

排水箱涵在山地地形的施工应用

黄金富 陈江伟 王欢 李超 黄一雄

中国建筑第七工程局有限公司, 河南 郑州 450000

[摘要]随着城市化进程加快和居住环境的不断改善,生活空间的不断拓展,人们亲近和回归自然的愿望逐步强烈。山地建筑因其更亲近自然,远离城市喧嚣而成为人们休闲、娱乐、旅游的选择。对于山地堰塘地形区域中的群体建筑而言,其排洪治理的重要性愈发凸显。文中以鄂旅投·耕读小镇一期项目中的排水箱涵为例,介绍了排水箱涵在山地地形中的应用,介绍了排水箱涵的施工技术控制要点,同时指出实施中应注意的问题,可为类似工程施工提供参考和借鉴。

[关键词]排水箱涵;山地地形;排洪治理

DOI: 10.33142/ect.v2i8.13027

中图分类号: TU94

文献标识码: A

Construction Application of Drainage Box Culvert in Mountainous Terrain

HUANG Jinfu, CHEN Jiangwei, WANG Huan, LI Chao, HUANG Yixiong

China Construction 7th Engineering Division Corp., Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the continuous improvement of living environment, the continuous expansion of living space, people's desire to get close to and return to nature is gradually strong. Mountain architecture has become a choice for people's leisure, entertainment, and tourism because it is closer to nature and away from the hustle and bustle of the city. For group buildings in mountainous dam terrain areas, the importance of flood control and management has become increasingly prominent. Taking the drainage box culvert in the first phase of the Hubei Tourism Investment · Farming and Reading Town project as an example, this article introduces the application of drainage box culverts in mountainous terrain, introduces the construction technology control points of drainage box culverts, and points out the issues that should be paid attention to during implementation, which can provide reference and reference for similar engineering construction.

Keywords: drainage box culvert; mountain terrain; flood control

引言

鄂旅投·耕读小镇一期项目位于湖北省襄阳市襄城区隆中办事处花木店村,地处襄城区西部,古隆中东部;排水箱涵工程作为本项目的配套建设内容,主要承接本项目一期建设范围线外南侧堰塘泄水管和收集建设范围线外西侧和东侧山体汇水,确保在50年一遇降雨时,周边山体汇水不会对本项目人民群众造成生命和财产安全。

本项目沿大学路依山势展开,位于隆中西侧山脚低丘地势,依山而建,整体平缓,由东北向西南地势渐低。周边山体坡度较陡,饱受山体滑坡之苦及山洪直接冲刷。因此,为了避免了山洪的冲刷危害,以及因排水泄洪不畅引起的内涝灾害,必须对周边汇水范围区域内的雨水进行收集、疏导、引流排入杨叉河,最终流入汉江。

1 工程概况

本项目排水箱涵工程沿项目一期建设红线范围南侧及西侧布置,设计为钢筋混凝土框架箱涵,其起止里程为K0+000~K0+675.627,单孔截面尺寸如图1和图2所示分别为3m×2.0m、4.0m×2.0m,采用C30钢筋混凝土结构,抗渗等级为S6,池壁壁厚为30cm、40cm,内壁设25cm×25cm倒角。

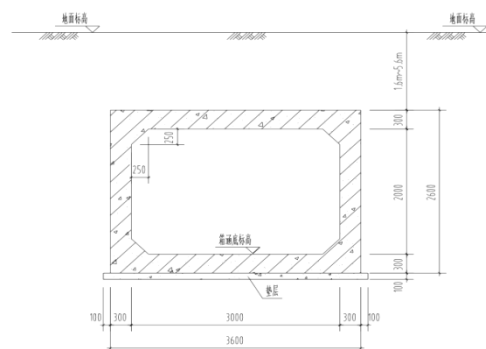


图1 3.0m×2.0m单孔箱涵剖面图

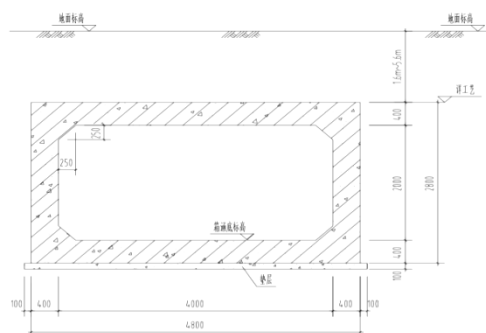


图2 4.0m×2.0m单孔箱涵剖面图

2.1 场地地形及工程地质情况

(1) 场地地形情况

鄂旅投·耕读小镇一期排水箱涵工程场地位于襄阳市大学路西侧,场地主要为耕地。场地东西高,中部为冲沟,向南倾斜,地形起伏较大,自然地面高程为 76.75~99.24m,相对高差 22.49m,沿大学路依山势展开,位于隆中西侧山脚低丘地势,依山而建,整体平缓,由东北向西南地势渐低。^[1]

(2) 场地工程地质情况

根据本项目岩土工程勘察报告,场地存在多种不同的地层,其工程地质概况自上而下分布如下:素填土(层号①)、粉质黏土(层号②)、粉质黏土(层号②1)、粉质黏土(层号③)、碎石土(层号④)、中风化灰岩(层号⑤)。

2.2 水文地质条件

拟建场区位于汉江二级阶地与丘陵交汇地带,地下水主要类型为①层素填土中的上层滞水和⑤层灰岩中的岩溶裂隙水。②层、②1 层及③层粉质黏土为相对隔水层,④层碎石土充填粉质黏土,不含砂,含水性、透水性较差,为相对隔水层。

(1) 上层滞水:水量小,主要赋存于上部素填土层中,补给源为大气降水及地表生活水,无统一自由水面,其水位变化较大,勘察期间仅在 K18、K22 号孔测得上层滞水水位埋深 4.0m、0.5m,标高 89.11m、84.47m,水位随大气降水及地表排水强度波动。

(2) 岩溶裂隙水:⑤层灰岩节理裂隙较发育,岩体较破碎,但实际结合较紧密,未发现岩溶溶洞,在勘察深度范围内,未测得地下岩溶裂隙水。

3 施工技术准备

准备工作一:开工前须组织技术人员认真熟悉设计图纸,完善各项技术交底,编制详细进度计划,做好测量控制网、临时水准点的建立;

(2) 准备工作二:开工前根据设计要求、进度计划细化并制定物资计划,材料采购部门须把好材料验收关,杜绝不合格产品进场,以保证施工过程的连贯性;

(3) 准备工作三:基坑开挖前,应做好排水工作,确保底板基础在无水环境下施工,箱涵开挖区域如遇排水渠道,可进行改道至箱涵范围以外,待箱涵施工完成后恢复原渠道至箱涵内通过;

(4) 准备工作四:完善箱涵施工区域的临水临电设施规划布置。

4 施工工艺流程

测量放线→基坑开挖→验槽→施工放样→基底垫层施工→底板钢筋绑扎→底板模板支设→底板砼浇筑→池壁钢筋绑扎→池壁模板支设→顶板模板支设→顶板钢筋绑扎→池壁、顶板砼浇筑→砼养护→模板拆除→变形缝处理→养护→回填。

5 施工要点

5.1 施工段划分

根据设计要求,本箱涵工程每隔 20m 设置一道变形缝,因此箱涵施工区段按每 20m 作为一个施工段进行划分;施工缝是水池易产生渗漏的薄弱环节,箱涵结构施工时不得设置垂直施工缝,在底板与池壁施工时可设置水平施工缝,将底板、池壁与顶板分两次浇筑成型。

5.2 基坑开挖与地基处理

基坑开挖前,应做好排水工作,箱涵开挖区域如遇排水渠道,可进行改道至箱涵范围以外,待箱涵施工完成后恢复原渠道至箱涵内通过。基坑开挖以机械开挖为主,人工为辅,须严格控制平面位置、断面尺寸和标高,严禁扰动基底。基坑开挖根据土质、深度可按 1:0.25~1:0.67 进行放坡,当开挖至基底标高时,预留 30cm 厚进行人工清底。

基础持力层为 2-1 层(粉质粘土),箱涵基础进入持力层深度应 $\geq 300\text{mm}$,当基坑开挖到设计标高时,应进行地基承载力检测,并与建设、设计、勘察单位共同验收合格后方可进行下一道工序;若未达到该土层,应继续开挖,待进入该土层后采用级配砂石(石占全重 30%)分层压实回填至设计标高,分层厚度不大于 300mm,压实系数不小于 0.97,回填处理后的地基承载力特征值 $F_{ak} \geq 120\text{KPa}$ 。

5.3 垫层施工

箱涵基础垫层采用 C15 素混凝土施工,垫层宽度分别为 3.8m、5m,厚度为 10cm,模板采用规格 1830×915×12mm 木胶板安装,安装前须根据设计图纸的放好各施工段的坐标点、高程控制点、尺寸、结构中心线和边线,以便随时进行检查校正。

垫层混凝土采用挖机并配合人工手推车转运进行浇筑,浇筑时采用插入式振捣棒随浇随捣后并进行抹面收光,浇筑完成后要求进行保温保湿养护至达到强度。

5.4 涵节混凝土结构施工

根据设计要求,在底板与池壁施工时可设置水平施工缝,将底板、池壁与顶板分两次浇筑成型,水平施工缝留设时须预埋 3mm 厚 300mm 宽止水钢板,具体做法如图 3 所示。

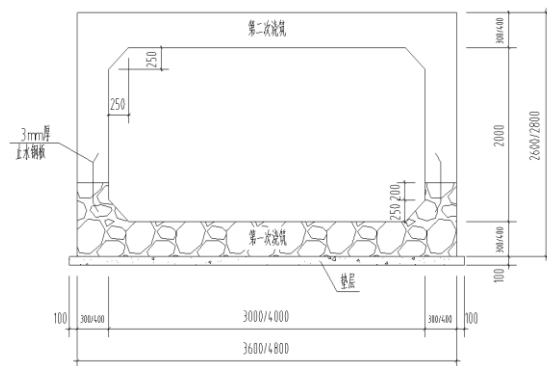


图 3 池壁施工缝详图

箱涵池壁、顶板采用满堂支模架形式搭设浇筑,支架

搭设前根据涵节截面尺寸及板厚进行排版验算,保证架体的安全性及稳定性。^[2]

5.5 检修孔及预埋件施工

箱涵检修孔在涵节混凝土结构施工完成后进行,使用前须检修孔翻边钢筋、检修踏步须严格按设计图纸定位进行预留或预埋,对预留洞口应按设计补强构造实施,并经检查无误后再浇筑混凝土。

检修孔翻边混凝土浇筑过程中应尽量避免振动棒碰撞预埋件或钢筋,当捣实预埋件周边混凝土时应辅以人工振捣,确保预埋件周边混凝土振捣密实可靠。

5.6 变形缝施工

箱涵每 20m 设一道变形缝,缝宽 30mm,在池壁钢筋安装过程中如图 4 所示预埋 CB 型橡胶止水带,止水带两侧用沥青麻丝填缝。为预防变形缝处混凝土开裂,其两侧池壁钢筋须按要求进行安装 U 型钢筋补强,在箱涵结构混凝土达到设计要求并沉降稳定后,变形缝两侧采用聚硫密封胶进行嵌缝处理。

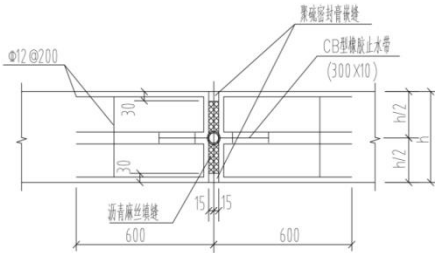


图 4 变形缝大样图

5.7 钢筋加工与安装

钢筋加工:进场钢筋的质保资料应齐全,进场时须核实质量合格证及相关性能检测报告,复检合格后方可投入使用。钢筋翻样人员应严格按设计图纸和规范要求进行翻样,计算钢筋下料长度时须特别注意钢筋的锚固长度、搭接长度和箍筋弯钩的平直长度应根据钢筋种类和混凝土强度等级进行计算,并统筹考虑,长短结合,减少钢筋加工损耗。加工人员须认真核实料单中的规格、型号、数量无误后进行加工制作,加工好的钢筋半成品须分类堆放并悬挂标识牌。钢筋加工允许偏差须符合表 1 的规定:

表 1 钢筋加工的允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)	检查数量		检查方法
			范围	点数	
1	受力钢筋成型长度	+5, -10		1	用钢尺量测
2	弯起钢筋	弯起点位置	±20	1	用钢尺量测
		弯起点高度	0, -10	1	
3	箍筋尺寸	±5		2	用钢尺量测,宽、高各量 1 点

(2) 钢筋安装:安装的钢筋品种、级别、规格和数量必须符合设计要求。钢筋保护层垫块位置和数量应符合设计要求。施工中应严格控制钢筋保护层厚度,除设计和相关专业验收标准有特殊规定外,应符合规定的要求。

钢筋接头应优先采用焊接接头,当采用单面焊缝长度不小于 10d,双面焊缝长度不小于 5d,接头应相互错开。钢筋焊接连接接头区段的长度为 35d 且不小于 500,位于同一连接区段内钢筋连接接头面积的百分率不应大于 50%且不小于 500,位于同一连接区段内钢筋连接接头面积的百分率不应大于 50%。

池壁开孔直径或宽度不大于 300 时,池壁钢筋应尽量绕过洞口,不需截断。若开孔直径或宽度大于 300 时,应按洞口补强构造布置加强钢筋,同时截断后的池壁钢筋应加弯钩并焊接于孔洞加强筋上。

池壁纵筋宜按梅花形设置 C8@600X600 拉接筋,底板宜按梅花形设置 C14@1000X1000 马凳筋。^[3]

5.8 模板安装与加固

(1) 模板安装

根据箱涵结构施工缝设置,模板安装可分为底板模板、池壁及顶板模板两个部分进行。底板模板施工应支撑牢固,确保混凝土浇筑时不会产生位移,池壁从底板面上翻至结构底板板面后在 250mm 范围内做倒角,倒角处模板可预留 $\phi 100\text{mm}$ 透气孔,以确保该处混凝土浇筑密实。采用 $\phi 14$ 止水螺杆穿背楞后将池壁内外侧模板后对拉固定,池壁外侧模板增设斜撑。

池壁及顶板模板施工应先对已施工池壁混凝土面要凿毛,再进行池壁内外侧及顶板的模板支撑。池壁模板用 $\phi 14$ 止水螺杆穿背楞后将池壁内外侧模板后对拉固定。池壁外侧模板增设斜撑。顶板厚度有 300mm 和 400mm 两种,为确保支架体系满足受力要求,支架立杆间距按 900*900mm 搭设,水平杆间距 1500mm,扫天杆间距不大于 500mm,顶托内采用双钢管支撑。

模板安装偏差须符合表 2 的规定:

(2) 模板拆除

模板安装、拆除前须进行安全技术交底,并做好记录,交底双方履行签字手续。模板拆除前须办理严格落实审批手续制度,经审批签字后方可拆除。

安拆模板时,2m 以上高处作业设置可靠的立足点,并有相应的安全防护措施;拆模顺序须按照先支后拆,后支先拆,从上往下的原则;模板拆除前必须有混凝土强度报告,强度达到规定要求后方可拆模。

模板的拆除,应在砼强度能保证其表面及棱角,不因拆除模板而受损坏时,方可拆除。

表 2 整体现浇混凝土水处理构筑物模板安装允许偏差表

检查项目		允许偏差 (mm)	检查数量		检查方法
			范围	点数	
1	相邻板差	2	每 20m	1	用靠尺量测
2	表面平整度	3	每 20m	1	用 2m 直尺配合塞尺检查
3	高程	±5	每 10m	1	用水准仪测量
4	垂直度 池壁、柱	H≤5m	每 10m (每柱)	1	用垂线或经纬仪测量
		5m<H≤15m		2	
5	平面尺寸	L≤20m	每池 (每仓)	4	用钢尺量测
		20m≤L≤50m		6	
		L≥50m		8	
6	截面尺寸	池壁、顶板	每池 (每仓)	4	用钢尺量测
		梁、柱	每梁柱	1	
		洞净空	每洞	1	
		槽、沟净空	每 10m	1	
7	轴线位移	底板	每侧面	1	用经纬仪测量
		墙	每 10m	1	
		梁、柱	每柱	1	
		预埋件、预埋管	每件	1	
8	中心位置	预留洞	每洞	1	用钢尺量测
9	止水带	中心位移	每 5m	1	用钢尺量测
		垂直度	每 5m	1	用垂线配合钢尺量测

5.9 混凝土浇筑

箱涵结构混凝土强度等级均为 C30，依次按先浇注底板，后浇注池壁和顶板的施工顺序分两次浇筑成型。

池壁和顶板混凝土浇筑前，采用人工剔凿施工缝处表面的松散混凝土和水泥砂浆，直至表面露出新鲜、密实的混凝土为止，并采用高压水枪将表面残留的浮浆、软弱混凝土层等冲洗干净，再均匀铺设一层 2cm 厚的同级配水泥砂浆作接茬处理，以保证接缝紧密结合。

混凝土的浇筑宜由一端向另一端均匀对称分层灌注，避免模板因受力不均而产生位移、倾斜等情况，混凝土的分层厚度以保证在下一层混凝土初凝时间内将前一层混凝土覆盖；定人定点用插入式振动棒振捣，振动棒的插入深度以不搅动已被振实的混凝土为原则，并保证不漏振、欠振、过振。

箱涵结构顶板混凝土在浇筑完成后 12h 内，覆膜并盖

好养生布进行保温保湿养护，养护时间不少于 14d。混凝土在养护期间，其强度未达到 1.2MPa 前，不得在混凝土上进行任何施工作业。混凝土的养护工作应安排专职人员负责，施工技术人员进行检查并做好记录。

5.10 池壁及顶板回填

回填前箱涵结构混凝土强度达到设计要求，并在结构充水试验及结构验收合格后方可进，同时，回填前应将基坑中积水、垃圾等清理干净。

箱涵池壁与顶板回填如图 5 所示分开进行，池壁两侧采用中粗砂回填至箱涵结构顶板顶标高后，进行顶板回填，池壁两侧回填时应分层对称同时进行，避免产生结构移位和接口开裂；顶板回填采用基坑开挖后的原状土进行回填，分层厚度不大于 30cm，须严格按照“分层回填、分层压实”要求做好密实度控制，可采用小型压路机或平板振动夯进行夯实，回填后的密实度≥0.93。

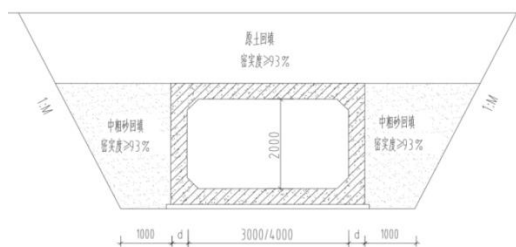


图 5 回填示意图

6 结束语

本排水箱涵工程在施工过程中严格按设计、规范要求合理有序组织施工，在鄂旅投·耕读小镇一期项目中的施工应用中，通过对周边山体、堰塘汇水的收集治理，有效解决了在山地群体建筑项目中因山体雨水、洪水淤积产生的安全隐患，减少了因排水不畅引起的内涝灾害，切实保障了项目人民群众造成生命和财产安全，得到建设单位、监理单位及各方的高度认可。

【参考文献】

- [1] 吴会. 钢筋混凝土框架箱涵施工技术探析[J]. 交通标准化, 2012(3): 109-112.
- [2] 施培旭. 钢筋混凝土框架箱涵施工技术研究[J]. 低温建筑技术, 2018, 40(2): 143-146.
- [3] 向光荣. 引江济汉进口渠道工程排水箱涵施工技术[J]. 河南水利与南水北调, 2014(24): 11-12.

作者简介：姓名：黄金富，性别：男，出生年月：（1988 年 10-），民族：汉族，学历：本科学士，职位：中级工程师，研究方向：建筑工程/施工技术。