**[类 型]**技术工艺

**[关键词]**现浇箱涵，小半径曲线段，模板台车，平移，行走，定位

现浇箱涵自行式大跨径变截面液压模板台车

JWC2021-165

甘肃路桥建设集团有限公司

陆波涌、张敏、钱伦、赵元正、师金隆、魏盼业

**1.成果简介**

**1.1技术背景**

现浇箱涵墙身及顶板模板支护普遍以满堂支架作为支撑体系，用竹胶板、方木龙骨进行墙身模板的支护加固。其弊端在于支架投入成本高，模板加固困难大，施工速度慢，耗费人工多，箱涵竹胶板模板、木质分配梁及墙身龙骨等周转材料耗费多，小半径曲线段箱涵线型控制困难，模板加固后整体稳定性不强，且加固不当易造成跑模、胀模、漏浆等质量问题；如何实现现浇箱涵模板快速安装、模板支护整体稳定性安全可靠、成品线型美观顺适、减少投入成本、加快施工进度尤为重要。

在兰州中川国际机场三期扩建工程机场工程飞行区场道工程（八标段）下穿通道暗埋段现浇箱涵施工中，综合自身以往隧道工程的施工经验，针对现浇箱涵混凝土浇筑体量大、截面尺寸变化大、曲线半径小等施工难点，研发适用于现浇箱涵施工的自行式大跨径变截面液压模板台车，并且经过总结提炼，形成了现浇箱涵自行式大跨径变截面液压模板台车法施工技术。

**1.2解决的主要问题**

有效解决现浇箱涵小半径曲线段、结构尺寸变化段现浇箱涵墙身及顶板施工，提高施工质量，保障施工安全，加快施工进度。

**1.3适用范围**

适用于现浇箱涵墙身及顶板施工，尤其适用于小半径曲线段、结构尺寸变化段现浇箱涵墙身及顶板施工。

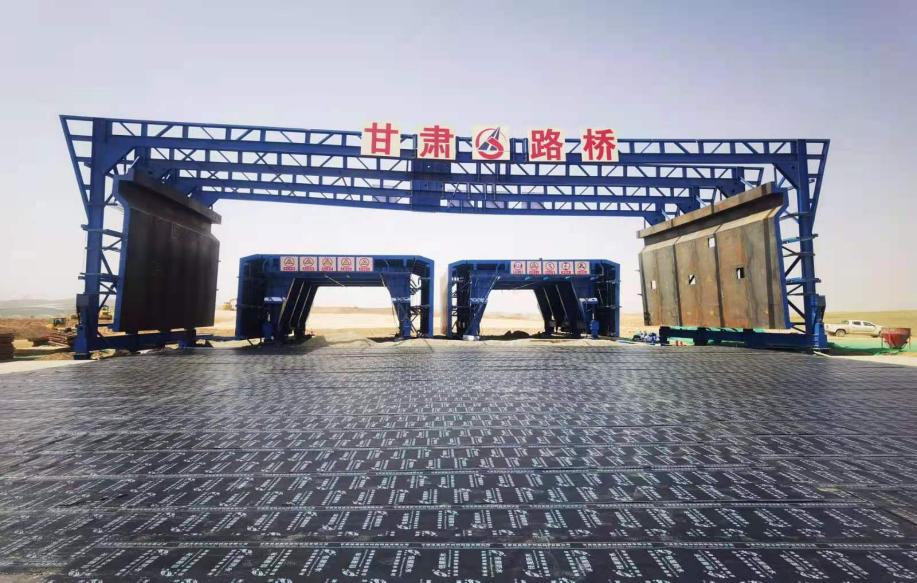
**1.4技术特点**

1.现浇箱涵自行式大跨径变截面液压模板台车法施工技术就是采用刚度、强度高，整体稳定性强的自行式大跨径变截面液压模板台车进行现浇箱涵墙身及顶板施工，台车采用液压主从行走、平移、顶推机构，台车行走、平移、定位快速精准，切实提高了现浇箱涵墙身及顶板的施工工效。

2.台车整体稳定性强，支护强度高，依托曲面横梁固定模板线型，小半径曲线段线型顺适美观。

3.台车截面尺寸可调，变截面现浇箱涵段施工方便快捷。

4.与传统满堂支架支撑体系、竹胶板模板支护施工技术相比较，台车使用寿命长，减少了竹胶板模板、木质分配梁等周转材料的使用与浪费，降低施工成本，环保效益显著。

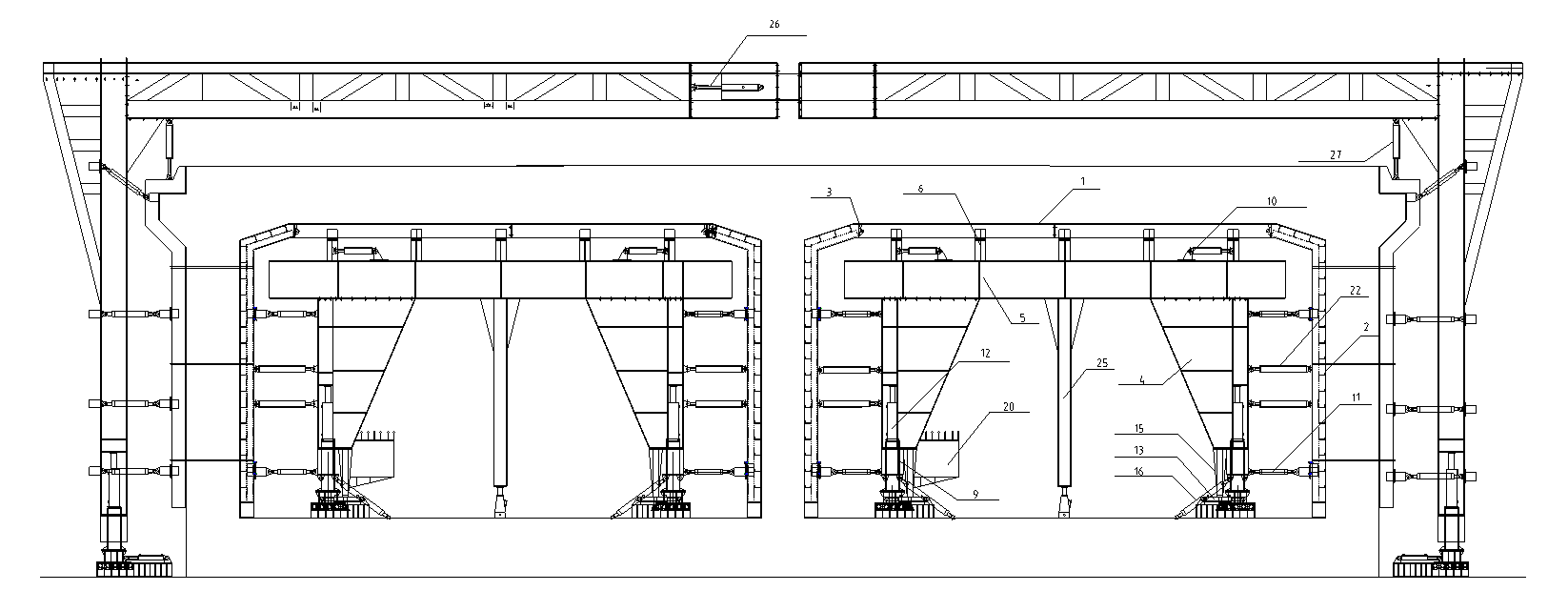


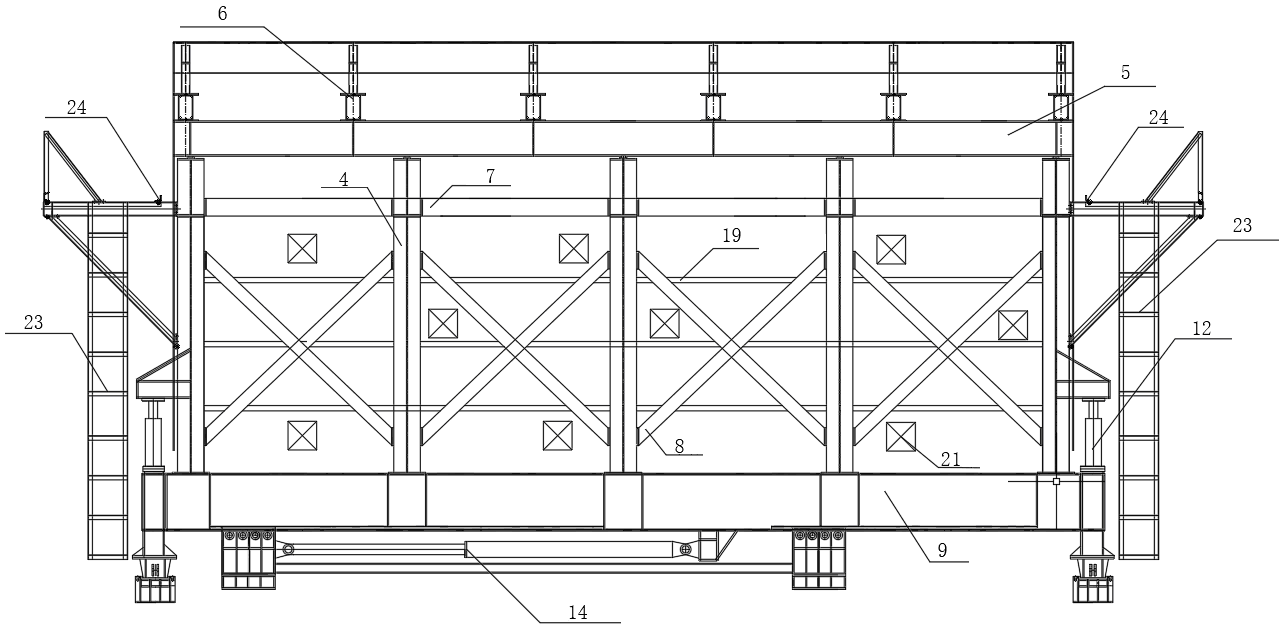
**图1 自行式大跨径变截面液压模板台车**

**2.技术内容**

**2.1技术原理**

现浇箱涵自行式大跨径变截面液压模板台车法施工技术就是采用刚度、强度高，整体稳定性强的自行式大跨径变截面液压模板台车进行现浇箱涵墙身及顶板施工，利用液压主从行走、平移、顶推机构，实现台车在小半径曲线段行走、平移、定位；台车定位后，利用顶模液压拉伸机构及宽度调节块调节顶模宽度，利用台车外架横梁液压拉伸机构调节外架宽度；利用液压顶推机构及高度调节块调节台车高度；利用墙身曲面横梁、侧模液压机构、侧模丝杆千斤定位模板，保证模板线型顺适，定位精准；利用门架支撑千斤全面提高模板台车整体稳定性、抗倾覆能力。

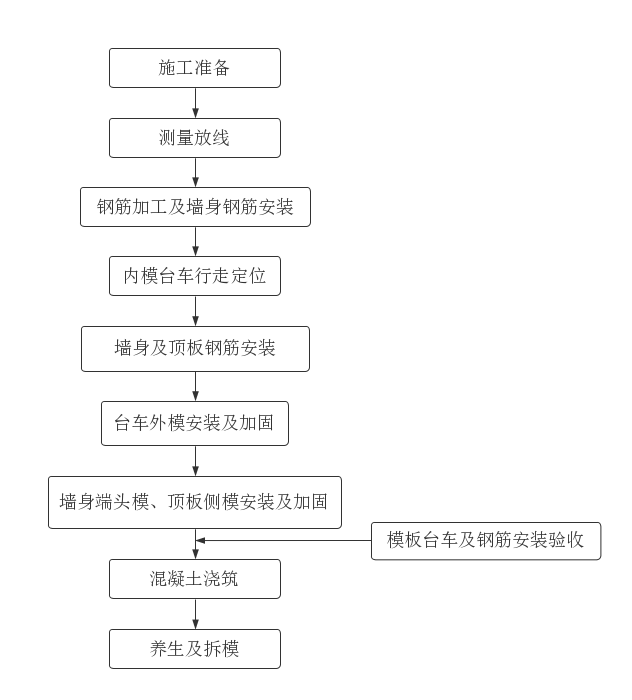




图中：1－顶模；2－侧模；3－吊耳；4－牛腿立柱；5－顶横梁；6－顶纵梁；7－连接横梁；8－连接交叉梁；9－底纵梁；10－液压顶模拉伸机构；11－侧模支撑千斤； 12－液压顶推机构；13－液压平移机构；14－液压主从行走机构；15－竖向支撑千斤；16－斜向支撑千斤；17－宽度调节块；18－高度调节块；19－曲面横梁；20－液压系统操作台；21－平板振捣器；22－液压侧模拉伸机构；23－安全爬梯；24－安全操作平台；25－门架立柱；26－外架横梁液压拉伸机构；27－外模液压拉伸机构。

**图2 自行式大跨径变截面液压模板台车原理图**

**2.2工艺流程**



**图3 现浇箱涵自行式大跨径变截面液压模板台车法施工工艺流程图**

**2.3操作要点**

1.施工准备

平整场地，检测地基承载力，对局部软弱区域进行换填压实处理。配备25T吊车及专业安装人员，完成台车拼装。

箱涵底板施工完成后进行覆盖洒水养生，箱涵底板混凝土强度达到设计强度的75%以上方可进行台车行走定位。

2.测量放线

使用全站仪放出以下点位：各墙身边线、线路中线（半径为70m～95m圆曲线段纵向每2m测放一组点位），以利于台车就位。

3.墙身钢筋制作及安装

钢筋由钢筋加工厂统一加工配送，墙身竖向主筋采用套筒连接，箍筋、水平筋采用绑扎连接。墙身顶部主筋套丝连接以上部位的钢筋，待台车就位后再进行施工。

4.内模台车行走定位

台车行进前，通过液压顶推机构、侧向模板液压机构及侧向模板支撑千斤调节台车尺寸，使台车尺寸小于需要支护段落的箱涵断面尺寸。台车依靠液压主从行走机构进行前后位置移动，在移动过程中，派专人观察台车与墙身钢筋间距，及时向液压系统操作员传递行进、停止信号，使用液压平移机构调节台车横向位置，确保台车行进过程中不与墙身钢筋发生碰撞或刮蹭。

**图4 液压系统操作台 图5 液压主从行走机构前后移动台车**



**图6 液压顶推、平移机构液压顶推机构、液压平移机构调节台车高度和宽度**

台车行进至设计桩号后，依据箱涵设计尺寸调节台车尺寸，台车高度调节时，首先将箱涵顶板底模靠近中心位置模板间的连接螺栓沿纵向全部拆除，利用液压顶模拉伸机构将模板向两侧推开，然后安装顶板宽度调节块并连接固定；台车高度调节依靠液压顶推机构，将台车顶起，每次顶起高度在15-20cm之间，然后在台车下纵梁、平移机构底座位置安装高度调节块，并在墙身模板底部安装增高模板。

**图7 高度调节块安装 图8 墙身增高模板安装**

**图9 利用顶模拉伸机构及宽度调节块调节顶模宽度调节**

行进至支模位置后，利用液压主从行走机构、液压平移机构根据测放点位微调台车位置，依托墙身曲面横梁、侧模液压机构定位模板，保证模板曲线线型顺适，定位精准；依靠丝杆支撑千斤及位于台车牛腿式主骨架中间的门架立柱加固台车，全面提高模板台车整体稳定性、抗倾覆能力，确保施工安全。



**图10 内模曲面横梁**

**图11 侧模液压机构、侧模丝杆千斤定位墙身模板**

**图12 丝杆支撑千斤、门架立柱加固台车**



**图13 内模台车完成定位、加固**

5.墙身及顶板钢筋安装

液压模板台车定位后进行剩余墙身钢筋及顶板钢筋安装，主筋采用套筒连接，箍筋、水平筋采用扎丝绑扎连接，钢筋安装完成后，沿箱涵宽度方向每5m设置一条标高带，用水准仪超平后计算高程并依据设计高程做好混凝土浇筑高度标记。

**图14 墙身及顶板钢筋安装**

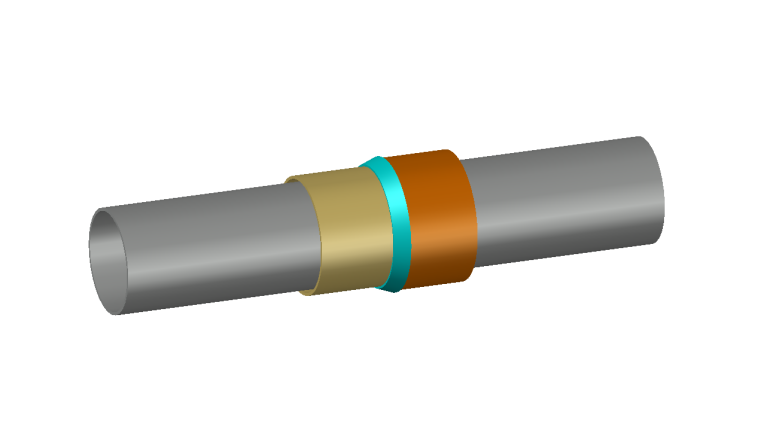
6.台车外模安装及加固

在底板施工前，先将沿设计底板两侧宽度方向各加宽1.5m进行原地面换填、压实处理，确保地基承载力不小于300kPa，并同步施工混凝土垫层（15cm厚），确保外模台车行走定位安全。

当墙身及顶板钢筋安装完成并验收合格后，进行墙身外模安装，台车外模行走定位方式同内模相同，外模液压拉伸机构用于提拉外模，配合外架顶推机构共同进行高度调节，利用外架横梁液压拉伸机构及液压平移机构调节外架宽度。内、外模加固拉杆采用精轧螺纹钢，提高模板支护强度，拉杆套筒采用止浆套筒，防止拉杆孔漏浆。安装完成后对台车的液压机构、支撑千斤、加固螺栓进行检验，确保台车整体稳定牢固，满足施工要求。

**图15 台车外模行走定位 图16 精轧螺纹钢拉杆加固墙身模板**

**图17 止浆套管安装**

7.墙身端头模、顶板侧模安装及加固

墙身端头模及顶板侧模采用定型钢模，顶板侧模采用螺栓连接，单头拉杆加固；墙身端头模与侧模采用螺栓连接，沿墙高方向每0.5m用槽钢加固，防止在浇筑混凝土过程中端头模板出现胀模现象。

混凝土浇筑前，对模板的平整度、连接螺栓、模板拼缝、顶板侧模、墙身模板止浆拉杆的密封性、液压机构开关、平板振捣器、门架立柱千斤顶、丝杆千斤安装等关键部位进行认真检核，经监理工程师验收合格后方可进行混凝土浇筑施工。

8.混凝土浇筑施工

混凝土采用泵车浇筑，坍落度控制在190mm±10mm。墙身模板安装附着式平板振捣器，采用70型振捣棒联合平板振捣器振捣工艺，混凝土水平分层对称匀速浇筑，每层混凝土浇筑厚度30cm。混凝土振捣过程中快插慢拔，振捣时间控制在20～30s，同时观察振捣部位混凝土表面，以混凝土表面出现浮浆，再无气泡产生为准。混凝土浇筑完成后，进行第一次收面，待混凝土初凝前用木抹子完成二次收面。



**图18 现浇箱涵墙身及顶板混凝土浇筑**

9.养生及拆模

待混凝土终凝后立即将墙顶覆盖透水土工布不间断洒水养生，保持混凝土表面及透水土工布湿润，确保混凝土强度持续增长。混凝土强度达到2.5MPa后，方可拆除箱涵顶板侧模及墙身端模。混凝土强度达到设计强度的85%以上时拆除内外模台车，先人工拆除拉杆，然后将外模拆除，再拆内模，台车移出箱涵后，采用喷淋养生台车进行箱涵内部养生。



**图19 箱涵内部养生**

**3.应用效果**

机场下穿通道现浇箱涵自行式大跨径变截面液压模板台车技术应用双洞式现浇箱涵共计57节段，标准节段长20m，3节段同时施工，按照标准节段配备60m满堂支架与相同长度的模板台车进行对比分析，传统施工技术每节段现浇箱涵施工成本为191627元，总成本为193427\*57=11025339元；自行式大跨径变截面液压模板台车技术每节段施工成本为186124元，总成本为186124\*57=10609068元；传统施工技术每节段施工工期为22天，总工期为22\*57/3=418天，自行式大跨径变截面液压模板台车技术每节段施工工期为15.5天，总工期为15.5\*57/3=294.5天；运用自行式大跨径变截面液压模板台车技术可节约成本11025339-10609068=416271元，在时间上节约418-294.5=123.5天，且施工节段数量越多，模板台车单模分摊的费用就越少，经济效益越高。采用现浇箱涵自行式大跨径变截面液压模板台车技术，节约成本共计416271+280440=696711元，工期节省共123.5天，经济效益显著。

**4.推广应用前景**

现浇箱涵自行式大跨径变截面液压模板台车法施工技术通过在兰州中川国际机场三期扩建工程机场工程飞行区场道工程（八标段）下穿通道暗埋段现浇箱涵施工中的实践应用，有效解决现浇箱涵墙身及顶板施工进度慢、外观质量差、小半径曲线段线型不顺适等问题，提高施工质量，加快施工进度，减少材料周转，既节能又环保，减少劳务力投入，节约施工成本。台车操作简单方便，性能稳定；台车采用液压主从行走、平移、顶推机构，台车行走、平移、定位快速精准，切实提高了现浇箱涵墙身及顶板的施工工效；台车整体稳定性强，支护强度高，依托曲面横梁固定模板线型，小半径曲线段线型顺适美观；台车截面尺寸可调，在现浇箱涵变截面段施工方便快捷；与传统满堂支架支撑体系、竹胶板模板支护施工技术相比较，台车使用寿命长，同时减少竹胶板模板、木质分配梁及墙身龙骨等木材的使用量，降低施工成本，环保效益显著。其工期、效益、质量、安全均得到了有效保证，具有很高的推广价值和应用前景。