

机场工程超长超深基坑支护拆撑及换撑施工要点

文 / 张传生 安徽民航机场集团公司

摘要：随着城市化进程的加速，机场建设规模不断扩大，基坑工程也呈现出超长、超深的特点。在机场工程中，超长超深基坑的支护、拆撑与换撑施工直接关系到工程的安全与质量。本文探讨了机场工程中超长超深基坑支护的拆撑与换撑施工技术要点。通过详细分析施工流程、关键步骤以及质量控制措施，旨在为类似工程提供技术参考。

关键词：超长超深；深基坑支护；拆撑；换撑

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.09.008

引言

随着城市化进程的加速，机场工程的建设规模不断扩大，对基坑开挖深度的要求也越来越高。超长超深基坑支护作为机场工程建设中的重要环节，其稳定性和安全性直接关系到整个工程的成败。然而，在基坑支护施工完成后，拆撑与换撑过程同样至关重要，不仅影响着基坑支护结构的稳定性，还关系到后续主体结构的施工质量和安全。因此，对机场工程超长超深基坑支护拆撑及换撑施工要点的研究具有重要意义^[1]。本文旨在探讨机场工程超长超深基坑支护拆撑及换撑的施工要点，通过分析施工过程中的关键技术环节，提出有效的施工方法和控制措施，以确保基坑支护结构的稳定性和安全性。

一、工程概况

新桥机场站明挖段基坑主体围护结构，基坑长约1106.74m，宽度约20.2~61.8m，周长约2320m，面积约51000m²。轨面标高从35.945m递增至盾构井处基坑底标高26.51~27.99m，其他侧基坑底标高30.08~33.73m。拆换撑施工主要在城铁区域和盾构井端头区域，支撑形式主要为对顶撑和角撑，支撑层数从1层到4层不等。钢筋混凝土支撑和钢管换撑是主要结构形式，其中钢管换撑采用800×16mm钢管水平换撑和单钢管斜换撑。现场混凝土支撑施工采用金刚石绳锯切割。

二、施工工艺

(一) 施工步骤

1. 盾构井段拆撑及换撑工序，其施工流程为：施工垫层及底板→素混凝土回填垫层、底板与钻孔灌注桩之间的间隙→底板强度达到80%后拆除第四道撑→向上施做部分侧墙至第三道混凝土支撑底，强度达到80%后施工钢对撑→拆除第三道撑→继续向上施工侧墙，拆除第二道撑，施工结构楼板→结构楼板强度达到80%后拆除第一道撑继续向上施至完成→回填顶板上部覆土^[2]。

2. 咽喉段拆撑工序，其施工流程为：施工垫层及底板→素混凝土回填垫层、底板与钻孔灌注桩之间的间隙→向上施做部分侧墙至第三道混凝土支撑底→底板及侧墙混凝土强度达设计强度80%后拆除第三道混凝土支撑→继续向上施做框架侧墙及顶板→回填顶板上部覆土。

3. 车站段拆撑工序，其施工流程为：施工垫层及底板→素混凝土回填垫层、底板与钻孔灌注桩之间的间

隙→底板混凝土强度达设计强度80%后拆除第二道混凝土支撑→侧墙施工、到达强度施工钢道撑→继续向上施做框架侧墙及顶板。

(二) 拆除的顺序

水平向上，每道内支撑拆除均采用绳锯切割卸荷方法施工。

1. 在拆除施工中，支撑主梁和系梁的拆除应从中心向两侧进行，先拆除连系梁再拆除主撑，以确保应力均匀释放。拆除直撑或角撑后，再移除相应腰梁混凝土^[3]。以车站端为例，拆除顺序应从中心向两侧，先拆除连系梁，然后按图示顺序逐段拆除。

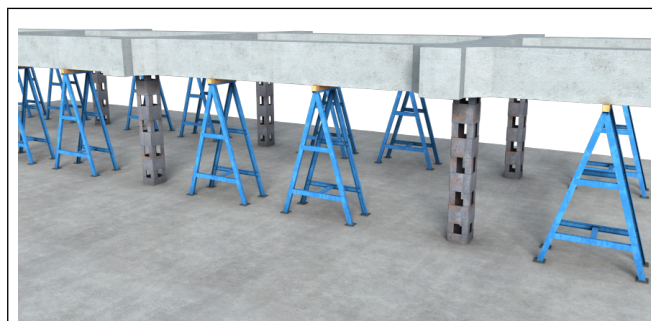
2. 细部：拆除角撑和对撑，按前后顺序进行。支撑梁也依此顺序拆除，从中间向两侧逐根移除。首吊块切割成斜边形状。腰梁先纵向分段切割，再剥除与支护桩相接的混凝土，切除植筋，挂起吊钢丝绳稳定后，拆除Φ28吊筋，分段拆除起吊。

3. 为了避免在一侧的基坑产生较大形变，应当同时对支撑梁中间及两端进行切割卸荷。每道支撑梁的每个区段应分两次同步卸荷，角撑结构先断连系梁再断角撑梁，对撑结构同理。角撑或对撑释放应力后，进行大面积切割拆除^[4]。

4. 水平面切割拆撑，内支撑（腰梁）拆除大面上采用绳锯切割+塔吊+汽车吊多重配合的外运方法。

(三) 方案选择

为保持结构完整性，采用无损切割确保平整度。根据尺寸和吊运距离，选用130t汽车吊作为主要支撑设备，32m最大吊重12.2t，36m最大吊重9.8t，40m最大吊重8.8t。严格控制切割长度。



支撑距离操作面高度小于2m采用钢马凳返顶

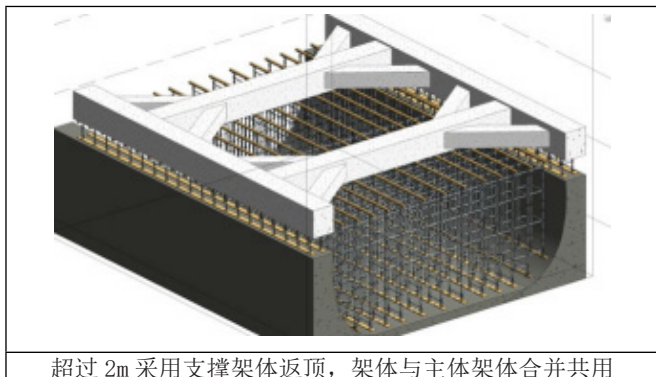


图 1 支撑方案示意图

首道支撑距顶板 1.73 米，第三道距底板 10.2 米，第四道距底板 3.7 米，支撑尺寸 1.2*1.2m，腰梁 1.4*1.4m。采用金刚石链锯切割，型钢支架托梁，130t 吊机和 TC7020 塔吊转运外运。基坑两边起吊，最大吊距约 35m。第二道支撑距底板 17.1 米，同样采用金刚石链锯切割，满堂支撑托梁，130t 吊机转运外运。基坑两边起吊，最大吊距约 35m。咽喉区第三道支撑 1.2*1.2m，腰梁 1.4*1.4m，距底板 3.1 米；第二道支撑 1.2*1.2m，腰梁 1.4*1.2m，距底板 9.6 米；首道支撑 1*1m，距顶板 1.1 米。采用金刚石链锯切割，型钢支架回顶，130t 吊机和 TC7020、TC8022 塔吊转运外运。基坑两边起吊，最大吊距约 40m。采用金刚石链锯切割，型钢支架回顶，130t 吊机和 TC8040 塔吊转运外运。基坑两边起吊，吊距约 32m。

(四) 支撑梁下回顶

1. 钢马凳

支架高度 ≤ 2m，采用对应高度的钢马凳，结合实际搭设的高度值明确采用哪一种规格的槽钢，在与楼板高度差 100-200mm 的位置进行焊接，其余的缝隙利用木方条进行填充，并向梁底位置顶紧。如果槽钢马凳是在场外进行预焊的，应确保焊接过程的质量水平^[5]。要求进行切割砣块距离下马凳小于等于 1.2 米，并且要切实保障整体的稳定，将一至二层垫木放置在马凳位置。要求在一块支撑梁位置放一到两个马凳，与切割处相距在 300 至 400mm 范围。

2. 脚手架式马凳临时支撑体系

支架高度超过 2 米时，使用 M60 系列盘扣脚手架式马凳搭建临时支撑体系。马凳高度根据支撑距离调整，连续布置以确保稳定性。脚手架式马凳由底托、立杆、横杆、可调节顶撑和钢管横梁组成。搭设前需清扫作业面，完成后调节马凳顶部与支撑梁底紧密接合^[6]。盘扣式支架马凳采用 60 型号盘扣支撑架，立杆间距 1200*900mm/1500*1500mm/1200*1200mm，梁跨方向 1500mm 时调整为 900/600mm。顶撑自由端高度不超过 0.65m，水平杆步距 1500mm，顶步步距 1000mm；斜杆布置为隔 1 布 1。利用满堂支撑脚手架，保证每道梁有三根立杆回顶，梁下顶托内布置 14# 工字钢，小梁采用钢管间隔 150mm 布置。

3. 基坑两侧钢模板处支撑梁的支撑搭设

基坑两侧钢模板搭设需预留 5 米净空，无法用满堂架支撑。支撑拆除从中间向两侧，两侧 5 米最后拆除。为安全起见，两侧各留 6 米空间，利用主体架和支撑梁连接进行加固。吊车预吊重后，设置支撑点以确保梁体切割时有支撑。支撑梁下使用简易盘扣架回顶，布置 3 排立杆与满堂支架连接，确保整体稳定性。立杆间距 0.9 米，步距 1.0 米，扫地杆离地 0.2 米，顶托高度不超过 0.5 米，自由端高度不超过 0.3 米，采用钢制顶托放置 14# 工字钢至支撑梁底。

(五) 切割施工

拆除腰梁时，应分段纵向切割，清除混凝土和植筋，并预置吊环。使用金钢绳穿过角筋下方以确保安全。绳锯机和导向轮需稳固安装，对准穿绳孔中心。金刚石绳锯应按顺序缠绕在轮上，方向与驱动方向一致。启动电动马达，调整张力和冷却水，确保绳锯适当绷紧。切割过程中要观察机座稳定性，调整导向轮偏差，确保切割绳在同一工作面内。选择合适的切割参数，保证金刚石绳索运转速度和冲洗液供应，以稳定速度、参数和设备进行切割。使用金刚石链锯捆住被切割物体，采用绳锯机切割分离，根据绳锯机功率和切割面积选用合适的绳锯机及金刚石绳索。根据吊装机械的起重能力，确保机械沿定位线切割。切割分块时，混凝土块重量控制在 10 吨以内，长度控制在 3 米以内。拆除顺序是先支撑后腰梁，先回顶后切割。

根据现场布置及塔吊的布置图，根据现场实际情况，在每个施工断面的两端位置为 130 吨吊车吊装的补充点位图，从而达到切割作业中吊装有效半径的覆盖面，现场以 A4-1 段为展示段，通过吊车坐位结合塔吊，确定每一道梁所在位置所需吊装能力以及对应的分块大小，从而达到对应其他段的参照作用。支撑混凝土块切割重量控制在设计起重以内，每道支撑梁拆除吊装采用区域内布置的塔吊配合 130T 吊车进行吊运，腰梁采用 130T 吊车站于基坑两侧道路上进行。

支撑梁截面规则，混凝土比重按 2500kg/m³ 计算，重量控制在 10 吨内，按塔吊和吊车起重范围分块。A4-1 段支撑梁示意划分，结合吊车能力和梁界面大小进行等效划分，确保拆除安全稳定。腰梁用 130t 吊机预吊，金刚石绳锯分段拆除，混凝土块重量不超过 9.8T。吊环每米一个，切割砣块需合理分配，不足时加吊装孔配合拆除，先支撑后腰梁原则。A4-1 段支撑梁主要有 ZC2-2 和 LXC2-1 两种规格，根据单位重量和吊车性能参数合理分配砣块长短大小，考虑预应力影响，采用水平向“八字”切割法。A、C 区域吊重 7.8 吨，ZC2-2 梁切割段不超过 2.6 米，LXC2-1 梁不超过 3.1 米，ZC2-2 梁每道分为 4 段，LXC2-1 梁分为 3 段。B 区域吊重 4 吨，ZC2-2 梁切割段不超过 1.36 米，LXC2-1 梁不超过 1.6 米，ZC2-2 梁每道分为 8 段，LXC2-1 梁分为 3 段。

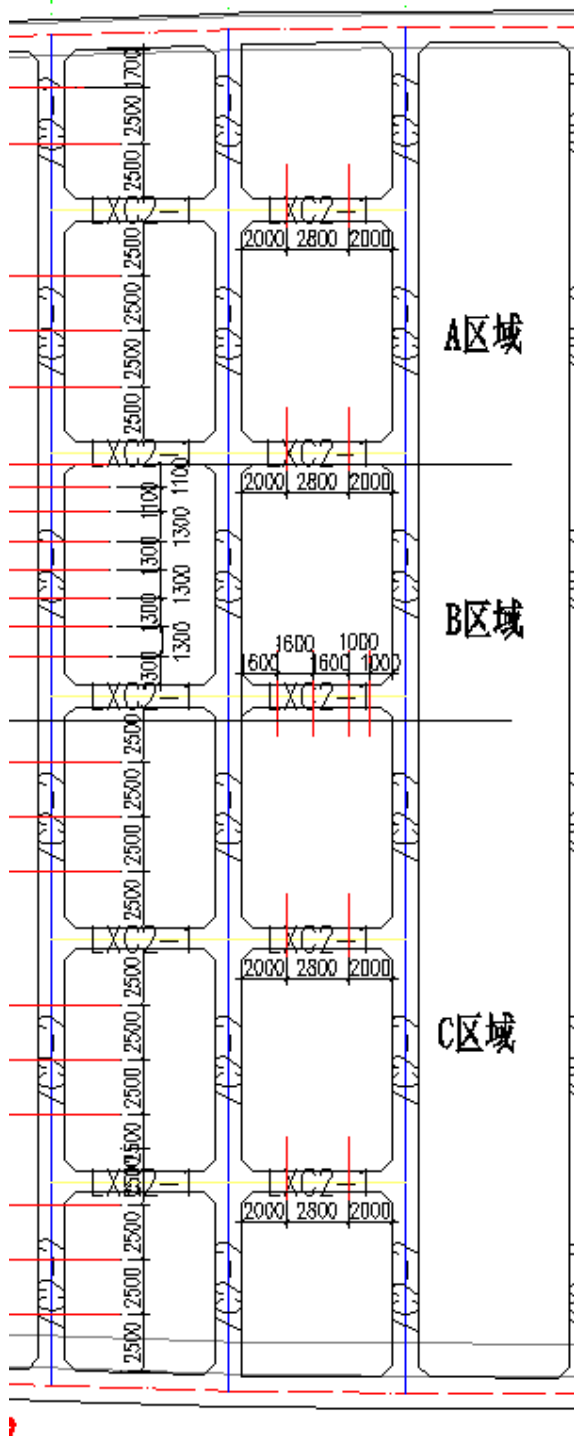


图2 A4-1分块示意图

(六) 构件分离吊运

1. 砼支撑吊运, 砼支撑完成切割后, 利用汽车起重机从基坑吊出, 起重机规格为 130t。在距离端部的四分之一位置进行构件的捆绑吊点。起吊过程中, 构件处不允许任何人通过, 先吊离, 距离架体 20 位置停止, 进行牢固性检查, 没有问题后再继续吊运。

2. 砼腰梁吊运, 完成内支撑的切割之后, 利用吊车对混凝土梁块进行挂钩式吊运, 挂钩采用进口的钢铰链条, 挂钩挂在钢筋上进行吊运。

(七) 更换钢支撑施工

1. 钢支撑安装施工要点

钢支撑规格为 $\Phi 800 \times 16$, 最大长度 40.58m, 重量约 16t, 使用 130t 汽车吊分节安装。至少需三个钢丝绳卡, 直径 $< 10\text{mm}$; 若直径 10-20mm, 则需四个。U 形环卡和压板分别设置于绳头两侧, 绳卡间距为绳径的 6-8 倍。施加 500KN 预应力, 分阶段加压, 每次 10 分钟, 稳定后锁定。按设计标准施压, 检测上层支撑预应力, 控制墙体水平位移, 不合格则需重新加压。顶部用 YG2-M28 型膨胀螺栓 L=300 锚固, 用直径 16mm 钢丝绳连接钢支撑。

2. 钢支撑拆除施工要点

(1) 钢支撑拆除, 钢支撑应在顶板结构施工完成且砼强度达标后拆除。水平钢支撑需预埋 $\Phi 25$ 圆钢吊环, 斜撑用叉车吊运。拆除步骤包括: ①用轴力计卸力并移除钢楔。②用预埋吊环和电动/手动葫芦(5T 以上)吊起钢管至楼板, 再用叉车转运至吊装口, 用 130T 吊车或塔吊吊运至路边, 按规格整齐堆放。③割除三角牛腿及膨胀螺栓。

(2) 格构钢立柱拆除需分段进行, 先拆钢支撑, 再用葫芦切割并用叉车吊运至场外。切割时需注意加腋混凝土重量, 使用 10 吨葫芦缓慢放下底板, 用 130 汽车吊起吊, 确保不超过 10 吨。若格构柱重于 10 吨, 用绳锯切割。若在中二板施工前拆除, 使用塔吊或汽车吊, 但需人工凿除加腋混凝土, 再分段切割格构柱吊运。

结语

综上所述, 机场工程超长超深基坑支护的拆撑与换撑施工是确保工程安全与质量的关键步骤。通过严格遵循施工流程、关键步骤及质量控制措施, 可以有效提高施工效率和质量水平。同时, 需加强施工监测和安全管理, 确保施工过程中的人员安全和结构稳定。本文的研究成果可为类似工程提供技术参考和借鉴。

参考文献

[1] 詹清泉. 浅谈基坑支护换撑拆撑技术 [J]. 建筑与装饰, 2019(21).
 [2] 倪超, 邱嘉敏. 狭窄场地内深基坑拆换撑方案的优化与施工 [J]. 中国房地产业(下旬), 2019(10).
 [3] 林煜焜, 孔祥雷. 可周转钢管斜撑在深基坑工程中的应用 [J]. 建筑技术, 2021, 52(12): 1415-1417.
 [4] 倪金华, 李元, 程淑珍, 等. BIM 技术在复杂深基坑碰撞检查中的应用 [J]. 建筑技术, 2019, 50(10): 1263-1265.
 [5] 黄威, 丁威, 王文渊, 等. 复杂深基坑混凝土内支撑梁拆除施工关键技术 [J]. 建筑技术, 2019, 50(10): 1178-1180.
 [6] 黎映呈, 任庆斌, 蒋药. 复杂环境下超大、超深基坑施工技术及其高效安全出土方式 [J]. 建筑施工, 2016, 38(10): 1347-1349.

作者简介: 张传生(1967-09), 男, 汉族, 安徽桐城人, 高级工程师, 本科学历, 研究方向: 机场工程。