

# 建筑后浇坎台施工技术

■ 中国一冶集团有限公司 汪明泉 李 根

## 1.前言

近年来国家经济稳步增长，建筑行业大力发展，建筑二次结构的施工质量越来越受到重视。建筑后浇坎台是二次结构的重要一部分，但在实践中往往成型质量控制的不到位，出现渗漏、扭曲、变形、位移等质量通病，严重影响建筑外观和使用功能。实践中用于建筑后浇坎台的支撑模板方式，是用废旧模板根据相应的坎台尺寸加工成U形卡箍固定在坎台两侧模板的上方，模板下部借助周围构件，用木方进行顶撑加固，当坎台周围无其他可以借助顶撑的构件时，往往模板下部不设置支撑，或存在下部支撑过少、无效的现象。

为改进传统的建筑后浇坎台的支撑模板方式，中国一冶集团有限公司开展了科技创新，通过实验和现场施工，提出了一种新型的模板支撑机构及建筑后浇坎台支撑方法。

## 2.技术特点

2.1 坎台模板支撑机构性能好，支撑方式属无损支撑，既没有破坏现状地面，也没有在后浇坎台

内部设置支撑或拉结，有利于构件成型质量；

2.2 结构合理，经济实用，可重复使用，有利于推广应用；

2.3 可调节设计，适用各种尺寸的后浇坎台构件。

## 3.适用范围

适用于厚度、高度为100mm~300mm的建筑后浇坎台（导墙）施工。

## 4.工艺原理

坎台模板内支撑设计为一端固定、一端活动，在两端限位构件落位不移动的情况下，转动丝杆顶紧模板，便于模板尺寸微调。

坎台模板外部支撑下部增设斜支撑，采用调节螺栓加调节垫的方式，以应对地面基层不平整的情况，上部采用限位螺母、丝杆支撑内径调节方式，可以应对不同后浇坎台构件尺寸。

## 5.施工工艺流程及操作要点

### 5.1 施工工艺流程

施工工艺流程见图5.1。

（数据服务）能力，区别数据要素、采集、处理、存储、确权等不同属性、特征和业务应用创新，建立健全基础管理、过程管理、特色管理和服务管理的数据库标准、数据平台标准、数据服务标准和业务应用体系。另一方面围绕全生命周期的项目管理，健全完善数字建筑项目的评价指标体系。提升应用场景的“全方位、全业务、全流程、全留痕、全监管”的数据服务能力，实现“监管事项全覆盖、监管数据可共享、监管风险可预警”的要求，区别数字施工阶段、内容和目标，不同业务的内容、场景、数据、指标，开展数字建筑项目的评价

指标体系、等级分级和权重指标、评价程序和评价方法，量化考核的工程应用与实践、持续改进与提升，不断提高数字建筑数字施工质量安全数字化管理水平。三方面围绕全生命周期的企业管理，着力构建企业数字化转型的评价指标体系。以企业创新管理体系要求和创新能力评价规范，基于企业实施数字化管理实施方案，区别创新体系、创新战略、创新投入、创新方法和创新绩效，建立企业的评价指标体系、等级分级和权重指标、评价程序和评价方法，不断提升企业的数字化发展水平。

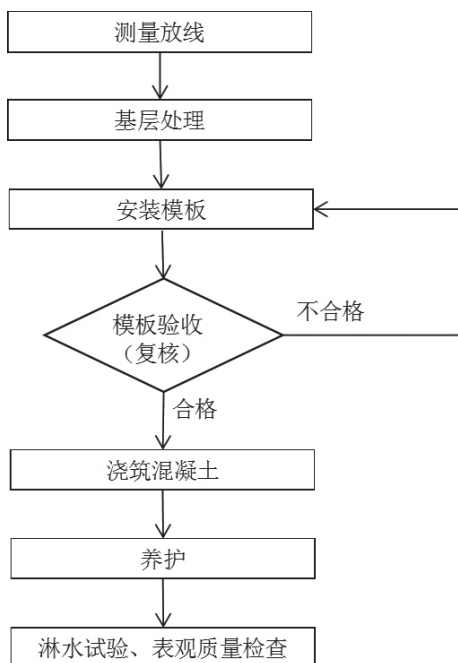


图5.1 施工工艺流程图

## 5.2 测量放线

5.2.1 明确施工范围内各类坎台（卫生间、厨房、生活阳台、大线条迎水面、空调外机板等）的外型尺寸，做好交底和检查工作。

5.2.2 根据一次施工断面的后浇坎台的尺寸、长度，确定需要模板及支撑材料数量，模板支撑间距布置宜为0.4~1m。

## 5.3 基层处理

5.3.1 基层满布凿毛；内侧阳角不能凿坏；竖向凿毛要比导墙高出10mm。

5.3.2 凿毛应在混凝土强度达到50%以上进行，要求凿除混凝土表面的浮浆，露出完整粗糙石子为准，深度10mm左右；凿毛后基层清理干净；使用吸尘器或鼓风机等清扫干净。

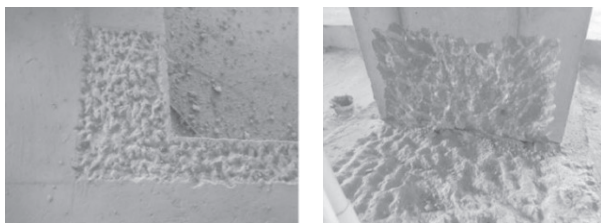
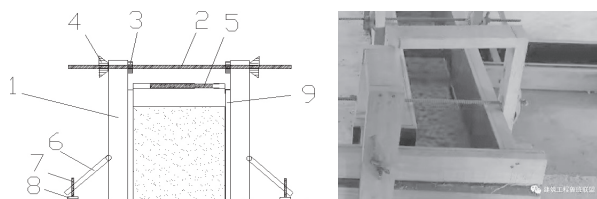


图5.2 凿毛示意图

## 5.4 安装模板

5.4.1 安装模板，用支撑柱1及下部支撑临时固定树立模板。



图中：1.支撑柱；2.对穿螺杆；3.限位螺母；4.紧固螺母；5.内支撑；6.斜撑板；7.调节螺栓；8.调节垫；9.模板

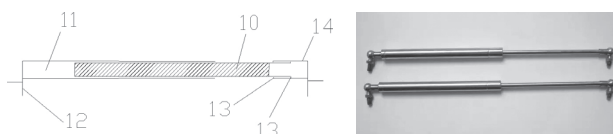
图5.3 建筑后浇坎台模板支撑示意图及应用图

5.4.2 穿入对穿螺杆，根据后浇坎台的宽度及模板的厚度，调整限位螺母。

5.4.3 在保证支撑柱的垂直度的情况下，将斜撑板调整至极限张开角度，转动调节螺栓使调节垫紧贴地面。

5.4.4 安装内支撑，转动丝杆从模板内侧顶紧模板。

## 5.4.5 安装紧固螺母。



图中：10.丝杆；11.套管；12.角钢；13.限位翻边；14.活动套管

图5.4 建筑后浇坎台模板内支撑示意图及应用图

## 5.5 模板验收（复核）

5.5.1 复核模板的内孔几何尺寸、位置、垂直度、平整度。

5.5.2 符合要求后，依次复拧本装置的紧固件紧固螺母、丝杆、调节螺旋。

## 5.6 浇筑混凝土

5.6.1 模板支设完成后，用高压水冲洗模板内部，确保坎台基层干净无灰尘。

5.6.2 涂刷界面剂：界面剂材料水泥砂浆掺108胶及聚合物防水材料。（或者铺一层同等强度等级的水泥砂浆）通过此增强新旧混凝土的结合力。

5.6.3 浇筑混凝土必须用振捣棒振捣密实，特别是与墙体的接触面，混凝土振捣不密实，避免因收缩而发生裂纹。

5.6.4 混凝土不得加水，混凝土料质量不好，退场处理，不能浇筑。

5.6.5 注意反坎顶面标高；顶面混凝土应收光压实。

## 5.7 养护

5.7.1 坎台混凝土至少养护7天，保证每天浇水

次数。

5.7.2 浇筑48小时后拆模，拆模做好成品保护不能破坏坎台。

#### 5.8 淋水试验、外观质量检查

5.8.1 淋水试验确保找出漏点（选择薄弱部位淋水不少于7分钟）；漏点墙绝对凿除整改。

5.8.2 导墙外观质量检查：不得有裂纹、裂缝。



图5.5 建筑后浇坎台成型效果

### 6.材料与设备

采用的机具设备见表6

表6 机具设备表

| 序号 | 设备名称      | 设备型号  | 单位 | 数量 | 用途    |
|----|-----------|-------|----|----|-------|
| 1  | 气动凿锤      | UL-C4 | 台  | 4  | 剔凿    |
| 2  | 木工锯       | 工作台式  | 台  | 1  | 模板加工  |
| 3  | 木工电锯      | 7寸    | 台  | 4  | 模板加工  |
| 4  | 手提式混凝土振动器 | 35#1m | 台  | 3  | 混凝土施工 |
| 5  | 模板支撑机构    | 现场制作  | 台  | 12 | 模板安装  |
| 6  | 钢钎        | 现场制作  | 根  | 5  | 混凝土施工 |
| 7  | 抹灰刀       | 平板    | 把  | 5  | 混凝土施工 |
| 8  | 手锤        |       | 把  | 3  | 模板安装  |

### 7.质量控制

#### 7.1 工程质量控制标准

7.1.1 施工质量执行《混凝土结构工程施工质量验收规范》及设计要求。

表7.1.1 质量检验标准

| 序号 | 项 目   | 允许偏差（mm） | 检查频率     | 检验方法   |
|----|-------|----------|----------|--------|
| 1  | 轴线位置  | 8        | 构件数量的10% | 全站仪及尺量 |
| 2  | 截面尺寸  | +10,-5   |          | 尺量     |
| 3  | 顶面平整度 | 5mm每米    |          | 水平尺及塞尺 |
| 4  | 垂直度   | 5mm以内    |          | 尺量     |

#### 7.2 质量保证措施

7.2.1 建立健全质量管理机制，制定完善的质量管理规章及奖惩制度，严格按照ISO9000质量体系文件要求，对施工进行全过程质量控制管理。

7.2.2 所有人员均须持证上岗，在施工前按施工组织设计、质量计划、作业指导书对施工人员进行

行层层交底。

7.2.3 浇筑混凝土前必须认真检查支撑、限位固定是否可靠。浇筑混凝土时必须由模板支设班组设专人护模，检查是否变形、松动、移动，及时恢复。

7.2.4 振捣棒振捣时宜在模板中心位置处，避免冲击模板，造成模板几何尺寸不准。

7.2.5 对于容易漏浆部位可采取水泥砂浆找平或加贴海绵条的方法进行处理，保证混凝土反坎的外观质量。

### 8.安全措施

8.1 建立健全安全生产责任制，严格谁主管生产谁负责的安全生产管理制度，设专职安全员负责施工现场的日常安全管理工作。

8.2 加强施工过程的安全技术交底。

8.3 电锯、电刨等要做到一机一闸一漏一箱，严禁使用一机多用机具。

8.4 电锯、电刨等木工机具要有专人负责，持证上岗，严禁戴手套操作，严禁用木模板等材料包裹锯体，分料器要齐全，不得使用倒顺开关；

8.5 使用手持电动工具必须戴绝缘手套，穿绝缘鞋，严禁戴手套使用锤、斧等易脱手工具；剔凿作业应佩戴护目镜。

8.6 圆锯的锯盘及传动部应安装防护罩，并设有分料器，其长度不小于50cm，厚度大于锯盘的木料，严禁使用圆锯。

8.7 振捣棒使用前检查各部位连接牢固，旋转方向正确，清洁；作业转移时，机电缆线要保持足够的长度和高度，严禁用电缆线拖、拉振捣器。

8.8 振捣工必须懂得振捣器的安全知识和使用方法，保养、作业后及时清洁设备；振捣器接线必须正确，电机绝缘电阻必须合格，并有可靠的零线保护，必须装设合格漏电保护开关。

8.9 插入式振捣器应2人操作，1人控制振捣器，1人控制电机及开关，棒管弯曲半径不得小于50cm，且不能多于2个弯，振捣棒自然插入、拔出，不能硬插拔或推，不要蛮碰钢筋或模板等硬物，不能用棒体拔钢筋等。

### 9.环保措施

9.1 建立健全环境保护管理体系，与当地环保主管部门建立联系，不断完善施工（下转第53页）

# 关于质量精益管理的思考与讨论

■ 中建科工集团有限公司 杨 杰 钟秧林

为了提升质量效益意识，塑强过程管理能力，提升质量管理绩效，切实提高价值创造和品牌创建水平，今年四季度时，中国建筑股份有限公司正式发布了《工程质量精益管理指引》文件。而通过对公司近期质量管理现状进行对比分析，可以发现我们与高品质、低成本、准交付的精益管理效能还有差距，提升质量精益管理显得十分重要。

结合日常管理经验以及对《工程质量精益管理指引》文件的学习，谈谈对质量精益管理的几点思考与认识。

## 一、牢固树立“质量第一、效益优先”的原则。

公司质量月活动宣传语中有一句“以质量求发展，向质量要效益”，讲的就是质量与效益的绑定关系，从某种层次来讲，保证质量就是保证效益。质量出了问题，意味着额外的返工、返修、以及其他负面情况的处理费用，这个成本是不容忽视的。从正面来说，把质量管理好，意味着一次成活率提高、返修率减少，这会使现场的履约与交付更加顺利，从而增进资金回收效率；而保证了交付质量以后，品牌和市场效益也会相应提高。因此，质量提升意味着一系列的效益提升。牢固树立“质量第一、效益优先”的原则，有助于提高管理团队的质量意识，落实质量精益管理的各细节措施，这是后续获得质量效益的必由之路。

## 二、以客户需求为中心，以质量目标为牵引。

随着建筑行业由增量市场进入存量市场，竞争加剧，为了生存下去，需要更聚焦履约品质和服务能力提升。

首先是明确客户的需求，对症下药。在时间、成本有限的情况下，更应该有针对性的开展质量管理工作。比如住宅类项目，要重点关注住户的体验需求，要零渗漏、“水电风梯”要好用；厂房项

目，要优先关注设备安装运行，关注地坪成型质量等；公建项目、医院项目等，可能全方面都有比较高的要求，但每一方面也都会有侧重，要采取针对性的措施。

其次是确定质量目标、质量标准。质量是符合要求，而不是一味的好、一味的漂亮，质量标准的制定既要合法，也要合适。质量目标决定了质量成本，确定目标、分解目标，才能锁定质量成本。

## 三、实施全面管理原则。

质量精益管理应实施全员、全要素、全过程、全数据的质量管理，通过领导重视、全员参与、要素整合、全过程控制、数据驱动，实现质量精益管理目标。

以“全员管理”为例，现行的企业质量管理体系，包括质量决策体系、质量保证体系和质量监督体系。

1、质量决策体系：首先是领导要发挥带头作用，建立公司-分公司-项目部三级“一把手”质量第一责任人机制，各单位一把手牵头成立质委会或者质量领导小组，形成质量决策体系，定期对质量体系运行情况进行评估，对质量管理重要事项进行决策。

2、质量保证体系：通过对“人、机、料、法、环、测”等质量要素的管控保证工程实体质量，包括生产、科技、商务、人力等部门。

生产系统对项目施工过程质量负直接责任。①首先是要熟悉图纸方案，有序组织对应施工工艺和质量标准所需资源的协调保障工作。以混凝土浇筑为例，要保证原材料合格、振捣密实、浇筑连续、不能产生冷缝。则生产系统同事在现场首先要尽可能保证混凝土不断供，做好商混站的对接、场外运输时间、场内交通运输线路等协调工作，同时保证



人员、机具要与作业相匹配，组织到位，按方案分层浇筑等。②第二要合理安排施工间歇、工序穿插。保证施工间歇满足施工工艺要求，保证工序合理不会导致交叉成品破坏，保证无倒序施工。③第三是及时发起质量验收程序，对存在的问题及时组织整改。

科技系统，①选择更有质量保障、更易于质量控制的设计方案与技术看案。以有水房间为例，规范要求有水房间的墙体下部应现浇混凝土反坎，以减少渗漏风险。但同样的，住宅工程的烟道井四周、屋面工程的女儿墙泛水、出屋面构筑物的墙根，也可以和楼板一体浇筑混凝土反坎，这可以大大降低渗漏风险，在设计 and 图纸审查阶段，可以尽量与设计院沟通在图纸中明确相关做法。②深入开展图纸审查工作，对于图纸中设计精度不足或有冲突的，一些细部的节点做法遗漏或不适用的，应及时审查出来，与设计沟通补充完善，保证现场施工有据可循，否则质量也无从保证。

商务系统，①保证采购质量，优选材料供应商；培育核心分包商，支撑施工履约；②做好分包合约包规划，保证工作界面划分清晰，使质量责任更易于划分。以防水功能为例，地下室外墙的防水卷材与防水保护层共同组成了一个防水体系，建议划分到一个合同包里，避免出现渗漏以后，不同施工单位互相推诿，责任无法分判的情况。③在合同里明确质量目标、质量标准、质量制度、质量责任等内容，为后续质量管理奠定基础。④加强质量保证金管理，争取在合同中明确质量保证金预留采用保函形式，降低企业资金占用压力；质保期结束之

前及时对接客户，确保质量保证金按时、顺利回收。

3、质量监督体系，也就是质量管理人员，要对过程质量验收负责。要注意质量监督对于质量保证体系不是上下级的监督，而是一种补充。这也要求我们质量管理人员，必须要对自己有更高的要求：要熟悉图纸、工艺和标准，熟悉生产组织安排；要能及时发现问题、提出问题，协调项目团队一起解决问题。

除了全员管理以外，还有全要素、全过程管理，这需要我们各系统的同事，依据策划、依据制度和流程、依据图纸和方案，去一一落实。全数据管理，鼓励我们采用信息化管理手段，并以此进行分析并持续改进。

#### 四、认识质量精益管理的核心。

质量精益管理的核心，是通过实施质量管理行为和工艺的标准化，第一次把正确的事情做对，并致力于每一次操作都达到同样的高标准，通过精准的过程管控，保障一次成活率，提升质量绩效。

综上所述，质量精益管理是企业适应时代发展要求，适应市场生存要求，提出的对于质量管理的更进一步要求。要牢固树立“质量第一、效益优先”理念，以客户为中心，以精益管理为手段，坚持全面质量管理原则，实施质量管理行为和工艺标准化，注重优化，强化预防，严控流程，科学管理，持续改进，不断提升项目建造能力和价值创造能力，降低质量损失，打造经得起检验的精品工程，提升企业经济效益和市场竞争能力。建设让人民群众满意的好房子！



# 钢结构栈道在山地丘陵地带的施工技术与应用

■ 中冶建工集团有限公司 朱小波

## 一、研究背景与概述

该项目位于重庆市北碚区嘉陵江温塘峡附近，地势以江水奔腾和险峻的峡壁著称，属典型的山地丘陵地带，地形图详见图1所示，沿嘉陵江畔临崖修建栈道，建设步道旨在解决周边居民和游客的散步出行便利性问题。

项目架空钢结构栈道全长1.1km，且仅有1个材料运输点，现场坡度较陡，局部坡度达到65°以上，场地内浮石、孤石较多，土层厚度分布不一，需要人工转运工程材料的工作量较大。采用钢结构栈道相比其他栈道施工，在材料转运、施工工期控制以及后期维保方面都具有显著优势。

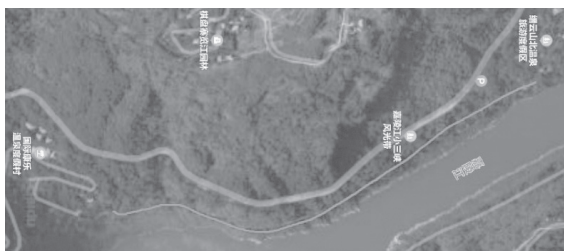
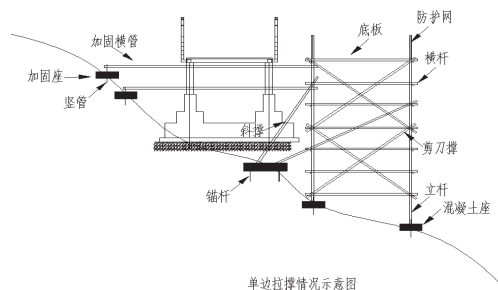


图1 现场地形图

## 二、工艺原理

山地丘陵地带修建栈道，用于周边居民提供方便出行的便道。特别是坡度较大区域其施工难度较大，需在靠近山体一侧搭设脚手架施工操作平台，其具体高度根据现场实际地形确定。每根立杆下端嵌有一个边长为200\*200\*200mm的混凝土立方体墩基座，在每个混凝土墩基座内均预埋有一根锚杆，锚杆的顶端高出混凝土墩基座标高以上100mm，并承插在所对应的立杆下端，使架体在竖向上受力更加稳定，为提高脚手架施工操作平台的整体稳定性

及安全性，按照一定间距增加斜撑及拉结加固横杆（连墙件），其固定位置底部同样加设混凝土墩基座，具体详见图2所示；



单边拉撑情况示意图

图2 山地脚手架剖面示意图

## 三、施工工艺流程

场地分析→施工准备→测量定位放线→山地脚手架施工操作平台墩基座施工→脚手架施工操作平台搭设→钢结构栈道基础施工→钢结构立柱施工→钢结构横梁、纵梁施工→钢结构连接点检查→栏杆安装→涂装施工→镀锌格栅板安装→验收及施工操作平台拆除

## 四、关键工序及施工操作要点

### （一）场地勘察及分析

对施工场地进行实地勘察，并认真分析，了解施工现场的基本状况。通过勘察，拟建场地地貌为剥蚀丘陵地貌，主要为陡坡地段，地形起伏较大，结合钻孔勘探结果，可知基岩面埋深1.9~5.5m，标高位于175.55m~233.05m，该段整体南侧较高，北侧较低，基岩面起伏大，一般多为5~45°。

钢结构栈道右侧紧邻嘉陵江，左侧靠近坡度大于45°的峭壁，上方30米为212国道，下方40米为嘉陵江；现场呈现出整体坡度较大，存有大量树木、

竹林、孤石、冲沟等，无临时施工道路的情况，给施工材料转运和操作人员操作带来诸多不便，需要搭设山地脚手架施工操作平台来辅助施工。

## （二）施工准备

在工程启动之前，必须深入研究图纸并进行详尽的图纸审查等相关准备工作，同时完善前期的安全技术交底工作。确保管理人员及施工操作人员对关键部位及节点有清晰的认识。

## （三）测量定位放线

采用全站仪和RTK测量仪按图进行测量放线，以图纸坐标为依据，将拟建的钢结构栈道定位放线并做好标记，结合现场的实际地形做适当调整，具体可按照图纸中的栈道及连接步道的位置每间隔一定距离设置一处控制点并做好标记，以便为施工便道的搭设做好定位指引。

## （四）山地脚手架施工平台搭设

1) 因施工现场地形的复杂特殊情况，本栈道依山地形而建，其场地的稳定性直接关系到栈道施工的安全，为确保施工安全，需要搭设一个适合山地施工的脚手架操作平台，便于建设材料转运，作业上人通行等；脚手架平台采用 $\phi 48.3 \times 3.6$ 钢管，扣件式搭设，在施工前根据其使用功能和施工荷载编制专项施工方案，并组织专家进行论证。

2) 依据经审批的施工方案，构建山地脚手架施工操作平台，首先对材料构配件进行检测，确认合格后方可使用。对于现场地质薄弱部位，需实施混凝土基墩或原岩层打孔注浆加固处理。脚手架施工平台的搭建严格遵循施工组织设计及施工方案。

3) 本山地脚手架施工操作平台，高度根据现场实际地形确定，设在山体一侧，搭设钢管脚手架施工平台，每根立杆下端嵌有一个立方体（边长为200mm）的混凝土基座，在每个混凝土座内均预埋有一根锚杆，锚杆的顶端搞出混凝土基座以上100mm，并承插在所对应的立杆下端。

4) 当架体一侧靠山一侧临边且能支撑时，在每排立杆或部分立杆靠近山体一侧设置加固横杆，加固横杆从山体一侧形成对立杆的拉接固定，让安装在脚手架上的平台也更为稳固。在部分立杆与横杆相接处设置斜撑能够从脚手架另一侧形成对脚手架的支撑，提高脚手架的稳固性。

5) 当架体一侧靠山另一侧平缓时，在每排立杆或部分立杆靠近山体一侧、设加固横杆，架体在水平方向更加稳固；在临边侧设置的斜撑，有效提高脚手架的稳固性。

6) 当架体一侧靠山另一侧陡峭时，采用在靠山侧进行加固横杆连接架体、斜撑加固，使架体更稳定。当架体位于两侧无水平固定点时（或水平固定点太远），采用两侧使用斜撑加固。山地脚手架大样详见图3-图7。

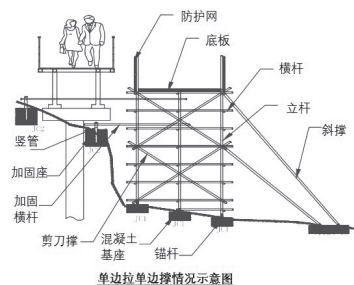


图3 单边拉单边撑情况示意图

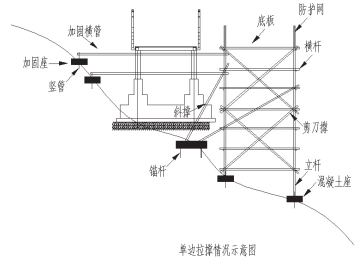


图4 单边拉撑情况示意图

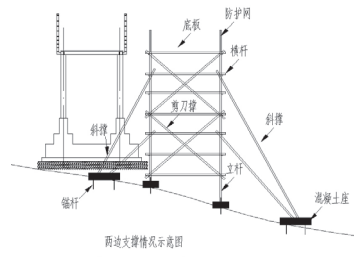


图5 两边支撑情况示意图

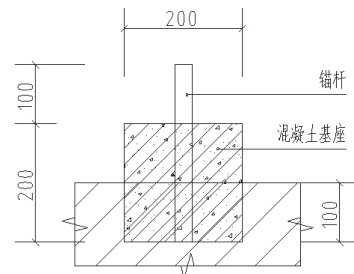


图6 立杆混凝土基座大样示意图



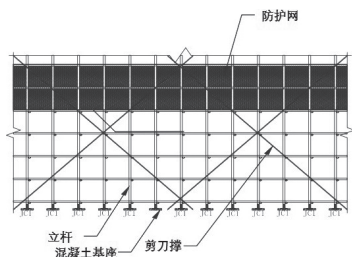


图7 山地脚手架立面示意图

#### (五) 钢结构栈道基础施工

本项目钢结构栈道基础设计采用人工挖孔桩进行施工，孔径为1米，嵌入持力层2米，人工挖孔桩成孔完成后进行成孔验收，合格后将钢筋笼（主筋 $20\phi 18$ ，箍筋 $\phi 8@200$ ）放入人工挖孔桩内，隐蔽验收合格后，浇筑C30商品混凝土；桩身混凝土待达到设计强度后对桩身强度及桩身完整性进行检测，检测合格后再进行上部承台及钢筋网片绑扎、支设模板、预埋螺栓和浇筑混凝土等后续施工。

对与承台中预埋的地脚螺栓（M24），预埋前采用上下定位钢筋进行点焊加固处理，再与四周模板进行定位安装，避免在浇筑混凝土的过程中出现地脚螺栓位移的情况，导致后期安装底板不畅；降低钢结构立柱的整体稳定性。通过上下对调节螺母进行调节，以达到调节钢板的标高和平整度，有效提升安装效率，避免预埋螺栓与螺栓孔不齐，或左右两个立柱不水平的情况发生。预埋螺栓示意图详见图8。

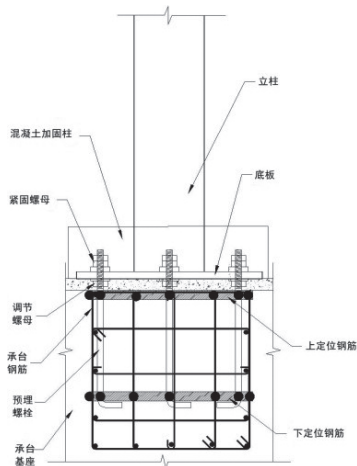


图8 柱脚预埋螺栓加固示意图

#### (六) 钢结构栈道立柱施工

钢结构平台和栈道部分涉及到的立柱、钢梁等均要进行深化设计，按比例放样，根据放样图的平面图、立面展开图，以及施工图中的大样节点做

法，绘制具体加工详图。

预埋螺栓（M24）的位置进行底钢板工厂成孔加工，现场人工进行钢结构立柱与底钢板、肋板进行焊接，焊接垂直度控制在 $\pm 3\text{mm}$ ，焊接高度 $\pm 2\text{mm}$ ，并满足二级焊缝以上要求，焊接完成后进行焊缝检测，检测合格后再将立柱通过底钢板螺栓孔与预埋螺栓进行人工连接，用扭矩扳手进行扭矩检测，达到设计要求。钢结构立柱及钢板厚度材质要求详见图9。

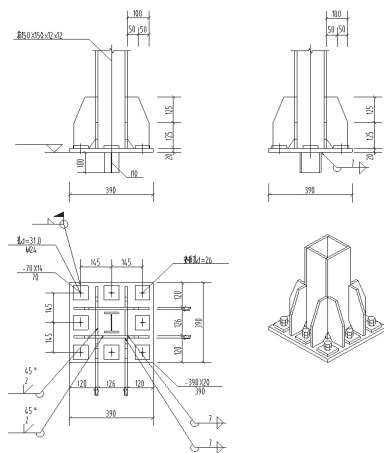


图9 钢结构立柱大样图

#### (七) 钢结构栈道横梁、纵梁施工

钢结构立柱施工完成后，进行横梁、纵梁施工，立柱、横梁、纵梁的尺寸均为箱 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 12\text{mm} \times 12\text{mm}$ ，焊接垂直度控制在 $\pm 3\text{mm}$ ，焊接高度 $\pm 2\text{mm}$ ，并满足二级焊缝以上要求，钢结构梁柱节点大样详见图10-图11。

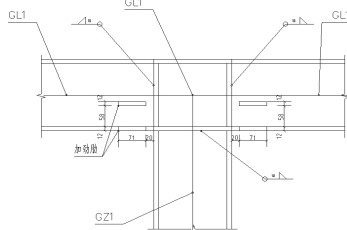
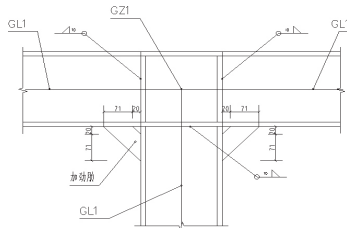


图10 钢结构梁柱节点大样图



（图注：GZ1、GL1均为箱 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 12\text{mm} \times 12\text{mm}$ ）

图11 钢结构梁柱节点大样图



沿栈道宽度方向间隔设置的两立柱和位于两立柱之间的端部横梁，在端部横梁前侧或后侧设有一与其平行设置的端头横梁，在端头横梁的长度方向上间隔安装有两个内纵梁和两个悬挑纵梁；在两立柱上焊接固定有一个位于端头横梁下的横挑支撑管；端头横梁焊接固定在横挑支撑管上，并与端部横梁之间具有一个宽20mm的间隙，形成水平伸缩缝，释放水平应力和竖向形变，保证整体稳定性和耐久性。具体节点大样图详见图12-图13。

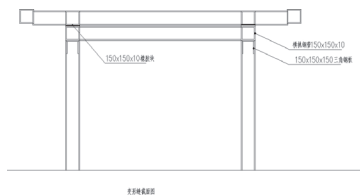


图12 钢结构梁柱节点立面示意图

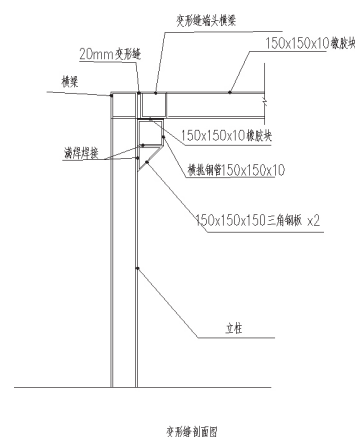


图13 钢结构梁柱节点剖面示意图

#### (八) 栏杆安装

钢结构横纵梁安装完成后，再对防护栏杆进行焊接安装，先焊接安装立柱，垂直度偏差控制在 $\pm 3\text{mm}$ ，再进行水平大、小横杆的安装，保证水平度或顺直度。栏杆安装大样图详见图14。

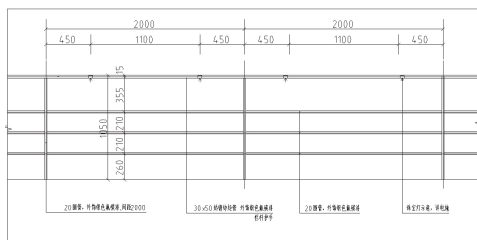


图14 钢结构栈道栏杆大样图

#### (九) 连接节点安全可靠检查

栈道钢结构连接节点是由钢板、型钢通过必要

的连接组成构件，其连接节点的质量，对保证钢结构的整体性和可靠度是保证栈道安全性的关键，要求其连接部位要有足够的强度、刚度及延性。

为确保工程质量，栈道所采用的钢板、型钢等材料统一由工厂预制，并要求具有出厂检测报告，栈道局部需要现场焊接的钢结构连接节点，施焊完成后，要严格检查焊缝质量，并进行焊缝质量检测，检测合格后方可进入下道工序施工。

#### (十) 涂装施工

钢结构施工前进行大面积防锈底漆的涂刷，在焊接完成后进行局部补涂装施工，严格按照施工方案进行防火防腐处理，油漆采用人工涂刷工艺，厚度满足设计及规范要求。

#### (十一) 格栅板安装

按照设计图纸，钢结构栈道横梁、纵梁施工完成后，在梁上铺设镀锌钢结构格栅板（1494mm $\times$ 900mm $\times$ 40mm），镀锌格栅板采用厂家加工制作，现场铺装施工，人工铺设格栅板在钢梁上，再局部点焊固定，最后进行焊点打磨补漆。钢结构格栅板安装及成型效果图详见图15。



图15 钢结构格栅板安装

#### (十二) 验收及施工平台拆除

当所有工序完工后，进行验收，验收合格后进行施工操作平台的拆除和场地的恢复；拆除原则按照先支后拆、后支先拆的原则进行施工操作平台的拆除，拆除材料要分类堆放，及时转运出场地。

### 五、结束语

山地丘陵地带设计安装钢结构栈道，对结构的安全性及稳定性要求较高，也增加了施工难度，需要在施工过程中严把每道施工工序，确保施工质量达到各项验收标准。

随着重庆治理提升“两江四岸”擦亮城市名片的发展，依山临江钢结构栈道的修建，为周边居民提供方便出行的同时，也为重庆这座山水之城增添了一道亮丽的风景线，其推广应用前景极为广阔。

# 科技赋能 创新驱动

## ——湖北航建新质生产力孕育高质量发展新活力

■ 彭海波

为全面学习贯彻习近平总书记关于“科技强国、质量强国、航天强国”和“加强基础研究，实现高水平科技自立自强”重要论述，湖北航建坚持“科技赋能 创新驱动”为目标，结合实际，培养理论过硬、学术过硬、技能过硬的质量技术队伍，探索质量控制新途径，全面培育新质生产力，为实现公司高质量发展注入新活力。

### 新理论迸发新活力



习近平总书记高度重视科技创新，提出一系列新思想、新论断、新要求，是湖北航建全面做好新时期质量工作的行动指南。公司质量技术部扎实开展党的理论知识学习，学思想强理论，努力培养理论过硬、技能过硬的质量技术队伍。2024年，公司

举办质量演讲大赛，全体参赛技术管理人员结合自身实际，深入浅出地讲解了“学习新理论，强化质量意识；精细化管理，推动技术创新”的重大意义，切实把党的最新理论成果转化为做好质量工作、努力建设精品工程、追求卓越品质的动力，引导全员从每一块砖、每一根钢筋、每一道工序做起，共同努力，全力以赴打造“航天建设”高质量品牌。

### 新成果孕育新荣誉

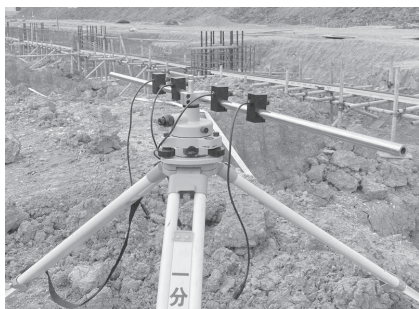


为提高工程质量，解决项目技术难题，湖北航建坚持从“降本生效、技术创新”的角度，组织开展QC活动，围绕施工生产实际关键问题与瓶颈难题，深入调研、科学分析、大胆创新、精细实施、总结交流，努力挖掘技术潜力，促进施工水平再提升。经过15年的沉淀和积累，形成了从“现状调查—设定目标—原因分析—要因确认—制定对策—对策实施—效果检查—巩固及总结”等各环节紧密结合、着实有效的一套QC成果提炼流程，并反复深入细致打磨，积极参与各省市、国家大赛，多次获得省部级、国家级表彰。



2024年，公司申报的三项QC成果先后获得湖北省一类成果殊荣，并通过中建协航天分会、中施协举荐参与全国发布，斩获中国建筑业协会二等奖2项，中国施工企业管理协会三等奖1项，充分彰显了公司在质量管理与技术创新方面的硬实力。

#### 新发明解决新问题



孝感市万山数字化加工厂房建设项目，是湖北航建聚焦主责主业，服务航天事业发展的重点项目。项目建设中，由于地脚螺栓数量多，是主体支撑的主要受力点，混凝土浇筑过程中地脚螺栓精确定位和预埋，是项目建设中最大的难题。为提高项目基础质量，项目部成立数字智造班组，通过在全站仪上架设激光发射器的方式，发明了一种防止地脚螺栓施工偏位的实时激光监测装置，可在施工过程中动态监控地脚螺栓位置，及时发现及时纠偏，大幅提高螺栓预埋安装精度，减少后期纠正螺栓偏位带来的工作量，大大缩短了工期，为后续圆柱安装和施工顺利推进奠定了坚实基础。

#### 新运用助力新发展

面对孝感航天三江孝感北京路工业区雨污分流改造项目经过多年改造“沉淀”，图纸不清，标识不明，地下管线纵横交错，极为复杂，且作业点分

散，主干道人流车流量大等技术和管难题，湖北航建党委聚焦航天主责主业，组建了技术过硬、作风顽强的项目团队，及时与相关单位取得联系，依次揭开工业区排水井盖，测量其位置标高、分析地势，确定管线走向，采用管道机器人逐条进行排查，在不破坏原有管道的基础上，摸清地下管线排布、管道内部问题、阻塞情况及精确位置；并结合实际摸查情况，派专人负责绘制图纸，为制定雨污分流实施方案提供决策依据和原始基础数据。



当施工至最后阶段需要横穿北京路主干道，为解决路面开挖对城市交通的影响，项目部积极应对，成立攻坚专班，对施工范围内的地质条件及地下管线进行精准勘查，发现北京路地下管线与污水管道错层高度达2.5-3m，经多次论证，决定采用“地箭式”微顶管工艺，分三次逐级扩大，最大限度降低地面沉降风险，在保证路面畅通的前提下，大幅缩短了施工工期，顺利打通了连接市政污水主管道，得到了孝感市住建局的大力赞扬，计划在孝感市推广应用。



长期以来，湖北航建始终坚持“科技赋能，创新驱动”，以新技术引领培育新质生产力，孕育高质量发展新活力，步伐稳定，硕果累累。公司将一以贯之持续开展技术创新，全力以赴打造“航天建设”高质量品牌，为实现高水平科技自立自强，助推公司高质量发展奠定坚实的基础。





## 当超级工程遇上“智慧大脑”

——中铁十一局以智慧建造赋能企业高质量发展

■ 唐 里

作为我国基础设施建设领域的国家队和主力军，70多年来，中铁十一局匠心建造了一项项国家级、世界级“超级工程”，为提升人们的获得感、幸福感、安全感作出了突出贡献。

近年来，中铁十一局紧跟我国建筑业发展新趋势，加快智慧建造步伐，以智慧建造助力工程建设，极大地推动了产业升级，初步形成智慧建造的“十一局模式”。

### 工业化转型 布局智慧建造

刚刚结束的第五届智慧城市与智能建造产业博览会暨论坛，中铁十一局现场展示的超大直径盾构机“定海号”、BLCP500型本邻两线长钢轨铺设机组、“昆仑号”千吨级高铁箱梁运架一体机等工业产品备受参展人员青睐，展台每天被围得水泄不通。

这是近年来中铁十一局智慧建造成果的生动展示之一。公司紧紧抓住新一代信息技术、人工智能技术飞速发展的契机，用好自身在工程施工领域培育的强大优势，持续推进工业化转型，加速培育建筑行业新质生产力。公司顺利入选中国铁建“智慧建造试点单位”。

在祖国广袤的大地上，路网密布、高铁飞驰，极大地拉近了空间的距离，增强了人们的幸福感。在高铁建设施工中，“逢山凿路”几乎是每条线路的“必答题”。

高铁隧道施工工序多、环境复杂、安全风险高，需要严格把控的环节很多。通过科技创新攻关实践，司智慧建造研究院自主研发了隧道二衬智能浇筑系统，包括三维激光扫描仪、流量传感器、智能台车控制中心等板块。该系统不仅成功突破了隧道施工领域二衬拱顶混凝土脱空、不密实、掉块等顽疾，还有效解决了隧道施工工程质量、安全、管理、工效等关键问题，成功在贵南、郑万、西十十余条高铁线路推广使用。

依托智慧建造方面的成果，公司将数字化技术与施工过程相结合，将智慧、集约、生态等先进理念融合到工程管理。武汉光谷空轨工程是国内首条规划且商业运营的城市“空轨”，通过将模型和信息在设计、建造、施工、运维全生命周期流转，采用了超融合大数据云平台、特种光缆数字孪生、空气弹簧减震系统等十大创新技术，从源头上打造数字化管理模式，是一项“超级工程”遇上“智慧大脑”的经典案例。



### 自动化建设 打造智慧工地

连日来，在公司京港澳改扩建4标智慧加工厂内，生产线热火朝天，小型预制件从原料处理到成品产出、搬运，大大提高了作业效率。

混凝土布料区、自动升降上架区、智能温控蒸养区、自动升降下架区、自动脱模区、机器人自动码垛区等生产线，实现24小时“火力全开”。现场仅需两组6个人盯控，较传统预制工艺效率提高70%，以往尘土飞扬的生产线成为一个精益管理的“大工厂”。

在高速公路桥梁建设中，预制梁的生产制作至关重要。为解决传统预制梁生产效率低、施工工艺复杂、资源利用率低等问题，公司自主研发了智慧梁场自动化生产线，整体采用“移动式台座+固定式整体液压侧模”生产新工艺，大大提高了台座运转效率，实现了“工位固定、流水作业”，提高了制梁效率和质量。

在深汕西高速公路、汕梅高速公路等多个重大工程的制梁场，诺大的现代化“智慧梁场”，各个功能区、生产线、液压模板、移动台座等布设分明，预制梁生产线流水作业成为一道“美丽风景线”。

在重难点工程推进“专业化、工厂化、机械化、信息化”建设，开展智慧工地建设已在中铁十一局蔚然成风。从安全管理、质量管控、生产协同、风险防范、管理提升等方面入手，智慧物料验收系统、塔吊安全监控系统、3D智能摊铺机、智能高铁轨枕车间、盾构黑匣子及智慧盾构系统等一批新技术，在工程项目广泛运用，推动数字化和信息化不断升级。

### 信息化赋能 助力智慧管理

将数字化与施工管理深度融合，构建业务横向到边、管理纵向到底的信息化管理模式。中铁十一局聚焦施工管理和成本控制“两条核心线”，研发出各类“管用、实用、好用”的信息系统，充分发挥数字化在项目管理中的支撑作用。

近些年，中铁十一局共计新建、改建综合管理、项目管理、信息化基础服务等系统60余个，覆

盖经营承揽、工程施工、经济成本、财务资金等业务领域。结合各子公司自身领域需求，建设了研发费辅助管理、铺架综合指挥调度管理、CIS、精益建造、数字化管理等系统。

在亚洲最大地下五线交会市政综合体——武汉光谷广场综合体，中铁十一局接连攻克工程涵盖市政项目超级多、立体交叉空间布局超级复杂等多项世界级难题，创新采用微差延期起爆技术、BIM三维建模技术，高质量、高标准完成了全部施工任务。

在全世界最长、直径最大的海底高铁甬舟铁路金塘隧道建设过程中，中铁十一局引入配套研发的盾构机集成超前地质预报、盾尾管片浮动监测、刀具实时监测等信息化系统，辅以盾尾同步注浆密度检测装置、泥浆管路碎石机等智能工装，总装达到世界领先水平。

另外，在绍兴南二环智慧交通项目，公司运用大数据、人工智能、车路协同等技术，实现个性化出行信息发布和交通设施智能运维。正在建设中的新昌未来片区项目，公司以“智慧+”的形式，实现智慧互动体验、智慧生活服务、智慧数据中台等功能，将城市生态与智慧科技进行深度融合。

目前，智慧城市、智慧交通、智慧园区、智慧建筑、智慧水务等智慧工程已成为中铁十一局发展战略新兴产业和未来产业的重要板块。

面向未来，公司将持续推出更多智慧工程管理的创新实践方案，为“超级工程”赋予更强的“智慧大脑”，让城市更低碳、更绿色、更宜居，让人们生活更美好。





## 筑巢引凤 有凤来宜

### ——宜昌三峡国际机场 T2 航站楼建设工程纪实

■ 张 乐

窥一隅而知一城，机场、火车站、港口，这些关键交通枢纽往往影响着初来乍到人们对城市的第一印象。今年4月，中国民用航空局正式批复，同意宜昌三峡机场名称变更为“宜昌三峡国际机场”；今年12月，三峡机场2024年国际旅客吞吐量达到10万人次，创下宜昌航空口岸自2005年开放以来年度历史最高纪录。中建一局承建的宜昌三峡国际机场T2航站楼启用后，三峡机场以“凤凰展翅”的昂扬姿态，迎接四海宾朋，做强做优“空中门户”，为建设长江大保护典范城市、打造世界级宜昌提供更强支撑。

“按照成于至臻、止于至善的标准，把三峡机场打造成重要的城市公共艺术品”。2020年4月工程正式开工，建成后航站楼总面积将扩展至7.38万平方米，可保障年旅客吞吐量500万至800万人次。飞行区停机坪面积13.7万平方米，设有21个停机位；3200米跑道和3200米平行滑行道共同构成“一跑一平滑”的跑滑体系，可满足B767、A330及以下等级远程宽体客机起降标准，为机场开通远程洲际航线提供硬件支持。

恢宏精致的建筑，流畅完美的曲线，展翅欲飞的凤凰造型，这个体量巨大的航站楼核心区与覆盖其上的大跨度自由曲面屋顶，无不让游客感到惊叹。这背后的建设难度不言而喻。773天，从一片泥沼地到“凤凰展翅”，中建一局建设团队们与时间赛跑，攻克一个又一个建筑难题，最终为宜昌市呈上一份完美

答卷，并顺利通过民航行业验收。

#### 求实干成，高质高效筑就品质工程

万丈高楼起于垒土。20年初，疫情形势略显好转，项目团队率先跑步进场、即刻复工，面对1.5万平方米或沟或坎且无水无电无路的“三无”项目，团队“三抢”“三保”促工作提升，即抢时间、抢资源、抢进度，保工期、保安全、保质量。然而天公不作美，桩基施工赶上了近年来最长的一个雨季。“老天爷不给力，两个月下了50多天的雨。”项目建设单位总指挥说，当时场地泥泞湿滑，给施工增加了很大难度。项目团队加大机械、人员投入，重新编排工期，工人们和雨水赛跑抢时间，小雨人不停，大雨人停机器不停，24小时施工，确保每天的成桩数在20根到30根，跑出建设“加速度”。

从2020年5月12日打下第一根基桩，到2021年7月2日完成封顶，5.9万平方米建筑面积，2186根、总长6万多米的桩基，投影面积约3.15万平方米、重量约3600吨的大跨度钢网架屋盖，如此大体量的航站楼从零到封顶仅用了14个月时间，在国内同级别航站楼建设中耗时最短，再次向世人展现出闪亮的“宜昌速度”，彰显“忠诚担当，使命必达”的中建担当与力量。

“品质为先，时代争锋”项目团队在追求“速度”的同时，更追求品质的保障。T2航站楼钢网架