

静力切割工艺在复杂地质条件下基坑支撑拆除中的适应性研究

赵昊 徐善亮

浙江省二建建设集团有限公司, 浙江 宁波 315200

[摘要] 基坑支撑拆除作业在复杂地质条件下挑战多多, 像地层不均、地下水丰富以及邻近结构物稳定性要求高这些情况都是挑战, 而静力切割工艺有低振动、低噪声、精准控制等优点, 在这种环境里适应性良好。研究对静力切割在软弱地基、富水层和密集城市建成区等条件下的应用效果从工艺参数、安全控制、施工效率这些方面进行了分析评估, 结果显示, 静力切割可有效减少对周边环境的不良影响, 确保基坑拆除时的稳定和安全。

[关键词] 静力切割; 复杂地质; 基坑支护; 支撑拆除; 适应性分析

DOI: 10.33142/ect.v3i7.17187

中图分类号: TU746

文献标识码: A

Study on the Adaptability of Static Cutting Technology in the Demolition of Foundation Pit Supports under Complex Geological Conditions

ZHAO Hao, XU Shanliang

Zhejiang Provincial Erjian Construction Group Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315200, China

Abstract: The demolition of foundation pit supports poses many challenges under complex geological conditions, such as uneven geological layers, abundant groundwater, and high stability requirements for adjacent structures. Static cutting technology has the advantages of low vibration, low noise, and precise control, and has good adaptability in such environments. The study analyzed and evaluated the application effect of static cutting in soft foundation, rich water layer, and densely populated urban built-up areas from the aspects of process parameters, safety control, and construction efficiency. The results showed that static cutting can effectively reduce the adverse effects on the surrounding environment and ensure stability and safety during excavation demolition.

Keywords: static cutting; complex geology; excavation support; support dismantling; adaptability analysis

引言

城市建设朝着深层次、高密度发展, 复杂地质条件下的基坑工程越来越多, 施工中支护结构安全拆除成了关键环节, 但是传统拆除方式往往有高噪声、高振动以及不确定风险, 难以符合精细化施工与环境保护需求, 而静力切割技术安全性和环保性高, 工程界逐渐关注它, 在软弱地基、富水层和邻近建(构)筑物区域有独特优势, 因此探索它在复杂地质中的应用潜力, 对提高基坑工程整体安全性和施工质量意义重大。

1 复杂地质条件下基坑支撑拆除的工程特点与技术挑战

基坑支撑拆除在复杂地质环境下进行, 多种不确定因素摆在面前, 既要保障结构安全, 又得兼顾施工可控性, 这就对拆除技术提出了更高要求。

1.1 地质环境的多样性与不确定性

软弱土层、强夯回填、富水砂层、岩溶发育带及地质构造破碎带等是复杂地质条件的主要表现形式, 基坑支护结构的受力模式与稳定性直接受这些地质背景的影响, 在软弱地基或者粉质黏土里支撑结构受力往往比较大, 沉降或者坍塌风险稍有扰动就可能被引发, 富水地层中结构不稳定性被地下水的浮力与渗流作用加剧, 支撑释放过程在拆除的时候就变得更加敏感, 支撑体系的非线性响应也可

能被地质条件的不确定性引发, 拆除作业风险就难以预测, 首要前提是准确掌握地质情况并且实时反馈到施工决策中去, 这样才能控制风险。

1.2 施工环境与空间约束的复杂性

城市核心区域或地质构造交汇带常出现复杂地质条件, 这里施工空间狭窄作业面受限且支撑结构大多靠近地铁、隧道、建筑物之类的敏感设施, 在这种环境下, 传统切割或拆除方式会有高振动、高噪声、不规则断面等状况, 邻近结构物可能因此变形甚至被破坏从而安全隐患增加, 空间环境限制设备布设、人员调度、渣土运输等作业环节致使施工组织协调难度增大, 施工时间、环保标准、扬尘控制等方面要求严格进一步提升了拆除任务复杂性, 施工过程要高度精细化且工艺要有低扰动、高可控性的特性。

1.3 拆除过程的风险控制与应急应对

复杂地质环境里, 基坑支撑拆除不只是物理拆解, 更是对整个基坑结构状态进行重新分配和调节, 某段支撑拆除后, 荷载由剩余结构重新承担, 拆除顺序和时间控制不合理时, 结构极易突变, 地下水位频繁变动或者地基承载力突变区域尤其如此, 支撑拆除可能使围护结构失稳, 甚至引发坍塌事故, 这一挑战面前, 拆除技术要有良好响应性和灵活性以适应突发地质变化, 配套监测系统得实时反馈支撑受力、周边位移、沉降变化等参数, 给调整拆除策略提供依据, 要建立应急预案机

制, 突发情况能迅速响应及时止损, 保障工程安全。

2 静力切割工艺的原理与关键技术参数

静力切割这种拆除工艺无冲击、低扰动且适应性和安全性都很优异, 在复杂地质条件下的基坑支撑拆除作业里被广泛应用。

2.1 静力切割的基本原理

静力切割工艺主要靠液压驱动系统给金刚石绳锯或液压剪等切割工具施加恒定又可控制的推力, 在无冲击、振动小的情况下完成混凝土、钢材等结构的分割作业, 其工作原理是液压系统高压传动加上定向控制, 让切割刀具按预设轨迹运动使结构连续均匀地断裂, 跟传统爆破、风镐或者冲击锤相比, 静力切割作业时几乎不产生冲击波、粉尘和飞石, 对周边环境影响特别小, 该工艺适用于对噪声、振动和变形控制很严格的地方, 如城市核心区、地铁隧道附近或者历史建筑旁边这样的工程环境, 通过调整液压系统参数和切割工具配置能适应不同材料、尺寸还有拆除节奏的需求, 灵活性和可操作性非常高。

2.2 关键技术设备与工艺参数

静力切割设备主要由液压泵站、金刚石绳锯机、液压剪刀、导轨系统和控制单元等构成, 其中液压泵站给整个系统提供恒定高压, 是影响切割稳定性与效率的关键, 金刚石绳锯靠高速循环运动精准切割混凝土结构, 在大型或厚重构件拆除时较为适用, 液压剪适合切断钢筋支撑或截面小的构件, 导轨系统能确保切割路径稳定又精准以防止偏移或跳动, 液压系统压力、刀具进给速度、绳锯张力、切割冷却方式、切割时间控制等属于关键工艺参数, 合理设置这些参数对保证切割效率、控制切口质量、避免结构异常受力极为重要, 在高强混凝土或者钢筋密集区, 需要适当加大刀具进给压力并使用强制水冷系统, 否则工具会过热烧毁且切割面裂缝会扩展, 施工之前, 要根据支撑结构的尺寸、材料强度、周边环境、拆除顺序来校准系统参数、选择设备, 从而让工艺适配、现场稳定。

2.3 技术优势与适用边界

静力切割技术有高精度、低扰动、可控性强等特点, 在复杂地质条件下的基坑支撑拆除时优势明显, 能在不影响周边结构稳定性的情况下精准分割、按序拆除, 有效降低结构突然释放的风险, 施工时噪声小、粉尘少、无震动, 能满足环保和城市施工规范, 再次这种技术适用于钢筋混凝土、型钢支撑、预应力构件等多种材质和构造类型, 在不同环境下适应性都很广泛, 不过静力切割也有适用范围, 像极厚钢板、高强钢构件或者空间太狭小的工况, 设备布设和操作空间会受限, 可能影响切割效率和质量, 并且高强度切割对设备耐久性和施工人员技术水平要求高, 实际应用时要结合工程特点综合评估, 留够施工操作空间和安全缓冲区, 保证切割顺利高效。

3 静力切割在典型复杂地质环境中的应用分析

多种复杂地质环境下静力切割有着不错的工程适应

性, 支撑拆除时地质条件复杂会带来施工难点和安全挑战而静力切割能有效应对。

3.1 软弱土层中的应用特点

淤泥质土、粉质黏土这类常见于沿江沿海或者填土区域的软弱土层, 其特点是承载力低、对沉降敏感, 在这种地质状况下开展支撑拆除作业时, 围护结构位移或者土体失稳可能会被任何震动或扰动诱发, 而静力切割工艺有着“无冲击、低扰动”的特性, 使其在软弱地基中拆除时能实现高稳定性, 且液压控制设备能精确分配切割力, 防止局部应力集中, 削减支撑突然释放给围护结构带来的影响, 此工艺与实时监测系统配合使用, 在切割时能够动态掌握支撑受力和围护变形的状态, 一旦出现异常马上调整施工参数, 就能有效避免次生地质风险, 和传统冲击式拆除方式比起来, 静力切割在这种地质条件下, 施工可控性和安全性方面优势明显。

3.2 富水砂层中的稳定控制

富水砂层或者含水粉砂层里地下水不少且渗透性强、结构松散, 在拆除基坑支护时很容易出现管涌、渗流或者局部突砂等问题, 传统拆除方法作业时会产生振动可能扰动地层使地下水流态改变增加支护体系失稳的风险, 静力切割技术切割过程稳定又缓慢能有效控制对地基水动力条件的扰动, 液压绳锯或者剪切系统在没有冲击的情况下缓慢分离支撑构件可避免瞬时应力释放防止地层扰动更严重, 而且可以在切割前后设置止水帷幕或者回灌措施进一步让作业区水力环境稳定, 工程实践显示富水地层里用静力切割拆除钢支撑或者混凝土支撑能把基坑变形控制在合理范围且突发性水害事故也会大大减少。

3.3 城市密集区中的应用优势

在城市建成区、交通枢纽或者邻近历史建筑的施工环境里, 振动、噪音以及空间扰动的控制在拆除过程中有极高要求, 且这类区域地质条件复杂多变, 像回填土层和天然地层交错分布, 还有地下管线、地铁或者桩基等多种构筑物相叠加, 而静力切割技术在这种环境下的最大优势就是“绿色拆除”, 其设备体积小能适应狭小作业面, 施工时基本无粉尘和碎片飞溅且噪音比传统方式低很多, 切割面整齐可直接用于后续施工定位和接驳, 在多层支撑体系中, 静力切割可逐段施工按顺序释放结构应力以防止局部卸载造成整体失稳, 在狭小地下空间作业时, 静力切割凭借定制刀具和多角度安装装置能实现高精度作业, 从而为复杂城市环境下的基坑支撑拆除提供了安全高效的技术手段, 工程案例显示, 这一技术在北京、上海等超大型城市的轨道交通建设和深基坑施工中应用效果良好。

4 静力切割工艺对周边环境与结构安全的影响评估

在复杂地质和高密度城市环境下, 周边结构与环境在基坑支撑拆除时的扰动控制极为关键, 而静力切割工艺低扰动、高可控, 使其成为安全拆除的重要手段。

4.1 减少振动与噪声污染的环境效益

传统支撑拆除技术中的风镐、切割锯片、冲击破碎等作业方式,强烈振动和噪音总是如影随形,不但扰民特别厉害,还容易让邻近建筑产生次生结构风险,在医院、学校、文博建筑等敏感区域附近时,强噪声干扰明显,可能引发建筑物微裂缝扩大、饰面脱落之类的问题,而静力切割靠液压驱动系统稳稳地输出切割力,施工时基本没有冲击波传播,设备运行声音比传统机械小,能有效控制噪音污染,施工实践显示,静力切割用于围护结构、钢筋混凝土梁体等构件时很安静,施工扰动降低了,施工声环境也能满足环保法规的严格要求,在营造舒适施工环境方面优势很显著。

4.2 对周边建筑物结构的保护作用

深基坑拆除作业时,地铁隧道、桩基、旧建筑基础等周边结构物常处于应力敏感区,拆除方式不当很容易使结构受力重分布从而导致结构沉降变形或者裂损;静力切割靠精确力学计算和切割路径设计,有着“柔性控制+定向释放”的技术策略,能慢慢释放关键节点的结构应力以防止结构突变,与突发性爆破、震动切割相比,静力切割能在结构受控时逐步卸载,减少对基坑围护结构、邻近地基的扰动,保证周边结构稳定不被破坏;拆除时同步设置沉降观测点、倾斜计、应力计等监测装置,可实时反馈拆除时结构响应数据,为及时调整施工策略提供依据以提高整个系统的安全控制能力。

4.3 控制基坑变形与地基扰动的工程价值

在基坑拆除时支撑结构为临时受力构件,拆除它会使围护体系受力重新分布,也许会导致围护内移、基底变形以及地表沉降,在松散或有填土、淤泥层等不良地质体的区域,传统拆除方式振动大且力输出不稳定,容易造成地层扰动、沉陷甚至渗漏等情况,而静力切割工艺用持续稳定的切割力实现“渐进式”卸载,控制地基变形过程防止结构突变,并且能配合反力支撑和临时固定装置对切割后的短期支撑结构予以支撑,待应力重新分布后再继续拆除,从而提高和地质响应的协调性,工程实践显示该工艺可将围护变形控制在设计预警线之内,地表沉降趋势平稳,安全保障作用良好。

5 静力切割工艺在复杂地质基坑拆除中的适应性与优化路径

复杂地质条件下有基坑支撑拆除需求,静力切割工艺因稳定、安全、环保而被广泛应用,但仍需结合实际环境不断优化以提升其适应能力与施工效率。

5.1 适应多样地质环境的能力

静力切割工艺的地质适应性很强,在软弱地基、富水层、岩溶地带等多种复杂地质里都能稳定作业,软土环境下因其低振动特性支护系统不会被扰动,富水地层中合理布设止水系统并同步控制切割就能有效降低突涌风险,在有密集结构物的环境里由于设备体积小且切割精度高狭小作业面也能适用,精准的液压控制系统、可定制的刀具配置、模块化的设备布设方式让静力切割工艺适应性强,

能根据不同地质调整工艺路径以柔性应对复杂地质变化且拆除作业的安全性和可控性也显著提高。

5.2 制约工艺效率的关键因素

静力切割在工程稳定性上有优越表现,但多种因素影响它的作业效率,设备运行速率和刀具磨损速度直接决定施工进度,高强度构件或者厚重钢支撑的切割周期就比较长,而且作业环境对设备布设有限制,空间狭小、地下管线密集等情况会使设备进出和操作变难,施工时对冷却、排渣、人员配合等环节依赖程度高,稍微一延误整体节奏就受影响,要优化工艺流程、进行人员培训和加强现场管理来提升整体施工效率,解决适应性强但进度慢的问题,保障工程质量和效率。

5.3 优化路径与发展方向

要提升静力切割在复杂地质环境中的表现,需从技术、装备和组织管理这三方面共同推进,技术上要加强建设针对不同地质类型的切割参数数据库并推动智能化切割系统发展以达成对切割力、进给速率、材料反应的实时调控,装备上要研发更轻便、更模块化的切割设备来适应极限空间条件下的布设需求,管理上要建立标准化操作流程和多专业协作机制以提高作业效率和现场应急能力,推广 BIM 等数字建造工具来支撑拆除仿真分析和工艺优化也是提升适应性的重要方向,多维优化之后,静力切割工艺在复杂地质条件下会更安全、更灵活且工程价值更高。

6 结束语

基坑支撑拆除在复杂地质条件下进行,这使得施工技术的安全性、可控性与环境适应性要达到更高要求,而静力切割工艺具有低扰动、低噪声、高精度等优点,在软弱地基、富水砂层和城市密集区域这些典型场景里已表现出广泛适用性,若优化工艺参数、强化装备适配、完善管理机制,就能让它在复杂工况下施工效率与安全保障能力进一步提升,以后静力切割要是和智能化控制、数字化施工手段相结合,在绿色、安全、精细化拆除方面会发挥出更大潜力与价值。

[参考文献]

- [1]李志宏,廖建国,何康.地质复杂的坑中坑支护与内支撑分段拆除研究与应用[J].安徽建筑,2020,27(12):96-98.
- [2]郑世伦,梁旭之,刘斌,等.混凝土切割技术在危桥改造中的应用[J].交通建设与管理,2022(1):70-73.
- [3]杨玉友,陈小波.绳锯静力切割技术在金阳电站坝体拆除工程中的应用[J].小水电,2024(3):21-23.
- [4]吴德旭.城市老旧桥梁拆除——静力切割法拆除南京铁心桥变截面预应力钢筋混凝土连续梁桥老桥上部结构施工工艺[J].运输经理世界,2024(35):102-104.
- [5]张超.无损静力切割拆除内支撑的安全控制要点[J].四川建筑,2025,45(3):198-200.

作者简介:赵昊(1993.10—),男,浙江宁波人,汉族,本科学历,工程师,就职于浙江省二建建设集团有限公司,从事建筑工程管理工作。