

液压夯实机在公路路基工程中的应用

林凯

(中交一航局第五工程有限公司)

摘 要：路基施工中沉降是质量通病，沉降易造成路面出现裂缝，严重的沉降会影响路面的平整度，造成行车颠簸，并给道路维修养护带来困难。挡土墙背回填及软基换填处理、新旧路基结合部位是路基工程施工中容易出现沉降的环节，应采取措施避免工后沉降，避免或减少后期返工、维修给企业带来的损失。本工程借鉴国内其他项目的经验，将液压夯实机推广应用于挡土墙的墙背回填处理、软基换填处理及新旧路基结合处理，取得了良好的效果。

关键词：液压夯实机；墙背回填；软基处理；新旧路基结合

1 工程概况及应用背景

贺兰山路东延伸道路提畅改造工程位于宁夏回族自治区银川市东部，作为宁夏回族自治区连接内蒙古自治区的重要通道，原路存在高密度的平交道口，不满足实际交通需求，并严重影响交通运输安全。项目改造后，4处主要的平面交叉变为立体交叉，贺兰山路主线车辆直行，不必等候红绿灯；每条被交路与主线互通的4个匝道实现互通，路口车辆受红绿灯约束。改造主要内容为新增互通式立体交叉4处，改造主线总长度约为4.1 km。其中互通范围内共有软土地基换填处理36 000余 m³；结构物墙背回填57 000余 m³。

本工程4座互通为菱形互通，为节约占地，主线与匝道之间设置重力式钢筋混凝土挡墙，扶壁式挡土墙内侧设置三角形肋板，肋板之间区域狭窄，大型压路机作业受限制，采用小型机具难以压实；部分匝道邻近水塘，采用开挖软土层换填的方式进行处理，因换填材料粒径大，层厚大，采用压路机难以压实；为减少占地，匝道车辆通过主线加宽段汇入主线，常规碾压不能有效将新旧路基结合到一起，压路机碾压过后新旧路基土基本无黏结，存在明显分界，再加上压实度不一致，极易造成不均匀沉降导致后期路面纵向开裂。

本工程挡土墙背回填及软基处理、新旧路基结合除常规压路机压实外，另外采用液压夯实机进行夯实处理，在提高施工效率的同时，确保施工质量达标。主线互通效果图见图1。

2 液压夯实机的参数及作用原理

高速液压夯实机通过将夯锤提升后下落夯击。



图1 主线互通效果图

本工程采用TRA型液压夯实机，强制落锤、液压加力，与轮式装载机配套使用，结构见图2^[1]。最大提升高度(夯锤底部至水平面)1 200 mm。可根据需要控制锤体行程及锤击能量，可自动控制对地面作用时间，充分释放能量；可以连续夯击，直至满足要求。其主要参数见表1^[1]。

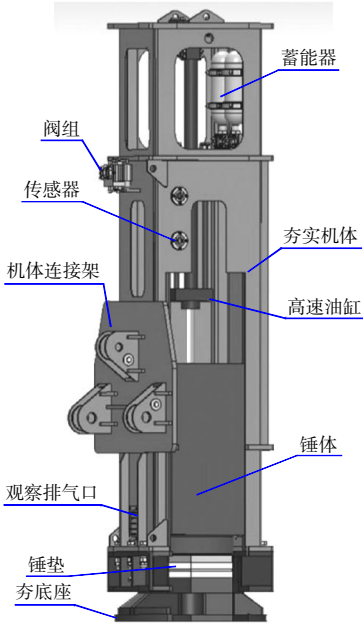


图2 液压夯实机主要结构图

表 1 TRA 型液压夯实机主要性能参数

项目	性能参数
额定冲击能量/kJ	40
整体质量/t	6.35(锤体 3.35)
锤体行程/mm	600~1 200
锤击频率/(次·min ⁻¹)	30~80
标准配置夯板直径/mm	1 000
外形尺寸/mm	3 680×1 570×1 130
影响深度/m	4~10

3 主要施工工艺及操作顺序

3.1 扶壁式挡土墙墙背回填

挡土墙按高度分别采用悬臂式及扶壁式两种形式,挡土墙高度大于 5 m 时采用扶壁式挡土墙,扶壁式挡土墙内侧设置三角形肋板,肋板厚 0.7 m,净间距 5 m。

1) 施工顺序:路基填筑时先填筑线路中间区域,分层回填并采用压路机碾压密实,然后采用装载机回填扶壁墙之间区域,见图 3。每填筑 3 层(不超过 90 cm 厚)路基时采用液压夯实机对扶壁墙之间填土夯实一次,依次往复,直至填筑到顶面。

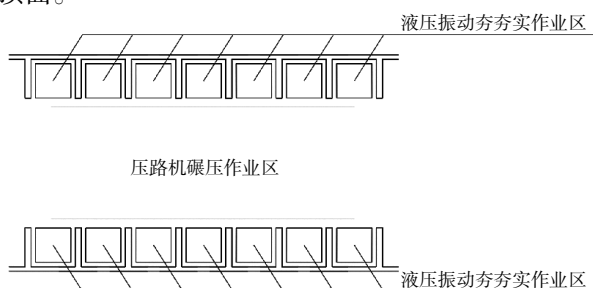


图 3 作业区段划分图

2) 夯击布点:沿锤中心纵、横向按 1 m 间距布置点位,夯击圆呈相切状态;夯锤边缘距离墙背或三角形肋板最小距离为 0.5 m。夯实由内侧向外侧按照 1~16 号点位顺序进行,见图 4、图 5。

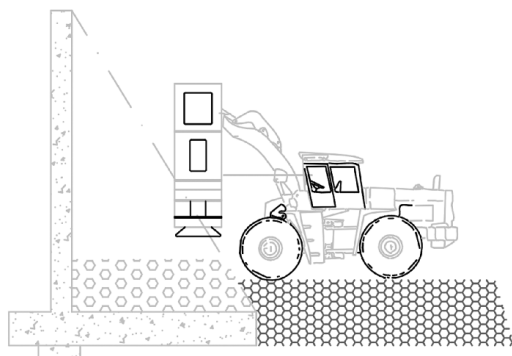


图 4 夯击作业示意图

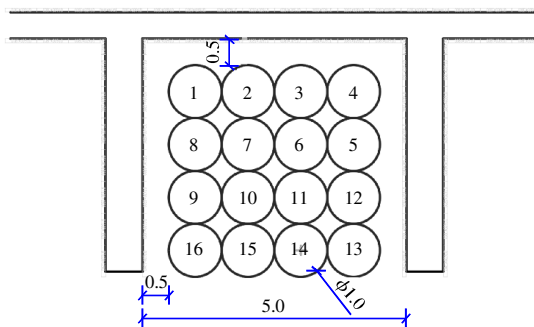


图 5 夯击点位布置图

3) 夯实过程:本工程路基填料选用砾类土,含石量 55%~60%之间,石料最大粒径不超过 10 cm,通过试验确定采用落锤高度 90 cm 进行夯击,在相对连续两次击实后沉降量不超过 2 cm 时,压实度稳定达到 96%以上。单点夯击 3 次后测量累计沉降量和相对沉降量,后续每夯击 1 次测量沉降量,直至连续两次击实后沉降量不超过 2 cm 作为合格判定标准,然后更换下一点位继续夯击。平均单点夯击次数达到 12~15 次。

4) 注意事项:为保证夯击击实效果,墙背回填料最大粒径不得大于 10 cm,填料应均匀,级配良好,含水量适宜。夯击过程中对挡土墙进行位移监测,如发生偏移立即停止施工。

3.2 软基处理

部分匝道邻近水塘,水塘底部为粉质黏土层,软土层厚 1 m 左右,承载力低,无法满足路基填筑要求,采用开挖软土层换填 40 cm 卵砾石+100 cm 厚砾石土的方式处理。

1) 施工顺序:先进行水系疏通,向池塘下游放水,降低池塘水位标高;然后采用长臂挖掘机沿匝道一侧向另一侧顺序开挖及换填,为避免回淤,软泥开挖与卵砾石换填同步进行;整条匝道基础全部换填完成后再进行换填料的夯实处理;最后分层回填砾类土,采用压路机碾压。

2) 夯击布点:沿锤中心纵、横向按 1 m 间距布置点位,夯击圆呈相切状态;夯锤边缘与回填外边缘最小距离为 2 m。

3) 夯实过程:采用最大冲程进行夯实作业,落锤高度 120 cm,单点夯击 3 次后测量累计沉降量和相对沉降量,后续每夯击 1 次测量沉降量,直至单次击实后沉降量不超过 1 cm 作为合格判定标准,然后更换下一点位继续夯击。平均单点夯击次数达到 10~12 次。

4) 注意事项: 为保证夯击击实效果, 换填底部至少宽出设计边线 2 m。新旧路基结合处软泥换填需彻底, 避免后期出现弹簧。

3.3 新旧路基结合处理

为增加新旧路基的整体协调性, 避免或减少横向错台和纵向裂缝的产生, 在加宽填筑路基前, 先对老路基边坡进行清坡处理, 对基底进行重型碾压。新旧路基拼接处采用开挖台阶方式, 台阶高 60 cm, 宽度 100 cm, 设置 3% 内倾坡。开挖后

及时拼接填筑, 自下而上开挖一阶及时填筑一阶。开挖拼接至路床底面的台阶时根据路基填高确定其台阶高度和宽度, 台阶面距离路床底面小于 100 cm 时应将其作为一个台阶开挖回填, 距离路床底面大于 100 cm 时应等分成 2 个台阶高度开挖回填; 路床部位作为单独一个台阶开挖处理^[2]。新旧路基接合处理示意图^[2]见图 6。

1) 重型碾压: 选用 26 t 钢轮压路机进行基底及新旧路基拼接处的碾压作业。

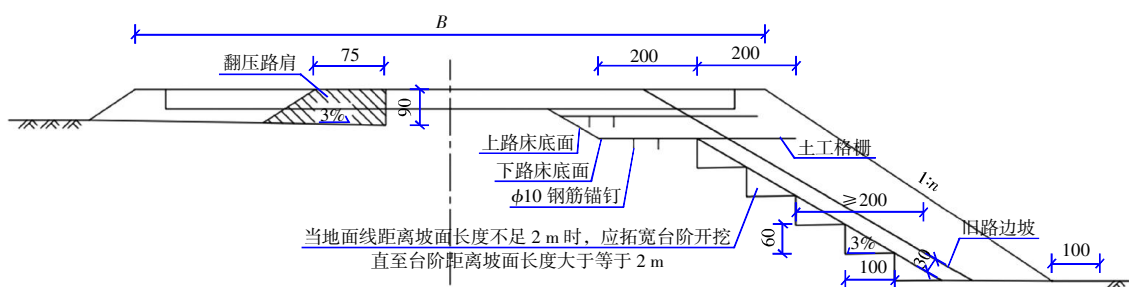


图 6 新旧路基接合处理示意图

2) 夯击布点: 沿锤中心纵、横向按 1 m 间距布置点位, 夯击圆呈相切状态; 夯锤边缘与回填外边缘最小距离为 2 m。

3) 夯实作业: 对新老路基结合处的每一级台阶夯实, 夯实后推平, 重新碾压, 使得新旧路基结合部位填料有效黏结成一体。采用落锤高度 90 cm, 单点夯击 3 次后测量累计沉降量和相对沉降量, 后续每夯击 1 次测量沉降量, 直至单次击实后沉降量不超过 1 cm 作为合格判定标准, 然后更换下一点位继续夯击。平均单点夯击次数达到 8~10 次。

4) 注意事项: 为保证碾压及夯实效果, 新旧路基拼接处起始点位置路床回填顶面应宽出设计边缘 ≥ 2 m, 最后再进行刷坡处理。

4 工艺对比

4.1 液压夯实机的优缺点

1) 优点: 高强度、高效率、低噪声、低功耗, 机动灵活, 越野性能好, 转场速度快。夯击后压实度及承载力能够满足设计要求; 同时适用范围广, 比压路机更灵活。尤其适用于压实度及承载力要求高, 常规工艺难以满足要求的夯实, 如软基换填区、墙背回填区。

2) 缺点: 夯击夯点之间存在盲区, 整体路基夯实效果不如压路机压实的均匀。

4.2 效益分析

工程施工过程中以及施工完成后, 通过连续

对高填方段路基沉降观测得出: 路基沉降在填筑完成 10 个星期左右趋于稳定, 累计平均沉降 5 mm, 最大单点沉降值 8 mm。沥青混凝土路面铺筑完成后, 检查挡土墙墙背位置、新旧路基结合部位, 未发现裂纹。

采用液压振动夯实机进行软基处理及墙背回填施工效率高, 质量好, 用时短, 保证了施工连续, 减少窝工时间, 相比较压路机压实工艺及小型夯实机夯实工艺节约了 1 个月的工期, 施工中未出现质量问题, 且验收合格率比常规工艺显著提高。

5 结语

通过对液压夯实机的推广应用总结可知, 液压夯实机安装及操作便捷, 应用于桥涵、挡土墙墙背回填及软基处理、新旧路基结合处理等工序, 为充分发挥液压夯实机的施工优势, 结合本工程实例得出结论: 在达到压实效果类似的前提下, 针对不同填料种类的路基及压实或未压实的路基采用不同夯击势能、落锤高度及夯击次数, 压实过的路基补强夯实(新旧路基结合处)比挡土墙台背的回填夯击次数少 4~5 次左右; 软基换填卵砾石夯击采用的落锤高度按最大值 1.2 m, 而砾类土的夯实落锤高度采用 0.9 m; 在保证施工质量的前提下使得设备效率利用最大化, 为其他类似工程施工提供了借鉴。

参考文献:

- [1] 黄永超. 高速液压夯实机补强路基施工技术[J]. 山西建筑, 2016,42(22):151-153.
- [2] TRA 型液压夯实机使用说明书.
- [3] 陕西恒万达交通科技发展有限公司. 贺兰山东延伸道路提
畅改造工程两阶段施工图设计[R]. 西安:陕西恒万达交通科技
发展有限公司,2018.
- [4] 陶继红. 路基压实参数相关关系及改良土控制指标的研究[J].
山西建筑,2016,42(22):153-154.