

# 综合交通枢纽工程建设施工难点

韩赟

甘肃省民航机场集团有限公司

**摘要:** 本项目包含3个不同建设单位,因其项目的特殊性,在施工过程中,存在较多的重难点,给项目管理、施工带来较大困难。项目提前组织施工策划,现将本综合工程重难点介绍如下。本工程的特点如下:单位工程数量多、深基坑面积大,工期紧迫、交叉区域多,协调沟通难度大、空铁联运、设计造型复杂、机电安装管线复杂。

**关键词:** 深基坑;交叉区;空铁联运;机电安装管线;超长混凝土结构

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.02.040

## 一、工程特点

### 1. 深基坑面积大

本工程土方开挖分三个区平行开挖,经计算本工程基坑土方量约为220万 $m^3$ 左右。基坑面积大,需要借助先进的管理工具辅助开展项目管理。基坑面积大,属于超危大工程,对于施工过程中的管控难度大大增加。注重大过程中护坡的质量、安装,施工期间的需要大量机械,对于机械伤害的控制,如何避免机械伤害,均为施工重、难点。

本工程主体结构施工期间,面临深基坑施工作业,必须采用各种措施最大程度降低工程施工对周边的影响,而基坑监测是验证施工措施是否有效,及时为项目状态预警的重要手段,需要对基坑内外观测、基坑周围地表沉降、地下管线变形、桩顶位移、桩体变形、土钉及锚索轴力、地下水位监测、围护桩迎土侧土压力、围护桩钢筋应力、土钉拉力、锚索拉力等进行全方位监测,传统的人工监测方式不仅效率低,而且数据的不准确性和数据处理的滞后性大大限制了监测数据本身所应发挥的作用,因此,在本工程采用基坑自动化监测系统对基坑观测要求的数据实时监测,并根据基坑专项方案和技术规程设定相应报警值,依照监测流程进行处理,保证基坑及周边工程的安全性和稳定性。

自动监测系统就是综合运用现代的信息采集技术、网络传输技术和数据库技术来解决这一难题的有力武器。

### 2. 地质地貌特殊

拟建场区地质地貌特殊复杂,对项目建设带来较大难度,主要体现在:区域为中等自重湿陷性黄土场地,地下水和地基土对钢筋和混凝土具有腐蚀性。

### 3. 设计造型复杂,包含大跨度空间曲面结构

本项目施工难度大。造型设计围绕“沙漠丝路”等元素,融合多类结构形式打造空间多曲面造型,施工难度大,精度要求高。

GTC空间曲面屋盖整体由屋盖框架+屋盖网壳组成,最大跨度达到200m,结构高度25.5m,总用钢量8500吨。屋盖造型设计充分提取地域要素,屋面曲线流畅优

美,寓意“沙漠丝路”,层叠而上的绿化屋顶再造“沙漠绿洲”,使屋盖整体呈现出复杂的空间曲面。

### 4. 空铁联运,各标段空间关系复杂

机场综合交通枢纽工程还是该地区唯一民航、铁路、地铁衔接的交通中心,全国首个空铁联运项目。属于本工程重点。

本项目采用“空铁联运”设计理念,GTC北侧换乘通道与T3航站楼、国铁、地铁、机场高架无缝对接,使得该区域各部位密集交叉,结构复杂,施工难度大大增加。

空铁联运的实施,增大了施工难度,影响工程施工进度。效益可使用旅客减少地铁、国铁安检。

### 5. 交叉区域多,协调沟通难度大

交叉区域施工存在工程界面复杂,测量控制网、技术标准、档案资料形式不一致,预留预埋管线多等难点,为项目的顺利推进带来很大困扰,属于本工程的重、难点。与此同时不同专业计价收费标准将会为后期结算带来纠纷。本工程面临多区域交叉施工,除了工程本体的多种工序交叉外,本工程面临8个场区内交叉工程,尤其与T3航站楼及高架桥施工严重交叉,结构共板,场地共用,施工协调难度大,因外单位影响本项目整体进度风险高。

充分利用监理、甲方力量,建立协调机制,提前策划交叉区域施工组织,按照时间节点编排各单位插入施工和移交时间,统一签字确认,定期纠偏,确保整体工期要求。

### 6. 机电管线密集,包含特大型设备机房

T3航站楼能源中心设于本项目GTC地下室,导致大型设备及管道集中于GTC区域,使得在狭小的公共走廊空间内机电管线设计密集,纵横交错。

本工程供热制冷站机房占地面积约10000 $m^2$ ,设备种类多且管线复杂。运用BIM技术在满足设计使用性能的前提下充分考虑施工合理性及便捷性因素,对机房内系统路由进行优化排布设计,总计优化碰撞部位35处,定位预留穿墙套管22处,为后续装配式机房及安装提供重要基础依据。

#### 机房优化技术价值:

◇安全可靠:构件安全牢固,系统安全可靠;便于施工焊接操作。

◇节省空间:便于安装、检修,预留拓宽检修通道。

◇美观实用:设备、管线排布整齐,与其他管线协同共处。

## 二、工程重难点分析及应对措施

### 1. 大场区高精度测量控制

#### 1.1 重难点分析

本工程场区面积大、参建单位多,施工放线中的平

面控制及竖向高程控制工作量大、难度高。

### 1.2 应对措施

(1) 一级控制网布设：综合交通枢纽场区大，作业班组多，控制网需整体布设，且网形均匀，控制点位置不得扰动。

(2) GTC楼内控网布设：平面内控点布置在同一轴线上，减小转角误差。内控水准点在基础底板完前，布置在稳固的构筑物上，便于后期采用钢尺向上传递高程，减小测量误差。

(3) 测量放样：作业班组进场后进行书面控制网交底；检查各班组测量仪器质量及证书；对各测量员进行考核，检查测量放样的精度，经项目部考核合格后方可上岗工作。

### 2. 超大面积超深基坑施工

#### 2.1 重难点分析

本基坑共分两级，第一级基坑为GTC停车楼和换乘大厅基坑，基坑面积约13.17万 $m^2$ ，基底标高主要为-13.35m；第二级基坑为国铁及地铁站台层及区间基坑，国铁基坑面积约2.17万 $m^2$ ，基底标高-23.5m，地铁基坑面积约1.29万 $m^2$ ，基底标高-22.8m。

本工程第一阶段基坑土方量约116万 $m^3$ ，第二阶段基坑土方约111万 $m^3$ 。土方开挖工作量大。为保证后续工作有充裕的施工作业时间，按照工期计划，需在120天内完成负一层级基坑土方开挖及外运，每天出土量不低于20000 $m^3$ 。要实现以上目标，现场需配置大量的土方开挖、基坑支护及运输机械，土方作业现场施工组织、运土车辆交通疏导难度非常大。

基坑开挖范围内存在深厚湿陷性黄土，该土层遇水浸泡强度会大大降低，极易引起边坡变形、失稳，基坑安全风险较大。

#### 2.2 应对措施

(1) 工程拟建场地周边道路通行能力较好，为土方挖运提供了便利条件。施工时，充分利用场地平面尺寸大的特点，将现场划分为3个不同的施工区域，各区域分别组织机械人员进行土方挖运作业，各区域间同步推进，确保土方节点工期实现。

(2) 认真调查工程现场周边建筑设施、村庄、道路交通、人流等情况，充分考虑施工给沿线群众带来的不便和干扰，提前规划好运输路线，并及时协调交通主管部门，加强对道路的管理与协调，对必要路段设置相关隔离设施，确保道路畅通，把施工对周边环境的影响降到最低。

(3) 调配充足的资源，实现土方开挖、运输机械化施工作业，加速土方作业效率。

(4) 结合基坑设计方案，合理组织施工顺序，实现土方、支护及工程桩施工有序穿插。本基坑为明挖顺筑法施工，主要施工顺序如下：

1) 施工准备，三通一平。

2) 施工 C 区南北两侧围护桩，施工现场土方整体开挖至-11.8m标高。

3) A 区、B 区、工程桩施工，C 区工程桩、护坡桩施工。

4) 施工现场国铁基坑、地铁基坑及管廊基坑开挖至设计基础标高。

施工期间应根据监测资料及时控制和调整施工进度和施工方法，对施工全过程进行动态控制，确保基坑施工安全。

(5) 施工中在坡顶、分级放坡平台设挡水台、排水沟、集水井，同时在基坑周围地面向远离基坑方向形成排水坡，防止雨水及地表水流渗入基坑周边土体，冲刷坡体；基坑侧壁设排水孔；坑底设排水沟、集水井。在基坑周边一倍挖深范围内禁止设置厕所、水池、浴室、洗车池等易渗漏的设施。

(6) 基坑施工和使用阶段加强对支护结构及周边环境设施进行巡查，注意是否存在以下现象：支护结构表面开裂或出现影响安全性的损坏，护坡面层、坑边道路及地表开裂或沉陷；基坑侧壁渗漏水，基坑排水设施不畅；基坑周边环境设施出现开裂、倾斜、沉陷等危及使用安全现象。基坑出现坑内隆起、流土、管涌等现象。

### 3. 超长混凝土结构裂缝控制

#### 3.1 重难点分析

本工程国铁、地铁、GTC车库属于超长混凝土结构，需采取措施减少施工中的收缩裂缝。

#### 3.2 应对措施

(1) 国铁、地铁部分混凝土采用跳仓法进行结构裂缝控制。车库部分按照图纸后浇带的位置，合理划分施工流水段，做到均衡作业。

(2) 组织具有超长混凝土施工经验的资深专家进行专题研究，制定超长混凝土专项施工方案，确定胶凝材料种类、外加剂种类及掺量、混凝土配合比等主要参数，完善浇筑、养护、测温等质量管控措施。

(3) 考察商混站原材，对配合比进行优化，并进行试配、验证。加强混凝土原材料的控制，选择低水化热水泥，选用级配良好的粗骨料和含泥量小的细骨料；优化施工配合比，适当添加优质掺合料和外加剂。

(4) 加强施工过程的质量控制，采取分层浇筑施工，落实混凝土的养护管控，基础底板采用蓄水养护等方式，防范温度裂缝和收缩裂缝产生。混凝土二次收面，压光、拉毛。采用土工布进行养护，并由专人负责养护，不少于14天。对施工缝认真处理，弹线凿毛。

(5) 控制混凝土入模温度，及时加强底板的保温保湿养护，适时进行内外温差监测，确保大体积混凝土施工顺利进行。

(6) 强化过程温度测控，采用电子测温仪及时掌握混凝土内部温升情况，制定预控防范措施，采取覆盖隔热或洒水降温等方式，确保混凝土的内外温差满足规范要求大体积混凝土应选用低水化热或中水化热的水泥品种配制混凝土。充分利用混凝土的后期强度，减少每立方米混凝土中水泥用量。

### 4. 超大面积地下室防水、防渗施工

#### 4.1 重难点分析

本工程地下室单层面积约8万 $m^2$ ，混凝土浇筑面积大，加之工期紧、后浇带多、防水施工范围广、细部处

理多、设防位多，其施工质量将直接影响建筑物的使用功能。工程防开裂、防渗漏、防水施工质量控制为地下室施工过程中的管理重点。

### 4.2 应对措施

(1) 首先编制有针对性的防开裂、防渗漏技术方案与预防措施，施工过程中严格落实执行；严格按方案、按规范进行施工；

(2) 材料应选择具有有效产品生产许可证的厂家提供的合格产品；

(3) 做好防水工程的二次深化设计工作，重点做好施工缝、后浇带、穿墙管道、预埋件等部位的细部深化设计及质量控制，严格按设计要求施工；

(4) 选择有经验、实力强且专业资质复合要求的专业防水分包队伍。

### 5. 高大空间模板支撑施工

#### 5.1 重难点分析

本工程为交通枢纽中心为大空间结构，柱网间距大，构件截面尺寸大，支撑体系搭设难度大，周转材料用量多，支撑高度高，支撑体系的选择关系到结构质量及施工安全，施工时需对该部位支撑体系按危险性较大分部分项工程管理办法进行方案编制、审核及专家论证等特殊管理要求进行管理。

#### 5.2 应对措施

(1) 结合本工程的实际情况，本工程采用48系列盘扣式钢管支架作为模板施工支撑架体，该支撑架体主要由立杆、横杆、斜杆、可调底托、可调顶托、主龙骨梁、次龙骨梁等组成，其中立杆采用直径为48mm的镀锌钢管制成，壁厚为3.2mm，材质为Q345B高强度低合金钢，具有高强度、高承载能力的特点。

(2) 采用PKPM软件进行计算，确保架体设计科学、合理、安全。施工前方案论证、审批、方案交底、技术交底、样板验收及样板交底。现场张贴脚手架搭设平面图、立面图、剖面图，且搭设过程中管理人员进行旁站，确保现场实施严格按方案实施。

(3) 采用高支模自动化监测仪器对关键部位或薄弱部位的模板沉降、立杆轴力、杆件倾角、支架整体水平位移等进行实时监测，反映高支模体系整体水平位移的部位，跨度较大或截面尺寸较大的现浇梁跨中等荷载较大、模板沉降较大的部位，当架体应力达到安全阈值后，进行安全预警提示，避免安全事故的发生。

(4) 盘扣架的施工和使用应设专人负责，并设安全监督检查人员，确保架体的搭设和使用符合设计和有关规定要求。高大支撑体系基础应符合设计要求，并应平整坚实，立杆与基础间应无松动、悬空现象，底座、支垫应符合规定。不配套的模板支撑架和配件不得混合使用。悬挑位置准确，各阶段的横杆、斜杆安装完整，销板安装紧固，各项安全防护到位。

### 6. 大跨度钢结构施工

#### 6.1 重难点分析

(1) 深化设计与土建等其他专业单位的配合：本工程需在多专业相互配合下施工，深化设计时建议由业主、监理单位牵头，总包及其他分包单位明确出需要配

合的具体事项，如穿筋孔预留位置、灌浆孔和透气孔开设位置、外幕墙、机电工程需预留洞口位置等，并准确的反映到深化设计图纸中。因此如何有利的保障深化前期与其他分包单位前期的协调配合是本工程的重点。

(2) 施工作业面广：本工程地上包括九个单体结构，平面形态整体呈矩形布置，大体分为东区和西区两大部分，东西区之间和内部都有下沉庭院。钢结构分布面积广，安装采用多台塔吊进行，钢结构施工协调及管理较难。

(3) 安全防护要求高：本工程地下三层，地上11层、9层、6层。主体结构顶标高为43.90m。钢结构高空作业安全防护及施工平台搭设必须重点关注。

(4) 现场安装精度及与混凝土专业的配合要求高：地上主体钢框架结构，庭院围墙剪力墙结构，地下采用钢筋混凝土框架结构。地下室钢柱为劲性结构。对工厂加工及现场安装精度要求较高。钢结构施工同时应与混凝土专业配合施工。

(5) 现场焊接要求高：本工程钢结构存在大量现场焊接作业，由于施工现场焊接条件较差，位于气候较为寒冷的地区，现场焊接尤其是冬季焊接必须采取相应措施保证焊接质量。

### 6.2 施工对策

(1) 做好整体协调规划及现场平面规划，减少各专业相互干扰。

(2) 安全教育及培训：对新进场的工人实行上岗前的三级安全教育、变换工种时进行的安全教育、特种作业人员上岗培训、继续教育。安全技术交底：根据施工组织设计中规定的工艺流程和施工方法，编写针对性、可操作性的分部（分项）安全技术交底。

(3) 安装的过程中测量人员全程定位控制安装精度，混凝土二次浇灌后经行复测，若有偏差立即采取纠偏措施。钢柱与埋件连接过程中应加强监控，确保定位的准确性。安装时配置足够的安装机械，用于钢柱的定位、安装和精度调整工作。

(4) 发挥以往工程加工制作经验及多年钢结构高强钢厚板焊接技术的积累的优势，针对本工程特点，按《钢结构焊接规范》AWS D1.1及《钢结构焊接规范》GB50661-2011的相关规定进行焊接工艺评定和焊工资格考试，制定WPS，焊工全部持证上岗。

### 三、结语

随着我国经济的高速发展，综合交通枢纽工程将成为一个城市未来建设的重点和亮点。目前，该工程已完成主体施工，正在进行室外工程和设备安装工作，相信在不久的将来，该工程将会给我们带来更加精彩的画面。

### 参考文献

[1] 崔叙，喻冰洁. 城市综合交通枢纽地区交通与建筑思考（一）——多维度问题解析及刍议[J]. 交通与运输, 2017(04): 14-17.

[2] 方迎利，余晨晨. 大型综合铁路枢纽站配套轨道交通工程改造探讨[J]. 世界建筑, 2022(S1): 92-96.