

喀麦隆上空悬浮的死亡之云

S. 弗里思

“六年前一股致命的气体从尼奥斯湖底冒出，毒死了数千人畜。几年来的研究已揭示出其原因，但灾难的威胁依然存在”

1986年8月21日傍晚时分，一片致命的气体云顺着喀麦隆西部尼奥斯湖（Nyos Lake）的山谷飘来，所经之处留下死亡和荒芜。次日和星期六，当外面近邻地区的人们去尼奥斯村集市时噩耗传开了。星期天喀麦隆矿产和动力部的两名科学家查看了尼奥斯湖。此后灾难的消息带着可怕的描述传遍了世界，说村庄里每一样有生命的东西都死了——童人、女人、儿童、牛、鸡、甚至昆虫。1700多人的死亡导致许多国家的政府迅速作出反应，以派出科学家小组的形式协助寻找造成如此众多死亡的原因。

牺牲者无法遏制来自尼奥斯湖的有毒气体云。因为这湖处于一个火山口中，见到这种情景的首批科研人员中的许多人都假定这个休眠火山已经恢复活动并已在湖底释放出炽热的毒气云。其它研究人员很快意识到表明湖深处的二氧化碳缓慢地积聚起来然后作为一种阴冷的窒息性气溶胶释放出来的证据。起初，火山气体造成这次灾难的假说妨碍了研究，但是它也提供了一个额外收获。在许多自然灾害中迅速搜集可靠的信息是至关重要的，而火山学家往往反应最快，也最希望奔赴有潜在危险的地区。

提高两倍后的效应，这一行动使该分区和分区9的商业活动消失。而中心分区的商业活动增加450%，其它分区增加幅度在40%和80%之间。

该模型所能帮助说明的另一个问题是，税后收入空间分布变化的效应。它可能与居住形态的变化有关。例如，分区5的人口或收入水平削减50%（情况8），将导致所有分区的商业活动减少14%，而价格增加3%。另一方面，外围分区6的人口或收入水平增加100%（情况9），导致该分区的商业活动增加12%，价格降低3%。根据与分区6的关系，其它分区的商业活动水平，增加零（分区3）到10%（分区1），在这一情况下，变化并不是一致的，结果是活动和价格分布的对称性被打破了。

相对于商业价格，交通时间的重要性是所与所要购买的商品的特性相关的。例如，如果居民购买低价物品，假设其它条件相同，相对于零售价格，交通时间就很重要。当交通价值变成原来的10倍，中心分区的商业活动增加30%，中间分区减少10%，外围分区增加6%。

七、结论与模型进一步发展的方向 本文提出了一个零售活动和购物出行路线空间分配的模型，其商品价格和交通成本是内生的。模型的主要特点是，第一，每一分区零售商品销售的收益都与

其提供这些商品的成本相平衡，并产生零售价格。第二，假定每一居住区的购物者统筹选择购物区和出行路线，以求达到购物总成本和交通成本最小。

针对不同情况下商业活动和购物交通系统的表现，本模型可以作一些假想的模拟。结果反映出不同系统变量之间相互作用的复杂性，并且就获得商业活动或者操纵交通量等目的，向零售系统或交通系统的运输者提供许多有趣的战略可能性。

模型可以进一步扩展，并在几个方向上改进，首先，源于一个给定分区的购物出行的数量被假定为固定的，外生提供。相应地，它可以改进成取决于商品价格，或者是交通成本，这样就变成了内生量。

其次，购物设施的服务水平（例如：与停车场、每个售货员服务的顾客数等因素有关），在购物者的决策中可能相当重要。可以通过在总的购物成本中，除了零售价格和交通成本外，再加入其它的内生项的办法，把购物设施的服务水平考虑在内。

最后，静态模型可以给一个时间尺度，沿着奥本海默1986年的研究，提出零售系统随着时间的演化。

谢东晓译自《Environment and Planning》1991，
Volume 23，731—744页

一个意大利火山学家小组在灾害发生后仅一周就抵达尼奥斯湖，随后几天之内到来的有法国、日本、尼日利亚、瑞士和美国小组。约一周后我所在的英国小组也到达了。

被破坏的植被 尼奥斯湖位于尼奥斯村南山上的高处。我们第一次视察，踏上散布着两周前死去的母牛尸体的狭窄的小路，进行了漫长和不愉快的攀登；当我们爬到最后一个山脊的峰顶，看到该湖展现在我们面前，植被受损害状况之严重使我深感震惊。我们立足之处紧靠雨季时排放湖水的溢洪道，我们可以看到对面的湖南岸达25米高的地方已很少有植被，但溢洪道本身另一侧的植被并未受到明显损害。另一个令人吃惊之处是这湖的颜色：它表面是一种浑浊的浅黄褐色。我们后来发现这是深层湖水和表层湖水混合时形成的悬浮的水合铁氧化物。

湖南岸和紧靠溢洪道东面的一个小湾里波浪曾达25米高，当波涛退回去并蒸发时植被倒伏，植物上分布着一层褐色的膜。对湖岸的影响并不相等。在西岸有一片垂直的岩壁，显示出最近曾有岩石坍塌的迹象，这也可能是一次浪头造成的；在岩壁，水曾超过岬角75米高。

从波浪遗迹可看出波浪起源于湖上何处。湖水没有、或基本没有从溢洪道流失，所以这部分湖岸必定不是正对波浪的来路，它受到了东面岬角的屏障保护的。这说明波浪发源地紧靠北岸。但一次浪头也曾横扫溢洪道和这岬角之间的小湾；如果这波涛曾从岩壁反射到湖的西岸，这样扰动必然发自东北方，这正好是可以影响西岸和南岸的位置。湖面的形状可以使源于该处的波浪聚集以致能漫过75米高的岬角并扫过三角洲平原进入那边的河谷。

除了湖水冲平该地区之外，尼奥斯湖周围植被受损小得令人吃惊。即使在湖南面，植物在2—3周之内就开始复元。一棵高高的无花果树长在溢洪道上；在它旁边，处于毒云必经之路上的溢洪道的任何一边，植被都没显得受到过任何损害，不管是物理的还是化学的。

霜害 可是三角洲上的一种植物已经以一种可能是意味深长的方式受到伤害，它的嫩叶发黑并萎缩，虽然单个植株已经复元并继续生长。最先我们把它解释为一种化学伤害，然而这很象晚霜在娇嫩的植物上造成的效果。从湖深处释放的气体随着向水面上升过程而膨胀可被冷却10℃。对绝大多数敏感的植物，“霜害”看来是合理的解释。

尼奥斯湖北面谷地的植物树木损失轻微，有些大无花果树被连根拔出。沿山谷一线的植物受损，但并不总是靠近河流的地方最重，受害的型式并非风或水所特有的，但看着象二者之间的某种类型。如果它是窜入河谷的较重的窄气流，会循着河谷一直向前，不管河流何时突然跌落或拐弯而随之回转，不会穿过特别稠密的小块植被。

这些观察提供了我现在确认对尼奥斯湖灾难最可能的解释的钥匙。一股寒冷的水蒸汽与二氧化碳气溶胶能以我们见到方式损害植被，对这种型式作任何其它解释都是极为困难的。而且正象研究人员很快发现的，湖里并不缺少二氧化碳。

在1986年9月初尼奥斯湖已充满高浓度二氧化碳。小组第一次试图采深层水样时他们使用不耐压容器。但水样释放出的气体如此之多以至容器快提到水面时爆炸了。只是当研究人员让放气阀开着慢慢收回容器才成功地采集到深层水样，虽然已失去了其中溶解的大量气体。

湖水样品所含气体不同，主要是二氧化碳（99.6%），带少量沼气和一点痕量氨。我们确信这里没有某些人所说的二氧化硫或硫化氢，因为采样时湖里冒出的气泡没有气味，这些含硫气体浓度低到百分之一就会产生特别的黑火药或臭鸡蛋的气味。

直到1986年11月，当一支德国考察队带来可在湖深水中密封样品并在增压条件下带回实验室的设备后才得知不同深度气体浓度的准确信息。这些密封的样品证实了第一个样品所暗示的，它们表明这场灾难之后的尼奥斯湖约有2.5亿立方米（标准温度和压力下）的二氧化碳。

气体中的碳和氧同位素组成暗示它来自地球内部，不知是如何从下面渗入湖里的。1991年4月采集的近期样品进一步表明二氧化碳是以每年近500万立方米的速率向湖里补充着。

但是这种解释与灾难后果目击者叙述的回忆还有些矛盾。许多幸存者觉得毒云伴有臭鸡蛋或火药味，并说放出气体时曾有过爆炸。

绝大部分研究人员只从表面价值看待这些报告，但强调程度不同。那些认为是一次湖底火山喷发的人们把这些气体作为火山含硫气体的证据；其它相信毒气来自湖内死水或沉积物的人把这气味解释为一种“嗅觉的错觉”。

有关含硫气味和爆炸声的报告给二氧化碳造成这场灾难的思想提出了一个问题。一次火山爆发肯定会产生这种气体，但这解释也有它自己的难题。尼奥斯湖床复盖着厚厚一层很容易被扰动的、澄清很慢的细腻沉积物。这次灾难之后不久采集的许多深层水样中没有一个带有任何沉淀，如果一些有意义数量的气体曾通过湖床喷出，灾害后数月里水体都将因含有沉淀物而变浑。况且水样中并无含硫气体。

被混淆的气味 说这气味只是幻觉是有趣的，但是解释为什么幸存者把这似是而非的气味只想象为火山气体却很难自圆其说，如果不是不可能的话。

虽然一般认为二氧化碳是一种无臭气体，它带有轻微的酸味，因为它在嘴里形成碳酸。某些幸存者把二氧化碳味道解释为酸味是可能的。在灾难发生过程中尼奥斯湖失去了大量的水，部分作为雨水降回湖中，但大多数被携带于毒云之中蹂躏了河谷。深层湖水样pH5.6，呈弱酸性，每升含有500毫克以上固体溶解物，主要是钠、镁、钙和铁的碳酸氢盐。这些碳酸氢盐赋与水极其难闻和与众不同的呛人味道，几个闻过气体云味道的幸存者说有一种令人不快的气味也就丝毫不足为奇了。这种报告也等于增强了有关这气味的更普遍的传闻。

我在最近的该地之行中吃惊地发现，湖周围河谷里生活的人们并没有描述气味和味道的专用词。从湖边步行可及的距离之内至少使用着六种语言，所以不同村庄的村民倾向于以蹩脚的英语彼此沟通。当人们想叙述其差别时他们说“臭味”或“口味”，所以当某人说“那云味道很糟”时可能只是轻易地指“那云很难闻”。在关于人们的叙述的某些简略报告中其差异会消失。也许这能解释有关难闻气味的报告，但不能说明为什么它被说成含硫化合物的气味。

某些报告中还有可能不完全可靠的其它迹象。灾难发生一周之后，当会见苏布姆医院中的58名幸存者时，过半数的人叙述有一股强烈的恶臭，很象“黑火药味”，随着一声巨响，发出隆隆的声音。离湖10.4公里的苏布姆的任何一个人听到一声巨响，使我觉得有些靠不住。更让人奇怪的是，他们说巨响和气味是同时发生的：声波从尼奥斯湖传到苏布姆要32秒，但气体恐怕要半小时才能飘到这里。看来这报告反映了事后为人们所接受的事件传闻，而不是个人实际经验的东西。

尽管我并非建议所有幸存者的报告都应拒绝，但我怀疑其中许多，如果不是全部，交织着询问者中许多人怀有的它是火山气体的期望。由于气体云独特的刺鼻味，经过部落语言壁垒进行的讨论、重复和转告，这些想法很容易创造出所有在1986年9月初流传的“见证人叙述”，现在又被吸收到大家认可的叙述中。任何解释事件发生的假说都要受到判断，另外，首要的是更多的客观证据——特别是有关气体是如何杀人的证据。糟糕的是对这灾难期间死去的人知之甚少，我们仅能猜测死者的准确数字。我能理解，与某些帮忙将死者葬于一个大公墓的士兵的交谈没有保留记录——在那种环境下这毫不奇怪。官方的死亡人数是1716人，是用五年前作的一项普查人数减去已知幸存者的数字得出的估计数字。这事件的医学证据稀少而

且主要是死者照片和医院里幸存者的病历。死者在灾难的周末下葬，当时没有做尸体解剖，语言学和文化障碍排斥任何详细的回顾性医学研究，如进一步询问幸存者。该地在人种学和语言学上极为复杂，以至从最近的大城市来的也不能与大部分幸存者用他们自己村庄的方言交谈。首都来的医学家在语言上几乎是完全不相通的。语言几乎成了不可逾越的障碍。

在受灾后的来访者注意到许多尸体上起了水泡；医院里的某些幸存者也有许多泡。第一个抵达该地的火山学家将此作为灼热的或酸性的气体的证据。但幸存者的水泡是在体表并迅速痊愈，这特征表明这是皮肤中缺氧的结果。

住院的548名幸存者和门诊治疗的另外289名具有和暴露在二氧化碳之类窒息性气体中的同样症状。虽然临床证据并不排除少量其它气体的存在，等于也没有证据说明它们曾经存在。实质上所有住院的幸存者都已失去知觉，许多已不省人事数小时而不是几分钟。这一点也与暴露于高浓度二氧化碳中的症状相符。

将所有可靠的证据合在一起会得出尼奥斯湖事件的一致画面。1986年8月前该湖水体及沉积物已充满高浓度的二氧化碳。没人准确知道湖中有多少气体，因为说不清它失去了多少。但研究人员知道灾难之后不久的气体浓度，所以他们能模拟出事前气体的分布。

八月达到了雨季的高峰期，周围山区的降雨汇成洪流注入该湖并在湖面上扩展开，漫过溢洪道流出去。这种表面冷水层随着深层水经湖周围的多孔隙岩石渗漏流失而稳定增厚。在正常情况下这种分层会在雨季末随表层水变暖而解体。

但在8月21日晚有某种事物扰动了尼奥斯湖，充满大量二氧化碳的深层湖水于该湖东北部上涌至湖面。为什么会发生这种事无法肯定其准确原因，但每年的这个时候主风向来自东北方。可能1986年8月它比平常年间更持久，把表层水推向湖南部。无论何时在湖里某一部分积累了足够的密度略大的表层水，就将最终成为不稳定的，并会下沉，将湖底充满气体的水体推上另一处水面。上升水流接近水面时将开始释放出气泡；因为气泡本身上浮，将增加对流量，有助于提升更多的溶有气体的深层水。

溶解的二氧化碳的释放是一个吸热反应——换言之，可吸收热量，所以气体和涉及的湖水均会冷却。气泡上升膨胀导致进一步致冷，所以气体冒出水面时，水温可能比深水温度低10℃。二氧化碳比空气密度大得多，这种寒冷有毒的气体层将沿湖表面扩散，使水冷却下沉，推动更多深层水上涌至湖面。

随着气体释放步调加快，湖水更凉并沉得更深，结果把更深处的水提升上来，这样也把富含铁的碳酸氢盐的湖水带上来，与含氧的表层水混合并产生我们所见的褐色氧化铁水合物。

有限的循环 汉诺威地质矿产研究所的克劳斯·蒂策（Klaus Tietze）提出这种气体释放过程将产生一个下沉冷水柱环绕的上升充气水体核心。这个可能性特别有趣，因为这个过程可能在湖里有限的面积上发生。这种上升充气核将水抽入环绕着它的下沉冷水柱，但周围的湖面不受扰动。那种仅仅部分湖水的有限循环可解释为什么1986年该湖仅失去部分气体，它也说明稳定的低层水怎么会被提升到表面却不干扰湖底沉积物和为什么150米以下的湖水组成在灾难之后还相当一致。

气体在湖面蓬勃释放造成推过湖面并进入南面河谷的波浪，气体释放时周围的部分水转变成极细的水雾，形成为掠过湖北岸河谷，穿过尼奥斯湖向苏布姆、查和番的冰冷刺鼻的水和二氧化碳毒气云。

这是尼奥斯湖发生的事件的合理推论，它肯定是有些道理，并且和任何可靠的证据不矛盾。它能说明将来另一次悲剧的机会有多少吗？现在湖中肯定已经有足够的气体，可以产生

时空协调问题：理解多工厂公司的关键

B. 梅尔姆伯格

导言 许多著名的地理学理论，如冯·杜能（Von Thunen）的土地使用理论，克里斯塔勒（Christaller）的中心地理论，及汉格斯坦（Hagerstand）的创新扩散理论，都有一个共同的特征：以非常简单的原理为基础，成功地解释了相当复杂的空间模型。本文遵循类似的思路，着重探讨多工厂公司中，工业生产不同的空间形式应被视为在生产系统中对时—空协调问题的反应。尤为强调多工厂公司空间结构的许多重要特征，可能与多区位活动管理的难度有关。

单个工厂中，机器、原材料、劳动力的空间集中，为分散生产过程创造了适宜的时—空协调前提条件。距离短便于相关生产活动间的联系，也便于进行行政管理，公司的生产可以通过非正式的面对面交流进行初步协调；当工厂的活动在多区位进行时，面对面交流和物质交往花费的时间多。管理人员和主要工作人员不可能同时到几个地方去，所以要雇用其它人，采取非正式交流的替代方式。通过现代通讯方式、修正常规的方法和仔细筹划可以在一定程度上减少这种空间分离成本，但不可能完全消除。

多区位公司间联系成本增加的理论可以概括为：一方面，在协调时间成本没有大量增加的情况下，分厂活动尽可能从总厂区位分散出去。另一方面，总厂是以远离管理部门区位从事高成本活动为特征的。这可以解释白领工人及总厂区位创新活动的集中，分厂内职业差异小的情况。另外，分厂的高关闭率可能是：为了在利润最大化公司中生存，分厂对于总厂区位须拥有一定的优势，才能补偿联系分厂生产的花费。

工业生产的时—空协调 工业地理学近几十年来的发展证明，对物质运输量的兴趣正逐步下降。形体分离的质量问题取而代之。这种转变意味着许多发展工业区位分析的工具大大失去了价值。当一个公司保持严格的发送计划时，运费表面上不给它提供选择区位足够的说明。反之，时间地理学应该成为在以劳动分工为基础的生产系统中分析时—空协调问题的较好工具。这可以从亚当·史密斯（Adam Smith）著名的别针生产例子得到证明。他指出：专业化可以大大减少生产所需的劳动时间总和，但要进行必要的时—空协调。卡尔·马克思（Karl Marx）强调空间集中对合作的重要性：“就一般的规划而言，没有集中，工厂就不能进行合作。他们在某一地的集中是其合作的必要条件。”因此，工厂是工业生产传统的空间形式，在工厂内部合作问题大大减少，可以以系统的方式发展劳动分工。

然而，空间靠近的需要不仅仅对发展工厂内劳动技术分工是必须的。佛罗伦斯（Florence）

相似灾难而有余。如果这推论是正确的，唯有某种巨大的扰动把深水带到离水面很近的地方才会触发释放大量气体。170米以下的深水除非被带到离水面30米以内否则不会释放气体。我们不得不希望这种巨大的扰动是罕见的事件，那样将能抢在下次灾难到来之前采取某种行动降低尼奥斯湖的气体含量。

同时我建议 如无充分理由，任何人都不要去参观尼奥斯湖地区：任何一位在雨季高峰时那样作的人都是在冒严重的风险。

胡季平译自1992年8月15日英文《新科学家》。