

物化探找矿思路浅析

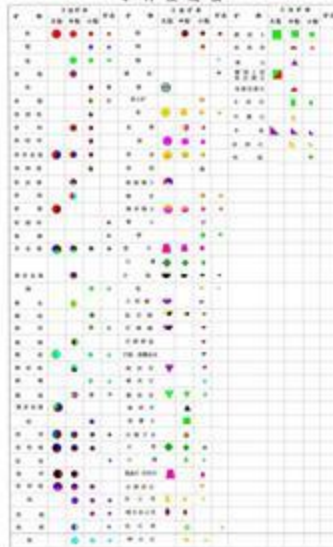
赵云

中华人民共和国 内蒙古自治区成矿区带图

比例尺 1:1500000

内蒙古自治区日、煤、铁、有色金属成矿区带

矿种及规模



1. 能源矿产 (Energy Minerals)

2. 金属矿产 (Metal Minerals)

3. 非金属矿产 (Non-metal Minerals)

4. 其他矿产 (Other Minerals)

5. 矿产规模 (Mineral Scale)

6. 矿产分布 (Mineral Distribution)

7. 矿产储量 (Mineral Reserves)

8. 矿产产量 (Mineral Production)

9. 矿产投资 (Mineral Investment)

10. 矿产开发 (Mineral Development)

11. 矿产管理 (Mineral Management)

12. 矿产规划 (Mineral Planning)

13. 矿产政策 (Mineral Policy)

14. 矿产法规 (Mineral Regulations)

15. 矿产标准 (Mineral Standards)

16. 矿产技术 (Mineral Technology)

17. 矿产教育 (Mineral Education)

18. 矿产科研 (Mineral Research)

19. 矿产宣传 (Mineral Promotion)

20. 矿产合作 (Mineral Cooperation)

21. 矿产交流 (Mineral Exchange)

22. 矿产贸易 (Mineral Trade)

23. 矿产金融 (Mineral Finance)

24. 矿产保险 (Mineral Insurance)

25. 矿产法律 (Mineral Law)

26. 矿产道德 (Mineral Ethics)

27. 矿产文化 (Mineral Culture)

28. 矿产艺术 (Mineral Art)

29. 矿产体育 (Mineral Sports)

30. 矿产娱乐 (Mineral Entertainment)

31. 矿产休闲 (Mineral Leisure)

32. 矿产旅游 (Mineral Tourism)

33. 矿产健康 (Mineral Health)

34. 矿产安全 (Mineral Safety)

35. 矿产环境 (Mineral Environment)

36. 矿产生态 (Mineral Ecology)

37. 矿产气候 (Mineral Climate)

38. 矿产地质 (Mineral Geology)

39. 矿产生物 (Mineral Biology)

40. 矿产化学 (Mineral Chemistry)

41. 矿产物理 (Mineral Physics)

42. 矿产数学 (Mineral Mathematics)

43. 矿产统计 (Mineral Statistics)

44. 矿产计算 (Mineral Calculation)

45. 矿产测量 (Mineral Measurement)

46. 矿产制图 (Mineral Mapping)

47. 矿产摄影 (Mineral Photography)

48. 矿产遥感 (Mineral Remote Sensing)

49. 矿产GIS (Mineral GIS)

50. 矿产数据库 (Mineral Database)

51. 矿产信息系统 (Mineral Information System)

52. 矿产决策支持系统 (Mineral Decision Support System)

53. 矿产专家系统 (Mineral Expert System)

54. 矿产模型 (Mineral Model)

55. 矿产模拟 (Mineral Simulation)

56. 矿产预测 (Mineral Prediction)

57. 矿产评价 (Mineral Evaluation)

58. 矿产比较 (Mineral Comparison)

59. 矿产分类 (Mineral Classification)

60. 矿产命名 (Mineral Naming)

61. 矿产描述 (Mineral Description)

62. 矿产记录 (Mineral Record)

63. 矿产报告 (Mineral Report)

64. 矿产论文 (Mineral Paper)

65. 矿产书籍 (Mineral Book)

66. 矿产手册 (Mineral Manual)

67. 矿产指南 (Mineral Guide)

68. 矿产目录 (Mineral Catalog)

69. 矿产索引 (Mineral Index)

70. 矿产附录 (Mineral Appendix)

71. 矿产参考文献 (Mineral Reference)

72. 矿产致谢 (Mineral Acknowledgment)

73. 矿产前言 (Mineral Foreword)

74. 矿产后记 (Mineral Afterword)

75. 矿产附录 (Mineral Appendix)

76. 矿产索引 (Mineral Index)

77. 矿产目录 (Mineral Catalog)

78. 矿产报告 (Mineral Report)

79. 矿产论文 (Mineral Paper)

80. 矿产书籍 (Mineral Book)

81. 矿产手册 (Mineral Manual)

82. 矿产指南 (Mineral Guide)

83. 矿产目录 (Mineral Catalog)

84. 矿产索引 (Mineral Index)

85. 矿产附录 (Mineral Appendix)

86. 矿产参考文献 (Mineral Reference)

87. 矿产致谢 (Mineral Acknowledgment)

88. 矿产前言 (Mineral Foreword)

89. 矿产后记 (Mineral Afterword)

90. 矿产附录 (Mineral Appendix)

91. 矿产索引 (Mineral Index)

92. 矿产目录 (Mineral Catalog)

93. 矿产报告 (Mineral Report)

94. 矿产论文 (Mineral Paper)

95. 矿产书籍 (Mineral Book)

96. 矿产手册 (Mineral Manual)

97. 矿产指南 (Mineral Guide)

98. 矿产目录 (Mineral Catalog)

99. 矿产索引 (Mineral Index)

100. 矿产附录 (Mineral Appendix)

1. 能源矿产 (Energy Minerals)

2. 金属矿产 (Metal Minerals)

3. 非金属矿产 (Non-metal Minerals)

4. 其他矿产 (Other Minerals)

5. 矿产规模 (Mineral Scale)

6. 矿产分布 (Mineral Distribution)

7. 矿产储量 (Mineral Reserves)

8. 矿产产量 (Mineral Production)

9. 矿产投资 (Mineral Investment)

10. 矿产开发 (Mineral Development)

11. 矿产管理 (Mineral Management)

12. 矿产规划 (Mineral Planning)

13. 矿产政策 (Mineral Policy)

14. 矿产法规 (Mineral Regulations)

15. 矿产标准 (Mineral Standards)

16. 矿产技术 (Mineral Technology)

17. 矿产教育 (Mineral Education)

18. 矿产科研 (Mineral Research)

19. 矿产宣传 (Mineral Promotion)

20. 矿产合作 (Mineral Cooperation)

21. 矿产交流 (Mineral Exchange)

22. 矿产贸易 (Mineral Trade)

23. 矿产金融 (Mineral Finance)

24. 矿产保险 (Mineral Insurance)

25. 矿产法律 (Mineral Law)

26. 矿产道德 (Mineral Ethics)

27. 矿产文化 (Mineral Culture)

28. 矿产艺术 (Mineral Art)

29. 矿产体育 (Mineral Sports)

30. 矿产娱乐 (Mineral Entertainment)

31. 矿产休闲 (Mineral Leisure)

32. 矿产旅游 (Mineral Tourism)

33. 矿产健康 (Mineral Health)

34. 矿产安全 (Mineral Safety)

35. 矿产环境 (Mineral Environment)

36. 矿产生态 (Mineral Ecology)

37. 矿产气候 (Mineral Climate)

38. 矿产地质 (Mineral Geology)

39. 矿产生物 (Mineral Biology)

40. 矿产化学 (Mineral Chemistry)

41. 矿产物理 (Mineral Physics)

42. 矿产数学 (Mineral Mathematics)

43. 矿产统计 (Mineral Statistics)

44. 矿产计算 (Mineral Calculation)

45. 矿产测量 (Mineral Measurement)

46. 矿产制图 (Mineral Mapping)

47. 矿产摄影 (Mineral Photography)

48. 矿产遥感 (Mineral Remote Sensing)

49. 矿产GIS (Mineral GIS)

50. 矿产数据库 (Mineral Database)

51. 矿产信息系统 (Mineral Information System)

52. 矿产决策支持系统 (Mineral Decision Support System)

53. 矿产专家系统 (Mineral Expert System)

54. 矿产模型 (Mineral Model)

55. 矿产模拟 (Mineral Simulation)

56. 矿产预测 (Mineral Prediction)

57. 矿产评价 (Mineral Evaluation)

58. 矿产比较 (Mineral Comparison)

59. 矿产分类 (Mineral Classification)

60. 矿产命名 (Mineral Naming)

61. 矿产描述 (Mineral Description)

62. 矿产记录 (Mineral Record)

63. 矿产报告 (Mineral Report)

64. 矿产论文 (Mineral Paper)

65. 矿产书籍 (Mineral Book)

66. 矿产手册 (Mineral Manual)

67. 矿产指南 (Mineral Guide)

68. 矿产目录 (Mineral Catalog)

69. 矿产索引 (Mineral Index)

70. 矿产附录 (Mineral Appendix)

71. 矿产参考文献 (Mineral Reference)

72. 矿产致谢 (Mineral Acknowledgment)

73. 矿产前言 (Mineral Foreword)

74. 矿产后记 (Mineral Afterword)

75. 矿产附录 (Mineral Appendix)

76. 矿产索引 (Mineral Index)

77. 矿产目录 (Mineral Catalog)

78. 矿产报告 (Mineral Report)

79. 矿产论文 (Mineral Paper)

80. 矿产书籍 (Mineral Book)

81. 矿产手册 (Mineral Manual)

82. 矿产指南 (Mineral Guide)

83. 矿产目录 (Mineral Catalog)

84. 矿产索引 (Mineral Index)

85. 矿产附录 (Mineral Appendix)

86. 矿产参考文献 (Mineral Reference)

87. 矿产致谢 (Mineral Acknowledgment)

88. 矿产前言 (Mineral Foreword)

89. 矿产后记 (Mineral Afterword)

90. 矿产附录 (Mineral Appendix)

91. 矿产索引 (Mineral Index)

92. 矿产目录 (Mineral Catalog)

93. 矿产报告 (Mineral Report)

94. 矿产论文 (Mineral Paper)

95. 矿产书籍 (Mineral Book)

96. 矿产手册 (Mineral Manual)

97. 矿产指南 (Mineral Guide)

98. 矿产目录 (Mineral Catalog)

99. 矿产索引 (Mineral Index)

100. 矿产附录 (Mineral Appendix)

1. 能源矿产 (Energy Minerals)

2. 金属矿产 (Metal Minerals)

3. 非金属矿产 (Non-metal Minerals)

4. 其他矿产 (Other Minerals)

5. 矿产规模 (Mineral Scale)

6. 矿产分布 (Mineral Distribution)

7. 矿产储量 (Mineral Reserves)

8. 矿产产量 (Mineral Production)

9. 矿产投资 (Mineral Investment)

10. 矿产开发 (Mineral Development)

11. 矿产管理 (Mineral Management)

12. 矿产规划 (Mineral Planning)

13. 矿产政策 (Mineral Policy)

14. 矿产法规 (Mineral Regulations)

15. 矿产标准 (Mineral Standards)

16. 矿产技术 (Mineral Technology)

17. 矿产教育 (Mineral Education)

18. 矿产科研 (Mineral Research)

19. 矿产宣传 (Mineral Promotion)

20. 矿产合作 (Mineral Cooperation)

21. 矿产交流 (Mineral Exchange)

22. 矿产贸易 (Mineral Trade)

23. 矿产金融 (Mineral Finance)

24. 矿产保险 (Mineral Insurance)

25. 矿产法律 (Mineral Law)

26. 矿产道德 (Mineral Ethics)

27. 矿产文化 (Mineral Culture)

28. 矿产艺术 (Mineral Art)

29. 矿产体育 (Mineral Sports)

30. 矿产娱乐 (Mineral Entertainment)

31. 矿产休闲 (Mineral Leisure)

32. 矿产旅游 (Mineral Tourism)

33. 矿产健康 (Mineral Health)

34. 矿产安全 (Mineral Safety)

35. 矿产环境 (Mineral Environment)

36. 矿产生态 (Mineral Ecology)

37. 矿产气候 (Mineral Climate)

38. 矿产地质 (Mineral Geology)

39. 矿产生物 (Mineral Biology)

40. 矿产化学 (Mineral Chemistry)

41. 矿产物理 (Mineral Physics)

42. 矿产数学 (Mineral Mathematics)

43. 矿产统计 (Mineral Statistics)

44. 矿产计算 (Mineral Calculation)

45. 矿产测量 (Mineral Measurement)

46. 矿产制图 (Mineral Mapping)

47. 矿产摄影 (Mineral Photography)

48. 矿产遥感 (Mineral Remote Sensing)

49. 矿产GIS (Mineral GIS)

50. 矿产数据库 (Mineral Database)

51. 矿产信息系统 (Mineral Information System)

52. 矿产决策支持系统 (Mineral Decision Support System)

53. 矿产专家系统 (Mineral Expert System)

54. 矿产模型 (Mineral Model)

55. 矿产模拟 (Mineral Simulation)

5

1、工作部署的思路

1.1区域展开、面中求点

“区域展开，面中求点”是物探化探工作取得找矿成果的主要模式。扩大已有找矿区带的范围，大面积开展普查找矿，是在地域上和矿床类型上有新突破的重要途径。中国已经实现了航空磁测、航空放射性，区域的化探和区域重力调查。

通过查证磁异常、放射性异常、区域化探异常找到了大量的铁矿、铀矿和金矿，这是找矿思路的成功典范。据统计，中国20%的铁矿是通过查证航磁异常发现的；94%的铀矿是由地面放射性方法、航空伽马能测量首先发现的，自20世纪80年代以来，几乎所有新发现的金矿床都是区域化探异常发现的。

1.2就矿找矿寻找盲矿

50年代初中期，物探化探工作几乎全部布置在已知矿区及其外围，找到了大量的盲矿和外围矿，为扩大已知矿区的规模做出了重要贡献。如：湖北大冶铁矿，四川攀枝花，内蒙白云鄂博，内蒙孟恩陶勒盖银矿。

评价古采点（老硐）、群众报矿和区域地质调查或普查中发现的矿点，也属于就矿找矿。由矿点、矿化点经物化探工作或物化探配合地质工作升格为矿床，甚至是大型矿床的，也有大量成功的实例。如：西藏玉龙铜矿，新疆阿舍勒铜多金属矿，西藏羊八井地热田，内蒙额仁陶勒盖银矿，白音诺尔铅锌矿等。

到目前为止，就矿找矿仍是一种基本的找矿方式。按这一思路部署工作时，要注意时序问题，物探化探工作必须先行，不能与地质工作齐头并进，以免信息滞后。另外，用这一思路在已知矿区深部和外围、已知矿点、矿化点附近找矿时，普查面积不能过小。因为类似矿体的产出部位往往有相当大的间隔（ $n \times 1000$ — $n \times 10000\text{m}$ ），主矿体的产出部位往往远离已知矿化露头，这已在许多矿例中见到。

1.3物探、化探工作应贯穿找矿各阶段

物化探技术在矿产的预查阶段对发现矿床作用极大；在普查阶段对发现盲矿，判断矿体产状、延伸和连接情况可起重要作用；普查之后，在矿床勘探阶段充分运用物探化探技术，通常还会有新发现，即使不能扩大储量，也可大大节约勘探费用，缩短勘探周期。建国以来的找矿史中，普查、勘探周期长的（有的长达数十年）大多没有及时部署物探化探工作或没有及时部署合理的综合物化探工作。

在找矿的各个阶段，当具备物探化探工作前提时，上不上物探、化探工作，其找矿效果大不一样。

1.4直接找矿与间接找矿并举

应用效果最好的油气、煤炭和地下水勘查都以间接的找矿为主。除调查、了解成矿环境外，主要是圈出可能的含油气、煤炭、地下水的层位及局部构造。近年来在的油气方面已采用化探、激电、磁法等非地震方法，试图判别地震圈出的局部构造的含油性，以便实现“直接”找油。在找水方面，也在使用核磁共振，激电等方法判定电阻率法圈出的可能含水地是否有水和水量大小。在找金过程中，曾用电法、高精度磁测有效地追索覆盖层下的含矿破碎带。

总之，只有既重视直接找矿，又重视间接找矿，才能充分发挥物探化探工作在矿产资源勘查中的作用。

1.5方法选择要遵循优化组合的原则

由于物化探异常的地质起因往往是多解的，在复杂的情况下需多种物化探方法相互配合，才能较圆满地完成找矿任务。根据物性条件，控矿地质条件（地质、地球物理、地球化学模型）、地形和交通条件以及每种方法本身的特点。本着既不多余又不缺少的原则，优选物探化探方法组合，也是找矿成败或影响找矿周期的重要因素。

在我国，直接找矿工作从单方法异常多解的困惑到强调多方法综合利用，走过一段曲折的路：①50年代用磁法找磁铁矿十分有效，曾认为有一定强度的磁异常就是磁铁矿引起的，但在多处打钻验证都未见矿，后经研究物性才确认是各类火山岩引起，特别是大兴安岭的酸性火山岩（流纹岩），其剩磁很强，其它地方的火山岩也有类似情况。②50年代中期用电法追索浅部硫化矿床，效果也好，但在大范围开展工作后，也遇到许多如地形、破碎带、黄铁矿化、石墨化等因素引起的非矿异常，使电法的效果大受影响。③50年代前期用电阻率法曾多次落空（例如在白银厂外围、中条山外围 曾对大面积等电位线法发现的异常进行验证。均以见到碳质岩层而失败）。

④50年代曾对单元素化探土壤异常进行检查，因深部情况了解不够，钻探验证结果不甚理想。究其原因，一是因为主矿体不一定在化探异常最强部位之下，且产状不清。再者，一些化探异常仅为浅部矿化或剥蚀后的尾矿晕引起，固而也发生过找有色金属矿效果不佳的时期。⑤自50年代末期起，开始重视对某一方法普查发现的异常用另一种参数的方法进行检查，有时还用综合方法进行普查以便综合找矿和综合解释异常。采用这种方式，找矿效果大大提高。特别是化探物质探相结合，或是化探异常用物探方法检查，或是物探异常用化探方法检查。均使物探、化探异常的验证取得高命中率。⑥在找矿史中，也有许多投入综合方法过多，有些方法重复，作用不大的例子。

2、在综合异常定性时，判断异常的地质起因要注意以下问题

2.1从已知到未知和注意发现新类型、新矿种并重

“从已知到未知”是物探化探异常解释的基本准则之一。这里的“已知”首先是指工作区内或邻近地质已知地质起因的异常，通过追索，类比已知异常，推断未知异常地质起因，可靠性较大；同时也是指外工作区内，外邻近的已知成矿地质条件和已知矿异常特点，据此筛选出位于已知矿成矿地质条件相同或相似地段的异常和异常特点相近的异常进行验证，成功的把握也较大。

“从已知到未知”不能绝对化。同一地区同一矿种可能有几种矿床类型；控矿构造可能有多组方向；同一类矿体可能产生不完全相同的地质环境中；更主要的是在工作区内可能存在不同于已知矿体的新矿种、新类型。因此，既要从已知到未知，寻找与已知矿床类似的矿床；又要有创新的思想，同样注意那些与已知异常特点不同，所外地质环境或矿化特点不同的那些异常。不能在没有认真推断解释和查证的情况下，就将后一类异常列入另册。

例1、江苏栖霞山铅锌银矿体原为小型锰矿、验证自电和化探异常，却发现了大型铅锌银矿。

例2、陕西八卦庙金矿先发现了褐铁矿化石英脉含金，从1981年——1987年，用了7年时间找石英脉型金矿，但品位普遍低。此后在化探金异常中心布置槽探验证，发现宽达100余米的含金蚀变千枚岩，从此发现新类型矿化，矿体规模达特大型。

例3、贵州老万场全矿，1983年土壤侧量就圈定出金的高含量异常区；用于找原生金矿，1985年再次查证该金异常，也未将土壤中的高含量视为矿，而中止工作；到1992年进行资料二次开发时，才重视这一土壤测量异常，并发现了新类型——红土型金矿。

例4、1957——1958年，据地面磁测异常发现了陕西大西沟铁矿，求得储量不足1000万吨。1996发现航磁异常后，经地面磁法详查，1969年布5孔验证，都只见薄层磁铁矿。此后由于地质人员辨认出了肉眼难以识别的菱铁矿，才得以突破。实际上该矿床以菱铁矿为主，次为菱铁—磁铁矿及少量磁铁矿体。这一认识的提高，储量增至3亿吨。

2.2要善于分析成矿地质条件的复杂性

在定性解释异常时，不重视异常部位成矿地质环境的分析是不对的，但同样主要的是必须高度重视成矿地质条件的复杂性，除上面提到的情况外，还会遇到下列复杂情况。

(1) 地表成矿环境不利，地下有利

例1、内蒙古白音诺尔铅锌矿床矿卡岩型，依据激发极化异常在矿区西南的火山岩之下，找到了矽卡岩型矿体。

例2、在山东西尚庄铁矿的找矿中，根据位于闪长岩出露区的磁异常，在闪长岩的下接触带找到主矿体。

例3、1972年验证由黑龙江双鸭山铁矿引起的磁异常时，探槽中见到变质岩，地表又散布大量玄武岩转石，就推断异常由玄武岩引起，因而中止工作，1993年再次研究该异常时，才认识到地表所出玄武岩不能引起实测异常，因而再次验证，孔中见到厚达百米的矿体，成为大型矿床。

(2) 当异常存在石墨化，黄铁矿化等干扰源时，不要就认定是不利的。

例、吉林山门银矿床，1979—1981年，采用1:1万激发极化磁法和少量土壤测量发现了长达5000m，宽1000—1500m， M_s 为6% —30%的规模巨大、强度很高的激电异常。认为一级异常由石墨化、黄铁矿化大理岩引起，次级异常由硫化物矿体引起。1982年认为有找金前景，进行槽探揭露，由于未分析Ag而无突破。1984年重新分析Ag，结果发现石墨化，黄铁矿化大理岩就是含Ag矿层，银矿规模达大型（Ag储量为1752吨）。

(3) 地表只见矿化，地下有盲主矿体。

例1、辽宁八家子铅锌矿床，1954—1961年发现并查证1:5000土壤测量异常，只发现不连续矿化，认为不具工业意义。1984—1987年又投入1:1万激发极化磁法和土壤侧量，验证激电、化探综合异常，在60—110m深处发现6个盲矿体，达中型。

例2、江西曾家垅锡矿，地表只见铜铅锌矿化，地下见锡矿体。

(4) 地表露头矿体小，深部有隐伏大矿体。

例1、广西钦甲锡铜矿床，1985年检查航磁异常发现小矿体露头，因规模小，而停止工作，1961年验证强磁异常，控制了浅部9个矿体。1966—1972年验证低缓磁异常见主矿体，使矿床达中型。

例2、云南三山铜银多金属矿，1980年区调发现铅锌矿点10处，因规模小而停止工作。1993年查证该区面积达3.5km²的区域化探异常，经验证综合物化探异常找到盲矿，银、锑达大型，铜、铅为中型。

(5) 地表所见矿床类型无工业价值，深部的另一类型有价值。

例、陕西泗人沟铝、锌矿床，1959—1964年区调时查证土壤测量异常发现，但认为属石英脉类型，无进一步工作价值。1981—1983年1:5万水系重新发现该异常。1984年投入1:1万岩石侧量，1985年进行钻探验证，在深部发现了充填型脉状矿体，达中型。

(6) 地表所见矿种无工作价值，地下却有另外有价值的矿种

例、河北矾山磷铁矿床，1959、1961、1969、1970年4次找铁，施工6孔，均因铁矿品位低而下马。1973年再次验证磁异常，见80m厚的磷矿层，因可综合利用，所以成为大型工业矿床。

(7) 已知矿种矿床规模小，地下有另一矿种规模大。

例1、江西城门山铜矿床和武山铜矿床，地表均为小型铁矿和铁帽，地下为大型铜矿。

例2、安徽鸡冠石银（金）矿床，1965年验证激发极化异常只见富硫含铅的磁铁矿、褐铁矿，1971年再次验证时，发现岩芯含Au、Ag较高。1983年重新分析钻孔付样，发出了一个大银矿。

2.3从重视强异常到也注意弱异常

筛选物探异常时，人们往往首先注目强异常；筛选化探异常时，人们往往首先注目“高大全”异常（指强较高、范围大、元素组合多的异常），这是对的。依据强异常、高大全异常，找到了许多矿床。但是也经常发生在强异常、高大全异常区找不到矿，在弱异常和小异常区却找到了矿。有时还找到了大矿。磁法找磁铁矿，激电找多金属矿。化探找贵金属矿都经历了从重视强异常到注意弱异常的类似历史。

影响物探异常强度的有物性差异，异常源大小，埋深，产状等多种因素；影响化探异常强度和范围的有异常源大小，埋深、剥蚀情况、覆盖情况、表生地球化学环境、地形特点多种因素，因而仅依据异常强度和范围筛选异常是不足取的。在这方面，根据物探低缓异常和“剩余异常”（指由实例异常减去已控制矿体引起的异常之后部分）找到的大矿前面已有举例，在此不再重复。根据弱小或小的化探异常找到的大矿有辽宁排山楼金矿（金最高异常值 4.5×10^{-9} ，异常面积 22 km^2 ）、四川嘎拉金矿（金最高异常值为 9.5×10^{-9} ，异常面积 20 km^2 ，在当地该异常值不算高）、贵州烂泥沟金矿（金异常处于高背景区和低背景区分界线附近低背景一侧，因而不明显）、甘肃大水金矿（金异常最高值 3.0×10^{-9} 连续也不好）和湖南青京寨金矿等。再举一个生动的例子：1959年，验证物化探异常发现了吉林红旗岭一号岩体中的中型铜，镍矿床（镍金属量5.38万吨）。1964年在该区进行大会战时，逐个验证了所有高值磁异常，无重要发现。会战即将结束前，最后选择了一个弱小异常（ M_{15} ，磁化率为300—500nT，只在1:1万图上2条线有异常，土壤测量Ni仅有一个点异常— 20×10^{-6} ）。进行了大比例尺详查后，Ni、Cu、Co异常明显增高，同时具有磁高，电阻率低，极化率高和负自电异常综合异常特点，经踏探揭露发现了7号岩体中的大型矿床（镍金属量20.44万吨）。

3、查证异常的经验

实践证明，室内评价、排序、筛选异常是必要的，但可靠性一般不高。要想尽快在众多异常中筛选出矿致异常。目前最有效的方法是大量现场查证异常。最好是100%查证，因为经常发生室内排序靠前的异常找不到矿，而排序靠后的异常却找到了矿，甚至是大矿。

异常查证的实践证明，有时一次查证就是找到了矿，但多数情况往往经过多次查证，甚至几上几下才找到了矿。我们寻找的矿床，可能出露于地表，更可能隐伏于地下；出露于地表的，少数主体已显露，而更多的是只露端倪，有的肉眼可能识别，有的肉眼难以辨认；矿床所对应的异常，有强有弱，有大有小；我们拥有的资料，有详有略、有全、也可能不全；找矿工作者的技术水平有高低之分，工作者经验有丰富与贫乏之别，因此一次查证见矿与多次查证见矿大多属正常现象，当然也有工作失误而导致几上几下的。不管属于哪种情况，只要工作者坚持查证到底，直到查明了异常源的主体和其主要矿化属性，查证的效果就是好的。在未查证异常源的主体和主要矿化特点前就中断工作，必然拖延找矿的周期。我们许多矿床的发现时间长达几十年主要就是缺乏查证，验证异常坚持到底的精神。

3.1 查证异常的模式应是Ⅲ—Ⅱ—I，分布进行，Ⅲ级是关键

原地矿部将异常查证分为3个阶段：踏勘检查（Ⅲ），详细检查（Ⅱ级）、和工程验证（Ⅰ级）。情况简单（例如地表矿、出露好等等）运气又好的话，一次Ⅲ级查证就发现了矿，甚至找到了主矿体。然而多数情况下，一次Ⅲ级查证没有查明异常起因，或仅见了规模不大的矿化露头，或仅拣到了矿化转石，难以做出肯定或否定的结论。这时需要根据对找矿前景的判断和异常区大小，覆盖情况、寻找矿种肉眼可辨认程度等因素，做出放弃或再次Ⅲ级检查或进入Ⅱ级检查阶段的决定。

总之，简单情况下，一次Ⅲ级检查→Ⅰ级，复杂一点的是多次Ⅲ级检查→Ⅰ级，复杂程度高的地区一次或多次Ⅲ级→Ⅱ级→Ⅰ级，非常复杂的情况是一次或多次Ⅲ级→Ⅱ级→多次Ⅰ级。

例如：湖南癞子山银铅锌矿床是Ⅲ级→Ⅰ级模式。贵州烂泥沟金矿床是3Ⅲ→Ⅰ模式。湖南万古金矿是4Ⅲ→Ⅰ模式。四川马达柯金矿床是5Ⅲ→Ⅰ模式。辽宁排山楼金矿是2Ⅲ级→Ⅱ级→Ⅰ模式。新疆康左尔、马头滩金矿床是3Ⅲ级→Ⅱ级→Ⅰ级模式。新疆萨瓦亚尔顿金矿是3Ⅲ级→Ⅱ级→Ⅰ级模式。

更复杂的情况已在前面叙述中举了不少例子，在下面验证异常首孔（首批孔）不见矿的原因一段中也将举例，不再此重复。总之，原则上在查证异常时不要越级，从Ⅲ→Ⅰ级模式只是特别。

3.2验证异常首孔（首批孔）不见矿的原因要做具体分析

前面叙述中已举过这方面的例子，现在汇总于下：矿体形态复杂（安徽安庆铜矿床）；推断埋深误差过大（新疆天湖铁矿床）；推断矿体产状错误（广东天堂多金属矿体）；水系或土壤异常位移（四川大陆乡稀土矿床）；受斜磁化影响，矿体不在异常中心下方（河北相二庄铁矿床）；刚好打在矿体尖处（广东长坑金矿—富湾银矿床）。

利用综合异常时，对主异常选择不当。例如：安徽东兴盐矿，1970年据重力圈定的盆地中心布3孔，均未见矿，后借鉴江西省的经验，依据电测深曲线类型布孔，于395.36—593.76m见盐矿层。犯这种错误的原因是地质人员不重视物化探成果，移动验证工程位置所致。又如，山东张泉金床，1989年验证1：1万土壤测量异常，2个验证孔均布在异常之外，均未见矿，1990—1991年新布钻孔都移到全异常范围内，就见矿并发现主矿体。

3.3 注意肉眼难识别的矿种

在找矿过程中出现几上几下的原因之一，是化验项目不全，漏掉了肉眼不易识别的矿种。

例1、云南乐马银矿，1980年前勘查铅锌矿，因规模小而停止工作；1984年1:5万土壤测量发现了强Ag异常（Ag最高含量为 1000×10^{-9} ）；1985年查证Ag异常，仅古采矿渣就求出银储量110吨，往后续工作。银储量达2011吨。

例2、湖北银洞沟金矿，1971年根据群众报矿发现铅锌矿化石英脉，1973年布置1:2000岩石测量 1km^2 ，发现Ag、Pb、Zn、Cu组合异常，1974—1975年施工17孔验证，仅4个孔见铅、锌、银矿体，且规模小，埋芷深。1974—1983年，开展1:1万岩石测量 56km^2 和孔中原生晕测量，激发极化 3.14 km^2 。发现地表银矿化规模大，转而找银，1985年提交银储量1449吨（银矿体出露地表，位于浅部）。

例3、湖北金井咀金矿，1973年验证1:2000磁和激电异常，布18孔，仅见小岩体，接触带上的蚀变及少量铜矿化，因而停止工作，1985年采岩芯原生晕样品，由于分析了Au，发现了Au的高含量，转而找金。1993年提交金储量12吨。

3.4 对有希望的异常要敢于坚持验证到底

在世界著名的赫姆洛金矿的发现过程中，戴维·贝尔在前27孔均不理想的情况下，还坚持继续钻探，终于在第28孔中见到主矿体，足见其工作魄力，我们要想找到世界级矿床，也应有此气魄！中国也有类似例子。但在很多情况下，当遇到验证孔第一孔不见矿，又解释不了异常起因时，往往因魄力不够而下马。例如安徽向阳铁矿，山东西尚庄铁矿、广东天常多金属矿等都是在第一孔不见矿都未作进一步研究而草率下马，于几年，乃至十几年以后又验证见矿的。还有的第一孔（第一批孔）虽见矿了，在未深入进行验证后的再解释工作的情况下，只因品位低，矿体小而停止工作，这都是不恰当的。

我国也有许多坚持验证，终至成功的例子。

例1、北京沙石铁矿床，1958年就依据了解1：5000磁法资料，推断矿体是向斜构造。此后历时16年，经3次验证，于1974年证实了物探推断结果，储量净增1亿吨。

例2、湖北许家坡全银矿等矿床，湖北许家坡金、银矿是第13验证孔见矿的；山东王旺庄铁矿是第8孔才见主体矿体的；新疆阿舍勒铜矿，安徽龙桥铁矿和湖南康家湾铅锌银矿都是第7验证孔才见到矿体或主矿体的；还有一批矿床，是第2、第3、第4孔……，钻遇矿体或主矿体的。

例3、广东长坑金矿及富湾银矿床，在查证化探异常发现地表金矿体后，因产状不清，布一交叉孔控制深部矿化情况，结果两孔均未见矿。在这种情况下可以推断矿体延深不大，就此终止工作，但他们坚持验证，第3孔见矿。后经证实，交叉孔中有斜孔与矿体倾斜一致，自然不可能见矿；另一斜孔刚好打在矿体局部尖灭处，使得该见矿的孔未见矿。

例4、 云南大红山铁铜矿床，1966年验证磁异常之前，推断矿体埋深100m左右，矿层厚度40m左右，实际于99m深处见矿，但见5层0.5—3m薄层矿后，一直钻到450m未见其它矿体，遇到这种情况有些人会终止工作。但他们经计算发现，尚有3000nT剩余异常；重新研究异常后，推断深部隐伏矿体埋深540m左右，坚持继续钻进。结果于590m处见矿、矿体总厚181.5m,一个大型铁矿被发现了。

例5、 湖南七宝山铜多金属矿床：1958年验证地磁 M_1 异常于150m，深处见厚41m的含铜矿铁矿体。接着按400m×400m勘探网布孔，位于磁异常之外的4个孔均未见矿，因而中止工作。若不深入研究不见矿的原因，打了这么多孔不见矿就没有勇气再一次工作。他们分析了不见矿的原因是由于按地质传统做法造成的。于1996年重新按异常布孔，见矿良好，发现了一个大型多金属矿床。

3.5 重视验证后的再解释和井中物化探工作

既然地下有矿而第一孔（或第一批孔）不见矿的原因如此之多，那么或一（或几）钻下去不见矿，也不见可引起异常的地质体就停止工作是没有道理的。在这种情况下，应投入井中物探化探工作，寻找井旁、井底育矿。在无法投入井中物探化探工作时，也应依据验证孔取得的地质、物性资料作为控制条件，由物探、化探人员和地质人员共同进行验证后的再解释工作。并依据再解释结果提出继续验证或停止验证的建议。地质与物探。化探人员结合不够，共同的、反复研究不够，这也是有些矿区几上几下，拖长见矿周期的重要、常见原因之一。

我国的井中磁测曾发挥过重要作用。

例1 验证山东济南铁矿磁异常时，位于磁异常中心的ZK1孔钻至470m只见岩体，未见矿。井中三分量磁测工作在孔深220m处发现规则的井旁异常，推断ZK1北侧有育矿体存在。在ZK1北东70m处布ZK2孔验证，于224m深处见23.77m铁矿体。

例2 在河北郝庄铁矿，井中三分量磁测工作在50个钻孔中共发现井底异常2处，井旁异常9处，经验证这11处异常均由铁矿体引起。

4、科学技术进步促进了找矿 效果的提高

物化探提高找矿效果的主要途径是其自身的技术进步，这包括仪器、野外工作方法、资料的处理与推断解释各个环节的技术进步。

4.1 方法技术方面最突出的例子

地震技术：继70年代数字地震技术在光点地震技术难以奏效的任丘油田（古潜山构造）和川东气田（地腹构造）获得突破后，使胜利、冀东、塔里木辽河、大港等油田的钻探成功率大大提高，新发现了大量断块油田；在煤田勘探中，三维地震已经能有效识别断距为5m左右的小断层。

第二代航空磁测：将测量精度提高了一个数量级以上，从而可以在盆地和弱磁性的金属矿区发现以往难以发现的弱异常。

地一井方式TEM等方法已证实是寻找深埋矿的有效技术。

区域化探：从60年代始，中国在1：20万地质填图时就同步进行了金属量测量，实际上开始了区域化探，但其效果不佳。自80年代开始的第二轮区域化探，比例尺也是1：20万，只是根据我国为一个多山国家水系发育的特点。采用水系沉积物测量，分析元素数目由十几个增加到39个，分析灵敏度和精密度大幅度提高了，其找矿效果显著提高。这其中，野外工作方法的进步，仪器设备和室内分析技术的进步，起着主要的作用。区域化探的找矿效果以找金、银矿产最为突出，这得益于分析Au的灵敏度由 $n \times 100 \times 10^{-9}$ 提高到 $(0.1—0.03) \times 10^{-9}$ ；Ag的灵敏度由 1×10^{-6} 提高到 0.02×10^{-6} ，由而由间接找金进步到直接找金、局面就大不一样了。

激发极化法的研制成功，成为寻找浸染型金属硫化物矿产提供了有效，快速的工具。

电子计算机技术的飞速发展，带动了物化探仪器的升级换代，使资料整理处理，图件绘制自动化和进行复杂定量反演成为可能。

4.2 异常解释推断认识水平的提高，对找矿效果的提高也是巨大的。

例1、根据“剩余异常”在已知矿体的下部找到育矿体，使储量大增，其中成倍增长的有福建马坑铁矿床、阳山铁矿床；安徽何家小岭硫铁矿床，何家大铁矿床，徐楼铁矿床。三浦铁矿床；山东顾家台铁矿床；北京沙厂铁矿床。

例2、利用模型找矿的成功例证—贵州乱岩塘汞矿。自50年代起在这一地区开展了岩石测量，找矿一直未果。70年代末，在毗邻的大硐喇汞矿田建立了汞矿地球化学模型后，以筛选异常到钻探验证不断运用这一模型，发现了该矿床。

例3、对矿床类型认识上的提高，取得了找矿突破的例证——西芷玉龙铜钼矿，1966年，根据群众报矿发现了玉龙铁铜矿点。1967年通过磁法和地质工作，确定为矽卡岩型铜铁矿。仅估算了铁矿储量2770万吨。1971年开展激发极化法工作，发现斑岩中心 η_s 偏高，但受找矽卡岩矿床的认识束缚，未予验证。1972年有了可能存在斑岩矿床的新认识后，才通过验证斑岩中的 η_s 异常，取得突破，找到了一个特大型铜矿床。

5 结束语

以上介绍的是初步的和粗略的。尽管如此，若真正将上述经验运用到当前的找矿实践中去，肯定会少步若干弯路，缩短找矿周期，节约资金，提高找矿效果。若想尽快成为一个成熟的物探化探找矿工作者，还需精读《中国矿床发现史 物探化探卷》。