

物探、化探在紅透山找矿勘探中的应用

101队物探队

(一) 物化探普查阶段的方法

我們在清原地区用中小比例尺 1:25000 物化探找銀、銅矿，採用了磁法和化探两种方法。磁法用来找含磁性矿物（磁黄铁矿、磁铁矿等）的銅矿脈及进行地質填图。物化探普查所应用的 1:25000(250×30m 测网)发现了这个銅矿脈。化探在根据銅量所圈定的精查区中找到了紅透山銅矿。图 1 为普查銅量与磁異常綜合图。从图上看，紅透山本区（即 101₁区）有三条測綫均有化探異常，說明：1:25000 测网是合适的。图 1 中 101₂-101₁区由于也有北东方向延長約 3000 公尺的銅量帶，因此肯定了 101 区是有远景的。

化探普查或者精查工作取样深度都是 40 公分（B 层即殘积或坡积层，是銅量較富集层位），根据清原片麻岩地区各处取样层位試驗的結果，証明是合适的。

虽然銅量是銅矿床上部氧化帶在形成殘积、坡积层的同时形成的，但复杂帶受地形和矿脈产状影响，往往与原生矿脈間有位移（本区約为 20—50 公尺左右），因此仅仅根据銅量佈置輕型山地工作是不可靠的。並且無論从銅量的平面图或剖面图，都不能指出矿脈的空間产状（如傾斜、延長、延深等），因而这些問題就需要綜合物探方法来解决。

利用中等精度的（均方誤差 ± 25r）磁法所进行的普查結果，反映出（見图 1）紅透山一带有許多磁異常分佈。这些磁異常的特征是呈长条状分佈的，这些长条状磁異常帶，虽然其成因可以作多种的推測，但这些磁異常与銅量的密切关系，使我們可能推測：

①硫化矿床中具磁性磁硫铁矿的存在；②这些磁異常也可能是磁性岩脈（如磁鉄片岩、輝綠岩、煌斑岩等）引起。我們知道銅鉄矿脈与基性岩脈間往往有一定空間上和時間上的关系，因而磁異常是有意义的。

磁法和化探在普查綜合利用过程中，往往採用 250×40m 测网进行，有时在后期工作中採用 500×40m 测网进行磁法，而利用 250×40m 进行化探，对紅透山这样的矿化带来說，这两种测网都能够发现。

有一个时期，我們同时用三种方法（磁法、化探、自然电流法）进行 1:25,000 剖面面积，后来由于区

域电場不稳定，使自电結果不能达到精度要求，所以在普查工作中自电法在本地未广泛使用。

在以找銅为主，並綜合勘探其他矿产的前提下，实际工作証明，用磁法与化探結合共同剖面面积的工作方法是

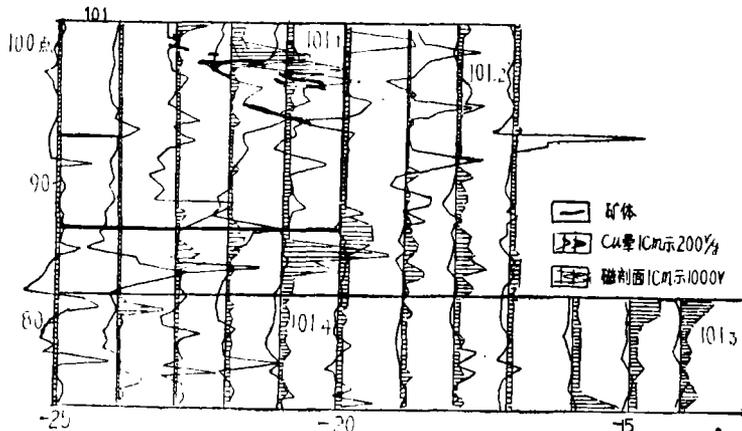


图 1. 紅透山磁法、化探綜合图

行之有效的。这說明了物、化探在普查阶段稍微走在地质工作前面或同时进行，可以更快地发现有意义地区或地表不易观察的地区。我們改变了单纯检查矿点，零星地佈置詳、精查区工作的做法，而採用撒开网鋪开面，並用不漏魚的网来捕捉矿化異常。地质工作所积累起来的丰富地质資料，和区域的成矿規律給物、化探普查指出了方向。不仅如此，經過輕、重型山地工作所驗證的物、化探普查異常的地质成因結論，更使物化探便于解釋获得的区域異常，从而大大地提高了物、化探成果的地质解釋的水平。

如果仅仅将物探資料按时提交給地质队，地质队按物探資料进行山地工作，这种表面看来配合还算不錯，实际上只是形式上的。所謂配合，应该是物探和

和地質共同研究、解釋異常，佈置輕型山地工作，並根據在工作中所碰到的問題，進一步佈置物探工作，以指導下一步重型山地工作。也就是在地質工作中，物探和地質是交叉平行作業有機的配合。如果看法不一致會引起一些爭論，但爭論本身會促進客觀規律完全徹底地發現，因此，當爭論得到統一的意見後，我們的工作水平就能不斷的提高。

(二) 物化探詳、精查結果

在破而立新的基礎上，物、化探在紅透山地區根據 1:25,000 的普查成果直接投入 1:5,000 (50×20m) 精查工作。這種由 1:25,000 中小比例尺直接飛躍到 1:5,000 詳、精查測網的應用方法，加快了对紅透山物探精查區的圈定。我們運用的是大家所熟知的原則：“精查以自電、磁法、化探先掃面積，然後作精密剖面進一步驗證”。

紅透山所進行的 1:5,000 物、化探掃面積工作開始就獲得幾年來從未見過的典型的 A 類（礦體）異常〔註①〕。精查銅量得到含銅量很高的高含量量

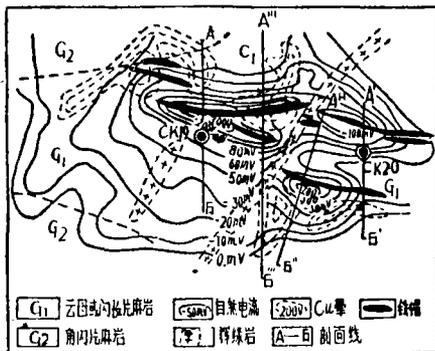


圖 2. 紅透山物化探綜合圖

點，同時磁異常與銅量平行，位移不大，約三十公尺。應特別指出的是自電法得出與上述磁法異常銅量極為吻合的人字形分佈的負心，極值達 -360mV (圖 2)。

我們把這些成果綜合一起，在野外立即晒成草圖，並主動地會同地質人員一起研究使用。根據這張草圖共同佈置了 13 綫，20 綫，10.5 綫等槽探。

槽探的結果是變化多端的，首先看到紅泥狀鐵帽和所謂“含銅石英脈”（現已證實為鈣鈉長石偉晶岩，系脈中夾石），有的槽未見任何與礦有關的標誌，當時解說不一，對本區估價意見大有出入。於是我們緊接著投入電極距為 50、150、250m 的聯合剖面法。在 10.5 綫，13 綫，20 綫，都得到較好的礦交點與

其他方法異常吻合。

這種綜合異常與下述解說矛盾。首先含銅石英脈與聯合剖面交點的形成相矛盾，也和銅量形成相矛盾。因含銅石英脈極難風化，同時石英脈是高電阻的。其次，高含量銅量與含水斷裂帶矛盾，因為如果是含水斷裂帶，那麼銅量是哪儿來的？並且異常範圍和聯合剖面各種深度所反映的礦交點與有小礦的說法大相矛盾。據我們所探的鐵帽用半定量比色分析的結果含銅量很高。

與此同時，根據化探採樣的較詳細描述編制了下列圖紙：土壤顏色分佈圖，土壤顆粒度分佈圖，土壤中岩石碎屑圖，露頭分佈圖〔註②〕。用這些圖與自電負心，磁異常綜合一起得到一份地質草圖，極概括地勾繪出雲母片麻岩和角閃片麻岩界限，同時也勾出鐵帽轉石分佈範圍，這個範圍恰與自電負心分佈吻合。根據土色和土壤顆粒也得到紅透山區 B 層分佈概況，這對銅量進一步解釋起了一定的作用。

這個階段，物探與地質緊密結合的形式很多。比如，物探和地質技術人員隨時的交談工作中實際觀察情況，物探提出那裏有異常，過幾天後地質就驗證，並告訴我們：“那一個異常附近已經見到鐵帽；那裏與樹基溝礦區地質條件一致”等。

平時，隨便扯一扯對異常解釋也很重要。如地質同志看到含銅石英脈和銅量結果說“石英很難風化的，如果承認含銅石英脈後，銅量的形成就無法說明”。物探根據定性推斷，隨時向地質說：“含水斷裂帶與銅量來源是矛盾的”，這種看來極平凡的隨便交談，却彼此增強了信心，共同得到進一步的認識。我們就這樣彼此鼓勵和共同提高，以及共同堅持紅透山有礦的基本認識。

(三) 勘探階段中物、化探成果的应用

紅透山根據槽探揭露實際情況，迫切需要解決下一步如何作的問題。當時提出兩種方案，第一個方案主張沿已被揭露的鐵帽處向下用井探揭露原生礦石，和礦體產狀；另一方案則是打普查鑽。但後者當時是依據不足的，因為沒有把礦體的產狀搞清。為此問題，我們在 13 綫作了精密剖面得到典型的各種方法異常（圖 3），並根據自電負心按脈狀礦體氧化後所得負心的 q 與 m 值按公式

$$h = 0.47; h = 0.5m$$

q 為負心極值 $1/2 \Delta$ 座標， m 是切綫在座標上的截

綫(以上參看圖3)。

最后用圖解法得到:

$$q = 136m; m = 97m$$

代入上述公式得:

$$h = 52m \sim 50m$$

h 的意義即硫化礦脈在氧化帶的氧化后, 由于电

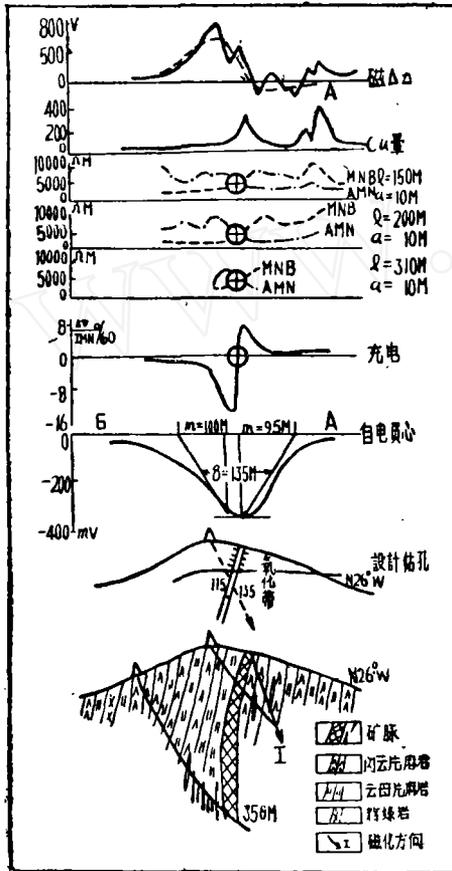


图 3. 紅透山13号綫綜合剖面圖

池作用, 則在氧化帶中礦脈與圍岩的界面上, 产生电位跳跃, 形成类似电池的負极端点(圖4), 因而形成負电流中心(負心), 由圖4看到 h 是礦脈與圍岩氧化还原界面, 距地表的埋深。

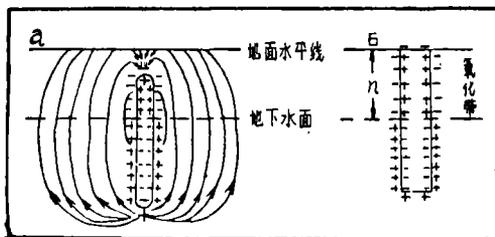


图 4. 硫化矿床在氧化带形成自电负心理論圖

投入鑽探时如何摆鑽是当时最迫切需要解决的問題。上述推定的礦脈, 傾向及氧化帶深度(約 50m), 再加上联剖法三种不同电极距都有矿交点, 而且交点明显, 說明矿体导电性很好, 即矿脈可能为电子导体, 金屬矿物連續分佈, 預測有益矿物元素的富集可能有致密矿体存在。圖4上两个銅盘表示, 可能有两个平行矿脈。

上述結果表明, 根据綜合方法解釋, 結果完全可以做为摆鑽的根据, 因而設計了 CK₁ 孔; 目前这些推断大都已被証实。

我們提出的紅透山 CK₁ 孔, 具体佈置如下: 孔位应佈置在 71/13 綫(物探綫号点在山脊处)

野外实測(28/联1綫)木槽处; 可能見矿深度 115m, 出矿深度为 135m, 鑽孔点設計为 150m; 鑽孔方位应为 N9°W; 鑽孔傾斜为 75°; 鑽孔設計编号为 CK₁ 孔。

实际 CK₁ 孔的鑽探結果为: 孔位佈置稍在(28/联1綫)实測木槽之后約 10m; 100m 和 132m 見矿一条, 在 122m 和 134m 出矿; 矿体品位很高, 为致密型矿石。

对比上面建議和鑽探結果是比較吻合的。

进行 CK₁ 孔的同时, 对 20 綫 CK₂ 孔也进行了設計, 由于 13 綫 CK₁ 孔設計对矿体了解較清楚, 因此 CK₂ 孔的設計就不难了。此后相应又进行了許多鑽孔, 經驗告訴我們, 物探的綜合成果, 可以作为設計鑽孔的重要依据。只要充分联系实际与正确的綜合解釋, 对典型綜合的 A 类異常解釋和驗証, 一般不至于完全落空的。

随意的写出重点鑽孔設計書和編制設計推断圖(如图4), 是一項物化探与地質正确緊密結合的較好形式。虽然我們的技术水平还是很低的, 同时当进行反演的过程假設条件不对的話, 在推断解釋中也可能不正确, 甚至完全錯了, 但这并不妨碍我們积极向这方面努力。不过移交这种鑽孔設計書和推断書时, 应仔細介紹和說明这些根据, 征求同志們意見, 特别是和地質人員共同研究。

物、化探的推断解釋工作, 要全面考虑綜合运用。如果各种方法都得出一个結論, 这时才能給予初步地肯定解釋。关于物、化探異常定量反演解釋是應該做的, 但要充分进行野外观察。例如: 当时我們依据 13 綫自电負心用公式推算氧化帶大致深度約为 50 公尺, 同时也由于在野外槽探观察氧化帶較深(当时井探已掘 5m 深; 仍是紅泥状鉄帽)和 13 綫山脊与山沟高差約为六十公尺, 如果从山沟以微弧形画一地下水推

想界限，也可图解出矿体氧化带约为五十公尺的结果（参看图3）。有了这种实际观察和推想，当时才能初步解释矿体氧化带不小于五十公尺。

为了提高物化探推断水平，必须对比推断，即用已知区成果，对比未知区异常的推断解释方法。如果掌握更多的方法再综合一起，或者利用更多的参数，如红透山区水化学等，则对推断解释有更大的帮助。

红透山磁法精密剖面、平面图基本上说明了两种成因：一个是磁性岩脉所引起长条状分布磁异常，异常极值较大，超过 $10^3\gamma$ 左右；而另一种是与矿脉中磁硫铁矿和少量磁铁矿引起中等强度异常，其值达 $10^2\gamma$ 数量级，但磁异常往往是一种成因，或更多磁法干扰因素共同引起混合磁异常；如图3， ΔZ 曲线很紊乱，并且是锯齿状，但是从总的平均曲线看来（见图3中 ΔZ 平滑曲线A），按磁倾角 $\delta_0=60^\circ$ 则只有 $S26^\circ E$ 倾斜磁性体才能产生SE方向正异常，而NE为负异常的曲线。我们对清原地区磁异常解释一般就采用这种定性方法，图3与实际矿脉倾向相吻合，但是这种磁异常推断，并不是经常行之有效的。

联剖法在红透山应用得到最典型的矿交点，参看图3，1号矿脉上方联剖矿交点，曲线分开明显而宽大，并且三种不同电极距都有同样明显的矿交点，看来三种深度联剖曲线电极距加大，交点愈明显愈好，这就说明1号矿脉可能是个巨大良导体。同时根据曲线AMN和MNB极大值或极小值的连线，见图3，则又可定性说明良导体连向倾向倾斜方向而倾斜，这一点与磁异常对矿脉倾向推断的结论是一致的。

群、精查铜量结果（见图2）是复杂的，但有一点应该指出，即铜量的形成有的是几条平行矿脉共同分散而生成共同复杂量。铜量的平均值都较高，但是图3中铜量剖面值不高，并且连续有两个铜量高值点。当时曾推测可能是由于表土较厚，但实际观察过去该处曾开过荒地，并且1号矿脉NW侧可能还有平行脉的存在。

物性参数测定也得到令人满意的结果，从曲线上查明，红透山地区含水铁帽和浮土以及水的电阻率是低的，其他围岩都较高。本区辉绿岩和煌斑岩是强磁性，其他磁性较弱。

总结上述物、化探成果在勘探中的应用，除了上述地球物理分析，对综合异常的地质解释是我们惯用的办法。比如根据树基沟区地质经验，我们知道矿脉多沿片麻岩片理生成，也就是说片麻岩片理普遍控制着矿体产状。当我们知道红透山片麻岩都是向SE倾

斜 $65^\circ-85^\circ$ 的规律后，联系上述各方法成果分析，就得到矿体倾向SE约 $65^\circ-80^\circ$ 倾角。

(四) 对远景评价的尝试

为了证明勘探网度放大后，矿体是否连续，以及矿体侧伏，水平延长和其他产状问题等，我们用充电法来解决，通过工作（参看图5和图6）得到下述结论：

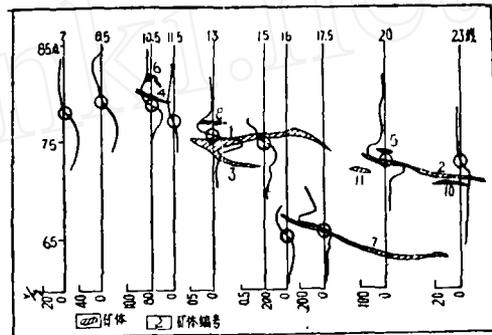


图5. 红透山充电平面剖面图

1. ①号矿脉与②号矿脉不相连；被磁性地质体切开。图6①号矿脉与②号矿脉被磁性辉绿岩切开，并且坑道证实辉绿岩是成矿前的。

2. ①号脉与③号脉是相连的。目前2号坑内已经证明①号矿脉与③号矿脉确实连着。

3. ①号脉与⑥号矿脉不相连（参看图6），已被山地工程证实。

其次，通过充电法工作，揭露了许多主矿体附近尚存在平行脉（图5）并且由于充电零点向西端的连续性，证明①号矿脉西端是侧伏的（参看图5）不仅如此，也证明矿体分布总的看来与自电负心形状一致，是人字形分布的。

为能及时紧密而正确与地质配合，物探工作者必需经常地了解地质的现实问题，主动的设法以各种物探方法配合上去，力求解决这些问题。例如：我们进行钻孔CK₁孔物化探工作时，就了解到钻孔见矿后储量计算时充电法的需要，于是我们就做好这方面的准备。并且积极收集其他方法对矿体连续性，平行脉

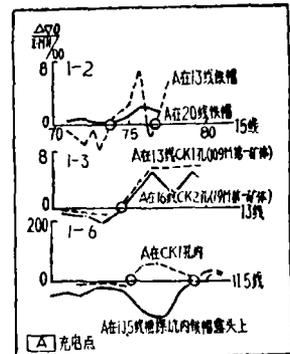


图6. 红透山(101.1区)异点同线充电图

的分佈、矿体的延长、側伏等問題的单一方法結論。如本区扫面积后自电負心就初步勾繪出矿脈平面分佈形状和範圍。

在上述阶段所取得的資料及結論基础上，我們曾进行物化探成果和当时的地質資料进行嘗試性矿量計算。其根据如下：各主要矿脈的連續性已查明；各主要矿脈平面走向长度已被自电法和充电法所圈定；各主要矿脈經 CK₁、CK₂、CK₃ 三孔已获得銅的平均品位；各主要矿脈地表氧化带中鉄帽寬度已統計；各主要矿脈向地下延深估計为若干公尺，根据若干区对矿芯体重測定約为 3.6，按上述条件計算得到約为 × × 万吨銅矿量。

用物化探成果計算矿量誤差可能是很大的，顧功叙先生曾提出可允許 200% 的誤差。我們認为用物化探成果評价远景，先要看一看当时当地的物化探工作程度。前面所提到的 6 項根据是否已經具备？特别是品位、厚度和向下延伸三个数据是物化探无能为力。因而任何脱离地質輕重山地工作結果，所計算的物化探矿量都是不可靠的。有了上述六項根据，还要看应用方法上是否得当合理。故紅透山的矿量計算，只能認为是对矿区矿量一种远景評价的嘗試。

当紅透山开始在确定选厂厂址时，物探联剖法和 1:5,000 物、化探地質綜合图仍起了显著作用。在厂址上佈置了二条檢查性联剖法 (α = 150m)，証明无矿交点，並且該处 1:5,000 物、化探工作也沒有異常，因而最后选定了現在的厂址。

紅透山目前許多生产試驗性物、化探工作仍在进行。如放射性测量用来配合找稀有元素，电測井和密度測井也圍繞岩心採取率不高而努力做試驗。水化学和底沉积以及感应法已經初获結果。並且正在进行着其他种种方法試驗的設計。如植物探矿法，更重要的是过去成果推断解釋，今后仍要不断通过日益掘进的坑道和鑽探成果給予再推断，再解釋。

(五) 幾点体会

紅透山的发现，是由于党的正确領導，偉大整风运动，以及五八年大跃进的结果。我队党委領導在发现和勘探紅透山全部过程中，大力支持先进同志和物探队，組織並領導物探与地質正确而紧密地协作。在当时物探和地質曾組織成技术小組，就是我队党委的指示。这个組已經按照党的指示初步地完成了它的任务，並且获得撫順市委所給予的光荣集体奖励。

苏联专家所給予地質和物探的帮助也是个重要原

因。本区在五六年，瓦良卓夫专家曾建議物探沿浑河大地壘北部羽毛断裂中圈定长方形約 100~200 公里的面积，用小比例尺物化探扫面积。結果就在这个测区内发现了紅透山。专家还認为最好是綜合队。即：地質、化探、物探、化驗綜合組成的队，便于协作。苏联物化探专家 N. M. 克維亚特柯夫斯基，于五七年曾亲临本区指导物化探工作，对方法及测网应用給予重要的指示。特别是 1:25,000 测网 (250×30m) 就是克維亚特柯夫斯基专家的建議。

物、化探工作必須与地質紧密而正确地結合。具体說来，物化探要配合地質工作解决最迫而且可能解决的地質問題。从发现紅透山的过程中，我們体会到物、化探方法虽然是地質科学的較先进的技术，但它是一門年青而未成熟的地質科学技术。因此，它所能解决的問題也並不是十拿九穩的。这样，地質同志应了解到物化探工作的这种未成熟性，要想正确佈置物、化探工作，或取得应有的成果，就必須在整个工作过程中取得地質工作的协作配合。

物化探工作同志應該深入了解地質問題，主动地提出配合解决这些問題的物化探方法。我們所以主張物、化探要走在地質工作的前面，也是为了能主动的配合地質工作。經驗証明物化探与地質正确結合，只有在普查和勘探各个过程中，使工作走在前面，才能避免被动。看来物探与地質在我們这里是循环指导的。紅透山物化探其特点之一，就是物化探走在地質前面佈置了工作，从而能及时在槽探、井探、鑽探、計算矿量、选择厂址等各阶段，較早提出技术意見帮助了整个地質勘探工作。同时，地質获得山地工作結果后，又反过来帮助了物探。紅透山銅矿的发现，物化探工作系统的测网应用，仍是很重要的。

用小比例尺 (1:25,000) 普查找矿，直到現在仍然进行着。1:10,000 (100×40m) 通常我們不使用。主要因为它在普查找矿中的速度慢，赶不上大跃进的要求。但是也不能完全否定它。例如：紅透山外圍目前就很适合做 1:10,000 詳查，在紅透山本区所进行的 1:2,000 (20×10m) 並沒有比 1:5,000 成果得到更多新的異常。

化探銅量目前找銅的較为直接方法，紅透山普查銅量起了先鋒作用，但在精查当中，並不如其他物探方法更好。看来化探銅量也往往有最高量銅量，而其經濟价值却不大，因而对銅量来源应仔細研究。

对紅透山銅矿进行鑽探設計时，物探所用的联剖

(下轉第 3 頁)

念。目前在這些方面存有較多的問題，必須加以正視，迅速採取措施加以改進。

會議認為，為保證工作的質量，首先要職工中廣泛進行質量教育，使大家認識工作質量的重要意義，自覺的為改進質量而努力；第二、必須健全生產技術工作的責任制，從各級領導到工人羣眾都明確樹立保證質量的責任感，明確為保證質量所必須完成的責任，並加強對責任制執行貫徹情況的監督檢查；第三、健全和貫徹執行技術操作規程、工作制度等。規範制度和操作方法是生產技術實踐活動的總結，具有重要意義，我們只能修訂其中某些不合理的條款，而萬不可隨意否定；第四，從各個方面加強對工作質量的管理，特別是加強對質量的生產技術管理。

紅透山現場會議所交流的上述技術業務工作經驗，不僅對當前工作具有現實意義，而且為今後的找礦勘探工作指出了前進方向。在現有礦區及其外圍堅持深入細致的工作，堅持地質、物探、化探緊密結合的找礦勘探方法，切實保證工作質量和認真加強綜合研究，力求以規律性的認識去指導找礦勘探，把工作中的盲目性減免到最低限度。這三點就是形勢發展給我們指出的前進方向。過去幾年內，我們在這些方面作了不少工作，積累了一些經驗，也獲得了一定成績。今後的任務是要求在這些方面具有更高的自覺性，積極主動的去進行工作。完全可以相信，只要我們堅定循此前進的信心，大力開展這方面的工作，在現有礦區及其外圍的找礦勘探成果是一定可以期待的。

堅強的政治思想領導，是技術業務活動的靈魂。101 隊在去年大躍進中積累了在地質勘探工作中加強政治思想領導的經驗，創造了一些生動具體的虛實結合的領導形式。這些都是使技術業務工作獲得較好成就，使技術業務活動創造並積累了經驗的根本原因。因此，在技術業務工作中，必須堅持政治掛帥，加強黨對地質工作的領導，經常了解羣眾的思想情況，運用各種羣眾運動的形式，通過羣眾路綫的工作方法，充分發揮廣大職工的智慧，使地質工作的大躍進建立在既有沖天的干劲，又有科學的分析的基礎上。

（上接第12頁）

法起了顯著作用。但究其本質，不過是解決地下是否有導體的存在。同時，由於聯測法往往是各種方法最後使用，因而常易給人一種感覺，聯測有礦交點就好，就可以打鑽的說法；當然最正確的是綜合各種方法所得到的一致解釋，才能給予初步評價。

紅透山配合鑽探放寬網度和遠景評價，充電法也起了一定作用。它所解決的礦脈側伏、連續、產狀、延長等問題，還受地質工作程度的限制。比如沒有露頭及見礦的鑽孔就很難充電。因此，充電只能在地質勘探階段中應用。但這種方法仍是大大提倡的。

及時提交異常草圖是加強物化探與地質協作的較好形式。因此，就要求物化探及時出圖，確保質量，及時修正結論，及時的尋求地質的幫助。不僅如此，我們認為鑽孔設計書及設計圖也都應該在鑽孔施工前提交地質使用。這項工作愈快、愈綜合，起的作用就愈大。物化探工作結合實際地質觀察，做些定量計算仍是必要的。我們認為物化探工作必須深入化，對一

些新問題，應該有所嘗試。比如評價遠景礦量，物化探是能夠有所貢獻的，即使誤差很大，其結果也是有益的。但是，在各種條件不夠時，最好不要勉強計算礦量進行評價。我們主張：即使有最充分的物化探異常依據，加上較真實地質說明（如品位、厚度、延深等）所計算出來的礦量，也只能認為是遠景評價，不能與地質正規礦量計算相提並論。

由於紅透山區地質工作仍然進行着，對礦床的礦石組份對物化探異常的反映，特別對一些不好解釋的異常其成因尚待研究弄清。

儘管紅透山區應用了多種物化探方法，但由於方法本身深度所限，在地下超過物化探勘探深度的盲礦體尚有許多未被查明，我們今後必須積極向這方面努力。在投入 1:25,000 普查範圍內還有較大盲礦存在的可能。

註：①參看本刊1959年第7期清源片麻岩地區地球物理勘探銅礦的經驗一文。

②關於採樣描述，另有專文總結。