

· 综 述 ·

有机物污染的土壤治理方法及研究进展

罗孝俊¹, 杨卫东¹, 党志²

(1. 中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002; 2. 华南理工大学应用化学系, 广东 广州 510640)

摘要: 污染土壤的修复已成为环境保护研究的一个重点。本文基于有机物污染土壤治理的最新进展, 介绍有机物污染土壤的物理、化学、生物、植物治理方法。并讨论了各种治理方法的最新动态与存在问题。

关键词: 土壤污染治理; 有机物污染

中图分类号: X131.3 文献标识码: A 文章编号: 1007-2802(2000)02-0130-06

土壤是人类赖以生存的主要资源之一, 是人类生态环境的重要组成部分, 也是物质生物地球化学循环的储库; 它对环境具有敏感性。研究表明, 土壤环境日益恶化的原因是多方面的, 如农业上化肥使用量的不断增加, 化学农药的广泛使用, 工业废水侵袭农田及有毒有害污染物的排放, 以及固体废物特别是有毒有害固体废物的填埋引起的有毒物质的泄露等。被污染的土壤通过对地表水和地下水形成二次污染和土壤-植物系统经由食物链进入人体, 直接危及人体健康。因此土壤生态环境的保护与治理已引起人们的普遍关注。近年来, 世界各国开始重视污染土壤治理技术的研究。1995 年仅德国就投资 60 多亿美元进行土壤治理。美国已投入 100 多亿美元的一万多个政府超级基金项目, 有上千个项目是对土壤(包括地下水)的治理技术研究。土壤污染的治理技术研究已成为国内外环保研究的一个热点。

按污染物的种类, 可将污染土壤分为有机物污染的土壤和无机物污染的土壤。前者污染物包括石油、农药、木材防腐剂及能源燃烧引起的多环芳香烃 PHAs 等。

土壤的治理技术主要有物理治理方法、化学治理方法、生物治理方法及植物治理方法等。本文主

要综述对有机物污染土壤的治理方法及有关研究进展。

1 物理治理方法

1.1 挖掘填埋法

这是最常用的物理治理方法, 它将受污染的土壤人工挖掘、运移, 送至指定地点填埋, 然后将未受污染的土壤填回, 以便能重新使用土地。这种方法显然未能从真正意义上达到清除污染的目的, 只不过是对污染物进行一次转移, 且费用高; 但是对一些于人体特别有害的物质的清除, 采用这种方法还是可行的。

1.2 通风去污法

这是清除有机物的污染, 特别是清除石油泄露造成的土壤污染的新方法。其原理是: 液体污染物泄露后, 产生横向和纵向的渗透, 最后存留在地下水界面之上的土壤颗粒和毛细管之间; 由于有机烃类有着较高的挥发性, 可采用在受污染地区打井引发空气流经污染土壤区, 使污染物通过挥发而被清除。

一般采用的方法是在污染区打上几口井, 分别用于通风进气与抽气, 在抽气的真空抽吸系统中装上净化设备, 就可以避免造成二次污染。

得克萨斯研究院的实地调研表明, 土壤通风技

收稿日期: 1999-8-10 收到, 1999-12-27 改回

基金项目: 国家攀登项目 95-预-39 资助

第一作者简介: 罗孝俊(1972-), 男, 硕士研究生, 从事地球化学研究。

术是高效的去污技术, 所需成本不到土壤挖掘法和清洗法的十分之一, 速度却是其五倍以上。Agrelot 等^[1]用该技术尝试性清除四氯化碳地下泄露污染, 结果表明该方法确实比土壤挖掘、土壤清除法更有效。美国犹他州某空军基地因航空发动机燃料泄露造成 0.4 ha、深度达到 15 m 的土壤受到污染, 土中油的浓度最高达到 5 000 mg/kg, 采用这种方法处理后, 烃类物质降至 410 mg/kg, 以后又采用提气和生物联合治理, 使烃类降到了 3.8 mg/kg^[2]。

Fall 与 Dickens^[3]有关去污效果与空气速率和引发真空度的关系研究指出, 去污效果主要与空气的速率有关, 与真空度关系不大。得克萨斯研究院报导了不同通风速率和不同几何形状的通风井对去除汽油效率的影响, 结果表明进气井形状对去除效果影响较大, 与通风速率的关系并不完全正相关。Oma 与 Buelt^[4]以现场加热技术强化了去除有机污染物的效果。还有一些人开展了用数值模拟通风去污过程的工作。

由于土壤结构、土壤粒间烃类化合物不同浓度、不同组分有不同蒸汽压, 现有实验还不能完全诠释通风去污机理。今后的工作将主要集中于时间与去污效果的关系及通风过程对土壤生物活性、理化性质的影响, 建立去污机制模型, 优化通风去污设计。

2 化学治理法

2.1 化学焚烧法

这是常用的化学治理方法, 它利用有机物在高温下易分解的特性, 在高温下焚烧以达到去除污染的目的; 但在去除污染的同时, 土壤的理化性质也会遭到破坏, 使土壤无法重新利用。

2.2 化学清洗法

化学清洗法是指用一定的化学溶剂清洗被污染的土壤, 将污染物从土壤中洗脱下来, 从而达到去除污染物的目的。

2.2.1 表面活性剂清洗法

由于表面活性剂能改进憎水性有机化合物的溶解性和生物可利用性, 因而被广泛应用于土壤及地下水有机物污染的化学和生物治理。常用的表面活性剂有如下几种: 非离子表面活性剂(如乳化剂 OP、

Tritonx-100、平平加、AEO-9 等)、阴离子表面活性剂(如十二烷基苯磺酸钠 SLS、AES 等)、阳离子表面活性剂(如溴化十六烷基三甲铵 TMAB)、生物表面活性剂, 以及阴-非离子混合表面活性剂。

关于表面活性剂的去污效果, 许多研究者作了大量工作。朱玫等^[5]研究了 9 种非离子表面活性剂对油和苯的乳化剂增溶及对土壤的分散能力, 优选出了两种脂肪醇聚氧乙烯醚类表面活性剂。刘新华等^[6]在我国首次选择水力冲洗和表面活性剂水溶液冲洗技术对土层残油的去除效果进行了研究。研究表明表面活性剂去污效果是水力冲洗的 50 多倍。Deutsch 等^[7]用非离子表面活性剂 Tritonx-100 清洗土壤中的三氯甲烷, 讨论了 Tritonx-100 的浓度、土壤有机碳含量、土壤/污染物接触时间等对清洗效果的影响。

生物表面活性剂是由微生物、植物或动物产生的天然表面活性剂。由于其化学结构复杂而庞大, 临界胶束浓度(CMC)低, 清污效果好, 且易降解, 因而用于清除土壤有机物应用前景良好。Roy 等^[8]从 *Sapindus mukurossi* 果皮中提取的生物表面活性剂用于清除土壤中的“六六六”时, 发现其 1% 的用量的去除效果是清水的 100 倍。Kommalapati 等^[9]比较了生物表面活性剂 $(C_{26}H_{51}O_{10})_n$ 与 SDS、Brij35、Tween80 等阴离子或非离子表面活性剂去除“六六六”的效果, 结果表明在浓度大于 CMC 时, “六六六”溶解度与生物表面活性剂浓度成正比, 生物表面活性剂解吸土壤六氯苯(HCB)的性能与十二烷基硫酸钠(SDS)相当。

阴-非离子混合表面活性剂具有协同增溶的作用, 用于清除土壤中有机污染物效果更好。夏星辉等^[10]用 AEO (0.5%)-AES (1%) 阴-非离子混合表面活性剂清洗土壤中的油去除效率为 86 mg/L(液), 高于单一 AEO-9 或 AES 土柱淋洗的去除效果。

2.2.2 有机溶剂清洗法

Sahle-Demessie 等^[11]用有机溶剂萃取方法治理被农药污染的土壤, 效果较好。他们采用甲醇与 2-丙醇等溶剂萃取清洗土壤中高浓度的 P, P'-DDT、P, P'-DDD、P, P'-DDE。在溶剂:土壤为 1:6 时去除农药效果达到 99%。

2.2.3 超临界萃取法

P. Chen 等^[12]把超临界萃取(SFE)装置用于土壤中多氯联苯的解吸研究,结果表明在 40℃、 101×10^5 Pa 下,萃取 30 min 可去除 92% 的 PCB,并对温度、压力、共溶性、土壤类型、含水量对解吸的影响进行了研究。李统锦等^[13]进行了某些有毒有机废物在超临界水中的处理实验,结果表明超临界萃取清除土壤有机污染物也是一种具有发展前景的技术。

2.3 光化学降解法

光化学降解法在 80 年代后期开始用于环境污染控制领域。由于该技术能有效地破坏许多结构稳定的生物难降解的有机污染物,与传统处理方法相比具有高效、污染物降解完全等优点,因而日益受到重视。目前该方法主要用于水污染的防治,用于土壤污染的治理集中在农药的降解研究上,因为农药的光降解也是衡量农药毒害残留性的一个重要指标。目前国内这方面的工作做得较多。倾向于降解动力学与降解机理的探讨。如溴氟菊酯在土中的光降解、吡虫啉在土中的光降解、磺酰脲类除草剂在环境中的光降解等。郁志勇^[14]研究了 4-氯酚在光化学降解的机理及光照强度、各种无机离子存在对其光降解的影响等。

光降解用于石油烃类污染的清除也有报道。美国 PURUS 公司^[15]报道,在强紫外线辐射下有机烃类物质能被分解为二氧化碳和水。Lawrence Livemore 国家实验室也验证了这一结论。

光化学降解用于土壤污染治理的应用与研究都不是很多,有待加强。

2.4 化学栅防治法

化学栅是近十年来开始受到重视并应用于土壤防治的防治土壤污染的新方法。该方法是将既能透水又具有吸附或沉淀污染物的固体化学材料置于废弃物或污染堆积物底层或土壤次表层的蓄水层,使污染物留在固体材料内,从而控制污染物扩散,净化污染源。

根据化学材料的理化性质,将化学栅分为三种类型:使污染物在其上发生沉淀者为沉淀栅;使化学污染物在其上发生吸附者为吸附栅;既有沉淀作用又有吸附作用者称混合栅。

根据不同的污染类型,可分别采用不同的化学栅:重金属污染物采用沉淀栅;有机污染物采用吸附栅;两种污染物都有时,采用联合栅。能够用于去除有机污染物的吸附栅材料有活性炭、泥炭、树脂、有机表面活性剂和高分子合成材料等。

化学栅的应用还有很多问题有待于进一步解决。一是化学栅的老化,即化学栅失去其沉淀或吸附能力,对化学栅老化的预测非常重要但又非常困难;二是地下水的建模。因为化学栅的作用与地下水的流向、流速、流量紧密相关,地下水模型的建立又同污染点的地质情况、水文状况有关联,解决这些问题都有较大难度。因此化学栅的应用受到了一定的限制。

以上化学治理方法存在着较为明显的缺陷:费用高,可能对环境造成二次污染,可操作性差;此外,对于大规模的土壤污染,化学治理方法存在具体运作上的困难。

3 生物治理方法

生物治理是利用生物的生命代谢活动来减少环境中有毒有害物质的浓度或使其完全无害化,使污染的土壤环境部分或完全恢复到原初的状态。

该方法有着物理、化学治理方法无可比拟的优越性:处理费用低,处理成本只相当于物理、化学方法的二分之一到三分之一;处理效果好,对环境的影响低,不会造成二次污染,不破坏植物所需的土壤环境;处理操作简单,可以就地进行处理。

生物治理方法主要有 3 种:原位治理方法、异位治理方法及原位-异位联合治理法。

3.1 原位治理方法

(1)投菌法:直接向遭受污染的土壤接入污染物降解菌,同时提供这些细菌生长所需的营养物质,就将污染物降解。

(2)生物培养法:就地定期向土壤投加过氧化氢和营养,使土壤中微生物通过代谢将污染物完全矿化为二氧化碳和水。1989 年 3 月,Exxon 石油公司的油轮在阿拉斯加某海湾发生石油泄露事故后,使用该法后半年内就清除 160 km² 海滩的污染^[2]。

(3)生物通气法:在污染的土壤上打至少两口

井, 安装上鼓风机和抽真空机, 将空气强排入土壤, 然后抽出, 土壤中有毒挥发物质也随之去除。在通入空气时另加入一定量的氨气, 为微生物提供氮源增加其降解污染物的活性。该方法与通风去污法有相似之处, 但它强调了微生物的作用。生物通气法受土壤结构的制约, 土壤要具有多孔结构。

(4) 农耕地: 对污染土壤进行耕耙处理, 施入肥料, 水灌, 加石灰调节酸度, 使微生物得到最适宜的降解条件。该方法费用低, 操作简单, 但污染物易扩散, 故主要用于土壤渗透性差、土壤污染较浅及污染物又易降解的污染区。

3.2 异位治理法

(1) 预制床法: 在不泄露的平台上铺上石子和砂子, 将受污染的土壤以 15~30 cm 的厚度平铺在平台上, 加上营养液和水, 必要时加上表面活性剂, 定期翻动充氧, 处理过程中渗露的水回灌于土层上。该方法实质上是农耕地的一种延续, 但需改用预制床以防止污染物的迁移扩散。

(2) 堆肥法: 是传统堆肥和生物治理的结合。它依靠微生物使有机物向稳定的腐殖质转化, 是一种高温有机物降解的固相过程。一般是将土壤和一些易降解的有机物如粪肥、稻草、泥炭等混合堆制, 加石灰调节酸度, 经发酵使大部分污染物降解。马瑛等^[6]采用堆肥法对石油烃类物质进行生物治理取得了较好效果。影响堆肥法效果的主要因素有水分含量、碳氮比、氧气含量、温度和酸度。

(3) 生物反应器法: 把污染土壤移到生物反应器中, 加 3~9 倍的水混合使之呈泥浆状, 再加必要的营养物质和表面活性剂, 鼓入空气充氧, 强烈搅拌使微生物与污染物充分混合, 降解完成后快速过滤脱水。该方法处理效果和速度都优于其它方法, 但费用极高, 且对高分子量的多环芳香烃治理效果不理想, 目前尚在实验室阶段。

(4) 厌氧处理法: 对一些污染物如三硝基甲苯、多氯联苯好氧处理不理想时, 可采用厌氧处理法, 但其条件难于控制, 因此应用尚少。

目前生物治理污染土壤的工作主要集中在三个方面: 一是寻找高效污染物降解菌, 近两年这方面的文献报道特别多。如 G. Gupta^[17]用家禽废物微生物

降解酚; Zhong Qihe^[18]用 *pseudomonas pseudobuhaligenes* JS45 降解对硝基苯; M. Arisoy^[19]研究了白腐菌降解有机氯化物; J. V. Pothuluri^[20]用真菌 *cunninghamella elegans* ATCC36112 降解 metolachlor 除莠剂; S. Fadullon^[21]研究了链霉菌对阿特拉津的降解及影响因素。寻找降解性更强的降解菌仍是研究的主要任务之一。二是有机污染物的可利用性。当疏水性污染物浓度很大时, 就会对微生物有毒性; 一些污染物吸附于土壤, 减少了与微生物的接触。由此导致有机物的可利用性降低。由于表面活性剂对疏散和解吸污染物非常有效。因此, 目前这方面的工作主要集中在有机表面活性剂, 特别是生物表面活性剂的应用上。A Tiehm^[22]用两种聚乙烯烷基苯基醚非离子表面活性剂研究了多环芳香烃的生物可利用性。结果表明, 由于表面活性剂增强了多环芳香烃的活性而加快了 PHAs 的降解, 所有的实例中均发现了土壤污染毒性的降低。三是怎样给微生物提供一个更合适的环境。影响生物活性的因素有内外两个方面, 内在因素是微生物对污染物的适应性。解决这个问题的一般方法是从受污染的土壤中分离培养微生物菌系以缩短微生物适应期; 另一个方法是用基因工程培育降解性强的菌种。外在因素是环境因素, 包括酸度、营养、供氧条件等。酸度和营养可通过加石灰与营养物质解决; 找到最佳营养组合也是研究的焦点。提供氧源可通过耙耕充氧或强迫充氧, 也可以通过加过氧化氢、固体氧化剂等。魏德洲^[23]用添加过氧化氢的方法使石油污染物的去除率提高了近 3 倍。外源物质(氧化剂、营养物质)对去污效果的影响仍有待深入。

除了以上三个方面的工作外, 找到运行费用更低的新生物降解方法是生物治理工作中的一个重点。

4 植物治理方法

一般认为用植物治理有机污染物比较困难。这是因为难以分析有机物在植物体内的存在形态与中间代谢产物, 也难以观测植物体内的转化。但相比于生物治理方法, 它便于操作, 因而近年来关于植物对有机污染的治理研究较多, 有的已达到野外应用

的水平。

植物去除有机污染物的机制有三个方面: 植物对有机污染物的直接吸收; 植物的分泌物和酶直接分解有机污染物; 植物通过提高微生物的数量和活性去除污染物。

植物将有机物吸收进体内, 再将其无毒性的中间产物储存于植物组织中是去除亲水性有机污染物的重要机制。环境中大多数的 BTEX 化合物、含氯有机溶剂和短链脂肪族化合物都是通过对该方法去除的^[24]。Burken 等^[25] 研究发现植物能直接吸收微量的除草剂阿特拉津。

植物分泌的酶有些能直接降解有关化合物。研究表明, 硝酸盐还原酶能降解 TNT 炸药等, 脱氯酶可降解含氯溶剂使之生成氯离子、二氧化碳和水^[24]。因此利用植物分泌酶的特性对于植物选择可能有一定的指示意义。

植物的分泌物包括多种酶和有机酸, 它们为微生物提供了营养物质, 加快了微生物的繁殖。Nichols^[26] 的研究表明, 植物根区微生物比空白地区的微生物要多, 因而加速了污染物的降解。Reilly^[27] 在研究多环芳香烃降解时, 发现植物根区微生物密度大, 污染物降解量也大。Jordahl J. L.^[28] 的报道表明, 微生物的增加是有选择性, 说明微生物的增加是根区的影响。现在关于植物-微生物联合治理也是研究去除有机污染物的一种重要方法。

我国土壤污染已比较严重, 直接或间接危及了人体健康, 不利于社会可持续发展。我国对土壤污染治理和治理技术的研究还处在起步阶段, 需加强应用研究的力度。

参考文献:

[1] Agrelot J C, *et al.* Proceeding of NWWA conference [C]. 1984. 346-349.

[2] 郑远扬. 石油污染生化治理的进展[J]. 国外环境科学技术, 1993, (3): 46-50.

[3] Fall E W, Pickens W E. In-situ hydrocarbon extraction. A case study done by converse Environmental consultants California[J]. Environ Sci Technol, 1988, 22(3): 349.

[4] Oma K H, Buelt J L. Proc of hazardous materials conference. part 2 [C]. Mar/Apr, 1989. 111-117.

[5] 朱玫, 等. 表面活性剂萃取土壤有机污染物的实验研究[J].

环境科学, 1996 17(4): 21-26.

[6] 刘新华. 土壤油类污染治理的水力冲洗和表面活性剂冲洗技术初步试验研究[J]. 环境科学学报, 1996, 16(4): 418-424.

[7] Detisch J J, Smith J A. Effect of Triton X-100 on the rate of Trichloroethene desorption from soil to water[J]. Environ. Sci. Technol., 1995, 29(4): 1069-80.

[8] Roy D, Kommalapati R, Mandava S S. Soil washing potential of natural surfactant[J]. Environ. Sci. Technol., 1997, 31(3): 670-675.

[9] Kommalapati R, Valsaraj K T. Aqueous solubility enhancement and desorption of hexachlorobenzene from soil using a plant-based surfactant[J]. Environ. Sci. Technol., 1997, 31(3): 670-675.

[10] 夏新辉. 应用化学清洗剂去除包气带石油污染物的实验研究[J]. 环境科学, 1997, 16(1): 37-42.

[11] Sahle-Demessie E, Meckes Marko, Richardson T L. Remediating pesticide contaminated soil using solvent extraction[J]. Environ. Progress, 1996, 15(4): 293-300.

[12] Chen B, Zhou W, Tarlaides L L. Remediation of polychlorinated biphenyl contaminated soil / sediments by supercritical fluid extraction [J]. Environ. Progress, 1997, 16(4): 227.

[13] 李统锦. 超临界处理有毒有机废物的实验研究[J]. 环境科学, 1998, 19(4): 43-47.

[14] 郁志勇. 4-氯酚光化学反应过程中 C-Cl 键的断裂[J]. 环境科学, 1998, 19(5): 45-47.

[15] Reddy D G. High-energy intense ultraviolet light maybe an approach to treating groundwater contaminated with organics[J]. Environ. Sci. Technol., 1991, 25(3): 359.

[16] 马瑛, 等. 堆肥化生物修复技术处理有毒有害固体废物废弃物的模拟研究[J]. 环境科学, 1997, 18(4): 65-68.

[17] Gupta G. Biodegradation of phenol with poultry litter Microorganisms [J]. J. Environ. Sci. Health, 1998, A33(1): 83-87.

[18] Zhong Qihe. Studies of the catabolic pathway of degradation of nitrobenzene by pseudomonas pseudoalcaligenes Js45; removal of the amine group from 2-aminomuconic semialdehyde[J]. Appl. Environ. Microbiol., 1997, 63(12): 4839-4843.

[19] Ansoy M. Biodegradation of chlorinated organic compounds by white-rot fungi[J]. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 1998, 60(6): 872-879.

[20] Pothukuri J V, Evans F E. Metabolism of metolachlor by the fungus cunning hamellelegans[J]. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 1997, 32(2): 117-125.

[21] Faduillon, S. Degradation of atrazine in soil by streptomycetes[J]. J Environ. Sci. Health, 1998, B33(1): 37-49.

[22] Tiehm Michael, Stieber Peter. Surfactant-enhanced mobilization and biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in manufactured gas plant soil[J]. Environ. Sci. Technol., 1997, 31(9): 2570-2576.

[23] 魏德洲, 秦煜民. H₂O₂ 在石油污染土壤微生物治理过程中的

- 作用[J]. 中国环境科学, 1997, 17(5): 429-431.
- [24] Schnoor J L, Louis A Licht. Phytoremediation of organic and nutrient contaminants[J]. Environ. Sci. Technol., 1995, 29(7): 318-323.
- [25] Burken J G, Schnoor J L. Phytoremediation: plant uptake of atrazine and role of root exudates[J]. J. Environ. Eng., 1996, 123(11): 958-963.
- [26] Nichols T D, Wolf D C, Rogers H B. Rhizosphere microbial populations in contaminated soil[J]. Water Air and Soil Pollution, 1997, (95): 165-178.
- [27] Reilley K A, Banks M K, Schwab A P. Dissipation of polycyclic aromatic hydrocarbons in the rhizosphere[J]. J. Environ. Sci. Qual., 1996, (25): 212-215.
- [28] Jordahl J L. Effect of hybrid poplar on microbial populations important to hazardous waste bioremediation[J]. Environ. Toxicol. Chem., 1997, 16(6): 1318-1323.

Remediation of Organic Contaminated Soil and Progress on Research

LUO Xiao-jun¹, YANG Wei-dong¹, DANG Zhi²

(1. Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guizhou, Guizhou 550002, China;

2. Department of Applied Chemical, South China University of Technology, Guangdong, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Remediation of contaminated soil became one of the focuses of the research on environment protect. On the basis of advancing progress on remediation of organic contaminated soil. Various methods of remediation of organic contaminated soil, such as physic remediation, chemical remediation, bioremediation and plant remediation are summarized. The advancing research tendency, problems existing in the research and the future task of every kind of methods are also discussed in this note.

Key words: remediation contaminated soil; organic contaminat

·学会之声·

隆重纪念侯德封先生诞辰 100 周年

四月的北京春光明媚,近 20 名中国科学院院士和来自兰州、贵阳、广州、青岛、北京等地的上百名地球科学工作者聚集中国科学院地质与地球物理研究所,举行 21 世纪地球科学战略研讨会,同时隆重纪念杰出的科学家侯德封先生诞辰 100 周年。

侯德封先生 1900 年生于河北省高阳县,1923 年毕业于北京大学地质系,在长达 60 年的科学生涯中,把毕生的精力献给了祖国的地质事业。他是中国科学院首批学部委员(院士),担任中国科学院地质研究所所长长达 30 年之久,并兼任中国科学院兰州地质所所长、地球化学研究所所长、中国科技大学地球化学系主任、中国第四纪研究委员会主任等职;是中国早期地质工作的卓越组织者和倡导者,中国矿床学、地球化学、第四纪地质学等学科的开拓者,核地质学的奠基人。

会议由中国科学院地质与地球物理研究所、兰州地质所、地球化学所、广州地球化学所、中国科技大学、中国第四纪研究委员会和中国矿物岩石地球化学学会联合发起并筹办,中国科学院资源环境科学技术局领导和各发起单位的

领导分别在会上致辞,颂扬侯老的丰功伟绩,表示要继承侯老遗志,把中国的地学工作做得更好。孙枢、程裕淇、叶连俊、孙殿卿、陈庆宣、杨遵仪、郝治纯等院士和与侯老一起工作过的老同志纷纷发言,回忆与侯老一起工作的情景,赞扬他严以律己宽以待人的高尚品德,高瞻远瞩、务实去华的工作作风,急国家所急、想国家所想的爱国精神。刘东生、涂光炽、欧阳自远三位当年与侯老共事的院士和谢先德教授在会上做了精彩的学术报告,弘扬侯老在科学事业上殚精竭虑、远见卓识的雄才大略和重视实践、勇于创新的科学风范。兰州地质所徐永昌教授等 10 余名同事以及中国科技大学地球与空间科学系和该系首届及第三届毕业生分别发来贺电,祝贺侯老百年诞辰,缅怀侯老生前的谆谆教导和他为培养我国的地质人才所建立的不朽功勋。

中国科学院领导张劲夫同志和路甬祥院长分别为侯老百年诞辰题辞,称他是“一代地球科学大师”,颂扬他“业绩如青山永存,精神如大江长流”。

(刘嘉麒 供稿)