

# 在中国由于排水管道外露造成的下水道气体泄漏

## Sewer Gas Leakage Due to Exposed Sewer Pipes in China

Alex A. Volinsky, Ph.D.

Department of Mechanical Engineering, University of South Florida, 4202 E. Fowler Ave., Tampa FL 33620, USA, volinsky@usf.edu; Phone: (813) 974-5658, Fax: (813) 974-3539

**摘要：**中国的下水道气体泄漏是一个普遍存在的公共健康问题，其主要原因是未能普遍遵守建筑规范中关于安装存水弯和正确安装卫生设备的要求。尽管已有国家标准，但由于缺乏有效的执法和监督，住宅和商业建筑中仍存在危险隐患。本研究针对 2023 年完成重大翻修后的洛阳帝尼斯酒店和北京安徽大厦酒店的管道缺陷进行了分析。研究发现，这些建筑存在厕所密封不当、排水管缺乏存水弯，以及依赖性能不足的空气阀等问题，导致下水道气体持续泄漏。

下水道气体暴露会带来显著的健康风险，包括呼吸系统疾病和硫化氢引发的毒性危害。解决这一问题需要采取以下措施：严格执行建筑规范，加强公众对风险的认识，对建筑行业从业人员进行强制性培训，以及引入国际最佳实践。解决这些缺陷对于保障公众健康和确保中国建筑标准的有效性至关重要。

**关键词：**中国；污水；排水管；下水道气体；防水弯；公共健康

**Abstract:** Sewer gas leakage in China is a pervasive public health issue caused by widespread non-compliance with building codes requiring water traps and proper toilet installation. Despite the existence of national standards, the lack of enforcement and oversight has resulted in hazardous conditions in residential and commercial buildings. This study examines the plumbing deficiencies in the Dinis Hotel in Luoyang and the Anhui Tower Hotel in Beijing following major renovations in 2023. Findings reveal improperly sealed toilets, absence of water traps in drains, and reliance on inadequate air valves, contributing to persistent sewer gas leakage. Sewer gas exposure poses significant health risks, including respiratory illnesses and toxicity from hydrogen sulfide. Addressing this issue requires strict enforcement of building codes, public education on the risks, mandatory training for construction professionals, and adoption of international best practices. Resolving these deficiencies is critical to safeguarding public health and ensuring the effectiveness of China's construction standards.

**Keywords:** China; plumbing code; sewage; drains; sewer gas; water trap; public health.

### 1. 引言

中国的下水道气体泄漏问题已持续数十年[1]。其主要原因包括未遵守建筑规范导致的下水管道暴露、未安装存水弯以及竖式排污马桶安装不当等。由于种种原因，中国公众长期以来对这些问题普遍忽视。下水道气体对人体健康有害[2]，在高浓度下甚至可能致命[3]。长期暴露于低浓度下水道气体会导致疲劳、头痛、食欲减退、易怒、头晕，甚至肺炎等症状[4]。下水道气体中含有有害物质，包括硫化氢、氨气、二氧化碳、甲烷、氮氧化物和二氧化硫等，其中一些具有易燃性。硫化氢还能削弱嗅觉，使人难以察觉其存在。当硫化氢浓度超过 300 ppm 时，会导致人昏迷；而浓度超过 1,000 ppm 时，可能导致倒地甚至死亡[3]。由于下水道气体比空气重，往往会在建筑物的地下室和底层积聚。这也是为何许多中国超市的地下车库常有刺鼻异味的的原因，这种气味对人体有潜在危害。

自 2007 年以来，作者定期访问中国各大城市，并持续被建筑物、公寓、酒店房间和地下车库中普遍存在的下水道气体异味问题所震惊。这些异味的来源是下水管道未密封，主要由马桶和其他管道

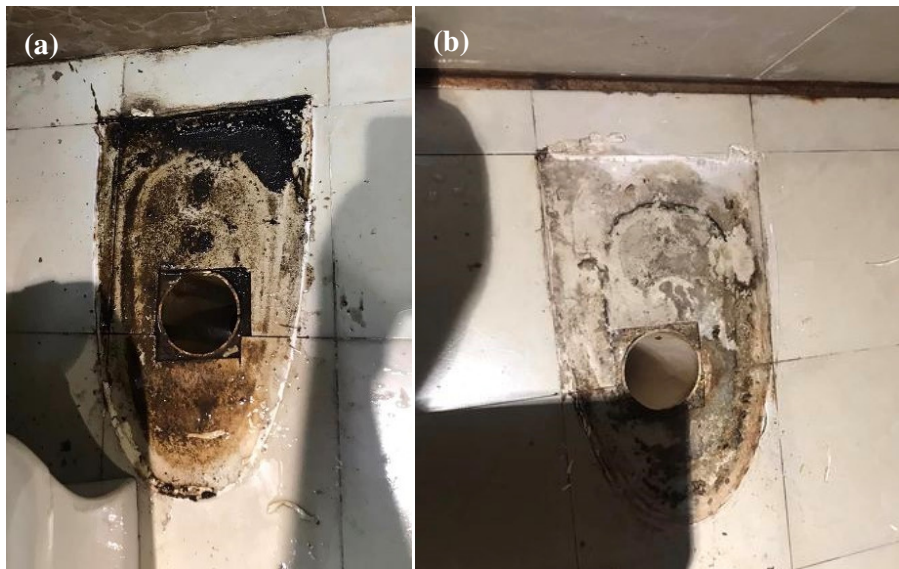
设施安装不当以及未配备存水弯所致。2024 年夏季，作者再次访问中国，发现即使在新建建筑中，下水道气体泄漏问题仍然存在。本文展示了作者对洛阳和北京酒店重大翻修工程的研究结果。尽管这些酒店进行了翻修，但由于管道设施安装不当及未遵守相关建筑规范和法规，下水道气体泄漏问题依旧未能解决。

## 2. 迪尼斯酒店翻修

自 2010 年以来，作者多次访问洛阳，并入住位于中国洛阳市周山大道 1009 号（邮编 471023）的开元帝尼斯商务酒店。2023 年，该酒店对三楼进行了重大装修，包括浴室内的瓷砖和管道设施更换，房间重新铺设了地毯，并添置了新家具。同时，走廊也进行了翻新，铺设了现代化的地毯并更换了房门。然而，在 2024 年夏季的一次访问中，作者注意到酒店的走廊和房间内都存在明显的下水道气味。

此前的一篇研究文章已经指出，中国的下水道和通风系统存在缺陷，并提出了使用装满水的塑料袋临时阻止下水道气体泄漏的方法[1]。然而，这些措施并未达到预期效果，相关问题已通过视频记录下来[5]。房间内下水道气体泄漏的另一个来源是厕所。酒店管理层表现出合作态度，建筑维修人员拆除了新装修的 8326 房间的马桶。结果发现，如图 1(a)所示，马桶与下水管之间缺少密封圈。尽管管道工人安装了一个密封垫圈，但问题并未解决。标准垫圈的厚度不足，无法在马桶与排水管之间形成有效的密封。

据作者了解，中国的建筑规范中并未要求在安装竖式排污马桶时必须在水管上使用法兰[6]。如图 1(b)所示，在 8623 房间的安装过程中，马桶的位置偏离管道中心超过 5 厘米。虽然在没有法兰的情况下也可以安装竖式排污马桶，但这需要额外的精力以及具备专业知识的合格管道工确保马桶正确对准下水管，并在马桶与法兰之间形成紧密的密封。在中国，管道工与其他建筑专业人员一样，需持证上岗，且证书的获取要求接受适当的培训和定期考试。下水道气体泄漏在任何酒店房间中都是不可接受的，因为这些气体可能扩散至整栋建筑，威胁住客的健康与安全。



1. (a) 8326 号房间翻修后马桶下方的地面排水管，显示出泄漏和密封不良的迹象；(b) 迪尼斯酒店 8623 号房间中安装不当的马桶，偏离排水管中心。

## 3. 安徽大厦酒店翻修

位于中国北京市朝阳区惠新西街 1 号（邮编 100029）的安徽大厦酒店在 2023 年进行了全面的翻修。作者于 2024 年夏季入住了该酒店。与仅翻修了一层的帝尼斯酒店不同，安徽大厦酒店进行了全方位的改造，包括对整个管道系统的彻底更换。浴室的淋浴和地漏安装了带有空气阀的装置，如图 2(a)所示。然而，这些装置在下水管道内压力波动时（如冲洗马桶或排空洗手池时），会导致下水道气体泄漏。一段视频显示，当洗手池排水时，放置在地漏上的装满水的塑料袋下方冒出了气泡[7]。

图 2(a)顶部展示了一个旧的带空气阀的地漏插件，由于金属腐蚀，空气阀卡在了开启状态。与存水弯不同，空气阀无法完全阻止下水道气体泄漏[8]。如果排水管中没有内置存水弯，可以使用带有水封的插件，如图 2(b)所示。这种水封插件的尺寸必须符合相关建筑规范，以确保排水顺畅，避免堵塞，并防止水封内的水分干涸，从而有效阻止下水道气体的泄漏。



图 2. (a) 带气阀和磁性阀门的新型排水管插入件。上方是由于腐蚀导致气阀卡在打开位置的旧排水管插入件；(b) 用于地面或淋浴排水的水封插入件。

#### 4. 讨论

在发达国家，已有完善的建筑规范、法规和法律，同时设有政府机构和专业组织来确保下水管道的正确密封，防止下水道气体泄漏，从而保护公众健康[6,9]。这些法律通常由地方政府机构执行。建筑行业从业人员需要经过专业培训才能获得执照，并需定期参加测试。他们的工作还会接受检查，以确保符合建筑规范。

中国也有类似的法律。例如，中国国家标准\*\*GB 50015-2019《建筑给水排水设计标准》\*\*在第 4 章“排水”中规定，建筑排水系统必须防止回流、污染和气味扩散[10]。规定每个排水装置都必须配备适当的存水弯，以防止异味泄漏。该标准还要求在带有管道的房间（如浴室和厨房）中安装地漏，并规定存水弯的最小水封深度为 50 毫米。

中国行业标准\*\*CJ/T 186-2018《地漏》\*\*详细规定了住宅和商业建筑中地漏的设计、安装和维护，以确保正确排水并防止异味[11]。地漏必须包括防回流机制以防止污水倒灌，并使用防异味密封装置以阻止不良气味进入建筑。然而，这些标准中并未明确使用“下水道气体”这一术语，而是以“气味”和“异味”来代替，这种表述并不完全准确。

中国国家标准\*\*GB 6952-2015《卫生陶瓷》\*\*对卫生设施开口的尺寸和设计进行了规范，但并未提供有关正确安装的指导[12]。作者未能找到任何中国标准要求安装在安装竖式排污马桶时，必须在水管上使用法兰。

在美国，马桶通常通过法兰和蜡圈安装在排污管道上。两个黄铜螺栓用于将马桶对准排污管道并固定到位，如图 3(a)所示。蜡圈在马桶与法兰之间形成紧密密封。经验丰富的管道工人知道，在许多情况下，需要使用两个蜡圈以确保密封效果。

根据管道规范，马桶必须通过法兰牢固地固定在地板上。法兰应由防腐材料制成，并牢固地连接到下水管道上。马桶排水口和密封垫必须通过 **ASME A112.4.3** 联合泄漏测试，并按照制造商说明进行安装。法兰必须牢固地连接到排水管道结构上，马桶需通过防腐螺栓或螺钉固定到法兰上。所有连接处必须使用符合 **ASME A112.4.3** 的弹性密封垫或经批准的固化化合物进行密封。

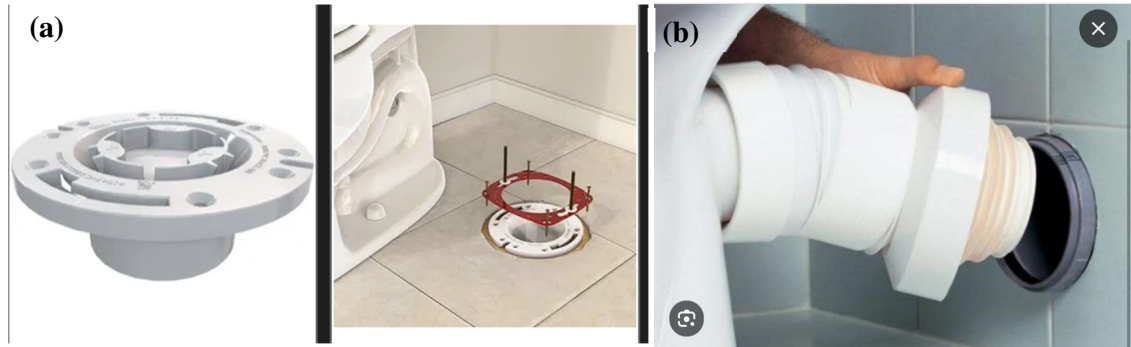


图 3. (a) 美国将马桶安装到下水道管道上的法兰、垫圈和定位螺栓；(b) 欧洲将水平排水马桶外部连接到下水道的柔性管道。

在欧洲，马桶通常采用后排水平出水设计，通过密封套连接到下水管道，如图 3(b)所示。由于连接在外部，任何损坏或安装缺陷都可以直接观察到，无需拆卸马桶。

如图 4(a)所示，淋浴排水管缺少存水弯。一个典型的浴室通常包括一个浴缸或淋浴、一个洗手池和一个马桶。根据中国国家标准，浴室内必须安装地漏。马桶和洗手池的排水管中内置了虹吸装置，因此无需在下水管道中额外安装存水弯。然而，浴缸或淋浴排水口和浴室地漏没有存水弯，因此其密封功能应集成到下水管道中，如图 4(b)所示。淋浴排水口缺少存水弯（如图 4(a)所示）违反了中国国家标准 GB 50015-2019。因此，即使在淋浴和地漏中安装了空气阀，下水道气体仍会通过这些排水口进入浴室。

根据**佛罗里达建筑规范**，所有管道设施必须配备存水弯[10]。最常见的是 P 形存水弯，并且有多项安装规定：存水弯必须具有自清洁功能，不能依赖可移动部件来维持水封；存水弯出口不得大于连接的排水装置管径；水封深度应在 2 至 4 英寸之间；存水弯的安装必须与水封水平；排水装置不得设置双重存水弯；排水装置出口到存水弯堰的垂直距离不得超过 24 英寸，水平距离不得超过 30 英寸。此外，还规定了水平下水管道的最大坡度，以防止在排放大量水（如从满浴缸排水时）时，由于惯性导致水封中的水被抽空。这些要求旨在确保下水道系统的正常运行并防止下水道气体泄漏。

在美国，建筑规范会定期更新、发布，并向公众免费提供。不遵守这些规范可能导致行政处罚甚至刑事责任。地方当局通过城市建筑部门的检查人员强制执行这些规范。在施工或装修开始前，需获得建筑部门的批准，施工过程中则通过定期检查来监督工程质量。建筑行业从业人员必须经过专门培训才能获得并保持执照。

在中国，建筑工程由地方政府部门审批，建筑设计根据国家标准制定。施工期间进行质量控制，包括材料、技术和现场施工质量检查。竣工项目会被检查以确认其是否符合所有标准和要求。中国的质量控制体系对违反安全和质量标准的行为实施严格处罚。未达标的公司、承包商和工人可能被罚款、吊销执照，甚至面临刑事指控。除了国家标准外，中国还努力遵守国际建筑标准，包括 ISO 标准，并与国际组织合作以提高建筑质量和安全性。从理论上讲，这些制度非常完善，但实践中却存在问题。如果所有建筑标准都得到了遵守，就不会出现下水道气体泄漏的问题。

在中国，部分建筑标准未被遵守的原因仍不清楚。**\*\*住房和城乡建设部 (MOHURD) \*\***负责制定建筑规范和法规，但并不直接监督其执行。在中国，住宅通常以毛坯房形式出售，业主需要自行聘请承包商完成室内装修。政府并未对这些装修工程进行质量控制。许多中国人似乎已习惯下水道气体的存在，甚至可能察觉不到其气味。这种现象在其他发达国家是不可想象的。例如，如果一家酒店散发出下水道气味，顾客会投诉，酒店将被迫解决问题。同样，中国超市停车场中污水气体的恶臭是一个严重问题，尤其是这些项目由专业组织规划、建设和运营，而这些组织有法律义务遵守建筑规范和法规。

中国应考虑借鉴并改进国际在工业和住宅建筑通风与排水系统领域的最佳实践。管道工人必须接受适当培训并严格遵守建筑规范。尽早采取行动将有助于支持中国庞大的建设工作，同时保障公众健康。

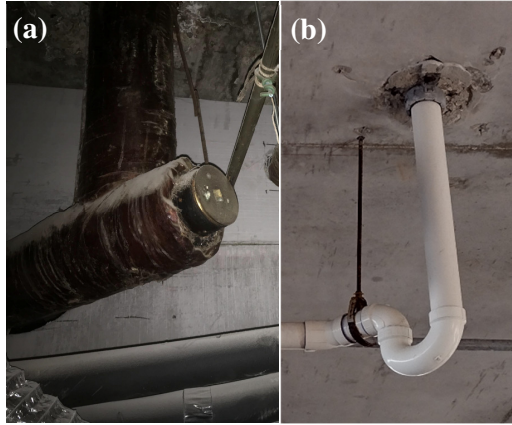


图 4. (a) 安徽塔酒店的淋浴排水管道没有水封；(b) 带内置 P 型水封的下水管道。

有关建设节能建筑的及时建议[13]，促成了国家标准\*\*GB 55015-2021《建筑节能与可再生能源利用通用规范》\*\*的颁布[14]。然而，截至 2024 年，中国在工业和民用建筑中使用存水弯的相关法规尚未全面实施。因此，中国的新建筑仍然面临下水道气体泄漏的问题。

根据\*\*世界卫生组织（WHO）与世界管道委员会（WPC）\*\*联合发布的《管道卫生学》[15]，其中指出：

“每一个与排水系统连接的装置或装置组都应配备液体密封存水弯。每个密封中的液体深度必须足够，以防止异味和气体的排放，并防止昆虫或啮齿动物从下水道进入室内。在某些情况下，自密封废水阀是液体密封存水弯的可能替代品。”

此外，文中还强调：

“安装和监控管道系统的人员必须有机会接受充分的持续教育和培训。应建立认证系统，以确保所有此类人员达到并展示适当的能力水平。”

## 5. 建议

为缓解中国下水道气体泄漏的问题，建议采取以下措施：

1. **强化现有建筑规范的执行**：政府机构应加强对 GB 50015-2019 和 CJ/T 186-2018 等国家标准执行情况的管理。
2. **强制使用法兰盘**：更新相关标准，明确规定竖排式马桶必须使用法兰盘。
3. **提高公众意识**：开展宣传活动，普及下水道气体泄漏对健康的危害。
4. **培训建筑专业人员**：建立强制性培训和认证制度，确保水管工及建筑工人具备必要的专业技能。
5. **采纳国际最佳实践**：与国际组织合作，对标成熟解决方案并加以实施。

本报告还有英文[16]和俄文[17]版本。

## 6. 结论

本研究强调了中国普遍存在的下水道气体泄漏问题，其根源在于建筑规范的不遵守、不规范的管道施工，以及执法机制的不足。尽管已有国家标准，但新建和翻新建筑中管道设施安装不当的现象依然普遍，凸显了执行和监管方面的系统性漏洞。下水道气体暴露带来的健康风险，包括毒性作用和呼吸系统疾病，使得解决这些问题的紧迫性进一步加剧。

为缓解这些问题，政府机构必须严格执行现有建筑规范，强制使用如存水弯和法兰盘等关键组件，并建立强制性培训和认证制度，确保管道专业人员具备必要技能。此外，开展公众意识提升活动，推广国际管道与通风最佳实践，对于实现长期改善至关重要。

解决这些挑战对于保护公众健康、提高建筑质量以及使中国的建筑实践与全球标准接轨具有重要意义。如果不立即采取行动，继续忽视这些关键问题可能会削弱公众对基础设施的信任，并危及全国居民的福祉。

致谢：作者感谢洛阳迪尼斯酒店的管理层和员工在发现管道缺陷方面的合作。

## 参考

1. Volinsky A.A., Why China stinks. Deficiencies in plumbing and ventilation systems in China, *International Journal of Civil Engineering and Technology*, Vol. 11(7), pp. 16-20, 2020. [https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal\\_uploads/IJCIET/VOLUME\\_11\\_ISSUE\\_7/IJCIET\\_11\\_07\\_002.pdf](https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCIET/VOLUME_11_ISSUE_7/IJCIET_11_07_002.pdf).
2. Toxicological profile for hydrogen sulfide and carbonyl sulfide. U.S. Department of Health and Human Services. 2016. Web-source: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp114.pdf>. Access date: November 6, 2024.
3. Yalamanchili C., Smith M.D., Acute hydrogen sulfide toxicity due to sewer gas exposure, *The American Journal of Emergency Medicine* 26(4), 518.e5-518.e7, 2008, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18410836/>.
4. Hydrogen sulfide gas, Illinois Department of Public Health fact sheets. Web-source: <https://www.idph.state.il.us/envhealth/factsheets/hydrogensulfide.htm>. Access date: November 6, 2024.
5. Dinis Business Hotel after remodel. YouTube video. Web-source: [www.youtube.com/shorts/mh6YB7d9n9c](http://www.youtube.com/shorts/mh6YB7d9n9c). Access date: November 6, 2024.
6. 2024 International Plumbing Code (IPC), 405.4 Floor and wall drainage connections. Web-source: <https://codes.iccsafe.org/s/IPC2024P1/chapter-4-fixtures-faucets-and-fixture-fittings/IPC2024P1-Ch04-Sec405.4>. Access date: November 6, 2024.
7. Anhui Tower hotel sewer gas escaping from the floor drain with a magnetic flapper air valve. YouTube video. Web-source: <https://youtube.com/shorts/2SGvCfSLUzM>. Access date: November 6, 2024.
8. Air valve magnetic flapper insert for the shower drain in China. YouTube video. Web-source: <https://youtube.com/shorts/Kf0WcgR-Qy8>. Access date: November 6, 2024.
9. 2023 Florida Building Code, Plumbing, Eighth Edition. Chapter 7, Sanitary Drainage, 2023 Florida Building Code - Plumbing, Sixth Edition. Web-source: <https://codes.iccsafe.org/content/FLPC2023P1/chapter-7-sanitary-drainage>. Access date: November 6, 2024.
10. Chinese national standard GB 50015-2019. Standard for design of building water supply and drainage. 2019. <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GB50015-2019>.
11. Professional standard of the People's Republic of China CJ/T 186-2018. Floor drain. 2018. <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/CJT186-2018>.
12. Chinese national standard GB 6952-2015. Sanitary wares. 2015. <https://www.chinesestandard.net/PDF.aspx/GB6952-2015>.
13. Feng W., Zhou N., de la Rue du Can S., Bendewald M., Franconi E. Building energy codes in China: Recommendations for Development and Enforcement, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-1005669, 2015, [https://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/building\\_code\\_roadmap\\_english\\_oct\\_20\\_2015\\_formatted.pdf](https://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/building_code_roadmap_english_oct_20_2015_formatted.pdf).
14. Chinese national standard GB 55015-2021. General Code for Building Energy Efficiency and Renewable Energy Utilization. 2021. <https://codeofchina.com/standard/GB55015-2021.html>.
15. Health Aspects of Plumbing. Published jointly by World Health Organization and World Plumbing Council, 2006. [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43423/9241563184\\_eng.pdf](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43423/9241563184_eng.pdf).
16. Volinsky A.A., Non-Compliance with Plumbing Codes in China: The Crisis of Sewer Gas Leakage, *International Journal of Construction Engineering (IJCE)*, Vol. 6(2), pp. 1-9, 2024. [https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal\\_uploads/IJCE/VOLUME\\_6\\_ISSUE\\_2/IJCE\\_06\\_02\\_001.pdf](https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCE/VOLUME_6_ISSUE_2/IJCE_06_02_001.pdf).
17. Volinsky A.A., Утечка Канализационных Газов из-за Несоблюдения Строительных Норм Исползования Водяных Затворов в Китае (Sewer Gas Leakage due to Failure to Comply with Building Codes for the Use of Water Traps in China, in Russian), С.О.К. Сантехника, Отопление, Кондиционирование, N. 11(275), С. 22-23, 2024. S.O.K. Plumbing, Heating, Air-conditioning, Vol. 11(275), pp. 22-23, 2024. <https://www.c-o-k.ru/archive-cok?num=11&year=2024>.