

石油勘探中找钾盐矿的方法

石油化学工业部化学矿山局组织编写

石油化学工业出版社

石油勘探中找钾盐矿的方法

石油化学工业部化学矿山局组织编写

石油化学工业出版社

内 容 提 要

本书共分六章，主要介绍钾盐矿床的形成条件、油钾共存的原因、分布规律及“油钾兼探”的优越性；比较详细地介绍了利用各种石油地质资料、油矿地球物理（测井）、地球化学和水化学兼找可溶性钾盐矿的各种方法和有关基本知识。书中主要总结了我国“油钾兼探”的经验，并根据洋为中用的精神介绍了国外找钾的一些经验。内容实用，方法具体，理论和实际结合较好。

本书由石油化学工业部化学矿山局组织编写，第一、二、三、六章由有关油田编写并对全稿进行了统一整理工作；第四、五章由中国地质科学院地质矿产研究所编写。

本书可供石油地质部门从事地质勘探的老工人、干部和地质技术人员学习，也可供有关院校师生参考。

石油勘探中找钾盐矿的方法

石油化学工业部化学矿山局组织编写

石油化学工业出版社出版

（北京和平里七区十六号楼）

石油化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $6\frac{3}{8}$ 字数136千字印数1—3,500

1977年7月北京第1版1977年7月北京第1次印刷

书号15063·化218 定价0.52元

限国内发行

毛主席语录

开发矿业

打破洋框框，走自己工业发展道路。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

前 言

建国以来，特别是经过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，我国广大工人和贫下中农在毛主席革命路线的指引下，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，认真贯彻**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**和**以农业为基础、工业为主导**发展国民经济的总方针，深入开展**农业学大寨**的群众运动，积极支援农业，大办农业，农业生产蒸蒸日上。我国农业已夺得连续十五年丰收，持续增产，在普及大寨县的高潮中，必将促进我国农业更加迅速地向前发展。

不断提高化肥产量，合理地施用氮肥、磷肥、钾肥是贯彻农业“八字宪法”，实行科学种田，促进农业增产的重要措施之一。钾肥对农作物增产具有明显效果：它能使农作物根系发育、枝杆粗壮、增加分蘖，促进蛋白质及淀粉的合成，增加农作物抗病、抗旱、抗寒能力，提高农产品产量和质量。随着我国氮肥、磷肥施用量的日益增加，和农作物亩产量的不断提高，土壤中钾消耗很大，对钾肥的需用量日渐增多。因此，努力寻找钾矿资源，积极生产钾肥，是当前一项迫切的任务。

可溶性钾盐是生产钾肥的重要资源，世界上百分之九十以上的钾肥是以可溶性钾盐为原料生产的。许多国家钾盐地质工作实践证明，大部分钾盐矿床是在油气普查勘探过程中发现的。我部很重视“油钾兼探”工作，规定所有油气勘探

队伍在寻找油气的同时，必须开展钾盐找矿工作。

为有助于寻找钾盐资源，从总结近年来我国东部某盆地“油钾兼探”的实践经验入手，根据洋为中用的精神，结合国外找钾的有关经验，编写了这本小册子，介绍在油气勘探过程中兼找可溶性钾盐矿床的方法，以供从事“油钾兼探”的工人、干部和技术人员参考。由于编者马列主义、毛泽东思想水平不高，实践经验较少，所介绍的方法有一定局限性。这有待于今后在“油钾兼探”的实践中加以充实，完善。书中不当之处，请读者批评指正。

本书初稿写成之后，蒙各油田及地质队的同志们、武汉地质学院、地质科学研究院等有关同志提出宝贵意见，在此一并致谢。

石油化学工业部化学矿山局

目 录

前言

第一章 钾盐与油气的关系	1
第一节 钾盐矿床的形成条件	1
(一) 钾的物质来源	2
(二) 古地理条件	3
(三) 古构造条件	3
(四) 钾盐矿床的保存条件	4
第二节 钾盐与油气共存的原因及其分布特点	5
(一) 钾盐与油气共存的原因	5
(二) 钾盐与油气分布的某些特点	6
第三节 找油气过程中兼找钾盐的优越性	9
(一) 找油气过程中发现大量钾盐矿床	9
(二) 找油气为钾盐找矿提供丰富的地质资料	11
第二章 石油地质资料在钾盐找矿中的应用	13
第一节 岩芯岩屑资料的应用	13
(一) 复查整理岩芯资料	14
(二) 复查整理岩屑资料	17
(三) 钾镁微化分析方法	19
(四) 岩芯岩屑采样与分析鉴定要求	20
第二节 岩相古地理资料的应用	25
(一) 岩相古地理图的应用	25
(二) 岩性岩相资料的应用	26
第三节 构造地质资料的应用	31
(一) 区域构造地质资料的应用	31
(二) 古构造地质资料的应用	31

第四节	油矿地球物理(测井)资料的应用	34
(一)	划分钾盐层	35
(二)	划分石盐层	37
(三)	地层对比	37
第三章	油矿地球物理(测井)找钾方法	40
第一节	油矿地球物理(测井)方法在钾盐找矿中的应用	40
(一)	放射性测井	40
(二)	声波测井	51
(三)	井径测量	55
(四)	电阻率测井	56
第二节	自然伽马能谱测井找钾方法	59
(一)	原理	60
(二)	仪器测量原理和测井步骤	67
(三)	解释方法及地质效果	70
第三节	一些盐类岩石的鉴别	79
(一)	非放射性盐类岩石的鉴别	79
(二)	钾盐岩石的鉴别	82
(三)	综合解释实例	89
第四章	地球化学方法	93
第一节	溴在成盐过程中的地球化学特征	94
(一)	溴的地球化学特征	94
(二)	溴含量和溴氯系数在成盐过程中的变化规律	97
(三)	溴氯系数和沉积旋回	103
第二节	实际应用	106
(一)	利用溴氯系数找钾的方法	106
(二)	利用溴氯系数研究成盐条件和对比盐层	113
(三)	利用岩屑开展地球化学方法找钾	121
第三节	数据整理	125
(一)	地球化学系数整理	125

(二) 根据化学分析结果配矿	125
第五章 水化学方法	131
第一节 利用地下水找钾的方法	132
(一) 天然水的分类及其形成条件	132
(二) 含盐区地下水的特征	139
(三) 找钾的水化学标志	145
(四) 野外工作方法	153
(五) 水化学找钾的室内工作	154
第二节 钻井泥浆水化学方法	158
(一) 基本原理	158
(二) 工作方法	159
第六章 含钾远景评价和钾盐勘探部署	164
第一节 含钾远景评价	164
(一) 含盐地区含钾远景评价	165
(二) 盐系地层含钾远景评价	168
第二节 钾盐勘探部署	171
(一) 钾盐兼探井的部署	172
(二) 钾盐专探井的部署	173
(三) 用油矿地球物理(测井)普查钾盐	176
附录 常见盐类矿物鉴定资料	178

第一章 钾盐与油气的关系

二十世纪以来，不少国家在石油普查勘探中偶然发现了钾盐矿床。发现的钾盐储量占世界总储量的50%以上。这种偶然的发现包含有必然性。首先，钾盐与油气在形成条件上有共同点，可以共存于一个盆地中。其次，石油勘探规模大、手段多，大量的深井钻探为发现钾盐矿床提供了较多的机会。使用了油矿地球物理勘探方法（简称测井），尤其是五十年代以来普遍使用放射性测井方法能有效地发现钾矿层。开始在找油活动中偶然认识到石油钻井对找钾盐矿床的重要作用，后来发展为有意识地利用石油钻井兼找钾盐，这是认识上的一个重要发展。我国目前正大力开展石油和天然气的普查勘探，有些地区已经把找油、气与找钾盐密切地结合起来，进行综合找矿。实行综合找矿，综合评价，大中小矿一起找是地质工作落实毛主席关于综合利用指示的具体体现。在找油、气过程中兼找钾盐，是发动广大石油工人和石油地质工作者认真贯彻综合找矿方针的一个重要方面，也是多快好省地普查勘探钾盐矿床的有效方法。根据综合找矿的原则，找钾盐或其他矿种的专业勘探队，在勘探钾盐或其他矿床的过程中，也应该注意兼找石油和天然气。

第一节 钾盐矿床的形成条件

钾盐矿床的形成虽然有各种各样的学说，但是最基本的成钾条件主要有以下几个方面：丰富的钾的来源、长期干旱

的气候、封闭或半封闭的沉积环境以及持续下降的凹陷，当钾盐层沉积之后能保存到现在，还需要有保存条件。

(一) 钾的物质来源

形成钾盐的物质基础是钾元素，只有有了丰富的钾的来源才能形成大的钾盐矿床。因此钾的物质来源是形成钾盐矿床的首要条件。

海水是钾的主要来源。据统计，目前世界上发现的钾盐矿床当中大都是以海水为钾的来源而形成的。海水的阳离子以钠的含量最高，并含一定数量的钾。由于世界各地海水的化学成分相似，其钾与钠的比值也相似，为1:30左右。

除海水外，还有各种各样的钾的来源，但一般规模不如海水大，且含钾量不固定。最普通的一种钾来源是古代及现代的地球表面的风化壳。风化壳上往往存在含钾矿物及岩石，它们风化后水流把钾带到沉积盆地中去。由于钾元素在搬运过程中被粘土吸附和被植物吸收，使钾的含量降低。因此，湖水中的钾、钠比值一般均小于1:100。这种钾的来源虽然较普遍，但含钾量少。如果风化壳上有可溶性的盐类岩石（包括钾盐层等可溶含钾岩石），或者是岩石中的孔隙和裂缝中储存着富含钾的卤水，它们风化后便可以成为某些地区的钾的重要来源。由于盐类岩石被溶解时，易溶矿物（如钾、镁盐）优先溶解，水溶液中的含钾量可以明显地增加，钾、钠比值相应地提高。此外，火山喷出物中含有不同数量的钾元素；地层深部的卤水有时也含钾元素。因此，火山喷出物及沿断裂上升的深部含钾卤水也可以成为钾的来源。世界上有某些钾盐矿床或富含钾的盐湖是以上述的再溶盐、火山喷出物及深层卤水为钾的物质来源而形成的。

(二) 古地理条件

有了丰富的钾的来源，要形成钾盐矿床还需要有长期干旱的气候和封闭、半封闭的地形。

钾盐是盐盆地发展到晚期的沉积物，必须在水分大量蒸发浓缩之后才能沉淀出来。如果以海水为盐类沉积的物质来源，在石盐开始沉积时，90%海水已被蒸发，只余原始体积的10%，在钾盐开始沉积时只剩下原始体积的1.7%。由此可见，钾盐的形成需要蒸发大量的水分，要有长时间的干旱气候，使盆地内的水蒸发量大于补给量。因此，钾盐矿床分布在与钾盐沉积同时期的干旱气候带内。

如果含钾的河水或海水流入一个泄流盆地，则钾不可能在水中保存，同样不能形成钾盐矿床。只有在闭流盆地里钾才能逐步富集起来而沉积成钾盐。因此，封闭的或半封闭的环境，是形成钾盐矿床的必要条件之一。海湾、泻湖是有利于成钾的半封闭的环境。内陆盆地往往有良好的封闭性，有利于沉积钾盐。

(三) 古构造条件

一般来说，有了钾的物质来源，有了蒸发的条件及聚水的环境，就可以沉积钾盐。但是，这种钾盐不一定有工业价值。因为只有上述条件所沉积的钾盐可能是薄层的或分散状的。要形成品位高、厚度大的钾盐矿层，还必须具备一个持续下降凹陷的条件。因为在成盐时期持续下降的凹陷，能够沉积巨厚的盐系地层，为沉积富的钾盐矿床创造了良好的条件。在钾盐沉积阶段，如果地形上出现洼地，富含钾的卤水就会往洼地汇集而有利于沉积富钾矿层。而在成盐期古构造

下降幅度最大的地区，往往有利于形成洼地，从而有利于成钾。这样的地区有时位于含盐盆地内最深的地方和石盐厚度最大的地方，有时位于成盐期凹陷最强烈的地方。

但是，沉积钾盐的地方，有些与古构造是没有关系的。例如，在内陆盐湖处于干湖阶段时，盐湖大部分地区实际上成为盐滩，当河水流入盐滩后，在入口处河水把盐滩的一部分溶解而成洼地，这样的洼地也可以沉积钾盐。又如，钾盐的分布有时位于沉积盆地离水源最远的一边，这是由盆地的水动力条件所决定的。当水向盆地内流动，浓度愈来愈高，最浓的卤水总是集中在盆地离水源补给区最远的地方，钾盐就在这里形成。

（四）钾盐矿床的保存条件

具备了钾的来源和古地理、古构造条件就可以形成钾盐矿床。但是，钾盐矿床形成后能保存到现代，还必须具备保存条件。

首先，当钾盐矿床形成后，要有一个良好的不透水盖层覆盖，使钾盐不被溶解而得以保存。其次，在漫长的地质历史中，构造运动可以使钾盐层下降到一定深度而处于较高的温度、压力条件下，使钾盐发生变质和使盐系地层变形。而且钾盐层容易变质，例如在70℃时钾盐镁矾就可以变为钾石盐和硫镁矾。在构造运动中如果发生断层，除可以使钾盐层破碎、重复或缺失外，还可以为地下水流通做成通道，把矿层溶解而成盐岩溶。岩浆活动，尤其是热液活动可以使部分矿层溶失。如果构造运动把岩层升到地表，受风化剥蚀及溶滤，矿床遭到更大的破坏。因此，只有在构造活动及岩浆活动较微弱的盆地中才有利于钾盐矿床的保存。

第二节 钾盐与油气共存的原因及其分布特点

近年来,世界各国在找油、气的过程中找到钾盐的情况日益增多,许多研究者对钾盐与油、气的关系在生成和分布等问题上展开讨论。虽然许多问题尚有争论,但是在钾盐与油、气共存及分布上的某些认识是一致的。

(一) 钾盐与油气共存的原因

据统计,目前世界上的187个大油田(含可采石油0.795亿米³以上的)和76个大气田(含可采天然气991亿米³的)中,油、气层与盐系地层有重要关系的大油田有99个,大气田有36个,占一半左右。这说明盐系地层与油、气层常常共存于一个盆地之中。这是由于盐系地层(包括钾盐层)与油、气层的保存条件和形成条件在某些方面有一致性,有时盐系地层对油、气聚集创造了有利条件。

一、钾盐与油气的形成在构造条件和沉积环境某些方面有一致性 在地质构造条件上,持续下降的凹陷可以为堆积巨厚的沉积物创造条件,这些沉积物中包括钾盐层及生油层,这样就从沉积空间上保证大规模的钾盐和油、气的形成。构造上的凹陷区有利于形成封闭或半封闭的洼地,当凹陷是持续下降的,封闭或半封闭的洼地就可能长时间地保持。在沉积环境条件上,封闭或半封闭的沉积环境有利于含钾卤水聚集而沉积钾盐。同时,封闭或半封闭的环境往往是静水还原环境,有利于有机物转化为石油。因此,总的来说,持续下降的、封闭或半封闭的沉积盆地有利于钾盐与油、气的生成,从而可以共存于一个盆地中。但是,由于钾盐与油、气在形成条件上还存在差异性,虽然钾盐与油、气可以共存于

一个盆地中，但分布的层位及平面位置是不同的。

二、钾盐矿床及油气田均需要良好的保存条件 钾盐岩石易溶于水，在地表条件下不易保存。石油和天然气均为流体，流出地表就会散失。因此，钾盐矿床与油、气田均需要良好的保存条件：在矿床及油气田之上有一个区域性的不透水层。一般来说，盆地是一个接受沉积的地区有利于钾盐矿床与油气田的保存。

在一个含钾盐与含油、气的盆地内，含钾盐系地层可以为油、气层创造保存条件。渗透性良好的油、气层要求有不具渗透性的盖层覆盖，而含钾盐系是良好的盖层。例如，加拿大西部地区和美国帕腊多克斯盆地，古生代的含钾盐系在碳酸盐礁上形成区域性盖层，对油、气保存起了重要的作用。此外，生、储油岩系横向变为含钾盐系，含钾盐系成为生、储油岩系的区域性圈闭，使油、气不致在侧向运移时散失。

三、盐丘是良好的储油构造 含钾盐系地层具有很好的可塑性，当有足够厚的含钾盐系在地下发生运动时，可以造成盐丘构造，在适当的地质条件下就能够形成盐丘型油气田。例如，苏联的滨里海盆地，面积50万平方公里²以上，分布有1000多个盐丘构造，其中300个可能含油、气，目前投入开发的有20个盐丘型油田。近年来，经勘探查明有9个盐丘含有钾盐。

(二) 钾盐与油气分布的某些特点

一个长期发展的油盐共存的盆地，一般来说，盆地的发展是一个收缩的过程。开始时水体面积大，水的盐度小，水体较深；其后水体面积逐渐缩小，水的盐度逐渐增大，水体也较浅。如果盆地的水体又一次扩大，则是开始另一次沉积

旋回了。因此，盆地早期沉积的是含油岩系，晚期沉积的是含盐岩系，油气与钾盐分布的总趋势是：平面上油气分布在盆地边缘，而钾盐分布在盆地内部；纵向上油气分布在下部，而钾盐分布在上部。

一、钾盐与油气在盆地内的分布特点 在一个含油气和钾盐的盆地内，岩性岩相的分布通常有一定的规律。盆地内如果分布的是含碳酸盐类岩石的盐系地层，由盆地边缘往中心，由石灰岩、白云岩、石膏或硬石膏、石盐、钾镁盐等相带组成。盆地内如果分布的是含碎屑岩的盐系地层，由盆地边缘往中心，由砂（砾）岩、泥质岩、泥灰岩、钙钠硫酸盐、石盐、钾镁盐等相带组成。由于砂质岩与碳酸盐类岩石有孔隙与裂缝，可构成油、气储集层。生油岩中生成的油、气，往储集层中运移、富集，使砂质岩和碳酸盐相带成为油、气分布区。

钾盐与石盐的分布有密切关系，钾盐一般分布在石盐相区内石盐厚度最大的地区。从图1-1中可以看出，我国某地白垩纪上段地层，在石盐层厚度最大的地区基本上是钾盐分布的地区。过去德国人找晚二迭世镁灰统第三旋回的钾盐层时，是在下覆石盐层厚度大于100米的范围内开展工作的。钾盐分布的地区多位于石盐相区内的一侧，有时也位于石盐相区的中部。无论在其一侧或中部，钾盐分布区往往是整个含油含钾盆地凹陷最深、沉降幅度最大的地区或处于当时水的补给方向对面的一边。在少数情况下，钾盐也可以分布在石盐相区之外。

二、钾盐与油气在层位上的分布特点 成钾与成油在气候条件上是不一致的。一般来说，成钾要求有长时期干旱的气候，以利于卤水蒸发浓缩而沉积钾盐。生油要求有潮湿温

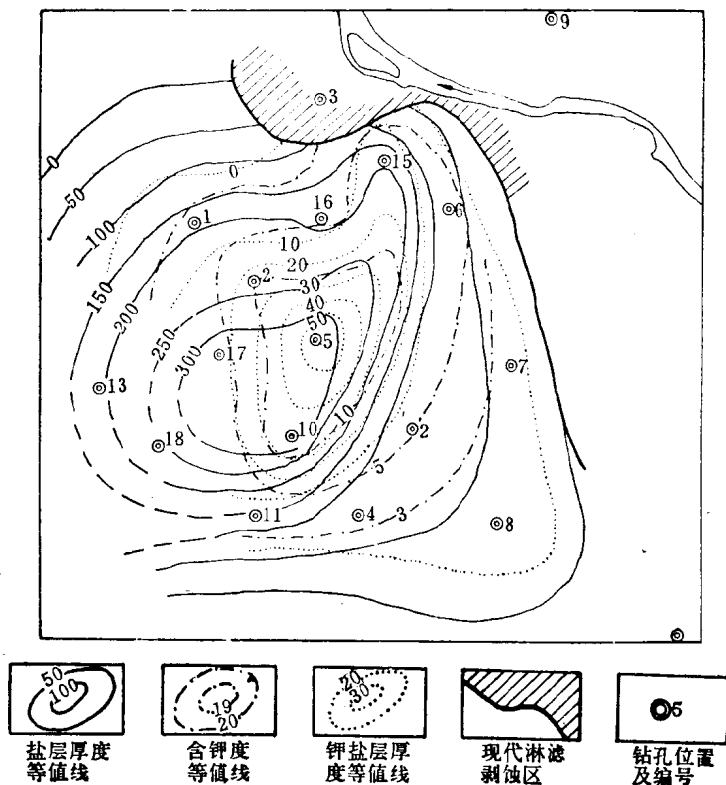


图 1-1 我国某钾盐矿床白垩纪上段盐层厚度等值线图

暖气候，水的含盐量不致太大，以利于生物大量繁殖，为生油提供物质基础。另外，河水不断补给带来大量碎屑物质而沉积砂质岩，含盐量不太大的水体有利于沉积碳酸盐类岩石。砂质岩和碳酸盐类岩石都是良好的储油岩。所以，形成生油岩及储油岩需要有潮湿的古气候条件。在盆地发展的地质历