



工程渣土堆填场安全隐患排查 及滑坡灾害防控

詹良通 教授

浙江大学建筑工程学院
软弱土与环境土工教育部重点实验室

目录



- 一、工程渣土产量及处置现状
- 二、渣土堆填场安全隐患排查要点
- 三、渣土堆填场灾害防控关键技术
- 四、结语

工程渣土产量及处置现状



■ 建筑垃圾的定义与分类

- **建筑废弃物**是建设、施工单位或个人对各类建筑物、构筑物等进行建设、拆迁、修缮及居民装饰房屋过程中所产生的余泥、余渣、泥浆及其他废弃物。——住建部《城市建筑垃圾和工程渣土管理规定》
- 建筑垃圾包括**工程垃圾、拆除垃圾、装修垃圾、工程渣土、工程泥浆**共五大类。——住建部《建筑垃圾处理技术标准》
- **工程渣土**是指各类建筑物、构筑物、管网等地基开挖过程中产生的弃土。——住建部《建筑垃圾处理技术标准》

建筑垃圾及工程渣土产量



- **我国每年产生的建筑废弃物总量超过30亿吨，其中上部结构废弃物15亿吨，工程渣土超过15亿吨。**

——《中国建筑垃圾资源化产业发展报告(2014年度)》

- 我国处于快速城镇化阶段，每年新建建筑面积超过20亿平方米，每年拆除旧建筑面积达3亿平方米。
- 建筑工程地下室和桩基施工以及隧道、管廊等各类城市地下基础设施的建设都会产生大量工程渣土和工程泥浆。
- 每公里地铁隧道施工产生工程渣土约6万吨，每个地铁车站施工产生工程渣土超过20万吨。



建筑垃圾及工程渣土产量



■ 2016年我国部分城市建筑垃圾产量调研结果（单位：万m³）

——来自建筑垃圾治理试点城市实施方案，2018

城市	工程渣土	工程泥浆	工程垃圾	拆除垃圾	装修垃圾	合计
北京	3659				523	4182
上海	6276	283	91	89	176	6739
广州	3902			577		4479
深圳	12113	207	197	1139		13656
杭州	14830	3440	150	1920	65	20405
成都	3349		797	429	70	4646
西安	6290			355	288	6933
长沙	3709	305		561		4575
济南	3572		633	607	63	4875
呼和浩特	1190		528	462	34	2214
邯郸	633		41.5	60.6	5.5	740.6
泰安	347.90		74.55	67.10	7.46	497.01
合计产量	57656.3	795.1	2773.0	6892.4	1224.0	76328.9
百分比/%	75.54	1.04	3.63	9.03	1.60	

建筑垃圾及工程渣土产量



■ 杭州市建筑及工程渣土产量调研

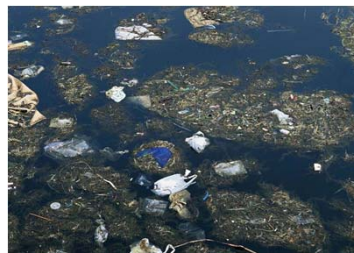
工程类型	建废类型	统计单位	单位产量	2016年建筑垃圾总产量 (万t)
新建房屋建筑工程	工程垃圾	t/万m²	500-600	290-350
建筑物拆除工程	拆除垃圾	万t/万m²	1.09	2200
建筑基础施工工程	工程渣土	万t/万m²	2.98	22000
地铁工程		万t/km	23	1800
钻孔灌注桩、基坑围护、 泥水式盾构施工等	工程泥浆	万t/万m²	0.57	4300
房屋装修工程	装修垃圾	t/万m²	200-230	120-130
年均小计	合计约3.0亿吨，其中工程渣土为2.38亿吨，占比约79%			

备注：1.建筑物拆除中，混凝土按照2.4吨/立方米、砂浆按照1.9吨/立方米、砖按照1.7吨/立方米计算；
2.建筑基础施工开挖渣土按照1.7吨/立方米计算；
3.地铁开挖土方按照1.8吨/立方米计算；
4.泥浆按照1.25吨/立方米计算；
5.拆除面积按为新增建筑面积的30%

工程渣土处置现状



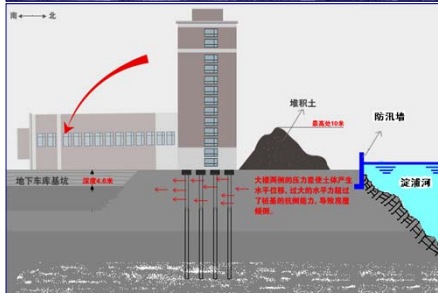
- 渣土随意堆放挤占道路，侵占良田，造成水土和空气污染



工程渣土处置现状



- 2009年6月27日，因工程渣土不合理堆放上海某在建楼房倒塌事故



工程渣土堆高超过10米，大楼两侧土体存在的压力差导致过大的水平力，超过桩基抗水平荷载能力，最终导致楼房倾倒

工程渣土处置现状



■ 场地堆填是当前工程渣土处置的最重要方式

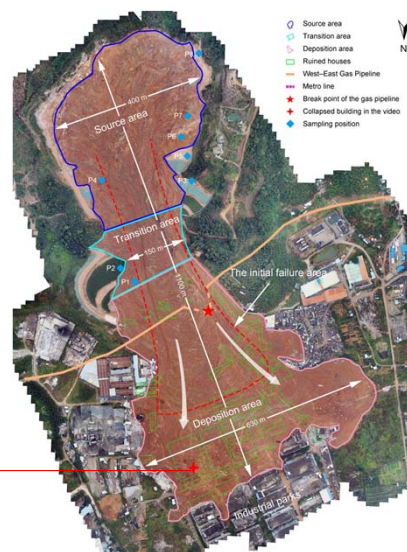


工程渣土处置现状



■ 2016年12月20日，深圳光明新区余泥渣土场发生特大型滑坡事故

- 滑坡方量270万方，覆盖面积约38万平方米，造成33栋建筑物被掩埋
- 事故造成77人死亡
- 责任追究:110人，其中53人负有刑事责任



工程渣土处置现状



■ 深圳“12.20”渣土场特大型滑坡

● 国家安监总局在两会期间公开事故原因

“建设者和经营者没有在该受纳场修建导排水系统，且没有排除受纳场底部（原为一个石料矿坑）的大量积水就开始堆填建筑渣土，加之周边泉水和天降雨水的不断加入，致使堆填体内部含水过饱和，在底部形成软弱滑动层；在严重超量超高加载渣土的重力作用下，大量渣土沿南高北低的山势滑动，形成了破坏力巨大的高势能滑坡体，加之事发时应急处置不当，造成重大人员伤亡和财产损失。”

土太松，水太多，填太快

工程渣土处置现状



■ 深圳“12.20”渣土场特大型滑坡

- **土太松**——后部倾倒高含水率泥土，未采取任何压实措施，前部欠压实，显著低于设计压实度0.9

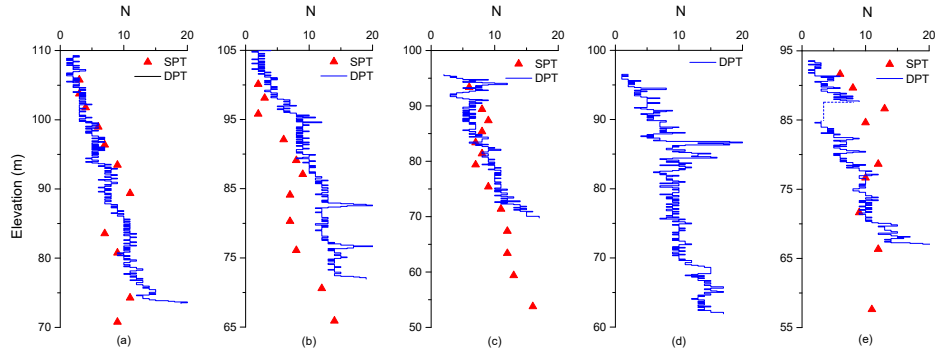


工程渣土处置现状



■ 深圳“12.20”渣土场特大型滑坡

- 滑床动力触探和标准贯入试验表明：81%测试点土体密实度小于67%



工程渣土处置现状



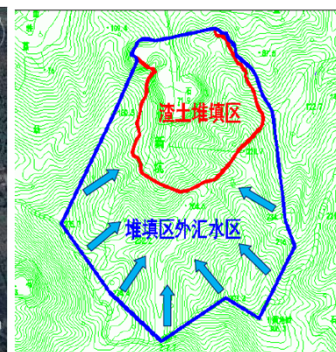
■ 深圳“12.20”渣土场特大型滑坡

- 堆填前，场底积水9万 m^3
- 汇水面积：51万 m^2
- 降雨量：1800-2000 mm/y
- 堆填场2年积水量30-40万 m^3

水太多



积水可造成约
400万方填土
饱和！



工程渣土处置现状

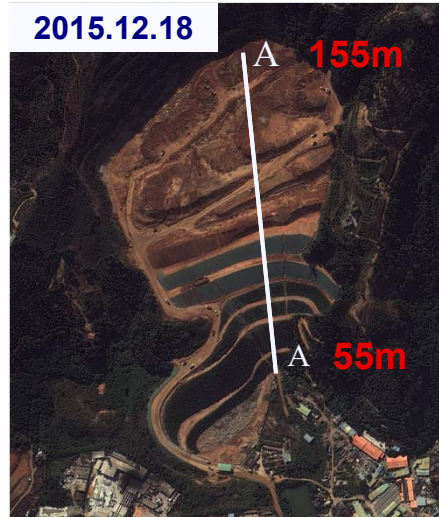


■ 深圳“12.20”渣土场特大型滑坡

□ 堆填速度过快

- 2014.3-2014.11, 堆高7米/月;
2014.12-2015.3, 停工;
2015.4-2015.12, 堆高6米/月。
- 2015.12.18, 最大填高100米,
形成10个台阶, 共堆填583万
m³渣土

2015.12.18

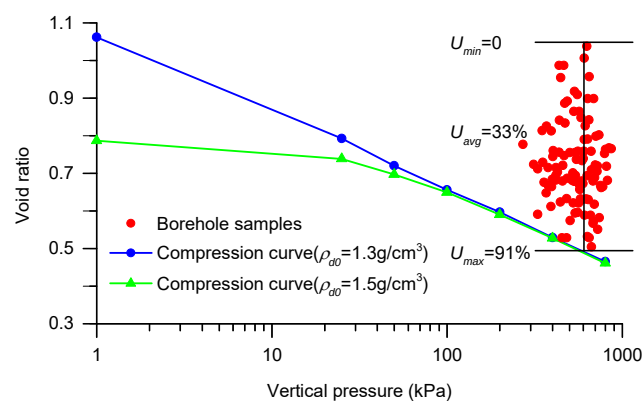


工程渣土处置现状



■ 深圳“12.20”渣土场特大型滑坡

- 填太快导致下部土体来不及排水固结, 平均固结度33%



滑床钻孔土样 (102个土样) 固结度测试结果

工程渣土处置现状



■ 深圳“12.20”渣土场特大型滑坡

- 填太快导致下部土体积累高超孔隙水压力，达500kPa



滑坡一年半后滑床钻孔揭露的超孔隙水压力

工程渣土处置现状

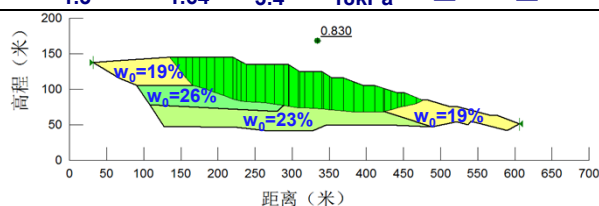


■ 深圳“12.20”渣土场特大型滑坡

□ 堆填体失稳反分析

- 极限平衡分析方法：Morgenstern-Price法和Spencer法
- 分析软件：Geo/slope(加拿大)和Stab（中国水科院）
- 工况：根据现场情况分低、中、高含水率填土区，采用总应力指标

含水率	干密度 (g/cm ³)	密度 (g/cm ³)	ϕ_1	c_1	ϕ_2	c_2	交点应力
19%	1.3	1.55	17.2°	11kPa	8.3°	80kPa	420kPa
23%	1.3	1.60	17.2°	0	3.8°	27kPa	110kPa
26%	1.3	1.64	3.4°	18kPa	—	—	—



失稳模式：穿过高含水率填土区深层失稳！

目录



一、工程渣土产量及处置现状

二、渣土堆填场安全隐患排查要点

三、渣土堆填场滑坡灾害防控技术

四、结语

渣土堆填场安全隐患排查要点



■ 渣土堆放点稳定安全排查

- 地基稳定性：重点排查软土地基、地下采空区等
- 渣土堆填体稳定性
 - 填料组分：颗粒级配、含泥量、含水率等
 - 堆填高度和坡度：堆体边坡稳定性验算
 - 压实度：压实机械数量及作业情况
- 防洪及截排水设施
 - 环场截洪沟及排洪设施：应按照50年一遇暴雨设计
 - 场内防渗及排水设施：防止降雨入渗诱发滑坡
 - 地下水导排设施：防止地下水位雍高诱发滑坡

渣土堆填场安全隐患排查要点



■ 渣土堆放点环境保护排查

□ 扬尘控制：覆盖及喷淋抑尘设施

□ 水土保持：清浑分流和浑水沉砂池

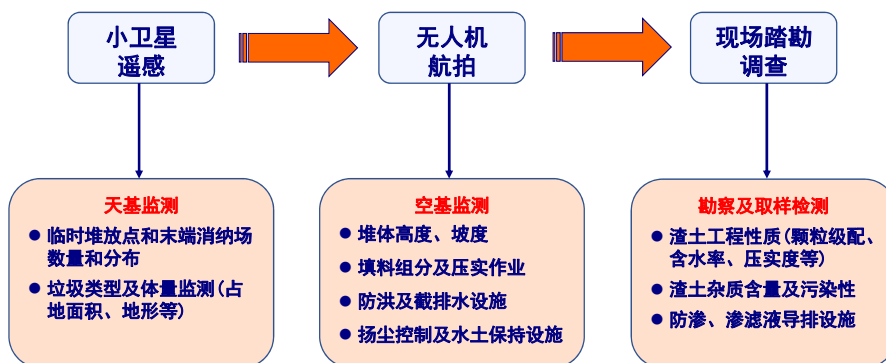
□ 水土污染控制

- 填料杂质含量过多：生活垃圾、废石膏、塑料、金属材料、木质材料、腐殖质、泡沫轻物质等
- 防渗措施：顶部覆盖、底部防渗衬垫
- 渗沥液收集和雨污分流

渣土堆填场安全隐患排查要点



■ 排查手段及技术路线图



目录



- 一、工程渣土产量及处置现状
- 二、渣土堆填场安全隐患排查要点
- 三、渣土堆填场滑坡灾害防控技术
- 四、结语

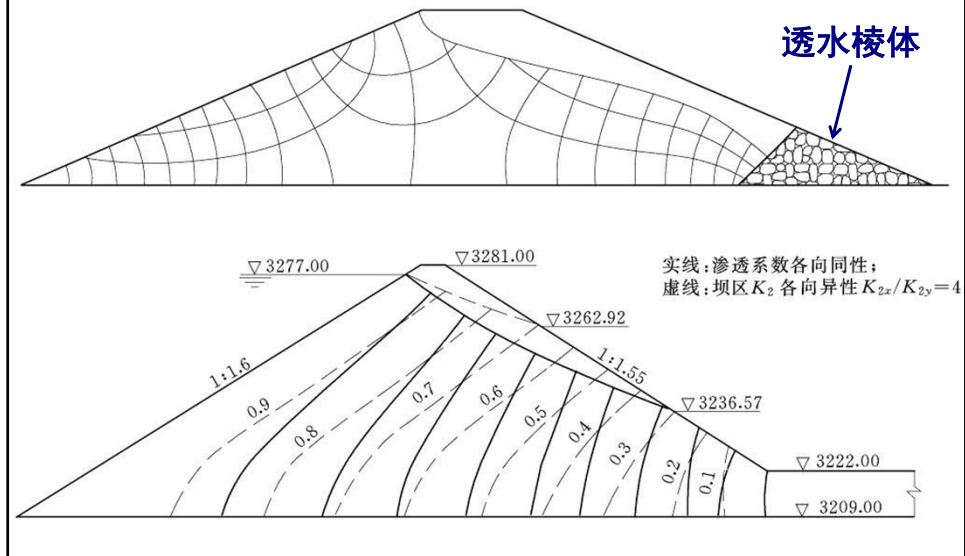
渣土堆填场滑坡灾害防控技术



- 堆填场安全设计及稳定性验算
 - ①地基承载力验算
 - ②最大堆高和坡度验算
- 高含水率渣土堆填安全控制
 - ①控制堆填速率
 - ②插设塑料排水板或铺设排水网垫
- 填料压实度控制：以防止内部水力冲刷和土体软化为标准
- 地下水导排及水位雍高控制
 - ①透水棱体或排水垫层
 - ②场底导排和收集盲沟
 - ③坡面打设水平排水井
- 填筑过程堆填体稳定安全监测，监测水平位移和水位高度

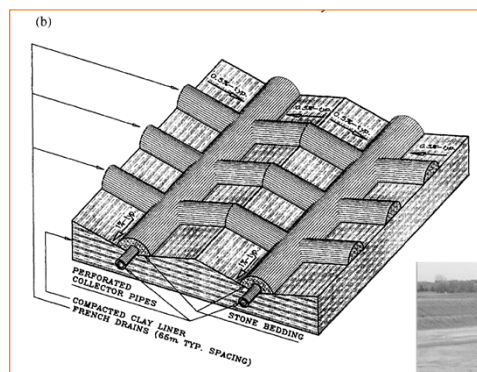
渣土堆填场滑坡灾害防控技术

■ 坡脚透水棱体或排水垫层



渣土堆填场滑坡灾害防控技术

■ 地下水导排与收集



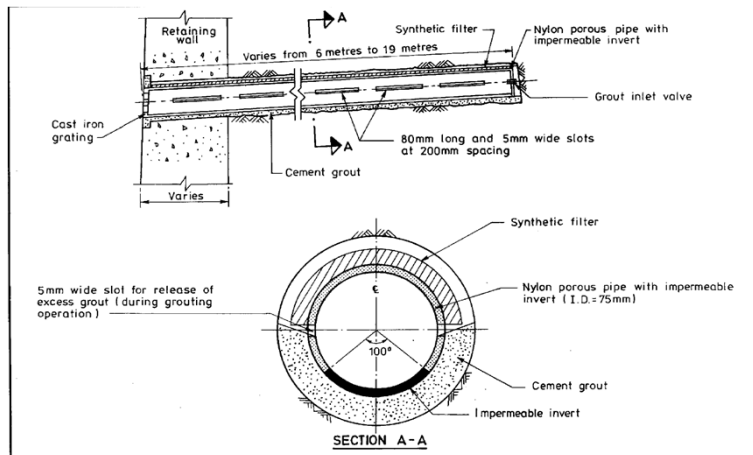
地下水导排盲沟

斜井抽排地下水



工程渣土灾害防控关键技术

■ 坡体水平井排水



渣土堆填场滑坡灾害防控技术

■ 插打塑料排水板



高含水率、低渗透性泥土区

结语



- ❑ 工程渣土在五类建筑垃圾中占比达75%，其安全处置是建筑垃圾治理工作重点
- ❑ 工程渣土目前处置方式以堆填为主，大多数堆填场缺乏规范化设计和运营管理，安全隐患突出，特别是南方地区堆填场
- ❑ 渣土堆填场安全隐患排查要点包括地基稳定性、堆填体边坡稳定性和防洪安全
- ❑ 渣土堆填场环保排查要点包括扬尘、水土保持和水土污染
- ❑ 急需研发和推广渣土堆填场安全隐患排查和滑坡灾害防控技术，并完善相关法规和技术标准

谢谢关注！

詹良通教授联系方式：13777493386, zhanlt@zju.edu.cn



保护环境，共建美好家园！