

# 深基坑支护结构倒塌的救治措施

余少平 (广东省汕头市建安集团公司)

## 1. 工程概况

我司承建的该大厦位于繁华的市区, 建筑面积20185m<sup>2</sup>, 框架结构, 地下3层, 地上23层, 基坑开挖深度为12m, 地下静止水位-7.0m。工程现场狭窄, 东、南、北三面距相邻建筑物较近, 西临市区马路主干道。现场平面位置、支护桩的布置及塌方情况见图1。该工程地质勘察土层自地表以下依次为杂填土、素填土、I级非自重湿陷黄土、粉质粘土、卵石、粘土等。

## 2. 原支护方案选择

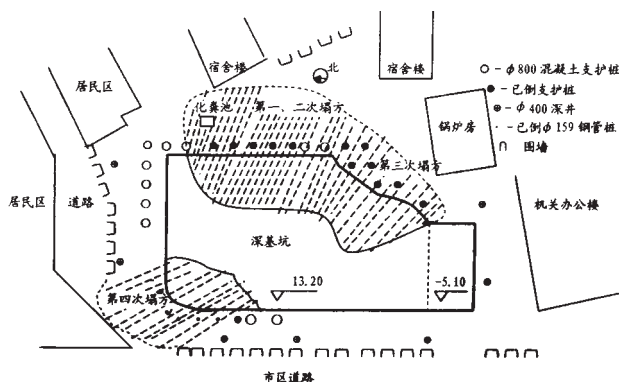


图1 现场支护及塌方平面示意

局面。

## 五、主要对策

1.完善安全监督管理机制, 依法查处。发现违法违规现象绝不手软, 及时采取停工、整顿、罚款等手段, 并召集违规单位的主要负责人、直接责任人及有关人员进行原因分析、说服教育, 直至有关单位和人员彻底落实人工、资金、期限整改, 同时, 按相关程序处罚和落实专人复查。

2.建设主管部门有关领导要坚持原则, 懂法执法。不管什么原因, 没有取得施工许可证或不具备安全条件的, 一律不准进入建筑市场, 杜绝无证施工等现象。

3.严格建筑施工队伍准入请出制度。对施工单位年审不合格或未取得安全施工许可证的, 不准其参加施工招投标, 从源头上杜绝安全事故的发生。

4.安全监督管理机构, 应经常深入生产一线, 及时掌握企业和项目的安全管理, 安全检查, 安全评价, 安全设施使用、检测情况是否符合规定和标准, 强制各安全责任主体严格执行, 严格履行安全职责。一旦发现违法违规单位, 立即停工整顿, 挂黄牌警告。

5.强制实行建筑意外保险制度和推行风险抵押金制度, 有效保障劳动者安全和权益。

6.严格建筑材料和施工机械采购、验收工作, 杜绝唯利是图使用伪劣产品、偷工减料等现象。

7.保证安全资金投入和工程进度款正常拨付, 主管部门严格督促, 不准挪作他用、或拖欠工程款和工人工资。

8.严禁违法发包、越级承包

和违法分包等现象。

9.严格编制和审批施工组织设计、专项方案和安全技术措施, 并保证其有效实施。

10.建立事故危险源档案, 发现安全隐患, 制定有效措施, 定期、定人整改, 及时消除隐患。

11.建立事故应急救援预案制度, 并做好演练和记录工作。

12.健全重大事故报告和信息处理系统, 定期向社会公布企业安全生产不良记录, 不让违法违规企业进入建筑市场。

总之, 建筑施工安全问题是系统工程, 需要我们坚持不懈的努力, 不断探索, 不断改进, 采取有效的对策, 把安全措施落到实处, 才能杜绝重大事故的发生和减少事故的损失。

(本文收稿: 2005-03-10)

对该深基坑的支护方法,建设单位与施工单位存在分歧。建设单位提出部分采用 $\phi 800\text{mm}$ 钢筋混凝土悬注桩,部分采用 $\phi 159\text{mm}$ 钢管悬臂桩,部分采取放坡的方案。施工单位提议采用大孔径钢筋混凝土灌注桩,中间设土层锚杆,桩顶设RC圈梁的桩锚支护体系。为了节约资金,建设单位自行采用了第一方案。除基坑西侧采用1:0.3放坡之外,东、南、西、北角施筑 $\phi 800\text{mm}$ 钢筋混凝土灌注桩57根,混凝土强度等级C30,间距180mm。桩长18m,悬臂部分12m,锚入基底以下6m。

在基坑北部有部分地段施筑 $\phi 159\text{mm}$ 钢管桩7根,桩距1m,桩长15m,悬臂12m,锚入地下3m。降水措施为:沿基坑四周设置 $\phi 400\text{mm}$ 深井12口,井深20m,用潜水泵抽水至地面水渠外排。

### 3. 塌方发生过程

本工程土方机械开挖分二步进行。第一步先开挖基坑深度的1/2,即挖至-6.50m(地下水位以上)。第二步再挖至-13.20m。支护桩此时全部外露,地下水位可降至-13.20m左右。

当时,气候正值冬季,支护桩陆续失稳,塌方共分四次发生。

第一次,基坑东侧-轴间的一根桩发生约35°内倾,土体发生局部塌方。紧临该桩的东南部的6根桩虽未出现明显位移,但桩后土体出现0.5~1.0cm的裂缝。北部约12m未打桩的范围内,3.20m宽的道路下沉,地面裂缝达1~2cm,路边房屋出现3道0.1~0.5cm的竖向裂缝。各种迹象预示为大塌方的前兆。鉴于此情,施工单位紧急准备采取加固措施。第二次,坑东侧-轴约20m范围内的8根桩突然倒塌,在距基底1m左右高度处被折断,桩后土体大面积涌入坑内,地面上一座化粪池整个倾入坑内。为保住其他未倒的桩,又紧急采取了在坑内顶撑加固的措施,但未能奏效。第三次,基坑南侧又有15根桩倒塌。第四次,在北侧西部地段又发生局部塌方,道路被中断,坍塌到房屋的边缘。几次断桩、塌方来势迅猛,均在瞬间发生,共造成坑内土方积压约3000m<sup>3</sup>,旧建筑物残骸80m<sup>3</sup>,断桩23根,倾斜2根,7根 $\phi 159\text{mm}$ 钢管桩歪倒,支护桩失效率达50%。

### 4. 支护结构倒塌原因

经分析,该深基坑支护失败的原因有两个。

其一,所采用的悬臂灌注桩支护方案设计有误,未经认真的论证便盲目采用。桩的直径、配筋、埋深与理论计算相差甚远。原设计桩径0.8m,桩距1.8m,单桩纵面配筋40.7cm<sup>2</sup>,桩埋深6m。现计算桩径1.0m,桩距1.5m,单桩纵向配筋31.7cm<sup>2</sup>,埋深10m,设计不安全,抵抗不住土体的侧向压力,这是导致倒塌的主要原因。

塌方原因之二,地下水浸蚀桩后土壤是一重要因素。本工程降水虽然成功,但对原有建筑物的下水设施未做调查,由于设施年久,忽视了地下隐蔽构筑物渗漏水对土壤的影响。其中两次大塌方均与化粪池和锅炉暖气管道长期积水、渗水、漏气有密切的关系,加之湿陷性黄土暴露后反复的渗透循环,使土中含水量增加,土自重相应增大,导致土体内静水压力剧增,使边坡失稳,进而造成坍塌。

### 5. 塌方后的处理措施

深基坑的塌方不但处理难度大,而且危险因素较多,时间要求紧迫。当发生第一次局部塌方和即将出现更大塌方的预兆时,我们曾紧急磋商、研究制定了桩后拉锚加固方案。即将所有桩头剔凿露出钢筋后,扎筋、支模补增桩顶圈梁,并间隔一定距离设置五道外出至少20m的钢筋混凝土拉梁,其梁端与后挖的地坑锚桩浇筑在一起,对支护桩进行拉结加固,但该方案因场地狭窄,需穿越居民区,未能实施。

第二次塌方后,采用了在土坑内用大吨位型钢焊接组成框架后对土壁与桩进行顶撑加固的方案,投入型钢、井架、桁架等多达120t。但由于基坑面积较大(1920m<sup>2</sup>),若设置多支点,则造成基础施工的难度;减少支点,则桁架跨度增大,整体刚度差,力传递不均,承载力明显不足,实际效果不佳。该坑内顶撑加固措施未能成功,又被大的塌方所摧毁。

为了保住尚存的支护桩,防止继续塌方,采取了桩后挖土卸荷的第三方案。切断一切对土壤有侵蚀作用的水源;停用了东南角的锅炉房并将其拆掉1/3(该房距塌方边沿仅0.8m);北面平房居民搬迁并拆除;卸掉桩后土体荷载,平均下挖3m,将桩的悬臂部分减少了1/3,从而控制了塌方的继续发展。

同时以抢险的速度，对东部已坍塌到边缘的一座六层宿舍楼采用了浇筑混凝土护壁的加固方案，成功地保护了该楼的安全，避免了更大的损失。

### 6. 对深基坑支护问题探讨

深基坑支护结构是一项较为复杂的技术，必须选择合理的支护结构、降水技术以确保安全并达到最佳的技术经济效益。总结近年来深基础的施工经验和事故教训，我们认为深基坑支护应注意以下事项。

#### 6.1 临时支挡应力求与永久性结构统一

深地下室或多层地下室的传统施工方法是开敞式施工，支护结构通常作为临时性结构，一俟基础施工完毕即失去作用。传统方法施工深度很大的多层地下室存在着工期长，支护结构费用高，容易引起周围地面沉降等缺点。利用地下连续墙和中间支承柱进行“逆筑法”施工，对于深度较大的地下室结构是十分有效的。此外，还可采用“桩墙合一”及地下连续墙，实现临时支挡与永久性结构的一致。

#### 6.2 挡土与防水的统一

深基坑支护结构应做到既能挡土又能有较好的防渗止水性能。

地下连续墙和锁口钢板桩都兼有上述优点，但造价较贵。近几年出现的旋喷桩帷幕墙和深层搅拌水泥土挡墙都有较好的防渗性能且造价较省。

#### 6.3 设立新型的围护结构受力体系

##### a. 深基坑环梁护壁施工工艺

较深的基坑支护桩需采用拉锚或顶撑的方法，但往往不方便也不经济。现在施工的一些基础工程也改变了过去以基础形式为模式的矩形护壁结构，而将整个护壁结构做成圆形，在预制围成的圆形护壁上做上下四道钢筋混凝土环梁，以充分利用混凝土的抗压强度来抵抗四周土压力对护壁结构的作用，用环形拱梁取代水平支撑。

环梁护壁刚度大，由于此结构形式使环梁主要承受压力，有效地利用了混凝土的抗压性能，再由于四周土压力变异不大，压力较为均匀，因而整体位移小，进而环梁的径向及周向变形都较小，刚度稳定性较好。

##### b. 桩—拱围护体系

桩—拱围护体系是利用基坑口外做连续圆拱，用钢筋混凝土小梁作拉杆与桩顶连接，达到桩顶拉

锚的效果。利用圆拱良好的受力性能，将桩顶水平拉力转化为混凝土圆拱的轴向压力，充分发挥混凝土的良好受力性能。

采用桩—拱围护体系工艺施工条件好，工艺简单，造价可比桩—拉锚方案节约40%。

#### 6.4 加强支护结构的原位观测

基坑支护设计属于施工设计，目前国家尚无统一的规范、规程，在设计基坑支护结构时，虽然事先进行了地质调查，但设计值与结构的实际工作状态往往不一致。其原因是地质土层的复杂性和离散性，勘察所得数据往往难以反映土层的实际情况，取样时的扰动和应力释放亦会造成试验误差；设计计算中侧压力荷载的计算和支护结构简化计算的假定等会产生误差；挖土与支撑安装中，施工条件的改变，突发和偶然情况等随机因素造成的误差。

所以，在基坑开挖与支护期间，对支护结构进行现场观测，能随时掌握土层与支护结构的变化情况。将观测的结果与设计值对比，并根据对比分析的结果，采取必要的措施，既可保证安全，又可弥补设计的不足，积累经验，调整数据，更加经济合理，确保工程顺利进行。

(本文收稿：2005- 11- 18)

杭州萧山通用漏电开关厂

杭州电斧电器有限公司

### “电斧”为您安全用电保驾护航

本企业是国内最大规模之一的集研究、设计、开发于一体的，专业针对全国广大建筑企业施工现场对触电、漏电、过载、短路进行可靠保护的，纯电磁式漏电断路器和建筑施工标准配电箱的重点专业制造厂家。“电斧”产品特点：不受电压波动影响，耐冲击电压性能强，抗电磁干扰性能强，无需辅助工作电源及缺相影响，动作灵敏可靠，使用广泛，寿命长。企业已通过ISO9002国际质量体系认证，全部产品均通过中国质量“CCC”认证，主要产品“电斧”牌系列漏电断路器及建筑施工标准配电箱，年制造能力达50万台以上，产品已覆盖全国。“电斧”牌系列产品在市场上具有较强的市场竞争能力和较高的市场知名度及占有率，深受全国广大用户欢迎。产品质量完全符合GB6829- 95和JB及建设部JGJ59- 99《建筑施工安全检查标准》，历年被国家建设部工程施工安全专业委员会等主管部门在全国广大建筑企业施工中推荐使用。欢迎选用，同时诚招各省、市、地区代理商。

法人代表：闻子良

电 话：0571- 82762485 82764517

82764377 (0) 13906713208

图文传真：0571- 82762831

地 址：杭州市萧山区蜀山街道赵家墩

邮 编：311203