

“天然气粮仓”——地下储气库

王瑞 章卫兵 李中

几年前，一次乘坐出租车，司机师傅抱怨国内油价高，无法理解为什么采出来的天然气还要重新“灌回”地下，认为这纯粹是浪费老百姓的钱。

事实果真如此吗？

作为石油科技工作者，深感责任在肩，我们今天尝试来解答这一谜团。

我们都知道，作为清洁能源的天然气在我国的一次能源消费结构中占比快速增长，国际形势错综复杂，我国天然气对外依赖度逐年攀升，能源安全面临严峻挑战。我国 87% 的天然气资源集中在西部的塔里木、柴达木、陕甘宁和四川盆地，东部地区作为主力消费市场则远离产气区。天然气夏季用量少，冬季用量激增，仅靠管道和气田难以满足高峰月用气需求。举个例子，北京冬季用气量是夏季的 4 到 10 倍。如果没有足够的天然气储备，那么北京的冬季就面临“断气”了。



冬季难挨

小贴士：2018 年，我国成为世界最大的天然气进口国，进口天然气 1254 亿立方米，对外依存度升至 45.3%。

如果有办法能把足够多的天然气事先存起来，用的时候随时能拿出来，那么，不就能同时解决“国家能源安全储备、平稳供气、平衡季节用气峰谷差”等问题了吗？

问题又来了，要把天然气存在哪呢？

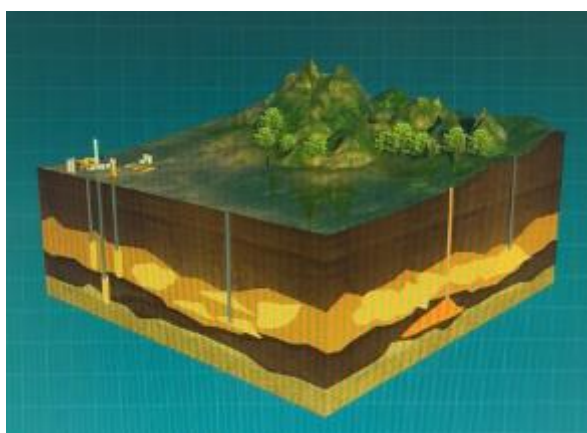
首先想到的就是大气罐，京承高速路边好像就有几个大气罐常年存放。但是，要保证足够的气量，得准备多少个大气罐呀，不仅需要

地方来存放，还非常不安全。



天然气储罐

关于天然气的存放，国际通用的做法是建设地下储气库。地下储气库是将天然气采出的气体重新注入地下构造中形成的人工气田或气藏，作为当今世界上最主要的天然气储存方式。通俗来讲，储气库好比一个埋在地下上千米深的“粮仓”，天然气就是“粮食”，被储存在“粮仓”里，等需要用气的时候，就“开仓放粮”；平时打的“粮食”用不完的部分就随时存进“粮仓”里。真是一个完美的好办法！



地下储气库

但是，与一般的粮仓不同，它对仓库空间的大小、密封性能、存取“粮食”的速度等都有很高的要求，需要储气库科学家们在地下找到“天生丽质”的构造，确保“粮仓”的储存空间大、气质优良、密封性好、孔渗条件好，才能保障里面的“粮食”充足、安全、稳定。

那么，去哪挖一个这样的“粮仓”呢，或者能找到这样现成的“粮仓”呢？

这就是科学家们要面临的第一个难题：储气库选址。确保天然气“注得进、存得住、采得出”，是选址建库过程中直面的第一道难关。

通过地质考察，我国东部地层主要处于拉张环境，形成断陷盆地，“就像一个摔碎的盘子，还被踢了一脚”。西部则主要处于挤压环境，形成叠合盆地。上面是陆相，下面是海相，且很多地层被破坏掉了。这种构造破碎、储层非均质强的建库地质条件，造成在我国中东部选择库址更难，而国外储气库选址余地较大，可选择构造较完整、无断层或极少断层，储层渗透性好的气藏或含水层建设储气库。经过调研、摸索，引进、吸收再结合中国实际情况，最终，我国科学家们选择了一处未开发的凝析气藏——天津大张坨作为我国的第一座商业储气库，于 2000 年建成投产运行，由此迈出了中国地下储气库建设的第一步。



大张坨储气库

小贴士：国外 700 多座储气库埋深几乎都在 2500 米以内，80% 的储气库埋深在 2000 米以内，其构造环境大多符合条件。而中国符合上述条件的油气藏构造屈指可数，几乎没有选择的余地。中国地下储气库建设者最初向禁区发起挑战时透着诸多“不得不干”的无奈，但也正是这股子被逼上梁山不能回头的决然，让他们把诸多挑战变成了机遇，把诸多不可能变成了可能

小贴士：大张坨储气库属于板桥储气库群，板桥储气库群位于天津市滨海新区大港油田，距离首都北京 100 多千米，距离天津 40 多千米，正好处于京津冀城市群天然气调峰有利的安全输送范围内，是连接北京天然气管道最重要的地下储气库，每年冬季向北京供应天然气，实现调峰功能。

位置找到了，怎么保证这个“粮仓”不会漏气呢？也就是第二个难题：**储气库密封性**。地下构造复杂，把天然气注入“粮仓”后，天然气会乖乖待在“粮仓”里吗？随着储存量的变化，“粮仓”内压力随之变化，天然气会不会从裂缝、断层偷偷跑出来呢？没错，与油气藏勘探开发不同，建设气藏储气库除了需要评价圈闭原始静态密封性之外，还需要预先考虑气藏建库后由于周期注采交变地应力变化导致的盖层变形、断层滑移错动对原始封闭性的影响。为解决这一难题，储气库科学家们创建了储气地质体动态密封理论，建立了以盖层“动态突破、交变疲劳”、断层“柔性连接、剪切滑移”为核心的动态密封理论体系，从而解决了储气库密封性难题。

20 年栉风沐雨，中国地下储气库建设者结合中国实际情况，通过大胆创新、科学论证、挑战极限，勇闯一个又一个储气库选址禁区，

终建成了一批世界上难度最大的储气库及六大储气库群 ,走出了一条具有中国特色的储气库选址、建设之路。用 20 年时间 ,赶超了国外 100 多年的先进储气库技术。未来 ,中国的储气库建设将迎来跨越式发展。

贴士 1 : 1915 年 ,世界第一座地下储气库建成。2000 年中国第一座地下储气库诞生。

20 年的建设与发展 ,跨越了发达国家的百年历程。