

# 圆管涵管节预制施工工艺

闫 丹

宁夏交通建设股份有限公司 宁夏 银川 756000

**摘要：**埃塞俄比亚Hamusit至Estie公路升级项目起讫桩号为K0+000~K76+644.027，路线全长76.644km。主线按两车道DC5级公路标准设计，设计速度平原最高85Km/h，山岭最小40Km/h，涵洞有圆管涵、盖板涵与箱涵三类（共计116道）。埃塞境内圆管施工时，没有专业的涵管预制厂，公路施工的涵管均需项目自行预制。根据当地实际情况，结合国内施工经验，可高效进行圆管节预制，缩短项目工期，降低施工成本。

**关键字：**管涵预制；甩管机；模板拼装；塌落度

## 1 预制概况

所设计的涵管尺寸较统一，多为内径1.22m，壁厚10cm，与内径1.06m，壁厚9cm，管节长2m与1m的承插式涵管。混凝土强度要求C35干硬性混凝土，钢筋为屈服强度不小于300MPa的光圆 $\phi 6$ 与螺纹 $\phi 8$ 筋，钢筋净保护层厚度2.5cm。

## 2 所需主要施工设备配置

1套甩管机（包括甩管、混凝土拌和，混凝土供给系统，功率共115kw），1台150kw发电机，1台5吨小型龙门吊或随车吊机，钢筋笼卷制设备<sup>[1]</sup>。如图1：



图1 制管设备布置图

## 3 施工工法

### 3.1 工作原理

#### 3.1.1 钢筋笼制作

依据管涵钢筋结构尺寸与保护层厚度的要求，综合考虑制作过程的方便、快捷、经济，现场设计制作钢筋笼卷筒式设备2-3套，使钢筋笼在卷制设备上成型整体脱模，直接吊装如模预制。

#### 3.1.2 圆管模具制作

由厂家按圆管设计尺寸与形状，用厚5mm钢板制作成1m、2m管节的钢模，一套钢模由两半组成，钢筋笼入模前两半分开，入模就位后，将另一半组装扣好并拧紧

螺丝即可。

#### 3.1.3 甩管机及配套

甩管机型号根据项目施工需要，选用性能较好的机型。本项目所用甩管机为GP150型。其主要由3部分组成。①可连续供应混凝土的搅拌机；②搅拌机下可输送混凝土的传送带，传送带可根据管节模具内所需混凝土前后移动；③带动管节旋转的甩管机，甩管机的转速根据根据需要可调。

#### 3.1.4 管节混凝土浇筑

将装有钢筋笼的钢模吊装入甩管机旋转轴上就位，启动混凝土搅拌机，拌制混凝土，输送混凝土到钢模内，同时启动甩管机，甩管机的旋转轴带动管节模具的旋转，由旋转产生的离心力将模具内混凝土挤压密实并成型。

## 3.2 操作流程

### 3.2.1 甩管机安装

根据各设备需固定位置、尺寸，设计比固定尺寸大10cm的钢筋混凝土基础，基础深度为1m， $\phi 20$ 钢筋@15cm满堂布置，并预埋好各设备固定的钢板或螺杆。

### 3.2.2 钢筋笼卷制设备制作

在甩管机安装的同时，设计并制做好圆管所需钢筋笼的制作设备。制作设备的材料选用当地较易采购的。

设备制作构件：

(1)悬臂固定支撑架：由2根14#槽钢相距0.5m，呈倒U字形

(2)埋入地面下深1m，外露0.8m，顶部焊接2个用于限位旋转臂的固定环（最好是轴承）。

(3)旋转臂：采用壁厚3.5mm的 $\phi 8$ cm的钢管长度为2.5m，尾端

(4)焊接防滑挡块，前端在钢筋笼加工长度位置设置防滑插销。

(5)钢筋笼骨架支撑系统：由3块能支撑内层钢筋直径大小的钢

(6)板圆盘穿入旋转壁上，后两块圆盘固定，第一块圆盘为可向外移动盘，以便钢筋笼加工完成后，从设备上移出<sup>[2]</sup>。每块圆盘上等距开孔，开孔大小以能刚好安装 $\phi 3\text{cm}$ 支撑钢管为宜。每根钢管长度2.2m，内层钢管安装在三块圆盘上，使其在钢筋笼成型后可从圆盘上抽出。

### 3.3 钢筋笼加工

先将设备各部位固定，安装好后，开始内圈钢筋笼的绑扎，待内圈钢筋笼卷制绑扎好后，再将 $\phi 3\text{cm}$ 钢管固定在内圈钢筋笼上，接着卷制绑扎外圈钢筋笼，待整个钢筋笼绑固定完成后，拔出第一块圆盘上的限位销，移出第一块圆盘，同时人工接住已加工好的钢筋笼，从设备上移出钢筋笼至成品堆放区。最后抽出安装在内圈上的钢管。

### 3.4 模板拼装

圆管涵管节模板的制作是整个施工过程中的重要环节，其质量直接影响到涵管节的质量和外观。在模板制作阶段，需要根据设计要求制作好模板，并进行检查和调整，确保模板的尺寸和形状符合要求。在模板制作前，需要先准备好模板所需的材料，包括模板、胶合板、钢模板、木方、钢管等<sup>[3]</sup>。同时，还需要根据设计要求准备好模板的加工图纸和技术文件。在制作模板时，需要先进行加工和组装，确保尺寸和形状符合要求。加工过程中需要注意以下几点：

3.4.1 模板的尺寸和形状应符合设计要求，并保证其平整度和光洁度。

3.4.2 模板接缝处应严密，不得出现漏浆等现象。

3.4.3 模板安装应牢固，不得出现松动或移位等现象。

3.4.4 模板拆除应按照设计要求进行，并注意拆除顺序和方法。

3.4.5 在模板制作完成后，还需要进行检查和调整，确保模板的尺寸和形状符合要求。具体包括以下几点：

(1) 检查模板的尺寸和形状是否符合设计要求，是否存在变形、松动等现象。

(2) 检查模板接缝处是否严密，是否存在漏浆等现象。

(3) 检查模板安装是否牢固，是否存在松动或移位等现象。

(4) 调整模板位置、角度、紧固度等，确保其符合设计要求。

### 3.5 管节混凝土浇筑

将拼装好的管模吊装至甩管机旋转轴上，关上限

位门并旋紧阀门。开动混凝土搅拌机拌制混凝土，混凝土通过可移动式传送带，专人操作输送带，使混凝土均匀、缓慢的入模。在混凝土入模同时开动甩管机，使用甩管机由慢到快最后保持65-75转/min浇筑混凝土。浇筑过程中安排1人对输送带溢出的混凝土进行回收，1人对甩管机甩出的混凝土进行回收。等混凝土将模板内缘填满后，对混凝土表面局部不平整、坑槽进行找补，找补时可铲入干砂，主要起到对表面进行打磨，填补粗糙表面空隙，使管壁更光滑<sup>[4]</sup>。等管壁表面密实，无明显坑槽时，可停止甩管。打开限位门，平稳吊离管节，待管节混凝土有一定强度后，开始脱模（项目脱模时间为22小时左右），脱模后将成品堆至成品区，采用麻袋覆盖养生7天。

## 4 施工注意事项

4.1 管节混凝土浇筑时，注意输入的混凝土量在模板内要布置均匀，缓慢少量地进行，如出现模内布料不均，或过多就会出现甩管机旋转不稳定，管模发生较大幅度摆动或跳动，对甩管机旋转轴产生冲击，不利于甩管机的使用。

4.2 浇筑的混凝土为干硬性混凝土（坍落度0-25mm），浇筑过程虽然不易密实，但不得洒水或轻易改变配合比。因管节预制时混凝土坍落度稍大时，容易出现管节顶部掉浆或顶部混凝土不密实现象。因此，管节预制一定要通过试验，从调整配比与预制的成品情况不断试验，以最终确定出符合要求与适合现场施工的配比来保证施工质量。

4.3 脱模时间不宜过早。脱模时间要根据现场温度、与脱模后成品情况综合判断，如发现脱模后出现粘模、掉角较多情况，应延迟脱模时间，确保成品不因脱模过早、强度不够造成成品损坏情况出现。对此，项目部要结合施工情况，确定较为保守的拆模时间段，以合理安排每天的预制节奏，形成一套能让模板高效运转的施工时间段来。

4.3.1 拆模是圆管涵管节预制施工的最后一个环节，需要根据设计要求进行模板的拆除。拆模前需要确保混凝土强度达到设计要求，并进行必要的检查和测试，确保模板和构件完好无损。

4.3.2 拆模后需要对涵管节进行清理，包括去除表面浮浆、焊渣、杂物等。清理过程中需要注意避免损伤涵管节表面，并确保清理工作及时、彻底。

4.3.3 对于涵管节表面存在的轻微缺陷，如气泡、裂纹等，可以采用修补剂进行修补。修补剂可以购买成品，也可以由专业技术人员进行配制<sup>[5]</sup>。修补过程需要注

意选用合适的修补剂，并按照规定的比例进行调配，确保修补效果良好。

#### 4.4 管节吊入甩管机或吊出甩管机时，操作要平



图2 管模就位

稳，人员要即时配合吊具操作，防止管模撞击甩管机旋转轴。每次入模前应将粘附在旋转轴上的混凝土清理干净。如图2图3：



图3 旋转轴表面清理

4.5 管节混凝土浇筑完成后，将管节吊离甩管机后，因多数表面较粗糙，为了使管节内壁更平整，需立即安

排人员采用毛刷对表面进行抹刷，局部有较大坑槽处采用水泥浆找补后抹平。如图4图5：内管壁抹刷处理



图4



图5

#### 结语

本预制工法适用于现场管径较大(管径0.9-2m)，管节长不大于2m的混凝土管节预制。埃塞HE项目目前正进行管径1.06m与1.22m的道路涵管预制，通过几次试运行，现已进入正常、稳定的预制阶段，每天平均能预制管节8节。经现场对所预制的管节检测，质量符合要求。部分管节已开始在现场涵洞进行安装施工。

#### 参考文献

[1] STANDARD TECHNICAL SPECIFICATIONS AND METHOD OF MEASUREMENT FOR ROAD WORKS.ETHIOPIAN ROADS AUTHORITY.2013

[2] Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing.American Association of State Highway and Transportator.1664

[3]Wu, J., Huang, Y., & Zhang, S. (2019). Precast concrete culvert pipe production research in China. *Advances in Engineering Research*, 151, 59-63.

[4]Zhao, X., Chen, J., Luo, Q., & Xiong, Y. (2018). Research on precast concrete culvert pipe based on LCA. *Journal of Cleaner Production*, 175, 522-531.

[5]Li, H., & Zhang, Z. (2017). Application of precast concrete culvert pipe in bridge engineering. *Advances in Engineering Research*, 108, 91-95.