

# 软土深基坑多圆环梁临时支撑体系 静力切割拆除施工技术的应用

杨中委, 元晨晨

(中国水利水电第七工程局有限公司, 四川 成都 610213)

**摘要:**多圆环梁临时支撑体系以其受力合理、支撑面积小、挖土方便、材料用量少、经济效益好等优点在变形控制严格、场地受限的地下空间施工中得到了广泛运用。本文阐述了以六合区方州广场人防工程为依托,通过方案比选后选用的静力切割工艺拆除多圆环临时支撑体系,其具有适应性强、速度快、无噪音污染、安全环保等优点,可为类似工程建设参考。

**关键词:**软土深基坑;临时支撑体系;静力切割;拆除;施工技术;方州广场

中图分类号: TU7; TU9; TU4

文献标志码: B

文章编号: 1001-2184(2023)增 2-0054-04

## Application of Static Cutting and Demolition Construction Technology for Multi-ring Beam Temporary Support System in Soft Soil Deep Foundation Pit

YANG Zhongwei, YUAN Chenchen

(Sinohydro Bureau 7 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610213)

**Abstract:** The multi-ring beam temporary support system has been widely used in underground space construction with strict deformation control and limited site due to its advantages of reasonable stress, small support area, convenient excavation, low material consumption, as well as good economic benefits. Taking the civil air defense project of Fangzhou Square in Liuhe District as example, this article explains the static cutting process selected after program comparison to dismantle the multi-ring temporary support system. It has the advantages of strong adaptability, high speed, no noise pollution, safety, environmental protection, etc., and can provide reference for similar engineering construction in the future.

**Key words:** Soft soil deep foundation pit; Temporary support system; Static cutting; Demolition; Construction technology; Fangzhou Square

### 1 概述

六合区方州广场人防工程总建筑面积约为 1.3 万  $m^2$ , 为地下两层单体建筑, 全部采用钢筋混凝土现浇框架结构。其平时的功能为机动车停车库, 战时为二等人员掩蔽部。场地四周均为城市道路, 最近处距基坑仅为 4.3 m; 东侧和西侧为紧邻城市道路, 南侧靠近 6 层砖混民房和垃圾转运站, 北侧为地铁车站出入口及冷却塔。整体地形较为平整, 周边环境较为复杂。其基坑周长约为 390 m, 开挖深度为 8.50~10.40 m, 面积约为 6 800  $m^2$ 。基坑支护形式为“灌注桩+两道双圈环混凝土”内支撑, 基坑内侧采用 18 口疏干井用于疏干排水, 基坑周边采用“三轴深搅桩+高压旋喷桩”形成止水帷幕, 基坑安全等级为一级, 支护结构重要性系数为 1.1。

### 2 临时支撑体系拆除遇到的难点

#### 2.1 拆撑顺序的选择

鉴于施工场地位于滁河河漫滩地貌单元及阶地地貌单元交界地带, 地层岩性以淤泥质粉质黏土为主, 且其具有流塑状态、抗剪强度低、透水性差等特点。施工场地紧邻地铁及其他建筑与构筑物, 在临时支撑体系拆除过程中极易对其周边环境造成影响。因此, 如何合理确定临时支撑体系的拆除顺序是该工程支撑拆除遇到的难点<sup>[1]</sup>。

#### 2.2 拆撑方法的选择

临时支撑体系由圆环梁、主梁、次梁、钢立柱等杆件组成, 众多异形结构构成复杂、交叉多、拆除质量控制难度大, 加之圆环梁作为主要的承压构件其截面面积大、重量重, 最大截面达 2 000 mm×800 mm(宽×高), 整个临时支撑体系的拆除方量达 3 400 余  $m^3$ , 且其混凝土强度均为 C35,

收稿日期: 2023-06-30

强度高,拆除工程量较大。因此,如何在保证基坑及结构安全的前提下,既能最大限度地减少拆除环形支撑时对周边环境的影响,又能节约施工费用成为临时支撑体系拆除的难点。

### 2.3 运输通道的选择

由于施工场地仅西侧及北侧局部通道可以作为临时支撑体系拆除构件的运输通道及吊装平台,其他部位的道路宽度、承载力难以满足运输要求,因此,临时支撑体系的切割分块大小需控制在不超过

8.5 t/块,采用10 t叉车短驳。因此,如何在保证工期的情况下合理组织临时支撑体系的拆除、转运和主体结构的成品保护成为拆撑工作的重点。

### 3 临时支撑体系拆除方案的选择

目前常见的混凝土支撑体系的拆除方式主要有人工拆除、机械破碎拆除、爆破拆除、静力切割拆除等,且各种拆除方式均具有自身的优缺点,施工时需根据实际情况进行对比选择<sup>[2]</sup>。常用的临时支撑体系的拆除方法见表1。

表1 常用的临时支撑体系的拆除方法表

拆除方法	内 容	特点及适用范围
人工拆除	人工配合风镐破碎临时支撑梁混凝土,采用氧气乙炔切割与拆除钢筋	操作简单,机械设备体积小,灵活度极高,能清除各种狭小角落的支撑;但施工效率极低,拆除时人工需求量大,作业前需要搭设脚手架作为施工平台,辅助人员较多。支撑拆卸期间扬尘及噪音管控难度大
机械拆除	采用破碎设备将需要凿除的临时支撑梁破除,采用氧气乙炔对钢筋进行切割与拆除	无需搭设临时操作平台,施工效率高,可通过增加破碎设备的方式加快拆除速度,施工进度相对较快。但机械拆除时振动较大,对围护结构的抗变形能力要求较高。成品保护成本较高,拆卸期间扬尘及噪音管控难度大
爆破拆除	在支撑梁上钻爆破孔,装入炸药、填塞炮泥,采用电雷管起爆拆除支撑梁	施工效率高,施工费用低,拆除后的混凝土块较为破碎,对现有构件保护成本较高。鉴于拆除工程紧邻民房、地铁设施等建(构)筑物,防飞石要求较高;鉴于爆破法审批流程冗长,工期难以得到保证
静力切割拆除	采用绳锯对支撑梁进行分段静力切割,然后采用叉车在场内运输;采用汽车吊将拆除后的支梁吊到平板车上运至临时堆场做破碎处理	可按照吊装要求对临时支撑梁进行切割,其具有施工速度快,无噪音污染、安全环保等特点;同时其振动小,可有效控制重要设施的变形

综上所述,最终将该工程临时支撑体系的拆除方案确定为静力切割拆除方案。

## 4 临时支撑体系拆除采用的方法

### 4.1 总体拆除工艺流程

施工准备→第二道支撑的拆除→负二层墙、中板、换撑块施工→养护、换撑块混凝土强度达到80%→拆除首道支撑→拆除格构柱。

### 4.2 第二道支撑的拆除

#### 4.2.1 施工准备

底板及支护与底板间传力带混凝土强度达到设计强度,基坑的监测数据在设计及规范允许的范围。施工用的水电、道路、设备已准备完善并调试完成。

#### 4.2.2 拆除施工的整体部署

(1)分区施工:将每层支撑体系的拆除分为三个区域进行<sup>[3]</sup>,每层支撑的拆除分区情况见图1。拆除顺序为①→②→③。

(2)每层临时支撑体系的拆除分为9个小分区进行,其中大圆环及小圆环区域分别细分为4个对称小分区,中间栈桥为一个分区。

(3)拆除顺序:先拆除联系梁,其次拆除角撑与

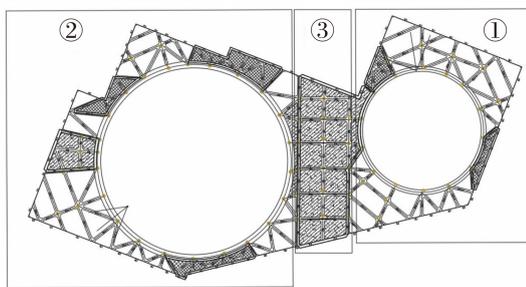


图1 每层支撑的拆除分区图

支撑主梁,再次拆除圆环梁,最后拆除中部栈桥板。

#### 4.2.3 第二道支撑的拆除

(1)施工工艺流程:定位放切割线→搭设马凳型钢托架→链锯切割(链锯切割斜切倒八字口)→叉车托紧支撑→切割连接钢筋→叉运→吊运装车外运→现场建筑垃圾的清理与外运。

(2)步骤一:放样切割线时,应严格按施工措施图确定的切割分块线准确标示出支撑切割线,以保证切割、吊装施工的安全进行。分块长度控制参数见表2。

为保证围檩的顺利切割,在围檩钢筋施工时按照预定好的分块长度埋设了直径为100 mm的PVC管作为切割工艺孔,用于绳锯切割链条的穿设。

表 2 分块长度控制参数表

构件名称	分块长度 /m	重量 /t
冠梁	2.50	8.13
圆环梁	2.00	8.00
主梁	3.50	8.30
围檩	3.00	7.80
联系梁	4.00	3.00

(3)步骤二:混凝土支撑采用马凳型钢托架,对于与混凝土支撑间的空隙采用方木塞垫牢固。

(4)步骤三:接通水电后进行切割。利用链锯自下往上按照倒八字形进行切割,对其上部保留支撑 200 mm 左右(梁上部主筋未断)。

(5)步骤四:由人工将混凝土支撑预留的混凝土凿除。

(6)步骤五:叉车插入梁底,向上托紧混凝土块,用气割割断钢筋后又运混凝土块至吊装位置。

(7)步骤六:第二道支撑的拆除利用基坑中部的交通栈桥进行吊装作业。对于第一道支撑梁的大部分直接采用 10 t 叉车短驳至北侧汽车吊位置装车外运。

(8)步骤七:梁体起吊时速度要均匀,构件要平稳,构件下放时须慢速轻放。拆除后的梁块应运输到指定的堆场进行破碎并对钢筋进行回收以节约施工成本。

(9)步骤八:临时支撑的切割采用水冷却,需要产生大量的废水。为了保证施工环境的整洁并防止废水对地下结构的施工产生影响,采用底板内设置集水井集中收集废水的方式;对于破除后的混凝土碎块,采用装载机运至吊运位置集中堆放,再采用料斗装车外运。

#### 4.3 第一道支撑拆除的流程

(1)由于受场地限制,仅在北侧、西侧具备通行条件,且因部分支撑不能用吊车直接吊装,故需在中板结构上行走叉车移出已切割的混凝土块,并将其运至指定的吊装位置装车外运。鉴于中板局部厚度为 200 mm,其承载力低、难以保证通行要求,因此,在保证结构板混凝土强度达到设计要求后方可行走叉车,同时,结构板底部的满堂脚手架不得拆除并需严控拆除构件的荷载。

(2)支撑梁马凳托架的使用:鉴于第一道支撑底与中板之间的净距较小,型钢托架采用马凳形式,横梁采用 16 号槽钢,柱亦采用 16 号槽钢,两侧立柱撑采用 12 号槽钢连接成整体,下部设置

150 mm×150 mm×5 mm 的钢板,以确保其整体稳定性。每段混凝土支撑下放置 2 个托架,叉车插入梁底,向上托紧混凝土块,用气割割断钢筋后又运混凝土块至吊装位置,然后吊运装车外运。临时支撑体系拆除的具体作法同第二道支撑。

#### 4.4 格构柱的拆除

(1)格构柱边预留的混凝土:在实际切割施工过程中,因机械操作空间制约,与格构柱相交处需预留 200 mm 混凝土梁,所预留的混凝土采用人工站在临时操作平台上配合空压机凿除。

(2)格构柱的拆除:待第一道混凝土支撑拆除后,格构柱方可割除。格构柱采用氧气乙炔切割,先采用钢管扣件在格构柱四周搭设操作脚手架,在脚手架上设置导链,将格构柱固定牢固以防止格构柱倒下,再将格构柱分段切割,其长度及重量以能够人工搬运为宜。

#### 4.5 成品保护

(1)地下结构的保护:在局部采用人工和机械拆除支撑时,需要防止较大的混凝土块掉下影响其周边的结构安全,应将混凝土块的最大边尺寸控制在 30 cm 以内。清运混凝土碎块时,叉车或小铲车应平铲,对于柱墙钢筋由人工清理。拆除首道支撑时,其结构板混凝土需达到设计强度后方可行走叉车,中板下盘扣式脚手架不得拆除。

(2)柱筋的保护:鉴于框架柱的主筋一般直径较大,对其上部钢筋直螺纹丝头采用了保护帽保护的方式。采用钢管作为立杆搭成一个简易构架,在构架上铺放坡向外侧脚手板,用以引导混凝土碎块滑向外墙板一侧。

(3)墙筋的保护:墙筋的直径虽然较小,但其数量多,需要设置“钢管扣件体系+胶合板顶盖防护棚”用以抵抗混凝土碎块冲砸并引导混凝土碎块下落至一侧由人工清理。

(4)后浇带、预留洞口的保护:在局部结构采用机械破除前,使用模板对后浇带预留洞进行覆盖保护以防止混凝土渣掉入;其模板顶部的高度应低于周边混凝土结构面 1 cm,以利于机械清渣。对于需要安装预留洞处则用模板覆盖,并在其外围用警戒线设置醒目标志以保证安全<sup>[4]</sup>。

#### 5 基坑变形监测

鉴于该基坑深度大于 5 m,基坑开挖及临时支撑的拆除对其周边环境影响较大,对变形控制

的要求较高。项目部按照设计要求埋设了支撑轴力、周边建筑物沉降、支护结构顶水平、竖向位移等监测点,用以实时监测临时支撑拆除时,保证基坑变形处于可控状态。为保证临时支撑体系拆除过程可控,项目部与科研院所合作采用了有限元分析及 BIM 模型,对拆除作业进行了全过程模拟,在综合考虑支撑“时空效应”的前提下获取了各阶段拆除流程、应力、应变控制值,在现场施工时可督促作业人员严格按照操作流程组织施工。当发现拆除流程、应力、应变与模拟数值不符时,必须及时调整施工进度和施工工况。临时支撑体系拆除时,通过加密变形监测频率<sup>[5]</sup>,对各项监测内容进行监测。监测结果显示:变形速率及变形累计值均被控制在预警值内,从而确保了临时支撑体系的顺利拆除。

## 6 结 语

笔者以工程实例为依托,详细比较了诸多拆除方案的优缺点,最终选择了绳锯静力切割工艺用于拆除临时支撑体系的施工方案。通过引入有限元分析及 BIM 模型技术,对各阶段拆除流程、应力、应变控制值进行了精细化控制。实践证明:

采用静力切割工艺拆除临时支撑体系,尤其是在场地受限、周边环境复杂、围护结构变形敏感性较高的软土深基坑多圆环梁临时支撑体系拆除时,具有较大的优势,可有效控制基坑变形,安全性高,该施工方法为地下空间临时支撑体系的拆除施工提供了有益的借鉴及参考,具有较大的推广应用前景。

## 参考文献:

- [1] 付军恩. 地铁车站基坑混凝土支撑静力切割拆除技术[J]. 现代城市轨道交通, 2015, 12(2), 55-57, 76.
- [2] 何远金, 李乐, 陈策, 等. 深基坑内支撑拆除技术方法选择分析[J]. 科技创新导报, 2016, 13(24), 29-31.
- [3] 周志华. 大型深基坑内支撑拆除工艺研究[J]. 城市建设理论, 2019, 9(11), 168-171.
- [4] 李永胜. 深基坑钢筋混凝土内支撑梁无损静力切割拆除施工技术研究与应[J]. 科技与创新, 2016, 3(8), 153-154.
- [5] 崔怀志. 深基坑钢筋混凝土内支撑梁静力切割拆除施工技术应用[J]. 江苏建筑, 2022, 42(1), 76-79.

## 作者简介:

杨中委(1989-),男,四川安岳人,项目工程管理部主任,工程师,学士,从事房屋建筑及市政工程施工技术与管理工

元晨晨(1999-),男,江西抚州人,助理工程师,学士,从事市政工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

# 世界海拔最高的沥青心墙砂砾石坝—— 西藏弄利措水库工程大坝填筑施工全面展开

2023年11月1日,随着一车车的砂石料络绎不绝地运进大坝填筑区,弄利措水库工程大坝填筑施工全面展开,标志着目前在建的世界上海拔最高的沥青心墙砂砾石坝建设,全面进入大坝填筑阶段,距离2024年大坝蓄水的节点目标再进一步。西藏昌都市弄利措水库大坝坝顶高程为4470米,设计总库容为1192万立方米,为中型Ⅲ等水利工程。水库建成后将向下游八宿县城、吉达乡和灌区供水,解决沿线5.05万亩耕地、林地的灌溉问题,是昌都市乃至西藏自治区的重点水利工程,是关系到当地人民吃水、用水的重点工程、民生工程,对八宿县社会经济高质量发展、巩固拓展脱贫攻坚成果、助力乡村振兴具有重要作用。

弄利措水库工程于2021年11月30日开工建设,工程建设期间,项目部全体人员克服高海拔恶劣条件,发扬十局人“缺氧不缺精神”的高原作风,坚持创新理念与精品定位,安全、优质、高效地实施建设,终于启动大坝填筑施工,从而为后续大坝按期蓄水创造了条件。项目部将进一步加强现场管理,克服一切困难,在遵循科学规律的基础上加快工程建设进度,为弄利措水库工程早日蓄水、供水和八宿县经济腾飞而努力。

(中国水电十局 供稿)

## 本刊启事

《四川水力发电》杂志系国内外公开发行的中文期刊,《四川水力发电》编辑部是唯一的编辑出版单位。本刊从未委托任何中介公司代理稿件推荐工作,更未委托其代收稿件版面费,特此声明。恭请广大作者注意,以免上当受骗,造成不必要的损失。

《四川水力发电》投稿邮箱:scsd50@163.com。《四川水力发电》编辑部地址:四川省成都市青羊区浣花北路1号  
官 网:http://www.scsfld.com 电 话:028-62009589 邮 编:610072

《四川水力发电》编辑部