱風，捕塵等之設計，亦極重要，特略陳於次：

(1) 鼓風之設計 由打風機輸送空氣以達風嘴，意在助焦炭之燃燒，其所需之設備，不外風管，圓風筒，進風管與打風機。

(a) 風管 風管之數目，依林德柏法 $N = DT = \pi(0.85) = 2.7$ ，依方西饒法 $n = d = 0.85(3.281) = 2.8$ ，故選定風管之數目即 $n = 3$ 。

風嘴之大小，有數種方法可以求得，經考慮後，認為方西饒法為適宜，方氏以為風嘴之大小與風管數目及風量有一定之關係，如下式所示：

$$d = \frac{0}{100n} \times \frac{4}{\pi}$$

○為每分鐘之風量 (立方英尺)

n 為風管數目

d 為風管直徑 (英寸)

依大型煉鐵爐之資料，每噸生鐵需每分鐘一〇〇至一五〇立方英尺之空氣，惟小型煉鐵爐之燃炭率較高，倘以一八〇立方英尺計算，則五噸煉鐵爐每分鐘所需空氣量，即

$$Q_a = 900 \text{ 立方英尺} = 25.5 \text{ 立方公尺}$$

九〇〇立方英尺之空氣加熱至攝氏四〇〇度，壓力為三磅 (即高於正常一五四公克水銀柱) 時，則其容積

$$Q_h = \frac{900 \times (273 + 100) \times 760}{(273 + 20) \times (760 + 154)}$$

$$= 1723 \text{ 立方英尺} = 49.2 \text{ 立方公尺}$$

$$d_e = \sqrt[4]{\frac{900}{100 \times 3 \pi}} = 1.95 \text{ 英寸} = 0.050 \text{ 公尺}$$

$$d_h = \sqrt[4]{\frac{1723}{100 \times 3 \pi}} = 2.66 \text{ 英寸} = 0.068 \text{ 公尺}$$

為適應冷風及熱風計 (理由見後) 選定 d_e 及 d_h 之平均數，即

$$d_a = 0.060 \text{ 公尺}$$

至於風管可依成例漸次增大，無待於計算也。風嘴之附近，溫度最高，須以青銅製造，並附以冷水箱，以資保護。風管可用生鐵鑄成，水箱之設置，似可省去，至其方向，須以能變更者為佳。

(b) 圓風筒 圓風筒之作用，係貯配空氣，經風管以連爐內助焦炭之燃燒。圓風筒之內徑可用下式求得。

$$d = \sqrt{\frac{Q \times 4}{V \times \pi}}$$

d 為圓風筒直徑 (英尺)

Q 為空氣每分鐘之容積 (立方公尺)

V 為空氣每分鐘之速度 (英尺)

假令空氣每分鐘之速度，即 $V = 3600$ 英尺，則風筒內徑

$$d_e = \sqrt{\frac{900 \times 4}{3600 \times \pi}} = 0.565 \text{ 英尺} = 0.170 \text{ 公尺}$$

$$d_h = \sqrt{\frac{1723 \times 4}{3600 \times \pi}} = 0.781 \text{ 英尺} = 0.240 \text{ 公尺}$$

同樣依 d_e 及 d_h 之平均數，選定

$$d = 0.390 \text{ 公尺}$$

圓風筒內砌以不易傳熱之耐火磚，外部鋪以鋼板。惟因選定之內徑過小，不易製造，可改用鐵管而於外部加以石棉以防熱力外散。

(c) 進風管 進風管之內徑，以稍小於圓風筒之內徑為佳，故其直徑選定，即

$$d_{in} = 0.180 \text{ 公尺}$$

(p) 打風機 打風機之常用於煉鐵爐方面者為羅滋式 (Roes) 及葉格式 (Jaeger) 二類，前者為點之接觸，後者為線之接觸，各有利弊，以製造關係所選定者為葉格式。其所需之馬力，可計算之於次。

$$HP = 0.2616 \times V \times pe$$

$$= 0.2616 \times \frac{900}{60} \times 4 = 15.70$$

倘機械之效率為百分之五〇，則原動機之馬力

$$HP = 15.70 \times \frac{100}{50} = 31.4 \text{ 或 } 35$$

打風機之原動力在土爐方面有人力，水力及木炭汽車引擎數種，或以馬力不足，或以工作時生故障，俱難引用，為安全計，以汽機為佳。

(2) 熱風爐之設計 為求爐溫之增加，燃料之節省，熱風爐之安設，至為必要。茲就熱風爐之選擇及其計算分述於次：

(a) 熱風爐之選擇 熱風爐概分二類，一為特形耐火磚砌築，成立式圓柱之形狀，名標準熱風爐 (Hot Stove)，一為鑄鐵管所組成，名管式熱風爐 (Pipe Stove)，前者為新式煉鐵爐所必採用，而後者僅為木炭煉鐵爐所引用，以其簡便易於構造也。熱風爐所需之耐火磚料，係特殊形狀，在求其受熱面積之增大，製作上需用機械，以川省現時各耐火磚廠設備之簡陋，此項磚之製造，殊不可能，因之熱風爐不能不選定管式，管式熱風爐之最大缺點，在其不能耐久易生裂縫走氣。管式熱風爐依其安裝位置之不同可分立式與臥式二類，而以後者之修理較易。姑選定臥管式熱風爐。

(b) 熱風爐之計算 假定所選之管形鑄鐵管為三公呎，內徑〇·一五〇公尺，厚度〇·〇二五公尺，空氣由攝氏二〇度熱至攝氏四〇〇度，其容積在標準情況下為每分鐘二六·五立方公尺，其壓力為每平方英寸三磅（即高於正常一五四公毫米水銀柱），爐內溫度為攝氏九〇〇度，冷空氣之速度為每秒六公尺，熱空氣之速度為每秒一五公尺，氣體之速度

為每秒二公尺。則熱風爐之鐵管長度及排列，可計算於次：

(1) 鐵管之數目

$$\text{鐵管之截面積} = \frac{\pi D^2}{4} = 0.7854 \times (0.150)^2$$

$$= 0.0177 \text{ 平方公尺}$$

$$\text{每根鐵管空氣經過之容積} = 0.0177 \times 15 = 0.274 \text{ 立方公尺}$$

公尺

$$\text{空氣在攝氏四〇〇度之每秒鐘總容積} = \frac{64.5}{60}$$

$$= 1.075 \text{ 立方公尺}$$

故鐵管之數目即

$$n = \frac{1.075}{0.274} = 3.92 \text{ 或 } 4$$

(2) 鐵管之長度

熱力每秒钟輸送之總量 (Q)

$$\text{空氣每秒钟經過每根鐵管之重量} = 0.425 \times 1.3 = 0.553 \text{ 公斤}$$

公尺

$$\text{故熱力每秒钟輸送之數量} Q = 0.553 \times 0.21 (500 - 20) = 11.0 \text{ 千卡}$$

熱力由氣體經過鐵管以達空氣之總阻力 (R)

由氣體至鐵管 (平均速度為每秒二公尺) 之傳熱係數

(h₁)

$$h_1 = 0.00028(2 + \sqrt{V}) = 0.00028(2 + \sqrt{200})$$

$$= 0.0004519 \text{ 平方公尺/千卡}$$

$$= 0.000452 \text{ 平方公尺/千卡}$$

$$\text{由鐵管至空氣 (平均速度為一〇·五公尺) 之傳熱係數}$$

$$(h_2)$$

$$h_2 = 0.00028(2 + \sqrt{V}) = 0.00028(2 + \sqrt{1050})$$

$$= 0.00028(2 + \sqrt{1050})$$

$$= 0.000363 \text{ 平方公尺克卡}$$

$$= 0.90963 \text{ 平方公尺克卡}$$

二、五公尺管傳熱係數 (h₃)

$$h_3 = 1.5 \times 0.14 = 0.21 \text{ 平方公尺克卡}$$

$$= 8.324 \text{ 平方公尺克卡}$$

故熱力由氣體經過鐵管以達空氣之總阻力

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2} + \frac{1}{h_3}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{241 + 100.7} + \frac{1}{0.00452} + \frac{1}{0.00963}}$$

$$= 0.830 \text{ 平方公尺克卡}$$

鐵管內外平均溫度差數 (Δm)

$$\Delta m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{(900 - 20) - (900 - 100)}{\ln \frac{880}{800}}$$

$$= \frac{800}{2.303 \log \frac{880}{800}} = 380$$

$$= 885 \text{ 度華氏}$$

假定所需鐵管傳熱面積為 A，長度為 L，則

$$A = \frac{Q}{U \times \Delta m} = \frac{11.0}{0.830 \times 380} = 3.47 \text{ 平方公尺}$$

$$L = \frac{A}{\pi D} = \frac{3.47}{\pi \times 0.15} = 14.6 \text{ 公尺}$$

由 (a) 及 (b) 所得之結果，熱風爐鐵管之排列應分四組，每組之長度為十二公尺，當三公尺 U 形鐵管四根。總計四組共需內徑為 0.15 公尺長度為三公尺之 U 形鐵管一

六根，合四八公尺，

上項傳熱係數可用 $h = 0.023 \frac{K}{D} (U_{mp})^{0.8} (CU)^{0.3-0.4}$ 求之，較為正確，惟以爐氣與空氣燃燒所發生氣體之資料不全，只得依上法計算。

熱風爐之外，應備鐵管，以輸送冷風，俾熱風爐發生障礙時，可用冷風代替，不然須預備同式熱風爐兩座，殊非經濟之道。

(3) 捕塵器之設計 爐氣由爐內向外洩出，常挾細塵與之俱來。細塵之多寡端視所加物料之性質，氣體上升之速度，作業之情況及放洩爐氣之佈置為轉移。通常所產生之一噸，將伴有四〇至四〇〇磅之細塵，而細塵含有鐵質在百分之二〇左右，土爐之任其由爐口逸去，雖為值甚微，亦為損失之一種，倘利用爐氣以溫熱入爐之空氣，或推動氣體引擎，尤須將細塵自氣體中析出，以求適用。設計之五噸煉鐵爐，既有熱風爐之設置，捕塵器之必要，實顯而易見。

捕塵器之式樣雖多，而原理則一，無非利用容積之驟大以減低爐氣之速度，或更加以旋轉作用或冷水淋漓，俾細塵之能下降也。至所用建築材料，亦無一莫非鋼鐵。在五噸小爐為經濟計，建築材料以少用鋼鐵，式樣以力求簡單為原則。因此選定上下為圓錐形而中部為圓柱形之空室，除上下圓錐體及去塵活塞外，中部之圓筒可以石砌。由下氣管而來之爐氣成相當之角度以導入於圓筒之左側，而析離細塵後之氣體則由上部圓形蓋以入氣管，將與空氣混合以燃燒熱風，爐下部倒置之圓錐底，為細塵沉澱之所，時由活塞排出。

捕塵之計算，至為簡單，今假定每噸生鐵之爐氣在大氣

壓力及攝氏零度時每分鐘為一五〇立方英尺或四・二五立方公尺，實際爐氣入捕塵器之溫度壓力姑定為攝氏一五〇度，五英寸水計（九・三五公毫水銀柱），則爐氣每分鐘之容積，即

$$= \frac{150 \times (273 + 150) \times 760}{273 \times (760 + 9.35)} = 225 \text{ 立方英尺或 } 6.4 \text{ 立方公尺}$$

公尺故五噸煤爐之每分鐘爐氣容積即

$$= \frac{225 \times 5}{60} = 18.75 \text{ 立方英尺或 } 0.53 \text{ 立方公尺}$$

假令爐氣入捕塵器之速度為每秒三五英尺，則捕塵氣之進氣管直徑，即

$$D_1 = \sqrt{\frac{Q \times 4}{\pi \times V}} = \sqrt{\frac{18.75 \times 4}{3.1416 \times 35}} = 0.85 \text{ 英尺}$$

即 $D_1 = 11$ 英寸或 0.28 公尺

為使爐氣在捕塵器之速度降低為每秒二英尺，俾細塵之能迅速降落，塵捕器即圓筒形部分之直徑

$$D = \sqrt{\frac{15 \times (0.85)^2}{2}} = 2.46 \text{ 英尺或 } 1.05 \text{ 公尺}$$

又假令爐氣離開捕塵器之速度為每秒三〇英尺，則出氣管

$$\text{之內徑即，} D_2 = \sqrt{\frac{15 \times (0.85)^2}{3.1}} = 2.835 \text{ 英尺或 } 1.270 \text{ 公尺}$$

(完)

試驗煉鐵廠籌備經過及開爐情形

朱玉崙

一、籌備經過

1. 設備緣起

湖自抗戰軍興，運輸困難，鋼鐵來源，因以斷絕，而兵工需要，多仰賴於土鐵，惟以土鐵，盡係白口，不合翻砂之用，兵工需要遂成問題，於是乃有改良土鐵之議，改良之道，不外兩端：一在於土鐵之中摻合矽鐵以謀增高其含矽成分，一在改良原有高爐，增加風量，改用熱風，以謀增進產量，節省原料而提高品質，惟以川省煤鐵蘊藏雖廣，但除最少數特殊者外，所有鐵礦多係菱鐵礦，層厚不過數寸，探掘備極困難，而適於煉冶金焦之煤，又多屬侏羅紀，亦多厚不盈尺，且交通不便，無法集中，在此種自然條件限制之下，如就某一適當範圍內設一五噸至十噸之小型煉鐵爐，固屬可能，苟欲設五十噸以上較大之鐵廠，則因原料供給不易，必遭週極困難，况大規模鐵廠之籌備建築，多需時日，當有緩不濟急之虞，當此物資來源與運輸極度困難之時，固不若小者舉易而成速之為適合戰時需要也。職是之故，本所爰有創辦小型煉鐵爐之計劃於二十八年五月間蒙 部令核定資金六萬元由小工經費項下支給後，即着手設計調查，十月初奉 撥經費即從事廠址之開闢，及機器材料之訂購十一月派 司科長梁津技士吳京到廠視察，就原料之供給，運輸之狀

况，以及市場之需要，詳加研討，認為此廠有擴充設備完成一新式煉爐之必要，復因歐戰暴發，物價繼續高漲，原定預算，不敷甚鉅，在礦業司李鳴鈞司長主持之下，商請翁部長於二十九年一月將經費總額改列為三十萬元，除以本所奉發其他四項小工業經費五萬二千二百五十元移撥，及想撥小工業經費五萬四千元（三月二十日領到）合共十六萬六千二百五十元外，其餘則由工鑛調整借款八萬元（八月九日收到全數），復由該處材料庫預付訂金五萬元（六月十七日收到）共計經費總數始湊足二十九萬六千二百五十元，則本廠第二期設備始得推動，如增加熱風爐，添置鍋爐及發動機，加築廠房等工作，均在此期開始，至二十九年三月一切設備，已大致就緒。嗣以物價繼續高漲，而核定之經費及借款又不能如期撥到，未免坐誤時機，致使既經調整之經費，預算復感不敷，隨又商准翁部長向四行借款五十萬元，以資週轉，自六月中旬開始向四聯接洽其聯公公文往還及審核批件等手續，至十一月初始獲簽訂借款合約而在此接洽期間，物價竟漲再漲，五六月等月因物價飛漲，原預算經費不敷分配，以致工程幾陷停頓，八月向天成建築公司洽借三萬元以應緊急費用，始得維持，十月向鋼管管理委員會商借十萬元，各項訂購材料，始獲運到廠，至十一月四行借款撥到後，第二期購運裝置，始能順利進行至十二月底，一切設備始竟全功。

2. 籌備人員之派定

為專責成以速事功起見，於奉令核定設廠之始，即派技士王子祐，技佐安朝俊、楊振興負責籌備，從事於煉爐設計，器材選購，及擇定廠址等之初步工作，迄二十八年十月，此項工作業已次第完成，正式建築工程，即行開始，而事務工作漸趨繁忙，遂另委事務員張餘堂兼主其事，其他辦事員及事務員等亦分別就事務之繁簡，酌予派定，以期工程得以順利進行，早觀厥成：十二月技士王子祐應西北工學院之聘，一切工程進行，即改派安朝俊主持，楊振興協助，二十九年一月工程師朱庭芝到廠，工程推動，分為三部，分工進行，設計由安朝俊主持，監工由朱庭芝負責，訂購器材由楊振興辦理，分工合作，夜以繼日，其餘工程及事務人員到廠雖有先後，而對所任事務，無不竭盡心力，乃有今日之成就，總計該廠自安楊朱三員開始籌備起，至現時僅有職員十四人而已。

3. 廠址之決定

廠址之選擇，乃以四個條件為標準，即（一）原料如鐵砂焦炭及石灰石之來源，須在鄰近，（二）人工易於招致，（三）銷場運輸之便利，（四）空襲危險之避免。鐵鑛既擇定×××之×××及×××之×××兩處，焦炭及石灰石係取給於嘉陵江三峽附近，銷場則集中於渝市，故廠址之地位，當以在嘉陵江沿岸鐵鑛區附近，居三峽及重慶之間者，最為適宜，而廠址不僅需要一較平坦寬闊之地，且須有良好之碼頭，枯水洪水悉能停泊，經數度勘測與攷慮，求其適合於

上列條件者，始決定×××上首××對岸之高地為煉鐵廠之廠址，二十八年九月中旬購買地基二十餘畝，招工平地，開溝鑿石，而建築工程於以開始。

4. 機料之購置

本廠籌設之始，因鑒於運輸之困難，故所需一切器材，以能在重慶附近購置者為原則，但當此供求不能相應，敵機日夜轟炸之下，使此項工作之進行，倍增困難，甚至於絕望，又况經費無日不在拮据狀態之中，而物價則一日數變，機會稍縱即逝，故對一切器材之購置，先求委託得人，再責以迅速適用，對一切手續，務求簡便，以謀節省財力而速事功，技佐楊振興於受命之後，苦心向各廠商接洽，勞怨不辭，艱險不避，視逃債生活為常事，以搶運器材為己責，終能以最少數之費用，在最短期間內完成任務，此種精神實值吾人宣揚者也。

5. 工人之訓練

查我國鋼鐵業落後，於煉鐵富有經驗之技工，為數甚少，以致各煉鐵廠因作事不熟練而發生之故障，所在多有，無可諱言，為預防此項事件之發生起見，曾招致對土爐富有經驗之爐工六人，分期派在鋼鐵廠實習，使之對新式煉爐作進一步之熟習，以資借鏡。

6. 煉鐵爐之設計

試驗煉鐵爐之設立，意在示範，除改良土鐵之品質外，並兼顧創設之資本，俾一般小本營業之企業者易於從事，因

此擬設之煉爐，其容量以五噸為限，各部之裝置與引用之機械，亦悉以經濟簡單為原則，茲就設計之要點，分述於次，又此項設計屢承經濟部礦業司司長李鳴銜及鋼鐵專家嚴恩域兩先生之熱心指導，至為銘感。

(a) 煉爐內部之曲綫

爐缸：直徑九〇公厘，高八五〇公厘。

爐腹：上徑一九〇公厘，下徑九〇公厘，高一六九〇公厘。

爐肚：直徑一九〇公厘，高六〇〇公厘。

爐胸：上徑一二〇公厘，下徑一九〇公厘，高五〇〇公厘。

爐頸：直徑一二〇公厘，高一七五〇公厘。

出鉄門在爐缸底部，出渣門中心線高出爐底三五〇公厘，距出鉄門一二〇度，進風口三隻，高出爐底六〇〇公厘，三隻互距一二〇度，距出鉄門六〇度者二隻，一八〇度者一隻。

(b) 煉爐建築材料

煉爐基地為水泥三合土築成，基地以上用火磚砌至爐底，爐缸內壁亦用火磚砌成，爐缸外壁至水泥爐基皆用鋼筋水泥加固，爐腹壁用火磚砌成，外用鋼箍加固，爐肚內壁及爐胸下段內壁皆用火磚砌成，爐胸上段內壁及爐頸內壁皆用耐火砂石砌成，爐肚爐胸及爐頸外壁皆用普通砂石砌成，並用鋼箍加固，自爐肚以上之全部重量以一鋼筋水泥所作之托樑及六圓柱支持之。

(c) 加料設計

煉爐日用原料二十餘噸，為最不多，採用人工加料法，爐頂中央設漏斗一，下口用鉄鐘關閉，鉄鐘由一槓桿操縱，可作直上下之動作，為避免鉄下鐘降時爐氣外洩計，漏斗之上口用一笠形鉄蓋扣覆，此蓋亦由一槓桿操縱之。

(d) 冷卻設計

爐腹及風管層為最熱部份，需要冷卻裝置，本廠煉爐採用辦法為將青銅製之扁水箱砌於壁中，水箱內以水循環流動，風管則用青銅製之圓水箱冷卻之，本爐共用圓水箱三枚扁水箱二十枚，冷水則由一圓形水管供給之，用過水之，則放入廢水槽流回冷水池。

(e) 打風設計

為使熱風由三風管進爐風量平均計，熱風先導入一圓形總管，再平均分入三風管，熱風進管內皆鑲以火泥燒製之磚管，以保持溫度不致降低。

(f) 熱風設計

本廠現有之熱風爐為臥管式者，內有生鉄管三組，每組十七根，每組之管用潤管順聯之，燃料用煉爐之瓦斯，以本生氏燃燒器混合空氣燃燒之，燒後之烟經烟道由烟肉排出。

7. 原料之供給

煉鉄所需原料，不外鉄鑛焦炭、石灰石、及錳鑛四者，惟錳鑛在四川境內尚少發現，但錳鉄鑛內又含有相當量之錳

質，石灰石在嘉陵江下游亦隨地皆有，故原料中之錳礦及石灰石實無待於搜求，其急待解決者，厥為鐵礦與焦炭。

(u) 鐵礦之採

嘉陵江流域所產之鐵礦，俱為煤羅紀之寒鐵礦，層薄不集中，難於大量生產，昔時以銷路不暢，即土法小規模之開採，亦大半停止，為解決鐵礦之供給問題，曾在嘉陵江下游之××及××附近調查，結果認為×××約里路××之××一帶，就礦量，礦質，運輸及施工等項而論，尙屬條件優良，因此測繪礦區，並呈部設權。惟以層層太薄，自採不經濟，已與當地礦商成立採合同，所採礦砂概歸本所優先收買，預算每日出砂十五噸，已敷煉鐵廠之需，現以可日運八噸，統計產砂約二千公噸。嗣又於距廠約×里之××地帶劃定國營礦區一處，亦正在覓人承包中。

(b) 焦煤之洗煉

四川境內能煉冶金焦炭之煤，本極微薄，而土法煉焦之成份，即一地所產，亦難均勻，為解決此項問題之便利計，已由本所煉焦廠負責收買北川鐵路沿線之末煤，以資煉焦，最近更於××劃定煤礦區一處，距本廠僅×里許，煤質尙可煉焦，現正計劃開採，作本廠煉焦原料。現時廠方已有存焦四百噸，可供一月之用。

(c) 石灰石之訂購

石灰石已向三峽一帶訂購，現已運廠備用者，約有三百噸。

8. 工程設施

自二十八年九月間廠址購妥後，即興工平地，各項設施亦次第開工，茲分述於下，又在本廠建築期間屢承鋼鐵專家李鳴麟、嚴恩誠、彭蔭棠、靳樹樑、胡博淵、劉剛、程耀卿諸先生蒞廠指導特此銘謝。

(a) 廠房

廠房包括辦公室五間，化驗室三間，庫房四間，機房六間，皆於二十八年十一月開工建築至二十九年二月底完工，其後陸續增加之房屋，計有職員宿舍七間，儲料廠，出鐵廠，鉗鍋廠各一棟，水泵房兩間。

(b) 煉鐵爐

煉鐵爐於二十八年十一月開工，於二十九年五月下旬將石工完成，其中耐火磚於二十九年三月至五月上旬砌竣，六月七月間將爐頂及上料設備全部完成。

(c) 熱風爐及沉灰器

熱風爐與沉灰器於二十九年四月開始建造，至六月底完工。

(d) 煙囪

煙囪於二十九年二月開始築基，至十月底全部砌成高七十一呎。

(e) 喂水設備

喂水設備包括水壩一座，三寸出水水泵二座，二寸出水水泵一座，小水池一座，及容量一千六百立方公呎大水池一座，導水木槽一道，水管一道，木桶製水塔二座。

第一號水泵房於二十九年四月動工，五月建妥，六月將

水泵及木炭發動機裝竣。

第二號水泵房之石地基於六月間安妥，吸水井及引水缸

管六月底全部完工，水泵及木炭發動機於十二月安裝完竣。

水泵木桶於十月訂造，十一月安妥。

水壩於十月開始砌石，十二月完工。

大水池於二十八年十一月開工，二十九年六月完工。

木槽於九月十五日訂造，十一月安裝完工。

(f) 動力設備

動力設備，包括鍋爐二座，蒸汽機二座。

二十九年一月向福裕鐵工廠訂製五呎十呎立式鍋爐二座

，鍋爐地基於五月間開始建築，六月初完工，六月十三日，

鍋爐鐵板廊由滄運廠，二十二日開始鑄接外廊，七月間鑄好

，八月一號及二號鍋爐均立起，爐條裝好，鐵板烟囪已安妥，

并加牽絲四條，以防動搖。

蒸汽機原向中興機噐廠定製馬力三十四立式蒸汽機一座

，因該廠遭受敵機轟炸，遲至十二月始行交貨，現亦安裝完畢，為預防本汽機停車計，十二月在滄現購三十五匹馬力歐式蒸汽機一部，現已安裝完畢。

(g) 鼓風機

二十八年七月向順昌機器廠訂購耶氏鼓風機三部，每分鐘排風量為十二萬立方公尺，壓力為四磅，至二十九年四月陸續交貨，於六月八日安裝完畢。

(h) 加料設備

加料設備，除爐頂裝置鐵鑪，由植桿開閉外，其餘皆用人工挑送。

(i) 烘鑪設備

本廠所用鐵砂係菱鐵鑪，含鐵成分僅約百分之三十至三十五，故在送入煉爐以前，須先加以烘煨，現已建烘鑪一座，每日可烘成熟鑪八噸，正在建築中烘爐二座，每日可烘成熟鑪十噸。

9. 財務報告

(a) 財務狀況

查本廠經費自經奉 部令，准將設備予以改善，並將預算改為三十萬另三千三百九十元，計俸給費一萬四千三百九十元，辦公費四千元，設備費二十三萬五千元，原料費四萬四千另二十元，調查費一千元；特別費三千元，為節省經費起見所有會計事項，則由本所會計室辦理。

資金 本廠資金，由推廣小工業經費內撥發者，計於二十八年六月二十五日領到一萬元，十月九日領到三萬元，十二月二十六日領到四萬九千七百八十元，二十九年一月二十四日領到二萬二千四百七十元，由小工業經費資金貸助項下餘款內撥發者，計於三月二十日領到五萬四千元，合計實領到六萬六千二百五十元，其餘不足之數，奉 部令另案籌措借款 政府撥發資金數額，既與核定預算相差甚鉅，為求完成全廠以期早日出鐵起見(1)向工鑛調整處借款八萬元，年息七厘，定期三年償還，於二十九年三月一日收到五

萬元，四月九日收到三萬元，(2.)本廠因物價繼續增高，原有款項皆已用罄，為應付急需起見，向天成建築公司借款三萬元，以礦砂一千二百噸作抵，月息二分，限期三月償還，(3.)九月二十五日本廠因定購之機件材料，需款提遲，臨時又向鋼鐵管理委員會土銜管理處暫借十萬元，規定候本廠向四行借款成立時歸還，(4.)本廠設備既因物價暴漲，費用增加，短期借款亟待清償，購辦原料在在需款，於十一月一日向四行借款五十萬元，以全部資產作抵，月息七厘，規定自第四個月起，分期還本付息，並由四行派員駐廠稽核收支賬目，以上四項，合計先後借款七十一萬元，除天成建築公司三萬元，鋼鐵管理委員會土銜管理處十萬元，已由四行借款五十萬元內償還外，實共借款五十八萬元。

定金 本廠向工鑛調整處息借八萬元，原為填補預算之不足，該時除 部撥資金十六萬六千二百五十元與此八萬元外，尚短少五萬一千三百九十元，故同時與工鑛調整處材料庫訂立購鐵契約，先付定金五萬元，以供週轉之用，此款於二十九年六月十七日收到，其償還辦法，係於一定期內在鐵價內逐次扣清，實際亦等於以借款充作資本。

(b) 收支情形

本廠計領到經濟部撥發資金十六萬六千二百五十元，借款五十八萬元，與定金五萬元，共實收資金七十九萬六千二百五十元，截至二十九年十二月底工程完竣之日止，計支俸給費五萬八千六百五十六元二角九分，辦公費二萬四千一百八十三元另四分，設備費三十七萬五千三百六十五元七角六分，原料費一萬九千九百四十元另八角一分，調查費二千一

百五十八元五角四分，特別費五千另三十七元六角二分，合計支出四十八萬五千三百四十二元另六分，收支兩抵結存三十一萬另九百另七元九角四分，連同利息收入五百五十二元八角五分，合為三十一萬一千四百六十九元另七角九分。

上項結存之三十一萬一千四百六十九元另七角九分，即為還償本所債務之基金，除暫付款十七萬二千六百另四元四角八分(礦砂開採費及焦炭價款)與廠內備用金十二萬八千四百七十四元五角此時尚未收回外，現實存國幣一萬零三百八十一元六角一分。

二、開爐情形：

試驗煉鐵廠籌備經過，已詳述於前，截至二十九年度十二月底，各項建築雖已竣工，但為策萬全計，機械設備，尚待添置，原料採運，亦待補充。惟以經費支絀，力有未逮，適於此時，資源委員會主任委員翁詠寬先生，副主任委員錢乙紫先生，為解決後方鋼鐵需要，亦正發勸小型煉鐵爐事業，並經委派鋼鐵專家嚴治之先生來廠調查，就本廠設計，設備，以及原料，運輸等項，詳加研討後。認為有投資協助，以竟全功之價值，當即與該會工業處處長杜殿英先生，協定投資經營辦法九條，呈經翁部長核准備案，即於三十年一月一日，改組為資源委員會試驗煉鐵廠，由資源委員會加入資本五十萬元，經費既有着落，即分期着手於開爐之準備工作。

補充設備

為策安全計，在動力方面，增設三十五匹馬力之蒸氣機

一部，發電機一部，在抽水方面，增加三吋水泵一部，備用水桶兩個。在煉爐方面，增加備用水箱全套，及各等工具全套。在熱風爐方面，增加鋼箍，加避灰門等，至二月底，各項設備，均行補充就緒。

2. 烘爐

本廠因鑒於四川各地濕氣甚重，土爐在開爐初期，常因此發生障礙，故對於烘爐，特別注意。除熱風爐，沈灰器，及煉爐各部加以慎重烘烘外，對於爐底，尤特加烘烘，務使濕氣去盡而後已。至二月底，此項工作亦已完畢。

3. 各項設備之檢驗

本廠因鑒於各小型煉爐之失敗，多由於設備上所發生之障礙，故在開爐前，對於各項設備，均一一詳加檢查試驗，藉免開爐發生枝節，而受巨大損失。自二月十五日起，鍋爐，蒸氣機，鼓風機，煤氣發動機，水泵等，開始試車，喂水設備，亦均次第詳加檢查，凡遇少有障礙之處，隨時設法澈底修正，經時兩星期，此項試驗，均告完成。

4. 原料物料之籌備

本廠因鑒於各小型煉爐因原料供給困難，時有停工之虞，故在開爐以前，積極設法採運焦炭六百餘噸，礦砂五百餘噸，石灰石二百餘噸，煤炭二百餘噸，木炭三萬餘斤，足供兩個月之用外，並對於繼續供給數量，亦籌有妥實辦法，其他日常應用物品，亦均預為購置，藉免臨時籌措不及。

5. 試爐

上項籌備工作，均已就緒，當於三月十五日裝爐，本日晚十二時發火，十六日上午十時開始出鉄，經過極為順利，迄今已出鉄二十餘日，產量日增，品質亦日佳，最近已可日產頭號灰口鉄三四噸，至關原料之如何配合，產量之如何再求增加，以及品質之如何益求改善，仍在繼續研究進行中。幸希國內礦冶專家，不吝指教，使此廠能成爲開發後方煉鉄事業之先河，則幸甚矣。又此次開爐前，承礦業司司長李鳴鈞先生，技監胡博淵先生及資源委員會專員邵象華先生蒞廠檢驗各項設備，開爐時，承鋼鉄專家程亞青先生，蒞廠指導，獲益良多，特誌此鳴謝。

中華民國三十年四月五日稿

榮昌永川兩鐵廠調查報告

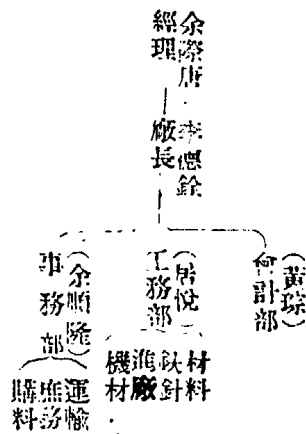
一、榮昌鐵廠

1. 位置及交通

榮昌鐵廠位於榮昌縣屬之××，北距榮昌縣城×十華里，距安富鎮××華里，辦事處設於安富鎮，交通較為方便，由渝至廠乘汽車僅一日之路程，由××運鐵至瀘州水程不過二日，高橋即位於小河邊自煉爐出鉄後運至河邊不足半華里該廠之器材運輸由渝沿公路運至××橋下河至廠不過×里之水程，員工之往來因成渝汽車在××橋未設站故須安富鎮下車乘滑干至廠，將來該廠如能自做小船數隻專運鉄至瀘州，由瀘州再交商船運渝，其運輸可不受任何限制也。

組織

榮昌鐵廠於廿七年十月開始籌備至二十八年七月完工開爐，因水車發生障礙，開爐兩日隨即停止，其組織由派新昌機廠及李際唐氏等各聯合出資籌辦，廠內工程人員由新昌機廠方面聘請，事務方面由余氏聘請，經理由余氏担任，廠長由李德鈞担任，廠長下分工務，事務，會計等部，營業由新昌機廠兼辦附組織表如下：



侯恩銑

3. 煉爐構造及機械設備

該廠設新式五噸煉鉄爐壹座，煉爐外牆用青石灰砌建，內牆爐缸及爐腹部份用自燒火磚砌，爐腹用泡砂石鋪砌至爐頸處仍砌此火磚以免磨擦易壞，外牆爐腹以上為圓形，以下為方形，風口三個，高二英尺，出鉄口一，高與爐底平，（以前出鉄口較煉爐低半呎，修爐後將爐底加高半呎，與出鉄口平）無單獨渣口，於出鉄口兩旁之風口下各開一小孔徑四吋以為灰渣之用，於風口有圓筒形水箱，在爐腹部份未設冷却水箱以減省冷却部份之障礙，煉爐旁設水塔式座高與煉爐等，二為供給圓水箱之循環水用，一為供給木柴代油機水頭用，水管由水塔引至地下於煉爐邊與水箱水管接連，總風管亦砌煉爐底石牆內以防熱之外散。

熱風爐壹座外牆用青石砌，內腔以泡砂石火泥砌縫，風管用扁鐵管，接口處用火磚砌成孔道連接，未用洋灰鉄屑石礮之混合物，認爲洋灰鉄屑石礮之混合物化學作用不十分可靠恐於溫度增高發生裂隙，以現時鉄皮之價值甚爲昂貴故未用煤氣導管將煤氣由煉爐接至熱風爐，熱風爐用碎焦渣及泡炭爲燃料，每日計須燃料一噸合價二十元，熱風爐因恐溫度增高爐牆有開裂之慮，故於建造時將熱風爐一半作於地下半於地上，其尺徑爲 9' x 8' x 24'。

該廠廠址在河邊修築溝壑條將水引至風車房下安裝水車一座用以帶動風機，去歲用水車開風機因皮帶軸發生障礙而影響開爐事，故現加添 J. E. G. 柴油機壹部以備水車發生障礙時應用，附機械設備表如下。

名	稱	數量	轉數	馬力	備註
Junker	柴油發動機	一部	350—400	35	一噸柴油可用八日
水	車	一部	150—200	35—40	
roots	打機風	一部	480	24	風量25—25立方呎風壓二磅
木炭	發動機特汽車頭	二具		10	
2 1/2	石炭	一部			

該廠因廠址稍平煉爐旁無較高之地可造上料平橋乃於煉爐邊建一木架子用手搖機將原料由竹筐運至架上，再由人力將料筐提至爐頂之木棚中，棚中有滑板一塊將料傾於滑板上，則料由滑板滑至爐口內，爐口蓋備小蓋子一個開關於木棚內。

火磚爐壹座爲導煙式。每爐可用普通磚一千式百塊，煙窗壹座，高七十尺餘爲火磚爐及熱風爐之用，蓋水池一座，用人力竹筒由河邊扯水放於水池中再用泵將水打至水塔上由水塔供給水箱及木炭機之用。

4. 煤焦之供給及成本

煤由余氏經營之原興廠及金盆山金盆山，煤廠供給距廠七里，每日供給十餘噸，該廠自設煉焦廠於××橋，有圓形煉焦爐十二座每日產焦九噸左右，煤不經淘洗，有黃牛十頭，煤礦之煤，供碾碎塊煤之用，煤價每噸運至焦廠之合計五十元。

附焦炭成本表如下

名	稱	數量	單價	總價	備註
煤		二噸	五〇元	一〇〇元	
燒	煤			三元	
碾	碎工			二元	
工	具消耗			一元	
工	資	五工	〇·八元	四元	
運	力			一元	由焦廠小船運鐵廠小
成	本			一一一元	

註：該廠現存有焦炭二百噸，其焦炭燒煉向佳

5. 鉄砂之供給及成本

該廠在雙河場自開鑛洞六個每日可產十二三噸，現正探採新洞，如新洞能探成功後，鐵砂之供給可無問題，雙河場距廠三十五里，由鑛洞用人力担至兩河口每噸運力二元四角，自兩河口裝船運至廠每噸三元合計自鑛洞至鐵廠每噸運費五元四角，鑛洞口每噸鐵砂成本為三十六元，運費在內共每噸須四十一元四角設有烘鑛二座一設鑛洞，一設廠內，每噸煨鑛須工資及燃料費七元，該廠預計於開爐時生鐵砂及煨鑛混合使用，不純用煨鑛，所用之煨鑛爐為圓形自動熱鑛降落與石灰密同一式樣。

6. 石灰石

該廠所用石灰石係包與本地人，每噸採運十二元，運至廠後日招小工將石灰石打碎使用，石灰石之錘打費不過二元

7. 運輸成本之預計

該廠之運輸由廠口下河，船運至瀘州，瀘州再運至重慶，自廠運至瀘州三十五元自瀘州至重慶十元，合計四十五元，如將來自造小船後運力費想可減少若干矣。

8. 鐵之成本

名稱	數量	單價	總價	備註
鑛砂	三噸	四十三元	一百二十九元	
焦炭	一噸	三元	二十二元	
石灰石	一·五噸	十四元	二十一元	
機械費用			四十元	鋼絲等

工資	運力	其他	成本
二十元	四十五元	二十元	四百九十七元

註：煤價恐須增高至六十元一噸則鐵之成本增至五百一拾七元

因該廠爐工皆由小工自行訓練工資較低
薪金折舊等費

9. 結論

該廠去歲七月開爐出爐之鐵質尚佳，因人工之不熟練水車開關不當，而致皮帶軸發生灣曲而影響開爐工作，現以水車修整完竣，並加添柴油發動機備用，試車半月之久又以皮帶與皮帶軸有滑動之現象故預定之本年五月一日開爐期又預延一月，至六月底想可順利開爐矣。

在川省之新式小化鐵爐中，該廠之煉爐設計為與眾不同者為無單獨之出渣口，及爐腹部份無冷却水箱，爐頸較長，在小化鐵爐無單獨出渣口以為減省工作手續之一法，並可免去由渣口損失鐵質之病，不過出渣口須備有較高之保險門以防爐底有凝却時放渣口不能開放時之用，如有渣口或由渣口暫時放鐵為救濟，故須有保險門之備用，鐵質水箱在川省各鐵工廠中雖有一二翻製為較好者倘不用鋼質水箱，倒不如不用，而可減少若干顧慮，爐頸較長當可使原料在爐內之化學作用較為完善，出鐵之成績或可較為良好。

一、永川鐵廠

臥式風機	一具	華西公司
立式自帶引氣風機	一具	華西公司
蒸氣機	一部	

該廠自建火磚爐壹座與榮昌鐵廠之式樣同，每爐可出通磚三千六百塊，導煙爐計有火門六個裝卸門一個內部現已拆毀。

外牆為青石，內牆用泡砂石砌建，原料為永寧火泥，其磚坯用人工製造，其煉爐牆之火磚皆為自製尚可用。

該廠於山坡上建築煙囪一座為熱風爐及火磚爐之用，煙道順山坡開鑿石槽斜上至煙囪地基以直高計約三丈餘煙囪本身高三丈合計六丈餘。

該煉爐於山坡建平台，遠爐頂用人力平車推送原料，爐蓋為雙層。

4. 煤焦之供給及成本

永川鐵廠所用之煤炭由余德光氏經營之德興煤廠供給德興煤廠在鐵廠旁半華里，探掘煤層為西山背斜層（新店子背斜層）之內大龍厚三十公分左右，日可產八九噸，煤質堅硬末煤甚少，因廿七年曾與遷建會鋼鐵廠定約供給焦炭自備黃牛二十九頭礦石碾四盤現已將牛及碾售與永川鐵廠煉焦之用。永川鐵廠設有煉焦廠，有石碾四盤黃牛三十九頭，長方形焦爐四盤圓焦爐兩座，自煤廠備有木軌至焦廠用拖車推運，將煤碾碎後不經淘洗即担至焦爐燒煉，每爐可裝十八九噸出焦十噸左右，計每爐需燒煉六日方可成焦，因長方爐較高，爐底煤粉多不成焦，故加竹筒於煤，裝好時取出以增火焰

之通流面。

附煉焦成本表如下：

名稱	數量	單價	總價	備註
煤	二噸	四〇〇	八〇〇	
燒煤			五〇〇	用煤層做煤磚
礦工			一・五〇	
運力			一〇〇	
工資	五工	〇・八〇	四〇〇	
土塊	八〇〇	〇・〇一	〇・八〇	
工具消耗			二〇〇	
成本			九五・三〇	

註：現該廠存焦有五百餘噸，足可供開爐後二三月之用，但煤廠之產量不能暢供恐開爐後日久有燃料供給不足之慮。

5. 鐵砂之供給及成本

該廠採用鐵砂係採自附近西山白岩、小溝、大八字、排山、魏家溝、圓古寺、清水河、高山灣、田壩、中古盞、劉公盞等處，最遠者距廠四公里近者二公里，礦洞計有十八個，分自採及包採兩種，現以經費關係未能全部開工採挖，連自採及包採計有十個礦洞開挖，人工多感不足現日產不過六七噸，鑛為菱鐵鑛須加烘燥，設有圓形（如石灰窯）烘礦爐五座，用附近之泡炭為燃料，每爐日可烘礦三噸，每日烘煉費七元，每噸運費六元，礦洞成本每噸三十七元。

6. 石灰石

該廠在近山處包採包運每噸十五元至加碎石工每噸，以八角合計每噸石灰石十五元八角。

7. 運輸之預計

該廠預計鐵自廠有人力担至施子橋每担以一元五角計每噸合三十元自施子橋運至瀘州每噸四十元，自瀘州至重慶每噸以十元計共自廠至渝運費八十元壹噸。

8. 鐵之成本

名稱	數量(噸)	單價(元)	總價(元)	
礮石	三噸	五七·〇	一七一·〇	運費及烘煨費在內
焦炭	一噸	九五·三	一九〇·六	
石灰石	一·五噸	一五·八	二二·二	
機械費			四五·〇	油絲及鍋爐燒煤等機件用費在內
工資			二五·〇	技工上料開爐工雜工等在內
運力			八〇·〇	由廠至渝
其他			一〇·〇	折舊關稅等在內
成本			五四四·六	

註：以現時成本計每噸須五百四拾元六角，如開爐期較遲，人工材料費用日漸增恐須六百元之譜。

9. 結論

吾國自抗戰以來感鋼鐵原料之缺乏外貨進口非易，而軍用及工業之需用日增，政府有鑑於此乃力加提倡希促鋼鐵

事業之從速發展以增國防實力而市場中鋼鐵亦為最易獲利之貿易，自廿七年至今迄二載有餘，煉鐵爐之建立如雨後春筍，但以環境之限制至今成者無幾川省雖富礦藏但能大量出產煉鐵之處無多故煉鐵爐不得不受其限制，故小型煉鐵爐之建立成爲現時急務，我國煉鐵事業雖創辦甚早而自海外通商以來冶鐵事業反行落後，式小型煉鐵爐在吾國尙屬創辦，煉爐之形式及動力之設備應如何設計無尙定法，然最近永川鐵廠開爐未得成功，其原因在動力方面設備之不足，此次開爐時於生火後風機發生障阻，及停車修理，因風機風扇軸卡脫開，風扇與風缸磨擦規定之一百四十轉僅能開九十轉致將風機折開修理軸卡，經數小時後修理完竣，開車送風，而風扇仍不適合，另行停風修理，因此延遲九小時之久，爐內溫度降底開放鉄口未能將渣及鉄放出，爐內隨成凝結狀，如當日風量足用或有使其融化之望，但風機修好後其風力仍未達預定數量，故開爐之事隨告失敗，事後由瀘携帶風壓表來試風量僅半磅有餘，其鍋爐能力亦不能達到預定之馬力，因爲立式烟爐時生出障阻，氣脈不能保持至一二〇磅僅可保八十餘磅，現已將風機運渝修理，俟修理完竣再添一較大之鍋爐運廠後再試開爐，在煉爐本身之建造，現以人工材料之昂貴，應不求其美觀但求堅固實用，該廠利用竹水管同甚經濟，惟恐開爐後竹管不能經久須加改換，如改換時不稍注意則恐因水之溢流而使煉爐發展障礙，因此而影響煉爐實不如用鉄水管之相當也，在煉爐之冷却却爲最易發生障礙之部份，在小型煉爐可不用冷却，加厚爐牆其生鉄之成績或可較佳，該爐與其他煉爐大略相似，如將風機修好，鍋爐馬力足用再行開爐想或可得較上次爲佳之成績也。

爲：礮石一百八十斤，焦炭三百斤，石灰石一百二十斤，每
次平均出鐵百斤，每班出鐵，出渣，加料等，工共計十一人
現新爐治煉舊爐正在修理中二爐形式及產量大致相同，鼓
風改用蒸汽有十五馬力之發動機一具，供鼓風，發電等用，
生鐵風管均爲自製。茲將該廠機械設備列表如左：

名	稱	數	量	備	註
管子臥爐		一座		徑三呎長九呎	
吋水泵		一台		鍋爐給水	
十五馬力蒸汽發動機		一具		供鼓風機	
發電機		一具		供自用電燈	
汽車發動機		一具		前供鼓風用現一具供 翻砂用	
鼓風機		一具		壓力二磅	
八吋鑄床		一具		配修機件	

註：礮石由鑛廠運至鐵廠後，先行煨燒，藉以減去水份，增高成率，該廠有煨爐二座，每座每次可煨礮石一百五十噸，期爲十日。

4. 翻砂

該廠翻砂工作，設有小型翻砂爐兩座，用汽車發動機鼓風，能製鐵管，爐條，車輪等件，但鐵質欠良，出品粗糙，不克上得鑄床。

5. 煉焦及成本

煉焦設備：築有長方形二十噸焦爐六座，三噸圓爐十五

座，平均每日產焦十二噸，洗煤方法，先將煤末篩入水溝用
棍搗動，轉者流入一二沉澱池中，取出裝入焦爐，重者沉入
，溝底售與當地用戶。惜水溝太短，水油較小煤，末外流甚
多，殊稱浪費。圓爐煉焦底孔，先置木柴，塊煤，即裝少數
末煤，平均地位插三吋徑之木樁三十五枚，再將末煤裝滿壓
實，取出木樁留作煙道，至相當火候，逐步堵塞，上覆泥土
，煉製裝卸，共須五日；長形焦爐，火門煙道均在側牆，每
距火門中心爲一·二公尺，爐內裝實煤斤，上設磚塊，留有
煙道在火門上孔出煙，至煉焦成熟時，磚上及煙道，均用泥
土封塞，然煉裝卸共須七日。茲將煉焦每噸成本列左：

名	稱	數	量	單價(元)	總價(元)	備	註
末	煤	17.00			17.00		
挑	力	0.60			1.00		由煤場挑至 煉焦場
淘	洗	1.00			4.00		
工	具				0.30		
薪	給				0.10		
共	計				24.30		

6. 煤鑛場

煤鑛場係鐵廠與江合公司合辦，煤之來源取於龍王洞及
石牛溝，查龍王洞一帶煤田區域，自周家溝北至石壩場，長
約二十五公里，有煤層二，上層厚二·五公尺，下層厚四公
寸，兩層垂直距估計爲二百公尺，煤層屬水成煤維紀其軸之

走向南部為北四十度，東北部為三十五度，地勢北部較高，背斜脊部平坦，傾斜兩翼不等，東翼自二十度至三十度，西翼五十度至七十度，寬約三公里，該處煤田開採已歷年百東西兩翼蔚洞林立，脊部平坦區域大部多已探掘，如龍王洞巷道早與石牛溝巷道相通，長達六公里許，總計探出之煤約有二百萬噸估計儲藏量為三千萬噸除探出二百萬噸外，兩翼傾斜較急煤層不易探，盡其探掘量按八成計，尚可採二千二百萬噸，江合公司領有鑛區四百公頃在周家溝龍王洞石牛溝等處鑛區均在背斜西翼；巷內採煤方法（石牛溝洞）各鑛大致一律：探煤初步工作，沿四公尺厚之煤層，用一面式鶴嘴，鑛工以臥式探煤場切端，寬約十餘公尺，可容十餘人同時工作，約至十數呎由石工驟頂挑去高一公尺寬一·五公尺之岩石為運道，接連木軌，鑛下之石堆積兩旁隨離成爲風道採下之煤由拖斗裝入低筐（其筐車之高度較煤層厚度略低）拖至開鑛巷道盡頭傾置木軌兩旁，重裝大筐運至平直道中放下至平巷道後，推出洞口煤場，巷道頂板堅固支柱極少，內部之水均由平洞外流，巷內風流各處暢通，機械設備各鑛全無設管部利煤探盡欲向下部發展恐非易事，防當事人早日設法籌措全盤計劃。

7. 鐵鑛場

鐵鑛層在蓮田上部亦屬水成條羅紀上層僅數公尺其軸之走向及背斜傾角均與煤層相同蜀江鐵廠在王家台，周家溝，元通寺等一帶共有鑛區二十三處面積約四千五百公畝王家台元通寺鑛區在背斜脊部，周家溝在背斜西翼，王家台區現正探採中，周家溝鑛層，似鷄窩狀，其量較少，而不易採覓，已於去年底停工，洞口所存鑛石，常有二百餘噸，現僅元

通寺一處日產鑛石四五噸而口但鑛層甚薄，平均厚度，不到三十公分，故探掘成本甚高，估計蜀江鐵廠，所有鑛區之埋藏量共為四十萬噸，探掘方法：切端與探煤場同，工人沿石層按向鑛孔每班可鑛四、五，總計深度約在一·五公尺之數，每班放炮一二次不等，每孔深三公尺約須火藥四兩，但視石質之軟硬而增減藥量，放炮後由工小揀選裝車推至洞口，其餘岩石堆置巷道後方，繼續平推前進。

8. 石灰石探運費

石灰石產地在鐵廠西二公里之磚房及棗子榜二處，質地尚佳，由就地人民包採打成粒塊，包價每噸四元，運費每噸亦須四元。

煉鐵成本運輸及售價

該廠煉鐵成本殊難精確統計，自鐵廠至×××陸路二十公里專辦人力挑運每噸須挑力二十四元由水上運至重慶水運運費為二元五角上下力及關稅約八元運至重慶連計成本共須四百三十元，該廠鐵質較次，在渝售價為六百五十元至七百元，茲將每噸成本大致列表如左：

名	番	數	單	總	價	備	註
鑛石	三噸	四·〇〇		三·〇〇			
鑛石運費	三噸	九·五		六·五		由元通寺至鐵廠百斤五角五	
焦炭	三噸	四·〇〇		三·〇〇			
石灰石	二噸	四·〇〇		八·〇〇		由磚房鐵廠每百斤二角	
石灰石運費	二噸	四·〇〇		八·〇〇			

鍋爐燒煤	1.5噸	17.00	25.50
修理費		5.00	
薪給		10.00	
工資		10.00	每噸按二十人計每工一元
雜費		10.00	
利息		6.00	
至渝運費		2元.50	上下力在內
關稅		6.00	
共計		49元.95元	

二、人和鐵廠

1. 位置及交通

人和鐵廠距蜀江鐵廠之北偏東十三公里在××東北×公里之人和溝，西南距××計三十五公里，將來運輸採用驢馬，運費當可省去人力之半，一旦江合公司輕便路基告成，亦可租用，屆時運費亦不過較蜀江高五元耳。

2. 組織

人和鐵廠之組織亦為股東制，於去年十一月間成立董事會，藉以解決重要事件，設董事長一人，常務董事二人，由劉剛兼總工程師，設計一切工程，康步七任總經理，其下復分總務，技術，會計三課課下復分為組，共有職員七十人，茲將該廠組織列表如左：

(九人) (楊萃文) (朱必謙) (康步七)
 董事會 董事長 常務董事 總經理

(褚保三)
 技術課

機械組
 煉焦組
 探礦組
 冶煉組

(劉乾初)
 總務課

營業組
 物品組
 人事組
 自衛隊
 運輸隊

(劉佑卿)
 會計課

出納

3. 煉爐設備及該廠工作狀況

該廠自去年六月正式成立收集資本金四拾萬元設總公司於重慶，備廠於×××當即着手建築煉爐，底脚泥土甚厚挖至六公尺許仍未見到石層，後用條石填底上砌洋灰築圓形煉爐二座，底部外圍直徑四·九五公尺；頂部四·四〇公尺，由地面至爐頂，高一·八〇公尺，內圍底座及腹部之下熱度高處，砌以火磚，腹部上均砌泡砂石，外部砌長方塊之砂岩，為避免砂岩遇熱伸漲，各層均留空隙，以防龜裂，在砂岩火磚之間，沿爐之週圍裝有冷却水箱二十一，積水箱二只置於外圍，爐內冷水由三吋直水管經外週三吋橫水管再分小水管四分之三吋流入水箱經過三度冷却水箱後，即將熱水放却，週流不息；築有進風口三，出鐵出渣口各一，煤汽管經發熱機處燃燒後，至熱風爐而出煙突，加料口兩面築通大橋，用木軌筐車倒入爐；頂煉爐及熱風爐均於一月十六日建築完竣，自十八日起烘爐，迄今現大部機械及風管水管均已裝置，僅小部分尚未完畢，須定三月十五日正式開爐，煨礦爐在廠之一座，亦分三格其構造，容量與蜀江相仿，在鐵場溝，黃毛溝二處亦各建煨爐，籍減運力，煨礦用煤容積約為

三七之比(礦石七寸煤三寸)茲將該廠機件設備列表如左:

名	稱	數量	備	註
管子	臥爐	二座	徑三呎長九呎	
立鍋	爐	一座	徑五呎高十呎備用	
五十馬力	蒸氣發動機	二具	供鼓風機用	
鼓風機	機	二具	壓力五·六磅	
鼓風機及引擎	連接機	二具	備用	
一時	水泵	二個	鍋爐給水	
二時	永泵	一個	供水池用水	

4. 煉焦及成本

該廠煉焦場有二:一在鐵廠之東,一在八字岩之大場,共有長方形煉焦爐十二座,每座容積在五噸七噸之間,現每日出焦在十五噸左右,焦爐圍牆之火門距離亦為一·二公尺上口不築煙道,煉焦方法甚簡,淘洗水溝尚未建設,僅將末煤傾滿水池搗動後輕者上浮,即將池水瀝去。挑煤裝爐,填實後,爐面舖以土磚環,中設立式煙突四五,下沉之煤渣泥成餅,充作發火燃料每爐裝卸煉製亦須五日;現該廠存焦已達五百餘噸,其每噸成本列表如左:

名	稱	數量	單價	總價	備註
末煤		二噸	二·〇〇	二二·〇〇	
運費		二噸	二·五〇	五·〇〇	

燃料	土	工	工	工	工	共
煤	一·五〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	三八·九〇元
焦炭損失						
工具損消						
共計						

5. 煤礦場

煤礦場在八字岩,荷發與兩處,人和鐵廠與之訂有契約,供給煉焦用煤,現八字岩日產七噸,荷發與日產四噸,將來工程擴充,人工增加,產量可達五六十噸,足敷冶煉之用,礦區均在背斜西翼,煤層厚度及採法,與石牛溝同惟巷內運道較近,故成本亦低,自八字岩至大場焦廠,及荷發與至鐵廠焦場,前者相距二公里,後者一公里許,均已建築草率迂迴路基,即舖木軌推運竹車,將來運輸當可省捷。

6. 鐵礦場

人和鐵廠在元通寺、黃毛溝、鐵廠溝、米家岩等處共領礦區十四區,面積共約二千七百公畝,元通寺礦區在背斜脊部,礦層較薄,其餘各區均在背斜東翼,礦層較厚,平均以四公分計,儲藏量當為三十二萬四千噸,除早年採掘按七折計,當可採二十二萬餘噸,該廠自去年探採以來,新開石洞及修繕老洞數達二十餘處,費用在五萬元以上,現有十一洞已具成績,每日可出礦石約二十噸,將來可增至三十餘噸,綜計各處所存礦石,為一千二百噸,採掘方法與蜀江之元通

寺相仿，不再贅述。

7. 石灰石採運費

石灰石之採取，已擇定八字岩及機房二處，距離均在二公里內，預計採運成本，不致超過六元。

8. 預計成本及運輸

人和鐵廠五噸煉爐二座，雖已告成，但須裝置配件尚多，現正積極運作，出鐵日期定在下月中旬，茲將每噸煉鐵成本列表如左：

名	稱	數量	單價	總價	名	稱	數量	單價	總價
鐵石	三噸	三噸	115.00	345.00	焦炭	一.五噸	35.00	52.50	
礫石運費	三噸	三噸	40.00	120.00	石灰石	一.六噸	6.00	9.60	
薪給					工資				
燃料	煤一噸				新給				
其他					至檢運費				
折舊					共計				
總價			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					
			35.00	52.50					
			6.00	9.60					
			115.00	345.00					
			40.00	120.00					

涪陵彭水鐵鑛調查簡報

劉樹人 王 棧

此次調查于二十八年七月中旬開始歷時兩閱月，實際工作時期佔三十三日；工作期間除對礦區之測量，地質交通之調查，及礦床礦質之攷察等項特別注意外；並曾從事於當地礦冶事業之調查，以及煉鐵原料之尋求，以供關心者之參考。惟本報告擬其侷促，僅能就地質礦床礦量交通方面略加敘述，其他則未能與焉。

一、總論

鐵鑛在涪彭二縣境內，分佈至廣；其開發亦有百年之久，惜交通困難，故時至今日礦業仍無發展。本區鐵鑛生長於二系紀石灰岩之下，志留紀頁岩之上，舉凡此二地層出現之處，常見鐵礦，不過礦層之厚薄及礦質之優劣隨地而異。據知在本區內曾經採掘及現仍在採掘中之地點有：鐵匠溝，紅廟樑子，廣東坡，洛陰山，賈角山，礦峒岩等處；其中尤以鐵匠溝，賈角山，礦峒岩三地最負盛名；前者雖經多數地質學家之勘查，惟彼此之意見未能一致。據作者等此次之調查，其中以鐵匠溝儲量最豐，賈角山次之，礦峒岩最少；礦物係豆狀赤鐵礦，成層狀產出，在各處所見者僅有一層，厚度自數十分以至二公尺，變遷甚大。

以上三處鐵鑛均位於川黔交界之崇山峻嶺中，實際上已入貴州高原。高原受溪水之侵蝕甚深，為幼年期地形多成峽谷斷岩，交通因之極為困難。現時本區內之交通幹線有二：

卽水運有烏江，陸運賴川湘公路是也，烏江自貴州入川境經彭水，江口，羊角磧，白馬，桐麻灣而至涪陵與長江會合，江口至涪陵水程凡二百四十里，除冬季水落外，可通航載重十三四噸之木船，惟江口至白馬一段水程一百四十里，其間灘險甚多，其中尤以羊角磧灘，長凡五里，上水船隻至此必須起灘，手續甚繁，費時亦久；至於下水船隻除江水枯落時外，可直接下駛，無起灘之必要。白馬至涪陵一段長凡一百里，江面漸寬，水勢平緩，可通航小汽船；惟目前尚無人舉辦。現時由江口運桐油至涪陵，每桶約重二百斤收水脚一元，航行約一日半可達。上水由涪陵運鹽至江口每包約重百四十斤，每包水脚一元，航行約五六日可達。

至於陸運現雖有川湘公路，然因汽油缺乏，只能每隔三日行車一次，運輸亦限於客運方面。公路起自黔慶海棠溪經綦江，南川，水江石，白馬，江口，彭水，黔江而入湘境，計自海棠溪至水江石一百九十七公里，水江石乃距鐵匠溝最近煤田也。惟自水江石至鐵匠溝九十華里，翻越高出海拔千餘公尺之九里槽，道路艱險，運輸極為困難。由水江石至白馬長凡七十一公里，在此公路與烏江會合，故白馬在本區內佔一水陸運輸之樞紐，地位至關重要。由白馬經巷口至江口長凡八十三公里，至此公路再與烏江會合，故江口及白馬在本區內運輸上實佔有同樣重要之位置也。

一、涪陵縣永順鄉鐵匠溝鐵礦

1. 位置及交通

鐵匠溝在涪陵縣治之南，東南距離約一百三十五公里，屬永順鄉聯保，因鐵匠溝久以產鐵礦著名，故土名礪山，礪山在永順鄉之南約二十五公里，高出海拔一千至一千五百公尺，較永順鄉約高六百公尺，永順鄉為川湘公路貫經之地，距白馬約二十餘公里，惟並未設有車站，由永順鄉經腰站至礪山雖二十餘公里，而自腰站至礪山十餘里間道路崎嶇，坡度極大。全程人行約需六七小時方可到達。

2. 地質

礪山在永順鄉盆地之南緣，地層傾斜大致約北二十度，故地勢亦如層向，愈往南而愈高，礪山一帶自南而北流之溪溝三：曰鐵匠溝，木楊溝，大河溝，鐵礦位於木楊溝與大河溝之間，因溪溝下蝕之力甚強，故凡溪溝所經之鐵礦層均已冲刷無存。沿溝底見地層露頭，最頂部為二疊紀石灰岩，其下部為志留紀頁岩，鐵礦層適介其間，三者之傾斜走向大致相同。因石灰岩受風化後，極易整層崩落，是以凡石灰岩出露之處皆成斷崖絕壁，地形崎嶇畢至。至志留紀頁岩受風化及流水侵蝕之後，變為碎塊，所成之地形比較平緩，攀登尚易，為本區惟一可耕種地域。在本區內雖亦曾發現斷層，然變動殊小，與礦量關係甚微，茲不贅述。

3. 礦床

a. 分佈 本區鐵礦在鐵匠溝之西分佈面積較廣，在鐵匠溝與木楊溝之間，新窰，老窰，中洞，新山，及背，塌坡及潘家石窰等處皆見有露頭，直綫連綿不下四五公里；至鐵

匠溝東部份，即介於鐵匠溝及大河溝之間者，範圍較小，在明槽及沙壩，搭規溝等地亦曾發現露頭，惟相距不及一公里。

b. 礦層

本區含鐵礦層之總厚度達二·五公尺，惟其頂底皆屬荒石，含鐵不豐；計鐵礦之厚度自一·二公尺至〇·四公尺，而大致則常在一公尺左右。茲將在各處所見礦層情形錄之於次：

甲、鐵匠溝之西：

老窰 ○·八至一·二公尺

新山 ○·四至一·〇公尺

偏坡，反背，及潘家石窰之露頭，雖因風化關係，鐵礦厚度不能明定，然其豆狀之構造，與新窰老窰等處相似，而鐵層總厚度仍在二公尺以上，復與別處相符，故實際上在此地帶猶有得礦之希望也。

乙、鐵匠溝之東：

黃晉臣明槽 ○·七公尺黃方成明槽 ○·五六公尺

丙、沙壩一帶：

見鐵礦層之總厚度仍在二·五公尺以上，惟亦因受風化影響荒石與鐵礦不易分清，再東南至搭規溝見鐵礦層之總厚度已減薄至〇·八公尺，再東南越過大河溝至慈竹基則僅見其踪跡。

d. 礦質

本區鐵礦以豆狀赤鐵礦為主，間或亦有一部成塊狀者，當地土人有鐵匠溝之西者礦質較佳一說，惟據取樣化驗之結果，未能予以證實，由分析所示本區鐵礦含鐵大都能在百分之五十以上，已具開採價值，他若矽酸及不溶物，硫，磷等均不甚高，惟氧化鋁之量稍高，似為美中不足，茲將本區鐵礦之分析結果，列表於後：

d. 礦量 本區鐵礦可分為溝西與溝東兩部份，茲分別估計其儲量如次：

甲、鐵匠溝溝西 鑛床露頭自新寨以至新山再西北至反背偏坡潘家石窰，今暫定由新山至張家園及潘家石窰之三角地帶為有鐵鑛區域，則其面積為一百五十一公頃三十公畝六十二公釐設磨層之平均厚度為〇·八公尺，平均傾斜為北二十度，比重為四，則蘊藏之礦量有：

$$151,162 \times \frac{1}{100} \times 0.8 \times 4 = 4,847.184 \text{ 公噸}$$

乙、鐵匠溝溝東 溝東有礦區域為自山王廟埭口至大田坎，沿埭之三角形地段，面積七公頃六十二公畝四十六公釐，設其磨層平均厚為〇·六公尺，平均傾角為北二十二度，比重為四，則礦區內蘊有之儲量為：

$$76,624 \times \frac{1}{100} \times 0.6 \times 4 = 1,839.024 \text{ 公噸}$$

故鐵匠溝之東西二鑛區儲量共計有五,三三七,四〇〇公噸

建設

a. 鑛區之測定 本區鑛區可依鑛床之分佈分別測定之，自鐵匠溝溝西及溝東二區是也，在溝西者計面積一百五十一公頃十三公畝六十二公釐，溝東者七公頃六十二公畝四十六公釐，合計一百五十八公頃七十六公畝另八公釐。

b. 鐵鑛之開採 本區鐵鑛層之平均傾斜不過二十度，可稱平緩，今所測定之兩鑛區內之礦層又皆高出地面，故當開採時若就今之新寨，或老鑛處順走向開鑿半巷兩條再在半巷上每隔若干距離開上山，採用前進或後退長增法開採，坑

之水自可自行洩出，無排水設備內之必要；且坑道內鑛石皆係自高而低，不必用機械之拖引，苟能於坑內運道中安設木軌，利用小礦車，即大規模開採時僅恃人力亦足用矣。至於通風因鐵鑛坑道內無氣體爆炸危險，採用自然通風法已可，亦無需用機械及動力之虞。其他若照明可利用當地所產之植物油，光強而煙小，價值亦廉，支柱可採用附近之木材，取給尚稱方便。當茲抗戰之際，內地機械缺乏，而又入口艱難，工業之推動，及鑛山之開發，皆受有重大影響，今若有鐵匠溝鐵鑛之產狀宜於人力之規模開採，是頗應着手籌辦，以應戰時之需求也。

g. 交通之改善 距鐵匠溝最近之煤田為向川水江石，惟其間阻以崇山峻嶺，運輸維艱，以市場及原料運送言，以煤礦，當地地勢一飽，決非現境可允許。經考察之勘查，認為最宜之煤鑛地盤厥為涪陵，若鐵鑛自山王廟至永順鄉後可於川湘公路至白馬，再順烏江而下，在涪陵可引用烏江桐麻灣或重慶之烟煤及烏江沿岸之石灰岩，是鑛燃料之取給極為方便；且涪陵在重慶下僅三百里將來生鐵之運銷亦不成問題也，惟若正式設廠製煉時，礦山至永順鄉一段之交通必須加以改善，其可能設運輸；計自礦山自永順鄉全線長二十餘公里，可修一通行大車之公路；自礦山至腰站一段，現行之大路在山脊上，坡度不勻，大者達二十餘度，不宜修築公路，如自礦山沿鐵匠溝溝邊下行，則坡度平穩，修路亦易，自腰站至永順鄉則循大溪行自無問題。全線除腰站附近石工較多，且需修造橋樑數座外，似無其他險阻之工程，為適應今日環境起見，點運輸工具可採用改良式大車（膠皮輪，鋼珠軸承）由驢馬拖引，自礦山至永順鄉一段二十餘公里皆

係下坡，永順鄉至白馬一段道路又極平坦，故由礦山至白馬雖五十公里，而當日即可達矣。

二、彭水縣三匯鄉賈角山鐵礦

1. 位置及交通 賈角山在彭水縣治之西，距離約九十五公里，屬李子均三匯鄉聯保，山勢陡峻，主脈北南方向伸延，其中最高峯高出海拔約一千四百公尺，土人呼賈角山之西部曰藍家山，藍家山在烏江江口鎮之南約二十五公里，高出江口鎮約六百公尺，其間道路尚平坦，為通貴州之大路。

2. 地質 賈角山適為一斜軸向斜層之中心，此向斜層之北部繞起，南部低落，向斜層之中心即屬二疊紀棲霞石灰岩東南兩翼順序為志留紀頁岩及奧陶紀石灰岩。本區地層受褶皺之深，向斜中心之二疊紀石灰岩大部作直立傾斜，因二疊紀石灰岩抵抗風化之力較強，故尚屹然峙立，構成山脈之主峯，賈角山之山脊即完全屬此種岩石，至石灰岩兩翼之志留紀頁岩，因受擠壓過巨，傾斜與走向之方向甚亂，小斷層甚多，再向兩翼見奧陶紀石灰岩，傾斜仍急，東翼傾斜大致七十度，西翼傾斜大約五十度。在本區內之鐵礦層亦係介於二疊紀石灰岩及志留紀頁岩之間，情形與鐵匠溝鐵礦略同。

3. 礦床

a. 分佈 鐵礦在賈角山之東西二麓，皆有露頭，在山六口嶺，計在沙壩，藍家山東瓜嶺等處有露頭發現，由東嶺再南則未見露頭，并沿山麓下之河溝內尋找，亦未見有鐵礦之碎塊，可知鐵礦往南業已絕跡。在山之東翼，曾於寨子

極一號洞內及金家老窰見有鐵層，往北經城隍均至土地壩口，雖發現有豆狀之頁岩，與礦層之位置相當，惟含鐵已甚低，無經濟上之價值，故知鐵礦往北延伸應以城隍均為限，由金家老窰再往南二三里至竹家山，聞當地土人言，數十年前有人在此開採，惟因停辦多年，已無人能辨認峒口之所在，然則可證明鐵礦在賈角山東側南北延伸勝於西側多矣。

b. 礦層 本區鐵礦亦只有一層，礦層位於二疊紀棲霞石灰岩底部黑色頁岩之下，頁岩之厚約一公尺中常夾有黃鐵礦，亦有時在礦層與黑色頁岩之中再間以綠色頁岩一層，厚薄無定，礦層之下部為紫色頁岩有時夾雜一部灰色頁岩，再下即見志留紀黃色頁岩，惟礦層下部之紫紅色頁岩在山之東翼則易為黑綠色之頁岩，各地情形不甚一致。鐵礦及其接近之頁岩，由峒內探出後常見其具有光滑之面，并見面上有擦痕甚多，此皆表示常褶皺生成時，受擠壓甚深也。在賈角山西翼一號洞內礦層之厚度二公尺，走向北五度東，傾斜向西六十二度，惟礦層之厚度及走向在此區域內變化極大，往南端北至沙溝南至東瓜嶺，露頭雖不甚清楚，而確知礦層之厚度已大減薄，所餘僅數十公分矣。

在賈角山之東麓，於寨子壩一號峒內見礦層之總厚度為一·三公尺，惟其中夾有二十五公分之藍石一層，故實際鐵礦之厚度為一·〇五公尺，礦層之走向為北二十度東，傾角向南東五十八度，往南至金家老窰，礦層之厚度則減至五十公分。

c. 礦質 賈角山之鐵礦亦係豆狀赤鐵礦，惟其穴隙間填有方解石之結晶甚多，因露頭處之鐵礦受風化甚久，其成分已不足恃，故分析從略，根據分析在礦洞內採取之樣品，

山之東麓所產者，含鐵為百分之五十一，氧化矽及不溶物氧化鋁，硫，磷等物均不甚多，礦質地極佳良，至山之西麓所產者，含鐵僅百分之四十一，失之過低，此或由於礦質之局部現象，惟在此種鐵礦內含氧化鈣之量達百分之十二強（氧化鐵亦包括在內），可使鑄砂其自成溶劑之作用，實為一般所無之優良性質，故含鐵雖低仍有利用之價值也。

表三 賈角山鐵礦之成份

他型	Fe	SiO ₂ 及不溶物	CaO	Al ₂ O ₃	Mgo	Mn	S	P	灼減
東麓	51.31	7.73	2.44	0.10	1.41	0.00	0.00	0.00	7.84
西麓	41.31	4.18	1.54	4.84	1.21	0.01	0.00	0.00	19.84

d. 礦量 賈角山雖屬一向斜層之構造，而其東西兩翼之鐵礦層反向外傾斜，是以深入地面若干深度礦層之傾斜始能轉而內向，再互連結，實為本礦一個最關緊要之問題。作者曾沿山脊方向往北十餘里，至尖山子冷水田一帶，在較賈角山東麓一號礦之西度已抵下五百公尺之處，發現二系紅石灰岩之傾斜仍為八十度，曾南行十餘里至柳音岩一帶，於三灘溪橫貫賈角山向斜層之斷面上，見紅石二之岩層仍係直立，溪至終之度蓋已較高賈角山東麓一號礦低下六百公尺矣。由於南北兩端斷面之證明，知東西兩翼之鐵礦層在五百公尺之內，決無傾斜轉內，互相連結之可能。在普通情形下，探礦之深度約三百公尺為限，今賈角山東西兩翼之鐵礦層均係向外傾斜六十度左右，亦只能視為係受擠壓過甚之局部現象

，故在估計礦量時暫假定礦層為立槽而不計其傾角，茲將山之東西二麓鐵礦之儲量分別估計之如次：

甲、賈角山東麓 在山之東麓礦層往南頗有延續希望，茲暫定北自一號礦起，露頭延長距離為一千二百公尺，鐵礦之厚度平均為〇·八公尺，沿礦層可探之深度為三百公尺，比重為四，則應有之儲量為：

$$1,200 \times 300 \times 0.8 \times 4 = 1,152,000 \text{ 公噸}$$

乙、賈角山西麓 在山之西麓，礦層露頭長度約八百公尺，鐵礦平均厚度一·二公尺，暫定露頭可探之深度為三百公尺，比重為四，則應有之儲量為：

$$800 \times 300 \times 1.2 \times 4 = 1,152,000 \text{ 公噸}$$

故在賈角山東西兩麓，鐵礦之總儲量為二,304,000公噸。

4. 建議

a. 礦區之測定 賈角山東西兩麓之鐵礦露頭距離將六百公尺，加以鑛層為立槽，在三百公尺內無彼此轉向而互相連接之可能，故宜分別為鑛區二；每鑛區延長露頭長度，向外則伸出一百五十公尺，向內側伸出一百公尺，預留為鑛層之傾斜及走向變遷時之餘地，計東麓鑛區面積為三十公頃，西麓鑛區面積為二十公頃，共計面積為五十公頃。

b. 鐵礦之開採 本區鐵礦層之傾斜。就露頭觀察已達六十度左右，再深尚有變為直立之可能，故除露頭而外鐵礦皆深入地面，若欲大規模開採時，亟應考慮之問題有二：即排水及坑內運輸是也，就當地情形言，如須採掘深至三百公尺，最善莫如開鑿直井，惟井內鐵石之提升及坑內積水之排除，皆須利用機械之力，故本礦之開採亟需機器及動力；此

點與鐵匠溝鐵礦之情形迥然不同，此外，本區地層因受擠壓甚深，礦層兩側之頁岩質極脆碎，開採時，且須多用支柱，是知本礦之採鑛成本比較鐵匠溝者為高，無可諱言也。

交通之改善：由江口至賈角山一段，長二十餘公里，除須翻越馬鞍山外，無大艱鉅工程，加以此路所經地帶多頁岩地層，質地鬆碎，施工極易，將來鐵礦之運輸亦可效鐵匠溝辦法，於公路上行駛馬車，至於水運江口至白馬一段，灘險甚多，其中尤以羊角嶺一灘，冬季水枯時下水船隻亦須起灘，影響將來鐵礦之運輸者至巨，況在本礦創辦之初，需用大量機器及材料，必須由重慶經涪陵溯烏江而上，經羊角嶺時無論水之洪枯，貨物皆須起灘陸行，費時既久，所費亦復不貲，實為開發本礦之一大障礙，幸今有烏江工程局在此從事於打灘之工作，預料最近之將來定可除此交通上之阻礙也。

四、彭水縣艾鄉礦洞岩鐵礦

1. 位置及交通 礦洞岩在彭水縣治之西南，距離約一百公里，屬艾鄉聯保，聯保辦公處設於下子場，在礦洞岩之東約十八公里，為距離最近之村鎮。通常去礦洞岩勘查者，多採取由江口經馬鞍山，天池壩口至大坪路線。江口距大坪約三十五公里，馬鞍山一段外，路尚平坦，惟大坪位於礦洞岩之下約六百公尺，其間崎嶇峭壁，攀登極難。岩嶺高出海拔約一千五百公尺，為涪陵彭水二縣之分界。鐵礦層生於約一千四百餘公尺之處，向北傾斜而入涪陵境，故本區鐵礦之露頭雖在彭水，而大部礦藏實位於涪陵地界也。

2. 地質 由大坪往北上山俱為黃色之頁岩，屬志留紀

地層；及將至山嶺見二疊紀棲霞石灰岩受風化後，成為斷岩絕壁，再攀延越過絕壁，即隨石灰岩之傾斜逐漸下山，坡度甚緩。惟在賀家岩之西未發現石灰岩之踪跡，所見皆志留紀頁岩。本區岩層之走向約為東西而略偏北，傾斜在礦洞岩一帶大致向北而略偏西，傾角自十一度至二十度不等；在賀家岩一帶地層之傾斜轉為北二十度東，傾角仍舊。至於鐵礦亦係位於二疊紀石灰岩及志留紀頁岩之間，其層位與前二者地所見者完全相當。

3. 礦床

a. 分佈 因礦層上所覆蓋之石灰岩，極易受風化而崩落，鐵礦之露頭多由其所崩碎之岩塊而埋沒，故在本區內除在一號峒及三號峒內發現有礦層外，尙未在其他地點發現露頭。在賀家岩以西，因二疊紀之石灰岩業已無存，所見地層又為志留紀之頁岩，礦層無往西延伸之可能；由一號峒往東至張姓屋後梁子上，沿途亦未見有露頭，惟在山麓尙見有零星鐵礦碎塊甚多，及越過梁子後，即此種碎塊亦不復見，今認定由山王廟東石灰岩與頁岩交界之處，順廢洞所見露頭方向往東至張宅後之山梁子，為鐵礦分佈之範圍，則其露頭長度僅六百公尺。

b. 礦層 礦洞岩之鐵礦亦僅一層，位於二疊紀石灰岩之下，中間黃綠色之頁岩一層，頁岩在各處之厚度不甚一致，自數公尺至十數公尺不等，礦層之下亦屬黃綠色頁岩，鐵礦之厚度在二號峒內所見者為〇·八公尺，在三號峒內所見為一·〇三公尺。

礦質 根據分析一二號峒所取樣品，礦石含鐵不及百分之四十，而含氧化鋁之量達百分之八強，礦質之劣，實

出人意外，關於此地礦業之沿革，因潭磨已數十年之久，令人不能道其詳，據作者之觀察，除一號峒而外，二三號礦峒之進展僅二三公尺即止，將探掘之面積又極狹小，由可窺當時興辦未久，即行停頓之概，至其所以然者或即由於礦質之

表四 寶洞岩鐵礦之成分

地點	Fe	SiO ₂ 及不溶物	CaO	Al ₂ O ₃	MnO	S	P	Mg	均
一號峒	33.03	6.41	15.33	6.43	1.08	0.04	0.04	0.04	11.23
二號峒	39.57			8.74					

D 礦量 本礦沿露頭長度可作六百公尺之估計，因礦層之變化甚大，故沿傾斜方向不便估計過深，今暫定由露頭深入約四百公尺，計礦區面積二十公頃四十一公畝九十八公釐，其平均厚度為〇、八公尺比重為四，則本區應出之礦量有：

$$0.8 \times 4 \times 204198 \times \frac{1}{\cos 18^\circ} = 687,000 \text{ 公噸}$$

4. 建議

- a. 礦區之測定 本區礦區之測定依據估計礦量時所假設之範圍，計面積二十公頃四十一公畝九十八公釐。(礦層之傾角設為十八度)
- b. 鐵礦之開採 本區儲藏不豐，不宜於大規模之開採，加以礦石含鐵在百分之四十以下，實嫌過貧，即使勉強利用，亦必加重生鐵之成本，為智者所不取，然本礦含氧化鈣之量甚高，是其特長；若能使之與一部高砂鐵礦配合，極相

低劣，雖然，本區鐵礦亦非絕無希望，蓋其含氧化鈣之量達百分之十六強，極宜於與高砂鐵礦配合而熔煉，亦正存其獨具之利用價值也，茲將本區鐵礦之成份於次：

宜，今者鐵匠溝，寶角山二地鐵礦含氧化鈣之量雖不為少，而其中鉛質又失之過高，仍不宜於配合，是故本礦之開發，猶待一高鐵高砂低鉛鐵礦之發現也。

據昔時在此探掘者，皆從寶洞岩方面開鑿下山，至今寶洞潭磨已久，未得悉其停辦之故，然據作者等之推測，除由於礦質不佳外，其在工程上所患者有二，進展不遠即受水患也，或運輸困難也。今若欲繼續開採時，兩廣於寶家岩下掘得鐵礦露頭，就彼開鑿平巷，再於平巷上開鑿上山，採用前法或後退長牆法，則坑水自可沿運道而宣洩於外，無庸任何排水之設備，且礦砂亦可自高就低，便利運輸殊多也。

c. 交通之改善 因寶洞岩適在彭治二縣之交界，而又接近縣境，素為匪盜出沒之區，屢來從事於礦產之調查，為求安全起見，多取道江口託庇當地紳士，蓋寶洞鐵礦露頭仍在彭水縣境內也。有如前所述江口距大坪凡三十五公里，而

大坪又低於礦洞岩六百公尺，由大坪攀登而上，最少需兩小時。方可達岩邊，故此路線在實際上甚不經濟。今若於賀家岩一帶開採時，鐵礦運輸，最佳莫如採取由礦洞岩經楊家井至巷口一線，因礦洞岩距巷口僅三十公里，所經之地頗為平坦，築路甚易也，且巷口為烏江一口岸，在江口下流約二十四公里，地勢開闊，修築碼頭時無大困難。

五、結論

本區鐵礦以鐵匠溝之儲量最豐，達五百餘萬噸，質地最佳，含鐵在百分之五十至六十之間，加以礦層之傾斜平緩，開採容易，無多需用機器之處，尤為宜於目前之環境者，惟論者常有鐵匠溝交通阻梗，將來礦石之運輸困難一說，殊不知川湘公路早已完成，由永順縣至白馬一段三十餘公里，尚可資利用。由礦山至永順縣，路雖崎嶇難行，長不過二十餘公里，較買角山及礦洞岩江口一段雖稍嫌不便，然水路由白馬至涪陵其間無羊角嶺險灘之阻，故在交通立場上言，三地之環境殊相差無幾也。

論儲量其次當屬買角山，東西兩麓共計二百三十餘萬噸，惟本區地層受變過深，礦層之變動甚大，採掘困難，加以礦層係立槽，深入地面，排水提升等項須賴機器及動力，增重鐵礦成本固不待論，而礦山附近尚未發現有可靠之煤田，動力問題非一時所能解決者也。

礦層之傾斜不過二十度，故在採礦工程立場觀之上此區鐵礦與鐵匠溝者原無不同之處，採礦成本必可較買角山低，儲量較以上二地雖微，然若供一廿噸之新式煉鐵爐，亦可達

六十年之久，未始無開採之價值。惟礦質不佳，是其缺點；在未發現一適於配合冶煉之鐵礦前，仍暫緩開採為得計也。

綜觀此次所調查之三處鐵礦，以鐵匠溝者為最佳，論儲量雖不及綦江之豐，而礦層鐵質則伯仲其間，至若交通較綦江甚或過之。四川鐵業中心，綦江而外，尚有威遠，而其地之礦層厚不及二十公分，儲量雖多而可採之量不及百萬噸，且礦層菱鐵礦經焙燒後含鐵仍不過百分之四十幾，且其地之交通亦未見有勝於本區者，故其所以能勃興數百年而執四川鐵業之牛耳者，蓋距富源甚近，生鐵製成後可供鑄場鑄鋼之用，有銷場也，今方抗戰建國之際，生鐵用途已不限於鑄造鹽鍋，故宜擇礦之佳者從事開發，固不須追前人之舊轍也，本區鐵礦雖僅遜於綦江，然已超過威遠甚鉅，他若四川產鐵之江北等縣，更無庸論矣，是以作者將此處鐵礦劃為國營礦區，以備政府着手開發之，如政府之一時不能兼顧，亦望能令規模宏大之公司承租開採；而不可永遠令之埋沒也。

至若買角山及礦洞岩二處之鐵礦，論量質雖大有遜色；然常茲龍烟大冶等名鐵相繼入敵手，後方鋼鐵需要孔亟之際，苟能解決前節所述之條件，亦未始無開發之價值，故一并劃為國營礦區。

古蘭仁懷兩縣鐵鑛調查報告

劉樹人 周同藻

一、調查範圍

此次調查之範圍，限於赤水河東西兩岸交通比較便利之處，包括四川省古蘭縣之東北及貴州省仁懷縣之西北兩部，所調查之鐵鑛達二十一處之多，總計調查路線之長在千里以上。而實際本區鐵鑛之分佈，并不止此數，據聞古蘭縣之東南，如水口鄉，草籠溪等地及仁懷縣之正北如桑木壩一帶，亦皆產鐵，惟因前者位於興隆灘之上游，航運維艱；後者雖在興隆灘之下游，而距河岸遠在五十里以外，交通困難，因而降底其在經濟上之價值，故暫在此次調查中從略，俟將來赤水河之疏濬成功，合江至貴陽之公路修築完丁後，似不無擴大範圍，再度調查之必要也。

二、交通

本區之惟一交通孔道為赤水河；該河發源於雲南鎮雄縣，東流繞經古蘭縣之南，至仁懷縣茅台後折而向北，經二合樹，興隆灘，二郎灘，土城，赤水等地至合江而與大江會合，由鈞雄至茅台一段，因水急灘險，并無舟楫之利，茅台以下雖勉可通航，而灘濶仍多，船隻不能直達合江，計自茅台

至合江水程共五百里，今須分五段行駛，其中興隆灘至二郎灘之三十里，則完全不能通航，上下水之船，至此必須起卸貨物；交力夫指運，然後另裝他段船隻，形成本線交通上之最大缺點，至猿猴灘之長雖僅二三里，而船隻亦不能通過，貨物至此亦必須起卸，交人力指負過灘後，再裝他段之船，其餘由茅台至合江可通航之範圍內，灘險仍達二百之多，不過藉船夫熟巧之技術及豐富之經驗，可冒險通過耳，然中途時有失事一節則屬難乎避免者也。

目前本河之運輸，除合江至赤水一段間有小船攪載，由赤水至茅台一段則僅限於裝載鈔鈔川鹽，所有船隻皆係由鹽務機關，貸款船戶製造者，故受鹽務機關統制，上水只准運鹽，他若入黔之布匹，雜貨藥材等；至赤水後即由人夫挑運，惟當鹽船下水放空時，可由船戶招攬搭客或稍載貨物，下水貨物以生鐵，硫磺，山貨，無煙煤，豬羊為最多，因上水全賴拉繆，每舟多時可需百人；下水雖無須拉繆，而水淺灘多，載貨有限，故本線水脚奇昂，由二郎灘至合江每噸每公里運費約合七分，較一般水運價格高數倍以上，實赤水河在運輸上之極大弱點也。茲將赤水河各段運輸情形，列表於左：

表一，赤水河各段航運情形簡明表

起訖地點	水程(里)	每船載重噸數			元/噸	備考
		洪水	枯水	水上		
茅台至興隆灘	一二〇	八〇	二〇	一〇〇		
興隆灘至二郎灘	三〇	不能	能	行	船	
二郎灘至猴灘	一五〇	一二〇	二〇	一八〇	六・五	猴灘不能通過貨物在此必須起灘
猴灘至赤水	一五〇	二〇	一〇	一八〇	七・〇	至赤水後又須換船
赤水至合江	一二〇	三〇	〇	一〇	二・七	

二、地質

此次調查區域屬貴州高原邊緣，高山深谷為其地形上之特徵，高度由一千公尺至一千六百公尺，因氣候嚴寒，冬季常有積雪。本區農田不多，人煙稀少，其間道路多崎嶇，坡度甚大，行旅極感不便，就作者行踪所及，發現有背斜層三個，皆向東北——西南方面延伸。在太平渡與大村間有背斜一，其中軸岩層為奧陶紀石灰岩，軸心通過，魚洞溝，二郎灘，後通赤水河而入黔境，其西北與東西兩翼岩層則順序為二疊紀，三疊紀，侏羅紀，以至白堊紀，在改露溝與善人場之間，又有背斜層一，中軸在善人場街西，僅露二疊紀樂平棋系，軸心通過善人場，蕉家屯，辰沙觀等處，在善人場與二合樹之間，尚有背斜一，軸心在彭家營，屬奧陶紀石灰岩，東北延伸地大石坪之西南過赤水河。因赤水河在本區自南而北流，大致與岩層走向成垂直，故若沿河旅行，需時不過二日，對本區之地質構造及地層系統，可窺全豹，俾益於

調查者良多也。

四、鐵礦種類及分佈

本區之鐵礦，土人習別為火礦及青礦兩種。火礦屬次生殘餘鐵礦，其礦石大部為褐鐵礦，乃二疊紀樂平煤系底部之含鐵頁岩受風化作用，石質被沖淡，鐵質富集原處而成者，此種礦石大部成塊黑色，或暗紅色，組織極不一致，凡變化不甚深之處，仍見有黃色頁岩存在，是故受變愈深者，其含鐵分亦愈高，通常皆具有蜂巢狀之鐵礦為上選。嗣因火礦之產狀不同又分為野礦，鷄窩礦，及馬槽礦數種，野礦係指碎塊之火礦，零星分佈於田地面者，其極有限，質常不佳，鷄窩礦則係埋沒於浮土之下者，礦體周圍恒為黑色或白色之粘土，每窩存礦之數量不等，然最多不過十餘噸，現時本區土爐，多仰賴之，其質甚佳，量亦足供小規模之經營。至馬槽礦則係指含鐵頁岩之露頭部份，因受富積作用，變為一層連綿不斷之礦層，惜深入不遠質即變劣，故多無經濟價值可

縣屬	產地	鑛別	鑛床產狀	鑛量	鑛質	交通情形	備	考
古蘭	大村鎮 楊岔樓	褐鐵鑛	鷄窩式(註一)	微(註二)	尚佳	距二郎灘陸程六 十里	無經營價值	
全	復陶鄉	全	野鑛(註三)	微	劣	距二郎灘陸程三 十五里	全	右
全	彭家鄉	全	鷄窩式	微	尚佳	距二合樹陸程二 陸程二十里	適於小鑛業	
全	彭家鄉	全	馬槽式(註五)	微	劣	距二合樹陸程二 十里	無經營之價值	
全	二郎鎮	全	鷄窩式	二十七萬噸	佳	距二郎灘陸程十 二里	此欲設為國營鑛區	
全	復陶鄉	全	全	約一萬噸	佳	距二郎灘陸程二 十七里	適於小鑛業	
全	石屏鄉	全	全	約二萬七千 噸	佳	距太平渡(註六) 三十五里	全	右
全	石屏鄉	全	全	微	劣	距太平渡陸程五 十里	無經營之價值	
全	太平鄉	全	全	微	劣	距太平渡陸程二 十五里	尚適於小鑛業	
全	二郎鎮	全	馬槽式	微	劣	距二郎灘陸程四 十五里	無經營之價值	
全	魚洞鄉	全	全	微	劣	距二郎灘陸程五 十里	全	右

表二、赤水河兩岸鐵鑛摘要表：

青礫即菱鐵礦，屬原生水成礦物，產於侏羅紀之黑色頁岩中，成結核之狀，直徑由四五公分至三十公分不等。在頁岩內之分佈，亦忽疏忽密，無一定之規律，礦石約佔頁岩之十分之一以至二分之一，因採取費工，成本高昂，故探掘

者不多，通常僅取一二分與火礫配合焙煉而已。計此調查區內，共有背斜層三個，因每一背斜之兩翼，均有二疊紀及侏羅紀之地層露出，而在上述之地層中又常有發現鐵鑛之可能，故鐵鑛在本區內，分範至廣，茲就所調查之產地，摘其要點，製表於後：

全	大村鎮 均上	全	全	微	劣	距二郎灘陸程四十里	全	右
全	大村鎮 三木塚	菱鐵礦	結核狀	不詳(註七)	尙佳	距二郎灘陸程四十里	有試探之價值	
全	太平鄉 走馬橋	全	全	約十萬噸	尙佳	距太平渡陸程十五里	無經營之價值(註八)	
仁懷	火石坪 楊家壩	褐鐵礦	鷄窩式	微	不詳	距逃風灘陸程五里	無經營之價值	
全	火石坪 焦家屯	全	全	約四萬三千噸	佳	距鮑魚灘陸程一里	極適於小礦業	
全	周家場	全	全	微	尙佳	距與隆灘陸程二十里	適於小礦業	
全	三合土 辰砂觀	全	全	約一萬噸	佳	距沙灘陸程三十里	極適於小礦業	
全	三合土 偏岩子	褐鐵礦	全	約一萬噸	尙佳	距沙灘陸程二十里	適於小礦業	
全	周家場 星宿溪	菱鐵礦	結核狀	不詳(註十)	尙佳	距沙灘陸程二十里	有試探之價值	
全	二合樹 三合寺	全	全	全	不詳	距二合樹陸程十里	同	右

註一：埋沒於田土之下之鐵礦，雖略具層狀，而其範圍不廣，彼此不相連結，俗稱之曰鷄窩礦。

註二：凡鐵礦之儲量不及一萬噸者，均稱其礦址為微。

註三：零星鐵礦，碎塊分散於田土表面者，謂之野礦。

註四：二合樹在茅台之下六十里，距與隆灘水程六十里

註五：百岩灘頭受富積之作用變為鐵礦。

註六：太平渡在二郎灘之下六十五里。

註七：菱鐵礦結核狀之礦物，分佈於頁岩層之內，因現時已無人開採，無法探知岩層內礦物之多寡，故不便估計儲量。

註八：此間菱鐵礦層之厚度有一公尺，鐵礦僅佔頁岩之十分之一，又以礦層深入地面，排水及提升均感困難，故無經濟上之價值。

註九：逃風灘在與隆灘上游四十里。

註十：鮑魚灘在與隆灘上游之十五里。

註十一：沙灘在與隆灘上游十里。

註十二：見註七。

五、褐鐵礦

(一) 礦床 在本區各處所見之褐鐵礦，概為風化殘餘

礦床，鐵礦生於陽新石灰岩之上，而覆於農田浮土中，浮土之厚度由數公寸至二三公尺不等，鐵礦在浮土中，呈不連續之層狀，時斷時續，并無一定規定可循土人稱此種產狀白鶴窩礦。每窩之範圍大小不同，礦層厚度通常約自一公尺至二公尺，範圍之大者，可得礦十餘噸，小者亦可一二噸，因此種鐵礦係樂平煤系底部之含鐵頁岩，受風化後，其中石質沖淡，鐵質富集原處而造成，故分佈極受地形之限制，本礦之出現，限於上覆岩層完全蝕去，及地面坡度與岩層傾角大略相等之地帶，遇坡度稍有變異時，非鐵礦層被侵蝕無存，即因礦層上覆之岩層過厚，風化影響不能深達，結果次生富積之作用未能顯著，礦質失之過劣，甚至不成鐵礦，故知本區鐵礦之儲量所以不豐，實礦床生因使之然也。

(二) 礦質 此種鐵礦因成因關係，成份變動甚大，幸其產狀極宜於露天開採，施工甚易，如發覺某處礦質過劣時

表二、褐鐵礦成份表：

地	名	鐵 %	氧化鋁 %	氧化矽 %	氧化鈣 %	雜 %	硫 %	磷 %	灼減 %
古蘭縣	二郎窰水口寺 (存黃泥溝採)	50.11	2.47	8.36	0.025	微量	0.27	0.023	16.1
同	上	51.87	—	—	—	—	—	—	—
古蘭縣	復陶鄉楠木林	48.07	—	—	—	—	—	—	—
古蘭縣	二郎窰水口寺 (在百香均採)	50.00	1.96	9.38	0.17	微量	—	—	—
同	上	58.00	—	—	—	—	—	—	—

，可隨時停止採掘而不致影響全局。故一般煉鐵所採用之鐵礦含鐵大都在百分之五十以上，品質堪稱佳良，惟據此間鐵廠聲稱；用最好之礦石三斤，可得生鐵一斤，普通常有六斤礦方得一斤之時，此實由於土法冶煉，技術低劣所致，並不足為鐵礦含鐵不豐之證也，並據一般煉鐵經驗，此種鐵礦熔融甚難，通常須摻用菱鐵礦，或高矽石灰石(含氧化矽約百分之十二)一二成方可冶煉。由分析得知，鐵礦內之氧化鉛，氧化矽，及氧化鈣三者總和不過百分之十，僅就此段所生成之熔渣，其量殊嫌過微，冶煉工作因之而難於控制，故若欲冶煉順利，而應設法加大熔渣與生鐵之比例，土爐須加造鐵礦及石灰石者。其在學理上之根據在此，根據分析結果：除周家場外，如水口寺，楠木林，焦家屯等處含鐵將在百分之五十以上，含硫雖稍高，而並無大礙，茲將分析結果列表於後：

古商縣石屏鄉荷村	51.97	—	—	—	—	—	—	—	—
仁懷縣周家場	33.53	11.70	14.16	0.07	0.10	0.71	0.019	30.6	—
仁懷縣焦家屯	52.58	—	—	—	—	—	—	—	—
同	上	51.97	—	—	—	—	—	—	—

(三) 礦量 木區之褐鐵礦率皆埋沒於浮土之中，並無

露頭可供參證，加以鐵礦本身雖略呈層狀，而若斷若續；產狀並不規則，故在估計儲量時，其感困難，而極應先決之問題有二：即鐵礦延佈之範圍，及在此範圍中究有幾分之幾之地帶確存在鐵礦是也；作者意見，礦區之地形與岩層間之關係，乃為判斷鐵礦延佈範圍之惟一要素，例如地面之坡度與其下而岩層之傾角約略相同，並發現浮土下所埋沒者，即華平煤系底部之含鐵頁岩地層，並有一部分確已成爲鐵礦時，即可推知在此地形範圍以內有存在鐵礦之可能也。至於鐵礦應佔此範圍之幾分之幾，尤爲一不可確定數字，根據觀察，每兩窩鐵礦之距離常在二三十公尺以上，而每窩之縱橫不過四五公尺，由此計算，有礦地帶約可佔鐵礦區之六分之一。此外礦石之比重，經用喬爾天秤 (Jolly Balance) 之測驗，大都在三·〇左右，又因此種鐵礦常呈蜂巢狀構造，其中空隙實嫌過多。故在計算礦量時皆採用比重等於二·五，以求正確。茲據此次在古仁二縣鄰近赤水河一帶之調查，除古商縣水口寺儲量有二十七萬噸，仁懷縣焦家屯約五萬噸外，其餘兩屬僅二萬餘噸，兩處僅一萬餘噸，十一處尚不及一萬噸，儲量實皆嫌過微。

(四) 古商縣之產地：

(1) 復陶鄉水邊：水邊在二郎灘之正南三十五里，素以產鐵礦著稱。今年有該鄉聯保主任趙玉堯君，設一土法煉鐵廠於此，擬即採用當地鐵礦，惟據作者等之觀察，該處除地面上略見有零星之鐵礦碎塊外，地下似無大量之礦藏可能，能就此項碎塊之鐵礦而加以估計，數量則不過千噸左右，雖供一土法煉爐，亦不過數年即將告竭，加以鐵礦成色低劣，實無大經濟之價值可言。

(2) 大村鎮楊岔樓：楊岔樓在大村之東南四里，現有載率平廠在此採掘鐵礦。鐵礦即生於浮土之中，呈窠窩狀，因受地形限制，礦區之範圍甚爲狹小，計其儲量不過千餘噸，再東兩行里許至石子嶺，又發現鐵礦，與楊岔樓者略同，儲量亦微，均無經營之價值。

(3) 大村均上：由大村鎮沿地層之走向西北行五六里至均上，再西行北行以至水邊沿途見煤洞頗夥，並見有硫化鐵廢渣甚多，據聞昔日有人在此採煉硫磺，在距煤層約八公尺處發現頁岩一層厚約一公尺許，風化之後露頭呈鮮紅色，頗似鐵礦，據前人取樣化驗含鐵亦可在百分之五十以上，惜僅現於皮面，若稍用銹錘敲去表面部份，即可見其內部受風化影

擊不深者，仍為黃白色之頁岩，按此次調查之楊岔樓，水邊，楠木林，水口寺及黔境之周家場各地鐵礦，即皆係此層頁岩，受次生富積作用而生成者也。

(4) 二郎鎮水口寺；水口寺在二郎灘正南二十里，為山二郎灘至核桃壩大路貫經之處；由二郎灘至水口寺大路雖屬上坡而坡度甚緩，又水口寺距與降灘約十八里，目前豹子灘及沙灘煉鐵廠所用之鐵砂，皆係在此採掘後由人力搬運至與降灘，然後裝船上駛，其他尚有距此遠至一百三十里之土城，及遠至四十里之雞爬坎各地煉鐵廠，亦莫不在此開採，採礦之後，由人力搬運至二郎灘，再裝船運送至廠，是以若言古仁二縣礦業之盛，當以水口寺首屈一指。

本礦亦係鑄窩礦，埋沒浮土之中，礦區沿岩層走向延長一千二百公尺，沿地層之傾斜方向，因地形關係寬狹不同，寬處有六百公尺，狹處僅百餘公尺，當地之岩層向東南傾斜二十度，在有礦地中，地面之坡度亦大致向東南傾斜約二十度，計礦區面積為六十二公頃有餘，若假定礦層之厚為一公尺，礦區內有六分之一為有礦區域，礦之比重為二·五，則本地鐵礦之儲量應有：

$$620,000 \times 1 \times 2.5 \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{\text{Cos}20^\circ} = 275,000 \text{公噸}$$

(5) 復陶鄉楠木林；楠木林在二郎灘之南三十里，久以產礦著稱，前有蕭姓者在此經營垂十餘年，近已被馬王廟煉鐵廠改委一安姓者負責，該地之地層向南七十度，東傾斜約二十五度，礦區之範圍約有兩公頃，礦層之厚達二公尺，則應有之儲量為

$$20,000 \times 2 \times 2.5 \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{\text{Cos}25^\circ} = 18,400 \text{公噸}$$

(6) 石屏鄉扎山壩；扎山壩在石夾口之東南二十里，距赤水河太平渡五十里，由扎山壩往東北行至貓兒壩一帶，延長有三三里長之長條地城，其中皆有零星鐵礦發現，魚岔侯相如鐵煉廠及當地之陳百珍廠，皆在此地挖掘惟該地之地形崎嶇，加以漩洞 (See Hole) 極多，故鐵礦存餘無幾，尋找極為困難，即偶發現一二窩，為量亦不過一二噸耳，實難過微，繼經考查此間鐵礦成份極為低劣，陳百珍廠所產之鐵礦，其中半數幾全為頁岩，據聲稱每煉礦六斤，可得鑄鐵一斤，礦質之貧概可想見。

由扎山壩東北行十里，經天星橋後，地勢開朗，山坡極為平緩，地面向北傾斜二十餘度，與地層之傾角相同，此種地形往東北延長極遠，推測地下頗有豐富礦藏之可能，至大有村一帶，並見田中礦石碎塊甚多，惟鐵質甚貧，據土人稱述，十餘年前太平鄉龍口寺煉鐵廠曾來此探礦，嗣因礦質不佳而停止，由此可知此間之礦藏雖豐，而礦質欠佳，仍無經濟上之價值也。

(7) 石屏鄉苟村；苟村在石夾口之東北五里，距太平渡三十五里，久以產礦著稱；現有陳百珍煉鐵廠於此，就地採礦，礦山距苟村約一里，沿走向約長二百公尺，順傾斜約寬三百公尺，地面及地層均向北傾斜二十五度，此間與扎山壩，均位於同一背斜層之北翼，計其儲量應有：

$$200 \times 300 \times 1 \times 2.5 \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{\text{Cos}25^\circ} = 27,500 \text{公噸}$$

(8) 二郎鎮鐵索橋；鐵索橋在二郎灘之西四十里，距太平渡三十里，而道路崎嶇往返困難，當地岩層向西北傾斜二十一度，在魚濟河兩岸見頁岩一層，露頭處經風化後呈褐黃

色或鮮紅色，近以鐵礦，然稍經敲去表面即現頁岩，其狀與大村物上所見者同，惟在高出面約一百公尺處，地形略為平坦，坡上堆積有碎塊鐵礦甚多，然計其數量亦嫌過微，無經營之價值。

(9) 太平鄉高離色：高離色在太平渡之南二十里，其北約二三里之長坡一帶，坡勢平緩，地面往西北傾斜，與岩層方向及角度均同，形勢頗宜於鐵礦之生存，聞莫名朱文淵廠，前曾在此開採鐵礦，惟作者覓索良久，除發現有散佈田間之野礦外，並未找到埋沒地下之鴉窩礦，故礦質如何不敢斷言，至礦藏之多寡，由地形及地層方面推斷，有礦範圍約有一公頃。儲量可達四千噸，尙勉強宜於鑛業之經營。

高離色之西三里楊柳灣一帶，發現有一地段面積約半公頃，有存儲鐵礦之可能，惟迄今無人挖掘，循此上坡不遠，觀有朱文淵廠工人在此採礦因礦質甚貧，擬即停辦。

(10) 魚洞鄉柑子坡：柑子坡在魚洞溝之北東二十五里，距鐵密橋五六里，今有楊一林設煉鐵廠於此，採掘就地鐵礦，因礦量本微，又經挖掘，故即將告罄，無經營之價值矣。

(11) 彭家鄉楊家坳：楊家坳位於川黔交界處，距彭家鄉東十五里，距貴州仁懷縣二合樹西十五里，由楊家樹壩至二合樹完全下坡，至二合樹後即與赤水河會，二合樹在興隆灘之上游六十里，可通舟楫。

由彭家營上山東行十餘里，至凡耳溝見二疊紀地層向東傾斜，浮土之中時見鐵礦碎塊，由凡耳溝下坡至楊家坳，地勢開朗，在張紹清鐵廠之西南山坡上，發現有鴉窩式鐵礦，估計有礦區域約一公頃有餘，鐵礦儲量約在六千噸左右，尙適於小鑛業之經營。

(12) 彭家鄉滑箭溝：滑箭溝在楊家坳之南約五里，地勢較楊家坳約低四百公尺，位於一深溝之中，溝底見煤層及鐵礦露頭，向正東傾斜約六十度，鐵礦層厚約一公尺，位於煤層之下約一公尺，中隔硬頁岩一層，前者曾有人在此開採，經作者觀察：老洞成係循走向，在露頭處進行，所得鐵礦與在其他各地所見之褐鐵礦完全相同，故可推知此處鐵礦亦屬經次生富集作用生成，除露頭處鐵礦分尙高可資冶煉，然再循傾斜深入，鐵質必大減低，而至不能利用。故在礦量觀點上，本礦亦屬過微，並無經濟價值可言。

(五) 仁懷縣之產地

(1) 周家場：周家場在馬桑坪之東北三十里，因須過殺入坳山頭，並越過中渡河，故往返交通頗為困難，出馬桑坪後東北沿地層走向前進，所行大路適在背斜層南翼，樂平煤系及陽新石灰岩地層交接地帶，故右側時見煤層露頭，左側常見零星鐵礦之碎塊，如在青杠林，竹林，水田壩，濫子壩等處路邊，均見有堆積之野礦，惜數量不多，且質地欠佳，而無經濟上價值；出周家場往東里許，右側煤層皆已剝蝕無存，地勢略見開朗，在浮土之下常得鴉窩礦，每窩多者可至十餘噸，少可一二噸，今有楊花水鎮佩林廠在此挖掘，礦體邊緣常與黑色或白色之粘土接觸，土人稱之曰觀音粉，遇此即表示鐵礦業已無存，須另覓新苗矣，由與鐵礦與粘土之共生，益可證明本礦確係經次生富集而成者無疑也。此間因地形限制，鑛區範圍不廣，約計可達二公頃，礦藏約八千噸，尙宜於小鑛業之經營。

據開由周家場再東北至桑木壩，東皇殿一帶（屬赤水縣及瀘水縣）鐵廠林立，鐵礦亦較此間者為豐富，惟計其地

距交通線已嫌過遠，由傳聞揣測與已調查各處情況，想亦大同小異；均不適於大規模之開採，故未再深入。

(2) 三合土於沙觀；辰沙觀在馬桑坪之東南四十里，距沙灘三十里，素以產礦稱著，開辦達三十年之久，礦區界於樂平煤系及陽新石灰岩兩地層露頭之間，呈一狹長之條形，地層向西北傾斜二十度，據作者推斷，本礦實位於前在善人場改露溝所見背斜層之北翼，約計產礦區域順走向長一千五百公尺，沿傾斜方向寬四十公尺，假定礦層厚一公尺，則應有之儲量為：

$$1500 \times 40 \times 1 \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{\cos 20^\circ} = 25,000 \text{公噸}$$

唯因前人在此探掘甚久，現餘礦量不及二萬噸矣。

(3) 三合土偏岩子；偏岩子在馬桑坪東南三十五里，距沙灘二十五里，與辰沙觀本相毗連。備因地形關係，分隔成兩礦區，故一切情形與辰沙觀類同，計順走向長八百公尺，沿傾斜方向寬四十公尺，礦層厚一公尺，則本區之礦藏為：

$$800 \times 40 \times 1 \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{\cos 20^\circ} = 14,200 \text{公噸}$$

除去已探部份，現可餘一萬噸之譜，以上二處均極宜於小礦業之經營。

(4) 火石坪；火石坪在赤水河之西岸，東距沱風灘約十餘里，亦久以產礦稱著，前者彭家鄉楊家均張紹清廠曾在此探掘鐵礦。今已無開採者，由火石坪小學校東行里許，見煤層露頭；傾斜東南向三十二度，煤洞之南僅見野礫零星分佈田間，尋索良久，未得見錫礦，故礦質如何頗難斷言，就地而情形推斷，產礦範圍最多不過二公頃，即使礦質優良，而儲量殊嫌過少，實無甚經濟上之價值也。

(5) 火石坪焦家屯；焦家屯在火石坪之北二十里，路道畢極崎嶇，晴久路乾時，空手步行約需五小時，如遇陰雨道路泥濘，則非竟日不能達也，焦家屯在赤水河之西岸，東至鯉魚灘四里，而高出河面將五六百公尺，坡勢極陡，往返俱極困難，加以鯉魚灘在興隆灘之上四里，興隆灘再下至二郎灘一段凡三十里又不能行船，故焦家屯鐵礦，除設法就地予以利用外，欲求運轉他處，實為經濟上不可能者。

焦家屯位於前在善人場改露溝所見背斜層之南翼，地層向東南傾斜約三十度，礦區因地形關係可分為兩部；鐵廠之北者積較大，約有四公頃，礦質甚佳，現有此間鐵廠正在挖掘，約計此區礦藏應有：

$$40,000 \times 1 \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{\cos 30^\circ} = 19,200 \text{公噸}$$

鐵廠之西者，面計約有三公頃，礦區完全為森林叢草所掩避，查勘與探掘均成困難，今有沙鑛鐵廠在此探礦，質地稍遜，約計其儲量應有：

$$30,000 \times 1 \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{\cos 30^\circ} = 14,400 \text{公噸}$$

總計二區共有礦量為四三，六一〇噸，佔此次所調查十七處錫鐵礦之第二位，然若供一五噸之煉爐，不過八年即行告罄，加以交通運輸之困難，已如上述，故無設定國營礦權之價值及必要也。

焦家屯一帶縱橫十里，完全為森林所掩蔽，松柏交蔭，人烟稀少。素為猛獸出沒之區，亦多赤水河稱著之木材產地，前者曾有人設煉鐵廠於此，就地燒炭及挖礦，原料取給方面堪稱便利，然未諗何故旋即停辦，今年有土城鎮王君，集資來此收買舊廠。並廣收柴山，就地探礦及燒炭，因炭礦資

無須搬運之費，鏟板每噸之成本較一般煉鐵廠可低二三十元，故在土法煉鐵立場上言，焦家屯實佔有優越之地理環境。決非其他產地所能及者也。

六、菱鐵礦

作者等既已發現本區之褐鐵礦，概屬風化殘餘礦床，調查確十七處之多，而因礦床成因使然，礦量皆嫌過少，故在調查時，對菱鐵礦會畢極注意。以冀有所發現情當地之菱鐵礦多無人採掘，調查不能詳盡，殊為恨事也。

(一) 礦床 菱鐵礦成結核狀，夾於侏羅紀地層之黑色頁岩中，頁岩之厚由數公寸至二公尺，結核之大者直徑有二

表四、菱鐵礦成分表：

地	名	鐵 %	氧化矽 %	氧化鋁 %	氧化鈣 %	錳 %	硫 %	磷 %	矽 %
古蘭縣	大村鎮杉木壩	37.97	12.92	1.07	2.92	0.5			
古蘭縣	太平鄉司里溝	32.96	19.58	1.03	1.57	1.44			
古蘭縣	太平鄉三板坡	59.22							
仁懷縣	周家場星宿溪(黑礦)	49.59	16.08	6.61	2.92	0.94			

(二) 礦量 在估計礦量時，頭應先決之問題有二：即礦層之厚度及岩層含礦石之係數是也，礦層之厚度因可由頁岩在露頭之層厚推斷之，然岩層之頁岩層中並不盡皆係鐵礦，有時頁岩之厚度二公尺，而鐵礦層所佔不過其四分之一，故知鐵礦之厚度，應以在礦洞內實測者為準，至於岩層含礦

三十分分，小者僅四五公分，岩層含礦石之多寡不定，據本抽辦礦者聲稱，通常可有百分之五十，然據作者等在太平鄉司里溝礦洞中觀察結果，礦石最多不過佔岩層之百分之十，本礦為原生水成礦床，屬陸地之沈積物，蓋當侏羅紀時期，四川全境乃一絕大之內陸湖，湖邊山嶺大受侵蝕，其所含鐵質溶於水內，流入湖中，繼遇適當之環境，鐵質成碳酸鐵而沈澱，故凡四川各地之侏羅紀地層中，莫不有菱鐵礦之存在，本區所見不過其一例耳。

(二) 礦質 根據分析結果，各地菱鐵礦含鐵大都在百分之三十五以上，品質堪稱佳良，此外氧化矽之量高至百分之十，而氧化鈣又甚少，故極宜於土法冶煉。

石之係數亦非在露層中開闢探道不能決定，由於上述兩端，故知在估計菱鐵礦之儲量時，定須參證探探所得之線索也。

(四) 古蘭縣產地：

(一) 大村鎮杉木壩：杉木壩在大村之東北十五里，距二郎灘六十餘里，其東北之梁花上久以產菱鐵礦稱著，由杉木

塌下坡涉水過魚澗河，再攀登而上，因本礦停辦迄今將十餘年，此間久無人跡，故草木叢生，道路已不可辨認，行至較河面高出約一百五十公尺之處，見有黑色岩三堆，已風化成碎片狀，在廢石堆中尋得結核菱鐵礦數塊，直徑僅八公分，而礦質甚佳，想此即為昔日礦之遺跡，三廢洞之距離約百餘公尺，於廢礦附近覓得黑色頁岩露頭，厚一·六公尺，岩層向南八十度東傾角為四十二度，本礦以南地層完全被魚澗河侵蝕失去，礦床往南無延仲可能，往北沿露頭走向可延長三百公尺，露頭高出河面約一百五十公尺，惜該礦連沒已久，關於礦層之厚度，及岩層含礦之多寡，今人已不能知其詳，茲假定礦層之厚為一公尺，其中含鐵百分之二十，礦石之比重為三，五則儲量應有：

$$300 \times 150 \times 1 \times 3.5 \times \frac{1}{5.42} \times \frac{20}{100} = 47,000 \text{ 公噸}$$

以上所估計者，其中假定數字太多，並不能視為完全可靠，開採之前應先從事於試探，此間惟距赤水河二郎灘已遠在六十里，交通殊嫌不便，即屬所估計之儲量完全正確，或更多至數倍以上，因運輸困難，亦無重大之經濟價值也。

(2) 太平鄉走馬壩：走馬壩在太平渡西南十五里，為大路貫經之處，道路平坦，往返頗便，走馬壩位於白堊紀紅色地層中，地勢殊開闊，出村南行二三里，即為一東西向延長之高山所阻，山嶺為侏羅紀砂岩組成，地層向東北傾斜四十度，菱鐵礦生於砂岩地層所夾之一層黑色頁岩中，頁岩之厚在走馬壩東南司里溝一帶為六十分，往東至三枝坡增厚至八十分，地層在三枝坡附近則易為西北傾斜，傾角增大至七十度。司里溝今有鑽洞兩個，皆正在挖掘中，據稱一

挖工及一拖工合作時，每日僅可得鑽砂六十斤（天秤），並據工人統計每出十筐渣石，始可得一筐鑽砂，故鑽砂之量僅佔頁岩之十分之一弱，根據作者等之實地考察，結核菱鐵礦在頁岩層中分佈數量確屬寥寥，結核直徑大抵不逾十公分，至三枝坡一帶，礦層變厚。結核之直徑可增大至三十分公分，而據正在開採中之工人稱，鑽砂量仍不過佔全層之十分之一。

司里溝至三板坡長凡一·二公里之地帶，均有鐵礦露頭，惟因溝壑縱橫，一部鐵礦業已剝蝕無存，加以此間探掘至今達二十餘年之久，高處礦層大都探掘一空，故今日僅剩高處出溝底僅二三十公尺，目前礦層內固無水患可言，然可推斷若採至溪溝以下時，坑內排水即成一嚴重問題矣，今若不計鑽砂成本及坑內排水問題，僅就一般可探深度三百公尺推算，司里溝至三板坡間菱鐵礦之儲量應有：

$$1200 \times 300 \times \frac{1}{5.42} \times 0.70 \times 3.6 \times \frac{1}{10} = 107,000 \text{ 公噸}$$

然試估計目前司里溝到純武礦層之鑽砂成本，每噸約合三十元之譜，若挖掘及地面以下，應再加排水及坑內搬運費，每噸成本將提高至五六十元以上，僅就鑽砂成本太高一節，即足使本礦根本無經營之價值矣。

(五) 仁懷縣產地：

(1) 周家場星宿溪：星宿溪在周家場正南十里，久以產菱鐵礦稱著此間產礦地點在距星宿溪西北三里之王家溝，離嶺牛渡河北岸，而該河灘多水急並無舟楫之利，由星宿溪西南行二十里至沙灘與赤水河過合，其間所經皆白堊紀紅色地層如遇陰雨，則泥濘難行，加以有樺子均高山之阻，交通殊

爲不便。

由周家場南行見飛仙關頁岩，嘉陵石灰岩及侏羅紀砂岩，向東南傾斜三十度，星宿溪適位於侏羅紀與白堊紀地層接觸之處，礦洞高於河面僅數公尺，嘗作者調查之際，適其中積水甚多之時，又因停辦日久，坑道天棚塌落，無法入內觀察，僅在地面可見砂層中夾有二公尺厚之黑色頁岩一層，向南六十五度東傾斜四十三度至五十餘度。因地形關係，西南方面之含礦地層業已侵蝕無存，往東北方向礦層雖連綿未斷，而土人聲稱在人礦洞東北行不遠即不見鐵礦，若是則鐵礦分佈不過一百公尺之範圍，在此百公尺範圍之內，高處礦層又已冲刷無存，加以牛渡河之水量甚大，苟欲採取水面以下之鐵礦，亦爲事所不能者，是以星宿溪之鐵礦雖負勝盛名，而蘊藏實無多也。

因此處未能覓得菱鐵礦樣，成份不詳，僅就已經焙烘之熟礦成份言，含鐵在百分之五十左右，質地堪稱佳良，頁岩含鐵礦數量之多寡，雖不得其詳，而聞上年礦砂之成本，每噸約合三四元，由此可知此間礦砂或不佔岩層之十分之一，其量實較走馬壩一帶者爲豐，至土人所聲稱之往東北鐵礦延伸不遠一節，或係別有用意，亦不便深信，今宜在東北部從事於試探後，始可確定此礦之真正價值也。

(2) 二合樹三台寺：三台寺在二合樹正西十里，距河不遠，十數年前曾有人在此採礦，迄今湮沒甚久，礦洞位置已無人記憶，作者等因乏人引導，雖在深林叢草中尋找良久，亦未發現露頭，故情況不詳。

七、國營鐵區

由調查得知：本區鐵礦之分佈雖廣，而儲量皆極稀少，赤水河雖有舟楫之利，而灘多水急，航行維艱，故在儲量及交通觀點上言，此帶鐵礦多適於小礦業，而無設正國營鐵礦之價值也。此次調查之褐鐵礦凡十七處之多，其中僅兩處儲量在四萬噸以上，而儲量不及萬噸者竟佔十一處。焦家屯之儲量雖有四萬噸，而因位於興隆灘之上游，形成交通運輸上之弱點，減低其自身之價值，至所調查之鐵礦，亦有四處之多，其中僅太平鄉走馬壩一處，交通比較便利，儲量雖有十萬噸以上，而因礦層含礦不豐，礦砂成本失之過昂，亦不宜開發，綜合所得此次調查之鐵礦，雖達二十一處，而勉合乎大規模之經營者僅水口寺一處，故特別劃爲國營鐵區，關於此區之情形，已於褐鐵礦一章略爲敘述，茲詳述之如次：

(一) 位置及交通：二郎灘濱赤水河西岸，位於合川之上四百二十里，下水航行僅需四五日，目前下水水脚每噸約合十六元，水口寺鐵礦在二郎灘之南十二里，爲通核陶壩及大村等處大路貫經之地，往返尚便利，由礦山運礦砂至二郎灘，皆賴人力推送，常調查時，每百斤脚力約需六角餘，每噸折合十元五角，若在台江設廠製煉時，每噸礦砂之運費，須合二十六元五角，又合江距重慶水程四百五十里，下水水脚每噸約須十元，故若在重慶設煉鐵廠，每噸礦砂之運費，佔三十六元五角。

(二) 礦床：水口寺鐵礦分佈於水口寺之東南火石土，百香均，錦竹崗，歇馬嶺，略齋舖，居世灣，黃泥溝，田壩頭及馬王廟等地，大致適在一東西方向延長之山坡上，地面及地層皆向東南傾斜二十度，礦床順岩層之走向延伸，由馬王廟至略齋舖長凡一、二公里，順傾斜方向在百香均，黃泥

溝為六百公尺，至馬王廟及略齋舖兩端再順走向延伸，因地形稍變，含礦層已剝蝕無存，不復有得礦希望，順傾斜方向延伸在百香均以北，因地勢變低，含礦層亦已無存，不能得礦，黃泥溝以南，因地又陡起，礦層深埋於樂平煤系及飛仙關頁岩地層之下，未能經次生富積作用，故亦不成爲鐵礦，總之本礦除已測定之礦區範圍外，已無再向四方延伸之希望。

本區鐵礦低位於陽新石灰岩之上，而埋沒於浮土之中，呈不連續之層狀，土人稱此種產狀曰鷄窩礦，浮土之厚薄在各處不甚一致，大約由數公分至二三公尺不等，礦層之厚度約一公尺許，然連續不遠即行中斷，通常每窩可得一二噸至十餘噸，鐵礦係褐鐵礦，呈櫻黑之色，間亦有呈暗紅色者，極類似赤鐵礦，此礦係屬煤系下部之含鐵頁岩，受次生富積作用而成，故礦物之構造多呈蜂窩之狀，並常見鐵質沿層及節理富集之現象，凡不易受風化影響之處，仍常見有頁岩體面塊存在。

(三) 質礦量：本區鐵礦含鐵皆能在百分之五十以上，含磷硫之量均不高，質地堪稱佳良，惟其中氧化鎂，氧化矽，氧化鈣三者總和不過百分之十，失之過低，故在冶煉時須配合高矽石灰石或菱鐵礦，其詳細成份見第三表，茲從略。

關於礦量之估計，業已見前第五節，若假定礦層之平均厚度爲一公尺，礦區面積內六分之一爲有礦地帶，鐵礦之比重經多次測驗爲二。五，則應有儲量爲

$$620000 \times 1 \times \frac{1}{6} \times 2.5 = 258333.33 \text{ 噸}$$

(四) 開採建議：本區鐵礦埋沒於田土之中，各處土浮之厚皆不過一二公尺，甚宜露天開採，故探礦方面，極簡爲單，無庸特殊設備及計劃，惟察目前土人開採時，任意亂挖，並無通盤計劃，當使礦區現凌亂之狀，又因土人就趨簡陋，大都於浮土之中開小洞，以選礦體，極易因塌陷而斃工，二者影響於鐵礦採收率者甚大。故若將來正式經營時，頭應將本礦區爲若干小區，按照一定次序，將所有浮土完全除去，作有計劃之開採，俾既有礦量盡能利用，不致有絲毫之遺棄也。

根據調查，目前此間礦砂成本每噸合三四元，較川省一般鐵礦之成本可低廉十倍以上，此乃本區鐵礦得天獨厚處，非他處可比擬者也。

八、結論

綜合此次調查所得，本區鐵礦之分佈雖廣，而量皆嫌過微，殊無大規模經營之價值，加以赤水河流域不產適於煉焦之極煤，苟欲採用小規模新式煉鐵爐，因受交通限制，運費之點甚多，故在經濟價值上言，本區之鐵礦遠不逮四川綦江、彭水、涪陵、威遠等地者，至屬明顯。

本區唯一之交通孔道爲赤水河，而該河自興隆灘一段三十里不能行船故凡在二郎灘上游之鐵礦。皆不宜於運外利用，計在二郎灘下游之鐵礦有十二處，其中僅水口寺儲量較豐，位置亦尚適宜，目前用人抬挑，由產地河岸，每噸運費費約需十元五角，由二郎灘至合江船運每噸需費十六元二角，再加由合江至重慶運費每噸十元，探礦成本及其他費用十元，總計鐵礦運至重慶後，每噸值四十六元七角，仍較渝市

附近之礦價低廉，設使之供一十五噸之煉鐵爐，可繼續二十五年之久故在目前情況下，水口寺鐵礦未始無積極開發之價值也，惟赤水河航運困難，就今日交通工具之發達，每日最多不滿運出貨物三十噸，而外運貨物有，硫磺，生鐵，豬羊，山貨等多種，約計其數量每年在六萬噸以上，兩相抵消，目前船隻實無外運鐵礦之餘力，故若不設法另添新船，欲求鐵礦外運。概屬不可能者，今若暫定每日運出礦砂三十噸，即需添建新船一百八十隻，每船造價約需五百元，總計需資本九萬元。

在二郎灘下游之鐵礦，除水口寺而外，尚有楠木林，苟村及高灘包三處，稍具經濟價值，而總計其儲量不過五萬噸。且產地距河岸已遠至二十五公里至三十五公里，又因礦量不豐，對於交通運輸不能盡量設備，若仍由人力搬運，礦砂每噸至河岸之運費即需二十二元五角至三十元，較水口寺砂價將高十二元至十九元五角之多，成本實嫌太重，至與隆灘上游之鐵礦，除作者所調查之九處外，尚有古蘭縣東南部水口鄉，草簾溪一帶產地甚夥，惟因與隆至二郎之間不能行船，每噸須另加捐運費三十六元，其運費砂成本，結果使鐵礦無外運之價值，並就作者所調查所及，與隆灘上游之鐵礦，以焦家屯之儲量最豐，亦不過僅五萬噸，故受礦量及運輸之影響，與隆灘上游之鐵礦，現時不能充分利用也。

總之：本區鐵礦除水口寺外，皆因礦量及運輸關係，不宜開發，而水口寺鐵礦在交通工具未大事實充實之前，仍屬不能運出以供小規模新式煉鐵爐之用也。

九、建議

(一) 輔助及指導土法煉廠

本區之內錫鐵礦分佈最廣，礦床產狀極宜露天開採，估計每噸礦砂之採礦成本最多不過四五元，且礦石含鐵大都在百分之五十以上，試若與威遠江北等處之錫鐵礦比較，其採礦成本每噸達三十元，而礦石含鐵不滿百分之四十者，何啻天壤，加以本區鐵礦附近柴山尚豐，近者就地採伐，遠者不過二十里，而威遠、綦江等地，因煉鐵歷史甚久，附近森林多已砍伐殆盡，煉鐵木炭須運自數十里至百里之外，二者相較，對於冶煉之成本得失，不言可喻，故在土法煉鐵立場上言，本區實佔有極優越之地位，遠非川省他地所能及者，當作者等調查之際，本區土爐將百家之多，較上年增多至三倍以上，鐵業之盛實屬空前，據估計本年年生鐵每年可產至五千噸以上，因其中大部份運出供煉鋼之用，故本區鐵業之盛衰，實關係煉鋼原料供仰之平衡，吾人不可不察焉。

然就作者等之觀察，一般土法煉鐵廠，皆患有以下之通病，即(一)資本薄弱(二)技術低劣是也，因本區鐵業勃興未久，根基尚不固，稍遇挫折，即易全盤傾覆，今作未雨綢繆計，事前由政府負責糾正其通病；俟病根既除，鐵業即可欣欣向榮。而無中輟之虞矣，茲再將所患通病之影響及其補救方策，闡述如左：

(一) 資本薄弱：一般鐵廠大都籌資二三千元即行開辦，而在籌備期內如收買木炭，鐵礦，修築廠房，高爐，置備工具，工資伙食等項需款甚多，故在開爐之前資本多即告罄，苟欲繼續進行，除出售預貨莫為，而預貨價格一般不過市價之半，故鐵廠之營業無從發展，生產不能增加，如遇生產成本趨高時，且有虧累倒閉之虞也，即使鐵廠資本充足，致不

出售預貨，而產地距銷場（重慶）遠在千里，普鐵廠決無自營運銷之能力，結果由運商從中壟斷操縱，生產者既蒙虧本之損失，而用戶反感鐵價過高之痛苦，故此種運商之存在，實為鐵業前途發展之障礙，應由廠方合力屏除之。

關於資本薄弱之補救方法，作者以各鐵廠聯合組織運銷合作社最為有效，目前赤水河流域之鐵廠達百家之多，若能利用合作社之組織，集各鐵廠之出品，直接運銷重慶，則可避免運商從中剝削，如遇各廠資金不能週轉之時，合作社可暫貸給款項，以資有出售預貨之弊。惟在合作社創辦之初，須有相當基金推動始易，此項基金，應由政府以低息貸與。

(2) 技術低劣：土爐只能生產白口鐵，不合於翻砂之用，乃各處土爐均有之通病，不能對本區獨有苛責。惟當冶煉時鐵質損失奇巨。實為本區獨有之現象。據調查結果，本區各廠用礦與出鐵之比例為三：一至六：一查此間鐵礦含鐵已至百分之五十以上，即按照普通土法慣例，礦石與生鐵之比不過三：一，而本區最多可超出一倍，影響於冶煉成本者至屬重大，是不可不加以注意者也。此次作者見扎山壩陳百珍不廠所用之鐵礦，其中半數竟屬廢石，而主持其事者，根本能辨認，無怪本區雖在地理環境上，得天獨厚，而一般煉鐵廠仍感無利可圖之苦也。

冶煉損失過高，實由於鐵廠對礦石之成份不明瞭，配料不適所致，至鐵廠對礦石辨認不消者，乃係由於主持人之經驗不足，故欲求在技術方面有所改進，非由各廠聯合聘請技師不可，技師乃可根據學理與經驗，巡迴各廠，確實指導，如此則各廠出品之質量均有增進之望矣。

(二) 研究無煙煤煉鐵技術

土法煉鐵所用燃料為木炭，目前固可由本地砍伐，而森林有限，非短期可能培植者，將來附近之新材砍伐殆盡，不得不求之於遠地，價值自隨之增高，勢必影響冶煉之成本，故為根本之計，似應積極研究代用之燃料，在出產煙煤區域固可設法利用焦炭，而本區所產概係無煙煤，不能供煉焦之用，誠屬憾事，關於赤水河交通運輸情形，已於前節詳細闡明，運鐵就焦既不可能，而運鐵就煤尤為不可，因地制宜，本區煉鐵若能設法利用無煙煤，則就地取材用之無盡，鐵業前途實有厚望焉。

因在鼓風爐內引用無煙煤，技術上之困難甚多，故實例尚不多見，一般意見若木炭與無煙煤混合加入，使之在爐內能保持其相當之多孔度(Porosity)，則可代替焦炭，惟實際工作條件如何？是否有如理想之簡單？亟應經試驗之證明，如此項試驗有圓滿結果，則可擇礦量較豐之處，設置若干五噸或十噸之新式鼓風爐，因本區鐵礦常與無煙煤共同生存，原料取給之便利，可謂絕無僅有，加以本區鐵礦礦床之產狀極宜於經濟之開採，將來產品成本之低廉，可無疑問，推論前途實屬無限也，當作者等調查之際，曾晤岔角灘和生公司工程師盛君，據云：該公司擬在岔角灘設置一五噸之新式鼓風爐，即係從事於此項之試驗工作，現該公司正在積極開發當地之煤礦，鐵爐設計據云業已完成，亦將陸續興建，按該公司肯以巨額資本用於科學之研究，至屬可嘉，似應政府再予以財力及人力之協助，俾得早日成功，非僅和生公司之幸，亦本區鐵業所期望者也。

若為繼續本區鐵業壽命長久計，除上述在鼓風爐內引用無煙煤之技術研究外，暫時無妨提倡掛鍋煉鐵法，查此項煉

鐵方法在山西省一帶，甚為通行，推其所以然者，亦受該處不產煉焦煤影響，惟此種方法不能大量生產，出品成本難免稍高，但本區環境優越，故雖有此不利條件，然在今日之生鐵售價下亦必有利可圖也，若能廣為推助，使成農民副業，結果集少成多，既有益於煉鋼原料之供應，又可增加農村之收入，俾益於國計民生者，實非淺鮮也。

威健榮屏四縣鐵礦與土法冶煉事業調查報告

安朝俊

一、調查區域

此次奉派調查區域，計包括威遠、健爲、榮縣及屏山四縣。在威遠者，計有連界場、芹香廟、董家溝、山王場與自來廠（蒲子灣北七里）五處；在健爲者，計有羅城舖、鐵山、老龍壩及張溝等；在榮縣者，計有鐵山中端之中埂山、芹菜溝、長山橋附近之石馬溝、蘿蔔堂等處，在屏山者有大窩頂之花橋岩、豬院子、絲栗樹等處。

二、威遠鐵礦及冶煉事業

（一）連界場與芹香廟間之鐵礦

1. 位置及交通

連界場與芹香廟相距二十五華里，成東西方向，在威遠縣城北約一百一十華里，地近資中，威遠、仁壽三縣之交界，故名連界場，距成渝公路資中縣之球溪河車站約八十華里，礦區內至連界場南二里之紅土地至劉家祠，中間修有二十華里之汽車路，可資鐵礦運輸，生鐵出口，一可由球溪河陸運，一可從連界場用人挑至蒲子灣，用木船運至瀘縣，再用汽車或木船運輸全可，故連界場交通，在川省尙稱便利者。

2. 地形及地質

連界場與芹香廟位於威遠隆慶層北部，以山水沖蝕故，

地多深溝巨壑，但大體言之，礦區內無高山峻嶺，故鐵礦輸雖爲人挑馬馱，尙不費力。

連界場與芹香廟一帶地層，屬侏羅紀上部之黃色砂岩，中間夾有草皮炭一層，菱鐵礦數層（詳鑛藏）；草皮炭因層薄質劣，故無開採價值，菱鐵礦本地人取之煉鐵，岩石走向，大致作東向西，小有曲折，有時西侵偏北，有時東略偏北，大致在北六〇度東，傾斜甚緩，約五度至十度，傾向北方或西北方，在連界場多爲西北方，在芹香廟附近則多爲北方。連界場北約四里許之高屋壩，即入白堊紀之底部，侏羅紀地層，在場南出露甚廣，至新場北始有三疊紀之嘉陵江石灰石出露，故形成三十餘平方公里之鐵鑛區。

3. 鑛藏與鑛質

鑛藏 此處所產之鑛爲菱鐵鑛，作灰色，甚似石灰岩，惟比重較大（三·五）鑛層有成層狀者，俗名排鑛，因順走向延長，厚薄不定亦有成結核狀者，俗名癩疔鑛或團魚個子。鑛之層數不定，有一層者，但多者至四、五層，層與層之間，有夾頁岩者，但亦有夾砂岩者，且砂岩之厚有數公尺者。連界場鐵鑛，本地人多呼爲上山鐵鑛，芹香廟鐵鑛本地人多稱爲下山，會家壩附近多稱爲中山。鐵鑛之在上山者多爲癩疔鑛，在下山者多爲排鑛，中山者排鑛與癩疔互有。排鑛厚薄不一。癩疔鑛大小不定，而且中間未必連續，再加地多深溝，面積甚難計算，歷年開採廢坑甚多，整個鑛區，已

成于孔百洞，故此現時儲藏量若干，實難估計，鐵礦厚度假設為○·一公尺，鐵區面積東西長約十二公里，南北約三公里，總為三十六平方公里，（傾角甚小故未計）中間深溝處多已無鐵，約佔十分之三·五，則所餘面積，當為二三·四平方公里，鐵礦比重假設為三·五，則儲量為八百九十萬噸。

$23.4 \times 1000 \times 1006 \times 0.1 \times 3.5 = 825000$ 公噸

可採量 連界場煉鐵礦，據傳始於三國諸葛亮，但無記載，可考者起自清乾隆年代。而大興於光緒末年，此地煉鐵已有數百年之歷史，故可採量甚難估計，今假設連界場與橋板溝間之溝，有十二公里長，沿溝坡路開採，坑深可至三百公尺，比重為三·五，鐵層厚為○·一公尺，則可採量為

$12 \times 1000 \times 2 \times 300 \times 3.5 \times 0.1 = 2520000$ 公噸

按目前情形，每年約需一萬二千公噸鐵，如按百年計算，則共需一百二十萬公噸，由可採量減去此數，尚餘百餘萬公噸，但實際究竟，有無如此大量之鐵，不敢武斷，因連界場附近毛家場，三叉溝等處之鐵，多已停辦，即開者亦深坑百餘丈，故此地鐵礦之可採量，實難作正確之統計也。

供給量 此地鐵礦即有大批儲藏，但不能開採，亦等於無，故供給量甚關重要，每日該區能夠供給鐵量詳後。

鑛質 該處鐵鑛曾有多人分析，但多為約數，此次作者曾按區取樣，平均計算，似較可靠，據本所化驗結果如下：

產地	成分	鐵	砂	矽	錳	磷
連界場附近		三七·二三	一一·〇一	三·六六	〇·〇七一	

一根松	三六·〇七	一二·六八	四·九八	〇·〇七四
深溝	三九·三三	六·六一	四·六八	〇·〇七九
會家壩	三四·五四	一三·五一	五·〇一	〇·〇七六
油榨石	三六·一一	一〇·七四	五·八九	〇·〇六
劉家祠	三五·七八	九·六六	五·七五	〇·〇五
平均	三六·五三	一〇·八七	四·九五	〇·〇七二

4. 鑛業

連界場一帶鐵鑛，鑛層甚薄，故開採不易，相傳開採甚早，清光緒末年最盛行，入民國後以時局關係，盛衰時變，近年來以國內各種工業，雖接舉辦，再者從抗戰後，國內各工業向集中川省需鐵甚多，故此地鐵鑛開採，打破空訓紀律，目下新辦小廠者更到處皆是，連界場一帶之鐵鑛開採，全為土法，各廠開採之方法相同，其餘如通風、排水、運輸、等亦相同，而且各廠規模極小，無單獨分述之必要，只大概總述後，再將不同處列表詳示可也。

(a) 採鑛法

該鐵鑛區內，地勢傾斜甚緩，大致在五度與十度間，有時竟成水平，而且深谷巨壑頗多，較露頭鑛更難開採，鑛生於灰色頁岩中頁岩厚一、二公尺不等，鑛之層數亦不定，在上山除毛家場多為二、三層，在下山者則層數較多，鑛工按鑛層及頁岩厚度定鑛嗣之高低，如果中間夾有砂岩太厚，則作次二開採，先開下層，再開上層，並將上層之廢頁岩填充

下邊層洞。鑛工以地層甚平，多採用平坑，俗名平堆，坑洞甚矮有時僅容人匍匐過去，工人名為矮路開採時多將頁岩採出，而上下較硬砂岩，不再採去，工人以坑矮關係，皆赤身裸體，匍匐而入，工作甚苦。

開採時先開一總平洞，俗名馬門至三、四丈深，則分支路，但以鑛工多寡而定支路之多少，如鑛工少時，則開一路，俟此路以太深不能採時，再開新路，倘工人較多，則可開二支路，三支路或至多四支路，在此鑛區中，多開三路，中間大路俗名上路，右邊俗名傾邊路，左邊則名平山路。

(b) 通風

此處鑛廠規模甚小，而且多用土法，並以資本有限，故無新式機器通風設備，現在該處通風方法計有二：

(a) 自然通風——坑道淺者，多採用自然通風，如果附近有廢坑時，則用新坑道為進風口，舊坑道為出風口。

(b) 木製手搖風車——坑道深時，自然通風，風量不足，用木製風車，中軸裝木板數塊，用人力搖轉，鼓風入坑，風道多砌於坑道邊牆內，經傾邊路進入各工作地，再折轉經總風坑道流出，惟風車能力甚小，所供空氣有限，倘鑛洞略深，則須於鑛洞內另加風扇，以助鼓風。

風道內有時需要擋阻風向，以防短流，故在必要處加裝風門，此門多用薄木板製成，並在四圍附以棕皮以使合密。

(c) 排水

此區鑛廠，未有設置打水機排水者，排水之法有二：

(a) 自然排水——坑道以地層平坦，故用平坑，如果露頭處之位置允許開坑，且地層向外緩緩傾斜，(五度至十度)則坑道內之水可自內流出，勿庸裝置排水設備，倘附近

有廢坑，亦可將水引入舊坑內流出，以利工作。

(b) 竹筒抽水

有許多鑛廠坑道口，以平推不能見

鑽，故開一斜坑通鑽再開平坑，此段斜坑，長不過數丈，在下山有探二層者，在探下層時，必先將下坑內之水吸至上層坑道排出方可，遇此二種情形，必想法排水，始能工作，否則堂內(工作處)被淹，此處排水多用抽水唧筒，俗名水龍，係用丈餘之斑竹，刮去內部之節，使成唧筒狀，另外用小木棍或細竹，一端包以牛皮，作為活塞，斑竹底部開一小孔，用牛皮封蓋，是為活瓣，工人抽動活塞，活瓣上提，使底部壓力較低於外邊，則水被迫由小孔流入筒內，活塞下壓則活瓣下降蓋孔，同時活塞縮小，水即被迫至活塞之上，如此往復抽動，水則源源流出，每節水龍可提水高六、七尺，每斜坑道設一水龍至五水龍不等，下龍所抽之水入一小儲水池內，用第二水龍抽至第二儲水池，再至第三，第四，此種抽水法，水龍內有一損壞者，則全體停工，對於坑內工作實有莫大危險。

(d) 支柱與佈光

堂內因上下砂岩堅硬，而且坑路亦低，再加各鑛廠以節省費用起見，各鑛多不用木支頂，遇頂太壞，且有塌陷之虞，則以單木支持，正道與分路兩邊，多用廢石堆砌，平常在正道口近處，多加木架支持，各木之擺置甚拙

此處各鑛以土法開採，故對於坑道之內光線無力顧及，平常每工多自帶菜油燈一出入坑道時，將燈插入頭上之帽子內，以便照路。

(e) 工作效率

此處各鑛廠之工人，每天挖鑛若干，絕不一定，因各鑛

之鐵層，厚度及層數不定，故各工不能採同樣鐵量，於鐵廠開工時，請一頭頭（工頭），按坑道內之鐵層情形，規定每挖匠每天須採若干鐵量，俗名號口。有時因鐵層變薄變厚，故採量仍不一致。按該區各鐵之大約情形，每天一挖一拖，約採鐵三百斤（天平）則每人平均為一百五十斤。

(f) 工資制度

鐵洞中兩頭規定每挖匠每天應出鐵若干，（假設為五十斤）如果挖匠採過規定數後，將多採者秤重售給廠主，價值約為平常售價之半，所得之鐵價，挖拖匠自分，大約挖匠為三分之二，拖匠為三分之一，此種超過之鐵俗名帶手。

工人伙食由廠方供給，並且每天每工另付工資三角，（此為各鐵規定者）但現時因新廠甚多，而工人有限，故各鐵廠多暗中加錢，並且在未工作前，即貸與工人工資，調查時各種工人每天約得工資如下：

正工資 (元)	帶手 (元)	共得 (元)	附註
挖匠 〇·三—〇·四	〇·〇—〇·六	〇·三—一·〇	
拖匠 〇·一—〇·四	〇·〇—〇·六	〇·一—一·〇	挖匠有小孩學徒者故工資低
打風 〇·二			多為不能充挖拖匠或小孩者故工資低
抽水 〇·一—〇·三			

鐵層厚者，每挖匠可帶二拖匠，如果坑道深時，每挖匠帶二拖匠，鐵層太薄時，二挖匠只帶一拖匠，總之各廠挖拖

匠之數目，全以坑道深淺及鐵層厚薄為轉移。

(g) 運輸

坑內運輸，坑內運輸，全為人力拖拉，用竹編一橢圓形之「匡子」，置放木架上，俗名船子，木架下不裝軸輪，只在兩邊木架底加一鐵片，以便耐磨，坑道內多鋪木軌，木軌作梯狀平鋪，工人拖拉時可以手扶足踏，實助工人不少。每噸之載量約為數十斤至二百餘斤，以拖匠之能力為轉移。

坑外運輸 運界場一帶，雖有前二十哩軍修好之馬路，亦未用過車運，至今各鐵運鐵至鐵廠，仍用人力挑担或馬牛路馱，在目前生活程度提高，人工缺乏之際，故運費甚高，平均每百斤約需運費二角，調查時由各鐵廠至鐵廠之運費約如下：

鐵廠所在地	鐵廠所在地	百斤運費	備註
連界場附近	紅土地及新堆子	〇·一—〇元	
深溝	同右	〇·二—三元	
毛家場	同右	〇·一—五元	
三叉溝	同右	〇·一—五元	
曾家壩西部	同右	〇·一—〇元	
曾家壩東部	同右	〇·一—〇元	
油榨石	同右	〇·二—八元	

沙樹拗	同右	○·一八元
油榨石	板橋溝	○·一八元
劉家祠	同右	○·一八元
柑子坳	同右	○·一五元
橋板溝附近	同右	○·一〇元

(h) 成本
 連界場鐵鑛因全為土法開採，對於鑛上各事全無通盤籌算，故其鑛成本亦難估計，今暫按各廠大概情形估計如下：
 (以下所估計者以單位百斤計算)：

挖匠費	○·二〇元
拖匠費	○·一七元
修補支撐	○·〇六元
伙食	○·一一元

第一表連界場芹香廟開鑛廠簡表

廠名	地址	坑道設備	工人數	日產量	鑛別	坑深	開採時間	廠主
源華廠	深溝	水龍打風扇	挖匠一四 拖匠二〇 雜工三	四、五〇〇	癩疔	九〇	八年	董于蘭
兄弟廠	一根松	無	五 四 一	一、八〇〇	排鑛		新辦	羅步文

燈油	○·〇二元
雜費	○·一七元
共	○·七三元

出價不定故未計算

(i) 銷售與售價

該帶所出之鑛，皆銷售連界場及橋板溝二鐵廠區，曾家壩以西多銷與連界場各鐵廠，連界場煉爐多(六座)故油榨石，劉家祠之鑛亦銷售與連界場各爐，但曾家壩以西之鑛絕不售與橋板溝各鐵廠。

調查時鐵鑛售價，每萬斤(天秤)約八十七元，但亦有低至六十餘元者，此多為鑛廠預先向鐵廠借錢開採，故鑛價較低。

丑各鑛廠分述

各鑛廠規模甚小，普通只設職員一人，俗名大管事，多者不過二人，鑛廠較大者有工人三十餘名，並雜廂頭一名，規模小者工人有少至二人(一挖一拖)，對於工人亦談不到管理，故各廠無詳述之必要，只將各廠不同處，列簡表示之

源華廠	德和廠	寶新廠	門氣廠	全金廠	雲泰廠	雙金廠	得鴻廠	中山廠	文宣廠	大聖廠	協心廠	劉記廠	明心廠	三義廠	權義廠	四福廠
深溝	深溝	深溝	陰山橋	陰山橋	陰山橋	曾家壩	曾家壩	中山	白廟子	曾家壩	毛家場	毛家場	毛家場	三義溝	曾家壩	橋板溝
二	四	無	三	一	一	無	無	無	無	無	無	無	無	一	二	無
一	一	一	一	一	無	無	無	一	無	無	無	無	一	一	一	無
二	二〇	二〇	二二	八	二三	一〇	四	一五	一〇	三	一一	不定	一六	二五	八	三
二	一五	一五	七	五	七	三	二	八	一〇	二	一六		八	一六	六	二
二	三	三	四	三	三	一	一	二	二	一	二	不定	二	四	三	一
七〇〇	六、〇〇〇	六、〇〇〇	六、〇〇〇	五、〇〇〇	六、〇〇〇	三、〇〇〇	一、〇〇〇	四、〇〇〇	三、五〇〇	八〇〇	七、〇〇〇		六、〇〇〇	九、〇〇〇	五、〇〇〇	剛見鏡
瀨疤	瀨疤	瀨疤	瀨疤	瀨疤	瀨疤	排鏡	排鏡	排鏡	排鏡	排鏡	瀨疤	未見鏡	瀨疤	瀨疤	瀨疤	瀨疤
七	二〇	六〇	一四		一八	五	一五	四五	七〇	七	一〇〇					
新辦			五年			新辦				復辦	二十年	新辦				
黃子蘭	劉鴻賓	劉維貴	李興文	林叔凡	劉百山	羅九成	羅復修	劉啟修	劉振芳	羅貴山	劉書平	劉書平	劉向台	劉維懷	劉維貴	夏同傑

全法廠	油榨石	一	一	六	六	三	二、五〇〇	排礦	一五	劉侯子
三多廠	劉家祠	四	一	七	七	四	三、〇〇〇	排礦	四五	劉凱風
新福廠	劉家祠	一	一	七	七	三	三、〇〇〇	排礦		劉寶賢
劉記廠	沙樹均	一	一	一〇	一〇	三	五、〇〇〇	排礦		劉鴻賓
三福廠	劉家祠	—	—	—	—	現停		排礦		劉自明
中和廠	劉家祠	一	一	八	八	三	四、〇〇〇	排礦		中和鐵廠
裕金廠	劉家祠	三	一	一五	一五	四	八、〇〇〇	排礦	三〇	劉嗣恒
成亨廠	劉家祠	無	一	六	六	二	三、〇〇〇	排礦	四五	劉修子
巫記廠	劉家祠	無	無	二	二	一	七〇〇	排礦	復辦	巫謙修

除上列各廠外，尚有數家新廠，未見礦亦無廠名，故未列入，將來各廠全出礦後，連界場與芹香廟間之礦廠，每日出產可增至七十公噸，會家壩東部（中山），鑛廠較少，如果再有從此採者，則每日有產量九十噸之希望。

5. 冶煉事業

土法煉鐵總論

(1) 各廠組織

連界場與橋板溝二處之鐵廠組織，全甚簡單，各廠全為股東制，每股資本未有超過千元者，每股股東少者七八股，多者二十股，廠內職員只大管事（相當廠長）為各股東共請，而大管事大為義務性質，每日津貼三吊，供膳宿，其餘職員則為股東自請，薪水由請者担負，每日出錢分配如下：

如一廠有十股，共有甲、乙、丙三股東，將出鐵日期以十天為輪迴，如甲股東為四股，四天所出之鐵為甲所有，而且在此四天內，廠內職員應由甲請，四天後歸乙收鐵，如此下去，十天後歸再甲收，該法亦為連界場鐵廠特別章程也。

各鐵廠組有鐵商公會，所有廠內章程，多由公會規定，章程施行後，各廠必須遵從，公會內設正副主席各一人，由各鐵廠股東（俗名擲戶）至選之。

(2) 煉爐工人

連界場鐵廠之煉爐工人，不與炒鐵工人，打鐵工人相混，每爐共需工人二十三名，或二十四名，各工人之數目，俗名職務，如下表：

工人名稱	俗名	人數	工資(元)	職務	備考
工頭	老客	一	一〇	專管砌爐開爐及修理	
修理爐師	半爐	一	〇・六	專管修理	有時工頭兼
出鐵工人	挑鈎	二	〇・六	專管出鐵出渣及協助半爐修理	
加料	陽橋	二	〇・三	專管加料及煨鐵	有三人
拾炭工人	炭頭	二	〇・二	專管拾木炭	白白日工作
拖生板	打紅	二	〇・二	專管推出口口之生鐵	
打風工人	扯扇	二	〇・一五	專管鼓風	三班
伙伕	席頭	一	〇・一	專管作飯	

煉爐工人之伙食歸老客管理，通常廠方給米二斗四升（每人一升）菜油有歸廠家，亦有歸老客者，每月廠方並給肉若干斤，米剩歸老客，現在每日只給米一斗八升。

(3) 鐵鑛

各廠所用鐵鑛，全為菱鐵鑛，（癩疤鑛排鑛互摻）鐵鑛之成分見前，目下鑛價每萬斤（天什）約八十七元，再加運費二十元則每萬斤約一百零七元矣。則每噸約合十七元九角

(4) 燃料

土法煉鐵之燃料全為半焦木炭，因連界附近之樹木多已用完，故現時所用之木炭來源，最近者亦有四十華里，遠者可至百三十華里，產地多為資中，仁壽，榮縣及威遠各處。木炭價值不定，大約每百斤（二十四兩秤）山價一〇元

，燒價七角五分，運費每百斤每華里約合一分半，故目下木炭價有高至四元五角者。（二十四兩秤）

(5) 煉鐵爐

煉鐵高爐，大小不甚一致，平常高約二十七英尺至三十英尺，三十呎者俗名頭標高爐，二十七呎者俗名三標高爐，爐腹（鑛肚）最寬處，直徑自七英尺・二吋至八英尺，爐頂（俗名餅口）直徑約三十英寸，但加料口（花瓶口）驟縮為六英寸，爐缸為方形，上大（每邊約十五英寸）下小（每邊十英寸）。

煉爐內外用砂岩，中間用紅土填充，內部砂岩為泡砂石，耐火度較厚約六・七寸爐缸處用大小二十四塊泡砂石砌成，因爐中溫度不高，尚可能用，但溫度較高之處，則時需更換。

(6) 鼓風

土法爐用風箱鼓風，置於側面，俗名邊吹式高爐。風箱用獨木製成，作圓筒狀，長約六英尺，直徑約二英尺，用四人推動之，每分鐘約推動五十次，（來回作二次）中間活塞走長不過二十四英寸。

風管與風箱一節，用木製成圓筒形，直徑約六英寸，靠爐一節，用石板與鐵板作成，底板為鐵板，俗名起皮上邊石製俗名鋼嘴，（指風管而言，實際風管包括全體，非僅指上邊單獨之石板也）兩邊直立石板，俗名牆子，合而為一構成風管，高約六英寸，寬約五英寸，內面阻力甚大。

(7) 生爐與加料

煉爐內部砌好後，於爐門口堆放乾木柴，加火引燃，徐徐烘乾內部，俟燒三四日後，則停火待涼，老客入內檢察，

是否有裂縫，如果完好，則在爐底堆滿木柴燃燒，一日後乃加入半焦木炭一層，再加熟鐵一層，如此輪替加裝，至滿為止。

開爐後，平均每天約加料二十次，每次熟鐵四百八十斤（廿四兩秤），木炭三百六十斤（廿四兩秤）故每天約加熟鐵，九千六百斤，合天平秤一萬四千四百斤，木炭七千二百斤，合大秤一萬零八十斤，每天出鐵四千斤，結果鐵比為三。六燃灰率為二。七〇。

(8) 出鐵與出渣

出鐵與出渣同在爐前，渣滓生成後因比重較輕，漂浮鐵面，任其流出，有時渣滓太多，堆集門口，工人則用鉤鈎出，以便內中渣滓流出，出鐵則先放渣一次，並餘一小塊，工人用長鈎反視動成圓筒狀，用此渣塊封塞出鐵口，以防鐵汁流出，然後將冷池平好，用鐵棍推開出鐵口，並用水扒將鐵汁扒出，上置渣滓，俟冷卻後即成鐵板，俗名生板，每塊重自餘斤不等，每隔一刻至二十分鐘放鐵一次，每天平均出鐵四千斤（天秤）少者至千斤，多者同與廠於民國二十六年曾出過八千斤，此次作者到此調查時同福廠出過六千一百斤。土法煉鐵以爐溫度較低，故生鐵全為白口，不合於翻砂生鐵之條件，而此白口鐵又分數種，今將其種類列表如下：

名	稱	註	解
清	黑麻生	斷面略成紫色並顯花紋	
	麻生	斷面顯花紋	
水	夾山膏	中夾麻生兩邊為白口	

白口	斷面白口
混水渣子鐵	鐵汁與渣滓不易分離

上列各鐵雖分數種，而成分相差無幾今將本所化驗該處生鐵及渣滓之成分列表如下：

生鐵成分

試分	砂	硫	錳	磷	附註
1	〇.四一〇〇五	〇.一七〇〇三	三	三	帶有渣滓
2	〇.二八〇〇四	〇.六四〇〇二	七	七	
3	〇.一四〇〇〇	〇.〇九〇〇二	二	二	

渣滓成分

試分	砂	氧	鉛	氧	鐵	氧	鈣	氧	錳	氧	錳	氧	硫
1	四.三一七	〇.六	一〇.七	五.五	七.六	九.四	〇.三						
2	四.三二六	〇.三	二.〇	七.八	九.五	八.四	〇.三						

(9) 煨鐵
此處煨鐵皆採同樣方法煨鐵爐亦同，爐上部為筒狀，下部為倒椎形，可成連續式煨鐵爐，但各廠多備二三煨爐，並不連續工作，每煨鐵萬斤，約需柴四。五百斤得熟鐵六。七成，每爐約需二十四小時。

(10) 煉鐵日期

連界場一帶之各鐵廠因是土法，爐內溫度較低，冬天氣候乾燥尚可，夏天則爐內溫度太低，不能煉鐵，故各廠之開煉日期約在古曆十月，停煉日期在三、四月間，（以爐之內部為轉移），而且在十二月間出鐵最多，俗稱土爐黃金時期，平均每年約煉百五十日。

（11）成本

連界場一帶之鐵，因組織，工人，原料皆相同，故煉鐵成本相差無幾，但各廠無詳細計算，而且原料價值日增，實不能得確切數字，今暫按筆者到達該處時之情形略計之。

每煉生鐵百斤約需費如下：

項目	元數	備	攷
鐵 鑛	三·八六	鐵鑛比為三·六〇	
木 炭	六·二一	燃炭率為二·七〇	
煨 鑛	〇·〇六		
工 資	〇·一五		
伙 食	〇·一二		
納 稅	〇·〇三		
雜 費	〇·〇六		

共一〇·四八元

每噸約合洋一七六·〇〇元

（12）銷售與售價

目前該處所煉之鐵有下列用途

煉鋼 重慶煉鋼廠在此收買生鐵，每天各廠出鐵之二分之一售與煉鋼廠，並預計於民國二十八年度起，各廠生鐵十分之八售與鋼廠。

炒熟鐵 各廠皆附有炒熟房，所炒之熟鐵供給本地打造用具。

土法製鋼 該處有土鋼廠三家，所製之鋼，供給本地製造農具及家庭用具。

銷售生鐵 生鐵除上述外，尚出售外邊，備作鑄之用，以自貢井及嘉定等處最多。

生鐵售價每百斤約十三元五角，每噸約合洋二百二十六元。

連界場與橋板溝二處，目前開煉者只有九家，全為股東制，而此九家之股東，互有關係，各廠原料，工人，高爐，等皆相同，勿辯分述，今只列簡表示其梗概：

廠名	地址	出鉄(斤)	經理	組織	工頭	住址
多福廠	紅土地	四·〇〇〇	張定飛	股東制	王澤林	江北黃樹
中興廠	紅土地	四·〇〇〇	張學敏	同右	唐維仙	連界場
復興廠	紅土地	四·〇〇〇	熊福章	同右	唐維仙	同右
永鑫廠	紅土地	四·〇〇〇	滕執中	同右	王舉直	江北黃樹現橋
再興廠	新堆子	四·〇〇〇	劉鴻藻	同右	劉維庵	璧山縣

同福廠	連界場後	四〇〇〇	林汎舟	同右	婁九合	江北黃
第一廠	橋板溝	四〇〇〇	巫法九	同右	王舉直	同右
中和廠	同右	四〇〇〇	巫法宗	同右	劉維庵	壁山人
萬發廠	橋板溝	四〇〇〇	何福泰	同右	王舉直	江北人

以上九家每日共出鉄三六〇〇〇斤

約合二一・四三噸

每廠每年平均煉鉄日期爲一五〇

則每年共出鉄三・二一四・五噸

丑炒熟鉄——俗名炒毛鉄

(子)製炒法

炒製熟鉄，在炒鉄爐中，用木柴火炒煉，炒鉄爐之尺寸與構造如第十圖，炒鉄鍋爲泡砂石作成，炒鉄時生火於礮中，鼓動風扇，則火成倒焰，吹入石鍋，鍋內小生鉄板遇熱溶化，火色由紅漸黃白，減低風力，加入鉄氧，用鉄棍攪拌之，再加大風力，使鉄混合，減少風力，鐵成散粒狀，此時鐵內之砂、鐵、炭以至最低限度，再用鉄棍收攪成團夾出，用錘擊之，則成圓筒狀，是爲毛鉄，毛鉄之成分約如下：

炭	〇・一一〇
砂	〇・一九
磷	〇・一三
硫	〇・〇四

二氯化錳 〇・二〇

(丑)成本與銷售

炒鉄房多與煉爐廠分辦每炒熟鉄百斤，約需出鐵一百一十斤乾木柴一百斤，共需炒煉費七角，則每百斤約需洋一十二元多，(注意炒鉄房所購之鐵較賤)現時毛鐵一百斤約售洋十四元。

寅土鋼製造

土鋼共有大鋼，小鋼二種，大鋼製造時，經加炭手續，故質脆硬，多爲製造刀槍武器之用，小鋼製造時不經加炭手續，故質強韌，多爲打造農具之用。

(子)大鋼

此處有萬泰隆與裕隆二鋼廠，製鋼技工多爲壁山銅梁人

(1)方法

連界場之土法製鋼與北碚金鋼相同，作者曾於江北土法煉鉄報告內叙述土法製鋼之若干手續，請參閱之。

(2)成分

土鋼之成分據兵工署材料試驗處化驗結果如後：

種類	炭	矽	磷	錳	硫
一號	〇・六八	〇・〇四九	微量	〇・〇三三	〇・〇二四
二號	〇・七九	〇・一一	〇・〇〇六	〇・〇一四	〇・〇二〇
三號	〇・二二	〇・〇九四	微量	〇・〇三六	〇・〇三三

(3) 製鋼成本與售價
製鋼成本甚難計算，而且廠方負責人以售價關係，絕不說實話，不過就各方面推測，可約估如下：(八十斤鋼)

生鐵：	十三元
木炭：	四元
烟煤：	一元
工資：	二元
伙食雜費：	十元

共三十元

目前售價約如下，(八十斤)

上三節鋼	五〇元
中三節鋼	四〇元
雀三節鋼	三〇元

製鋼技工如下：

採鋼	殷錫光	銅梁人
炒料	朱春山	璧山人
	易雲亭	銅梁人
抽條	黃繼神	銅梁人

(丑) 小製鋼
此處有嘉遠小鋼廠一家，財東為嘉遠監時生等四股，資本二千元，每年冬工作六月，熱天則停工。廠內有職員五人，工人三十名，重要技工多為鄰水大竹二縣人。該廠每日約出鋼二百二十斤。

(一) 製造方法

小鋼製分二步重要手續，今分述之：

炒鐵 製炒熟鐵與普通相同，但小有出入，炒鐵手續如下：先將生鐵碎小，置入鍋內，磴內加燃木柴，鼓動風箱，則火焰經鋼嘴成倒焰吹入鍋內，鐵遇熱熔化，漸漸變白，減少風力，加鐵錘用木棍攪拌，約成焦粒狀，加大風力再形氣化，并將渣滓吹出，如此三、四次，則完成炒裂手續。用木棍收攷成團，夾出鑄鑿之，成長筒狀，是為鋼團，全部工作需二十分鐘。

此種炒鐵，損失甚大，每百斤生鐵約炒熟鐵八十斤。

打鋼：將鋼團置入打鋼爐內，熱燒至白光，用鐵錘打，反覆熱燒，錘打至長方為止，俟冷至紅色後，急投入冷水池內冷卻之，則成小鋼，鋼之成分據兵工署材料試驗處化驗結果如下：

號	炭	砂	磷	錳	硫
一號	一〇六〇	一二	微量	〇〇三六	〇〇一八
二號	〇八六〇	一五	微量	〇〇二二	〇〇二四
三號	〇五七〇	三三	〇〇一七	〇〇〇二	〇〇三〇

(2) 成本與售價
小鋼製造成本與大鋼約相同，但售價略低，平均每九十斤約值四十元。

威遠鋼鐵廠

自七七抗戰以後，鋼鐵來源斷絕，國內鐵廠又相繼停辦，故鋼鐵供給，更感恐慌。前二十四軍於民國十四年，在威遠連界場南二里許之紅土地及紅豆子樹，（連界場西南四十里）建立鐵廠與鋼廠，但鐵廠尚未成功，即有民國二十年之二劉戰起，鋼鐵廠遂於二十一年停止建築。現值中央鋼鐵廠尚未建成以前，有多人想復辦威遠鋼鐵廠，以濟此青黃不接之期；但各方皆無報告，可資根據，因而突地不聞，本所為應各方需要起見，特派筆者調查連界場鐵鑛時，特別注意該廠現時狀況。今將考查所得，臚述於後，以供有志鋼鐵事業者之參考。

1. 原料

鐵鑛 該廠所預計用連界場附近之鐵鑛，鑛量與鑛質詳前。

焦炭 紅豆子樹附近，曹家溝漆樹溝皆有侏羅紀煤田，前廠負責人，曾在此處煨焦試驗結果尚佳，此次作者亦採樣，據本所化驗結果如下：

產 地	成 分			
	水份	揮發物	灰份	定 炭
漆樹溝	一·三	三·一〇	四·五	三·六
曹家溝	一·〇	三·五	四·四	三·六
				硫
				微粘不膨
				精膨

石灰岩 石灰岩產於新場（距連界場四十華里）及紅豆子樹之曹家溝，此二地所產皆為三疊紀嘉陵江石灰岩，據本所化驗結果如下：

不溶解物	二·三二
錳二氧三	〇·七九
鈣 氧	五三·四八
鎂 氧	〇·四五

錳鑛 錳鑛亦為鐵鑛原料之一，在川省尚未調查有豐富之鑛產，只彭水縣有較貧錳鑛，但尚無詳細調查。

(2) 鋼鐵廠現況

(A) 鐵廠

煉鐵爐 煉鐵爐外廓鋼板已裝好，下部用八根圓鐵柱支持，圓熱風筒已裝好，直徑為二十三又八分之五英寸，內無火磚，且無裝置風管之口，故風管之敲無所得知，爐頂有二個出氣口，連一共同導氣管，導氣管上無小煙囪，爐頂平台已備好未裝，平臺以上及爐腹，爐缸處全未裝置，廠中所置之零件，內有少許為煉爐配件。

鍋爐房 鍋爐房之房屋尚佳，內中并排安單道臥式鍋爐二座，鍋爐長十九英尺，一寸直徑五十八英寸，中間煙道三十英寸，一則大致尚佳，餘一煙道已取出，置放屋內，鍋爐零件及水管全無。

屋外尚有鍋爐一個，與製好者同一式樣，亦無配件。
打風房 打風房與鍋爐房并排建築，房屋亦好，內中有

裝好之雙缸臥式蒸氣機一座，氣缸長二十英寸，直徑八又八分之五英寸零件已無。

風缸未裝好已尋不到材料，屋內置放飛輪一個，直徑八英尺中軸五英寸。

煨鐵坑 煨鐵坑五個井排建築，為砂石造成，故完好可用。

磚瓦廠 磚瓦廠內之燒爐全壞，房屋如加修理尚可用，煙囪亦好，鐵索已無，磚瓦廠處有辦公室尚可用，為本地人住居。

餘外尚有房屋數間，現為嘉遠鋼鐵廠佔用。

水池 煉爐房及鍋爐房旁各有水池一個，全為石製，尚佳，靠河岸處有一瀝水池。

此廠前臨紅土地河，終年有水。

其他 煉爐與鍋爐其用之煙囪尚好。

廠內存有鐵管七十餘根，直徑六英寸長十二英尺。

打風房內有鐵皮大圓筒十二節，直徑二十九英寸，長約五十英寸。

廠內有長短灣水管甚多。

熱風爐與清灰爐未裝，已無材料，廠內存有長石塊甚多，不知作何用途。

(B) 鋼廠

鋼廠設於連界場西南之紅豆子樹，有平爐一座，熔量不知多少各項設備已完成，現在該廠為玻璃廠佔用，房屋煙囪尚佳，其餘全塌陷，耐火磚亦幾為本地人盜盡。

(3) 復辦問題

連界場煉鐵，全為土法，所用燃料為木炭，由前邊已悉

該處樹林罄盡，目前所用者皆來自百里之外，且木炭百斤，竟高至四元，如果煉二年後，則木炭來源困難，價值增高無疑。現時炭價，尚佔生鐵成本一半有奇，每噸生鐵約製煉費百七十六元，如抗戰結果鐵價平抑之後，此種煉鐵絕不能存在，故紅土地之鐵廠實有復辦之必要。

鐵鑛之供給問題 就目前情形言，每日該處可出鐵八十噸，此十五噸之煉爐，每日約需鐵四十五噸，尚土法煉鐵為環境淘汰停煉，則十五噸煉爐之鐵鑛供給絕不成問題，鑛量有如百萬公噸則可供六十年之用，即打對折亦可供三十年之用。

(6) 建議

連界場一帶之採鑛及冶煉全為土法，實有改善之必要，治煉於報告末尾討論，今只就鑛業各項加以討論之：

(1) 鑛廠合辦問題

現在鑛廠全為零星開採，每鑛資本有數十元者，且有無力開採，預先向煉廠借款後，方施開採者；故各廠只知出鑛，對於鑛坑設備，毫不過問，甚望各廠(同一區域)聯合開採，增厚資本，設置簡單打風機，坑內通風改善，以便提高產量，如此則有下列結果：

增高工作效率 現時坑內通風甚壞，工人工作頗感苦悶，工作上必受影響，如果坑內空氣新鮮，溫度適宜，工作效率必然提高。

增高可採量 目下各廠因通風不良，致坑略深，即有氣悶之虞，故坑道至數十丈後，因通風不夠，即告廢棄，內部鐵塊作廢，倘通風改善，則可多採鐵鑛。

(2) 支柱問題

關於坑內支柱應加改善，最好改成三柱之標準式。

(3) 鑛車加輪

現在鑛車全未裝輪，工人拖拉時費力太大，實應加裝車輪，以便減省人力，增高工作效率。

(二) 董家溝鐵鑛

董家溝在踏水橋東南，相距約八華里，該處有廢鐵爐一座，頂部塌陷，爐腹以下尚存在，此爐究在何年建起，何人煉鐵，本地人概不知曉。本地人只知董家溝有鐵鑛，但鑛在何處，亦無人知道作者在董家溝時，曾於溝之兩山坡，考察地層，見有草皮炭一層，與連界場似屬一層，不過較厚，有廢洞數個，多以質劣層薄停辦，按此情形，鐵鑛應隔草皮炭不遠，作者沿廢洞尋覓鐵鑛之露頭則以農田掩蓋，草木叢生，故尋覓達三小時之久，終未得見，殊屬失望。作者因非學地質者，致失敗返回，甚望地質家到達此處時，再作詳細考察。

(三) 永樂鄉白來煤廠一帶之鐵鑛

自來煤廠位於蒲子灣北約七華里，該處位於威遠窮藤層之東南邊離自流層甚近，自來煤廠所採之煤，共有四層，菱鐵鑛夾生於三層炭上邊之頁岩內，成結核狀直徑有至尺半者。作者曾進坑道內攷察菱鐵鑛生於頁岩內之情形，頁岩成灰色，與其他處相同，據挖煤工人論，鐵鑛甚稀，不過塊甚大，究竟除此層外，是否尚有其他鑛層，以無露頭不敢武斷，鐵鑛成分據本所化驗內含鐵百分之四五·八九〇（此鑛已在外曝露甚久）

乙、半邊寺褐鐵鑛

半邊寺位於山王場東北，相距為七華里，該處為一深溝

，岩石露頭為侏羅紀，底部硬砂岩，此地廠數家所採之炭為下元炭，褐鐵鑛即生於下元炭之上約三十英尺左右，褐鐵鑛生於砂岩內上邊緊接砂岩下邊為黏土，鑛厚約二·三英尺不等，中部較厚而兩端漸薄。露頭所見者，約有六·七百英尺故鑛量似不甚豐，單獨開採恐無價值，鐵鑛成分據本所化驗內含鐵約一九·六五。

三、屏山大窩頂菱鐵鑛反煉鐵

(一) 位置及交通

大窩頂位於屏山縣城北約二百六十華里，在黃丹東南約四十華里，在清水溪西約五十華里，清水溪為魁為之第一水碼頭，生鐵可由此運至岷江河口出口，山之北麓有高筍場，南麓有朱家村，大窩頂為一千二百公尺之高山，山路崎嶇，交通不便，再加人煙稀疏，土匪橫行，對於此處煉鐵事業之影響頗大。

(二) 地質

大窩頂處大山中，海拔約一千二百公尺，岩石露頭大部為侏羅紀頂部砂岩構成，由高筍場至大窩頂途中，初為白堊，紀底部紫黃砂頁岩，至花喉岩、口口侏羅紀頂部之黃色砂岩、中央紫鐵礦，厚約數寸由花喉岩上行，越大窩頂頂部之李子坪，至山南麓之鼎手和鐵廠，途中所見皆為侏羅紀頂部之岩石構成。全山中菱鐵鑛露頭，計有豬院子，絲栗樹，花喉岩，茅坡，封垵山數處；封垵山未有探過，其餘全曾探過，鼎手和鐵廠現在所採者為豬院子，絲栗二處鐵鑛。岩石走向花喉岩，萬家山等處，多作北五十度至六十度東在絲栗樹，豬院子處等，則為北七十度東傾斜向東南作二十度至二

十五度間。

(三) 鑛藏與鑛質

大窩頂週圍面積約六十餘平方公里，鐵鑛露頭已看到者計有花曜岩，封塊山，茅坡，絲栗樹，豬院子等處，中間是否連續不致斷定鑛層常變，有時合雞坡鑛與板連鑛，有時只有板連鑛，雞坡鑛為單獨塊狀，絕不連續，故鑛量之估計甚難，花曜岩，茅坡二處又多為廢槽，內中是否尚有，有待正式探鑛也。鐵鑛成分與連界場相差無幾據本所化驗結果如下：

地 名	鐵	砂	錳	鉛	錫	鈣
絲栗樹	三九·八八	六·六二	二·一九	一·二四		
豬院子	四〇·三九	五·九六	三·六〇	·八		
花曜岩	三三·二四	一四·五〇	四·六七			

(四) 鑛業

大窩頂鑛鑛，據本地傳說，前清康熙乾隆年間，即有人開採，但多為副業，至光緒十六年始有正式高爐煉鐵，採鑛已具雛形，目前存在者只有鼎豐和鐵廠所辦之絲栗樹及豬院子二鑛廠茲就該廠略述之：

1. 豬院子

(1) 位置

豬院子位於大窩頂南麓，距宋家村約十五里，距鼎豐和鐵廠約七里。

(2) 採鑛

此處因岩石傾斜較緩故採用平槽法先治露頭挖洞俗名馬

門向內挖三四丈後即分三路，中間為正路，兩邊謂之又子，工作處謂之堂子，採鑛法多採用長牆推進法，與連界場同。

(3) 通風與排水

通風用自然通風法，現時槽洞之深已有一百餘丈故內中空氣甚壞，工人工作頗感苦悶，未裝水龍坑內之水即由坑道流出，拖匠拖鑛行於水中，致拖鑛年代久者，多有腿痠病亦云苦矣。

(4) 工人及工資

豬院子鑛甚小，只有挖匠九人，雜工一人，伙房一人，挖拖匠之工資每日約一角五分至二角，雜工及伙房每日工資五角，工人伙食全由廠中供給，挖拖匠如出鑛多時，可另加獎，每挖拖匠每日亦可得四五角不等。

(5) 工作效率與產量

此處鑛層甚薄採鑛多為副業，方能採鑛，平常出鑛一車，約拖匠十百再加坑道其長，故拖匠工作甚苦，目前每日約採鑛一百斤至一百五十斤，全鑛每日可出鑛一千八百斤至式千五百斤。

(6) 成本(百斤天秤)

挖 匠 費	〇·二〇
拖 匠 費	〇·一〇
伙 食 費	〇·一〇
燈 油 雜 費	〇·一〇
運 費	〇·一〇

共 〇・七〇元

2. 絲栗樹

(1) 位置

絲栗樹位於豬院子北約二里，距鼎豐和鐵廠亦約七華里

(2) 工人及產量

該處有挖匠八名，拖匠八名，伙房及雜工各一名，每日約出鐵一千六百斤至式千三百，其他各項與豬院子相同。

(五) 土法煉鐵——鼎豐和鐵廠

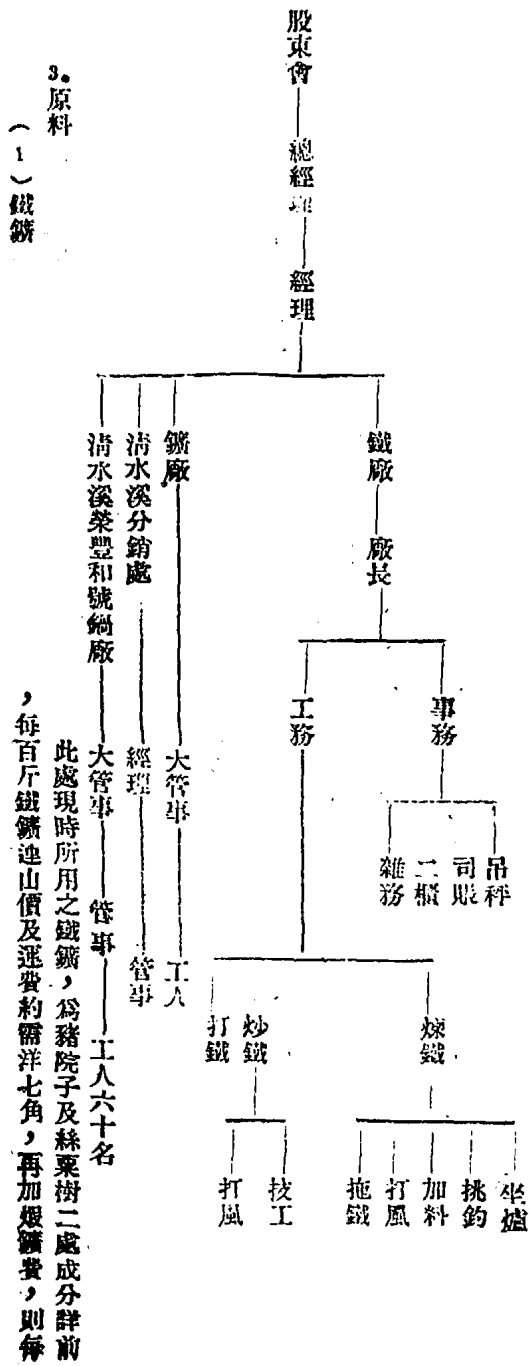
7. 沿革

據本地傳說。大窩頂土法煉鐵，自前清康熙，乾隆年間。所用高爐較廣，因泥作成風箱與出鐵口對稱，俗名對吹爐，而且此種炒爐地址不定，多以原料供給為遷移開煉日期亦不定；光緒十六年有七將入鄧新溪者，建築高爐廠名為錫安

鐵廠，但因工頭管理不善，致告停工；光緒二十三年請江北縣人王國謹為老客，宋家村宋建庭等為股東開始煉鐵，頗有成效以虧本又由宋景山等接辦，倒閉後始由現時股東李鏡澄接辦，鼎豐和始於民國二十一年成立，李鏡澄為股東兼總經理，宋綬商為廠長，老客為王生林，年前王老客已死，現由其子王泰義充任老客之職。

2. 組織

鼎豐和鐵廠，為集股制共股東五家，原開辦費約八千元，以李鏡澄股本最多，設股東會，解決廠內重要事情，下分鐵廠，鑄廠，清水溪分銷處，及鑄銅廠，設總經理一人，以李鏡澄任之，下設經理一人，以皮寶華任之經理則住清水溪分銷處，各廠又設大管事一人，今將其組織列簡表如下：



3. 原料 (1) 鐵礦

此處現時所用之鐵礦，為豬院子及絲栗樹二處成分詳前，每百斤鐵礦連山價及運費約需洋七角，再加煨鑪費，則每

百斤約需洋七角五分。

(2) 木炭

木炭全為購買，來自山中，平均每百斤約需洋五角再加運費四角，(平均)則每百斤約需洋九角。

4. 煉鐵

(1) 煉鐵爐

煉鐵爐與連界場相同，總高三十英尺，爐腹直徑八英尺三寸，爐頂口二十四英寸，爐缸高約二英尺煉爐構造見連界場之煉爐圖。該爐每日最多出鐵四千斤，最少七、八百斤，但以二千五百斤，合二百二十噸。

(2) 加料

每日約加鐵礦二十次，每次十筐每筐約天秤五十斤，每日約加鐵一萬斤，木炭四十筐，每筐重約二百五十斤，共加木炭一萬斤，如此每日約出鐵，三千二百斤則鐵礦比為三二〇，燃料率為三·一。

(3) 生鐵之成分：

據本所化驗結果如下：

硫：〇·〇三四 · 磷：〇·三四 砂：〇·〇六

錳：〇·〇二五

其餘和連界場相同

5. 炒熟鐵

該廠亦有炒熟鐵二座，構造與方法和連界場相同，勿庸贅述。不過該廠所出之生鐵，多運至清水溪鑄鍋故炒熟鐵甚少

6. 生鐵成分

每煉鐵百斤，約需炭三百一十斤，鐵三百一十斤，共需洋約四元九角六分，薪水二元，每斤鐵約担七分修爐需五百

元，每百斤約担拆舊費一角三分每百斤約納稅五分，則生鐵成本如下表：

鐵礦費	二·一七
木炭費	二·七九
工資	〇·一六
薪水	〇·〇七
拆舊	〇·一三
納稅	〇·〇五
伙食雜費	〇·六六
共	六·〇三

由鐵廠至清水溪每百斤約需運費八角

每百斤共洋六·八三元

每噸合洋一百一十四元

(7) 銷售與售價

該廠所製毛鐵，多售於本地及清水溪，備作農具及家庭用具之用。

生鐵皆用人力挑至清水溪鑄鐵鍋，在作者抵達清水溪時每百斤生鐵約作價八元三·四角。

四、榮縣長山橋菱鐵鑛及土煉鐵

1. 位置及交通

長山橋鐵鑛多產於長山橋之東，現時所探者，即位於長山橋東十華里之石馬溝，長山橋位於榮縣縣城西約七十華里

，位於勉爲縣屬之羅成舖東約八十華里。交縣與長山橋間多爲高山峻嶺，而最高者爲老君臺，山路崎嶇，交通不便，長山橋與羅成舖亦爲山路，但多爲較低丘陵，故交通尚稱方便，長山橋距成渝公路或水路出口處全甚遠，生鐵出口不便，再加山路難行，運輸又恃人方，致生鐵出口多炒成熟鐵，銷於本地，小部生鐵售於外邊。

2. 地質

長山橋石馬溝之菱鐵礦，亦產於侏羅紀地層，似與連界場相同此處本與鐵山背斜層相連，因長山橋附近有一小斷層，致使分離，石馬溝一帶之地層，走向約爲北二十度東傾斜向西南約十度。

3. 鐵礦與鑛質

長山橋東三、四里，卽有鐵鑛，至爐壩（鐵廠舖北十里），全有鐵鑛存在，中間是否連續，不敢斷定；鐵爐壩有鐵爐廢址，究竟何時煉鐵，無人得知。長山橋煉鐵已有三十餘年之歷史，石馬溝附近廢槽甚多，據鑛廠管事人講石馬溝一帶之鐵鑛全經探採，而好鑛質已採完；故該處之煉鐵壽命不能長也。

此處有鐵鑛一層，而每層又分數層，最多可至五層，卽天棚，排鑛，塊板鑛，癩疤，和雞坡是也。其中以天棚，排鑛，及地板，三種常有，餘二種不定。每層鑛中間，夾頁岩一層，合計總厚度有時竟至六、七尺，薄時則只一尺有半，工人名此路謂狗洞坡，寓其低也。

此處鐵鑛與連界場成分相似，據本所化驗結果如下：

熟鑛	成分	
	鐵	矽 錒
生鑛	三八、〇一	七、三一
熟鑛	四九、三四	一二、〇〇
		七、九四

4. 鑛業

長山橋附近之採鑛，已有三十餘年之歷史，較佳之鑛多已採完，現時永發源鐵廠，所採之鑛，在石馬溝或稱青杠舖，目前共有馬門二個，大略情形如後：

(1) 採鑛法

此處採鑛法與連界場不同，似爲屋柱形採鑛法，先開一總馬門，謂之正路，至二、三丈後，向兩邊開分路，石路俗名吊坡路，左路俗名平水路正中向裏探再開分路，謂之叉路，由叉路再開小垂直路，以達工作地謂之堂子。路兩邊多用廢石填完，有時用木柱支持。

(2) 通風與排水

此處鑛洞無排水及通風設備，坑道下有一廢槽，故水可由下邊流出，而且藉此亦可成循環風流。

(3) 工人及工資

該廠有新舊坑洞各一，舊坑內有挖匠四名，拖匠八名，新坑內有挖匠三人，拖匠六名，另有伙房雜工三名。礦廠設大管事一人，挖匠每日工資二角一分，拖匠每日工資二角，雜工每月一角。

(4) 工作效率

該廠因頁岩甚多，故工人每日採礦較少，目前情形，每挖匠每日可採礦壹百斤（天平）。

(5) 成本

該廠以每日拖頁岩甚多，故成本亦高今暫按前日情形估計如下，（天平）：

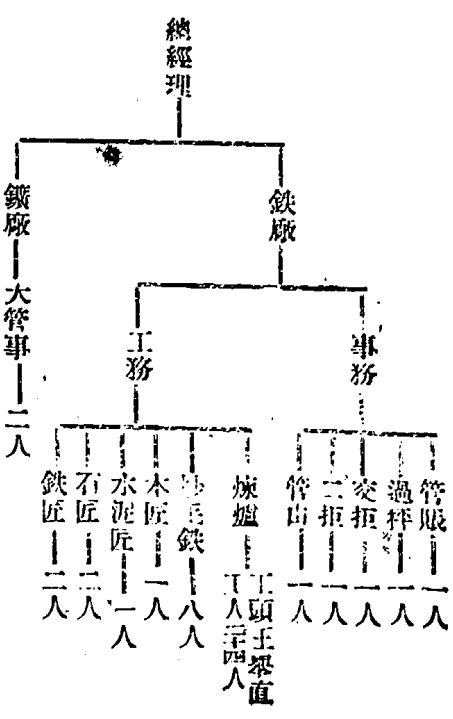
挖工費	○·一七元
拖工費	○·三二元
挑費	○·五六元
折舊	○·一〇元
雜費	○·〇五元
運費	○·一六元
共	一·三六元

5. 土法煉鐵——永發源鐵廠

永發源鐵廠，位於長山橋東十里之青杠舖，但家村已有三十餘年之歷史，財東為彭九皋。

(1) 組織及職工

永發源鐵廠為彭九皋一人所辦，所有廠內財權與重要事件全歸其自己決定，鐵廠內設管事七人，礦廠設大管事一人，今將其組織列表如下：



職員薪水甚低，每月共需三十元，則每日只一元，工人薪水亦較低，煉爐工人工資少高，茲列表示知。

老客 (工頭)	一·三元
坐爐	○·九〇元
挑鈎	○·三〇元
加料	○·二〇元
打紅	○·二〇元
鼓風	○·二〇元
抬炭	○·二〇元

連伙食每日約需洋十元

鐵匠，泥水匠，木匠，石匠等每人每日工資二角，每月共需洋一元四角。

(2) 煉鐵

(一) 煉鐵爐
此廠煉鐵爐為老客王舉直所砌成，故形狀與構造和邊界場者相同。每年冬天開爐春天停爐；開爐日期以原料預備之情形為轉移，大約在陰曆十月開爐，停煉日期則以煉爐內部為轉移，通常每次砌修，約用三月至六月，以四、五月為最多。

(h) 出鐵與出渣

煉爐出鐵及出渣之手續與邊界場相同，勿庸贅述，該廠每天出鐵二·五〇〇斤至三·〇〇〇斤(天秤)，每年以一百五十日計算，則每年約產鐵二百二十噸。生鐵亦為白口鐵成分如下：

硫：〇·〇三六 磷：〇·〇六 矽：〇·三五
錳：〇·六六

(c) 原料

該廠所用鐵礦，即石馬溝之菱鐵礦，成分詳前，每出鐵百斤約需礦三百斤，故鐵比為三比一。

燃料亦為半焦之木炭，為廠方買樹自燒，來源多從鄰近小地購買，每百斤(天秤)木炭，約需洋一·一〇元，其分配如下：

樹木山價	〇·四五元
刀價燒價	〇·五五元
運費	〇·一〇元
共	一一〇元

每煉鐵百斤約需木炭二百五十斤則燃炭率為二·五比

(d) 成本

原料費	
鐵礦	四·〇八元
木炭	二·七五元
共	六·八三元

製鐵費

薪水	〇·〇四元
工資	〇·四五元
挑費	〇·七五元
折舊	〇·一三元
共	一·三七元
共	八·二〇元

(e) 銷售

該廠以地位偏僻，交通不便，故生鐵運出者甚少，每加附近需要熟鐵量較多，故生鐵多炒成毛鐵，銷於本地。

(3) 炒熟鐵

永發源有炒鐵爐一座，分日夜炒製，每班工人四名，日夜約炒熟鐵一千六百斤，炒鐵爐之構造，與炒鐵方法，和邊界場相同。

目前熟鐵價值每九十六斤約十一元。

五、隄爲縣菱鐵礦及冶煉事業

甲、鐵山背斜層鐵礦

(一) 位置及交通

鐵山位於隄爲縣屬之羅城舖與榮縣，縣屬之長山橋中間，但本地人所指鐵山只羅城舖之一端也，鐵山北端約距五通橋八十里，距隄爲縣城亦八十華里，南端即遠故北端較爲便利南端則困難，永發源鐵廠之鐵全銷於本地，(詳前)。

(二) 地形及地質

鐵山背斜層爲一長狹之山脈，北端較高，山頂觀音廟處約海拔七百一十公尺，由西南向東北延長，至長山橋爲小斷層所切斷，中間山陵起伏，高低不定。

鐵山背斜層中軸之方向約爲西南東北，鐵山以南以地層傾斜向南，傾角十五度至二十度間，鐵山以北之地層，傾斜向北，傾角十五度至二十度間，走向大致作北六十度東，但小有變化，鐵山中爲侏羅紀煤系構成，露頭較狹，兩邊爲白堊紀，自流井之底部所掩蓋，如羅成舖南，金石井北，以至劉家場長山橋等處，皆有自流井層之薄層石灰岩出露。

鐵山北端至童子頭，煤層較多(五層)，但鐵礦較少，金石井北之觀音壩，有天寶鐵廠一家(已停)附近鐵礦廢洞甚多，據本地人談各洞多已挖空，鐵山之中端即中規山，芹菜溝，鐵礦較厚，前有天生鐵廠一家，但因鐵礦缺乏，已停辦。鐵山南端(吳旗山等)，煤層露出較少，(三層)而且鐵礦絕跡，故小金溝至鐵山東端，中間是否有鐵礦，以無

斷不敢斷定，

(三) 礦質
據本所化驗結果，內含鐵約百分之三六·三六

(四) 鑛業與鐵業

鐵山一帶之冶煉事業，不知始於何年，現時鐵爐存在者，有觀音壩之天寶鐵廠及何家橋之天生鐵廠。天寶鐵廠爲沈姓辦過七八年，但始於何年，停於何年，無人知曉，天寶鐵廠附近之鐵礦廢洞甚多，現多已水淹塌陷，鐵廠只有高爐餘如拒房，炒房等，概已塌陷，爐頂已長大樹，故此廠停煉常不下十餘年矣。天生鐵廠爲邱可五等合辦，起於民國十年，至十九年股東起鬧，另行改組，於二十年開辦，但以鐵鑛缺乏，遂於二十三年又告停煉。該廠好可用，如有人辦可向北邊之山再作探索，但以山小礦薄，想亦無多大希望也。

乙、老龍壩，菱鐵礦

(一) 位置及交通

老龍壩靠岷江東岸，位於五通橋南約十五里，距產煤區甚近，交通甚便。

(二) 地質

老龍壩亦爲侏羅紀地層，但露頭較狹，窄，南北約有十五華里，東西僅里許，向東向北，全爲白堊紀之自流井層所掩蓋，此處並產煤現有煤槽五家。

(三) 鑛藏與礦質

此處鐵礦亦爲菱鐵礦，但露頭不完全，而且此種鐵礦又爲個子狀，礦層更不連續，鐵礦層有時爲二層，有時爲三層；而且每層之厚薄絕不一定，故該礦之儲藏量甚難估計。菱鐵礦之成分，據本所化驗結果，隄橋產者內含鐵百分

之三四·五四，橋溝牛蓋坡產者內含鉄百分之三六·〇六。

六、結論及建議

(一) 探礦方面

此次作者所調查之礦廠，各探菱鉄礦，大都礦層甚薄，而且此薄層之礦床又多斷續不連致礦量預先不敢斷定，如果施用機器，則冒險殊甚，故在此區域內，依筆者愚見似無用機器之必要，此種礦廠又無較新礦廠可資比較，不過就普通情形觀察有下列劣點。

1. 通風與排水

有許多小礦廠，因資本較少廠內除挖拖匠外絕不願再僱工人，打風，排水，致坑內空氣污濁，水深沒膝此不僅影響工作效率，而且對於工人之壽命，亦必減少也。關於通風方面，較淺之坑道可於坑道口設一風箱，如果坑道太深再於坑道內設風箱二座，三座不等，以助坑內通風，廠主之目的，專注出礦，對於他事概不過問，坑內之水，多深，如小溪，礦方應多僱工人，於運道旁邊挖掘小溝，使水經溝內流出，如此工人不致行於水中，害成腿疾。

2. 坑內運輸

坑內運輸，皆用竹篾木底之船子，但各礦以坑道低矮，及費用太大等問題，皆不加軸輪，多以鉄片（俗名車刀）代之，致拖匠運礦時，車刀行木軌間發生絕大摩擦，增加載重，使工人費力，結果挖匠工作，日期長久後，多成癆背，礦車突應加裝軸輪。不僅減省工力，且可使拖率增高。

3. 工作效率

挖拖菱鉄礦之工人，每日平均為百斤至百五十斤之間工

作效率所以低之原因，有下列幾點。

(a) 礦層薄——菱鉄礦多為薄層排狀或不連續或之個子狀，工人挖必先挖去上下之頁岩方可，故出礦率減低為一定之理。

(b) 工人力量不夠——川省礦廠工人多吃鴉片，致身衰體弱，而且吸食鴉片，費時甚久，對於工作影響殊甚，此固為政治問題，但各廠負責人亦想法解除也。

(二) 土法煉鉄

此區煉鉄，皆為土法，燃料為木炭，煉爐用砂岩砌成，鼓風用獨木製之圓風箱，不引熔劑，由此種種致生下列結果：

1. 酸性渣滓——因煉爐砌牆為酸性，煉爐渣滓必為酸性，方不致侵蝕，爐牆故各爐不加熔劑。

2. 爐溫低——土爐因用木風箱，鼓風因風容箱積小，且用人力，故每分鐘鼓風不多，平均每分鐘約鼓風二百立方英尺，而所鼓之風，又為冷風，故不能燃燒大量木炭，致爐內溫度不高。

3. 鉄為白口——白口鉄之生成因砂質太低，炭質多成化合炭，使鉄變成硬脆之西門脫而成白斷面，砂質必在攝氏一千二百五十度以上，方可還原至鉄質內而成鉄砂，但土法爐溫度不夠，故生肉之砂質甚多，（平均為千分之二）

4. 燃炭率高——土爐燒料多為木炭，每煉生鉄一噸，約需木炭三噸，或有低至二、五噸者；但新式煉爐之燃炭率多一、一〇冬天空氣乾燥時，可低至〇、九〇兩相比較則耗費太多矣。

5, 鉄之回得率低——由前邊渣滓, 化驗結果, 得知內含鉄爲百分之八、七四。

此大量之鉄質歸諸無用渣滓內, 並含許多小鉄珠, 當時筆者取樣時因欲定其他成分, 故渣內含鉄者, 多乘而不取, 如果將大量渣滓, 磨成細粉再取樣化驗, 則鉄含量更高無疑, 在新式煉鉄爐含渣爲百分之十、〇以下, 渣滓含鉄之多, 原因亦係爐温太低之故。

土法煉鉄有上列諸劣點, 如想改良鉄質必先改良方法及改砌煉爐方可, 今提供下列幾點付諸討論。

1, 改用一風箱——現時土法煉鉄全爲單風箱, 每分鐘約鼓二〇〇立方英尺, 每日可鼓風二十八萬八千立方英尺, 平常煉鉄一噸約需風十萬立方英尺, 如此可煉鉄二噸餘, 如果改用雙風箱, 則風量可增至五十七萬六千立方英尺, 產量雖不能倍增, 總可產四噸。

風箱之外再裝一調勻器, 使風流於此混合而成繼續式則爐內風壓亦不致斷續不定。

2, 改砌爐牆及換用木炭引擎鼓風——用人力鼓風, 終屬有限, 而且工資日增對於煉鉄成本亦非經濟, 故應改用機器鼓風, 在資本薄弱之廠, 可購用木炭機車鼓風, 如裝兩座, 機器以資調換, 全價亦不過一千五百元, 此法江北縣龍王洞已採用。

改用機器鼓風後, 土爐之必須改砌以應此較高之風壓, 而且在爐頂加一小蓋子, 以防爐氣與空氣直接遇合燃燒。

3, 利用爐氣——爐頂廢氣, 可以燃燒鍋爐蒸汽使蒸汽推動汽機鼓風, 此法比較複雜設備亦較多, 在此百物昂貴之時, 恐需十餘萬元, 此爐包括下列各部。

• 煉鉄爐——須用耐火磚砌牆並略加冷却設備。

b. 清灰器——如需淨氣須用二座。

c. 鍋爐。

d. 汽機鼓風機

上列三種方法, 因全未利用, 熱風故煉爐內温度當不致甚高, 對於爐方面絕可增加但質方面之改良恐未必盡善如想質量全好必用下法。

4, 新式小規模煉鉄——小規模煉鉄之各種設備必須完全, 并加添熱風與大鉄廠, 無異所差者, 不過產量少, 而且此種小爐現在有進行者數家。

上列四種方法除第一種可沿用木炭外其餘全改用焦炭因木炭不僅價高且有缺乏供給之虞故木炭爐實有應用焦炭之必要。

四縣生鉄年產量表

地	年產量(噸)	備	致
威遠	三·二一四·五	九座煉爐	
榮縣	二·一〇	一座煉爐	
屏山	二·一〇	一座煉爐	
總爲			
共	三·六五四·五噸		

改進綦江土法煉鐵之擬議

王子祐
安朝俊

一、位置及交通

四川鐵礦約可分為(一)雲陽區，(二)涪陵區，(三)綦江區，(四)江北區，(五)廣元區，(六)威遠區及(七)古爾區等。就位置與交通言，除江北區外，以綦江區為最佳。綦江之鐵礦，計分土台場，麻柳灘，白石塘及大羅壩，成東北西南之狹長帶，其次要者尚有毛壩坪，小礦山等處。遷建委員會綦江鐵礦籌備處，已修築輕便鐵路，由土台起，經麻柳灘以達趕水。白石塘離綦江上游分支之羊渡河僅三里餘，可籍水運以抵趕水，籌備處已設法在趕水修築轉運台，預計將來礦砂在趕水集中，再由綦江順流而下經東溪，羊蹄洞，蓋石洞，三溪及江口，以達重慶，供給煉爐之需求，由趕水至重慶水路不過四百八十三里，惟羊蹄洞及蓋石洞，水急灘險，不能行舟，現正由導灘委員會負責疏濬，將來運輸，自不成問題。倘能在礦廠附近，擇址建爐化鐵，當更經濟，惟燃料問題，自不得不加以深切考慮也。

二、原料之供給

(一)鐵礦 全川之鐵礦儲量據四川建設廳之調查約為六四，六〇〇，〇〇噸(包括會理，榮經，洪雅，及冕寧)，若將已劃歸西康之縣份不計外，只四四，八五二，五〇噸。綦江鐵礦儲量為一四，八二五，五〇〇噸，約佔全額

百分之三〇，礦層由〇·五〇至二·〇〇公尺，傾斜在二十五度左右，施工極易，且礦石俱為赤鐵礦，含鐵平均為五三·六二，實為川省鐵礦中之首屈一指，威遠以鐵礦與焦炭煤相距甚近，誠有優良之條件，但儲量不過一，〇〇〇，〇〇〇噸，日為綦鐵礦，含鐵在百分之三五左右，就量與質言，不及綦江遠甚。

綦江鐵礦自政府收歸國營後，即由遷建委員會成立綦江鐵礦籌備處，積極開發，現時已能日產礦砂××噸。土台與產較豐，惟以地形及礦床生成關係，正在開鑿直井每日產砂約三〇噸，係出價每噸二元收自土窖。白石塘只在補助土窖抽水，工程未有進行，每日產量與土台場相若，亦係出價每噸三元收自土窖，麻柳灘以礦脈逼近地面，施工較易，正在積極開鑿橫洞，工人一千有餘，日能出砂將近××噸，正在積極開鑿橫洞，工人一千有餘，日能出砂將近××噸，預定年底，可增至日產××噸之譜，大羅壩以交通不便及礦床生成欠規則，現未施工，仍由土窖採掘。倘能循此積極開採，則土台場，麻柳灘，白石塘及大羅壩四處之每日出砂××噸至××噸，亦非難事，現時礦砂每噸之生產費不過二元或三元，較之四川其他鐵礦區之礦層由數公分至數十公分，其施工之困難與成本之高達二十元左右者，優劣可見也。

(二)燃料 土法煉鐵，幾悉用木炭，以致附近之薪材砍伐殆盡，不得不求之於遠地，價值自隨之增高，此不獨綦

木	材	0.35噸	2.35元
木	炭	8.8噸	1.80元
管理費		8人	8.00元
工資		3人	6.00元
雜費			7.00元
以上總費用			35.00元
鐵	1.8噸		
生鐵每噸成本			19.00元

(五) 出品 土法煉鐵高爐所出之生鐵俱係白口，即有呈麻口者，亦係偶然之舉。其最劣者只能煉成毛鐵出售，東橋太平橋改良式煉鐵高爐之出品較佳，已呈灰口，尚適於單獨翻砂之用。

(六) 產量 蘇江蘇屬及其附近，現時計共有煉鐵爐四十座，俱在開爐化煉。開近年產鐵量，在七千噸左右。土法高爐以溫度為低，在冬日氣候乾燥時可出鐵，在夏日氣候陰濕時則否，故每年由十月起至翌年四月止，平均工作五個月，以每爐每日煉二噸計，全年產量可達萬噸之譜。

(七) 運輸 蘇鐵運輸全賴人力，以運送各煉鐵廠，每噸每里運費約一角六分。至於在板之運輸，除廠址所在河旁，不能行舟者須先以人力運至起水外，幾全賴河運由蘇水運至重慶，在萍鄉洞運至銅陵後，運費較上列

數字為少。礦砂現在僅銷於附近五十華里以內之煉鐵廠，蘇江疏濬竣工後，重慶需礦砂供給，當則順流而下，其附近區域，生鐵與毛鐵之銷售，以其價昂而難運，毛鐵銷售附近及重慶一帶，作製造農具及家用器外，大部銷於瀘縣製造鐵鍋，以供自流井一帶鑛場煎鹽之需。現時鐵爐高爐，每噸可售三百餘元，實屬有利可圖。

四、增加產量之提議

鋼鐵為重工業之母，不特為各項物價建設之基礎，且為兵工材料之必需，在今日抗戰建國及外源減絕之堅苦環境中，增進鋼鐵之產量，豈容稍緩。大規模之計劃，非獨緩不濟急，且以現時現境惡劣，亦不易見諸實現，故小規模煉鐵廠之建議，已為各方所採擇。或建小規模新式煉爐，或改良土法煉爐，分道揚鑣，無非要求產量之增加，與品質之改進。四川之土鐵，年產不下二萬噸，而蘇江一區已能產七千噸，其在四川土鐵位置之重要，可以想見；蘇江鐵礦產量之增加，觀於上述，可無問題，惟所用木炭燃料，必須取至遠地，價值將與時俱增，惟現時鐵價高漲，仍屬有利可圖，但為根本之計，似應漸資利用焦炭為宜。為求增加該區之產量，據筆者等之意見，應從下列各方面着手進行。

(一) 增設土法煉爐：土法煉爐所出之生鐵係白口，不能翻砂，但用之製和毛鐵煉鋼，尚為適宜。土法煉爐需款少，而出鐵快，約計需款約八千元，需時三月即可生產似不能不加以注意。

(二) 增設改良式土爐：夏氏改良式土煉鐵爐需款約在二萬元左右，惟所出之生鐵灰口，較舊式煉爐所產之白口

為佳，且每爐產量為大，亦應增設。

(三)改良土法煉鐵：舊式煉鐵只能生產白口鐵，改良式煉鐵所出之生鐵，雖係灰口亦以質劣，不合於普通翻砂之用，且無論舊式或改良式之煉鐵，僅能每年工作五月，為求量的增加與質的改良，均有研究改良之必要，務期能全年工作，即無形增加產量一倍而有餘，至於質的改良，亦當兼程並進。

(四)研究南桐煤煉焦：川省煤產主要為二疊紀與侏羅紀兩種，前者煤層較厚，雖含硫過高，不適煤焦，後者煤層太薄，雖質地較佳，施工殊難，綦江附近南川桐梓之煤，係二疊紀，厚度由〇·五公尺至一·〇公尺，儲量在三千萬噸以上，惟以含硫在百分之三以上，雖經土法選洗，煉成之焦炭，仍含硫一·五以上，不適於冶鐵之用，急應於開採選洗及冶煉三方面加以研究改進，使焦炭成品之含硫成分在一·二五以下，含灰成分在一〇·〇以下，以代替綦江一帶現時之木炭燃料。綦江煉鐵所用之木炭，多取自四十華里以外，而所用之青杠須培植五年，松木則需十年，始能可伐薪煉炭。將來供給自必成為嚴重問題。為未雨籌謀計，焦炭之研究實不容稍緩，且四川煤田分佈雖廣，幾佔全省之大半，但前儲量富煤層之煤礦，殊不多見，即為四川整個煉鐵事業途計，南桐煤之煉焦研究。亦屬至要，非徒為供給綦江煉鐵之燃料而已也。

(五)實行政府貸款：綦江附近土法煉鐵，大半資本薄弱適當先向實主挪款，以低價銑鐵折還。是鐵價之高低，操於買主之手，而煉鐵者失去左右之權，故無形中使煉鐵不能自由增加產量，以從事於市場之競爭，政府似應加以低息貸

款，予煉鐵以資金之活動，俾可順利增加生產，且應設法獎勵，以提高煉鐵產之慾望。

以上所列各項，如政府貸款，已由經濟部工礦調查處負責進行，其他如增設煉鐵，以現時鐵價高漲，倘政府能以低息貸款，自易奏實效，至於改良土法本所除派人為協和煉鐵廠，設計新式小規模煉鐵爐外，並擬進行研究，改良土法及利用土法問題。

五、改良土法煉鐵之建議

土法煉鐵之改良，已有各專家之討論，歸納言之，不外改用熱風，增加風量，以求其與質之增加，惟在實際改良工作進行中，所遇之困難必多，自在吾人意料之中，茲先就理論上改良之可能性，加以簡述，然後進而討論，設置煉鐵研究之必要。

(一)土法煉鐵理論上改良之可能性：土法煉鐵以各種條件所限，如風箱容能之微小，木炭燃料之採用，泡砂石耐火材料之應用，以及人力之工作等，使其生產之能力，難於增大，容量既小，不獨高溫之設備條件不足，且熱之散失亦大，爐溫之低，乃為小爐之通病，因不備土法煉鐵為然也。為改良之計，厥不外：改用鐵管熱風及機器打風，以節省燃料，增高爐溫及增進品質，惟風量經此改良之後，現時所用之砂石風嘴，及爐內泡砂石耐火料是否勝任，恐非加以改善，引用耐火磚與新式風嘴不可。至於爐內之形式，爐底及爐頂部分與爐腹部份之比例過大，似宜酌加修改，以增容能而利工作之進行，倘用焦炭為燃料，爐頂當加以備置設備以均散原料，或者以為改良之點太多，不如修築小規模之煉鐵廠

據得計，惟是新式煉爐建築之需款就以五噸而言非十餘萬元莫辦，且其所出之鐵，能否較改良式煉爐所生者之品質較佳，或成本是否較低，殊難斷言，是以土法之改良。仍不失為增進土鐵產量與品質之一種途徑也。

(二)土法煉爐設置以供研究之必要：根據理論之可能性，將爐加改良後，是否即能順利以達吾人之希望，誠屬疑問，蓋以鐵管熱風，究能達若何溫度，風量風壓必如何而適宜，爐內形式若何最為恰當，爐內溫度風速乃反應之若何為佳，廢氣所含一氧化碳與二氧化碳比例常如何改進，以及其他礦料之配合，鐵渣之性質，均有待於實地試驗加以糾正，為求最經濟之方法，以獲最佳之產品，除設置試驗煉鐵高爐以作研究同時生產外，實無其他捷徑，惟土法煉鐵之容能小溫度低，其產品質難與新式火爐相較，最好亦不過能出三號翻砂銼鐵而已，此又當附帶聲明者也。

江北縣土法煉鐵調查報告

安邦俊

一、序言

煉鐵之於抗戰前途關係甚大，筆者於廿七年七八月間，曾赴龍王洞蜀江鐵廠調查二次，並貢獻改進意見，惟該廠以經濟所限，只作局部改良。此次奉命調查，除龍王洞外，舉凡江北縣屬交通治安無阻隔之處，俱往勸察。

此次調查於十月三日出發，先往龍王洞蜀江鐵廠，除對該廠再度詳細調查外，並赴附近調查鐵鑛及舊日冶煉事業。八日由龍王洞往木耳場轉赴石鞋場，在此間人談稱：桶井場鐵鑛甚多，並有冶鐵爐，遂於翌晨經古路坪趨起桶井場，至半途（蕭家拱橋）時，以匪警阻誤，下午二時始達桶井場。隨赴場北視察舊鐵爐。十日由西內調查舊煉鐵爐及冶煉狀況，以沿途匪盜猖獗，只得折返石鞋場，路經場南（距場約七八里）時，參觀該處之寶興煤鑛，并附近鐵鑛，十一日赴風門壩天福鐵廠調查，晚宿三壩場；十二日至石壩場城門洞煉鐵廠調查，但該廠股東以經濟關係，已於去年停辦，只有一住家在此照房，未能詳細探詢，十三日由石壩場至偏岩石佛寺天福煉鐵廠調查，十四日由大廣山，鐵廠溝二地調查舊有鐵爐。十五日由偏岩至靜觀場，但該地并無鐵爐乃於十六日經土主場轉赴清平場。十七日赴林子口天成鐵廠調查，十八日乃由清平場至大田坊轉赴北川鐵路車運返。

此次調查歷時十有六日，江北各重要煉鐵區已遍足跡

對於江北之煉鐵產銷情形，可知梗概。但以運輸不暢，老舊岩放半坪之鐵廠，遂致遺漏，好在俱已停辦，無關重要也。

調查時蒙各廠熱誠招待與協助，各廠保衛處與地方休戚，遇危險地時並派丁保護，於工作進行上便利匪淺，特此誌謝。

二、各廠總論

江北土法煉鐵廠之組織設備及工作情形等，多類似（龍王洞蜀江鐵廠例外）特先將各廠之相同處加以總述，再分述其不同處；今將相同各點述之於後：

甲、原料

1. 鐵廠

江北縣各廠所用鐵鑛，全為菱鐵鑛，約含鐵百分之三十強，菱鐵鑛內含錳有百分之四者。對於煉鐵大有裨益；因錳質不僅為煉鋼之必需原質，且可增進生鐵品質，兼能生鐵成本，以今日四川尚未發現錳鑛，此種含錳之菱鐵鑛對於煉鐵事業之裨益，可稱珍貴。

2. 燃料

江北縣各廠所用燃料，除龍王洞蜀江鐵廠為焦炭之木炭，并且加燒乾木柴，其比例為木炭百分之三十乾木柴百分之七十。

大 爐 煉 鐵 爐

煉鐵高爐，構造相同（蜀江鐵廠例外，構造詳後）其大小不甚一致，通常總高約二十五英尺爐頂口（工人名罐口）二十八英寸至三十英寸，但其加料口（工人名花瓶口）罐縮為六英寸，爐腹（罐肚）最寬處約八英尺，距爐頂口約十三英尺，此種煉爐並無爐胸。（舊）爐腹高約九英尺，爐缸特小，大約頂部十六英寸，下部十英寸，高約二英尺。
 爐缸處用四塊大石砌成，並外加二十塊小石（亦有二十三塊者）砌成煉爐底部，其尺寸各有不同，而且正確尺寸，老客（煉鐵工頭）絕不外說，故其真實尺寸不易得到，今將各石之名稱列下：

名稱	數目	註	釋	備	考
海底	1	爐缸底			
斗石	1	出鐵口之上用以支持上邊			
老鼻	1	對出鐵口			
海石	1	對風管			
斗撐	2	支撐斗石		以後為出鐵口處之石	
大脚子	1	出鐵口立牆（左邊）			
小脚子	1	出鐵口立牆（右邊）			
義那石	1	大脚子之下			
門坎石	1	出鐵口前			

起皮	將軍磴	橋子	鋼嘴	新磴	入磴	老磴	冷池	土地石	內圈	外圍
1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1
風管底板	支持風管	風管兩邊之立石長片	風管上邊長石片	在入磴之上	在老磴之上	風管邊最下一塊	鐵汁流其上	在斗石與外圍之間	出鐵口上邊（在內面）	出鐵口上邊（在外面）
鐵製						以下為風管邊之石				

爐之內部（厚約六英寸）及爐缸處之砌石全為泡砂石砌成，（即係羅紀頂部）因爐中溫度不高，僅能使用，但溫度較高之處，如風管及出鐵口，則時須更換耳。爐之外部用普通砂石砌成，作方形，下大上小遠望甚似碉堡。

南、鼓風

鼓風箱為木質，以獨木製成，作圓筒狀，長約五英尺半，直徑大小不等，約一·九呎，用四人推動鼓風。風箱活瓣老長約二呎，每分鐘約推動五十次，故風量甚小。

出風箱於鐵口側邊，工人名謂邊吹式高爐即此故也。

丁、加料

加料在爐之頂部（花瓶口）每次約加熟鐵五百六十斤，木炭與乾柴約五百斤，每天約加三四次不等，晝夜約加鐵六千八百斤，柴六千三百斤，則可出鐵二千餘斤。

如料工人俗名陽橋，由二人分晝夜負責，另外尚有抬木柴（俗名炭頭）工人二名，此二人多在白天將木柴裝好，拍至爐頂邊，夜間則不工作。

戊、出鐵與出渣

出鐵與出渣，同在一處，鐵缸內所生之渣，因此重較輕，故漂浮鐵汁上面，任其流出，有時渣滓太多，堆集口外，工人則用長鉤鉤出。用鐵時先放一次渣，並餘一小塊，工人用長鉤反覆轉動，約成圓筒狀，用此半凝之渣塊封塞出鐵口（因恐鐵汁太多溢流口外），用木刮板將口外之渣沙作成長方池形，俗名冷池，然後用鐵棍將所塞之渣塊猛向裏推，並用木扒將水扒去，上覆以渣沙，俟冷乃成板狀，俗名生板，每塊約五六十斤至百餘斤（天秤）不等，大約二十分鐘出一次，每天約出鐵由一、五〇〇至三、五〇〇斤不等，但平均約二、五〇〇斤（天秤）。

己、煨鐵

江北縣各廠所用之鐵為鑄鐵，不能直接加入煉爐，必須先放入煨鐵爐中煨燒一次，方可用，其原理在利用熱力將鐵鑄內之二氧化炭放出，變為二氧化鐵，以便在煉爐中容易還原也。

煨鐵爐多為長方形（林子口例外詳後）每次約煨鐵萬餘斤，用木炭及炭末數百斤。

庚、製造熟鐵——俗名炒鐵

製造熟鐵，於石製炒鐵爐內，用木柴火炒製，炒鐵爐上

部為圓形，內部中間直徑大，上下直徑小，並於內中置一圓筒狀砂石，俗名鋼嘴；下面為一鍋形，深約十五英寸，直徑約呎半。

炒鐵時先將碎塊生鐵板置入鍋內，爐內加燃乾柴，鼓動風箱，則火成倒焰吹入炒鐵鍋，火色由紅變白，鍋內生鐵板熱融化，加入鐵錘，繼續鼓風，並用鐵棍攪拌，俟成融熔狀態，減小風力，熔體漸成膠凝狀，用鐵棍收攷成團形，用鉗夾出，再以錘錘打之成圓筒形狀，長約七八英寸，直徑約二英寸，每百斤生鐵板約製熟鐵九十餘斤，如果生鐵壞時只炒八十餘斤。

炒毛鐵原理，在使生鐵板內之炭、矽、錳等質氧化，使其脫離鐵質而成渣。鐵內雜質減低，則變為較柔軟之熟鐵矣

辛、煉鐵日期

江北縣各鐵廠，以全為土法煉鐵（龍王洞除外）並且用風箱鼓風，故爐內溫度較低，冬天氣候乾燥之時，尚可，如在夏天，空氣溫度（Moisture）太高，則爐內溫度更低，出鐵更少，餘外如天熱工作不便及農忙無暇，亦其原因也故土法煉鐵每年最少者七、八十日，最多者二〇〇日，平均為一五〇日，此與煉爐內部亦有關係。

三、各鐵廠分論

甲、蜀江鐵廠

子、沿革

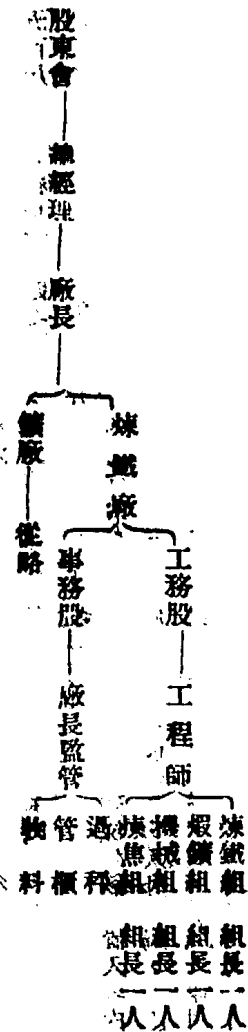
鋼鐵為國防工業重要原料，年來國內各種重工業陸續舉辦，鋼鐵銷路廣大，故鋼鐵價有增無減，洗軌中，曾伯勳等見有利可圖，乃集合股本，建爐煉鐵，並聘會川省從事

土法煉鐵十餘年之鄂胡勤為工程師，於民國廿六年正月正式築基建爐，廿一年一月廿一日煉爐建就，事前先購有汽車舊機器二座，以備鼓風之用，故煉爐工程完竣後，即於廿三日開爐煉鐵，但所購之舊機器太破，購置者因不備，故開爐不久，機器破壞不復能用，因未格外預備機器，不得已乃於二月一日宣佈停工，俟沈執中又於重慶購買汽車舊機器，於三月中旬再行開爐，至五月底因爐內待修，復停爐，將爐內物料清潔，並大加修理，於六月底竣工，七月初再行開爐，現時尚繼續煉鐵，以上所述情形為第一號爐。

於第一號爐開始煉鐵之後，該廠即籌備建築二號爐，乃於廿七年二月動工，至九月底全部工竣，並開始烘乾內部，以備煉鐵。

該廠原來開辦費為二萬元，但以負責人對於科學知識毫無，並貪圖便宜，購買舊機器，結果至九月中已消耗資本四萬元。而每日出鐵二、三千斤耳，故各股東甚焦慮，由董事會決議加聘范伯方為工程師，研究改良，但所辦者皆為治標，對於煉爐根本問題，絲毫未涉，再加廠中工人及其他種種掣肘，恐將來未必得良好結果也。

丑、位置及交通



蜀江鐵廠位於龍王洞，在峨山麓之東，距峨山約十里，中開鑿為山路，除去龍門橋一帶較高山嶺外，其餘尚稱平坦，所出之生鐵，由龍王運往出口之冷水沱，登時人力挑担，間有騾馬駝駝，在目前人工缺乏之際運費頗大，而且增加無已。作者在七月到達此廠時，每噸鐵約需運費五元，但在十月初到該廠時每噸運費即由五元增到十餘元矣；如此下去，恐將來不止二十元耶！甚望該廠提早想法，修築馬路，以利廠中運輸。

寅、組織及工人狀況

蜀江鐵廠較江北他廠規模全大，而且有煉爐二座，所有焦炭、鐵鑪及石灰岩概行自辦，故組織亦較複雜，鑄廠為股東制，設有股東會以解決廠中之最重要事件，下設總經理一人，以沈執中（股東之一）充任之，廠中設廠長一人，以會伯勤（亦股東）任之，廠長之下復分鐵廠、鑄廠、鐵廠內又分事務及工務二股，工務股設工程師二人，以鄂胡勤范伯方二人充任之，原來只有鄂胡勤一人范伯方以後才有，詳鐵廠歷史。工務股之下，再分煉鐵、煅鐵、機械及煉焦四組，每組設組長一人，今將其組織簡表如下：

鐵廠內之工人亦分煉鐵、煨鐵、機械及煉焦四種，煉鐵及機械（管打風機者）分班工作，每班六小時，但工人只有三班輪流替換，故無調班事，亦可謂特別制度也。其餘工人，則按八小時制度，白天工作。

廠內共有工人約三十餘名。

卯、原料

該廠所用原料與其他各廠不同，除鐵礦為菱鐵礦外，燃料則改用焦炭，並外加石灰岩熔劑，以便與鐵及焦炭灰內之酸性物結合為渣滓，茲將各項分述於後：

1. 鐵礦

該廠所用之鐵礦，亦為菱鐵礦，來源共有三處：

王家台鐵礦

王家台位於龍王洞之東北，相距約十里，為曾伯勳開辦，此處礦為錫窩礦，成大塊集體，直徑有至十餘尺者，但礦體絕不連續，故開採頗難尋覓也。

鐵礦每百斤（十六兩）由王家台運至龍王洞，約需運費一角（十月初）鐵礦成分，據本所化驗結果，約含鐵百分之三六、九二。

b 周家溝鐵礦

周家溝位於龍王洞之南，相距約十五里，此處鐵礦為排礦，但礦層甚薄，開採時須將上下頁岩採出，始能運輸，工人拖礦甚苦。每百斤（十六兩）鐵礦運至鐵廠約需脚力一角二分餘（十月初）

鐵礦成分據本所化驗結果約含鐵百分之三八、一、〇

元通寺

元通寺位於龍王洞之北，相距約二十里，鐵礦生成與採

法合周家溝相同，每百斤（十六兩）鐵礦由元通寺運至鐵廠約需洋一角五分。

鐵礦成分據本所化驗結果，約含鐵百分之三五、七〇。上列三礦鐵價平均每噸約十元（鑛山成本及運費在內）

2. 焦炭

該廠所用之焦炭，為自僱工人燒煉，原炭即出於龍王洞，故焦炭成本甚低，每噸焦炭約需洋七元——煤炭成本，運費及煉焦費全在內。

龍王洞為株羅紀煤田，故硫甚低，灰份亦低，但以該廠洗煤法及煉焦法不佳，所煉之焦炭，質較鬆散，只可用於小型煉爐，如煉爐較高時此焦之支高力則不足，故此廠之煉焦及洗煤法有待改良也。

焦炭之成分據本所化驗結果如下：

成分 百分率

灰分： 一三、〇二
硫： 〇、六六

灰之成分如下：

二氧化矽： 四九、九六

三氧化二鋁： 四五、二三

三氧化二鐵： 一、五二

氧化鈣： 一、五二

8. 石灰岩：

該廠所用之石灰岩產於磚房子及梁子榜二處，在龍王洞之西，相距約三、四里，石灰岩質地甚佳，含砂頗少，其成分據重慶煉鋼廠化驗結果如下：

試樣一、 試樣二、

氧化鈣	五四、九六	五一、六〇
二氧化矽	一、一三	二、五四
三氧化二鋁	〇、五四	五、〇一
三氧化二鐵	〇、二二	〇、六七
氧化鐵	四三、〇四	四〇、一二
燒後損失		
石灰岩價值每噸約需洋貳元。		

辰、工程設備

關於工程方面，該廠計分下列四部：1. 煉鐵 包括煉爐、加料、鼓風、化鐵、出品等。2. 煨鐵 3. 機械 包括打風、修理零件等。4. 煉焦 包括煉焦及洗煤。茲將各部分述於後

1. 煉鐵

a. 煉爐

該廠有煉爐二座，舊煉爐於廿六年九月出鐵，新煉爐於廿七年九月底修竣，十月初烘爐，約於月中開始煉鐵：兩爐全為砂岩造成，內部砌有一層耐火砂岩，（泡砂石）此爐修有爐胸（Belt）與其他各爐不同之處，但頂口太小，而且上邊加一煙窗，故爐之抽風力（Draft）甚大，致爐頂有火燄高燃，使焦炭大部燒於爐頂，爐腹特大而爐缸又特小，故爐料不易落下，致出鐵不多。

風管（工人名鋼嘴）兩個（他爐等為一個風管）裝於爐缸之相對邊，風管亦為泡砂石造成，而且此砂質地甚勻，為最耐火之砂岩，但風管每天仍換二次，風管內為方形，每邊約六英寸下邊為槽形（Groove）上邊一片為單獨者，因更換風管時上邊一片不能拿掉，以便支持爐料落下，更換風管為最難尤其在酷熱之夏天，工人更苦楚，因一方注意爐草下

降及風管石之更換，但又須時刻留神地上之爐料（風管處滿下者）以防其傷脚，故工人換次風管，多筋皮力盡。

在爐之另兩邊，分別裝有出鐵口與渣滓門（其他各爐僅渣於一門流出）渣滓門約高出鐵口一呎，渣滓門並不封塞，任火燄及渣滓噴出，此亦損失爐缸熱力之一原因，但土法煉鐵，出鐵門全未封塞，此廠雖號改良，仍有墨守成法之習慣。出鐵口用砂泥封塞，放鐵時將泥用鐵棍攪透，鐵汁順孔流出，完後仍用泥密封，因爐內壓力尚低，故封塞出鐵口頗易。

b. 鼓風

該廠設鼓風機兩座，以備輪流鼓風，風機為汽車舊機器，廠中負責人以價賤為前提，故前後共購舊機器十座，但能用者甚少，即勉強開車亦時常修理，管理機器工人技術欠佳，而且經驗亦少，故隨事慌亂，有時機器之修理達六小時之久，此廠出鐵不多，此亦最大之原因也。

c. 加料

爐後有山，將山鑿去一部，作成平台，所有原料即堆集平台之上由平台至爐頂中搭跳板，加料尚稱便利。煉爐加料以焦炭為標準，每次規定炭為三百斤，鐵鑛與石灰岩按煉爐之溫度隨時更改，大致鐵鑛為二百斤，石灰岩為百斤。

d. 化鐵

該廠所出之鐵，以爐缸溫度較低，而且渣滓為酸性，故生鐵內之硫磺頗多，因而所出之鐵含西門脫（Silica）甚多，質堅硬且多砂眼，不合翻砂之用，故廠中特修小型爐備加石灰岩作重化生鐵），以減低硫份，但以方法欠佳，尚

不合乎翻砂生鐵之條件。

出品及渣滓

蜀江鐵廠所出之鐵，以爐內溫度較其他土法爐為高，故生鐵含砂可至百分之二〇以上，生鐵斷口有時可成灰口，生鐵之成分據重慶煉鋼廠化驗結果如下：

成分	試驗一	試驗二	試驗三	試驗四
總炭	二〇〇四	二〇四二	二〇〇二	二〇〇〇
砂	二〇一一	二〇〇四	三〇三七	二〇二〇
硫	〇〇二六	〇〇一五	〇〇二一	〇〇二五
磷	〇〇二二	〇〇二四	〇〇二二	〇〇二四
錳	〇〇八八	一〇〇五	〇〇九三	〇〇九六

觀上表知生鐵內含砂較多，合乎翻砂生鐵之條件，但炭低而硫多，實非良品。硫多因渣滓為酸性，且爐缸溫度亦低，故焦炭內之硫磺，多至生鐵內，但炭低甚難解釋。

該廠煉爐內部為砂岩砌成，故渣滓必為酸性，方不侵蝕爐牆，再加爐內溫度低，鐵質不能盡被還原，尚渣內尚有鐵，今將渣滓成分列表如下：

成分	試驗一	試驗二	試驗三	試驗四
砂	四〇六	四三〇	四〇八	四〇四
鐵	〇〇六	〇〇七	〇〇五	〇〇六
錳	三三九	三〇四	三三〇	三二〇
鈣	三〇七	三〇四	三〇五	三〇九
鎂	四八二	三八九	三六六	三三三
矽	十	十	十	十
顏色	黑綠	黑	褐黑	褐黑

「附註」 上表各試樣之硫磺用定性分析

煉鐵

該廠所用鐵鑪，為鑄鐵，必先加煨燒方可入爐煉鐵。煨鑪坑三座，長方形，與其他各廠所用相同，下邊除中間風道外，主於兩邊設小風道，以助煨燒，容量亦大，每次可煨二十餘萬斤。

3. 機械

該廠設有小規模之修理廠，並有車床一架，用人力搖動，鼓風機詳前不再贅述。

4. 煉焦

洗煤法甚簡單，挖一小溝，備有流水，工人則用鐵鏟將煤鏟入溝內，並加攪動，重者沉下，工人用鐵鏟將重煤鏟出，售于本地燒戶，輕者順水流下，並在下邊設有沉煤坑二個，以便輕煤在此沉澱待用。

洗煤

洗煤溝太短，只可一、二人工作，而且所得之輕煤（*float*）亦較少，故每日洗煤無多。洗煤坑只二個，所開之口對直，則水流可由一煤坑順流至二煤坑，故煤末大部順水流作出廢，實應改良及多加水坑。

b. 煉焦

煉焦共有二種，一為將原煤直接燒煉，一為將煤洗選後方煉，而且煉焦坑之構造亦不同，茲分述之：

(1) 原煤煉焦

此法為最通用而最舊者，於地上挖十圓坑，成半圓球形，下設火道，將煤裝入坑內。並插木棒（直徑約二、三寸），待煤裝好後，將木棒拿出，所留之圓孔，備作分火道。

(2) 選煤煉焦

此法為改良者，煤不備洗選，煉焦坑亦加改良，坑之大
小與前者約相同，於坑底，舖磚一層，以防沙泥攪入焦炭內
，如此則可減低灰份，坑內，裝煤與前者同，不過分火道較
少，而且在煤面舖磚，使火氣，散滿坑面，以助煉焦，此法
有二點益處：第一減少煤之灰份，第二應用餘之餘熱。

己、成本

關於成本計算，甚難精確，工資與原料價值與日俱增，
而且該廠對於生鐵成本，根本無精確計算，今暫按該廠八月
底之情形，約估其成本如下：

A 原料費

- 1, 焦炭 (燃炭率三·五五·每噸七元) 二四元·八五
- 2, 鐵鏽 三三·九〇
- 3, 石灰岩 三·三〇
- 共六一·〇五

B 製煉

- 1, 薪工 一五元·〇〇
- 2, 機器 一〇·〇〇
- 3, 修補 三·〇〇
- 4, 經濟 六·〇〇
- 共 三四·〇〇

以上二項 共

- C 運費 九五·〇五
- 1, 龍王洞到水土沱 五·〇〇
- 共 一〇〇·〇〇

2, 水土沱至重慶

乙、天成鐵廠

子、沿革

天成鐵廠高爐，建於前清光緒二十年初時，財東為清平
場人周宜山，以後王可久接辦，但不久即告停煉，民國十一
年劉金廷又整理開爐，終因營業不善，辦二年即停閉，此次
煉鐵始於民國二十五年冬季，為股東制，共十五股。股本二
〇,〇〇〇元，財東多為銅梁人，廠經理為銅梁蕭慶光(財
東之一)聘鄧樹林(此人先發原為湖北麻城人，清康熙年間
遷入四川，充任煉爐老客，已八輩矣現居住銅梁)此次開辦
，對於煉廠以及辦廠，大加整理，鑛廠整理費七千元，廠整
理費約八千元，共費去一萬五千元，開煉停煉日期如后：

開煉日期

停煉日期

- 廿五年十月 廿六年三月
- 廿六年十一月 廿七年五月
- 廿十七年八月十一日

最近開辦修理費約為六〇〇元

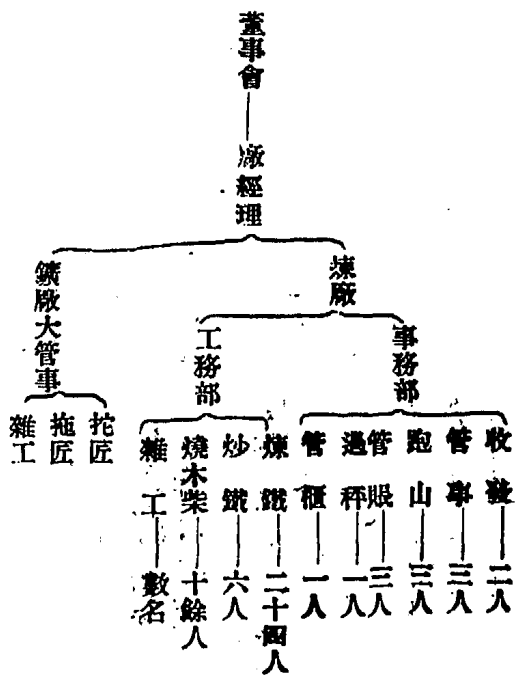
現該廠正擬與大鑫煉鋼廠合作，並改用機器鼓風，燃料
改用焦炭，略建熱風設備，以增爐內溫度，增加產量，但以
煤質關係，尚未入手進行。

丑、組織

該廠組織，比較複雜，因其不僅煉鐵，所有採礦及燒木
柴，全為自辦，故職員較多，茲將其組織列表以示之。

共 六·〇〇

以上三項共一〇一·〇五



寅、位置及交通

天成鐵廠位於林子口，在清平場北，相距約八華里，距北川鐵路大田坎站車約三十華里，中間除經過一段山坡外，其餘尚稱平坦，由林子口至大田坎運輸生鐵與毛鐵，全恃人力，由大田坎至白廟子可用火車，故該廠對於交通方面，可為江北鐵廠之冠。

卯、原料

該廠所用原料鐵礦亦為菱鐵礦，產於距廠里許之楊家灣，鐵礦之成分據本所化驗結果如下：

鐵	三五，六〇三四，五六三六，六〇四二，九七
砂鐵二	一七，二四三四，六〇一〇，〇二二三，〇八
鉛二鐵三	二，八八九，二八四，五九八，五七
生鐵	生鐵
生鐵	生鐵
生鐵	生鐵
熟鐵	熟鐵

鈣	一，二〇	一，八八	一，七六	二，三〇
錳	〇，七九	一，三五	一，八八	二，三八
磷	〇，五八	〇，六六	痕跡	四，五四

煉爐

煉鐵爐亦為砂岩造成，全高二十五英尺（廿四層）爐腹最大處為九三英寸，爐頂口（花瓶口）直徑為七英寸，出鐵與口風管處之佈置與第二圖所示相同。

2, 加料與出鐵

每天約加料二十一，二次不等，每次計有木柴一五〇斤（四十八兩）熟鐵一〇二斤（四八兩）晝夜共出鐵約由二，〇〇〇斤至三，〇〇〇斤（天秤）。

3, 煨鐵

該廠煨鐵坑與他廠不同，為連續式，內部形狀，上為圓筒下為倒椎體，構造與尺寸如第七圖所示；

鐵礦與木炭在頂口加入，連續下降，加料工人則在底部扒出熟鐵，下邊空後，則上邊鐵礦繼續下降，此法較廠廠場為佳，既省地基又省人工甚望他廠亦改用此法為佳。

4, 鼓風

風箱為木製，長亦英尺，直徑二十一英寸，但工人拉動走長，半內約為二十四英寸，每分鐘約五十次，故每分鐘鼓風量甚少。

5, 炒鐵

該廠只有炒鐵爐壹座，內部構造與情狀和風門壩之炒鐵爐相似，勿庸再述，每次約炒鐵七，八十斤，每爐約需炒一二十分鐘。

辰、成本

原料
燃料
鐵鑄

一，九二元
一，五〇元
共三，四二元

製煉費

薪水：
工資
伙食雜費：
折舊：

〇，三五元
〇，二八元
二，〇〇元
〇，二〇元
共二，八三元

運費
林子口至大田坎
大田坎至白廟子
白廟子下力
白廟子至重慶

〇，二四元
〇，二〇元
〇，一〇元
〇，二〇元
共〇，七四元

以上三項共計洋六，九九元

巳、銷路

天成鐵廠所出之鉄，因與大鑫煉鋼廠有合作關係，故大部售與該廠，小部分毛鉄銷于本地，製造農具及家庭用具。

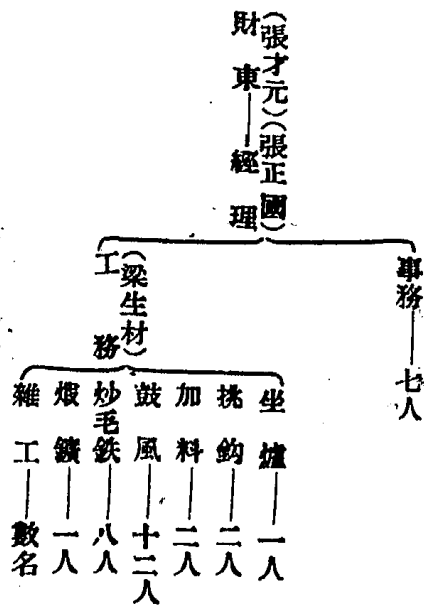
丙、天福鐵廠

子、緣起與組織

七十年前有胡長發者——三聖鄉人——在自流井開鹽煆製鹽，所用鹽鍋，全為茶江生鐵鑄成，但鹽鍋燒久後，時常燒穿，胡君見於本地出產鉄鑄，乃延請梁生林之父親為老客

，修建煉爐，開始製鉄鑄鍋但以經營不善，三，四年即告停煉，民國十八年，張才元（三聖鄉人）任財東，請張正國為經理，梁生林為老客，籌備開煉，並於該年冬出鉄：俟後每年冬開煉四，五月不等，至目下尚未停過。

該廠組織甚簡單，因財東只張才元一人，而且生鑄與木柴全為購買，故不需多人，廠中計職員七人，工人約三十名，每天挑費約四十元，（薪工雜費在內）今將該廠大略組織列表如后：



丑、位置及交通

天福鐵廠居於三聖鄉東十里地之風門壩，該處正居東山之脊，山路崎嶇，行路不便，且此地居民甚少，小土匪時常出沒，故本地人無事多不前往，該廠所出之鉄，多由水土沱出口，風門距水土沱約六十華里，由三聖鄉至水土沱，道路尚稱平坦，但運送全恃人力，運費亦頗巨也。

寅、原料

天福鐵廠所用鐵鑄，亦為菱鐵鑄，產於王家門洞，在屬

門煙之北，相距約三十華里，中間全為高山峻嶺，故交通極難，鐵鑛全恃人力挑運，每百斤（五十兩秤）約需挑費九牛文（約合四角）每人每天只能挑一次，每次最多不過五十斤，一百亦不過運費二角挑夫生活，亦謂苦矣。

鐵鑛挑至煉廠，加一煨燒，將內中之炭酸氣驅掉，變成二氯化鐵，鐵鑛成分據本所化驗結果如后：

鐵	三五，一四三六，〇〇三六，四一三二，八五	天棚	腰運
砂	一二，二八一，五八三，一四一九，三六		
鋁	二，九四三，八八三，七二		
鈣	二，〇五		
錳	〇，九三		
矽	一，四三		

卯、工程狀況

1, 煉爐

煉鐵爐亦為砂岩砌成，全高二十五英尺，爐腹最大處為九六英寸，爐頂加料口直徑為七英寸，鑪口三十英寸。

作者抵至該廠時，煉爐尚未加香（煉鐵），而且爐缸處之石塊，亦尚未作好。

2, 加料與出鐵

所加鐵鑛為煨過者，每次約加五百斤，燃料為木炭及燒就之木柴，每次約四百餘斤（其中三分之一為木炭三分之二為木柴）每晝夜約加十二，三次不等。

每天約出鐵二千五百斤

3, 炒鐵
該廠有炒鐵爐二座，只白晝工作，每百斤生鐵約炒九十九斤毛鐵。

辰、生鐵成本

生鐵成本，計算甚難，今將其二十六年成本（計如下）每煉百斤（天秤）約需：生鐵鑛三百斤，計洋一元四角，木炭三百斤計洋一元二角，薪工雜費四，五十元每百斤約需洋二元零二分，今列表如后：

百斤（天秤）生鐵成本：

製煉項目	元數
鐵鑛：	一·四〇
燃料：	一·二〇
薪水：	〇·三二
工資：	〇·二〇
挑費：	一·六〇
運費：（百斤）	共四·六二

項目	元數
風門煙至水土沱	〇·七〇
水土沱至重慶	〇·〇八
共	〇·七八

以上兩項共計洋五·四〇

巳、銷路

天福鐵廠所出之生鐵多銷於長江與嘉陵江二沿岸，銷於

長江沿岸者，多為江津縣，此處有鑄鐵鍋廠，所鑄之鍋以供自貢鹽井炒鹽之用，銷於嘉陵江者，多為北碚之金剛碑，此處有萬泰發製鋼廠一家，（為土法製鋼）每天約出鋼百六十斤其廠內情形詳後。

丁、天綠鐵廠

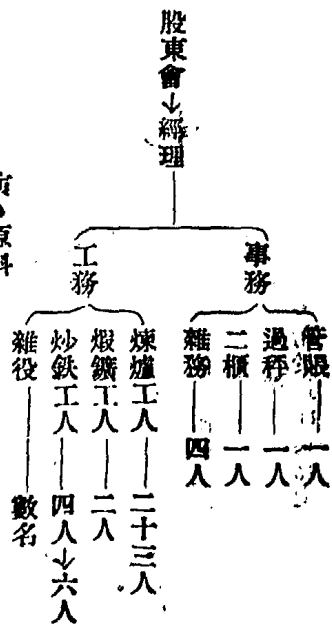
子、位置及交通

天綠鐵廠位於江北縣偏岩場北四、五華里之石佛寺，地處偏僻，且多大山，交通頗感困難，石佛寺居出口之水土滄約百餘里，故生鐵運費甚高，對於生鐵售價不致增高。

丑、沿革組織與工人狀況

高爐修於民國六年，並於七年冬開始出鐵，財東為吳佩之，經理為潘良惠，老客為梁生林，此人為建造高爐之工頭，修建時共費洋一萬二千餘元，高爐，炒鐵房櫃房傢具等在內，開辦二年，因經濟困難即停煉，近年鐵價日漲，唐定開等見有利可圖，乃集股開辦，由唐開定，唐鳳來，唐祝三，周協盛，李新伯等為財東，張正國為經理，廠中大管事——並請原工頭梁生林為老客，在作者至該廠調查時尚未開煉，工人名謂加香，爐缸風管等處之砌石，已備好，預計在月內砌好煉鐵。

該廠為股東制，前已提及，下設經理一人，經理下再分工務——煉鐵炒鐵等及事務二部，工務部以老客為最高，其餘則為各種工人，共有工人約三十名（其中煉鐵二十三名）事務部職員多為略認識字者充任之，故薪水頗低，每月從五、六元起至十五、六元止，此廠共有職員七人，茲將其簡單組織列表如後：



天綠廠所用之鐵鑛亦為菱鐵鑛，產於距石佛寺南二十華里之王家門洞每百斤（五十四兩秤）鐵鑛由王家門洞運至石佛寺約需三角。

鈦鑛成分與前同。

燃料為燒乾之半焦木柴，每百斤（五十兩秤）約需洋二元。

卯、工程狀況

煉爐亦為灰白砂岩造成，內部砌一層泡沙石，爐身共高二十六英尺，（二十二層）爐腹高一〇八英寸，最大處，直徑為九十六英寸，爐缸尚未砌成故不得量其確實尺寸，爐頂口（工人名花瓶口）直徑三十六英寸，而加料口驟縮為七英寸。

天綠鐵廠本為從新開辦，故其他各項，尚不敢斷言，只好付之闕如。

戊、江北縣未開辦之煉爐

江北縣於清末民初之時，土法煉鐵本甚盛行，俟後或以

銷路太壞或以東家無本，故相繼停辦，今將未辦之煉爐略述於後：

1. 大廣山煉爐

大廣山有一煉爐，民初尚未煉鉄，東家爲周作民，唐百川等，老客爲梁生林，以無資停辦，據本地人談，該爐每天可出鉄四千斤，該廠距鉄鑛甚近，鉄鑛成分據本所化驗結果如下：

成分	百分率
鉄	三七、七三
二硫化矽	一三、四四
鈣	一、五七
錳	〇、八三
錳	〇、二一

此處不僅距鑛近，且距煤鑛亦甚近，煤爲保羅紀煤田，想硫量必不甚高，此處有水冬夏不涸。

2. 鉄廠溝煉爐

鉄廠溝距大廣山約八里，全爲備岩場所管，煉爐爲桂玉鑛所有，六年前尙煉鉄，據本地人談，該爐每天可出鉄三千斤，鉄鑛與大廣山鉄鑛同屬一脈，據本所化驗結果如下：

成分	百分率
鉄	三七、二三
二硫化矽	一三、一六
鉛	四、〇二
錳	〇、七五
鈣	一、四八

如下：

3. 城門洞鐵廠

鉄廠溝亦產煤，屬保羅紀煤田，據西部科學院化驗結果

成分	試驗一	試驗二
定炭	七三、〇六	五六、二三
揮發物	二六、九〇	二八、一一
灰份	八、六六	一四、二五
水份	一、三八	一、四一
硫份	—	一、二五

以上二處如鐵鑛豐富，實有小規模採煉之價值，聞本地人談，鉄廠溝煉爐已在醞釀開辦，不知能否實現。

4. 放牛坪老鸞岩鐵廠

城門洞歸石壩場管轄，與風門壩在同一山脊上，距王家門洞鐵鑛甚近，二十六年前季尙煉，東家以無本阻辦，現在該廠已售與唐鳳來等，據本地人談，煉爐每日可出鉄三千餘斤。

5. 桶井場煉爐

放牛坪及老鸞岩各有鐵廠一家放牛坪早已停煉，老鸞岩天臣鐵廠於二十七年前半年尙煉鉄，但目下各股東正起內鬨，冬季是否能煉，尙是問題。

桶井場背後有煉爐一座，尙完好，已停十餘年矣，此處鉄鑛太壞，無重辦之價值。

己、江北縣煉廠，據看到者如上述，今將目下開辦之鐵廠列一簡表，以示鉄之年產量：

廠名	爐數	日產鐵(斤)	年產鐵(斤)	備	致
蜀江鐵廠	二座	六,〇〇〇	二,一九〇,〇〇〇	每年以三六五日計算并假設二爐全煉	
天成鐵廠	一座	二,五〇〇	三七五,〇〇〇	每年以一五〇日計算	
天福鐵廠	一座	二,五〇〇	三七五,〇〇〇	同前	
天緣鐵廠	一座	二,五〇〇	三七五,〇〇〇	假設日產鐵二,五〇〇每年亦按一五〇日計算	
天臣鐵廠	一座	二,五〇〇	三七五,〇〇〇	假設能開辦	
共社		三,六九〇,〇〇〇斤	約合二,一九〇噸		

四、結論

江北縣煉鐵多為土法，出鐵質劣甚少，總其劣點，歸結如後：

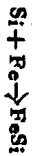
1. 鐵質壞——除蜀江鐵廠能出灰口鐵外，其餘全為白口鐵，內含砂質太低通常約含千分之二（蜀江鐵含砂百分之二以上）因而炭質多成爲西門脫（Cementite）而遊離炭較少，故鐵質甚硬，不合於翻砂生鐵之條件，如煉鋼即可，倘國內能製砂鐵（Ferronickel）則此種土法鐵可加適量之砂鐵，增高砂質，即可翻砂矣，但目下尙無煉製砂鐵者，致土法鐵除煉鋼廠能用外，只有鑄鍋及炒毛鐵二途矣。

2. 爐溫低——土法煉鐵，因用風箱鼓風，故風量甚小（每分鐘約鼓風一百二十五立方英尺）爐內溫度太低，約有一千二百度（攝氏）但砂鐵還原成砂質，必在攝氏一二五〇度

以上方能由炭質還原，其作用如下方程式



但還原成之砂質甚快即與鐵化合成矽化鐵（Ferrosilicide）：化學方程式如下



由以上各方程式，可知土法爐內之溫度，至高不過剛可還原砂質，故生鐵內之砂質，不能增高即此故也。

3. 燃炭率高——土法爐內風量少，故必加多燃料，方敷應用，通常燃炭率爲三，但有時高至三·五，新式煉爐之燃炭率通常爲一·一〇，夏大空氣潮濕時，可至一·四〇，各天空氣乾燥時可低至〇·九〇，兩相比較，則知土法爐之消耗燃料也。

4. 鐵之回收率低——新式煉爐因爐溫高，故鐵質回收率大，渣內含鐵甚少，通常約爲千分之五，土法爐渣含鐵甚高，即蜀江鐵廠渣含有百分之四·〇以上者，其他鐵廠含鐵

更高。

觀於上述，土法煉鐵實有改良之必要，但土爐以構造關係，對於應用焦炭及機器鼓風等事，俱不適宜，蜀江鐵廠將爐缸改砌，已能利用焦炭，可為各廠作參考，即蜀江爐之建造，亦有其不適宜處，今只於蜀江鐵廠略述改良之意見，以概其餘。

(1) 鼓風機之更換——現用鼓風機太壞，故需時常修理，以致影響爐內溫度甚大，盼該廠負責人，添聘機械專門人才購買機器或設計新機器，以便增加產量，減低成本。

(2) 改砌爐缸及爐身

爐缸小，爐身直徑亦小，而爐腹胸處特大，故爐料下降，體積驟大，中留極多空隙下邊風力穿孔上行，再加爐身之抽風力太大，致爐頂火焰甚高，而大部焦炭浪費無用，故此爐亟待改砌消除爐頂火焰，而增高爐缸溫度，並加大爐缸，以增產量。

(3) 煉焦

該廠煉焦係採用川省最通行之土法煉焦，惟此種煉焦爐，費時多，灰份高。急應加以改革，在此困難期間，以經濟及時間關係，不能建築成新式煉焦爐，可改用穹窿灶 Beeth's 煉焦爐。

此爐有下列優點：

1. 利用餘熱以助第二爐燃燒
2. 時間少，煉鐵爐焦炭只需四十八小時即可
3. 低灰份
4. 焦炭堅硬

「附」金鋼碑土法製鋼調查報告

(一) 土法製鋼歷史

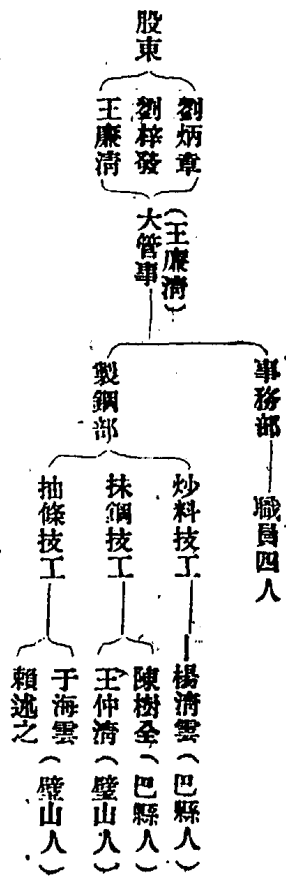
土法製鋼起自何時，無正確記載，只知滿清初葉，曾盛行湖廣一帶，乾隆下江南見有土法製鋼，詢問目的，製鋼者嘗以作槍刀農具用，乾隆認為屬為危險物，乃查封但人民日常農具，家庭用具，絕不可少，故經人奏請，陳明鋼之用處，乾隆復准製造並赦免稅釐，以資鼓勵，自此後所製土鋼名曰皇鋼，寓為皇帝所准也，即現在所製土鋼，外邊全用銹土塗勻，以示皇鋼之意。

自皇家准許製造後，乃由湖廣遷移四川，最初為重慶南岸海棠溪，後移至璧山縣白鹿坡，民國初年遷在現址金剛碑。初辦時名萬泰仁，財東以虧本後，乃於民國十六年售給現在股東劉炳章等，并改廠為萬泰發。

(二) 位置及交通

金剛碑屬巴縣所管，靠嘉陵江，距重慶約百二十華里，隔於北溫泉北碚之間，距北溫泉三里，北碚十二里，運鋼可由民生船或木船直運重慶，交通堪稱便利。

該廠為集資合辦，股東有劉炳章，劉梓發，王廉清等三人，廠中設大管事一人（即廠長）以王廉清充任之，下分事務與製鋼二部，事務部共四人，月薪最多者只十五六元，製鋼部份炒料，抹鋼，抽條三組，每組有技工一人或二人，技工按日計算，最多者每日四角，小工每日工資二角，茲將其組織及人名列表於次



廠中股本甚少，初創時不過四、五百元，（蓋建房屋在外）所用原料可以賒欠，故資本不必甚多。

（三）原料

製鋼所用原料計分三種，即本地生鐵，木炭及煙煤是。

1. 本地生鐵——生鐵為江北縣三聖場風門，天福鐵廠及老鸞岩天臣鐵廠所出，含砂甚低，頗合製鋼之用茲將其價值列後：

天福生鐵——每百斤七四元

運費——由風門運至土沱每百斤七角

由土沱至金剛碑每百斤一角

天臣生鐵——每百斤六二元（從前購買）現在亦約七四元

運費——由老鸞岩至土沱每百斤六角五分

由土沱至金剛碑每百斤一角

2. 木炭

木炭從本地收買，全為松柏樹所燒成，每百斤到廠實價

三，四元平均每天需用四百斤。

3. 煙煤

抽條時用煙煤熱燒，含硫量必甚低方可，該廠所用煙煤為璧山縣吳栗濱所出，硫份甚低，據本所化驗結果如下：

定炭：五二、六〇

揮發物：二二、五六

水份：〇、九二

灰份：二二、九二

硫份：〇、六九

煙煤五〇〇〇斤值四二元

每天約出鋼一六〇斤至一八〇斤（以原生鐵成分為轉移）

共用原料如下：

生鐵——二〇〇斤

煙煤——二〇〇斤

木炭——四〇〇斤

四、製鋼

製鋼手續計分五步：1. 碎生鐵 2. 炒料 3. 抹鋼 4. 抽條 5. 塗黃與分箱，上列五步，以炒料抹鋼與抽條三步為重要今一述之。

1. 碎生鐵：所購生鐵原為大鐵板，厚約八分至五英寸，小工用鐵錘先將鐵板鑿成碎塊，直徑全在三英寸以下。

2. 炒料

炒料爐一座，每天可炒生鐵〇〇〇斤，每爐八斤，手續

如下：

甲、熱燒——生鐵先在爐邊燒熟，（第一爐例外）近暗紅色置入爐，用炭遮蓋熱燒，將鐵燒成紅色，需時約五分鐘；此時風力較前減小，技工用錘攪拌，將鐵鑄成小塊，直徑全在四分之三英寸以下，同時用鉗將富餘之木炭檢出，一方攪拌，一方檢炭，此時鐵內之錳，砂全錳化成氧化錳與二氧化矽，與鐵分離，錳，砂氧化後，炭質再錳化成一氧化炭，及二氧化炭，砂質氧化時發生多量熱力，易使炭質燃燒，故技工對於火焰顏色特別注意，總之熱度須適宜始可，如太熱鐵有熔化危險，如果太冷，砂錳又不能氧化，故技工須有豐富經驗，方可勝任，此時手續，後火焰已成黃紅色，此步共需時十分鐘。

丙、吹風——火焰變成黃紅色後，炭，砂，錳已降低至適宜之量，同時木炭亦將檢完，則加大風力，將所成之氧化矽，化錳，其他渣滓及餘剩之小木炭完全吹出，鐵成熱白將近融熔則停火，技工於爐內將鐵作成方形，並用稻草灰遮蓋，防其冷卻，技工用鉗檢於鐵砧上，小工用鐵錘錘之，使其緊縮並將夾滓擊出之，再分成三塊，以備抹鋼，在熟鐵檢出時，另一技工將爐內用清水洗之，並將瞎風眼清理備二爐再用。

全般手續共需時十八分鐘，再加上添料清洗等手續，則每爐約共用二十二分鐘。

炒鐵爐有技工二名，司看火檢炭等事，幫工二名，司吹風（拉風箱）鑼擊等事。
抹鋼

抹鋼共有兩個，構造類似小罐（Crucible）此步手續最重，技工非有經驗者不能勝任，原理與小罐煉鋼同，增炭劑為生鐵，重要手續於下：

甲、預先將於炒鐵爐內炒好之鐵放置爐口烘熱，（第一爐例外）以節省在爐內熱燒時間，俟先爐鋼已製好後，則將此熱鐵置入爐內，所需之生鐵亦在爐口熱燒。

乙、熱鐵置入爐內後，加木炭鼓風，至火焰成黃色為止，此段工作，需時約六七分鐘。

丙、用鉗子將熱生鐵夾住，置入爐內，並放在最熱地位（此全憑技工眼力），約三、四分鐘，生鐵熔化，點點滴下，侵入已好之熱鐵內，但爐內之溫度絕不可太高，以不熔熟鐵為度，俟加炭完畢後，則停火，全加炭工作，約需二十分鐘。

丁、將製好之鋼用鉗子夾出，錘打，使其質密，以備抽條。

戊、用沙泥修補風眼完畢後，再加預熱熟鐵，重行抹鋼，全般手續共需時二十六、七分鐘，再加修補錘打等工作，故每次約需時三十分鐘。

每次製造二塊，約五、三斤，共用增炭劑（生鐵）約六、七兩。

抹鋼爐為耐火泡砂石作成，上邊用砂石遮蓋，前邊留口備加炭等工作。

鼓風箱二個，故風力連續，風箱四周用泥砌成，前邊用簿形木板作活瓣，活瓣底部留一口，安置活瓣，此活瓣為厚粗布製成，向下壓縮時，可以自動關閉，如果太重，則其重量勝過風壓，不易關閉風箱。

4. 抽條——將抹好之鋼置放打鐵爐，用低硫煉煤熱燒至白熱，用錘打，如此三、四次，則將原鋼錘成四方長條形，於空氣中冷至暗紅色，（約攝氏七、〇〇度）浸入冷加硬，即成土鋼。

5. 塗黃及分類

土鋼製成後，為防其外邊氧化，故加銹一層，銹之原料，為酒糟子加水化解，將鋼條置入，十餘分鐘後即生銹。

四、成本

該廠以規模甚小，平均雜費較多，製鋼時損失又多，故成本甚高，每担（八十斤）土鋼約需費二四·三〇元（運費納稅在外）內計生鐵七，四元煙煤一·〇元，木炭六·八元薪工三·五元伙食二，七五元雜費二·五元運費由金剛碑至重慶每担〇·五二元每担納稅〇·一〇元茲列表如後：（每担成本）

甲、原料

- 1. 生鐵——七·四〇元
- 2. 木炭——六·八〇元
- 3. 煙煤——一·〇〇元

以上共二五·二元

乙、製鋼費

- 1. 薪水：〇·七五元
- 2. 工資：三·〇〇元
- 3. 伙食：二·七五元
- 4. 雜費：二·五〇元
- 5. 修補：〇·一〇元

以上九·一四元

丙、運費及納稅

- 1. 由金剛碑至重慶：〇·二五元
- 2. 納稅：〇·一〇元

以上計 〇·三五元

以上三項共計洋二四·六五元

五、出品銷路及售價

甲、出品

該廠共分三種計有1. 上三節 2. 中三節 3. 雀三節，其中以三節為最佳，中三節次之，雀三節最次，購者以鋼之斷面判定上三節兩端斷面全為九十度，中三節一端成九十度切面他端則成斜斷面，且不整齊，雀三節兩端全成斜斷面及不整齊，經細心比較察視後，可由斷面組織定其好壞，上三節鋼之斷面實密且勻，中三節實密但呈不勻狀，雀三節周圍實較密但中間時有坑眼質地甚壞結晶有甚大者。

乙、銷路

此鋼全用在農具及家庭用具，於工業上毫無利用，所製之鋼，除一小部銷售本地外，大部運到渝市銷售，在重慶白象街有總售處。

丙、售價

鋼價從前甚低，現因生鐵價目增，故鋼價略有起色，現市價如下（八十斤）

- 1. 上三節：二九元
- 2. 中三節：二六元
- 3. 雀三節：二二元

四川土法煉鐵

安俊輯

一 引言

二十七年四月本所遷至重慶，以國內新式煉鐵廠不為敵人攫取，亦因戰局所迫而停煉，土法煉鐵在抗戰期間必佔重要位置，故派筆者前後調查土法煉鐵及土法製鋼凡三次，所經之縣計有綦江、威遠、江北、巴縣、犍為、屏山、榮縣等七縣，在四川土法煉鐵之地以綦江、威遠、江北三縣為最多，至於川東與川北各縣之土法煉鐵業多為零星，煉爐之構造與煉鐵方法亦相類似，故未加以調查。今將筆者曾經調查，并由有關土法煉鐵之報告加以參考錄陳於次。

二 土法煉鐵歷史

四川土法煉鐵始於何年，無記載可考，威遠連界場之鐵礦據傳三國諸葛武侯曾令採掘冶煉；綦江土台之鐵礦傳云始於宋明年間，此類傳說全無史籍可考，故不敢武斷。至於現時盛行之土法煉鐵，據煉鐵技工頭談稱，始於清康熙乾隆年間，因清初張獻忠作亂，川人為之殘殺者甚多，迨後兩湖人之遷入四川，其中素操冶煉者至各處覓礦煉鐵，土法煉鐵之建立，實奠基於斯時。筆者曾在江北遇一鄧姓工頭，談其祖先在川省煉鐵相傳有八輩之久，可知煉鐵歷史之久，殆無疑間。四川煉鐵以清末民初為最盛，後以軍閥作亂，鐵價低落，致煉鐵業稍衰，自抗戰後鋼鐵來源斷絕，鐵價飛漲，再加以政府之獎勵，故目前土法煉鐵有欣欣向陽之像。

三 煉鐵

(一) 煉爐本身

1. 沿革現在土爐之構造雖有不少缺陷，但歷經變改不少，據技工頭談土爐最初甚低，高不過五六尺，而且因風力及爐溫之不足，鐵鑄多不能完全溶化，鐵汁多半凝結爐底，待相當時間復停止鼓風，將煉爐拆毀，掘出生鐵，內中鐵渣不分，俟經多少煨打方可應用，此種煉爐經多次之改革，煉爐由數尺而高至丈餘，底部具有爐缸，中部較大，內部形狀甚似黃瓜，故工人名為黃瓜爐。爐溫較前為高，鐵渣可以分開，並能成液體狀，但此種煉爐多以原料為轉移，如果煉爐附近原料缺乏，則棄而另遷，絕不似現在情形，原料集於煉爐之處。後又改變成現在之內砌面，以前爐頂有火，鐵渣亦不能完全分開，現在此種劣點全已克服，故技工稱現在之煉爐謂之標爐，意謂標準之爐也。至民國二十六年龍王洞更有較新焦炭爐之建造，中部加上爐胸。

2. 煉爐種類，目前四川土爐可分舊式土爐及改良式土爐二種，今一一分述之：

(1) 舊式土爐 舊式土爐全用砂岩建築，內部用耐火砂岩砌成，以爐溫不高，尚可應用，惟溫度較高之處（如風管及出鐵口），則時需更換耳。煉鐵鼓風全用木製圓風箱，但位置及風箱數各有差異，風箱多為單風箱，但亦有雙風箱者，因試驗結果不佳，故未暢行；單風箱又分邊吹爐與對吹

爐二種，邊吹爐之風箱位置，與出鐵口成九十度，對吹爐之風箱位置則與出鐵口成直線，邊吹爐多見於江北、威遠等縣，對吹爐則多見於綦江。據稱邊吹爐較對吹爐為佳，溫度較高。風箱用人力或水力推動之，水力推動之風箱較人力推動者風力較大，平均每分鐘約鼓風二五〇至三〇〇立方呎，但因風管之漏風及出鐵口之不封閉，故風力損失甚大。

(2) 改良式土爐 現在改良式之土爐，計有江北龍王洞蜀江鐵廠與綦江東溪謙虞公司，今分述之：

a. 蜀江鐵廠煉爐 該廠煉爐用砂岩砌成，溫度較高部分，則用耐火泡砂岩，內砌面略有更改，爐之面旁各設置風管一個，成對直形。出鐵口與出渣口在煉爐之前後兩方，亦成對直形，出鐵口與出渣口相對距離約一呎六吋，風管與出渣口相距約一呎，風管每日更換一次或二次，出渣口與出鐵口之砌石更換較少。燃料改用焦炭，鼓風用木炭機送風，但風未加預熱，故爐溫亦低，且煉爐不高，加以抽風力之作用，爐頂見巨大之火燄，據測驗結果約在攝氏千度左右，大部焦炭燃於爐頂，爐底部溫度仍不增高，所出之鐵，以未加適量之灰石提取焦炭所含之硫，至令硫質甚高，品質未見顯著之改進，祇呈灰白參半之斷口而已，該廠原料甚佳，惜無人長期指導，頗為可惜。

b. 謙虞公司煉爐 此廠之構造與舊式爐無大差異，惟形體稍大，高三十呎，底每邊十八呎，頂每邊十二呎，出鐵口與風管處之構造和舊式相同，其不同者有下列各點：

(a) 導氣管 爐底至爐頂之一旁用砂石砌一導氣管，爐氣經導氣管由上而下至燃燒室內，爐頂另留一孔以作加料之用，平時用鐵板封蓋，並將四圍用細鐵鑲封，以防其漏

氣。

(b) 燃燒室及鐵管 燃燒室為立體長方形，用耐火泡砂石所砌成，長約七呎，高寬約五呎，內並排安裝鐵管兩層，在內彎曲成乙字形，空氣由風箱鼓入增熱，在燃燒室外會合而入風管，送入煉爐內助燃木炭與熔煉爐料。

(c) 鼓風設備 該廠設木製圓風箱兩座，並排安裝，風箱長六呎半，內徑二呎，每分鐘有二十五個來復，風箱用水輪推動，水輪全體為鐵製，直徑十呎十吋，中軸連有鐵葉八片，外圍鐵片上留一孔與直立導水管對接，水由導水管流下，衝擊鐵片，則中軸轉動，風箱之連軸亦遂之轉動，使風箱內活塞作來復動作矣。

(d) 煙囪 設煙囪一個，下部用砂石砌成，上部為灰磚所砌成。

(二) 原料

土法煉鐵之原料計分燃料，鐵礦，與石灰岩三種，石灰岩除蜀江鐵廠略用外，餘則用者甚少，今只就燃料與鐵礦二次分別討論之。

1. 燃料 四川土法煉鐵目前所用之燃料，除蜀江鐵廠採用焦炭外，其餘全為半焦木柴，土法煉鐵以年代久遠，故各煉鐵區對於木柴多感缺乏，今後不得不想法利用焦炭煉鐵，但川省之煤又分高硫煤與低硫煤二種，高硫煤多產於二疊紀，低硫煤多產於侏羅紀（亦有含硫高者），二疊紀之煤在川省已發見者為北川鐵路區，南川區，白市驛涼風煙區，侏羅紀煤則佔川省有七八十縣之廣，至於各煤之詳細分析，請參部科學院出版之四川煤炭分析一書，因種類太多，故不能在此列舉。

2. 鐵鑛 土法煉鐵所用之鐵鑛，可分赤鐵鑛、磁鐵鑛、褐鐵鑛及菱鐵鑛四種，而以赤鐵鑛及菱鐵鑛佔重要位置，今將其成分儲量列表如下（劃歸西康之縣份未列入）：

第一表 四川鐵鑛儲量表（有估計儲量者）

產地	儲量 (公噸)	鐵鑛種類	廣元水磨壩	銅梁西山	江北三四區	銅梁東山	江浦紫麓山六合溝	威遠連界場	壁山太和場陰陽溝	萬源田壩子	開縣燈草三角寨	總計
古蔺東北大村	四八,六三八,〇〇〇	赤鐵鑛	一〇,〇〇〇,〇〇〇	一〇,〇〇〇,〇〇〇	九,〇〇〇,〇〇〇	六,〇〇〇,〇〇〇	六,〇〇〇,〇〇〇	一,〇〇〇,〇〇〇	九六九,〇〇〇	五三〇,〇〇〇	一一〇,〇〇〇	一七〇,三七九,〇〇〇
廣元大河場	二〇,〇〇〇,〇〇〇	磁鐵鑛	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇
彭水涪陵間	一九,三二七,〇〇〇	赤鐵鑛	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇
巫山縣橋頭溪鑛洞溝	一四,八三〇,〇〇〇	赤鐵鑛	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇
瀘源申家溝	一三,九六五,〇〇〇	菱鐵鑛	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇
瀘源申家溝	一〇,〇〇〇,〇〇〇	菱鐵鑛	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇

第二表 四川鐵鑛成分表（內為本所或其他機關化驗者）

產地	鐵	砂	錳	鉛	錫	硫	錳
古蔺	五六·九八	二·四四	一三·九四	〇·三三四	痕跡	一·四九	〇
茶江	五六·七〇	〇	一二·二〇	〇·三〇二	痕跡	〇	〇
茶江	五〇·七一	〇	一四·〇八	〇·三三三	痕跡	〇	〇
茶江	五五·四五	〇	二五·〇〇	〇·二六一	〇·二〇	〇	〇
茶江	四八·九三	〇	七·四一	〇·二二	〇·二九	〇	〇
涪陵	五〇·二七	〇	一二·〇一	〇·〇〇七	〇	〇	〇
江津	三六·〇八	〇	九·六〇	〇·〇〇九	〇	〇	四·三八
同北	三五·三九	〇	一〇·七二	〇	〇	〇	〇
威遠	三八·三六	〇	一七·二〇	〇	〇	〇	〇
同遠	三五·四二	〇	八·七〇	〇	〇	〇	〇
銅右	三九·八八	〇	〇	〇	〇	〇	〇

(四) 出鐵與出渣

出鐵出渣同在爐前行之，渣滓因比重較輕，漂浮上面，任其流出，有時渣滓太多，堆集於出渣口，工人則用鐵鉤鉤出之，以便內中渣滓流出，出鐵時之手續可分二種，江北枝工在出鐵前放渣一次，并餘一小塊，工人用長鉤反覆轉動之，成圓筒狀，用此小塊封塞出鐵口，以防鐵液流出，然後將冷池平好，用鐵棍推開出鐵口，並用木扒將鐵汁扒出，上蓋渣滓，俟冷卻後即成生鐵板，出鐵時照舊鼓風。綦江技工在出鐵前用木扒封檔出鐵口，以防鐵汁流出，冷池平好後，二人用力猛向裏推，使鐵汁流出，而且在出鐵時風箱停止工作。

土法煉鐵每天出鐵不定而且每區與每區出鐵亦不同，大約每天出鐵約以二千斤至四千五百斤之間。出鐵最高紀錄，常筆者調查連界場鐵爐，曾見一天出鐵八千斤，此不過偶然而已。

(五) 煉鐵工人

煉鐵工人之多少，要以鼓風設備之不同而有差異，如用水力鼓風，工人較少，人工之名稱，俗名，人數，職費，列表如下：

第二表 工人名額表

工人名稱	俗名	人數	職	實備	考
工頭	老客	一	專管砌爐開爐及修理	亦有叫廟頭者	
修理爐師	生爐	一	專管修理	有時工頭兼	
出鐵工人	挑鉤	二	專管出鐵出渣及幫助修理		
加料	陽橋	二	專管加料及焙鐵		有三人者

拾炭工人 炭頭 二專管拾木炭
拖鐵板 打紅 二專管拖出門口之生鐵及清理渣滓
打風工人 扯箱 三專管鼓風 有九人者如用水力則取消
伙 伙廟頭 一專管作飯

第四表 土法煉鐵年產量表

產地	年產量(噸)	附註
綦江	七,000	
威遠	三,300	現在開煉者九座
涪陵梁山廣元劍閣一帶	三,000	
江津	二,200	
雲陽萬縣一帶	三,000	
峨眉洪雅犍為屏山	一,500	
叙屬及永寧一帶	一,500	
璧山合川大足永川榮昌	一,000	
銅梁	一,000	
萬源渠縣一帶	九00	
瀘縣大邑一帶	六00	
瀘縣	六00	
西陽秀水黔江彭水	六00	
榮縣	三00	
金湯	三00	
總計	二六,000	

(六) 生鐵與渣滓成分

舊式土爐生鐵之成分多相類似，砂質全屬甚低，改良式土爐之生鐵所含砂質略高，蜀江鐵廠之生鐵以其燃料為焦炭

，焦中之硫量為鐵液所吸取，故硫質特高，今分別於後。
第五表 土鐵成分化驗表

年	錳	磷	硫	矽	炭
綦江生鐵	0.05	0.70	0.05	0.20	3.00
威遠生鐵	0.25	0.22	0.06	0.18	3.00
涪陵生鐵	0.01	0.22	0.05	0.19	3.30
酉陽生鐵	0.09	0.35	0.05	0.10	3.20
江北蜀江生鐵	1.00	0.22	0.20	0.20	2.10

土爐渣滓因內砌面為砂岩，故全屬酸性渣滓，酸鹼比與得自新式爐者相反，今將渣滓成分表列如後：

第六表 爐渣成分化驗表

矽	鈣	矽	鋁	錳	鐵
蜀江鐵廠	21.87	47.16	23.79	0.66	4.81
謙虞					
江					
威遠					

五 結論

土法煉鐵以鼓風，爐溫內砌面種種關係，至生下列結果

1. 酸性渣滓煉鐵鑄鐵全為酸性砂岩砌成，故渣滓必為酸性，方不致侵蝕爐牆，但加入原料內之酸性硫磺多與鐵質結合成碎硬之硫化鐵，舊式土爐因燃料為木柴，故生鐵之含硫量尚不高，但蜀江鐵廠所用燃料為焦炭，含硫達千分之六，雖加少許石灰岩作熔劑以提取硫質，結果生鐵之含硫量仍為千分之二，爐溫度已略加高，矽質可至百分之一以上，但偶有達百分之二點二者，而硫質太多，仍促使炭質與鐵質成脆硬之西門脫 (Cement)，幸鐵質內含錳甚高，鐵質固之不甚脆硬，但仍堅硬難車，故不合翻砂生鐵之用。

2. 爐溫低舊式土爐全用木質圓風箱送風，每分鐘不過鼓入二三百立方呎之冷風，不能燃燒多量炭質使發生高熱，蜀江鐵廠雖用機器鼓風，并改用焦炭，但因構造欠佳，致多量焦炭廢於爐頂，謙虞公司雖少加熱風設備，但因木柴之發熱集中煉爐底部，並且各處漏風，故二者仍不能得良好結果。

3. 生鐵斷面：舊式土爐因矽質太低（千分之二），故炭質多與鐵質結合成西門脫，謙虞公司因略加熱風設備，矽質稍高，斷面可成淺灰，蜀江鐵廠生鐵以硫質太高，斷面灰白參半。

4. 燃炭率高無論舊式或改良式之土爐，燃燒率 (Charcoal or Coke Rate) 約為三比一，較之新式爐一比一之燃炭率，差太遠。

5. 鐵之回得率低：據本所化驗爐渣滓之成分，內含鐵量

高者至四分之一四·七四，此大量鐵質全棄諸於無用之渣滓，實太可惜。

6. 產量少：土法煉鐵每天最多不過四千斤，合二·三八噸，少者二千斤，合一·一九噸，平均每爐每天約產二千五百斤，合一·四九噸。

土法煉鐵既有上列六端弊病，應設法改進之，但經多方研究，就現在土爐加以改良，甚難收效，在此抗戰期間，鋼鐵供不應求之際，實不能坐視其失敗，今就作者之研究及多人之意見，提供下列幾點討論之。

1. 增加土爐：土爐本身固不易改良，但為供應生鐵之需求計，應多建土爐以增產量，政府應分下列二途辦理之，（1）收買生鐵：因有許多鐵商願慮生鐵銷路，未敢冒味建爐，如政府規定鐵價，給與優厚利潤，所產生鐵概加收買，鐵商無所顧慮，勢必盡量建爐煉鐵；（2）貸款：有許多技工或鐵商因無資本而至歇業，政府應予貸款，鼓勵建爐。

在現時物價較昂時期，建一土爐約一萬元，再加一萬元之流動金亦不過二萬元左右，倘政府能貸出一百萬元，可增建五十個土爐，每爐每天以一·五噸計，則每月可增產生鐵二千二百五十噸，對於抗戰前途之裨益甚鉅也。

2. 木炭燒製問題：土法煉鐵除蜀江鐵廠已改用焦炭外，餘悉用半燒木柴此種木柴不僅揮發物未完全燃去，即水分亦未蒸發殆盡，故木柴在煉爐內部一方由水汽之分解吸熱，減低爐溫，同時揮發物太多，着熱點降低，使所生之熱不能集中而廢於無用之處。實驗亟求改良。木炭較焦之着熱點為低，不能想法改進，但於對木炭內之定炭使其增高並將水分及揮發物去盡，則木炭之着熱點增高，發熱量加大無疑，如此增

高溫度，倘可不顧鐵質，只圖出鐵，則可多加鐵質，使燃炭率降低，產量增加。當不成問題，在作者調查之區域如威遠連界場之木炭較好，品質將近真正木炭，故該處每爐每天可出鐵板四千斤（煉爐較大亦為產量增加因素之一）。

3. 建立試驗小型煉爐：新式小規模煉爐正在建設中者甚多，本文毋須再作討論，茲所欲提議者為建立試驗性質之小爐，對蜀江鐵廠煉爐之種種缺點，設法克服之，以求鐵板品質合於鑄鐵之用。該廠所出之鐵含砂可至百分之二以上，倘硫質能減至萬分之五以下，用作翻砂生鐵當無疑問，減低硫質之途徑有兩種：（一）減少硫質進入量，（二）在煉爐內爐法提取硫質。減少硫質進入量之唯一辦法，只有改建煉爐設法避免爐頂火燄，使焦炭集中燃燒於爐腹，如此則可減低焦炭率，硫質來源既已減少，鐵內含硫自必減低。克服第二種困難，常變渣滓為鹹性方可，如此煉爐內砌面必須改用耐火磚故作者之意見，籌措六萬至七萬元之資本建一約五噸試驗性質之小煉爐，不加熱風，內砌務求合理，外邊則做照舊式煉爐，煉爐內部除爐缸爐底，爐腹及爐胸等處，用耐火磚改砌，其餘全用本地耐火泡砂岩砌之，鼓風則改木炭汽車機器，此種煉爐在理論上總可出二號翻砂生鐵，甚望關心煉鐵業者亟為建爐從事試驗之。

四川土法製鋼

安朝俊

一、緒言

四川土法製鋼業原多集中嘉陵江兩岸，嗣後傳至威遠邊界場等處，此種土鋼以製造技術欠良，故質地不勻，而且製量亦少，用於工業上者甚微，但在洋鋼未輸入前，農家所用之農具、槍刀等利器，全仰賴此鋼；值此抗戰時期，外鋼供給斷絕之際，此鋼亦佔相當地位，故作者曾前後赴嘉陵江北碛鎮之金鋼碑及威遠界場調查二次，今將調查所得加以論述，以供礦冶界之參考。

二、種類

土法所製之鋼，統稱土鋼，實際分蘇鋼與土鋼兩種，蘇鋼以條大故又名大鋼，土鋼則以條小稱小鋼，今將二者之製造、成分、成本等分述於後：

三、蘇鋼（即大鋼）

（一）製造歷史：蘇鋼據傳為江蘇人發明，始自何時，無正確記載，相傳滿清初葉時，製鋼業會盛行湖廣一帶，乾隆下江南見有製此鋼者，詢問目的，製鋼者答以作槍刀農具用；乾隆臨其屬危險物，乃令查封，並逮捕從事製造者，工人四處奔竄，據云製鋼技工之逃入川者即屬此時，但人民日常用具，絕不可少，經各大臣婉轉奏請，陳明鋼之實在用處，乾隆復准製造，並赦免稅厘，以資鼓勵，自此後所製之鋼曰皇鋼，寓為皇帝所准造者，現時所製之鋼，外邊用鑄造勻

，以示皇鋼之意。

四川初次製鋼，設於重慶南岸海棠溪，後移至璧山縣白鹿坡；民國肇建後以發展至金鋼碑，連界場等地，四川大鋼製造廠之名多以萬泰二字為牌號，下添一字以示區別。

（二）：原料製造大鋼之原料為本地生鐵，木炭及煙煤，生鐵以含雜質少為佳，尤其磷硫二者更應注意，因其有冷脆及熱脆之弊病，木炭以青松樹為最佳，因其發熱力較大，煙煤則以含低磷硫為佳，砌爐之耐火材料，為砂岩及粘土，同屬酸性，此外在炒料時並需草灰，即通常之稻草燒成者。

（三）製造手續：製鋼手續計分五步：1. 碎生鐵，2. 炒料，3. 抹鋼，4. 抽條，5. 塗黃及分類，其中以炒料，抹鋼及抽條為最重要，今分述之：

1. 碎生鐵：原購生鐵多為大鐵板，不能直接置入爐中，故僱小工用大鐵錘將鐵板擊碎，直徑約三吋以下。

2. 炒料：炒料作業於炒鐵爐內實施之，其構造與普通打鐵爐相似，惟爐底燒火處之構造稍異，炒鐵處為近似四方形之槽，三邊為耐火材料作成，邊高約五吋，厚約三吋，再外即為砂岩砌成，爐底有爐條六根，上寬八分，下寬二分，厚約二吋半，爐條間有隙縫，寬約分餘，鐵與木炭置其上，風即由下邊通過助燃，風箱置於爐側，一人鼓之，每爐每次約炒生鐵八斤，手續如下：

（1）燃燒——生鐵先在爐邊燒熱，俟第一爐爐料炒好後，則將所預熱之料置入爐內，上覆以木炭，鼓風熱燒至紅色

需時約五分鐘。

(2) 錘碎——生鐵燒紅後，將爐用石覆上，前邊留口，此時風力較前減小，技工用錘攪拌生鐵板，並取出錘成小塊，直徑在四分之三吋以下，同時用鉗將富餘之木炭檢出，一方攪拌，一方檢炭，俟火鍊成黃紅色，則完成此項手續，共需時十分鐘。

(3) 吹風——火鍊變成黃紅色後，炭矽錳等雜質已降至適宜之點量，同時木炭亦將檢完，則加大風力，將內中渣滓及小木炭塊吹去，鉄成白熱，將至融熔狀態則停火，技工就爐內將鉄作成方形，並用稻草灰遮蓋，防其冷卻，技工用鉗夾於鉄砧上，錘擊之使其緊縮，並將所夾之熔渣滓擊去之，再分成三塊，以備抹鋼，在熟鉄檢出時，另一技工用水將爐內洗刷，以備第二次再用。

全般手續共需時十八分鐘，再加添料，清洗等工作則每次共需時二十二分鐘。

炒鉄要有技工二名，司看火工作，幫工二名，司鼓風工作。

生板於炒爐中炒好後，約損失百分之三四十。

3. 抹鋼：抹鋼爐類似小罐，口約一呎正方形，半覆以蓋，蓋係砂泥混合製成，底為長八吋，寬六吋之長方形，深約一呎，全體甚像斗狀，爐底有爐條四根，面寬二吋夾底寬一吋三分，厚約三吋餘，爐條間有隙縫約半吋，爐條下為一中空立體矩形，上為一呎六吋之正方形，底為一呎二吋之正方形，深二呎一時，側面有手提木板風箱二個，活瓣係厚布或皮製成，幫工一名，司鼓風之職，兩手提板，一上一下，可成連續式之風流，風板高約二呎，寬約一呎餘。

抹鋼共分下列五項手續：

(1) 預先將炒鉄爐內炒好之熟料，置放爐口烘熟（第一爐例外）俟第一爐之鋼抹好後，則將此熟鉄置入爐內，所需之生鉄亦在爐口熱燒，如此則可減省於爐內熱燒時間。

(2) 熟鉄置入爐內後，加木炭鼓風，至火鍊成黃色為止，此項工作需時約六、七分鐘。

(3) 用鉗子將熟生鉄夾住，置入爐內，約三、四分鐘後，生鉄熔化，點點滴下，浸入已煉好之熟料內，技工並須時刻轉動熟鉄，俟生鉄熔完後，再熔一塊於其他熟料中，此步工作共需二十分鐘。

(4) 將製好之料取出錘打，使其質密成爲鋼團。

(5) 用砂泥修補風眼。全般手續需時二十六、七分鐘，再加修補錘打等工作，則每次共需三十分鐘。

4. 抽條：抽條爐與普通之打鐵爐相似。爐兩旁有磚兩塊平行置放，相距約四吋。磚為砂泥製成，長八吋寬五吋，爐底鋪有鐵爐條四根，風即自隙中間通過，以備助熱，其餘構造則與打鐵爐完全相同。

將抹好之鋼，置放打鉄爐，用低硫烟煤燒至白熱，夾出錘打如此三四次，則將原鋼團錘成四方長條形，長約一呎餘，於空氣中漸冷至暗紅色，浸入冷水中，驟冷之即成鋼。

5. 塗黃及分類：鋼製成後，外邊加鏽一層，鏽之原料多為酒槽子和水化解，將鋼條置入，十餘分鐘後即生鏽。

大鋼共分三種：計有1. 上三節，2. 中三節，3. 雀三節，其中以上三節為最佳，中三節次之，雀三節最次，購者以鋼之斷面判定其壞壞，上三節鋼兩端斷面全為九十度，而且斷

鋼質地密勻，中三三編成九十度切面，他端則成斜斷面鋼，質地密而不勻，僅三節兩端全斷面，質地邊沿較密，中間則較鬆不勻。

(四)成分：蘇鋼以製造手續欠佳而且爐溫等又不一致，故成分甚難準確。今蒙兵工署材料試驗處化驗結果如下：

第一表 蘇鋼成分化驗表

號數	錳%	磷%	矽%	硫%	化學者
大鋼一號	0.53	0.049	0.013	0.024	兵工署材料試驗處
大鋼二號	0.99	0.120	0.016	0.020	同上
大鋼三號	0.92	0.074	0.036	0.033	同上

(五)工人：製造蘇鋼工人係江北，暨山二縣之人，間有銅梁人，技工多係世傳，如有外人欲學者，必有相當保證，並且絕對保守秘密方法，製造蘇鋼之工人人數如下：

1. 炒鐵爐——技工一人，二手一二，幫工三人。
2. 抹鋼爐——技工一人，幫工一人。
3. 抽條爐——燒爐一人，扯風一人，鉗工一人，打鑪二人。

(六)用途：蘇鋼質硬，適於製造鋒利之刀，劍，但堅硬之農具則多用小鋼，近來亦有用於機器上者，但量甚微。

四、土鋼 (小鋼)

土鋼製造不知始於何時，據製造者說稱，因蘇鋼有時較脆，不適於堅硬器具之用，如犁，鋤等，故本地人想法製此

，以其始於本地，故名土鋼，而且以條短又名小鋼。
(一)製造法：土鋼製造計分手續二段1.炒熟鐵2.抽條，今分述之：

1.炒熟鐵：製炒熟鐵與普通相同，但小有出入，先將生鐵碎小，置入鍋內，燈內加燃木柴，鼓動風箱則火簇經鋼嘴成倒錐吹入鍋內，鐵遇熱漸漸熔化，發白熱時即減小風力，並加鐵學，用木棍攪拌之。約成膠粒狀，加大風力，再行氧化，並將渣滓吹出，如此三四次則完成製炒手續，用木棍收斂成團，夾出錘擊之成長筒狀，是為鋼團，全部手續共需二十分鐘。

此種炒鐵損失甚大，每百斤生鐵約可炒熟鐵七八十斤。
2.抽條：土鋼抽條與蘇鋼抽條相近似，先將鋼團置入打鐵爐內，熱燒至發黃白色，用錘錘擊之，反覆熱燒錘打，至斷面約一吋正方之長條為止，俟冷至暗紅色後，投入冷水池內驟冷之則成小鋼。

(二)出品與成分，土鋼分為三種，檢定法與蘇鋼相同，至其成分蒙兵工署材料試驗處加以代驗，其結果如下：

第二表 土鋼成分化驗表

號數	錳%	磷%	矽%	硫%	化學者
大鋼一號	1.98	0.12	0.036	0.119	兵工署材料試驗處
小鋼二號	0.96	0.15	0.002	0.025	同上
大鋼三號	0.57	0.23	0.017	0.030	同上

(三)工人：土鋼製造之技工多為鄰水之人，其保守性與製造蘇鋼者相同，今將其人數與名稱列下：

炒鐵爐——技工一人，二手一人，扯風四人。

抽條——燒爐一人，扯風一人，鉗工一人，打錘三人。

土鋼之顯微組織，顯示含有多量之渣質，除少數圓形之

SiO_2 外，大都皆為 Fe-Mn-Silica，其分佈情形有如長條形

，有如葉狀形；視製造時鑄製情形而定，其他如 Abnormality

組織與 Cementite 組織，或因製造時氣體過重，氧化太強所致

，內部成份分佈不均，故各部硬化程度極不均勻，其組織為

多量之 Ferrite-Sorbite 與少量之 Martensite 組織，大鋼小鋼一號

二號三號之分別，在於含炭量與渣量之不同，一號含渣最少

，含炭最高，大鋼小鋼之分別在組織觀察上無特殊不同，僅

化學成分有差異耳，小鋼含砂較高，大鋼含錳較高，由上觀

之，其用途僅限於一般家常用品之製造，嚴格言之，土鋼僅

為高炭之毛鐵而已也。

(四)用途；土鋼性質強韌，可作耐磨銳利之農具，如犁頭、鋤頭等。

五、結

土法製鋼在川甚普遍，但大多集中於嘉陵江沿岸，在盛行時代有數十家之多，成品除推銷川省外，有輸往黔、滇、陝等省者，不過製造技工因無知識，對於製法毫不加改進，故歷史雖長而成品仍劣，實堪痛惜，今將劣點及不改進之原因，論述於後：

(一)不改進之原因；查土法製鋼之技工多係世傳，即有以此種技術學藝者，亦必得有相當保人，而且對外絕不傳說，為師者又多半留藝不傳，故後學者不但不進步反而不知其妙處，如此傳授製鋼藝術勢必退步矣。

(二)劣點：1.產量微：炒料爐、抹鋼爐、抽條爐等皆甚小，每日產量不過二百斤，應用工業上則甚難，2.質不勻：土法製鋼之加料燒熱等工作全無一定，故成分絕不能均勻

砂與銼鐵

謝家蘭

- (一) 緒言
- (二) 砂對於銼鐵之影響
- (三) 石墨炭化之理論
- (四) 加砂試驗
- (五) 討論

一、緒言

土法煉鐵，因煉爐之構造設備與技術等種種關係，所產銼鐵，除一小部為灰口外，餘均為白口，此種白口銼鐵，概可分為二類：其一組織粗大；其一則較為細小，且間或有石墨者；惟二者澆鑄車製，均甚困難，以其化學成分而論，砂量過低，未能使 Fe_3C 充分石墨炭化，亦為主要原因之一。

製煉砂鐵，俾加入白口銼鐵中，增加其砂量，亦未始不為適應急需之補救方法，惟其加入之過程，甚為複雜，頗有研討之價值，此即本文之主旨也。

二、砂對於銼鐵之影響

砂能摧毀銼鐵中之化合炭，為決定銼鐵中化合炭與石墨炭量之主要成分，倘其他因素相同，砂量愈高，石墨炭愈多，化合炭愈少，故在冶煉時，同樣之炭量，冶煉者控制其物理性質皆賴於砂。砂熔於銼鐵中所組成之 $Matrix$ 脆而且弱，銼鐵含砂達百分之三，或謂百分之三·九則可將 Fe_3C 完全石

墨炭化而變為脆弱之高砂 $Matrix$ 與石墨炭之銼鐵，但含有百分之四之砂量時，其斷面則變為 $Matrix$ 且石墨炭反見減少，車製澆鑄亦因之而不易，此種銼鐵除耐熱外，無其他用途，茲將砂對於銼鐵之影響略述於下：

(甲) 砂減低 Fe_3C 之穩定性，即助長石墨炭化，簡言之，銼鐵含有同量之炭，砂量之增加，能使石墨炭愈大，白口銼鐵變為灰口銼鐵。

(乙) 砂減低 Eutectoid points 所含炭素之百分數

(丙) 砂減低 Eutectic 所需炭量。

(丁) 砂改變 Eutectic 與 Eutectoid 之溫度，但倘有其他原質存在時（最顯著者為錳）此作用則不甚明顯。

(戊) 砂量之增加減低鐵水中之飽和量。

(己) 砂與銼鐵中之氧，化合而成二氧化矽，此去矽作用，間接影響石墨炭化與銼鐵之流動性。

銼鐵中各種顯微組織成分之物理性質，見表一所示，故砂量之增加，即助長石墨炭化與組成 Fe_3C Matrix 一點而論，已能使銼鐵之物理性質改變甚巨矣。

三、石墨炭化之理論

石墨炭化作用係為多階段者，其作用之強弱，視下列數點而定：(一) 石墨炭核心之生成，(二) Cementite 在鐵中 Solution 之程度及其分解為鐵與炭之程度，(三) 炭在分解

	比重	T.S. lbs/sq.in.	延長率 %	勃氏硬度
Ferrite	7.88	50,000	40	95
Iron Silicide	6.17	低	無	.....
Pearlite	7.85	120,000	15	240
Cementite	7.66	5,000	無	550
Steadite	7.32	無	脆	極硬
Manganese sulfide	4.00	無	脆	.....
Iron sulfide	5.02	低	脆	.....
Graphite	2.55	無	.....	.....

表一：純鐵中組織成分之物理性質

前後及石墨炭 Crystallisation 前後之 Migration 程度在普通情形進行時，Reaction Velocity 為 Migratory Rate 所控制，故除在進行時之最先與最末一段外，係最慢之一步。

石墨炭化之快慢為 Migratory 速度之一種因數，純鐵中其他成分，皆影響炭素之 Migratory 速度，其與炭或炭與鐵成化合物者，炭素之 Activity 較在 Cementite 中為弱，再分所解離之 Free Energy 較 Cementite 所需者為少，故阻止石墨炭化。Deoxidiser 大多皆助長石墨炭化，惟單就 Deoxidation 論，並不為一合理之解釋，但無論助長或阻止石墨炭化，皆為原子量之週期函數，原子量愈大，使炭之 Migratory Rate 之力愈小，將來在 Electrolytic 方面當可得一合理之解釋也，以白口鐵而論，根據 Roth 氏所得結果 Fe_3C Heat of Formation 在攝氏二十五度時為 $-3500 \text{ Cal./Mol. } \alpha\text{-Iron}$ 之 Entropy 每度為六·五卡羅里， β -石墨炭每度為一·四卡羅里，故 Fe_3C 在攝氏二十五度時之 Free Energy of Formation 根據下式。

$$\Delta F = \Delta H - T\Delta S$$

為 12100 Cal./mol. 可證 Cementite 在室內溫度時為 Metastable。故川產白口鐵中之 Fe_3C 毫無理由可證明其為穩固者也。同時含炭百分之五之炭素鋼，亦能完全石墨炭化，含有百分之〇·一三炭素之炭鐵合金亦能石墨炭化，故土鐵之石墨炭化作用，僅能認為極遲緩耳。石墨炭化與時間之關係，在穩固時，尚無精確研究報告，但時間愈長，石墨炭之生成愈多；以固體 Fe_3C 而論，大都認為適合下式：

$$\text{Log } C^2 = \text{Log } C_0 - Kt$$

C: 為在 t 時化合炭之百分數

時 間	電量(安培)	相當溫度
2.00 通電		.....
2.00-2.10	8	.....
2.10-2.15	10	.....
2.15-2.20	15	970
2.20-2.24	20	1190
2.24-2.28	24	1270
2.28-2.32	25	1290
2.32-2.35	26	1320
2.35-2.45	20	1190
2.45 停電		.....

表三：試驗時之熱過程

原 料	化 學 成 分				
	炭%	矽%	錳%	磷%	硫%
交口生鐵	3.62	2.35	0.70	0.03	0.14
土產生鐵	3.07	0.19	0.14	0.05	0.26
砂鐵(甲)		83.74			
砂鐵(乙)		49.25			
砂鐵(丙)		29.07			

表二：試驗所用原料之化學成分

Co 為開始時化合炭之百分數
 B 為量 Reaction Rate 之指數
 倫化令炭或與餘熔在 Homogeneous Solution 石墨炭化作用之進行沿其 Locus，但倫 Re3C 之分解，自其熔於鐵內至石墨炭沉積之時間，較 Solution 之速度 Migration 與 Crystallization 之時間為慢時，其作用則沿對數 Locus 進行。
 查 Cementite 之比重，較組成 Cementite 之鐵與炭之平均比重為大，故 Cementite 之分解，須增大容積，當攝熱後，此種堅密之組織，除非其分解之 Free Energy 能破壞 Matrix，否則石墨炭化作用，無從舉行，此點尚缺精確之定址研究，惟以 Isolated Cementite 較鈍鐵中之 Cementite 為不穩固，即可證明上述無誤也，同時溫度愈高，石墨炭化作用之進行較易更屬無疑也。
 真空室煉試驗，得知炭鐵合金在冷卻時之 Eutectic 有二種，其溫度之相差約十度，溫度高者為 Austenite-Graphite Eutectic 溫度低者為 Austenite-Cementite Eutectic 石墨炭之生成由於 Carbide 或直接或間接由於 Austenite。Austenite 之生成由於吸收石墨炭或由於 solution of carbide 者雖含同樣炭量，其比重亦稍有相差，故石墨炭化，似能改變 Carbide 之化學成分。
 石墨炭化可分為二類，其一為普通石墨炭化，其一為過冷石墨炭化，二者石墨炭化之程度，皆視非金屬 Phase 在鐵水中分佈如何而定，在 Hypo-Eutectic 鈍鐵中，於 Eutectic 凝固時，石墨炭即開始生成，然後由結晶中心，漸漸長大，倘冷卻程度相同，石墨炭之大小賴於沿 Solid-Solid Interface 石墨炭化之程度。Hyper-Eutectic 鈍鐵，在 Eutectic 以上，

Liquidus No. 1 段，為 Primary Cementite Ledeburite 之首先體制，此種組織為最不穩固者，石墨炭或稱 Fe_3C 即生成，並且能加速 Ledeburite 之分解，謂曰 Seeding 自 X，光研究所得結果，可見 Hyper-Eutectic 石墨炭之 Interface 較 Eutectic 石墨炭為明銳，在白口 Hyper-Eutectic 銹鐵中，可見任 Cement Matrix 中，含有一種圓形之組織成分，即相當於 Primary 石墨炭也。由此可得一種解釋，即此類圓形石墨炭之凝固，係直接由於在 Stable 情形下之鐵水，炭量漸漸減低，接觸之凝固，其 Metastable 情形下舉行生成。

硫與氮氣體如氫，氮，一氧化炭，二氧化炭等之增加，使 Fe_3C 在鐵水中之 Dissociation 程度減低，鐵水之凝固，最先當在表面，但有時外圍為灰口，內部反為白口，即因硫與氮體過多，在凝固時集於內心所致也。氮氣之阻止石墨炭化，更為明顯，其中氮量在百分之 0.0015 以下，所得石墨炭甚為細美，其分佈亦極平均，但氮氣量超過百分之 0.0015 時，則將 Eutectic 止作為數級，其顯微組織為條形之石墨炭，外圍細小之石墨炭與游離 Cementite，是故欲得回形石墨炭或 Pearlitic 銹鐵則須含氮量低少。

四、加硫試驗

本試驗用 Tamman 爐爐化熔，盛鐵者為一石墨製之坩堝，所用原料之化學成分如表二。

先將各種原料稱好，混合後放入坩堝中，蓋鐵渣五克，以防氧化，然後通電，時間之長短，電量之多少，開列於表三。其相當溫度，係用光學測溫器測定，原料之配合與其化學成分如表四，停電後，因恐取出澆鑄冷卻程度不同，故皆

在爐內冷卻，所得結果之成分，斷面，顯微組織，見表五所示。除總炭量增加外，其他成分（除石墨炭）之增減極微，顯微組織亦分佈均勻，砂鉄亦未有不 uniform 者表中所列之 Cementite 係指 Free Cementite 而言。

試驗 A 與 C 之銹樣，含砂已達 1.4 以上，而石墨炭之生成為零，反觀試驗 G 與 I，砂量較低，而石墨炭之生成非但 A 較與 C 為多，亦較含砂甚高之銹樣 B，D 與 F 多出不少。

五、討論

川產白口銹鐵之所以不適用，其故可分為二：一為鑄件車製困難，一為澆鑄困難，銹鐵之成分組織與物理性質，變化甚鉅，故其車製難易之程度亦如之，其用永久模澆鑄後再澆全回火，即得最易車製之銹鐵；其表面速冷或白口銹鐵則最難車製，上述二者，為銹鐵車製難易之極端，回火完全之永久模銹鐵車製最易，以其表面而無因高熱而附着之氧化砂，組織中炭不與鐵化合，而呈細碎之條片。白口銹鐵係完全堅硬之炭化鐵，呈塊狀或指紋狀之組織，不為任何石墨炭所破壞，故車製最難，居此二者中之各種銹鐵，其車製難易之程度，以此軟硬兩種組織成分之多寡與分佈而轉移，可簡分為五類：

- (一) Ferritic 銹鐵：此種銹鐵，普通皆質硬而力最低弱，極易車製，但亦稍有難易之分，其原因不外下列數點；
- (甲) 總炭量之增加，使易車製
- (乙) 砂量之增加使難車製
- (丙) 游離炭粒之細小，使易車製

(一) Pearlitic-Ferritic 鐵：此種銹鐵，因 Pearlite 加入 Ferrite 之多少，對於其物理性質影響極大，如僅含有微量之 Pearlite 者，其物氏硬度為一百五十，但含有多量 Pearlite 者其硬度則為二百二十；前者車製較易，後者則較難。總炭量之多寡，亦有極大影響，其總炭量高而 Pearlite 成分低之銹鐵，則甚易車製，其程度與 (一) 相似；反之，總炭量低，Pearlite 多之銹鐵，則較難車製，尤以鑄造時使其炭素之組織成分排列得宜，之高力量銹鐵，更難以車製，若銹鐵含有同樣細炭量，且冷卻程度相同，增加砂量，可使 Pearlite 成分減低，石黑炭量增高，得車製較易。反之如改變其冷卻之速度使生成一定量之 Pearlite 與石黑炭於含砂分不同之銹鐵中，其砂高者，恆難以車製，因砂熔於鐵中所生成之硬化作用故也。

(二) Pearlitic 銹鐵：其車製難易程度僅次於前者之含有微量 Ferrite 者，其他情形相同，被斷界與硬度愈高，車製較難。

(三) 花口銹鐵：大量塊狀炭化鐵之存在，使車製不易此種銹鐵，用途甚少。

(四) 白口銹鐵：此為生鐵中之最難車製者，倘車製工作不能避免時，其工作之速率須極慢，大凡白口生鐵之需要製造者，皆以磨研代之，白口生鐵之炭量愈低，車製愈易。

其他組織成分如 Steadite 與銹件表面附着之矽化砂等，皆使車製較難。

綜觀上述，可見生銹車製較易，其力量愈弱。關目下我國各翻鑄工廠大多因設備技術欠佳，皆樂於採用澆鑄較易之

生銹，對於鑄件強弱一層絕少計及，高力量之生銹，其炭素恆在百分之三以下，澆鑄即感稍難，尤以小型鑄件，車製亦感不易。查澆鑄難易 (Castability) 賴於生銹之溫度與成分等等，生銹成分之影響於澆鑄難易程度者以炭素之影響為最大，磷次之，砂更次之，同時澆鑄時石黑炭之多寡，亦有極明顯之影響，且採用較高之澆鑄溫度。

硫磷砂三者所生成之不良影響可以減少，即或沙模稍有不合之處，所得之壞結果，亦可以稍免也。至於量測鐵水澆鑄難易之程度，現尚缺定量之法，惟在澆鑄時注意鐵水表面之養化物表層如何破裂即可知之，此種表層養化物，由於空氣中之氧浸入鐵水而生成，鐵水在此表層下流動，致裂開或成小塊，裂開之小塊愈小，澆鑄最易，其他如 Metallography 法與 Curry 法，亦為測其 Castability 之一種，在治製鑄鐵時，普通皆採用之。

論及砂鐵之加入白口生鐵，其方法不外下列三種，各有利弊，茲簡述於下：

(一) 加入爐內：砂鐵之形狀，以塊狀為宜，在謀因鼓風入爐而致氧化之減低，惟無論如何，損失仍屬不少，同時因砂之養化得使鐵水溫度增高，鐵可較富於流動性，即以砂鐵不養化而論，砂鐵加入爐中與銹鐵並熔，對於溫度一層，當較他法勝一籌，此即加入爐內之主要優點也。石灰石之加入熔鐵爐，以愈少愈好，幸得砂鐵多量損失。

(二) 加入鐵水桶中：此種方法，目下國內外，大多採用之，但主要條件，鐵水需具有相等高溫，往常少量之加入，對於澆鑄難易之程度，無甚影響，惟加入量在百分之三以時上，則需將砂鐵在加入前預熱之，並因需要高溫之鐵水，

鐵水桶之放置，愈近化鐵爐之出鐵口愈好；砂鐵之形狀，不宜塊狀，但亦不得過於粉碎。此種方法可分為二類，其中即將砂鐵拍放於鐵水桶中，其一在鐵水桶裝滿鐵水後再加入砂鐵；前者熱量之損失較小；後者倘加入得宜，鐵水之成分均

勻，惟需將鐵渣去除後，方可加入，此不應忽略者也，無論前者後者，在水鑄以前，必需攪拌俾鐵水成分均勻。
 (三) 在出鐵口前加入：此種方法較佳於加入鐵水桶內者，因其能熔入較速，鐵水之流動性亦佳，且不須攪拌已使

試驗記號	配合原料						化學成分		
	灰口銼鐵	土產生鐵	砂鐵(甲)	砂鐵(乙)	砂鐵(丙)	總數量	石墨炭	砂	
A	.....	100	.....	3.90	.....	3.97	.....	1.45
B	.....	100	.....	5.03	.....	3.07	.....	2.48
C	.....	100	1.5	.....	.....	3.07	.....	1.42
D	.....	100	3.0	.....	.....	3.07	.....	2.62
E	.....	100	.....	.....	5	3.07	.....	2.18
F	.....	100	.....	.....	10	3.07	.....	2.27
G	40	60	.....	.....	.....	2.39	1.41	1.79
H	48	90	.....	1.75	.....	3.12	0.35	1.29

表四：試驗原料之配合與其化學成分

鐵水之成分均和。倘若砂鐵加入為發熱反應則不宜採用，例如含砂百分之五十之砂鐵加入鐵水時稍有急冷作用，但加入砂量相同之含有百分之九十之砂鐵時，則增加之熱量較使冷者為多。

以上三種方法，除第一種外所生成之石墨炭亦且少，

故留純以土產白口生鐵而論，以第一種為宜。砂鐵加入生鐵中，對於生鐵鑄造難見程度之增減，其熔點當為一極重要之點（砂鐵之熔點約在華氏二千四百五十度）其重要者為其 solution 之速率以愈速愈佳。倘 solution 之速率極慢，再加以鐵水之冷卻，更能使速率減低，如是則加入鐵內效力極微，

損失甚多，在顯微鏡下，此種未 Solution 者為細小之圓粒。

至於石墨炭化之程度如何，除砂之外，溫度與時間亦極重要，溫度愈高，石墨炭化作用亦強，且石墨炭化之時間亦因此而長，據 Golio 氏研究所得，在生銑強弱觀點言，普通銑水之溫度不宜超過攝氏一六六五度，雖此溫度不易達到，惟在較低溫保持較長之時間，得有如上同樣之影響，除此以外，由試驗七而八，可見含砂不多，而石墨炭之生成則較試驗二、四與六為多，此種作用，亦謂之 Seeding。

根據 Stefan-Polizma 定律，由輻射而將熱傳授之熱量，與兩物溫度之四次方成正比，由於 Conduction 者則為一次方成正比，故目下世界各國所採用熔銑之 Cupola 爐，在理論上言，其構造極不合理的。言我國之熔銑爐，構造更為簡陋，其爐內一氧化炭與二氧化炭之比例如何，對於生銑炭量之吸收，與石墨炭化亦有極大影響。川省土爐，所產生銑量，含炭量之所以低，一氧化炭與二氧化炭之比例太小，亦為一因也，熔銑爐中之一氧化炭與二氧化炭之成分，雖未作詳細試驗，但以前所獲之第一號之當可相信一氧化炭仍屬不少無疑也，但炭量增加，在土爐上熔銑之速度反見遲緩，Tangherlini 氏之假說謂，但風量不增加，焦炭量不增加，熔銑之速度可加快；但若風量不增，增加焦炭，則因多量之焦炭，在 Incan-de-vent 地帶並未燃燒，僅將已生成之二氧化炭還原，故熔銑之速度，反見遲緩矣，普通熔銑速度與風量，焦炭量，廢氣中一氧化炭之多少，焦炭成分之關係，如下式。

$$S = \frac{60000W}{K} \times C \times 4.55(100 + N)$$

$$S = \text{化銑量-噸/小時}$$
$$W = \text{風量-立方寸/分鐘}$$
$$K = \text{每百公斤生銑所需之(公斤)焦炭量}$$
$$C = \text{焦炭所含炭量之百分數}$$
$$N = \text{在廢氣中 } CO_2 + CO \text{ 之百分數}$$

綜上所述，對於土產白口生銑加砂問題，作結論於下：

- (一)土產白口生銑加砂，以加入高炭砂鐵為宜。
- (二)低砂之砂鐵，可加入爐內。
- (三)高砂砂鐵之製造，宜謀其 Rate of solution 之增進，熔點之減低。
- (四)在化熔白口生銑時，在可能範圍內，攪入適量之灰口生銑併熔，冀 Seeding 作用之生成，助長石墨炭化進行。
- (五)熔銑爐之構造及設備，應較合理完備，風量風壓等，宜詳加試驗，俾得良好結果。
- (六)白口生銑除加砂外，可加入其他助長石墨炭化之原質，川產土鋼，即為一例，其助石墨炭化之程度，較砂弱三分之二，惟其量不宜超過百分之三。五，以免生成特弱之組織。
- (七)白口生銑之加砂銑，倘在爐外，因土鐵組織粗大，含氣又多，一部砂鐵在改細其組織與去氣等；此種作用，不論是否與石墨炭化同時進行，間接皆能促進石墨炭化之進行與需要相當時間與熱量也，又因自熔銑爐中，流去之鐵水溫度本不高，更恐

生困難，故事實上石墨炭化作用之進行甚微。為避
 砂其免上述困難，故有加入爐內者，但砂之一部作
 用如燃料， $(Si + O \downarrow SiO_2 + 204000 + 2100 \text{ Cal.})$
 損失不貲，土鐵加砂，本為濟川急之需，極不經濟
 ，更宜節省，據著者意，砂鉄可在土法煉鉄爐出鉄
 槽處加入，利用鉄水之熱量，俾砂之 Solution，有

助於石墨炭化之進行，如是在化熔時，在爐內之損
 失，當可減少矣，兩年以來，國人對於建造小型新
 式煉鉄爐，為積極，但土法煉爐，仍宜稍為改善
 ，以應目下適合於澆鑄車製較具鑄件之用，不因對
 前者希望之過殷，而稍忽視也，區區管見，還漏疏
 忽之處，在所不免，謹盼指正。

試驗記號	化學成分					面	顯微組織	鑄鐵量 (公分)
	總 炭 %	石墨鉄 %	錳 %	硫 %	磷 %			
A	3.24	0	1.14	0.12	0.04	0.11	白 Cementite, Pearlite	102.5
B	3.22	1.27	2.44	0.14	0.04	0.23	白 Graphite, Pearlite, Cementite	104.7
C	3.27	0	1.42	0.12	0.04	0.18	白 Cementite, Pearlite	101.5
D	3.20	1.29	2.57	0.14	0.04	0.24	花 Graphite, Pearlite, Cementite	102.9
E	3.18	0.04	1.27	0.14	0.03	0.23	花 " "	105.0
F	3.23	1.18	2.30	0.14	0.04	0.26	花 " "	109.8
G	3.31	2.53	1.21	0.36	0.03	0.17	灰 Graphite, Pearlite, Ferrite	199.7
H	3.27	2.44	1.25	0.21	0.04	0.22	灰 " "	101.6

表 五 : 試 驗 結 果

鐵之耐熱問題

謝家蘭

普通灰口鐵，僅能應用於華氏六百五十度以下，其應用於高溫度時，須克制二項弱點。其一為 Growth，其一為萎化。所謂 Growth 者，即鐵在溫度增高或連續之冷熱後，體積之永久 (Irreversible) 增加也。普通情形而論，在華氏一千度以下，鐵尚無強烈或連續之 Growth，但有 Corroding Agents 時，(如過熱之水蒸氣等) 即或在較低之溫度 (華氏六百五十度以下) 即有 Growth 之現象可見矣。Growth 之程度，隨特別時列時，可達百分之五十以上，而鐵本身，強力量減至極低，性質亦為脆脆，比重降低，以致生鐵之 Tensile strength 完全損失，而無工程材料之價值矣。

考生鐵之所以生成此種積永久增加之原，大概可分為二種，其一為因化學作用而生較純鐵本有之組織成分間大之化合物。據 H. F. Ryan 與 H. C. Carpenter 二氏之意見，認為 Growth 之生成，主要者因爐煤氣中生鐵組織中石墨炭之導引而入於鐵內層，因而養化其化學成分，其養化最劇者為砂，砂在生鐵中，以組織成分而論，為 Iron Silicate 經養化之後，生時即化而為 SiO₂ 此二者之積均極大，致生鐵之體積大為增加。J. W. Donaldson 氏對於此項理論，曾加以補充，即在養化之前，尚有化合炭之分解一段，使生鐵體積增加，致更其養化也。其二即 T. Kultima, C. Feasidiks 與 H. Lofquist 三氏之論，謂 Growth 之組織成分，其所以生成之原因，係由於生鐵一部分不潔而膨脹，詳為分析，不

外下列數因：

- (一) 因石墨炭化 (Graphitisation) 而致膨脹。
- (二) 浸蝕 (Corrosion)
- (三) 溫度不勻 (Thermal Gradients)
- (四) 同素體之變形 (Allotropic Change)，包括膨脹與收縮。
- (五) 鑄件內部氣體之膨脹。

為便利起見，茲分為下列三種溫度解釋於后：

- (一) 在普通石墨炭化溫度 (華氏七百或八百度) 以下
- (二) 在普通石墨炭化溫度時，而在同素體變形溫度以下，即華氏九百度至一千三百度。
- (三) 在同素體變形溫度以上，即在華氏一千三百二十五度或一千三百四十度以上。

在第一種溫度時，(一) 與 (四) 二種致 Growth 之原因，不能存在，Pivo Wansky 氏曾作一種試驗，將生鐵置於菜油中加熱 (保護以防浸蝕) 證明在華氏五百七十度以下尚無 Growth 現象。組織較粗者在蒸氣中，燒達七十五小時後，即能 Growth，若在華氏六百六十度時，即生鐵內層，亦已被浸蝕矣組織較細者，即或在華氏八百四十度，因蒸氣而致內部砂浸蝕者，為最極微。此種現象，在以生鐵所製之鐵管，汽門等應用於過熱與高壓蒸氣之處，學機械者所熟知者也。由此可知，在室溫至華氏八百度之間，浸蝕為致 Growth 之主要原因，

因被浸蝕所得之養化物，佔有較大之體積，破壞牛鉄本身之 Tensility，但組織較細，能阻止浸蝕，故 Growth 極微。綜觀上述，可知在華氏六百度或七百度以下，Growth 之程度，賴於銹鉄之顯微組織，即細組織者，Growth 之程度，並不十分嚴重，組織粗者，其養化氣體之浸入，問題嚴重矣。

溫度不均勻，易於致裂，在加熱時，倘銹鉄外層之溫度，較內層溫度之升高為速；則外層膨脹較大，由此所生成之 Stress，極易致裂也。在冷卻時，外層冷卻較內部為速，即外層收縮，而內層則否，或外層收縮較外層為多，則由此所生成之 Stress 更強，得更多之裂條矣。銹鉄本身，韌性極小，故溫度較快速之增高或降低，極易生成無數之細裂紋。其種裂紋，不能使銹鉄緊結，且又增加浸蝕者浸人之機會，故 Growth 因之生成矣，鑄件內部氣體之膨脹，能生成局部之 Stress，亦易致裂也。

在第二種溫度時，在第一種溫度中所生成種種現象，皆仍存在，且因溫度之增高，更為加劇，但在較高之溫度，銹鉄之 Plasticity 與 Ductility 均有增加，此為僅一之因素使上述之種種現象，稍為低弱者也。在此溫度之原因，為石墨炭化，根據勢力理論，銹鉄最穩固之組織成分為純鉄 (Fe₃C) 與石墨炭，Pearlite 為不穩固者，在石墨炭化溫度時，分解為純鉄與石墨炭，此種組織成分之改變，增加銹鉄之韌性。在華氏八百度以下，Pearlite 之分解極微，無關緊要，但自華氏九百度起，溫度之增高，增加石墨炭化之程度甚速。在華氏一千三百四十度以上，石墨炭又將繼續銹鉄中其程度隨溫度之增減而定。故在此華氏九百度至一千三百度之間，溫度愈高，石墨炭化愈強愈速，Growth 愈大，其他如浸蝕或溫

度不均等等對於 Growth 之影響，因溫度之增高，較在第一種溫度時更為加劇。

在第三種溫度時，或在華氏一千三百四十度以上，因同素體變形之故，體積之增加極大。在此溫度，Pearlite Ferrite Mixture (Ferrite 與 Cementite) 變為 Austenite (α-Ferrite 與 Dissolved Carbon)，此種體積之增加與溫度不均，極易致裂，且其他致 Growth 之因素因溫度之增高，更行加劇，即浸蝕更速，石墨炭更速，鑄件內部氣體所生成之壓力愈大。但在此高溫度時銹鉄之 Plasticity 較大，或能阻止一部分致裂之趨向也。

簡言之銹鉄之組織較利，且含有穩固之 Carbide 較組織粗者，不易 Growth，含有低炭量之銹鉄較極輕之銹鉄，不易 Growth，且口銹鉄較灰口或花口銹鉄不易石墨炭化（因無石墨炭之故）故不易 Growth 低砂合金或白口銹鉄不易石墨炭化故不易 Growth。茲將普通合金之加入銹鉄中籍以作耐熱銹鉄者，對於 Growth 之影響，分述於后：

(一) 銘對於 Growth 之影響：銹鉄含有較穩固之 Carbide，不易 Growth，其加入能穩固 Carbide 之原素，即能減低 Growth。銘之所以加入銹鉄中以製耐熱銹鉄，即因銘能使 Growth 具有極強之韌性故也，其加入且能減低因高溫度所削弱之抵抗力。雖加入之銘，無論多寡，皆能減低 Growth，但加入量之多少，須視鐵中 Carbide 生成之多少而定。例如低砂低炭之銹鉄，較極輕之銹鉄所需之銘量為低。據 J. W. Donnison 氏研究之結果，僅含銘百分之 0.1 至 0.3 之銹鉄，在華氏一千〇二十度以下，非但阻止 Growth，且使銹鉄顯極微之收縮。又據 C. O. Burgess 氏報告，銹鉄僅含銘百分

之○。八，在華氏一千一百十度以下，對於Growth有顯著有力之阻止。但普通而論，銻鐵含銻百分之一。五，在華氏一千六百度以下，能阻止銻鐵體積之增加，倘條件耐熱及耐腐時，稍再加高銻量即可。茲將含銻量百分之三。二八之銻

化學成份	A						B						
	總炭	化合炭	砂	錳	硫	磷	總炭	化合炭	砂	錳	硫	磷	
試驗料白	3.570	3.422	3.40	0.630	0.090	0.383	3.33	2.982	1.00	0.670	1.00	1.83	2.28
原長in.	11.8885						11.8000						
在1650F. 經過十次加熱後長	12.1870						11.8350						
在1650F. 經過十五次加熱後長	12.3437						11.9350						
加熱十五次後增加之長度in.	0.2885						0.0350						
加熱十五次後增加之長度in.	0.4552						0.1350						

表

鐵，加熱至(華氏一千六百度時)五十體積之增加程度列於表一銻鐵應用於溫度達一千八百度者，須耐熱而又耐銻化，故銻量須在百分十四至三十四之間。銻鐵含有百分之二十四之銻量，絕無Growth之現象可見且耐銻化，此種銻鐵大多在電爐中冶煉之，其化學成分如下：銻，百分之廿四；砂，百分之二。五○；炭，百分之二。○○，銻鐵含有百分之三十四之銻量，在華氏二千○十度以下，絕無Growth，能阻止表面之銻化，且因無同素體變形之故，熱膨脹恆為不變，故溫度之經常增降，亦不致銻件變形也。以組織而論，少量銻之加入，減低銻鐵之石墨炭量，且使石墨炭條變小，並利於生成細硬之Laminated Pearlite。茲將銻量加入銻鐵中之多寡對於顯微組織成分改變之大概情形列於表二。

銻%	組織成分
0.00	Ferrite與Coarse Graphite
0.30	Fine Ferrite與Finer Graphite與Pearlite
0.60	Fine Graphite與Pearlite
1.00	Fine Graphite與Pearlite與Small Cementite
3.00	Graphite-Disperses
5.00	Much Massive Carbide
10.00-30.00	Fine Carbide

(二)砂對於 Growth 之影響：以普通銻鐵所含之砂量而論，砂能增進石墨化，故生成 Graphite 甚劇，但極少量成種多量之砂，則阻止 Growth。一種低砂銻鐵，名為 Pearl 者，因其組織皆為 Pearlite 與細勻之石墨炭，故亦能相當耐熱，(阻止 Growth) 其化學成分為：含炭百分之三·二五，含砂百分之二·一，含硫百分之〇·七九，含磷百分之〇·四，含矽百分之〇·一五，此種銻鐵若在普通情形冷卻，斷面為白口，倘在預熱模中冷卻，斷面則為灰口，(或在高溫度時澆鑄) 較天乏銻件，炭與砂須減低為百分之二·九與百分之〇·九。此種銻鐵，除耐熱及耐變化外，並有極強之抗張力，易於車製，具有相當之硬度。普通採用之耐熱銻鐵，為含砂百分之六至八者，其所以能阻止 Growth，賴於(一)顆微組織成分皆為 Ferrite，故無 Carbide 之分解，(二)砂加入後所增進之石墨化溫度，較 Forster 溫度為高，故避免組織之長大，不致內層變化。(三)細粒之組織，(四)堅實之 Matrix。表三示數種含砂之耐熱銻鐵，在華氏一千八

表三		GROWTH	
含砂 %	含矽 %	含炭 %	含硫 %
2.1	3.4	0.928	
2.1	5.8	0.571	
1.95	5.6	0.247	
2.5	6.1	0.011	

百三十度，經過十次加熱之後對於 Growth 之影響。此種銻鐵，應用於華氏一千三百度至一千六百五十度時，最為合宜。

倘在低溫時，須具相當之抗張力，需加入其他合金改以進其韌性。

(三)鎳對於 Growth 之影響：鎳與砂，皆助長石墨化，增加 Growth，砂自華氏九百度起增加 Growth，但鎳在此種溫度為一並不強之石墨炭化劑，故以鎳代砂，可減低銻鐵之 Growth。鎳鐵含鎳百分之一·五，含矽百分之一·〇〇，即能阻止 Growth，鎳之加入使 Carbide 較為穩固，鎳之加入使鑄件較易車製與具有相當之韌性。表四示加入鎳

表四		AsCast 九十六小時後	
含鎳 %	含砂 %	含炭 %	含硫 %
3.10	1.69	0.75	0.09
3.15	1.76	1.13	0.45
0.90	0.90	0.41	

合金後，Carbide 分解之情形，即示 Growth 之程度也。austenitic 銻鐵，因無組織上之變形，故連續之冷熱，體積無甚變更，故極能阻止 Growth；普通所採用者，其化學成分如

表五		含鎳 (甲)		含鎳 (乙)	
含鎳 %	含砂 %	含炭 %	含硫 %	含炭 %	含硫 %
14	2	4	1.25	6	1.00
18	6	2	1.00		

表五。此種銻鐵，在華氏一千二百度至一千五百度時，能阻止變化。

(四)鉍，鎢，鈳與錳對於Growth之影響：上項金屬，

加入鐵中，皆能使Carbide穩固，故皆能阻止Growth，表六示鈳對於Growth之影響，其他如鎢(鉍)鑄生鐵，亦為極佳之耐熱銻鐵，且富於韌性，高強之 Red Hardness，即

連續之冷熱對於普通與合金銻鐵之影響
次數 150 (1500F.)
化學成分 炭-3.15 矽-1.80 硫-0.12 磷-0.14 錳-0.80

合金成分					原來之抗張力	最終之抗張力	重量之增加	長度之增加
Ni	Cu	Ti	Zr	V	1000磅/平方寸	1000磅/平方寸	%	%
...	37.5	11.9-21.4	8.20	5.87
...	0.10	41.5	16.2-31.1	3.80	4.35
0.74	34.5	10.0-21.3	3.72	5.45
1.08	0.12	37.5	12.6-25.1	3.45	5.05
...	0.20	...	32.5	9.8-18.6	3.76	6.12
...	0.20	0.10	34.0	16.4-25.5	3.13	4.83
...	1.50	...	...	0.10	40.5	27.4-34.7	3.12	4.55
...	...	0.20	...	0.10	37.5	12.0-30.5	3.85	4.92
普通耐熱(Plain)銻鐵					...	4.7-5.7	4.82	7.68

表 六

在沙模中澆鑄，硬度達洛氏克萬爾“C”六十二，如內燃機之汽門座即用此項材料，其化學成分含炭百分之二·〇，含矽百分之二·二五，含鎢（或鉍）百分之四·五〇至五·五〇，含銘百分之三·〇〇。

結論：耐熱銻鐵在應用時，必須 Growth 極微，不致十分氧化，或須在高溫度時，仍有相當之抗張力及硬度。灰口銻鐵因有石墨炭之存在故較白口生鐵易於石墨炭化，即易於 Growth。炭量愈低，愈難 Growth。組織愈細，愈難 Growth。愈難石墨炭化，愈難 Growth。考士產白口生鐵，含矽甚低，即在高溫度時，保持極長之時間，亦不易石墨炭化，此作者於川產銻鐵之檢討（載工程月刊十三卷一期）中已詳述矣。若應用於華氏一千三百度以下（過高之溫度，因同素體變形，體積增加），Growth 之程度極微，故用以製造如

煉鐵用之熱風爐管，當可勝任。其他合金生鐵，當亦可採用，以目下國內而論，因原料之關係，可採用錫，鉍，矽，等等，但此種合金銻鐵，並非化學成分合宜，即能耐熱，

A.S.T.M. 對於銻鐵之規格並不十分注重化學成分，即因此故。其耐熱程度如何，須視組織之情形而定，如上述之耐熱矽銻，其成分須含炭甚低，在普通熔鐵爐中，即不易辦到，且其組織須完全為 Ferrite，或因鑄件過薄，亦難控制，如是則無為耐熱材料之價值矣。（其所以用耐熱之矽銻鐵極易損裂者，即因此故）。惟士銻之組織，在應用於高溫度時稍嫌粗大，我國產錫錳等，悉皆外銷，倘加入於士銻中，一則可改細其組織，一則可增共同素體變形之溫度，其為一更良好之耐熱材料，在理論上常無疑義，惜尚無研究，冀他日加以試驗，供參考矣。

土鐵中炭質石墨化之理論

陳樹功

目次

- 一、土鐵之性質
- 二、鐵中炭質之沉澱或石墨化
- 三、鐵中炭質之沉澱劑
- 四、鐵中雜質對炭質石墨化之影響
- 五、溫度與時間對石墨化之關係
- 六、鐵中炭質石墨化處理之途徑

本文章

經濟部鑛冶研究所冶金組王主任子祐賜予懇切指導並改正謹此誌謝

一、土鐵之性質

鋼鐵為近代國家生存之基幹，無鋼鐵便無國防，無國防便不能生存，自抗戰爆發以來，為適應抗建之需要，年來對改良土鐵問題，國內礦冶界莫不苦心從事研究希能有所貢獻也。

我國土法煉鐵雖已有悠遠之歷史，惜墨守成法不加改進以設備之簡陋，爐溫之低下，所產生鐵斷面多呈白口間或有麻口及近灰者要以為量甚微係偶然之遭遇耳。此項產品質硬而脆不合澆鑄，車削之用，誠為土鐵之最大缺點。亦即當前急須研究加以改良之問題，欲求土鐵之改良，必須先明瞭土

鐵之性質以為研究之依據，茲依軍政部重慶煉鋼廠向內地採購之土鐵成分摘錄列表於下：

表一 土鐵成分調查

原礦 成分 %	煉鐵廠名						最高與最低比較 %
	威遠	泰江	涪陵	西陽	江北 (蜀江)	重慶	
炭	8.00	8.00	8.80	8.20	2.10	2.10-8.80	
砂	0.18	0.20	0.19	0.20	2.20	0.18-2.20	
磷	0.25	0.35	0.01	0.09	0.95	0.01-0.95	
硫	0.22	0.70	0.22	0.35	0.22	0.22-0.70	
渣	0.06	0.05	0.05	0.05	0.28	0.05-0.28	
雜質	3.71	4.00	3.77	3.89	5.76	3.71-5.76	

由上表可知：土鐵中含砂之量除蜀江所產者外，俱嫌太多，此誠為土鐵斷面呈白口之主要原因，亦即反應煉鐵熱力不足之結果。

蜀江鐵廠所出之生鐵以含砂量較多，斷面為麻口或半灰口。

關於土鐵之金剛構造方面，謝家榮君曾加以研究，彼將

目前川省生鐵分二類，其一為綏江等地所產者，其另一為威遠江等地所產者。由觀察顯微組織的結果，以前者組織與近代所開高力生鐵(High tensile cast iron)組織相同，惟出品未見一律，有時體質頗硬，此與普通生鐵不甚相同，其組織為 Martensitic 組織殊難，而後者綏江威遠所產者，其組織粗大，炭素悉與鐵化合成炭化鐵(Fe₃C) 車製更加困難即退火(Hot-chamber)二十五小時以上，仍不易車製云。

由土鐵之化學成分及金屬帶造觀之，如欲改進土鐵之鑄性，適當車製，無疑必須先改進土鐵之成分及其組織，使之軟化，成為灰口，方為功也。

二、鐵中炭質之沉澱或石墨化

改良土鐵性質之根本問題，亦即由白口鐵變灰口鐵之先決條件，乃如何將鐵中炭質石墨化而沉澱。查鐵中炭質之沉澱作用，曾經多人之研究，各依其研究方法及觀察結果，作有種種之說明，可作為改進土鐵性質之理論基礎。因鐵中炭質由化合狀而變為石墨狀之微粒，類似沉澱，故此種現象均以沉澱作用而名之。鐵中之化合炭何以沉澱析離，各異其說，要而言之，可依化學觀點及金屬現象二方面加以闡明。

(一) 依化學觀點之說明：——化合炭為一種化合物，在某種情形之下，能使之溶解，成為單純原素狀態而存在，但所分成之原素，能否再成為原有之化合物，則須視外來之影響及其本身之特性而定。化合炭(即炭化鐵)溶解時之化學反應式如下：



上式反應，在炭鐵合金熔融時，方能完全析離，其熔點

之高低，須視所含之炭量而定，炭量愈多，則熔點愈低，普通生鐵之熔融溫度，約為 1130—1200 當溫度急速冷卻時，上式可起逆反應，冷後凝成之生成物，仍為炭化鐵，倘加以矽鎢等沉澱，或將溫度徐徐降低，則炭質一部分或全部分可沉澱為石墨炭。其沉澱生成之原因，若依化學上之觀點言之沉澱劑之作用，乃在間隔鐵，炭二原素化合之親和力，亦即減低炭在鐵中之化合性與溶解性，因而炭質得保持其獨立之分子狀態分佈於鐵質中，倘由另一方面而加以觀察，沉澱劑不獨能促進炭素之石墨化，且能增加純鐵(Fe)之生成，加沉澱劑於鐵液中之時，若加以少量之灰口鐵更能有促進沉澱之作用，此誘導現象，一如化學反應中者然，尤合科學上之解釋條件。

至於溫度冷卻緩急問題，可視為一種物理作用，當鐵液徐徐冷卻時，炭能在鐵中，保持其分子狀態之固定性與位置，若急速冷卻，即驟然收縮，則鐵炭之分子成混亂狀，而互相衝擊，結果鐵炭二原素易於碰合而結成化合物。

(二) 依金屬現象之說明：——鐵中炭質之沉澱現象，可由顯微鏡之觀察而得以相當之解釋，今從沉澱劑與熱處理後二者之現象，加以說明如次：

(A) 加沉澱劑後之觀察，在熔合成分(Eutectic Composition)之生鐵熔液中，加矽為沉澱劑時，冷凝後乃顯為 Cementite Carbide 與 Austenite 二者，然而矽究竟存在者何之中，經高氏(Gomferrman)等之研究認為存諸於二者之中。司氏(Stead)更作進一步之說明，謂低矽之鐵中矽在 Austenite 成矽化物(Silicide)狀態，若矽量增加，其中一部分與炭化合而成炭矽化鐵(Carbon-Silicide of Iron)，然在高矽合金中，彼

尋出種不同之Cementite化合物。因炭砂化合物殊不安定，石黑炭更由此而析出，並證明砂鐵之擴散作用(Diffusion)。在某種限度內，石黑炭之生成，且隨砂量而增加。

(B) 懸處理後之觀察：在熱處理時，溫度由735°C降至733°C之間，須慢慢冷卻，始能生成沉澱者乃因Cementite需有充分之時間始能沉澱，由顯微(Microscopic)觀察及膨脹(Expansion)觀察之結果，得知在高熔合溫度(Fusible Temperature)至低熔合溫度(Metastable Temperature)之間，炭鐵合金中之Cementite乃係介穩(metastable)之物質易於解離，如急速冷卻因無充分解離時間，故依然以Cementite形態存在，不能得石黑炭也。

三、鐵中炭質之沉澱劑

可作還原生鐵中炭質用之沉澱劑，有砂及鋁二種金屬，前者已為廠家所採用，而後者僅在學理上研究而已，蓋以砂價較鋁為廉，沉澱作用之效力亦較高也。其他如鎳銅等金屬在鐵炭合金中亦有沉澱作用，惟效力至微，且影響所製成生鐵之機械性質甚大，故鮮有用之者，姑略而不論。

現採用作為沉澱劑之砂，為砂鐵合金(Ferro-silicon)，其加入鐵液為沉澱劑用時，恒有一定之限度，經多人試驗之結果認為如超過此限度，反為不潔。加砂之量以0.25-0.8%為最佳，鐵中余硫多時亦可酌予增加砂量。

鋁之沉澱作用，曾經Keep, Hors, E. Hogg, Melland及Waldo諸氏之研究，證明其作用未能如砂之有一定規律性；在其試驗紀錄中，以加0.2%時，慢慢冷卻者為最佳。可將含炭量0.56%之鐵液為石黑狀，如再增加鋁量，其生成

之石黑炭反為減少，又據W. P. Brown氏之研究，加鋁少至0.2%以下，於灰鐵中時且有恒定之軟化作用云。

最後對於所加之沉澱劑，以純淨為宜，以免發生副作用，致影響鐵質也。同時對於沉澱劑之特性，亦須加以考究，查砂鐵以採用砂(14%)與(14%)二種成分為宜，以其熔點溫度較低，施用之活動範圍內而增大，損耗亦可望減少，由砂鐵合金之Freezing Curve觀之便明。

四、鐵中雜質對炭質石墨化之影響

生鐵中之物理與化學性質，乃由其化學成分及構造成分而決定。生鐵中之主要雜質為砂、硫、錳及磷等原素，各雜物中，在某種限度內，有利於生鐵中炭質之石墨化性質者，亦有相反作用而有害於沉澱作用之生成者。同時所含雜質中，彼此間常能起一種化學副作用，以資互相調節。茲將各雜質對沉澱作用或石墨化之影響，簡述如下，以供調節鐵中雜質之參考焉。

砂——生鐵中含砂之量不一，土鐵有少至0.1%者，惟灰口生鐵通常在0.5-1.3%之間。砂對生鐵之性質影響至大，生鐵含砂0.1-1.0%者，其壓碎強度(Crushing strength)為最大，含砂1.3%者，則變為軟生鐵，故生鐵之軟硬或斷面早灰口或白口，砂之含量多寡，實為其決定之因素。當生鐵中含砂0.5%而硫、錳成分低時，經徐徐冷卻之處理，能將Cementite完全沉澱，同時砂質影響生鐵之鑄性亦甚大，砂能減少收縮性，當冷鑄時，又能增加其流動性(Fluidity)。因砂能減少生鐵之硬度，故鑄鐵者(Foundrymen)通稱砂為「軟化

劑 I (Softener)。此外砂量之增加，生鐵之凝固點 (Freezing Point) 亦隨之略加增高，惟變遷不大。

硫——製造灰口生鐵中，最討厭者，莫如硫磺。其在鐵中具有與砂相反之作用，即使炭質趨向化合狀態而存在。硫多由焦炭中而來，故煉生鐵時對此等燃料必須儘先選擇，硫之作用約大過砂之十五倍，即鐵中含硫 0.1% 需有 1.5% 硫化錳 (MnS)。生鐵中錳對硫化鐵之還原作用，其化學方程式於下：



上式之反應關係 D. Levy 與 Schurz 等氏曾詳加研究討論，錳對於鐵炭合金組織有相當之影響，含錳量低時，合金中所成者為 Cement 與 pearlite 之混合，含錳量多時 pearlite 之變化點 (Change point) 即將逐漸減低片性 (Lamellar Character) 之構造將為粒狀或 Sorbitic 狀所代替，但錳量增加至 8% 時則變成 Austenite 之結晶不易解離。普通灰口生鐵以含錳約 0.3% 為宜，如硫質多時，可略增加，最多不能超過 1% 為度。含錳多時能增加生鐵之硬脆性，車製不易，並能增加澆鑄時之收縮性。

磷——在生鐵中磷與其他雜質相似，與鐵化合成為 Fe₃P。最初研究者為 Perry 氏，曾指出由 Fe₃P 至 Fe₂P 六種磷鐵化合物之生成。繼起研究者為 Seardi 氏，研究結論曾指出下列三點：

- (一) 若鐵 (不含炭) 含磷由微量至 1.7% 時將生成 Fe₃P，而在固體溶液中。
- (二) 若鐵中含磷 1.70—10.20% 時，Fe₃P 在鐵中將成他種溶液。

(三) 若鐵中含磷 0.20—15.56% 時 Fe₃P 將為熔合混和物 (Fusible Mixture) 之組織成分。

磷在生鐵中之作用，須視所含之雜質而異，惟在低砂而含磷 0.1% 以上時，能增加化合炭量，惟磷尚有一種特性，能影響固化時間之延長。普通炭鐵合金在 Manganese Stage，固化之時間不外幾分鐘之久，若加磷後，則能加長固化時間，殊有益於炭之石墨化，然亦有一定之限度和環境，當生鐵固化時，須含至少 1% 以上，同時磷量不多，則常能促進炭之石墨化而沉澱，惟磷量太多時，則反生成化合狀炭矣。普通灰口鐵中，含磷約 0.1%，然亦有至少 0.04% 者。

五、溫度與時間對炭質石墨化之關係

沉澱作用，雖以加沉澱劑為使其生成之主因，惟處理時溫度之變遷，時間之久暫，亦為決定沉澱現象之要素。前章曾述明 Cementite 在 1132—730°C 時，係在不安定狀態，苟蒙充分之冷卻時間，則易解離為鐵與炭。倘不加沉澱劑，僅能經過熱處理，作階段式逐漸冷卻，而將高純度之炭，鐵合金中之炭石墨化，由此不但可見溫度與時間二因素，對沉澱作用之重要性，且打破以前傳統學說中，不加沉澱劑或必須含相當量始能將炭沉澱之偏見。

在熱處理中炭質石墨化，其作用可分為二階段 (Stages) 第一階段在 300°C (約 1700°F)，第二階段在 760°C (約 1400°F)，由第一階段至第二階段須徐徐冷卻每小時降低 100°C，此階段有名之中間階段 (Intermediate stage) 者。

表二 各階段中炭素之組成：

Point	Graphite %	Austenite or Cementite Total Combined %	Total %
A	0.00	0.83	0.92
B	0.08	0.83	0.95
C	0.14	0.83	0.76
D	0.60	0.83	0.35
E	0.92	0.83	0.00
F	1.13	0.63	0.00
G	1.43	0.72	0.00
H	1.67	0.08	0.00

鐵中炭質在初步石墨化(The Initial Stage of Graphitization)之生成中，時間與溫度之影響關係，依據H. A. Schwarz與Maria K. Barnetti二氏之試驗紀錄，似在300°C石墨化之作用較速，至800°C、700°C及900°C時，逐漸變緩，沉澱等量之炭質，而需較長之時間。依據前人之試驗結果，炭質石墨化量之計算方法得以推知如下式所示：

$$C = aT \dots \dots \dots (A)$$

C為炭質石墨化量，T為時間，若鐵中原含石墨炭量為0.007%及常數a之值用小平方方法(Method of Least Squares)求得為0.00812，代入(A)式得：

$$C = 0.00812T + 0.007$$

然依Schlitz-Stroz二氏之意見，以為石墨化與時間之關係，在二十小時以後，乃直線式之增加，故其計算式(A)或：
 $C = 0.00052T + 0.007 \dots \dots \dots (B)$

以上二式，其計算方法求得為0.00052，代入(B)式得：

$$C = 0.007 + 0.00052T$$

但一各家之意見(A)(B)二式似均欠合理，仍綜合變為下式：

$$C = (0.00052T + 0.007) = a(T - b) \dots \dots \dots (C)$$

b為第一次反應(Second Reaction)時，起首之時間。0.00052T + 0.007可視為初步反應時間T之所生之炭量(%)為常數，係能加以計量之反應率。

六、土鐵中炭質石墨化處理之途徑

由上述各章，對土鐵之性質鐵中炭質石墨化之原理，雜質，溫度與時間對炭質石墨化之影響，可獲一綜合之概念，而作土鐵熱力處理之參考。茲將土鐵熱處理之設備，程序，及須加試驗確立者，略舉於次：

(一) 試驗之基本設備

- (A) 化驗設備
- (B) 熔鐵爐
- (C) 耐火鉗鍋及鐵模
- (D) 電爐
- (E) 金屬試驗儀器
- (F) 物理性質試驗設備

(二) 操作程序

- (A) 熔鐵
- (B) 澆鑄
- (C) 熱處理
- (D) 品質之試驗
- (E) 試驗之紀錄

其目的在測定煤之種類及其分量，而確定何者最適宜無
最利於合白口鐵變成灰口。
(B) 發覺煤液過程中，溫度與時間之應如何調節，使不

致虛耗燃料及浪費時間。
(C) 確立軟化最經濟之方法及程序，以供給冶金工廠之
採擇施行。

