

土质疏松 管道结构性缺陷 违规施工 超采地下水……

# 地陷“城市病”频发 何时能“脚踏实地”？

广东建设报记者 誉建业



城市路面塌陷呈多发态势

2020年1月13日，青海省西宁市南大街长城医院门前发生地面塌陷，一辆由南向北行驶的17路公交车陷入其中，共造成10人遇难，17人受伤；2019年12月1日，广东省广州市广州大道北与禺东西路交界处地面发生地面塌陷，途经该区域的1辆清污车和1部电动单车掉落其中，3人遇难；2018年10月7日，四川省达州市南城升华街一处路面发生地面塌陷，4名路人被吞没，消防官兵和救援人员全力救援，但在救援过程中发生了二次塌陷……近年来，大中城市的地陷事件频繁出现，已造成多起人员伤亡。

所谓“地陷”，原是一种地质灾害现象，与地质结构、降雨和人类活动有密切关系。但目前，我国城市地下空间存在多头管理和立法空白，地下工程开发与施工各自为政，区域性地质灾害公益普查迟迟不能起步。

逝者长已矣，生者如斯夫。我们在为受害者扼腕和惋惜的时候，也不禁发问：城市为何频频地陷？有没有办法预防？如何进行自救？

## 触目惊心的塌陷频率

地陷已成为大城市日益凸现的“城市病”。近年来，广东的城市频频惊现地陷大坑，尤为集中在广州、深圳、佛山、东莞、中山等城市。以广州为例，记者梳理发现，自2019年年底至今多次发生的地陷事故，着实令人胆战心惊。

2021年3月3日中午，中山大道护林路跨线桥南侧路基段发生地陷，无人人员伤亡。现场马上进行了道路警戒，同时通报广州交警进行道路封闭。随后，该区域已进行混凝土回填。

2020年12月4日早上，天河区棠德西路发生地陷，一辆泥头车陷在坑里，周围交通受阻。事发后，交管部门在周围设置警戒线进行交通管制，大型救援机械也已经赶到现场，对受困泥头车进行救援。

2020年11月19日下午，天河区沐陂东路、合景路口有地陷情况出现，相关部门对该地进行临时交通管制。经现场勘查分析，导致地陷的爆管与周边环境的影响有关，如重型车辆碾压多，地质疏松均对水管造成影响。抢修期间，合景路、沐陂东路沿线区域压力有所波动。

2020年9月3日上午，荔湾区站前街辖内环市西路步云天地商场对出路面处发生沉降。经相关单位现场勘查后反馈，沉降处位于步云天地门口的环市西路（东往西的方向）的路面，沉降产生的坑洞占据了中间两条直行车道，可见空洞长约3米，宽约2米，深约1米，初步判断自来水管漏水导致路面下方水土流失而沉降。

2020年8月30日下午，荔湾区珠江隧道往黄沙方向路口发生地陷。塌陷位置在内环路高架桥正下方两个桥墩之间，路边绿化带上，紧靠马路。现场目测塌陷位置长约6米，宽约5米。

2020年6月11日下午，在番禺大道辅道南往北方向南村镇里仁洞村宏信装饰城对出位置发生地陷（半径约1米宽，深约1米），造成1辆货车后轮卡在洞口，无人人员伤亡，涉事车辆随后已被吊起。此前在2019年12月3日傍晚，番禺大道南往北方向宝骏汽车门前人行道突然出路面塌陷。番禺区通报称面积约4平方米，塌陷点下方出现污水管断裂，无人人员伤亡。

2020年6月7日凌晨，越秀区梅东路延长线中凯服装城南门位置突发约一平方米的地陷。经专家检测，下陷位于沙河涌西支涌渠箱西侧，该渠箱已建成多年出现破损，分析是由于汛期排水量增大，雨水带走泥沙，导致出现下陷。

2020年4月9日凌晨，广花公路（平沙路段，北往南）发生地陷。事故现场下陷面积约为5米，宽3米，深1米。据悉，塌陷未造成人员伤亡，有一辆小车被拖离事故现场。经初步判断，该处地下管线破损造成水土流失，加上重载车碾压引起塌陷。

早在2010年就有权威地质专家指出，未来中国城市“地陷”将逐渐呈现多发态势，这使大城市将空间拓展、交通体系建设和公共设施完善的发展，着眼点转入地下的发展战略，面临新的考验。回过头来看，专家的告诫可谓“勿谓言之不预”。

## 地面塌陷原因何在？

## 地陷发生如何自救？

为什么会发生地陷？据了解，由于路基土的流失而形成了地下空洞，随着支撑力的减弱，外界任何一点动静都可能成为压塌路面的最后一根稻草。业内人士分析，地陷的成因主要可归纳为以下方面——

首先是地质隐患。如广东地质条件复杂多变，特别是珠三角地区为西江、北江和东江等支流冲积形成的近海低洼三角地区，岩土性质千变万化，且施工场地多沿城市主干道路，对周边建筑及地下错综复杂的管线影响密切，建设中还需防止突水、涌水等灾害地质体的发生，地下设施建设风险管控难度较大。加上部分地区楼房、道路等地基受地下水长期影响且未能采取有效防控措施，导致我省桩基沉降或地面塌陷事故层出不穷。

广东省市政行业协会专家库专家、广东省非开挖技术协会理事专家、广州市畅通管道工程有限公司总经理邓东阳说：“广东沿海地区地表的溶洞非常丰富，当年佛山一环在修路的时候，需要钻下去探地基地理结构，由于下面深不可测的溶洞，有好多地方灌了几千吨甚至上万吨的水泥灌进行填补。至于对地下溶洞的勘探，现有的地质探测设备还存在很

- ★ **当事人应该：**
  - 双手抱头，双臂护脸，下蹲抱团，脸藏双膝之间，为自己保留最大限度的呼吸空间。
  - 保持镇定，小心地移动身体，以防更大的塌陷物砸到自己身上。
  - 护住口鼻以防粉尘污。
  - 脱身时要迅速逃离，保存体力，适时呼救，等待救援。如有信号要迅速拨打电话报警（可利用身边的水管、煤气管道等制造声响进行求救）。
  - 若汽车落入塌陷区内，待汽车静止后迅速解开安全带，破窗逃离，寻找逃生路线。若被埋，不要惊慌，迅速利用通讯手段进行呼救。切勿强行自救，保存体力，等待救援。
- ★ **附近人员和救援人员应该：**
  - 远离事故现场，避免发生次生灾害。
  - 及时在灾害现场树立警戒标志，疏散人群。
  - 地面塌陷的治理措施主要是回填和架桥，应根据塌陷成因和结果的不同，采取不同的回填技术措施。
  - 寻找地面塌陷的原因，根除隐患。
  - 做好群众心理疏导，防止群众恐慌。

大的问题，比方说地质雷达探测的有效探测距离目前的水平在说是8-10米，但实际上可能就3米左右。”

不仅在广东，在国土资源部和水利部2012年印发的《全国地面沉降防治规划（2011—2020年）》就指出，全国遭受地陷沉降灾害的城市超过50个，分布于北京、天津、河北、山西、内蒙古等20个省市区。

其次是人为事故。由于上世纪八九十年代用HDPE波纹管、砼管、玻璃钢夹砂管道建设的城市管网与城市日新月异的发展不相适应，导致城市时时有内涝、地陷等现象的发生。目前，大部分城市地下管线在改革开放后铺设，现在都到了管线寿命的“中晚期”，甚至不少上世纪四五十年代建设的管线现在依旧在运行。

邓东阳表示：“管道的结构性缺陷影响更大。一些地下管道因年久失修而发生漏水，管道破损后，水体不断渗入土层，随着这些细小的流动通道不断增大，水流动时将松散物质带走，就容易产生溶洞。随着泥土颗粒和土壤的流失，地面逐渐下沉，当路面结构层刚度不足以支撑地面荷载时，地陷就发生了。

值得一提的是，地下管道功能性缺陷还容易造成管道里有受淤泥冲击的

树根而造成的堵塞，本来排水管道设计可以每分钟排几十方的水，但管道堵塞造成排水不畅，导致城市出现内涝。

另外，地下水源的酸碱程度，如强酸强碱也是对管道结构的一大腐蚀。前些年，由于执法部门的监管不到位，一些不良企业将工业废水偷排几十米深的地下，导致地下水水质变质。另外，有些企业为节约工业用水的成本，还会抽取地下水作工业冷却，直接导致地下的泥土的松动，地下泥土一移动就会导致地面的沉降，发生可怕的地陷。

地下施工的违规操作，地基处理没有做好，造成浅表和局部的塌陷。每个城市的地下都有电力、路灯、通讯、天然气、热力等各种管线，每条管道埋入地下，都需要对马路“开膛破肚”。当然，符合规程的施工应该不会出现塌陷问题。但一些施工单位因受利益驱使，一味赶工期，或缺乏专业施工队，违规操作，违反工序。道路挖掘单位应按照水撼沙、夯实、软硬铺装等程序进行，通常应铺15厘米厚的沥青路面，但有些路面压铺后才发现还不到10厘米。

如果施工后回填不密实，比如用了低质量的土回填，或冬天低温情况下，

施工土壤不易夯实，也会留下隐患。地下松散土体会逐渐被水流冲走，开放交通后，在地面荷载及土体自重力的共同作用下逐渐形成空洞，易为大面积塌陷埋下祸根。

过度开采地下水，也与路面塌陷关联紧密。近30年来，我国地下水开采量以每年25亿立方米的速度递增，有效保证了经济社会发展需求。据北京市政府门户网站“首都之窗”数据显示，2012年北京市居民喝的每3杯水中，就有2杯来自于地下水。而北京市水务局提供的数据显示，2011年北京市用水36亿立方米，其中20多亿来自地下水。

由于过度开采地下水会造成地下水位严重下降，出现的空隙很难在短期内得到恢复，进而使上覆地层重量只能作用在含水介质所构成的骨架上，支撑力不足，路面就会发生沉降或出现塌陷。

除此之外，屡禁不止的超载超限现象也是路面塌陷的重要诱因之一。屡禁不止的超载超限现象也是路面塌陷的重要诱因之一。超载超限车辆由于自重重大，以及刹车、上下坡过程中对路面的作用力远高于设计值，易致使路面塌陷，也大大缩短道路正常使用年限。

## 多措并举治理“城市病”

中国地质调查局前些年组织了南京、成都、武汉、湖南等地的地质调查中心和地质调查院，并选择一些影响较大的地陷城市展开调查发现，各地出现的地陷无外乎为两种类型，一是岩溶塌陷，二是松散碎屑沉积层塌陷。

这些专家在各地调查时发现，实地勘测的地陷都有工程活动等人为因素的影响。他们认为地质因素是基础，而“工程因素”与极端气象一道，并列诱发“地陷”的两大外部原因。

在2011年统计的632处岩溶塌陷中，人为因素诱发的432处，占68.4%；据湖南省有关统计，人为因素诱发的岩溶塌陷占总数的86.6%，而广西人为诱发岩溶塌陷也占总数的77.24%。

可以说，在中国式地陷事故中，“天灾”固然可恨，但“人祸”或许才是主要诱因。因此，城市管理者和建设者应尽可能提升地陷预防和监管水平。

一是**用非开挖技术针对管道的结构性缺陷进行修复**。我国地下管线的施工目前仍基本采用挖掘机、镐等破坏性施工方式，由于燃气、自来水、电缆、光缆等各种地下管线错综复杂，给施工带来了极大安全隐患。据统计，我国每年因破坏性挖掘造成的直接经济损失就超过400亿元。

邓东阳介绍，为破解城市地陷的预防和维护难题，公司目前正在全国首创使用非破坏性挖掘抽吸车，利用其超强吸力进行柔性挖掘、道路污染清除、地下管网疏通、吸污排涝和综合应急抢险。该抽吸车是一个超高压的螺旋风机，经过一条机水管，把不含水的固体颗粒物和泥沙一起抽进车上的一个泥水分离式的罐体，可分离把里面的泥倒出至泥头车。

该产品的诞生将结束我国在重要地下设施施工作业中不得不使用破坏性挖掘设备的历史，也填补了道路、洪灾、危化、地震、应急管理及海绵城市透水性路面等领域的空白。据悉，该油吸车能够安全、高效地对自来水、煤气、电缆等重要地下设施进行柔性挖掘作业，确保管线施工安全。

目前，中国市政工程协会也正在撰写团体标准的立项建议书，推广以挖掘抽吸车为核心，制定相关的无损挖掘施工技术规范及标准，促进全行业地下管道施工安全。

另外是采用石头浆高压喷涂的工艺，针对腐蚀比较严重的混凝土管道的结构性，把圆形管道的轮廓进行一喷，在短时间就可达到固化的效果。

二是**加大对地下的管道管廊结构安全隐患的排查力度**。在修复时间上，政府应该派遣由市场监督管理所发放有相应资质的检测公司，定期进行对管道结构缺陷的检测评判和危害的预估和修复。

根据住房和城乡建设部2012年7月19日发布的《城镇排水管道检测与评估技术规程》的要求，以结构性状况为目的的普查周期为5-10年。文件也提到，当遇到流砂易发、湿陷性土等特殊地区的管道，管龄30年以上的管道，施工质量差的管道，重要管道和有特殊要求管道相应缩短普查周期。

邓东阳说：“在修复方式上，一般就是管道结构性缺陷的点状修复，每一个渗漏点、每一个破损点或者其他缺陷点进行点状修复。另外一个就是CIPP整段修复，如采用CIPP水翻修复和紫外光固化修复，使用由较柔韧的聚合物（无纺纤维等）材料做骨架，材料的外层一般覆盖一层防水膜作止水作用，翻转在水压、气压的作用下，内衬材料反转进入管道的内部，完成

后在热水水温的作用下，树脂固化；或者将修复材料拉入管道内，放入紫外线灯架，通过紫外光把材料固化，内衬材料形成坚硬的管道内壁，形成管中管。”

三是**通过探地雷达监测排查地下管道破损带来的隐患**。地下管道破损是地陷事故爆发最主要的人为原因。而排查地下管道的运行状况，可用技术手段实现。一些城市的老城区，主要是城市地下管网，大多是早期铺设的钢管管材，容易锈蚀老化。

对此，2016年12月，住房和城乡建设部标准定额研究所颁布了中国第一部《道路塌陷隐患雷达检测技术导则》（RISN-TG024-2016）。2018年3月1日，中国市政工程协会发布了协会团体标准《道路塌陷隐患雷达检测技术规范》（T/CMEA2-2018）。

除此之外，2018年，中国航天科工集团三院35所研发的新型探地雷达“鹰眼-A”更是闪耀登场。“鹰眼-A”能够“透视”城市地下多材质市政管线、油气管线信息，以及城市道路空洞、疏松、富水等土体病害信息。可实现地下6米内三维数据的采集与存储、厘米量级的探测间隔和毫米级大地坐标测量。同时人工智能处理系统，可大大缩减人工数据分析工作量，提高数据解释效率和准确度，其中管线智能检测正确率超过90%。

四是**规范地下水的开采及水的循环利用**。为有效控制地面进一步沉降，我国有些城市已根据地面沉降和地下水分布、开采状况定期进行地下水分区评价，确定本市地下水开采总量和水位控制指标。地面沉降重点控制区内禁止新增地下水取水项目和新增取水量，现有开采井按要求逐步封存或回填。地面沉降一般控制区内严格限制新增地下水取水项目，现有开采井严格控制新增开采量，并按要求进行减采。

不过更重要的是可持续的手段，比如最大限度的实现雨水循环利用。当暴雨来袭，城市内涝对路基产生了很大考验，近几年来海绵城市是解决这一难题的良方。

近些年，广东省政府办公厅先后印发和修订了《广东省自然灾害防治能力建设行动方案》《广东省突发地质灾害应急预案》《广东省地震应急预案》《广东省自然灾害救助应急预案》《广东省大面积停电事件应急预案》等文件，建立高效科学的自然灾害防治体系，全面提高我省地陷的防治能力。广东省标准化协会也发布了《广东省城市地质调查数据库规范》，为提前预防地陷提供重要的决策依据。

2019年12月，广东省住房和城乡建设厅也印发了《关于深刻汲取广州“12·1”地面塌陷事故教训切实加强地下施工安全生产工作的紧急通知》，要求各级住房城乡建设有关主管部门要认真贯彻落实习近平总书记有关防范化解重大风险和安全生产的重要论述精神，把思想和行动统一到党的十九届四中全会精神上来，按照省委、省政府做好岁末年初安全生产工作的具体部署，充分认识城市地下工程地质构造和环境复杂、施工难度高等客观因素，深入查找自身工作存在的问题，补齐监管短板，采取有效措施督促落实相关单位和企业的安全生产主体责任，强化突出问题整治，夯实安全管理基础，以迅速、有效的实际行动来抓好地下施工安全管理工作，全力保障人民群众生命财产安全。

安全常抓不懈，生命重于泰山。要真正解决频频发生的地陷“城市病”，让人民群众“脚踏实地”地生产、生活，城市管理者 and 建设者重任在肩，任重道远。